

שימור קרקע באגני שקמה בשור תוכנית אב

עורכים: ד"ר נחמיה שחף, ד"ר נמרוד חלמיש, ד"ר יוליה אלכסנדרוב

עומר, אוקטובר 2013

Soil Conservation Master Plan for Shikma-Besor River Basin.

Eeditors: Dr. Nehemya Shechef, Dr. Nimrod Halamish , Dr. Yulia Alexandrov

עיצוב ועריכה גרפית כריכה : סטודיו רווה-פלג

תצלום שער : אלבטרוס



המו"ל

רשות ניקוז שקמה בשור

הגורן 6 פארק תעשיה עומר

טל : 08-6901222 פקס 086901228

www.besor.org.il

הודפס בדפוס דגיטל באר שבע

מהדורה ראשונה אוקטובר 2013

©

כל הזכויות שמורות למחברים ולמוציאים לאור

עשינו כמיטב יכולתנו לאיתור בעלי הזכויות של החומר ממקורות חצוניים.

אנו מתנצלים על כל השמטה או טעות ואם תובא לידיעתנו – נפעל לתיקונה במהדורות הבאות



שר החקלאות ופיתוח הכפר

ברכת שר החקלאות

החקלאות בנגב הינה הבסיס העיקרי לשימור ההתיישבות המהווה גם חץ בטחוני בינינו ובין שכנינו.

שימור ושמירת הקרקע חקלאית הינה בליבת החקלאות המקיימת ומביאה לפיתוחה ולשגשוגה.

רשות ניקוז שקמה-בשור הינה רשות ניקוז חלוצית בתפיסת ניהול אינטגרטיבי של נחלים.

רשות ניקוז שקמה-בשור קיבלה עליה הן סמכויות של רשות נחלים ומעיינות מהשר לאיכות הסביבה, והן סמכויות של רשות לשימור קרקע, משר החקלאות כבר בשנת 2006.

רשות הניקוז שקמה-בשור קיבלה על עצמה, ופועלת בהתאם, למנוע ואף לפתור את בעיית סחיפת ואיבוד הקרקעות החקלאיות במרחב עליהם היא אחראית, וכן לטפל בנזקים הרבים שהותירו שנים, של עיבוד חקלאי שגרתי בקרקעות אלו, על מנת לשמר חקלאות בת – קיימא באזור נרחב זה של כ-6 מיליון דונם.

כמי שממונה על חוק הניקוז ועל תקנות שימור קרקע, אני מברך על היוזמה של רשות ניקוז שקמה-בשור שגם קיבלה על עצמה, כאמור, סמכויות אלו וגם סיימה את הכנתה של תכנית אב לשימור קרקע המשותפת לרשות הניקוז ולאגף שימור הקרקע וניקוז במשרד החקלאות.

מניעת סחף והידלדלות הקרקעות הפוריות של ישראל על ידי ניהול מרוכז ברמה אגנית של חקלאות משמרת קרקע, מקבלת בימים אלו חשיבות מיוחדת גם עקב שינוי אקלים החלים באזורינו והבאים לידי ביטוי באירועי גשם קצרים אך קיצוניים בעצמתם, הגורמים לנזקי סחיפת קרקע חמורים.

מטרת ספר זה הינו למפות את מוקדי סחיפת והידלדלות הקרקע, וכן לדרג את הבעיות על פי סדר עדיפות לתכנון וביצוע על מנת לטפל ולמנוע את מפגעי הסחיפה. תכנית אב זו, הינה הראשונה שנעשתה בארץ בהיקף רחב ואזורי שכזה ואמורה לשמש כבסיס ואבן היסוד לניהול ממשקי של עיבוד משמר קרקע ומים.

אני רוצה לברך ולאחל לעובדי רשות נקוז שקמה-בשור, המשך עבודה פורייה בתחומים בהם עוסקים.

בברכה,

יאיר שמיר

שר החקלאות ופיתוח הכפר

הקדמה

קרקע הוא אחד המשאבים החשובים בישראל ובעולם, משאב שהוא מתכלה. בצפיפות הקיימת ובגידול הטבעי של האוכלוסייה במדינת ישראל ישנה חשיבות לכל ס"מ קרקע. כמו כן העומס הקיים על הקרקעות החקלאיות הולך וגובר, הגידולים נעשים אינטנסיביים יותר ויותר. כתוצאה מכך העיבודים, מטיילים ורכבים גורמים להתפוררות הקרקע והפיכתו לזמין לסחיפה על ידי רוח ומים. סחף זה מושקע במורד בדרך כלל במקומות בהם ישנה ירדה באנרגיה כגון גשרים מעבירי מים ואזורים צרים. שקיעת סחף גורמת להתחתרות הערוץ וסתימתו וכתוצאה מכך נגרמות הצפות.

רשות ניקוז שקמה בשור הינה חלוצה בתפיסת עולם של **ניהול אינטגרטיבי של נחלים**. ולפיכך יזמה את הגדלת תחומי העיסוק של הרשות לתחומים נוספים. התחום הראשון שהוסיפה הינו נושאי הסביבה וקבלה לראשונה בישראל ממשד הגנת הסביבה לרשות ניקוז שקמה בשור את סמכויות רשות נחל בשנת 2002.

התחום השני בו יזמה הרשות את כניסתה הינו נושאי הקרקע, ולאחר עבודה מאומצת לראשונה בישראל העביר משרד החקלאות לרשות ניקוז שקמה בשור את סמכות של רשות לשימור קרקע.
בשנת 2006

רשות הניקוז - שימור קרקע שמה לה כמטרה לפתור את סחיפת הקרקע והשלכותיה עוד במקור, כלומר למנוע את סחיפת הקרקע כמו גם לטפל בנזקים הנוצרים כתוצאה מסחיפת קרקע והשקעתה. שטח השיפוט של רשות לשימור קרקע שקמה בשור הוא כ- 6 מליון דונם.

בכדי לעסוק באתגרים העומדים בנושא יזמה רשות הניקוז יחד עם משרד החקלאות הכנת **תוכנית אב לשימור קרקע** בתחומי הרשות.

מטרת העבודה למפות את מוקדי סחיפת הקרקע והשקעתם וכן לדרג את הבעיות על פי סדר עדיפות לתכנון וביצוע הכינה סקר מקיף זה. בעבודת הכנת הסקר השתתפו מספר אנשי מקצוע מדיסציפלינות שונות אשר כולם ביחד נותנים את התמונה הכוללת של הבעיה וכן את אפשרויות הטיפול בה. סקר זה ישמש את הרשות הצפת הבעיה גם לגורמים הרלוונטיים על מנת להבין את חומרת המצב וכן על מנת שיקצו את המשאבים הנדרשים על מנת למנוע את המשך התהליך.

תוכנית אב זה הראשונה שנעשה בישראל בהיקף רחב, אמורה לשמש כבסיס ואבן יסוד לעבודה בתחומי שימור קרקע בישראל.

ד"ר נחמיה שחף

גב' סיגל מורן

מר פיני בדש

מנכ"ל רשות ניקוז

יו"ר רשות שימור קרקע

יו"ר רשות ניקוז

שימור קרקע

באגני הנחלים בשור, שקמה, אבטח ולבן

תכנית אב

רשות ניקוז ושימור קרקע שקמה-בשור יזמה את הכנתו של **סקר בעיות שימור קרקע באגני הנחלים בשור, שקמה ואבטח** (מפרט העבודה מצורף **בנספח א'**). הרקע והצורך בהכנתו של סקר זה נובעים מהבעייתיות ההולכת וגוברת של בעיות שימור קרקע, הנגרמות כתוצאה של פעולות הפיתוח והבינוי כמו גם עקב ממשק העיבוד החקלאי. התוצאה הנגזרת של סחף הקרקע הינה דלדול הקרקעות ופחיתה באיכות, בערכיות ובעיקר בכמות הקרקע הזמינה לעיבוד ושימושים חקלאיים. בנוסף, תהליכי הסחיפה מביאים גם לשינויים באפיקי זרימת נחלים ובסביבתם, ולבעיות ניקוז בשטחים הסמוכים לעורקי ניקוז אלה.

הסקר הנוכחי נערך לשטח אגני הניקוז שבתחום אחריותה של רשות שימור קרקע שקמה-בשור (היקף שטח כולל של כ- 6 מליון דונם), ומטרתיו העיקריות הוגדרו כדלקמן:

- א. סקירת הרקע המקצועי לנושא שימור קרקע, כולל סקר ספרות ודוגמאות מהעולם,
- ב. איתור וניתוח של תופעות סחף קרקע בתחומי רשות שימור קרקע שקמה-בשור,
- ג. מיפוי וסיווג של רמת החשיפה לסיכונים סחיפת קרקע באזורים השונים בתחום הרשות,
- ד. קביעת האמצעים והשיטות – טכנולוגיות, הנדסיות ואגרוטכניות – לטיפול בבעיות סחיפת הקרקע הקיימות, ולמזעור וצמצום התופעה בעתיד,
- ה. המלצה לעקרונות ניהול ומדיניות של רשות שימור קרקע,
- ו. הערכת התועלות והעלויות הכלכליות של ביצוע התכנית.

העבודה לוותה על ידי צוות היגוי בהשתתפותם של הבאים:

צוות היגוי

- גב' סיגל מורן** – יו"ר רשות שימור קרקע שקמה-בשור, ראש המועצה האזורית בני שמעון
ד"ר נחמיה שחף – מנכ"ל, רשות ניקוז ושימור קרקע שקמה-בשור
מר יואב מורג – מנהל מחוז דרום, משרד החקלאות
מר קאיד אבו גאנם – רפרנט שימור קרקע ונחלים, משרד החקלאות
מר ניר שטרית – סמנכ"ל, רשות ניקוז ושימור קרקע שקמה-בשור
מר עופר שאולקר – מפקח, רשות ניקוז ושימור קרקע שקמה-בשור
מר צבי רבהון – סגן מנהל אגף בכיר, אגף שימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
מר רמי זיידנברג – ממונה סקר וייעוד קרקע, אגף שימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
מר סלומון שמוקלר – מהנדס ניקוז, אגף שימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
מר רודין סבסקו – מנהל תחום שימור קרקע הנדסה ומים, אגף שימור קרקע וניקוז, מ. החקלאות
מר מרדכי תמיר – מרכז בכיר, שימור קרקע ותכנון פיזי, אגף שימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות
מר יצחק משה – מנהל מחלקת יער ושימור קרקע, סגן מנהל מרחב דרום, קק"ל

צוות התכנון:

ראש צוות התכנון	"אפיק"	ד"ר נמרוד חלמיש
הידרולוגיה, ניקוז ושימור קרקע		ד"ר יוליה אלכסנדרוב
מערכות מידע גאוגרפיות ומיפוי	"סתיו-ממ"ג"	ד"ר יגאל סלינגר
		מר מיכאל דניסצ'וק
ייעוץ כלכלי	"כיוון"	מר גדי רוזנטל
		גב' מיכל גרוסמן
		מר עידן דורפמן
ייעוץ חקלאות ואגרוטכניקה	מדריך חקלאי	מר שי כיתאין
סחף נחלי, מדיניות ניהול אגני ניקוז ושימור קרקע	אוניברסיטת בן גוריון, המחלקה לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי	פרופ' יונתן לרון
		מר יואב שרפי
שימור קרקע	ערדום, תחנת לחקר הסחף	ד"ר אלי ארגמן
		מר אלון מאור
נוף	קוטוק גנזל ברמן	אדריכל אסיף ברמן
		אדריכל שרה גנזל
		אדריכל עודד קוטוק
ייעוץ שימור קרקע וניקוז	יועץ	מר רן משה
אקולוגיה	יועץ	מר מנחם אדר

תודות

במהלך הכנת הסקר נערכו ראיונות ושיחות עם אנשי מקצוע בתחומים שונים, שסייעו רבות לקידום העבודה. תודתנו נתונה לכל הבאים:

אבישי ואזה – ממ"ר בכיר (מיכון תבואות) שה"מ, משהח"ק
 אפרת הדס – מנהלת תחום (כלכלה ואיכות), השקעות ומימון, משהח"ק
 דוד בונפילד – חוקר חקלאות חרבה ושטחים פתוחים במרכז המחקר גילת, מכון וולקני
 ישראל רוזיליו – מרכז בכיר (ייעוד ושימור קרקע), מחוז הנגב, משהח"ק
 יניב בלושטיין – מרכז פלחה – גד"ש שקמה-בשור
 עמוס יעקובי – מרכז פלחה, קיבוץ דורות
 רמי זיידנברג – ממונה (סקר וייעוד קרקע), שימור קרקע וניקוז, משהח"ק
 רמי פוליאקו – מרכז פלחה, קיבוץ רוחמה
 רן משה – סוקר קרקע לשעבר במשהח"ק
 עופר שאולקר – מפקח, רשות ניקוז שקמה-בשור
 קאיד אבו גאנס – מתכנן (שימור קרקע ניקוז ומים), שימור קרקע וניקוז, משהח"ק
 יואב מורג – מנהל מחוז נגב, משהח"ק
 אבו סיאם סאלם – מדריך גידולי שדה במשרד החקלאות במגזר הבדווי 2009
 נבו יצקר – מתכנן אזור הערבה, משרד החקלאות מחוז הנגב.
 יצחק וולף – מהנדס חקלאי
 יצחק משה – מנהל מחלקת יער ושימור קרקע, סגן מנהל מרחב דרום, קק"ל
 אלחנן ווינברגר – מפקח רשות ניקוז בגמלאות

תוכן העניינים

עמוד

15	1. מבוא ותקציר.....
15	1.1 מטרות ושלבי עבודה
16	1.2 תקציר.....
16	1.2.1 תופעות סחף – קרקע
17	1.2.2 אזור העבודה.....
18	1.2.3 הקמת בסיס נתונים לצורכי תכנון עתידי.....
18	1.2.4 מודלים עקרוניים לניהול סחף קרקע.....
18	1.2.5 עקרונות תכנית המוצעת – כללי.....
20	1.2.6 עקרונות התכנית המוצעת במגזר החקלאי.....
21	1.2.7 אזורי חיץ – ממשק אזור הנחל והשדה החקלאי.....
22	1.2.8 היבטים נופיים.....
22	1.2.9 ניתוח כלכלי.....
24	1.2.10 רשות שימור קרקע ותפקידה.....

חלק א' – רקע כללי וסקר ספרות

29	2. תופעות סחף קרקע
29	2.1 כללי.....
33	2.2 הרחופת במערכת הנחלית
33	2.2.1. אספקת הרחופת
37	2.2.2. הסעת רחופת במערכת נחלית
38	2.3 הגרופת במערכת הנחל
39	2.3.1 אופן תנועת הגרופת בנחלים.....
40	2.3.2. מילוי החתירה בנחלים אלוביאליים
41	2.4 תפוקת סחף נחלי
45	3. מדיניות וניהול.....
45	3.1 גישות לשימור קרקע.....
45	3.1.1 הגישה האקולוגית.....
45	3.1.2 הגישה הנדסית-חקלאית.....
46	3.1.3 הגישה הכלכלית.....
46	3.1.4 הגישה גאומורפולוגית.....
47	3.1.5 הגישה אינטגרטיבית.....
47	3.1.6 גישת ניהול בר-קיימא.....
48	3.2 מודלים לניהול ממשקי טבע.....
48	3.2.1 מודל אגרונומי וביו-אקולוגי.....

49	3.2.2 מצב ומעבר (state and transition).....
49	3.2.3 מודל ערך-סף סביבתי אולטימטיבי (UET).....
52	3.2.4 מודל מרחבי-אגני.....
53	3.2.5 מודלים כלכליים.....
53	3.2.6 שיתוף ציבור.....
54	3.3 דוגמאות.....
54	3.3.1 צפון הנגב.....
56	3.3.2 ניו-זילנד.....
58	3.3.3 הולנד.....

חלק ב' – ניתוח מצב הקיים בתחום הסקר

61	4. תיאור אזור הסקר.....
63	4.1 גבולות העבודה ואפיון אזורים שונים בתחום הסקר.....
67	4.2 אקלים.....
69	4.3 ליתולוגיה.....
71	4.4 יחידות פיזיוגרפיות וקרקות.....
80	4.5 הידרולוגיה.....
83	4.6 תפוקת סחף נחלי באזור הסקר.....
89	4.7 שימושי קרקע.....
89	4.7.1 הפעילות החקלאית בתחום הסקר.....
96	4.8 יעודי קרקע ותכנון – תכניות מתאר ותכניות אב בתחום שטח הסקר.....
96	4.8.1 תכניות מתאר ארציות.....
98	4.8.2 תכניות אב.....
103	5. מיפוי סיכוני סחיפה.....
103	5.1 סקרי קרקע קודמים ומידע קיים – בסיס התכנון.....
106	5.2 מיפוי סיכוני סחיפת קרקע.....
112	5.3 מפות סיכוני סחיפה עבור אגנים הנבחרים.....
112	5.3.1 נחל פטיש.....
116	5.3.2 נחל יתיר.....
116	5.3.3 נחל חנון.....
119	6. ניתוח נופי של אגנים נסקרים.....
119	6.1 כללי.....
119	6.1.1 הנוף החקלאי כמוצר תיירות.....
119	6.1.2 הנוף החקלאי כמערכת שטחים פתוחים.....
120	6.1.3 מאפיינים טופוגרפיים ומורפולוגיים של אזור הסקר.....
121	6.2 ניתוח נופי של אגנים נבחרים.....
121	6.2.1 מתודולוגיה להערכה נופית של האגנים הנבחרים/אזורי ההתערבות.....
122	6.2.2 אזור התערבות בתחום אגן נחל פטיש.....
124	6.2.3 אזור התערבות אגן נחל יתיר.....
129	6.2.4 אזור התערבות אגן נחל חנון.....

חלק ג' – שימור קרקע שיטות ואמצעים מוצעים - תכנית

133	7. אמצעים לשימור קרקע.....
133	7.1 שיטות מניעת סחף ושימור קרקע.....
133	7.1.1 הגדרת עמידות הקרקע בפני סחף.....
134	7.1.2 עקרונות שימור הקרקע.....
137	7.2 סכימה מוצעת לבחירת מערכת אמצעי שימור קרקע – תא שטח בודד.....
137	7.2.1 קריטריונים לסיווג חומרת בעיית סחף-קרקע.....
138	7.2.2 סכמה לבחירת אמצעי שימור קרקע.....
144	7.3 שיטות אגרונומיות ואגרוטכניות לשימור קרקע.....
144	7.3.1 גידולים עיקריים במגזר היהודי.....
145	7.3.2 גידולים עיקריים במגזר הבדואי.....
145	7.3.3 חממות.....
149	8. היבטים נופיים ואקולוגיים.....
150	8.1 נוף תרבות.....
150	8.1.1 כללי.....
150	8.1.2 אסתטיקה.....
151	8.1.3 נוף חקלאי.....
151	8.1.4 סיווג נופי התרבות החקלאית.....
152	8.1.5 קריטריונים להערכת ערכיות נופי תרבות חקלאית.....
152	8.1.6 הקריטריונים לסיווג נופי.....
153	8.2 ההיבט הנופי של שימור קרקע ודרכי טיפול מוצעות.....
157	8.3 המתודולוגיה לציון משמעויות הנוף ליישום אמצעים לשימור קרקע.....
161	8.4 היבטים אקולוגיים.....
161	8.4.1 כללי.....
161	8.4.2 שיטות שימור קרקע ותרומתן לשימור האקולוגיה.....
163	9. פעילות אינטגרטיבית לשימור קרקע – אזורי חיץ ודרכים.....
163	9.1 אזור חיץ כאמצעי לשימור סחף-קרקע.....
163	9.1.1 אזור הפרדה בין עורק ניקוז ושדה חקלאי.....
167	9.1.2 משמעות אקולוגית של אזורי חיץ.....
169	9.1.3 משמעות הנופית של אזורי חיץ.....
170	9.1.4 הממשק החקלאי של אזורי החיץ.....
171	9.1.5 ניהול ותכנון של אזורי החיץ.....
172	9.2 דרך חקלאית ודרך נוף.....
172	9.2.1 תכנון דרך באזור חקלאי.....
175	9.2.2 תכנון תעלות ומתקני ניקוז.....
177	9.2.3 השפעת הדרכים חקלאיות ומעבירי מים על תכנון נוף.....
179	10. משמעות הכלכלית - ניתוח עלויות ותועלות משימור קרקע.....
179	10.1 כללי.....
179	10.2 סיווג בעיות שימור קרקע לפי שימושי הקרקע השונים וגורמים משפיעים.....
181	10.3 גיבוש מודל החלטה לסוגי בעיות שונים ולחלופות המוצעות.....
181	10.3.1 עלות הנזק הנמנע והתועלת ממניעתו.....

182	 10.3.2 עלות מניעת הנזק
185	 10.4 קריטריונים להחלטה
185	 10.4.1 מאזן עלות-תועלת
185	 10.4.2 שיעור התשואה להשקעה במניעת הנזק
186	 10.4.3 נתונים נדרשים לטובת יישום ההחלטה
186	 10.5 סוגיות מתודולוגיות
186	 10.5.1 פריסת התועלות והעלויות על ציר הזמן
186	 10.5.2 ערך הזמן (מחיר ההון) בבעיות שימור הקרקע
187	 10.6 מכשירי מדיניות ורגולציה ושימוש בכלים כלכליים
188	 10.7 ניתוח עלות-תועלת של תכנית שימור הקרקע והניקוז
188	 10.7.1 קשיים מתודולוגיים בהערכת עלויות ותועלות משימור קרקע
189	 10.7.2 עלויות שימור קרקע
195	 10.7.3 תועלות משימור קרקע
197	 10.7.4 תועלות מנקודת המבט של המשק הלאומי
199	 10.8 הערכת עלויות יישום של התכנית והצעה למקורות מימון
199	 10.8.1 העלויות השנתיות של שימור הקרקע
200	 10.8.2 השקעות בניקוז ערוצי הנחלים
200	 10.8.3 התחזוקה השוטפת של הניקוז
201	 10.8.4 עלויות שוטפות נוספות
201	 10.8.5 ריכוז העלויות השוטפות הנדרשות ליישום התכנית
202	 10.8.6 תפיסת המימון הבסיסית: איגום משאבים לניקוז ושימור קרקע
203	 10.8.7 עקרונות לקביעת חלקם של הגורמים המשתתפים במימון התכנית
203	 10.8.8 מקורות ושימושים של התכנית
204	 10.8.9 תכנית השימושים של הקרן
205	 10.8.10 עקרון הניהול והתפעול של הקרן
207	 11. תכנית לניהול רשות שימור קרקע שקמה-בשור
207	 11.1 חקיקה בנושא שמור קרקע
207	 11.2 בעלי עניין בנושא שימור קרקע הפועלים ברשות שימור קרקע שקמה-בשור
209	 11.3 קונפליקט בנושא שימור קרקע: כלכלה מול הגנה ושימור
210	 11.4 שימור קרקע כמטרת הניהול
210	 11.4.1 טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין
215	 11.4.2 רשות שימור קרקע
217	 רשימת מקורות

נספחים

235	נספח א' – מפרט לביצוע סקר בעיות שימור קרקע באגני נספחים שקמה, בשור ואבטח.....
239	נספח ב' – מילון מושגים.....
287	נספח ג' – מודל "מצב-מעבר".....
290	נספח ד' – ביבליוגרפיה של עבודות מחקר.....
316	נספח ה' – אמצעים לשימור קרקע.....
346	נספח ו' – סיכום ראיונות עם אנשי מקצוע.....
353	נספח ז' – דו"חות סיור.....
391	נספח ח' – מיפוי סיכוני סחיפה (דיסקים).....

רשימת תרשימים

30	תרשים מס' 2.1: סכימת תהליכי הידלדלות קרקע פיזיקליים, כימיים וביולוגיים.....
31	תרשים מס' 2.2: גורמי ההנעה של סחף קרקעות על פי מקור האנרגיה.....
35	תרשים מס' 2.3: תיאור סכמתי של מנגנוני הסחף.....
35	תרשים מס' 2.4: עירוף בשטח חקלאי, אזור לסי של בארי, אגן נחל שקמה.....
36	תרשים מס' 2.5: היווצרות ערוצים בקרקע לס (ארכיב התחנה לחקר הסחף).....
40	תרשים מס' 2.6: עקום מעטפת לחתירה לנחלי נגב וערבה.....
41	תרשים מס' 2.7: חתך רוחב ערוץ ואדי באר חיל (אגן נחל בשור) לפני אירוע זרימה ואחריו..
48	תרשים מס' 3.1: עקרונות פיתוח בר הקיימא.....
50	תרשים מס' 3.2: מטריצת ניתוח מערכות יחסים בין משאבים לפעילויות אנתרופוגניות.....
51	תרשים מס' 3.3: תרשים זרימה המתאר תהליך ניהול על פי שיטת UET.....
52	תרשים מס' 3.4: סכמת ניהול מרחבית-אגנית לפירוק והרכבה מחדש של יחידת הסקר האופטימלית.....
52	תרשים מס' 3.5: תהליך קבלת החלטות בשימור קרקע.....
53	תרשים מס' 3.6: תרשים זרימה המתאר את המערכת האקולוגית ואת קשרי הגומלין שבה
55	תרשים מס' 3.7: תרשים זרימה לתיאור המערכת האקולוגית לאחר הוספת ניהול לבחינת ההשפעה ניהול שימור קרקע
56	תרשים מס' 4.1: שטח אזור הסקר: אגני ניקוז שקמה, בשור, אבטח ולבן.....
62	תרשים מס' 4.2: הגדרה של גבולות הסקר והתייחסות לתא שטח בסקר.....
64	תרשים מס' 4.3: שימושי קרקע עיקריים בתחום העבודה.....
65	תרשים מס' 4.4: חלוקת שטח העבודה על פי מידת ההתאמה לסקירה.....
66	תרשים מס' 4.5: מפת עובי גשם באזור הסקר.....
68	תרשים מס' 4.6: ליתולוגיה של אזור הסקר.....
70	תרשים מס' 4.7: יחידות פיזיוגרפיות של דרום-מרכז ישראל.....
71	תרשים מס' 4.8: מפת קרקעות של אזור הסקר.....
72	תרשים מס' 4.9: משולש הקרקע – הגדרת הקרקע על פי מרקם.....
73	תרשים מס' 4.10: קרקעות בתרונות בבארי ובנתיבות.....
77	תרשים מס' 4.11: צפון הנגב – פרופיל קרקע, כשעובי המשקעים השנתי הוא 250 – 300 מ"מ.....
78	תרשים מס' 4.12: צפון הנגב – קטנה (Catena) של קרקע שהתפתחה על לס.....
81	תרשים מס' 4.13: אגני ניקוז ראשיים ומשנים בשטח הסקר.....
82	תרשים מס' 4.14: הקשר בין ספיקת המים הממוצעת והספיקה המרבית ביובלים של נחל בשור לבין שטח הניקוז.....

83	תרשים מס' 4.15: הקשר בין תדירות הגאויות בשנה לבין עובי הגשם הממוצע לתת-אגני ניקוז באגן נחל בשור
84	תרשים מס' 4.16: תפוקת סחף שנתית ממוצעת כפונקציה של שטח אגן הניקוז
91	תרשים מס' 4.17: מפת שימושי הקרקע באזור הסקר
110	תרשים מס' 5.1: מפת סיכוני סחיפה של רשות שקמה-בשור
113	תרשים מס' 5.2: נחל פטיש – מפת שיפועים
114	תרשים מס' 5.3: נחל פטיש – מפת שימושי קרקע
115	תרשים מס' 5.4: נחל פטיש – מפת סיכוני סחיפה
117	תרשים מס' 5.5: נחל יתיר – מפת סיכוני סחיפה
118	תרשים מס' 5.6: אגן נחל חנון – מפה סיכוני סחיפה
123	תרשים מס' 6.1: נחל פטיש – מפת מקורות נצפות
125	תרשים מס' 6.2: נחל יתיר – מפת מקורות הנצפות
129	תרשים מס' 6.3: חנון – מפת מקורות נצפות
135	תרשים מס' 7.1: מערכת אמצעים לשימור קרקע
136	תרשים מס' 7.2: סיכום הגישות המקובלות לשימור קרקע
139	תרשים מס' 7.3: שלבים ראשוניים מתוך הסכמה המוצעת לבחירת מערכת אמצעים לשימור קרקע מקומי
140	תרשים מס' 7.4: בחירת סכמת טיפול בעבור הנחל וקרבתו
142	תרשים מס' 7.5: תהליך בחירת שיטה לשימור קרקע - שטח חקלאי מעובד
143	תרשים מס' 7.6: תהליך בחירת שיטה לשימור קרקע - שטח פתוח לא מעובד
165	תרשים מס' 9.1: מורד נחל פטיש, מבט במעלה
166	תרשים מס' 9.2: סכמה לבחירת רוחב מומלץ לאזור חיץ בעבור נחלים ועורקי ניקוז באזור הסקר
168	תרשים מס' 9.3: חתכי רוחב דרך רצועת הנחל הכוללים את אזור חיץ
173	תרשים מס' 9.4: תנוחת דרך מוצעת במורד מדרון בעל שיפוע גבוה מ-20:1
173	תרשים מס' 9.5: חתכי דרך טיפוסיים
174	תרשים מס' 9.6: תנוחת דרך עפר ביחס לפני השטח המקורי
176	תרשים מס' 9.7: מיקום של מעבירי מים (A) (גשרים איריים) ו-(B) המרחק ביניהם
176	תרשים מס' 9.8: תכנון מעבירי מים איריים
210	תרשים מס' 11.1: קונפליקטים בתוך משולש של פיתוח בר-קיימא
211	תרשים מס' 11.2: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי לתהליך סחיפה משטחית
212	תרשים מס' 11.3: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי לתהליך סחיפה ערוצית
213	תרשים מס' 11.4: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי לשינוי של מורפולוגיה ערוץ זרימה
214	תרשים מס' 11.5: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי להשפעת ההצפות
214	תרשים מס' 11.6: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי (מעשי-כמותי) להשקעת סחף במאגרים
216	תרשים מס' 11.7: ענפי הפעילות של רשות שימור קרקע

רשימת טבלאות

38	טבלה מס' 2.1 : סיכום מחקרים בנושא הסעת רחופת נחלית באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, בדגש על מחקרים נעשו בישראל
74	טבלה מס' 4.1 : מרקם קרקעות באזור הסקר (הערכים הם ממוצעים לאופק A)
80	טבלה מס' 4.2 : מועדי התרחשות הגאות "הגדולות" באגן נחל בשור לפי חודשי השנה
86	טבלה מס' 4.3 : ריכוז מחקרים בנושא השפעת הייעור על מערכת נגר-סחף באזור ים-תיכוני
87	טבלה מס' 4.4 : תפוקת סחף מקסימלי אירועי וממוצע רב-שנתי באגני ניקוז צחיחים בנגב, בערבה ובים המלח
88	טבלה מס' 4.5 : נתונים ממחקרים שנערכו לאחרונה באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, כולל אזורים ים-תיכוניים בישראל
95	טבלה מס' 4.6 : דוח שטחי חממות
104	טבלה מס' 5.1 : מקרא (מפתח לנוסחה) למפה 1: 20,000 של סקר ייעודי קרקע
106	טבלה מס' 5.2 : רשימה חלקית של סקרי קרקע שנעשו באזור שקמה-בשור בשנות השישים
108	טבלה מס' 5.3 : רמות סיכוני סחיפה איכותיים בהתבסס על סיווג קרקע, שיפוע ותכסית
146	טבלה מס' 7.1 : סיכום ניהול ממשקי גידול שונים והשפעתם על הקרקע, על גידול כלכלי, על ניהול ועל איכות חיים
147	טבלה מס' 7.2 : סיכום גידולי שלחין בשטח הסקר
159	טבלה מס' 8.1 : מטריצה מדורגת של שיטות לשימור נגר וסחף לפי עוצמת ההשפעה נופית
163	טבלה מס' 9.1 : רוחב של אזור חייץ לפי מקורות שונים
164	טבלה מס' 9.2 : תופעות ארוזיה להגדרה ויזואלית מעלים את הצורך בהגדרת אזור חייץ ודרישה להגנת אפיק הנחל
175	טבלה מס' 9.3 : יתרונות וחסרונות – חלופות לתכנון גובה דרך חקלאית
180	טבלה מס' 10.1 : סיווג בעיות שימור קרקע לפי שימושי קרקע שונים והשחקנים המשפיעים במערכת
181	טבלה מס' 10.2 : הגדרת הנזק הפרטי הנמנע לחקלאים וחשוב עלותו
182	טבלה מס' 10.3 : הגדרת הנזק הציבורי הנמנע חישוב עלותו
183	טבלה מס' 10.4 : עלות מניעת הנזק לחקלאי בשיטות שונות
184	טבלה מס' 10.5 : עלות מניעת הנזק לרשויות (בדרך כלל רשות ניקוז או משרד החקלאות) בשיטות שונות
189	טבלה מס' 10.6 : עלויות ביצוע עבודות שיקום קרקע על ידי רשות הניקוז
190	טבלה מס' 10.7 : עלויות לביצוע פעולות לשיקום קרקע מתוך תכניות שיפוט שאושרו על ידי משרד החקלאות ב-2009
191	טבלה מס' 10.8 : עלויות פעולות שימור קרקע שוטפות שנתיות (ש' לדונם)
192	טבלה מס' 10.9 : עלויות שנתיות של שימור קרקע לפי סוגי גידול באגן שקמה-בשור (ש')
194	טבלה מס' 10.10 : סיכום השקעות בשיקום קרקע לשדה בגודל 120 דונם (ש', מחירי 2008)
194	טבלה מס' 10.11 : הוצאות והכנסות לפעילות מומלצת לשיקום קרקע של ג'ש עם סכנת סחיפה בינונית
194	טבלה מס' 10.12 : פיצוי ותמריצים שנתיים במסגרת תכנית-רב שנתית של משרד החקלאות
196	טבלה מס' 10.13 : הפרשי הכנסות והוצאות באפס עיבוד לעומת עיבוד קונבנציונלי
198	טבלה מס' 10.14 : תועלות כלכליות ישירות שנתיות של שיקום קרקע – חישוב משרד החקלאות והתאמה ראשונה לאגן שקמה-בשור
201	טבלה מס' 10.15 : המסגרת הכוללת של העלויות השנתיות השוטפות
201	טבלה מס' 10.16 : ריכוז העלויות השנתיות השוטפות מנקודת המבט של הר. שימור קרקע
204	טבלה מס' 10.17 : מקורות ושימושים שנתיים של התכנית בשנת הפעלה מלאה על פי מיליון ש' לשנה
204	טבלה מס' 10.18 : שימושי הקרן פריסה על פני שמונה שנים במיליון ש'

1. מבוא ותקציר

1.1 מטרות ושילבי עבודה

בתחום אגני הניקוז של הנחלים בשור, שקמה ואבטח, כמו גם באזורים רבים אחרים בארץ, נצפתה בשנים האחרונות תופעה של דלדול קרקעות (soil degradation). תופעה זו קשורה בין השאר לפעולות הפיתוח המתבצעות בשטחים אלו ופעולות הקשורות לממשק העיבוד החקלאי. כתוצאה מכך איכות הקרקע פוחתת, ערכיות הקרקע נפגמת וזמינות הקרקע הטבעית בכלל והקרקע לעיבוד ושימושים חקלאיים בפרט מצטמצמת. במקרים רבים תהליכי הסחיפה והדלדול של הקרקעות גורמים לחשיפת תשתית אבנית או סלעית, ובעקבותיה לשינויים משמעותיים הן בפוטנציאל השימוש החקלאי והן במשטר הניקוז, בהיווצרות הנגר העילי, במופעי הנוף והסביבה ועוד.

רשות לשימור קרקע שקמה-בשור יזמה הכנתו של סקר ומסמך עקרונות למדיניות ניהול רב-שנתית לטיפול בבעיות שימור קרקע בכל שטחה של הרשות. מטרות העבודה הוגדרו כדלקמן (מפרט לביצוע סקר בעיות שימור קרקע באגני הנחלים בשור, שקמה ואבטח, ניר שטרית, 27.5.2007, ראה בנספח א'):

1. סקירה, אפיון, מיפוי וניתוח של תופעות התדלדלות קרקע בתחום רשות ניקוז שקמה-בשור.
2. יצירת תשתית מקצועית-מדעית בנושא בעיות שימור קרקע והגדרה של פתרונות הנדסיים, אגרוטכניים, נופיים וניהוליים.
3. ניסוח עקרונות לפעילות של הרשות לניהול אגני בראייה משמרת קרקע.

על בסיס הנ"ל הוכנה עבודה זו, אשר כוללת את השלבים והנושאים הבאים:

שלב א' – רקע כללי וסקר ספרות

בשלב זה – המסוכם בפרקים 2-3 של העבודה – הוכנה סקירת ספרות, הדנה באפיון מושגי בסיס בסחיפת קרקע ושימור קרקע והגדרותיהם. סקירת הספרות כללה תיאור של הגורמים לסחיפת קרקע, השפעות התופעה על זמינות הקרקע, איכותה וצורתה, שיטות לזיהוי וכימות התופעה, שיטות למניעת סחף קרקע, שיטות לטיפול בקרקעות ושיקומן ודוגמאות מהעולם המתארות את מדיניות ניהול רשויות שימור קרקע.

שלב ב' – תיאור של אזור הסקר

שלב זה – המסוכם בפרקים 4-6 של העבודה – כלל סקירת מפות ותצלומי אוויר, וכן סקר שדה בשטחים מייצגים לצורך איתור, מיפוי וסיווג של שטחים בתחום הרשות שבהם קיימות בעיות של סחיפת קרקעות ובעיות של הידלדלות קרקעות. שטח הסקר אופיין לפי הפרמטרים של גודל השטחים והחלקות, שיפועים ומאפיינים טופוגרפיים, נופיים, אקלימיים, פדולוגיים ואגרוטכניים. בנוסף, מוצגת הצעה ראשונית לאפיון וסיווג קריטריונים לדירוג חומרת הבעיה של סחף קרקע בשטחים שנתחו. בסקר השדה גם נבחנו היבטים הנדסיים ואגרוטכניים, טכנולוגיות שונות, והסיבות לנזקי עבר ונזקים המתהווים כיום עקב הפעולות המתבצעות בשטח.

שלב ג' – עקרונות לניהול מדיניות משמרת קרקע

בשלב זה – המוצג בפרקים 7-11 של העבודה - מוצגים עקרונות לפעילות ולמדיניות שימור קרקע לאזור הסקר. מוצגים אמצעים תכנוניים, הנדסיים ואגרוטכניים לשימור קרקע, כמו גם המלצות למדיניות אינטגרטיבית בממשק עורקי הניקוז והשטחים החקלאיים. חלק זה כולל גם ניתוח נופי ואקולוגי של המשמעות הנגזרות מפעולות הנ"ל, והגדרה של כלים לשמירה על המופע הנופי ומניעת פגיעה בהיבט הנופי כתוצאה הפעולות לשימור קרקע. בהמשך מוצג ניתוח כלכלי המתאר את השפעות סחיפת הקרקע על אפשרויות הפיתוח, על משטר ניקוז נגר עילי ועל אבדן תפוקות חקלאיות. הפרק הכלכלי כולל גם הצעה לאופן מימון הפעולות ואופן ניהול המשאבים הכספיים וההשקעות. בסיכום, מוצגת תכנית ארגונית לאופן הניהול המוצע של פעילותה של רשות לשימור קרקע, ושל עקרונות עבודה המתאימים למדיניות הרשות לשימור קרקע (בהתבסס על דוגמאות מהעולם בתחום זה ועל הצרכים הספציפיים בתנאי מדינת ישראל).

1.2 תקציר

1.2.1 תופעות סחף-קרקע

הידלדלות קרקעות מהווה כיום גורם סיכון סביבתי וכלכלי בקנה מידה אזורי וגלובלי. הגורמים העיקריים להידלדלות כוללים מגוון משתנים נקודתיים ומרחביים, ביניהם ניתן למנות תופעות כגון גידול האוכלוסיה ודרישה גוברת למזון, רעיית יתר של בע"ח, לחצים אורבאניים, השקיה ושאבת יתר, זיהום קרקע ומיני צמחים פולשים. מרבית התופעות שנימנו לעיל הינן מעשה ידי אדם. תוצר הלוואי העיקרי של הידלדלות הקרקע בא לידי ביטוי, באזורים רבים, בהגברה משמעותית של סחף קרקעות ע"י תהליכים משלושה סוגים עיקריים: פיסיקליים, כימיים וביולוגיים. התהליך החשוב ביותר המשפיע על סחיפת קרקעות הינו פיסיקלי, ומתבטא בסחיפת קרקע על ידי מים ורוח.

סחף הקרקע מתחיל בתהליך ניתוק החלקיקים, אשר נגרם ע"י הרס תלכידים (אורגניים, מינרליים או תערובת של השניים) כתוצאה מאנרגיית טיפות הגשם וכוחות הגזירה של המים או הרוח. החלקיקים המינרליים ומיקרו-התלכידים הסחיפים מוסעים ע"י רוח ונגר (משטחי או ערוצי) עד למרחק בו האנרגיה הדרושה להסעה פוחתת מערך סף קריטי. בשלב זה מתחיל תהליך השקעת החומר.

למרות שהיווצרות הסחף והסעתו במערכת ניקוז הינם תהליכים טבעיים, תהליכים אלה מועצמים על ידי פעילות אינטנסיבית של האדם, הכוללת פיתוח מואץ, עיבוד חקלאי ופעולות נוספות. כתוצאה מכך גדלה אספקת הסחף לנחלים בשיעורים המגיעים לעיתים עד פי 10 לעומת המצב הטבעי.

בתחום אזור הסקר בעיות סחף הקרקע הקשורות לניקוז ולעורקי ניקוז הינן בעיקר התחתרות של אפיקי נחלים, סתימה של עורקי ניקוז בסחף-קרקע, סחף מזוהם המגיע מאזורי תעשייה ומישובים ללא תשתיות סביבתיות מוסדרות, תופעת מיחתור הנפוצה בקרקעות לסיות עמוקות והתדלדלות הקרקע החקלאית.

1.2.2 אזור העבודה

הגבולות הגאוגרפיים של העבודה הוגדרו מראש והינם הגבולות של אגני הניקוז שקמה, בשור, אבטח ולבן בתחום רשות שימור קרקע שקמה-בשור. בתוך תחום שטח זה, על בסיס המצב הסטטוטורי, הוגדרו שטחים שבהם פעילותה של רשות שימור קרקע אינה מוגבלת, לעומת שטחים אחרים שבהם צפוי כי פעילותה של הרשות תוגבל, בעיקר על בסיס שימושי ויעודי הקרקע. בהתאם לזה ניתנה בעבודה זו התייחסות מלאה לשטחים חקלאיים, שטחי פתוחים, שטחים המיועדים למרעה, דרכים וכמובן תחום נחלים וסביבתם הקרובה. לעומת זאת, ניתנת התייחסות מוגבלת בלבד לשטחים שבהם פעילותה של רשות שימור קרקע אינה מוגבלת, בעיקר שטחי אש, שמורות טבע, ושטחי יער וחורש טבעי ונטוע.

אגן ניקוז נחל הבשור הינו הגדול במדינת ישראל בניקוז לים התיכון ושטחו כ- 3,420 קמ"ר. חלקו העליון של אגן נחל הבשור כולל את הרי חברון ושיפוליו, החלק האמצעי של האגן משתרע בעמקים הלסיים של הנגב הצפוני והמערבי, ובמורדו הנחל זורם במישור החוף הדרומי באזור רצועת עזה בואכה לים התיכון. אגן נחל שקמה הינו האגן השכן של אגן הבשור ושטחו כ- 770 קמ"ר. נחל אבטח הינו נחל חופי המתנקז לים התיכון דרומית לשפך נחל שקמה, ושטח האגן כ- 86 קמ"ר. סך הכל שטח הסקר הינו כ- 5328 קמ"ר. מתוך שטח זה כ- 3,100 קמ"ר הינם שטחי אש, אזורים בנויים ושמורות טבע. שימושי הקרקע, מלבד אלו שהוזכרו, כוללים שימושים חקלאיים שונים, דרכי נוף ושטחים פתוחים, שלרוב משמשים למרעה.

אקלים אזור הסקר משתנה מצחיח למחצה בצפון ועד צחיח/צחיח קיצון באגנים הדרומיים. כמות המשקעים השנתית הינה בתחום 50 עד 700 מ"מ. האזור כולו מאופיין ע"י שונות גדולה בכמות המשקעים לאורך השנים. רוב הנחלים באזור הסקר הם נחלי אכזב, שזורמים רק כתוצאה של ארועי גשם. במספר נחלים (חברון, באר-שבע, מורד של נחל בשור) מתקיימת לעיתים זרימת בסיס כתוצאה מהזרמת מי שפכים (ולעיתים גם מי תהום גבוהים). מספר תחנות הידרולוגיות הפועלות באזור הסקר מספקות בסיס נתונים טוב לאפיון משטר זרימות בנחלים. כמו כן, הן מכסות אגני ניקוז שבהם כמויות משקעים שונות ושהינם בעלי שטח אגן ניקוז המשתנה בתחום מ- 0.25 קמ"ר (תחנה בהר הנגב) ועד כ- 2,600 קמ"ר במורד הבשור.

המסלע העיקרי באזור הסקר מורכב סלעי משקע, בעיקר סלעי גיר, דולומיט וחואר. החלק המערבי והדרום-מערבי של אזור הסקר שייך ליחידה הפיזיוגרפית של חולות סיני, בעוד שהחלק המרכזי של הסקר הינו עמק לסי של אגן באר שבע, שבו משקעים אאוליים בעובי המגיע לכדי מספר מטרים. משקעים אאוליים ואלוביאליים מהווים בסיס להתפתחותן של קרקעות האזור. בתנאים של אקלים צחיח וצחיח למחצה מתפתחות קרקעות ליטוסול, רגוסול, קרקעות לסיות חוליות באזורים שונים ורנדזינות וטרה רוסה בהרים.

סה"כ גודל השטח המעובד של גידולי שדה חקלאיים באזור הסקר (באגני הנחלים בשור, שקמה ואבטח) הינו כ- 850 אלף דונם. חיטה בתנאי בעל היא הגידול העיקרי ושטח הגידול שלה הינו כ- 500 אלף דונם. גידולים נוספים בתנאי בעל באזור זה הם שעורה, קטניות, אבטיח לגרעינים וכרם-נח. שטחים - בממוצע רב שנתי - הינו כ- 150 אלף דונם. תפוא הם הגידול העיקרי בתנאי שלחין באזור

ושטח כולל של הגידול הינו כ- 150 אלף דונם. גידולי שלחין נוספים הם גזר, שום, חמניות, חימצה, אבטיח למאכל, בוטנים ותירס לתחמיץ, בשטח כולל המוערך בכ- 50 אלף דונם.

1.2.3 הקמת בסיס נתונים לצורכי תכנון עתידי

לכל אורך העבודה התקיימה תמיכה ע"י מערכת מידע גיאוגרפית (GIS). הוקם בסיס נתונים גיאוגרפי עשיר, והוכנו מפות וניתוחים, כאשר העיקריים שבהם הינם מפות קרקע, נחלים, אגני היקוות, מודל גבהים, שימושי קרקע (חקלאות, עירוני, שטחי אש, יער, שמורות טבע וכ"ו), אקלים וגאולוגיה. כמו כן ישובים, דרכים, גבול רשויות (ניקוז ועירונית) ניתוחי נצפות ונוף.

בין תוצרי הניתוח הממ"גי גם מוצגת מפה כללית (קנ"מ 1:100,000) של סיכוני סחף קרקע בתחום העבודה, וכן מפות מפורטות בקנ"מ 1:25,000 עבור שלושה אגני ניקוז שנבחרו כאגני מבחן: נחל חנוך, יתיר ופטיש. החישובים נגזרו מסווג הקרקע, השיפוע ותכסית הקרקע. מפה זו כוללת ומציגה את הסיכום המרחבי של תוצאות הסקר, ובכך מיועדת לספק למקבלי החלטות ומתכננים מידע רלוונטי לגבי ניהול משאבי קרקע. במפה גם מודגשים אזורים שבהם קיימות בעיות בשטח אגני הניקוז ושאליהם נדרשת התייחסות ומעקב קבוע אחר מצב סחיפת הקרקע.

1.2.4 מודלים עקרוניים לניהול סחף קרקע

לקביעת מדיניות ניהול סחף קרקע קיים צורך במודל שיאפשר הערכת צרכים ושינויים צפויים בעקבות ההתערבות במערכת טבעית קיימת מחד, ולקביעת קנה מידה המתאים ביותר לניהול מאידך. על המודל להביא בחשבון הן את העמידה במטרות (מניעת התדלדלות קרקעות, צמצום סחף וכד') והן את ההשלכות הנגזרות מביצוען של הפעולות לשימור קרקע (בהיבטים אגרוטכניים, ניקוזיים, נופיים, אקולוגיים וכלכליים). מספר מודלים מוכרים מתייחסים לקשר הנ"ל בין פעילות ניהולית לבין השפעתה על המצב בשטח, כאשר היחידה המקובלת ביותר לניהול סחיפה היא אגן הניקוז השלם. בין המודלים ניתן למנות את המודל של סוקצסיה, שעל פיו ניהול נכון שואף להגיע לשיווי משקל יציב תחת משטר שימושי קרקע יציב. מודל אחר הוא מודל "מצב ומעבר" (state-and-transition model), המציע עבור מערכת נתונה מספר תרחישים הכוללים מצבים אפשריים ומעברים שונים בין המצבים. קטלוג מצבים-מעברים מפורט ככל הניתן נבנה עבור המערכת, מעברים חיוביים נתפסים כ"הזדמנויות" ושליליים כ"סיכונים". מודל כזה מאפשר גמישות רבה יותר לקובעי המדיניות במיוחד באזורים צחיחים בהם אירועים בודדים בעלי השפעה ניכרת על מערכת סחף-קרקע.

1.2.5 עקרונות התכנית המוצעת - כללי

תכנית העבודה המוצעת כוללת הצגה של אמצעים לשימור קרקע, בצד קריטריונים וכלים לבחינה של ההיבטים הנופיים, הסביבתיים, הכלכליים והניהוליים של הפעולות המוצעות.

שימור קרקע, במובן הרחב, הינה מערכת של פעילויות ואסטרטגיות להקטנת סחף קרקע. בהקשר החקלאי, שימור קרקע מתייחס ליכולת שימור פוטנציאל פוריות הקרקע באופן מיטבי. העקרונות העיקריים לפעילות משמרת קרקע הינם הבאים:

- א. הקטנה למינימום של משך הזמן בו הקרקע חשופה לארוזיה, ואת גודלו של השטח של קרקע החשופה לארוזיה.
- ב. ניהול הנגר העילי הזורם דרך השדה או החלקה באופן שיקטין את המהירויות ונפחי המים.
- ג. התקנה של אמצעים לשימור קרקע בתחילת עבודות הפיתוח, ומעקב אחר התחזוקה של האמצעים ההנדסיים והאגרוטכניים.
- ד. שימורה של הקרקע בתחילת עבודות הפיתוח.

בהתבסס על העקרונות הנ"ל, מערכת האמצעים לשימור קרקע כוללת שיטות לטיפול ישיר בקרקע ושיטות העוסקות בנגר עילי. בין השיטות הקשורות ישירות לקרקע:

- חיפוי הקרקע להגנה בפני אנרגיית טיפות הגשם
- שיפור כושר החידור למניעת היווצרות נגר
- שיפור מבנה הקרקע ויציבות התלכידים
- בין השיטות המטפלות בנגר עילי:
- הגברת חספוס פני השטח להפחתת מהירות זרימת הנגר העילי
- חלוקת השטח לתת-אגנים קטנים להקטנת נפח הנגר המגיע לנקודת ריכוז
- שיטות להשהייה של הנגר העילי (קיצרי נגר)
- מתקנים הנדסיים במקומות קריטיים

מכיוון שתהליך סחף-קרקע הוא תהליך שתלוי במספר גורמים סביבתיים ואנטרופוגניים, לא קיימת שיטה בלעדית ויחידה לשימור קרקע, אלא מערכת של פעילויות המיועדות להקטנת סחיפת קרקע מהשדות מחד, ומניעת השקעתו של הסחף מאידך. לבחירת מערכת האמצעים הפרטניים לשימור קרקע פותחו שתי חלופות:

1. החלופה הבסיסית: מתייחסת לתא שטח בודד (שטחו של בעל עניין אחד, שימוש קרקע אחד, שיפוע מדרון אחד, מצב תכנוני אחד);
2. חלופה משולבת: התייחסות לצמד תאי שטח, כגון נחל וגדותיו (רצועת מגן), דרך נוף, שדה ותעלת ניקוז וכו'.

בתחומו של תא שטח ניתן לבחון את הצורך בפעולות שימור קרקע, כמו גם את סוג הפעולות ותדירותן, בעזרת הקריטריונים הבאים:

- שיפוע המדרון
- טיפוס הקרקע (חבורת הקרקע)
- מאפייני מערכת הניקוז (עומק ערוצים ומרחק בין הערוצים)
- תכסית הקרקע (או שימוש הקרקע).

על בסיס קריטריונים אלה פותח במסגרת עבודה זו תהליך סכימתי לבחירת אמצעים לשימור קרקע (עבור תא שטח בודד, בעל תכונות פיזיות ותכנוניות אחידות). על פי התהליך המוצע כל תא שטח מנותח ע"פ הקריטריונים שלעיל, ונקבעת עבורו פרטנית עצמתו של הסיכון לסחף קרקע, ע"י אינדקס מחושב. בהתאם לאינדקס זה נקבעים האמצעים לשימור קרקע בתא השטח הנדון.

1.2.6 עקרונות התכנית המוצעת במגזר החקלאי

ניתן להקטין במידה משמעותית את סחף הקרקע בחלקות החקלאיות ע"י ממשק עיבודים מתאים (אפס ומינימום עיבוד), חיפויי קרקע, גידולים ומחזור גידולים המתאימים לתנאי הסביבה המשתנים בין אזור לאזור (כמויות הגשם, סוג ושיפוע הקרקע וכו'). פעולות אלו עשויות להביא לקליטת מים טובה יותר ולשמירתם בקרקע, וכתוצאה מכך להגדלת היבולים ולהעלאת הנכונות של החקלאים לעשות שימוש בשיטות אלו.

אולם, אימוץ של שיטות אלו בממשק הגידולים צריך להיעשות באופן מודרג וזהיר, ותוך תשומת לב רבה להיבטים ארוכי הטווח, על מנת למנוע הפרה של האיזון הקיים בין גורמים שונים בשדה (נסיון העבר למשל מלמד כי במעבר משיטת עיבוד קונבנציונלית לשיטת "מינימום עיבוד" נרשמה עליה חדה בבעיות מזיקים כגון יתוש הקמה וצרעת הדגן, כמו גם עליה בעמידותם של עשבי הבר לקוטלי העשבים).

לפיכך, מומלץ להקים צוות שיכלול אנשי שימור קרקע, אקולוגים, חקלאים, מדריכים ואנשי הגנת הסביבה על מנת לנסות ולגבש שיטות עבודה שבמסגרתן יינתן פתרון כולל לאופן יישום השיטה ומענה לבעיות הצפויות להיגרם.

יעדים עיקריים לפעילות צוות מסוג זה הינם הבאים:

- א. הקמת מערך של תצפיות וניסויי שדה לבדיקת שיטות גידול מיטביות.
- ב. חינוך: להטמעת חשיבות הנושא אצל אוכלוסיית היעד, באמצעות ימי עיון וסיורים בשטח.
- ג. סיכום שנתי של עבודות, התקדמות הפרויקט ועידכונים בנושאים כלכליים, חקלאיים, ניסויים ותצפיות.
- ד. סיכום והמלצות להמשך.

בשטחי החממות עם כיסוי פלסטיק או זכוכית, המכסים – ביחד עם השטחים המהודקים הסמוכים להן - כ- 50,000 דונם בתחום העבודה, מי נגר עילי זורמים לרוב אל מחוץ לחממות ללא טיפול נאות. שטחים אלה מחייבים טיפול מסודר ע"י אחת מהאפשרויות הבאות:

- א. באזורים מעוטי גשם: ניקוז מסודר אל הוואדי או החלקה השכנה.
- ב. בניית בריכה לאגירת המים בשיטפונות ושימוש חוזר בחממה.
- ג. ניקוז למערכת הביוב המקומית.

המלצות להתחלת עבודה בשיטות עיבוד משמרות – מגזר חקלאי

המלצות לאזור ושיטות העבודה שבהם ניתן להתחיל את יישום השיטה בשטחים החקלאיים מוצגים להלן:

א. אזור: אזור שער הנגב הוא האזור המומלץ לתחילת הפרויקט, נוכח הנזקים הגדולים ביותר בסחף קרקע שקיימים בו והנובעים מכמויות ועוצמות גשם, שיפועים בתחום החלקות וסוג ומבנה הקרקע.

ב. מחזור גידול הבעל: תחילת הפרויקט צריכה להיות בחלקות הנמצאות במחזור הבעל ורק לאחר מכן לעבור לחלקות גידולי השלחין. השיטות הננקטות במחזור הבעל אינן זהות לשיטות הננקטות במחזור השלחין ואין ניגוד ביניהן.

ג. שיטת העבודה: אפס עיבוד וחיפוי מוצעות כשיטה עיקרית, אולם ניתן לבדוק גם את שיטות מינימום העיבוד, גימום, פתיחת קרום הקרקע ועיבוד מלא עם חיפוי כשיטות משניות ובעיקר לבדיקת התפתחות אוכלוסיות מזיקי קרקע ועשבים עמידים לקוטלי עשבים. במידה ותיבנה מסגרת תקציבית מתאימה, וכן מערך חוקרים, יכולת ניהול וכלים מתאימים ניתן יהיה להתמקד בשתי השיטות גם יחד (אפס איבוד וחיפוי קרקע).

ד. אופן חיפוי הקרקע: חומר החיפוי יהיה בעיקר קש שישאר מהגידול הקודם. חומרי חיפוי אפשריים נוספים: גזם עירוני, קומפוסט, זבלים שונים. חיפויי הקרקע הנ"ל עשויים להיות אטרקטיביים שכן יתנו מענה גם לבעיות כגון פתרון חלופי לפסולות המסולקות כיום להטמנה, פתרון של בעיות הזנה (זבל וקומפוסט) וכד' (בשנים בהן מחיר הקש גבוה יהיה קשה למנוע מהחקלאים למכור אותו ולכן חומרים אלו יהיו תחליף למחסור בקש).

ה. חלקות השלחין: תחילת העבודה מוצעת בשטחי תפוחי אדמה. שיטת העבודה תהיה בגימום ועיקרה בבניה ובפירוק גומות במשך עונת הגידול ועד הוצאת תפוחי האדמה, על מנת לאפשר מעבר של כלי ריסוס וכלים שונים בחלקה.

1.2.7 אזורי חיץ - ממשק אזור הנחל והשדה החקלאי

אזור חיץ (נחלי) הוא רצועה של קרקע טבעית או לא מעובדת ברוחב 10-20 מ', לרוב לאורכו של ערוצון המהווה אזור הפרדה בין שימושי קרקע שונים. סוגים של אזורי חיץ שאליהם מוצגת בסקר התייחסות הם הבאים:

(1) אזור הפרדה בין ערוץ טבעי או תעלת מים לבין שדה חקלאי;

(2) אזור הפרדה בין שדות - ללא תעלת ניקוז.

בהתבסס על סקר הספרות וסקר ערוצים באזור אגני ניקוז שקמה-בשור, מוצגות המלצות לקביעת רוחבו של אזור החיץ, המבוססות על קריטריונים של סוג האפיק (טבעי או תעלת ניקוז), רוחב האפיק, רוחב עמק הנחל, הגדרה סטטוטורית לפי תמ"א 34 ב' 3, ושימושי הקרקע בגדות הנחל. בהתאם לסכמה המוצגת, רוחב רצועת חיץ עשויה להשתנות בין מטרים בודדים ועד עשרות מטרים.

אזור החיץ מיועד לשימור קרקע ומניעת התחתרות, ובו בזמן הינו בעל תועלת למערכת האקולוגית, כיוון שהמרכיב העיקרי בו הוא ייצוב צמחי. שיקול מרכזי ביישום של אזור חיץ הינו הגנה על השדה המעובד מפני פלישת "עשבים רעים". הצמחייה באזור החיץ תהיה "צמחיית מעבר", שתתבסס על צמחי הגידול, גידול מקביל או מינים אחרים שאינם מסכנים את הגידול החקלאי. עם זאת, לא נדרש

כי אזור החיץ יעמוד בקריטריונים של "ניקיון" מעשביה כמו השדה המעובד, ואפשר שההתייחסות לצמחים שיחדרו אליו תהיה "סלחנית" יותר. ניתן להשתמש בריסוסים סלקטיביים כדי למנוע התבססות עשבים רעים המסכנים את הגידול החקלאי בשדה הסמוך. ריסוסים אלה לא יפגעו בכיסוי הצמחי הכללי. ניהול אזור החיץ צריך להתבצע בשיתוף פעולה של אגרונום או אקולוג עם החקלאי.

מבחינה נופית-תיירותית אזורי החיץ עשויים לקיים שני סוגים של התייחסות עם מערכות תיירות קיימות:

- א. ליצור אזורים שיתחברו למערכות הנחלים הגדולות (חיבור פירושו המשך והעשרה של מערכות תיירות קיימות במרחב, כאשר המערך של אזור החיץ בנוי על מערכת ערוצים/נחלים מסדר גודל בינוני/קטן. החיבור למערכת הנחלים הגדולה יהיה בניצב למערכות הנחלים הראשיות).
- ב. ליצור מערכת עצמאית ללא תלות במערכות קיימות.

אזור חיץ שיתחבר לשמורת טבע (עפ"י תמ"א 8) או איזור חיץ שיתחבר ליערות קק"ל – יתחברו לאזור בעל רגישות נופית גבוהה. אזור החיץ יאפשר כמכשיר המרחיב את המרחב המתווך, והמשך לאזורים קיימים המשמשים לתיירות. ניתן יהיה להתחבר באמצעותם למסלולי נסיעה ברכב, לשבילי טיול רגליים או למסלולי רכיבה באופניים.

בנקודות בהן יתקיים ממשק עם מערכות תיירות קיימות תידרש התייחסות למקום המפגש שבין אזורי החיץ לבין המערכת הקיימת (שילוט, עליה למפלס שונה, מגדלי תצפית, נקודות מנוחה לאורך הדרך וכד'). ניתן יהיה להשתמש בנקודות אלה כנקודות התמצאות במרחב - זיהוי של טיפולוגית נקודות דומות במרחב.

להחלטה לגבי זהות הגורם שינהל את אזורי החיץ תהיה השפעה על היכולת הסטטוטורית-תכנונית ליצור באזורים אלה המשכיות ורצף למערכות התיירות הקיימות, או הקמה של מערכות חדשות התומכות במערכות הקיימות.

1.2.8 היבטים נופיים

אמצעים לשימור קרקע היוו תמיד חלק מדמות נופי תרבות של האדם, ובכלל זה של הנוף החקלאי. אמצעי שימור קרקע נבחנו בהיבט תכנוני-נופי משלושה היבטים:

היבט תכנוני: בחינת היכולת של אמצעי שימור קרקע להשפיע, לתמוך ולהשתלב במערכות תכנוניות כגון מערכות תיירות, מערכות שטחים פתוחים ומערכות אחרות במרחב.

היבט מורפולוגי: בחינת ההיבט הנופי של אמצעי שימור קרקע והשפעתם על יחידות נוף קיימות הן במימד המקרו והן במימד המיקרו. העבודה נעשתה תוך סקירת יחידות הנוף הקיימות וסקירת אמצעי השימור השונים והשפעתם על הנוף והסביבה הקיימים ברמת המקרו והמיקרו.

היבט אקולוגי: ההשפעות האפשריות של אמצעי שימור הקרקע על המערכת האקולוגית, כגון הקטנת כמות הנגר מהשדות אל ערוצי הנחל ועל ידי כך הקטנת כמות המזהמים הזורמת בו, טכנולוגיות אי-פליחה השומרות על מירקם הקרקע ומשמרות את המיגוון הבייתי בו, הקטנת כמות הסחף בערוצים ועל ידי כך הקטנת הצורך לפעול פעולות הנדסיות בערוץ עצמו, ומנגד - ירידה בכמות הנגר הזורם בערוצים והעשויה לפגוע באוכלוסיות הקיימות בערוצי הנחל השונים.

הבחינה התכנונית- נופית מציעה שני כלים לבחינת השפעתם של אמצעי שימור קרקע על הנוף :

- כלי ראשון: בחינת אזורי נוף עפ"י שקלול של ארבעה מרכיבים: מידת הנצפות מכבישים ראשיים, עוצמת ההשפעה של אמצעי שימור קרקע (קרוב ורחוק), ערכיות ורגישות נופית של המרחב הקיים והמלצות תכנוניות מתכניות קיימות. בחינה כזו מודגמת בשלושת אזורי ההתערבות (אגני נחל פטיש, נחל יתיר ונחל חנוך, ומוצגת בגוף העבודה).
- כלי שני: בחינה השוואתית בין אמצעי שימור שונים, ע"י מטריצה שבה מדורג כל אחד מן האמצעים לשימור קרקע לפי עוצמת השפעתו. הדירוג הכולל של השפעת המופע הנופי מרחוק מבוסס על סיכום עוצמת התכונות המפורטות, ואילו דירוג עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב נקבע באופן ישיר בהתבסס על מאפייני השיטה לשימור קרקע. המטריצה משמשת להערכה כוללת של האמצעים השונים מבחינת השפעתם הנופית ולבדיקה של מידת התאמתם לשטחים בעלי רגישויות נופיות ומאפיינים נופיים שונים.

"הנוף החקלאי המסורתי נתפש כמרחב נעים לעין, המסב הנאה למתבונן. בתור שכזה, הוא ראוי להגנה וטיפוח" (קפלן, 2008). על פי הנ"ל ניתן להסיק כי ככל שהמורכבות הצורנית של המרחב עולה כן עולה ההערכה האסתטית שלו על ידי הציבור הרחב. לכן, למרות שאמצעי שימור קרקע מסוימים נתפשים ויזואלית ככאלה שיש בהם עוצמת השפעה גבוהה, הדבר אינו נתפש בעינינו כחולשה, אלא דווקא כתכונה המחזקת את הרבגוניות הכרונולוגית של המרחב ועל כן היא חיובית מעיקרה.

אמצעי שימור קרקע יכולים וצריכים להיות מיושמים אינטגרטיבית בתוך מערכות תכנוניות ומערכת אקולוגית. בין המרכיבים הללו מתקיימת "זיקת הנאה" ברורה. מערכות תיירותיות נהנות ממופעים של מערכות אקולוגיות בריאות מחד ומאידך נוף חקלאי נתפס כמוצר צריכה בעל ערך על ידי הציבור בישראל (קפלן, 2008).

1.2.9 ניתוח כלכלי

בעיות בשימור קרקע גורמות סחיפה של קרקע באזורים מסוימים, השקעת הסחף באזורים אחרים ולבעיות הרבות הנובעות מתופעות אלו ופוגעות בכל המשתמשים במשאב הקרקע (חקלאים, תיירים, יישובים, תשתיות וכו').

המערכת מורכבת ומרובת גורמים משפיעים ומושפעים הפועלים בהתאם לאינטרסים שונים. האינטרסים מבוססים בעיקר על שיקולי רווחיות, אחריות ואופק זמן שונים. בין ה"שחקנים" המשפיעים במערכת ניתן לכלול קיבוצים, מושבים, משרד החקלאות, משרד התשתיות, משרד הפנים, משרד להגנת הסביבה, רשויות מקומיות, רשות הטבע והגנים, רשות הניקוז.

הפרק הכלכלי בעבודה זו דן בכל הנ"ל ומציג אמדני עלויות של הנזקים, האמצעים והתועלות, כמו גם הצעה למנגנוני פעולה למימון של פעולות לשימור קרקע וניהול אגני כולל.

תקציר סיכום והמלצות הניתוח הכלכלי מוצג להלן :

1. במרחב שקמה-בשור קיימים שטחים מעובדים בגודל של כ-900-800 אלף דונם, הזקוקים לפעולות שימור, וכן ערוצי נחלים באורך של כ-300 ק"מ היוצרים רצועת חיץ בשטח כולל של 12,000 דונם.
2. עלות פעולות השימור של השטחים החקלאיים נאמדת ב-31 מלש"ח בשנה. התועלת הכוללת הנובעת מפעולות אלה למשק הלאומי נאמדת ב-43 מלש"ח בשנה.
3. ההשקעות הנדרשות לשם ביצוע התכנית הן 72 מלש"ח למערכות הניקוז, ועוד 18 מלש"ח פיצוי לחקלאים בגין הפסקת עיבוד הקרקע ברצועת החיץ. סה"כ 90 מלש"ח השקעות.
4. העלויות השוטפות ליישום התכנית כוללות את שימור הקרקע החקלאית, תחזוקת מערכות הניקוז, פעולות תמיכה במו"פ יישומי והסברה. העלות הכוללת: 42 מלש"ח בשנה.
5. מוצע כי החקלאים יקבלו תמיכה של 25% מעלויות שימור הקרקע, כדי לעודדם לבצע פעולות אלו ולשמור על הפעולות שבוצעו.
6. לצורך יישום ומימון התכנית ייחתם הסכם רב שנתי בין כל הגורמים האחראים לקרקע ולשטחים הפתוחים במרחב: החקלאים, מינהל מקרקעי ישראל, משרד החקלאות, קק"ל, המשרד להגנת הסביבה, המועצות האזוריות. הסכם ארוך טווח זה יגדיר את חלקו היחסי של כל גורם במימון התכנית, בהתאם לזיקותיו אל רכיבי התכנית השונים.
7. לצורך מימוש ההסכם ואיגום המשאבים הנדרש תוקם מסגרת דמוית קרן פיננסית, אליה יזרימו כל השותפים את חלקם מדי שנה בהתאם לתקציב.
8. פרישת ההשקעות תהיה ל-8 שנים.
9. על פי התכנית המוצעת יישאו החקלאים ב-44% מכלל העלויות (ע"י מימון 75% משיקום הקרקע) ושאר הגורמים המשתתפים ב-56% מכלל התכנית.

1.2.10 רשות שימור קרקע ותפקידה

רשות שימור קרקע הינו גוף אזורי, שגבולותיו הסטטוטוריים הינם גבולות טבעיים של אגני ניקוז. רשות שימור קרקע מקבילה לרשות הניקוז ורשות הנחל, בכך שהפעילות של הרשות מרוכזת לאורך עורקי ניקוז טבעיים ומלאכותיים (תעלות ניקוז חקלאיות). מכיוון שבעיות סחף מתבטאות בעירוף, סתימת הערוצים והצפות, לרוב הטיפול בבעיות הניקוז הנו מקביל לטיפול בבעיות של סחף-קרקע.

שילוב בין מפת שימושי קרקע לבין דירוג סיכוני סחיפת הקרקע מצביע על המוקדים שבהם נדרש טיפול (ע"י רשות שימור קרקע או אחרים):

- עמקים חתורים של נחלים ופעילות חקלאית על גדות הנחל,
 - ניקוז בחלק מורד נחל בשור,
 - אזור שער הנגב ובתרונות רוחמה,
 - גדיש מזרחית לכביש 40,
 - באגן הניקוז של נחל לבן, בחלקים העליונים של נחל בשור (אזור אשלים) ובנחל אל עריש
- נדרש להתייחס גם לבעיות סחף קרקע ע"י רוח, ולטפל באמצעות משברי רוח וכד'.
- רשות שימור קרקע הינה הגוף העוסק בכל תהליכי הסחיפה מצד אחד, ומצד שני קשור אל כל בעלי העניין הפועלים בשטחו של אגן הניקוז. רשות שימור קרקע הינה חלק ממשרד החקלאות, אגף

לשימור קרקע וניקוז. בכך, רשות שימור קרקע זכאית להגיש דרישת תקציב למשרד החקלאות, ליזום תכניות בנושא שימור קרקע וניקוז ולהשפיע על הפעילות וסדרי העדיפויות של פעילות האגף. אחד מהתפקידים של רשות שימור קרקע הינו לדווח למשרד החקלאות על נקודות החירום, על דרישה לתמיכה כספית מצד אחד, ומצד שני על התוצאות של פעילות משמרת כלפי סחף-קרקע. הפעילות מול רשויות מקבילות ומועצות אזוריות היא פעילות מתאמת בעיקר, שכוללת יוזמה של תוכניות, גילוי של נקודות חירום, פעילות השכלה וחינוך, בקרה ומעקב אחרי פרויקטים של שימור קרקע וניקוז.

הפעילות מול החקלאי היא פעילות שכוללת מספר היבטים: חינוכי, כספי, תכנוני, ביצועי ומעקב.

הפעילות החינוכית הינו ההיבט החשוב ביותר בעבודה מול החקלאי. המודעות של החקלאי בנושא שימור קרקע גורמת לחקלאי ליזום את התכניות, פעילות נוספת, פיתוח ושימוש בשיטות משמרות של שימור קרקע. פעילות חינוכית תכלול סמינרים, ימי עיון, חוברות הדרכה וגילוי נקודות חירום. כמו כן, עזרה בהגשת התכניות למשרד החקלאות, שהינו הכלי לקבל תקציב ממשרד החקלאות עבור פרויקטים של שימור קרקע בשטח חקלאי.

העבודה מול הציבור הרחב כוללת פיתוח מודעות הציבור לנושאים של שימור קרקע, שיתוף של מוסדות מחקר למציאת הפתרונות של שימור קרקע ומעקב אחרי ביצוע.

חלק א' – רקע כללי וסקר ספרות

2. תופעות סחף קרקע

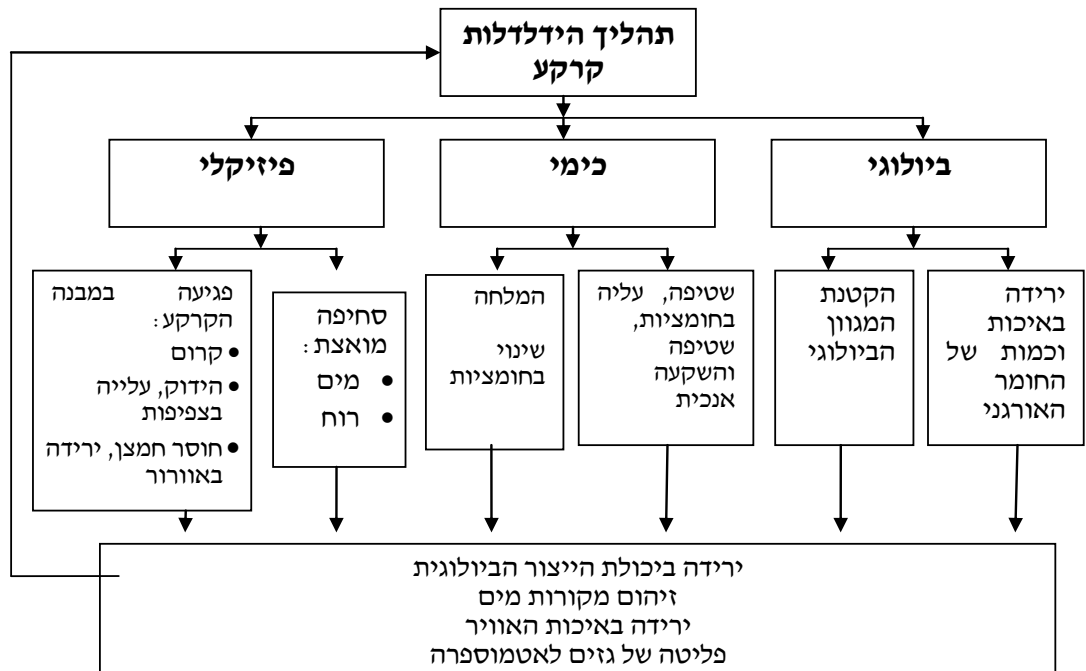
2.1 כללי

הידלדלות קרקעות היא תופעה המהווה גורם סיכון סביבתי וכלכלי הן ברמה המקומית והן ברמה הגלובלית. תהליכי הידלדלות קרקעות גורמים לפגיעה ניכרת – הן ישירה והן עקיפה – בפוריות הקרקע וביכולתה להוות מצע להתפתחות של צמחים וגידולים חקלאיים. הסיבות העיקריות להידלדלות קרקעות כוללות משתנים שונים כמו ביעור יערות, רעיית יתר של בעלי חיים, לחץ אורבאני, השקייית יתר ושאיבת יתר, זיהום קרקע ומיני צמחים פולשים. מרבית הסיבות להידלדלות הקרקעות קשורות למעשה ידי האדם. באזורים רבים תוצר הלוואי העיקרי של הידלדלות הקרקע מתבטא בהתגברות ניכרת של סחף קרקעות על ידי מים ועל ידי רוח.

במאה העשרים גרמה העלייה בצפיפות האוכלוסייה לעלייה בסיכון להידלדלות קרקעות בעקבות סחף מואץ ותמורות סביבתיות (Richards, 1991 in Lal, 2001). ממדי תופעת סחף הקרקעות, הן ברמה הגלובלית והן ברמה המקומית, קשים למדידה ולהערכה, ולכן קשה מאוד להעריך את היקף התופעה. קיימות אמנם גישות שונות לאופן הערכה איכותית וכמותית של הידלדלות קרקעות כתוצאה מסחף, אך רובן אינן מדויקות מספיק ואינן מאפשרות קבלת תוצאות ברורות. הסיבה העיקרית לפערים בין השיטות והמודלים להערכת הסחף לבין התוצאות האמיתיות נובעת מהיעדר מידע מספק הן בהיבט המרחבי והן בהיבט העתי (זמן).

שלושה תהליכים עיקריים מקובלים כמשפיעים על הידלדלות קרקעות: תהליכים פיזיקליים, תהליכים כימיים ותהליכים ביולוגיים (ראה תרשים מס' 2.1). התהליך החשוב ביותר המשפיע על סחיפת קרקעות הוא התהליך הפיזיקלי, שבו פגיעה במבנה הקרקע גורמת לעלייה בצפיפות המרחבית של הקרקע, ירידה בנפח החללים (הנקבוביות), ירידה ביכולת הולכת המים וקצב החידור של מים אל תת-הקרקע וכתוצאה מכל אלה – הגדלת שיעור הנגר העל-קרקעי והאצת סחף הקרקע על ידי רוח ועל ידי מים.

מספר גורמים, טבעיים ואנתרופוגנים, מכתיבים את קצב ההידלדלות. בין הגורמים הטבעיים ניתן למנות את סוג הקרקע, את האקלים ואת התכסית הצמחית. הגורמים האנתרופוגנים כוללים את שימושי הקרקע, המשטר האגרוטכני ושיטות העיבוד החקלאי וכמובן האופן הכולל של ניהול משאבי הטבע. התהליך של הידלדלות הקרקעות מוביל לעיתים ליצירת קרקע אלוביאלית ולס (תוצרי הסעת חומר מינרלי ואורגני על ידי מים ורוח), אך האצת תהליכי סחף בעקבות הפעילות האנושית עלולה לגרום לתוצאות בעייתיות בעלות השפעה על הכלכלה ועל הסביבה.



תרשים מס' 2.1: סכימת תהליכי הידלדלות קרקע פיזיקליים, כימיים וביולוגיים

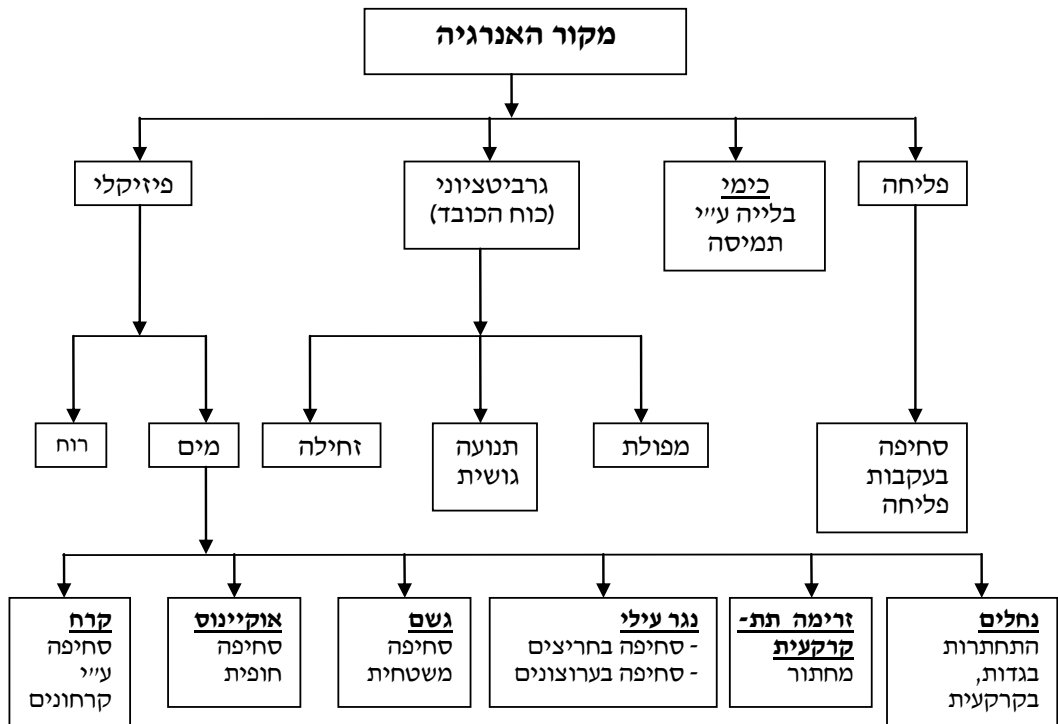
(אחרי Lal, 2001)

את סחף קרקע מקובל להגדיר כתהליך תלת-שלבי. בשלב הראשון מתרחש תהליך של ניתוק החלקיקים (מינרליים ואורגניים) מהקרקע, השלב השני הוא שלב ההסעה - החלקיקים שהופרדו מוסעים עם המים הזורמים, אל מחוץ לאזור ההסרה. השלב השלישי הוא שלב ההשקעה, שבו שוקעים החלקיקים המוסעים כאשר האנרגיה של הזרימה קטנה מתחת לערך-סף כלשהו (התלוי באופי החומר הנסחף ובתנאי הסביבה).

ארבעה סוגים של מקורות אנרגיה עשויים להיות הגורמים להתנעת שלבי הניתוק וההסעה (ראה בתרשים מס' 2.2) להלן:

1. מקור אנרגיה פיזיקלי (רוח, מים)
2. אנרגיית כוח הכבידה
3. אנרגיה תוצאת ריאקציות כימיות (אקסותרמיות ואנדותרמיות) הגורמות לתופעות כגון פירוק תלכידים, תפיחה והתכווצות וכד'
4. אנרגיה ממקור של פעילות אנושית (עיבודי קרקע הגורמים להרס מבנה הקרקע וכד').

מבין מקורות האנרגיה שלעיל, המקור האחרון (עיבודים חקלאיים) הוא זה המשפיע במידה הרבה ביותר על הסעת כמויות גדולות של חומר סחף (Govers et al. 1999). העוצמה היחסית של מקורות האנרגיה השונים וקצב פעילותם משפיעים במידה רבה על עוצמתם של נזקי הסחף.



תרשים מס' 2.2 : גורמי ההנעה של סחף קרקעות על פי מקור האנרגיה (אחרי Lal, 2001)

כאמור לעיל, סחף הקרקע תחילתו בתהליך ניתוק החלקיקים, תהליך אשר נגרם עקב הרס תלכידים (אורגניים, מינרליים או תערובת של השניים) בעקבות אנרגיית טיפות הגשם וכוחות הגזירה של המים או של הרוח (Ellison, 1960). נוסף על כך, תלכידים יכולים להיהרס בעקבות ריאקציות כימיות, שבהן מעורבים גשם ונגר על-קרקעי. החלקיקים המינרליים ומיקרו-התלכידים הסחיפים מוסעים על ידי הרוח והנגר (משטחי או ערוצי) עד למרחק שבו האנרגיה הדרושה להסעה פוחתת מתחת לערך-סף קריטי. בשלב הזה מתחיל תהליך השקיעה של החומר. השיפוע של פני השטח משפיע במידה ניכרת על מהירות זרימת הנגר ועל מאמץ הגזירה שמפעילים המים על פני הקרקע. תהליך הניתוק וההסעה של החלקיקים, לכן, יחל כשמהירות זרימת מי הנגר גבוהה מערך-סף.

במקרים רבים באזורים צחיחים וצחיחים למחצה סחף קרקע באמצעות מים ורוח קשור לתהליכי מדבור, קרי: הידלדלות קרקע באזור צחיח מעשה ידי האדם (Lal, 1997; UNDP, 1994; UNEP, 1991). באזורים אלה סוגיית שימור הקרקע מקבלת משנה חשיבות, מפאת הפגיעה בכלכלה ובסביבה.

בעבודה הנוכחית הושם דגש על הראייה המערכתית-אגנית, לפיה בעיות ניקוז הן תוצר של ניהול אגני כולל ולא רק בעיה נקודתית מקומית. המים הזורמים בעורקי הניקוז הם תגובה הידרולוגית של האגן, אך הם גם סוחפים אתם סחופת נחלית מקומית. הסחופת הנחלית הינה כלל החומרים המוסעים באמצעות המים הזורמים בנחל כגון תמס, קולואידים, רחופת וגרופת. בעיות הניקוז הנוצרות בנחלים קשורות בשני החומרים המוסעים האחרונים – תפוקה של רחופת ותפוקה של

גרופת, היוצרים יחדיו סחף נחלי. חומרים אלה משתנים בהתאם לתנאי הנשיאה של הזרימה. החלוקה של כלל הסחף הנחלי לרחופת וגרופת מבוססת על תנועת החלקיקים: הרחופת מוסעת בתוך גוף המים ללא מגע עם הקרקעית, בעוד שהגרופת נגרפת בצמוד לקרקעית ונוגעת בה ממש (בגרירה, לגול או קפיצה).

אף שהיווצרות הסחף והסעתו במערכת ניקוז הם תהליכים טבעיים, פעילות אינטנסיבית של האדם, הכוללת פיתוח מואץ, עיבוד חקלאי וכדומה, מגדילה את אספקת הסחף לנחלים. לפעמים הגידול הוא בשיעורים ניכרים (Ramos-Scharon and MacDonald, 2007). עדויות לגידול בסחף הנחלים נראות היטב במאגרים הרבים הנפרצים עקב מילוי סחף (לקח וגרינבאום, 1997) או במאגרים הנסתמים ומאבדים את נפח האגירה שלהם בגלל השקעת סחף (Larone, 1990; לרון, 1991). זיהומים ממקורות שונים, המזהמים את הנחל, גורמים אף הם לסחופת בנחלים (Asaf et al., 2006). הזיהום עשוי להיווצר מספיחה של מזהמים אל חלקיקי הסחף דקי הגרגר (Balaban, 2008) או מהשקעה של סחף מזוהם על קרקעית עורק הניקוז ועל תשתית הנחל. במקרים אלה הסחף גורם לזיהום משני של המים.

בתחום אזור הסקר אופיינו חמש בעיות סחף עיקריות הקשורות לניקוז ולעורקי ניקוז:

- התחתרות לעומק של אפיקי נחלים
- התחתרות של ערוצונים לאחר
- סתימה של עורקי ניקוז בסחף-קרקע
- סחף מזוהם המגיע מפעילות תעשייתית
- תופעת מיחתור (piping) הנפוצה בקרקעות לסיות עמוקות.

כל הנחלים בתחום אזור הסקר הינם נחלי אכזב, שאינם זורמים לאורך כל השנה. בנחלי אכזב תהליך הסעת הסחף ועיצוב תשתיותיו מתרחש בזרימות שיטפוניות בלבד. משמעות הדבר היא כי הסעה והתקדמות של סחף במערכת נחלים מתרחשת בפעימות בדידות ולא באופן רצוף וקבוע. מאפיין זה משפיע על קצב התחדשות הסחף בערוץ הנחל ועל תהליך שיקום נחלי האזור ושימורם. בחלק מהנחלים זורמת "זרימת בסיס" שאינה טבעית כתוצאה מהזרמת שפכים שמקורם במעלה האגן. דוגמה לכך הינם נחל באר שבע, אליו הזרימה מגיעה מנחל חברון (Negouker-Cohen, 2007) ונחל חנון, שבו זורמים שפכים גם בעונה היבשה, דבר הגורם לזיהום הנחל, שינויים של צורת האפיק והרס במערכות האקולוגיות (Hassan & Egozi, 2001; Negouker-Cohen, 2007).

כאמור לעיל, נהוג לחלק סחף נחל על פי החלוקה לרחופת ולגרופת. בהתאם ניתן לאפיין את הסחף גם לפי גודל חלקיק. החלוקה המקובלת הינה לקרקע חרסיתית (> 0.002 מ"מ), קרקע סילט (silt - $0.002-0.063$ מ"מ), חול (sand - $0.063-2.00$ מ"מ), גרגרים (granules - $2-16$ מ"מ), חלוקים (pebbles - $16-64$ מ"מ), צרורות (cobbles - $64-256$ מ"מ) ובולדרים (boulders גדולים מ- 256 מ"מ).

מערכת הנחלים היא הנקז הטבעי של אגן ההיקוות, ולאורכה (ובתוכה) מוסע הסחף שמקורו באגן. שני סוגי תהליכים קובעים את התפלגות הגדלים וכמויות הסחף הזמינים להסעה: תהליכים טבעיים

ותהליכים אנתרופוגניים. התהליכים הטבעיים כוללים את הבלייה ואת יצירת הקרקעות באגן, והם מתרחשים בפרקי זמן ארוכים. התהליכים האנתרופוגניים, המשפיעים על אספקת סחף למערכת הנחלים, כוללים פיתוח אינטנסיבי, עיבוד קרקע חקלאית, בנייה באגן הניקוז, עלייה בעומסי נסיעה בדרכי עפר וכד'. פעולות אלה משפיעות בטווח הקצר, ויש להן השפעה רבה על בעיית סחף קרקע.

אספקת הסחף למערכת הנחלים מתרחשת ברציפות ומתקיימת בשני אזורים שונים: במדרונות – שם תהליכים מדרוניים מניעים קרקעות וחומרי בלייה בלתי מלוכדים במורד המדרון לעבר בסיס המדרון, ובגדות הנחל וקרקעיתו – שם מתרחשים תהליכי חתירה נוספים (לקח ועמיתים, 2009). עוצמתם ותדירותם של התהליכים המדרוניים תלויה ביחסים שבין תכונותיהם של המשקעים, הנגזרות מן האזור האקלימי (סוג המשקעים, עובי המשקעים השנתי, ההתפלגות העונתית, עובי גשם סופתי והתפלגות העוצמות במהלך סופה, פרקי הזמן בין הסופות) לבין תכונות פני השטח (לקח ועמיתים, 2008).

2.2 הרחפת במערכת הנחלית

2.2.1 אספקת הרחפת

סחיפה (ארוזיה) משטחית (interrill or sheet) המרוכזת בערוצונים (rills and gullies) היא המקור העיקרי לסחף נחל (Parsons and Abrahams, 1992). תרומת הסחיפה המשטחית לסך כל הסחף הנשטף מאגן הניקוז משתנה מאזור לאזור, ויש הסבורים כי שיעורה אינו עולה על 10% (Poesen, et al., 1996). כמות הסחף הנכנס לערוץ בסחיפה משטחית תלויה בתכונות הגשם והקרקע. תכונות הגשם החשובות הן: עוביו, עוצמתו וההרכב הכימי של מימיו. תכונות הקרקע החשובות הן: ההרכב הכימי, ההרכב הפיזי, התנאים להיווצרות קרומים, הכיסוי הצמחי, אבניות ותכונותיה, אורך המדרון ושיפועו.

השיטות לחישוב והערכה כמותית של סחיפה מדרונית הם אמפיריים, ונערכים בעזרת מודלים ומדידות בשטח. אחד המודלים האמפיריים המוכרים בנושא זה הוא המשוואה לחישוב תפוקת

איבודי הקרקע (USLE) Universal Soil Loss Equation:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

A מבטא את תפוקת הסחף השנתית הממוצעת; R הינו גורם הגשם (תלוי בעוצמה, בכמות, ובמשך הזמן שבו יורד הגשם); K הינו גורם סחיפת הקרקע (מדד רגישות הקרקע לסחיפה, התלוי בטקסטורת הקרקע, תכולת החומר האורגני, מבנה ויציבות הקרקע ומידת החדירות); LS הינו הגורם הטופוגרפי (שילוב בין השפעת אורך ושיפוע המדרון), C מבטא את גורם כיסוי פני השטח (האם הקרקע חשופה, האם יש על הקרקע צמחייה או כיסוי אורגני) ו-P מבטא את גורם שימור הקרקע (ראה ב - <http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle>).

בין המודלים המבוססים על עקרונות פיזיקליים, נציין שני מודלים :

1. WEPP (<http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain>)

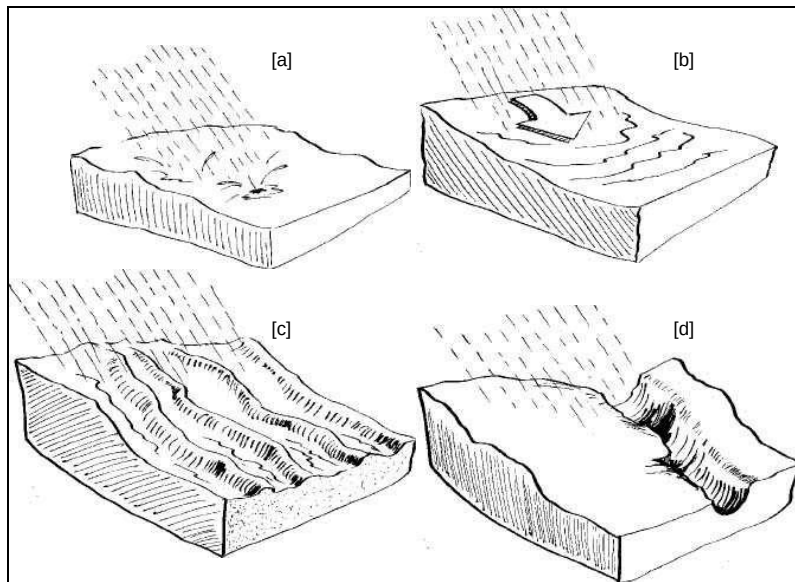
2. KINEROS (<http://www.tucson.ars.ag.gov/kineros>)

נוסף על הסחיפה המשטחית, קיים גם סחף ערוצונים (**Rill erosion**) נוצר לרוב לאחר שלב הסחיפה המשטחית, כשתכולת המים על פני הקרקע גבוהה מיכולת האיגום (איור 2.3c). לאחר תחילת הזרימה המים מתועלים אל ערוצונים (rills) הנחרצים על פני הקרקע בחלקים שבהם החספוס מינימלי ויכולת זרימת המים משופרת. בעקבות היווצרות הערוצונים עולה מהירות זרימת המים וכך גם מאמצי הגזירה הפועלים על פני הקרקע החשופה. בתהליך זה, מעבר למהירות סף מסויימת (ומאמץ גזירה), גדלים הערוצונים והחומר הניתק מוסע כסחף במורד. סחף ערוצונים הוא שלב ביניים : בין סחיפה משטחית לבין סחף ערוצים (Gully). בשטחים חקלאיים מנגנון סחף זה יכול להיווצר בפרק זמן קצר מאוד התלוי בשימוש הקרקע, בשיפועה ובתכסית. לדוגמה, בשדה חקלאי שבו הגידול העיקרי הוא מסוג גידולי שורה (תפוחי אדמה, גזר, בוטנים, תירס וכד'), המים מנותבים אל התלמים, ומנגנון הסחיפה המשטחית זניח בתהליך הכולל. לרוב סחף ערוצונים קשור לזרימה בערוצים - הנוצרים על פני הקרקע - שעומקם אינו עולה על 30 ס"מ, ואפשר לשקמם בעזרת אמצעים הנדסיים ואגרו-טכניים פשוטים (Unger, 2006) אשר אינם גורמים להרס בלתי הפיך של מאפייני הקרקע (איור 2.2).

סחף ערוצים (Gully erosion) הינו שלב מתקדם של סחף ערוצונים. בסחף ערוצים המים זורמים, חותרים בקרקע ומסירים חומר סחיף (תרשים מס' 2.3d). סחף ערוצים גורם להסרת חלק ניכר מפרופיל הקרקע שנוצרה במהלך מאות ולעיתים אלפי שנים והליך השיקום דורש אמצעים הנדסיים מורכבים יותר.

סחף ערוצים היא תופעה שאחראית להסרת כמויות מסיביות של קרקע, החל מפני השטח ועד לחומר המוצא, הנמצא לעיתים בעומקים של מספר מטרים. לכן, תהליך הסחף הערוצי הינו תהליך שאינו הפיך. עומק ההתחתרות של ערוצי הזרימה בקרקע תלוי במאפייני הקרקע ובעומק החתך. מרבית הערוצים הנוצרים בעקבות סחף מים נוטים להתחתר במעלה הערוץ הנוצר (תהליך המכונה "התחתרות לאחור") ולגרום לקריסת דפנות הערוץ ולהסעת כמות רבה של חומר אל מחוץ לאזור הסחיפה (ראה תרשימים מס' 2.4, 2.5). בקרקעות לס, הנפוצות בתחום שטחה של רשות ניקוז שקמה-בשור, הערוצים הנוצרים הינם לרוב עמוקים וצרים בהשוואה לערוצים הנוצרים בקרקעות בעלות מרקם חרסיתי.

ישנם מקומות שבהם עשויה הסחיפה בערוצונים להגיע לשיעור של מעל 80% מכלל איבודי הקרקע (Nir and Klein, 1974; Poesen et al., 1996; Quine et al., 1999; Poesen, et al., 2003). ערוצונים מתפתחים במיוחד בקרקעות מעובדות בגידולים עונתיים ובשיפועים תלולים. נראה שבאגנים בשור ושקמה הסחיפה בערוצונים היא הגורם העיקרי לאספקת הסחף למערכת הניקוז (אלכסנדרוב, 2005 ; שוקרון, 2009). קצב התקדמותם של ראשי הערוצונים מגיע לעיתים עד מספר מטרים בשנה, כתלות בעובי ועוצמת הגשם באותה השנה, שיפועי המדרון ושימושי הקרקע.



תרשים מס' 2.3: תיאור סכמתי של מנגנוני הסחף

- [a] – סחף טיפות גשם (Rainsplash erosion); [b] – סחיפה משטחית (Sheet erosion); [c] – סחף ערוצונים (Rill erosion); [d] – סחף ערוצים (Gully erosion).



תרשים מס' 2.4: עירוף בשטח חקלאי, אזור לסי של בארי, אגן נחל שקמה



תרשים מס' 2.5 : היווצרות ערוצים בקרקע לס (ארכיב התחנה לחקר הסחף)

לא כל הסחף הנוצר במדרונות מגיע אל הנחל. חלק ממנו שוקע במורד המדרון בקולוביום, בטרסות מדרוניות, בלימנים ובברכות מלאכותיות. במהלך ההסעה הנחלית שוקע חלק מהסחף בגדות ובמהלך זרימות שיטפוניות גבוהות גם בפשט הנחל.

חמישה גורמים בולטים משפיעים על כמות הרחופת המוסעת בנחל:

1. עונתיות הגשם ואורך התקופה היבשה (Walling and Webb, 1987; Sharma, 1996)

באזורים לחים, באזורים ים-תיכוניים ובאזורים צחיחים קיימת תופעה של ירידת שיא ריכוז הרחופת כאשר בין אירועים הידרולוגיים תקופת היובש מתקצרת. באזורים ים-תיכוניים וצחיחים ובאירועים שבהם יש תקופה יבשה ארוכה באזורים לחים, ריכוזי הרחופת הגבוהים ביותר נרשמים באירוע הראשון בעונה ההידרולוגית (Alexandrov et al., 2003; Cohen and Laronne, 2005).

2. עוצמה, תזמון ותפרוסת (כולל תנועה) של תא הגשם באגן הניקוז

מכיוון שזרימה עילית באזורים צחיחים וצחיחים למחצה היא בעיקרה זרימה הורטונית, קיימת חשיבות רבה לעוצמות הגשם (Yair, 1983; Graf, 1988). עוצמת הגשם משפיעה על שחרור והסעה של סחף מדרוני לנחל. באזורים צחיחים וצחיחים למחצה תפרוסת הגשם חשובה במיוחד, בשל הקשר בין גודל תא הגשם לבין גודל אגן הניקוז. ברוב האירועים נגר נוצר רק בחלק של אגן הניקוז (כחן, 1995; 2005; Richards, 1982; Graf, 1988; Sharma, 1996; Goodrich et al., 1995). מיקום ועוצמת הגשם משפיעים גם על זמן התגובה של המערכת הנחלית וגם על מקורות הסחף.

3. התפתחות כיסוי צמחייה והשתנותה בין העונות

באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, בנוסף להשפעת אורך התקופה היבשה, יש גם השפעה לכיסוי הצמחייה על הקרקע. בעונת הגשמים משך הזמן בין אירועי גשם ונגר קצר, לכן לחות הקרקע נשארת גבוהה ומתפתח כיסוי צמחי המגן על הקרקע ומקטין את אחוז הנגר (שכנוביץ, 2006). קיימות עדויות באשר לכמויות שנתיות של הסחף. לדוגמה, באזור צחיח בהודו שבו יש קרקעות לא-מעובדות, כיסוי צמחייה בשיעור שלושה אחוזים מקטין את תפוקת הסחף השנתית ל-0.3 מ"ק לדונם, ביחס למשטח חולי ללא צמחייה שבו הסחיפה היא 3.6 מ"ק לדונם (Sharma, 1996). תפוקת הסחף תלויה גם בסוג הצמחייה (Cerdá, 1998) ובמידת התפתחות השורשים (Gyssels and Poesen, 2003).

4. שימושי קרקע

אפשר להבחין בהשפעת גורם זה בעזרת עדויות המצביעות על שינויים בשימושי קרקע ונתונים הידרולוגיים. לדוגמה, בישראל באגן הניקוז של נחל הוגה, הפסקת רעייה גרמה לשיקום כישורי הצמחייה, הקטנת הנגר העילי והקטנת תפוקת הסחף (Rozin and Schick, 1996), ואילו ב-Goodwin Creek עלייה בשכיחות חריש הקרקע גרמה לעלייה בכמויות הנגר העילי ובתפוקת הסחף. חקלאות מסורתית באזורים ים-תיכוניים מבוססת על בניית טרסות, שימור קרקע והוספת נגר לגידולים (Yair, 1983; Lavee et al., 1997). בעקבות הרס טרסות נסחפת לא רק הקרקע ממנה הייתה הטרסה בנויה (Zgaier, 2008), אלא גם קרקע רבה במורד. ספיקות ומהירויות גבוהות הנוצרות בעקבות ההרס, חורצות ערוצים במורד ומתבטאות בסחיפה מוגברת (Inbar and Llerena, 2000).

5. מקורות הרחופת באגן הניקוז

במקורות הרחופת מבדילים בין מדרונות לבין גדות האפיק (הפשט או גדות אחרות, כולל לס או סלע). המדרונות מספקים סחף למערכת הנחלית בו בזמן עם הנגר העילי. סחיפת גדות ותשתית הנחל מתרחשת בזמן הגאות, כשסחף משתחרר ומוסע במים. מים ראשונים שוטפים את הערוץ וגורמים לעלייה בריכוז הסחף. סחיפה מסוג אחר מספקת סחף מגדות הנחל כשהמים בשפל. בזמן זה יכולות להיווצר גלישות קרקע עקב עלייה בלחות ובמשקל הקרקע או התפתחות של מחתור (piping) (Quine et al., 1999; Johnes, 1994). תהליך זה חשוב במיוחד באזור צחיח למחצה בסביבה לסית, כשהמים שוטפים חרסיות מהגדות ומתוך הקרקע דרך חריצים או צינוריות בתוך שכבה לסית. חרסיות הן החומר המלכד העיקרי בקרקעות העניות בחומר אורגני, ובלעדיהן הקרקע מאבדת את הקוהזיביות שלה ונסחפת בתהליכים שונים (בעיקר גרוויטציוניים) במידה מוגברת (Thorne, 1982). באזור הסקר, תופעה של מחתור נפוצה מאוד בקרקעות לסיות עמוקות, למשל באזור נתיבות (נחל בוח), קיבוץ בארי ועוד.

2.2.2 הסעת רחופת במערכת נחלית

הגורם הנוסף לאספקת סחף הוא הסעתו במים. בשנות החמישים במאה העשרים נעשו המחקרים הראשונים הגאומורפולוגיים בנושא רחופת נחלית. במחקרים אלה הודגש הקשר בין ריכוז הרחופת לבין ספיקת המים (Webb et al., 1995).

בטבלה מס' 2.1 מרוכזים נתונים המתארים את תוצאות המחקרים (המעטים) שנערכו ברמת הנחל באזורים צחיחים וצחיחים למחצה (לקח ועמיתים, 2009). בטבלה מוצגים שם הנחל, האזור שבו נמצא אגן הניקוז, שטח אגן הניקוז, כמות הגשם השנתית (נתון זה מוצג כפי שהוא מופיע במקור), מספר האירועים שבהם נמדדה הרחופת, משך ממוצע של האירוע הבודד, ריכוז הרחופת המקסימלי ושיטת הדיגום. מהטבלה עולה כי רוב המידע נאסף באמצעות דגימות נקודתיות ידניות או במאמץ טכני קטן. דגימות כאלה אינן מאפשרות ניטור וניתוח מקיף של התנהגות עתית של ריכוז הרחופת בנחלים. ריכוזים, למעט ריכוזי רחופת בנחלי הר סדום (Gerson, 1977), אינם עולים על 500 גרם לליטר, ולכן זרימת מים באירועי נגר היא זרימה שאפשר להתייחס אליה כניוטנית.

טבלה מס' 2.1 : סיכום מחקרים בנושא הסעת רחופת נחלית באזורים צחיחים וצחיחים למחצה,

בדגש על מחקרים נעשו בישראל (לקח ועמיתים, 2009)						
מקור	מיקום אגן הניקוז	שטח אגן הניקוז	עובי גשם שנתי	ריכוז רחופת מקסימאלי	מספר אירוע זרימה	משך אירוע זרימה
Reference	River location	Catchment area, km ²	Annual depth of precipitation mm	Maximum concentration g/l	Number of events	Event duration hours
Fisher and Minckley, '78	Verde River Arizona	505	300-500	55	1	4
Frostick et al., '83	Il Kimere Kenya	7	308	> 15	4	100
Sharma et al., '84, Sharma, '96	Luni Basin India	34,866	300-600	54 - 453	26	?
Sutherland and Bryan, '90	Katiorin River Kenya	0.3	640	87	6	?
Dunkerley and Brown, '99	Homestead Creek Australia	30	190	26 / 39	2	6
Gerson, '77	Mount Sdom Israel	0.06-1.5	20-150	900 (60%), mud flow	-	?
Lekach and Schick, 1982; Schick and Lekach, '93	Nahal Yael Israel	0.6	31	285	4	1 – 7
Alexandrov et.al., '03	Eshtemoa Israel	110	220-350	186	9	8 – 60
Benkhalel and Remini, '03	Wadi Wahrane, Algeria	270	390	250 – 500	13	1 - 250

2.3 הגרופת במערכת הנחל

כמו לרחופת המוסעת בזרימת ערוצים, גם לגרופת שני מקורות חשובים: מדרונות העמק ותשתית האפיק וגדותיו. מקורות הגרופת משתנים בהתאם למיקום על פני רשת הניקוז של אגן ההיקוות. בחלקים העיליים של האגן המקור העיקרי לגרופת הם המדרונות הקרובים לאפיקי הנחלים והתנועות המדרוניות המסיעות את הבלייה המדרונית לבסיסו. תפוקת החומר המסופקת לאפיקים מהמדרונות תלויה בשלושה גורמים: מידת הבלייה של סלעי המדרון, הכמות, הסוג וזמינותו לתנועה של חומר הבלייה המונח על המדרון וכן עוצמת התהליכים המדרוניים המניעים את חומרי הבלייה מהמדרון לבסיסו (לקח ועמיתים, 2009). המקור השני לגרופת הוא הסביבה המיידית של הנחל, קרי גדותיו ותשתיתו. כמות החומר הנכנסת לאפיק ממקורות אלה תלויה בעוצמת הזרימות בו ובמידת העמידות של הגדות והקרקעית לסחיפה. מקורות אלה מאפיינים את כלל האפיקים, אך בולטים יותר בערוצים גדולים בעמק רחב יחסית בעל פשט מפותח. גודל החומר הנתרם תלוי במאפייני התשתית שבה הנחל זורם.

בתחום שטחי הסקר הנוכחי קיים מגוון נחלים בעלי תשתית שונה. רוב הנחלים הם נחלים חלוקיים (gravel-bed rivers) כמו נחל באר שבע (במעלה ובמורד), נחל הבשור, נחל גרר, נחל פטיש, וגם נחלים בעלי אגן קטן יותר כמו נחל יתיר-אשתמוע, נחל חברון ונחל סכר. בנוסף לנחלים חלוקיים, נחלים אחדים באגן הם נחלים חוליים. הגדול מכולם הוא נחל לבן, אך גם נחל הד המתנקז אל נחל סכר הוא נחל חולי. מקור החול של נחל חלץ ונחל עובד הוא רכס הכורכר במעלה האגן. יש כמה ערוצים קטנים שבמעלה שלהם מתרחשת ארוזיה אנתרופוגנית של רכס הכורכר, והם מוגדרים כנחלים חוליים. מכיוון שבדרך כלל החול הוא גרופת ולא מרחף במים, החול המגיע מהחלק העליון של אגן הניקוז שוקע במהלך תנועתו בעורק הניקוז. כל אירוע, לכן, גורם לכך שלשון חולית מתקדמת במורד הזרימה. קצב התקדמות הלשון החולית תלוי בספיקה ובמשך אירוע הזרימה. ברוב המקרים כל החול נשאר בנחל וגורם לסתימת ערוץ הנחל ולהצפות בקרבתו באירוע הזרימה הבא (לרון ועמיתים, 2005). במחקר שנעשה בנחלים חלץ ועובד, עומק החול בערוץ הנחל הגיע לעיתים עד למעלה מ-1 מטר.

2.3.1 אופן תנועת הגרופת בנחלים

גרופת נעה בנחלים בגלגול ובדילוג. אופן התנועה תלוי באנרגיית המים. לביטוי של האנרגיה ולהקשר שלה עם גודל הגרופת יש כמה נוסחאות אמפיריות, המגדירות מאמץ גזירה מינימלי או מהירות מינימלית לתחילת תנועת הגרופת. נמצא כי מאמץ הגזירה הדרוש לתחילת התנועה של הגרופת תלוי בגודל החלקיק, ברדיוס ההידראולי של המים (R) ובשיפוע האנרגיה (S). מכאן שמאמץ הגזירה הממוצע הקריטי המתאים לעומק מים נתון שווה ל:

$$(1) \quad \tau_c = \gamma_w R_c S$$

כאשר R_c הוא הרדיוס ההידראולי הקריטי שבו מתרחשת תנועה של חלקיק שקוטרו D . τ_c – מאמץ הגזירה הקריטי הדרוש לתחילת התנועה של חלקיק בגודל D , $\gamma_w = \rho_w g$ – צפיפות של מים ו g – תאוצה.

כמו כן, אפשר לבטא את תחילת התנועה של חלקיק באמצעות המהירות הקריטית (Mavis, 1935 in Schwab et al., 1981):

$$(2) \quad V_t = 0.152 d^{4/9} (\gamma_s - 1)^{1/2}$$

כאשר:

V_t – מהירות קריטית לתחילת תנועה, מ"שנייה; D – קוטר חלקיק, מ"מ; γ_s – משקל סגולי של החלקיק.
מנוסחה אמפירית זו אפשר לראות שכלל שהחלקיק גדול, כך נדרשת מהירות קריטית גבוהה יותר לתחילת תנועתו.

לעיתים, התפתחות של צמחייה באפיק הנחל, כולל צמחייה רב-שנתית וחד-שנתית, גורמת להפרעות בזרימה החופשית של המים, שכתוצאה מהן קטנה מהירות המים ועומק המים עולה. הדבר בולט

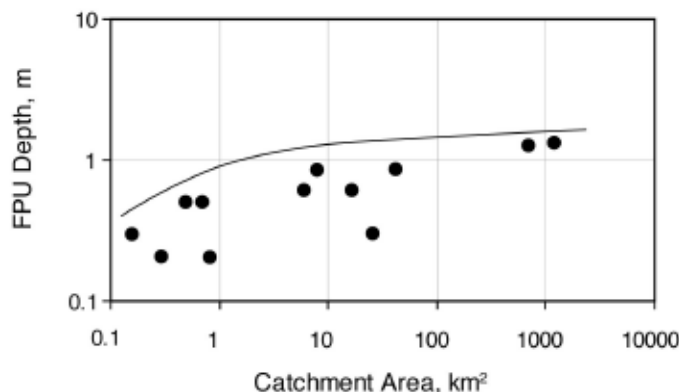
במיוחד בנחלים בעלי תשתית חולית. בזרימות גבוהות (מהירות גבוהה, מאמץ זרימה גבוה) חול נע כרחופת או כגרופת בדילוגים וגלגולים, אך כשמהירות הזרימה קטנה – למשל כתוצאה הימצאותם של עצים וצמחים בתוך האפיק – החול עובר ממצב מרחף למצב נגרף, ולאחר מכן שוקע על תחתית הנחל (לרון ועמיתים, 2005).

2.3.2 מילוי וחתירה (scour and fill) בנחלים אלוביאליים

תהליכי ההסעה של הגרופות מתרחשים בשני ממדים מרחביים – לאורך הערוץ ולעומקו. השכבה המעורבת בתהליכי ההסעה היא השכבה הפעילה באפיקים אלוביאליים, שבה מתרחשים תהליכי המילוי וחתירה באפיקים. עובי השכבה הפעילה משתנה בין האירועים בהתאם לעוצמת הזרימה. בתנאי משטר זרימה נתון, שבו קיים שיווי משקל בין תפוקת הסחף מאגן ההיקוות לבין התרומה האגנית אל מערכת הנחל, לשכבה הפעילה יש עובי אופייני.

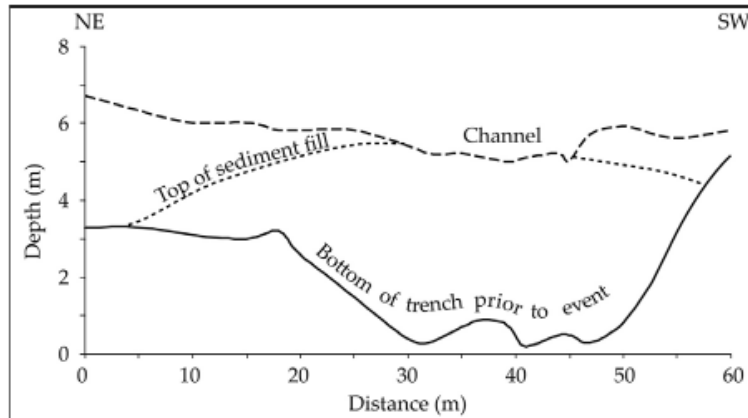
רוב המחקרים בנושא מילוי וחתירה בארץ נערכו באזור צחיח עד צחיח קיצון, בעיקר בנחלים חלוקיים כמו נחל צין, נחל סמר (שלומי, 2007), נחל יעל (Lekach et al., 2008), נחל נקרות ועוד. במחקר שנערך בנחל יעל הסמוך לאילת ובנחלי הנגב, מצאו החוקרים שכבה בעלת מאפיינים פלוביו-פדוגניים המפרידה בין האלוביוס הפעיל לבין הנייח באפיקים (Lekach et al., 1995). רציפותה של השכבה לרוחבם של האפיקים ולאורכם, מאפשרת קבלת מידע חשוב על עובי השכבה הפעילה במשטר הזרימה הקיים. מציאותה גם בטרסות אלוביאליות מספקת מידע על תנאי אקלים העבר.

בתרשים מס' 2.6 מוצג עקום מעטפת לחתירה לנחלי הנגב והערבה. אפשר לראות שעומק החתירה עולה במקביל לעלייה בשטחו של אגן הניקוז, במיוחד בטווח שטחים שבין 0.1 עד 10 קמ"ר. באגנים גדולים מ-10 קמ"ר עומק החתירה אינו משתנה משמעותית, וגודלו המרבי כמטר אחד. מחקר אחר שנעשה בדרום הנגב בנחל באר חיל (יובל של נחל בשור) הראה שעומק החתירה והמילוי באירוע גדול יכול להגיע עד שישה מטרים בתשתית חולית (תרשים מס' 2.7).



תרשים מס' 2.6: עקום מעטפת לחתירה לנחלי נגב וערבה (Lekach et al., 2008)

FPU – יחידת פלוויו-פדוגניק מסמנת את העומק המקסימלי של ההתחתרות.



תרשים מס' 2.7: חתך רוחב ערוץ ואדי באר חיל (אגן נחל בשור) לפני אירוע זרימה ואחריו (Schwartz and Greenbaum, 2008)

תהליך של מילוי וחתירה מתרחש בתוך אירוע זרימה אחד, ומשנה לחלוטין את תשתית הנחל בין אירועי זרימה בהתאם לאופי אירוע נגר.

נחלים הזורמים באזורים חוליים בעלי שיפוע נמוך, לדוגמה במישור ימין (דימונה), מתחתרים יותר לרוחב מאשר לעומק (כהן ועמיתיו, 2009). קצב התחתרות גדול יותר נצפת בנחלים המושפעים מפעילות של בני אדם. הכוונה בעיקר לאיטום של שטחים פתוחים בחלק ממעלה האגן, דבר הגורם לעלייה במקדם הנגר ולעלייה בכמות הנגר והגברת קצב ההתחתרות.

2.4 תפוקת סחף נחלי

בנחלי אכזב הסעת הסחף במערכת הנחלית היא פונקציה של זמינות החומר ושל תדירות אירועי הזרימה. באזורים מדבריים קיימת זמינות כמעט בלתי מוגבלת של סחף מכל הגדלים, ולכן לרוב ההולכה תלויה בעוצמת הזרימות השיטפוניות בלבד. בהקשר זה יש להבדיל בין השיטפונות הקטנים שאינם מגיעים אל מוצא האגן לבין השיטפונות הגדולים העוברים את כל אורכה של מערכת הנחל עד למוצא, ובנוסף להנעה של סחף בין יחידות האוגר השונות, גם משקיעים את תפוקת הסחף האגנית בבסיס הניקוז.

קיימות מספר שיטות לחישוב של תפוקת סחף אגנית. השיטה הנחשבת למדויקת ביותר היא מדידת כלל הסחף האירועי השוקע במאגר. רוב המידע על תפוקת סחף באזורים צחיחים וצחיחים למחצה מתבסס על שקיעת סחף במאגרים (לרון, 1991; לרון וכהן, 1999; Langbein and Schumm, 1958; 100% (Laronne, 1990; Laronne and Wilhelm, 2001). מאגר הוא מלכודת שבה לרוב שוקע מהסחף המגיע למאגר, פרט לרחופת באירועים גדולים שנפחם גדול יותר מנפח המאגר.

שיטות אחרות לחישוב תפוקת סחף אירועי תלויות במספר הדגימות שנלקחו במהלך הזרימה. קיימות שתי גישות המקובלות לחישוב – על ידי דגימות - של תפוקת הסחף. גישה ראשונה מבוססת על אינטרפולציה של הנתונים ועל ההנחה שריכוזי הרחופת או כמות הגרופת שנמדדו ביחידת זמן כלשהי מייצגים גם את הריכוזים בין זמני המדידה. גישה שנייה, אקסטרפולציה, דורשת בניית קו קשר (rating curve) בין ריכוזי הרחופת או כמות הגרופת ליחידת זמן לבין ספיקת המים. גישה זו מניחה כי קשר זה מבטא את כל טווח ערכי הספיקה (Phillips et al., 1999). מוכרות שלוש עשרה שיטות לחישוב תפוקת רחופת המבוססות על גישה של אקסטרפולציה, ותשע שיטות המבוססות על גישה של אינטרפולציה (Phillips et al., 1999).

שיטת האקסטרפולציה

בדומה לאזורים לחים גם באזורים צחיחים בזמן גאוויות ריכוזי הרחופת (SSC- Suspended Sediment Concentration) עולה עם העלייה בספיקת המים (Q). במקרים אלה נשמר הקשר המקובל בין המשתנים:

$$(3) \quad SSC = aQ^b$$

באזורים היבשים המשתנה a גדול פי 4,500–6 לעומת הערכים באזורים לחים. החזקה b קטנה מ-1 באזורים צחיחים וגדולה מ-1 באזורים לחים (Reid and Frostick, 1997; Graf, 1988).

ברגרסיה פשוטה אי אפשר להגדיר קשרים היסטוריים (כאלה שאינם חד-חד ערכיים). עקב מורכבותם של קשרים אלה, יש להשתמש ברגרסיות נפרדות לשפילה לעלייה של ההידרוגרף (Walling, 1974, in Webb, et al., 1995). קיימים גם הבדלים רבים בין אירועים ובין עונות (Negev, 1969; 1972). בעבודתו פיתח נגב נוסחאות לקשר בין ריכוזי רחופת לבין ספיקת מים ולמסת הרחופת כתלות בנפח המים לכמה נחלים במרכז הארץ המתנקזים מערבה. הבעיה המרכזית שהתגלתה במהלך העבודה, באזור הנמצא מצפון לאזור הסקר, היא שבנחלים המעטים שנבדקו ההבדלים בין הקשרים גדולים ולא ניתן לבנות נוסחאות המתאימות לכל אזור ואזור. ברגרסיה רב-משתנית קיימים תיאורים לקשר זה כדי להגדיר תפוקת סחף, ריכוזי רחופת מקסימליים, ממוצעים בגאות וכן ריכוזים רגועים. לשם כך נעשה שימוש במשתנים רבים כמו עובי משקעים באירוע, עוצמה מקסימלית של גשם בפרקי זמן מוגדרים ועוצמה ממוצעת לפרקי זמן שונים, אורך התקופה היבשה, רטיבות הקרקע, אחוז כיסוי הצמחייה, ספיקה מקסימלית בגאות או בהתאמה לריכוז מקסימלי של הרחופת, ספיקה ממוצעת בגאות, נפח המים בגאות, תפוקת המים מאגן הניקוז, משך הגאות, מספר השיאים בגאות והפרשי זמן (פיגור או הקדמה) בין ספיקה מקסימלית לבין ריכוזי הרחופת המקסימלי. כדי להגדיר את הקשרים האמינים ביותר בין ריכוזי הרחופת לבין ספיקת המים יש צורך במדידה של ריכוזי הרחופת ברציפות בעזרת פרמטר עקיף (Lewis, ; Walling and Collins, 2000).

(1996).

שיטת האינטרפולציה

הנוסחה לחישוב תפוקת הסחף המרחף (SSYield – Suspended Sediment Yield) היא :

$$(4) \quad SSYield = K \sum_{i=1}^{ns} (C_i Q_i)$$

כאשר K הוא הפרש זמן השווה ל-30 שניות ; ns – מספר מדידות ; C – ריכוז רחופת מדוד או מחושב ; Q – ספיקת מים מדודה.

טיב התוצאה תלוי בפרק הזמן בין המדידות. ככל שפרק הזמן ארוך יותר, דיוק השיטה יורד. לכן שיטה זו אפקטיבית יותר כאשר קיים רישום רצוף של השתנות ספיקת המים וריכוז הרחופת (רישום של מד עכירות, לדוגמה).

תפוקת הרחופת המחושבת בשתי שיטות אלה תלויה בספיקת המים ובריכוז הרחופת. נתונים מפורטים באשר לשני משתנים אלה לא תמיד קיימים, ויתר על כן, לצרכים הנדסיים נדרש לחשב את תפוקת הרחופת לאירועים קיצוניים בעלי תקופת חזרה של 10–100 שנים. לשם כך קיימת אפשרות להשתמש בקשר בין תפוקת רחופת בגאות לבין נפח הגאות. קשרים אלה נבנו ונבחנו בארץ בשני אגני ניקוז באזור צחיח למחצה : האחד בעל שטח של 0.66 קמ"ר (תת אגן של נחל ביכרה באזור יתיר), והשני בעל שטח של 110 קמ"ר (נחל אשתמוע). בנחל אשתמוע נמצא לנכון לחלק את אירוע הזרימה לפי עונת ההתרחשות ולפי סוג המשקעים שגרמו לאירוע הזרימה (אלכסנדרוב, 2005). בגאוויות של עונת הסתיו ריכוז הרחופת גבוה יותר, משך הזרימה קצר יותר והספיקות גבוהות יותר. בגאוויות בעלות אותו נפח מים בחורף ריכוזי הרחופת נמוכים עד בינוניים, משך הזרימה ארוך יחסית ותפוקות הסחף נמוכות יותר. לפיכך, מומלץ להשתמש בקשרים נפרדים בעונות הידרולוגיות שונות. בנחל אשתמוע נמצא גם שהקשר בין תפוקת הרחופת (SSY) (ביחידת טון) ובין נפח המים (V) ב-1000 מ"ק באירועי החורף הוא (אלכסנדרוב, 2005) :

$$(5) \quad SSYield = 4.4 V^{1.30}$$

ובעונות מעבר המקדם והחוזקה משתנים :

$$(6) \quad SSYield = 31.2 V^{1.22}$$

באזורים צחיחים למחצה שיעור תפוקת הגרופת הוא כעשרה אחוזים מכלל הסחף, לכן המשוואות (5 ו-6) מבטאות גם את כלל הסחף במידה רבה. יש להביא בחשבון שמשוואה כזו איננה מתייחסת לגרופת, אלה רק לחלק המרחף של תפוקת הסחף הכללית.

3. מדיניות וניהול

3.1 גישות לשימור קרקע

3.1.1 הגישה האקולוגית

בבסיס הגישה האקולוגית עומדים מחזורי המינרלים בטבע (למשל, חנקן ופחמן) וקשרי ההדדיות בין הסובב, החי והצומח לסובב הא-ביוטי, תכונות הקרקע ובעיקר פוריות הקרקע. יצרנותה של הסביבה נמדדת על פי תוספת של חומר אורגני באמצעות יצרנות ראשונית, קרי תוספת ביומסה צמחית (Droogers and Bouma, 1997; Govaerts et al., 2009).

בנוסף על היקף כיסוי הצומח ומגוון המינים במערכת האקולוגית, נמצאה חשיבות לדגמי הפיזור המרחבי של כתמי הצומח לאגירת לחות קרקע ופוריות הקרקע. באזורים צחיחים וצחיחים למחצה אופייני פיזור כתמי בנוף – איי פוריות (fertility islands) – שהם אזור מבלע לגר, לסחף ולנוטריינטים שאחרת "דולפים" מהמערכת (Ludwig et al., 1999).

על פי הגישה האקולוגית סחף קרקע גורם לירידה בלחות קרקע, בתכולת החומר האורגני, בכמות הנוטריינטים, ביוטה ועומק הקרקע, ולכן באופן עקיף גורם לירידה ביצרנות הקרקע. עקב כך נפגע מגוון מיני הצמחייה והחי, ויציבות המערכות האקולוגיות מתערערת (Piemental and Kounang, 1998). פעילויות האדם כגון רעייה ואיסוף חומרי בעירה מצמצמות את היקף המבלע של המערכת, מעודדות דליפת מים, סחף וחומרי הזנה מהמערכת ומפחיתות את היצרנות והמגוון הביולוגי של המערכת (shrubland desertification) (Shahak et al., 1998; Ludwig et al., 1999).

3.1.2 הגישה הנדסית-חקלאית

הגישה ההנדסית מבוססת על תנועת המים על פי שיפועים, נפחים, מהירויות וספיקות, כמו גם מכוחות ההתנגדות של הקרקע לגזירה ומאיזון בין הכוחות באמצעות הערכה של עוצמת הזרימות, ריסון שלהן והתאמת המשטחים שבהם אנו מעוניינים לטפל לכוחות הפועלים עליהם.

ריסון של עוצמת הזרימות מתבצע במבנים הנדסיים כמו מגלשים, סכרים ומאגרי מים. נתח גדול מההתייחסות לגישה ההנדסית מתמקד באיפיון המבנים ודרכי בנייתם. צמצום סחיפה באמצעות התאמת המשטחים הסחיפים מתבצע באמצעות ביסוס צמחייה על גבי מדרונות תלולים וצלקות כרייה ובתוך מובילי מים מלאכותיים (vegetated waterways). כמו כן, תשומת לב ניתנת לאופי העיבוד החקלאי, הסדרת שיפועים באמצעות בניית סכרים מדרוניים (טרסות), עיבוד עוקב קווי גובה, ומינימום עיבוד או אי-פליחה (Schwab et al., 1981; Schwab and Frevert, 1985).

3.1.3 הגישה הכלכלית

הגישה הכלכלית מביאה בחשבון את הרווח משימושי קרקע שונים (Miranowski, 1984), עלות הנזקים הנגרמים בעקבות סחיפה, הן באתר הסחיפה והן באתרים הסובלים מנזקים נלווים לסחיפה (off-site effects). כמו כן, תמחור העלות הנוספת של שיטות משמרות קרקע דרוש לקבלת מודל כלכלי (Pimentel et al., 1995; Colombo et al., 2005).

מלבד למחיר הישיר של הסחיפה והשפעותיה ולמחירן של פעולות המנע, מודלים כלכליים רואים את השפעת מדיניות הממשלה ותוצאותיה על מערכת השיקולים של חקלאים ושל צרכני קרקע אחרים בבחירת פעולות לשימור קרקע ויישומן (Barbier and Bergeron, 1999; Shiferaw and Holden, 2000) ועל איכות השימור הפרטי לעומת השימור הקולקטיבי (McConnell, 1983). נמצא כי חינוך קהילתי ותפיסת הסחיפה (erosion perception) הם המשתנים המשפיעים ביותר על מידת ההצלחה של מדיניות ניהול הסחיפה (Ervin and Ervin, 1982).

אתגר נוסף העומד בפני הכלכלנים הוא תמחור ה"סחורה" הסביבתית ("environmental goods") כמו נופים, חי, צומח בר וערכי טבע נוספים. חשיבות מחיר שימור הסביבה מכריע, במיוחד באזורים רגישים מאוד מבחינת אקולוגיה, נוף וסביבה (Oglethorpe et al., 2000).

3.1.4 הגישה גאומורפולוגית

בדומה לגישה ההנדסית, גישה זו מבוססת על תהליכים פיזיקליים הגורמים לסחיפת קרקע, אולם בהסתכלות מרחבית מקיפה יותר. בניגוד להנדסה - הגאומורפולוגיה נוטה לחבר את התופעות המקומיות להקשר רחב יותר כתהליכי משנה בתהליך עיצוב הנוף.

בין היתר מדע הגאומורפולוגיה עוסק בהבנת התהליכים הפיזיקו-כימיים וההשלכה הסטטיסטית שלהם לצורכי הערכת תופעות סחיפה וחיזוין. מודלים כדוגמת USLE ושיפוריו (RUSLE) משקללים את הגורמים לסחף קרקע: פוטנציאל הסחיפה של הגשם, עמידות לסחיפה של הקרקע, אורך ושיפוע המדרון, השימוש שנעשה בקרקע (חריש, כיסוי צמחייה, מחזור גידולים) ואמצעים הננקטים לשימור קרקע. מערכת היחסים בין הגורמים מנותחת בצורה אמפירית (Wischmeier and Smith, 1962).

התפתחות מערכות המידע תרמה רבות ליכולת הניתוח מרובה המשתנים, והמודלים הפיזיקליים העומדים לשירות מקבלי החלטות מתפתחים בהתאם. כיום המודלים האלה מוגבלים בגללה מאגר הנתונים הרלוונטי שאיסופו אינו עומד בקצב התפתחות יכולת הניתוח (Nearing et al., 1989; Ciesiolka et al., 1995).

נושא נוסף בעל חשיבות מכרעת לתכנון מדיניות וניהולה המעסיק את הגאומורפולוגיה הוא **הזנה המיידה** שבו אנו מודדים, מעריכים ומטפלים בבעיות סחיפה. בקני מידה שונים מתקיימות תופעות סחיפה שונות. למשל, מכת טיפות וסחיפה משטחית במיקרו, התחתרות (gullies) בערוצים מסדר

ראשון ומעלה ועד פגיעה בתשתיות, סחיפת גדות וסתירת מאגרים במורד האגן. מערכות היחסים והמשקלים בין התופעות בסקאלות השונות והחיבוריות ביניהן עדיין מצריכים מחקר נוסף (Poesen and Hooke, 1997).

חוקרים מגישות שונות מדגישים את חשיבות הבנת התופעות בקני מידה שונים. רובם ככולם ממליצים לגבש תכנית ניהול ברמת היחידה הדיסקרטית הגדולה ביותר האפשרית לניהול סחיפה – אגן הניקוז וחלקיו (Schwab and Frevert, 1985; Morgan, 2005; Owens, 2007).

3.1.5 הגישה אינטגרטיבית

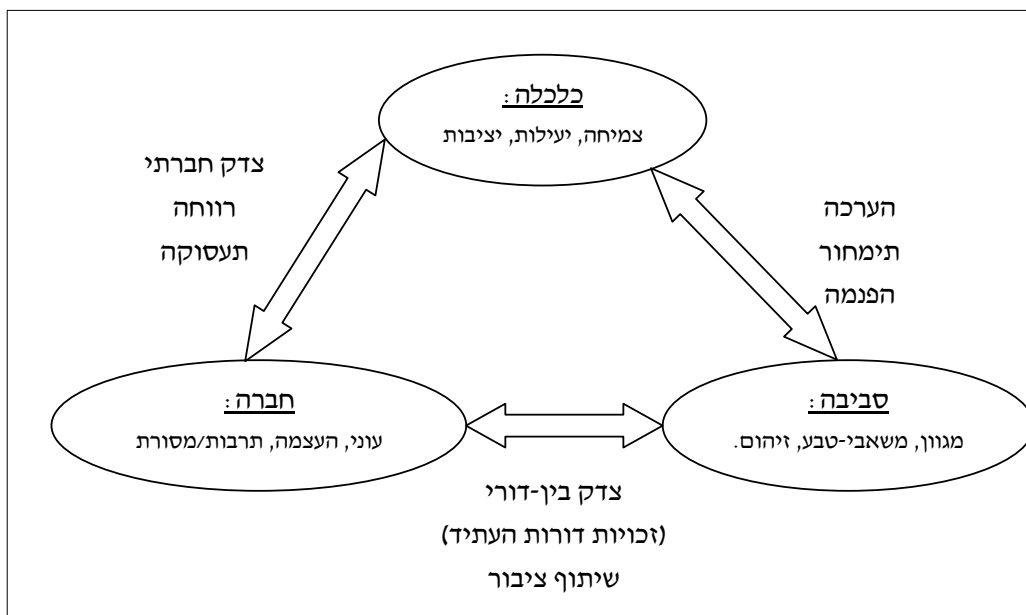
המשותף לכל הגישות שנסקרו לעיל היא ההבנה שיש צורך בתיעוד וניטור האלמנט בשימורו או מעוניינים לעסוק. במקרה שלנו מדובר על מצאי הקרקעות, היקפן ופיזורן המרחבי של תופעות סחיפה ישירות ועקיפות. נראה כי לפיתוח מערכת ניהול אינטגרטיבית קיים צורך במסד נתונים מפותח ונרחב ככל האפשר.

הגישה האינטגרטיבית מנסה לפשר, ככל הניתן, בין מספר רב של גישות שונות. בספרות אפשר למצוא צירופים שונים של דיסציפלינות לגיבוש מדיניות ניהול סחיפה. לדוגמה: אקולוגיה ומדעי החברה (Armitage, 1995); מדע הארגון, אקולוגיה ומדעי החברה (Gladwin et al., 1995); אקולוגיה, מדעי הצמח והנדסה (Bio-engineering); גאומורפולוגיה, אספקטים הנדסיים, כלכלה וניהול; אקולוגיה, אספקטים פיזיים וכלכלה (Smyth and Young, 1998) ועוד צירופים שונים.

על אף האמור לעיל, נראה כי חסרה במידה רבה מתודולוגיה מסודרת למגמה החדשה של אינטגרציה (Armitage, 1995). על אף הפיתוח של מודל גנרי רב-מערכתי, אין סיפורת המכילה את כל הנישיות האקדמיות הרלוונטיות. את המחסור בספרות מקצועית אפשר להסביר בכך שהנושא מורכב מאוד ומצריך צוותים מגוונים מדיסציפלינות שונות.

3.1.6 גישת ניהול בר-קיימא

על פי הגדרת WECD (1987) פיתוח בר-קיימא (sustainable development) הוא "פיתוח העונה לדרישות ההווה ללא התפשרות על יכולת הדורות הבאים לענות על צורכיהם". גישה זו מערבת את הסביבה בשיקולי קביעת המדיניות עם כלכלה ועם חברה ואת מערכות היחסים בין מרכיבי המערכת (ראה תרשים מס' 3.1). ניהול בר-קיימא נובע משאיפה לפתרון בעיות העומדות בבסיס שאלת הניהול, ולא בטיפול סימפטומטי הרווח במדיניות ניהול חד-דיסציפלינרית או דו-דיסציפלינרית (IUCN, 1982 in Kozłowski, 1993).



תרשים מס' 3.1 : עקרונות פיתוח בר הקיימא (Owens et al., 2007 עפ"י WECD, 1987)

3.2 מודלים לניהול ממשקי טבע

3.2.1 מודל אגרונומי וביו-אקולוגי

במודל שימור נגר וקרקע שפותח בצפון הנגב (פארק סיירת שקד) נבדקה השפעתם של כתמי מבלע מלאכותיים כמו שיחים עוקבי קו גובה, בורות חפורים, לימנים (סוללות עפר בוואדיות) וטרסות (קירות אבן נמוכים בוואדיות) על תכולת הלחות, יצרנות ראשונית ומגוון מינים. נמצא כי שימוש בשיטות השימור גרם לשיפור בכל מדדי המערכת כתלות בתדירות ועוצמת אירועי הגשם, באגן הניקוז התורם לכל אלמנט שימור קרקע ובגודלו של האלמנט. גודל אגן הניקוז ואלמנט שימור הקרקע צריכים להביא בחשבון את אופי סופות הגשם. על כן, עליהם להיות גדולים דיים בכדי לכלכל בהצלחה התבססות של צומח בר-קיימא, מצד אחד, ולהיות קטנים מספיק בכדי לעמוד בעוצמות גדולות של אירועים בתדירות נמוכה ולהגדיל את אורך חייהם, מצד שני (Shahak et al., 1998).

עבודה נוספת התומכת בחשיבות הכתמים בכלל ובאופי הפיזור המרחבי של הכתמיות בנוף בפרט, משווה סוגי כתמים (קווים, רצועות ונקודות) ומצביעה על עדיפות קלה, לא מובהקת, לכתמים מאורכים עוקבי קו גובה. על כן, הוצע ליצור את הכתמים באמצעות הערמה של גזם ליצירת מבלע וביסוס כתמים בנוף (Ludwig et al., 1999).

חוקרים רבים מתייחסים לשטחי חקלאות מעובדים על פי הגישה האקולוגית. מודל הניהול הנגזר משיטה זו הוא יישומן של טכניקות עיבוד משמרות קרקע: עיבוד עוקב קו-גובה, אי-פליחה, חיפוי קרקע (שעל פי כל העבודות שנסקרו בפרק זה היא השיטה המשפיעה ביותר על מניעת סחף קרקע)

ושילובים שונים של שיטות למטרת הגדלת יציבות האגרגטים ושיפור מבנה הקרקע, הגדלת קיצבי חידור וכושר האחיזה של מים בקרקע, הגדלת תכולת החומר האורגני והגדלת כושר היצרנות של תא השטח (Schwab et al., 1981).

שילוב טכניקות לשימור קרקע הוא חשוב ביותר. בעבודתם של גוברץ ועמיתיו (Govaerts et al., 2009) נמצא כי אי-פליחה ללא חיפוי הניבה תכולת לחות ותפוקת יבול נמוכות מאלה שהתקבלו בשדות עיבוד קונבנציונלי, ואילו התוצאות הטובות ביותר התקבלו באמצעות שילוב אי-פליחה וחיפוי קרקע.

נוסף לשיטות ההנדסיות-החקלאיות, הגישה האקולוגית נוטה להדגיש את תוספת הדשן בכלל ודשנים ממקור אורגני בפרט, וכן הגדלת היבולים כאמצעי משמר קרקע (Droogers and Bouma, 1996; Roose and Barthes, 2001; Hellin, 2006).

ממשקי ניהול סחיפה נוספים הנגזרים מהגישה האקולוגית כוללים, בין השאר, טכניקות המחקות את נוף הכתמים הטבעי באמצעות יצירת קווי צמחייה חיה, או שאריות צומח בין השדות והתוכן (Hellin, 2006; Morgan, 2006), מחזור גידולים ומגוון חקלאי המחקה בצורה מסויימת את המגוון הביולוגי הטבעי שחסר בשדות חקלאיים (Altieri, 1999; Nielsen et al., 2005).

3.2.2 מצב ומעבר (state and transition)

לקביעת מדיניות ניהול (בהדגמה על שטחי מרעה), קיים צורך במודל אקולוגי להערכת צרכים ושינויים צפויים בעקבות התערבות. המודל המקובל ביותר הוא מודל הסוקצסיה, על פיו ניהול נכון שואף להגיע לשיווי משקל יציב תחת משטר רעייה יציב. במודל זה מוגדרת הרעייה המקסימלית האפשרית כ"הפרעה נסבלת" (Ellison, 1960).

מודל אחר הוא מודל "מצב ומעבר" (transition and state model) המציע בעבור מערכת נתונה כמה תרחישים הכוללים מצבים אפשריים ומעברים שונים בין המצבים. קטלוג מצבים-מעברים מפורט ככל האפשר נבנה בעבור המערכת. מעברים חיוביים נתפסים כ"הזדמנויות" ושליליים כ"סיכונים" (דוגמה בנספח ג'). מודל כזה מאפשר גמישות רבה יותר לקובעי המדיניות במיוחד באזורים צחיחים, שבהם אירועים בודדים בעלי השפעה ניכרת על סוקצסיה ומערכת משובים הדדיים בין שימוש הקרקע לפרודוקטיביות מודגשת במיוחד (Westboy et al., 1989).

3.2.3 מודל ערך-סביבתי אולטימטיבי (UET)

המודל פותח בעבור ניהול פיתוח בסביבות אקולוגיות, אך אפשר ליישם אותו על כל תופעת טבע הקשורה בסביבתה הגאוגרפית. המודל מתייחס לארבע מגבלות של אפליקציות ניהול סביבה:

- מיקום – היקף המרחב הכולל שבו אפשר להחיל תכנית כלשהיא
- כמות – קנה המידה ליישום

- איכות – סוג הפיתוח והתוצאות הצפויות בעקבותיו
- עתי – תזמון, ובעיקר ההמשך (duration) האפשרי ליישום

על פי המודל יש לנסח ערכי-סף בעבור כל אחד מארבעת ממדי המדיניות כפי שצויינו לעיל, וכן ערך סף מיטבי, כשמתחתיו לא נגרם לסביבה נזק בלתי הפיך, או נזק שאי-אפשר לתקנו מבחינת ההתפתחות הטכנולוגית הקיימת. ערכים אלה ישמשו כגבולות מרחב הניהול האולטימטיבי.

נוסף על האמור לעיל, קיימים גם ערכי-סף סביבתיים. את הערכים האלה מציבה הסביבה הטבעית. בדומה לספי המערכת, חציית ספים אלה מתבטאת בנזק בלתי הפיך למשאב הטבעי. האתגר בשיטה זו הוא ניסוח ערכי-סף, תהליך המצריך עבודה אמפירית רבה.

אחת הטכניקות למיקוד העבודה במציאת ערכי-סף, אשר חצייתם תהיה כרוכה בנזק בלתי הפיך, הוא ניתוח יחסי משאבים-פעילויות באמצעות מטריצה כפי שמודגם בתרשים מס' 3.2. מיקוד הניהול מושפע גם מהערכה של ערכי הטבע הנידונים מבחינת איכותם, מצב הפרעה קיים ויכולתם להתנגד להפרעה נוספת. שיקול כל הערכים האלה מסתכם בתמונה שלמה של אפשרויות הניהול בשטח.

ANALYSIS OF RELATIONSHIPS: RESOURCES – ACTIVITIES A GENERAL GUIDE

		RESOURCES OF THE GEOGRAPHIC ENVIRONMENT												USE OF RESOURCES									
		NATURAL RESOURCES						MAN-MADE RESOURCES						MAN				ECONOMIC ACTIVITIES		ECOLOGICAL FUNCTIONS			
														LABOUR RESOURCES		USERS							
		1	2					n	1	2					n	1	2	n	1	2			n	1	2
USE OF RESOURCES	ECONOMIC ACTIVITIES	c	Step 1 ANALYSIS OF POTENTIAL ROLE OF RESOURCES												Step 5 ANALYSIS OF CONFLICTS								
	ECOLOGICAL FUNCTIONS	n	Step 4 ANALYSIS OF POTENTIAL CONSEQUENCES OF DEVELOPMENT																				
		1																					
SIDE EFFECTS	CHEMICAL POLLUTION	n	Step 3 ANALYSIS OF SENSITIVITY OF RESOURCES												Step 2 ANALYSIS OF SIDE EFFECTS								
		1																					
	PHYSICAL DISTURBANCES	n																					
		1																					

Figure 2.2 Matrix form analysis of relationships: resources and activities
[Source: Kozlowski 1986]

תרשים מס' 3.2 : מטריצת ניתוח מערכות יחסים בין משאבים לפעילויות אנתרופוגניות

(Kozlowski, 1993)

מתוך מערכות היחסים מזהים ערכי-סף בעבור כל ערך טבע (elementary UET). שילובים שונים שלהם ליחידות נוף שונות (combined UET) מנסחים את מרחבי הניהול האפשריים בתוכם אפשר ליישם כל מיני שיטות עבודה. לאורך כל התהליך נמשך ניתוח UET להתאמתם המיטבית (תרשים מס' 3.3) (Kozlowski, 1993).

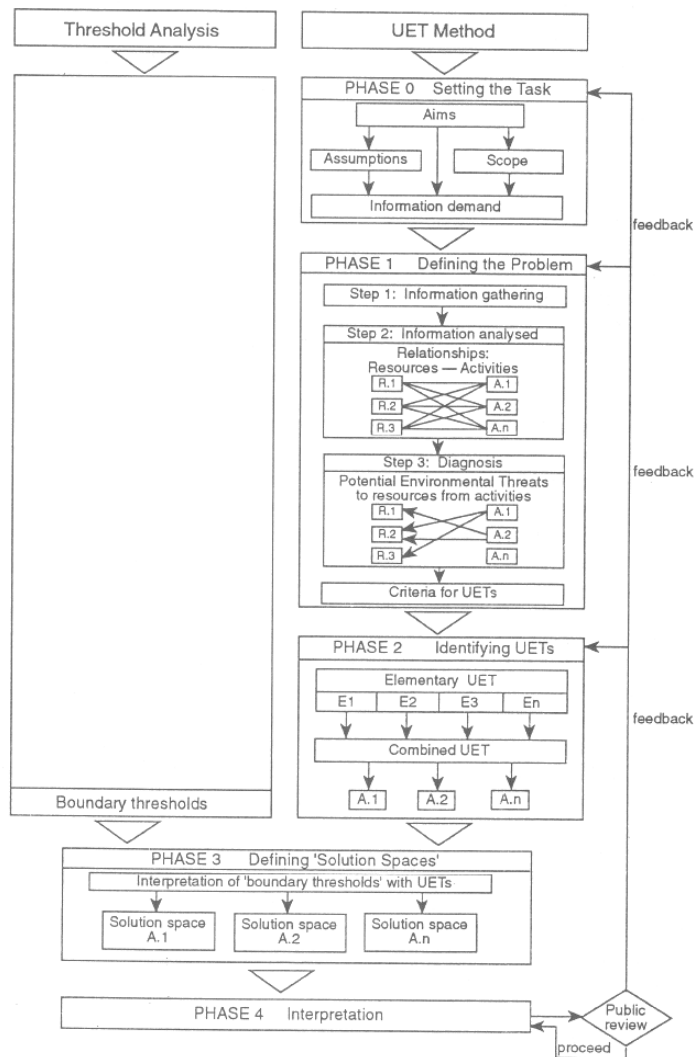


Figure 4.1 UET method: the process

תרשים מס' 3.3 : תרשים זרימה המתאר תהליך ניהול על פי שיטת UET (Kozlowski, 1993)

3.2.4 מודל מרחבי-אגני

קנה המידה הטוב ביותר לניהול סחיפה הוא אגן הניקוז השלם. אף על פי כן, באגן קיימים תהליכים מורכבים אשר במבט מקומי לא נראה ההקשר המרחבי שלהם לקונטקסט המרחבי הכולל של האגן. כדי שנוכל לתפוס באותו הזמן את כל מרכיבי האגן, צריך לפרקו למרכיבים (break-down) ואחר כך להרכיבו (build-up) חזרה ליישות אחת מורכבת (complex).

בתרשים מס' 3.4 מוצגת דרך החלוקה האופטימלית של האגן. ראשית - על פי תפקודים של האגן וחלוקה על בסיס דיסציפלינרי, שנית - מציאת קנה מידה מפורט ביותר המאפשר ביצוע פעולות הערכה, ולבסוף - פירוק מרחב האגן למקטעיו ולתת-אגנים.

לאחר תהליך פירוק האגן, מרכיבים את המערכת מחדש בעזרת הגדרת התנאים הקיימים בחלקי האגן, זיהוי מכנים משותפים, ניסוח נושאים עיקריים הדורשים ניהול, חיבור נושאי הניהול למטרות ניהוליות לרמת האגן כולו וניסוח פעולות אגניות. בשלב האחרון עושים אינטגרציה בין כל מרכיבי הניהול, יוצרים תכנית אחת מוגדרת ומיישמים אותה בכל חלקי האגן.



תרשים מס' 3.4 : סכמת ניהול מרחבית-אגנית לפירוק והרכבה מחדש של יחידת הסקר

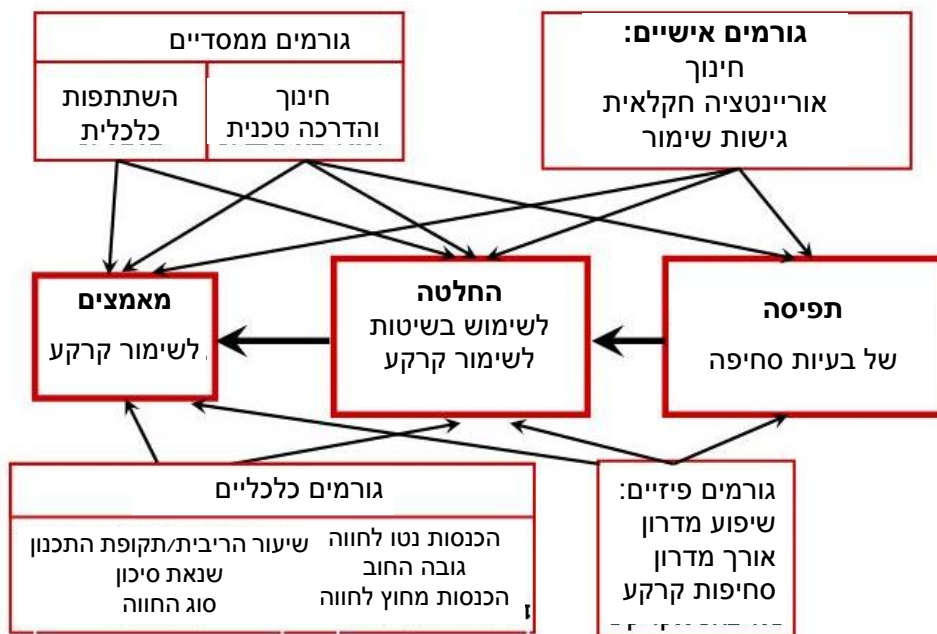
האופטימלית

3.2.5 מודלים כלכליים

העיקרון המנחה של מודלים כלכליים הוא חישוב כלכלי ליניארי בעל מספר רב של משתנים (Miranowski, 1984; Barbier and Bergeron, 1999; Shifarw and Holden, 2000). יש מודלים העוסקים במדיניות הכלכלה של הממשלה בנושא ניהול סביבתה. בדרך כלל מדיניות זו מתבטאת בפקודה-אכיפה (command-control). פועל יוצא ממדיניות זו הן תקנות בעלות גבולות קשיחים ודרישות טכנולוגיות הגוררות בצדן מדרג עונשים וקנסות הקבועים בחוק. המקרה ההפוך היא מדיניות תמריצים כמו הבטחת זכויות בקרקע, סובסידיות על גידולים בעלי פוטנציאל סחיפה נמוך, הלוואות ומענקים לצורך יישום טכנולוגיות שימור קרקע (Shifarw and Holden, 2000).

3.2.6 שיתוף ציבור

גישת שיתוף הציבור נובעת מחפיפה בין ניהול בר-קיימא (תרשים מס' 3.1 לעיל) לבין תפיסות כלכליות, שהראו אמפירית כי קיים קשר חיובי בין מעורבות הפרטים בשימור קרקע לבין הצלחת מדיניות ניהול סחיפה. בתרשים מס' 3.5 מוצג תהליך קבלת ההחלטות שחוזה החקלאי החל מהבנת בעיית הסחיפה בשדותיו, בחירת הכלים שבהם ישתמש להקטין או למנוע את הסחיפה וכלה ביישום הכלים בשטח (Ervin and Ervin, 1982).



תרשים מס' 3.5: תהליך קבלת החלטות בשימור קרקע (Ervin and Ervin, 1982)

מתרשים מס' 3.5 אפשר לראות את מגוון הגורמים המשפיעים על פעולות שימור הקרקע: גורמים אישיים של החקלאי, גורמים סביבתיים (פיזיים), גורמים כלכליים וגורמים ממסדיים. נמצא כי רמת ההשכלה של החקלאי והבנת בעיית סחיפת הקרקע היו הגורמים המובהקים שהשפיעו על החקלאי להגדיל את השקעתו בטכניקות משמרות קרקע (Ervin and Ervin, 1982).

חשיבות רבה יש לשיתוף הציבור בהערכת תכונות הקרקע והתאמת האמצעים לפיתוח בר-קיימא (במקרה שלנו לשימור הקרקע). הנתונים נאספים על בסיס תיאורים אתנוגרפיים שנעשו על ידי אתרופולוגים ועבודות של פדולוגים ומדעי כדור הארץ. באמצעות נתונים אלה מנסים למצוא מתאם בין טקסונומיות שפותחו על ידי תושבים מקומיים ותיאורי מצאי הקרקעות שלהם לבין אלה המקובלות על המדע. לשימוש בנתונים המתקבלים מהתושבים המקומיים חשיבות רבה מפני ששימוש זה מעצים את האוכלוסייה ומגייס אותה להשתתף באופן פעיל במאמצי שימור הקרקע הרגיונאליים (Winkleprins, 1999).

3.3 דוגמאות

3.3.1 צפון הנגב

דוגמה ליישום טכניקת ניהול אגרואקולוגית על פי מודל זרימה גמיש (הדומה למודל State and transition שהוזכר לעיל בסעיף 3.2.2) כפי שהדגימו בצפון הנגב פיקט ועמיתיו (Picket et al., 1999) מוצגת להלן באמצעות שני תרשימי זרימה המתארים את מרכיבי המערכת ואת מערכת קשרי הגומלין שבה (תרשים מס' 3.6).

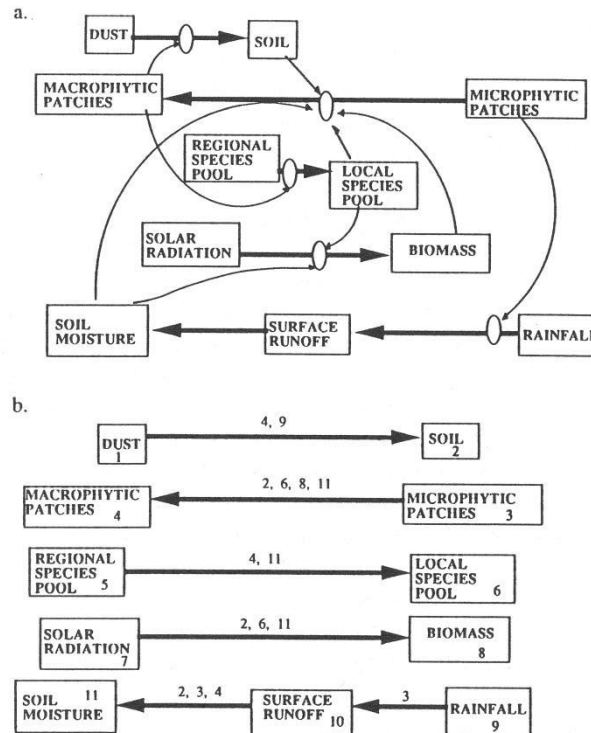


Figure 2.3. Premanagement model of a multiflow ecological system in the northern Negev. The model is a translation of the general concept of multiflow ecological system (fig. 2.1) into the specific situation of the northern Negev. The system represents the relationships among five ecological flow chains: soil, patches, species, energy, and water. In (a), several critical connections among the flow chains that control productivity (biomass) and diversity (local species pool) are shown by thin lines running from states of the controlling flow chains to the fluxes in the target flow chain. In (b), to simplify the diagram, the critical connections are shown by numbers of state variables on the flux that controls the target flow chain. For example, the numbers 4 and 11 on the species flow chain mean that the flow is influenced by controller 4 (macrophytic patches) and by controller 11 (soil moisture). The entire system is explained in the text.

תרשים מס' 3.6 : תרשים זרימה המתאר את המערכת האקולוגית ואת קשרי הגומלין שבה

מתוך ניתוח מערכתי כזה אפשר לאתר נקודות המהוות הזדמנויות ניהוליות. לדוגמה, מאגר מינים מקומי בעל השפעה חיובית על ביומאסה, כתמים צמחיים התורמים ליצירת קרקע ומשובים חיוביים על דגמי הכתמיות של הצומח. מלבד זאת אפשר לאתר סיכונים למערכת. לאחר הוספת מרכיב הניהול, המערכת ומערכת יחסי הגומלין שבה משתנות. באמצעות הרצה עקרונית של התהליכים אפשר לחזות את השפעות פעולות הניהול. לדוגמה, ייבוא צמחים, בניית טלאי צומח מלאכותיים והוספת בהמות מרעה לשטח המנוהל (תרשים מס' 3.7).

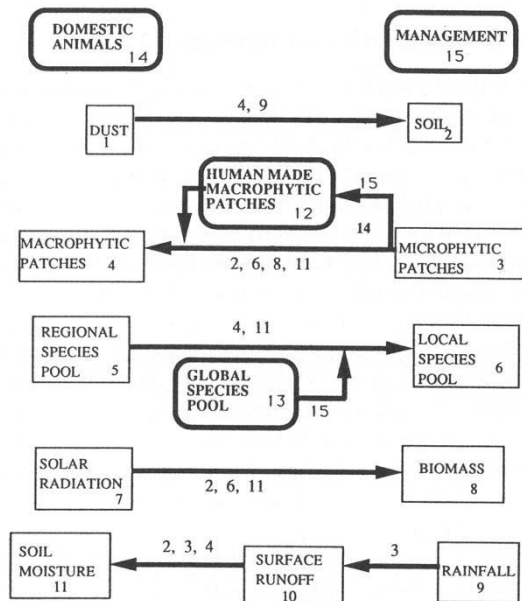


Figure 2.4. A system model of the Savannization Project. The bold-bordered variables (12–15) are the novel features added to the system (fig. 2.3b). Management adds two new variables to the patches and the species flow chains (12 and 13) and two new controllers (14 and 15). The effects of the new features on controlling flow chains are shown in bold numbers.

תרשים מס' 3.7 : תרשים זרימה לתיאור המערכת האקולוגית לאחר הוספת ניהול לבחינת ההשפעה ניהול שימור קרקע (מתוך Picket et al., 1999).

3.3.2 ניו-זילנד

החל משנות ה-30 ועד שנות ה-70 של המאה ה-20 נתפסה בניו זילנד פעילות שימור הקרקע כמלחמה נגד הטבע. בפרספקטיבה היסטורית רחבה יותר, שימור הקרקע הוא רק קרב אחד במלחמה מתמשכת של האדם בניסיון לשנות את הטבע כפי רצונו. מאז הגעת המתיישבים לאיים היה מוסכם על כולם שיש לטייב את המערכות האקולוגיות בצורה מלאכותית כמו הזכות לעשות זאת. הנוף הפסטורלי של ניו-זילנד הוא תוצר של מאמצי "שיפור" המערכת האקולוגית.

תפיסה זו היא תוצר של גישת מגננה לאומית, על פיה יש "לתרבת את הילידים, לאלף את השממה ולחנך את התושבים" בכדי להבטיח הישרדות (Pawson, 1987). על פי תפיסה מלחמתית זו יש הרואים את שימור הקרקע כחלק מהשמירה על הביטחון הלאומי. על כן, אין להתפלא כי בעיצומה של מלחמת העולם השנייה (1941) נעשתה חקיקה בנושא זה (Soil conservation and river control act קובץ PDF מצורף). בעלון הראשון של הרשות החדשה שהוקמה הוגדר דלדול קרקעות כ"גיס חמישי". בכך הוגדרה מחדש המלחמה נגד הטבע – מחלוציות ומבירוא שממה למלחמה נגד סחיפת קרקעות. בחוק משנת 1941 הוגדרה רשות ממשלתית (SCRCC - Soil Conservation and River

(Control Council) ומועצות אגניות מקומיות (רשויות ניקוז ושימור קרקע). נוסף על אלה, הוגדרו שיטות לשימור קרקע, בעיקרן שליטה על שימושי קרקע והגבלת החקלאות, עיבוד הקרקע והמרעה וחינוך חקלאים לשימור קרקע.

בתום מלחמת העולם השנייה ועד שנות השמונים של המאה העשרים הפך בהדרגה שימור קרקע לחלק ממדיניות הרווחה הסוציאלית של ניו-זילנד, ועל כן קיבל נושא זה את עקרונות מדיניות הרווחה (Wilks, 1993): אוניברסליות, אחדות ועקביות. בשל תקצוב מיזמים לשימור קרקע בכל האגנים נשמרה אחדות התגובה. תקציבים נוספים יוחדו להעסקת מהנדסי קרקע ונחלים, איסוף מידע מהשטח, בניית בסיס נתונים וביסוס חוות ניסויים בניהול SCRCC ומועצות הניקוז המקומיות. בתקופה ההיא מלבד הפעילות במסגרת מדיניות הרווחה, יזמה SCRCC תכנית אווירית מוצלחת שבה דישנו וזרעו שטחים נרחבים (aerial top dressing). את הצלחת התכנית יש לתלות בכך שהיא הייתה רגישה הן למטרות שימור הקרקע והן לתפוקה החקלאית.

בעקבות חילופי השלטון בניו-זילנד בשנת 1984 והערכה מחודשת של עלות-תועלת פעולות שימור קרקע וניקוז, הגיעו חברי הממשלה החדשה למסקנה כי התועלת מפעולות אלה היא מקומית בלבד ובעלי החוות בלבד נהנים מרווחי ההשקעה. על כן, קוצצו סובסידיות להשקיה באזורים מרוחקים, תקציב החקלאות (בתוכו שימור הקרקע) קוצץ, הופרדו רשויות שימור קרקע ומים מקומיות מהרשות הממשלתית וצומצמה התמיכה בהן. לטענת האוצר, מכיוון שהתועלת מפעולות אלה היא מקומית, אין סיבה לשלם עליהן מכספי משלמי המיסים.

מרכיב נוסף בתפקוד המדינה הוא יצירת זהות לאומית. צמיחתה של ניו-זילנד קשורה לדאגה לסביבה, ובעשורים האחרונים התחילה להתפתח מודעות קולקטיבית בנושא. בשנת 1991 נחקק חוק ה- Resources management act (לעיון במשמעויות החוק והשפעותיו ראו אתר האינטרנט: <http://www.mfe.govt.nz/rma/index.php>), החותר על דיגלה של ניו-זילנד את שימור הסביבה כערך עליון. החוק מאגד בתוכו את עקרונות התפיסה בת-הקיימא: שימוש פיתוח והגנה על משאבי טבע לרווחת התושבים כיום ובעתיד הנראה לעין. רשויות מקומיות ואזוריות נדרשות לנטר את מצב הסביבה שלהן ברציפות, וכן את מידת ההתאמה והיעילות של מדיניותן בנושא זה והתכניות הנובעות מהן. בעקבות החקיקה החלה עבודה משותפת בין מכוני מחקר ממוקדי קרקע וגופים ממשלתיים במימון ממשלתי (Roche, 1997).

אפשר למצוא דמיון רב בין התפיסה של המתישבים בניו-זילנד לבין התפיסה של תושבי ישראל בנושא מאבק האיתנים נגד הטבע, החל מחלוצי ההתיישבות וייבוש הביצות וכלה בייעור ובעיבוד חקלאי בספר המדבר.

3.3.3 הולנד

מקרה המבחן של הולנד מדגים את התפתחות גישות ניהול הסביבה באירופה ובעולם כולו במאה האחרונה. אפשר להבחין בארבעה דורות של קונספט ניהול סביבה (דורות הניהול מודגמים על איכות מים ואוויר – הבעיות הרווחות באירופה).

הדור הראשון (1960–1970) טיפל נקודתית בהשפעות של מיפגעי סביבה, גישת "קצה הצינור", וכלל ניטור מפגעים ועבודות ניקוי מקומיות. על פי גישה זו השחקנים הראשיים הם הממשלה והכלים העומדים לרשותה: חקיקה וקביעת תקנות. בעלי העניין בקרקע היו רק שחקן משני בתהליך.

הדור השני (שנות ה-80 של המאה ה-20) כלל מניעה ועירב בתהליך הניהול גם את הנהלות החברות הגדולות (מייצרות המפגעים). הכלים ששירתו את מערך הניהול כללו טיפול נקודתי והתערבות בתהליכי ייצור וייעול תהליכים. עובדי החברות היו שחקני משנה בתהליך, ומלבד לחקיקה החלה פעילות וולונטרית.

הדור השלישי (שנות ה-90 של המאה ה-20) תפס לא רק את הייצור כתהליך שלם, אלא כחלק מתהליך-על של שרשרת ייצור-צריכה. שיטות ניהול שרשראות (chain management) עירבו משתמשי קצה ובעלי עניין, שלכאורה לא היו קשורים ישירות למפגעים. השימוש בתקנות עדיין נעשה, אך פחת ביחס לפעולות וולונטריות ולסיוע של כלים פיננסיים.

הדור הרביעי (ראשית המאה הנוכחית ועדיין בהתהוות) נשען על התפיסה המערכתית. הוא כולל ניהול מעברים (transition management) ומשתמש בעיקר בכלי ניהול תהליכיים-חברתיים ושיתוף הציבור. על פי גישה זו השינוי החברתי ועקרונות הקיימות (sustainability) הם המניעים העיקריים לשימור. מכך נגזר כי השחקנים העיקריים בניהול הסביבה, מלבד לממשלה ולחברות הגדולות, הם כל בעלי העניין בקרקע, קרי קבוצות חברתיות שונות בעלות עניין עקיף או שולי.

מובן שעם התפתחות ההיסטורית של שיטת הניהול גדלה גם מורכבותה וגם העלויות הקשורות בה. אולם הצורך בה נראה גדול מתמיד, כשבתום 50 שנות מודעות סביבתית גוברת, עדיין נמצאות בעיות ללא פיתרון (Owens, 2007).

חלק ב' – ניתוח המצב הקיים בתחום הסקר

4. תיאור אזור הסקר

תחום השטח שנסקר בעבודה זו כולל את אגני הניקוז של הנחלים שקמה, בשור, אבתח ולבלן (תרשים מס' 4.1). אגן נחל בשור הוא הגדול במדינת ישראל בניקוזו לים התיכון ושטחו כ-3,420 קמ"ר. חלקו העליון של אגן נחל הבשור כולל את הרי חברון ושיפוליו, החלק האמצעי של האגן משתרע על העמקים הלסיים של צפון הנגב ומערבו, ובמורד האגן הנחל זורם אל דרום מישור חוף הים התיכון ואזור עזה (תרשים מס' 4.1). סמוך לאגן ניקוז בשור נמצא אגן ניקוז נחל שקמה, ששטחו כ-770 קמ"ר. נחל אבטח הוא נחל חופי הזורם לים התיכון מדרום לשפך נחל שקמה, ושטחו אגן הניקוז שלו כ-86 קמ"ר. מדרום נכללים לסקר אגן נחל לבן ונחלים המתנקזים לסיני, שטחם משותף כ-1,083 קמ"ר. בסך הכל שטח הסקר – המורכב מאגני הניקוז הנ"ל – הוא כ-5,328 קמ"ר. מתוך שטח זה כ-3,161 קמ"ר הם שטחי אש, אזורים בנויים ושמורות טבע. נוסף לשימושי הקרקע האלה, נמצאים בשטח הסקר גם שימושי קרקע לחקלאות (ראה פירוט בהמשך בתת-פרק שימושי קרקע), לדרכי נוף ולשטחים פתוחים המיועדים לרוב למרעה.

נחל שקמה עובר ברובו ברצועות שימור הכוללות את לב פארק שקמה ושמורות טבע. במורד נחל שקמה ממוקם מפעל החדרה "שקמה" להעשרה מי התהום (בהפעלת "מקורות"). ברשימת סקרי הנוף ותכניות-אב שהוכנו במרחב שקמה-בשור ניתן למצוא את הבאים:

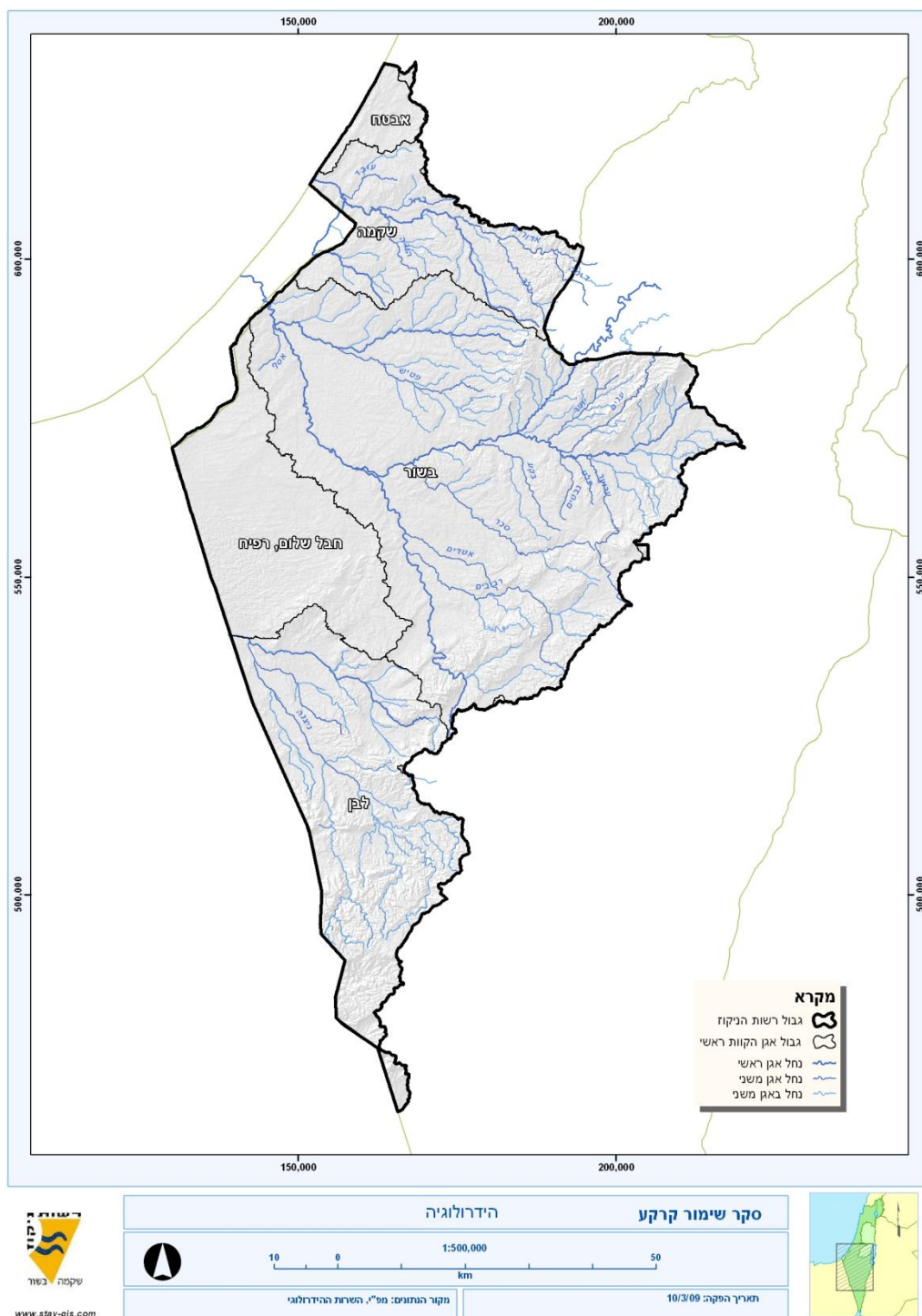
- תכנית-אב לנחל בשור. א' קשטן וצוות תכנון (יוני 2002). תכנית אב לשיקום ופיתוח נחל הבשור. המנהלה לשיקום ופיתוח נחל הבשור ואחרים
- תכנית-אב לנחל באר שבע. א' רחמימוב ולי' מירון (אדריכלים ומתכנני ערים) (2002). תכנית-האב לשיקום ופיתוח נחל באר שבע
- תכנית אב ומתאר מחוזית חלקית מרחב שקמה תמ"מ 43/14/4. א' ב' איזן (2005). מתכנני ובוני ערים
- תכנית-אב דרך ההיין. מועצה אזורית רמת הנגב (תכנית מתאר מחוזית חלקית מס' 42/4).

בנוסף לכך, הוכנו תכניות וסקרים נוספים:

- תכנית חבל לכיש – תכנית-אב לתיירות במועצה אזורית לכיש (2005). אגף הנדסה במועצה אזורית לכיש
- נחל שקמה אגן מרכזי. רמון, זוסמן ורון (2004). מכון דש"א – נחל שקמה אגן מרכזי – סקר ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת אדם
- אזור להב – סקר נוף. צוער ורמון (2002). מכון דש"א – סקר להב – ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת
- חבל יתיר – סקר, ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת האדם, (2006). מכון דש"א – ש' סולר, מ' רון, י' פרלמן וא' רמון.
- הכורכרים הדרומיים. רומם ורמון (2001). מכון דש"א – הכורכרים הדרומיים – מיפוי שימושי קרקע וסקירה ראשונית של ערכי טבע ונוף

בתכניות אלה ניתן למצוא תיאור מפורט של משאבי טבע ומורשת באזור הסקר. מכיוון שהסקר

הנוכחי מתמקד בנושא שימור קרקע בדגש על בעיות סחף-קרקע באזור שקמה-בשור, תיאורי שטח הסקר מתרכזים בפרמטרים פיזיוגרפיים החשובים למטרות הסקר.



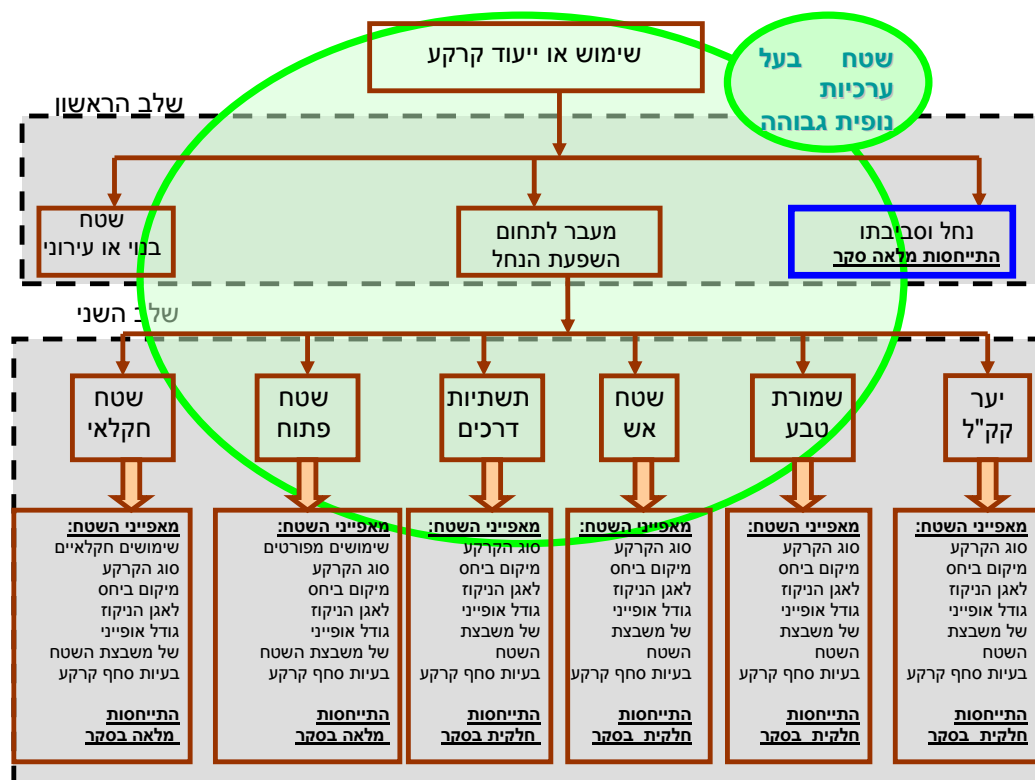
תרשים מס' 4.1: שטח אזור הסקר – אגני ניקוז שקמה, בשור, אבטח ולבן

4.1 גבולות העבודה ואפיון אזורים

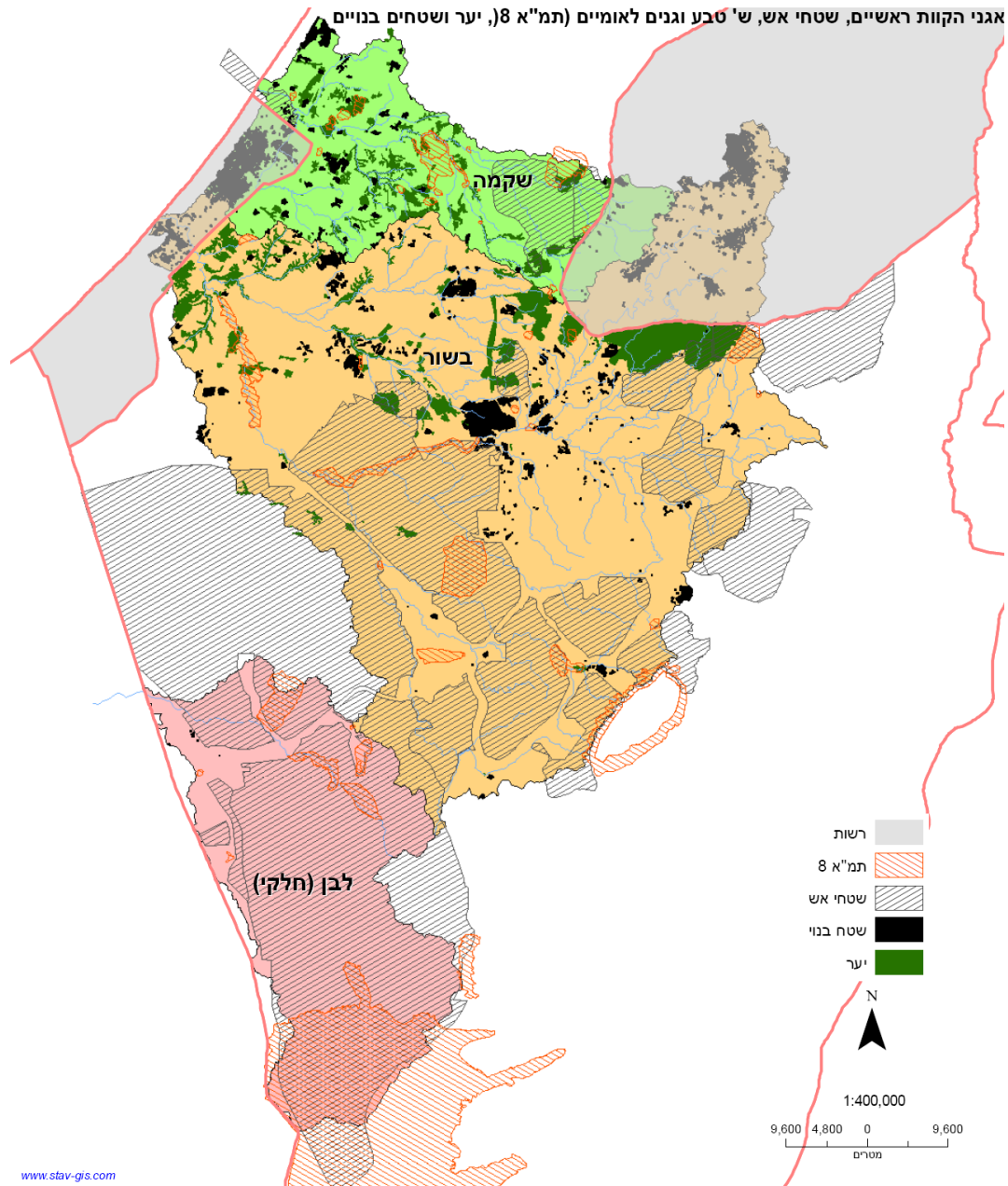
הגבולות הגאוגרפיים של הסקר הוגדרו מראש: גבולות אגני הניקוז שקמה, בשור ואבטח הנמצאים בתחום רשות שימור קרקע שקמה-בשור. בשלב א', כחלק מפעילות הסקר, אופיינו אזורי הסקר השונים, ולאחר מכן הם סווגו לשלוש קבוצות, על מנת לאפשר בהמשך ניתוח פרטני של כל אזור על פי מאפייניו הפרטניים המותאם לו ולהיבטים הרלוונטיים לשימור הקרקע.

אפיון השטחים וסיווגם מוצג להלן (ראה תרשימים מס' 4.2, 4.3, 4.4):

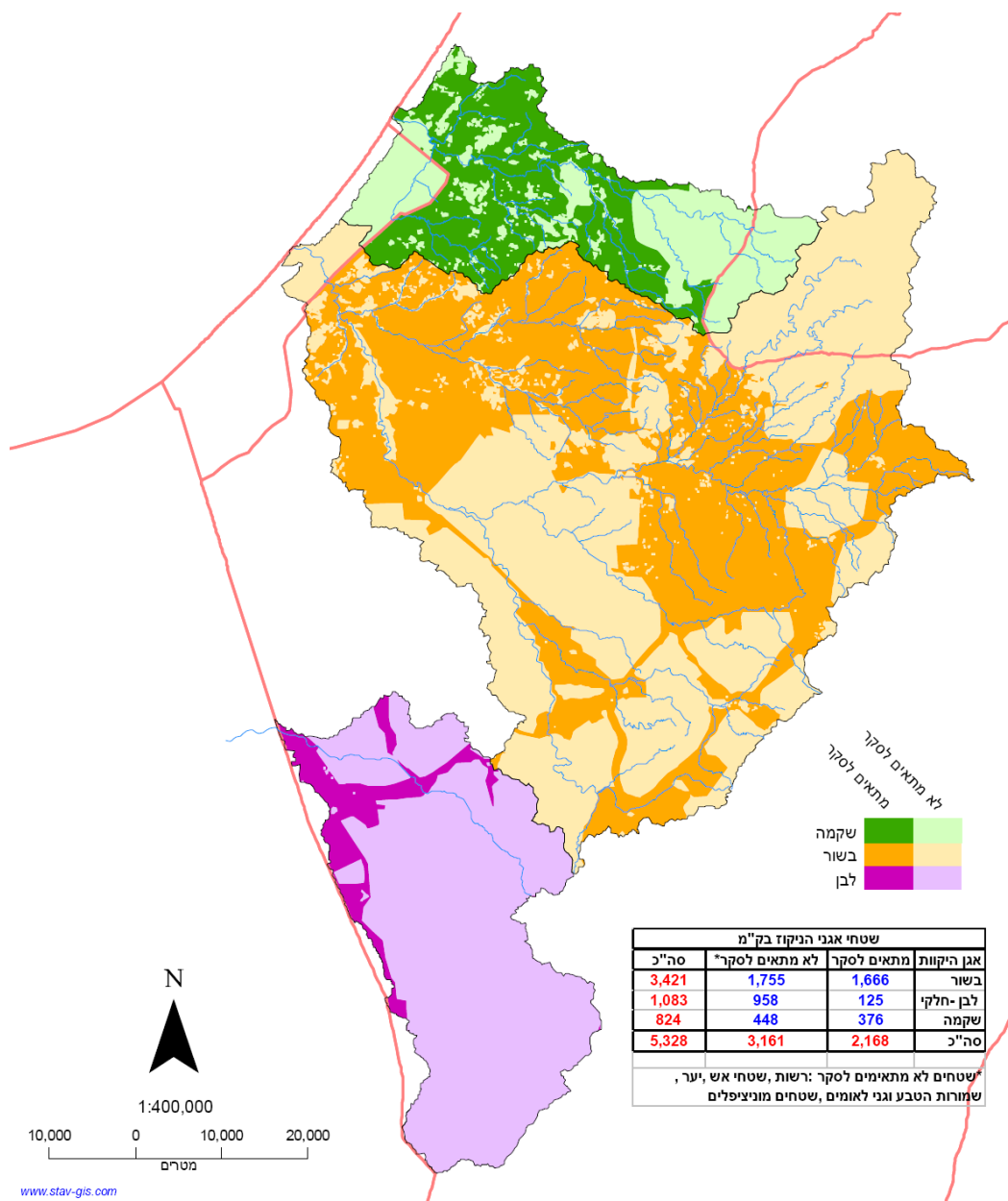
- סיווג א': שטח בנוי או שטח פתוח
 - סיווג ב': שטח הנמצא בקרבת הנחל. קרבת הנחל מוגדרת לפי קו גבול הנחל, כפי שהוגדר בתכנית פרסום. אם לא קיימת תכנית פרסום לקטע הנחל, אזי קרבת הנחל מוגדרת על פי הנחיות רשות הניקוז.
 - סיווג ג': על פי המצב הסטטוטורי -
 - (1) שטחי אש (פעילות רשות שימור קרקע מוגבלת אך אפשרית)
 - (2) שמורות טבע (תמ"א 8) (פעילות רשות שימור קרקע מוגבלת)
 - (3) דרכים ומסילות ברזל (לפי תמ"א 3)
 - (4) יער וחורש טבעיים ונטועים. השטחים הוגדרו לפי תמ"א 22. היער והחורש מוגנים על ידי רשות שמורת הטבע וגנים לאומיים ועל ידי קק"ל (פעילות מוגבלת של רשות שימור קרקע)
 - (5) שטח חקלאי
 - (6) שטח פתוח הכולל גם שטחים המיועדים לרעייה.
- על בסיס המצב הסטטוטורי הוגדרו שטחים שבהם פעילותה של רשות שימור קרקע מוגבלת, ולכן בעבודה זו היכולת לעסוק בשטחים אלה מוגבלת.
- בכל שלב של סיווג השטחים, שטחים בעלי ערכיות נופית גבוהה קיבלו סטטוס אחר לבחירת מערכת אמצעי שימור קרקע, כדי להקטין את השפעת מערכת שימור הקרקע על הנוף.



תרשים מס' 4.2: הגדרה של גבולות הסקר והתייחסות לתא שטח בסקר



תרשים מס' 4.3 : שימושי קרקע עיקריים בתחום העבודה



תרשים מס' 4.4 : חלוקת שטח העבודה על פי מידת ההתאמה לסקירה

4.2 אקלים

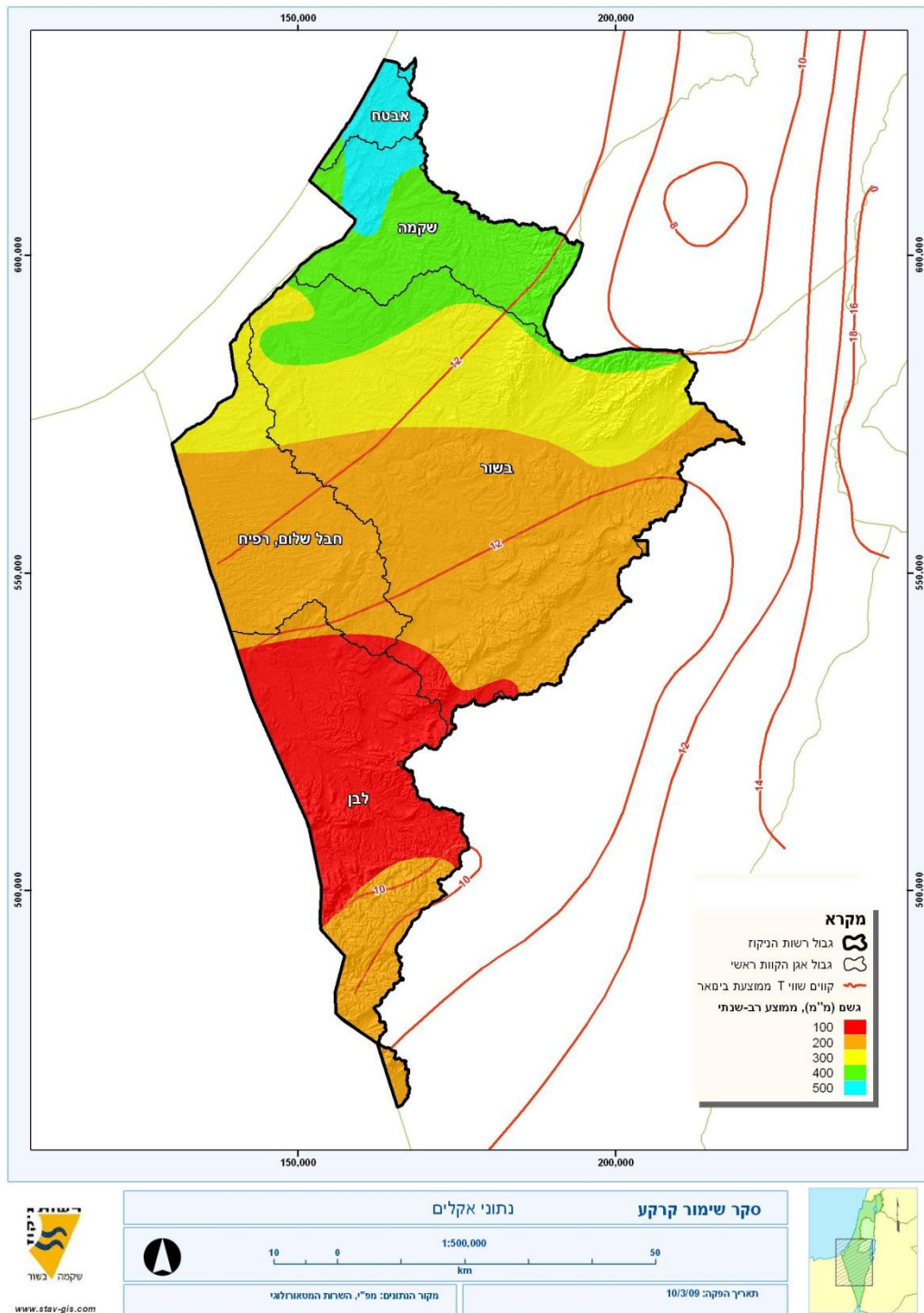
שטחי הסקר נמצאים באזור מעבר בין אקלים ים-תיכוני בצפון ובין אזור בעל אקלים צחיח בדרום. רוב אזור הסקר שייך לאקלים צחיח למחצה. עובי המשקעים הוא בטווח 400 מ"מ באזור החוף, 500 מ"מ באזור הרי חברון וכ-100 מ"מ באזור אשלים ושדה בוקר (תרשים מס' 4.5). באזור הסקר עונת הגשם היא בין חודש נובמבר לחודש מרץ. שיא עונת הגשם הוא בחודש בינואר (גולדרייך, 1998). גרדיאנט חריף זה של השתנות עובי המשקעים קשור לשלושה גורמים עיקריים: (1) הדרמה – ככל שמדרמים כך ניכרת הירידה במשקעים; (2) עלייה בטופוגרפיה (השפעה אורוגרפית) – ככל שעולים בהר, כך ניכרת עלייה במשקעים; (3) השתנות קווי החוף היא מכיוון אורכי (מרידיאנלי) בארץ לכיוון רוחבי בסיני, ולכן גושי האוויר, המגיעים לאזור הם בעל אופי יבשתי יותר ומביאים להפחתה ניכרת בכמות משקעים בין קריית גת לבאר שבע (גולדרייך, 1998). ההתאדות הפוטנציאלית היא בטווח 1,800–2,600 מ"מ בשנה (גולדרייך, 1998). הטמפרטורה הממוצעת השנתית היא 19°C ; הטמפרטורה הממוצעת בקיץ היא 26°C ; הטמפרטורה הממוצעת בחורף היא 10°C .

מצבים סינופטיים השולטים באזור

סופות הגשם המתרחשות באזור הסקר הן משני טיפוסים: בעונת המעבר פעילות בעיקר מערכות שמקורן מדרום לאזור, ובחורף מגיעות מערכות מזג אוויר ים-תיכוניות. לצד המערכות הסינופטיות העיקריות מופיעות גם מערכות בעלות אופי מקומי, שמקורן על פי רוב במטח ענן (cloud burst) או במיקרו-מטח קונוקטי (גולדרייך, 1998). להלן אפיון קצר של מצבים סינופטיים אלה.

מצב סינופטי בחורף הגורם למשקעים נרחבים, בדרך כלל קשור במעבר שקעים חזיתיים מעל מזרח הים התיכון. בין השקעים יש לציין את שקע ג'ינובה, שקע סהרה ושקע קפריסין. אזור קפריסין הוא המזרחי ביותר בין האזורים הציקלוגנטיים המשפיעים על ישראל (גולדרייך, 1998). שקע קפריסין, המגיע כחזית בעיקר מצפון-מערב, בדרך כלל מכסה שטחים נרחבים בגשם. משך הגשם מספר ימים, עוצמותיו נמוכות יחסית, לרוב עד 10 מ"מ לשעה (שרון, 1979), אך עובי המשקעים ניכר ועשוי להגיע ל-40 מ"מ ויותר בסופה.

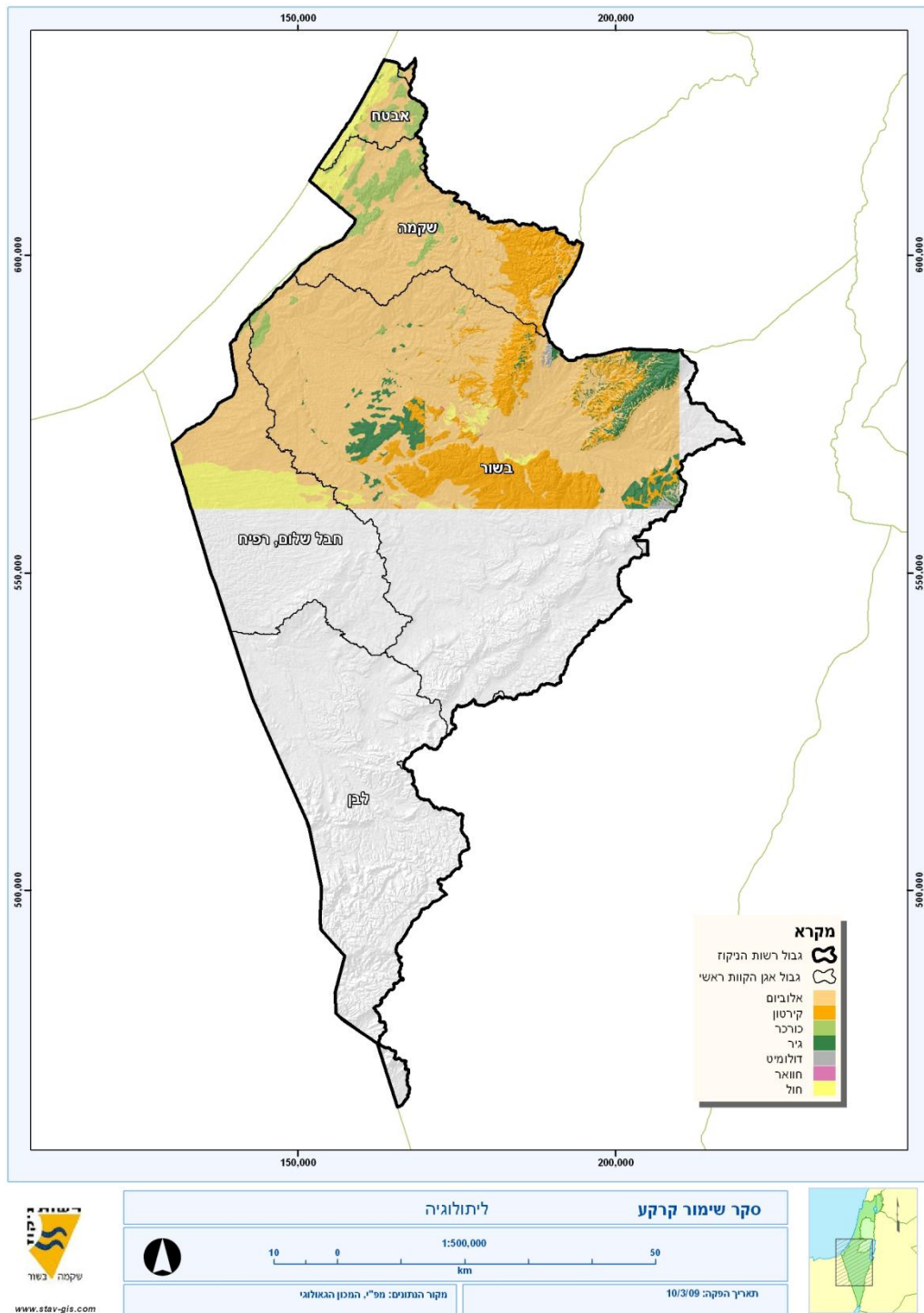
בעונת המעבר שכיחה באזור המערכת הסינופטית אפיק ים סוף (זיו, 1994). בדרך כלל מערכת זו אינה גורמת לגשמים, אלא רק כשאפיק זה פעיל. אפיק ים סוף מתפשט מדרום לכיוון צפון והתקדמותו קשורה לזרם סילון הסובטרופי (Krichak et al., 1997). בשלושה במצבים סינופטיים מיוחדים: (1) כשאפיק ים סוף מסיע לחות ממקור טרופי; (2) כשהזרמים המרידיאנליים חזקים; (3) וכשאפיק ים סוף מתעמק צפונה, נגרמת תוספת לחות ואי-יציבות במסת האוויר ומתפתחים עננים ערמתיים אשר יוצרים סופות קונבקטיביות (זיו, 1994). לסופות קונבקטיביות יש אופי מקומי חזק, הן מביאות גשם בעל עוצמות גבוהות מאוד (יותר מ-30 מ"מ/שעה, ולפעמים עד 100 מ"מ/שעה). בבאר שבע בחודש אוקטובר 43.9% מסך הגשם הוא גשם קונבקטיבי (קוטיאל, 1978, בתוך גולדרייך, 1998). בדרך כלל גשם קונבקטיבי נמשך מספר שעות. גודל תא הגשם כמה קמ"ר. בדך כלל כמות המשקעים הסופתית אינה עולה על 20 מ"מ. באזור הסקר עקב עוצמות חזקות וזמן התרחשות (סתיו, חוסר כיסוי צמחייה) סופות קונבקטיביות גורמות לבעיות סחף-קרקע גדולות ביותר.



תרשים מס' 4.5 : מפת עובי גשם באזור הסקר

4.3 ליתולוגיה

באזור הסקר הסלעים העיקריים הם סלעי משקע (sedimentary rocks), בעיקר סלעי גיר, דולומיט וחואר (תרשים מס' 4.6). החלק המזרחי של אזור הסקר שייך לאנטיקלינוריום של רכס חברון, החלק המערבי והחלק הדרום-מערבי של אזור הסקר שייך ליחידה הפיזיוגרפית של חולות סיני, והחלק המרכזי של הסקר הוא עמק לסי של באר שבע, שבו משקעים אאוליים. עובי המשקעים האאוליים מגיע עד למטרים אחדים. במערב האזור רכסי כורכר מבדילים בין העמק הלסי לבין החולות של מישור החוף. המשקעים האאוליים והאלוביאליים הם הבסיס להתפתחות קרקעות האזור. ההרכב המינרלוגי הטיפוסי של המשקעים האאוליים הוא: 40%–50 קוורץ, 25%–35 קלציט, 10%–15 דולומיט וכ-10% חרסיות.

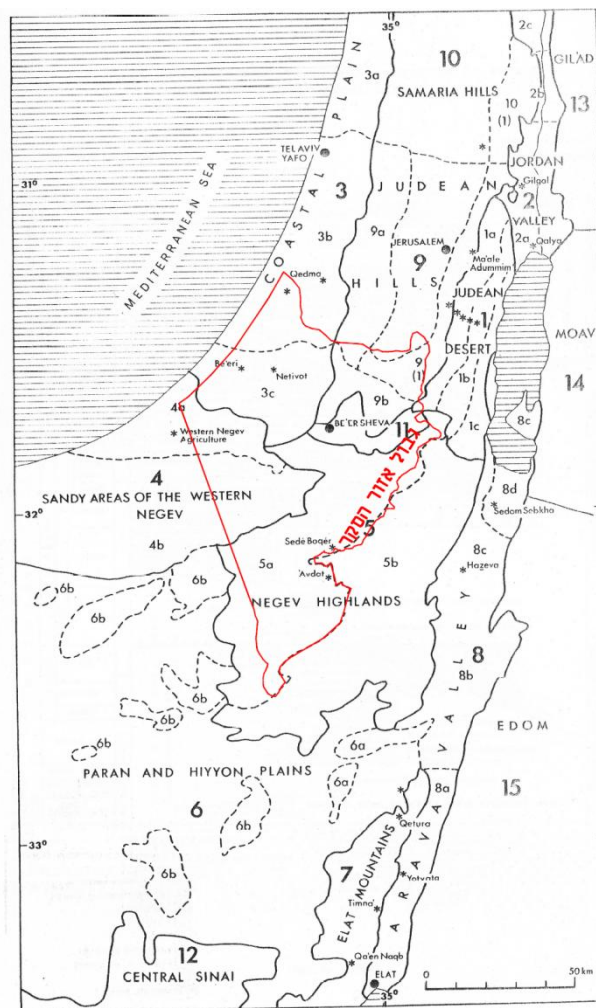


תרשים מס' 4.6: ליתולוגיה של אזור הסקר

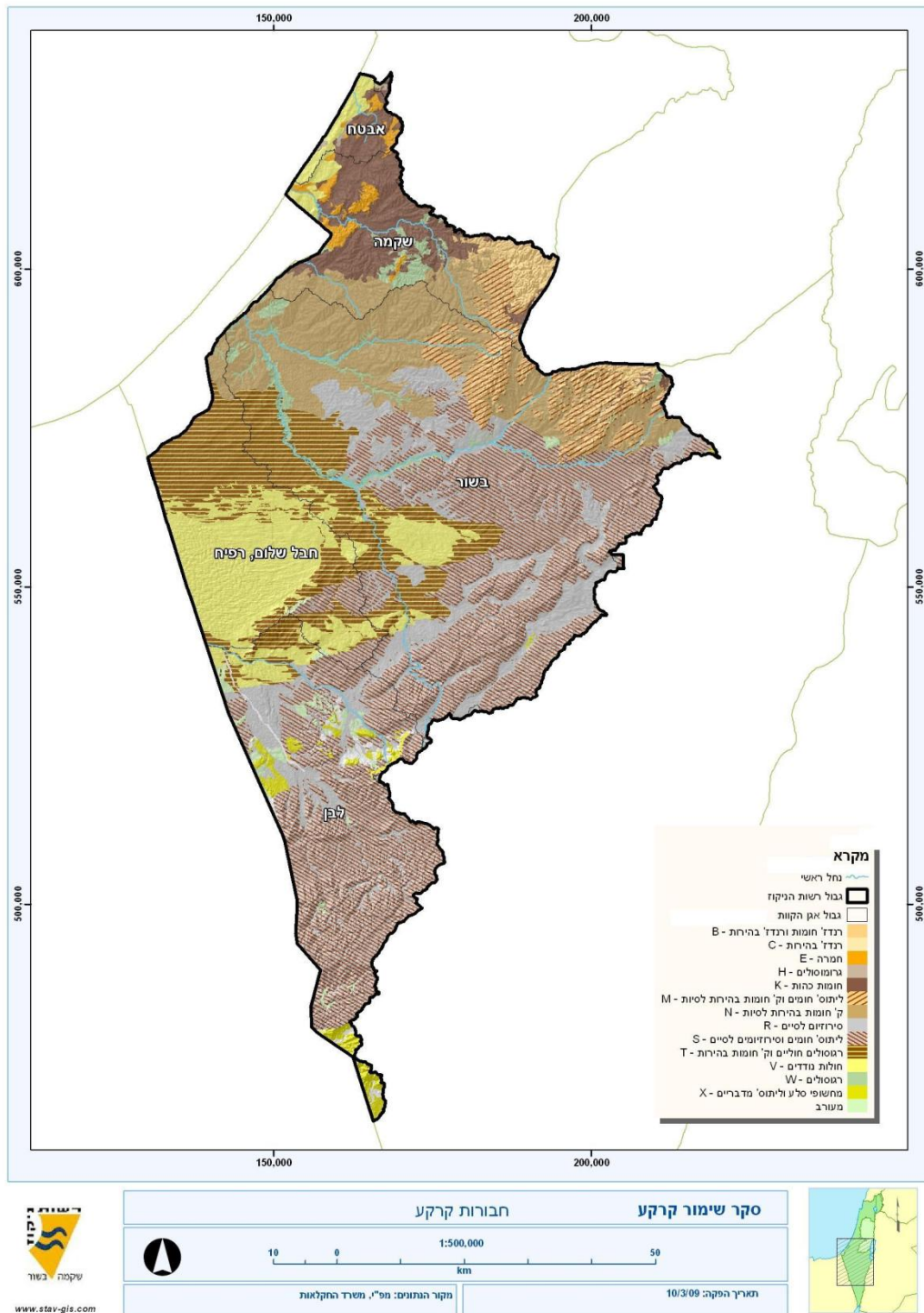
4.4 יחידות פיזיוגרפיות וקרקות

את אזור הסקר אפשר לאפיין באמצעות כמה יחידות פיזיוגרפיות (תרשים מס' 4.7). החלוקה ליחידות פיזיוגרפיות מבוססת על יחידת נוף הומוגנית (מישור חוף או אזור מורס), יחידות סלע-אם והתפתחות גאומורפולוגית ואקולוגית דומה. באותה יחידה פיזיוגרפית קרקע עוברת תהליך היווצרות דומה. אזור הסקר כולל מספר רב של יחידות פיזיוגרפיות, מהרי חברון עד קו החוף, כולל העמקים הלסיים בצפון הנגב, שפלה וחולות במערב הנגב.

על גבי סלעי משקע ימיים, אאוליים ואלוביאליים בתנאים של אקלים צחיח וצחיח למחצה התפתחו קרקעות ליטוסולים, רגוסולים, קרקעות לסיות חוליות באזורים הרריים, רנדזינות וטרה רוסה (תרשים מס' 4.8).



תרשים מס' 4.7: יחידות פיזיוגרפיות של דרום-מרכז ישראל (Dan et al., 1981). המפתח ניתן רק בעבור אזורים הרלוונטיים לסקר הנוכחי: 3 – שפלה; 3a – שרון; 3b – פלשת; 3c – אזור לסי בצפון הנגב; 4 – אזורים חוליים של במערב הנגב; 4a – רגוסוליים חוליים; 4b – דיונות חול; 5 – הרי הנגב; 5a – שיפוליו המערביים של הרי הנגב; 5b – שיפוליו הדרומיים-מזרחיים של הרי הנגב (לא נכלל בסקר); 9 – הרי יהודה וחברון; 9a – שיפוליו של הרי יהודה; 9b – שיפוליו הדרומיים של הרי יהודה וחברון

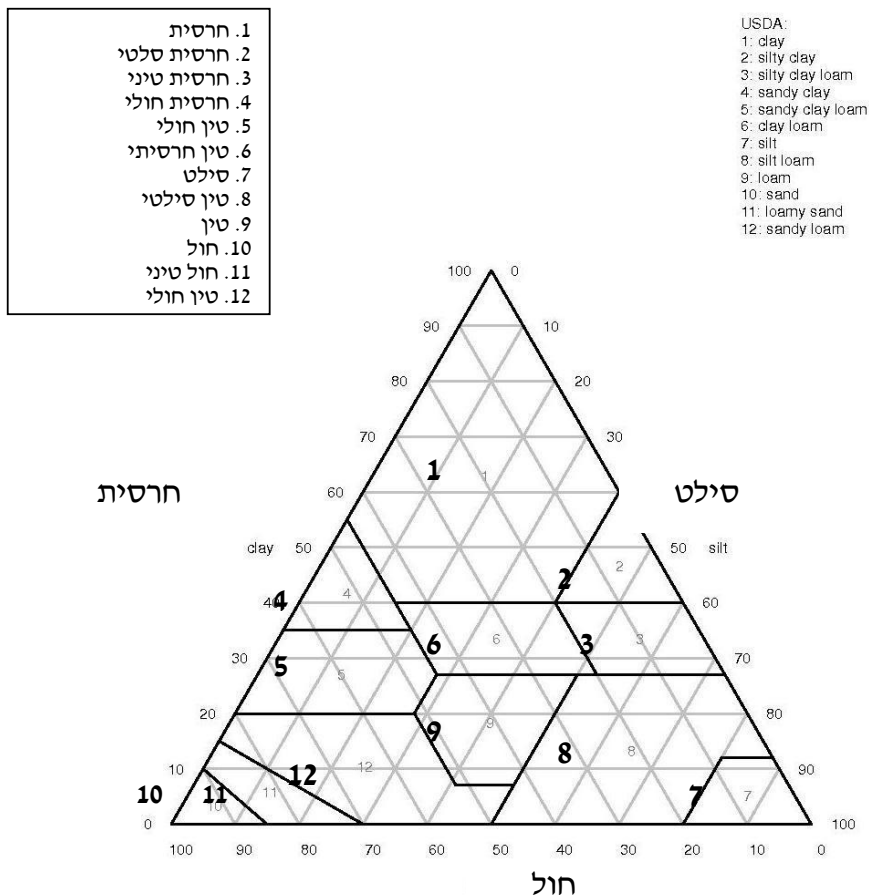


תרשים מס' 4.8: מפת קרקעות של אזור הסקר

(חבורות הקרקע לפי סיווג ע"י יואל דן, משרד החקלאות, 1:50,000)

קרקע היא שכבה אופקית (לרוב) של חומר מינרלי וחומר אורגני מופר, או שילוב של השניים, הנמצא על פני שטח מוצק ויכול להיות מצע להתפתחות צומח טבעי ובעלי חיים. מבנה הקרקע מתייחס לשילוב או לסידור המרחבי של החלקיקים המוצקים (מינרלים ואורגנים) בנפח הקרקעי. שלושה משתנים מגדירים את מבנה הקרקע: גודל, צורה וחוזק התלכידים. קרקע בעלת מבנה יציב תהיה עמידה בפני סחף במידה רבה יותר בהשוואה לקרקע שבה מבנה התלכידים אינו יציב.

מרקם הקרקע מוגדר על פי היחס בין שלושה מקטעי גודל שונים: חול, סילט וחרסית (תרשים מס' 4.9). גודלו הפיזי של כל אחד מהמרכיבים האלה קובע את מאפייני הקרקע הכימיים והפיזיקליים. את מרקם הקרקע אפשר לחלק לקבוצות מיון מקובלות, ובעזרתן אפשר ללמוד על אופי הקרקע הצפוי. ככל שחלקו היחסי של מקטע החרסית עולה משתפרת יציבות הקרקע ועמידותה בפני סחף עולה. עלייה בתכולת החרסית משפרת את אחיזת המים של הקרקע, משנה את עקום החידור של הקרקע ומורידה את ערך הקצב של החידור הסופי. בנוסף לכך תכולת חרסית גבוהה מונעת הרס תלכידים וסחף של חומר מינרלי דק גרגר.



תרשים מס' 4.9: משולש הקרקע – הגדרת הקרקע על פי מרקם

תיאור קרקעות

טבלה מס' 4.1: מרקם קרקעות באזור הסקר (הערכים הם ממוצעים לאופק A)

(הסבר המושגים, להלן נספח ב', מילון מושגים)

יחסי מרקם, %		קרקע	
סילט	חול	שם	סימול
15-20	20-25	טרה רוסה	A
40-50	20-40	ליתוסולים חומים	M
20~	15-20	גרומסול	H
15~	50-60	רגוסולים חוליים	T
1-3~	90<	חולות נודדים	V
#	#	מחשופי סלע	X
[5-25]	50-60	קרקע חומה כהה	K
[20-30]	[20-30]	רנדזינה חומה	B
[30-20]	[30-20]	רנדזינה בהירה	C
[15-20]	[40-60]	לס	N
[5-10]	[70-90]	חמרה	E
[15-20]	[15-20]	רגוסול	W
[15-20]	[40-60]	סירוזום לסי	R
[20-30]	[55-65]	ליתוסולים חומים וסירוזום לסי	S

תיאור חבורות הקרקע (יואל דן, "קרקעות ארץ ישראל")

קרקעות טרה-רוסה

קרקעות חרסיתיות חומות-אדומות, בעלות חתך רדוד ABR או AR (אופק עליון על גבי סלע), המצויות על גבי סלע שעומקו אינו עולה על 50 ס"מ. צבעו של אופק A כהה יחסית ומבנהו גרגרי או אגוזי, ואילו של צבעו של אופק B אגוזי או פריסמטי. המעבר בין אופק B לסלע מתחתיו חד. לרוב הטרה-רוסה נטולת גיר. מבחינה חקלאית בתנאים שבהם פרופיל הקרקע עמוק מספיק אפשר לגדל בקרקעות טרה-רוסה עצים נשירים או גידולי שדה (כתלות באקלים).

גרומסול

קרקעות חרסיתיות מונטמורילוניטיות, חומות כהות או חומות-אפורות. בתנאי יובש נוטות להיסדק דבר הגורם להיפוך קרקע, ולכן המעבר בין האופקים אינו חד. לרוב האופק העליון גרגרי ומשתנה בהדרגה לאגוזי. מעומק של $\frac{1}{2}$ מטר ומעלה מופעים לרוב מישורי החלקה. בדרך כלל קרקעות אלה מכילות גיר. מבחינה חקלאית קרקעות גרומסול מתאימות לגד"ש או לפלחה במגבלות טופוגרפיה.

רגוסולים חוליים

קרקעות בעלות חתך AC שהתהוו מחומר בלתי מלוכד שמקורו בדרך כלל בקרקעות קבורות. לרוב הקרקעות נפוצות במדרונות, בתרונות או בשטחים של חול צעיר. מבחינה חקלאית קרקעות רגוסולים חוליים מתאפיינות בקיבול מים נמוך, ולכן מוגבלות מבחינת ההתאמה לגידולים רבים.

חולות נודדים

חול וקרקעות חוליות, שנוצרו מחומר איאטלי או אלובי, לרוב מצויות בשטחים גבוהים (בפני הארץ). לרוב הקרקע בעלת חתך C או AC. מבחינה חקלאית לחולות הנודדים יכולת קיבול מים נמוכה

מאוד, ובעקבות שטיפה מהירה עשוי להיווצר מחסור ביסודות קורט. בנוכחות גיר הקרקע מוגבלת לשימוש חקלאי. בתנאי ממשק יעילים אפשר לגדל בחולות הנודדים ירקות, אגוזי אדמה וכיו"ב.

קרקעות חומות כהות

בדרך כלל לקרקעות חתך מפותח (ABC). צבעו של אופק A הוא חום, מרקמו חולי עד סייני ומבנהו גושי עד אגוזי. צבעו של אופק B הוא חום כהה, מרקמו סייני-חולי עד חרסיתי ומבנהו פריסמטי. ציפוי חרסיתי מכסה את התלכידים שבאופק זה. הקרקע נוצרה מחול שכוסה בהדרגה במשקעים איאוליים דקי-גרגר או שהיא נוצרה מסחף מעורב. קרקעות אלה נפוצות במערב פלשת, בעיקר במדרונות תלולים או לרגליהם. מפאת מרקמה יש להקפיד על משטר השקיה ודישון למניעת היווצרות נגר, בעיקר מהמדרונות.

קרקעות רנדזינה חומה

קרקעות חרסיתיות חומות כהות, בעלות חתך לא מפותח, הנוצרות על גבי סלע מוצא גירי קשה (דולומיט ולעתים נארי). אופק הקרקע העליון (A) בעל צבע כהה יחסית לקרקעות רנדזינה נפוצות. לעתים הקרקע מכילה כמויות גדולות של חומר אורגני בלתי פעיל (הומוס). במעבר לאופקים עמוקים גוון הקרקע הופך בהיר והמעבר לסלע המוצא חד. לרוב הקרקע רדודה וחומר המוצא הסלעי חשוף על פני השטח. מבחינה חקלאית לרוב קרקעות רנדזינה חומה רדודות, ולכן הן עלולות להיות רגישות להיווצרות תנאי סחף בממשק חקלאי לקוי.

קרקעות הרנדזינה הבהירה

קרקעות גיריות, צבען חום עד אפור בהיר, מרקמן סייני עד חרסיתי-סילטי, והן בעלות חתך AC. רנדזינה בהירה נוצרת מקירטון או מחוואר. לאופק A מבנה פירורי. המעבר לסלע-האב הוא הדרגתי. הרנדזינות הבהירות מכסות חלק ניכר מן המדרונות הקירטוניים והחוואריים התלולים והסחופים שבאזורים ההרריים של צפון הארץ ומרכזה. כמו כן אפשר למצוא רנדזינה בהירה באזורים המאופיינים בפרוטוגרמוסולים חומים בזליים. מבחינה חקלאית קרקעות רנדזינה בהירה רדודות וגירניות, ולכן יש השפעה על הצומח.

קרקעות לס

קרקעות חוליות-סייניות או קרקעות סייניות דקות-גרגר, צבען חום-צהוב בהיר או חום חיוור מאוד. הן מכילות גיר וחסרות חתך ברור. קרקעות אלה נוצרו משקיעה משנית של אבק איאולי, או מסחף מים של חומר דמוי לס, ולעתים הן מלוחות במידת-מה. קרקעות הלס הצעירות מצויות בשקעים בצפון הנגב. מבחינה חקלאית קרקעות לס רגישות להתפתחות ערוצונים בעקבות סחיפה מואצת הנובעת ממרקם בינוני ומבנה תלכידים בלתי יציב.

קרקעות חמרה

קרקעות בעלות חתך מפותח ABC. צבעו של אופק A הוא חום, המרקם שלו חולי ומבנהו גושי עד שפיד. צבעו של אופק B אדום, המרקם שלו חולי-סייני עד סייני-חרסיתי-חולי ומבנהו גושי או פריסמטי. ציפוי חרסיתי חום-אדום מכסה את התלכידים הפריסמטיים שבאופק B. חומר-האב שבעומק הוא חולי. הקרקעות נטולות גיר, והן נייטרליות בתגובתן. לעתים קרקעות חמרה חמוצות במידת-מה. תכולת החומר האורגני שבהן נמוכה. מבחינה חקלאית בקרקעות חמרה יכולת קיבול המים מוגבלת, ולכן משטר ההשקיה וממשק דישון מושפעים מכך מאוד.

רגוסולים

קרקעות בעלות חתך AC שנוצרו מחומר בלתי מלוכד. בדרך כלל מקור החומר הבלתי מלוכד בקרקעות קבורות או באפר וולקני. על פי רוב הרגוסולים מצויים במדרונות, בבתרונות, בהרי געש צעירים או בשטחי חול צעיר. על פי תכונות חומר-האב מבחינים בין רגוסול חרסיתי-חום (הנוצר מחרסית חומה קבורה), רגוסול חמרי (הנוצר מחמרה קבורה), רגוסול חולי, רגוסול טופי וכו'. הרגוסולים נפוצים בשטחים סחופים בדרום שפלת החוף. בבתרונות וברגוסולים בצפון הנגב, שבהם משטר המים נוח, מתפתחות בתות. מבחינה חקלאית לעתים נוטות קרקעות רגוסולים להמלחה ולניקוז לקוי.

סירוזמים לסיים

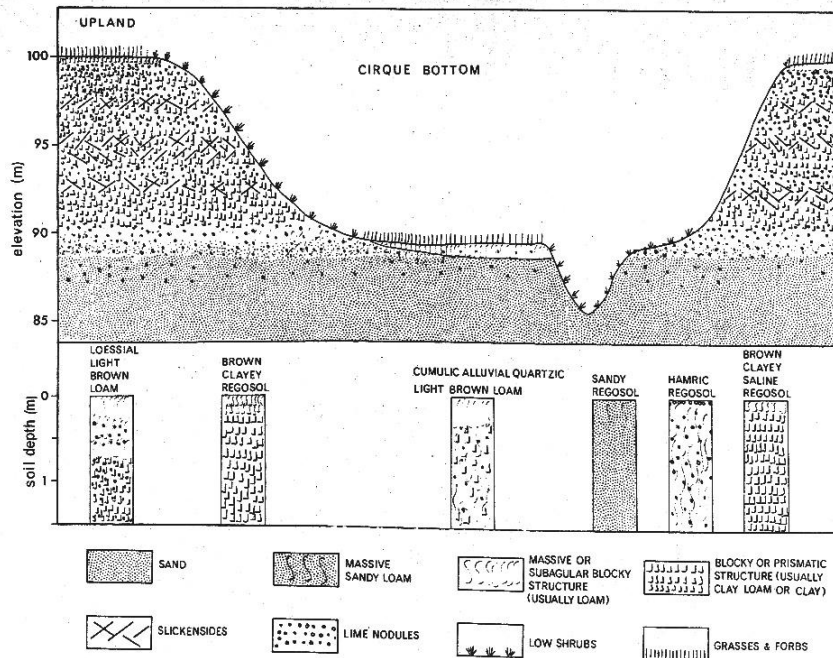
קרקעות בעלות חתך מפותח. צבעו של אופק A הוא חום חיוור מאוד או חום-צהוב בהיר, מרקמו סייני-חולי ומבנהו אגוזי. צבעו של אופק B הוא חום, מרקמו סייני או סייני-חרסיתי ומבנהו אגוזי או פריסמטי. באופק זה מצויים תרכיזי גיר רבים. בעומק הקרקע מצויים גבישים של גבס ושל מלח בישול. החתך כולו מכיל גיר. הקרקע נוצרה מלס איאולי או אלובי. קרקעות אלה מצויות באזורים נרחבים בשפלת הנגב, ברמת הנגב, בבקעת באר שבע ובאזור ערד. מבחינה חקלאית הקרקעות גירניות, לעיתים נתרניות או מליחות ולעתים סובלות מנוכחות מי תהום גבוהים.

ליתוסולים חומים

קרקע סיינית, חומה עד חומה-צהובה או חומה חיוורת, רדודה, מכילה גיר, בעלת חתך לא מפותח. הקרקע מכסה סלע גירי קשה או נארי בעומק 10–30 ס"מ. המעבר לסלע הוא חד. בדרך כלל מזדקרים סלעים רבים על פני השטח. קרקעות אלה מכסות את המדרונות הסלעיים באזוריה הצחיחים של הארץ.

להלן פירוט של מספר פרופילי קרקע האופייניים לאזור הסקר (מתוך Dan et al, 1981):

A. פרופיל קרקע באזור באר, אזור לסי בצפון הנגב. אזור בתרונות בארי נוצר בעקבות תהליכי סחיפה (ארוזיה) שנמשכו מאות שנים. תהליך סחיפה אינטנסיבי באמצעות מים התרחש בקרקעות עמוקות לסיות, בעלות מרקם סילטי ודלות בחומר אורגני. ההתחתרות העמוקה של בתרונות קורה בשל שילוב של שני גורמים עיקריים: (1) הימצאות שכבות לס לא מלוכד בעומק 10–15 מ'; (2) גרדיאנט אופקי חזק של הזרימה. הגובה של החלק העליון (מקסימלי) הוא 100 מ' מעל פני המים, והגובה בבסיס הארוזיה (נחל בשור) הוא כ-20 מ' מעל פני הים. גורם שלישי נוסף, הוא השפעת מעשי האדם, למשל הסרת הצומח הטבעי משטחים רחבים. היבטים מיקרואקלים (כיוון גשם ורוח) משפיעים מעט על התפתחויות שונות בדרום המדרון מול צפון מדרון העמק (להלן תרשים מס' 4.10). על המדרון שפונה לכיוון צפון, עקב תנאים אקלימיים נוחים יותר, מתפתחת צמחייה חד-שנתית טבעית. מדרון זה מוגן יותר מפני סחיפה ומתון יותר בהשוואה למדרון הפונה לכיוון דרום. צמחייה מאפשרת למים לחדור אל תוך הקרקע, כך שגם מלחים ואלמנטים מינרליים נשטפים מפני הקרקע, עקב כך נוצרים רגוסולים כהים לא מלוחים. אחד המאפיינים של קרקעות לסיות חומות ורגוסולים הוא שיעור הסילט הגבוה בשכבה B (בעומק עד 1.5 מ'). שיעור הסילט בקרקע עשוי להגיע ל-50% (Dan et al, 1981).

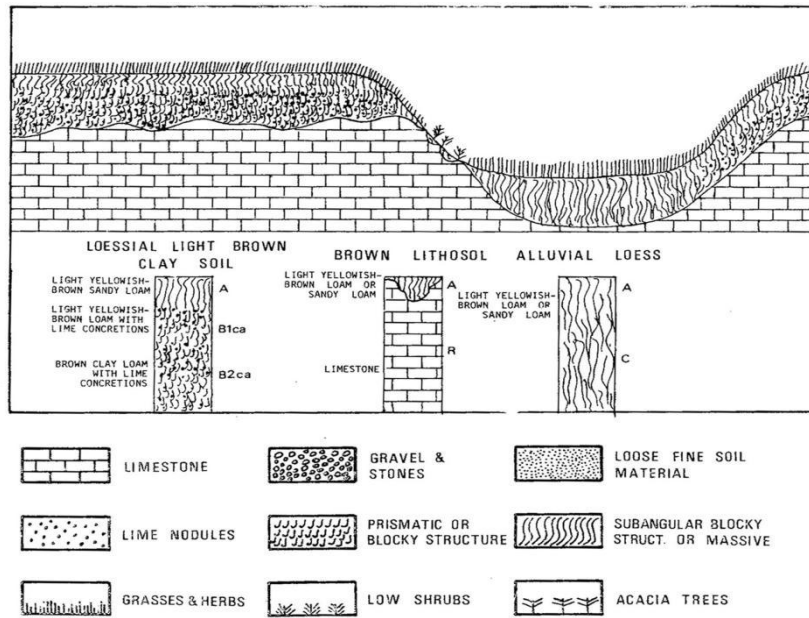


תרשים מס' 4.10: קרקעות בתרונות בבארי ובנתיבות

B. פרופיל קרקע בצפון הנגב. קרקעות היחידה הפיזיוגרפית צפון הנגב נוצרו ממספר חומרי-אב: לס, חרסיות, קונגלומרטים וסלעים גיריים. בצפון הנגב לאורך הערוצים, על הטרסות ועל השקעים מתפתחות קרקעות לס צעירות וקרקעות חומות בהירות לסיות; על מדרונות מתונים יותר מתפתחות בעיקר קרקעות רנדזינה חומה ובהירה וקרקעות חומות כהות גרומוסוליות; על הגבעות נמצא קרקעות ליתוסוליות חומות ובהירות לסיות; על המדרונות התלולים והמתונים יותר בצפון האגן יש קרקעות רנדזינות חומות ובהירות וגם טרה רוסה (לעיל, תרשים מס' 4.8).

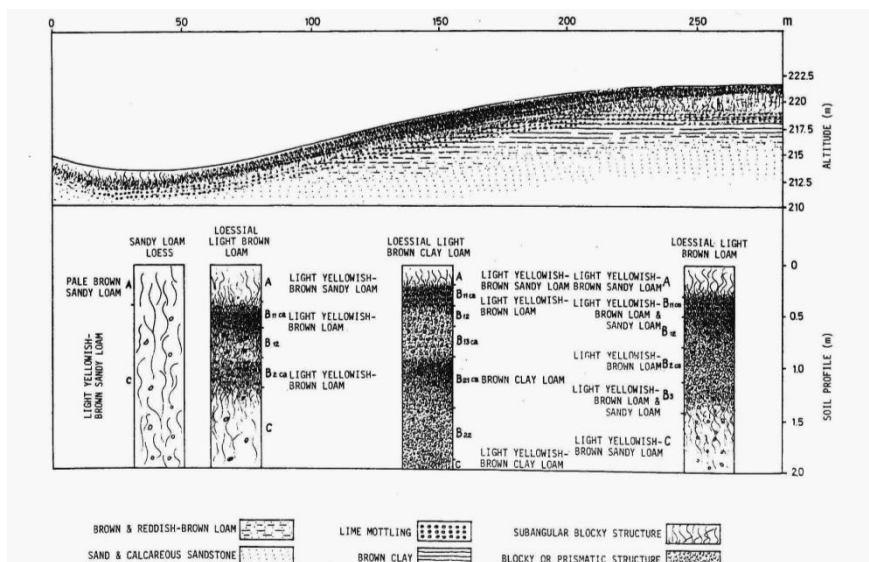
מכיוון שסלע-האם באזור הוא גיר, כל הקרקעות מכילות גיר בצורת תלכידים לבנים או משקע על הסלע (סוליה גירית). בגלל חלחול הנגר העילי הגיר נשטף מחדש הקרקע. מידת שטיפתו תלויה בכמויות הנגר. בעקבות תהליך זה מתפתחת קרקע רנדזינה חסרת גיר בין האבנים (בתוך ה"כיסים") על מדרון קרטוני, כשהסלע הקשה והעמיד מגן על הקרקע מפני סחיפה (דן ויעלון, 1981). היווצרות קרקע על המדרון הקרטוני (תרשים מס' 4.11) קורה בעיקר כשיש ערבוב מסוים של קרקע ואבק איאולי, בשטיפה מסוימת של גיר משכבת הקרקע העליונה וכשיש ריכוז משני של גיר זה בעומק.

רנדזינה וליתוסול הן קרקעות רדודות בעלות מבנה גרגרי או אגוזי המאפשר חלחול חופשי של מי נגר. המים מחלחלים עד הסלע, ממיסים אותו ומעמיקים את חתך הקרקע. מים אלה יכולים להגיע לנחל כזרימה תת-קרקעית רדודה (interflow) לקראת סוף הגאות. הם מועשרים בסידן דו-פחמני וגם בנתרן מהקומפלקס הסופח של הקרקע.



תרשים מס' 4.11: צפון הנגב – פרופיל קרקע, כשעובי המשקעים השנתי הוא 250–300 מ"מ

C. בצפון הנגב התפתחה קרקע קטנה (Catena). קרקעות אלה צעירות, עמוקות יחסית, מכילות גיר בעומק ונוצרות על לס ועל סחף אלוביאלי או קולוביאלי (תרשים מס' 4.12). קרקעות לסיות חומות-בהירות נוצרות כשהעובי השנתי של המשקעים גבוה מ-250–300 מ"מ. עומק הקרקע תלוי בעומק שכבת הלס, כשהלס הוא סלע-אם שעליו מתפתחות קרקעות. לפי מידע שנאסף מכמה חתכי קרקע שנעשו בצפון הנגב, בעיקר באזור נתיבות, המרכיב החרסיתי בהרכב הגרנולומטרי של הקרקע משתנה משיעור של 28% עד שיעור של 60%, שיעורו של מרכיב החול הדק אינו עולה על 7%–8% ושיעור החול הגס פחות מאחוז אחד.



תרשים מס' 4.12: צפון הנגב – קטנה של קרקע שהתפתחה על לס

התפתחות קרומים על קרקעות באזור הסקר

באזורים צחיחים וצחיחים למחצה מרבית המשקעים יורדים בפרקי זמן קצרים ובעוצמות גבוהות. קרקעות בעלות מרקם בינוני, המכילות לרוב כמות ניכרת של מקטע הסילט, נוטות להיאטם (גורם המוריד במידה רבה את כושר החידור והמוליכות ההידראולית ברוויה) עקב הרכב המינרלים ונוכחות מלחים. אנרגיית טיפות הגשם, הפוגעות בפני הקרקע, גורמת להרס תלכידים ולירידה בכושר החידור. תופעה זו מתרחשת גם בעת השקיה (אך במתינות יותר) כשעוצמת ההמטרה גבוהה מכושר החידור של הקרקע. מלבד ההשפעה של אנרגיית טיפות הגשם, איגום מי נגר יכול לגרום להגברת היווצרות קרומים בעקבות שקיעה של חלקיקים מינרליים כתלות במסתם (התנהגות המתוארת בחוק סטוקס). במצב זה החלקיקים דקי-הגרר שוקעים בשלב האחרון ומסייעים בהיווצרות קרומים פיזיקליים. בקרקעות בעלות מרקם דק (חרסיתיות) איכות המים היא פרמטר המשפיע מאוד על היווצרות קרומים פיזיקליים. המנגנון דומה למתואר לעיל (בעבור קרקעות בעלות מרקם בינוני) ומושפע מאוד מאיכות המים. כלומר, מי גשם, חסרי מלחים, גורמים להרס תלכידים מהיר בהשוואה למי השקיה.

עם קרומי קרקע פיזיקליים, הנוצרים בעקבות תהליכים מכאניים באזור, נפוצים גם קרומי קרקע ביולוגיים, בעיקר על גבי קרקעות לס וחול. קרומי קרקע ביולוגיים נוצרים בעקבות יחסי גומלין בין מיקרופיטים לבין חלקיקי קרקע. תהליך ההפתחה (יצירת תלכידים) מואץ בעזרת תהליכים מטאבוליים המופרשים על ידי מיקרואורגניזמים ואצות קרקע (כחוליות וירוקות) היוצרות שכבה קשה באמצעות שלושה מנגנונים (Zaady et al., 1997): (1) ספיחה של חלקיקי הקרקע לדפנות הכחוליות; (2) ספיחה של חלקיקי הקרקע לריר דביק (מוצילג) המופרש לקרקע; (3) אחיזה של חלקיקי הקרקע באופן מכני על ידי הכחוליות החוטיות. שכבה זו מורידה את המוליכות ההידראולית על פני הקרקע. במשך הזמן שכבה זו יכולה להינתק מעל פני הקרקע ולהיות קרום יציב הנח על גבי פני הקרקע ומבודד בינה לבין האטמוספירה (צעדי, 1999).

בדרך כלל הקרום הביולוגי מכסה את האזורים החשופים, שאינם מכוסים בצמחים עיליים, ויכולים להגיע לשיעור של 70% מכלל השטח (USGS Canyonlands Research Station, www.soilcrust.org). בצפון הנגב הנוף מאופיין בדגם "פסיפס", קרי כתמים המאפיינים שטחים המכוסים בצמחים עיליים (המכונים "מאקרופיטים") מעורבים בכתמי קרקע ללא צמחים עיליים בעלי קרומי קרקע ביולוגיים ("מיקרופיטים") (Zaady et al., 1996).

במערכת אקולוגית מדברית ייצור נגר עילי ומניעת סחף קרקע הם שני תפקידים שממלאים הקרומים. בקרקעות לס הקרום המיקרופיטי מווסת (קרום הידרופובי כשהוא מפותח) את זרימת המים על ידי ויסות החדירות וההתאדות. לקרום תפקיד חשוב בהגברת הנגר העילי והקטנת החידור אל תוך הקרקע. בשל המיקרוטופוגרפיה של הקרום, הנובעת מהחספוס הנוצר על המיקרופיטים (טחבים וחזזיות) הבולטים מעל פני הקרקע, הקרומים תורמים לייצוב הקרקע, משום שהם מונעים סחף-קרקע על ידי רוח ועל ידי מים, ובכך הם תורמים להעשרת הקרקע בחרסיות ומשפרים את משטר המים בפני הקרום. בגלל הקרום המפותח, התוספת והכליאה של משקעים יבשים (אבק) על גבי הקרומים יכולה לעבות את שכבת כיסוי הקרקע באמצעות לכידת משקעי אבק המגיעים אליה מהאוויר ובאמצעות סחף-קרקע המגיע מכתמי השיחים הסמוכים והנגר העילי. על ידי כך אפשר להגדיל את עומק הקרקע.

4.5 הידרולוגיה

תחום רשות ניקוז שקמה-בשור משתרע על פני שטח של כשישה מיליון דונם. בתחום זה נכללים אגני הנחלים בשור, שקמה, אבטח ולבן, אגנים משניים של נחל שקמה: עובד, חנוך, אדוריים, הוגה וכלך ואגנים משניים של נחל הבשור: חברון, יתיר, באר שבע, רביבים, גרר, פטיש, בקע, ערוער וסכר. הנחלים הראשיים, אגני ניקוז ושטחם מוצגים בתרשים מס' 4.13. כל הנחלים בשטח הסקר הם נחלי אכזב בעלי אופי זרימה שטפונית בלבד. בתחום אגני ניקוז אלה פועלות תחנות הידרומטריות של השירות ההידרולוגי, של התחנה לחקר הסחף, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ושל רשות ניקוז שקמה-בשור. חלק מהתחנות פועל כבר עשרות שנים, ובמקצת המקומות יש נתוני זרימות בנחלים מהתקופה הקודמת להקמת המדינה.

מועדי הגאות

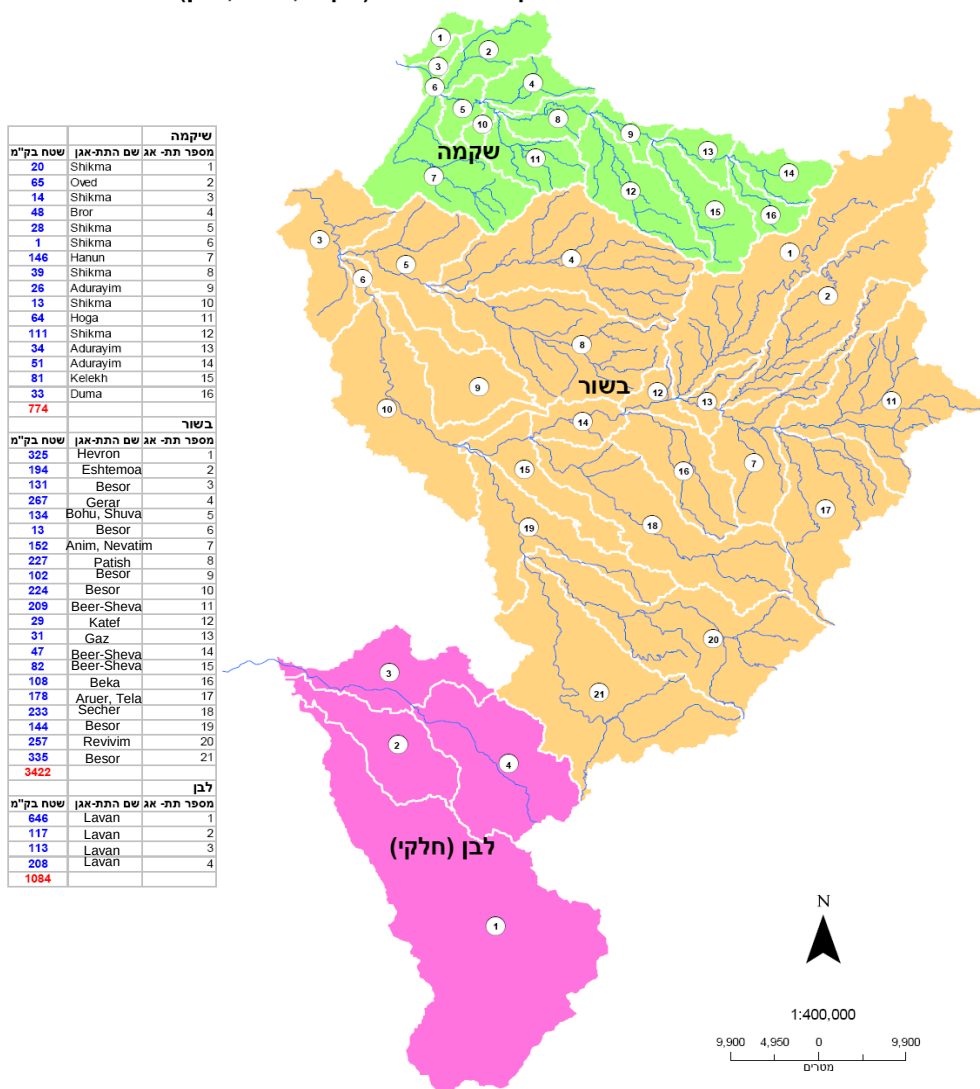
הזרימות באגן הניקוז שקמה-בשור מתרחשות מסוף חודש ספטמבר עד אמצע חודש מאי. תדירות גבוהה יותר של גאותות חלה בחודשי החורף. המועד הממוצע של הופעת הגאותות באגן נחל בשור, לדוגמה, באמצע חודש ינואר (Ben-Zvi & Shentsis, 2001). בדרך כלל אירועים בעלי ספיקות שיא גדולות נגרמים בעקבות סופות גשם בעלות עוצמות גבוהות המתרחשות בעיקר בחודשי הסתיו ולעתים באביב (טבלה מס' 4.2). מתוך 52 הגאותות שהוגדרו כ"גדולות" (שנציס ובן צבי, 1994) 14 התרחשו בחודש דצמבר. החודש השני שבו התרחש מספר גבוה של גאותות גדולות הוא חודש אוקטובר. בחודשי סתיו וחורף מוקדמים כשגאותות גדולות מתרחשות, והגשם יורד על קרקע שאינה מוגנת בצמחייה חד-שנתית או בגידולי שדה, בעיות סחף-הקרקע גדולות יותר. באזור זה גשם בעל עוצמות דומות יורד גם בחודשי אביב, כשהקרקע מוגנת בכיסוי צמחייה. באזור הסקר בתקופת האביב סופות הגשם והשיטפונות גורמים לנזק סחיפתי במידה מעטה יותר.

טבלה מס' 4.2: מועדי התרחשות הגאותות "הגדולות" באגן נחל בשור לפי חודשי השנה

(השירות ההידרולוגי)

Channel @ site	events	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	April
Besor @ Nizana Rd	92	3	3		1	1	2	1
Beer Sheva @ Zarnuk	105	1		1	2			1
Beer Sheva @ Beer Sheva	105		1	2	1			
Beka @ Beer Sheva	239	1	1	4		3	1	1
Beer Sheva @ Hazerim	137	2	2			1	1	
Besor @ Reem	120	1		3	1	1	1	1
Gerar @ Reem	189			4	1	1	1	
total	987	8	7	14	6	7	6	4

שטח אזור מחקר לפי 3 אגנים (שקמה, בשור, לבן)

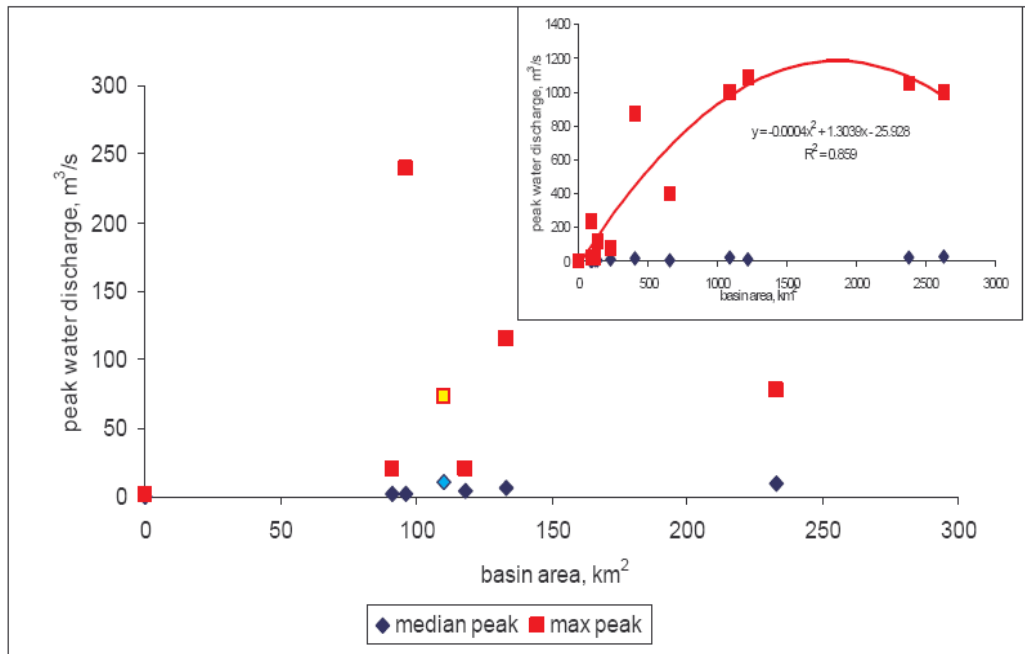


תרשים מס' 4.13: אגני ניקוז ראשיים ומשניים בשטח הסקר

גודל הגאוויות

התלות בין גודלה של הספיקה המקסימלית לבין שטח האגן מוצגת בתרשים מס' 4.14 להלן. הספיקה המקסימלית של גאות בודדת עולה עם גדילת שטחו של אגן הניקוז (או חלק ממנו) עד לגודל של 2,000 קמ"ר. עלייה נוספת של שטח האגן מביאה לירידה בערכים המקסימליים של הספיקה. הסיבות לכך הן טכניות וסביבתיות. הסיבות הטכניות קשורות לאופי המדידה ולחישוב ספיקות לפי נתוני עומק המים. לעתים לא ניתן למדוד את האירועים הגדולים בעלי התדירות הנמוכה משום שאנרגיית המים הגבוהה גורמת נזק והורסת את תחנות המדידה. בעקבות הרס זה הנתונים אינם זמינים, ואפשר רק לשחזרם. הסיבות הסביבתיות קשורות לנפח הגאות ולספיקה המקסימלית אשר

קטנים במורד הזרימה עקב איבודי תמסורת ומיתון של שיא גל הגאות הנע כגל קינמאטי. סיבה נוספת היא היחס בין השטח התורם נגר לבין שטחו של אגן הניקוז. מכיוון שלא כל שטח האגן תורם מים לזרימה הרי שבאירוע מסויים עשויה זרימה מרבית בקטע אחד של הנחל להיחשב לזרימה שאינה גבוהה בקטע נחל אחר (אלכסנדרוב, 2005). מאגרי מים הממוקמים במורד הזרימה של נחל בשור מקטינים את ספיקות השיא בגאוויות. פיזור הנקודות על הגרף שלהלן גדול, ומשמעותו הינה כי הספיקה המקסימלית שנמדדה בתחנות המנקזות את אגני הניקוז בשטח של כ-100 קמ"ר הייתה בעלת פיזור רחב (בין 20 עד 240 מ"ק/שנייה).

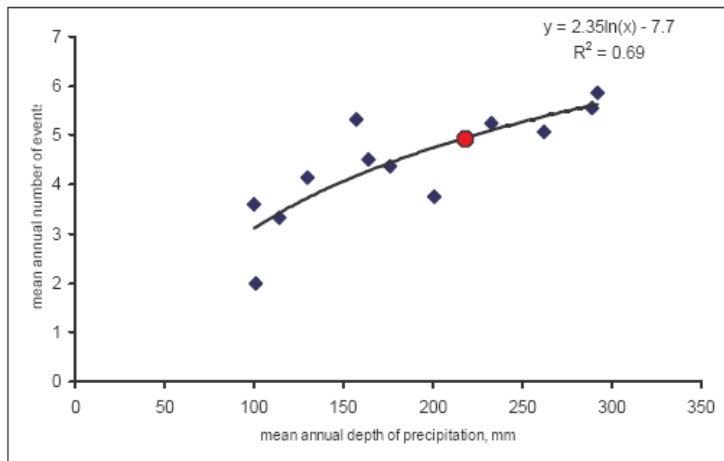


תרשים מס' 4.14: הקשר בין ספיקת המים הממוצעת והספיקה המרבית ביובלים של נחל בשור לבין שטח הניקוז (אלכסנדרוב, 2005)

מקרא: ספיקת המים הממוצעת – נקודות כחולות; הספיקה המרבית – נקודות אדומות. הגרף המוקטן כולל תחנות המנקזות שטחים עד 3,000 קמ"ר, ואילו הגרף המוגדל כולל רק יובלים ושטח אגן ניקוז הקטן מ-300 קמ"ר.

יחסי נגר וגשם

כדי ללמוד על יחס נגר-גשם אזורי אפשר להשוות את מספר האירועים הממוצע בשנה ועובי המשקעים הממוצע (תרשים מס' 4.15). נראה שיחס זה תלוי פחות בגודל האגן, ויותר בעובי משקעים. באגנים צחיחים בעלי עובי גשם של פחות מ-150 מ"מ בשנה צפויים 2–4 אירועי נגר בשנה בממוצע, ובאגנים המנקזים אזורים צחיחים למחצה בעלי עובי גשם עד 350 מ"מ בשנה אפשר לצפות לשישה אירועי נגר בשנה.



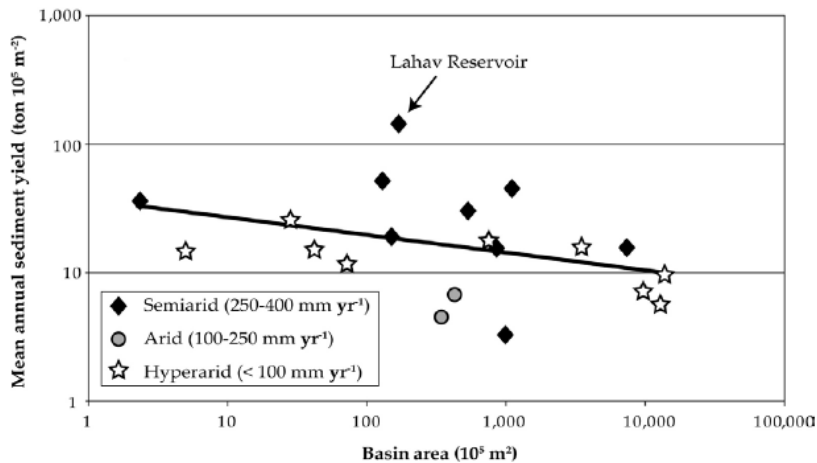
תרשים מס' 4.15: הקשר בין תדירות הגאות בשנה לבין עובי הגשם הממוצע לתת-אגני ניקוז באגן נחל בשור (אלכסנדרוב, 2005).

4.6 תפוקת סחף נחלי באזור הסקר

באזורים צחיחים וצחיחים למחצה עובי המשקעים השנתי קטן, סופות הגשם נדירות והנחלים יבשים ברוב ימות השנה. אולם, סופות גשם בעוצמה גבוהה יחסית יוצרות שיטפונות שמאופיינים בכושר אירוזיבי מוגבר והסעה ניכרת של סחף. מיעוט הצומח, הקרקעות הרדודות ושכיחות גבוהה יחסית של משטחי סלע חשופים מעודדים זרימות חזקות וסחיפה מואצת. כל אלה מתורגמים לתפוקות סחף אגניות גבוהות (לקח ועמיתיו, 2009). את התקצירים של עבודות מחקר שנעשו בתחום הסקר ניתן למצוא בנספח ד'.

בתרשים מס' 4.16 מסוכמות תוצאות של מחקרים שנעשו באזורים צחיחים וצחיחים למחצה בישראל. בטבלאות מס' 4.4 ו-4.5 להלן מרוכזים הנתונים שעל בסיסם נבנה הגרף. רוב העבודות נעשו במאגרים ורק מעט בדיגום ישיר בזמן זרימת המים. בנחל יעל, נחל רחף ונחל יתיר (Laronne et al., 2003) התקבלו נתונים משילוב של שתי שיטות אלה (ראה בטבלאות 4.4 ו-4.5).

תפוקת הסחף האגנית, הכוללת גם רחופת וגם גרופת, יורדת כששטח אגן הניקוז עולה. סיבה חלקית לכך היא זמן השהייה ההולך וגדל והעלייה בשטח האגן. יותר סחף שוקע בפשט ההצפה ובמאגרים בדרך ולא מגיע למורד. סיבה אחרת וברורה יותר תלויה בתפוקת הנגר ליחידת שטח: תפוקה זו קטנה במורד עקב איבודי תמסורת ועוד.



תרשים מס' 4.16: תפוקת סחף שנתית ממוצעת כפונקציה של שטח אגן הניקוז (Schwartz and Greenbaum, 2008, 4.3 ו-4.4)

השפעת גורמים אנתרופוגניים על תפוקת הסחף

קיימות סיבות רבות להגברת הסחיפה עקב מעשי האדם. סיבות אלה כוללות פעילות חקלאית שאינה משמרת קרקע ושינוי בכיוון ערוץ הנחל ואורכו (לרון ועמיתיו, 2005). להלן נסקור חלק מהפעילויות שרלוונטיות במיוחד לישראל.

בניית מאגרי גיא

הקמת מאגרים על הנחלים נעשית ברחבי העולם ובישראל כדי לענות על כמה צרכים: יצירת אנרגיה הידרואלקטרית (התחנה על הירדן ההררי), הגנה מפני שיטפונות, בעיקר בחלקים העיליים של אגני ההיקוות (לדוגמה, המאגרים על יובלי נחל חצרה בתוך המכתש הקטן אשר נפרצו), אך גם קרוב למוצא אגן ההיקוות, לדוגמה, המאגר על נחל אשלים המגן על מפעלים בנחל שקמה, מאגרים לאיגום של מי שיטפונות (מאגר נחל לבן המיועד לתפיסת מי גאוויות בנחלים לבן וניצנה, מאגרים על נחל בשור).

מאגרי גיא יוצרים אי רציפות בהולכת סחף-נחל (לקח ועמיתיו, 2009). כדי להבין את השפעת אי הרציפות של הולכת סחף נחל יש להבחין בין מאגרים המוקמים בחלקים העיליים של אגן ההיקוות קרוב למקורות הסחף (לדוגמה, מאגר יתיר שנפרץ) לבין מאגרים המוקמים קרוב יותר אל מוצא אגן ההיקוות. למאגרים המוקמים **בחלק העילי** של אגן ההיקוות כמה שימושים: הם משמשים מלכודת לכלל הגרופת, את מי השיטפונות הנאגרים בהם אפשר לנצל להשקיה כמו גם להחדיר למי התהום (לדוגמה, מפעל ההחדרה ומאגר שקמה ומפעל ההחדרה הנמצא באזור הסקר. לקח, 1992; Vericat and Batalla, 2006). להשקעה המבוקרת של הסחף במאגר יש השפעה על המורפולוגיה של האפיק במורד. באזורים שבהם קיימת זרימת בסיס יש הזרמה קבועה של מים במורד המאגר. מים אלה, נטולי סחף, מכונים "מים רעבים" (Kondolf, 1997), והם גורמים להתחתרות במורד. מקורו של הסחף המוסע במורד המאגר בקרקעית ובגדות האפיק. נוסף על כך, המאגרים משמשים כווסתים של הזרימות למורד וגורמים לכך שכמויות הסחף המסופקות לנחל מיובליו הן גבוהות מכפי היכולת של הנחל להסיע. במצב זה מתקבלת תופעה הפוכה של מילוי הקרקעית בסחף, ומתרחש גם שינוי במורפולוגיה האפיק שבמורד: יצירת תשתית נחל משורינת שיש לה השפעה על תפוקת הסחף באירועי זרימה השונים בעוצמתם (Vericat et al., 2006).

מאגרים הממוקמים **במורד** הזרימה הם מלכודת לכל הסחף המגיע למאגר. לפי גודל גרגר הסחף שוקע בטבעיות בשכבות המופרדות. לפני כמה שנים נעשו ניסיונות לשימוש בסחף מאגרי במשק (לרון, 1991 ; 1995). הניסיון הצליח מאוד משום שללא תקציב מהמדינה נוקה כל מאגר שקמה ושוקם. על אף ההצלחה ניסיון זה היה כמעט היחיד בארץ, ובינתיים לא פותח פתרון כלכלי מקיף אחר שבו ייעשה שימוש בסחף מאגרי.

בניית מערכת קצירי נגר

בנגב מערכות קצירי נגר מיועדות להשהיה של מי נגר, אגירתם ושימוש בהם לגידול צמחייה רב-שנתית. מכיוון שהנגר הוא הגורם העיקרי להסעת הסחף וסחיפת קרקע, תפיסת נגר עילי והקטנת כמויותיו ומהירויות הזרימה המשטחית יסייעו להקטנת כמויות הסחף המגיע למערכת הניקוז. מהמחקר שנעשה בתת-אגן בכרה (אגן נחל באר שבע) התברר שמערכת קצירי נגר המורכבת משיחים מדרוניים ומלימנים מקטינה במחצית את תפוקת הסחף מיחידת שטח: 133 טון/קמ"ר בשנה לעומת 268 טון/קמ"ר בשנה באגן טבעי שאינו מטופל. בשני האגנים שימוש הקרקע העיקרי היה דומה: רעייה אינטנסיבית על ידי בדווים (Larone et al, 2007 ; שוקרון, 2008).

ייעור

באזורים לחים ובאזורים צחיחים לתהליך הייעור יש מספר השפעות על נגר-סחף. בטבלה מס' 4.3 מתוארים מספר מחקרים שנעשו באקלים ים-תיכוני באגני ניקוז לפני ייעור ואחרי ייעור. באופן מובהק, ייעור מקטין את יחס הנגר-גשם, ובכך מקטין את עוצמת הזרימות בערוצים. הקטנת הזרימה גורמת להשקעת החומר המוסע, תשתית הנחל עולה (fill) וגודל החלקיקים יורד. המשמעות הינה כי הערוץ אינו מספק סחף למערכת הנחלית במורד הזרימה. עוד נמצא כי ייעור מצמצם את הארוזיה האגנית (כי המדרון מכוסה בצמחייה) ומגביר את הארוזיה (התחתרות) של האפיק (Keesstra, 2006). ממחקר שנעשה ביער יתיר עולה כי יער יתיר תורם נגר למערכת הנחלית רק באירועים גדולים בעלי הסתברות נמוכה. בהיעדר נגר גם סחף לא נוצר והקרקע נשמרת (Larone et al, 2005).

עיוור

ניקוז בשטח בנוי, גם בעיר שאינה גדולה, עשוי לגרום להגדלת שיא ונפח הגאות ולהקטנת הזמן, הריכוז ומשך הגאות. תהליכים אלה יכולים לגרום להתחתרות ערוצים במורד יישובים, אך כשהיישובים קטנים התופעות האלה אינן בולטות. כמו כן, אם ממילא האזור צחיח למחצה ומייצר נגר רב, מתברר כי התחתרות הערוצים במורד נחלים אינה ניכרת (שאולקר, 2006), ולכן השפעתם על יצירת סחף ועל הגדלת הרוחב של ערוצים במורד אזורים בנויים אינה בולטת, אלא בשלבי בנייה בלבד.

טבלה מס' 4.3: ריכוז מחקרים בנושא השפעת הייעור על מערכת נגר-סחף באזור ים-תיכוני

location of the study	activity	result of the activity	bibliography
Southern France	Reforestation of valley plants	Decrease in flood height and frequency, stream narrowing and gravel deposition	Liebault & Piegay, 2001, 2005
	Forest hydrology	Runoff only during catastrophic events	Ramabal, 1994
NW Spain	Reforestation of eroded catchment	Sediment delivery ceased	Gonzalez et al., 1997
	Reforestation	Increased infiltration, interception and ET, but decrease of runoff	Garcia-Ruiz et al., 1995, 1997
	Forest – unforested area	ET increases from 400 mm to 591 mm in pine forest	Joffre and Rambal (1993)
Italy	reforestation	Decrease in sediment delivery	Van Pompaey et al., 2005
Slovenia	Natural reforestation	Reduction in annual and dry-weather flows, Narrowing, decrease (50%) of hillslope erosion	Globenik, 1998..... 2001
	Natural reforestation	Peak, mean, minimum discharges dropped to 53% of prior levels	
	Natural reforestation	Decrease in hillslope erosion; increase in bank and riverbed erosion	Keesstra, 2006 PhD thesis
Mediterranean	Plots experiments	Increased infiltration rate and decreased runoff	Lavee and Poesen, 1991

רעייית יתר

קיים קשר חזק בין סחיפת קרקעות לבין שימושים לרעייה ולהיווצרות נגר (לדוגמה, Asner et al., 2004). במחקר שנערך לאורך גרדיאנט אקלימי ים תיכוני במיקומים אחדים באגן הים התיכון נמצא כי הקשר בין המשטר ההידרולוגי-הגאומורפולוגי לבין שימושי הקרקע, ובעיקרם רעייה, הוא הדוק יותר מאשר הקשר בין התהליכים הגאומורפולוגיים לבין משטר האקלים (Cerdà, 1998). שש סיבות לכך שהרעייה גורמת להיווצרות נגר ולעלייה בסחיפתיות של הקרקע: (1) הסרת צומח; (2) חשיפת תלכיד הקרקע למכות טיפות הגשם; (3) השפעה על תכונותיה ההידראוליות של הקרקע; (4) הפחתה בתכולת החומר האורגני בקרקע (Savadogo et al., 2007) והחלשת תלכיד הקרקע (Chenu et al., 2000); (5) לחץ פרסת הבהמה גורם לירידה במוליכות ההידראולית של פני הקרקע ומעודד יצירה של נגר עילי וסחיפה (Savadogo et al., 2007); (6) דריכת בהמות הרעייה מקטינה את חספוס התבליט ומעלה את מהירות הנגר ומאמץ הגזירה (Nash et al., 2003). במחקר שנערך לאחרונה בשטח הסקר בסמוך לחוות בודדים ליד יער יתיר נמצאו השפעות הפוכות של דריכת בעלי חיים (שרפי, 2008). לדוגמה, חפרפרת משפיעה על חספוס פני השטח, בנייתה מציבה מכשולים לזרימה רציפה של מים לאורך המדרון וחפירותיה תורמות לאוורור הקרקע. שלושת הדברים הללו תורמים לירידת מקדם הנגר ולירידת קצב סחיפת הקרקע מהמדרון, גם בשטחים הנמצאים תחת רעייה אינטנסיבית. כמו כן, רעייה מבוקרת תורמת לעלייה בחספוס פני השטח, הווצרות אזורים הבולעים את הנגר ואזורים המייצרים את הנגר.

טבלה מס' 4.4 : תפוקת סחף מקסימלי אירועי וממוצע רב-שנתי באגני ניקוז צחיחים בנגב,

בערבה ובים המלח (Schwartz and Greenbaum, 2008)

שם אגן הניקוז	שטח אגן הניקוז	עובי משקעים ממוצע רב-שנתי	תפוקת סחף אירועית מקסימאלית	תפוקת סחף שנתית ממוצעת	מקור
Event and mean annual sediment yield in various basins in the semiarid, arid, and hyperarid Negev and Dead Sea regions					
Name of basin	Drainage area (km ²)	Mean annual rainfall (mm yr ⁻¹)	Maximum event sediment yield (ton km ⁻²)	Mean annual sediment yield (ton km ⁻² yr ⁻¹)	Source of data
Giva't Hayil	0.17	100	1230*		Present study
Be'er Sheva Leeman South	0.23	210		377*	Laronne, 1989
Yael	0.5	25	876*	150*	Schick and Lekach, 1993; Grodek, 2002
Be'er Sheva Leeman North	2.9	220		259	Laronne, 1989
Ruhama	4.2	350		153 (76**)	Seydell, 1998
Hatzera	7.3	80	1600	120	Greenbaum and Lekach, 1997
Shoval	15	325		200	Negev, 1969; Inbar, 1992
Lahav	17	350	1054	1460	Lekach and Greenbaum, 1997
Yatir	13	250		530	Laronne, 1991
Boker	35	95		46	Shanan, 2000
Haroeh	43	95		70	Shanan, 2000
Grar	54	300		310	Negev, 1969; Inbar, 1992
Rahaf	78	50–100		179	Laronne and Cohen, 1999
Adorayim	86	350		165	Negev, 1969; Inbar, 1992
Hanon	100	350		33	Givati, 2000
Eshtemoa	112	220–350	1310	472	Powell et al., 1996
Heimar	360	50–110		164	Laronne and Cohen, 1999
Shikma	740	390		160	Taig, 1996
Neqarot	984	40–100	350	72	Laronne and Wilhelm, 2001
Hiyyon	1118	30–50	935	43	Laronne and Wilhelm, 2001
Zin	1400	50–100		103	Taig, 1996

* Extrapolated to drainage area of 1 km². **Reduced grazing (1963–1996).

טבלה מס' 4.5 : נתונים ממחקרים שנערכו לאחרונה באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, כולל אזורים ים-

תיכונים בישראל (לקח ועמיתיו, 2009)

הערות	אחוז גרופת (%)	תקופת סחף שנתית (טון/קמ"ר)	עובי גשם שני (מ"מ)	שטח אגן הניקוז קמ"ר	אגן ניקוז	Reference מקור
from 1967 including 5 drought years נתונים ממאגרים	60 – 83	100 - 130	31		נחל יעל	Schick, 1977; Schick and Lekach, 1993
	17-63 16-31	72 57	50 - 100	1256 984	נחל נקרות נחל חיון	Laronne and Wilhelm, 2001
		377 259	210 235	0.23 2.94	לימן דרומי לימן צפוני	לרון, 1989
אגן עירוני אחוז חול	0.6	114	500-600	160	נחל עילון נחל נחשון	Fischhendler, et al., 2003
bulk density 1.6 ton/m ³ (Laronne, 1990) 19 events in 1 winter SS/DS ranges 0.7 – 31		570 - 620	350 – ממוצע 200 - 500	17	מאגר להב נחל כלך (נחל שקמה)	לקח וגרינבאום, 1997
				1.35	לימן ערד	לרון, 1989
רעיה עיבוד לפי קווי גובה		153 77	380 350	4.2	רוחמה	Seydell, 1998
	5-8	530	249	13	נחל יתיר	לרון, 1991
bulk density - 1.6 ton/m ³ data for 18 years		80	350	785	נחל שקמה	נבו, 1979
bulk density - 1.6 t/m ³ data for 35 years stream measurements		60	350	785	נחל שקמה	לרון, 1995
stream measurements		150	80	80	נחל רחף	Cohen and Laronne, 2005
stream measurements		28 45	520 520 במורד הזרימה	520 1100	נחל אלכסנדר נחל קישון	וכטמן, 2003

4.7 שימושי קרקע

ההתיישבות הקבועה באזור הסקר קיימת מזה אלפי שנים וכוללת ערים עתיקות כמו באר שבע, אשקלון, חברון וסוסיא. בצד ההתיישבות לאורך כל השנים התקיימה חקלאות מפותחת, הכוללת טרסות על המדרונות לגידולים עונתיים, בניית בארות לאיסוף מים, בניית סכרים על הוואדיות לצורך איסוף מים, השקיה ושימור קרקעות. חקלאות מסורתית מסוג זה אופיינית לחלקו העליון, ההררי יותר, של אזור הסקר כמו גם לחלקו הדרומי. פעילות זו מתבטאת בבניית טרסות וחריש המתאימים לגידול תבואה. טרסות הבנויות בערוצים מסדר ראשון ושני (ראה "מילון מושגים" בנספח ב') מקטינות את הנגר למורד ואת הסחף המתווסף למערכת הפלוביאלית (להלן, נספח ז'). דוח סיום מס' 2). תהליך זה שומר על הקרקעות ועל קצבי סחיפה נמוכים. חקלאות מודרנית, בניגוד לחקלאות מסורתית, נעשית באמצעות כלים מודרניים של עיבוד קרקע, בדרך כלל ללא התחשבות בשימור הקרקע. עיבוד הקרקע מונע התפתחות כיסוי צמחייה טבעית, הורס את קרומי הקרקע ומגדיל את החידור הגורם להתפתחות מחתור. כל אלה גורמים לסחיפת יתר של הקרקע ולהתפתחות ערוצים חתורים (gullies). רעייה בלתי מבוקרת על המדרונות גורמת לפגיעה בצומח ואף היא מגבירה את תהליכי סחיפת הקרקע.

בתחומי אזור הסקר בנוסף לפעילות החקלאית (תרשים מס' 4.17). פירוט הפעילות החקלאית בתחום הסקר בסעיף 4.7.1, (להלן פועלת גם קק"ל. המטרה העיקרית של פעילות קק"ל היא ייעור אגני ניקוז מסדר ראשון ושני. באמצעות ייעור זה אפשר להשפיע על השטח הפתוח, כשהאינטרקציה בין פעילות האדם לבין התהליכים הטבעיים משפרת את הנוף ותורמת לניצול בר-קיימא של משאבי טבע. פעילות זו מתבטאת בניקוז מי נגר בגבול השטחים החקלאיים, בפעולות הנדסיות לייצוב ראשי הערוצים, בנטיעות והגדלת כיסוי הצמחייה הטבעית במדרונות, כולל מדרונות פגועים (משה, 2003).

רוב האוכלוסייה החייה באזור הסקר מרוכזת בערים, בקיבוצים ובמושבים. הערים הן באר שבע, נתיבות, שדרות ואופקים.

באזור הסקר יש לא מעט בעיות סביבה. עד היום בחלק מהיישובים לא קיימים מכוני טיהור שפכים ומי הביוב נאספים בבורות ספיגה. מים מזוהמים אלה במיוחד בעת גשמים מתפשטים לכיוון הנחל ומזהמים אותו. חומר אורגני מהחוות ומהעדרים נשטף לכיוון הנחל באמצעות נגר עילי והוא מקור נוסף לזיהום.

4.7.1 הפעילות החקלאית בתחום הסקר

פעילות החקלאית במגזר היהודי

גידולי שדה בבעל בשטח פתוח

א. חיטה

גידול החיטה הוא הגידול העיקרי, וגודל השטחים המעובדים הוא 500,000 דונם בערך (כולל המגזר הבדוו). הקפי הגידולים וסוגיהם תלויים בכמות הגשם השנתית.

באזורים הצפוניים בממשק הבעל מחזור הגידולים הוא: שנה ראשונה חיטה, שנה שנייה קטניות, שנת שלישית חיטה, שנת רביעית אבטיחים לגרעינים או כרם-נח. כמויות הגשם באזורים אלו הן מעל 320 מ"מ בממוצע רב-שנתי. משטר העיבוד אינו קבוע, אך רוב פעולות העיבוד היום נעשות באמצעות קולטיבטור, זאת בשונה מהעבר שבו רוב הפעולות נעשו באמצעות דיסקוס. פעילות הדיסקוס יצרה קרקע אבקית אשר ממנה נוצר קרום שהפריע לקליטת המים והגביר את סחף הקרקע.

עיבוד עמוק: חריש או משתת נעשה פעם ב-4-7 שנים.

אזורים אלה מאופיינים גם בשיפועי קרקע גדולים יחסית, ולכן יש לבדוק את פוטנציאל הנזק המשלב בין כמות הגשם לבין שיפוע הקרקע (מגדל אחד באזור עובד באמצעות שני כלים: האחד בשיטת אפס עיבוד וחפיו קש והשני בעיבוד מלא וגימום).

באזורים דרומיים בממשק הבעל מחזור הגידולים הוא: שנתיים חיטה, אחר כך אפונה או שעורה או כרם-נח ואחר כך שנתיים חיטה.

אזורים אלה מאופיינים בכמויות גשם הנעות מ-300 מ"מ ממוצע רב-שנתי ופחות מזה.

משטר העיבודים: בעזרת קלטור שטח לזריעה ובעזרת מזרעת אוויר לדישון.

עיבוד עמוק: חריש או משתת נעשה פעם ב-4-7 שנים.

אזורים אלו מאופיינים בשיפועי קרקע מתונים יותר מצפון האזור.

אזורים צפוניים ודרומיים בממשק גידול השלחין: לאחר גידול בתנאי שלחין הקרקע בשטחים אלה מהודקת ורגבית יותר. בדרך כלל הקרקע מועשרת בקומפוסט וכמויות מים מסוימות נשארות בקרקע לאחר הגידול. שטחים אלה מחייבים עיבוד מעמיק לאחר גידול השלחין ומשתמשים, בהתאם לצורך, בארגז מיישר, בדיסקוס או במעגלה. משטרי העיבוד בחלקות אלה מחייבים עיבודים המתאימים למצע זרעים לחיטה.

ב. שעורה

ברוב אזורי הסקר מגדלים שעורה לגרעינים, לתחמיץ ולשחת. שטח הגידול כ-40,000 דונם. עיקר גידולי השעורה במזרח הנגב ובאזור שער הנגב.

בדרך כלל העיבודים, הדישון והזריעה בשיטת מינימום עיבוד. מחזור גידול השעורה משתנה מאזור לאזור: בשטחים שבצפון אזור הסקר מגדלים שעורה במקום חיטה, ולפעמים השעורה היא גידול השנה השנייה; בשטחים שבדרום אזור הסקר מגדלים שעורה בשנה השלישית אחרי שנתיים של גידולי חיטה.

מכיוון שחלק גדול מהשעורה מיועד לשחת או לתחמיץ, נחוץ שפני הקרקע יהיו חלקים. קש, גום או מצע רגבי עשויים להפריע במידה רבה לאיסוף התבואה, ושאריות חומר חיפוי או רגבים העשויים להיכנס לשחת או לתחמיץ פוגעים באיכות התבואה.

ג. קטניות

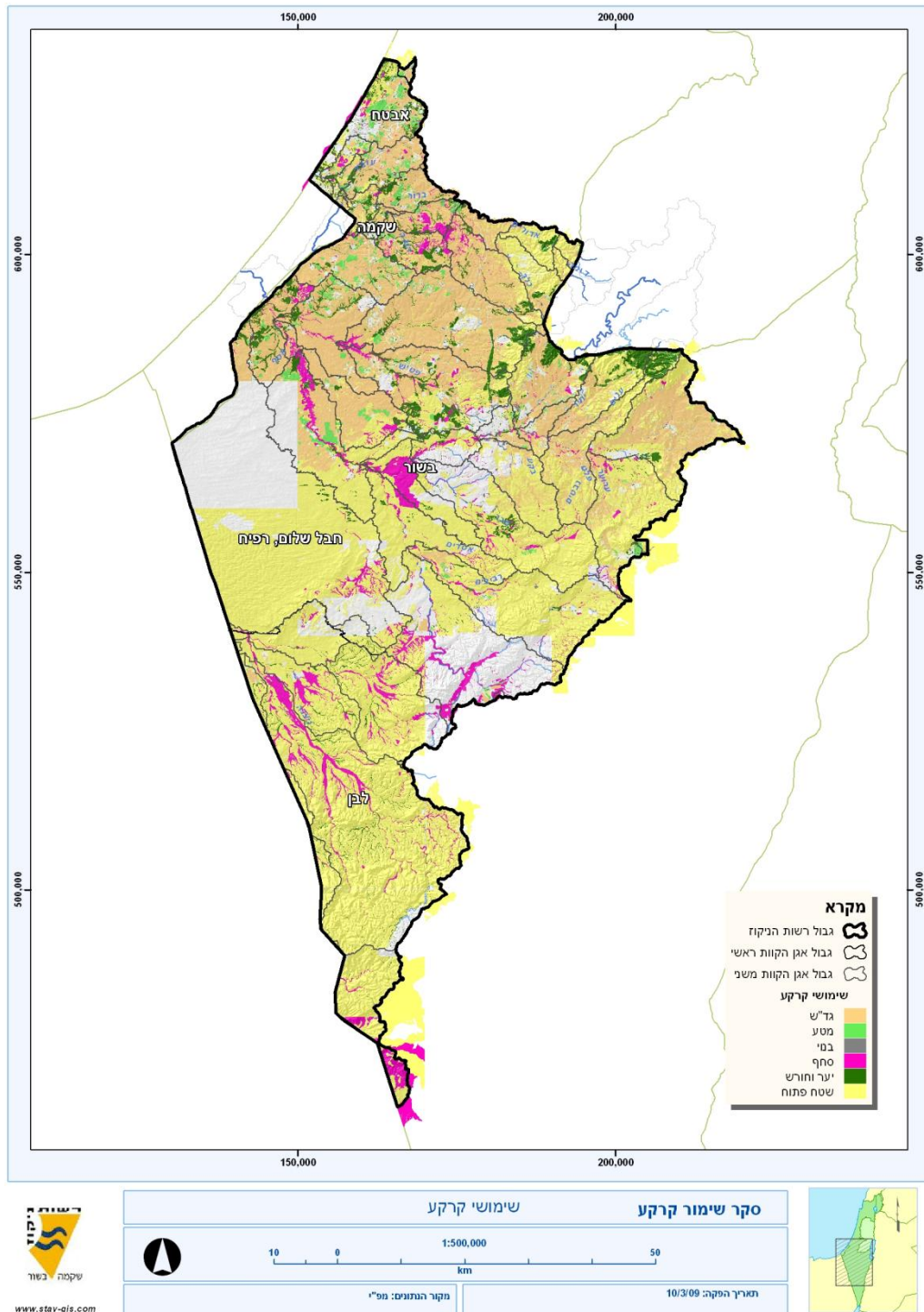
באזור הסקר מגדלים קטניות בעיקר לשחת. גידולי הקטניות השכיחים הם: אפונה, תלתן ובקיה. שטח הגידול כ-40,000 דונם. עיקר גידולי הקטניות במזרח הנגב ובאזור שער הנגב. התנאי לגידול קטניות איכותיות הוא מצע זרעים חלק ומיושר המונע כניסת אפר לגידולים. מצע חלק ומיושר מעלה את הפוטנציאל ליצירת קרום וסחף קרקע.

פעולות אפשריות בעתיד: שבירת הקרום בשלבי הגידול הראשונים, כלי שטרם נוסה.

ד. אבטיחים לגרעינים

באזורי הסקר המתאימים לגידול אבטיחים לגרעינים מגדלים את הגידול פעם ב-4-5 שנים, כשתנאי רטיבות הקרקע ערב הזריעה מתאימים. שטח הגידול כ-5,000 דונם ועד 50,000 דונם.

בשטחים מסוימים נבדק גידול באפס עיבוד וחיפוי קש או גזם. התוצאות שהתקבלו אינן אחידות. זאת ועוד, לפתרון זה יש בעיות בעיקר בגלל השפעת החיפוי על טמפרטורת הקרקע בשלבי הגידול הראשונים.



תרשים מס' 4.17: מפת שימושי הקרקע באזור הסקר

ה. כרב-נח

עיבוד הקרקע ושימורה ללא גידול. באזורים מעוטי גשם הכרב-נח מאפשר לשמור על כמויות המים בקרקע לשנה הבאה ועל סניטציה של החלקה מעשבים, מחלות ומזיקים. בשנת הגידול שלאחר הכרב-נח אפשר לעבד את הקרקע. בשנת הגידול הזו ניכרת התמורה ביבול בהשוואה לחלקה שבה גידלו חיטה, למשל.

בכרב-נח נעשות הפעולות החקלאיות האלה: עיבוד מעמיק בחריש או במשתת, קלטור כבד אחד או שניים, ריסוסים לשמירת החלקה נקייה מעשבים ולפעמים קלטור קל. אם החלקה לא עובדה לפני הכרב נח אזי השמירה עליה תיעשה באמצעות קלטור כבד וריסוסים להדברת עשבים.

גידולי שדה בשטח הפתוח בתנאי שלחין:

א. תפוחי אדמה

1. אבשלום מגדלים כ-15,000 דונם – חצי מזרע אביב וחצי מזרע סתיו
 2. שער הנגב מגדלים כ-6,000 דונם – מזרע אביב
 3. יישובי חבל מעון מגדלים כ-110,000 דונם – מזרע סתיו ומזרע אביב
- סך הכול שטח מזרע תפוחי אדמה כ-141,000 דונם.
- שיטת הגידול: פיזור זבל אורגני והצנעתו בחריש, ארגז מיישר, סימון, תיחוח וזריעה. השקיה בהמטרה או קונוע. בחלקות תפוחי האדמה שינוי בשיעור ההמטרה באמצעות ממטרות הוריד את הנגר, ואילו השקיה באמצעות קונועים הותירה את שיעורי ההמטרה גבוהים. עיקר השימוש בקונועים באזור החול של יח"ם.
- כמעט לא נעשות פעולות היכולות לעזור בשמירה על המים בחלקה ובמניעת נגר וסחף קרקע. גידול תפוחי אדמה באביב באזור יח"מ על אדמת חול: סחף קרקע ממים אינו משמעותי באזור זה, אך יש בעיה באחידות חדירת המים בחלקה, עקב ערבוב שכבות קרקע בעיבודים. הסחף העיקרי נובע מרוחות.

ב. גזר

שטח גידולי הגזר ביישובי חבל מעון, שער הנגב ובני שמעון כ-10,000 דונם. גידול גזר בחורף ובאביב באזור יח"מ על אדמת חול: סחף קרקע נמוך, ועיקר הבעיה באחידות הפיזור של המים בחלקה עקב חדירה שונה של מים בכל אזור ואזור.

ג. בוטנים

שטח הגידול ביח"ם ובדרום כ-15,000 דונם. הפתרונות האפשריים דומים לפתרונות המתאימים לגידולי תפוחי אדמה וגזר. את הבוטנים מגדלים בקיץ באדמת חול, לכן יציאת המים מהחלקה וסחף הקרקע נמוכים יחסית, אך בתוך החלקה שונות גדולה בכמויות המים.

ד. תירס לתחמיץ

שטח הגידול כ-8,000 דונם. התירס לתחמיץ נזרע באביב לאחר כרב-נח. בחלקה זו נעשה חריש או משתת, דיסק או ארגז, סימון, תיחוח וזריעה. אפשרות אחרת: גידול תירס לתחמיץ בשיטת דו-גידול, קרי זריעה לאחר חיטה לתחמיץ ואחר כך שני דיסקים באמצעות מעגלה וזריעה. אין פעולות חקלאיות הנעשות למניעת נגר.

ה. חמניות

שטח הגידול כ-15,000 דונם. החמניות נזרעות באביב בעיקר קרקעת כרב-נח, מקצתן בדו-גידול. בזריעה על כרב-נח נעשה חריש או משתת, קלטור כבד, סימון ותיחוח. אין טיפול במניעת סחף ונגר.

ו. חמצה

שטח הגידול כ-8,000 דונם. עיקר גידולי החמצה באזור שער הנגב ובצד המזרחי של מערב הנגב. החמצה נזרעת בחודש דצמבר. עיבוד מעמיק: חריש או משתת. לאחר העיבוד המעמיק מכינים את השטח באמצעות ארגז מיישר, קלטור שטח, סימון השטח, לפעמים עוד קלטור, זריעה, תיחוח (לפעמים) וזריעה. לא נעשות פעולות לעצירת הנגר.

ז. שום

את שטחי גידולי השום מכינים כפי שמכינים את שטחי הגידול של תפוחי האדמה, מפני שהגידולים האלה דומים. ההשקיה בטפטוף מפחיתה מאוד את סחף הקרקע, אך בחורף סופות גשם עלולות לגרום לסחף קרקע בהיקף גדול.

ח. בצל

שטח הגידול כ-1,500 דונם (תלוי בשנים). מאפייני הגידול דומים לגידול תפוחי אדמה. פתרון אפשרי לבעיות הנגר והסחף.

ט. בטטה

שטח הגידול כ-1,500 דונם. מאפייני הגידול דומים לגידול תפוחי אדמה. פתרון אפשרי לבעיות הנגר והסחף.

י. אבטיחים לשוק

מאפייני הגידול דומים לגידול תפוחי אדמה. ברוב המקרים ההשקיה בטיפטוף ומועד הגידול מונעים את בעיית סחף הקרקע.

הפעילות החקלאית במגזר הבדואי**גידולי שדה בשטח הפתוח בתנאי בעל**

להלן ארבעה אזורי הגידול החקלאי:

1. האזור שבין בית קמה, דביר, משמר הנגב (מועצה אזורית בני-שמעון) – כ-60,000 דונם. ממוצע גשם רב-שנתי 250 מ"מ
2. האזור שבין באר שבע, לקיה, עומר וצומת שוקת – כ-40,000 דונם. ממוצע גשם רב-שנתי 200 מ"מ
3. אזור נבטים, בקעת ערד, ערוער – כ-35,000 דונם. ממוצע גשם רב-שנתי 120 מ"מ
4. אזור דרום באר שבע עד מצפה רמון (שבט אל עזומה) (כולל כביש דימונה-ירוחם עד שדה בוקר) – כ-25,000 דונם. ממוצע גשם רב-שנתי כ-80 מ"מ (אין מחזור גידולים וזורעים אם יש גשם, עיבוד עיקרי בדיסקוס).

הגידולים והממשק החקלאי על פי האזורים השונים**אזור המועצה האזורית בני שמעון**

תוצרת היבולים 40–400 ק"ג/דונם.

מחזור גידולים 5 שנתי: 2 שנות דגן, שנה קטניות, שנה שעורה ושנה כרב-נח.

גידולים אפשריים במחזור: חיטה, שעורה, אפונה לשחת, אבטיחים לגרעינים וכרב-נח.

עיבוד הקרקע: חריש או משתת בשנת כרב-נח. קולטיבטור בין שנות החיטה לפני אפונה ואבטיח. מעגלה לפני גידול האפונה (במקרים בעייתיים דיסקוס לפני אפונה).

אזור באר שבע, לקיה, עומר וצומת שוקת

תוצרת היבולים (חיטה) 30–180 ק"ג/לדונם. בהתאם לשנים. החקלאים מתנהגים בדומה לחקלאי אזור נבטים. חלק מהחלקות מקבלות דשן ביסוד ולפעמים מדשנים בהתאם לבדיקות קרקע. עיבודי יסוד בעיקר דיסקוס.

גידולים אפשריים: חיטה, שעורה ורכב נח.

פעילות להגדלת חידור המים לקרקע: חיפוי הקרקע, בשל הסיכון שהמרעה יאכל את הקש, פיזור זבל אורגני כל 3–4 שנים והצנעתו בקלטור. פעילות נוספת, שעדיין לא נבדקה, שבירת קרום הקרקע כמה פעמים בעונת הגידול.

אזור נבטים בקעת ערד

תוצרת היבולים (חיטה) 30–150 ק"ג/לדונם. בהתאם לשנים.

עיבוד הקרקע: עיבודי היסוד בעיקר קולטיבטור, אך לפעמים דיסקוס. בחלק מהשטחים כל פעולות השדה נעשות בעזרת קבלנים הזורעים, מדשנים בחנקן רק כדשן ראש ואם צריך גם מרססים נגד עשבים רחבי עלים (בשנים גשומות) ולבסוף קוצרים את היבול. מחזור גידולים: חיטה, שעורה ורכב-נח.

אזור דרום באר שבע עד מצפה רמון

גידולי חיטה על פי קווי גובה (חקלאות המחקק את הנבטים). ברוב המקרים פיזור זרעים ידני והצנעה במחרשה וגמל או לפעמים דיסקוס. אסיף החיטה ביד. תוצרת היבולים 30–50 ק"ג/לדונם. בדרך כלל גודל החלקות 20 דונם. מחזור גידולים: חיטה ושעורה.

חממות

נאסף מידע רק על שטחי חממות שלהן יש גג ניילון או זכוכית. לא הובאו בחשבון שטחי חממות רשת, הואיל ואין נגר רב בחממות אלה. כשמקימים חממה, על פי חוקי התכנון, צריך להיות פתרון להסדרת הניקוז. בדרך כלל הפתרון הוא הפניית המים לוואדיות ולתעלות ניקוז. פתרון זה יוצר לחץ על אמצעי הניקוז בסופות גשם. נציין כי מסביב לחממות יש דרכים ומשטחים מהודקים, מקצתם משטחי אספלט, אשר בשעת סופת גשם מתנהגים בדומה לחממה.

רעייה

בנגב יש כ-250,000 כבשים ועזים.

המחזור השנתי של העדר

ספטמבר: העדר חוזר ממרעה-חוץ לאזור שבטי הבדווים. "סאיג" – נכנס לתקופה של כחמישה חודשים במכלאה.

אוקטובר-נובמבר: המלטות במכלאות. העדר מקבל מזון מוגש וקנוי ברובו (שחת, קש, גרעינים ועוד). פברואר-מרץ עד מאי (עונת האביב): בהתאם להתפתחות השנה העדר יוצא למרעה למשך שבעה חודשים מחוץ ל"סאיג". את רוב מרעה האביב קונים מקרן קיימת (חורשות) וממנהל מקרקע ישראל (ואדיות והשטח הפתוח שלא עובד).

טבלה מס' 4.6 : דוח שטחי חממות (נתוני בקשות לעו"ז, 2008)

מועצה אזורית	גודל שטח חממות דונם
אשכול	11,668
בני שמעון	342
חוף אשקלון	2,082
יואב	236
לכיש	2,259
מרחבים	1,377
עזתה	3,650
רמת נגב	3,318
שער הנגב	296
שפיר	597
רהט (שטח העיר)	40
שטח גלילי	500
סה"כ	26,365

השליטה על שטחי הרעייה נעשית בעזרת מפה שבה מסומנים אזורי הרעייה ובעזרת אישור מהגורמים הממשלתיים האחראים לנושא.

עדר רשום מקבל אישור לצאת למרעה (האישור תקף עד חודש ספטמבר) על פי חוק משנת 1978. העדר מקבל שירותים וטרינריים על פי דרישות התקן.

כדי להימנע מרעיית יתר, בהתאם להתפתחות הנוף ותנאי השנה נקבע מספר ראשי הצאן הרועים ביחידת שטח. נהוג להעריך כי שטח רעייה של דונם אחד יספיק לכבשה אחת לרעייה במשך כ-70 יום. בשנים דלות במרעה משלימים את המרעה בחלקות הבדוים, ואז הכבשים אוכלות את כל הצמח.

סוף אפריל תחילת מאי: בעונת ההרבעות זקוק הצאן למזון רב יותר, ועל כן מאכילים את הצאן במזון מרוכז (שחת ותערובת).

יוני-אוגוסט: תקופת מרעה על השלפים (מרעה-חוץ). אם יש מחסור במזון בתקופה זו, מוסיפים לצאן מזון מרוכז. עדרים שלא יוצאים למרעה הם עדרים קטנים (פחות מ-100 ראש) ועדרים לא רשומים.

רעיית יתר

רעיית יתר היא רעייה המתרחשת לאורך כל השנה בחלקה מסוימת ללא קשר למצב המזון בחלקה.

חוק "העז השחורה"

חל איסור לגדל עזים, בגלל הנזק שהן עושות לחורשות. היום מדיניות קק"ל מאפשרת את הרעייה בחורשות, כי חיסול עשבים חד-שנתיים מונע שרפות. עם זאת, שנה לאחר רעייה היא שנה שבה הצמיחה מוגברת.

שליטה ופיקוח למניעת נזקי כבשים ועזים

במשך כל השנה מפקח משרד החקלאות על שטחי המרעה ועל מספר הכבשים ליחידת שטח בהתאם להיתר. נוסף על כך הקק"ל, הקיבוצים והמושבים מפקחים אף הם על הרעייה.

4.8 יעודי קרקע ותכנון – תכניות מתאר ותכניות-אב בתחום שטח הסקר

שינויים ביעודי הקרקע הנגזרים מתכניות מיתאר ותכניות אב שהוכנו בתחום העבודה עשויים להשפיע על נושא שימור הקרקע. השפעתן של תכניות אלה עשויה להיות, לפיכך, בשתי דרכים עיקריות:

- מטרות התכנית – חפיפה או ניגוד בין מטרות תכנית המתאר לבין מטרות תכנית הסקר.
 - הוראות התכנית – הימצאות הוראות מנחות בגוף התכנית המאפשרות או מונעות פעילויות מסויימות במרחב הסקר.
- התכניות שהוכנו במרחב הסקר הן תוצר של דרגים שונים בהיררכיית השלטון, קרי תכניות מתאר ארציות, מחד גיסא, תכניות מתאר מחוזיות ותכניות מפורטות מקומיות, מאידך גיסא. בעבור סקר זה נסקרו התכניות העוסקות בתכנון השטחים הפתוחים. לתכניות אלה עשויה להיות זיקה לנושאים: שמירת טבע, תיירות ושטחים פתוחים במרחב.

עקב גודלה של יחידת התכנון בעבודה זו ההתמקדות בבחינת וסקירת התכניות תהיה בתכניות שבראש סולם ההיררכיה התכנונית: תכניות מיתאר ארציות ותכניות-אב נושאיות אזוריות/מחוזיות.

4.8.1 תכניות מתאר ארציות

תמ"א 8 – תכנית מתאר ארצית לגנים לאומיים, שמורות טבע ושמורות נוף

התכנית אושרה בשנת 1981. התכנית מחייבת לייחד אזורים מסוימים לגנים לאומיים או לשמורות טבע. מטרתה העיקרית של התכנית להגן על אזורים בעלי ערכי נוף מפני פיתוח לא סביר ולשמר אזורים שגלום בהם פוטנציאל רב לנופש ולתיירות. על פי חוק שמורות הטבע הכריזה התכנית על אזורים מסויימים כשמורות טבע או כגנים לאומיים. באשר לכל ייעוד אחר, השונה מתכליות התכנית, דרוש אישור של המועצה הארצית לבנייה.

תמ"א 22 – תכנית מתאר ליער ולייעור

חשיבות התכנית בכך שהיא מעגנת בחוק את מעמדו של היער בישראל, ובכלל זה את יערות נטע אדם, את מרבית שטחי החורש הטבעי ואת שטחי הנטיעה העתידיים. התכנית מגינה על השטחים הפתוחים שעד כה לא היו מוגנים מפני פיתוח בישראל.

התכנית מיפתה את משאבי היער והצומח הטבעי בארץ, וכן את יחסי הגומלין שלהם עם סביבתם. תמ"א 22 מקיפה כ-1.62 מליון דונם קרקע, רובה בשטחים מצפון לבאר שבע. שיעור הקרקע בתכנית זו הוא כ-18% מכלל שטח המדינה במרחב הצפון שלה. התכנית מסווגת ומפרטת שמונה צורות יער וייעור שונות (יער נטע אדם קיים, יער נטע אדם מוצע, יער פארק קיים, יער פארק מוצע, יער טבעי לטיפוח, יער לשימור, יער פארק חופי ונטיעות בגדות נחלים) ומנחה כיצד לשמרן, לטפחן ולשלבן במסגרת תכנון המבוסס על צרכי החברה והמדינה. פעולות הייעור תתבצענה בתוך שמירה על המגוון הנופי של הארץ והתחשבות בדמותן של יחידות הנוף השונות.

בסעיף 9 (שינוי ייעוד בשטחי יער) מוגדר כי מותר להסב עד חמישה אחוזים משטח היער לתכלית תיירות ונופש, בכפוף לאישור הוועדה מחוזית לתכנון ולבנייה.

הפעולות המותרות ביער כוללות פעילות נופש, ספורט ופנאי: "נטיעת עצים, טיפוחם וכריתתם, דרכי יער, נופש וחניונים, מחנות נוער, מתקני ספורט, נופש ומשחקים" (סעיף 13א' תמ"א 22). כמו כן, התכנית דנה בנושא שיקום נחלים: "בנטיעות בגדות נחלים יותר שיקום הנחל ופיתוח השטח כאזור נופש בחיק הטבע תוך שמירת המרכיבים הטבעיים" (סעיף 13 ח' תמ"א 22).

תמ"א 35 – תכנית מתאר ארצית משולבת לבנייה, לפיתוח ולשימור

בתכנית מתבטא המתח המתמיד בין מתן מענה לצורכי פיתוח עתידיים, מחד גיסא, לבין הרצון לשמר שטחים פתוחים כאלמנט רציף, וכן שימור ערכי טבע, חקלאות, נוף ומורשת, מאידך גיסא. התכנית מציינת כמה מרקמים תכנוניים המאשרים ברמה ארצית את האבחנה בין אזורים "מוטי שימור" לבין אזורים "מוטי פיתוח".

לשם סקר זה נציין שלושה מרקמים מתוך אלה שהוגדרו בתכנית:

א. מרקם כפרי – "פיתוח יישובים כפריים ופיתוחם של היישובים המיוחדים שבו, לרבות שטחי תעסוקה, שטחים חקלאיים ושטחים לתיירות, ובלבד שלא ייפגע אופיו הכפרי-חקלאי הכולל ויישמר, ככל האפשר, רצף שטחים פתוחים וחקלאיים" (תמ"א 35).

ב. מרקם שמור ארצי – "מטרתו שימור מרחבים גדולים ורציפים של שטח פתוח וערכי טבע, חקלאות ונוף במגמה לעודד בעיקר פעילות פנאי ונופש, תיירות" (תמ"א 35).

ג. מרקם שימור משולב – "מטרתו לאחד ברצף ערכי טבע, חקלאות, נוף התיישבות ומורשת תוך יצירת שדרה ירוקה מצפון לדרום וחיצים פתוחים לאורך ערוצי נחלים ראשיים במרכז" (תמ"א 35). התכנית משתמשת במונחים חדשים המגדירים את הטיפוח והמיסוד של השטחים הפתוחים, וביניהם המונחים הנוגעים לשימור קרקע: מכלול נופי, רצועת נחל, רצועת נוף.

מכלול נופי – "הוא שטח פתוח ברובו בעל רגישות נופית גבוהה שמקורה בשילוב של ערכי נוף עם מעשה ידי אדם, חקלאות מורשת או דת" (תמ"א 35). עד כה שטחים אלה לא קיבלו הגנה במסגרת תכניות המתאר הארציות. אזור החקלאות בחבל לכיש, וכן אזור מאחז קמה מוגדרים במסגרת תמ"א 35 כמכלול נופי. על מכלול נופי מוטלות מגבלות תכנוניות ותכליות מצומצמות כפי שמוגדר בסעיף 9 בתכנית: "הוראות לסימונים נוספים בתשריט המרקמים".

רצועות הנחל – "כוללות את אפיקי הנחלים המסומנים בתשריט המרקמים ותכנית בתחום רצועת נחל נדרשת להוראות בדבר שיקום הנחל ובתי הגידול שבו, ייצוב הגדות וכדומה" (תמ"א 35).

רצועות נוף – "הן חיצים פתוחים המסומנים בתשריט המרקמים בתחומי המרקמים העירוניים" (תמ"א 35).

4.8.2 תכניות-אב

תכנית-אב נחל הבשור

מטרות התכנית :

- טיפוח מכלול הנחל ושמירתו בתוך פיתוח גישת תכנון כוללת; דגש על מרכזיות הנחל, על שמירת הרצף והתוואי ועל טיפוח מגוון הנוף והתוכן.
- שימור המערכת האקולוגית ושמירתה; שימור ערכי טבע, נוף, ארכאולוגיה, היסטוריה ומורשת ושיקומם, בתוך שמירת אופי הנחל והמרחב סביבו.
- עיקרון גישה חופשית לציבור; יצירת ציר תיירות רצוף בתוך שמירת זכות הציבור לגישה, מעבר והנאה ממערכת הנחל ומהמרחב הסובב אותה.
- פיתוח תיירות, טיילות ונופש; פיתוח מבוקר ובר-קיימא המבוסס ברובו על שימושי שטח פתוח בשילוב יוזמה פרטית ויוזמה ציבורית מכוונת.
- בהקשר לנושאי התיירות והשטחים הפתוחים, נוסחו תשעה עקרונות תכנון, ועל פיהם תוכננה התכנית :

- הגדרת מקטעי הנחל ואיפיונם של נושאים תמאטיים אשר יאופיינו ויודגשו.
- פיתוח תיירות נושאית המתאימה לאופי ולתרבות הסביבה.
- ביסוס הצירים הראשיים של תנועת התיירות בנחלים ובדרכים ההיסטוריות, וקשירת אתרים ארכאולוגיים, היסטוריים ואתרי מורשת למסלולים אלה.
- שמירה על רציפות רצועת הנחל, קרי ציר רצוף לזרימת שיטפונות, תנועת בעלי חיים וזרעים ודרך למטיילים שתאפשר לחוות את השתנות נוף הנחל.
- הגדרת מתחם רצועת הנחל (רוחב הרצועה).
- ראיית הנחל כשדרה מרכזית למרחב.
- התייחסות מרחבית-פיזית לתחומי ההשפעה של הנחל לפי נושאים.
- טיפוח ערכי הנחל והסביבה בהתאמה לשונות מקטעי הנחל – ממשק מנחה לטיפול בנוף.
- שמירת ערוץ הנחל כשטח פתוח טבעי, פרט לאתרים בודדים, בדרך כלל בתחומי יישוב, באתרים מופרים או בחציות הכרחיות של קווי תשתית.
- על בסיס עקרונות התכנון האלה הותוותה פריסה מרחבית המתייחסת למכלול ומאפיינת תאי שטח ייחודיים. תאי השטח הוגדרו לאורך ולרוחב: לרוחב – מציר הנחל החוצה בהיררכיה יורדת – רצועת הנחל, רצועת ההגנה, אגן הנחל; לאורך – חלוקת מקטעים לאורך הנחל.
- חלוקה זו מגדירה הנחיות שימור, טיפוח ופיתוח פעילויות ושימושים בתאי השטח השונים :
- צירי נחל עיקריים
- צירי תנועה: כבישים, מסלולי רכיבה, שבילי הליכה
- פארקי נחל מקומיים
- מוקדי עניין: טבע, נוף, ארכאולוגיה, אתרי מורשת
- טיפול במתקנים הנדסיים לתפיסת מי שיטפונות הקיימים ברצועות הנחל והפיכתם לידידותיים יותר לסביבה ולאדם באמצעות טיפול-נוף, שילוב תיירות ותצפית
- מוקדי בילוי ומשיכה בנקודות שהייה על הצירים
- טיפוח תמונת המרחב הסובב את הנחל על פי חלוקה ליחידות נוף

התכנית קבעה ארבע רמות אינטנסיביות לפיתוח רצועות הנחל:

- רמה א' שימור – שטח שיישמר במצבו הטבעי הקיים או המשוקם ללא תוספת פיתוח.
- רמה ב' מעבר – טיפוח הנוף ושימורו, דרכי טיול ומעבר, פיתוח נוף לרבות מתקנים כמו מצפורים וחציית תשתיות חיוניות.
- רמה ג' פיתוח אקסטנסיבי – נוסף על המפורט ברמה ב', גם ייעור, עיבוד חקלאי, גינון, טיילת, דרכים, חוות חקלאיות, חניונים וכיו"ב.
- רמה ד' פיתוח אינטנסיבי – נוסף על המפורט ברמה ג', גם פארקים, איגום, מתקני ספורט, מבנים לתיירות, הסעדה ומבני ציבור.

הנחיות בנושאי תיירות:

1. כדי לאפשר תנועת נחל, לכל אורך הנחלים נקבעו צירי תנועה המיועדים לציבור המבקרים וצירי תנועה לצורכי תחזוקה וכן דרכי גישה. התכנית קובעת את רמת המינוע ומאפשרת תנועה באמצעים מגוונים לרבות שבילי הליכה, מסלולי רכיבה ודרכי מעבר לכלי רכב פרטיים ברמות מינוע שונות.
2. מיון אתרים לפי נושאים ותיאום רמת הטיפול בהם עם המערכת תיירות.
3. התוויית דרכי מטיילים ראשיות ומסלולי סיור על דרכים היסטוריות.
4. חשיבות לאתרי היסטוריה ולאתרי מורשת – הטיפול בהם ייעשה כפי הנהוג באתרי עתיקות.
5. הגדרת שטחי הגנה סביב אתרי ארכאולוגיה, היסטוריה ומורשת, גם אם הם מחוץ לרצועת הנחל ולרצועות ההגנה. שטחים אלה נועדו ליצור סביבת-נוף מתאימה לאתר, למנוע פגיעה ותנועה לא מוסדרת וכל נזק אחר.
6. עיקרון התנועה הרציפה לאורך הנחל וכן בתוואים המסתעפים ממנו – תנועת הציבור לאורך הנחל תהיה רציפה, לא תהיה חסימה של תנועת מים, של תנועת בעלי חיים, של צמחים ושל ניקוז, למעט אזורים השייכים לצבא.
7. סיווג מסלולי הטיול מאפשר לחוות את המרחב ולהכירו בכמה דרכים – מסלולי סיור לאורך הנחלים: מסלולים מעגליים, מסלולים ציריים, מסלולי רכיבה על בעלי חיים או אופניים, מסלולי נסיעה המתאימים לכלי רכב 4X4 או 2X4. כמו כן, קיימים מסלולי חיבור אגניים: חיבור למערכת שבילים מסומנים, חיבור למערכות תימאטיות כמו מסילת הרכבת העות'מנית ומסילת הרכבת הבריטית.
8. הדרכים המוצעות לפיתוח בתכנית – דרך הבשמים העוברת בציר נחל הבשור, מסלול נחל רביבים, דרך האבות ודרך ארץ גרר.
9. הנחיות לתכנון והתוויית דרכים – לעומת מרחב המדבר שבו חשוב להמעיט בדרכים, במרחב המזרע יש יתרון לדרכים לאורך רצועת הנחל, במקטעים שבהם נקבע כי הם פתוחים לתנועת תיירות. דרכים מסודרות, מנוקזות ומתוחזקות מאפשרות תנועת כלי רכב 2X4 ומסייעות בפיזור המטיילים בשטח; במרחב המזרע משני צדי רצועת הנחל, ובמרחב המדבר מצד אחד בלבד. דרכים אלה יישמשו גם כדרכי ניקוז.
- צירי הדרכים שסומנו בתכנית הם התווייה כללית ראשונה בלבד. בעת תכנון מפורט של מקטעי הנחל יובאו בחשבון מכלול השפעות הסביבה של הדרכים: ככל הניתן פגיעה נמוכה בערכי טבע, נוף ומורשת, מניעת נזקים לאתרים ארכאולוגיים ואתרי מורשת, מניעת נזקי סחיפה בשטחים חקלאיים, תשתיות הנדסיות וכיו"ב. בדרכי הנחל הראשיות המותוות בתכנית יש להביא בחשבון

גורמי עבירות, שיפועים, ניצפות, מהירות נסיעה מתאימה. במרחב המדבר, ככל הניתן, יש להביא לכך שדרך הנחל תתווה על גדה אחת בלבד של הנחל ובגדה השנייה יישמר הנוף הטבעי.

תכנית-אב ומתאר מחוזית חלקית מרחב שקמה תמ"מ 43/14/4

תכנית מרחב שקמה ממוקמת בחלקו המערבי של הנגב הצפוני. שטח התכנית כ- 330 אלף דונם. הבסיס לקביעת התכנית היה אגן ניקוז נחל שקמה – אלמנט נופי-אקולוגי חשוב במרחב. התכנית מגדירה תכנים ושימושים בשטחים פתוחים במרחב שקמה, בתוך מיצוי הפוטנציאל הגלום בהם ושמירה על מאפייניהם הייחודיים. תפיסת התכנון מגדירה את הזהות ואת מאפייני המרחב, במטרה להפוך אזור פריפריה, שבו אוסף פעילויות ושימושי קרקע, למרחב מגובש של שטחים פתוחים, בדרגות שימור שונות, שבהם מצויים אתרים המושכים בעלי עניין לבקר בפארק נחל שקמה ולשהות בו.

חשיבותו של מרחב שקמה כמרחב פתוח נובעת ממיקומו בנקודת המפגש בין מרחב מטרופולין מרכז הארץ (מטרופולין תל-אביב) לבין מרחב מטרופולין הדרום (מטרופולין באר שבע). רצף השטחים בתוכו הם מסדרון אקולוגי לרוחב דרום מישור החוף והשפלה ולכיוון הרי חברון. כמרחב פתוח המצוי על גבול ספר-המדבר מצויים בו מגוון תצורות נוף, בתי גידול ומשאבי טבע ייחודיים, לצד אתרי תרבות ואתרי מורשת. נחל שקמה מקשר בין מגוון נופים גדול: המרחב כולל שמורות טבע, גנים לאומיים, שמורות נוף, יערות, אתרים ארכאולוגיים, אתרים היסטוריים, אתרי מורשת, שטחי החדרת מים וקידוחי מים, רצועות נחל, רצועות חוף, חולות, רכסי כורכר ושטחי חקלאות נרחבים ומגוונים המשנים פניהם לפי עונות השנה.

אפשר לזהות ממזרח למערב שלושה אזורים גאוגרפיים עיקריים: אזור הגבעות המזרחיות, אזור רכסי הכורכר הפנימיים, אזור החולות ורכסי הכורכר החופיים במערב. מטרות התכנית: שמירה על המרחב הפתוח ועל הנוף הפתוח, מתן מענה לצורכי הציבור בשטחים הפתוחים, שמירת מגוון בתי גידול וטיפוחם, וכן כיוון הביקור במרחב כדי לאפשר לציבור חשיפה למרחב הפתוח והשמור, בתוך התחשבות רבה, ככל הניתן, בנוף ובסביבה. תפיסת התכנון מחלקת את הפארק לארבעה אזורים המייצגים ארבעה אזורי שימור: ליבת השמורה, ליבת הפארק, מעטפת הליבה ושולי הפארק. האזורים מוכלים במעגלים קונצנטריים העוטפים אחד את השני.

- שולי הפארק – שטחים בתחום פארק נחל שקמה שהוגדרו כבעלי רגישות-נוף נמוכה ורגישות-סביבה נמוכה. לשולי הפארק תפקיד חשוב בשל היותו חיץ בין שטחי ליבת הפארק והשמורה לבין היישובים הקיימים סביב פארק שקמה. שטחי שולי הפארק הוגדרו כשטחים בעלי עדיפות לפיתוח.

- מעטפת הליבה – שטחים העוטפים את ליבת הפארק ומעצימים את תחושת המרחב לטוביהם ולעוברים בו. אזור מעטפת הליבה בעל רגישות-נוף בינונית-גבוהה.

- ליבת הפארק – כוללת את מרבית השטחים בעלי ערך מבחינת אקולוגיה, נוף ותרבות.

- ליבת השמורה – לאזורי ליבת הפארק ערך גבוה ביותר. בליבת הפארק נמצאים שמורות טבע, יערות ושטחים טבעיים שאינם מוגנים סטטוטורית. בשטחים אלה יישמר רצף השטחים הפתוחים והמסדרונות האקולוגיים. כמו כן, באזורים אלה התכנית קובעת הגבלות על שימושי הקרקע, לרבות שטחי חקלאות.

במרחב שקמה מצויים שטחים טבעיים גדולים בעלי איכות נדירה. התכנית מקשרת בין שטחים אלה באמצעות הנחלים, המוגדרים כמסדרונות אקולוגיים, המאפשרים מעבר של בעלי חיים ושל צמחים.

נחל ברור, נחל שקמה ונחל הוגה מחברים את שלושת הגושים העיקריים: במזרח – גבעות רוחמה, במרכז – רכסי כורכר גברעם, אור הנר ונירעם, במערב – שטחי החולות ורכס הכורכר השלישי – רכס יד מרדכי ונתיב העשרה. כמו כן, התכנית מציעה לטפח מסדרונות אקולוגיים משניים שיחזקו את המערכת הטבעית בכמה אזורים נקודתיים. בתוך שלושת הגושים העיקריים זוהו 15 מתחמים לשימור ולטיפוח, שבהם מרוכזים שטחים רבים בעלי רגישות-נוף רבה, רגישות-סביבה רבה, אתרים בעלי עניין לביקור, נקודות תצפית נוף, ריכוז פריחה ועוד.

הגישה למרחב באמצעות דרכי נוף המכוונות את המבקרים בפארק לאתרים בעלי עניין מיוחד ומאפשרות לנוסע לחוות את המרחבים הפתוחים בתוך הקפדה על מעט הפרעות-נוף. מטרת התכנית לחזק את חוויית המרחבים הפתוחים בדרכים אלה בעזרת תחנות עצירה, תחנות מנוחה ונקודות תצפית נוף המאפשרות לנוסעים הבוחרים שלא להיכנס אל לב הפארק ליהנות מאיכויותיו. בכל אחת מהדרכים ימוקם שער כניסה. בתכנית סומנו עשרה שערי כניסה, וכן כמה תחנות מידע.

פיתוח אקסטנסיבי לתיירות בשטחים הפתוחים ייעשה באמצעות:

- חניוני לילה משפחתיים, מעין צימר תחת כיפת השמים. אתרים אלה יהיו מבודדים ואינטימיים ותהיה בהם התערבות נופית מינימלית.
- חניוני יום פתוחים לאורך שביל רכב שקמה.
- מסלולי סיור מעגליים, מסלולי רכיבת אפניים.
- שיקום אתרי בוסתן שישמשו כמוקדי הסברה וחינוך בפארק.

נוסף לכך התכנית דנה בפיתוח אינטנסיבי לתיירות בשטחים פתוחים ובאתרים קולטי קהל, באמצעות שימוש באזורים מופרים כדוגמת מחצבות נטושות, אזורי כריית חול (לא חוקית) ועוד. בתכנית מוצעים הרעיונות האלה לפיתוח תיירות: הקמת חניוני לילה לקבוצות גדולות, אטרקציית ספארי חולות, ספורט מים באזור אגם שקמה, ספא טבעי פתוח המתבסס על מי מעיינות מינרליים באזור ועוד.

5. מיפוי סיכוני סחיפה

בפרק זה מוצג מודל שפותח במהלך עבודה זו, ומיועד לאפשר למקבלי החלטות ולמתכננים ביצוע של הערכה איכותית ביחס לסיכונים הקיימים בנושא סחיפת קרקע שטחים נתונים. המודל עושה שימוש במידע רקע הקיים בנושא זה (בעיקר במשרד החקלאות, האגף לשימור קרקע וניקוז ומחוז הנגב) וכולל מיפוי וסיווגים לקביעת ייעודי קרקע, ובעזרת ניתוח של הטופוגרפיה, אופי ההמשקעים, שימושי ויעודי הקרקע ופרמטרים נוספים מאפשר הערכת עצמת הסיכון לסחף קרקע בכל שטח נבדק. המודל יהווה בהמשך כלי לצורך קביעתם של האמצעים והשיטות אותם נדרש לנקוט – ברמת החלקה החקלאית, הנחל או המגרש לבניה – על מנת ליישם תכנית משמרת קרקע.

5.1 סקרי קרקע קודמים ומידע קיים

עבודות ראשונות בנושא שימור קרקע נערכו בארץ על ידי המדור לשימור קרקע, שהוקם במשרד החקלאות ב-1948. בין היתר בוצעו סקר ייעודי קרקע ארצי, שכלל התייחסות לבניית סכרים לאגירת מי שיטפונות, ניקוז, טיפוח מרעה טבעי, ייצוב חולות נודדים ועוד. תשומת לב מיוחדת ניתנה לייעודי קרקע בהתאם לפוטנציאל החקלאי של הקרקע ולתכנון גידולים על בסיס סקר קרקע ותרשים יסוד, על פיהם נקבעו אמצעים לשימור קרקע. כמו כן, פותחו הנחיות לתכנון מטעים, אותרו עשבים מתאימים לדישוא דרכי-מים ותעלות ונעשו ניסויים לאגירת מי גאוויות להשקיה.

כבר בשנת 1949 הוחל בביצועו של סקר קרקע מקיף, הכולל את כל שטח המדינה מהצפון ועד להר הנגב. מטרת הסקר הייתה קבלת נתוני קרקעות בסיסיים, כגון עומק הקרקע, המרקם, המדרון או השיפוע, סלעיות וסחיפת מים ורוח. על פי המידע שנאסף בסקר זה נערך מיפוי של הקרקעות וניתנה התייחסות למידת התאמתן לעיבוד חקלאי. הסקר הופק במפות בקני"מ 1:20,000.

סקרים נוספים שנערכו ע"י משרד החקלאות:

- א. סקרים פדולוגיים (מכון וולקני)
- ב. סקרי קרקע מפורטת בתחום המשק
- ג. סקר ניקוז, סחיפה והידרולוגיה (על ידי מהנדסים של רשויות ניקוז). הסקרים מתארים את מצב הסחיפה בשדות, את מצב הוואדיות והתעלות, הגורמים השונים של התנקזות לקויה, הבעיות הצפויות בפיתוח השקיה, האמצעים הדרושים להסדרת הניקוז ואומדן ההוצאות הצפויות של רשות הניקוז ויעילותה.
- ד. תיחום אגני ההיקוות
- ה. מפות הביצוע של רשויות ניקוז
- ו. סקרי מרעה טבעי
- ז. סקר להכרזת קרקע חקלאית

סקר ייעודי קרקע 1:20,000

מטרת סקר ייעודי הקרקע הייתה לדרג את קרקעות ארץ ישראל לפי אפשרויות ניצול הקרקע לצרכים חקלאיים. הקרקעות סווגו לקטגוריות הבאות:

- I. מתאים לעיבוד בשיטות רגילות
- II. מתאים לעיבוד באמצעי שימור קרקע פשוטים
- III. מתאים לעיבוד באמצעי שימור קרקע מועטים
- IV. הגבלות חמורות מאוד: מתאים למטעים, מרעה וכו'
- V. לא מתאים לעיבוד: מתאים למרעה טבעי
- VI. מתאים לייעור בלבד
- VII. אינו מתאים לכל פעילות חקלאית
- F – מתאים לעיבוד באמצעי שימור קרקע פשוטים, סובל מהצפה או שיטפונות
- A – מתאים לעיבוד באמצעי שימור קרקע פשוטים, יש נטייה להמלחה
- W – מי תהום גבוהים (בתנאי שלחין)
- Wa – ביצות מלוחות
- D – חולות נודדים

דרגות אלה לפוטנציאל ניצול הקרקע לצרכים חקלאיים ניתנו לשטחים בהתאם לאינדקס הקרקע, שכלל הרכב (מרקם), צבע, עומק, כמות אבן וסלע, מדרון (שיפוע), סחף מים. בטבלה מס' 5.1 להלן מוצג המקרא של מפת דירוג קרקעות ארץ ישראל.

טבלה מס' 5.1: מקרא (מפתח לנוסחה) למפה 1:20,000 של סקר ייעודי קרקע

סדר הנוסחה	
גורמים אחרים – צבע – הרכב – כמות האבן – עומק	
סחף – מדרון (%)	
ה ר כ ב 1. חולות – חול נודד, חול חופי וחול בלתי חקלאי 2. קל – חול חקלאי וחול-חמרה 2/3 קל בינוני – חמרה חולית 3. בינוני – חמרה, חמרה אבקית, חמרה-סיט, חמרה-טיט חולית 3/4 כבד – חמרה-טיט אבקית, טיט חולי, טיט אבקי 4. כבד מאוד – טיט וטיט כבד 8 קרקעות לס Δ הצטברות מזיקה של חול, חצץ או אבנים	
צבע הקרקע ח. – חום ח.כ. – חום כהה א. – אדום ח.ב. – חום בהיר צ. – צהוב פ.כ. – אפור כהה פ. – אפור פ.ב. – אפור בהיר ש. – שחור ח.פ. – חום אפור	
כמות האבן והסלע 1. אין אבנים או כמות שאינה מפריעה לעבוד 2. אבנים מפריעות לעבוד אשר נחנות לסקול בקלות 3. כמות אבנים שאפשר לסקל בהוצאות מרובות 4. אבנים וסלעים המכסים עד 50% מפני השטח 5. סלעים המכסים מעל ל 50% מפני השטח	
עומק 1. שטחי מאד – מ 0 עד 20 ס"מ עומק 2. שטחי – מ 20 עד 45 ס"מ עומק 3. בינוני – מ 45 עד 75 ס"מ עומק 4. עמוק – מ 75 עד 100 ס"מ עומק 5. עמוק מאוד – יותר מ 100 ס"מ עומק	
סחף מים 0. אין סחף ניכר 1. סחף קל 3. סחף בינוני 5. סחף חמור (7) ערוצים עמוקים רוצים עמוקים ומרובים שטחי קרקע הרוסים	
מדרון A – מ 0 עד 2% מדרון B – מ 2 עד 6% מדרון C – מ 6 עד 15% מדרון D – מ 15 עד 25% מדרון E – מ 25 עד 35% מדרון	

בעבודה הנוכחית נסקרו עבודות קודמות כנ"ל עם התמקדות באלו שבהן קיימת התייחסות פרטנית לקרקעות שבתחום העבודה (שקמה-בשור). על פי זה נמצא כי קיימים כ-300 סקרים במרחב בשור-שקמה (חלקיים ומלאים, מרבית המידע נמצא בארכיון המחלקה לסקר קרקע ומיפוי במשרד החקלאות), בנוסף לסקרים שנעשו במחוז דרום של משרד החקלאות.

לסקרים הנ"ל כמה מגבלות, שאחת מהן היא השונות הרבה והחוסר באחידות וסטנדרטיזציה. חוסר אחידות זה מתבטא, למשל, בעובדה שבעלי מקצוע שונים ערכו את הסקרים, בהיעדר מידע מרחבי בקנה מידה של 1:50,000 לפחות הכולל את שטח האגן הנסקר, באי שמירת תקן קבוע (בעיקר בסקרים שנעשו בשנים האחרונות) וכו'. בנוסף, מפות הסחף הקיימות אינן נגישות, אינן מעודכנות ומשטח הכיסוי הממופה אינו כולל את מרבית שטח האגן. חלק ניכר מן הסקרים נעשה בשטחים מצומצמים (1–10 קמ"ר), ואילו שטח הסקר הנוכחי עולה על-2,000 קמ"ר. מכיוון שמרבית הסקרים הוכנו לפני למעלה מעשרים שנה, ומטרותיהם היו מיפוי שימושי קרקע חקלאית ולצרכים הנגזרים מתוך אלה בלבד, בסקרים אלה אין דגש על מיפוי פוטנציאל הסחף, אלא הדגש הוא על מידת ההתאמה של גידולים חקלאיים לטיפוסי הקרקע הנדונים ולתנאי האקלים השוררים. חלק ניכר מן הסקרים הישנים גם לוקה בהיעדר מידע חיוני לאימות נתוני סקר, כגון בדיקות מעבדה להגדרת מרקם, חומר אורגני וכדומה. מרבית המפות אינן בפורמט דיגיטלי, אלא בפורמט קשיח, דבר המקשה על איתור מידע רלוונטי. לאור האמור לעיל נראה שנתוני הסקרים הישנים נסמכים על מידע איכותי בלבד.

לפיכך, לצורך העבודה הנוכחית, נקבעו הקריטריונים ליצירת מפת סיכוני סחף קרקע על פי המידע הזמין והנגיש בלבד, בהתאם לשיטות המיפוי אשר הוגדרו על ידי סוקרי האגן לשימור קרקע וניקוז ונסמכו על מידע דיגיטלי זמין.

רשימה חלקית של הסקרים שנעשו באזור שקמה-בשור מוצגת להלן בטבלה מס' 5.2. מידע מפורט על סקרי קרקע קיימים בשטח הסקר מוצג בנספח ח'1. בסקר הנוכחי נעשה ניסיון ראשון לערך קטלוג מפורט של תוצרי המיפוי, על מנת לסייע באיסוף נתונים ובניתוח מידע רלוונטי (סוג הקרקע, סוג פני השטח, סיכון סחיפה). כמתואר בטבלה מס' 5.2, מרבית הסקרים נעשו בתאי שטח קטנים, בקנה מידה קטן, באזורים חקלאיים או באזורים בעלי פוטנציאל חקלאי. מעבר מקנה המידה שבוצע ברמת השדה (קנ"מ של 1:2,000 – 1:20,000) למיפוי סיכוני סחף-קרקע בקנה מידה אזורי (הכולל את אגני בשור ושקמה) מצריך אימות מרחבי של אזורי מבחן. אימות זה צריך לכלול הן את מגוון הקרקעות הנפוצות ואת שימושי הקרקע הרגישים לסחף והן את השטחים החקלאיים ואת השטחים הפתוחים. בעבודה זו נעשה ניסיון לקטלג את הסקרים הקיימים באזור שקמה-בשור. הקטלוג כולל מפות סרוקות ואת תוצאות הסקר בקנה מידה 1:500 (ראה בנספח ח'1).

טבלה מס' 5.2 : רשימה חלקית של סקרי קרקע שנעשו באזור שקמה-בשור החל משנות השישים (המחלקה לסקר קרקע ומיפוי, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות)

מס' הסקר	שם הסקר	שנה	קנה מידה	גודל השטח (דונם)	שם הסוקר	הערות
298	פרדסי איתן	1981	1: 5000		נ. תאומים	טיוטות בלבד ללא מפה מפורטת
78	אגן ב' נחל שקמה	1962	1: 5000		ג. יערי, מ. כהן	מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
90	גברעם	1972	1: 5000	9400	ג. זלצמן	מפת גושים + דוח קרקעות ע"פ גושים
131	ניר עם	1973	1: 5000		מ. קרקובסקי	
131	ניר עם	1974	1: 20000	18,600	מ. קרקובסקי	
302	ברור חיל	1982	1: 10000		ר. זיידנברג	
302	ברור חיל	1995	1: 2500		מ. שפיר	מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
169	יכין	1975	1: 5000			מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
170	ניר משה	1975	1: 5000	4500	נ. תאומים	דוח כתוב + מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
134	סעד	1973	1: 5000	11,000		דוח כתוב + מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
142	שובה וזמרת	1974	1: 5000	5,810		דוח כתוב + מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
145	רעים	1974	1: 5000	11,000	נ. תאומים	דוח כתוב + מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
221	בית קמה	1978	1: 10000	19,400	נ. תאומים	דוח כתוב + מפת סקר מפורטת ע"פ קני"מ
229	קיבוץ אורים	1978	1: 5000	24,000	נ. תאומים	דוחות מפורטים, ללא מפה

5.2 מיפוי סיכוני סחיפת קרקע

מיפוי וכימות תהליכי סחף-קרקע משמש לרוב לצורך שלוש מטרות עיקריות: (1) להבנת הגורמים המשפיעים על סיכוני סחיפה ברמה אגנית, (2) למתן תחזיות לשינויים בסיכוני סחיפה לעתיד, (3) לצורך אספקת מידע למקבלי החלטות באשר לאופן ניהול משאבי קרקע. שתי המטרות הראשונות מתורגמות למודלים דינמיים המתבססים על תנאי סביבה משתנים. סוג המודלים הכמותיים של סחיפת קרקע והפרמטרים המהווים בסיס נתונים למודל, תלויים באופן מובהק בגודל אגן הניקוז (Vijaiak et al., 2010). בין הנתונים המהווים בסיס למודלים של סחף-קרקע אפשר לציין את הפרמטרים האלה: תנאים אקלימיים (עובי הגשם ועוצמתו, טמפרטורה, רוח), שיפוע המדרון ואורכו, שימושי קרקע, מרקם קרקע וכמות החומר האורגני. כמו כן, מודלים מדרוניים כוללים נתוני דרכי עפר, שיעור השטחים האטומים, צפיפות הערוצונים (rills), סוג עיבודי הקרקע (Svoray & Markovich, 2009; Svoray & Ben-Simon, 2009) ועוד.

בסקר הנוכחי מטרת המיפוי ובניית המודל הינה לספק למתכננים ולמקבלי ההחלטות (מינהל מקרקעי ישראל, משרד החקלאות, רשות שימור קרקע ואחרים) כלי לניהול של משאב הקרקע. בעזרת כלי זה יהיה אפשר לאתר את המוקדים שבהם קיימת סכנת סחיפה ולתכנן אמצעים להקטנת הסיכונים. מיפוי סיכוני סחף-קרקע באזור הסקר נעשה על פי שלושה מדדים עיקריים המבטאים את הגורמים (האפשריים) החשובים ביותר להנעת תהליכי סחף.

שלושת המדדים הינם:

- טיפוס (חבורת) הקרקע
- טופוגרפיה (שיפועי השטח)
- תכסית (ושימוש) הקרקע

שילוב מדדים אלה נערך בצורה איכותית (לא כמותית), אך הוא מאפשר קבלת אומדן ראשון הכולל שטחים שמופו באופן חלקי, ברזולוציה גבוהה, על ידי סוקרי קרקע מהאגף לשימור קרקע וניקוז.

מלבד זאת, הדבר מסייע לאימות מפת סיכוני הסחף בשלושה אגני מבחן מייצגים שעבורם נערך בעבודה זו מיפוי פרטני – האגנים של נחל חנון, נחל יתיר ונחל פטיש.

ליצירת מפת סיכוני סחף-קרקע בעבור אגני המבחן נעשה שימוש בגורמי שטח ידועים, אשר אינם משתנים באופן הזהה לתכסית הצמחית וכוללים מפות טיפוס קרקע וטופוגרפיה (DEM). לניתוח השפעת תכסית פני השטח הוגדרו מאפייני תכסית איכותיים העשויים לשמש ככלי לזיהוי עתידי של שימושי קרקע שונים. טכניקה זו היא מדד בלתי ישיר לשימושי קרקע, ועשויה להיות כלי יעיל בתנאים שבהם קיימים שטחים פתוחים ובתנאים שבהם קיים קושי רב למפות מאפייני תכסית מגוונים (להבדיל משימושי קרקע כמו שטחים חקלאיים ושטחים אורבאניים).

בטבלה מס' 5.3 מוצגים הקריטריונים עליהם מתבססת מפת סיכוני סחף-קרקע. בטבלה ניתן משקל איכותי לטיפול הקרקע ולטופוגרפיה על בסיס מידע ממ"גי קיים, וכן משקל לצפיפות צומח השקול לאופי שימוש הקרקע. באופן זה טיפוס הקרקע והשיפוע הם גורם קבוע אשר אינו משתנה בזמן, ואילו שכבת המידע הכוללת את התכסית הצמחית הינה דינמית בזמן ובמרחב. על פי הני"ל, בבניית מפת סיכוני סחף, שימוש קרקע לצרכים חקלאיים (גידולי שדה) מדורג כקרקע חשופה, ואילו שטחים פתוחים מדורגים כבעלי תכסית צמחיה דלילה. בדירוג הסיכון הכולל, מקומות שבהם תכסית הצמחיה קבועה ואינה משתנה במהלך הזמן (דוגמת שטחי מטעים, יער וכדומה) ידורגו כבעלי תכסית צמחית מלאה.

הגורמים הקבועים בטבלה (טיפול קרקע וטופוגרפיה) נקבעו על פי דרגת הרגישות לסחף המופיעה במפות הסקר הדיגיטליות הקיימות. רגישות טיפוס הקרקע לסחף נקבעה על פי גורמי ההתהוות הכוללים: מרקם, מבנה, תכולת חומר אורגני (אומדן איכותי המקובל עבור שטחים פתוחים ושדות חקלאיים) ואבניות. פרמטרים אלה קובעים במידה רבה את פוטנציאל הקרקע לסחף מים ולסחף רוח. קרקעות בעלות תכולת חרסית גבוהה, דוגמת רגסולים, מדורגות כבעלות פוטנציאל סחיפה נמוך בהשוואה לקרקעות בעלות מרקם סילטי (דוגמת לס). בדירוג מובאים בחשבון פרמטרים פיזיקליים של הקרקע המשפיעים על מבנה התלכידים, על יציבותם (כולל השפעות מבנה מינרלי וחרסית באזור צחיח וצחיח למחצה) ועל פוטנציאל הסחף.

באזורים מישוריים שבהם שיעור שיפוע הקרקע מגיע ל-2% הסיכון לסחף באמצעות מים תלוי במידה רבה בשימושי הקרקע. עיבוד קרקע לגד"ש מעלה את סיכון הסחיפה מנמוך עד בינוני או אפילו בינוני-חמור. כל שימוש אחר כמו מטעים, תיירות או ייעור מקטין את סיכוי הסחיפה עד סיכון נמוך. יש לציין כי במרבית המקרים, בהיעדר ממשק חקלאי ראוי, ייתכנו באירועי קיצון נזקי סחף הנובעים משקיעת סדימנטים או מנזקי סחף ערוצונים וערוצים, ולא רק מנזקי סחף משטחי, שלרוב הינו הגורם העיקרי להידלדלות קרקעות חקלאיות בעקבות נזקי סחף מים. באזורים שבהם השיפועים חריפים יותר מ-2% ניתן משקל רב יותר לצפיפות תכסית הצומח וכן לעמידות הקרקע בפני מאמצי גזירה של אנרגית המים. בהיעדר מידע על משטר הרוחות הנפוץ באזור, הוגדר הסיכון לסחף רוח כזהה לתנאים שבהם הקרקע חשופה והחספוס מינימלי.

טבלה מס' 5.3: רמות סיכוני סחיפה (איכותיות) – מבוססות על סיווג קרקע, שיפוע ותכסית

הסיכון לסחיפת קרקע				שיפוע השטח [%]	סיווג הקרקע	
אופי התכסית					שם	סימול
צומח מלא, שמורת טבע	צומח בינוני, קק"ל	צומח דליל, מטעים, קק"ל, רעייה	קרקע חשופה (שימושי רעיה, גד"ש), רעיה			
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה	[0-2]	קרקע חומה כהה	K
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[2-6]		
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית- גבוהה	[6-15]		
נמוכה	בינונית	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה	[0-2]	רנדזינה	B
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[2-6]		
נמוכה	בינונית	בינונית- גבוהה	בינונית- גבוהה	[6-15]		
בינונית	בינונית- גבוהה	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה	[0-2]	לס	N
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית-גבוהה	[2-6]		
נמוכה	בינונית	בינונית- גבוהה	גבוהה	[6-15]		
בינונית	בינונית- גבוהה	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[0-2]	ליטוסולים חומים וק' חומות בהירות לסיות	M
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית-גבוהה	[2-6]		
נמוכה	בינונית	בינונית-גבוהה	גבוהה	[6-15]		
בינונית	בינונית-גבוהה	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[0-2]	חמרה	E
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[2-6]		
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית	[6-15]		
בינונית	בינונית	בינונית- גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[0-2]	רגוסול	W
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[2-6]		
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית- גבוהה	[6-15]		
נמוכה	בינונית	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[0-2]	סירוזום לסי	R
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית	[2-6]		

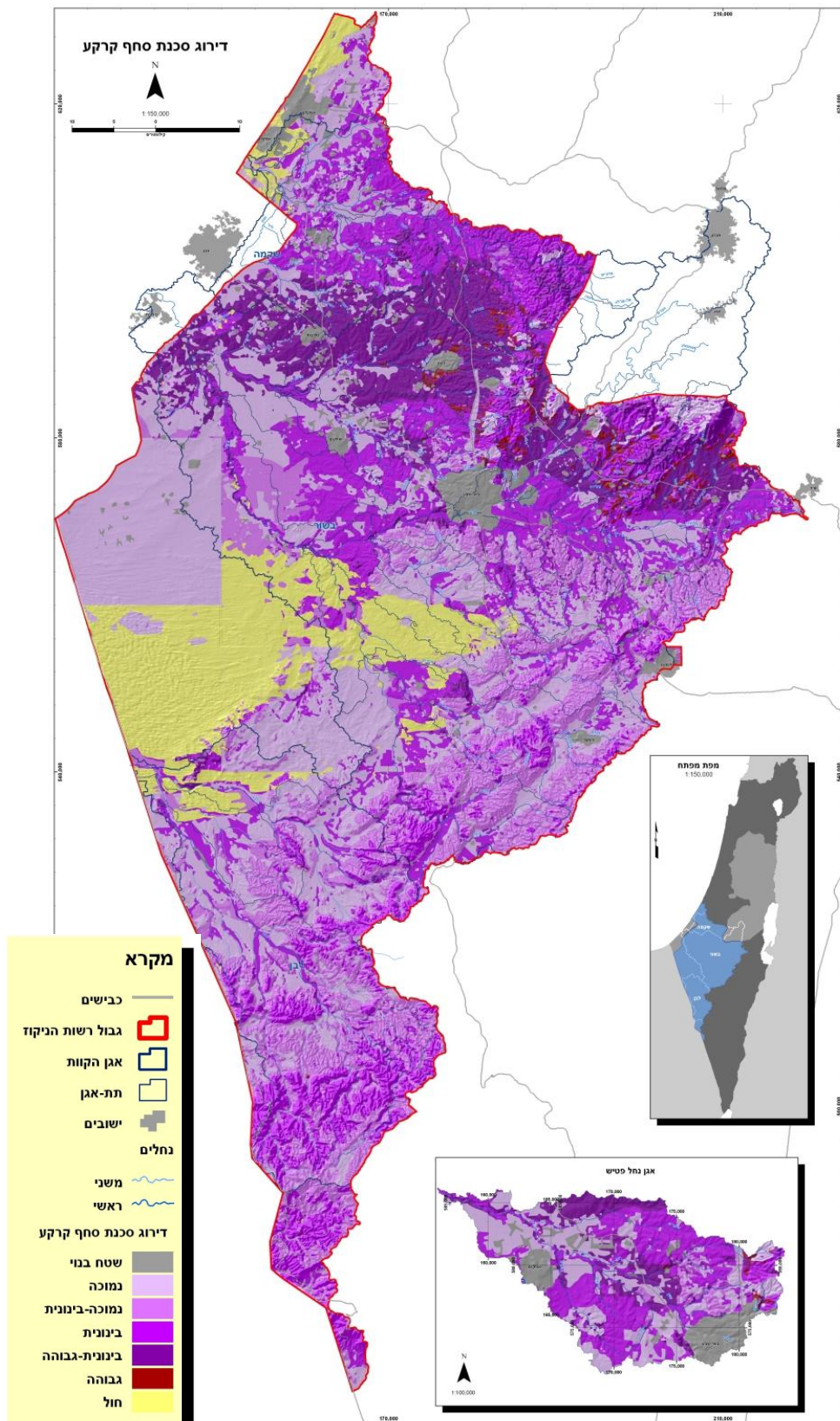
הסיכון לסחיפת קרקע				שיפוע השטח [%]	סיווג הקרקע	
אופי התכסית					שם	סימול
צומח מלא, שמורת טבע	צומח בינוני,קק"ל	צומח דליל, מטעים, קק"ל, רעייה	קרקע חשופה (שימושי רעיה גז"ש), רעיה			
נמוכה	בינונית	בינונית-חמורה	בינונית- גבוהה	[6-15]		
בינונית	בינונית- גבוהה	חמורה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[0-2]		
נמוכה	נמוכה	בינונית	בינונית	[2-6]	ליתוסולים חומים וסרזיוס לסי	S
נמוכה	בינונית	בינונית- גבוהה	בינונית- גבוהה	[6-15]		
בינונית	בינונית- גבוהה	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה/בינונית	[0-2]	רגוסולים חוליים וק' חומות בהירות	T
נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	[2-6]		
בינונית	בינונית	בינונית	בינונית- גבוהה	[6-15]		
בינונית	גבוהה -בינונית	גבוהה	גבוהה	[15-25]		
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה	[0-2]	גרומוסולים	H
נמוכה	נמוכה	בינוני	בינונית- גבוהה	[2-6]		
נמוכה	בינונית	בינונית- גבוהה	גבוהה	[6-15]		
בינונית	בינונית-גבוהה	גבוהה	גבוהה	[15-25]	מחשופי סלע וליתוס' מדבריים	*X
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה	[0-2]		
בינונית- גבוהה*	בינונית- גבוהה*	בינונית	בינונית	[2-6]		
גבוהה*	גבוהה*	בינונית-גבוהה*	בינונית	[6-15]		
גבוהה*	גבוהה*	בינונית-גבוהה*	בינונית	[15-25]	ק' רג ואלוביום מדברי גס	Y
נמוכה	נמוכה	נמוכה	נמוכה	[0-2]		
בינונית	בינונית	בינונית	בינונית	[2-6]		
בינונית	בינונית	בינונית	בינונית	[6-15]		
בינונית	בינונית	בינונית	בינונית	[15-25]		

* קרקעות לא לעיבוד חקלאי, ללא צמחייה בשיפועים גבוהים. לכן התייחסות בטבלה רק לשיפועים.

** קרקעות אלוביאליות לא מתפתחות על השיפועים אלה. לכן סימון למילוי מטריצה בלבד.

צהוב – קרקעות שבסיכון לסחיפה באמצעות רוח. עיבוד ושימור קרקעות אלה דורש אמצעים למניעת סחיפת רוח כמו משברי רוח וכדומה.

תרשים מס' 5.1. מפת סיכוני סחיפה של רשות שקמה-בשור



ניתן לראות שדרגת הסיכון לסחיפת קרקע עולה מדרום לצפון וממערב למזרח (תרשים מס' 5.1). באזור הדרומי הסיכון הנמוך לסחיפת קרקע קשור בסוג הקרקע שהתפתחה בתנאי אקלים צחיח. קרקעות חוליות, אלוביאליות ורגוסוליים מדבריים אינם רגישים לסחיפת קרקע באמצעות מים. קרקעות חוליות מושפעות במידה רבה לסחיפת קרקע באמצעות הרוח. קרקעות חוליות מסומנות במפה בצבע צהוב. בחלק של המפה שבו חסרה אינפורמציה על סוג הקרקע, נעשה שימוש במידע גאולוגי (חולות) לקביעת רמת הסיכון לסחיפת קרקע. האזורים החוליים במפה קיבלו דרגה נמוכה של סיכון לסחיפת קרקע (אגן ניקוז נחל לבן, אל עריש, הקצה הדרומי-מערבי של הסקר). מצפון לקו החולות, באזור שבו כמות המשקעים עולה והתפתחו קרקעות על מסלע לסי, דרגת הסיכון לסחיפת קרקע בינונית-גבוהה. בקרקעות לסיות הגורם המשפיע ביותר על רמת הסיכון לסחיפת קרקע הוא שיפוע המדרון. שטחים בעלי סיכון גבוה לסחיפת קרקע הם השטחים ההרריים (הרי חברון) והעמקים החתורים של הנחלים (עמק נחל גרר, נחל בשור, נחל פטיש).

גורם אחר המעלה את רמת הסיכון לסחיפת קרקע (בדרגה אחת) הוא שימוש קרקע לגד"ש (תרשים מס' 5.2). באזור המועצה האזורית שער הנגב נמצא סיכון גבוה לסחיפת קרקע, בעיקר כתוצאה שיפועי השטחים החקלאיים, סוג ומבנה הקרקע ושימושי הקרקע. באזור רוחמה נמצאה דרגת סיכון בינונית-גבוהה לסחיפת קרקע בגלל השיפועים, שימושי הקרקע וסוג הקרקע שהתפתח בתנאי האקלים הנתונים.

באגני הניקוז של הנחלים פטיש וגרר דרגת סחיפת הקרקע גבוהה ומתאימה לרצועות ההשפעה של הנחלים. באגן נחל שקמה, בעיקר סביב ערוצי הזרימה, דרגת הסיכון לסחיפת קרקע נמוכה עד בינונית-נמוכה. ההסבר לכך טמון בצמחייה שהתפתחה סמוך לגדות הנחל, ומפחיתה את דרגת הסיכון לסחיפת קרקע.

בצפון אגן נחל בשור (הכולל את נחל גרר, נחל פטיש ויובליו) נמצאה דרגת סיכון גבוהה לסחיפת קרקע. במורד נחל בשור הסכנה נובעת מהיעדר ניקוז מתאים בשטחים החקלאיים ולא דווקא מסחיפת קרקע. באזורים שבהם מתפתח נוף בתרונות דירוג הסיכון לסחיפת קרקע גבוה יותר. סיכון זה עולה בשטחים אלה כאשר שימוש הקרקע הוא חקלאי.

שילוב בין מפת שימושי קרקע לבין דירוג סיכוני סחיפת הקרקע מצביע על המוקדים שבהם נדרש טיפול (ע"י רשות שימור קרקע או אחרים):

- עמקים חתורים של נחלים ופעילות חקלאית על גדות הנחל,
 - ניקוז בחלק מורד נחל בשור,
 - אזור שער הנגב ובתרונות רוחמה,
 - גד"ש מזרחית לכביש 40,
 - באגן הניקוז של נחל לבן, בחלקים העליונים של נחל בשור (אזור אשלים) ובנחל אל עריש
- נדרש להתייחס גם לבעיות סחף קרקע ע"י רוח, ולטפל באמצעות משברי רוח וכד'.

5.3 מפות סיכוני סחיפה עבור אגנים הנבחרים

לצורך בדיקת והדגמת המודל שפותח לאפיון שטחים על פי סיכוני סחף הקרקע בהם נבחרו שלושה אגני ניקוז בתחום העבודה, שעבורם נערכה בדיקה פרטנית בהתאם למודל המוצע. האגנים שנבחרו הינם הבאים:

- אגן נחל פטיש – הממוקם במרכז תחום הסקר
- אגן נחל יתיר – אגן עמק לסי בדרום הרי חברון
- אגן נחל חנון – שהינו אגן חקלאי במערב הנגב

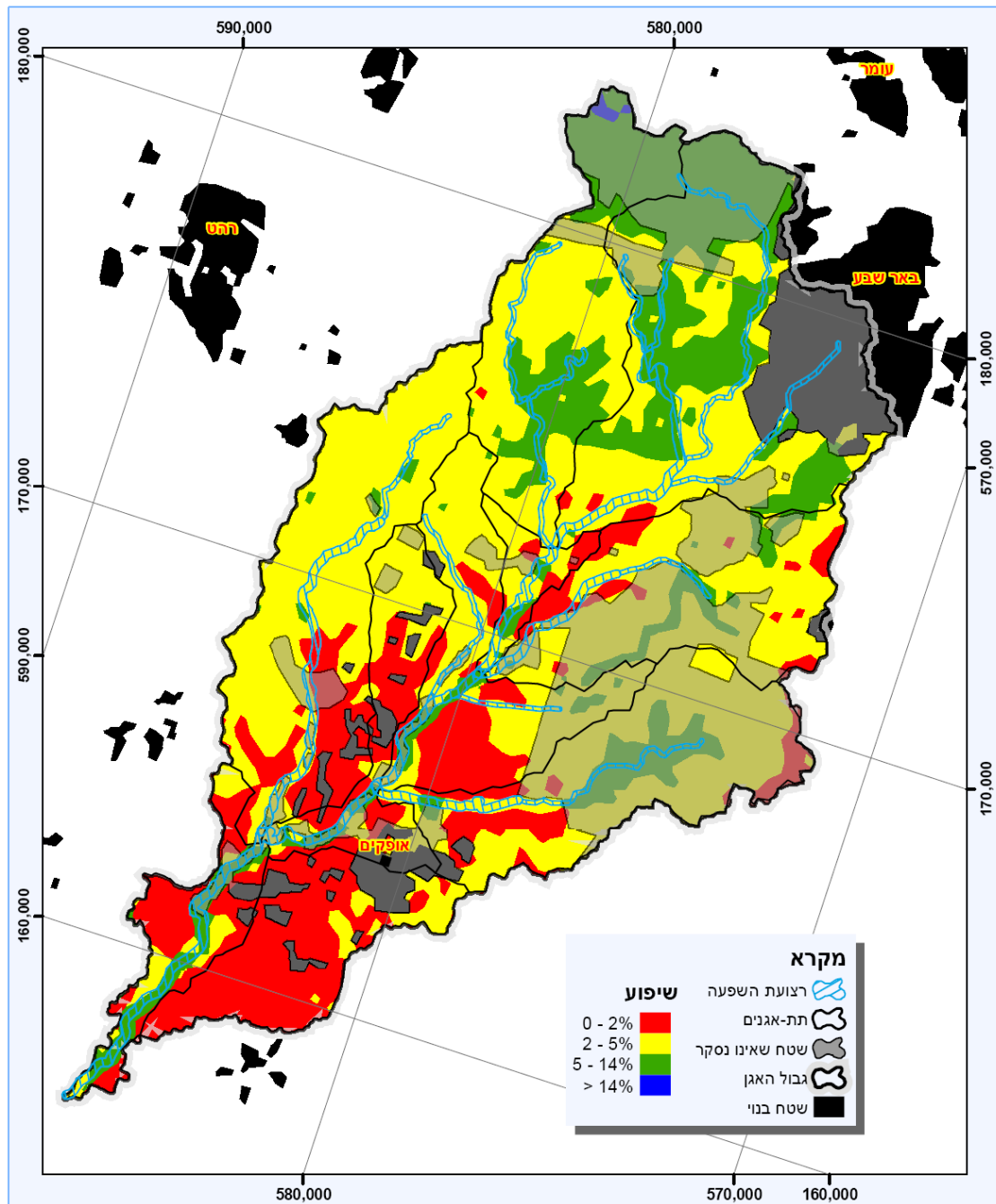
בחלק זה מוצגים ממצאי הניתוח הפרטני לשלושת האגנים הנ"ל. בפרק 8 מוצג הניתוח הנופי של אגני מבחן אלה, בהתאם לקריטריונים הנופיים המוצגים בהמשך.

5.3.1 נחל פטיש

נחל פטיש הוא יובל של נחל גרר, באגן הניקוז של נחל הבשור. המיקום של אגן נחל פטיש מרכזי באזור הסקר, לכן נבחר האגן לכיול המפה המוצעת לסיכוני סחיפת קרקע. להלן מוצגות שלוש מפות של אגן נחל פטיש: תרשים מס' 5.2 – מפת שיפועים, תרשים מס' 5.3 – מפת שימושי קרקע, תרשים מס' 5.4 – מפת סיכוני סחיפת קרקע.

שימושי הקרקע האופייניים לאגן הינם אזור בנוי (התחום המוניציפלי של הערים באר שבע ואופקים), אזור יער (לאורך הערוצים ובמעלה האגן יער צעיר נטוע על ידי קק"ל), גידולי שדה (ברוב שטח האגן), מעט מטעים ובתרונות בחלקו התחתון של הנחל.

אזור הבתרונות והאזורים ששיעור השיפוע בהם גבוה מ-15% דורגו כאזורים שבהם סיכון סחיפת הקרקע הינו גבוה. שימוש קרקע לגד"ש העלה את סיכון סחיפת הקרקע ברמה אחת, ועקב כך במקום רמת סיכון נמוכה באזורים בעלי שיעור שיפוע נמוך מ-2% אזורים חקלאים של גד"ש דורגו ברמת סיכון סחיפת קרקע בינונית. אזור עירוני ואזור תכסית "צומח מלא" מפחיתות את סיכון סחיפת הקרקע עד רמה נמוכה או בינונית, בהתאם לשיפוע המדרון.



שקמה בשור

www.stav-gis.com

סקר שימור קרקע: שיפועים באגן פטיש



1:120,000

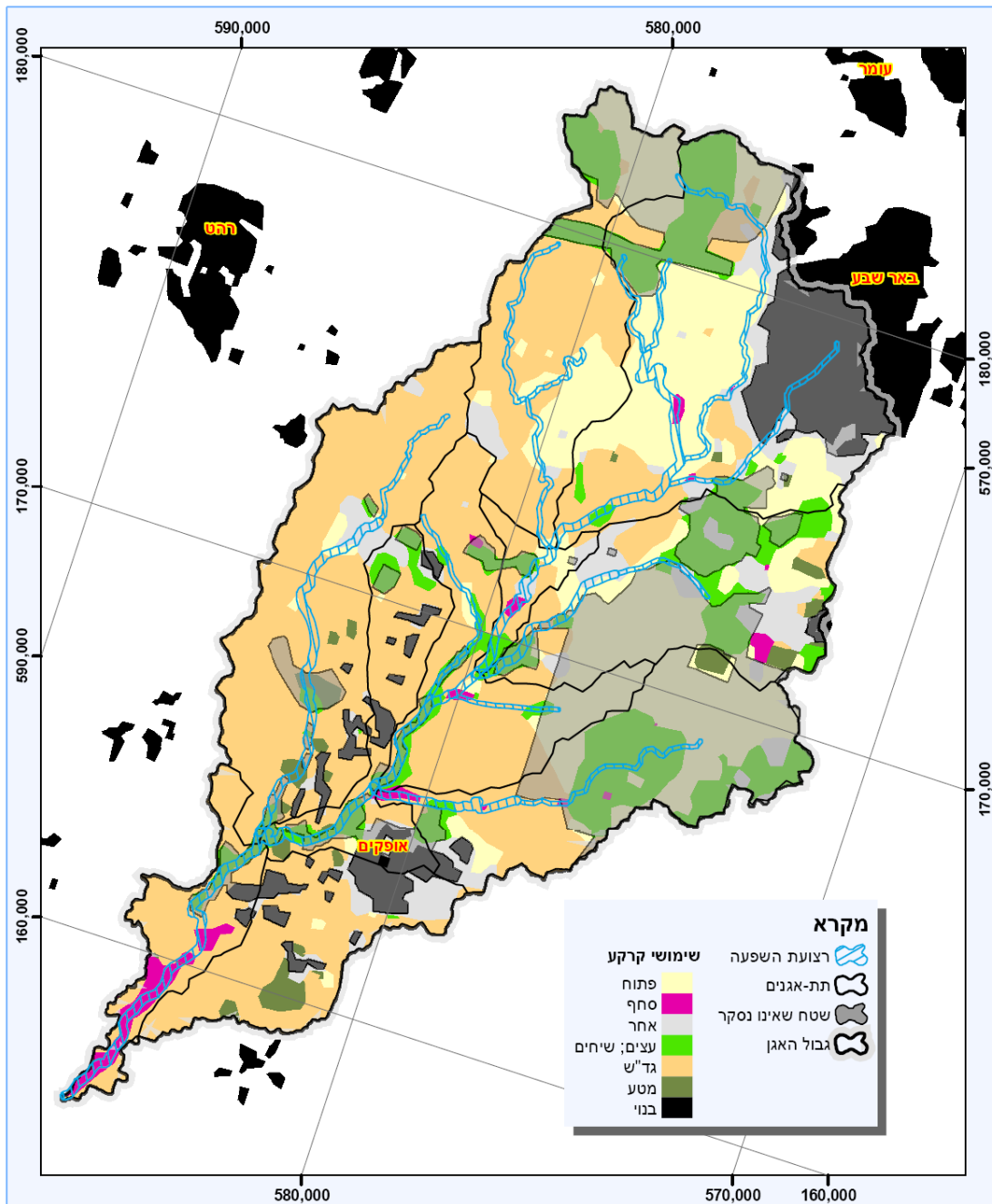
1 0 4 km

מקור הנתונים: מפי"

תאריך הפקה: 18/06/2009



תרשים מס' 5.2 : נחל פטיש — מפת שיפועים



www.stav-gis.com

סקר שימור קרקע: שימושי קרקע באגן פטיש



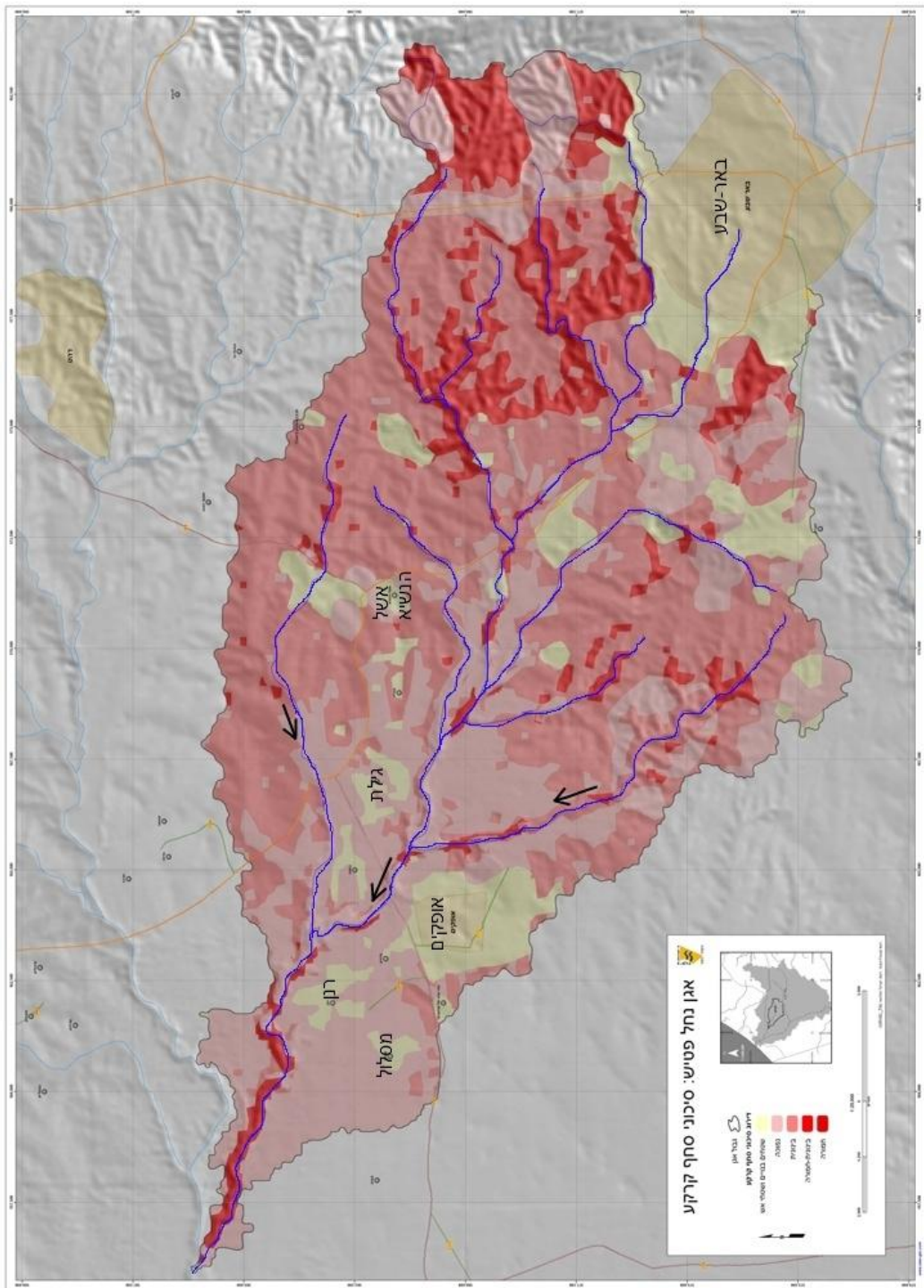
1:120,000
1 0 4 km

מקור הנתונים: מפי"

תאריך הפקה: 18/06/2009



תרשים מס' 5.3 נחל פטיש – מפת שימושי קרקע



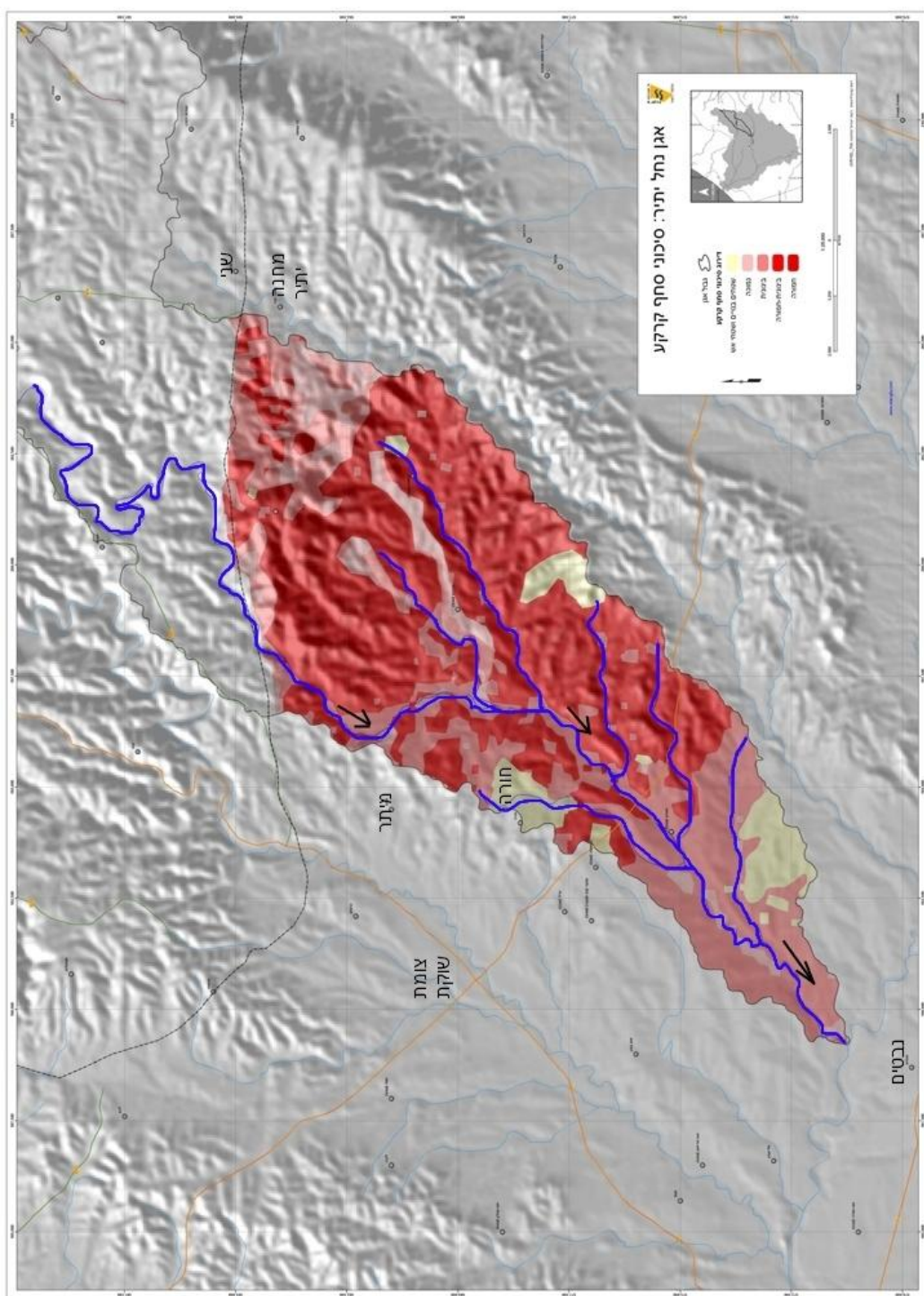
תרשים מס' 5.4 : נחל פטיש – מפת סיכוני סחיפה

5.3.2 נחל יתיר

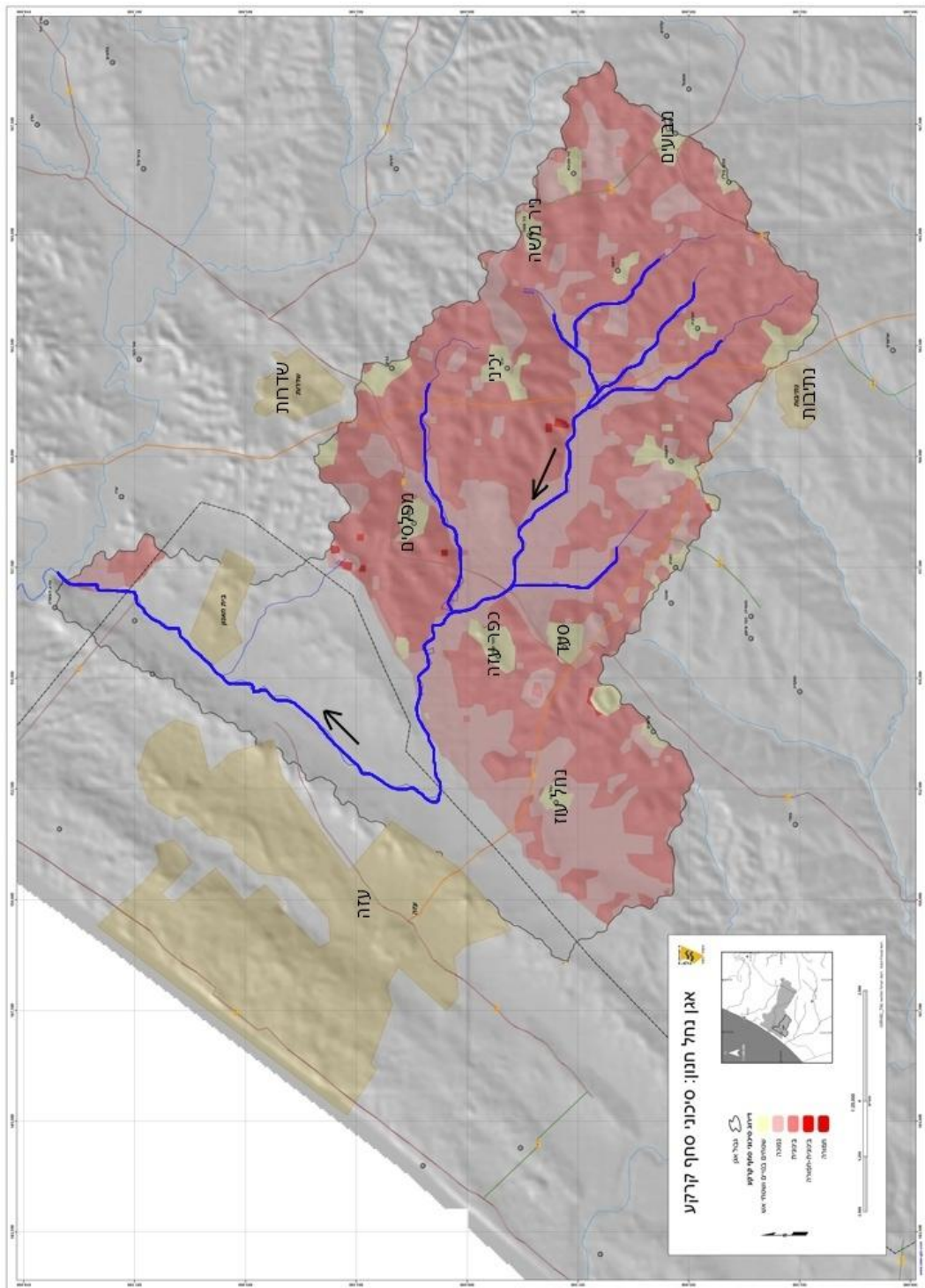
נחל יתיר נבחר לבחינה הפרטנית ולצורך הכיול נוכח כך ששטח אגן הניקוז שלו מאופיין במגוון רב של שימושי קרקע ושיפועים. בחלק העליון של האגן נמצא יער יתיר (נטיעות ראשונות בשנות השישים של המאה העשרים), החלק האמצעי של האגן מאופיין בפעילות קק"ל (בניית שיחים וייעור), התיישבות בדווית הכוללת רעיית יתר, מטעי זיתים ועיבוד חקלאי של טרסות לסיות לאורך ערוצי הזרימה. שטח זה הינו בעל שיפועים חדים יחסית (עד 15%), דבר המתבטא בסיכוני סחיפת קרקע גבוהים (תרשים מס' 5.5). בחלק התחתון של אגן הניקוז שיעור השיפועים עד 2%. השטח מעובד על ידי הקיבוצים ועל ידי היישובים הבדווים, וכן נעשה בו ייעור על ידי קק"ל. הסיכון לסחיפת קרקע במורד הזרימה יורד ונמצא בין רמה בינונית לרמה בינונית-נמוכה. ברוב שטח אגן הניקוז אפשר למצוא שרידים של סכרים מהתקופה הביזנטית, ללמדנו שלשטח יש היסטוריה התיישבותית וחקלאית בת אלפי שנים.

5.3.3 נחל חנון

אגן נחל חנון נבחר "כאגן פיילוט" מכיוון שהוא אגן חקלאי ששטחו משמש בעיקר לגידולי שדה. האגן בעל שטח מתון, ועל כן במפת סיכוני הסחיפה משקל רב יותר ניתן לשימושי הקרקע ולא לשיפועי המדרון (מפה 5.6). על המפה הוגדרו סיכוני סחיפת הקרקע כך ששימושי הגד"ש מעלים את סיכון הסחיפה בדרגה אחת. לפיכך, ברוב שטח האגן דרגת הסיכון לסחיפת קרקע בינונית.



תרשים מס' 5.5 : נחל יתיר – מפת סיכוני סחיפה



תרשים מס' 5.6 : אגן נחל חנון – מפה סיכוני סחיפה

6. ניתוח נופי של אזור העבודה

6.1 כללי

6.1.1 הנוף החקלאי כמוצר תיירות

שימור נופים חקלאיים קשור לפלח תיירות מתפתח – תיירות מורשת (heritage tourism) – המוגדרת על ידי הקרן הלאומית לשימור היסטורי בארצות הברית כ"נסיעה על מנת להתנסות בחוויה של מקום, המשקף בצורה אותנטית את סיפורם של בני אדם – בעבר ובהווה" (קפלן, 2008). בארצות הברית תיירות מורשת פופולרית מאוד ומתמקדת יותר ויותר בנוף התרבות ולא דווקא במבנים היסטוריים ובאתרים נקודתיים. בחלקים שונים של המדינה החליפה תיירות המורשת את החקלאות ואת התעשייה כמקור המרכזי לפרנסת האוכלוסייה. בשנת 1990 כשהקרן הלאומית לשימור היסטורי יצרה את התכנית לתיירות מורשת בארצות הברית, הוערך שתיירות מסוג זה מהווה כמחצית מכלל שוק התיירות האמריקאי, כ-170 מיליארד דולר בשנה. התכנית לתיירות מורשת מעודדת קהילות שונות לשווק את הנוף המקומי שלהן כ"מכלול מורשת". בבריטניה הנוף החקלאי הוא מוקד משיכה מרכזי לתיירות פנים. במדינה זו בכל שנה מבקרים כ-1.3 מיליארד אנשים באזורי הכפר. נופש ותיירות הם מקור חשוב לתעסוקה במגזר הכפרי; שוויו של ענף התיירות הכפרית נאמד ב-12 מיליארד ליש"ט. בבריטניה קיימת מדיניות ברורה באשר לתמיכה בתיירות הכפרית, לפיה מרחיבה המדינה את אפשרויות הגישה של תושבי הערים לאזורי הכפר. במרחבי האזורים הכפריים יש שבילי הליכה ציבוריים באורך של כ-170,000 ק"מ, מתוכם "מסלולים לאומיים". שימור זכויות המעבר הציבוריות באזורים הכפריים והרחבתן היא אחת המטרות המרכזיות של התכנון הלאומי והמקומי. מטרה זו מופיעה בכל התכניות ומסמכי המדיניות הקשורים לנשא פיתוח תיירות הכפר (The Countryside Agency, 2001). אחת הדרישות לקבלת עדיפות במענקים ממשלתיים לטיפוח הנוף הכפרי היא נגישות השדות החקלאיים לציבור. עדיפות במתן מענקים אלה ניתנת לנופים חקלאיים הנמצאים סמוך לריכוזי אוכלוסייה או במקומות בעלי נצפות גבוהה, למשל סמוך לכבישים (קפלן, 2008).

6.1.2 הנוף החקלאי כמערכת שטחים פתוחים

הציבור מפיק תועלת מקיומם של שטחים פתוחים ונופים חקלאיים, היוצרים אפשרות לטיול ולנופש בחיק הטבע. מהביקור בשטחים הפתוחים כולם נשכרים, הן המבקרים באטרקציות המתנסים בעבודה בשדה, בקטיף, בחריש, בקציר, בשימוש בכלים חקלאיים וכיו"ב והן המטיילים המבקשים להכיר את שבילי הארץ. המבקרים בשטחים הפתוחים נהנים מהתחושה הראשונה של המגע עם הטבע ומחווית התיירות (דביש בן משה, 1985, בתוך קפלן, 2008).

6.1.3 מאפיינים טופוגרפיים ומורפולוגיים של אזור הסקר

גבולות סקר שימור הקרקע מוכלים באזור צפון הנגב. אזור זה מתאפיין במישורים ובגבעות נמוכות. הוא מורכב משתי יחידות נוף עיקריות: שפלת הנגב (הכוללת את בקעת באר שבע) וחוף הנגב.

שפלת הנגב משתרעת בין חוף הנגב ובין הר הנגב הצפוני. גבולה המזרחי עובר לרגלי רכס כתף שבטה, הר צבוע ורכס ירוחם. גבולה המערבי הוא קצה מחשופי הגיר האיאווקני באזור צאלים. בקעת באר שבע היא שלוחה צפונית של שפלת הנגב. שפלת הנגב בנויה בעיקר מסלעי קירטון קשה מגיל האיאווקן התחתון. מסלע זה, המרובד ריבוד אופקי כמעט, יוצר נוף גבעות מעוגלות, ברום 300–400 מטרים. פני השטח מתונים, ואין בהם ערוצים עמוקים. הגבעות מכוסות בלס לסוגיו. בשפלת הנגב מצוים גם עמקים רחבים כמו בקעת שבטה ונחל סכר, המכוסים בשכבות לס שהצטבר משנית.

מצפון-מזרח לשפלת הנגב משתרעת בקעת באר שבע. זהו מבנה בקעתי-קערוני התחום בהרי חברון מצפון וברכסי צפון הר הנגב מדרום. לבקעה צורת חרוט שבסיסו הרחב פונה מערבה, אל מישור חוף הנגב, והוא נעשה צר יותר ויותר כלפי מזרח.

שטח בקעת באר שבע-מישור ערד מתרומם כולו בהדרגה ממערב למזרח. באזור באר שבע רומז כ-270 מטרים, באזור מלחתה הוא מתנשא לגובה של 400 מטרים ושיאו ליד העיר ערד ברום של כ-570 מטרים. עלייה בגובה זאת מתרחשת לאורך של כ-35 ק"מ. מכאן ששיעור השיפוע הממוצע הוא כ-0.8% (יצחקי, 1978).

מורפולוגית-נופית – אפשר לחלק את שפלת הנגב לארבע יחידות עיקריות: היחידה הראשונה, מערכת הכורכרים שאופיינה בסקר הכורכרים הדרומיים (רומם ורמון, 2001). המערכת כוללת את כורכרי הגבעות המזרחיות: אזור נחל שקמה, כולל בתרונות רוחמה; כורכרי הרכסיים הפנימיים: אזור בארי כולל בתרונות בארי; כורכרי הרכסיים הפנימיים: אזור ניר עם-גברעם; הרכסיים החופיים: אזור זיקים. הגבעות המזרחיות: מבחינה נופית מאופיין האזור בגבעות נמוכות, מבוטות, במעין "קניונים" מקומיים שהתחתרו בקרקע.

כורכרי בארי: האזור הוא חלק מהמרחב הפתוח החקלאי של צפון-מערב הנגב, שבו משולבים שטחים טבעיים בעיקר נחל גרר ונחל הבשור. הנוף ברובו מתון כשרכס הכורכר ממערב תוחם את הנוף לכיוון זה. רק מהנקודות הגבוהות על הרכס יש תצפית לכיוון רצועת עזה והים. הנחלים יוצרים בתרונות עמוקים ותלולים בלס, במיוחד בנקודות המגע עם רכסי הכורכר וגבעות בולטות כמו תל ג'מה. מהנקודות הגבוהות נשקפים מישורי ההצפה השטוחים של נחל הבשור.

כורכרי גברעם: שטחים אלה הם חלק ממסדרון רוחב בציר נחל שקמה שנמשך מהרי חברון ועד לים. רכס יד מרדכי נשמר כמעט בשלמותו וכך חלקים גדולים של רכס גברעם. מבחינה נופית מאופיין חלקו הדרומי של האזור ברכסי כורכר הנמשכים מכיוון צפון-מזרח לדרום-מערב (ניר עם, אור הנר, ארז, גברעם ויד מרדכי) ומרזבות ביניהם. המעבר בין הרכסים למרזבה יוצר נוף פתוח מרשים למתבונן מראשי הרכסים. בצפון האזור מבנה הרכסים ברור פחות.

אזור זיקים: זהו קצהו המערבי של מסדרון הרוחב המשתרע מהרי חברון ועד לים. נופי רצועת החוף מגוונים: בחלק הצפוני של אזור יש מצוק כורכר חופי (מדרום לתל אשקלון). בהמשך החוף מדרום

לתחנת הכוח ולאחר מכן מדרום לנחל שקמה לאורך החוף מופיעות לסירוגין גבעות כורכר נמוכות שביניהן חדירה של חול. המבנה של רכסי הכורכר הפנימיים מטושטש בשל הבליה וכיסוי החול המשתנה. רכס הכורכר השני, שמור בחלקו הדרומי ויש עליו צומח. צירו עובר במרחק של שני קילומטרים בערך מהחוף, מגיע לגובה 60 מטרים.

היחידה השנייה, היא אזור הגבעות של צפון הנגב. היחידה משתרעת מגבולו הצפוני של תחום הסקר, קצהו הצפוני של אגן נחל שקמה ומשתרעת דרומה עד נחל גרר והמשכו, נחל פטיש. היחידה מכילה בתוכה את כורכרי הגבעות המזרחיות, בתרונות רוחמה וגובלת בכורכרי גברעם ובארי. נוף היחידה מתאפיין בגבעות רכות ומעוגלות. פני השטח מתונים, ואין בהם ערוצים עמוקים. הגבעות מכוסות בלס לסוגיו. התנועה בתחום היחידה משתנה בין חללים מתמשכים בעלי שיפוע דופן מתון לבין יציאה לפסגות הגבעות המייצרת נוף פתוח ומרחב ראייה גדול.

היחידה השלישית, מישורי הלס המשתרעים מנחל גרר דרומה. נוף המישורים שטוח בעל שיפוע מינימלי. התצפית במרחב מתאפיינת בטווח ראייה גבוה ללא כל הפרעה לטווחים של למעלה מ-30 ק"מ. בתחום המישורים פזורים תלים כמו תל שרוחאן וגבעת השאללה בפארק אשכול. את המישורים חוצים ערוצי הנחלים הגדולים: בשור ונחל באר שבע ויובלו הנשפך אליו. מערכת נחלים זאת מנקזת את מערב שפלת הנגב. את צפון שפלת הנגב מנקזים הנחלים שקמה ואבטח.

6.2 ניתוח נופי של אגנים נבחרים

6.2.1 מתודולוגיה להערכה נופית של האגנים הנבחרים / אזורי ההתערבות

חלק מניתוח הנוף המוצג מבוסס על סקרי נוף שהוכנו במסגרות עבודה אחרות כמו תכנית-אב לשיקום נחל הבשור ופיתוחו; ניתוח משאבי טבע, נוף ומורשת האדם בחבל יתיר והערכתם. בתוך כך, מובא ניתוח ניצפות מדרכים (דרכי מע"צ עד ארבע ספרות) לעומק של ארבעה ק"מ, והצלבה של אזורים הנצפים מיותר מדרך אחת.

המלצות להתאמה נופית בין אמצעים לשימור קרקע לבין יחידות הנוף יקבעו בשיקול המרכיבים האלה:

א. איתור האזורים הנצפים.

ב. עוצמת ההשפעה הנופית של אמצעי שימור הקרקע מקרוב ומרחוק.

ג. מידת הערכיות הנופית ורגישותה עם המאפיינים הנופיים של יחידות הנוף בתוך אזורי ההתערבות.

ד. המלצות תכנון מתכניות קיימות (אם יש).

דירוג הערכיות הנופית ורגישותה מצויינים באמצעות ארבע רמות (דירוג זה מופיע בתכניות ובסקרי שטח קיימים):

1 : רמה נמוכה

2 : רמה בינונית

3 : רמה גבוהה

4 : רמה עליונה

ערכיות נופית = ערך מרכיבי הנוף ; רגישות נופית = מידת פגיעות הנוף.
דירוג הרגישות הנופית ודירוג ערכיות יחידות הנוף יסייע בהתאמת אמצעים לשימור קרקע ביחידות הנוף. ההתאמה תיעשה לפי עוצמת ההשפעה שיש לאמצעים אלה על הנוף.

6.2.2 אזור התערבות בתחום אגן נחל פטיש

אגן נחל פטיש הוא חלק מאגן נחל בשור. נחל פטיש מנקז את האזור הנמצא מצפון-מערב לבאר שבע ועד אזור אופקים, והוא נשפך לנחל גרר (שבהמשך נשפך לנחל בשור). תכנית-אב לשיקום נחל הבשור ופיתוחו (אדריכל אסף קשטן) מצביעה על האזור הכולל את אגן נחל פטיש כאזור המאופיין בנוף חקלאי והתיישבותי וממליצה לשמר נוף זה באמצעות נטיעות, למשל.

בהתייחס לבתרונות לאורך ערוצי הנחל, תכנית-האב מזהה את בעיית סחיפת הקרקע וההתחתרות (עקב התרחבות החקלאות באזור והפרת הקרקע) כמרכיב עיקרי בשיקולים לפיתוח גדות הנחל ושימורן. התכנית ממליצה לנקוט אמצעים מתאימים לשימור הקרקע לפי מאפייני הנוף של תא השטח:

א. יצירת דרך מים הקפית בגבול הבתרונות

ב. נטיעות עצים (מדבריים)

ג. הרחקת השטחים החקלאיים מהערוצים

בקנה המידה המפורט, הבחינה תכנית-האב בין שלוש יחידות נוף ספציפיות לאורך האגן ולרוחבו. את היחידות האלה מאפיינות רמות רגישות נופית וערכיות נופית. התכנית המליצה המלצות לסוג ההתערבות בתחומן. להלן תיאור יחידות הנוף והערכת ערכיותן ורגישותן הנופית (מתוך תכנית-האב) ובדיקת הניצפות ליחידות הנוף השונות.

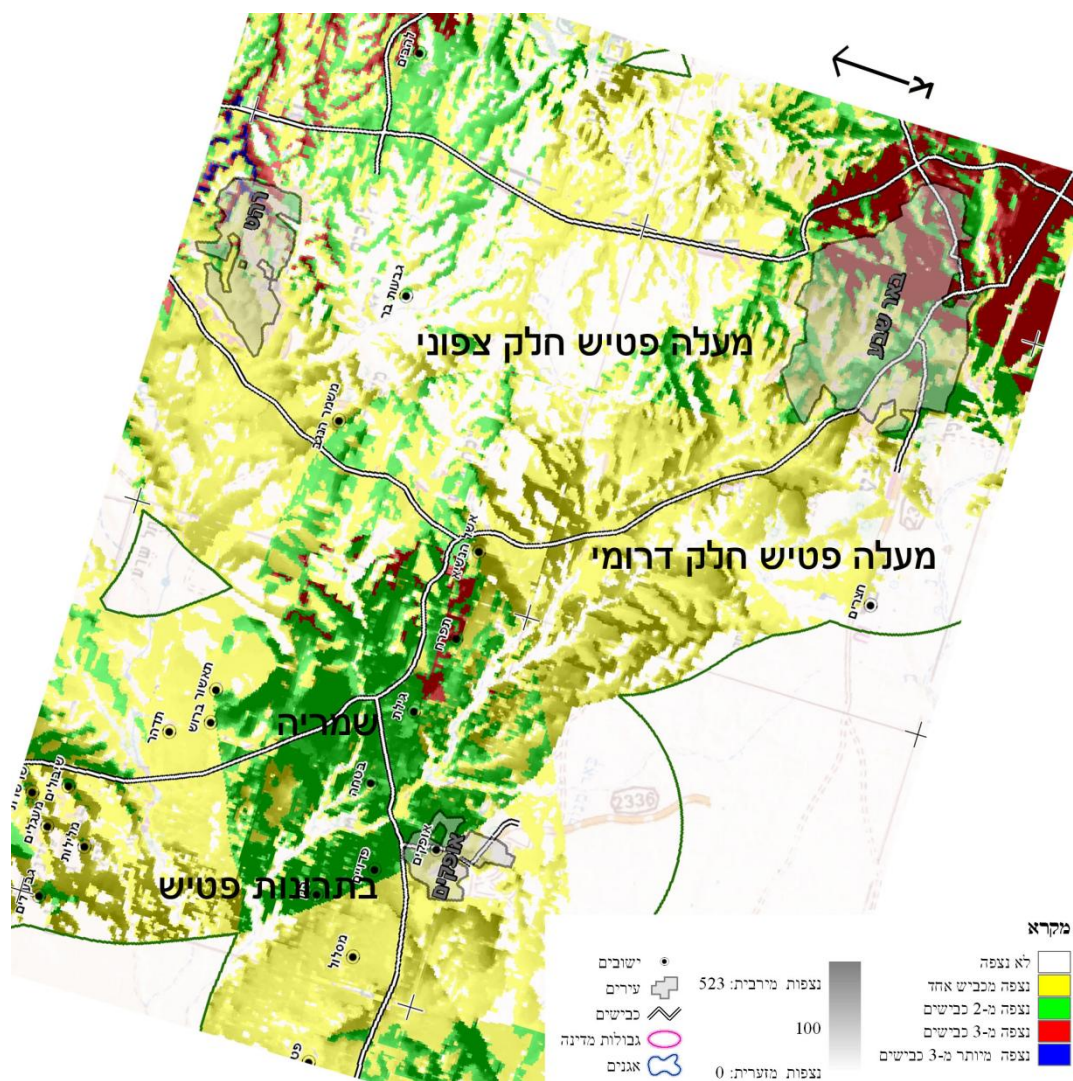
מעלה פטיש (חלקו העליון של נחל פטיש)

אזור גבעי שבו מתבצעות כיום פעולות ייעור בשיטת קציר נגר. באזור מצוי אתר דודאים ואזור הנחלים כובשים ועשן, המיועד לפיתוח העיר באר שבע. בהמשך מקטע הנחל, מדרום לאשל הנשיא, מתאחדים הנחלים, חוצים את כביש 25 וממשיכים כאפיק מרכזי – נחל פטיש – עד למקום המפגש עם נחל אופקים באזור מתקן הביוב הקיים של אופקים.

ערכיות נופית : 2

רגישות נופית : 2

המלצות תכנוניות: מוצע לשמר ולהגדיר את רצועות הנחלים במרחבים המיועדים לבינוי עירוני בעתיד. כאשר תתפתח העיר ותגיע אליהם יהיו כבר ברצועות הנחלים הללו מתחמי פארק בוגר ומטופח שניתן לבנות מסביבו.



תרשים מס' 6.1 : נחל פטיש – מפת מקורות נצפות.

את המשך ציר נחל פטיש, מאזור הגשר שעל כביש 25 ועד לאופקים, מוצע לראות כציר ירוק לפיתוח, כולל בחינת האפשרות להעברת כביש מחבר מאופקים לבאר שבע לאורך הנחל. באופן זה תיווצר כניסה איכותית נופית לעיר אופקים.

נצפות : לחלקו הדרומי של מעלה פטיש נצפות גבוהה עד בינונית והוא נצפה בדרך כלל מכביש אחד או שניים. לחלקו הצפוני נצפות בינונית עד נמוכה והוא נצפה בדרך כלל מכביש אחד.

נחל שמריה (מצפון לנחל פטיש)

לאורך נחל שמריה מספר נביעות ונופי צומח. רובו עובר בבסיס צבאי והמשכו עובר סמוך ומצפון

לחווה גילת ולאזור המשתלות ומטעי האגבות. מאזור זה, לאורך קילומטרים רבים, ועד למפגשו עם נחל פטיש הנחל מיוער.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 3

המלצות תכנוניות: "פיתוחה של חוות גילת כמרכז פעילות הקק"ל כולל את המשתלה ומטעי האגבות שמצפון לגילת. מוצע ליצור רצף מרחבי בין ציר הנחל לחווה, ולשמר את הנוף הירוק. הציר המיוער הבא, על בסיס נחל פטיש, מהווה יחידת המשך לפארק נחל אופקים".
נצפות: לאזור נחל שמריה נצפות גבוהה מאוד. האזור נצפה משניים או שלושה צירים.

בתרונות פטיש (חלקו התחתון של נחל פטיש)

אזור זה משתלב בתכנית פיתוח פארק אופקים, המורחב בתחום המושבים, עד למפגשו עם נחל גרר.

ערכיות נופית: 2

רגישות נופית: 2

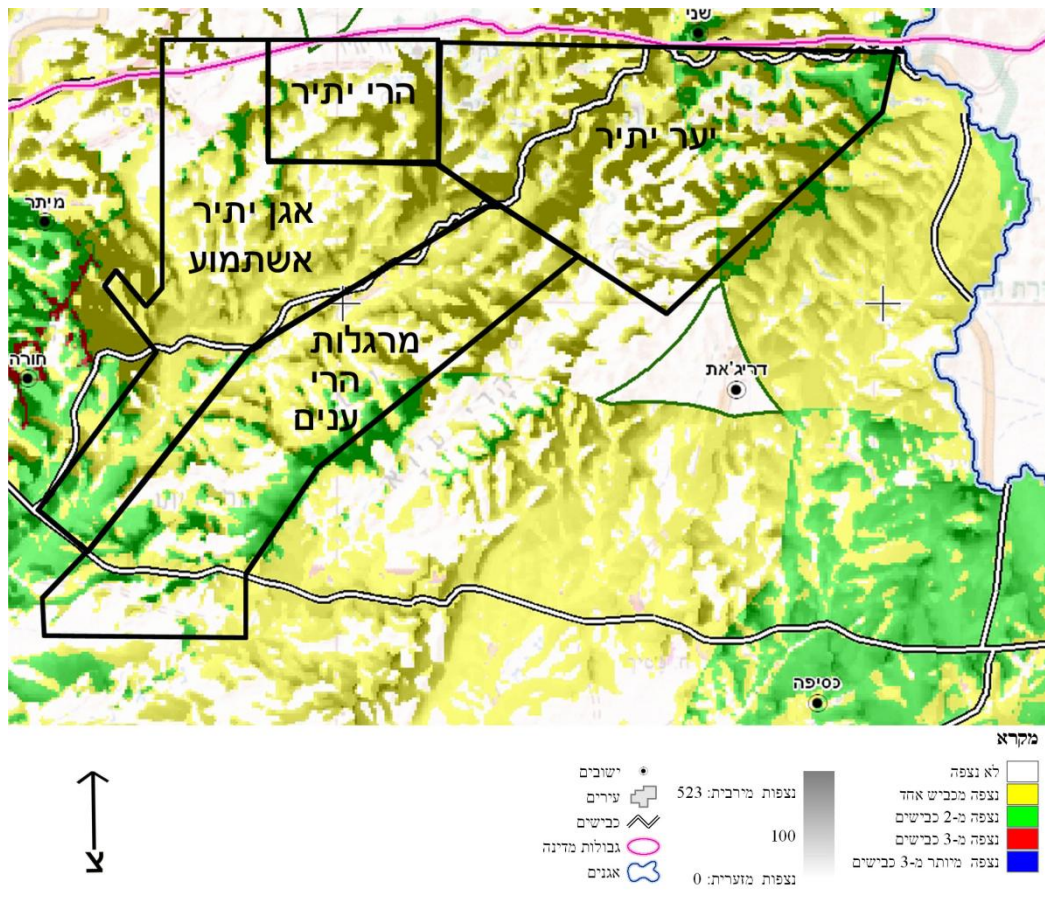
המלצות תכנוניות: שימור, מניעת סחף בשטחים החקלאיים, דרך נחל לתנועת ארבע על ארבע.
נצפות: לאזור בתרונות פטיש נצפות גבוהה מאוד, בדרך כלל משניים עד שלושה צירים.

6.2.3 אזור התערבות אגן נחל יתיר

בסקר ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת האדם שנעשה בשיתוף החלה"ט, קק"ל ורטי"ג (2000–2002), יש תיאור מקיף של אגן נחל יתיר, לרבות ציון ערכיות נופית ורגישות נופית ליחידות הנוף שבו. בסקר מתואר אזור חבל יתיר כך:

"מעין מדרגה טופוגרפית בין הר חברון מצפון, לבקעות באר שבע וערד מדרום וממזרח, מבחינה מבנית חלקו המזרחי של החבל (הרי עירא וענים) הינו הקצה הדרומי של קמר הרי חברון. האזור הינו אזור מפגש של שני אזורים אקלים ביוגיאוגרפיים: החבל הינו תיכוני מצפון וממערב והחבל הערבותי מדרום וממזרח. האזור מאופיין בחוסר יציבות בכמות המשקעים משנה לשנה ובטמפרטורות ממוצעות גבוהות יחסית. עובדות אלו והפרשים טופוגרפיים של כ-500 מטרים בתחום הסקר הרכבים ייחודיים של צומח ובעלי חיים בחבל יתיר מתקיים מפעל נטיעה של קק"ל שהחל בשנת 1963. יער יתיר הנטוע בחבל הינו היער הגדול במדינה ומשתרע על פני כ-29,000 דונם. היער מהווה תופעה ייחודית גם בקנה מידה עולמי".

להלן תיאור יחידות הנוף והערכת ערכיותן ורגישותן הנופית (מתוך הסקר), ובדיקת הניצפות ליחידות הנוף השונות.



תרשים מס' 6.2: נחל יתיר – מפת מקורות הנצפות

יער יתיר (יער יתיר המזרחי, יער יתיר המערבי, שולי יער יתיר המערבי)

בין ה"קו הירוק", הגדה הצפונית של נחל אשתמוע, המורדות המערביים של רכס הר עמשא, קו היער הוותיק עד קו אורך 580.5 רשת ישראל חדשה ומורדות חורבת יתיר. אזור הררי מיוער בצפיפות, בעיקר על ידי מחטניים עם חלקות של רחבי עלים ועצי בוסתן. חלקו המזרחי של יער יתיר נטוע על הרי עירא וענים וכמותם משתפל בהדרגה לכיוון דרום מערב. שטח היחידה מתאפיין בשיפוע הנע בין 5% ל-10%. באזורים מעטים מגיע השיפוע ל-15%. טיפוסי צומח ותכסית הם יער מחטני, חלקות של רחבי עלים ועצי בוסתן. חלקות חקלאיות נמצאות בתוך היער ובשוליו.

בתחום יחידת הנוף נמצאים היישובים הר עמשא, מחנה יתיר (נטוש), גובל ביישוב שני. כאמור, השטח מיוער בעל פוטנציאל לשימושי נופש ופנאי, תצפיות מיוחדות בשוליו: במערב לכיוון חורבת יתיר ובמזרח לכיוון בקעת ערד. בדרום קו מגע חד ומעניין עם הרי עירא וענים ובמערב עם חורבת יתיר ורכס הר חירן. נוף פתוח לכיוון דרום-מערב גם מבית היערן וסביבתו.

יער יתיר המזרחי (על גבול אזור ההתערבות): יער שעיקרו מחטני הנטוע על המשכם של הרי עירא וענים. ישנן יותר נטיעות רחבי עלים בוואדיות ויותר קרחות יער המאפשרות מבטים לנוף. שיאו הטופוגרפי בצפון-מזרח לישוב עמשא בגובה 800 מ'.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: שמירה על המצב הקיים.

יער יתיר המערבי: יער מחטני צפוף המשתרע מנחל ענים מערבה, שיאו הטופוגרפי בצפון מזרח בגובה 690 מ'.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: שמירה על המצב הקיים.

שולי יער יתיר המערבי: יער מחטני עם אזורי בתה פתוחים, יוצר קו מגע חד ומעניין עם חורבת יתיר ורכס הרי יתיר.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 3

המלצות תכנוניות: שמירה על המצב הקיים.

נצפות: לאזור יער יתיר נצפות מגוונות. הטופוגרפיה המשתנה חושפת ומסתירה אזורים שונים אפילו בסמיכות. נקודות שונות באזור ניצפות מדרך אחת, שתיים או שלוש.

אגן יתיר – אשתמוע

בין הרי יתיר קו מלאכותי סביב קו הגובה 550 מ', מורדות הרי ענים, החלק המערבי של בקעת באר שבע ומדרגת מיתר, מעל בקעת חטיל. אגן המורכב משלוחות נמוכות ועמקים המתרחבים מכיוון צפון לדרום-מערב. האגן מנקז את הרי יתיר לכיוון בקעת באר שבע. ביחידה בתה מדוכאת על ידי רעייה ברובה בשלטון סירה קוצנית מלווה בעירית גדולה, מתנן שער, נואית קוצנית, שברק קוצני. חלקות יער לאורך שלוחת מיתר ולאורך הכביש ליער יתיר. בתוך היחידה חוות בודדים ויישובים בדווים לא מוכרים. ביחידה עובר כביש יער יתיר, דרכים ותשתית חקלאית, תשתית קציר נגר על פני אזור נרחב סביב הכביש המוביל לבית היערן. שטח היחידה הגובל בחורה פגוע על ידי מזבלות, חקלאות והתיישבות מפוזרת. זהו אזור מעבר מהגבעות אל הבקעות, תצפיות נוף טובות מחלקו הצפוני של אגן נחל יתיר העליון.

אגן יתיר אשתמוע עליון: יחידה תלולה הנוחתת מהרי יתיר לאגן התחתון של נחל יתיר, גבולה הצפוני סביב קו גובה 550 מ' והדרומי סביב קו גובה 450 מ'. היחידה מנוקזת דרומה כאשר האזור המזרחי מנוקז על ידי נחל יתיר והמערבי מתנקז לנחל אשתמוע. קו פרשת המים המקומי עובר דרך נ"ט 538 וח' סבתה. הנוף, בעיקר בחלק העליון של היחידה, פתוח יחסית. ישנן תשתיות דרכי עפר, יער פארק נטוע מכביש יער יתיר עד ח' סבתה (יער חירן) ושרידים ארכיאולוגיים: ח' סבתה וח' סירה. נראה שהיחידה סובלת מלחצי מרעה.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 4

המלצות תכנוניות: שמירה על המצב הקיים.

נצפות: גבוהה לרוב מדרך אחת.

אגן יתיר-אשתמוע תחתון: אזור קעור עם טופוגרפיה מתונה המנקז את הרי יתיר בצפון, הרי ענים בדרום-מזרח ומדרגות מיתר במערב. ביחידה דרכי עפר רבות ומבנים בדווים, בעיקר לאורך הכביש, אולם לא בתוך השטח.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 3

המלצות תכנוניות: שמירה על המצב הקיים.

נצפות: גבוהה לרוב מדרך אחת.

אגן יתיר-אשתמוע קציר נגר: יחידה המשתרעת מקו פרשת המים שבין אגני ביכרה ויתיר לבין ציר נחל יתיר. כל המדרון מכוסה בתשתית קציר נגר ותיקה יחסית.

ערכיות נופית: 2

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: הימנעות מפיתוח.

נצפות: גבוהה לרוב מדרך אחת.

אגן יתיר-אשתמוע שולי חורה: יחידה המשתרעת מהיישוב חורה עד נחל יתיר העובר ממזרח לה. היחידה מופרת באמצעות מזבלות, חקלאות והתיישבות מפורזת.

ערכיות נופית: 2

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: שיקום אתר הפסולת.

נצפות: גבוהה לרוב משתי דרכים.

הרי יתיר

בין נחל אשתמוע קו היער הוותיק ממזרח לח' יתיר, אזור קו גובה 550 מ' מעל פני שרשרת הרים הנמשכת ממזרח למערב, צפונית לאגן נחל יתיר ודרומית לקו הירוק. מהיחידה יורדות שלוחות שמנמיכות לכיוון דרום-מערב. המפנה הצפוני של הרי יתיר מיוער ברובו. השיפועים נעים בתחום 5% ל-10%, אך ישנם מדרונות תלולים ששיפועם עולה על 20%. ביחידה בתות בשלטון סירה קוצנית, מתנן, קיפודן א"י וצמחים מדבריים: נואית קוצנית ומלחית אשונה. המפנה הצפוני של הרכס מיוער במחטניים צעירים ברובם. בשטח היחידה אין יישובים, ויש בה תשתית מינימלית: דרכי עפר צפופות בעיקר באזור היער. היחידה היא חלק מרצף פתוח גדול, המהווה את לב המסדרון האקולוגי באזור, תצפיות פתוחות ומרשימות – ניגוד בין היער לבתה. מדרונות תלולים יחסית ללא מפגעים נופיים בולטים. תצפיות נוף טובות מהר חירן, שהינו שמורת טבע מוצעת.

שלוחת יער יתיר: יחידה מיוערת צעירה המשתרעת מנחל אשתמוע בצפון עד קו פרשת המים לנחל יתיר ואשתמוע בדרום ובמערב. ביחידה דרכי עפר רבות יחסית, טופוגרפיה תלולה והיא מתאפיינת בנצפות גבוהה ויש בה צומח בתה אופייני נטיעות רחבי עלים. היחידה מהווה חלק מרצף פתוח בציר מזרח-מערב.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: מניעת פיתוח.

נצפות: נצפות נמוכה מאוד.

הר חירן: יחידה המהווה שמורת טבע מוצעת דרומית-מערבית ליער יתיר. תצפיות נוף מזרחה, דרומה ומערבה. נוף בתה טבעי יחסית ולא מופרע, המהווה חלק מהרצף הפתוח לכיוון מדרגות מיתר ואגן נחל יתיר. הר חירן נצפה כמעט מכל אזור יתיר ובולט במדרגה הטופוגרפית שלרגליו.

ערכיות נופית: 4

רגישות נופית: 4

המלצות תכנוניות: שימור המצב הקיים.

נצפות: נצפות של החלקים הגבוהים בלבד משתיים או שלושה דרכים.

חרבת יתיר: יחידת משנה קטנה הגובלת במזרחה ביער יתיר הוותיק. היחידה נמצאת בעמק שבו דרכי עפר המהווה את שיפוליו המזרחיים של הרי יתיר. בראש העמק ח'ירבת יתיר הפרושה על הגבעה ומורדותיה.

ערכיות נופית: 4

רגישות נופית: 4

המלצות תכנוניות: שימור המצב הקיים.

נצפות: נצפות גבוהה מאוד בדרך כלל משלושה דרכים.

יובלי נחל יתיר: יחידה גבעית תלולה הנמצאת בין הר חירן ליער יתיר, נבדלת מאגן נחל יתיר בתלילות ובגובה הטופוגרפי מ-643 מ' עד 550 מ'. מאופיינת בצומח בתה, שרידים לנטיעות אשלים. במזרח היחידה מובלעת של יער יתיר. בחלק הצפוני שרידי היאחזות נח"ל יתיר ותשתיות דרכי עפר, בדרום היחידה מערות ובורות מים.

ערכיות נופית: 4

רגישות נופית: 4

המלצות תכנוניות: שימור המצב הקיים.

נצפות: מעורבת. האזורים הנצפים (הגבוהים יותר) חשופים בדרך כלל לשתי דרכים או יותר.

מרגלות הרי ענים

אזור גבעי עם צפיפות ניקוז גבוהה בין שיפולי הרי ענים להרים עצמם. היחידה נוחתת מהרי ענים התוחמים אותה בדרום מזרח לנחל ביכרה ויתיר המנקזים ותוחמים אותה בצפון-מערב. מצפון-מזרח תוחם את היחידה קו פרשת המים בין נחל ביכרה לנחל יתיר. הצומח ביחידה מאופיין בבתות בשלטון סירה קוצנית, מתן ונואית קוצנית המתחלפות בשלטון יפרוק תלת-כנפי. במרכז היחידה תשתיות קציר נגר של קק"ל, בדרומה יישובים בדווים ושדות בעיבוד אקסטנסיבי. בתחום היחידה נמצאים מספר התיישבויות בדוויות. ביחידה קיימת תשתיות קציר נגר על פני כ- 4,000 דונם, בעיקר באגן נחל ביכרה הצפוני וסביב הכביש לבית היערן המהווה את קו פרשת המים בין נחל ביכרה לנחל יתיר ודרכי עפר.

אגן ביכרה צפוני: יחידה גבעית הצונחת מהרי ענים לנחל ביכרה. היחידה מופרת על ידי תשתיות קציר נגר המבדילות אותה מתת היחידה הסמוכה (האגן הדרומי) מהווה חלק מהרצף הפתוח בציר מזרח-מערב.

ערכיות נופית: 2

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: טיפול (נטיעות) במערכות קציר הנגר.

נצפות: בדרך כלל נצפות גבוהה, מדרך אחת בצפון-מערב ועד שלושה דרכים בדרום-מזרח.

אגן נחל ביכרה הדרומי: יחידה גבעית הצונחת מהרי ענים לנחל ביכרה, היחידה הינה הפחות מופרעת במרגלות הרי ענים.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 3

המלצות תכנוניות: שימור המצב הקיים.

נצפות: נצפות בינונית עד נמוכה.

אגן נחל יתיר תחתון: יחידה גבעית פתוחה המנוקזת על ידי נחל יתיר. ביחידה התיישבות בדווית פזורה ותשתית דרכי עפר מפותחת.

ערכיות נופית: 2

רגישות נופית: 2

המלצות תכנוניות: הגבלת פיתוח.

נצפות: נצפות נמוכה.

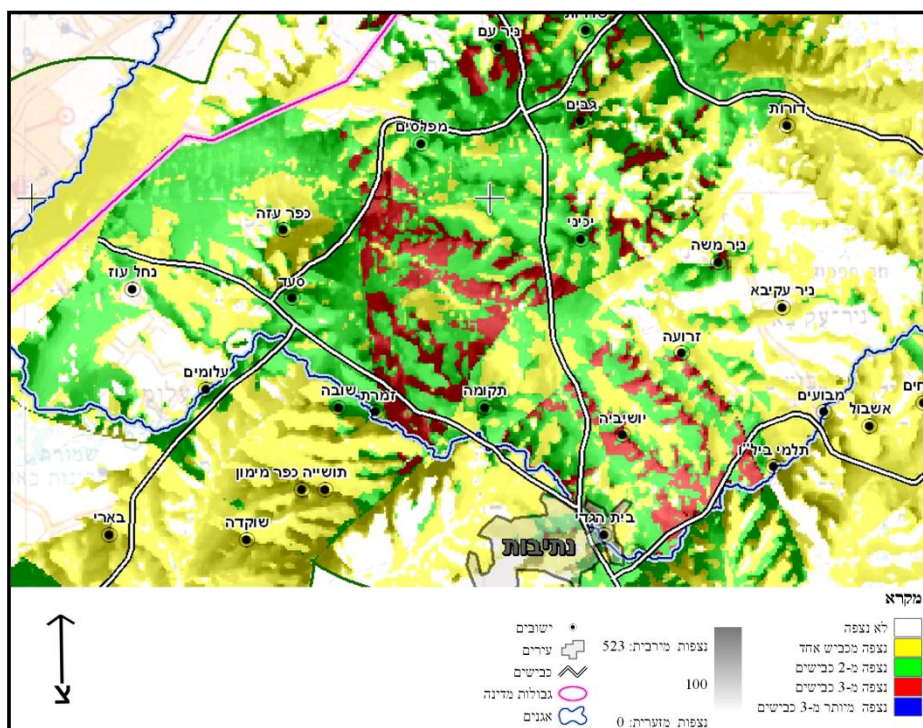
6.2.4 אזור התערבות אגן נחל חנון

אגן נחל חנון הוא תא שטח בעל מופע אחד המתאפיין בטופוגרפיה מתונה. תא השטח אופיין בגידולי שדה. בשוליו היישובים שדרות, ניר משה, זרועה, יושיביה, נתיבות, תקומה, סעד (ומפלסים). לכן, האזור לא חולק ליחידות משנה. הרגישות הנופית הכללית של האזור נמוכה, כיוון שכמעט כל תא השטח מופר ונוכחות מופעי היישובים דומיננטית. הערכיות הנופית בינונית-גבוהה, והיא בעיקר מושתתת על נופי תרבות החקלאית.

ערכיות נופית: 3

רגישות נופית: 2

נצפות: האופי המישורי של האזור וריבוי הצירים גורם לכך שהוא מאופיין בנצפות גבוהה משניים או שלושה צירים לפחות (להלן, תרשים מס' 6.3).



תרשים מס' 6.3: חנון – מפת מקורות נצפות

חלק ג' – עקרונות ואמצעים לשימור קרקע

7. אמצעים לשימור קרקע

מפת סיכוני סחיפת קרקע (ראה בפרק 5 לעיל) מיועדת לצורך הערכת הסיכונים וקבלת החלטות בתכנון ובמדיניות. מפה זו מצביעה על אזורים שבהם צפויות בעיות של סחף ופגיעה במבנה הקרקע ובהן נדרש לתת מענה והתייחסות להיבטים של שימור קרקע. פרק זה של העבודה עוסק באמצעים לשימור קרקע ובאופן בחינת ובחירת האמצעי המתאים למקרה פרטני.

לבחירת האמצעים הספציפיים לשימור קרקע מוצגות שלוש חלופות:

1. החלופה הבסיסית (שטח מינימלי), המתייחסת לתא שטח בודד (פרק 7);
2. חלופה מורחבת (שטח בינוני) המתייחסת לצמד תאי שטח כמו נחל וגדותיו (רצועת מגן), דרך נוף, שדה ותעלת ניקוז וכד' (פרק 9);
3. חלופה מרבית, המתייחסת לכלל שטחו של אגן ניקוז.

פרק זה מציג את החלופה הראשונה, הבסיסית, המותאמת לתא שטח בודד.

7.1 שיטות מניעת סחף ושימור קרקע

המטרה העיקרית של השיטות לשימור קרקע הן מניעת הידלדלות הקרקע ושמירה או אף שיפור של פוריותה. מכיוון שסחף קרקעות נגרם בעיקרו על ידי תהליכים טבעיים לא ניתן למנוע אותו לחלוטין, אך ניתן גם ניתן - באמצעות ניהול של ממשק נכון - להפחית את נזקי הסחף והידלדלות הקרקע במידה ניכרת. נקיטה של אמצעים שיביאו לשיפור עמידות הקרקע בפני תהליכי סחף (במיוחד באזורים שנעשו רגישים בעקבות פעילות בני האדם) בהחלט עשויה לתרום לשיפור משמעותי כנ"ל ול"שימור הקרקע".

המושג "שימור קרקע" בהקשר זה, ובהתייחסות בעבודה זו, כולל בתוכו את כלל הפעילויות והאסטרטגיות להקטנת סחף קרקע. בהקשר החקלאי, "שימור קרקע" מתייחס ליכולת שימור פוטנציאל פוריות הקרקע באופן מיטבי.

7.1.1 הגדרת עמידות הקרקע בפני סחף

במצב מיטבי תאורטי של שימור קרקע כמות סחף הקרקע צריכה להישמר ברמה זהה או נמוכה מקצב הבליה הטבעי הצפוי בתנאים גאליים של היווצרות קרקע. אף שקצב הסחף ומידת הבליה (או הידלדלות הקרקע) הם גדלים מדידים, הרי שכמות הסחף נטו אינה ניתנת למדידה מפאת קצב תהליך היווצרות הקרקע (הנמשך מאות ולעתים אף אלפי שנים). מסיבה זו קיים קושי מעשי לנהל מערכת סביבה (ומערכת חקלאית) בתנאי שיווי משקל כמותי ואיכותי (לניתוח מפורט של תזמון בין תהליכי סחיפה ופעילות ניהולית ראה פרק 11).

הגישה המקובלת לשימור משאב הקרקע, ללא מדידה כמותית, מבוססת על הערכה איכותית של פוריות הקרקע, ושאפה לשימור המצב תוך כדי צעדים למניעת תהליכי הידלדלות פיזיים, כימיים וביולוגיים מלאכותיים. בעזרת מידע הקיים באזורים שבהם יש מערכת ניטור סחף פעילה, אפשר ללמוד על קצבי הסחף בתנאים טבעיים, קודם להתערבות האדם, ולהציבם כערך-סף מרבי הנדרש לשימור המצב הנתון. אף שבמהלך הזמן האזורים המנוטרים יכולים להיות מושפעים משינויים בשימושי הקרקע, יש חשיבות רבה למידע הכמותי והאיכותי שאפשר לקבל ולהטמיע במערכת ניהול משאבי הקרקע באזורים שבהם שימוש הקרקע עתיד להשתנות.

בהיעדר מערכות ניטור (למעשה, במרבית המקרים) הכלל המקובל להגדרת עמידות הקרקע בפני סחף הוא שמירה על ערך מזערי של סחף עם רמת פוריות קבועה (בממוצע) של הקרקע לתקופה של 20-25 שנים ברציפות. כמויות סחף מקובלות לתנאים אלה הן 2-11 טון/קמ"ר/שנה באזורים שבהם פרופיל הקרקע אינו מפותח (מקומות שבהם מערכת האופקים אינה מוגדרת, Hudson, 1981). באזורים שבהם פרופיל הקרקע מפותח (מעל 2 מ' בקירוב) הקרקע יכולה לפצות על איבוד חומר אורגני ומינרלי סחף, ולשמור גם על רמת פוריות יציבה לזמן ממושך בהשוואה לאזורים שבהם פוטנציאל הסחיפות גבוה.

לרוב המדד לרמת העמידות של הקרקע בפני סחף מתבסס על שיקולים חקלאיים, מכיוון ששינוי שימוש הקרקע – משימוש שאינו חקלאי לשימוש חקלאי – מגביר במידה רבה מאוד את רגישותה לסחף.

7.1.2 עקרונות שימור הקרקע

בהתבסס על הגורמים המוכרים לסחף קרקע (רוח, מים וכוח הכובד) בריא כי השיטות למניעת סחף ושימור קרקע חייבות להתבסס על עקרונות שיבטלו או יצמצמו את השפעת הגורמים הנ"ל. עקרונות אלו הם:

- א. הקטנה למינימום של משך הזמן שבו הקרקע חשופה לארוזיה, והקטנה למינימום של גודל שטח הקרקע החשופה.
- ב. ניהול של הנגר העילי הזורם וניקוזו המוסדר דרך השטח או השדה על מנת להקטין את מהירות המים ונפחם.
- ג. תכנון של אמצעים לשימור קרקע והתקנתם לפני ביצוע עבודות פיתוח, ומעקב ותחזוקה של האמצעים ההנדסיים והאגרוטכניים.
- ד. צמצום של העברות והזזות של קרקע מהמקום שבו היא נמצאת בתחילת עבודות הפיתוח.

בהתבסס על העקרונות הנ"ל מערכת האמצעים לשימור קרקע תכלול שיטות לטיפול ישיר בקרקע ושיטות לניהול הנגר העילי. השיטות הקשורות ישירות לקרקע כוללות:

- חיפוי הקרקע להגנה בפני אנרגיית טיפות הגשם.
- שיפור כושר החידור למניעת היווצרות נגר.
- שיפור מבנה הקרקע ויציבות התלכידים.

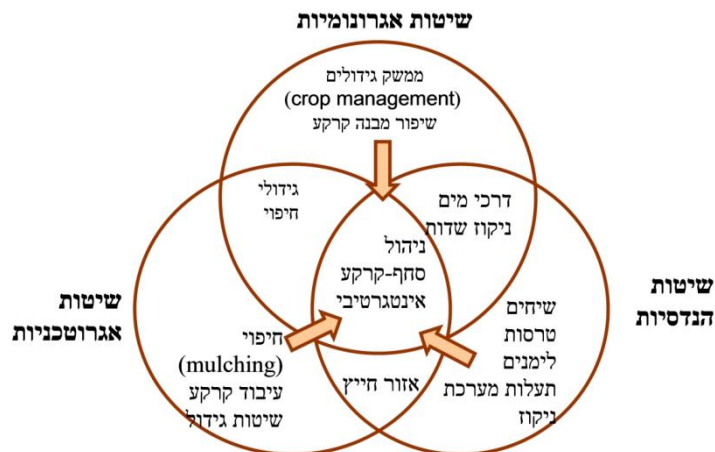
השיטות לניהול הנגר העילי כוללות:

- הגברת החספוס של פני השטח להפחתת מהירות הזרימה.
- חלוקת השטח לתת-אגנים קטנים להקטנת נפח הנגר המגיע לנקודת ריכוז.
- שיטות להשהייה של הנגר העילי (קוצרי נגר).
- מתקנים הנדסיים במקומות קריטיים.

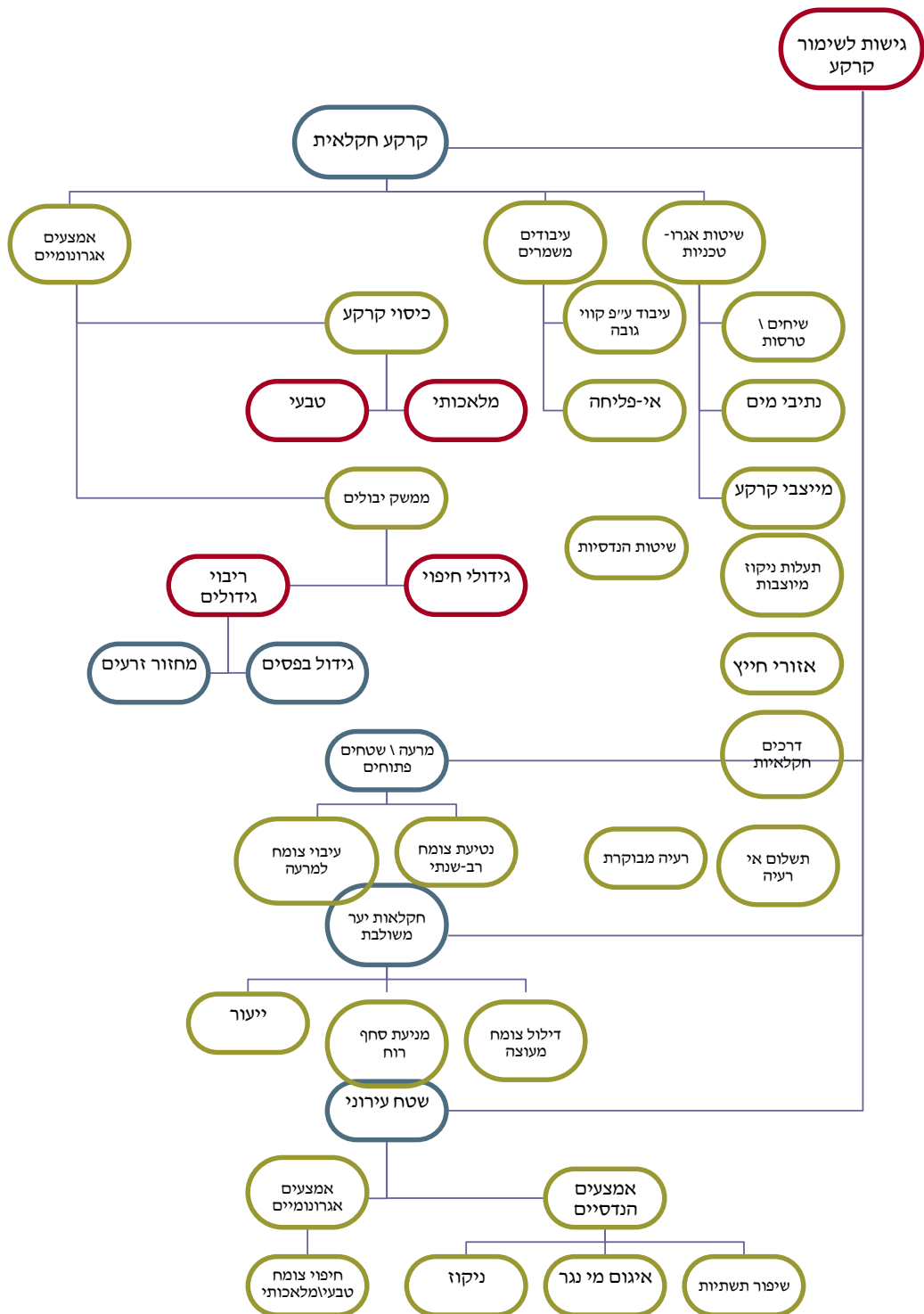
שיטות אגרונומיות לשימור קרקע כוללות לרוב התייחסות לסוג הגידולים, אופן הגידול (מחזור זרעים, גידולים בפסים, בחירה של הגידול המתאים) וגם אמצעים לשיפור מבנה הקרקע. שיטות אגרוטכניות כוללות שיטות עיבוד קרקע שונות, וכן סוגים של חיפוי וגידולי חיפוי ולפעמים צורת הנטיעות. השיטות ההנדסיות כוללות עבודה הנדסית ובניית המורפולוגיה של השדה (כגון: בניית טרסות לצורך הקטנת השיפועים, בניית מערכת ניקוז תת-קרקעית במקום ערוץ כדי לאפשר שטח נטיעות גדול יותר, תכנון ובניית תעלות ניקוז, לימנים וסכרים, ראה גם בתרשימים 7.1, 7.2).

למרות החלוקה שהוצגה לעיל, הגישה המעשית של שימור הקרקע מתבססת על שילוב מגוון שיטות (אגרונומיות, ממשק והנדסיות) לשיפור עמידות הקרקע בפני סחף רוח וסחף מים. מבחינת הסביבה ניתנת עדיפות מובהקת לשיטות אגרונומיות עקב עלותן הנמוכה יחסית, יעילותן הגבוהה ויכולת התאמתן לבעיות סחף נקודתיות (תרשימים מס' 7.1, 7.2).

במקרים רבים הגישה ההנדסית אינה מוכחת מכיוון שהיא מתבססת על מידע מוקדם שלרוב אינו זמין, ולכן הטמעתה במערכת ניהול קרקע בעייתית. בדרך כלל פעילויות שימור קרקע כוללות כמה אמצעים ולא פעילות בודדת נבחרת. לכן, בעבודה זו אומצה הגישה של "מערכת אמצעים", הכוללת מגוון של פתרונות המיושמים לצורך השגת המטרה של שימור הקרקע. דוגמה לפתרון אינטגרטיבי כנ"ל הוא למשל תכנון ויישום של אזור חיץ לאורך הערוצים (ראה פרק 9). פתרון כזה משלב הן אמצעים הנדסיים (תכנון דרך, תעלת הדרך, הגנה של ראשי ערוצונים) והן אמצעים אגרוטכניים (נטיעות עצים, בחירה של הסוגים המתאימים) לצורך השגת המטרה.



תרשים מס' 7.1 : מערכת אמצעים לשימור קרקע



תרשים מס' 7.2 : סיכום הגישות המקובלות לשימור קרקע

7.2 סכמה מוצעת לבחירת מערכת אמצעי שימור קרקע – תא שטח בודד

בחירת מערכת אמצעים לשימור קרקע לפי הגישה המוצגת כאן מבוססת על הגדרה של תא שטח בודד, המוגדר לפי חמישה קריטריונים:

1. השטח בעל שימוש קרקע אחיד (עיר, גידולי שדה, גידולי בעל, ערוץ נחל בעל חתך לא משתנה, יחידה גאומורפולוגית שלמה)
2. השטח הינו בשיפוע מקטגוריה אחת
3. משטר הגשם אחיד בכל השטח
4. מצב סטטוטורי אחיד (לדוגמה, שטח בתוך רצועת נחל ומחוץ לרצועת נחל)
5. השטח מוחזק ומופעל ע"י בעל עניין אחד (חקלאי, רשות ניקוז, קק"ל וכיו"ב)

ברוב המקרים ניתן להתאים מערכת אמצעים ספציפית לשימור קרקע בעבור תא שטח לפי שימוש בסכמה המוצגת בפרק זה. בהתאם לאינדקס החלקה ולדרישה לבדיקה ניתן להמליץ על שיטות לפתרון בעיה ספציפית נקודתית (להמלצות יותר מפורטות ראה נספח ה'). חומרת הבעיה מותאמת לרשימת הקריטריונים המסווגים את חומרת בעיית סחף-קרקע.

7.2.1 קריטריונים לסיווג חומרת בעיית סחף-קרקע

קריטריונים לשימור קרקע

קריטריונים כלליים להערכת סיכוני סחיפת קרקע תוארו לעיל (בסעיף 3.2) וכוללים:

- שיפוע המדרון
- טיפוס הקרקע (חבורת הקרקע)
- אופיה של מערכת הניקוז (עומק ערוצים ומרחק בין הערוצים)
- תכסית הקרקע (או שימוש הקרקע)

קריטריונים חקלאיים

- הגידולים הקיימים במחזור ופוטנציאל השפעת ממשק הגידול על סחיפת הקרקע
- כמויות הגשם השנתית והרב-שנתית, עוצמת הגשם ומספר סופות הגשם הממוצעות לאזור
- משטר ההשקיה
- משטרי העיבוד והפעילות בשדה בשנים האחרונות
- חריצים בחלקה (גודלם וקצב התפתחותם השנתי)
- חדירת המים לקרקע (סך הכול כמות המים בקרקע ביחס לצפוי)
- סחף הקרקע בואדיות ובפתחי החריצים והערוצונים
- קצב יצירת הקרום לאחר הגשם ובזמן הגשם (חרסית ואבקיות האדמה)
- שאריות גידול על פני הקרקע ובתוכה מהעונה הקודמת
- סוג הקרקע
- שיפוע הקרקע והגדרה כללית של פני הקרקע

עקרונות התכנון המבוסס על שיפועי קרקע:

- שטחים שבהם שיעור השיפוע מעל 14% המיועדים למרעה ולתיירות
- שטחים שבהם השיפוע 5%–14% המיועדים למרעה, לתיירות ולמטעים (אם יש מים להשקיה)
- שטחים שבהם השיפוע עד 5% יישארו שטחי גידולי שדה בעיבוד משמר (תכנית-אב מגידו, 2007)

קריטריונים ניקוזיים

- האם הערוץ נראה יציב (אין סימני התחתרות, מפולות קרקע מהגדות, צמחיית שיחים וחד שנתים)
- מחצבה פעילה או נטושה בערוץ הנחל
- פסולת בערוץ הנחל
- נטיעות עצים רב-שנתיים בערוץ הנחל
- ערוץ מלא בסחף מקומי
- סימני התחתרות (עירוף) בגדות ובתשתית הנחל
- תופעת מחתור (piping) בגדות הנחל
- ערוץ נחל מעובד לצורך גידול חקלאי (חסר ניקוז תקין של השטח)

קריטריונים נופיים

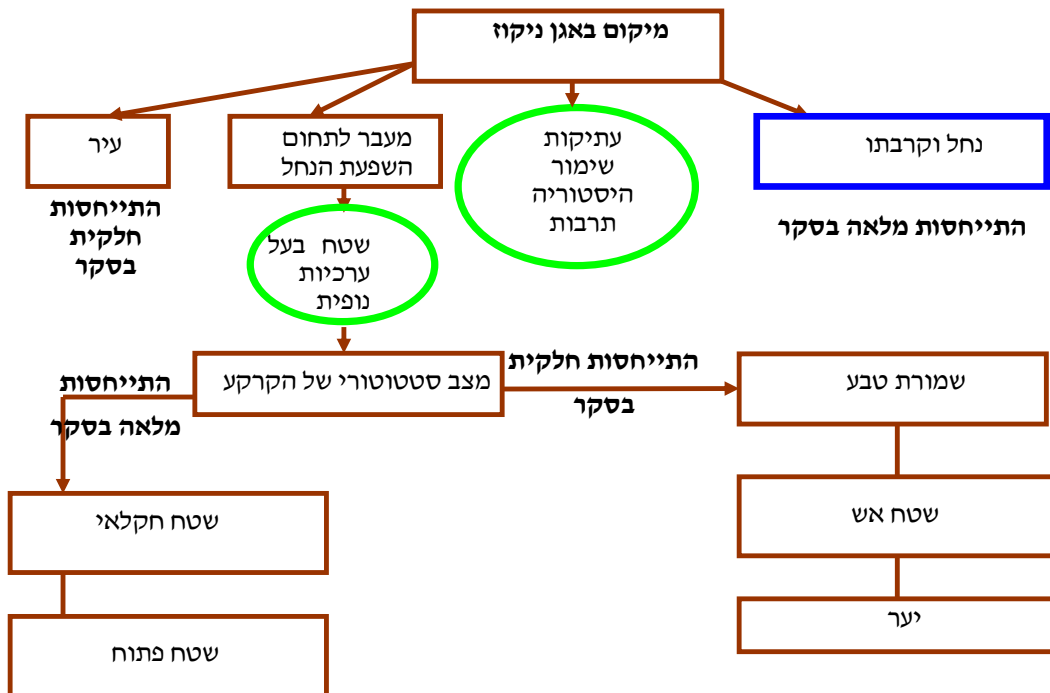
- השפעה נופית מקרוב
- השפעה נופית מרחוק:
 - מידת הרציפות
 - מידת הניגודיות
 - שרידות הצורה
 - מידת בולטות הטקסטורה

מתוך הרשימה הרחבה שלעיל נבחרו פרמטרים אחדים, ובעזרתם ניתן לאפיין את הבעיה בתא השטח הבודד ולהציע מספר פתרונות אפשריים לשימור הקרקע.

7.2.2 סכמה לבחירת אמצעי שימור קרקע

הסכמה המוצעת המוצגת להלן מיועדת להתאמת שיטות שימור קרקע ומיקומם באגן הניקוז.

השלב הראשון (תרשים מס' 7.3) הינו הגדרת מיקומו של השטח המטופל - בתוך: (1) נחל וקרבתו (2) עיר (3) שטח בעל ערכי נוף גבוהים, דרך נוף, אתר עתיקות וכו' (4) מחוץ לתחום השפעת הנחל. אם השטח המטופל נמצא בתוך הנחל ובקרבתו (1) השלב הבא מתואר בתרשים 7.4; אם השטח המטופל נמצא בעיר (2) נדרש לפנות לרשות המוניציפלית הרלוונטית. אם השטח המטופל נמצא בשטח בעל ערכי נוף גבוהים, דרך נוף, אתר עתיקות וכו' (3) נדרש טיפול נופי ע"י גורם מקצועי בתחום. אם השטח המטופל נמצא מחוץ לתחום השפעת הנחל (4) השלב הבא הוא הגדרת מצבו הסטטוטורי של השטח וייעודו. לכל ייעוד שטח מוצעת סכמה משלו.



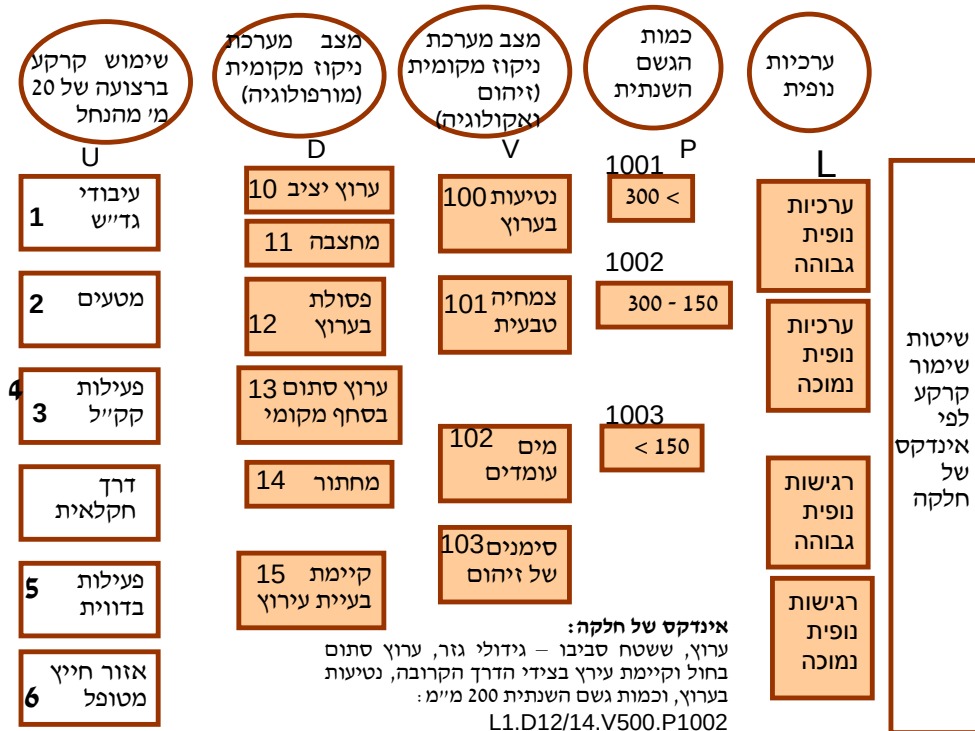
תרשים מס' 7.3: שלבים ראשוניים מתוך הסכמה המוצעת לבחירת מערכת אמצעים לשימור קרקע

מקומי

בעבור הנחל וסביבתו נדרש להגדיר את הפרמטרים הבאים: שמושי קרקע ברצועה של כ- 20 מ' מגדת הנחל (U), מצב מערכת הניקוז המקומית (D – תיאור מורפולוגי: ערוץ חתור, סתום, מחצבה, אחר), המצב האקולוגי של הערוץ (V – סימני זיהום, מצב צמחייה, נטיעות בתוך הערוץ). בשלב האחרון בבחירת מערכת האמצעים לשימור קרקע בעבור אפיק הנחל וגדותיו נדרש להגדיר את עובי המשקעים השנתי באגן הניקוז (P) (תרשים מס' 7.4).

שימוש קרקע בצדי הערוץ מכתוב במידה רבה את אופן הטיפול בערוץ. אף שאזור חיץ או תוואי הגנה על הנחל נתפס כשיטה אוניברסלית לשמירת תוואי הנחל, הרי שהקמת אזור חיץ, ובכלל זה התאמת הצמחייה, המתקנים ההנדסיים וההתייחסות הנופית תלויים במידה רבה במצב הספציפי של שימושי הקרקע בצדי הדרך.

מספר שימושי קרקע אינם דורשים התייחסות כלשהי. לדוגמה, אם תוואי הנחל מוגדר כשטח יער נטוע (באחריות קק"ל, למשל) הרי שניתן להניח כי צפויים מעט בעיות שימור קרקע בערוץ. הבעיה העיקרית הנובעת מנטיעות בערוץ הנחל היא סתימת הערוצים ומעברי המים, ובעקבות כך גרימת הצפות של שדות חקלאיים. לכן, באפיקים המוגדרים כיער יש לוודא ניקוז תקין ורצוף לאורך האפיק.



תרשים מס' 7.4: בחירת סכמת טיפול בעבור הנחל וקרבתו
מקרא: U – שימוש קרקע, D – רשת ניקוז, V – צמחיה, P – כמות הגשם

בדרך כלל ערוץ חתור המאופיין בהתחתרות מתפתחת דורש טיפול מקיף, הכולל פעולות כגון שמירה של תוואי הנחל, מניעת התחתרות נוספת והגנה על ראשי הערוצונים. לכך ניתן להשאיר את אזור החיץ, הכולל דרך בעלת שיפוע הפוך, תעלת דרך (המרכזת את הנגר העילי ולא מאפשרת זרימה חופשית אל תוך הערוץ) ומתקני כניסה מוסדרים. שימוש עתידי בתחום אזור החיץ צריך להיות מתואם עם המשתמש החקלאי, עם הרשות המוניציפלית ועם רשות הניקוז.

במקרים שבהם הערוץ חסום נדרש לתכנן מערכת ניקוז תקינה בשדה. מערכת הניקוז תותאם לכל תא שטח בנפרד. עם זאת, טיפול במערכת הניקוז בלבד לא יפתור את כל הבעיה, ונדרשת מערכת של אמצעים הכוללת גם שיטות אגרוטכניות דוגמת עיבוד קרקע המקביל לקווי הגובה, שימוש בטכניקה משמרת קרקע, חיפוי קרקע וכו'.

בעבור שטחים חקלאיים אופיינו חמישה פרמטרים אשר נכללים במערכת ההחלטות (תרשים מס' 7.5), כדלקמן:

(U) שימושי קרקע ספציפיים המבדילים בין סוג החקלאות בממשק הגידולים: חקלאות בעל ללא השקיה, חקלאות בשלחין, מטעים וחקלאות אינטנסיבית – חממות.

(S) שיפועים: חלוקה זו מבוססת על מפות ייעודי קרקע של משרד החקלאות. כשיעור השיפוע הוא

עד 2% ניתן לעבד את הקרקע בגידולי שדה, כשיעור השיפוע הוא עד 15% אפשר להשתמש

בשטח למטע, כשיעור שיפוע הקרקע גדול מ-15% השטח אינו מתאים לגידול חקלאי. חלוקה משנית: שיעור שיפוע של 6%-8% מאפשר שימושי קרקע ספציפיים ואמצעי שימור קרקע המתאימים לשיפוע הכללי של המדרון. כשיעור השיפוע 6% כל עיבוד חקלאי צריך לכלול אמצעים לשימור קרקע. שיעור שיפוע 8% הוא גבול עליון לנטיעות בטרסות.

(D) – מערכת ניקוז טבעי: ניקוז טבעי נכלל במערך של בחירת אמצעי לשימור קרקע על ידי שני פרמטרים: המרחק בין הערוצים ועומק הערוצים. ערוץ בעומק 40 ס"מ הוא למעשה תעלה, וקשה לחצותו בכלים חקלאיים. אזור בתרונות הוא לרוב שטח שבו יש ערוצים מפותחים והמרחק ביניהם קטן. אזור בתרונות לא מיועד לשימוש חקלאי. שטחים שבהם הרווח בין הערוצים הוא עד 100 מ' הם שטחים בעיתיים פחות. שטחים שבהם הרווח בין הערוצים גדול מ-100 מ' הם שטחים שבהם אין מגבלה לעבד את הקרקע לחקלאות ולהשתמש במערכת ניקוז.

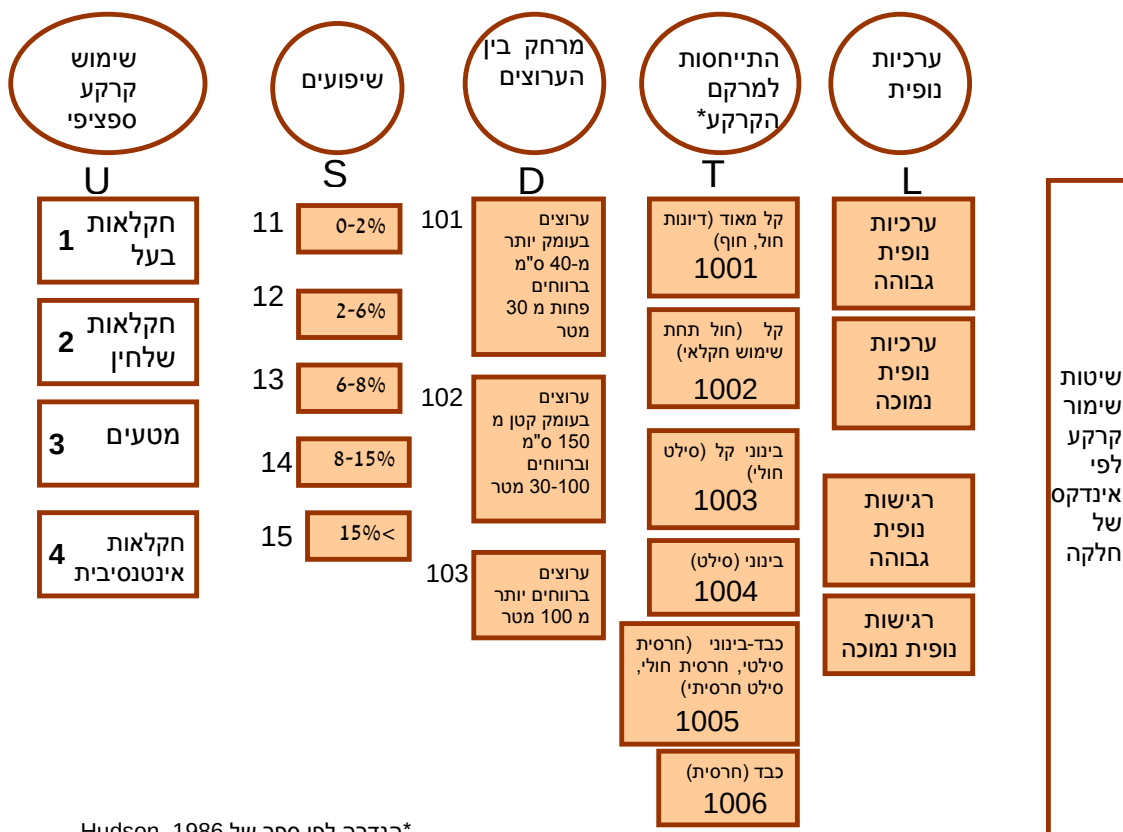
(T) – מרקם הקרקע הוא פרמטר המגדיר את חדירות הקרקע, את הסחיפתיות, את הפוטנציאל להיווצרות הקרומים, את רמת השטיפה ואת הפוטנציאל להתפתחות תופעות מחתור. אמצעים אגרונמיים ואגרונמיים של שימור קרקע צריכים להיות מותאמים לפרמטר זה. חלוקה לקרקעות בעלות מרקם שונה נעשית לפי שיטות סטנדרטיות.

(L) – היבטים נופיים: ההיבט הנופי מורכב משני קריטריונים עיקריים: ערכיות נופית ורגישות נופית (ערכיות נופית היא ערכם של מרכיבי הנוף, רגישות נופית מבטאת את מידת פגיעות הנוף). ככל שערך-הנוף ורגישותו גדלים, כך צריך לתת משקל גבוה יותר להיבט הנופי בבחירת האמצעים לשימור קרקע.

תהליך קבלת ההחלטה מחולק לרוב לשני שלבים:

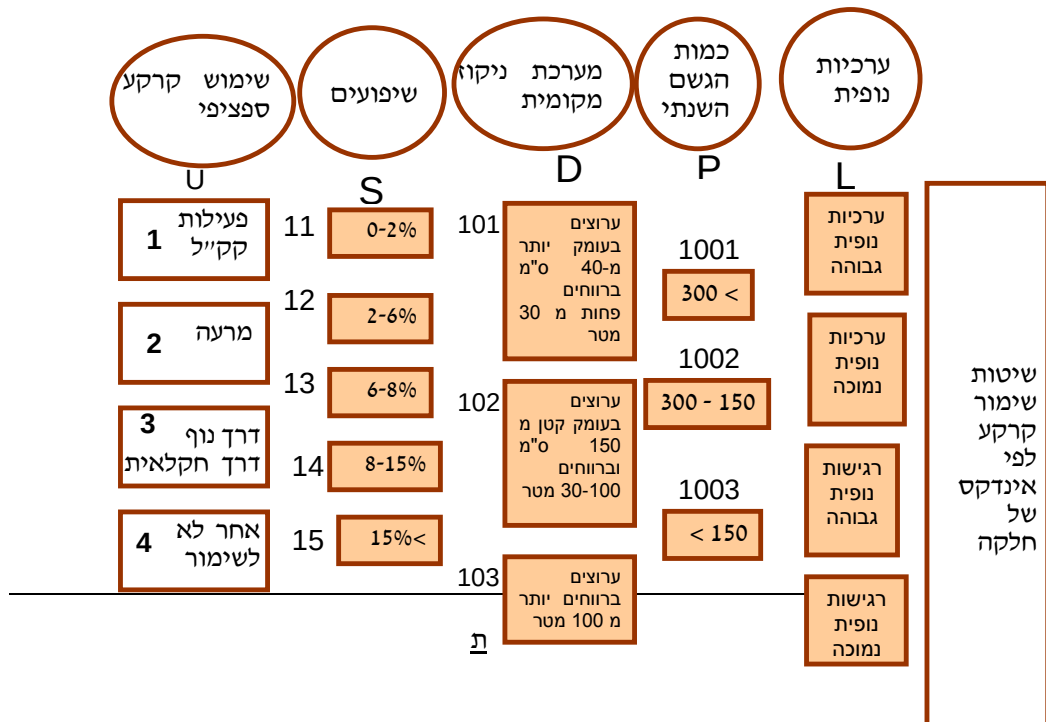
- שלב ראשון – בחינה האם נדרשת שיטה לשימור קרקע,
- שלב שני (באם התשובה לשלב קודם חיובית) – איזו שיטה צריך (לפי אינדקס שחלקה מקבלת).

בחינת השלב השני – בהיבט הנופי - מתבצעת על פי עצמת ההשפעה הנופית של שיטת שימור הקרקע, על ידי הקריטריונים של עוצמת ההשפעה הנופית על הסביבה הקרובה ועוצמת ההשפעה הנופית של השיטה על הסביבה הרחוקה (בזה האחרון נכללים מידת הרציפות בין מופע השיטה לבין מופע הסביבה, עוצמת הניגודיות בין מופע השיטה לבין הסביבה, מידת ההתאמה בין השתנות מופע השיטה לבין השתנות מופע הסביבה לאורך השנה, מידת השוני בין הטקסטורה של השיטה לבין הטקסטורה של הסביבה).



תרשים מס' 7.5 : תהליך בחירת שיטה לשימור קרקע - שטח חקלאי מעובד

מקרא: U – שימוש קרקע, D – רשת ניקוז (מרחק בין הערוצים), S – שיפוע מדרון, T – מרקם קרקע, L – נוף



רשימה מס' 7.6: תהליך בחירת שיטה לשימור קרקע - שטח פתוח לא מעובד
מקרא: L - שימוש קרקע, D - מערכת ניקוז, S - שיפוע מדרון, P - כמות הגשם

התיאור המלא של המשמעותיות הנופיות ליישום אמצעים לשימור קרקע מוצג בפרק 8.2.

עבור **שטח פתוח** נדרשת הגדרה של הפרמטרים הבאים: שימושי קרקע פרטניים (שיחים של קק"ל, מרעה, דרך נוף וכו'), מידת ההתפתחות של מערכת הניקוז, שיפועי הקרקע, עובי גשם שנתי. אפשר לתאם עם קק"ל נטיעות עצים בתוך אפיקי הערוצים או סגירת עורקי ניקוז באמצעות טרסות וסכרונים.

שטחים של מרעה אינטנסיבי ולא מבוקר חשופות לבעיות סחיפת קרקע רבות. הרעייה גורמת לרוב לחיתוך מלא של הצמחייה, להידוק מוגבר של הקרקע וכתוצאה לירידה בכושר חידור המים לקרקע (במיוחד בגשם הראשון בשנה ההידרולוגית). תופעות מצטברות אלה גורמות לעליית היחס בין הנגר לגשם ואת רמת הסחיפתיות של הקרקע. שטחים אלה דורשים טיפול רב-תחומי. אפשר להגן על ראשי הערוצים באמצעות מתקני כניסה מוסדרים לנגר העילי, ועל ערוצים חתורים באמצעות צמחייה רב-שנתית, שיחים וצמחייה אחרת המותאמת לתנאי האקלים. רצוי גם לוודא שהרעייה מבוקרת ולתאם את מועדיה, כך שהעדרים לא יפגעו בצמחייה חד-שנתית צעירה.

דרך נוף מצריכה תכנון הנדסי ונופי פרטני, תוך הקפדה על כך שכל המתקנים ההנדסיים המתוכננים יהיו מוגנים כנגד התחתרות קרקע בסביבתם, במיוחד בגבולות מתקני בטון. לאורך כל הדרך יש לשמור על שיפועי צד הפוכים, על מנת לאפשר ניקוז מי נגר אל תעלת הדרך ולמנוע זרימת נגר עילי על פני הדרך. רצוי לשמור על תעלות דרך לניקוז המים מהדרך ולהכוונתם אל מוצאי ניקוז מוגדרים שבהם מותקנים מתקנים הידראוליים להסדרת החיבור בין התעלות לעורקי הניקוז הטבעיים. תכנון

דרך נוף יכלול גם תכנון מקומות מסודרים לחנייה, שבהם ניתן לתכנן לימנים ואוגרי מים מקומיים שיתרמו להתפחות צמחייה רב-שנתית וצמחייה חד-שנתית.

בסעיף הבא מוצגות מספר שיטות מקובלות לשימור קרקע ואופן יישומן (תיאור מפורט ודוגמאות - ראה בנספח ה').

7.3 שיטות אגרונומיות ואגרוטכניות לשימור קרקע

7.3.1 גידולים עיקריים במגזר היהודי

גידולי שדה בבעל בשטח הפתוח

א. חיטה

האזורים הצפוניים והדרומיים בממשק הבעל: משטר העיבודים המומלץ לאזורים אלה הינו של "אפס עיבוד" וחיפוי ועיבודים מעמיקים (חריש, משתת) פעם ב- 4-7 שנים. טיפול באמצעות הוספת חומר אורגני (זבל, קומפוסט וגזם) כל 2-3 שנים, גימון ושבירת הקרום בתחילת הגידול. חסרונות השיטה הינם בתחום הגנת הצומח, שכן צפויה עלייה בנזקי מזיקים והגדלת הסיכון בעמידות העשבים לקוטלי עשבים.

האזורים הצפוניים והדרומיים בממשק גידולי השלחין: הפתרון לשיטת העיבוד לאחר גידול שלחין הוא גימון הקרקע, או לחילופין שבירת קרום הקרקע לאחר הגשמים הראשונים עד שהגידול מגיע לשלב שבו הנוף מכסה את פני הקרקע.

ב. שעורה

פתרון אפשרי לשחת ולתחמיץ: פיזור של חומר אורגני והצנעה.

שעורה לגרעינים: חיפוי קש, פיזור חומר אורגני.

הפתרון בעתיד: שבירת קרום הקרקע בתחילת הגידול (עדיין לא נוסה).

ג. קטניות

פעולות אפשריות בעתיד: שבירת הקרום בשלבי הגידול הראשונים (עדיין לא נוסה).

ד. אבטיחים לגרעינים

ניתן לפזר חומר אורגני בסתיו להעשרת הקרקע והגדלת חידור המים, וכן לעשות שימוש בחיפוי קש (בניסויים שנעשו לבדיקת השפעת חיפוי הקרקע בקש על יבול הגרעינים התוצאות לא היו עקביות. בשנים אחדות לא הייתה השפעה על היבול בעקבות חיפוי הקרקע בקש, ובשנים אחרות הייתה השפעה מובהקת על היבול).

ה. כרם-נח

פעולות אפשריות בעתיד: פעולות חיפוי קרקע (בסתיו), שמירה על ניקיון החלקות מעשבים באמצעות ריסוס. יתרון שיטה זו הוא באפשרות לשמירת רוב המים בחלקה והקטנת התאדות המים מהקרקע בעונת הקיץ.

גידולי שדה בשטח הפתוח בתנאי שלחין

א. תפוחי אדמה / גזר / בוטנים / שום / בצל / בטטה

בניית גומות או סכרונים בפסי הדריכה (קיימים כלים היכולים לבנות סכרונים ולפרקם בעונת הגידול לצורך מעבר כלים חקלאיים כמו מרסס, מגדד ועוד). חיפוי בזבל אורגני או בקומפוסט, שבירה מכנית של קרום או שיטות למניעת היווצרות הקרום.

ב. תירס לתחמיץ

חיפוי בזבל או בקומפוסט.

ג. חמניות

(א) בעזרת משטר חיפוי קרקע: קש, זבל אורגני וקומפוסט, (ב) גימום או סיכרונים.

ד. חמצה

חיפוי הקרקע באמצעות קש, זבל אורגני וקומפוסט.

ה. אבטיח למאכל

כמו הפתרון המוצע בגידול תפוחי אדמה. בגלל מועד הגידול וההשקיה בטיפטוף פוטנציאל סחף-הקרקע נמוך.

7.3.2 גידולים עיקריים במגזר הבדווי

גידולי שדה בשטח הפתוח בתנאי בעל

גידולים אפשריים: חיטה ושעורה.

פעילות נוספת להגדלת חידור המים אפשרית בתחום השארת חיפוי על הקרקע, אך הסיכון גבוה בגלל המרעה האינטנסיבי. פעילות נוספת, שעדיין לא נבדקה, שבירת קרום הקרקע כמה פעמים בעונת הגידול.

אזור מועצה אזורית בני שמעון

גידולים אפשריים: חיטה, שעורה, אפונה, אבטיחים לגרעינים וכרב-נח.

פעולות לשיפור חידור המים: חיפוי הקרקע (סיכון שהצאן יאכל את הקש), אפס עיבוד ופיזור חומר אורגני כל 2-3 שנים והצנעתו בקלטור. שבירת קרום הקרקע בזמן הגידול (אבו-סיאם 2009).

אזור באר שבע, לקיה, עומר וצומת שוקת

גידולים אפשריים: חיטה, שעורה וכרב-נח.

פעולות לשיפור חידור המים: חיפוי הקרקע (קיים סיכון שהצאן יאכל את הקש), אפס עיבוד, פיזור זבל אורגני או קומפוסט כל 2-3 שנים והצנעתו בקלטור. שבירת קרום הקרקע בזמן הגידול.

אזור נבטים בקעת ערד

פעילות להגדלת חידור המים לקרקע: חיפוי הקרקע (סיכון שהצאן יאכל את הקש), פיזור זבל אורגני או קומפוסט כל 3-4 שנים והצנעתו בקלטור. פעילות נוספת, שעדיין לא נבדקה, שבירת קרום הקרקע כמה פעמים בעונת הגידול.

7.3.3 חממות

הפתרונות למניעת סחף כוללים איסוף המים המתנקזים אל מערכת הביוב המקומית, בניית בריכות אגירה למים בצמוד לחממות, איסוף המים ושימוש במים לצורכי החממות. באזורים מעוטי גשם נדש להבטיח ניקוז מסודר לוואדי או אל חלקה שכנה, בעיקר כשכמויות הגשם קטנות ושטח החממות אינו גדול.

טבלה מס' 7.1: סיכום ניהול ממשקי גידול שונים והשפעתם על הקרקע, על גידול כלכלי, על

ניהול ועל איכות חיים (אוסטרליה)

עיבוד מלא	מינימום עיבוד	אפס עיבוד וחיפוי	חסרונות ויתרונות
יותר > סחף קרקע ----- < מועט	אדמה ומזיקים מחלות ועשבים		
פחות > ----- אגירת גשם ----- < יותר			
יותר > ----- שחרור חנקן ----- < פחות			
מהודקת > ----- קרקע ----- < רכה			
פחות > ----- מזיקים ----- < יותר			
בינוני > ----- ספטוריה ----- < גבוה			
נמוך > ----- עמידות עשבים לקוטלי עשבים ----- < גבוה			
גבוה בשנים גשומות > ----- יבול ----- < גבוה בשנים יבשות	גידול		
רחב > ----- חלון זריעה ----- < צר			
גבוה > -- טרקטורים + הפעלת כלים + אחזקה -- < נמוך	מחיר		
קצר > - טרקטורים וכלים חקלאים קצב חידוש ----- < ארוך			
נמוך > - מרססים + פעולות זריעה + שמירת הקיים - < גבוה			
נמוך > ----- קוטלי עשבים ----- < גבוה			
נמוך > ----- עמידות עשבים לקוטלי עשבים ----- < גבוה			
גבוה > ----- עבודה ----- < נמוך			
נמוך > ----- החלטות ----- < גבוה	ניהול		
גבוה > ----- מהירות עבודה ----- < נמוך			
נמוך > ----- שימוש בקוטלי עשבים ----- < גבוה	איכות חיים		
יותר > ----- שעות טרקטור ----- < פחות			
פחות > ----- זמן פנוי ----- < יותר			

טבלה מס' 7.2. סיכום גידולי שלחין בשטח חסקר

גידול שלחין	שטח גידול (ד') ומיקום הגידול	שיטת גידול	דרישות לגידול: גורמים, מגבירי סחף	המלצות לשימור קרקע
1 חיטה מוגד יחיד	340,000 שער הנגב, בני שמעון, יח"מ, שדות נגב.	אזור צפוני (שער הנגב). גשם: 320 מ"מ רב-שנתי ומעלה. מחזור גידולים: מורכב משנה חיטה ושנה שנייה גידול אחר: קסניניה, אבטיח. עיבודים: ברובם קולטביטור (מילון מושגים) או (מילון מושגים). עיבוד מעמיק: חריש (מילון מושגים) או משחת (מילון מושגים) פעם ב-4 עד 7 שנים.	עיבוד לאחר גידול אבטיח מחיב דיסקוס הגורם לקרקע אבקית, יצירת קרום וזרימות מים וסחף קרקע מוגברים.	אפס עיבוד וחיפוי קש (מילון מושגים). מיינימום עיבוד (מילון מושגים). גיזום (מילון מושגים).
		אזור מרכזי ודרומי: גשם: 300 מ"מ ממוצע רב-שנתי ומטה. מחזור גידולים: מורכב משנתיים חיטה רצוף ואח"כ אפונה/שעורה/ כר-ב-נח (נספח ב') ושנתיים חיטה ברצף. עיבודים: עיקרם קולטביטור.		פיזור חומרים אורגניים כגון: זבלים, קומפוסט, גזם עירונג. שבירת קרום הקרקע (כלי שעדין לא נמצא).
	160,000	אזור ב"ש דרום ועד מצפה רמון. גשם: 80 מ"מ ממוצע רב-שנתי. גידול על פי קווי גובה, עיבוד וזריעה רק לאחר גשם, עיבוד בדיסק או גמלים, שעורה גידול נוסף במחזור.	עיבוד בדיסקוס מנדיל את סחף הקרקע.	קלטור (מילון מושגים) לפני זריעה, פיזור זבל והצנעה בקלטור. גזם עירונג. שבירת קרום הקרקע (כלי שעדין לא נמצא).
		אזור נבטים, בקעת ערד, ערדער. גשם: 120 מ"מ רב-שנתי. ניתן לגדל: חיטה, שעורה ופעילות של כרב נח. עיבודים בעיקרם קלטור וקצת דיסקוס.	בעיבוד בקלטור יש איבוד מים בחיס לאפס עיבוד, אך לא משמעותי. (קש אין בחלקות).	פיזור זבל והצנעה בקלטור. פיזור גזם עירונג וזריעה לתוכו. גזם עירונג. שבירת קרום הקרקע (כלי שעדין לא נמצא).
		אזור ב"ש, לקיה וצומת שוקת. גשם: 200 מ"מ ממוצע רב-שנתי. ניתן לגדל בנוסף לחיטה, שעורה ופעילות של כרב-נח. עיבודים: עיקרם דיסקוס.	עיבוד בדיסקוס מנדיל את סחף הקרקע.	מיינימום עיבוד (קלטור), פיזור זבל והצנעה בקלטור, או אפס עיבוד, גזם עירונג. שבירת קרום הקרקע (כלי שעדין לא נמצא).
		אזור בני שמעון. גשם: 250 מ"מ ממוצע רב-שנתי. ניתן לגדל במחזור מסדר: חיטה, שעורה, אפונה, אבטיח לגרעינים ופעילות של כרב-נח. עיבוד בקלטור וחריש פעם ב-5 שנה.	בעיבוד בקלטור יש איבוד מים בחיס לאפס עיבוד, אך לא משמעותי. (קש אין בחלקות).	אפס עיבוד. פיזור זבל והצנעה בקלטור. גזם עירונג, שבירת קרום הקרקע במשך העונה (כלי עדיין לא נמצא).

גידול שלחין	שטח גידול ומיקום הגידול	שיטת גידול	דרישות לגידול: גורמים, מאבירי סחף	המלצות לשימור קרקע
2 שעורה	40,000 דונם, נגב מזרחי ושער הנגב	במינימום עיבוד, גידול השעורה במחזור על פי האזורים. באזור הצפוני במקום חיסה ולפעמים כשנה שנייה. באזורים הדרומיים כגידול בשנה השלישית לאחר חיסה, חלק גדול מהשעורה מיועד לשחת או תחמיץ.	פני הקרקע צריכים להיות חלקים. כל תוספת של חומר על פני הקרקע עלולה להיאסף עם השחת/תחמיץ ולפגוע באיכות השחת או תחמיץ.	פזיזר חומר אורגני והצנעה. (הצנעה חייבת להיות מושלמת) שבירת קרום הקרקע במשך העונה (כלי עדיין לא נמצא).
3 קטניות	40,000	דיסקוס+ מעגלה לקבלת מצע זרעים חלק. מינימום עיבוד+ מעגלה.	פני שטח חלקים וללא שאריות קש.	שבירת קרום הקרקע בתחילת הגידול (כלי עדיין לא בארץ).
4 אבטיח לגרעינים	50,000 – 5,00	חריש או משחת בתחילת העונה. קלטורי שטח למניעת עשבים והגדלת חדירת המים.	אפס עיבוד וחפוי קש עלול לעכבת את התפתחות האבטיח.	קלטור השטח עד הזריעה. פזיזר חומר אורגני על פי השטח.
5 כרוב-נח	עד 50,000	חריש או משחת ואח"כ עיבודים להכנה למצע זרעים וטיפול בעשבים.	אין דרישות מגבירות סחף.	פזיזר גזם עירוני, זבל אורגני כחיפוי או הצנעה חלקית, שבירת קרום קרקע בעונת הכרב.
6 תפ"א	140,000	פזיזר זבל אורגני, חריש, ארגז מישר, סימון, תיחוח וזריעה.	אין דרישות מגבירות סחף.	יצירת גומות. השקיה בשיעור המטרה נמוך (מתזים, ממטירונים).
7 גזר	10,000	פזיזר זבל אורגני, חריש, ארגז מישר, סימון, תיחוח וזריעה.	פני הקרקע מוחלקים ומצע זרעים חלק מעלה את הסחף.	בניית גומות. השקיה בשיעור המטרה נמוך (מתזים, ממטירונים).
8 בוטנים	15,000	חריש, ארגז מישר, סימון, תיחוח וזריעה.	השקיה בשיעור המטרה נמוך (מתזים, ממטירונים) בניית גומות.	השקיה בשיעור המטרה נמוך (מתזים, ממטירונים) בניית גומות.
9 תירס	8,000	חריש, ארגז, סימון, תחוח. או 2 דיסקוסים, ארגז, סימון וזריעה.	דיסקוס וארגז בחלקה גורמים לעליה בסחף קרקע.	פזיזר חומר אורגני, פתיחת הקרקע עד הזריעה.
10 חמניות	15,000	חריש, ארגז, קלטור, סימון, תחוח וזריעה.	החלקת הקרקע בארגז.	פזיזר חומר אורגני, בדיקת פיזור גזם, גימום, קלטור שטח וקלטור שורה.
11 חימצה	15,000	חריש/משחת, ארגז, קלטור, סימון, תחוח, זריעה.	החלקת הקרקע בארגז.	פזיזר חומר אורגני, גימום, קלטור שורה.
12 שום	4,000	פזיזר זבל אורגני, חריש, ארגז מישר, סימון, תיחוח וזריעה.	החלקת הקרקע בארגז.	פזיזר חומר אורגני, גימום וקלטור שורה.
13 בצל	1,500	פזיזר זבל אורגני, חריש, ארגז מישר, סימון, תיחוח וזריעה.	פני הקרקע מוחלקים ומצע זרעים חלק מעלה את הסחף.	פזיזר חומר אורגני, גימום וקלטור שורה.
14 בטטה	1,500	פזיזר זבל אורגני, חריש, ארגז מישר, סימון, תיחוח וזריעה.	אין דרישות מגבירות סחף.	יצירת גומות.

8. היבטים נופיים ואקולוגיים

לאורך ההיסטוריה יצרו פעולות של שימור קרקע נוף חקלאי חדש. הטרסות החקלאיות, שהתקנתן הינה פעולה בסיסית לשימור קרקע, והמופיעות בוריאנטים שונים לאורך ההיסטוריה ומסביב לעולם, היא אחת הטיפולוגיות המוכרות ביותר של נוף תרבות.

ניתן להגדיר את הפוטנציאלים העשויים לחולל פעולות שימור קרקע במרחב בשני אופנים :

- פעולות – שינוי מורפולוגי-צורני – הדרך שבה פועל השינוי המורפולוגי באמצעות פעולת שימור קרקע על המרחב.

- תועלות – הערכים הנוספים הנילוים לפעולת שימור הקרקע לטובת מערכת התכנון הכללי ; גורמים המשפיעים על מערכות של פנאי, של נופש ושל תיירות או כאלה המשפיעים על מערכות אקולוגיות הקיימות במרחב.

לאמצעי שימור הקרקע ההשפעות והתועלות, והם נבחנו על פי שלושה משתנים :

- מורפולוגיה (צורה) – האופן שבו פעולות שונות לשימור קרקע עשויות לשנות את הנוף הקיים במרחב ולאפיין את הנוף החדש שעשוי להיווצר, הן במימד המקרו והן במימד המיקרו.

- היבט תכנוני – האופן שבו יכולים אמצעי שימור קרקע להשפיע, לתמוך ולהשתלב במרחב במערכות תכנון כמו מערכות תיירות, מערכות שטחים פתוחים ועוד.

- היבט תכנוני-אקולוגי – השפעות אפשריות של אמצעי שימור הקרקע על מערכות אקולוגיות : הקטנת כמות הנגר מהשדות אל ערוצי הנחל והקטנת כמות המזהמים הזורמת בנחל. טכנולוגיות אי פליחה שומרות על מרקם הקרקע ומשמרות את המיגוון הבייתי הקיים. הקטנת כמות הסחף בערוצים והקטנת הצורך לפעול פעולות הנדסיות בערוץ עצמו. עם זאת, ירידה בכמות הנגר הזורם בערוצים עשויה לפגוע באוכלוסיות הקיימות בערוצי הנחל השונים.

שלושת המרכיבים שנסקרו, קרי ההשפעות המורפולוגיות, מערכות התכנון והמערכת האקולוגית, יכולים ואף צריכים לפעול אינטגרטיבית. בין המרכיבים הללו קיימת "זיקת הנאה" ברורה. מערכות תיירות נהנות ממופעים של מערכות אקולוגיות בריאות, מחד גיסא, ומנוף חקלאי, הנתפס כמוצר צריכה בעל ערך על ידי הציבור בישראל, מאידך גיסא (קפלן, 2008). משרד החקלאות מעודד יוזמות תיירות במרחב הכפר כדי לגוון את מקור ההכנסה של החקלאים.

באירופה, ובשנים האחרונות גם בישראל, מתפתחת תפיסה שמטרתה למצב את החקלאים לא רק כיצרנים של מזון, אלא גם כספקי שירותים כמו משמרי מגוון ביולוגי ונותני שירותי מערכות אקולוגיות, משמרי נופים בעלי ערך היסטורי ותרבותי. הפנמת המושג "חקלאות רב-תפקידית" הוא צעד ראשון וחשוב בדרך לשימור מגוון ביולוגי באזורים חקלאיים. כיום על פי תפיסת ה-OECD, תפיסת החקלאות הרב-תפקידית מבוססת בעיקר על מטרות מתחומים חברתיים וכלכליים שונים כמו פיתוח ושימור נופים כפריים לנופש ולתיירות. נושאים סביבתיים ואקולוגיים, שימור המגוון הביולוגי ושירותי המערכות האקולוגיות צריכים להפוך למטרות מרכזיות בפיתוח תפיסת

החקלאות הרב-תפקידית באירופה ובישראל, ולהתבטא במדיניות המקדמת את יישומה (סטוקולסקי, 2006). תועלות אלה, בדמות הנוף, מרחבי הטיול, ערכי המורשת והערכים האקולוגיים והטבעיים, הם ה"מוצרים" שהשטחים הפתוחים מספקים לציבור הרחב. קיים עניין ציבורי מובהק בשמירת ערכים אלה וטיפולם, כך שהדור הנוכחי והדורות הבאים יוסיפו ליהנות מהם (קפלן, 2008).

8.1 נוף תרבות

8.1.1 כללי

שינויי הנוף שבתחום העבודה של סקר זה הם נופים יציר אדם. נופי תרבות יכולים להיווצר ממגוון הפעילויות השונות של האדם במרחב כמו בנייה, תרבות צבאית וכדומה. בשנות השלושים של המאה הקודמת הופיע לראשונה בספרות המקצועית המושג "נוף תרבות". הראשון שהגדיר את משמעות המושג, כפי שאנו מבינים אותו גם היום, היה הגאוגרף קרל סאוור מאוניברסיטת ברקלי בארצות הברית. על פי הגדרתו, "נוף תרבותי נוצר מנוף טבעי על ידי קבוצת אנשים בעלת תרבות משותפת. התרבות היא הסוכן, הטבע הוא החומר נוף תרבות הוא התוצאה" (Sauer, 1925 in Jackson, 1984). הגדרות נוספות כמו הגדרתו של ג'ונס (Jones, 1989) הניחו כי "כל נוף מקיים מערכת אנושית של מרחב וזמן והנוף התרבותי על פי שעוצב או הושפע על ידי אדם". על פי הגדרות אלה, נוף התרבות החקלאית הוא מרכיב אחד בלבד בפסיפס נופי רחב יותר (שטרן ורבינוביץ, 2006).

נוף תרבות הוא נוף המייצג את תוצאת "העבודה המשותפת" של הטבע ושל האדם. לפיכך, נוף תרבות משקף את התפתחות החברה האנושית ואת ההתיישבות של בני אדם לאורך זמן תחת השפעת אילוצים פיזיים או אפשרויות של הסביבה הטבעית, ותחת השפעה רצופה של כוחות חברתיים, כלכליים ותרבותיים, חיצוניים ופנימיים. את נופי התרבות אפשר לחלק לפי ממדים שונים. בחלוקה לפי ממד "תפקודי" אפשר להגדיר נוף המייצג את הפעילות החקלאית בטבע.

8.1.2 אסתטיקה

ערך מרכזי נוסף, המיוחס לעתים קרובות לנופים חקלאיים-מסורתיים, הוא הערך הוויזואלי-האסתטי. מבלי להיכנס להגדרתו של "היפה", במחקרים רבים נמצא שהנוף החקלאי-המסורתי, הכולל מגוון גידולים, בחלקות קטנות יחסית, וגבולות מוגדרים באמצעות צמחייה או טרסות אבן, הוא נוף הנתפס בעיני רבים כמעניין ומושך את העין. מחקרים שנעשו באירופה הצביעו על כך שהציבור בוחר בנוף חקלאי-מסורתי, שבו התערבות האדם מתונה יחסית, כצורת נוף מועדפת על פני נופים עירוניים, נופים טבעיים או נופים חקלאיים-מודרניים (Strumse, 1994 מצוטט אצל בר יוסף, 2001). הנוף החקלאי-המודרני, הכולל שדות נרחבים ומבנים מסיביים, זכה במחקרים אלו להעדפה נמוכה. בישראל נעשו מחקרים ראשוניים בנושא זה (בר יוסף, 2001). בהתבסס על מחקרים אלה, וכן על אינטואיציות אסתטיות של קהילת המתכננים ושל הציבור הרחב, הנוף החקלאי-המסורתי נתפס

כמרחב נעים לעין, המסב הנאה למתבונן. בתור שכזה הוא ראוי להגנה ולטיפול (קפלן ועמיתים, 2008). **על פי נתונים אלה אפשר להסיק כי ככל שהמורכבות הצורנית של המרחב עולה, כן עולה ההערכה האסתטית שלו בעיני הציבור הרחב.**

להנחה זו יש כמה אפשרויות ביטוי במרחב התכנון שבו אנו עוסקים. לדוגמה, הוספת רצועות ייעור לאורך ערוצי הזרימה יחלקו את הנוף המתפרס ליחידות נוף קטנות יותר ועקב כך יעלה הגיוון שלו. אותה פעולה יעשו גם קווי נטיעה, למשברי רוח, במישורי הלס. דוגמה אחרת, מעבר לגידול במחזורי זרעים, החלפה של גידולים חקלאיים בפריסה רב-שנתית ויישום שמיטה, פעולה שתעלה את הגיוון בציר הכרונולוגי-התפיסתי.

8.1.3 נוף חקלאי

ההגדרות השונות יוצאות מנקודת הנחה משותפת שכל נוף חקלאי הוא נוף תרבותי, ולכן גם אותו אפשר לחלק על פי ממדים שונים. ההגדרות ליצירת מסד להגדרת נוף התרבות-החקלאית הן: נוף הכולל אזורים המצויים תחת השפעתה של הפעילות החקלאית בעבר ובהווה – שטחים מעובדים, שטחי מרעה ורעייה כולל יערות קשורים וגבולות של שדות; ושאר השטחים, לרבות אזורי חקלאות אינטנסיבית, גם בקנה מידה קטן וגם בקנה מידה גדול, אזורים של חקלאות בעל ושטחים נטושים ומוזנחים גם כן. נוף המהווה סוג של נוף תרבות הכולל, בתוך אזור גאוגרפי נתון, גם תכונות טבעיות וגם תכונות מלאכותיות המאפיינות מארג פעילויות, אירועי עבר או דפוסי פיתוח פיזי. תכונות כמו גודל, צורות וארגון שדות, מערכות דרכים, קבוצות מבנים, פרדסים ובוסתנים, גדרות חיות (בין השדות), גדרות ותעלות ניקוז ממחישות תגובות לטופוגרפיה, לאקלים ולצמחייה במהלך תקופה היסטורית נתונה (שטרן ורבינוביץ, 2006).

8.1.4 סיווג נופי התרבות החקלאית

מקובלות שתי גישות למתן קריטריונים סיווגיים לנוף החקלאי. הראשונה, מתייחסת לנוף החקלאי כאוסף של פריטי נוף בדידים. את הפריטים אפשר לסווג על בסיס תפקודי, עתי, מרחבי והתפתחותי. פריט נוף נתון המסווג, למשל, כתעשייה חקלאית יכול להיות נקודתי, ליניארי או כורופלטי – משטחי. אם הפריט נקודתי או ליניארי הוא נשאר מבחינה מרחבית כפריט נופי בודד. אם הוא כורופלטי הוא יכול לקבל ביטוי מרחבי גדול יותר, מאתר נופי ועד לאזור נופי. בינתיים, כל פריט נופי יכול להיות מרכיב במקבץ נופי המהווה יחידה מרחבית גדולה יותר. ככל שכמות הפריטים המצטברת גדולה יותר ערכו של האזור עולה (שטרן ורבינוביץ, 2006). לעומת זאת, התפיסה השנייה מחלקת את הנוף החקלאי ליחידות נוף על פי חלוקה קלאסית המביאה בחשבון את האינטגרציה המורפולוגית, ליטולוגית, אקלימית ועוד (קפלן ועמיתים, 2001). התפיסה הזאת יוצרת הכללה מרחבית, בניגוד לתפיסה הפרטנית המיוצגת בתפיסה הראשונה. הואיל והתופעות הנסקרות בעבודה זו הן בעלות סוגי מופע אחדים אנו נשתמש בשתי השיטות לסיווג השטח בהתאם לסוג המופע שאנו רוצים לבדוק.

8.1.5 קריטריונים להערכת ערכיות נופי תרבות חקלאית

חלק מהפעולות הדרושות לשימור הקרקע יוצרות תבניות נוף חדשות למרחב. על מנת להבין את השינוי הנופי שעשוי להתרחש במרחב אנו נשתמש בכמה קריטריונים להערכה. תהליך זיהוי הנופים הכפריים ותיעודם והמלצות לפעולה, המתבססות על תוצאות תהליך הזיהוי והתיעוד, מפורטים במסמכי המדריך הכללי להערכת מאפייני הנוף באנגליה ובסקוטלנד (Landscape Character Assessment – Guidance for England, 2002), שהוכן בחסות ה-Scottish Natural Heritage וה-Countryside Agency. אלה שני גופים ממשלתיים, שהראשון שבהם עוסק בשימור נופים חקלאיים וטיפוחם בבריטניה והשני בשימור מבנים ונופים היסטוריים. תהליך זיהוי הנופים ותיעודם הגדיר טיפוסי נוף עיקריים המהווים נופים אחידים באופיים, וחלוקת משנה לאזורים בעלי ייחודיות פרטנית בתוך טיפוס נוף נתון. טיפוסי הנוף מוגדרים על בסיס שני מכלולים עיקריים של מרכיבים:

- מרכיבים טבעיים: גאולוגיה, תצורות נוף, מערכות ניקוז, סוג קרקעות, תכסית וצומח.
- מרכיבים תרבותיים: שימושי קרקע, דפוסי התיישבות, צורות של חלקות חקלאיות.

8.1.6 הקריטריונים לסיווג נופי

טופוגרפיה: שטוח, גלי, תלול, ניצב, מישורי, מדרון, רמה, גבעה, עמק רחב, עמק צר

מרכיבים שולטים בנוף:

- עיבוד אדמה – קירות, גדרות, גדרות חיות, שדות, שטחים לא מעובדים, מרעה משופר, מרעה גולמי, טרסות חקלאיות, פרדסים, בוסתנים
- תכסית – פארק, בתה, ביצה, אדמת בור, מרעה
- יער או עצים – יער של עצים נשירים, יער של עצים מחטניים, יער מעורב, גבולות השדות המסורתיים, שורות עצים, פרדסים, בוסתנים, עצים בולטים בודדים, גושי שיחים
- הידרולוגיה - נהר, נחל, אגם, ברכה, מערכת תעלות מים וניקוז, מעיין
- קשרים – דרך, שביל, דרך עפר, מסילת ברזל, עמוד, תורן תקשורת

קריטריונים של הערכה ויזואלית:

- דפוס (דו-ממדי) שולט – חזק, רצוף או שבור, חלש
- קנה מידה – אינטימי, קטן, בינוני, גדול
- מרקם – חלק, בעל תבנית, גס, גס מאוד
- צבע – חדגוני, מעומעם, צבעוני, צעקני
- אחדות – מאוחד, מופרע, מקוטע, כאוטי
- צורה (תלת-ממדית) – ישר, זוויתי, קשתי, מתעקל
- סגירות – מתפרש, פתוח, סגור, כלוא
- תנועתיות ויזואלית – סוחף, נפרס, מתפזר, מתועל

תפיסה כללית של נוף:

- ביטחון – אינטימי, נוח, בטוח, מטריד, מאיים
- גירוי – מונוטוני, תפל, מעניין, מאתגר, משרה
- רוגע – בלתי נגיש, מרוחק, ריק, שלו, עמוס
- נועם – לא נעים, נעים, מושך, יפהפה

8.2 ההיבט הנופי של שימור קרקע ודרכי טיפול מוצעות

השפעתן של שיטות שימור הקרקע על הנוף נבחנת בהתאמה להגדרות (קפלן 2008). להלן חלוקת ההשפעות לארבע קטגוריות כלליות:

1. שיטות לשימור קרקע שאין להן השפעה נופית או שהשפעתן כלל אינה מורגשת.
2. שיטות שההשפעה שלהן היא בקנה מידה קטן (מיקרו), המוגדר כפריט נופי על פי הגדרתו של קפלן (קפלן וחובי 2001, 2008).
3. שיטות שהשפעתן על הסביבה היא בינונית (טווח בינוני), המוגדר כאתר נוף על פי הגדרתו של קפלן (קפלן וחובי 2001, 2008).
4. שיטות שהשפעתן על הסביבה היא בקנה מידה גדול (מקרו), המוגדר כמקבץ נופי, אגן נופי, או אזור נוף.

להלן סקירה של השיטות השונות המוצעות ליישום באזור תחום העבודה.

שיטות אגרונומיות

כיסוי קרקע

שימוש בקש או בגזם חקלאי לחיפוי קרקע לאחר קציר, שיטה המשמרת מים ולחות על פני הקרקע. השיטה משנה את צבעוניות השדה ומבטלת את סקאלת הגוונים המתקשרת בזיכרון הקולקטיבי-התרבותי לעונת החריש. שיטה זו בעלת השפעה מכרעת על מקבצי נוף.

גידולי חיפוי

יישום השיטה במטעים. שימוש בעשבונים לאגירת לחות ומי גשמים ולמניעת סחף. שיטה זו מוסיפה גוון ירוק לגווני האדמה, היא אינה משנה במידה רבה את מראה הנוף הכללי של השדות או של המטעים, מכיוון שטווח הגובה שלה מצומצם ונבלע בתוך מראה רחב יותר.

גידול פסים (שורה)

כלים המבצעים פליחה חלקית של תחום העיבוד, בעיקר בגידולי שורה, כשלא דרוש מצע זרעים על כל השטח. בשיטה זו לא ניכר שינוי רב מופעים הקיימים בנוף החקלאי היום.

מחזור זרעים

שיטה המשמרת את פוריות הקרקע. שימוש בחלקת שדה לשם גידול גידולים מתחלפים, ללא חזרה על אותו גידול פעמיים במהלך המחזור, ומתן מנוחה לקרקע (שמיטה) בכל כמה שנים. ברוב שיטות מחזורי הזרעים מקובל לשבץ גידול קטניות כדי להעשיר את הקרקע בחנקן. על פי הגדרתו של קפלן, השיטה משפיעה על מראה הנוף החקלאי של מקבצי נוף (קפלן ועמיתים, 2008). שיטה זו מייצרת גיוון בצבעוניות ובטקסטורת הנוף, וכן גורמת לשינויים בנוף כמה פעמים בשנה, בהתאם לשיטה (תלת עד שבע שנתית).

שיטות עיבוד משמרות

אי-פליחה

ממשק הגידול ללא עיבודי קרקע מונע סחף-קרקע ונגר ומאפשר ניצול מי גשמים טוב יותר. היעדר

עיבודי קרקע תורם למניעת סחף-קרקע באמצעות רוח ומים, ללא תלות בסוג הקרקע ובמיקום הגאוגרפי, בשילוב חיפוי קרקע בקש מתקבלים חדירות ואוגר מים מרביים בקרקע. מגמה ברורה ועקבית מצביעה על כושר ייצור והנבה גבוהים של כל גידולי השדה בממשק אי פליחה לעומת ממשק מקובל או מינימום עיבוד.

השפעת השיטה על הנוף מכרעת במופע של מקבצי נוף. השיטה משנה את התפיסה התרבותית המזהה קשר בין צבעוניות השדה, עונות השנה והפעילות החקלאית הנעשית בהם (מסקאלת הצבעים חום-ירוק-צהוב-חום, תשאר סקאלת הצבעים צהוב-ירוק-צהוב). השיטה מבטלת את הצבעוניות הקשורה בחריש, תקופה שבה השדות מקבלים גווני צבעוניות חומים, במקומה תתקיים צבעוניות ירוקה שתתחלף בצהובה. טכנולוגיות אי פליחה היא חלק מגישה חקלאית הנקראת "חקלאות משמרת". גישה זו כוללת פגיעה מינימלית במבנה הקרקע ובמגוון הביוטי הטבעי.

עיבוד לפי קווי גובה

שיטה זו מיועדת למניעת זרימת מי נגר אל מחוץ לתחום השדות. כיוון החריש עוקב אחר קווי הגובה של הטופוגרפיה הטבעית. בשיטה ניכר המאמץ מצד החקלאי, בהשוואה לקלות החרישה הניצבת. עם זאת, עיבוד לפי קווי גובה משמר את מי הנגר בתוך תחום השדה. השיטה משנה את מראה המרחב ברמת המקרו. מבחינת טקסטורת הנוף לא ייצפו יותר נופי "שתי וערב" – משבצות נוף. הנוף החקלאי יראה רך יותר ועקוב אחר התכסית הטופוגרפית.

שיטות אגרו-טכניות

גימור

באזורים הרריים ויובשניים, שבהם הקרקע רדודה, קוצרים מי נגר בשיטת הגימור. חורשים במדרונות בעזרת מחרשה תלמים בעלי צורה מיוחדת, יוצרים גומות קטנות שבהן נוטעים עצים ומסביבן יוצרים תלוליות. את התלמים חורשים בקווים מקבילים זה לזה כמו קווי הגובה. במקומות שבהם אין לטרקטור גישה יוצרים את הגימור באופן ידני. הגומות מצויות במרווחים די גדולים זו מזו, וכדי להגדיל את קליטת הנגר של כל גומה, אין יוצרים אותן בקו ישר, האחת מתחת לשנייה, במורד ההר. בחורף, כשירידים גשמים, קולטות הגומות את המים אשר היו נשטפים במדרון לולא היו גומות. בשיטה זו גדלה כמות המים הזמינה לכל עץ. למעשה, נוצר מיקרו-אגן באמצעות השקע הקטן המקומי שבו העץ נמצא. היעילות של חלקות שיש בהן גימור בהגברת החלחול ובהפחתת הנגר העילי הנה רבה. מבחינה נופית לגימור אין השפעה על הנוף. קנה המידה לפעולה הוא קטן ואינו מורגש בקנה מידה הגדול.

שיחים

תעלות רחבות ורדודות הבנויות על שטח המדרונות יוצרות זווית קטנה ביחס לקווי הגובה, והקרקע החפורה מסודרת לאורך שפתו התחתונה של השיח, כדופן נמוך ורחב. רוחב תעלת השיח, הדופן ושיפועים קלים מאפשרים את עיבודם עם עיבוד כל השדה (במקביל לשטח). בדרך זו אין תעלת השיח גורמת לאיבוד שטח חקלאי. תעלת השיח קולטת את מי הזרימה העילית הזורמת בינה לבין תעלת השיח שמעליה, ומעבירה את המים למורד בצורה מבוקרת. בדרך כלל אורך תעלת השיח אינו עולה על כחצי ק"מ והשיפועים לאורכה משתנים מ-1% בתחילתה ל-3%-4% במוצאה. הרווח בין תעלות השיח תלוי בשיפוע המדרון ונקבע לכל אזור באופן ניסיוני. הסדרת תעלות שיחים מתאפשרת בשיפועים ששיעורם אינו עולה על 10%. היכן ששמור נגר עילי וניצולו חשוב, בונים תעלות שיחים מפולסות לחלוטין. בתעלות שיחים אלה אין זרימת מים לאורכם, אלא מי הנגר נאגרים ומוחזקים

בהם עד לחידורם לקרקע. לפיכך, על חתך הרוחב שלהם צריך להיות גדול יותר מזה של תעלות שיחים מנקזים. תעלות שיחים מפולסיות מתאימות למדרונות ששיעור שיפועם אינו עולה על שלושה אחוזים ואורכם יכול להגיע עד קילומטר אחד (ניר, 1957).

לתעלות שיחים השפעה מכרעת ומוחשית בנוף. תעלות השיחים מופיעות כאלמנט נוף כורופלטי, ולהן השפעת מקרו, בעיקר בשל המופע האנכי שלהן על פני טופוגרפיות משופעות. שיטה זו שכיחה מאוד באזורים רבים בנגב, והיא הפכה לתבנית נוף מוכרת, בעיקר בשל קרבתה לדרכים ולתשתיות הנראות היטב. תעלות השיחים משנות את מרקם הנוף, מוסיפות צבעוניות לטקסטורת הנוף ולעתים מייצרות ניגודיות על רקע נוף טבעי יבש ובכך מעשירות את הנוף.

טרסות

יצירת מדרגות בנויות מסלעים או מאבנים מקומיות במקביל לקווי הגובה. טרסות עוצרות את הנגר ואת הסחף במורד ומגבירות את החלחול. הטרסות משנות את הנוף ברמת המקרו, והן בעלות מופע כורופלטי עשיר בפרטים. שיטת הטרסות בעלת מאפיינים היסטוריים ומעוררת קונוטציות תרבותיות לנופים ספציפיים בארץ, ברובם נופים הרריים של חקלאות מסורתית ונופי תנ"ך.

לימנים

הלימנים נבנים כמעין גומה באמצעות יצירת סוללות מאבן או מקרקע בצד אפיק נחל אכזב. בתוך הגומה נוטעים עצים כדי לשמור על מי הנגר. בארץ נבנו כמה מאות לימנים בנגב בלבד. זהו מופע נופי. הלימן הוא פריט נוף נקודתי, אף שהוא נתפס בתוך אגני נוף גדולים. בדרך כלל הלימן נמצא ברקע ניגודי לנוף שבו הוא מצוי. עם זאת, בארץ ישראל הלימן הוא צורת נוף מוכרת ומזוהה תרבותית.

תעלות ניקוז (waterways)

תעלות ניקוז הן שיטה הנדסית למניעת סחף-קרקע בתוך שדות חקלאיים, באזורים מועדים לסחף משטחי ולסחף ערוצונים, וכן לייצוב מדרונות הנחל. שיטה זו משנה את חתך פני השטח ומוסיפה נפח לאורך ערוצי הזרימה. תעלות ניקוז יכולות לקיים מגוון אקולוגי ובתי גידול למגוון ביולוגי בתכנון. אם כן, נוסף על הפתרון ההנדסי בתעלות ניקוז קיימים גם מרכיבים אורגניים.

השפעת השיטה על המרחב יכולה להיות בטווח בינוני, בטווח המקרו ואף להוסיף קוויות אופקית ולהעשיר נופים קיימים. על אף היותה אלמנט-נוף חדש ולא מוכר במרחב, היא מתבססת היטב בשטח. לדוגמה, בקיבוץ בארי – הקירות הבריטיים הפזורים בשדות הפכו כל אחד ליחידה אקולוגית (פרט נוף עצמאי) וליחידה בתוך אתר נוף (קפלן ועמיתים, 2008). עוד שימוש פרוגרמטי בחתך העליון של התעלה או הסוללה הוא קיום דרכי תיירות, מצפים ונקודות עצירה. אם התעלות או הסוללות יקטינו את הצורך של הטיפול החוזר בערוצונים ויאפשרו הורדת לחץ מהמערכת האקולוגית, נראה כי התעלות או הסוללות יהפכו למעין תמרור מרחבי, המציין דו-קיום בין מערכות ההנדסה לבין מערכות האקולוגיה.

שיטות ביוטכניות ואקולוגיות

צרור ענפים (branchpacking)

שיטה הפועלת בשכבות סבך אופקיות בשילוב ערמות עצים וגב מהודק של מילוי. השיטה מתאימה לתיקוני קריסת קירות גדה וכן בורות בדפנות ערוץ הנחל. זוהי שיטה יעילה ולא יקרה, שבאמצעותה אפשר לתקן שטחים קטנים בלבד (גובה ועומק 0.75–1 מ'). הפתרון מידי ומספק פתרון גם לבעיית ייצוב קרקע. השיטה בעלת מופע-נוף נקודתי קטן ביותר; פריט-נוף בודד אינו מורגש על פני מכלולי

נוף.

גיאוגריד צמחי (vegetated geogrid)

שיטת סבך שכבות, המשלבת יריעות גאוטכניות טבעיות או סינטטיות, העטופות סביב כל שכבה ומונחות על חתכי קרקע. שיטה זו בעלת יכולת ייצוב גבוהה גם במדרונות בעלי שיפוע 1:1. אפשר לבנות את הסבך השכבות בעת תנאי זרימה חלשה. השיטה יקרה ומורכבת ודורשת כוח אדם מיומן. השיטה מאפשרת ייצוב מבלי להצמיח צמחייה גם בערוץ התחתון של האפיק. לשיטה זו מופע של פרט נופי לינארי אופקי (קפלן, 2008), והיא יכולה לשנות צבעוניות בתוך מרחב קיים ואף וניגודיות.

נטיעות (joint planting)

סלעים (riprap) בשילוב יתדות דחוסים לתוך המרווחים בין הסלעים מחזקים אסתטיקה ומראה של ריפרף קיים, משפרים את האיכות האקולוגית של הסלע ומספקים פתרון מידי בגדות שבהם חלה סחיפה. הפתרון מצוי בתוך חתך ערוץ הנחל ואינו עולה בחתך ההנדסי מעל פני השטח הקיימים. לשיטה זו מופע של פרט נופי לינארי אופקי (קפלן ועמיתים, 2008), והיא יכולה לשנות צבעוניות בתוך מרחב קיים ואף וניגודיות.

נטיעות לאורך ערוצים (dormant post planting)

עצים הניטעים לאורך גדת הנחל במערכת מרחבית בעלת צורת ריבוע או משולש. השיטה מאפשרת תנאים לגידול מערכות אקולוגיות מקומיות היודעות להתפתח באופן עצמאי. שיטה זו משתלבת עם פתרונות אחרים. לשיטת הנטיעות לאורך הערוצים מראה ונוכחות משתנה בשטח. בשנים הראשונות נוכחות המערכת התומכת ניראת. לאורך השנים מראה פני השטח ישתנה, הן מבחינת צבעיו והן מבחינת גובהו. לשיטת הנטיעות לאורך הערוצים יש נוכחות נופית במקבצי נוף ונוכחות לינארית.

פתרונות עשבוניים (Vetiver)

הפתרון העשבוני תורם לייצוב ערוצי נחלים, למניעת סחיפה ולהחדרת מים. נמצא כי הפתרונות העשבוניים (Vetiver) טובים כמו פתרון נטיעת העצים. השורשים העשבוניים ארוכים (2–3.5 מ' בקירוב), הם גדלים במהירות רבה ויעילים בתוך תקופה של 4–6 חודשים, פרק זמן קצר בהרבה מגידול עצים.

לשיטה זו נוכחות במרחב בקנה מידה של מקבצי נוף (קפלן ועמיתים, 2008), והיא נראית גם בשל צבעוניותה השונה. בשל גובהם של העשבים, השיטה מורגשת פחות בהשוואה לפתרונות בעלי חתך גבוה יותר (עצים או שיחים), והיא יכולה להיעלם כליל בשילוב שיטות או בעונות מסוימות.

שדרות עצים, שוברי רוח

מטרת השיטה מניעת סחף-קרקע באמצעות רוחות. מטרת שוברי הרוח להחליש את עוצמת הרוח או את מהירותה. בנוסף על כך, שוברי הרוח מספקים צל, מפחיתים את סחף הקרקע-קרקע ומגבילים את כמות האבק. כדי לשמור על יעילות שוברי הרוח נוהגים לנטוע את העצים בשתי שורות, בצורה סורגת, ובכך לסתום פרצות בשובר הרוח.

השיטה היא פריט נוף לינארי (קפלן ועמיתים, 2008), המוכר כאלמנט-נוף-תרבות בכל רחבי הארץ, מלווה מערכות תשתית ובעיקר כבישים ישנים במרחב הכפרי.

8.3 שיטה לציון משמעויות הנוף ביישום אמצעים לשימור קרקע

בפרק זה נסקרת המתודולוגיה לציון המשמעויות הנופיות ליישום אמצעים לשימור קרקע.

את המופעים הנופיים של האמצעים השונים לשימור קרקע ניסחו לפי שתי קטגוריות:

1. המופע המורפולוגי – השינוי הצורני שמחולל האמצעי לשימור קרקע על הנוף המקורי.
2. המופע הנופי-תרבותי – האופן שבו נתפס המופע המורפולוגי של האמצעי לשימור קרקע ביחס למופעים של פעולות מלאכותיות אחרות בתא השטח, וביחס לעולם האסוציאציות הרווחות אצל הצופים הקשורות לתא השטח.

בפרק זה נסקרות המשמעויות הנופיות באופן משולב ומפורט ובאמצעות השוואת השיטות השונות לשימור קרקע. הסקירה תלווה בניתוח התכונות הנופיות של כל אמצעי וציון השפעתן המצטברת. לשם כך במילון המושגים של שיטות שימור הקרקע מודגמות ההשפעות הנופיות המתקבלות מכל אמצעי לשימור קרקע בכמה היבטים:

- א. המופע המתקבל בקני"מ קטן (מקורב) אם קיים מופע כזה
- ב. המופע המתקבל בקני"מ גדול (מרחוק)
- ג. הצבעוניות המתקבלת
- ד. השינויים במופע הנופי לאורך חודשי השנה

לצד פרק זה מצורפת טבלה מס' 8.1 שבה מפורטים האמצעים השונים לשימור קרקע מול תכונות המופע הנופי, הן המורפולוגי והן הנופי-תרבותי המשולב. ההשפעה הנופית מחולקת לשניים: למופע המתקבל מקורב ולמופע המתקבל מרחוק. המופע המתקבל מרחוק מפורט לשש תכונות נפרדות:

1. הרציפות והפריסה – עד כמה האמצעי לשימור קרקע יוצר מערכת רציפה הנתפסת כאחת, ועד כמה מערכת זו פרוסה על תא השטח הנתון. ככל שהרציפות והפריסה גדולים יותר, כך גדלה ההשפעה הנופית שלהן.
 2. הניגודיות מול שטח לא מעובד – עד כמה המופע המתקבל תואם מופעים המאפיינים שטח חקלאי מעובד. ככל שהוא מנוגד יותר, כך גדלה עוצמת ההשפעה הנופית.
 3. הניגודיות מול שטח מעובד – עד כמה המופע המתקבל תואם מופעים המאפיינים שטח בור (שאינו מעובד). ככל שהוא מנוגד יותר, כך גדלה עוצמת ההשפעה הנופית.
 4. שרידות הצורה לאורך השנה – עד כמה השיטה לשימור הקרקע מבטלת את ההשתנות הטבעית של מופע הקרקע והצמחייה במשך עונת השנה. ככל שהשיטה מבטלת את ההשתנות (ובכך יוצרת פערים מול אזורים טבעיים ומעובדים), כך גדלה עוצמת ההשפעה הנופית.
 5. השתמרות הצורה בין מחזורי הגידול – עד כמה הצורה הנופית הנוצרת מהשיטה לשימור הקרקע שורדת בין מחזורי עונות השנה. ככל שהצורה שורדת, כך גדלה עוצמת ההשפעה הנופית. ככל שעם הזמן היא מתעמעמת ומשתלבת במופע הטבעי או המעובד, כך קטנה ההשפעה הנופית.
 6. הבולטות של הטקסטורה – ככל שאופי הטקסטורה (הדפוס החוזר ממנו מורכב הנוף הנוצר מהאמצעי לשימור קרקע) בולט ומנוגד יותר, כך גדלה עוצמת ההשפעה הנופית.
- בתוך טבלה מס' 8.1, להלן, מדורגים כל האמצעים לשימור מי נגר לפי עוצמת ההשפעה הנופית 1) –

חלשה; 2 – בינונית; 3 – חזקה). הדירוג הכולל של השפעת המופע הנופי מרחוק מבוסס על סיכום עוצמת התכונות המפורטות, ואילו דירוג עוצמת ההשפעה הנופית מקרב נקבע ישירות ומתבסס על מאפייני אמצעי שימור מי נגר.

כאמור, הטבלה משמשת להערכה כוללת של האמצעים השונים מבחינת השפעתם הנופית ובודקת את מידת התאמתם לשטחים בעלי רגישויות נופיות ומאפיינים נופיים שונים.

טבלה מס' 8.1: מטריצה מדורגת של שיטות לשימור נגר וסחף לפי עוצמת ההשפעה נופית

מקרא: 1 – חלשה; 2 – בינונית; 3 – חזקה

[illegible]

8.4 היבטים אקולוגיים

8.4.1 כללי

העלייה בייצור החקלאי בעולם מלווה במחיר סביבתי גבוה. התפשטות התיעוש והאינטנסיפיקציה של החקלאות המודרנית נחשבת לאחד האיומים הגדולים על שירותי המערכת האקולוגית ועל המגוון הביולוגי העולמי. אף על פי כן, בין האקולוגים מתגבשת כיום הסכמה, כי שימור המגוון הביולוגי העולמי אינו יכול להסתמך באופן בלעדי על מספר קטן של בתי גידול "בראשיתיים" השמורים בשמורות טבע, וכי דווקא אזורים חקלאיים תומכים באחוז ניכר מהמגוון הביולוגי העולמי. כיום יש כמה שיטות להערכת חשיבותם של האזורים החקלאיים לשימור המגוון הביולוגי, ולחיפוש דרכים לנהל את האזורים החקלאיים בהתאם לעקרונות המעודדים יציבות אקולוגית ומגוון (סקוטלסקי, 2006).

המושג מגוון ביולוגי (biodiversity) כולל בתוכו כמה ממדים: רמת עושר המינים הביולוגיים, מגוון המערכות האקולוגיות ומורכבותן, מגוון גנטי בתוך האוכלוסיות. המושג יכול להתייחס לכל אחד מהממדים בנפרד או לכלול את כולם. במרבית המחקרים נהוג למדוד השפעות של חקלאות על מגוון ביולוגי ברמת המורכבות של המערכות האקולוגיות, ברמת בתי הגידול או ברמת החברה האקולוגית. מחקרים אחרים בודקים את היחסים בין התפקוד והיציבות של מערכות אקולוגיות לבין מגוון המינים שהן מאכלסות.

החקלאות המודרנית מאופיינת בגידולים אחידים על פני שטחים רחבים, הגדלים בקרקעות המעובדות בחריש עמוק ומדושנות. עקרונות אקולוגיים חוזים כי מערכות אחידות כאלה נוטות להיות בלתי יציבות, מאבדות חומרי הזנה בשטיפה, רגישות לפלישת מיני צמחים עשבוניים פולשים, ונוטות להתפרצות של מחלות ומזיקים (Tilman, 1999). לאורך זמן חריש עמוק עלול לגרום להתדרדרות מבנה הקרקע, דבר היוצר קרקעות דחוסות המורכבות מחלקיקים קטנים ומכילות רמות נמוכות של חומרים אורגניים.

8.4.2 שיטות שימור קרקע ותרומתן לשימור האקולוגיה

יישום השיטות הנהוגות לשימור קרקע עולה בקנה אחד עם שימור המערכת האקולוגית ושיקומה. תרומת החקלאות לתהליכים אקולוגיים ניכרת בהתפרשותה על פני שטחים רצופים רחבי ידיים המאפשרים את קיומם של תהליכים אקולוגיים.

שטחים חקלאיים מתפקדים כמסדרונות אקולוגיים המקשרים בין שטחים טבעיים, ויוצרים רצף, תנועה ומעבר בין אזורים טבעיים. שטחים חקלאיים, ובעיקר שטחים חקלאיים רחבי ידיים, עשויים לתרום למגוון הביולוגי. מגוון זה גדל עוד יותר באזורי התפר שלהם גבולות בשטחים טבעיים (קפלן, 2008). הגישה החקלאית הנקראת "חקלאות משמרת" משלבת חקלאות ללא חריש, שימור, חיפוי טבעי של צמחייה וקציר יבולים ללא הפיכת הקרקע (Holland, 2004).

שיטות עיבוד חקלאיות כמו טכנולוגיות אי פליחה אינן רק חלק חשוב מהמלחמה בתהליכי מדבור ואובדן קרקעות, אלא גם כוללות צמצום ניכר של הפגיעה במבנה הקרקע ובמגוון הביוטי הטבעי. שיטות נוספות כמו ייעור גדות יוצרות בתי גידול חדשים לאוכלוסיות החי והצומח.

בעזרת מודל העריך טילמן (Tilman, 1999) את ההשפעות של החקלאות העתידית על גורמים אקולוגיים גלובליים שאינם קשורים לשינויי האקלים. הכפלת ייצור המזון תלויה בשינויים ניכרים בזמינות שלושת הגורמים המגבילים המרכזיים במערכות אקולוגיות יבשתיות ומימיות: חנקן, זרחן ומים. ההשפעה של הוספת חומרי הזנה מגבילים למערכות אקולוגיות גוררת השתלטות מספר קטן של מיני צמחים ובעלי חיים שהיו בעבר נדירים, העלמת מינים אחרים והקטנה של המגוון הביולוגי (Dalto and Brand-Hardy, 2003). הקטנת כמות הנגר משטחי השדות וההפחתה הרבה של כמות המזהמים הנשטפים אל תוך המערכת הטבעית של הנחלים, תעזור בשיקום בתי הגידול באפיקים ובשימור מסדרונות אקולוגיים במרחב.

תועלת נוספת למערכות האקולוגיות טמונה בהפחתת כמות הסחף הנאגר בערוצי הנחלים. חלק ניכר מהסחף המדרוני הנכנס למערכת הנחלית בקרקעות לסיות באזורים צחיחים למחצה נוצר בתהליכי סחיפה בערוצונים. סחף זה מהווה חלק ניכר מכלל איבודי הקרקע (עד 83%). ערוצונים מתפתחים במיוחד בקרקעות מעובדות בגידולים עונתיים (Poesen et al., 2003) ובשיפועים ניכרים (ונו, 2006). פעולות כמו הרחקת מיכון כבד מן הערוצים, בידוד הדרכים מן המערכת הנחלית ותכנון נכון של פעולות החריש והניקוז – כדוגמת החריש במקביל לקווי הגובה – מקטינים את תפוקת הסחף בערוצים. אף התפתחות כיסוי צמחייה – עשבונית או צמחיית יער – תורם להקטנת הסחף בערוצים. הקטנת כמות הסחף תאפשר מרחקי חזרה גדולים יותר בין הטיפולים ההנדסיים הנדרשים לבין הסדרת הערוצים, וכן הקטנת האינטנסיביות הנדרשת בטיפולים אלה. כך עשויה להתקיים אפשרות לפגיעה נמוכה יותר בבתי הגידול ובסדרונות האקולוגיים, שערוצי הנחלים הם משכנם העיקרי.

9. פעילות משולבת לשימור קרקע – אזורי חיץ ודרכים

9.1 אזור חיץ כאמצעי למניעת סחף-קרקע

אזור חיץ (נחלי) הוא פס קרקע טבעי או קרקע לא מעובדת ברוחב 10-20 מ', בדרך כלל לאורכו של ערוצון המהווה אזור הפרדה בין שימושי קרקע שונים. להלן נדון בשני סוגים של אזורי חיץ:

1. אזור חיץ המשמש כאזור הפרדה בין עורק ניקוז (טבעי או תעלת מים) ושדה חקלאי,
2. אזור חיץ המשמש כאזור הפרדה בין השדות לא כולל תעלת ניקוז.

9.1.1 אזור הפרדה בין עורק ניקוז ושדה חקלאי

אזור חיץ (buffer zone) המפריד בין עורק ניקוז, טבעי או מתוכנן, תורם להגנה מפני עירוף, ומונע מכלים חקלאיים מלהכנס עד גדת הנחל ובכך שומר על שלמותו. אזור החיץ משמש כמלכודת טבעית למים ולסחף המגיעים מהשדה. מלבד זאת, לפס הצמחייה שבאזור החיץ יש פוטנציאל תיירותי, ואזור זה אף יכול להיות שטח זמין לרעייה מבוקרת. לפי מקורות שונים, גודל אזור החיץ משתנה ממטרים בודדים עד רוחב פשט הצפה, לפעמים כמה מאות מטרים (טבלה מס' 9.1).

טבלה מס' 9.1 : רוחב מומלץ של אזור חיץ לפי מקורות שונים (Barling and Moore, 1994)

מיקום אזור הניקוז	רוחב אזור חיץ (מ')	שיפוע (%)	סחיפתיות	גאולוגיה	סוג הקרקע	מיקום	מקור
Buffer extent	Buffer width (m)	Slope (%)	Erodibility	Geology	Soil type	Location	Author/s
—	9, 32, 55	0, 30, 60	low	—	—	USA	Balmer and others (1982)
—	12, 43, 71	0, 30, 60	moderate	—	—	—	—
—	14, 52, 88	0, 30, 60	severe	—	—	—	—
springhead	20	—	low	sedimentary	clay loam	Vic.	Bren and Turner (1980)
—	<40	<33	severe	granite	—	NSW	Chalmers (1979)
—	20-30	—	—	—	organic loam	USA	Corbett and others (1978)
springhead eph. streams	20	—	—	sedimentary	—	Canada	Cormack (1949)
>10-100 ha. hazard specific	20	—	—	—	—	NSW	Cornish (1975)
200-300 m upstream of point of perennality	30	—	moderate	—	clay loam	New Zealand	Graynoth (1979)
—	6	20-28	severe	granite	—	USA	Haupt (1959)
—	43	60	severe	granite	—	USA	Haupt and Kidd (1965)
—	3-10	—	severe	granite	sandy loam	USA	Erman and others (1977)
—	30	—	—	—	—	Aust.	O'Loughlin and others (1982)
springhead	variable	variable	—	—	—	—	—
—	46	—	severe	granite	—	USA	Packer (1967)
—	11	—	moderate	basalt	—	—	—
—	10-15	—	—	quartzite	—	Canada	Plamondon (1982)
—	8 FU ^a	0	—	—	sandy loam	USA	Trimble and Sartz (1957)
—	15 DU	0	—	—	—	—	—
—	26 FU	30	—	—	—	—	—
—	52 DU	30	—	—	—	—	—
—	44 FU	60	—	—	—	—	—
—	88 DU	60	—	—	—	—	—
—	15	flat	—	—	—	Canada	van Groenewoud (1977)
—	65	Steep	—	—	—	—	—
—	30	—	severe	granitic	—	New Zealand	Wylie (1975)

^aFU, water for farm use; DU, water for domestic use.

באוסטרליה למשל משתמשים - עבור נתיבי מים בשדות חקלאיים - בנוסחה המקשרת בין שיפוע המדרון לבין רוחב אזור החיץ:

$$(9.1) \quad W=8+0.6S$$

W – רוחב אזור חיץ במטרים; S – שיפוע המדרון ב-% (Barling and Moore, 1994).

על פי הנוסחה הנ"ל לשדה חקלאי בעל שיפוע 1% הרוחב המומלץ של אזור החיץ הוא 8-9 מטרים.

רוחבו של אזור החיץ משתנה כתלות בשיפוע המדרון, בשטח המדרון או באגן ניקוז מחד, ומאידך גם במאפיינים של עורק הניקוז עצמו: רוחבו של עורק הניקוז, גובה גדותיו, רוחב פשט ההצפה וסחיפת קרקע בגדות הנחל. מקינטוש ולפן (McIntosh and Laffan, 2005) הציעו לקבוע את רוחב אזור החיץ (בטסמניה) על סמך שיפוע פשט ההצפה ותפוצת תופעות סחיפת הקרקע הקרובות לערוץ הנחל. גדות נחל בתחום פשט ההצפה, בעלות שיפוע הקטן משיעור של 3%, קיבלו דירוג סחיפות נמוך, ואילו גדות נחל בעלות שיפוע שגדול מ- 26% קיבלו דירוג סחיפות מקסימלי. גדות נחל בעלות שיפועים בשיעור 3% עד 26% מתחלקות לרמות סיכון בהתאם לסוג הקרקע. ביטוי ויזואלי לתופעות ארוזיה בתחום פשט ההצפה מעלה את רמת סחיפתיות הקרקע. במאמר הנ"ל מוצגות שבע תופעות, ארבע הקשורות לאפיק הנחל ועוד שלוש הקשורות לאזור הפשט (טבלה מס' 9.2). בין התופעות המעלות את הצורך באזור חיץ (על פי הניתוח הנ"ל): ערוץ ברוחב ארבעה מטרים ויותר, ערוץ בעל חתך מפותח, סימני תנועת סחף ניכרים, גדות קרובות לאנכיות וגבוהות ממטר אחד לפחות, ערוץ באזור פשט ההצפה, מחתור, סימני ארוזיה משטחית והתחתרות, מפלים וסימני תנועות קרקע אחרות. תופעות אלה אופייניות גם לאזור הסקר.

טבלה מס' 9.2: תופעות ארוזיה להגדרה ויזואלית מעלים את הצורך בהגדרת אזור חיץ ודרישה להגנת אפיק הנחל (McIntosh and Laffan, 2005)

מיקום	ביטוי לתופעות סחיפה
אפיק הנחל	רוחב האפיק יותר ארבעה מטרים
אפיק הנחל	סימני תנועה מתמידה של הבלדרים
אפיק הנחל	גדות אנכיות בנחל בגובה מטר אחד ויותר
אפיק הנחל	השקעת סחף ניכרת
פשט ההצפה	מחתור, ערוצונים וערוצים בגדות האפיק
פשט ההצפה	סמני ארוזיה משטחית
פשט ההצפה	גלישות, מפולת, התמוטטות הגדות

אזור חיץ הוא אזור המוגדר בתוך רצועה המיועדת להגן על הנחל, ובכך שונה אזור החיץ מפשט ההצפה. רוחב פשט ההצפה מוגדר לצורכי תכנון, כדי להגן על רכוש ועל חיי אדם מפני הצפות, ומחושב להסתברויות שונות, כנדרש וכמקובל. במקרים מסויימים אפשר שרוחב אזור החיץ ופשט ההצפה חופפים זה לזה.

דוגמה לזה יכול לשמש נחל פטיש שבאגן ניקוז הבשור. במורד נחל פטיש ערוץ הנחל מתחתר עמוק

בסלע לסי (תרשים מס' 9.1). הספיקות בעלות שיעור הסתברות 1% (החישוב על פי המודל של פולק) ומגיעות לשיעור של לא יותר מ-330 מ"ק/שנייה. העמק שבו זורם הנחל נוצר בתקופת הקרח האחרונה, כשבסיס הסחיפה של הנחל היה פני המים של הים התיכון, שהיה נמוך ב-130 מ' לעומת גובהו הנוכחי. כתוצאה מכך נחל בשור ויובליו התחתרו עמוק במשקעי הלס האאואלי-פלוביאלי (דן, 1965). כיום הנחל מתחתר בתוך משקעים פלוביאליים מהתקופה הזו. רוחב רצועת פשט ההצפה אינו תואם את רוחב העמק. עם זאת, את אזור החיץ עבור נחל פטיש באזור זה מומלץ להגדיר על בסיס גבולות הצורה הגאומורפית השלמה.



תרשים מס' 9.1: מורד נחל פטיש, מבט במעלה

מקרא: קו כחול – סימון משוער של חתך רוחב. אפשר להבחין באפיק הנחל, בהתחתרות הרצנטית ובהתחתרות קודמת של הנחל; חץ ירוק – רוחב משוער של פשט ההצפה; חץ כתום – רוחב משוער של רצועת נחל כולל אזור החיץ

בהתבסס על סקר הספרות וסקר ערוצים באזור אגני ניקוז שקמה-בשור, מוצגות כאן מספר המלצות לבחירת רוחבו של אזור החיץ, עבור שני מצבים:

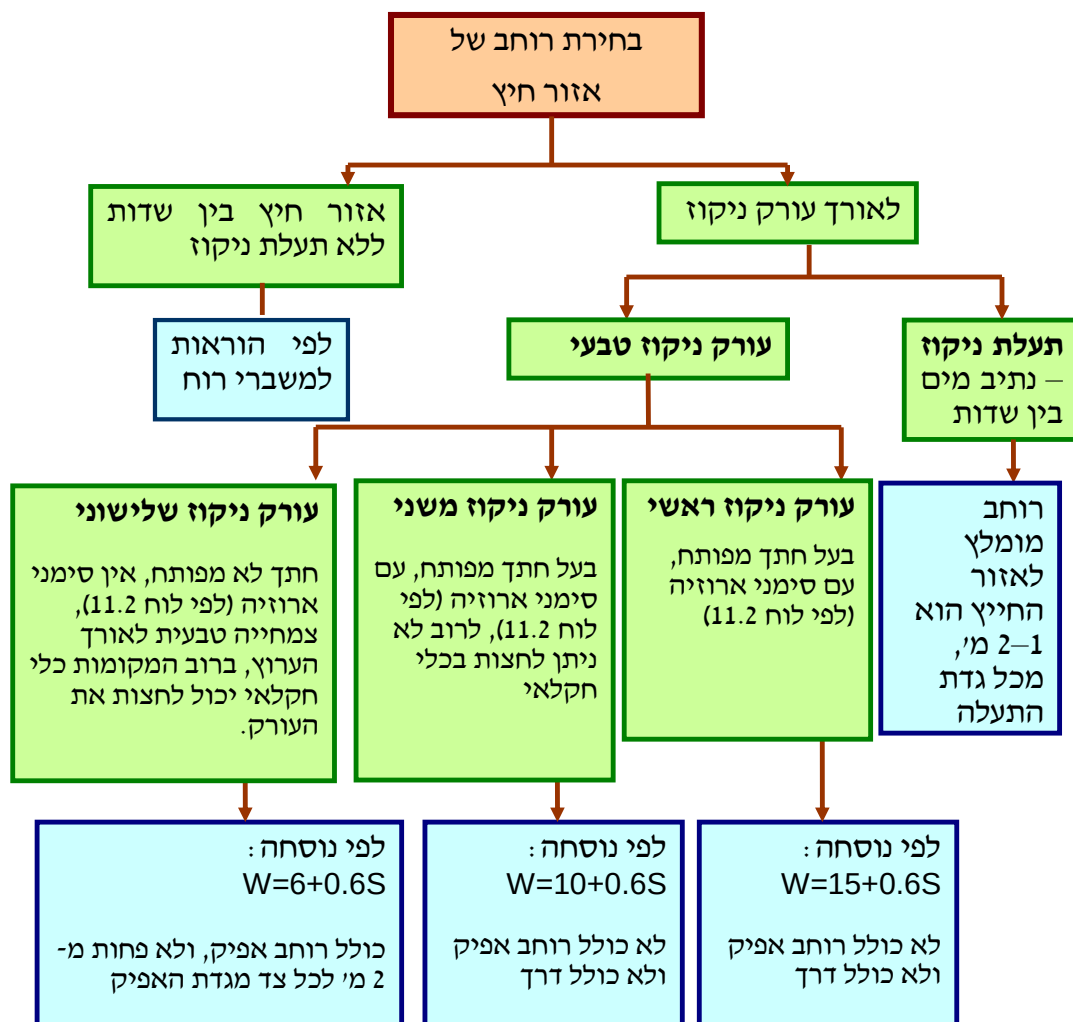
מצב 1 – תעלת הגנה בין שדות באזור חקלאי,

מצב 2 – עורק ניקוז טבעי.

להלן:

1. **בשדה מעובד**, אם מדובר בתעלת ניקוז ברוחב עד שני מטרים, אזי רוחב אזור ההגנה לא יעלה על ששה מ', כולל רוחב התעלה (להלן, תרשים מס' 9.2). כששיפוע המדרון גדול מ-2%, אפשר לשקול לקבוע את רוחב הרצועה לפי נוסחה 9.1. תעלת הניקוז ורצועת ההגנה על התעלה בשדה יתוכננו בתיאום עם בעל השדה כדי להימנע, עד כמה שניתן, מחציית האזור בכלי רכב כבדים. מטרת רצועה זו לאפשר לנגר להתנקז לכיוון עורק הניקוז הראשי ולעצור את הסחף ואת החומר

האורגני בתוך הרצועה. פירוט תיאור הצמחייה התאימה לאזור זה מוצג בסעיף 9.1.2.



* באזור קרקעות לס בעלי מרקם סילטי מומלץ לקבל ייעוץ ממומחה עקב סכנת מחתור

תרשים מס' 9.2: סכמה לבחירת רוחב מומלץ לאזור חיץ בעבור נחלים ועורקי ניקוז באזור הסקר

W – רוחב אזור חיץ במטרים; S – שיפוע מדרון ב-%

2. **בעורק ניקוז טבעי**, רוחב אזור החיץ יהיה תלוי בהגדרתו של הערוץ לפי ההגדרה בתמ"א 34 ב' 3 עורק ניקוז משני או ראשי) ובתכונות הארוזיביות שאפשר לצפות בפשט ההצפה. ניתן להגדיר את אזור החיץ בגבולות כתפי הנחל (תרשימים מס' 9.1, 9.2, 9.3), כמוגדר בתכנית-אב לשיקום נחל בשור ופתוחו (קשטן וצוות תכנון, 2002). כתפי הנחל כוללות את אפיק הנחל, את גדות הנחל ואת אזור החיץ לאורך גדות הנחל. בדרך כלל אזור חיץ כולל דרך קלאית או דרך שירות לנחל ותעלת הגנה שמטרתה לנתב את הנגר העילי בצורה מרוכזת אל עבר מתקני כניסה מסודרים.

- 2.1 עורק ניקוז משני (תרשים מס' 9.2, לעיל, ותרשים מס' 9.3, להלן). בעבור עורק ניקוז משני מומלץ להשאיר אזור חיץ ברוחב עשרה מטרים לפחות מכל אחד מצדי האפיק, לא כולל גדות הנחל, הדרך ההקפית ותעלת הדרך. רוחב זה יגדל אם לערוץ יש אופי בתרוני ובגדותיו ניכרים תהליכי מחתור האופייניים לאזור לסי או כשיפוע המדרון הוא $< 1\%$.
- 2.2 בעורק ניקוז ראשי באזור הסקר ההמלצות הן כלליות, בשל הרבגוניות של צורות גאומורפיות שאפשר לצפות בערוצים, וגם בגלל השונות הניכרת בגודלם של אגני הניקוז, שונות המתבטאת ברוחב האפיק הנע בין מטרים בודדים ועד מאות מטרים במורד הנחלים. ככלל, רצוי להשאיר רצועה שאינה קטנה מ-15 מ' מגדת הנחל (שבירת שיפוע המדרון) ועד השדה המעובד. בנוסף לרצועה זו, אפשר להשאיר פס המיועד לדרך שירות לנחל ולתעלת הדרך. ניקוז הדרך יתוכנן לכיוון אזור החיץ בשיפוע של 3%–5%. תעלת הדרך תחצה את הדרך במקומות מסודרים, באמצעות מעבר עילי כל 100-200 מ' ובהתאם לטופוגרפיה המקומית. מקומות הכניסה של התעלה לערוץ יוסדרו באמצעות גביונים ומתקני כניסה עשויים אבן ורשת. אפשר לדפן את דופן הערוצים המיועדים לכניסת מי נגר באמצעות גביון או חומר אחר, כדי למנוע התחתרות גדות וראשי הערוצון. צמחייה לאורך רצועת הנחל יכולה לכלול עצים, צמחייה רב-שנתית וחד-שנתית. רצועה לאורך נחלים ראשיים עשויה לשמש גם כמסדרון אקולוגי ושומרת על המשכיות אקולוגית לאורך אגן הניקוז, ממעלה הזרימה למורדה (פירוט בעניין זה בסעיף 9.1.2).
- 2.3 עורק ניקוז שלישוני (שאינו מוגדר בתמ"א 34 ב' 3). רוחב בובלץ של אזור החיץ הוא לפי נוסחא (ראה תרשים מס' 9.2) ולא פחות מ-2 מטר לכל צד מגדת הנחל.

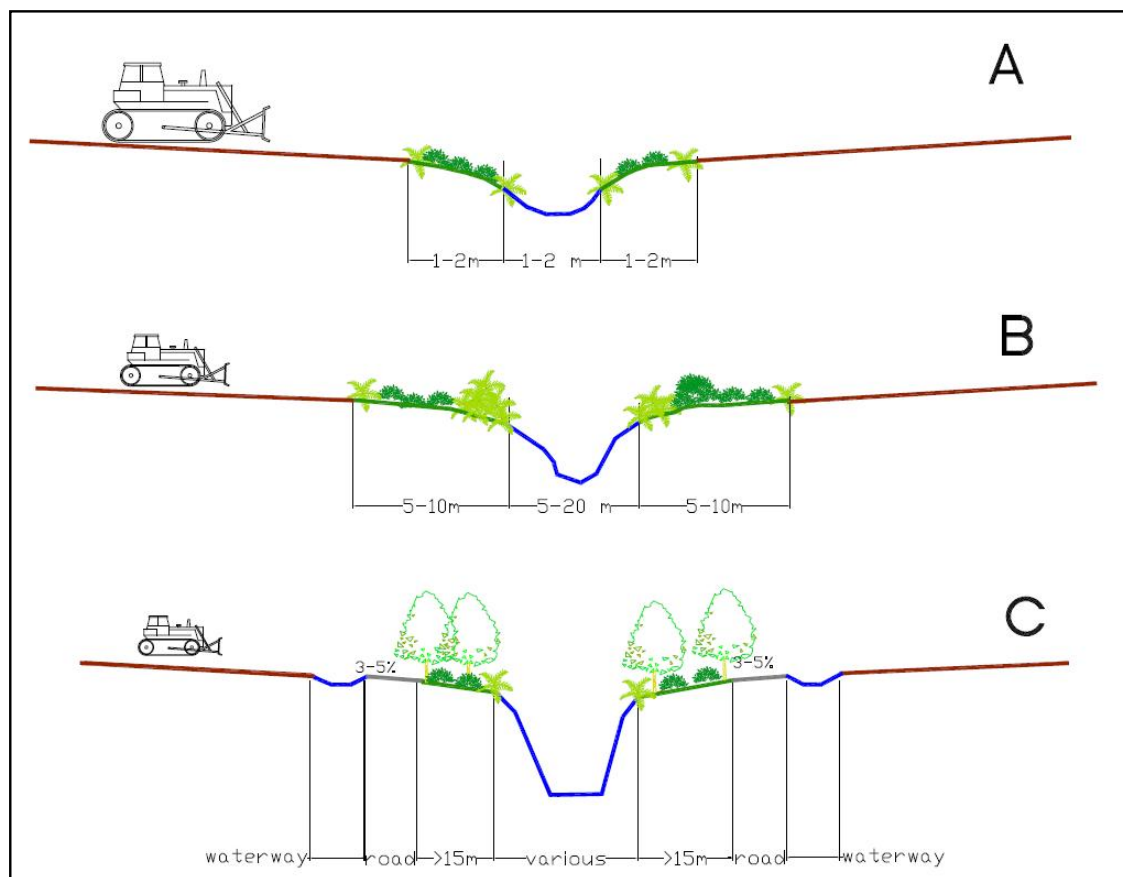
9.1.2 המשמעות האקולוגית של אזורי חיץ

אזור החיץ מפריד בין אזור חקלאי לבין ערוץ או תעלה. ממשק השטח החקלאי מכוון לייצור תוצרת ויבולים וכולל פעולות אגרוטכניות דוגמת עיבוד, ריסוס והשקיה. ערכו כבית גידול הינו נמוך (מגוון ביולוגי נמוך), כיוון שהוא מאפשר השלמת מחזור חיים שלם של מגוון קטן ביותר של צמחים ושל בעלי חיים, המצליחים להתקיים ולהתרבות למרות ההפרות שבעיבודים ובטיפולים השונים (הצמחים, וחלק מבעלי החיים, נחשבים למזיקים). הערך האקולוגי של הערוץ משתנה ותלוי בממשק על פיו הוא מנוהל. בערוצים שבהם ההתערבות מועטת מתקיימת צמחייה טבעית ומערכת אקולוגית מפותחת, ואילו בערוצים אחרים שבהם ההתערבות רבה – סדרות וכיסוחים תכופים – המגוון הביולוגי נמוך יותר.

ממשק אזור החיץ מכוון לתפקידו העיקרי: שימור קרקע ומניעת התחתרות, וב-בזמן מועיל למערכת האקולוגית, כיוון שהמרכיב העיקרי בו הוא ייצוב צמחי. הרכב הצמחים וממשק אזור החיץ משתנים על פי התנאים המקומיים (רוחב אזור החיץ, קיום צמחייה טבעית, משק המים, סוג הקרקע וכדומה).

באזור חיץ צר, הנגזר משדה מעובד כרצועת הגנה על תעלת ניקוז מלאכותית, לא צפויה להימצא צמחייה טבעית רבה. במקרה זה השיקול המרכזי לבניית אזור חיץ הוא הגנה על השדה המעובד מפני פלישת "עשבים רעים". הצמחייה באזור זה תהיה "צמחיית מעבר", היכולה להתבסס על צמחי הגידול, גידול מקביל או מינים אחרים שאינם מסכנים את הגידול החקלאי. עם זאת, אין צורך שאזור החיץ יעמוד בקריטריונים של "ניקיון" כמו השדה המעובד, ואפשר שההתייחסות לצמחים

שיחדרו אליו תהיה סלחנית יותר. אפשר להשתמש בריסוסים סלקטיביים כדי למנוע התבססות עשבים רעים המסכנים את הגידול החקלאי. ריסוסים אלה לא יפגעו בכיסוי הצמחייה הכללי.



תרשים מס' 9.3: חתכי רוחב דרך רצועת הנחל הכוללים את אזור חיץ

- A – תעלת מים (נתיב מים) המנקזת את השדה;
- B – עורק ניקוז משני;
- C – עורק ניקוז ראשי ומשני עם סימני ארוזיה מפותחים.

צמחייה טבעית

אם אזור החיץ רחב יותר ממטרים בודדים (נניח 10 מטרים ויותר) תהיה בגבול השדה המעובד "צמחיית מעבר" (כנ"ל), ומעבר לרצועה זו, רחוק יותר מהשטח המעובד, תהיה צמחייה טבעית. צמחייה טבעית מותאמת למשק המים ולקרקע במקום, ואין צורך להשקיע משאבים רבים כדי לבסס אותה. צמחייה טבעית מספקת מזון ומקום מחייה לבעלי חיים שונים, חלקם ניזונים מהמזיקים בגידול החקלאי. באזורים מתאימים אפשר להוסיף מינים רצויים בעלי תכונות מתאימות לייצוב הקרקע (לדוגמה, סירה קוצנית היוצרת כיסוי צפוף). כמו כן, אפשר לעודד צמחי מרעה לדבורי דבש, צמחייה פורחת (עיצוב נוף) וכדומה. אם מתערבים בהרכב הצומח נדרשים טיפולים נוספים כדי לשמור על ההרכב הרצוי (ריסוסים סלקטיביים בלי כניסת כלים לשטח, וללא עיבודים מכניים). לכן,

בחירת המינים צריכה להתבסס בעיקר על התאמה מיטבית לתנאי המקום, אחרת יהיה צורך בהתערבות בלתי פוסקת.

רעייה

ברעייה אינטנסיבית יהיו פני הקרקע חשופים בתחילת עונת הגשמים, ויכולים להיגרם נזקי סחף עד לנביטה וכיסוי הקרקע בצמחייה עונתית. עם זאת, רעייה היא אמצעי חשוב להקטנת סכנת שרפות. שרפה באזור החיץ תותיר אותו חשוף וזמין לסחיפה בתחילת עונת הגשמים. באזור החיץ אפשר להתיר רעייה מבוקרת, בעת הרעייה על השלף בשדה החקלאי.

אזורי חיץ כמסדרונות אקולוגיים

ישראל היא מדינה צפופה ובשטחים הטבעיים שלה מתקיימים בעלי חיים קטנים ומבודדים זה מזה. כששטחי הטבע קטנים ומבודדים הסיכון להכחדה מקומית גבוה. גם באזור הסקר רוב השטח מעובד ושטחי הטבע נמצאים בעיקר בערוצי הנחלים. השטחים החקלאיים מספקים מזון, אך בדרך כלל אינם מקיימים אוכלוסיות קבע של בעלי חיים. אזורי החקלאות מאפשרים מעבר בעלי חיים מסוימים, אך אינם נחשבים כמסדרונות אקולוגיים, כיוון שאינם עבירים לבעלי חיים רבים. ערוצי ניקוז משמשים כמסדרונות אקולוגיים כשהם יכולים להציע לבעלי חיים ולצמחים מסתור, מזון ולעתים מקום לרבייה. תוספת אזור חיץ לצד ערוץ ניקוז מרחיבה את המסדרון האקולוגי ומשפרת את יכולתו לשמש כבית גידול מקיים. במקרים של הכחדה מקומית יש סיכוי טוב לאכלוס, אם קיים מסדרון מעבר דרכו יכולה להתבצע הגירה מאוכלוסייה סמוכה. מבנה מערכת הניקוז מבטיח קישוריות בתוך האגן. בראייה רחבה יותר רצוי לתכנן אזורי חיץ שישימשו מסדרונות מעבר מקשרים בין אגני ניקוז סמוכים. אזור חיץ צריך להיות מנוהל בשיתוף פעולה עם אגרונום או עם אקולוג ועם החקלאי.

9.1.3 המשמעות הנופית של אזורי חיץ

הבחינה הנופית בסעיף זה מתייחסת לשני היבטים :

1. בחינת ההשפעות המורפולוגיות-נופיות של אזורי החיץ
2. בחינת ההשפעות הפרוגרמטיות של מערכות התיירות

היבט נוסף וחשוב של אזורי החיץ, ההיבט האקולוגי, נסקר בסעיף קודם.

השפעות נוף – ניתוח מורפולוגי של המרחב

בחינת המורפולוגיה של אזור המוכרז כאזור חיץ תתבסס על נתונים טבעיים של האתר. באזור מישור או באזור בעל שיפועים טופוגרפיים חדים תשפיע המורפולוגיה הבסיסית שלו על הנראות של השינוי (מידת הבולטות של השינוי), ולעתים על צורתו המורפולוגית של השינוי, קרי האם הוא מצומצם לרצועות צרות או מתפרש על שטחים נרחבים יותר.

מבחינת רוחב אזור החיץ יכולים להתקיים כמה מופעים באזור, החל במופע מצומצם היקף – רצועה צרה המכילה קו נטיעות, דרך, ושולי סוללות – אזור הנתפס במרחב כקו לינארי, וכלה במרחב פשט ההצפה מסועף, שבו תיווצר התערבות כורופלטית (על פי הגדרתו של שטרן, נופי התרבות החקלאית

בישראל) של שינוי במרחב. לדוגמה, אזור חיץ נרחב יכול להכיל מטעים ושטחי חקלאות רחבים יותר וייתפס בצורה כורופלטית.

רוחב הרצועה והמידות שלה יכתיבו האם אזור החיץ ייראה כפעולה קווית או כתמית בנוף. ככלל, אזורים אלה יכולים להוסיף לניגודיות, לצבעוניות ולמופעים העתיים הקיימים במרחב ולהעלות את רמת המורכבות הוויזואלית של המרחב. בעקבות העלייה ברמת המורכבות הוויזואלית של המרחב, עולה בהתאמה ההערכה האסתטית שלו, כפי שהציבור הרחב תופס אותה.

השפעות התיירות באזור החיץ

מבחינה פרוגרמטית אזורי חיץ יכולים לקיים שני סוגים של יחסים עם מערכות תיירות קיימות:

- א. ליצור מערכת עצמאית ללא תלות במערכות קיימות.
- ב. ליצור אזורים שיתחברו למערכות הנחלים הגדולות. חיבור פירושו המשך והעשרה של מערכות תיירות קיימות במרחב. המערך של אזור החיץ בנוי על מערכת ערוצים ונחלים מסדר גודל בינוני וקטן. החיבור למערכת הנחלים הגדולה יהיה בניצב למערכות הנחלים הראשיות.

לאזור בעל רגישות נופית גבוהה יחוברו אזורי חיץ המתחברים לשמורות טבע, עפ"י תמ"א 8, או אזורי חיץ המתחברים ליערות קק"ל. אזורי החיץ המחוברים לשמורות וליערות ירחיבו את המרחב המתוויר. אפשר לחבר את אזורי החיץ למסלולי נסיעה של כלי רכב, לשבילי טיול רגליים או למסלולי רכיבה באופניים.

בנקודות שבהן יתקיים ממשק עם מערכות תיירות קיימות תידרש התייחסות למקום המפגש שבין אזורי החיץ לבין המערכת הקיימת (שילוט, עלייה למפלס שונה, מגדלי תצפית, נקודות מנוחה לאורך הדרך וכדומה). יהיה אפשר להשתמש בנקודות אלה כנקודות התמצאות במרחב – זיהוי של טיפולוגית נקודות דומות במרחב. להחלטה מי ינהל את אזור החיץ תהיה השפעה על היכולת הסטטוטורית-תכנונית לייצר באזורים אלה המשכיות ורצף למערכות התיירות הקיימות או הקמה של מערכות חדשות התומכות במערכות הקיימות.

9.1.4 הממשק החקלאי של אזורי החיץ

ב"אזור חיץ" ניתן גם לראות שיטה אגרוטכנית נוספת לשימור קרקע, באמצעות שמירה על אזורי חיץ בין השדה לבין ערוצי הנחלים. מאידך, עלולות להתעורר בעיות של ביצוע ותחזוקה בעיקר בממשק מול צורכי העיבוד החקלאי של השטחים הסמוכים. מספר נושאים בהקשר זה שעליהם רצוי לתת את הדעת הינם הבאים:

- כיום יש נטייה לעבד את השדה החקלאי עד ממש אל תוך הערוץ, וזה בעיקר כתוצאה חוסר מודעות, גם בקרב מנהלי הגד"ש. מאידך, אם הנושא והחשיבות יוסברו היטב, כולל החשיבות ופוטנציאל הפגיעה, ההערכה היא שרוב החקלאים יהיו מוכנים לעשות שינוי.
- עשויה להיות בעיה באכיפת אי-עיבוד. כדאי לשקול תמיכה כלכלית באי-עיבוד ואי-רעייה כדי לגייס את החקלאים למאמץ.

- יש אפשרות לגדל מטע או יער משקי באזורים אלה. עם זאת, חקלאים שאינם בעלי מומחיות בכך עשויים להתקשות ביישום הפתרון. לדוגמה, בקיבוץ רוחמה ניסו לשתול עשרות עצים בתחתית הערוץ בסתיו 2008, אך רובם לא שרדו בשל בעיות בהשקיה. כדאי לשקול מעורבות של קק"ל בהדרכה על פתרון מסוג כזה וכן בפיקוח היישום שלו. בקיבוץ דורות בשנות השבעים של המאה שעברה נטעה קק"ל נטיעות בתוך הוואדי ובצדו. שטחים אלה הועברו רשמית לקק"ל, והחקלאים הפסיקו לשלם עליהם ארנונה. שיטה כזו עשויה לסייע גם במקרה של אזורי חיץ. עם זאת, נטיעת עצים בערוצים מקשים על תנועת כלים באפיק הנחל לצורך פינוי סחף ופסולת.
- שאלת האחריות לטיפול במפגעים באזורי החיץ (לדוגמה: עשבים, מזיקים וכו'). כדאי להגדיר ולהתייחס לנושא מבעוד מועד.

9.1.5 ניהול ותכנון של אזורי חיץ

במקרים רבים נדרש, לצורך יישום אזורי חיץ, להרחיב את השטחים האקסטנסיביים על חשבון שטחים מעובדים בפועל. כמה בעלי עניין, ביניהם רשויות ממשלתיות, עשויים להיות מעורבים בניהול אזורי חיץ: רשות ניקוז, רשות נחל, רשות שימור קרקע, רשות מים וביוב, מועצה מקומית, אגודה חקלאית, רט"ג, קק"ל, המשרד להגנת הסביבה. לעיתים, האינטרסים של בעלי העניין עשויים להיות מנוגדים זה לזה: לדוגמה, האינטרס של החקלאי לעבד את הקרקע עד גדת הנחל, ואילו האינטרס של רשות שימור קרקע יהיה להשאיר את רצועת הנחל לשימור ולפיתוח תיירות.

את נושא ייעוד הקרקע באזור חיץ אפשר להגדיר בכמה דרכים:

1. הגדרה סטטוטורית (מתאים לערוצים המוגדרים בתמ"א 34 ב' 3)

כל תכנית הכוללת פיתוח שטח בגדה של הנחל, כמוגדר בתמ"א 34 ב' 3, צריכה לקבל אישור של רשות ניקוז. רשות הניקוז יכולה לבקש התייחסות לענין אזור חיץ ולדרוש להגדיר אזור חיץ בתחום רצועת הנחל. את רצועת הנחל ניתן אז להגדיר פורמלית בתכנית פרסום. לאחר מכן יהיה אפשר להגדיר שימושי קרקע מותרים ברצועה זו. בשטח של יישוב או של עיר גדת הנחל היא שטח ציבורי פתוח. בשטח חקלאי אזור חיץ יכול לקבל סטטוס של שטח חקלאי בעל שימושים מוגבלים או שביל תיירות.

2. ללא הסדרה סטטוטורית (נחלים שאינן מוגדרות בתמ"א 34 ב' 3).

עבור ערוצי ניקוז אי אפשר להגדיר את גבול הרצועה בשלב אישור התכנית במוסד תכנון. טיפול באזורי חיץ לאורך תעלות שדה, תעלות כביש או ערוץ ניקוז שלישוני אפשר לבצע בתנאי שבעל העניין מזהה את הבעיה ופונה לקבלת עזרה. בעל העניין יכול להיות גם חקלאי וגם כל רשות אחרת שזיהתה בעיה. בכדי לקבל יותר פניות מבעלי עניין, יש צורך בתכנית חינוכית בנושא שימור קרקע, סמינרים, הרצאות ועבודה פעילה בשטח של מדריכי חקלאות. בדרך כלל, אין הסטטוס סטטוטורי מוגדר עבור אזורי חיץ לאורך תעלות, אלא אם קיימת הפרדה בשימושי קרקע בתוך תכנית מפורטת. גבולות או רוחב אזורי חיץ אפשר להגדיר לפי סכמה המוצגת בתרשימים מס' 9.2 ו-9.3. שימושי קרקע מומלצים כמותרים באזור חיץ: חקלאות – ללא כניסת כלי רכב, מטעים, רעייה מבוקרת, שבילי תיירות (דרך נוף, שביל אופניים), מתקני ניקוז, יער.

כלי ניהול המיועדים לגרום לבעל עניין (חקלאי) לפנות לקבלת עזרה וליזום אזורי חיץ בשטחו כוללים: הסבר, תכנית חינוכית וסמינרים, וכן תקציב בעבור טיפול מיוחד באזור החיץ, ויתור על עיבוד קרקע תמורת פיצוי כספי, תמיכה כספית לשימוש באמצעי שימור קרקע באזורי חיץ. לדוגמה, תמיכה כספית מצד רשות הניקוז ומשרד החקלאות בעבור תכנון תעלות ניקוז ואזורי חיץ לאורך תעלת ניקוז וביצוע עבודות אלה; תמיכה כספית בעבור פיתוח שבילי תיירות לאורך גדת הנחל; פיצוי מהמדינה בעבור ויתור על עיבוד השטח החקלאי לאורך עורק ניקוז.

מיזמים בתחום אזורי חיץ מתחלקים לשני ענפים עיקריים: (1) עורקי ניקוז ראשיים – הכרזת רצועת הגנה על הנחל, אזור חיץ, קביעת גבולות הנחל, תכנית פרסום לנחל – באחריות מדינת ישראל (משרד החקלאות, רט"ג); (2) תעלות ניקוז מקומיות – תכנון, ביצוע ותחזוקת אזור חיץ באחריות החקלאי.

9.2 דרך חקלאית ודרך נוף

במקרים רבים תכנון תקין של דרך נוף בסביבה חקלאית מונע את בעיות הסחיפה ואת בעיות הסביבה החמורות. במציאות של ישראל, לא מדובר בתכנון דרכי נוף חדשות, אלא בשיקום, בתחזוקה או בבנייה מחדש של דרכי עפר קיימות.

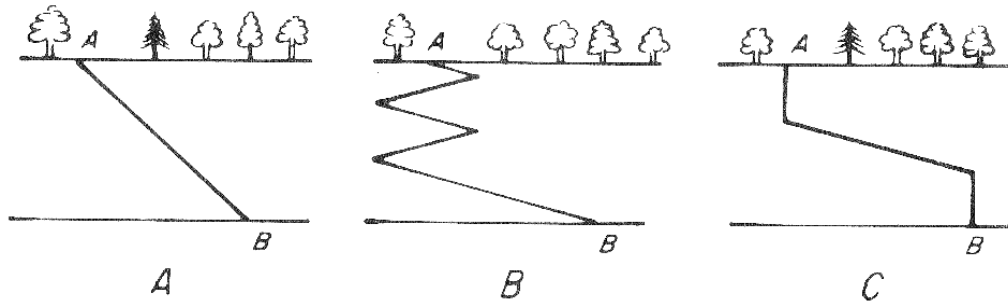
בגלל הידוק מתמשך, הדרך היא מקור לנגר אפילו בגשמים בעוצמות נמוכות יחסית. נגר הנוצר על הדרך זורם במורד השיפוע וכמויות הנגר עולות לאורך מסלול הזרימה. המים הזורמים מפעילים מאמץ גזירה על הקרקע והדרך הופכת לערוצון מתחת. קצב תהליך זה תלוי בעובי הגשם. באקלים גשום יחסית, הרס דרך שאינה מתוכננת היטב מתרחש בתוך שנים אחדות.

תכנון דרך באזור חקלאי כולל כמה היבטים:

- תכנון דרך (שיפוע ואורך קטע דרך על המדרון)
- תכנון תעלות ומתקני ניקוז
- אמצעים לאיגום ושימור קרקע
- היבט נופי ותיירות

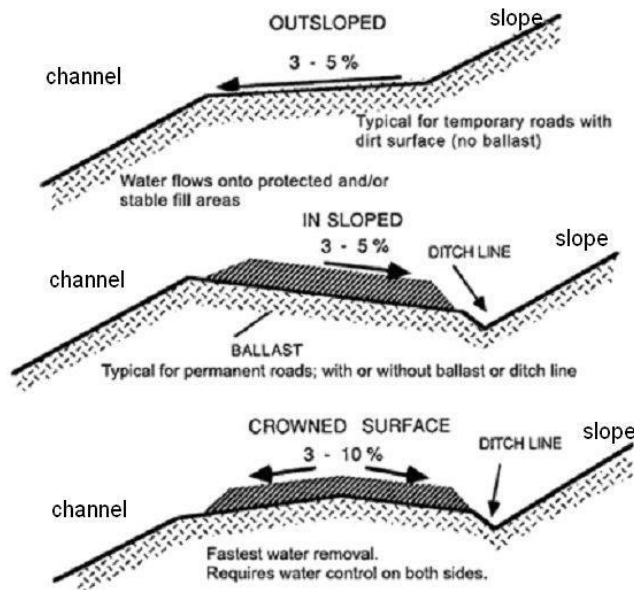
9.2.1 תכנון דרך באזור חקלאי

יש יתרון במיקום הדרך על גבעה או על רכס. לדרך זו אין מים המתנקזים אליה מבחוץ, ויש מוצא למים המתנקזים מהדרך במורד המדרון. חלופה רצויה פחות היא תכנון דרך לאורך קו גובה או בשיפוע מתון של 1:1000 או 1:500. שיפוע זה הוא שיפוע מועדף לתעלת ניקוז. כמו כן, שיפוע מתון לא מאפשר למים לפתח מהירויות גבוהות. כשיש צורך לתכנן דרך בשיפועים גדולים מ-1:100 ועד 1:200, צריך להשתמש באמצעים כבדים לשימור קרקע. במדרונות תלולים יותר מ-1:200 לא מומלץ לתכנן את הדרך כקו ישר (תרשים מס' 9.4).



תרשים מס' 9.4: תנוחת דרך מוצעת במורד מדרון בעל שיפוע גבוה מ-20:

תנוחה A אינה מומלצת, כי היא יוצרת מסלול מים ארוך גם לאורך הדרך וגם בתעלת הניקוז. תנוחות B ו-C מומלצות יותר, כי אורך הדרך גדול יותר, השיפוע מתון יותר, אורך מסלול זרימת המים קטוע יותר והמסלול אינו קו ישר ארוך (Hudson, 1981).



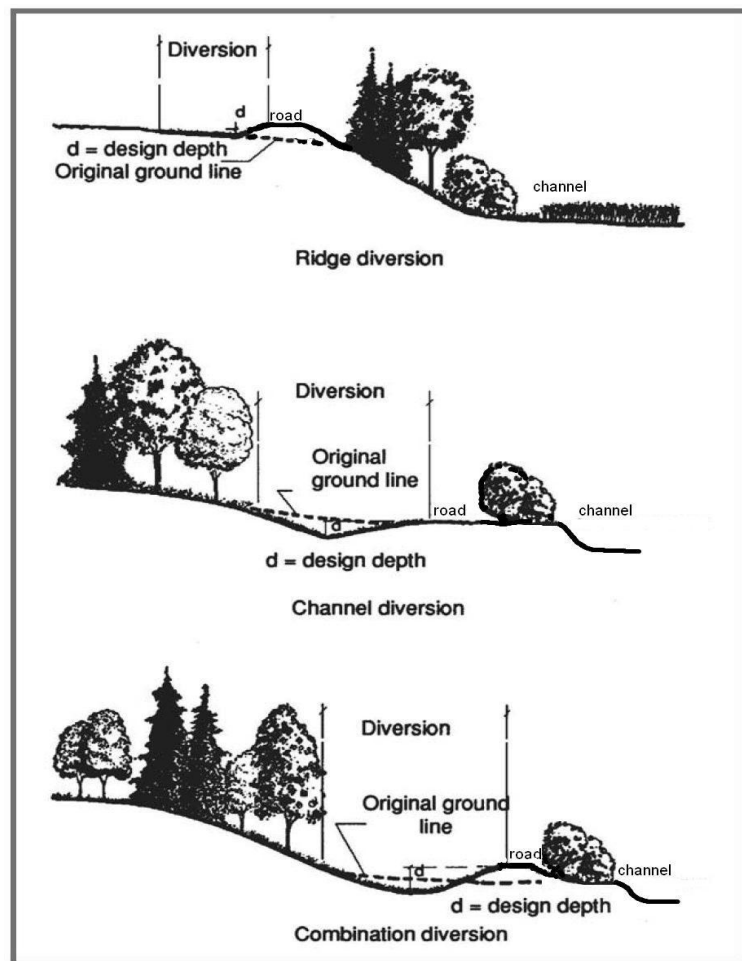
תרשים מס' 9.5: חתכי דרך טיפוסיים (מתוך FAO)

בתכנון דרך עפר צריך להדגיש את האמצעים להקטנת אורך מסלול המים ומהירותם, ובכך להקטין את הכוח הארוזיבי של המים. לדוגמה, חתך רוחבי של כביש מתוכנן בעל שיפוע צד לפחות 3%.

החתך העליון, בעל שיפוע למורד המדרון או לערוץ ניקוז (outsloped), בדרך כלל קל יחסית לבנייה, כי השיפוע של הדרך מתאים לשיפוע הכללי של המדרון. כאן אין צורך בתעלת ניקוז או במעבירי מים; המים זורמים בחופשיות במורד המדרון. חתך דרך זה אינו מחסום למים, ובכך הוא מאריך את מסלול זרימת המים לאורך המדרון ומעלה את סיכון סחיפת הקרקע. מההיבט של שימור הקרקע, תכנון זה אינו מומלץ.

הסוג השני של החתך בעל שיפוע הפוך לשיפוע הכללי של המדרון (in sloped), והוא מחסום לזרימת מים חופשית במורד המדרון. המים נעצרים באמצעות הדרך וזורמים לאורך תעלת הדרך לכיוון מעביר המים. המעביר מכוון את המים למתקן כניסה מסודר, על מנת למנוע תופעות התחתרות וסחיפת קרקע בעקבות זרימת מים חופשית. תכנון זה מונע תופעות סחיפה. בתכנון דרכי חקלאות ודרכי נוף סוג חתך דרך זה עדיף. אורך תעלת הדרך לא יעלה על 100 מטרים, על מנת להקטין את ספיקות המים ונפחם. אם שיפועי האורך של הדרך ושל תעלת הדרך גבוהים מ-1%-2%, ואפשר להשתמש בעצמים כמו מדרגות וטרסות לצורך הקטנת שיפוע אורך התעלה. באזורים חקלאיים שאלת תחזוקת התעלה והדרך אקטואלית, מכיוון שכלים חקלאיים חוצים את התעלה או חורשים אותה בעת העבודה בשדה.

הסוג השלישי של חתך הרוחב בעל שיפוע משתנה-קעור (crowned surface). בדרך כלל, שיפוע זה מסובך לביצוע ולתחזוקה. החתך הזה מתאים לכבישים בעלי שני נתיבי תנועה, כשכל נתיב מתנקז לכיוון שלו. תכנון זה פחות רלוונטי לדרכי עפר.



תרשים מס' 9.6: תנוחת דרך עפר ביחס לפני השטח המקורי
(Erosion Control Handbook, 2003)

9.2.2 תכנון תעלות ומתקני ניקוז

שלוש חלופות לתכנון תעלת ניקוז וגובה הדרך ביחס לפני השטח המקוריים :

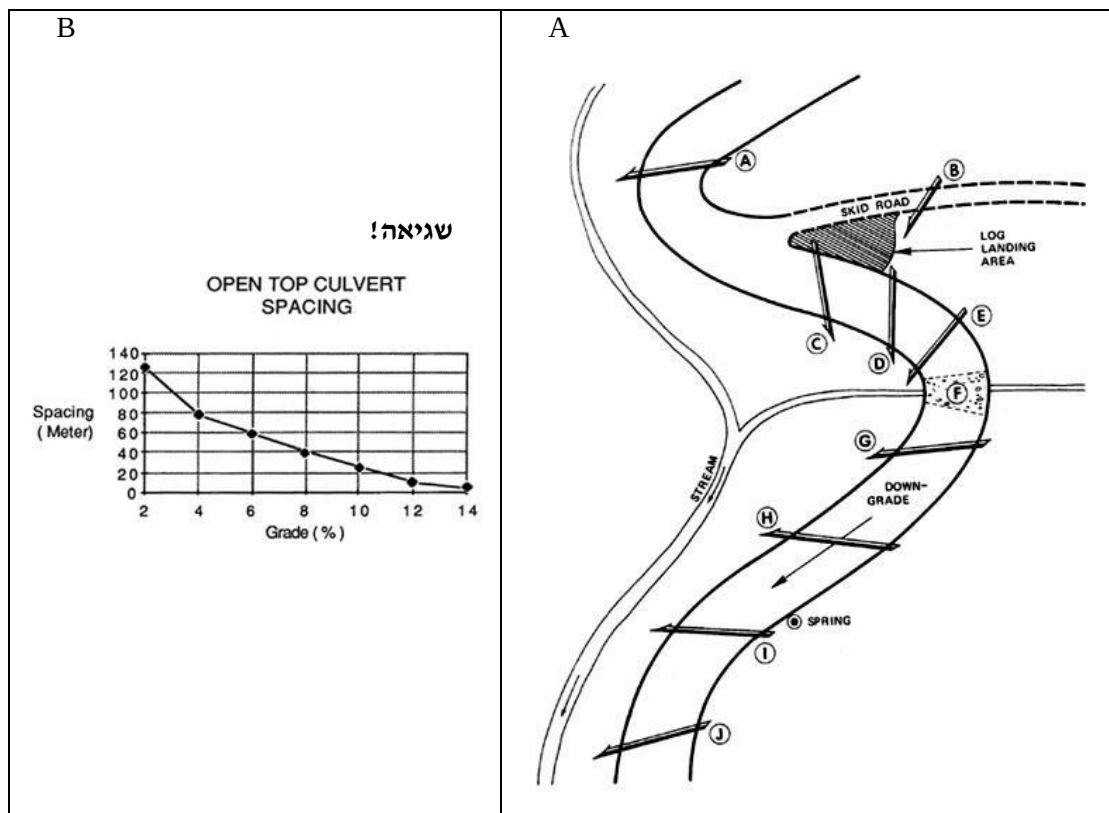
1. להשתמש בחומר חיצוני ולהגביה את רום הדרך.
2. להשאיר את רום הדרך המקורי ולחפור תעלה.
3. להגביה את הדרך בחומר הנלקח מחפירת התעלה.

בטבלה מס' 9.3 מוצגים היתרונות והחסרונות של כל חלופה.

טבלה מס' 9.3 : יתרונות וחסרונות – חלופות לתכנון גובה דרך חקלאית

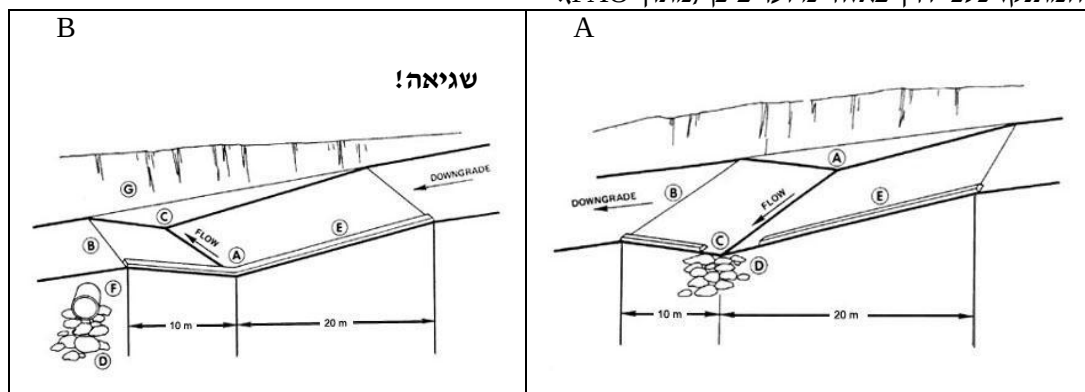
חלופה	יתרונות	חסרונות
הגבהת הדרך	• הדרך מהווה מחסום למים המגיעים ממעלה המדרון. • אפשר להדק את תשתית הדרך ולהשתמש בחומרים מתאימים. • אפשר לתכנן מעבירי מים בגובה המדרון. • קרקע במעלה המדרון נשארת ללא הפרעה.	• צריך מקור חומר/קרקע חיצוני • שיפוע במורד המדרון עולה
חפירת תעלה	• אין צורך בחומר ממקור חיצוני. • אפשר להשתמש בקרקע חפורה במקומות אחרים. • אין פגיעה במצב המדרון במורד.	• הדרך לא עוברת הידוק מבוקר ועם הזמן רום הדרך יורד באופן טבעי. • כלים חקלאיים עוברים על התעלה ומטשטשים אותה. • תתכנה זרימות מעבר לדרך במקומות שלא מיעודים לכך. • קרקע מופרעת במעלה • הגבהה של השיפוע במורד • תכנון מעבירי מים מדויק יותר
שילוב : חפירה והגבהה	• קיים איזון בין מילוי וחפירה.	

בשלושה מקומות נדרש להתקין מעבירי מים: (1) חציית נחל; (2) מקום נמוך שבו מתנקזים מים מהדרך; (3) צורך בניקוז מים המגיעים ממדרון הסמוך לדרך. בדרך עפר או בדרך חקלאית מעבירי המים של הנחל יכולים להיות מעבירים סגורים ומעבירים איריים. המיקום של מעביר המים מוגדר באמצעות ערוץ הנחל, ובדרך כלל המיקום ברור על פי זה. לעומת זאת, נדרש לקבוע באופן מלאכותי את המיקום של מעבירי מים המנקזים מי נגר, הנתרמים מהדרך או ממדרון במעלה. עבור כבישי אספלט קיימים סטנדרטים תכנוניים מקובלים. עבור דרכי עפר, שהן דרכי נוף ודרכים חקלאיות, לא נקבעו סטנדרטים קבועים. על כן, בקביעת מיקום מעביר מים המתכנן מתבסס על הבנתו ועל ראייתו האישית את התהליכים. מיקומים שבהם לרוב מקובל להתקין מעביר מים (סגור או פתוח, ראה תרשים מס' 9.7, לעיל): במקום שבו משתנה השיפוע של הדרך משיפוע תלול לשיפוע מתון יותר, במקום שבו יש ניקוז של המדרון שבמעלה (שקע מקומי), במקום שבו יש הצטלבות דרכים כדי לתת מוצא לתעלת הדרך החוצה, לפחות כל 100 מ' במקום נמוך כדי לנקז את תעלת הדרך מצד המדרון.



תרשים מס' 9.7: מיקום של מעבירי מים (A) (גשרים איריים) ו-(B) המרחק ביניהם

מקרא: A – מנקז את המים המגיעים מהמעלה לפני הצומת וגם את המים הנאספים בפיתול הדרך; D, C – מנקזים את המים אחרי הצומת; E, G – מנקזים את המים לפני ואחרי חציית הערוץ; F – מעביר אירי חוצה את ערוץ הזרימה. B – מרחק בין מעבירים איריים כפונקציה של שיפוע מדרון המתנקז כלפי דרך באזור מיוער ביפן (מתוך FAO).



תרשים מס' 9.8: תכנון מעבירי מים איריים (מתוך FAO)

מקרא: A – מעביר מים בחתך אורך תואם לשיפוע המדרון; כיוון זרימת המים מ-A אל B, שיפוע עד 5%; B – הגנה נגד סחיפה; E – במה מוגבהת להפניית הנגר; D – ריפ-רפ מרשת ומאבנים או מתקן כניסה – יציאה אחרת להגנה מפני התחתרות.

B – תכנון מעביר אירי בדרך בעלת שיפוע הפוך לשיפוע המדרון. כיוון זרימת המים מ-A אל C, ההבדל בגובה בין הנקודות – 10–25 ס"מ; B – הגנה נגד סחיפה, D, F – ריפ-רפ, הגנה נגד התחתרות וסחיפה; G – מתקן כניסת מים לערוץ מקומי. מעבירים איריים הם סוג של מעביר מים פתוח, שקל יחסית לתכנון ולבנייה ונוח לתחזוקה. מטרתם כפולה: מצד אחד, מעביר אירי מנקז את המים הזורמים לאורך הדרך – קוטע את מסלול הזרימה ומונע התפתחות זרימות בעלות ספיקה ומהירות גבוהות. מצד שני, מעביר אירי מעביר את המים מתעלת הדרך והמדרון אל ערוץ מקומי (לעיל, תרשים מס' 9.8). מעבירים איריים מתאימים לדרכים בעלות שיפוע עד 10% ומדרונות שאינם תלולים. הם יכולים להיות פתרון מתאים לדרך חקלאית באזור חיץ. אורך מעביר המים מתוכנן לפי סוג הדרך, כך שכלי רכב יהיה מסוגל לחצות את המעביר במהירות מתוכננת. הגובה המינימלי בין ציר המעביר (C-A) ו-B צריך להיות 30 ס"מ, השיפוע של צד ACB צריך להיות שיפוע כפול מהשיפוע הכללי של הדרך, והשיפוע של הצד ACE צריך להיות גבוה מהשיפוע של הצד העליון של הדרך. מבנה זה מתוכנן למנוע השקעת סחף במעביר. תשומת לב מיוחדת ותחזוקה נדרשת לנקודת C, נקודת השפיכה של המים מהדרך. נקודה זו צריכה להיות מוגנת באבנים, ברשת, בריפ-רפ וכו'.

9.2.3 השפעת דרכים חקלאיות ומעבירי מים על תכנון נוף

דרכים חקלאיות נתפסות בנוף החקלאי כאלמנט קווי. לבחירת הפרט ההנדסי המתאים לחתך הדרך אין השפעה רבה ברמת המקרו. בדומה לדרכים, גם מעבירי מים משפיעים על הנוף ברמת המיקרו, ולכן כל פרט הדרוש מבחינה הנדסית יקבע את התצורה המתאימה, אך אין לו השפעה על שינוי הנוף שיתרחשו עקב הקמת מעבירי מים בעלי מופע נקודתי במרחב.

10. המשמעות הכלכלית - ניתוח עלויות ותועלות משימור קרקע

10.1 כללי

פרק זה מפרט את המתודולוגיה של הגישה הכלכלית בנושא שימור קרקע. תחילה יתוארו הבעיות המאפיינות שימושי קרקע שונים ואת "השחקנים" המעורבים בהיווצרותן, לאחר מכן יוגדרו התועלת הפרטית והתועלת הציבורית ממניעת הנזקים הנגרמים בשל בעיות שימור קרקע, יפורטו השיטות השונות למניעת נזקים אלה – שיטות שהחקלאי אחראי למימוןן ושיטות שהמדינה אחראית למימוןן ולבסוף יוצגו מאזני עלות-תועלת שונים, באמצעותם יהיה אפשר להחליט היכן כדאי לפעול.

כמו כן, יוצע מדד תשואה להשקעה, כלי המתאים להשוואה בין פעולות שיקום קרקע מנקודות מבט שונות. בפרק זה יעסוק הדיון בסוגיות מתודולוגיות של הפנמת פערי זמן במסגרת המודל, בתפקידם של מכשירי המדיניות (כולל כלים כלכליים) וברגולציה שיש להפעיל כדי להוציא לפועל. במקרים אלה על מכשירי המדיניות ליצור תנאים, שאינם קיימים באופן טבעי, ולעודד (או לחילופין, לחייב) את השחקנים המעורבים לפעול במטרה ליצור פתרונות לבעיות שימור הקרקע.

בהמשך יוצג כימות של העלויות ושל התועלות המוצגות בדוח זה, תוך התייחסות לדוגמאות מייצגות של הבעיות שתוארו. בדוחות אלה ייעשה שימוש במודל המתואר להלן, ככלי יישומי לבחינת כדאיות ההשקעה בשיטות שונות לשימור קרקע.

10.2 סיווג בעיות שימור קרקע לפי שימושי הקרקע השונים וגורמים משפיעים

בעיות שימור קרקע גורמות לסחيفת קרקע, להשקעת סחף ולבעיות רבות אחרות, הנובעות מתופעות אלה ופוגעות בכל המשתמשים במשאב הקרקע (חקלאים, תיירותיים, יישובים, תשתיות וכו'). מערכת שימור קרקע מורכבת מאוד ופועלים בה שחקנים רבים המונעים בהתאם לאינטרסים שונים (ראה פירוט בפרקים 3 ו-11 בעבודה זו). האינטרסים מבוססים בעיקר על שיקולי רווחיות, אחריות ואופק זמן שונים. השחקנים הנמנים בטבלה שלהלן (טבלה מס' 10.1) הם שחקנים שלהם השפעה מהותית על הגורמים לבעיות המתוארות.

מרבית השחקנים מופיעים במספר קטגוריות. כמו כן, פעמים רבות הבעיות המתוארות באופן דיסקרטי נמצאות בממשק הדוק זו עם זו.

טבלה מס' 10.1 : סיווג בעיות שימור קרקע לפי שימושי קרקע שונים והשחקנים

שימוש קרקע	בעיות מאפיינות*	שחקנים משפיעים עיקריים בהיווצרות הבעיות**
שטחים מעובדים וחקלאים	פעילות חקלאית שאינה מותאמת לתוואי הקרקע (מבחינת צורת החרוש, אופי הגידול וכו') יוצרת סחיפת קרקע, עירוף במקומות הנמוכים, עירוף בדרכים חקלאיות, ירידת מפלס הדרך עקב סחיפה, התקדמות ראשי ערוצונים לדרך ולשדה. סחיפת חומרי דישון ומתכות בזרם הנגר גורמת לזיהום מקורות. הידוק הקרקע באמצעות כלים כבדים עלולה לגרום להיווצרות עירוף ולאטום הקרקע אשר מונע את שטיפת עודפי המלחים.	החקלאות ב: • קיבוצים • במושבים • בכפרים הבלתי מוכרים (הבדוים) • משהח"ק
שטחי מרעה	רעיית יתר – לרוב מגבירה את כמויות הנגר והסחיפה.	חקלאות בעלי חיים הנסמכת על מרעה פתוח: • קיבוצים • מושבים • כפרים הבלתי מוכרים • משהח"ק
ערוצי נחלים	כריית חול פעולה המגבירה את הסחף. עיבוד ואדיות קטנים ומילוי ואדיות בקרקע לצורך עיבוד גורם להתחתרות בערוצונים. נטיעה בגדות לייצובן מאטה את הזרימה, וגורמת להשקעת סחף, לסתימת ערוצים ולהצפות.	תלוי מיקום
דרכים חקלאיות וצדי הדרך	מגבירות נגר ומתעלות אותו לערוצים.	החקלאות ב: • קיבוצים • במושבים • בכפרים הבלתי מוכרים • משהח"ק
דרכים ומסילות ברזל ***	הטיית נחלים ושינוי שימושי קרקע לצורך הקמת תשתיות יוצר בעיות ניקוז וסחף.	משרד התשתיות משרד הפנים – ועדות התכנון
עיר ושטחים מבונים ***	עשוי להגביר תופעות טבעיות של סחיפת קרקע והתחתרות בשל אי התחשבות התכנון בצורכי הניקוז הטבעי.	רשויות מקומיות רלוונטיות משרד הפנים – ועדות התכנון
שמורות טבע ***	פעילות כלי רכב של תיירים גורמת להידוק קרקע והגברת עוצמת נגר.	רשות הטבע והגנים משרד להגנת הסביבה
שטחי אש ***	פעילות אינטנסיבית בעיקר של כלי רכב גורמת הידוק קרקע ולהגברת עוצמת נגר.	משרד הביטחון

* בכל שימוש קרקע עשויה להיות גם התחתרות טבעית בשל מבנה הקרקע.
 ** רשות הניקוז היא שחקן בכל הקטגוריות
 *** התייחסות מוגבלת במסגרת הסקר הנוכחי

10.3 גיבוש מודל החלטה לסוגי בעיות שונים ולחלופות המוצעות

10.3.1 עלות הנזק הנמנע והתועלת ממניעת

כדי לבחון את כדאיות מניעת הנזק, עלינו להגדיר את הנזק הנמנע ולכמת את משמעויותיו מבחינת הניזוק. התוצאה משקפת את התועלת לניזוק במניעת הנזק. לתוצאה זו עשויה להיות תועלת עסקית (לחקלאי) בפרט ותועלת ציבורית בכלל. עלות הנזק היא העלות הנמנעת (avoided cost), והיא שונה מהעלות למניעת הנזק (prevention cost), המוצגת בהמשך.

כדי לייצג את העלויות השנתיות, יחולקו הנזקים לשניים: נזקים שאפשר וכדאי לתקנם; נזקים שאי אפשר או לא כדאי לתקנם (כלומר, נזקים שאפשר למנוע אותם לפני שקרו, אך אי אפשר לתקנם לאחר שקרו):

- התועלת השנתית ממניעת נזקים שאפשר וכדאי לתקנם היא העלות הנמנעת של התיקון הנפרס על פני מספר השנים שבהן הוא אפקטיבי.
- התועלת השנתית ממניעת נזקים שאי אפשר או שלא כדאי לתקנם היא העלות הנמנעת של הנזק לטווח הארוך, בפריסה לפי השנים שבהן הוא אפקטיבי.

לסיכום, התועלת ממניעת הנזק היא עלות החזרת המצב לקדמותו. במילים אחרות, תיקון הנזק אם אפשר לעשות זאת או עלות השיפוי, קרי עלות הנזק עצמו, הנמוך מביניהם. חישוב התועלת ממניעת הנזק דומה למנגנון פיצויי ביטוח.

בטבלאות מס' 10.2 ו-10.3 מוצג הנזק הנמנע, עם חלוקה לנזק פרטי ולנזק ציבורי. כמו כן מפורט החישוב הרלוונטי לכל מצב. יש לציין כי עלות הנזק הנמנע מייצגת את התועלת ממניעת הנזק.

טבלה מס' 10.2: הגדרת הנזק הפרטי הנמנע לחקלאים וחישוב עלותו

הגדרת הנזק הנמנע לחקלאי	אומדן עלות הנזק הנמנע
ירידה בערך הקרקע הסחופה – אובדן שכבת העיבוד העליונה, הפורייה ביותר – מצריך עיבוד אינטנסיבי יותר ומרובה דשנים – עלות גבוהה יותר פגיעה בתשתיות (בעיקר תשתיות תעבורה וניקוז)	עלות היבול הנמנע + עלות תוספת הדשנים הנדרשת להעלאת היבול למקסימום
פגיעה בתשתיות (בעיקר תשתיות תעבורה וניקוז)	לפי עלות הנובעת מנזקי הצפות לתשתיות חקלאיות המושתת על החקלאי X תדירות האירוע (אחת לכמה שנים הוא צפוי להתרחש באזור זה).
סתימת ערוצים	ההפסד עשוי להתבטא בהפסד עונת גידול או בהשקעה כספית – ייקבע לפי תוחלת חומרת האירוע הצפוי באזור.
נזקי הצפות	לפי עלות טיפול בנזקי סתימת ערוצים המושתת על החקלאי X תדירות האירוע (אחת לכמה שנים הוא צפוי להתרחש באזור זה).
	ההפסד עשוי להתבטא בהפסד עונת גידול או בהשקעה כספית – ייקבע לפי תוחלת חומרת האירוע הצפוי באזור.
	לפי עלות טיפול בנזקי הצפות נוספים המושתת על החקלאי X תדירות אירוע (אחת לכמה שנים הוא צפוי להתרחש באזור זה).
	ההפסד עשוי להתבטא בהפסד עונת גידול או בהשקעה כספית – ייקבע לפי תוחלת חומרת האירוע הצפוי באזור.

טבלה מס' 10.3 : הגדרת הנזק הציבורי הנמנע חישוב עלות

הגדרת הנזק הציבורי הנמנע	אומדן עלות הנזק הנמנע
סחיפת השכבה העליונה מקטינה את קיבוע הפחמן בקרקע	עלות פליטות CO ₂ מקובלת X אומדן כמות הפחמן שלא יתקבע באזורים עם סכנת סחיפה חמורה
סחיפת השכבה העליונה יוצרת נגר של תשטיפים וגורמת לזיהום סביבה בכלל ולזיהום מקורות מים בפרט	עלות טיוב באזורים חקלאיים X מספר הבארות שעשויות להיפגע באזור, אם ישנן כאלה
פגיעה בתפקוד החקלאי עד כדי איום על קיומו לאורך זמן	היוון התועלת הכלל המשקית הנמנעת מהדור הבא (במונחי תל"ג שייווצר בעוד 20 שנה) עקב שיעור הקרקע החקלאית העשויה להיפגע באזור באופן שאינו בר תיקון
פגיעה בתשתיות (בעיקר תשתיות תעבורה וניקוז)	לפי עלות נזקי הצפות לתשתיות המושתת על המדינה X תדירות האירוע (אחת לכמה שנים הוא צפוי להתרחש באזור זה).
ירידה ביעילות לכידת המים במאגרים ואקוויפרים או לצורך השקיה בעקבות הקטנת חידור מי הגשם לקרקע	(חלק מהמידע ניתן לבסס על דוח מבקר המדינה על תשתיות ניקוז במדינה משנת 1993)
סתימת ערוצים	עלות התפלה (כולל עלויות סביבתיות) X אומדן כמות המים שלא תיקלט בקרקע
נזקי הצפות	עלות טיפול בסתימת ערוצים (על סמך מידע מרשות הניקוז)
	לפי עלות טיפול בנזקי הצפות נוספים המושתת על המדינה X תדירות אירוע (אחת לכמה שנים הוא צפוי להתרחש באזור זה).

10.3.2 עלות מניעת הנזק

בשתי הטבלאות מס' 10.4 ו-10.5 שלהלן מפורטות שיטות שונות למניעת הנזק בשל בעיות שימור קרקע. בטבלה הראשונה מפורטות שיטות שהחקלאים צריכים לנקוט ובטבלה השנייה מפורטות שיטות שהרשויות הרלוונטיות (בדרך כלל רשות הניקוז או משרד החקלאות) צריכות לנקוט. בכל מקרה, נוקט הפעולה נושא בעלותה והוא גם אחראי ליישום ההחלטה לאחר שהוחלטה.

העלות למניעת הנזק מורכבת מרכיבי השקעה, תפעול ותחזוקה. בחלק מהשיטות יש גם רווח נוסף מביצוע הפעולה (עלייה מידית ביבול). עלויות אלה יפורטו בתוך פריסת השקעות וקיצוז רווחים כך יהיה אפשר בהמשך להשוות בין עלויות שנתיות.

בדרך כלל השיטות המפורטות אינן אפקטיביות כשהן מיושמות כמרכיב עצמאי ויחידי בשטח. על כן, הטיפול בבעיות שימור קרקע מצריך יישום שיטות משולב. חשוב במיוחד השילוב בין טיפול בראש האגן (מקור הסחף) ובמורדו. תמהיל השיטות המתאים לטיפול בבעיות השונות צריך להתחשב בקשר בין השדה לנחל, באגנים השונים, בסוגי הקרקע ובבעיות הספציפיות. תמהיל זה יודגם בדוחות הבאים.

טבלה מס' 10.4 : עלות מניעת הנזק לחקלאי בשיטות שונות

עלות	למי מתאימה השיטה	שיטות למניעת הנזק
- עלויות השקעה ואחזקה גבוהות - עלייה ביבול בשנים גשומות	גדי"ש	- גימום - שיחים - צמחי כיסוי - לימנים
- עלויות השקעה ואחזקה גבוהות - עלייה ביבול בשנים גשומות - עלויות השקעה ואחזקה גבוהות - יותר מזיקי קרקע ומחלות קרקע - בעיבוד הבסיס, ויותר עשבים בעיבוד המתקדם. - עלייה ביבול בשנים גשומות וחסכון במים * - עיבוד בפסים של פליחה ואי פליחה וכן שילוב גידולים - ירידה בהכנסות ממכירת שאריות הגידול לשוק או לעדרים לרעייה. - עלייה ביבול בשנים גשומות - שיקולי נוחות בהגעה לשדה - לעותים מערב שיקולי נוחות בעיבוד - בעבודה בכלים כבדים עשויים להתפסס מקטעים - לבעל השדה – מניעת תשלום על שאריות גידולים - לרועה – קניית מזון אלטרנטיבי - אי עיבוד הקרקע שעליה החקלאי משלם ארנונה	- שלחין - לא מתאים לסוגי גרעינים הנאספים מן הקרקע - לא מתאים לעבודה בכלים כבדים	- סכרונים - טרסות - מיני עיבוד - אי פליחה * - קיטוע רציפות - חיפוי בחומר אורגני (עשוי להיות שאריות הגידול) - מיעוט דרכים - חרישה אופקית לקווי גובה - זריעה בעיגול - מיתון רעייה - שמירה על תוואי הנחל ועל הוואדיות בקצה השדה

*25% מחקלאות גרמניה מעובדת ללא חריש. במחקר שנערך בצפון-מזרח גרמניה בין השנים 2002–2005 השוו שלוש שיטות עיבוד מבחינת רווחיות: חריש מפוחת, קונבנציונלי וזריעה ישירה. החריש המופחת היה הרווחי ביותר מבין השלוש, ומסדר הרווחיות היה מופחת, זריעה ישירה (התאפיין בשונות גבוהה בין השנים) וקונבנציונלי. (Verch et al, 2008).

במחקר שנערך בחוות בקנדה בין השנים 1987–1998 השוו בין רמות יבול ועלות עיבוד לבין שיטות חריש שונות. תוצאות המחקר הצביעו על כך שהיבולים עלו ככל שהיה יותר מגוון ויותר אינטנסיביות של הגידולים, אך העלויות נשארו דומות בין שיטות חריש. החיסכון בעבודה, בדלק המיכון ובתחזוקה בשיטה ללא-חריש אוזנו בעזרת תוספת הדברה. הסיכון והתנודתיות היו נמוכים יותר בשיטות הקונסרבטיביות (Zentner et al, 2002).

בדוחות הבאים מחקרים אלה ייסקרו בהרחבה.

טבלה מס' 10.5 : עלות מניעת הנזק לרשויות (בדרך כלל רשות ניקוז או משרד החקלאות)

בשיטות שונות

עלות	למי מתאים	שיטה למניעת הנזק
השקעה בנטיעה בלבד. (במקרה של ביצוע שאינו מותאם לפני השטח עשוי להקטין מהירויות זרימה, לגרום להשקעת סחף בנחל וליצור התחתרות של ערוצים לתוך השדה) (יכול להתבצע גם על ידי החקלאי ולשמש כחורש משקי)	לא בכל אפיק ולא בכל קו גובה	נטיעת עצים בגדות נחלים וואדיות
השקעה + עלויות ניקוי ותחזוקה. שינוי בתבנית הנוף. השקעה גבוהה בתדירות נמוכה		סוללות בגדות נחלים
השקעה נמוכה בתדירות גבוהה השקעה גבוהה בתדירות נמוכה		תעלות ניקוז והולכה / ניקוז תת קרקעי (כולל ייצוב גדות) תחזוקת דרכים ציבוריות הוספת מעברי מים / מתקנים לניקוי, השהייה, הפנייה ופיזור זרימה עילית בניית מערכת ליווי והנחייה מקצועית מתאימה – הגברת שיתוף פעולה בין השחקנים ויצירת מחויבות
כולל * :		
• מערכת ארגונית שתוביל ותכוון (עובדי ציבור)		
• מערכת מקצועית להדרכה, למידה ויישום (עובדי ציבור)		
• מנגנון תמריצים (לכניסה לתהליך), פיצויים (על פחיתת יבול ועלויות נוספות, בתמיכה לדונם לשנה, בהתאם לביצוע פעולות משמרות ולהערכות מומחים) וקנסות (בשלב מתקדם של היישום ובתיאום עם ממ"י)		
• תמיכה כספית ייעודית ניכרת בתשתיות מתאימות וברכישת ציוד אגרוטכני ייעודי		
• תמיכה כספית ייעודית בגידולים משמרי קרקע		
• סיוע בהעשרת הקרקע בקומפוסט ובחומרים אורגניים אחרים		
• מערכת אכיפה		

* מבוסס על תכנית ארצית רב-שנתית לפיתוח חקלאות משמרת משאבי קרקע וסביבה חקלאית (משרד

החקלאות, 2007)

** לא כולל עלויות תחזוקה

10.4 קריטריונים להחלטה

10.4.1 מאזן עלות-תועלת

כדי לבחון את כדאיות שיקום הקרקע במקרים שונים, יבוצע בהמשך ניתוח מאזני עלות-תועלת. מאזן ייצג עלות-תועלת לפתרון בעיה באזור מסוים, והבעיות שייבחנו יהיו באזורים מייצגים. הניתוח יתבצע מארבע נקודות מבט שונות ויוצג באופן הבא:

רשות	חקלאי	נקודת מבט
		אופק הזמן
		טווח קצר
		טווח ארוך

טבלת הדוגמא שלעיל משקפת את הצירים העיקריים שבהם מתקבלות ההחלטות באשר להפעלת השיטות השונות לשימור קרקע. קיים שוני מהותי בין המאזן שרואה לנגד עיניו החקלאי, הפועל בשטח, בטווח הקצר או הארוך, לבין המאזן שרואה החברה, המיוצגת על ידי הרשויות, בטווח הקצר או הארוך.

העובדה שאין חפיפה מלאה בין בעלי העניין בהיווצרות הבעיה, הניזוקים ממנה והמעורבים בפתרונה (כפי שאפשר להתרשם מ**טבלאות מס' 10.1 – 10.5** לעיל), משפיעה על השוני בין המאזנים ועל נקודות המבט השונות. עובדה זו מקשה על מציאת פתרון לבעיות שימור קרקע, ולכן בדרך כלל בעיות אלה נפתרות בסיוע התערבות חיצונית (של הרשות). המאזנים מייצגים את עמדות השחקנים העיקריים בנקודת הפתיחה, ובאמצעותם יהיה אפשר להשפיע על תהליך קבלת ההחלטות ועל הפעולות שיושמו.

10.4.2 שיעור התשואה להשקעה במניעת הנזק

כדי להחליט החלטה בנוגע לכדאיות ביצוע פעולת שימור קרקע באזור מסוים, מוצע להשתמש במדד המקובל של שיעור התשואה הפנימית להשקעה (IRR). מדד זה מבטא את מחיר ההון (גורם ההיוון) אשר מאפס את הערך הנוכחי הנקי (היוון של תזרים המזומנים) מההשקעה. זהו מדד המבטא יעילות ואיכות של ההשקעה, והוא מאפשר השוואה נוחה בין השקעות שונות, בתוך נטרול הבדלי הגודל (ולעתים סדרי גודל) ביניהם.

מנקודות המבט של הרשות יעיד שיעור תשואה חיובי להשקעה על כדאיות חברתית לביצועה. אם היא לא מבוצעת במצב הקיים, הרשות צריכה לבנות מערכת אמצעי מדיניות המתאימה ליישום.

במטריצה הנ"ל, במקרה שההשקעה מתגלה ככדאית מנקודת מבט כלל-חברתית ואינה מיושמת במצב קיים, יש לבדוק האם לחקלאי תשואה חיובית מיישומה. אם לחקלאי תשואה חיובית מיישומה בטווח הקצר, אך היא אינה מיושמת, הדבר נובע, ככל הנראה, מפערי מידע ויש להתאים

את אמצעי המדיניות לפתרון בעיה זו. אם היא כדאית מבחינת החקלאי רק בטווח הארוך או שאינה כדאית מבחינתו בכל אופק זמן, יש לבדוק כיצד אפשר לשנות את המאזנים שהוא רואה לנגד עיניו, באמצעות כלי מדיניות וכלים כלכליים, על מנת שתהיה לו כדאיות, הן בטווח הקצר והן בטווח הארוך, וכך לתמרץ אותו ליישמה.

10.4.3 נתונים נדרשים לטובת יישום ההחלטה

כדי לבחון בעיה מסוימת בכלים שהוצגו, דרושים הפרמטרים המאפיינים של הבעיה, כפי שהופיעו בטבלאות מס' 10.5 – 10.1, ומערכת הפתרונות האפקטיביים הנדרשת. בהמשך יהיה אפשר להשתמש בבעיות ייצוגיות אלה, כדי ללמוד מהן על בעיות דומות באגן כולו.

10.5 סוגיות מתודולוגיות

10.5.1 פריסת התועלות והעלויות על ציר הזמן

לבעיות שימור קרקע יש השפעות לטווח ארוך, וחלקן יורגשו רק בעתיד הרחוק ובדורות הבאים. לפיכך, הן העלויות של פתרון והן התועלות מהן (עלויות הנזקים הנמנעים) נפרסות על פני שנים רבות.

על מנת לבטא את ההשפעות לטווח ארוך, מאזני העלות-תועלת נבחנים בתוך התייחסות לכמה נקודות מבט בעלות אופק זמן שונה. החקלאי, שהאדמה אינה בבעלותו לא מפנים בהכרח את שיקולי הטווח הארוך, ונקודת מבט זו עשויה להיות תאורטית מבחינתו, ואילו מבחינת המדינה והרשויות קיימת מחויבות כלפי הדורות הבאים, והיא מעניקה חשיבות ומשקל רב לנקודת מבט זו.

בבואנו להתאים את אמצעי המדיניות למערכת האינטרסים של החקלאי ולעודד אותו ליישם פעולות שימור קרקע שנמצאו כדאיות, יש להתחשב במאפייני הייצור החקלאי בישראל. המצב המוכר שלפני "הייצור החקלאי בשיטות הקיימות מרכז בידי קבוצה קטנה של אנשים שאינם בהכרח בעלי אינטרס ארוך-טווח לשימור קרקע (הקרקע לרוב אינה בבעלותם). כמו כן, קבוצה זו מעסיקה כוח עבודה זול ומתחלף, ובכך גם מדלדלת את הקהילה החקלאית ואת הידע החקלאי" (משרד החקלאות, 2007) הוא מצב הרקע שבהתאמה אליו צריך לפעול.

10.5.2 ערך הזמן (מחיר ההון) בבעיות שימור הקרקע

כדי להוון את תזרים המזומנים העתידי של תועלת נטו מפעולות לשימור קרקע, עלינו לקבוע את ערך הריבית המתאים להיוון. בכך, אנו קובעים ערך לזמן. קביעת הערך מבטאת את היחס בין הדורות וכן את רמת הסיכון העתידית.

יש הבדל בין האופן שבו נקבע ערך זה מבחינת המדינה לבין האופן שבו נקבע ערך זה מבחינת החקלאי. מבחינת הרשות, המחויבות לאזרחים היא על-זמנית, ואין הטיית הווה. עם זאת, יש סיכון מסוים הנובע מאי ודאות ביחס לשימושי הקרקע העתידיים, לפערי ידע ביחס לשינוי התנאים האקלימיים באזור וכו'. לכן, אנו מציעים להוון את תזרים המזומנים מנקודת מבטה של הרשות בשיעור ריבית של כ-3%.

מנקודת מבטו של החקלאי, פעולה לשימור קרקע היא פעולה שנעשית לטובת הגדלת הרווחיות מהתוצר החקלאי, ולכן תקבל ריבית דומה. אולם, בשל הוודאות הגבוהה יחסית של הנזק הנמנע, יש לקזז מריבית זו פרמיית סיכון, אשר חלה על התוצר החקלאי, ואינה חלה על הנזק מבעיות שימור קרקע. סך הכול אנו מציעים להוון את תזרים המזומנים מנקודת מבטו של החקלאי בשיעור ריבית של כ-5%.

בנושא זה נערוך גם בדיקות רגישות, ובהן נבחן ערכים הגבוהים מן הערכים המוצעים ב-2% והנמוכים מהם ב-2%.

10.6 מכשירי מדיניות ורגולציה ושימוש בכלים כלכליים

כדי ליישם פעולות כדאיות, אשר אינן מיושמות כיום, רצוי ליצור מתאם בין המאזנים שהמדינה רואה לנגד עיניה לבין המאזנים שהחקלאי רואה לנגד עיניו. המדינה יכולה לעשות זאת באמצעות השפעה חיצונית על השוק, המתבטאת בהפעלה של אמצעי מדיניות. אמצעי המדיניות נחלקים לאמצעים רגולטיביים ולאמצעים כלכליים. האמצעים הרגולטיביים מחייבים ואוכפים ביצוע פעולות, ובכך מיייתרים את מאזני העלות-תועלת של החקלאי, כיוון שהם אינם מאפשרים בחירה בין חלופות.¹ לעומת זאת, הכלים הכלכליים מתמרצים את החקלאי באמצעות שינוי מאזני העלות-תועלת שלו, וכך משפיעים על החלטותיו ומעודדים אותו לקבל החלטות העולות בקנה אחד עם אינטרס הציבור.

באשר לפתרון, המטרה היא להפנים את העלות הכוללת של הנזק או לחילופין את התועלת הכוללת ממניעתו אצל מקבל ההחלטה.

חלק מאמצעי המדיניות מפורטים בפתרונות המוצעים, בטבלה מס' 10.5 המערכת המוצעת בטבלה נלקחה מתוך תכנית ארצית רב-שנתית לפיתוח חקלאות משמרת משאבי קרקע וסביבה חקלאית (משרד החקלאות, 2007). בתכנון מפורט בעתיד יש להתאים מערכת זו לבעיות השונות המאפיינות את אגן ניקוז שקמה-בשור ובהתאם להעשיר אותה.

¹ במחקר שנערך בצפון-מזרח גרמניה בחנו החוקרים במודל ביו-כלכלי, כיצד אפשר להשפיע על מחירים רגולציות, תמריצים וכו' המשנים את מחזורי הגידולים ושיטות העיבוד. נבחנו תכניות תמריצים להפחתת חרישה ואיסור על גידולים מסוימים בשטחים שבהם יש סיכונים סחיפה. החוקרים מצאו כי האיסור היה אפקטיבי יותר מהתמריצים, אף שגם להם הייתה אפקטיביות. (Sattler et al., 2008).

בדוחות הבאים ייעשה חלק זה בתיאום ובעבודה משותפת עם היועצים העוסקים בנושא המדיניות והניהול בסקר.

10.7 ניתוח עלות-תועלת של תכנית שימור הקרקע והניקוז

במסמך הנוכחי מקובצים נתונים בנושא עלויות ותועלות מפעולות שימור קרקע ממקורות מגוונים. העלויות והתועלות מפעולות שימור קרקע רגישות מאוד לתנאי השטח (אופי הקרקע, אקלים וכו'), לאופן הביצוע ולמדדים שונים של מחירים, חלקם תנודתיים מאוד (ברזל, סולר, חול וכו'). לכן, הנתונים אינם חופפים באופן מלא, ולעתים מוצגות עלויות שונות לרכיבים דומים. הנתונים המוצגים נותנים אינדיקציה באשר לעלות-תועלת של שיקום קרקע. כדי להפוך את הנתונים לתכנית עבודה נדרש עיבוד נוסף ותוספת נתונים ברזולוציה גבוהה יותר.

10.7.1 קשיים מתודולוגיים בהערכת עלויות ותועלות משימור קרקע

תהליכי התדלדלות קרקע משפיעים באופן שלילי על החקלאים ועל הרווח החקלאי. מעדויות של חקלאים עולה כי יש קושי להעריך במדויק את היקף ההשפעה. הקושי נובע בעיקר ממחסור במדידה רב-שנתית של השפעות הסחף, אלה המטופלות באופן שוטף, ושל קצב חלחול המים. הנזקים הגדולים (לדוגמה, אירועי piping) מתועדים על ידי גופים כמו רשות הניקוז, משרד החקלאות וקק"ל ומטופלים. אולם, אירועים שוטפים רבים (לדוגמה, העמקה של ערוצים משניים) אינם מתועדים והחקלאים מטפלים בהם בחסר. על כן, נוצר נזק לטווח ארוך, ויש קושי לכמתו (שיחה עם עמוס יעקובי).

ככלל, נזקי סביבה אינם מובאים בחשבון אצל החקלאי והם קשים לכימות (Morgan, 2005). בין השאר, הקושי נובע מהשונות הגבוהה של התוצאות הפוטנציאליות של אירוע אקלימי. לדוגמה, אירוע גשם זהה באופיו (מבחינת עוצמה, משך, אזור וכו') עשוי להיות שונה מאוד מבחינת תוצאותיו כתלות בעתו. לפני הזריעה – אירוע כזה עשוי ליצור ואדיות ולהוריד את פוריות האדמה. אחרי הזריעה – מתווספות עלויות התשומות שאבדו (גרעינים, דשן, עבודה וכו'). הנזק משקף את התועלת ממניעת נזקי קרקע, ומקשה על הערכת הכדאיות של פעולות שימור קרקע על ידי החקלאים.

היתרונות של שימור קרקע מגוונים: חלחול מים אחיד וגדול יותר, קרקע טובה ועשירה יותר (עשירה בחומרי הזנה ופחות דחוסה), חיסכון בתשומות עיבוד (במקרה של משטר אפס עיבוד). לכל אלה יש השפעות כלכליות (מתוך: ריאיון עם אבישי ואזה).

בסעיפים להלן ייסקרו עלויות ותועלות משימור קרקע מנקודות המבט של השחקנים השונים.

10.7.2 עלויות שימור קרקע

עלויות של פעולות הנדסיות בקנה מידה גדול

בטבלה מס' 10.6, להלן, פירוט ריכוז עלויות ביצוע עבודות שונות שנעשו בשנים 2008-2009 על ידי רשות ניקוז שקמה-בשור בתחום שיקום קרקע. מטבלה זו עולה כי העלויות משתנות בהתאם למיקום, וזאת בשל צורכי שטח שונים (סוג צמחייה בערוץ, כמות סחף, סוג קרקע, רטיבות, שיפוע, מיקום ביחס לשטח החקלאי, המרחק של החקלאי מאזור מיושב ומרחק הובלה וכו'). הטבלה נותנת אינדיקציה לגבי היקף עלויות שיקום הקרקע בעבודות המבוצעות על ידי הרשות, שהן עבודות בעלות אופי הנדסי והיקפן גדול מאוד.

טבלה מס' 10.6 : עלויות ביצוע עבודות שיקום קרקע על ידי רשות הניקוז

(עופר שאולקר, רשות ניקוז שקמה בשור)

מיקום	פעילות	גודל (מ')	הערכת עלות (ש"ח)	עלות למ'
קיבוץ בארי	הסדרת ערוץ ניקוז בצורת V	400	50,000	125
	המשך ערוץ		25,000	
	תעלת ניקוז בצורת V *	200	65,000	325
	מעביר אירי **		30,000	
גד"ש חלוצה	ניקוי ערוץ מסחף ועצים	1,300	100,000	77
	מעביר מים ארוך (כולל הנחת מצעים)		60,000	
קיבוץ ניר עם	הסדרת ופתיחת ערוץ, הוצאת סחף וייצוב הגדות		100,000	
	ניקוי ותחזוקה של ערוצי נחלים ותעלות		70,000	
כפר עזה	מעביר אירי		54,000	
	תעלות ניקוז	700	40,000	57
אורן	הסדרת נחל ***	1,000	60,000	60
	דרך עפר כולל הידוק		30,000	
דורות	דרך כולל מצעים והידוק		90,000	

* תחזוקת ניקוי תעלת ניקוז יש לבצע אחת ל-2-5 שנים. עלות התחזוקה היא כמחצית מעלות ההשקעה הראשונית בניקוי התעלה.

** עלותו של מעביר אירי כוללת הכשרת קרקע, בטון, ברזל, עבודת שופל, מרחקי הובלה וכו', והיא מוערכת בדרך כלל ב-40,000 ש"ח ומעלה (כתלות במחירי התשומות ותנאי השטח). הרשות מתקינה בדרך כלל מעבירים גדולים הממוקמים בדרכים חקלאיות ראשיות. ההשקעה נפרסת על פני 20 שנות קיים. יש לבצע תחזוקה מינימלית של המעביר על ידי החקלאי באמצעות שופל אחת לשנתיים.

*** תחזוקה של הסדרת נחל יש לבצע אחת ל-2-5 שנים. עלות התחזוקה היא כמחצית מעלות ההשקעה הראשונית בהסדרת הנחל.

בשנת 2008 החלה רשות הניקוז שקמה-בשור לבצע עבודות של שיקום קרקע. המודל שננקט על ידה הוא מודל matching בין החקלאי לרשות, קרי 50% מימון החקלאי ו-50% מימון הרשות (במקרה שעלות ביצוע העבודות בפועל גבוהה מההערכה הראשונה שאושרה על ידי החקלאי, הרשות משלימה את ההפרש). על אף ההצלחה שנרשמה בשנת 2008, הואט קצב העבודות בשנת 2009, בעיקר בשל רצף שנות הבצורת, אשר הקשה על גיוס הון מהחקלאים (ראיון עם עופר שאולקר).

עלויות של פעולות המבוצעות באחריות החקלאי (בעיקר פעולות אגרוטכניות)

אין באפשרותן של השיטות ההנדסיות שהוצגו בסעיף הקודם לפתור את בעיות שימור הקרקע בכל מרחב השטח. על מנת להגביר את האפקטיביות שלהן נדרשות פעולות משלימות בתוך השדה. מדובר בשיטות חקלאיות המשפרות את הקרקע, מעשירות אותה ומסייעות לאגירת מים (לדוגמה, אי פליחה, גימום, סיכור, עיבוד בפסים, חיפוי בשאריות, יישום צמחי כיסוי ועוד. משרד החקלאות, 2007).

בטבלה מס' 10.7, להלן, מרוכזות העלויות הממוצעות לביצוע פעולות שיקום קרקע על ידי החקלאים. הנתונים מתבססים על ארבע תכניות שימור קרקע וניקוז שנשפטו לשם קבלת מענקים ממשרד החקלאות ואושרו בשנת 2009. הנתונים מוצגים בהתאם ליחידת המידה המקובלת להערכתם, והעמודה השמאלית מפרטת את האופן שבו העלות מותאמת לשדה כולו.

טבלה מס' 10.7 : עלויות לביצוע פעולות לשיקום קרקע מתוך תכניות שיפוט שאושרו על ידי משרד החקלאות ב-2009 (ראיונות עם ישראל רוזיליו, קאיד אבו-גאנם, משרד החקלאות)

רכיב	יח' מידה	עלות ליח' מידה (₪)	התאמת העלות לשדה כולו
מדידות	דונם	80	בכל השדה
גדודיות	דונם	250	בכל השדה
דרכי מים	מ"א	15	עובר מסביב לשדה - תלוי בהיקפו
מעבירים איריים	מעביר	5,500	משמש לטיפול נקודתי בערוצים או ואדיות משניים (בשונה מרשות הניקוז שמטפלת בדרכים חקלאיות ראשיות). עלות : 15 ₪ למ"א. במרבית השדה
ייצוב צמחי	דונם	85-150	משתנה. תלוי בהיקף העבודה עצמה ופחות בגודל השטח.
פיקוח	דונם	35	הצורך מוגדר עפ"י דרישות השטח
מעבירי מים מצינורות בטון	מ"א	400	הצורך מוגדר עפ"י דרישות השטח
מתקני כניסה	מ"ר	150	הצורך מוגדר עפ"י דרישות השטח

מימון התכניות שאושרו משתנה בהתאם ליכולות התקציב. בדרך כלל, ניתן מימון בשיעור של כ-20%, המתבסס על חוק עידוד השקעות הון לאזור הנגב (אזור עדיפות א'), ומימון נוסף בשיעור של כ-20% המתבסס על תקציב מנהלי של אגף שימור קרקע וניקוז או של מחוז הנגב במשרד החקלאות (ראיון עם ישראל רוזיליו).

לפעולות שימור קרקע אגרוטכניות עלויות תפעוליות רבות, העלויות להקשות על התמדה בהן. לדוגמה, בקיבוץ רוחמה בשנות החמישים וקיבוץ בדורות עד סוף שנות השישים נהגו לעבד את הקרקע לפי קווי גובה, אך התגלה כי שיטה זו יקרה, גוזלת זמן ומסובכת מבחינת הצמ"כ, ולכן

הופסקה ואין משתמשים בה יותר (ראיונות עם רמי פוליאקוב ועם עמוס יעקובי). בגד"ש שקמה לא התמידו בביצוע גימום, משום שפריסת הגומות יצרה נביטה לא אחידה, וקצב העבודה היה אטי בשליש ביחס לאלטרנטיבה (10 קמ"ש בגימום, לעומת 15 קמ"ש בעיבוד משמר) (ראיון עם יניב בלושטיין).

בטבלאות מס' 10.8 ו-10.9 מוצגת סימולציה ראשונה לבחינת עלויות שימור קרקע באמצעים אגרוטכניים באגן שקמה-בשור. הטבלה הראשונה מפרטת את העלויות של חמש פעולות אגרוטכניות מקובלות לשימור קרקע, בהתבסס על מחקרים שונים ונתונים מהשטח. בטבלה השנייה מתוארות העלויות הללו לפי סוגי גידולים בהתאם להמלצות של המדריך החקלאי שי כיתאין (2009), ובהתאם לחלוקת השטחים החקלאיים באגן.

טבלה מס' 10.8 : עלויות פעולות שימור קרקע שוטפות שנתיות (ש' לדונם)

(מערכת הפעולות מבוססת על כיתאין, 2009)

פרמטרים	עלות (ש' לדונם)	מקור הנתונים להערכת העלויות
חומר אורגני	25	עלות פיזור חומר אורגני כוללת פיזור של 2 קוב חומר אורגני אחת לשנתיים בעלות של 10 ש' עלות החומר + 15 ש' עלות הפיזור. כיום חומר מצ אורגני יכול להיות: קומפוסט מבוצה, פסולת, זבל בקר גזם עירוני בעלות של 12.5 ש' /מ"ק בממוצע. בעתיד אפשר לצפות הוזלה ככל שתפחת ההטמנה של פסולת ביתית (על פי מדיניות המשרד להגנת הסביבה), יעלה היטל ההטמנה ויתפתחו מתקני קומפוסטציה לפסולת ביתית אורגנית מופרדת (במקור ובמתקני מעבר). במצב זה יהיה צורך לתת פתרון לקומפוסט הזה, ולפיכך המחיר ירד (מתוך : ריאיון עם שי כיתאין והערות הכותבים)
אפס עיבוד	0	במחקרים אלה משטר אפס עיבוד מקנה רווח נטו או אפס תוספת עלויות, בהתאמה. בהמשך, פירוט עלות משטר אפס עיבוד (בונפיל, 2004 ; הדס וחובי, 2009).
חריש אחת ל-4-7 שנים	---	אין תוספת עלות ביחס למשטר עיבוד קונבנציונלי (הדס וחובי, 2009 ; ריאיון עם שי כיתאין)
סיכור (בשלחין)	15.87	מתבסס על מחירון של ארגון עובדי הפלחה משנת 2008, כולל עדכון עליית מחירים בשנת 2009 בשיעור של 15%
גימום (בפלחה)	4.14	מתבסס על מחירון של ארגון עובדי הפלחה משנת 2008, כולל עדכון עלית מחירים בשנת 2009 בשיעור של 15%

**טבלה מס' 10.9 : עלויות שנתיות של שימור קרקע לפי סוגי גידול באגן שקמה-בשור (נח)
(חלוקת השטחים ומערכת הפעולות המומלצות לכל גידול מבוססת על כיתאין, 2009)**

גידול	גודל השטח המעובד - הערכה (דונם)	שיטה מומלצת	עלות לדונם (נח)	עלות (נח)	כוללת
חיטה-בעל	320,000	אפס עיבוד חריש אחת ל-4-7 שנים חומר אורגני	----- ----- 25	----- ----- 8,000,000	
		גימום	4	1,324,800	
חיטה-שלחין	40,000	סיכור	16	5,078,400	
שעורה	40,000	חומר אורגני	40	1,600,000	
קטניות	40,000	חומר אורגני	40	1,600,000	
אבטיח לגרעינים	20,000	חומר אורגני	40	800,000	
כרם נח	80,000	חומר אורגני	40	3,200,000	
תפוז"א - שלחין	141,000	סיכור	16	2,237,670	
גזר - שלחין	10,000	סיכור	16	158,700	
בוטנים- שלחין	15,000	סיכור	16	238,050	
חמניות- שלחין	15,000	חומר אורגני	40	600,000	
		סיכור	16	238,050	
חימצה- שלחין	8,000	חומר אורגני	40	320,000	
		סיכור	16	126,960	
שום- שלחין	4,000	סיכור	16	63,480	
חיטה בעל - בדווים	100,000	חומר אורגני	40	4,000,000	
גד"ש בעל בעיבוד אינטנסיבי - בדווים	40,000	אפס עיבוד	0	-----	
		חומר אורגני	40	1,600,000	
סך הכול	873,000			31,186,11	0

* לא נכללים בלוח: שלחין בצל, בטטה ואבטיחים למאכל המגודלים בשטחים קטנים יחסית, וכן תירס לתחמיץ שרובו מושקה בטפטוף וכמעט אין בו בעיה של חידור מים ושימור קרקע.

כפי שאפשר לראות **בטבלה מס' 10.9**, לעיל, סך העלויות השנתיות של הפעולות האגרוטכניות המומלצות לביצוע בשטחים המעובדים באגן הוא 31 מיליון ₪. הערכת סך השטח המעובד באגן היא כ-873 אלף דונם (אולם זו עשויה להיות הערכת יתר). לשם השוואה, לפי הדס ועמיתים (2009), העלות השנתית המוערכת בכל השטחים הרשומים כמעובדים בישראל היא 482 מיליון ש"ח (נציין כי העלות הנדרשת בפועל היא נמוכה יותר, כיוון שבפועל לא כל השטחים מעובדים אינטנסיבית).

החלופה לפיזור חומר אורגני היא שימוש בחיפוי קש (באמצעות פיזור "ואלים" של קש או השארת 15 ס"מ בערך של חיטה לא קצורה בשטח). אולם, מחירי הקש משתנים, וברוב השנים הוא יקר יותר מחומר אורגני. חיפוי הקש הנדרש הוא כ-400 ק"ג לדונם, ומחיר הקש הממוצע בשנים האחרונות

הוא כ-400 ש"ח לטון. כלומר, עלות הפיזור היא 160 ש"ח לדונם, וגבוהה פי 4 ויותר מעלות פיזור חומר אורגני (ראיון עם שי כיתאין).

משטר אפס עיבוד, אשר בטבלה מופיע כחסר עלות, הוא משטר הכולל פעולות שונות של שימור קרקע. על פי בונפיל (2004), משטר זה רווחי מבחינת החקלאי (להלן פירוט). על פי הדס ועמיתים (2009) מזרעת אפס עיבוד מחליפה מזרעה רגילה, ולכן, לכאורה, אין לה עלות. על סמך מחקרים אלה הונח כי לצורך העניין, אין למשטר זה עלות ביחס למשטר קונבנציונלי. אך למעשה, קיים שוני מהותי בין הפעלת מיכון במשטר של אפס עיבוד ומיכון קונבנציונלי, אשר אין בהירות באשר לעלות נטו שלו.

בדרך כלל, מיכון למשטר של אפס עיבוד הוא מזרעת סיכות או דיסקיות שביכולתה להכניס את הדשן והזרעים לתוך הקרקע בו בזמן, מבלי לפלח אותה ומבלי שיש צורך לחרוש אותה לפני כן (מתוך: ראיון עם ישראל רוזיליו). משטר העיבוד כולל השארת רגבים בשטח, פעולה המאפשרת חדירות מוגברת של מים דרך שורשיהם (מתוך: ראיון עם אבישי ואזה). יש צורך להתאים את המזרעה לאופי הקרקע, לדשן ולהזרעה (מתוך: ראיון עם רמי פולאקו). יש מגוון רב של מיכון לאפס עיבוד בארצות הברית, באוסטרליה ובדרום אמריקה (מתוך: ראיון עם דוד בונפיל). באופן תאורטי אפשר לייצר מזרעות כאלה גם בישראל, אך יש צורך לעודד את היצרנים לכך באמצעות תמריצים כלכליים שונים. בשנת 2008 רכש קיבוץ רוחמה מזרעת "דרייל" ודיסקיות לאפס עיבוד. עלות המזרעה כמיליון ש"ח (כ-50% מהרכישה מומן באמצעות מענקים ממשרד החקלאות) (מתוך: ראיון עם רמי פולאקו). כדי לסבר את האוזן, נציין כי עלות ממוצעת של מזרעה רגילה כ-400 אלף ש"ח. השימוש במזרעה מצריך גם אביזרים רבים יותר, ויש עלויות נוספות הנובעות מההתאמה של המזרעה לאביזרים קיימים, ומהצורך בריסוס מוגבר בשל בעיות מוגברות בתחום המזיקים והעשבים. ההערכה המקובלת היא שיתרונות השימוש במזרעת אפס עיבוד (השבחת הקרקע, הרווח במים, העלייה בתפוקות והחיסכון בתשומות העיבוד) מאפשרים החזר הון עליה בתוך כחמש שנים (ראיון עם אבישי ואזה).

גם בגד"ש שקמה יש ניסיון בעבודה באמצעות מזרעת עיבוד משמר. הגד"ש רכש מזרעת מינימום עיבוד לפני כשש שנים. זוהי מזרעה כבדה פחות ממזרעת אפס עיבוד, וגם היא יכולה להחדיר בו בזמן דשן וזרעים. המזרעה נרכשה על מנת להתמודד עם בעיות סחף רוח וירידה בממוצע המשקעים באזור. עלות רכישת המזרעה הייתה \$80,000 (30% מומן באמצעות מענק ממשרד החקלאות), משך הזמן המשוער לעבודתה כעשר שנים והתחזוקה השנתית שלה נאמדת בכ-15,000\$ בשנה (עלות זו כפולה מעלות התחזוקה של מזרעה רגילה). בדומה למזרעת אפס עיבוד, השימוש במזרעת מינימום עיבוד מאפשר חיסכון בעלויות ההפעלה (יש צורך לעבור על השדה רק פעם אחת). עם זאת, השימוש במזרעה מחייב ריסוס מוגבר, בשיעור של כ-20% יותר חומרי הדברה, ודורש יותר בקרה. השימוש במזרעה שיפר במידה רבה מאוד את חלחול המים בגד"ש מבחינת מהירות, אחידות, עומק וכמות המים החודרת, ביחס לשדות שכנים שבהם העיבוד קונבנציונלי (ראיון עם יניב בלושטיין).

עלויות כוללות של שימור קרקע ומניעה

העלויות שנסקרו עד כה כוללות עלויות שיקום קרקע ומניעת סחף קרקע ברמת החקלאי וברמה אזורית, כעלויות שנתיות וכהשקעות. כיוון שמדובר בתוניהם ממקורות שונים, יש קושי לאחד אותם לכדי הערכה כוללת. מתוך המאמר של הדס ועמיתים (2009), נציג להלן (טבלה מס' 10.10) הערכה

כוללת של ההשקעות הנדרשות בעבור שיקום קרקע ובעבור מניעת סחף קרקע בשדה בגודל ממוצע של 120 דונם, וכן תחשיב הוצאות והכנסות לדונם הנובעות מפעילות מומלצת לשיקום קרקעת גד"ש שבה יש סכנת סחיפה בינונית (הגדרה המתאימה למרבית השטחים הרלוונטיים באגן שקמה-בשור) (להלן טבלה מס' 10.11).

טבלה מס' 10.10: סיכום השקעות בשיקום קרקע לשדה בגודל 120 דונם (ש, מחירי 2008)

הערות	עלות לשדה בגודל ממוצע של 120 דונם (ש, מחירי 2008)	רכיב עלות
כולל: תחזוקת דרך ציבורית, הוספת מעבירי מים והקמת תעלות הולכה (לנחל ראשי)	21,360	עלות מניעת סחף קרקע
כולל: שיקום דרכי שדה, הקמת תעלות הולכה (מסביב לשדה), ממשק הקרקע ושיקום השטח	139,560	עלות שיקום שדה חקלאי מפגיעות סחף *
עלות לדונם: 1,341 ₪	160,920	סה"כ השקעות

* הרכיב היקר ביותר בעלות השיקום הוא הקמת שיחים. עלותם היא 1,000 ₪ לדונם, והם מתאפיינים ב-25 שנות קיים.

טבלה מס' 10.11: הוצאות והכנסות לפעילות מומלצת לשיקום קרקע של גד"ש עם סכנת סחיפה

בינונית (ש, לדונם, מחירי 2008) (הדס ועמיתים, 2009)	רכיב עלות
ש, לדונם (מחירי 2008)	
79	שיחים בצפיפות נמוכה
20	שיקום סביבה (עלויות ייצוב בתוך ומחוץ לשדה)
-39	חיסכון בטיפול שוטף בשדה
60	סה"כ עלות פעילות מתקנת ברמת החקלאי

תמיכה ניהולית

עלויות נוספות שטרם נסקרו הן עלויות הניהול של תכנית שימור קרקע ברמה אזורית. לצורך אמידת העלויות, מוצגות להלן (טבלה מס' 10.12) ההערכות באשר לעלות הפיצויים והתמריצים המתוכננים במסגרת התכנית הרב-שנתית של משרד החקלאות שהחלה ב-2007.

טבלה מס' 10.12: פיצוי ותמריצים שנתיים במסגרת תכנית-רב שנתית של משרד החקלאות (2007)

רכיבי עלות	יחידת המידה	תמריץ נדרש ליח' מידה (ש)
1. גיוס משתתפים	דונם	10
2. פיצוי בגין פחיתה בתנובת השדות	דונם	15
3. תמיכה מקצועית הדרכה וניטור	אזור	50,000
4. תמיכה שנתית בציוד **		1,200,000

הסכומים המוצגים לעיל בטבלה מס' 10.12 בסעיפים 1–2 מבוססים על הנהוג בארצות הברית. הסכומים בסעיפים 1–3 צפויים לרדת עם השנים, ככל ששימור הקרקע ייהפך רווחי יותר לחקלאים (עם השיפור בתנובת השדות) הסכום בסעיף 4 צפוי לעלות עם השנים, ככל שהביקוש יעלה.

בנוסף על כך, במסגרת התכנית ביקש משרד החקלאות לכלול תמיכה כספית ייעודית בחמש הפעולות האלה (משרד החקלאות, 2007):

- בניית מתקנים הנדסיים הכרחיים (מערכות השהייה, שיחים, תעלות מיוצבות וכיו"ב), במימון ניכר של משרד החקלאות (כ-80%).
- עידוד להעדפת גידולים משמרי קרקע כמו מטעים משולבים בצמחי חיפוי, מרעה וכדומה.
- סיוע בהעשרת הקרקע בקומפוסט ובחומרים אורגניים אחרים.
- תמיכה תקציבית בהדרכה וליווי מקצועי.
- סיוע ברכישת ציוד אגרוטכני ייעודי, כמו מזרעות, מכסחות וכדומה

במשרד החקלאות מחוז נגב, קיבוץ רוחמה היה היחיד שקיבל תמיכה תפעולית בעיבוד משמר בשווי של כארבעה שקלים חדשים לדונם לאחר מיסים. תמיכה זו ניתנה לו במשך חמש שנים (ראיונות עם ישראל רוזיליו ועם רמי פוליאקוב). בקשות נוספות לתמיכה תפעולית נדחו בשל מחסור תקציב. מחסור זה מקשה על יצירת אמינות למענקים ועל תכנון חקלאי ארוך טווח המפנים את הסיוע התקציבי. כדאי לשקול פיתוח מקורות אמינים יותר למענקים. לדוגמה, הקמת קרן שתופרש מדמי החכירה השנתיים של השטחים החקלאיים למנהל מקרקעי ישראל. שיעור קטן מדמי החכירה השנתיים יוכל לשמש מקור מהימן ומספק לתמיכה בהשקעות ולהוצאות תפעול של אמצעי שיקום קרקע (ראיון עם ישראל רוזיליו).

10.7.3 תועלות משימור קרקע

תועלות לחקלאי

"היעדר עיבודי קרקע תרם למניעת סחף קרקע על ידי רוח ומים ללא תלות בסוג הקרקע ובמיקום הגאוגרפי, בשילוב עם חיפוי הקרקע בקש התקבלה חדירות מים ואוגר מים בקרקע מרביים. מגמה ברורה ועקבית מראה על כושר ייצור והנבה גבוהים של כל גידולי השדה בממשק אי פליחה לעומת ממשק מקובל או מינימום עיבוד. מחישובי כלכליות שונים ניתן להסיק כי התרומה למגדל עולה כבעשרה דולר לדונם בעקבות הגידול באי פליחה עם חיפוי לעומת גידול בממשק מקובל או במינימום עיבוד" (בונפיל, 2004). בטבלה מס' 10.13, להלן, מוצגים הפרשי ההכנסות וההוצאות במשטר אפס עיבוד ביחס לעיבוד קונבנציונלי בגידול חיטה בדרום-מזרח הנגב (מוצגים רק הסעיפים שבהם יש הפרשי עלויות).

טבלה מס' 10.13 הפרשי הכנסות והוצאות באפס עיבוד לעומת עיבוד קונבנציונלי (שם לדונם בחיטה בדרום-מזרח הנגב) (בונפיל וחוב', 2004). החישובים נעשו על ידי כלכלנית משרד החקלאות, הגב' אסתי גזית ומתבססים על מחירי מחירון ארגון עובדי הפלחה ועל "ממוצע חקלאי" המקובל באזור.)

הפרשי הכנסות והוצאות באפס עיבוד לעומת עיבוד קונבנציונלי (שם לדונם בחיטה לדרום מזרח הנגב)			הכנסות
4.57			
-9.65	דיסוק	הוצאות שוטפות	
-1.34	חריש		
-0.63	החלקה		
-5.22	דישון נוזלי ומוצק		
4.79	זריעה יבש		
-0.81	זריעה רטוב		
-0.64	משתת		
-6.33	גיבוב קש קבלני		
-7.76	כיבוס קש קבלני		
4.41	דשן - אוראה		
1.44	הובלה		
-22.67	סה"כ הוצאות שוטפות		
-1.36	כלליות	הוצאות קבועות	
-9.95	החזר הון מיכון		
-11.31	סה"כ קבועות		
-33.98	סה"כ הוצאות		
38.55	תרומה לדונם		

הנתונים שבטבלה שלעיל מבוססים על סדרת ניסויים שנערכה בחלקות חקלאיות שונות בדרום-מזרח הנגב בשנים 2002–2003 ומביאים בחשבון ממוצע של השדות שהשתתפו בניסויים. כפי שאפשר לראות, הפרש התרומה נטו לדונם מאפס עיבוד הוא כמעט 40 ש. תרומה זו מקטינה את ההפסד הכולל שנמצא בשני משטרי העיבוד בגידול חיטה בדרום-מזרח הנגב, אשר הסתכם ב-91 שם לדונם בעיבוד קונבנציונלי לעומת 52.5 שם לדונם באפס עיבוד.

כפי שאפשר לראות, יש עלייה ביבול (ובהתאם גם בעלויות ההובלה), הדישון והזריעה. העלייה בצורכי הדישון נובעת מפחיתה ברמת המינרלים הזמינים לגידול עקב צריכה מוגברת בעבר. בעיות

נוספות המאפיינות משטר אי פליחה הם עשבים רעים, ולכן נדרשת הקפדה על מחזורי זרעים וחומרי הדברה תקינים. סך הכול היתרון הכלכלי באי פליחה נובע בעיקרו מחיסכון בהוצאות ייצור, ואילו היתרון בייצור יכול מתקזז עם חוסר ניצול הקש (לכן סעיף ההכנסות גדל אך במעט). החיסכון בהוצאות נשאר בידי המגדל ומכאן אמינותו הגבוהה של הרווח מאי פליחה (בונפיל וחוב', 2004). העובדה כי הנתונים נאספו בדרום-מזרח הנגב, שהוא האזור השחון יותר באגן שקמה-בשור, מהווה תמיכה ברלוונטיות של הנתונים למגדלים באזור, ובעיקר מגדלי הפלחה.

על אף הנתונים הכלכליים החיוביים במובהק, מציין בונפיל וחוב' (2004) כי שיפור כושר הייצור מלווה בחששות גדולים עקב ההשקעה הנדרשת במיכון, מחד גיסא, והיבטים שונים בהגנת הצומח, מאידך גיסא. לדעת בונפיל, על מנת לעבור למשטר אי פליחה דרושה, בראש ובראשונה אמונה. (ראיון עם דוד בונפיל)

באשר לחסמים למעבר לעיבוד משמר, מציין משד החקלאות (2007): "שיטות העיבוד האחרונות הוכחו כיעילות מאוד לשימור הקרקע והסביבה, אך יישומן בהיקפים נרחבים לא התאפשר עד כה מסיבות שונות, כגון: ה ביבפחתה ביבול, הפרעה בעיבוד, מגבלות מימון, מדיניות המשרד, היעדר מודעות של חקלאים, ותחלופה מהירה של כוח אדם המנהל ומפעיל את המשק החקלאי".

בקיבוץ רוחמה שבו מעבדים בשיטות שונות של עיבוד משמר מזה כשלושים שנה (בעיקר גימס, חיפוי קש בשנים שבהן מחיר הקש נמוך ולאחרונה אפס עיבוד) יש עדויות שעיבוד משמר מפחית היווצרות תעלות, ואדיות, ערוצים ונגר במידה רבה ביחס להיווצרותם בעבר (ראיון עם רמי פולאקו).

גם במחקרים שנערכו בעולם נמצאו תועלות חיוביות מעיבוד משמר:

- מורגן (Morgan, 2005) מתייחס לתועלות נטו של \$17.4 להקטר באפס עיבוד לעומת עיבוד קונבנציונלי בתירס, \$7.7 בחיטה ו-\$3.6 בסויה באפס עיבוד לעומת עיבוד קונבנציונלי. מרבית התועלת נבעה מגידול ניכר ביבול.
- צנטנר ועמיתים (Zentner et al, 2002) בחנו חוות בקנדה בין השנים 1987–1998 בשיטות עיבוד שונות והראו כי היבולים עלו עם המגוון והאינטנסיביות של הגידולים, אך העלויות נשארו דומות בין שיטות חריש. החיסכון בעבודה, בדלק במיכון ובתחזוקה במשטר אפס עיבוד אוזנו בעזרת תוספת מדבירים. עם זאת, הסיכון והתנודתיות במחירים היו נמוכים יותר בשיטות הקונסרבטיביות.
- ורש ועמיתיו (Verch et al, 2009) בחנו משטרי עיבוד שונים (עיבוד קונבנציונלי, עיבוד מינימלי ואפס עיבוד) בצפון-מזרח גרמניה בשנים 2002–2005 והשוו ביניהם מבחינת רווחיות. החריש המופחת היה הרווחי ביותר.

10.7.4 תועלות מנקודת המבט של המשק הלאומי

על מנת לנסות ולקבל אינדיקציה ראשונה לתועלות המשקיות שעשויות להתקבל מיישום של עיבוד משמר באגן שקמה-בשור נערך עיבוד נתונים של תועלות מהתכנית-הרב שנתית לעיבוד משמר של משרד החקלאות (2007). הנ"ל מוצג בטבלה מס' 10.14 שלהלן. הנתונים המקוריים מתייחסים

למיליון דונם קרקע מעובדת בסיכון סחיפה בינוני עד חמור. ההתאמה לשישה מיליון הדונם באגן שקמה-בשור, אשר מתוכם, כאמור, מעובדים כ-873 אלף דונם, בוצעה בגסות: התועלות הקבועות (תחזוקה, השקעה בתשתיות) נאמדו באותו הסכום לשטח הגדול פי שש ולתועלות שוטפות (צמצום אובדן קרקע, חיסכון בהשקיה) בוצע צמצום ל-87% בהתאם לגודל השטח המעובד.

טבלה מס' 10.14: תועלות כלכליות ישירות שנתיות של שיקום קרקע –
חישוב משרד החקלאות והתאמה ראשונה לאגן שקמה-בשור

התאמה ראשונה לאגן שקמה-בשור (שישה מיליון דונם, מתוכם כ- 100,000 דונם מעובדים)	לפי מיליון דונם קרקע מעובדת בסיכון סחיפה חמור ובינוני			
	15	מ"ק	שווי אובדן קרקע של שכבת העיבוד	אובדן קרקע
	1	מ"מ	כמות קרקע שאובדת בשנה	
	1,000,000	דונם	שטח רלוונטי לחישוב	
13,095,000	15,000,000		סה"כ	
10,000,000	10,000,000			חיסכון בתחזוקה של תועלות
	20	מ"מ	הגדרה חידור לדונם	חיסכון בהשקיה
	400,000	דונם	שטח רלוונטי לחישוב	
	1.5	מ"ק	מחיר המים	
10,476,000	12,000,000		סה"כ	
	80,000,000		השקעה שנתית בבניה ושדרוג מפעלי ניקוז	צמצום השקעה בתשתיות ניקוז
	5%		% צמצום מוערך	
4,000,000	4,000,000		סה"כ	
	40,000,000		היקף שנתי של נזקי הצפות	צמצום נזקי הצפות
	10%		% צמצום מוערך	
4,000,000	4,000,000		סה"כ	
	אי אפשר להעריך בשלב זה			צמצום השקעות בתשתיות תעבורה
41,571,000	45,000,000			סך הכול

בטבלה מס' 10.14, לעיל, מוצגים נתונים גסים מאוד, בעלי אמינות נמוכה יחסית. אולם, אפשר לקבל מהם אינדיקציה ראשונה לכך שאומדן התועלות הלאומיות משימור קרקע באגן שקמה-בשור הוא עשרות מיליוני שקלים.

על פי דוח מבקר המדינה משנת 1993, הדן בנוקי ההצפות של חורף 1991–1992, הנזקים שנגרמו לחקלאות בכל אזורי הארץ בעקבות שיטפונות החורף נאמדו בעשרות מיליוני שקלים (מבקר המדינה, 1993). נתון זה נותן אינדיקציה נוספת לעלויות הנחסכות הנגזרות מתועלות משימור קרקע. נוסף על תועלות אלה, יש תועלות עקיפות, קשות יותר לכימות, אשר גם להן ערך כלכלי (משרד החקלאות, 2007):

- חיסכון בתשומות הצורכות דלק פוסילי בעיקר בעיבוד הקרקע ובדשנים.
- שיפור ההתמודדות ברמה הלאומית עם שינוי אקלים עקב אפקט החממה: סופות גשם, גאותות קיצוניות, תהליכי מדבור וכיו"ב.
- הקטנת פליטת גזי חממה והגברת קיבוע הפחמן בקרקע. לצד התרומה הגלובלית תהיה בכך תרומה לעמידת מדינת ישראל בדרישות עתידיות בתחום.
- הקטנת זיהום מקורות מים עקב נגר תשטיפים, בעיקר בכנרת.
- הפחתת נזקים לתשתיות שונות עקב משיטפונות.
- ביסוס חקלאות בת-קיימא.
- השתלבות במרחבים ביוספרים וכדומה.
- חיזוק הקהילה הכפרית
- פוטנציאל לפיתוח טכנולוגיות חדשניות מול ביקוש עולמי מתרחב בתחום.

10.8 הערכת עלויות יישום התכנית והצעה למקורות מימון

מטרת חלק זה לנתח את המעטפת הכספית-התקציבית של תכנית הניקוז ולגבש הצעת מסגרת למקורות המימון להשקעות ולתחזוקה השוטפת.

חישוב העלויות ייעשה בנפרד לחקלאים ולרשות הניקוז. שיקום הקרקע מוטל על החקלאים ופעולות הניקוז בערוצי הנחלים באחריות רשות הניקוז. הניתוח יתייחס הן להשקעות והן לתחזוקה השוטפת. הפרמטרים הכמותיים-כספיים לחישובים ולמשאבים מפרק 10.7 של המסמך הכלכלי וניתוחים ספציפיים נוספים.

10.8.1 העלויות השנתיות של שימור הקרקע

על פי הניתוח בפרק 10.7 העלות הכוללת של פעולות שימור קרקע חקלאית נאמדת ב-31 מיליון שקלים בשנה (ראה טבלה מס' 10.9). פעולות אלה עשויות להיות כדאיות לחקלאי ולהביא בממוצע לתוספת תרומה של כ-38 שח/דונם (לעיל טבלה מס' 10.13). מנקודת המבט הלאומית עומדת תועלת שנתית של 42 מיליון שקלים, כנגד העלות של 31 מיליון שקלים (לעיל טבלה מס' 10.14).

חשוב מאוד להדגיש, כי תוספת התרומה הוכחה עד כה רק בתנאי ניסוי ובחלקות שדה בודדות. לפיכך, מנקודת המבט של החקלאי סביר להניח שתהיה רתיעה אצל רבים מלבצע את פעולות השיקום, דבר שלאורך זמן יגרום לנזקים רבים לסביבה ולנזקים כלכליים לא מעטים, כפי שמכומת בפרק 10.7.

המסקנה הנובעת היא כי דרוש מכשיר מדיניות אשר יתמרץ כלכלית את החקלאים לפעול באופן הרצוי בתחום שימור הקרקע. המשמעות היא הקצאת משאבים לתמיכה ולסבסוד של חלק מסוים מהעלויות השנתיות של שימור הקרקע, זאת לצד פעולות הסברה והמשך המחקר היישומי.

10.8.2 השקעות בניקוז ערוצי הנחלים

המתודולוגיה לאומדן

ההשקעות בניקוז מתחלקות לשני סעיפים מרכזיים: הפעולות הישירות בתוך הערוצים והפיצוי הנדרש לחקלאים אשר יפסיקו לעבד שטחים חקלאיים שיהפכו לאזורי חיץ. האורך המצרפי של ערוצי הנחלים נאמד מתוך המפות ושכבות ה-GIS של האזור. האומדן הוא כ-300 ק"מ. מתוך סיכום פעולותיה של רשות ניקוז שקמה-בשור בשנים 2008–2009 בתחום ניקוז הנחלים חושב מדד ההשקעה הממוצעת למטר ערוץ, הוא 215 ₪. על פי עקרונות תכנון מקובלים (תמ"א 35), אזורי החיץ הם ברצועה של 20 מ' מכל גדה. מכאן שהשטח הכולל של אזורי החיץ הוא מכפלה של 300 ק"מ אורך ו-40 מ' רוחב, שהם 12,000 דונם.

לחישוב ערך ההפסד לחקלאים בגין הוויתור על הקרקע מעובדת באזורי החיץ יש להביא בחשבון את הרווח הנקי הממוצע של חקלאות לא מושקה, כי מדובר בהפסד קרקע בלבד ולא בהפסד מים. ההפסד לדונם נאמד על פי ערך נוכחי של 120 ₪ לדונם רווח נקי ממוצע בריבית ראלית בשיעור של 8% ולתקופה אין סופית. התוצאה היא פיצוי נדרש של 1,500 ₪ לכל דונם באזור החיץ.

חישוב ההשקעות

- ההשקעה הישירה בניקוז: 300 ק"מ ערוץ*215 ₪/מ' = 64.5 מיליון ש"ח ובתוספת 10% לתכנון, פיקוח: 72 מיליון ₪.
- פיצוי בגין אובדן שטח מעובד באזורי חיץ: 12,000 דונם*1500 ₪=18 מיליון ₪.
- סה"כ ההשקעה בניקוז האזור: 90 מיליון ₪.

10.8.3 התחזוקה השוטפת של הניקוז

הפרמטר התכנוני הנקוב לתחזוקת ניקוז הוא מחצית ההשקעה אחת לארבע שנים. כלומר, מדובר בעלות ממוצעת של תשעה מיליון ₪ בשנה לתחזוקת כלל המערכת.

10.8.4 עלויות שוטפות נוספות

בסעיף זה נכללות העלויות הבאות:

- תמיכה במחקר, פיתוח (והתאמה לאזור) בתחום שימור קרקע חקלאית וניקוז נחלים. הצורך נאמד ב-1.5 מיליון ₪ בשנה.
- פעולות הסברה בקרב החקלאים ובאזור: 0.4 מיליון ₪ בשנה.
- תקורות ושונות 0.5 מיליון ₪ בשנה.

10.8.5 ריכוז העלויות השוטפות הנדרשות ליישום התכנית

לצורך הראייה הכוללת של יישום התכנית יש לכלול את מלוא עלויות שימור הקרקע. בטבלה מס' 10.15 שלהלן מוצגת המסגרת הכוללת של העלויות השנתיות השוטפות.

טבלה מס' 10.15: המסגרת הכוללת של העלויות השנתיות השוטפות.

מהות הפעולה	תאור הפעולה	הסכום (מלש"ח)
שימור ותחזוקה	קרקע חקלאית	31
	מערכות ניקוז נחלים	9
פעולות תמך	תמיכה במו"פ	1.5
	הסברה	0.4
תקורות		0.5
סה"כ		42.4

כדי להגביר את המוטיבציה של החקלאים לבצע את פעולות שימור הקרקע בשטחים החקלאיים יש לתמוך בעלויות השיקום בשיעור של 25% שהם 7.75 מיליון ₪ בשנה. התמיכה תינתן לאחר אישור של גורם מוסמך כי בוצעו הפעולות הנדרשות. בטבלה מס' 10.16 שלהלן מוצג ריכוז העלויות השנתיות השוטפות מנקודת המבט של הרשות.

טבלה מס' 10.16: ריכוז העלויות השנתיות השוטפות מנקודת המבט של הרשות שימור קרקע.

הפעולה	הסכום הנדרש (מלש"ח/שנה)
תמיכה לחקלאים בשימור קרקע	7.75
תחזוקת הניקוז	9
תמיכה במחקר ופיתוח	1.5
פעולות הסברה אצל החקלאים ובאזור	0.4
תקורות ושונות	0.5
סה"כ עלויות שוטפות	19.15

10.8.6 תפיסת המימון הבסיסית: איגום משאבים לניקוז ושימור קרקע

שני עקרונות יסוד מנחים את תפיסת המימון של התכנית :

העיקרון הראשון הינו שאת תכנית ניקוז הקרקע ושימורה שפותחה בעבודה זו (ותוארה בחלק זה במונחים כספיים) יש לתפוס כתכנית פעולה רב-שנתית, שתכליתה להגביר את הקיימות (sustainability) של סביבת האדם, החקלאות והטבע במרחב שקמה-בשור. פעולות השימור ומניעת הסחף הן באחריות כל הגורמים הקשורים בקרקע והקשורים לשטחים הפתוחים באזור. לפיכך, לצורך מימון הפעילות, ההשקעות הבסיסיות והתחזוקה השוטפת יש לאגם משאבים מכל הגופים הרלוונטיים.

העיקרון השני הינו כי תכנית הפעולה והיקפיה הכספיים צריכים להיגזר מהתכנית הרב-שנתית שגובשה במסמך זה. כיוון שמרבית פעולותיה הן פעולות מניעה מוקדמת של נזקים, המשאבים הכספיים שיעמדו לרשותה חייבים להיות בלתי תלויים במאורעות נזק. מחויבותם של הגופים המשתתפים חייבת להיות מושתתת על הסכם ארוך טווח (אמנה מחייבת) למעורבות, לאחריות ולמימון התכנית.

איגום המשאבים יהיה בקרן וירטואלית אשר אליה יועברו מידי שנה המקורות הכספיים בהתאם לתכנית הרב-שנתית ולהסכם הרב-שנתי בין הגורמים השותפים. מקורות אלה ישמשו ליישום התכנית. להלן הגופים המשתתפים בקרן הוירטואלית :

- מנהל מקרקעי ישראל, בתוקף היותו הגורם האחראי לשימורן של כל הקרקעות באזור והיותו הגורם המחכיר בהסכמים לטווחים שונים וכנגד דמי חכירה על פי החוק.
- הקרן הקיימת לישראל, בתוקף מחויבותה העמוקה וארוכת השנים לקרקעות הלאום ולפיתוח בר-קיימא של החקלאות והסביבה באזורי הפריפריה בישראל בכלל ובאזור שקמה-בשור בפרט.
- משרד החקלאות, בתוקף אחריותו לשגשוגה וקיימותה של חקלאות השטחים הפתוחים ובתוקף היותו הגורם הממשלתי האחראי על רשויות הניקוז.
- המשרד להגנת הסביבה, בתוקף אחריותו לשימור הסביבה הטבעית ושטחי הטבע, ואשר התכנית תורמת לשימורם באופן ישיר.
- המועצות האזוריות, בתוקף אחריותן הכולל לניקוז בשטחן, בתוקף זיקתן הברורה לשימורה התקין של הקרקע שבשטחן, ובתוקף כך שהן גובות ארנונה בגין השטחים החקלאיים הפתוחים.
- החקלאים והיישובים החקלאיים, בתוקף היותם מעבדי הקרקע והתועלת שיפיקו ממניעת נזקי סחף.

בהסכם המחייב שייחתם בין כל הגורמים הנ"ל תוגדר המחויבות הכספית של כל אחד למימון מרכיבי התכנית השונים. אין מדובר בקרן אשר תצבור את המקורות הכספיים, אלא במערך של קרן וירטואלית שמקורותיה מובטחים בכוח ההסכם ארוך הטווח בין השותפים. אחריותם למימוש התכנית תתבטא גם באמצעות חברותם בדיקטטוריון הקרן (פירוט להלן).

10.8.7 עקרונות לקביעת חלקם של הגורמים המשתתפים במימון התכנית

להלן יפורטו ברמה המצרפית (איכותית וכמותית) חלקי התכנית שימומנו על ידי כל אחד מהמשתתפים. על בסיס סכימת כל הרכיבים יגובש החלק היחסי, באחוזים מכלל התכנית, של כל גוף משתתף. בהתאם לכך יקבע הסכום שיושקע מידי שנה על ידי כל אחד מהשותפים.

מינהל מקרקעי ישראל: המינהל הוא הגורם האחראי לתקינותן של קרקעות המדינה החקלאיות והגובה בעבורן דמי חכירה שנתיים. דמי החכירה של שטחי-בעל הם 120 ש"ד/דונם בשטחי משבצת (נחלות) ו-7-10 ש"ד/דונם לשטחי-בעל אחרים בחכירה עונתית. במרחב שקמה-בשור כ-800 אלף דונם מעובדים (טבלה מס' 10.9). מרביתם שטחי משבצת (לפי 80 דונם למשפחה*100 נחלות*100 יישובים). סך הכול דמי החכירה של המנהל בגין קרקע חקלאית מוערכים בכ-60-80 מיליון ש"ח בשנה. אך טבעי הוא כי המנהל ישקיע שיעור של כ-10% מסכום זה בעבור "תחזוקת הנכס" שבבעלותו ועוד סכום דומה בגין השטחים הפתוחים. לפיכך מוצע כי מנהל מקרקעי ישראל ישתתף במימון חלקי של סעיפי התכנית.

הקרן הקיימת לישראל תשתתף באופן חלקי בהשקעות בניקוז הנחלים ובתחזוקת מערכות הניקוז. **משרד החקלאות** יממן חלק מהפיצוי לחקלאים בגין איבוד הקרקע ברצועת החיץ, וכן ישתתף בתמיכה בעלויות שימור הקרקע אצל החקלאים.

המשרד להגנת הסביבה ישתתף בהשקעות בניקוז ערוצי הנחלים ובתחזוקתו של הניקוז. **המועצות האזוריות** תשתתפנה בהשקעות בניקוז ובתחזוקה, וכן בתמיכה בחקלאים בעלויות שימור הקרקע.

החקלאים יממנו 75% מעלויות השימור השוטפות ויקבלו תמיכה בשווי 25% מעלויות אלו. **מנכ"ל רשות הניקוז** יקיים התייעצויות עם כל הגורמים לצורך גיוס ההסכמות העקרוניות. לאחר מכן תגובש הצעה כמותית ותובא לדיון בין המשתתפים.

10.8.8 מקורות ושימושים של התכנית

פרמטרים כלליים

תכנית ההשקעות (ניקוז ופיצוי לחקלאים) תתפרס על שמונה שנים. בהתאם לכך תהיה העלות השנתית של ההשקעה בניקוז תשעה מיליון ש"ח (שמינית מ-72) והפיצוי לחקלאים יהיה 2.25 מיליון ש"ח בשנה (שמינית מ-18). עלויות התחזוקה השנתיות של מערכות הניקוז תחושבנה לפי שיעור של 12.5% מההשקעה המצטברת בניקוז.

טבלה מס' 10.17 : מקורות ושימושים שנתיים של התכנית בשנת הפעלה מלאה

<u>(על פי מיליון ₪ לשנה)</u>		
מקורות	שימושים	סעיף העלות
שאר השותפים	חקלאים	
<u>השקעות:</u>		
9	9	• ניקוז
2.25	2.25	• פיצוי עבור רצועת חיץ
11.25	11.25	סה"כ השקעות
<u>הוצאות שוטפות</u>		
7.75	31	• שימור קרקע חקלאית
10.4	10.4	• תחזוקה ואחרות
18.15	23.25	סה"כ שוטפות
29.40	52.65	סה"כ לשנה
56%	44%	חלק יחסי (%)

מטבלה מס' 10.17 שלעיל עולה כי העלות השנתית הכוללת היא כ-53 מיליון ₪. החקלאים ישאו במימון בשיעור של 44% מכלל התכנית, ובשיעור של 56% יתחלקו כל יתר הגופים השותפים. ייקבע מפתח באחוזים לפיו יחושב חלקו של כל גוף מתוך סך התקציב של הקרן. סך הכול העלויות של הקרן בשנת הפעלה מלאה תהיינה 29.4 מיליון ₪.

10.8.9 תכנית השימושים של הקרן

טבלה מס' 10.18 : שימושי הקרן פריסה על פני שמונה שנים (במיליוני ₪)

סעיף העלות	שנה 1	שנה 2	שנה 3	שנה 4	שנה 5	שנה 6	שנה 7	שנה 8	סה"כ
השקעה בניקוז	9	9	9	9	9	9	9	9	72
פיצוי לאזורי חיץ	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	18
תחזוקת מערכות ניקוז (1)	1.1	2.2	3.3	4.5	5.6	6.8	7.9	9	40.4
שונוות ותקורה	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	11.2
סה"כ שימושים	21.5	22.6	23.7	24.9	26.0	27.2	28.3	29.4	141.6

(1) עלויות תחזוקה = 12.5% מההשקעה המצטברת.

הערה: משנה 9 ואילך, לאחר תום ההשקעות הבסיסיות, סך השימושים יקטן בכעשרה מיליון ₪, והם יעמדו על כעשרים מיליון ₪ בשנה.

10.8.10 עקרונות הניהול והתפעול של הקרן

העקרונות שלהלן ידונו וינוסחו במפורט בהסכם הרב-שנתי ליישום תכנית הניקוז ושימור הקרקע באגן שקמה-בשור ועליו יהיו תחומים כל הגופים המשתתפים.

- הגוף העליון של הקרן יהיה דירקטוריון ובו נציגים לכל הגורמים המשתתפים.
- הקרן תופעל על ידי רשות הניקוז ומנכ"ל הרשות יהיה מנהל הקרן. יו"ר הרשות יהיה גם יו"ר הקרן.
- לקראת כל שנה יגיש מנהל הקרן לדירקטוריון הצעת תקציב להשקעות ולעלויות התפעול בשנה הקרובה. ההצעה תידון ותאושר (או תוחזר לעדכון ודיון נוסף) בדירקטוריון הקרן.
- הסכום הכולל של התקציב השנתי יוטל על כל גוף משתתף בהתאם לחלקו על פי מפתח קבוע.
- המקורות והשימושים של הקרן יבוקרו על ידי רואה חשבון בדוח שנתי מבוקר ודוח חצי שנתי סקור.
- כל מסמכי הקרן (כולל פרוטוקולים, הצעות תקציב, דוחות ביצוע) יפורסמו באתר הרשות ויהיו שקופים לציבור.
- מנכ"ל הקרן יגיש לדירקטוריון הצעה לקריטריונים ונוסחאות הקצאה של התמיכה בחקלאים בעבור שימור הקרקע, וכן מנגנוני הפיצוי לחקלאים בעבור רצועות החיץ הלא מעובדות. ההצעה תכלול גם את מנגנוני הבקרה על ביצוע הפעולות.

11. תכנית לניהול רשות שימור קרקע שקמה-בשור

בפרק זה מוצג ניתוח של אסטרטגיה ניהולית מוצעת עבור רשות ניקוז/רשות נחל/רשות שימור קרקע, וכן הצעה למבנה ניהולי וכיוונים להתפתחות של רשות שימור קרקע.

11.1 חקיקה בנושא שימור קרקע

תקנות שימור קרקע (תקנות שימור קרקע, 1960) מבוססות על פקודת סחף-קרקע שפירסם הנציב העליון בשנת 1941 (Flooding and Soil Erosion Prevention Ordinance, 1941). על פי תקנות אלה האזורים שבהם יוקמו רשויות שימור ושניתן לתת להם הוראות מיוחדות למניעת סחף-קרקע חופפים לתחומי רשויות הניקוז. הרשות לשימור קרקע מתמקדת בשני נושאים: האחד, הקמת מפעלים לשימור קרקע, שתכליתם למנוע נזקים לקרקע כתוצאה מסחף או ניקוז לקוי; השני, לתקן נזקים. בפועל לא נעשתה פעילות בתחום זה, אך המצב הזה השתנה מעט כשמספר רשויות נחל קיבלו סמכויות של רשות קרקע.

11.2 בעלי ענין בנושא שימור קרקע בתחום רשות שימור קרקע שקמה-בשור

נושא שימור קרקע הוא עניינם של כמה גורמים ציבוריים ופרטיים: הממשלה, הרשויות האזוריות, הרשויות המקומיות, הציבור הביתי (הפרט), בעלי העסקים והמפעלים. גורמים נוספים כמו הרשויות המקומיות והאזוריות, רשות המים, קק"ל, רשות שמורות הטבע והגנים הלאומיים ומנהל מקרקעי ישראל פועלים גם הם בנושא מתוקף תפקידם וסמכותם. הגוף הממונה על הנושאים של שימור קרקע במדינת ישראל הוא אגף שימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות. להלן נמנה בקצרה את האחריות של גורמים נבחרים בנושא שימור קרקע ואת האינטרסים שלהם.

ממשלה

פעולות שימור קרקע צריכות להיות מתואמות מול בעלי העניין הבאים המייצגים את הציבור בתחומים מגוונים:

משרד החקלאות: ניקוז, שימור קרקע, ייעוד קרקע לחקלאות – משרד החקלאות ממונה על אכיפת החוק שעניינו שימור קרקע.

מינהל מקרקעי ישראל – מינהל ממונה של שמירה וביצוע את השליטה הפיסית בקרקע מההיבטים של שימוש בקרקע, קיום התחייבויות ומניעת פגיעה בעתודה הקרקעית.

רשות המים: מערכת מים-קרקע – רשות המים קשורה לשימור קרקע בתחום מקורות זיהום אי-נקודתיים, סתימת נחלים באמצעות סחף, ירידת איכות המים, אספקת מזהמים הנספחים באמצעות סחף ומאגרי מים המושפעים מהשקעת הסחף.

משרד התשתיות: גרמי תשתית – המשרד רלוונטי בהקשר לתכנון תשתיות והסדרתן: כבישים, רכבות, נמלי תעופה, תשתיות חשמל, תשתיות מים ודלק, שיקום מחצבות.

המשרד להגנת הסביבה: טבע ואקולוגיה – החלק של המשרד להגנת הסביבה הוא שיקום נחלים ומניעת זיהום מקורות המים, תפעול בר-קיימא לשמירת הטבע ופיתוח ירוק ומיוער של פארקים וגנים לאורך נחלים.

גופים ציבוריים

גוף ציבורי בעל תפקיד מיוחד בשימור קרקע הוא קק"ל. ייעור שטחים רחבים בישראל הוא אחד מהגורמים החשובים למניעת סחף-קרקע, משום שהייעור כולל בניית מערכות קצרי נגר, המיועדות לאגור את הנגר ולמנוע סחיפת קרקע עם זרימת המים. בשטחים הפתוחים שיחים, טרסות ולימנים הם האמצעים החשובים ביותר למניעת סחיפת קרקע.

רשות ניקוז ורשות נחל

מטרת גופי ביצוע אלה לפעול במערכת הנחל ולעקוב אחר תפקודה התקין והבריא.

רשות שימור קרקע גוף ציבורי נוסף הפועל בתחום שימור קרקע. בתקנות חוק העזר לשימור קרקע מצוין שאפשר לתת לרשויות ניקוז סמכויות של רשות שימור קרקע. בשנת 2004 לראשונה אישר משרד החקלאות את בקשת רשות ניקוז שקמה-בשור להקנות לה סמכויות של רשות שימור קרקע.

גורמים פרטיים

באופן כללי, מדינה מעוניינת בשימור קרקעותיה לטווח ארוך. לקרקע יש ערך כלכלי ופוליטי חזק, אך בסקר זה כלל לא הובאו בחשבון שיקולים פוליטיים. השיקולים הכלכליים של בעלי עניין פרטיים הם בקבלת רווח מידי, משנה לשנה, ומשימוש בקרקע כמשאב טבע. ערך כלכלי של קרקע מורכב מייעוד הקרקע, השימוש המעשי בה ומיקומה. מבחינת הייעוד, כפי שתואר בפרק המבוא, במוקד סקר זה השטחים החקלאים. שטחים חקלאים בבעלות של קיבוץ, של מושב או של חוות בודדים, הם שטחים שכל הפעילות בהם מוגדרת על ידי בעל קרקע. בדרך כלל, בשטחים חקלאים סוג הפעילות ואופניה מבוססים על עקרונות כלכליים ומסחריים. מפה נובע הקונפליקט החשוב ביותר בניהול שטחים חקלאים: ההתנגדות בין שימור הקרקע והגנה עליה לבין כלכלה ופיתוח.

בנקודה זו מתבטא אחד האבסורדים הבולטים ביותר במדינת ישראל בכל הקשור לשימור קרקע. בישראל מרבית הקרקעות הן בבעלות המדינה ובאחריות מנהל מקרקעי ישראל. על כן, למנהל, הגוף עתיר התקציבים, צריך להיות עניין רב במיוחד בשימור קרקע ובהקטנת הסחיפה. בסקר זה מועלית שאלה בעניין מדיניות ממשלות ישראל באשר לתפקיד החשוב של ממ"י בתחום שימור הקרקע. דומה כי יש צורך לשנות את הגישה של ממ"י בתחום שימור הקרקע, קרי על מנהל מקרקעי ישראל לקבל אחריות ולהקצות תקציבים לנושא שימור הקרקע הציבורית שבאחריותו.

11.3 קונפליקט בנושא שימור קרקע: כלכלה מול הגנה ושימור

האינטרסים של הפרטים השונים והאינטרסים של המוסדות וגורמי הממשלה אינם תמיד אינטרסים זהים. נבחין בקטגוריות הקונפליקטים הפוטנציאלים למימוש פעולות שימור קרקע בת-קיימא, פעולות הכרוכות בשילוב של שימור סביבה, של צמיחה, של יעילות כלכלית, של שוויון ושל צדק חברתי.

כידוע, פיתוח בר-קיימא דוגל בהצבת שלוש מטרות בו-זמנית ובהגשמתן:

- שימור הסביבה
- צמיחה ויעילות כלכלית
- צדק חברתי, הזדמנות כלכלית ושוויון חברתי

בדרך למימוש שלוש המטרות של פיתוח בר-קיימא נוצרת תחרות והתנגדות בין התחומים הבאים: המשאבים, הפיתוח והקניין (ראה להלן תרשים מס' 11.1).

תחרות על משאב הקרקע

תחרות על משאב הקרקע נוצרת בין קידום ופיתוח הצמיחה והיעילות הכלכלית לבין קידום שימור הסביבה. למשל, נוצרת תחרות בין הרצון של הקיבוץ לעבד את כל קרקע, שייעודה קרקע חקלאית, לבין מדיניות הממשלה לשימור הקרקע באמצעות שינוי ייעוד שטח למטרות נופש, תיירות, יער וכו'. בתחרות זו התועלת משימור קרקע לא תמיד מתבטאת ברווח ישיר לחקלאי, אלא כרווח לטווח ארוך לדורות הבאים. בכך, תחרות על קרקע ברמה מקומית אינה יכולה להיות מנותקת ממדיניות ניהול המשאבים ברמה הלאומית. בשטחים חקלאים לעיבוד קרקע דרך סחיפה וארוזיה יש השפעות כלכליות וחברתיות ארוכות טווח.

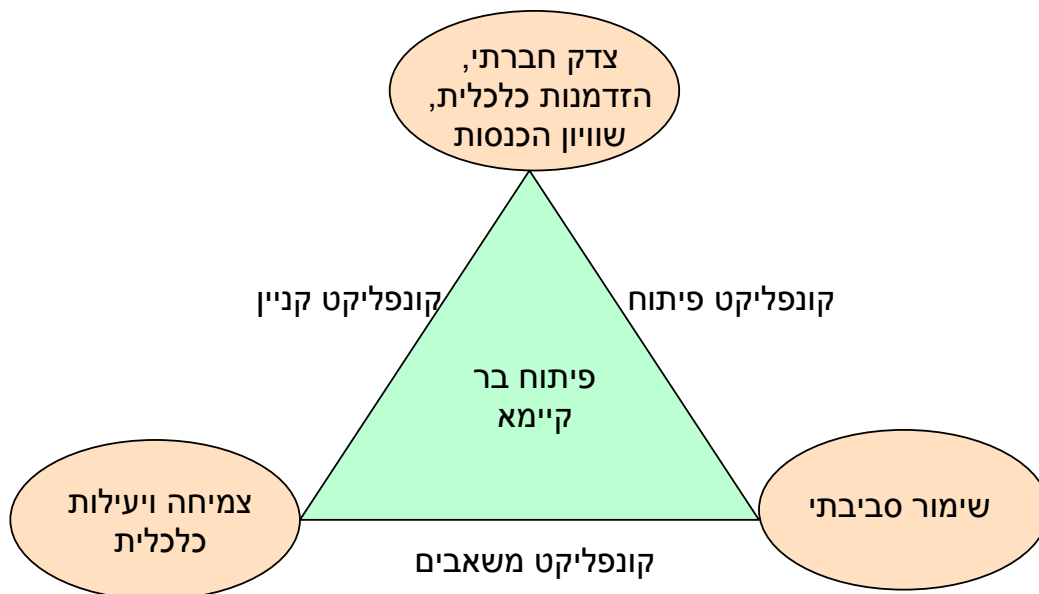
תחרות על הפיתוח

התחרות על הפיתוח נוצרת בין קידום הצדק והשוויון החברתי לבין שימור הסביבה. בעניין שימור הקרקע, התחרות על הפיתוח מתבטאת בקונפליקט בעל חשיבות נמוכה, מכיוון שפיתוח שיטות שימור קרקע הוא תהליך בעל חשיבות לחקלאי, למדינה ולחברה. למעשה, גם פיתוח שיטות חקלאיות משמרות, גם שימוש באמצעי שימור קרקע וגם הקצאת שטחים לשימור, הם תהליכים הדורשים בהווה מידה שווה של השקעה מכל השחקנים, ובעתיד, לדורות הבאים, הם יניבו מידה שווה של רווח. התנאי לחיזוק השוויון הוא לפתח את השיטות לשימור קרקע בכל תחום אגן הניקוז וליישמן, ללא קשר לשיוך החברתי של השטח.

תחרות על הקניין

תחרות על הקניין נוצרת בין קידום הצדק והשוויון החברתי לבין הצמיחה והיעילות הכלכלית. למשל, המרת שטחי ציבור לטובת פעילות פרטית (קיבוצים, משאבים, חוות בודדים) באגן הניקוז מסבה נזק לרווחת הציבור בכך שהיא מצמצמת במידה רבה את היקף האוכלוסייה הנהנית מהמשאב; פיתוח חקלאות בגדות הנחלים מונע מהציבור גישה לנחל; עיבוד חקלאי של בתרונות רוחמה מונע מהציבור ליהנות מהנוף המיוחד זה, גם בתקופת הפריחה.

הקונפליקטים הפוטנציאליים יכולים לנבוע ממימוש מטרות לאומיות, מוניציפליות ופרטיות מרובות. לעתים מטרות אלה באות זו על חשבון זו, בשל מחסור במשאבים פיננסיים ובמשאבי טבע אשר יש להם נגיעה ישירה באיכות החיים וברווחת התושבים באזור אגן הניקוז (נתניהו, 2010).



תרשים מס' 11.1 : קונפליקטים בתוך משולש של פיתוח בר-קיימא (נתניהו, 2010)

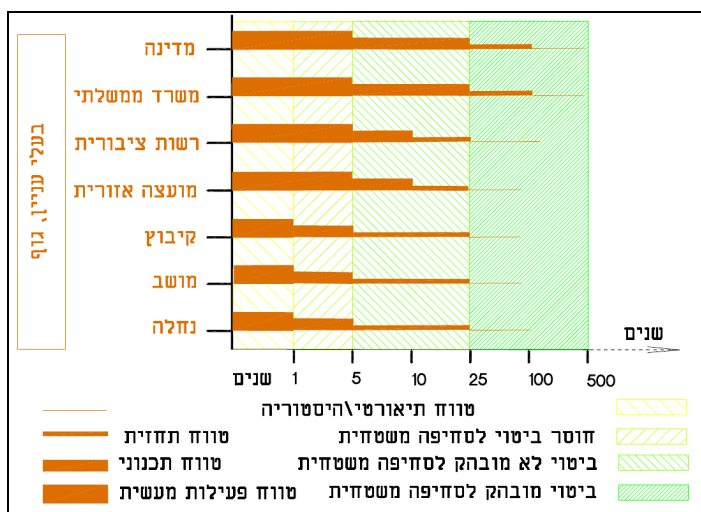
11.4 שימור קרקע כמטרת הניהול

11.4.1 טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין

בניהול מבדילים בין שני מודלים קיצוניים: ניהול מיוזמה שבאה מלמטה מול ניהול שבא מלמעלה, "grass root" נגד "big government". תהליך ניהול מצד הפרט, מלמטה, מלווה בביזור האחריות על שימור הקרקע בין השלטון המקומי, בין בעלי עניין פרטיים ובין יוזמים פרטיים. ניהול מסוג זה מתבסס על היוזמה של החקלאים ומודעותם ועל התמיכה הפיננסית שהשלטון המקומי מוכן לתת לפעילות של שימור קרקע. תהליך ניהול מלמעלה תלוי במערכת מרכזית אחת והמודעות שלה לבעיות בשטח. בדרך כלל, ארגון מרכזי קובע את החוקים ואת המדיניות כלפי הפעילות בשטח.

כדי לבחור לאיזה מודל קרוב יותר ניהול בעיות סחף-קרקע בישראל, נציג את טווח הזמן שבו פועלים ארגונים מנהלים מול טווח הזמן שבו אפשר לראות בעיניים את תופעות סחיפת הקרקע (להלן תרשימים מס' 11.2–11.6).

בין הגופים והארגונים בעלי העניין נבחרו חקלאים (נחלה, מושב וקיבוץ), שלטון מקומי (מועצה אזורית, רשות מקומית) ושלטון מרכזי (משרד ממשלה, מדינה). בעבור כל אחד מהגופים הוגדרו טווחי זמן של פעילות כלפי קרקע ושימור קרקע, בתוך התייחסות למדידת ההתעניינות לאורך זמן.



תרשים מס' 11.2: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי לתהליך סחיפה משטחית

נחלה (חוות הבודדים), מושב ובמידה רבה גם קיבוץ, מתפקדים על בסיס שנתי. כל שנה הם משקיעים כסף, עובדים בשדה ובונים תקציב לשנה הבאה. הרווחים וההפסדים שלהם תלויים בגידולים, במזג האוויר באותה השנה ובדשנים שהוכנסו לשדה באותה השנה. תשלומי מים, דלק וכו' גם הם על בסיס שנתי. בדרך כלל, החקלאי מתכנן את פעילותו לטווח של עד חמש שנים. בטווח הזמן הזה (חמש שנים) אפשר לתכנן תכנית פיתוח או לתכנן תכנית מתאר. בעבור מספר שנים זה (חמש שנים) מתכננים מחזור זרעים.

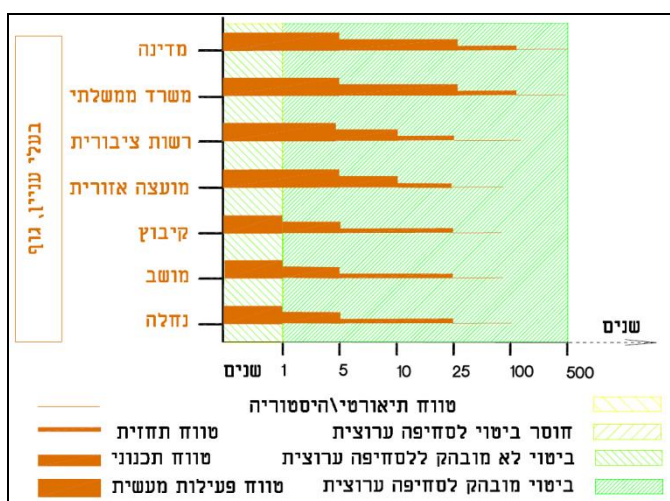
חברי מועצה אזורית או עירייה נבחרים לתקופה של חמש שנים. בדרך כלל, פעילות מעשית בשטח המועצה היא בתקופה זו – חמש שנים. בתקופה של 10 שנים קדימה או אחורה המועצה מתכננת קדימה או מיישמת תכנון קודם. כלומר, המועצה ממשיכה מיזמים שהחלו בקדנציה הקודמת. בתוך תקופה זו מתכננים תכניות מתאר מקומיות ומיישמים אותן. על בסיס דומה לזה פועלות רשויות ציבוריות כמו רשות ניקוז, רשות אגן ורשות שימור קרקע. אלה הגופים שאינם פועלים על בסיס שנתי, אלא מסתכלים לפרספקטיבה של חמש שנים לפחות. חלק מהפעילויות של רשות ציבורית מוגדרות בתוך תכניות מתאר ארציות, ובכך התחזית בעבור פעילות ופיתוח היא לטווח של עשר שנים ועד 25 שנים לכל היותר.

משרדי ממשלה וגופים השייכים למדינה פועלים בתוך קדנציה אחת, בין בחירות לבחירות במשך חמש שנים. ברמה הארצית תכניות מתאר בונות מדיניות, והן הבסיס לתכנון וליישום הפעולות השונות בתקופה של עד 25 שנה. ההסתכלות של המדינה וההתייחסות של המדינה לתכנון ולפיתוח הם לתקופה ארוכה מכולם.

מהצד השני של הגרף, מוצג הזמן שבו אפשר להבחין ויזואלית בתהליך הסחיפה המשטחית. תהליך זה מתבטא בירידת מפלס פני השטח. מדובר בתהליך שקצבו משתנה בין מאית מילימטר בשנה עד מספר סנטימטרים בשנה. אפשר להבחין בסחיפה משטחית אך ורק ביחס למישור הייחוס. בסיוור

בשטח קיבוץ רוחמה, מנהל המשק של הקיבוץ, מר רמי פולאקו, אמר שעכשיו, אחרי כחמישים שנה של עיבוד קרקע על בתרונות, הם הבחינו בצינור המים הגלוי. עומק ההנחה של צינור מים הוא לפחות 1.20 מ' מתחת לפני השטח. העובדה שהחקלאים ראו את הצינור גלוי על פני השטח מעידה על כך, שבאזור זה ספציפית, הסחיפה המשטחית של הקרקע היא 120 ס"מ בחמישים שנה! קרי, קצב סחיפת הקרקע בשנה גבוה מאוד ועומד על כ-2.4 ס"מ! ביטוי ויזואלי לתופעה זו בולט אחרי 50–100 שנים של סחיפה. בטווח של 5–25 שנים אפשר למדוד בכלים מדעיים את התופעה הזו, אבל היא בולטת פחות בשטח ובני האדם פחות מזהים אותה. טווח של עד חמש שנים הוא טווח ללא ביטוי ויזואלי לסחיפה משטחית, ומעקב שנתי יכול לתת רק ערך אקראי לקצב הסחיפה. שני גופים פועלים (במתן תחזית, בפיתוח לטווח ארוך) בתוך טווח הזמן שבו הסחיפה המשטחית ניראת ובולטת בשטח: המדינה והשלטון המרכזי – משרדי הממשלה. אי אפשר לדרוש מחקלאי בודד לשמור על הקרקע נגד סחיפה משטחית או לבצע פעולות הגנה נגד סחיפה משטחית על דעתו עצמו, מכיוון שהפעילות היום-יומית של החקלאי אינה מושפעת מהסחיפה, והוא לא ער לפעילות של הסחיפה. בנושא סחיפה משטחית, היוזמה צריכה לבוא מבעלי עניין מרכזיים, קרי רשויות שקיבלו הדרכה מאנשי מקצוע או מאוניברסיטאות, או משרדי ממשלה, שמטרתם לשמור על הקרקע לדורות הבאים. פירוט פעילות מומלצת בעניין זה בסעיף 11.4.2.

סחיפה ערוצית היא תהליך סחיפת קרקע בעל חשיבות רבה. במקומות מסוימים בעולם קצב הסחיפה הערוצית מתקרב או גבוה יותר מקצב הסחיפה המשטחית, בהשוואה לעובי הממוצע של הקרקע הנסחפת מפני השטח של אגן הניקוז. ערוצים, הכוללים חריצים, ערוצונים וערוצי זרימה ראשיים, הם עורקי ניקוז לזרימת המים המרוכזת. בניגוד לסחיפה משטחית, שבה הגורם העיקרי לסחיפה הוא אנרגיית טיפת הגשם ובניגוד למדרונות המושפעים מאוד מכוח הכובד המתבטא בתהליך זחולת (creep), הגורם העיקרי לסחיפה בערוצים הוא מאמץ גזירה של מים זורמים. מבחינת זיהוי ויזואלי בשטח, תהליך סחיפה ערוצית הוא בולט ביותר. ראשי הערוצים גדלים, בהתאם לעובי המשקעים בשנה הספציפית, בקצב של כמה מטרים בשנה (נתונים של קק"ל). התפתחות ערוצונים והרס דרכי עפר הם אחת הבעיות המרכזיות במשק החקלאי.

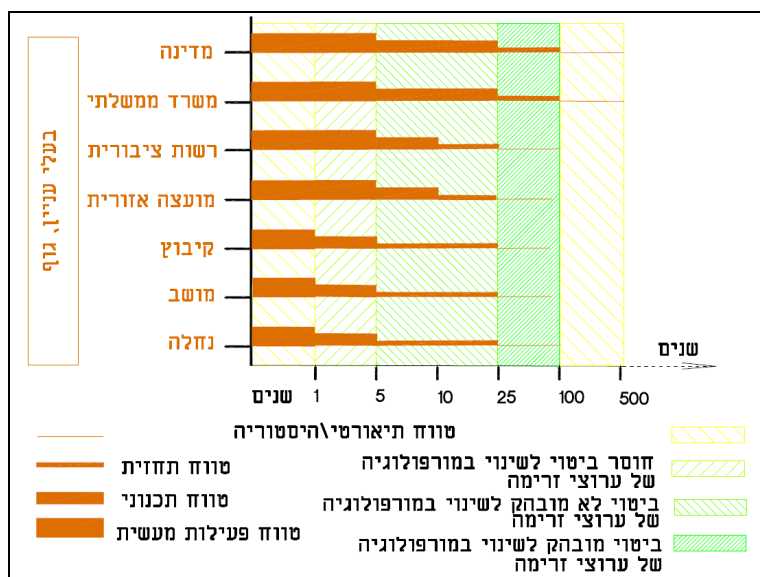


תרשים מס' 11.3: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי לתהליך סחיפה ערוצית

עקב הקצב המהיר, אפשר לזהות ויזואלית את תופעת הסחיפה הערוצית אחרי שנה-שנתיים מתחילת תהליך העירוף. כל שנה החקלאי מתקן את הדרך או מעבד את הערוצונים הנוצרים כל שנה מחדש במקומות הנמוכים בתנאים של חוסר ניקוז תקין. מבין כל תהליכי סחיפת הקרקע, תהליך העירוף הוא התהליך המוכר ביותר מבחינה ויזואלית (להלן תרשים מס' 11.4). על כן, כל הגופים מעוניינים לטפל בבעיות העירוף.

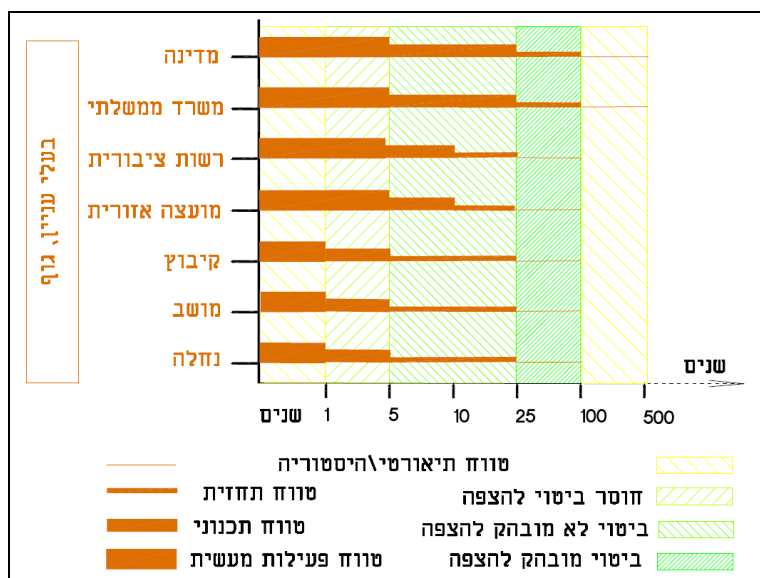
שינוי מורפולוגי של ערוץ זרימה יכול להתבטא בשינוי חתך רוחב, שינוי חתך אורך, היווצרות והיעלמות של פיתולים, השקעה או סחיפה בגדות הנחל, היווצרות טרסות לאורך ערוץ זרימה ועוד. תופעות אלה קשורות לתפקוד הנחל עקב זרימת המים וסחף בזמן הגאות. מכיוון שמדובר באזור צחיח וצחיח למחצה ובנחלי אכזב בעלי אופי זרימה שיטפוני, שינוי מורפולוגי של הערוץ מתרחש בעיקר בזמן הולכת הגאות. בתקופה שבין הגאות בגדות הנחל מתרחשים תהליכים מדרוניים בעקבות ההשפעה של כוח הכובד והפעילות האנתרופוגנית.

השינויים המורפולוגיים הבולטים ביותר מתרחשים בערוצים באירועי זרימה יחסית גדולים בהסתברות 1% (המתרחשים פעם במאה שנה). אירועים אלה בונים את הנוף והמראה הוויזואלי של הנחל עד השיטפון הבא בעל הסתברות דומה. שינויים בעקבות אירועים המתרחשים פעם ב-5–25 שנה מובהקים פחות בשטח. מבחינה מורפולוגית אפיק זרימה נוצר בעקבות ספיקה בעלת הסתברות בשיעור של 30%–50%. ספיקה המתרחשת פעם בשנתיים עד שלוש שנים. מאירוע לאירוע, בתוך תקופה של שנה או בעקבות אירועים המתרחשים כל שנה, שינויים באפיק הם מינוריים ואי אפשר לזהותם מידי (להלן תרשים מס' 11.5). מכיוון שהשינויים הגדולים ביותר הניתנים לזיהוי מתרחשים בטווח של יותר מחמש שנים, הטיפול בבעיות ערוצי זרימה יכול להיות באחריות הרשויות הציבוריות כמו רשות ניקוז, מועצות מקומיות ומשרדים ממשלתיים. בעיות מורפולוגיות הנחל אינן בעיות החקלאי הבודד.



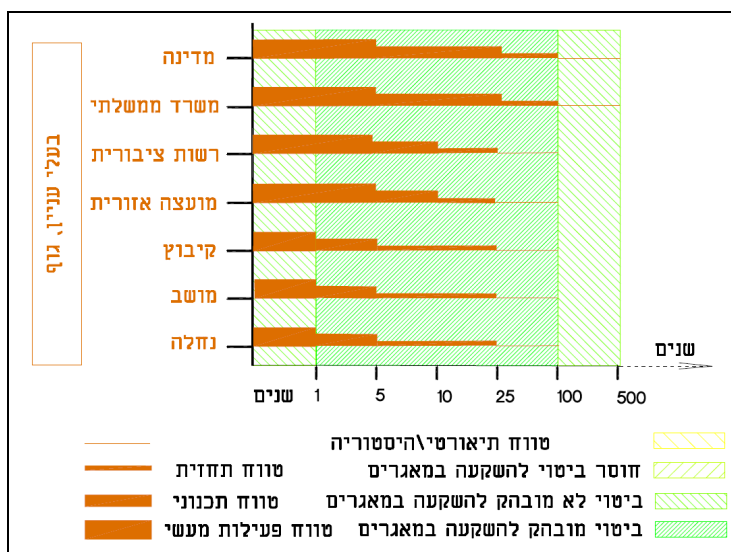
תרשים מס' 11.4: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול

ביטוי ויזואלי לשינוי של מורפולוגיה ערוץ זרימה



תרשים מס' 11.5: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי להשפעת ההצפות

ניתוח הצפה באמצעות זיהוי ויזואלי זהה לניתוח שינוי מורפולוגי של ערוצי זרימה באמצעות זיהוי ויזואלי. על כן, על פי הניתוח הוויזואלי הקיים, לצורך שימור קרקע, הרשויות הציבוריות והמועצות האזוריות יכולות להיות אחראיות על יישום פעולות הגנה מפני שיטפונות. רשות ניקוז היא הרשות הציבורית האחראית לביצוע פעולות הגנה מפני שיטפונות. הרשות פועלת מ-1997, במשך 15 שנה, ובמשך שנים אלה חל שיפור במצב הנחלים. השיפור מתבטא הן במצב המורפולוגי של הנחלים (הסדרת ערוצי זרימה, מחצבות, סתימות) והן בשינוי מדיניות משרדי הממשלה כלפי נחלים.



תרשים מס' 11.6: טווחי זמן של התייחסות לשימור קרקע על ידי בעלי עניין על פי ציר זמן מול ביטוי ויזואלי (מעשי-כמותי) להשקעת סחף במאגרים

המטרה של מאגר צד או מאגר גיא היא תפיסת מי שיטפונות. מאגרים אלה הם מלכודת לתפיסת סחף ומים. מצד אחד, השקעת סחף במאגרים הוא תהליך המקטין את נפח המאגר, ומצד שני, תהליך זה מקטין את כמות הסחף במורד, משום שתנועת הסחף נעצרת במורד אגן הניקוז במקום שלא מיועד לכך. להשקעת סחף ביטוי ויזואלי אחרי האירוע הראשון, כשלשון של סחף מתקדמת מהכניסה למאגר לכיוון הסכר. בעקבות תהליכי סחיפה משטחית וסחיפה ערוצית, מקור הסחף השוקע במאגר נמצא במעלה אגן הניקוז. לפיכך, הגישה המתאימה לניהול מאגר היא הגישה האינטגרטיבית שבה יש שיתוף פעולה בין כמה גורמים: החקלאים, האחראים למקור הסחף, ורשות המים או חברת "מקורות" האחראים על המאגר. כדי לנהל את המאגר על פי שיטת הניהול האינטגרטיבית דרוש גוף מתאם (תרשים מס' 11.7).

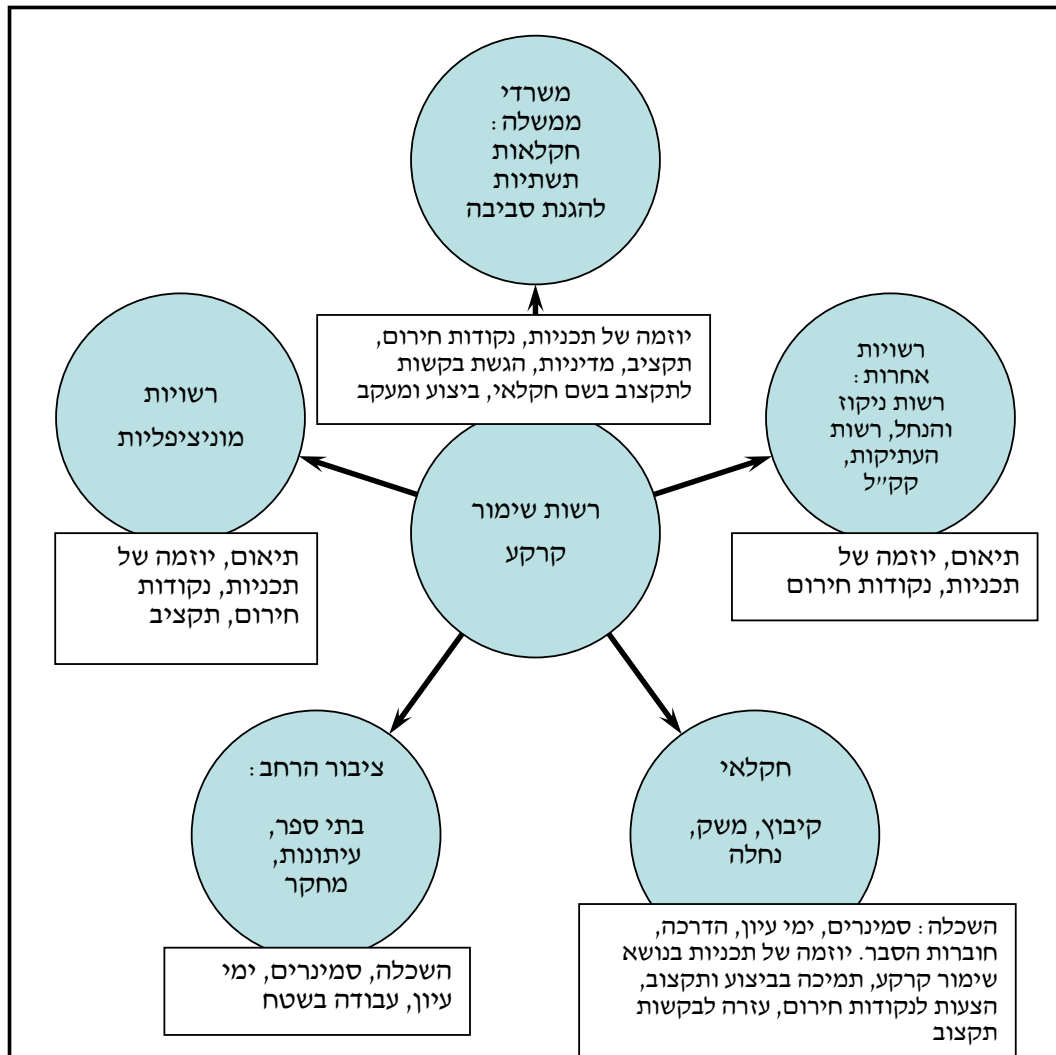
11.4.2 רשות שימור קרקע

רשות שימור קרקע היא גוף אזורי בעל גבולות סטטוטוריים החופפים את הגבולות הטבעיים של אגני הניקוז. לאורך עורקי הניקוז הטבעיים והמלאכותיים (תעלות ניקוז חקלאיות) רשות שימור קרקע פועלת לצד רשות הניקוז ורשות הנחל. מכיוון שבעיות סחף מתבטאות בעירוף, בסתימת הערוצים ובהצפות, לרוב הטיפול בבעיות הניקוז קשור לטיפול בבעיות סחף-קרקע.

רשות שימור קרקע היא גוף הנוגע לכל תהליכי הסחיפה, מצד אחד, ולכל בעלי העניין הפועלים בשטח אגן הניקוז, מצד שני (ראה תרשים מס' 11.7 בעמוד הבא). רשות שימור קרקע היא חלק ממשרד החקלאות, האגף לשימור קרקע וניקוז. לפיכך, רשאית רשות שימור קרקע להגיש דרישות תקציב למשרד החקלאות, ליזום תכניות בנושא שימור קרקע וניקוז ולהשפיע על הפעילות ועל סדרי העדיפויות באגף. באחריות רשות שימור קרקע לדווח למשרד החקלאות על נקודות חירום, לבקש תמיכה כספית לתיקון הבעיות המתגלות בשטח ולדווח על תוצאות הפעילות המשמרת מפני סחף-קרקע. מעקב אחר התוצאות של פעילויות השימור הוא תפקיד חשוב של רשות שימור קרקע. דיווח תמידי באשר למצב השטח הוא כלי הכרחי לניהול מותאם של שימור קרקע, והוא מרכיב חשוב בניהול אינטגרטיבי של אגן הניקוז. הפעילות מול הרשויות השונות (למשל: רשות ניקוז, רשות נחל) ומול הרשויות המוניציפליות היא פעילות מתאמת הכוללת יוזמה של תכניות, גילוי נקודות חירום, פעילות בתחום ההשכלה והחינוך, בקרה ומעקב אחר מיזמים של שימור קרקע וניקוז.

פעילות רשות שימור קרקע מול החקלאי נעשית בכמה היבטים: חינוך, מימון, תכנון, יישום פעולות בשטח ומעקב. תחום החינוך הוא התחום החשוב ביותר בעבודת הרשות מול החקלאי. העלייה במודעות של החקלאי לנושא שימור הקרקע גורמת לחקלאי ליזום תכניות, לעשות פעולות נוספות לשימור הקרקע, לפתח פתרונות לבעיות שימור קרקע ולהשתמש בשיטות עיבוד משמרות קרקע. מבחינת הרשות פעילות חינוכית כוללת סמינרים, ימי עיון, חוברות הדרכה וגילוי נקודות חירום. יתר על כן, הרשות מסייעת לחקלאי להגיש תכניות למשרד החקלאות באמצעותן הוא עשוי לקבל תקציב בעבור מיזמי שימור קרקע בשטח חקלאי.

עבודת רשות שימור קרקע מול הציבור הרחב כוללת פיתוח מודעות לנושאים של שימור קרקע, שיתוף מוסדות מחקר למציאת פתרונות בנושא שימור קרקע ומעקב אחרי יישום הפתרונות.



תרשים מס' 11.7: ענפי הפעילות של רשות שימור קרקע

רשימת מקורות

תכניות מתאר ארציות:

- תמ"א 3
- תמ"א 22
- תמ"א 8
- תמ"א 35
- תמ"א 39
- תמ"מ / 4 / 14 / 43 תיקון 43 – מרחב שקמה.

תכניות אב:

- תכנית אב נחל הבשור
- תכנית אב מרחב ביוספרי לכיש,
- תכנית אב לתיירות מ. א. לכיש

תקנות:

- תקנות לשימור קרקע (1960). (אינטרנט)

ספרות:

- אלכסנדרוב, י' (2005). **דינמיקה של רחופת במי גאוויות באזור צחיח למחצה, בהדגמת נחל אשתמוע**. עבודת דוקטור. אוניברסיטת בן-גוריון בנגב: באר שבע.
- בן צבי, א' (2003). תדירות, גודל ומועדי השיטפונות בישראל. **אופקים בגיאוגרפיה**, 57–58, 122–133.
- בר-יוסף, א' ורפפורט, ע' (2001). **תיירות חקלאית**. מפרסומי נקודת ח"ן:
- בונפיל ד.י., ב. רובין, ד. שטיינברג, י. מופרדי, ס. אסידו, ש. כיתאין, ע. נפתליהו, א. ואזה. (2004). **ממשק אי-פליחה וחיפוי בקש - סיכום רב שנתי**. גן שדה ומשק. (8): 23–13.
- גבירצמן, ח' (2002). **משאבי המים בישראל, פרקים בהידרולוגיה ובמדעי הסביבה**. ירושלים: יד יצחק בן צבי.
- גולדרייך, י' (1998). **האקלים בישראל, תצפיות חקר ויישום**. רמת-גן וירושלים: הוצאת אוניברסיטת בר-אילן והוצאת ספרים ע"ש י"ל מאגנס, האוניברסיטה העברית.
- גרודק, ת' (1994). **ברכות מזרחה – מורפולוגיה ותהליכים באפיק סלע נחל משושים עליון, רמת הגולן**. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- גרנבוים, י' (2000). **אגן נחל בשור – סקירה היסטורית של התחנות ההידרומטריות למדידת השיטפונות**. השירות ההידרולוגי, נציבות המים, משרד החקלאות, אזור הדרום: משרד החקלאות, השירות ההידרולוגי.
- דן, י' (1988). קרקעות דרום השפלה. בתוך ד' אורמן וא' שטרן (עורכים), **אדם וסביבה בדרום השפלה** (עמ' 50–59). גבעתיים: מסדה.
- דן, י' ויעלון ד' (1981). דרכי ההיווצרות והתפוצה של הקרקעות והנוף בנגב הצפוני. **מחקרים בגיאוגרפיה של ארץ ישראל, טז**, 31–56.
- הדס, א', טורציון, י' איזנקוט, א' וזידנברג, ר' (2009). מניעת סחף קרקע – ניתוח עלות מול תועלת. **ניר ותלם**, 13.
- וכטמן, ד' (2003). הסעת רחופת על ידי נחלי החוף אל מדף היבשתי של ישראל – נחל קישון ונחל אלכסנדר. עבודת גמר לתואר מוסמך, אוניברסיטת חיפה.
- ונר, א' (2006). השפעת הייעור ופעילות לשימור קרקע כהכנה לייעור על נגר וסחף באזור צחיח מחצה. עבודת גמר לתואר מוסמך, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.
- זיו ב., (1994). **מזג האוויר בישראל**, מבוא למטאורולוגיה, יחידה 5, תל אביב: הוצאה האוניברסיטה הפתוחה, עמ' 59–9.
- כהן, ח' (2005). **הסעת סחף בשטפונות באזור צחיח קיצון נחל רחף, דרום מדבר יהודה**. חיבור לתואר דוקטור, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע.
- טורציון, י' (2008). עיבוד קרקע בראייה סביבתית של שימור קרקע ומים, **ניר ותלם**, 3.

יצחקי, א. (1978–1980). **מדריך ישראל: אנציקלופדיה שימושית לידיעת הארץ**, ירושלים: כתר ומשרד הבטחון.

כהן, ח', אברהם, ד', ווינר, ד', חץ, ג', נחליאלי, א', לרון, י'. (2009). **גשם, שיטפונות, ארוזיה וסחף במישור ימין**, דו"ח מסכם, מוגש לוועדה למחקרים משותפים ות"ת וא"א.

כיתאין, ש' (2009). **סקר בעיות שימור קרקע באגני הנחלים בשור, שקמה ואבטח- חקלאי/אגרוטכני**.

להב, נ', שנקר, מ', וחר, י' (1999). **יסודות מדע הקרקע**. רחובות: נ' להב.

לקח, י' (1992). **תנועת גרופת באגן הררי קטן בסובב צחיח קיצון**. עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.

לקח י' וגרינבאום נ' (1997). **הערכת פוטנציאל המים וקצב מילוי הסחף במאגר להב-נחל שקמה**. דוח סופי, מוגש לחברת מקורות בע"מ – מרחב דרום, הקבוצה לחקר שיטפונות, המחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.

לקח י', לרון י', אלכסנדרוב, י' (2008). **סחף נחלי**. א' בן צבי, נ' שחף וא' צדקה (עורכים), **נחלים וניקוז**, 113-144, המחללה האקדמית להנדסה סמי שמעון.

לרון, י' (1989). **סחף קרקע בבקעות הנגב הצפוני מנתוני השקעה במאגרים (לימנים)**. דוח שנתי מוגש לנציבות המים (88-0110-857), באר שבע: המחלקה לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

לרון, י' (1991). **סדימנטולוגיה של משקעי מאגר והשימוש בה לקביעת התפלגות תפוקות סחף**. דוח למשרד האנרגיה והתשתית, ES-47-91. אוניברסיטת בן גוריון, מחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי.

לרון, י' (1995). **תכנון הכרייה במאגר שקמה**. דוח לחברת מקורות. באר שבע: המחלקה לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

לרון, י' וכהן, ח' (1999). **אופטימיזציה של כריית סחף לאורך החוף המערבי של ים המלח**, דוח סופי למפעלי ים המלח. אוניברסיטת בן גוריון, מחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי.

לרון, י', טייג, מ' ושאלקר, ע' (2005). **פתרונות לסתימה בחול של ערוצים נבחרים באזור אשקלון**. דוח לרשות ניקוז שקמה-בשור. אוניברסיטת בן גוריון, מחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי.

מבקר המדינה (1993). **דוח מבקר המדינה - דוחות ביקורת על תשתיות הניקוז במדינה**. ירושלים: משרד מבקר המדינה.

(יצחק משה, י' (2003). **שימור קרקע באגן נחל בשור**. מתוך: תכנית אב לנחל בשור.

משרד החקלאות (2007). **פיתוח חקלאות משמרת משאבי קרקע וסביבה חקלאית – תכנית ארצית רב-שנתית מועצה אזורית מגידו, לקראת תכנית-אב למרחב הביוספרי, סיכום צוות חקלאות. אגף בכיר לשימור קרקע וניקוז, פיתוח חקלאות משמרת משאבי קרקע וסביבה חקלאית.**
(www.megido.org.il/info/bio/080222_bio01.pdf)

משרד החקלאות ופיתוח הכפר (אוקטובר 2007). **על תמיכה בפרויקט חלוץ לשימור קרקע ע"י עיבודים משמרי קרקע, אגף בכיר לשימור קרקע וניקוז, הודעה לציבור החקלאים בישראל**. (אינטרנט).
www.moag.gov.il/NR/rdonlyres/...1C99.../kol_kore_ibud_mishmar4.doc

נבו, נ' (1979). **מפעל ניצול מי גאוויות שקמה – בדיקת הכדאויות הכלכלית של קיבול המאגר, סיכום פרויקט 1401 לחברת מקורות**. תה"ל. 14 עמ'.

סטקולסקי, א' (2006). **דוח מסכם, רפורמות במדיניות הסבסוד החקלאי באירופה: תכנית לעידוד חקלאות משמרת סביבה. אוניברסיטת תל-אביב**.
<http://www.mop-zafon.org.il/hadbara/lib/002.pdf>

סולר, ש', מ' רון, י' פרלמן וא' רמון, (2006). **חבל יתיר – סקר, ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת האדם**. יחידת סקרים, מכון דש"א.

צוער, א' ורמון, א' (2002). **סקר להב – ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת**. תל-אביב: מכון דש"א.

קפלן, מ', ליסובסקי, נ' ואמדור, ל' (2001). **חקלאות נופית – האיכויות החזותיות של הנוף החקלאי בישראל**. ירושלים: נקודת ח"ן.

קפלן מ', ליסובסקי, נ' ואמדור, ל' (2001). **נופים חקלאיים: איכויות וערכים של הנוף החקלאי בישראל, תכנון סביבתי ומרחבי**. הטכניון: חיפה.

- קפלן, מ', רינגלר נ' ואמדור ל' (2008). **חקלאות נופית – חקלאות בת-קיימא**. ירושלים: נקודת ח"ן
- קפלן, מ' רינגלר נ' ואמדור ל' (2001). **יחידות הנוף החקלאי של ישראל**. ירושלים: נקודת ח"ן
- רוזין, א' (1994). **השפעת השינויים בשימושי הקרקע לאורך 50 השנים האחרונות באגן נחל הוגה על מורפולוגיה האפיק**. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית ירושלים.
- רומם, א' ורמון, א' (2001). **הכורכרים הדרומיים – מיפוי שימושי קרקע וסקירה ראשונית של ערכי טבע ונוף**. תל-אביב: מכון דש"א.
- רמון, א', זוסמן, ה' ורון מ' (2004). **נחל שקמה אגן מרכזי – סקר ניתוח והערכה של משאבי טבע, נוף ומורשת אדם**. תל-אביב: מכון דש"א.
- צעדי, א. (1999). **קרומי קרקע ביולוגיים ותפקידם במערכת אקולוגית מדברית**, אקולוגיה וסביבה.
- שאולקר, ע' (2006). **השפעת ההתיישבות בצפון וצפון מערב הנגב על מערכת הניקוז הנחלית**. עבודת גמר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
- שוקרון, מ' (2009). **השפעות העירוי (gullyng) על נגר וסחף באגנים קטנים באזור צחיח למחצה בהדגמת מחל בכרה**. חיבור לתואר מוסמך, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע.
- שחר, א' (מאי 2008). ריכוז אמצעי שימור קרקע ומים. משרד החקלאות. נדלה מאתר האינטרנט ביולי 2011. [http://www.moag.gov.il/NR/rdonlyres/2289099C-8723-459B-B880-\(64779DF04D24/0/ricuz_emzaey_shimur.pdf](http://www.moag.gov.il/NR/rdonlyres/2289099C-8723-459B-B880-(64779DF04D24/0/ricuz_emzaey_shimur.pdf)
- שטרן, א' (2001). **מרחבים ביוספריים בין אדם לסביבה**. באר שבע: אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
- שטרן, א' ורבינוביץ נ' (2006). **נופי התרבות החקלאית בישראל, הגדרות ופרישה מרחבית**. – תל אביב: סביבות תכנון בע"מ.
- שכנוביץ, י' (2006). **השפעת הייעור על מאזן המים באזור צחיח**. עבודת דוקטור, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
- שלומי, י' (2007). **דינמיקה של השקעה בנחלי פזרות בערבה ובדרום ים המלח**. עבודת גמר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
- שנציס, א., 2002. ספיקות שיא כמקור מידע על נפחי גאויות בנגב ובערבה. דו"ח השירות ההידרולוגי הידרו 2002/1, נציבות המים, משרד התשתיות הלאומיות, ירושלים, 68 עמ'.
- שנציס, א., בן-צבי, א. וגולץ, ס., 1994. מודל אזורי להסתברות ספיקות שיא בישראל. דו"ח השירות ההידרולוגי הידרו 1994/4 נציבות המים, ירושלים, 61 עמ'.
- שנציס, א., מאירוביץ, ל., ינוביץ, י., חביץ, ו. ובן-צבי, א., 1997. מערכת נתוני הגאויות בנגב, דו"ח השירות ההידרולוגי הידרו 1997/2 נציבות המים, ירושלים, 79 עמ'.
- שנציס א., לרון י. (2005), **דו"ח סופי: אפיון הידרומטרי מלא של נפחי גאויות בנגב לצרכי תכנון ובניה**. הרשות לפיתוח הנגב והמשרד לקליטת עליה, מדינת ישראל
- שרון, ד., 1979. גשמים מקומיים בערבה, בתוך: ארץ הנגב, ערכים א. שמואלי וי. גרדוס, משרד הביטחון, תל-אביב, 117-124

- Alexandrov, Y., Laronne, J.B. and Reid, I. (2003). Suspended sediment concentration and its variation with water discharge in a dryland ephemeral channel, northern Negev, Israel. *J. Arid Environments*, 53, 73–84.
- Alexandrov, Y., Laronne, J.B. and Reid, I. (2007). Intra-event and inter-seasonal behaviour of suspended sediment in flash floods of the semi-arid northern Negev, Israel. *Geomorphology*, 85, 85–97. doi:10.1016/j.geomorph.2006.03.013.
- Allison, W. D. (1947). Two devices for measuring soil erosion. *Agricultural Engineering*, 25, 53–55.
- Altieri, M.A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 19–31.

- Argaman, E. (2008). Development of a runoff model as a tool for planning soil conservation actions & control of peak discharges in small basins – progress report 2nd year.
- Argaman, E., Singer, A. and Tsoar, H. (2006). Erodibility of some crust forming soils/sediments from the Southern Aral Sea Basin as determined in a wind tunnel. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31 (1), 47–63.
- Armitage, D. (1995). An integrative methodological framework for sustainable environmental planning and management. *Environmental Management*, 19, 469–479.
- Asaf, L., Tal, A., Laronne, J.B., Negaoker, N., Nassar, A. and Khateeb, N.A. (2006). Trans-boundary Stream Monitoring and Management in Israel and the Palestinian Authority- Hebron /Besor Stream as Case Studies. III *International Symposium on Transboundary Waters Management*. Ciudad Real – Spain, ISBN: 84-689-8604-6.
- Asner, G.P., Elmore, A.J., Olander, L.P., Martin, R.E. and Harris, A.T. (2004). Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 29, 99–261.
- Avni Y., Porat, N., Plakht J., Avni G. (2006). Geomorphic changes leading to natural desertification versus anthropogenic land conservation in an arid environment, the Negev Highlands, Israel. *Geomorphology*, 82, 177–200.
- Bagnold R.A. (1941). *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*. Methuen: London.
- Balaban, N. (2008). *Adsorbed Elements and SVOC Compounds in Flood Water and Channel Banks of Wadi Secher Draining the Industrial Hovav Complex, Northern Negev Desert, Israel*. MSc thesis, Ben Gurion Univ. of the Negev.
- Barbier, B and Bergeron, G. (1999). Impact of policy interventions on land management in Honduras: results of a bioeconomic model. *Agricultural Systems*, 60, 1–16.
- Barling RD, Moore ID. (1994). Role of buffer strips in management of waterway pollution: a review. *Environ.Manage.* 8:543–558.
- Benkhaled, A. and Remini, B. (2003). Temporal variability of sediment concentration and hysteresis phenomena in the Wadi Wahrane Basin, Algeria. *Hydrological Sci. J.*, 48 (2), 243–255.
- Beven, K. J. (2000), *Rainfall-Runoff Modelling: The Primer*, John Wiley, Hoboken, N. J, 355 p.
- Ben-Zvi, A. and Shentsis, I. (2001), **Assessment of runoff as a component of water resources in the Negev and Arava**. *Isr. J. Earth Sci.* Vol. 50, pp. 61–70.
- Cerda, A. (1998). The influence of geomorphological position and vegetation cover on the erosional and hydrological processes on Mediterranean hillslopes. *Hydrological Processes*, 12, 661–671.
- Chenu, C., Le Bissonnais, Y. and Arrouays, D. (2000). Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Sci Soc. Am. J.*, 64 (4), 1479–1486.
- Chepil WS. (1956). Influence of moisture on erodibility of soil by wind. *Soil Science Society of America Proceedings* 20.
- Ciesiolka, C.A., Coughlan K.J., Rose, C.W., Escalante, M.C., Mohd. Hashim, G., Paningbatan, E.P. and Sombatpanit, S. (1995). Methodology for a multi-country study of soil erosion management. *Soil Technology*, 8, 179–192.

- Cohen, H. and Laronne, J.B. (2005). High rates of sediment transport by flashfloods in the Southern Judean Desert, Israel. *Hydrological Processes*, 19, 1687–1702.
- Colombo, S., Hanley, N. and Calatrava-Requena, J. (2005). Designing policy for reducing the off-farm effects of soil erosion using choice experiments. *Journal of Agricultural Economics*, 56, 81–95.
- Dalton, H. and Brand-Hardy, R. (2003). Nitrogen: the essential public enemy. *Journal of Applied Ecology*, 40, 771–781.
- Dan, J. (1972). The soil association map of Israel. *Israel Journal of Earth-Science*, 21, 29–49.
- Dan, J., Gerson, R., Koyumdjisky, H. & Yaalon, D.H. (1981). Arid soils of Israel: Properties, Genesis and Management. *Special publication No. 190*, The Volcani Center, Bet Dagan, Israel. 354 pp.
- Droogres, P. and Bouma, J. (1997). Soil survey input in exploratory modeling of sustainable soil management practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 1704–1710.
- Dunkerley, D. and Brown, K. (1999). Flow behaviour, suspended sediment transport and transmission losses in a small (sub-bank-full) flow event in an Australian desert stream. *Hydrological Processes*, 13, 1577–1588.
- Ellison, L. (1960). Influence of grazing on plant succession of Rangelands. *Botanical Review*, 26 (1), 1–78.
- Erosion Control Handbook for local roads (2003). The Center for Transportation Studies, the University of Minnesota
http://www.trb.org/Design/Blurbs/Erosion_Control_Handbook_for_Local_Roads_2003_153492.aspx
- Ervin, C. A. and Ervin, D. E. (1982). Factors affecting the use of soil conservation practices: hypotheses, evidence, and policy implications. CAB abstracts.
- Fisher, S.G. and Minckley, W.L. (1978). Chemical characteristics of a desert stream in flash flood. *J. Arid Environments*, 1, 25–33.
- Fischhendler, I., Enzel, Y. and Gvirtzman, H. (2003). Estimation of sedimentation rates under Mediterranean conditions deduced from the Mishmar Ayalon Reservoir, Israel. *Israel J. Earth Sciences*, 52, 21–29.
- Frostick, L.E., Reid, I. and Layman, J.T. (1983). Changing size distribution of suspended sediment in arid-zone flash floods. *Spec. Publ. Int'l. Assoc. Sediment.*, 6, 97–106.
- Gerson, R. (1977). Sediment transport of desert watersheds in erodible materials. *Earth Surface Processes*, 2, 346–361.
- Gladwin, T.N., Kennelly, J.J. and Kruase, T.S. (1995). Shifting paradigms for sustainable development: implications for management theory and research. *Academy of Management Review*, 20 (4), 874–907.
- Goodrich, D.C., Faures, J.M., Woolhiser, D.A., Lane, L.J. and Sorooshian, S. (1995). Measurements and analysis of small-scale convective storm rainfall variability. *J. Hydrology*, 173, 283–308.
- Govaerts, B., Sayre, K.D., Goudeseune, B., De Corte, P., Lichter, K., Dendooven, L. and Deckers, J. (2009). Conservation agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. *Soil & Tillage Research*, 103, 222–230.

- Govers, G., Lobb, D.A. and Quine, T.A. (1999). Preface – Tillage erosion and translocation: emergence of a new paradigm in soil erosion research. *Soil & Tillage Research* 51 (3–4), 167–174.
- Graf, W.H. (1988). Fluvial Processes in Dryland Rivers. *Springer-Verlag, XIY*, 346.
- Graham F. & Macinnes L. (2002). Landscape Character Assessment: Topic Paper 5 – Understanding. Historic Landscape Character, The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage, Great Britain.
- Gyssels, G. and Poesen, J. (2003). The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates. *Earth Surface Processes and Landforms*, 28, 371–384.
- Haines, R.Y., Martin, J.T., Swandwick, D. and June, C. (2004). Countryside Quality Counts, Tracking Changes in the English Countryside. Constructing an Indicator of Change in Countryside Quality – Final Report. Nottingham University Consultants Limited.
- Han Li, M. and Eddleman, K.E. (2002). Biotechnical engineering as an alternative to traditional engineering methods . A biotechnical streambank stabilization design approach.
- Hassan, M.A. and Egozi, R. (2001). Impact of wastewater discharge on channel morphology of ephemeral streams. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1285–1302.
- Hellin, J. (2006). Better land husbandry: from soil conservation to holistic land management. Science Publishers.
- Hengchaovanich, D. Vetiver System for Slope Stabilization:
http://betuco.be/coverfodder/Vetiver%20Grass%20THAI_slopestab.pdf
- Holland, J.M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric., Ecosyst. Environ.* 103, 1–25.
- Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London.
- Inbar, M. (1992). Rates of fluvial erosion in basin with a Mediterranean type climate. *Catena*, 19, 393–409.
- Inbar, M. and Llerena, C.A. (2000). Erosion processes in high mountain agricultural terraces in Peru. *Mountain Research and Development*, 20(1), 72–79.
- Jackson, L. L. (2008). Who “Designs” the Agricultural Landscape? Re-use of Rural Landscape, *Topos*, 23–39.
- Jackson, B. John (1984). *Discovering the vernacular landscape*. New Haven: Yale University Press.
- Jones, J.A.A. (1994). Soil piping and its hydrogeomorphic function. *Cuaternario y Geomorfologia*, 8 (3–4), 77–102.
- Keesstra, S.D. (2006). Impact of natural reforestation on the hydrology, geomorphology and sediment budget of the Dragonja River, SW Slovenia. PhD-thesis, Vrije Univeriteit, Amsterdam, 188p.
- Krichak, S.O., Alpert, P. & Krishnamurti, T. N., 1997. Interaction of topography and tropospheric flow – a possible generator for the Red Sea Trough? *Meteorological Atmospheric Physics*, 63, 149 – 158

- Kondolf, G.M. (1997). Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21, 533–551.
- Kozlowski, J. (1993). UET method: a planning tool for sustainable development. in J. Kozlowski, and G. Hill (eds.), *Towards planning for sustainable development: a Guide for the Ultimate Environmental Threshold method*. Aldershot, England : Avebury.
- Kuhlman, T., Reinhard, S. and Gaaff, A. (2008). Estimating the costs and benefits of soil conservation in Europe. *Land use policy*, 27 (1), 22–32.
- Lal, R., Griffin, M., Apt, J., Lave, L. and Morgan, M.G. (2004). Ecology - Managing soil carbon. *Science*, 304 (5669), 393–393.
- Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12 (6), 519–539.
- Lal, R. (1997). Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. *Soil & Tillage Research*, 43 (1–2), 81–107.
- Langbein, W.B. and Schumm, S.A. (1958). Yield of sediment in relation to mean annual precipitation. *Transactions American Geophysical Union*, 39, 1076–1084.
- Laronne, J.B. (1990). Probability distribution of event sediment yields in the northern Negev, Israel. In: J. Boardman, D. L. Foster, and J.A. Dearing (eds.), *Soil Erosion on Agricultural Land* (pp. 481–492). Chichester, England: Wiley.
- Laronne, J.B., Alexandrov, Y., Bergman, N, Cohen, H., Garcia, C., Habersack, H., Powell, M.D. and Reid, I. (2003). The continuous monitoring of bedload flux in various fluvial environments: Proc. *Erosion and Sediment Transport Measurement: Technological and Methodological Advances*. Oslo, Int'l Assoc. Hhydrol. Sci. Publication 283,134–145.
- Laronne, J.B., Alexandrov, Y., Chocron, M., Guertin, D.P. and Goodrich, D.P. (2007). Reducing runoff/soil erosion by afforestation in a semiarid area. Final Report, Submitted to IALC, 52 p.
- Laronne, J. B. and Wilhelm, R. (2001). Shifting stage - volume curves: predicting event sedimentation rate based on reservoir stratigraphy. In: D. Anthony, F. Ethridge, M. Harvey, J. B. Laronne, and M. P. Mosley (Eds.), *Applying Geomorphology to Environmental Management*, Littleton, Colo, USA: Water Resources Publ.
- Lavee, H., Poesen, J. and Yair, A. (1997). Evidence of high efficiency water-harvesting by ancient farmers in the Negev desert, Israel. *J. Arid Environments*, 35, 341–348.
- Lekach, J. and Schick, A.P. (1982). Suspended sediments in desert floods in small catchments. *Israel J. Earth Sciences*, 31, 144–156.
- Lekach, J. and Schick, A.P. (1995). Trajectories of bed load particles within the active layer of an ephemeral stream. *Application of Tracers in Arid Zone Hydrology, IAHS Publ.* 232, 443–452.
- Lekach, J., Amit, R., and Grodek, T. (2008). Scour Envelope Curve (SEC), Negev Desert, Israel. *Isr. J. Earth Sci.*, 57, 189–197.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G. and Miller, J.P. (1995). *Fluvial Processes in Geomorphology*. New York: Dover Publications.
- Lewis, J. (1996). Turbidity – controlled sediment sampling for runoff–event load estimation. *Water Resources Research*, 32 (7), 2299–2310.

- Ludwig, J.A., Tongway, D.J. and Marsden, S.G. (1999). Stripes, strands or stipples: modelling the influence of three landscape banding patterns on resource capture and productivity in semi-arid woodlands. *Australia. Catena*, 37, 257–273.
- McIntosh, P., Laffan, M., (2005). Soil erodibility and erosion hazard: extending these cornerstone soil conservation concepts to headwater streams in the forestry estate in Tasmania. *Forest Ecology and Management*, 220, 128–139.
- Magalhães, (2004). The green plan as a tool of landscape sustainability- the case study of loures (Portugal):
http://www.isa.utl.pt/ceap/pvcloures/publicacoes/Bolonha_eem_final.pdf
- McConnell, K.E. (1983). *An economic model of soil conservation*. American Agriculture Economics Association.
- Merzer, T. (2007). *The Effects of Different Vegetative Cover on the Local hydrological Balance of a Semi Arid Afforestation*. MSc thesis. Ben Gurion University of the Negev.
- Miranowski, J.A. (1984). *Impacts of productivity loss on crop production and management in a dynamic economic model*. American Agriculture Economics Association.
- Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxford, UK.: Blackwell Science Ltd.
- Nash, M.S., Jackson, E. and Whitford, W.G. (2003) Soil microtopography on grazing gradients in Chihuahuan desert grasslands. *J.Arid Environments*, 55(1), 181–192.
- Nearing, M.A. (2006). Can soil erosion be predicted? In: P.N. Owens and A.J. Colloins (Eds.), *Soil Erosion and Sediment Redistribution in River Catchment* (pp. 145-152). Wallingford, UK; Cambridge, MA: CABI Pub.
- Nearing, M.A., Foster, G.R., Lane, L.J. and Finkner, S.C. (1989). A process-based soil erosion model for USDA – Water Erosion Prediction Project technology. *Transactions of the ASAE* 32:1587-1593.
- Negouker-Cohen, N. (2007). *Hydrological and chemical characterization of base flow and small flow events along the trans-boundary Besor Basin*. MSc thesis, Ben Gurion University of the Negev.
- Negev, M. (1969). *Analysis of data on suspended sediment discharge in several streams in Israel*. Hydrological Paper 12, Israel Hydrological Service, Water Commission, Jerusalem.
- Negev, M. (1972). *Suspended sediment discharge in western watersheds of Israel*. Hydrological Paper 14, Israel Hydrological Service, Water Commission, Jerusalem.
- Nielsen, D.C., Unger, P.M. and Miller, P.R. (2005). Efficient water use in dryland cropping systems in the Great Plains. *Agron. J.*, 97, 364–372.
- Nir, D. and Klein, M. (1974). Gully erosion induced by changes in land use in a semiarid terrain (Nahal Shiqma, Israel). *Zeitschrift für Geomorphologie*, Supplementband 21, 191–201.
- Oglethorpe, D., Hanley, N., Hussain, S. and Sanderson, R. (2000). Modelling the transfer of the socio-economic benefits of environmental management. *Environmental Modelling & Software*, 15, 343–356.
- Oldeman L.R. (1994). The Global Extent of Soil Degradation. in D. J. Greenland and I. Szaboics (eds.), *Soil Resilience and Sustainable Land Use* (p. 115). Wallingford, Oxon, U.K. : CAB International.

- Owens, P.N. (2007). *Sustainable management of sediment resources: sediment management at the river basin scale*. Amsterdam: Elsevier.
- Owens Viani, L. (2000). Nature as landscape architect. *Landscape Architecture Journal*, 78–81.
- Parsons, A.J. and Abrahams, A.D. (1992). Field investigations of sediment removal in interrill overland flow. In: A.J. Parsons and A.D. Abrahams (eds.), *Overland Flow, Hydraulics and Erosion Mechanics* (pp. 307–334). London: UCL Press.
- Pawson, E., 1987. Order and freedom: a cultural geography of New Zealand. In: Holland, P.G., Johnston, W.B. (Eds.), *Southern Approaches: Geography in New Zealand*. New Zealand Geographical Society, Christchurch, pp. 305–329.
- Parsons, A.J., Wainwright, J. and Abrahams, A.D. (1996). Runoff and erosion on semiarid hillslopes. In: M.G. Anderson and S. M. Brooks (Eds.), *Advances in Hillslope Processes* (pp. 1061–1078). Chichester, England: Wiley.
- Phillips, J.M., Webb, B.W., Walling, D.E. and Leeks, G.J.L. (1999). Estimating the suspended sediment loads of rivers in the LOIS study area using infrequent samples. *Hydrological Processes*, 13, 1035–1050.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. and Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267, 1117–1123.
- Pimentel, D. and Kounang, N. (1998). Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems*, 1, 416–426.
- Poesen, J.W.A. and Hooke, J.M. (1997). Erosion, flooding and Channel Management in Mediterranean environments of southern Europe. *Progress in Physical Geography*, 21, 157–199.
- Poesen, J.W.A., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. and Valentin, C. (2003). Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 50, 91–133.
- Poesen, J.W.A., Vandaele, K. and Wesemael, B.V. (1996). Contribution of gully erosion to sediment production on cultivated lands and rangelands. In: D. E. Walling and B. E. Webb (eds.), *Erosion and sediment yield: global and regional perspectives* (pp. 251–266). Wallingford: IAHS.
- Powell, D.N., Brazier, R., Wainright, J., Parsons, A. and Kadiuk, J. (2005). Streambed scour and fill in low-order dryland channels. *Water Resour. Res.*, 41, W050189, doi: 10.1029/2004WR00362, 2005.
- Quine, P.E., Walling, D.E. and Zhang, X. (1999). Slope and gully response to agricultural activity in the Rolling Loess Plateau, China. In: A.G. Brown and I.A. Quine (Eds.), *Fluvial Processes and Environmental Change* (71–90). Chichester: Wiley.
- Reid I. and Frostick, L.E. (1997). Channel form, flow and sediments in deserts. In: David, S.G. (ed), *Arid Zone Geomorphology*: Wiley, Chichester, England: 205–229.
- Pickett STA, Shachak M, Bocken B, Armesto JJ. 1999. The management of ecological systems. In: *Arid lands management. towards ecological sustainability*, TW Hoekstra, M. Shachak, eds. Chicago: Univeristy of Illinois Press. p 8–17.
- Ramos-Scharron, C.E. and MacDonald, L.H. (2007). Development and application of a GIS-based sediment budget model. *J. Environmental Management*, 84, 157–172.

- Richards, K. (1982). *Rivers, Form and Process in Alluvial Channels*. London: Methuen.
- Roche, M. (1997). The land we have we must hold: soil erosion and soil conservation in late nineteenth- and twentieth-century New Zealand. *Journal of Historical Geography*, 23(4), 447–458.
- Roose, E. and Bartès, B. (2001). Organic matter management for soil conservation and productivity restoration in Africa: a contribution from Francophone research. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61, 159–170.
- Rovira, A., Batalla, R.J. and Sala, M. (2005). Fluvial sediment budget of a Mediterranean river: the lower Tordera (Catalan Coastal Ranges, NE Spain). *Catena*, 60, 19–42.
- Rozin, U. and Schick, A.P. (1996). Land use change, conservation measures and stream channel response in the Mediterranean/semiarid transition zone: Nahal Hoga, southern Coastal Plain, Israel. In: D. E. Walling and B. E. Webb (eds.), *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives* (pp. 427–444). Wallingford: IAHS Publ.
- Sattler, C. and Schuler, J. (2008). The estimation of agricultural policy effects on soil erosion – an application for the bio-economic model MODAM. *Land use policy*, 27, 61–69.
- Sauer, O. Carl (1963). The Morphology of Landscape. in: J. Leighly (ed.), *Land and Life: A Selection from the writings of Carl Ortwin Sauer*. California: Berkeley: University Press.
- Savadogo, P., Sawadogo, L. and Tiveau, D. (2007). Effects of grazing intensity and prescribed fire on soil physical and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina Faso. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118(1–4), 80–92.
- Schick, A. P. (1977). A tentative sediment budget for an extremely arid watershed in the southern Negev. In: O.D. Doehring (Ed.) *Geomorphology in Arid Regions* (pp. 139–163). New York: Binghampton.
- Schick, A.P. and Lekach, J. (1993). An evaluation of two ten-year sediment budgets, Nahal Yael, Israel. *Physical Geography*, 14(3), 225–238.
- Schindler D., Schlesinger W.H., Simberloff, D., and Swackhamer, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, Vol. 292, Issue 5515, 281–284.
- Schwab, G.O., Frevert, R.K., Edminster, T.W. and Barnes, K.K. (1981). *Soil and water conservation engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Schwab G.O. and R.K. Frevert, (1985). *Elementary soil and water engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Schwartz, U. and Greenbaum, N. (2008). Extremely high sediment yield from a small arid catchment—Giv'at Hayil, northwestern Negev, Israel. *Isr. J. Earth Sci.* 57, 167–175.
- Seydell, I. (1998). *Effects of land use on soil erosion, Ruhama Basin, Israel, 1998*. Vertiefearbeit MSc thesis, Technical University of Darmstadt.
- Shachak, M., Sachs, M. and Moshe, I. (1998). Ecosystem management of desertified shrubland in Israel. *Ecosystems*, 1, 475–483.
- Sharma, K.D. (1996). A conceptual sediment transport model for arid regions. *J. Arid Environments*, 33, 281–290.
- Sharma, K.D., Vangani, N.S. and Choudhari, J.S. (1984). Sediment transport characteristics of desert streams in India. *J. Hydrology*, 67, 261–272.

- Shiferaw, B. and Holden S.T. (2000). Policy instruments for sustainable land management: the case of highland smallholders in Ethiopia. *Agricultural Economics*, 22, 217–232.
- Singer, A., Zobeck, T., Poberezsky, L., Argaman, E. (2003). The PM10 and PM2.5 dust generation potential of soils/sediments in the Southern Aral Sea Basin, Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*, 54 (4), 705–728.
- Singer, A., Dultz, S., Argaman, E. (2004). Properties of the non-soluble fractions of suspended dust over the Dead Sea. *Atmospheric Environment*, 38 (12), 1745–1753.
- Smyth, R.E. and Young, M.D. (1998). Costing soil erosion: a state wide approach. *Land Degradation & Development*, 9, 513–527.
- Svoray T. and Ben-Said S. (2009). Soil loss, water ponding and sediment deposition variations as a consequence of rainfall intensity and land use: a multi-criteria analysis. *Earth Surf. Process. Landforms* (2009), DOI: 10.1002/esp.1901.
- Svoray T. and Markovitch H. (2009). Catchment scale analysis of the effect of topography, tillage direction and unpaved roads on ephemeral gully incision. *Earth Surf. Process. Landforms* 34, 1970–1984. DOI: 10.1002/esp.1873.
- Sutherland, R.A. and Bryan, R.B. (1990). Runoff and erosion from a small semiarid catchment, Baringo District, Kenya. *Applied Geography*, 10, 91–109.
- Swanwick C. (2002). Landscape Character Assessment- Guidelines for England and Scotland, the Countryside Agency. Department of Landscape University of Sheffield and Land Use Consultants.
- Thorne, C.R. (1982). Processes and mechanisms of river bank erosion. In: R.D. Hey, J.C. Bathurst and C.R. Thorne (Eds.), *Gravel-bed Rivers* (pp. 227–271). New York: Wiley.
- Tilman, D. (1999). Global environmental impact of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 96: 5995–6000.
- UNDP (1994). Statements and Recommendations from Major International Meetings on Water Resources, Water Supply and Sanitation. UNDP UNDP science, technology and private sector division, 128 pages.
- UNEP (1991). Montreal Protocol 1991 Assessment. Report of the Solvents, Coatings and Adhesives Technical Options Committee. United nation environment program, Nairobi.
- Unger, P. W. (2006). *Soil and Water conservation handbook: Policies, practices, conditions, and terms*. New York: Haworth Food & Agricultural Products Press.
- U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, (2007). *National Soil Survey Handbook, title 430-VI*. [Online] Available: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>.
- USGS Canyonlands Research Station, www.soilcrust.org
- Vericat, D. and Batalla, R.J. (2006). Sediment transport in a large river: The lower Ebro, NE Iberian Peninsula. *Geomorphology*, 79, 72–92.
- Vericat, D., Batalla, R.J. and Garcia, C. (2006). Breakup and reestablishment of the armor layer in a large gravel-bed river below dams: The lower Ebro. *Geomorphology*, 76, 122–136.
- Verch, G. Kachele, H. Holtl, K. Richter, C. Fuchs, C. (2009). Comparing the profitability of tillage methods in Northeast Germany – A field trial from 2002 to 2005. *Soil & tillage research*, 104, 16–21.

- Vigiak O., Newham, L.T.H., Whitford J., Roberts A.M., Rattray D. and Melland A.R., (2010). Integrating farming systems and landscape processes to assess management impacts on suspended sediment loads. *Environmental Modelling & Software* (2010), doi:10.1016/j.envsoft.2010.09.001
- Walling, D.E. and Collins, A.L. (2000). *Integrated assessment of catchment sediment budgets: a technical manual*. Department for International Development: University of Exeter.
- Walling, D.E. and Kleo, A.H.A. (1979). Sediment yield of rivers in areas of low precipitation: a global view. In: *The Hydrology of Areas of Low Precipitation* (pp. 479–493). Paris: IAHS Publ.
- Walling, D. E. and Webb, B.W. (1987). Suspended load in gravel-bed rivers: UK experience. In: C.R. Thorne, J.C. Bathurst and R.D Hey (Eds.), *Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers* (pp. 691–732). Chichester, England : J. Wiley.
- Webb, B.W., Foster I.D.I and Gurnell, A.M. (1995). Hydrology, water quality and sediment behavior. In: I.D.I. Foster, A.M Gurnell and B.W. Webb (Eds.), *Sediment and Water Quality in River Catchments* (pp. 1–30). Chichester, England : J. Wiley.
- Westboy, M. Walker, B and Noy-Meir, I. (1989). Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*, 42(4), 266–274.
- Winkleprins, A.M.G.A. (1999). Local Soil Knowledge: A Tool for Sustainable Land Management. *Society & Natural Resources*, 12, 151–161.
- Wilkes, C. (1993). The State as an Historical Subject: A Periodisation of State Formation in New Zealand, State and Economy in New Zealand, B. Roper (ed.). Oxford, Oxford University Press.
- Wischmeier, W.S. and Smith, D.D. (1962). Soil loss estimation as a tool in soil and water management planning. Soil & Water Conservation Research Division ARS USDA.
- World Resources Institute in collaboration with the United Nations Environment Programme and the United Nations Development Programme (1992). *World Resources 1992–93*. New Yor: Oxford University Press.
- Yair, A. (1983). Runoff generation in a sandy areas – the Nizzana Sands, the Western Negev, Israel. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15, 597-609.
- Yair, A. and Enzel, Y. (1987). The relationship between annual rainfall and sediment yield in arid and semi arid areas. The case of northern Negev. *Catena Supplement*, 10, 121–135.
- Yair, A. And Kossovsky, A. (2002). Climate and surface properties: hydrological response of small arid and semi arid watersheds. *Geomorphology*, 42. 43-57.
- Zaady, E., P. Groffman, Shahak, M. (1998). Nitrogen fixation in macro- and microphytic patches in the Negev desert. *Soil Biology and Biochemistry*, 39, 449-454.
- Zaady, E., P. M. Groffman, et al. (1996). Litter as a regulator of N and C dynamics in macrophytic patches in Negev Desert soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 28(1), 39–46.
- Zentner, R.P. Lafond, G.P. Derksen, D.A. and Campbell, C.A. (2002). Tillage method and crop diversification: effect on economic returns and riskiness of cropping systems in a Thin Black Chernozem of the Canadian Prairies. *Soil & tillage research*, 67, 9–21.
- Zgaier, A. (2008). Landslides on agricultural hillslope terraces under Mediterranean climatic conditions. *Isr. J. Earth Sci*, 57, 249–262.

נספחים

תוכן עניינים

עמוד

222	.....	נספח א' – מפרט לביצוע סקר בעיות שימור קרקע באגני הנחלים שקמה, בשור ואבטח
226	.....	נספח ב' - מילון מושגים
273	.....	נספח ג' - מודל "מצב- מעבר"
276	.....	נספח ד' - ביבליוגרפיה של עבודות מחקר
301	.....	נספח ה' - אמצעים לשימור קרקע
302	.....	ה' 1. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, חקלאות בעל.
306	.....	ה' 2. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, חקלאות שלחין.
310	.....	ה' 3. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, מטעים.
315	.....	ה' 4. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, חקלאות אינטנסיבית (חממות)
317	.....	ה' 5. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח פתוח מטופל על ידי קק"ל
318	.....	ה' 6. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח פתוח, מרעה
320	.....	ה' 7. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח פתוח, דרכים
322	.....	ה' 8. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, גדי"ש, בשני צדי הנחל
326	.....	ה' 9. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, מטעים, בשני צדי הנחל
329	.....	ה' 10 – ו' 13. אמצעים לשימור קרקע, שימושי קרקע נוספים
330	.....	נספח ו' – סיכום ראיונות עם אנשי מקצוע
335	.....	נספח ז' – דו"חות סיור
335	.....	ז' 1. דו"ח סיור ראשון
340	.....	ז' 2. דו"ח סיור שני
372	.....	נספח ח' - מיפוי סיכוני סחיפה (דיסקים)
372	.....	ח' 1. חוברות ומפות סיכוני סחיפה של משרד החקלאות.
375	.....	ח' 2. מפות סיכוני סחיפה (דיסק כולל פוסטר להדפסה + שכבה GIS)
375	.....	ח' 3. מפות סיכוני סחיפה עבור אגנים נבחרים (פטיש, יתיר, חנון – דיסק) ..
375	.....	ח' 4. ספר הסקר

נספח א' -

**מפרט לביצוע סקר בעיות שימור קרקע באגני הנחלים
בשור, שקמה ואבטח**

27 מאי 2007

T.O.R**סקר בעיות שימור קרקע באגני הנחלים בשור שקמה ואבטח****1. רקע**

רשות שימור הקרקע חופפת את רשות הניקוז "שקמה בשור" והיא משתרעת על כ- 6,000,000 דונם. בשטח הרשות ישנם 26 רשויות מוניציפליות. באגני הניקוז נעשות פעולות פיתוח נרחבות מסוגים שונים שגורמות להפרה בפני הקרקע. במקומות רבים הפרה זו מביאה בעקבותיה בעיות כגון סחיפת קרקע והשקעה של סחף. בעיות אלה גורמות לאיבוד המשאב המוגבל ביותר במדינת ישראל והוא הקרקע הטבעית הראויה לעיבוד חקלאי. רשות שימור קרקע "שקמה בשור" בשיתוף האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות נרתמו לטיפול בבעיות סחיפת הקרקע באגני ההתנקזות של הנחלים: בשור, שקמה ואבטח. הכנת תוכנית רב שנתית לטיפול בבעיות סחיפה השקעת סחף ותופעות אחרות של התדלדלות קרקעות, מחייבת ביצוע סקר בעיות שימור קרקע בשטח האחריות של רשות שימור הקרקע.

2. מפרט הסקר**א. כללי**

המתכנן מתבקש להגיש הצעה לביצוע סקר בעיות של התדלדלות קרקעות באגני הניקוז בשור, שקמה ואבטח. הסקר יכלול גם הצעות לפתרונות של שימור הקרקע ופריסתם במרחב.

הצוות הרב תחומי יכלול אדריכל כראש צוות, אנשי אקדמיה, ואנשי מחקר מעשיים.

ב. תיאור הסקר

1. המתכנן יתאר ויאפיין את התפוצות של התדלדלות קרקע אותם הוא אמור למפות.
2. סקירת עבודות וספרות של עבודות שנערכו באגני הניקוז של הרשות לשימור קרקע.
3. המתכנן יסקור את כל שטח רשות הניקוז, יאתר, יאפיין, ימפה את התופעות ויציע הצעות פתרון לכל הבעיות הקשורות לסחיפה והשקעת סחף, ולתופעות נוספות של התדלדלות כגון: עודפי רטיבות התרבות מחשוף סלע ואבן, המלחה, עירוף וכדומה. האינפורמציה תוגש בשכבות של מערכת המידע הגיאוגרפי. ההצעות לפתרון יכללו גם הערכה תקציבית כללית לטיפול בבעיות שאותרו.

ג. העבודה המבוקשת**1. העבודה תכלול את החלקים הבאים**

א. אקדמי- סקר ספרות שיכלול:

1. מושגי בסיס בסחיפת קרקע ושימור קרקע.
2. תאור הגורמים לסחיפת קרקע- רוח, מים והשפעת התערבות האדם.
3. אפיון והגדרה של בעיות סחיפת קרקע ושימור קרקע.
4. השלכות של סחיפת קרקע- פוריות הקרקע, שינוי הנוף ופני הקרקע.
5. שיטות לזיהוי סחיפת קרקע.

6. ביצוע עבודות תוך מניעת סחיפת קרקע בטרם היווצרות הבעיות.
7. שיטות למניעה וטיפול בסחיפת קרקע- אגרוטכני, הנדסי ועוד.
8. מדיניות ניהול רשויות לשימור קרקע- בעולם.
9. רשימה של מאמרים ומחקרים בתחום מניעת סחיפה ושימור קרקע.

ב. איתור, סיווג ומיפוי השטחים בהם קיימות בעיות סחיפה, השקעה של סחף, ותופעות אחרות של התדלדלות קרקעות.

1. תיאור השטח כולל שיפועים.
2. תיאור הקרקעות.
3. אפיון, תיאור תעוד הבעיות השונות ומיפויים- האפיון יכלול פגישה עם מהנדסי הרשויות המוניציפליות, ראשי ועדות החקלאיות, איגודים חקלאיים, משקים ועוד. דרוג הבעיות עפ"י חומרתם, טכניקות לטיפול והערכה תקציבית.
4. קריטריונים לסווג.
5. איסוף ורישום מידע קיים.

ג. ניתוח כלכלי.

בחינת ההשפעות של סחיפת קרקע מבחינה כלכלית- איבוד קרקע פורייה, ההשקעה בטכנולוגיות שונות על מנת לקבל את אותה תפוקה מהקרקע, השקעה באמצעים הנדסיים על מנת להפסיק תופעות סחיפת קרקע.

ד. קביעת מדיניות שימור קרקע בראייה אגנית.

1. קביעת עקרונות למדיניות הרשות לשימור קרקע על פי הממצאים בעולם והתאמתם לישראל.
2. הצעות לפתרון וטיפול אגני/חלוקה על פי מועצות אזוריות- הצעות לפתרון בעיות סחיפת הקרקע וכו' לפי המאפיינים ודרגת החומרה בכל תא שטח.
3. מיפוי האמצעים המוצעים להתמודדות עם הבעיות על רקע מפת התופעות.
4. אומדן ההוצאות לביצוע התכנית.
5. הצעה לתוכנית עבודה לרשות הניקוז עפ"י סדר עדיפות.

2. העבודה תכלול את כל השרטוטים והשכבות הנחוצות לפירוט הצעת המתכנן כגון:

- 2.1 מפת כללית עם תיחום של אגני התנקזות ראשיים ומשניים בק"מ 1: 100,000
- 2.2 מיפוי כללי כולל שימושי שטח נוכחיים בק"מ 1: 25,000 כשכבה במערכת ה G.I.S. (ברמת פירוט כללי לפי: ג"ש בעל, ג"ש שלחין, מטעים, חממות, מרעה, יער, מאגרים וכו')
- 2.3 הפקת שכבות במערכת ה G.I.S לכל אחד ממרכיבי הסקר בק"מ של 1: 25,000.
- 2.4 תיאור מילולי וכמותי של בעיות התדלדלות הקרקע עפ"י סיווגן.
- 2.5 כל השרטוטים והשכבות יתוכננו יופקו בתוכנה המאפשרת עיבוד ממ"גי ב- Arc-View וב- Arc-Info בגרסאות העדכניות

- 2.6 כל המסמכים יוגשו גם בתיק מודפס וגם בגרסה דיגיטלית.
- 2.7 יש להגיש עותק ממוחשב לשימוש בתוכנות ה-G.I.S כרשום בסעיף 2.5.

3. לוח זמנים

המתכנן יבצע את הסקר בתוך שמונה חודשים מהזמנת העבודה. כאשר לאחר שלושה חודשים יוגש דו"ח ראשון שיכלול את האמור בסעיף ג'1.א', לאחר 6 חודשים יוגש דו"ח שני שיכלול את האמור בסעיף ג'1.ב'. וכעבור 8 חודשים יוגש דו"ח סופי שיכלול את האמור בסעיף ג'1.ג'. כל דו"ח יוצג בפני רשות הניקוז והאגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות בטרם יעבור המתכנן לשלב הבא.

4. הנחיות מקצועיות ונוהליות

- 4.1 הבסיס למיפוי: תצ"א מיושרת וצילומי אוויר מתקופות שונות לניתוח ואיתור התופעות.
- 4.2 המתכנן יבצע סיורים בשטח על מנת לאתר את הבעיות בשטח ויעמוד על חומרתם.
- 4.3 המתכנן יעמוד בקשר עם מהנדס רשות הניקוז, עם אגף לשימור קרקע וניקוז ועם נציגי היישובים, יתייעץ ויסייר אתם בשטח אם יהיה צורך בכך.
- 4.4 המתכנן יקיים שיחה מסכמת עם נציג מחוז דרום של משרד החקלאות ועם מהנדס רשות הניקוז לפני הגשת התכניות לשיפוט.
- 4.5 המתכנן יכין את התיקים לשיפוט ויצג בפני ועדת השיפוט את הצעתו. על המתכנן לקבל וליישם את הערות השיפוט.
- 4.6 בעבור כל הברורים, המתכנן יתקשר למהנדס רשות הניקוז.

הערות:

- חומר ממ"ג של רשות הניקוז יעמוד לרשות מבצע הפרוייקט
- על המתכנן להציג מראש את הרכב צוות התיכנון.
- הרשות אינה מחוייבת לקבל את ההצעה הזולה יותר.
- תנאי לאישור הסקר- שיפוט באגף שימור קרקע וניקוז שבמשרד החקלאות.

בכבוד רב

ניר שטרית

מהנדס רשות הניקוז

נספח ב' –

מילון מושגים

רשימת המושגים הכללים במילון:

1. מושגי בסיס במדעי קרקע, 2. מושגי בסיס בחקלאות 3. מושגים בשימור קרקע בהידרולוגיה ובגאומורפולוגיה

- | | | |
|----------------------|-------------------|--|
| 1.1. קרקע | 2.1. חקלאות | 3.1. עיבודים משמרים |
| 1.2. הידלדלות קרקעות | 2.2. חקלאות משמרת | 3.2. גימום |
| 1.3. מבנה הקרקע | 2.3. חקלאות בעל | 3.3. חיפוי קרקע |
| 1.4. מרקם הקרקע | 2.4. חקלאות שלחין | 3.4. גידולי חיפוי |
| 1.5. חידור | 2.5. דיסוק | 3.5. אי-פליחה |
| 1.6. נגר ונגר עילי | 2.6. קלטור | 3.6. מינימום עיבוד |
| 1.7. זרימה משטחית | 2.7. חריש | 3.7. גידול בפסים |
| 1.8. זרימה מרוכזת | 2.8. ארגז מיישר | 3.8. מחזור זרעים |
| 1.9. סחף | 2.9. מעגלה | 3.9. גידולי לפי קווי גובה |
| 1.10. סחיפות | | 3.10. טרסה ערוצית (סכרים) |
| 1.11. סחף טיפות הגשם | | 3.11. טרסות הסתה |
| 1.12. סחיפה משטחית | | 3.12. שיחים או גדודיות |
| 1.13. סחיפה מרוכזת | | 3.13. טרסות השייה (לימנים) |
| 1.14. זחילה | | 3.14. דרכי (נתיבי) מים |
| 1.15. דילוג | | 3.15. תעלות הסתה או הגנה |
| 1.16. רחופת | | 3.16. תעלה מדושאת |
| 1.17. חריץ | | 3.17. אזור חייץ |
| 1.18. ערוצון | | 3.18. מתקן כניסה |
| 1.19. נחל ורשת נחלית | | 3.19. משברי רוח |
| 1.20. התחתרות | | 3.20. גאוגריד צמחי |
| 1.21. מחתור piping | | 3.21. ייעור |
| | | 3.22. גימום יערני |
| | | 3.23. סוללות |
| | | 3.24. צרור ענפים |
| | | 3.25. כלי לשבירת הקרום הנוצר על פני הקרקע בעקבות גשם בתחילת הגידול |
| | | 3.26. חריש ומשתת |

1. מושגי בסיס במדעי קרקע, בהידרולוגיה ובגאומורפולוגיה

1.1. קרקע

1.1.1. מושג: קרקע

1.1.2. soil : term

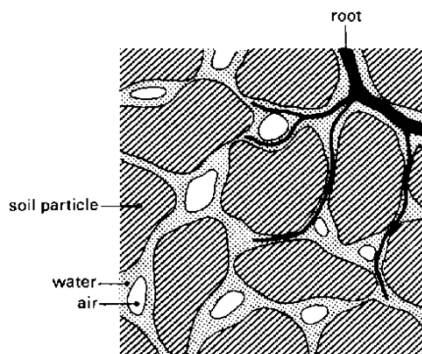
1.1.3. הגדרה: קרקע היא שכבה אופקית (לרוב) של חומר מינרלי ואורגני מופר או שילוב של השניים, הנמצא על פני שטח מוצק ויכול להיות מצע להתפתחות צומח טבעי ובעלי חיים. קרקע מורכבת מאופקים השונים ביניהם כתלות בתנאי ההתהוות – חומר מוצא, אקלים, טופוגרפיה, תכולת מיקרו-אורגניזמים וחומר אורגני, זמן ונוכחות האדם. הקרקע היא גוף דינמי, נושא, הכולל שלוש פאזות – מוצק, נוזל וגז. הפאזה הנוזלית והגזית תלויות אחת בשנייה ושתייהן אינן תלויות בפאזה המוצקה. עלייה בתכולת הנוזלים תגרום בהכרח לירידה בתכולת נפח הגז (הקרקע אינה מכילה אוויר בלבד, כתוצאה מפעילות מיקרו-אורגניזמים ובעלי חיים) אך לא לשינוי בפאזה המוצקה.

עקב התהליכים הפועלים על הקרקע נוצרות בה שכבות שונות: A, B ו-C. כאמור, מוגדרים הבדלים אלה כחתך הקרקע. בקרקע צעירה מבחינים רק בחומר-אב בלתי בלוי, המוגדר כאופק C. עם הזמן נוצר על פני השטח אופק עליון A המתאפיינת בהצטברות חומר אורגני ולעתים גם הפסד של חרסית. קרקעות המכילות רק את אופק A ואת אופק C מצויות בשטחים סחופים כמו במדרונות הרריים תלולים. עם הזמן נוצר בין אופק A לאופק C אופק B בעל צבע בולט (לרוב אדום, חום או צהוב) אשר בו מתרכזת החרסית הנשטפת משכבת הקרקע העליונה. אופקי-קרקע שבהם חלה הצטברות משנית של גיר מכונים אופק ca. והם יכולים להופיע באופק Bca (B) או באופק Cca (C). סלע-האב הבלתי בלוי מוגדר כאופק R (מתוך: יואל דן, קרקעות ארץ-ישראל והקשר שביין לבין הצומח הטבעי,

<http://lib.cet.ac.il/Pages/item.asp?item=5232&author=959>

1.1.4. היבט נופי: (התייחסות חסרה)

1.1.5. דוגמה, איור, שרטוט:



אופק

A

אופק

B

אופק

C



<http://www.edugal.org.il/hokrim/concept/mu068.htm>

1.1.6. דוגמה או צילום: ראה סעיף 1.1.5

1.1.7. מקור/חומר קריאה: ראה סעיף 1.1.3

1.2. הידלדלות קרקעות

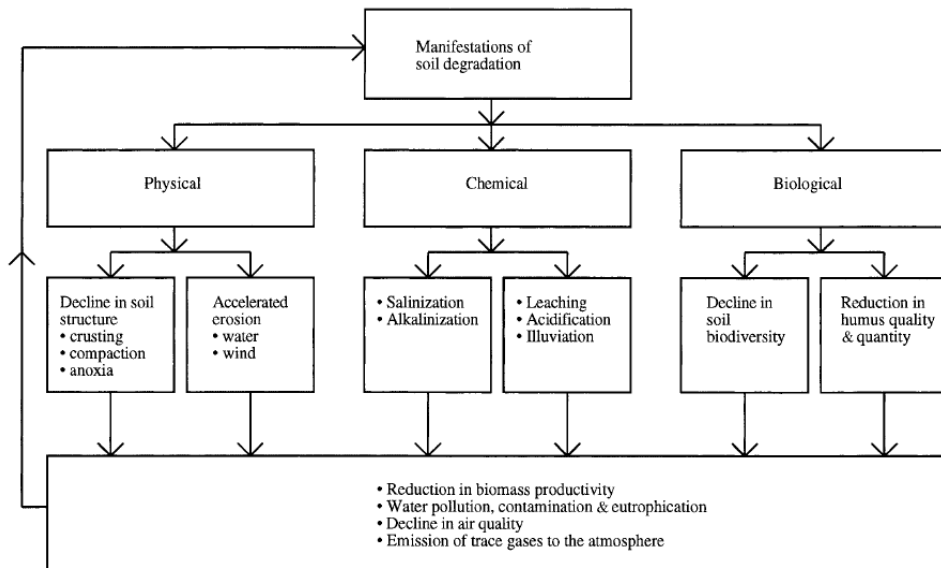
1.2.1. מושג : הידלדלות קרקעות

1.2.2. term: soil degradation

1.2.3. הגדרה : ירידה בפרוטנציאל היצרני של הקרקע (כימי, פיזיקלי, ביולוגי)

1.2.4. היבט נופי : (התייחסות חסרה)

1.2.5. דוגמה, איור, שרטוט :



1.2.5. דוגמה או צילום : ראה סעיף 1.2.5

1.2.7. מקור או חומר קריאה :

Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12 (6), 519–539.

1.3. מבנה הקרקע

1.3.1. מושג : מבנה קרקע

soil structure : term.1.3.2

1.3.3. הגדרה : מבנה הקרקע מתייחס לשילוב או לסידור המרחבי של החלקיקים המוצקים (מינרלים ואורגניים) בנפח הקרקעי. מבנה הקרקע מוגדר באמצעות גודל, צורה וחוזק התלכידים. קרקע בעלת מבנה יציב תהיה עמידה בפני סחף משמעותי במידה רבה יותר בהשוואה לקרקע שבה מבנה התלכידים אינו יציב.

1.3.4. היבט נופי : (התייחסות חסרה)

1.3.5. דוגמה, איור, שרטוט : (התייחסות חסרה)

1.3.6. דוגמה או צילום : (התייחסות חסרה)

1.3.7. מקור או חומר קריאה : (התייחסות חסרה)

1.4. מרקם הקרקע

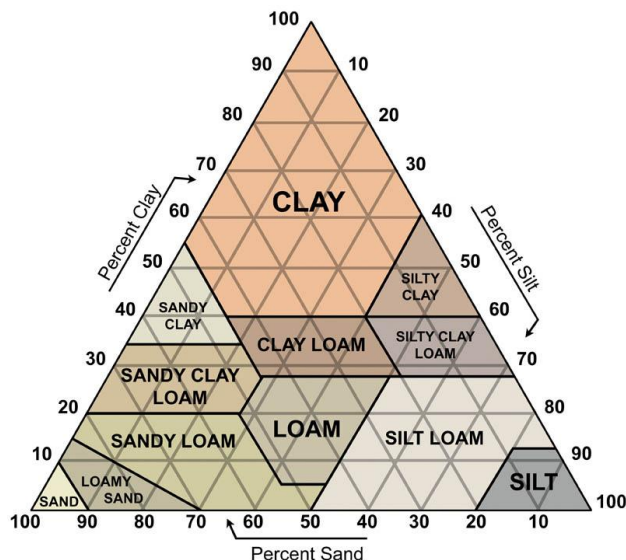
1.4.1. מושג : מרקם קרקע

soil texture : term.1.4.2

1.4.3. הגדרה : מרקם הקרקע מוגדר על פי היחס בין שלושה מקטעי גודל שונים – חול, סילט וחרסית. גודלו הפיזי של כל אחד מרכיבים אלה קובע רבות את מאפייני הקרקע הכימיים והפיזיקליים. מרקם הקרקע נחלק לקבוצות מיון מקובלות, בעזרתן אפשר ללמוד על אופי הקרקע הצפוי. ככל שחלקו היחסי של מקטע החרסית עולה משתפרת יציבות הקרקע ועמידותה בפני סחף עולה. עלייה בתכולת החרסית מקטינה את כושר החידור ומעלה את אחיזת המים של הקרקע ובכך מסייעת להפחתת נגר וסחף. בנוסף לכך, תכולת חרסית גבוהה מונעת הרס תלכידים וסחף של חומר מינרלי דק גרגר.

1.4.4. היבט נופי : (התייחסות חסרה)

1.4.5. דוגמה, איור, שרטוט :



מקור : <http://www.soilsensor.com>

1.4.6. דוגמה או צילום : (התייחסות חסרה)

1.4.7. מקור או חומר קריאה : (התייחסות חסרה)

1.5. חידור

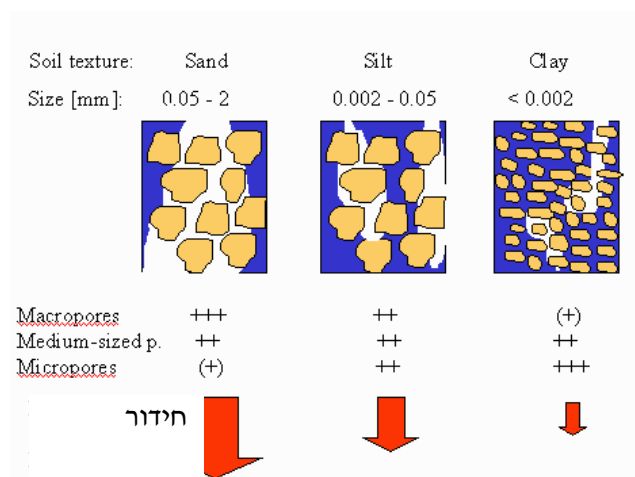
1.5.1. מושג : חדירות (כולל חלחול)

1.5.2. term: penetration (infiltration)

1.5.3. הגדרה : יכולת החידור של הקרקע הוא קצב כניסת המים אל הקרקע אשר יש לו השפעה ישירה על עמידות הקרקע בפני סחף. יכולת החידור של הקרקע תלויה במגוון גורמים : מרקם ומבנה, תכולת חומר אורגני, תכולת הלחות, יכולת תפיחה והתכווצות של הקרקע וכושר ההיאטמות. שיפור ביכולת החידור של הקרקע יכול להתקבל בעזרת העלאת זמן השהייה של נפח מים מעל הקרקע ומניעת תנועה אופקית של המים כנגד או הקטנת פגיעת טיפות מים.

1.5.4. היבט נופי : (התייחסות חסרה)

1.5.5. דוגמה, איור, שרטוט :

מקור : <http://www.cartage.org.lb>

1.5.6. דוגמה או צילום : (חידור מים דרך חתך קרקע לא רווי).

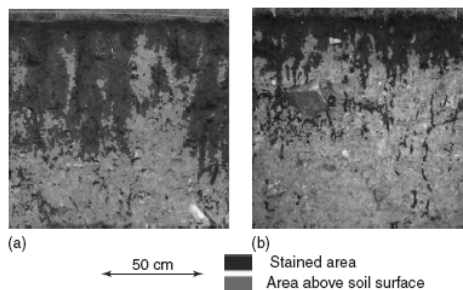


Figure 3 Dye patterns from two different sites: Rietholzbach experimental watershed, Switzerland, (a) and Heitersberg near Zurich, Switzerland (b). Note the spatial heterogeneity of dyed water and preferred nature of water flow vertically within the soil profile. A color version of this image is available at <http://www.mrw.interscience.wiley.com/ehs>

1.5.7. מקור או חומר קריאה : (התייחסות חסרה)

1.6. נגר ונגר עילי

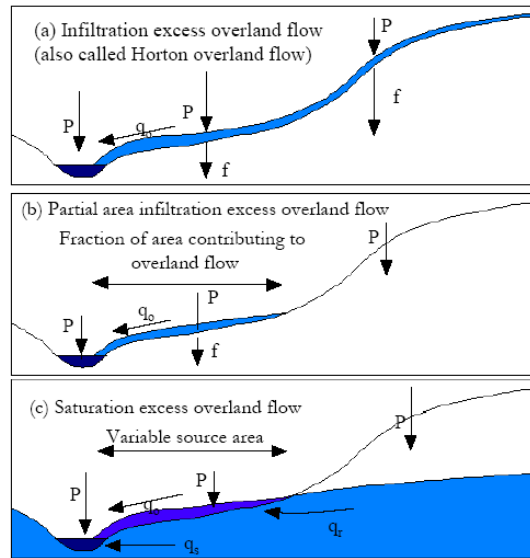
1.6.1. מושג : נגר ונגר עילי

1.6.2. term: runoff and surface runoff

1.6.3. הגדרה : נגר כמות או עובי המים אשר נע על פני הקרקע, באופן בלתי מוסדר, כתלות בשיפוע ובחספוס של פני השטח עד הגיעו לתעלות ניקוז או לנחלים. הנגר הוא החלק של הגשם שאינו מחלחל אל הקרקע או מתאדה. נציין כי הגדרה זו בעייתית בקרקעות שבהן יש זרימה אשר מופיעה שוב בפני הקרקע של interflow.

1.6.4. היבט נופי : (התייחסות חסרה)

1.6.5. דוגמה, איור, שרטוט :



מקור : Beven, 2000

1.6.6. דוגמה או צילום : (התייחסות חסרה)

1.6.7. מקור או חומר קריאה :

Beven, K. J. (2000), Rainfall-Runoff Modelling: The Primer, John Wiley, Hoboken, N. J, 355 p.

1.7. זרימה משטחית

1.7.1. מושג: זרימה משטחית

1.7.2. term: sheet flow

1.7.3. הגדרה: זרימה משטחית – זרימה על גבי מדרונות שטוחים, כשכבה רציפה של מים או על גבי מדרונות מחוספסים מעט כאוסף של פלגים קטנים מחוברים. הזרימה רדודה במעלה המדרון, אך במורדו מתעמקת. זרימה משטחית היא ליניארית ובעלת יכולת סחיפה מועטה, אולם טיפות גשם עשויות להפריע לזרימה וליצור מערבולות המגבירות את כושר הסחיפה של המים. זרימה זו היא בעלת אנרגיה נמוכה, והיא גורם הסעה גדול של קרקע לא מלוכדת.

1.7.4. היבט נופי:

1.7.5. דוגמה, איור, שרטוט:

1.7.6. דוגמה או צילום:

1.7.7. מקור או חומר קריאה:

1.8. זרימה מרוכזת

1.8.1. מושג: זרימה מרוכזת

1.8.2. term: concentrated flow

1.8.3. הגדרה: זרימה מרוכזת – זרימה בעלת עומק מספיק ליצירת מערבלים המגבירים את כושר סחיפת המים. בדרך כלל זרימה מרוכזת נוצרת כשזרימה משטחית מעמיקה במורד המדרון, עוקפת מכשולים ונכנסת לתוך שקעים ותעלות קטנות (חריצים) בקרקע. עומק הזרימה המרוכזת מאפשר חתירה של התעלות המדרוניות והעמקתן, וכן הסעת חלקיקי קרקע גדולים בהשוואה ליכולת ההסעה של זרימה משטחית.

1.8.4. היבט נופי: (חסרה התייחסות)

1.8.5. דוגמה, איור, שרטוט: ראה איור 1.6.5

1.8.6. דוגמה או צילום:



1.8.7. מקור או חומר קריאה:

Beven, K. J. (2000), Rainfall-Runoff Modelling: The Primer, John Wiley, Hoboken, N. J, 355 p.

1.9. סחף

1.9.1. מושג : סחף

1.9.2. term : sediment

1.9.3. הגדרה : החומר הנסחף על-ידי מים/רוח או נגרף על-ידי מים/רוח ושוקע בקרקעית

מאגרים ימיים, גופי מים אחרים או על פני השטח ומהווה שכבת קרקע. נזקי הסחף/קרקע הם נזקים שנגרמים לשכבת קרקע מפותחת על ידי תהליך ארוזיה או סחיפה. בדרך כלל מדובר בפגיעה בכמות הקרקע (עובי של שכבת קרקע), פגיעה בפוריות הקרקע, בצמחיה ובאיכות האוויר (אבק).

1.9.4. היבט נופי : (חסרה התייחסות)

1.9.5. דוגמה, איור, שרטוט : (חסרה התייחסות)

1.9.6. דוגמה או צילום : (חסרה התייחסות)

1.9.7. מקור או חומר קריאה : (חסרה התייחסות)

1.10. סחיפות

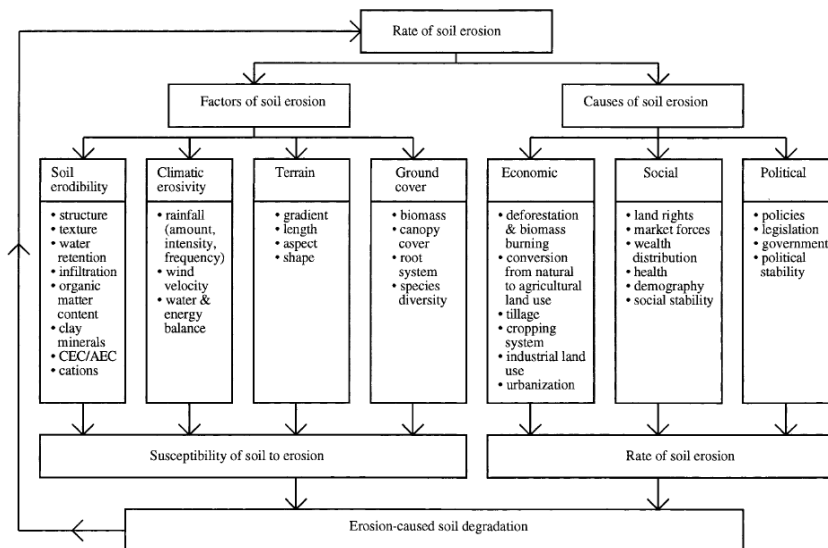
1.10.1. מושג : סחיפות

1.10.2. term : Erodibility

1.10.3. הגדרה : המושג סחיפות מתייחס לרגישות הקרקע לסחף באמצעות מים או גרביטציה או רוח. הסחיפות מושפעת בעיקר ממאפייני היווצרות הקרקע, דהיינו תכונותיה הכימיות, הפיזיקליות והמכאניות, ממאפייני הטופוגרפיה של פני השטח (בעיקר גורם השיפוע) ומניהול הקרקע.

1.10.4. היבט נופי : (חסרה התייחסות)

1.10.5. דוגמה, איור, שרטוט :



1.10.6. דוגמה או צילום : (חסרה התייחסות)

1.10.7. מקור או חומר קריאה :

Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12 (6), 519–539.

1.11. סחף טיפות הגשם

1.11.1. מושג : סף טיפות גשם

1.11.2. Rainsplash erosion : term

1.11.3. הגדרה : מנגנון זה מונע מהתנע של טיפות הגשם על פני הקרקע החשופה, והוא המנגנון הראשון שמניע סחף מים. בעת פגיעתן בקרקע טיפות המים גורמות להרס מבנה התלכידים, וכן לירידה ניכרת בגודל החידור. תהליך זה מוגבר בתנאים שבהם הקרקע מופרת. נתזים של מים, של חומר מינרלי ושל תלכידים יכולים לנוע בתנועה בליסטית ולהאיץ את מנגנון ניתוק החלקיקים. מכת טיפות הגשם יכולה גם ליצור קרומים פיזיקליים שהם לכשעצמם מנגנון המשפיע על נגר ועל סחף קרקע.

1.11.4. היבט נופי : (חסרה התייחסות)

1.11.5. דוגמה, איור, שרטוט :



1.11.6. דוגמה או צילום : (חסרה התייחסות)

1.11.7. מקור או חומר קריאה : (חסרה התייחסות)

1.12. סחיפה משטחית

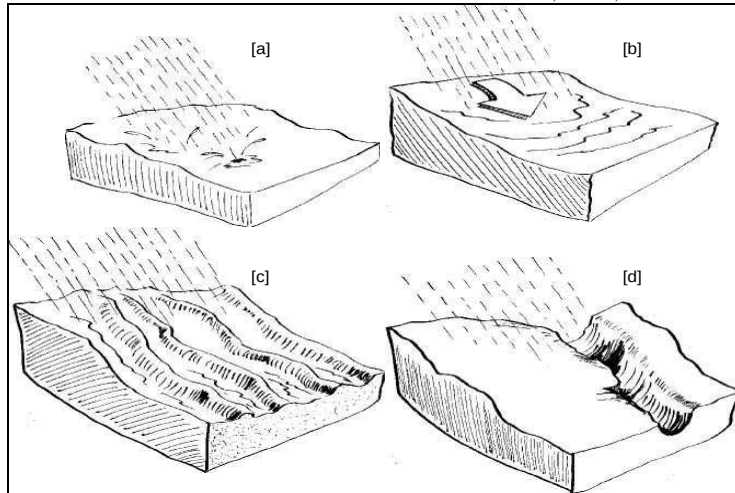
1.12.1. מושג : סחיפה משטחית

1.12.2. term : Sheet erosion

1.12.3. הגדרה : סחיפה באזורים בין-תעלתיים שבהם הזרימה היא משטחית (או בלתי מתועלת), נובעת בעיקר ממכת טיפות הגשם והפרעות מכאניות אחרות (דריכת בעלי חיים, רכבי שטח, עיבוד וכיו"ב). במדרונות קיימים תהליכים נוספים הגורמים לסחף קרקע, החשוב שבהם הוא אוסף תהליכי בליית כמו זחילה (creep) וכן סחיפה אאולית (באמצעות רוח).

1.12.4. היבט נופי : (חסרה התייחסות)

1.12.5. דוגמה, איור, שרטוט :



[a] – סחף טיפות גשם (Rainsplash erosion) ;

[b] – סחף משטחי (Sheet erosion) ;

[c] – סחף ערוצונים (Rill erosion) ;

[d] – סחף ערוצים (Gully erosion)

1.12.6. דוגמה או צילום : (חסרה התייחסות)

1.12.7. מקור או חומר קריאה : (חסרה התייחסות)

1.13. סחיפה מרוכזת

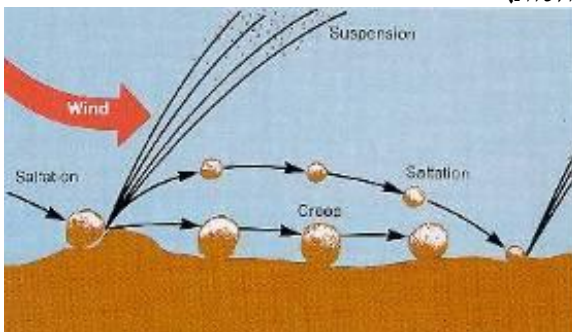
- 1.13.1 מושג: סחיפה מרוכזת
- 1.13.2 term: concentrated erosion
- 1.13.3 הגדרה: סחיפה הנובעת מכוחות גזירה בשל עומק המים ומהירותם. הכוונה למים הגדלים בתעלות, החל מתעלות מדרוניות מסדר אחד (rills, gullies) ועד להתחתרות ערוצונים (channels incised) וסחיפת גדות בערוצים מסדרים גבוהים יותר.
- 1.13.4 היבט נופי:
- 1.13.5 דוגמה, איור, שרטוט: ראה 1.12.5.
- 1.13.6 דוגמה או צילום: (חסרה התייחסות)
- 1.13.7 מקור או חומר קריאה: (חסרה התייחסות)

1.14. זחילה

- 1.14.1 מושג: זחילה
- 1.14.2 term: creep
- 1.14.3 הגדרה:
- 1.14.4 היבט נופי: (חסרה התייחסות)
- 1.14.5 דוגמה, איור שרטוט: (חסרה התייחסות)
- 1.14.6 דוגמה או צילום: (חסרה התייחסות)
- 1.14.7 מקור או חומר קריאה: (חסרה התייחסות)

1.15. דילוג

- 1.15.1 מושג: דילוג
- 1.15.2 term: Saltation
- 1.15.3 הגדרה: Saltation או סלטציה הוא תהליך המתרחש כשהחלקיקים כבדים מכדי להינשא באמצעות הרוח למרחקים גדולים, אך גודל האנרגיה גבוה דיו להנעתם על פני הקרקע למרחקים קצרים (עד מטרים אחדים). אף שמנגנון תנועה זה אינו גורם לחלקיקים גסים לצאת מתחומי אזור הסחף, זהו המנגנון הראשי האחראי להנעתם של יתר מנגנוני התנועה. הגובה האופטימלי למדידת דילוג הוא 40 ס"מ מעל פני הקרקע, ונעים בתנועה בליסטית עד לפגיעתם בקרקע.
- 1.15.4 היבט נופי: (חסרה התייחסות)



- 1.15.5 דוגמה, איור, שרטוט:
- 1.15.6 דוגמה או צילום: (חסרה התייחסות)
- 1.15.7 מקור או חומר קריאה:

Bagnold R.A. (1941). *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*. Methuen: London.

1.16. רחופת

1.16.1 מושג: רחופת או חומר מרחף

1.16.2 term : suspended sediment

1.16.3 הגדרה: מנגנון ההרחפה גורם להוצאת המקטע הדק של פני הקרקע אל מחוץ לאזור הנסחף ולגרום להסעתו למרחקים גדולים (היכולים להגיע לכדי אלפי ק"מ). חלקיקים אלה מכילים לרוב חומר מינרלי וחומר אורגני החיוני לשיפור עמידות הקרקע בפני נזקי סחף מים ורוח. נוסף על כך, הסרת מעטה זה גורם לתהליכי הידלדלות קרקע כימיים ופיזיקליים.

1.16.4 היבט נופי:



1.16.5 דוגמה, איור, שרטוט:

1.16.6 דוגמה או צילום:



1.16.7 מקור או חומר קריאה: (חסרה התייחסות)

1.17. חריץ

1.17.1. מושג: חריץ

1.17.2. rill : term

1.17.3. הגדרה: חריץ (rill) – התעלות הקטנות ביותר במדרון. גודלן משתנה בהתאם לסחיפות הקרקע, אך בדרך כלל עומקן ורוחבן לא עולה על סנטימטרים בודדים. לרוב התעלות נהרסות בתקופות שבין סופות הגשם, ובאירועים עוקבים נוצרות תעלות חדשות במקומות אחרים, תהליך הגורם לסחיפה אחידה של המדרון. לעתים רחוקות נוצרות תעלות המעמיקות מספיק בשביל לבסס התפתחות של ערוצון ולבסוף ערוץ נחל.

1.17.4. היבט נופי: (חסרה התייחסות)

1.17.5. דוגמה, איור, שרטוט:



1.17.6. דוגמה או צילום: (חסרה התייחסות)

1.17.7. מקור או חומר קריאה: NRCS/ www.nrcs.usda.gov

1.18. ערוצון

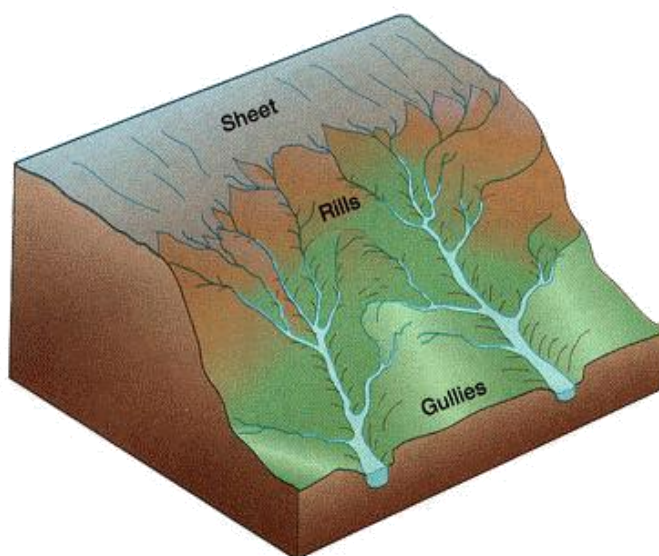
1.18.1. מושג: ערוצון

1.18.2. gully : term

1.18.3. הגדרה: ערוצון (gully) – תעלת ניקוז הגדלה בעקבות סחיפה ומוליכה זרימה ארעית. לערוצון גדות תלולות ובראשו מדרון תלול או מצוקי. רוחב הערוצון עולה על 30 ס"מ ועומקו 60 ס"מ ויותר. בדרך כלל הערוצון נוצר בחומר בעל עמידות נמוכה לסחיפה כמו: שכבות עבות של לס, חומר פליטה געשי, אלוביום, קולוביום, חול מלוכד חלקית ומשקעי גלישות קרקע. לרוב נוצר בעקבות שינוי פתאומי בתנאי הסביבה לדוגמה: שבירה והרמה טקטונית, שרפת צומח, רעיית יתר, שינוי אקלימי, סופות חריגות וכל שינוי בכיסוי הצומח המותיר קרקע חשופה.

1.18.4. היבט נופי: (חסרה התייחסות)

1.18.5. דוגמה, איור, שרטוט:



1.18.6. דוגמה או צילום:

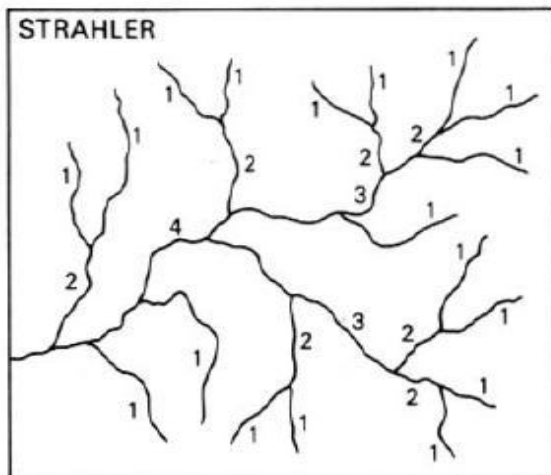


1.18.7. מקור או חומר קריאה: http://tw034.k12.sd.us/sheet_rill_gully.gif

1.19. ערוץ הנחל (אפיק הנחל)

- 1.19.1. מושג: ערוץ הנחל, רשת נחלית (רשת הידרולוגית)
 1.19.2. term: river system, hydrological system, river reach/stream reach
 1.19.3. הגדרה: נחל הוא מוביל מים טבעי, שגבולותיו הם קרקעית הנחל ושתי גדותיו (ויקיפדיה).
 1.19.4. היבט נופי: (חסרה התייחסות)
 1.19.5. דוגמה, איור, שרטוט:

סיווג הנחלים לפי סטרהלר (Strahler):
 סדר ראשון – הנחל הקטן ביותר בעל ערוץ מפותח; סדר שני – מפגש של שני ערוצים בעלי סדר ראשון; סדר שלישי – מפגש של שני ערוצים בעלי סדר שני; כל כניסה של ערוצים בעלי סדר נמוך יותר לא משנה את הסדר הגבוה של הערוץ המרכזי.



סיווג זה הוא הסיווג המקובל ביותר במדעי כדור הארץ.

- 1.19.6. דוגמה או צילום: (חסרה התייחסות)
 1.19.7. מקור או חומר קריאה: (חסרה התייחסות)

1.20. התחתרות

1.20.1 מושג : התחתרות

1.20.2 incision, cutting : term

1.20.3 הגדרה :

1.20.4 היבט נופי : (חסרה התייחסות)

1.20.5 דוגמה, איור, שרטוט : (חסרה התייחסות)

1.20.6 דוגמה או צילום :



1.20.7 מקור או חומר קריאה :

Ritter, D.F., Kochel, R.C. and Miller, J.R. (1995). *Process Geomorphology*. Dubuque, Iowa : W. C. Brown Publishers.

Selby, M.J. (1982). *Hillslope Materials and Processes*. Oxford, England: Oxford University Press

1.21. piping**1.22.**

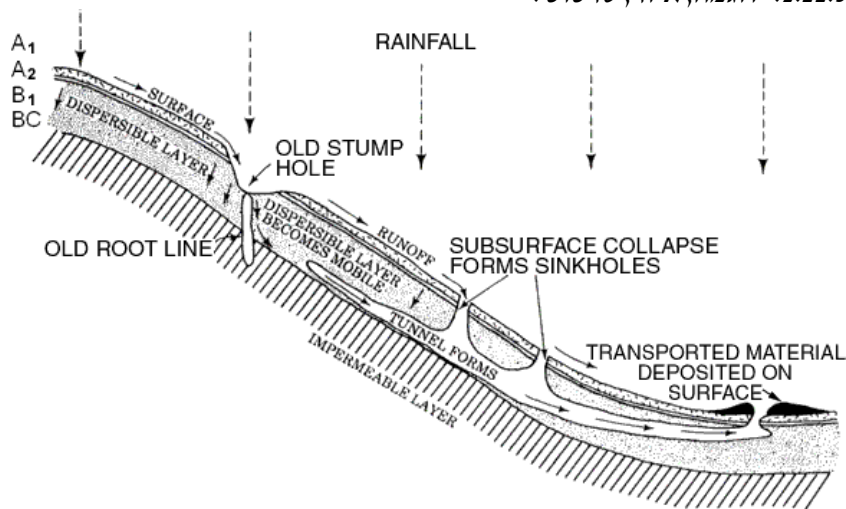
1.22.1 מושג: מחתור

1.22.2 piping : term

1.22.3 הגדרה: מחילות תת-קרקעיות הנוצרות כתוצאה מסחיפה. גודלן משתנה החל מסנטימטרים בודדים ועד לאורך של מאות מטרים וקוטר של עד שני מטרים. המחילות הן מוליכות חשובות של מים בתת-הקרקע ובשלב האחרון של התפתחותן קריסתן מותירה ערוצון חתור.

1.22.4 היבט נופי: (חסרה התייחסות)

1.22.5 דוגמה, איור, שרטוט:



1.22.6 דוגמה או צילום:



1.22.7 מקור או חומר קריאה:

Ritter, D.F., Kochel, R.C. and Miller, J.R. (1995). *Process Geomorphology*. Dubuque, Iowa : W. C. Brown Publishers.

Selby, M.J. (1982). *Hillslope Materials and Processes*. Oxford, England: Oxford University Press.

2. מושגי בסיס בחקלאות

2.1. חקלאות

- 2.1.1. מושג : חקלאות
- 2.1.2. term.2.1.2 : agriculture
- 2.1.3. הגדרה : חקלאות תחום הידע והמדע העוסק בשימושי קרקע לצורך הפקת תנובה או מקור אנרגיה לקיום חיים, כולל פעולות לעיבוד הקרקע ולגידול חי וצומח.
- 2.1.4. היבט נופי : (התייחסת חסרה)
- 2.1.5. דוגמה, איור, שרטוט : (התייחסת חסרה)
- 2.1.6. דוגמה או צילום : (התייחסת חסרה)
- 2.1.7. מקור או חומר קריאה : (התייחסת חסרה)

2.2. חקלאות משמרת

- 2.2.1. מושג : קרקע
- 2.2.2. term.2.2.2 : conservation tillage
- 2.2.3. הגדרה : חקלאות משמרת היא מערכת משולבת של ניהול קרקע, של מים ושל משאבים חקלאיים. מטרת החקלאות המשמרת היא קיום חקלאות בת-קיימא מן ההיבט הכלכלי, האקולוגי והסוציאלי, בתוך שימור משאבי הקרקע ברמה שבה הם יכולים להתחדש ללא תוספות (רבות) חיצוניות.
- 2.2.4. היבט נופי :
- 2.2.5. דוגמה, איור, שרטוט :
- 2.2.6. דוגמה או צילום :
- 2.2.7. מקור או חומר קריאה

2.3. חקלאות בעל

- 2.3.1. מושג : חקלאות בעל
- 2.3.2. term.2.3.2 : dry plant farming
- 2.3.3. הגדרה : חקלאות בעל היא שיטת גידול חקלאית, שבה מקור ההשקיה היחידי הוא משקעים.
- 2.3.4. היבט נופי : (התייחסת חסרה)
- 2.3.5. דוגמה, איור, שרטוט : (התייחסת חסרה)
- 2.3.6. דוגמה או צילום : (התייחסת חסרה)
- 2.3.7. מקור או חומר קריאה : (התייחסת חסרה)

2.4. חקלאות שלחין

2.4.1. מושג : חקלאות שלחין

2.4.2. term : irrigated agriculture

2.4.3. הגדרה : חקלאות שלחין היא שיטת גידול חקלאית הנשענת על השקיה.

2.4.4. היבט נופי : (התייחסת חסרה)

2.4.5. דוגמה, איור, שרטוט : (התייחסת חסרה)

2.4.6. דוגמא או צילום :



עבודות מסכר בגידולי שלחין



מסכר לגידול שלחין

2.4.7. מקור או חומר קריאה : conservation USDA, handbook for soil

www.nrcs.usda.gov/

2.5. דיסוק

2.5.1. מושג : דיסוק

2.5.2. term :

2.5.3. הגדרה : דיסוק היא פעולה של ערבוב הקרקע בעומק 0–20 ס"מ. הפעולה נעשית בעזרת דיסקים המסתובבים בזווית לכיוון הנסיעה.

2.5.4. היבט נופי :

2.5.5. דוגמה, איור, שרטוט :

2.5.6. דוגמה או צילום :



2.5.7. מקור או חומר קריאה : conservation USDA, handbook for soil
חסרים פרטים מלאים לרפרנס הזה מי כתב טבאיזו שנה

2.6. קלטור

2.6.1. מושג : קלטור

2.6.2. term :

2.6.3. הגדרה : פעולת חיתוך שכבת הקרקע בעומק 5–20 ס"מ ללא הפיכת הקרקע, בעזרת מכשיר חד הדומה לרגל אווז.

2.6.4. היבט נופי : (התייחסות חסרה)

2.6.5. דוגמה, איור, שרטוט : (התייחסות חסרה)

2.6.6. דוגמא או צילום : (התייחסות חסרה)

2.6.7. מקור או חומר קריאה : conservation USDA, handbook for soil

www.nrcs.usda.gov/

2.7. חריש

2.7.1. מושג : חריש

2.7.2. term: plowing

2.7.3. הגדרה : הפיכת שכבת הקרקע בעומק 20–45 ס"מ ובזווית של עד 270° . מטרת הפעולה לאוורר את הקרקע ולייבשה, להצניע זרעי עשבים, לעשות סניטציה ולהגדיל את קליטת המים בקרקע. פעולת החריש נעשית באמצעות סכין המפלחת את האדמה וכנף ההופכת את האדמה.

2.7.4. היבט נופי : התייחסות חסרה

2.7.5. דוגמה, איור, שרטוט : התייחסות חסרה

2.7.6. דוגמה או צילום :



2.7.7. מקור או חומר קריאה : התייחסות חסרה

2.8. ארגז מיישר

2.8.1. מושג : ארגז מיישר

2.8.2. term :

2.8.3. הגדרה : ארגז עשוי מתכת ובתוכו קורות המונחות באלכסון ברוחב 3–6 מטרים. בעבודת הארגז מיישרים את פני הקרקע ומטמינים את הרגבים בתוך האדמה.

2.8.4. היבט נופי : התייחסות חסרה

2.8.5. דוגמה, איור, שרטוט : התייחסות חסרה

2.8.6. דוגמה או צילום :



2.8.7. מקור או חומר קריאה : התייחסות חסרה

2.9. מעגלה

2.9.1. מושג : מעגלה

2.9.2. term :

2.9.3. הגדרה : גליל חלק או משונן. בעת עבודת המעגלה מסתובב הגליל ומפורר את הרגבים ומנחיתים את הקרקע. לא הבנתי למה הכוונה מנחיתים?

2.9.4. היבט נופי : התייחסות חסרה

2.9.5. דוגמה, איור, שרטוט : התייחסות חסרה

2.9.6. דוגמא או צילום : התייחסות חסרה



מעגלה חלקה



מעגלה משוננת

2.9.7 מקור חומר קריאה : התייחסות חסרה

3. מושגים בשימור קרקע

3.1. עיבודים משמרים

3.1.1. מושג : עיבוד משמר

3.1.2. term :

3.1.3. הגדרה : עיבוד משמר מוגדר כעיבוד קרקע אשר בעקבותיו לפחות 30% מפני הקרקע מכוסים בשאריות צומח לאחר זריעה. באמצעות טכניקות עיבודים משמרי קרקע (אגרוטכניים) כמו חריש, דיסוק וכיו"ב מנהלים את הקרקע כך שהגידולים מתפתחים בתוך הפרה מינימלית של הקרקע.

3.1.4. היבט נופי : התייחסות חסרה

3.1.5. דוגמה, איור, שרטוט : התייחסות חסרה

3.1.6. דוגמה או צילום : התייחסות חסרה

3.1.7. מקור או חומר קריאה : חסרים פרטים ביבליוגרפיים, conservation USDA, handbook for soil

3.2. גימום

3.2.1. מושג: גימום

3.2.2. term: pitting

3.2.3. הגדרה: פעולה מכאנית היוצרת שקעים לאיגום מים בגידולי שורה ושטחים פתוחים. בפעולת הגימום יוצרים גומות על פני הקרקע המצליחות לאגור כמויות מים רבות בסופת גשם, מאטות את קצב זרימת המים מחוץ לשדה, תורמות להחדרת מים רבים יותר לקרקע ומקטינות את סחף הקרקע. סכרונים וגומות נבנים בגידולי שורה כדי לעצור את המים הזורמים בפסי הדריכה בין ערוגה לערוגה וכדי להחדיר את המים לקרקע. לסכרונים דרושה מערכת מיוחדת שבאמצעותה הורסים ובונים מחדש את הסכרונים בפסי הדריכה שבהם עוברים כלים חקלאיים שונים בעונת הגידול. בתנאים מסוימים אפשר לאגור עד 5–9 מ"מ מים בתוך הגומות.

3.2.4. היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

מרחוק קשה להבחין בדפוס הגאומטרי של רשת הגומות. הגימום משנה את הקרקע בהתאם לשינויים החלים בעונות השנה. הניגוד בין השטח המגומם לבין השטחים המעובדים אחרים קל. לכן, עוצמת ההשפעה הנופית של הגימום מרחוק מעטה.

במבט מקרוב אפשר להבחין ברשת הגומות הרדודות בשל השינוי בטקסטורה הגאומטרית של הקרקע. מבחינת הצבעוניות קיים דמיון בין מופע השטח המגומם לבין זה שאינו מגומם. עוצמת ההשפעה הנופית של הגימום מקרוב בינונית.

3.2.5. דוגמה, איור, שרטוט:



3.2.6. דוגמה או צילום:



מזרעת אירי סדר ומגמם.

3.2.7. מקור או חומר קריאה: התייחסות חסרה

3.3. חיפוי (כיסוי) קרקע

3.3.1 מושג: חיפוי קרקע

mulching : term. 3.3.2

3.3.3 הגדרה: חיפוי קרקע היא שיטה המשמרת מים ולחות על פני הקרקע באמצעות שימוש בקש או בגזם חקלאי. חיפוי קרקע טבעי בשדה נעשה לאחר הקציר כשמשאירים את החלקים הצמחיים על פני החלקה. בשלב הבא בשיטת אפס עיבוד מחפים בקש את הקרקע ואת שאריות הצמחים. פעולה זו נעשית בעזרת מערכת מיוחדת (החלק האחורי של הקומביין). חיפוי קרקע לא טבעי הוא חיפוי בחומרים אחרים: א. גזם עירוני – מפוזר כחיפוי קרקע ולתוכו זורעים.

ב. זבל אורגני (קומפוסטים) – פיזור זבל אורגני בעזרת כלים חקלאיים

המתאימים לפעולה זו (מזבלות) והצנעתו בשכבת הקרקע העליונה.

חיפוי זה מגדיל את חידור המים לקרקע.

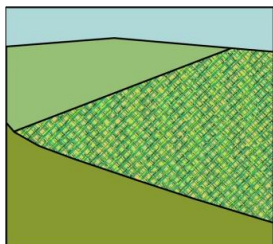
ג. פולימרים: חומרים כימיים הסופחים כמויות מים בעת אירוע גשם,

וכשבחוץ מתחיל להתייבש המים חוזרים לאדמה.

3.3.4 היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק



כיסוי קרקע טבעי מייצר משטחים גדולים מאוד ורצופים, אך עם זאת דומים מאוד למופע רגיל של שדה מעובד. האחידות של כיסויי הקרקע, מתאפיינת בניגודיות נמוכה ובטקסטורה אחידה השומרות על מופע נוף אחיד פחות או יותר בכל חודשי השנה (לעומת השתנות הנוף הטבעי והחקלאי). אם כן, השפעת הנוף של כיסוי הקרקע נמוכה.

כיסוי קרקע שאינו טבעי יוצר מופע דומה לזה של קרקע מעובדת בהיבטים האלה: בטקסטורה, בצורה, בהחזרת האור ועוד, אך הוא שונה בצבעוניות. לכן, במבט מקרוב עוצמת השפעת הנוף של כיסוי הקרקע בינונית.

3.3.5 דוגמה, איור, שרטוט:

	
חיפוי גזם בשדה ברוחמה	חיפוי קש בחלקה ניסיונית

3.3.6 דוגמה או צילום:

3.3.7 מקור או חומר קריאה:

3.4. גידולי חיפוי

3.4.1. מושג: גידולי חיפוי

term. 3.4.2 :

3.4.3. הגדרה: במקומות רבים משתמשים בגידולים חקלאיים כדי לשמור על מעטה פני הקרקע כאמצעי הגנה מפני סחף. גידולים אלה יכולים להיות מצע להגנה בין תקופות גידול של צומח מסוים או כסות קרקע קבועה בשטחים חקלאיים שבהם הגידול רב-שנתי (לדוגמה, בפרדסים ובמטעים). לעתים חלק מגידולי החיפוי יכולים לשמש למספוא או למצע יבש בשטחים שבהם הקרקע חשופה ונדרש כיסוי מדי. החיסרון של שיטת גידולי חיפוי באזורים צחיחים ובאזורים צחיחים למחצה, שבהם המים הם גורם מגביל, הוא הטיפול וההשקיה להם זקוקים גידולים אלה, בדומה לכל גידול חקלאי אחר. כאשר שיטה זו מיושמת יעילותה אינה מוטלת בספק.

3.4.4. היבט נופי :

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

מרחוק לגידול חיפויים השפעה נמוכה על מופע הנוף. על אף הפריסה הרחבה רצועות החיפויים רצופות רק בממד האורך, אך לא בממד הרוחב. טקסטורת החיפויים נראית היטב, אך לעתים נוכחות עצי המטע חוסמת את מראה העשבים, ולכן נוכחותם כמו גם הניגודיות שלהם אינן גבוהות. על כן, מרחוק עוצמת השפעת הנוף של גידולי החיפויים בינונית.

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

מקרוב מחליפים החיפויים את רצועות הקרקע החשופה המאפיינת את המטעים, ומשנים את הגוון ואת הטקסטורה של רצועות אלה לאורך עונות השנה. לשיטה זו השפעה בינונית על מופע הנוף.

3.4.5. דוגמה, איור, שרטוט :



3.4.6. דוגמה או צילום :

3.4.7. מקור או חומר קריאה :

3.5. אי-פליחה

3.5.1. מושג : אי-פליחה

3.5.2. term : no tillage

3.5.3. הגדרה : אי-פליחה היא שיטת גידול יבולים ללא פליחה או עיבוד. ממשק הגידול ללא עיבודי קרקע מונע סחף-קרקע ונגר ומאפשר ניצול מי גשמים טוב יותר. ההימנעות מעיבוד הקרקע תורמת למניעת סחף-קרקע באמצעות רוח ומים, בכל סוג קרקע ובכל מקום גאוגרפי. בקרקע שבה מיושמת שיטת אי-פליחה ויש בה חיפוי קרקע בקש חדירות המים ויכולת אגירת המים בקרקע מרבית. עיבוד מינימלי של הקרקע חוסך פעילות חוזרת בשדה הגורמת להידוק הקרקע בגלל מעבר טרקטורים וכלי עיבוד שונים : עיבודי יסוד – חריש ומשתת, דיסקוס, ארגז מיישר, דישון וזריעה. פעולות הדישון והזריעה נעשות בו-זמנית ומשאירות את פני הקרקע כמעט במצב דומה לזה שהיה לפני העיבוד, כשפני הקרקע אבקיים פחות (נוטים פחות ליצירת קרום האוטם את כניסת המים לקרקע). במצב זה בחלקה נשאר חומר אורגני (קש) היוצר חיפוי לפני הקרקע, מעלה את חדירות המים לקרקע ומאט את קצב התאדות המים מהחלקה.

3.5.4. היבט נופי :

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

ההשפעה הנופית של אי-הפליחה ניכרת מרחוק המופע "הצהוב" בולט במידה בינונית במחיקת מופע החריש (החום) והחלפתו על רקע שדות אחרים בעונת החריש. מראה זה במופע "צהוב". מקרוב אין לכך השפעה צרוב בזיכרון הקולקטיבי ובתפיסה הכללית נופית מיוחדת. לפיה הנוף צבעוני בעונה זו.

3.5.5. דוגמה, איור, שרטוט : התייחסות חסרה

3.5.6. דוגמא או צילום :



שעורה באי-פליחה וחיפוי קש ברוחמה



זריעה באפס עיבוד ברוחמה

3.5.7. מקור או חומר קריאה :

3.6. מינימום עיבוד

3.6.1. מושג: מינימום עיבוד

3.6.2. term: minimum tillage

3.6.3. הגדרה: פעולות עיבוד קרקע מינימליות למניעת הידלדלות קרקע.

3.6.4. היבט נופי:

3.6.5. דוגמה, איור, שרטוט: התייחסות חסרה

3.6.6. דוגמה או צילום: התייחסות חסרה

3.6.7. מקור או חומר קריאה: התייחסות חסרה

3.7. גידול בפסים

3.7.1. מושג: גידולי פסים

3.7.2. term: strip cropping

3.7.3. הגדרה: פליחה חלקית של תחום העיבוד – בעיקר בגידולי שורה – כשלא דרוש מצע

זרעים על כל השטח. בשיטה זו אפשר לגדל בו-בזמן או בזמנים שונים כל מיני גידולים בצמוד אחד לשני. בגלל ההבדלים העשויים להיות במועדי הזריעה נוצרים גם הבדלים בגיל ובנוף הצמחי המכסה את פני השטח. הבדלים אלו והמרחק הקצר בין הגידולים השונים יכול להאט את סחף הקרקע ולהגדיל את חדירות המים. חסרונות השיטה רבים: בחלקות קטנות שיטה זו מצריכה עבודה רבה יותר, יש בעיות לוגיסטיות, הסבירות של פגיעת קוטלי עשבים בחלקות שכנות גדלה, הימנעות מריסוס ובעיות עשבים שאין להן פתרונות.

3.7.4. היבט נופי:

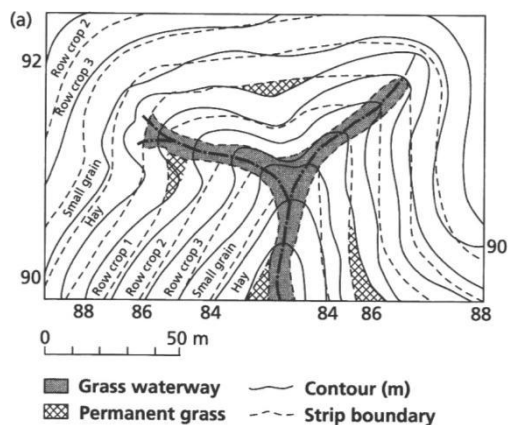
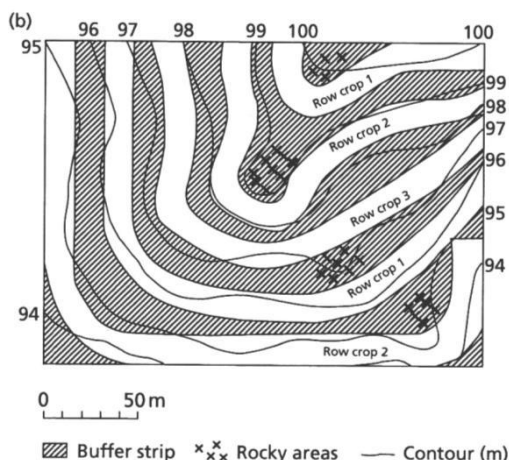
עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

המופע המתקבל מגידולי שורה דומה למופע הרגיל של גידולי שדה חקלאיים (טורים של צמחייה). על כן, למופע הנוף המתקבל ממרחק נוכחות מעטה. לגידולי שורה, בדומה לשדות חקלאיים שבהם אין אמצעים לשימור מי נגר, מופע רצוף ורחב, אבל הבולטות שלו והניגודיות שלו נמוכה. גידולי שורה, בדומה לשדות מעובדים "רגילים", אינם שומרים על צורתם לאורך עונות השנה, אך הטקסטורה המתקבלת מגידולי שורה בעלת עוצמה גבוהה יותר. על כן, עוצמת השפעת הנוף של גידולי השורה בינונית. האם ההשפעה נמוכה או בינונית? לבדוק!

השוני בין הרצועות הסמוכות (ללא פילוח ובפילוח) יוצר ניגוד מלאכותי. עם זאת, שני סוגי הגידולים יוצרים רצף צמחייה. על כן, מקרוב השפעת הנוף של גידול פסים היא בינונית.

3.7.5. דוגמה, איור, שרטוט:



3.7.6. דוגמה או צילום: התייחסות חסרה

3.7.7. מקור או חומר קריאה: Morgan, 2005

3.8. מחזור זרעים

3.8.1. מושג : מחזור זרעים

3.8.2. term : crop rotation

3.8.3. הגדרה : שיטה המשמרת את פוריות הקרקע. שימוש בחלקת שדה לשם גידול גידולים מתחלפים ללא חזרה על אותו גידול פעמיים במהלך המחזור ומתן מנוחה לקרקע ("שמיטה") כל כמה שנים. ברוב שיטות מחזורי הזרעים מקובל לשבץ גידול קטניות כדי להעשיר את הקרקע בחנקן.

3.8.4. היבט נופי :

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

מקרוב השדה נצפה כשדה גידולים רגיל, מרחוק השטח המעובד נצפה תמיד כשטח גידולים רגיל, כשהשוני בינו לבין מופע שדה ללא אמצעי זה הוא השתנות הגידולים הנוף נמוכה. לאורך עונות השנה. על כן, למחזור זרעים השפעה נופית נמוכה.

3.8.5. דוגמה, איור, שרטוט : לעיל סעיף 3.7.5.

3.8.6. דוגמה או צילום : התייחסות חסרה

3.8.7. מקור או חומר קריאה : התייחסות חסרה

3.9. גידול לפי קווי גובה

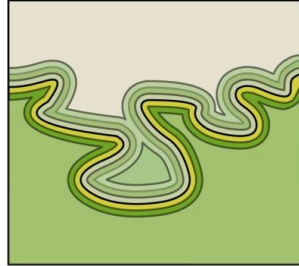
3.9.1. מושג : גידולים לפי קווי גובה

3.9.2. term : contour farming

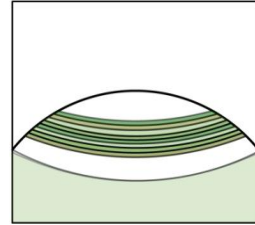
3.9.3. הגדרה : שיטה זו מיועדת למניעת זרימת מי נגר אל מחוץ לתחום השדות. כיוון החריש עוקב אחר קווי גובה טופוגרפיים טבעיים.

3.9.4. היבט נופי :

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק



עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב



מרחוק להיחשפות קווי הגובה השפעה נופית בינונית. מערכת הנוף הנוצרת רציפה ובפריסה רחבה יוצרת ניגודיות מסוימת הן מול שטחים מעובדים והן מול שטחי בור.

עיבוד שדה לפי קווי הגובה מדגיש את קווי הגובה הטופוגרפיים ומנכיח אותם על פני השטח. לשיטה זו השפעה בינונית על מופע הנוף המתקבל מקרוב.

3.9.5. דוגמה, איור, שרטוט : לעיל סעיף 3.7.5.

3.9.6. דוגמה או צילום : התייחסות חסרה

3.9.7. מקור או חומר קריאה : Morgan, 2005

3.10. טרסה ערוצית (סכרים)

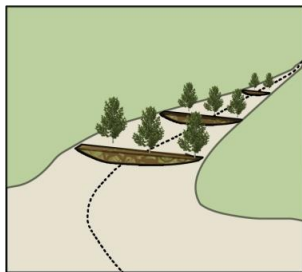
3.10.1 מושג: טרסה

3.10.2 terraces : term

3.10.3 הגדרה: מדרגות או סכרים בנויים מסלעים או מאבנים שיש להם תשתית קרקעית המוקמת בערוצים וערוצונים באזורים תלולים, שבהם צריך להקטין שיפועים, לאגור נגר, להפחית מהירויות זרימה ולתעל את הנגר העילי לכיוון יציאה מרוכזת ומוגנת נגד התחתרות. תפקיד הסכרים דומה לזה של השיחים. ההבדל ביניהם הוא שבישראל בדרך כלל השיחים נבנים לאורך המדרון ואילו הטרסות נבנות לאורך ערוץ הזרימה. החומרים המשמשים להקמת תשתית טרסות כוללים: אבנים, סלעים וחומר מילוי (קרקע מקומית). בניית טרסה מפחיתה את גודל השיפוע ואורכו, וכך מונעת התפתחות מנגנוני סחיפה משטחית וערוצו נים.

3.10.4 היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

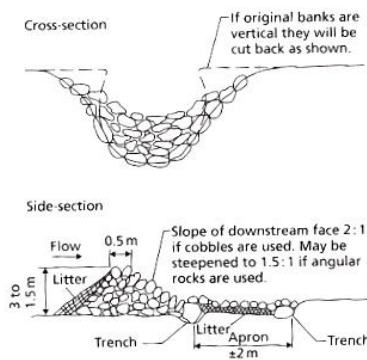


עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

באזורים מסוימים בארץ (כמו באזור הרי יהודה) הטרסות הן חלק "טבעי" מהנוף הנתפס ומתרבות המקום. גם באזורים אלה מופע הטרסות ברור ונוכחותו רבה ביותר. מערכת הטרסות יוצרת מבנה ארכיטקטוני רצוף המשנה את הנוף, יוצר ניגודיות לשטחים טבעיים ולשטחים מעובדים אחרים וטקסטורה קונטרסטית המודגשת בקווי אור וצל. על כן, מרחוק למופע הטרסות השפעה נופית גבוהה.

הטרסות הן מבנה ארכיטקטוני מלאכותי בעל נוכחות רבה. התנועה הפיזית, כמו קו המבט, נוצרת באמצעות קירות בנויים, המשכיים הנוכחים בנוף. מקרוב עוצמת ההשפעה הנופית של הטרסות גבוהה.

3.10.5 דוגמה, איור, שרטוט:



3.10.6 דוגמה או צילום:

3.10.7 מקור או חומר קריאה: Morgan, 2005

3.11. שיחים או גדודיות

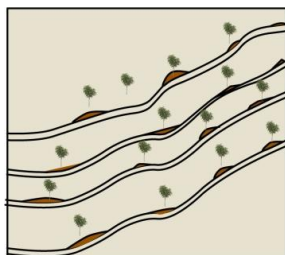
3.11.1. מושג: שיחים או גדודיות

3.11.2. term: contour bunds

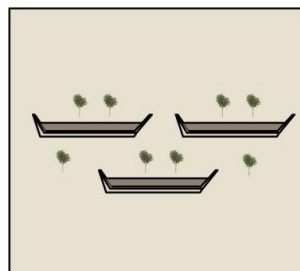
3.11.3. הגדרה: שיחים מדרוניים הם מחסומים קטנים יחסית ברוחב 1.5–2 מטרים. מטרת השיחים לחלק את המדרון לכמה קטעים קצרים, להקטין מהירויות זרימה ולאגור את הנגר העילי בכיסי השיחים. השיחים נראים כמו תעלות רחבות ורדודות ובנויות על שטחי המדרונות ויוצרות זווית קטנה ביחס לקווי הגובה. הקרקע החפורה מסודרת לאורך שפתו התחתונה של השיח, כדופן נמוכה ורחבה. השיחים המדרוניים מותקנים על מדרונות בעלי שיפועים משתנים, ובהתאם לכך משתנה מבנה השיחים והמרחק ביניהם. במדרונות צפון הנגב קק"ל משתמשת בשיחים כמתקנים לאיסוף מי גשם ולנטיעת עצים. תפקיד השיחים להקטין את אורך המדרון כדי לייצב את הקרקע, להקטין את השיפוע ולאגור את הנגר, כל אלה מונעים סחיפת קרקע מהמדרון.

3.11.4. היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק



עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב



מרחוק הדפוס שיוצרים השיחים מובן. לשיחים, דפוס גאומטרי היוצר דפוסים של אור וצל ושל צבעוניות משתנה. השיחים יוצרים ניגודיות גבוהה, הן לשטחי בור והן לשטחים מעובדים אחרים, והטקסטורה המתקבלת במופע שלהם בולטת. על כן, מרחוק לשיחים השפעה נופית רבה.

השיחים הם עיבוד "קל" למערכת הטופוגרפית, המוסווה במשטח הגידולים. מקרוב מופע הנוף של השיחים אינו בולט מאוד, אך השיחים מורגשים פיזית בתוך כדי תנועה על פני השטח. עוצמת מופע הנוף הזה בינונית.

3.11.5. דוגמא, איור, שרטוט: חסר

3.11.6. דוגמא או צילום:



3.11.7. מקור או חומר קריאה:

Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London;

Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxfors, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.12. טרסות השהייה (לימנים)

3.12.1. מושג: לימן

3.12.2. liman : term

3.12.3. הגדרה: בדרך כלל מתכננים את טרסות השהייה או האיגום (לימנים) במוצא אגן ניקוז מסדר ראשון, המנקז שטח של עד 10 דונם. הלימנים נבנים באמצעות יצירת סוללה מחומר מקומי, קרקע ואבן. הסוללה כוללת מגלש לעודפי מים הפונה לכיוון האפיק המקורי. בטרסות אלה אי-אפשר לגדל גידולי שדה, אך משתמשים בהן למטעים, במיוחד במקומות שיש בהם אקלים צחיח למחצה. בארץ נבנו כמה מאות לימנים בנגב בלבד.

3.12.4. היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

סמוך ללימן ובתוכו מתקיים מופע נוף הלימן הוא פריט נוף נקודתי הנתפס בתוך אגני שונה בתכלית ממופע הנוף של הסביבה. נוף גדולים. אף שהלימן הוא צורת נוף מוכרת לעתים הלימן מייצר סביבה מוצלת ומזוהה בנגב, בדרך כלל נמצא את הלימן במקום מוגדרת, ולעתים הוא מייצר סביבה מנוגד ובפריסה מצומצמת. במשך עונות השנה רטובה. על כן, מקרוב ללימן השפעה הלימן משתנה – לעתים הוא רטוב ולעתים הוא יבש – ואין הוא מתאים בהכרח לצבעי הסביבה רבה מאוד על הנוף. או לשינויים האחרים הניכרים בסביבתו. אם כן, מרחוק ההשפעה של הלימן על הנוף בינונית.

3.12.5. דוגמה, איור, שרטוט: חסרה התייחסות

3.12.6. דוגמה או צילום:



3.12.7. מקור או חומר קריאה:

3.13. דרכי (נתיבי) מים

3.13.1. מושג: נתיבי מים

3.13.2. term: waterways

3.13.3. הגדרה: בדרך כלל תעלות ניקוז בשטח חקלאי או תעלות הגנה על מבנים הנדסאים. במערכת הידרולוגית מטרת תעלות הניקוז (או נתיבי המים) להעביר את הנגר העילי במהירות למערכת הניקוז המקומית הטבעית.

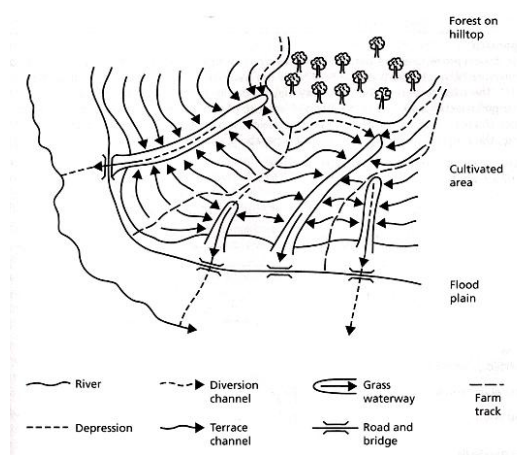
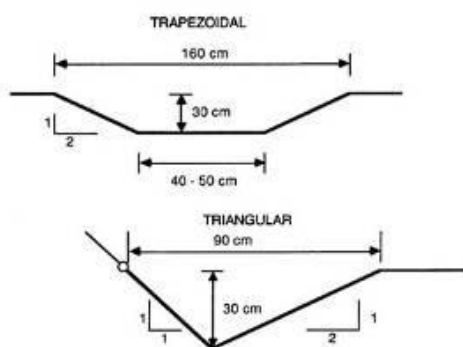
3.13.4. היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

מקרוב לדרכי הניקוז השפעה נופית רבה. מרחוק במקרים מסוימים קשה להבחין בדרכי התעלות יוצרות הפסקה במופע הגידולים ושינוי הניקוז, כיוון שהן שקועות בקרקע או מתלכדות בתוואי הערוצים הטבעיים. לכן, רציפות דרכי הניקוז ופריסתן קטנה, והניגודיות שהן יוצרות בשטחים אחרים אינה רבה. עם זאת, לתעלות מופע דומה לאורך חודשי השנה בהשוואה לשדה המעובד.

3.13.5. דוגמה, איור, שרטוט:



3.13.6. דוגמה או צילום:



3.13.7. מקור או חומר קריאה:

Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London; Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxfords, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.14. תעלות הסתה או הגנה

- 3.14.1. מושג: תעלות הסתה או הגנה
- 3.14.2. term: diversion channels
- 3.14.3. הגדרה: תעלות הסתה או הגנה מתוכננות בחלק העליון של השדה כדי לתעל את הנגר המגיע מחלקים גבוהים של אגן הניקוז, וכדי לא לאפשר כניסת נגר חיצוני לשדה החקלאי.
- 3.14.4. היבט נופי: ראה סעיף 3.13.
- 3.14.5. דוגמה, איור, שרטוט: ראה סעיף 3.13.
- 3.14.6. דוגמה או צילום: ראה סעיף 3.13.
- 3.14.7. מקור או חומר קריאה: ראה סעיף 3.13.

3.15 תעלה מדושאת

- 3.15.1 מושג: תעלה מדושאת או פתרון עשבוני אחר (Vetiver)
 3.15.2 grassed waterway : term
 3.15.3 הגדרה: תעלות מדושאות הן תעלות, כמופיע בסעיף 3.13, בעלות גדות ותשתית מכוסות דשא. התעלות משמשות לתכנון ניקוז ולצורכי הגנה על תשתיות. התעלות מפחיתות את מהירויות המים, ובכך מונעות סחיפת קרקע.

3.15.4 היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

מקרוב למרבד הצמחייה העשבונית מרחוק למופע הנוף תעלה מדושאת נוכחות בינונית, בשל צפיפות העשבים, נוכחות מורגשת בשל צבעוניותו. החתך צבעם ופריסתם המדגישים את הנמוך של הצמחייה העשבונית מפצה על כך, בעיקר בסביבה שבה קיימת צמחייה בעלת חתך גבוה יותר. פריסת הצמחייה מוגבלת לגדות ולמדורות והטקסטורה שלה אחידה. מופע הצמחייה יכול להשתנות מעונה לעונה (תלוי בסוג העשבוניים ובטיפול בהם). על כן, מרחוק ההשפעה הנופית של התעלה המדושאת נמוכה.

3.15.5 דוגמה, איור, שרטוט: ראה סעיף 3.13

3.15.6 דוגמה או צילום:



תעלה לאורך כביש 6. שילוב של דשא ועצים.

3.15.7 מקור או חומר קריאה:

- Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London; Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxfors, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.16. אזור חיץ

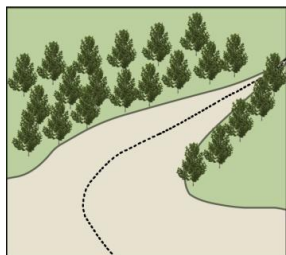
3.16.1 מושג: אזור חיץ

3.16.2 term: buffer zone

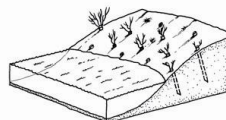
3.16.3 הגדרה: אזור הפרדה בין שימושי קרקע. אזור חיץ הוא פס קרקע טבעית או לא מעובדת ברוחב 10–20 מטרים, בדרך כלל לאורך הערוצון. אזור החיץ תורם להגנה מפני עירוף, ולא מאפשר לכלים חקלאיים להיכנס עד גדת הנחל, ובכך שומרת על שלמות הנחל וגדותיו. נוסף על כך, אזור חיץ הוא מלכודת טבעית למים ולסחף המגיעים מהשדה. לפס הצמחייה שבאזור החיץ פוטנציאל תיירותי, והוא אף יכול לשמש כשטח זמין לרעייה מבוקרת.

3.16.4 היבט נופי: אזור חיץ כולל גם נטיעות עצים לאורך הערוץ (dormant post planting):

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק



עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

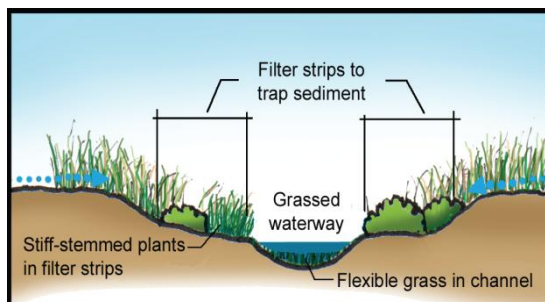


גדות הערוץ משתנות בשל שורות העצים הנטועים. הערוץ וסביבותיו הופכים לשטח מוצל ומוגן, ולעתים "יסגור". גם הפרופורציות של חלל הערוץ משתנות בהתאם. אם כן, מקרוב לנטיעות עצים לאורך הערוצים השפעה נופית רבה. לשיטה בעלת השפעה נופית רבה.

3.16.5 דוגמה, איור, שרטוט:



נחל צידה, תכנון של קק"ל



3.16.6 דוגמה או צילום:

3.16.7 מקור או חומר קריאה: דו"ח זה

3.17. מתקן כניסה

- 3.17.1. מושג : מתקן כניסה
- 3.17.2. term : gully control
- 3.17.3. הגדרה : ייצוב ראש הערוצון באמצעות מתקנים מיוחדים הנדסיים כדי לעצור את התקדמותו.
- 3.17.4. היבט נופי : התייחסות חסרה
- 3.17.5. דוגמה, איור, שרטוט : התייחסות חסרה
- 3.17.6. דוגמא צילום :



- 3.17.7. מקור או חומר קריאה : התייחסות חסרה

3.18. משברי רוח

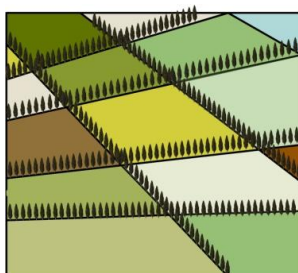
3.18.1. מושג: שדרות עצים – שוברי רוח

3.18.2. term: windbreakers, shelterbelts, tree planting

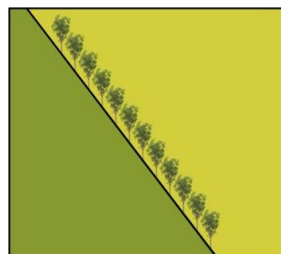
3.18.3. הגדרה: שיטה למניעת סחף קרקע באמצעות רוחות. מטרת שוברי הרוח להחליש את עוצמת הרוח או את מהירותה. בעקבות כך, שוברי הרוח מפחיתים את סחף הקרקע ומגבילים את כמות האבק. נוהגים לנטוע את העצים בשתי שורות בצורה מסורגת ובכך למנוע פיצול בשובר הרוח.

3.18.4. היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק



עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב



נטיעות עצים שוברי רוח היא צורת נוף תרבות מוכרת באזורים רבים בישראל: לאורך כבישים ישנים, במרחבי הכפר ועוד. מערכות העצים שוברי הרוח הן מעין סמן אפקטיבי להפעלת אסוציאציות אצל הצופה למרחב חקלאי. מערכות העצים מחלקות מחדש את מרחב ויוצרות בו סדר שמקורו בפריסת הפרצלציה, בדרך כלל. חלוקת המרחב אינה תואמת בהכרח את הסדר הטבעי הנגזר מתנאי הטופוגרפיה והתכסית. עצים שוברי רוח מעצבים את קווי המבט, ולעתים מקצרים אותם ויוצרים צבעוניות חדשה (לרוב אחידה במשך חודשי השנה). אם כן, מרחוק לנטיעות עצים שוברי רוח השפעה נופית רבה.

מערכת שורות העצים – שוברי הרוח – מחלקת את תא השטח לחללים מוגדרים. השהייה בתוך חלל, המוגדר באמצעות קירות עצים, היא חוויה ומופע נופי מובחן. נוסף על כך, העצים מטילים צל היוצר רובד נוסף בחוויה הנופית מקרוב. עוצמת ההשפעה הנופית של שוברי הרוח רבה.

3.18.5. דוגמה, איור, שרטוט:



משברי רוח באזור גבולות, גבול דרומי של אגן נחל בשור (תצ"א מתוך Google-Earth)

3.18.6. דוגמה או צילום:

3.18.7. מקור או חומר קריאה:

Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London; Morgan, R.P.C.

(2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxfors, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.19. גיאוגריד צמחי

- 3.19.1. מושג: גיאוגריד צמחי
 3.19.2. term: vegetated geogrid
 3.19.3. הגדרה: שיטה המיועדת לייצוב מדרונות בעלי שיפוע של עד 1:1, באמצעות סבך שכבות המשלבות יריעות גאוטכניות טבעיות, הכולאות חלל הממולא בקרקע. בתוך החלל אפשר להצמיח צמחייה.
 3.19.4. היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

מקרוב נחשף הגריד הגאומטרי של מרחוק קשה להבחין ביריעות הגיאוגריד, אף שכבת הגיאוגריד. הטקסטורה הבולטת שהן יכולות לשנות את הצבעוניות ואת אופי והדפוס הגאומטרי החזרתי הופכים את הצמחייה לאורך המדרון. פסי היריעות השיטה לבעלת השפעה נופית רבה. מתלכדים בתוואי הכללי של המדרון או של גדת הערוץ. על כן, מרחוק ההשפעה נופית של הגיאוגריד נמוכה.

- 3.19.5. דוגמה, איור, שרטוט: חסר
 3.19.6. דוגמה או צילום: חסר
 3.19.7. מקור או חומר קריאה:

Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation, 2nd ed.* Bastford: London; Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and conservation.* Oxfors, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.20. ייעור

3.20.1 מושג: ייעור (נטיעות)

3.20.2 afforestation : term

3.20.3 הגדרה: שימור קרקע באמצעות עצים נטועים. את הקרקע מחזקים באמצעות עצים ובאמצעות המערכת האקולוגית המתפתחת תחתם. העצים הם גם מחסום פיזי מפני הרוח.

3.20.4 היבט נופי:

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

השהייה בתוך אזור נטוע חושפת את הצופה מרחוק לנוף הנטוע מופע בולט ואחיד, פחות או למופע נופי הרמטי. הנוף כולו מורכב יותר, השונה באופן מובהק מכל מה שאינו נטוע מהרצף הנטוע והקרקע, ללא אופק ונקודות (מעובד או שאינו מעובד). לנוף הנטוע צבעוניות, להשוואה וייחוס. לכן מקרוב השפעת טקסטורה ומחזור נופי שנתי ייחודי (במיוחד הנטיעות על המופע הנופי רבה. עצים נשירים), ההופכים את ההשפעה הנופית של היער לרבה.

3.20.5 דוגמה, איור, שרטוט: חסר

3.20.6 דוגמה או צילום:



יער מיתר, נטוע על ידי קק"ל, אגן נחל חברון – אשתמוע, יובלים של נחל באר שבע.

3.20.7 מקור אוחומר קריאה:

Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London; Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxfors, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.21. גימום יערני

3.21.1. מושג: גימום יערני

3.21.2. term :

3.21.3. באזורים הרריים ויובשניים, שבהם הקרקע רדודה, קוצרים מי נגר בשיטת הגימום. חורשים במדרונות תלמים בעלי צורה מיוחדת בעזרת מחרשה ויוצרים גומות קטנות שבהן נוטעים עצים. מסביב לגומות יוצרים תלוליות. את התלמים חורשים בקווים מקבילים זה לזה כמו קווי הגובה. הגומות מצויות במרווחים די גדולים זו מזו, והן אינן בקו ישר האחת מתחת לשנייה במורד ההר, כדי להגדיל את קליטת הנגר של כל גומה.

3.21.4. היבט נופי :

*עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב**עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק*

הגומות והעצים השתולים בתוכן	מרחוק לשדה המגומם נוכחות בולטת.
הם אלמנטים עצמאיים ברורים על	לגומות ולעצים ניגודיות ברורה לשטחי
רקע המדרון המעובד. אולם,	בור (מיוערים ושאינם מיוערים),
כמערכת, ובמיוחד לצופה הממוקם	ולשטחים מעובדים אחרים. הטקסטורה
בתוך השדה המגומם, הם נתפסים	הכללית הנוצרת בולטת והרציפות
כחלק אורגני וחזרתי בשדה. על כן,	והפריסה רחבים. על כן, מרחוק ההשפעה
ההשפעה הנופית של השיטה מקרוב	הנופית של שיטת הגימום גדולה.

בינונית.

3.21.5. דוגמה, איור, שרטוט: חסר התייחסות

3.21.6. דוגמה או צילום: חסר התייחסות

3.21.7. מקור או חומר קריאה: חסר התייחסות

3.22. סוללות

3.22.1. מושג: סוללות

3.22.2. dams : term

3.22.3. הגדרה: תלוליות קרקע לאורך ערוצים המשמשות למניעת סחף קרקע בתוך נחלים ולייצוב מדרונות הנחל.

3.22.4. היבט נופי:

*עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב**עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק*

מקרוב לסוללות השפעה נופית רבה. הן יוצרות שינוי בולט בגאומטריה של פני השטח, בתוך שהן יוצרות טיפוס בטופוגרפיה לקראת הערוץ במקום ירידה. על גבי הסוללות יש צמחייה שונה, הן ביחס לנוף המעובד והן ביחס לנוף הטבעי.

מרחוק מופע הסוללות עשוי להתלכד בתוואי הערוצים הכללי, בתוך הדגשת קוויות הערוצים. פריסת הסוללות מוגבלת לפריסת הערוצים ולתחומם. אולם, בדרך כלל סוללות נפרסות בשטח מישורי או בשטח מישורי למחצה. לכן, הניגודיות שהן יוצרות ניכרת ביחס לשטח המעובד (אף שהסוללות ממוקמות מחוץ לשטח זה) או האקסטנסיבי. מרחוק ההשפעה הנופית של הסוללות גבוהה.

3.22.5. דוגמה, איור, שרטוט:

3.22.6. דוגמא או צילום:



סכר עפר נפרץ בנחל יתיר, אגן נחל באר שבע.

3.22.7. מקור או חומר קריאה: התייחסות חסרה

3.23. צרור ענפים

3.23.1. מושג: צרור ענפים

3.23.2. Term: branchpacking

3.23.3. הגדרה: שיטה המשמשת לתיקון שטחים קטנים שנפגעו מקריסת קירות גדה, וכן בורות בדפנות ערוץ הנחל, באמצעות התקנת שכבות סבך אופקיות בשילוב ערמות עצים וגב מהודק של מילוי. השיטה מתאימה לתיקונים.

3.23.4. היבט נופי

עוצמת ההשפעה הנופית מרחוק

עוצמת ההשפעה הנופית מקרוב

מרחוק השיטה בעלת מופע נופי נקודתי קטן ביותר. זהו פריט נוף בודד. על כן, אין שיטה זו מורגשת על פני מכלול הנוף ואין לה השפעה נופית.

3.23.5. דוגמה, איור, ציור:

3.23.6. דוגמה או צילום:



אדריכל פיטר לאץ, שיקום חיריה

3.23.7. מקור או חומר קריאה:

Hudson, N. W. (1981). *Soil conservation*, 2nd ed. Bastford: London; Morgan, R.P.C.(2005). *Soil Erosion and conservation*. Oxfors, UK.: Blackwell Science Ltd.

3.24. כלי לשבירת הקרום הנוצר על פני הקרקע כתוצאה מגשם בתחילת הגידול (יבחן בשנים הקרובות):

3.25. חריש ומשתת

3.25.1. מושג: חריש ומשתת

3.25.2. Term:

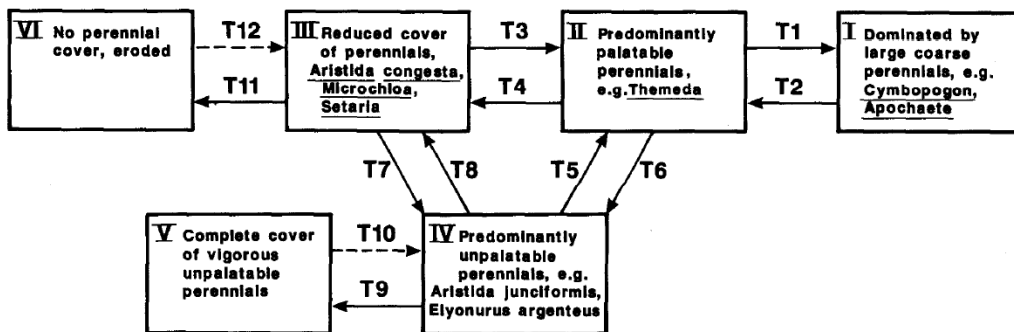
3.25.3. הגדרה: עיבוד מעמיק בחלקה המשאיר את הקרקע כשעליה רגבים גדולים המונעים סחף קרקע תקופה ארוכה.

נספח ג' –

מודל מצב-מעבר

State and transition protocol 1.1.1

להלן דוגמה לניסוח פרוטוקול ניהול על פי מודל מצב-מעבר. את המודל הזה הדגימו וסטבווי ועמיתיו (Westboy et al. 1989) באזור מרעה גבעות בבריטניה. המודל מציג את המערכת האקולוגית כתרשים זרימה שבו כל תיבה (ממוספרת בספרה רומית) מייצגת מצב אפשרי של המערכת, והחיצים מייצגים את המעברים ביניהם (T1-T12). בטקסט המצורף נמצא קטלוג המצבים והמעברים וניתוח של כמה מסלולי התפתחות אפשריים כסיכונים והזדמנויות.



Box 3. Catalogues for the state-and transition description of Example 3, diagrammed in Fig. 5: Tall grassveld (both moist and dry) in South Africa. Description from Tainton (1981) and personal knowledge of Walker.

Catalogue of States

State I. Dominated by large, coarse perennial grasses, e.g. *Cymbopogon excavatus*, *Apochaete hispida* (so-called "increaser 1" species).

State II. Dominated by palatable perennial grasses such as *Themeda triandra*, *Eragrostis racemosa*, *E. capensis* (so-called "decreaser" species). Lesser percentages of various increaser species types.

State III. Dominated by grasses such as *Aristida congesta*, *Microchloa caffra*, *Setaria flabellata* (so-called "increaser 2" species), with substantial bare ground, and many annuals and micropereennials (short-grasses).

State IV. Dominated by large, established tufts of unpalatable grasses such as *Aristida junciformis*, *Elyonurus argenteus* (so-called "increaser 3" species) with little bare ground. Lesser but significant amounts of decreaser and increaser 2 species (see States II and III).

State V. Vigorous full cover of increaser 3 species (see State IV).

State VI. Bare ground and annuals.

Catalogue of Transitions

Transition 1. According to one hypothesis is due to "overresting"; others regard State I as a variant of State II perhaps due to local soil effects; others again would group State I with State IV.

Transition 2. Light grazing.

Transition 3. Complete or nearly-complete relaxation of grazing pressure.

Transition 4. Moderate-to-heavy grazing imposed in a way which does not allow animals to avoid eating unpalatable species.

Transition 5. According to one hypothesis does not occur, since palatable grasses are not capable of increasing in the face of established dominance by the unpalatable perennials. Others believe this transition does occur given total destocking, but is very slow. There is also a hypothesis that relative competitive advantage can be shifted by exact timing of grazing at the beginning of a wet season. Under this hypothesis, which grass grows best varies from year to year, depending on when the first rain falls and on the sequence of early rains. Thus transition 5 could be assisted by selecting years in which the palatable grasses are favoured and grow best, and grazing very lightly during this period of early growth.

Transition 6. Moderate grazing which allows animals to choose palatable species and avoid unpalatable species; by this means competitive advantage shifts to the unpalatable "increaser 3" species. Most commonly this would come about under moderate set-stocking. Another factor might be early-season grazing in years when palatable grasses are disadvantaged by the pattern of rainfall (see Transition 5).

Transition 7. Comes about if grazing pressure is relaxed but not as completely as for Transition 3, so that while biomass and ground cover accumulate in all plant groups, there is selection against palatable species.

Transition 8. Very heavy grazing in short bursts, and/or burning. It is not well understood what exact amounts or sequences of heavy grazing or fire can counter the competitive advantage of unpalatable species without demolishing the capacity of the palatable perennials to regenerate.

Transition 9. Same processes as Transition 6, continuing to the point where dominance by unpalatable grasses is complete.

Transition 10. Very slow, or in practical management terms not a feasible transition, because in State V virtually all the sward is occupied by large, vigorous, established tussocks of unpalatable grasses.

Transition 11. Continued heavy grazing to the point where neither tussocks nor seed bank of perennial grasses remain, and soil erosion is serious.

Transition 12. Only possible with soil reclamation work and reseeded.

Opportunities and Hazards

There are 2 principal routes by which the productive capacity of the rangeland can be degraded. One is simple overgrazing, down the route from State II to State III and ultimately to State VI. The more serious hazard is the route from State II to State IV and ultimately to State V. This is a more serious hazard both because transition 6 can be made at quite moderate levels of stocking compared to transition 4, and because recovery from State IV is much slower than from State III. An important variant hazard is that if one seeks to recover from State III to State II by reducing grazing pressure, and if that is done in such a way that the remaining grazing is selective against palatable species, there is a serious risk of making transition 7 rather than the desired transition 3.

Two types of opportunity for returning from State IV to State II deserve mentioning. One is the possibility that the return can be made much more quickly via transition 8 followed by transition 3 than by transition 5. The other is the possibility that there exist windows of time in some years at the beginning of growing seasons in which unpalatable grasses are more vulnerable to grazing than palatable grasses, and vice versa in other years. By identifying such years and grazing heavily during such windows of time it might be possible to direct grazing pressure strongly against unpalatable species.

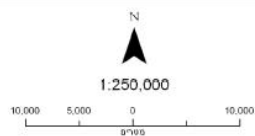
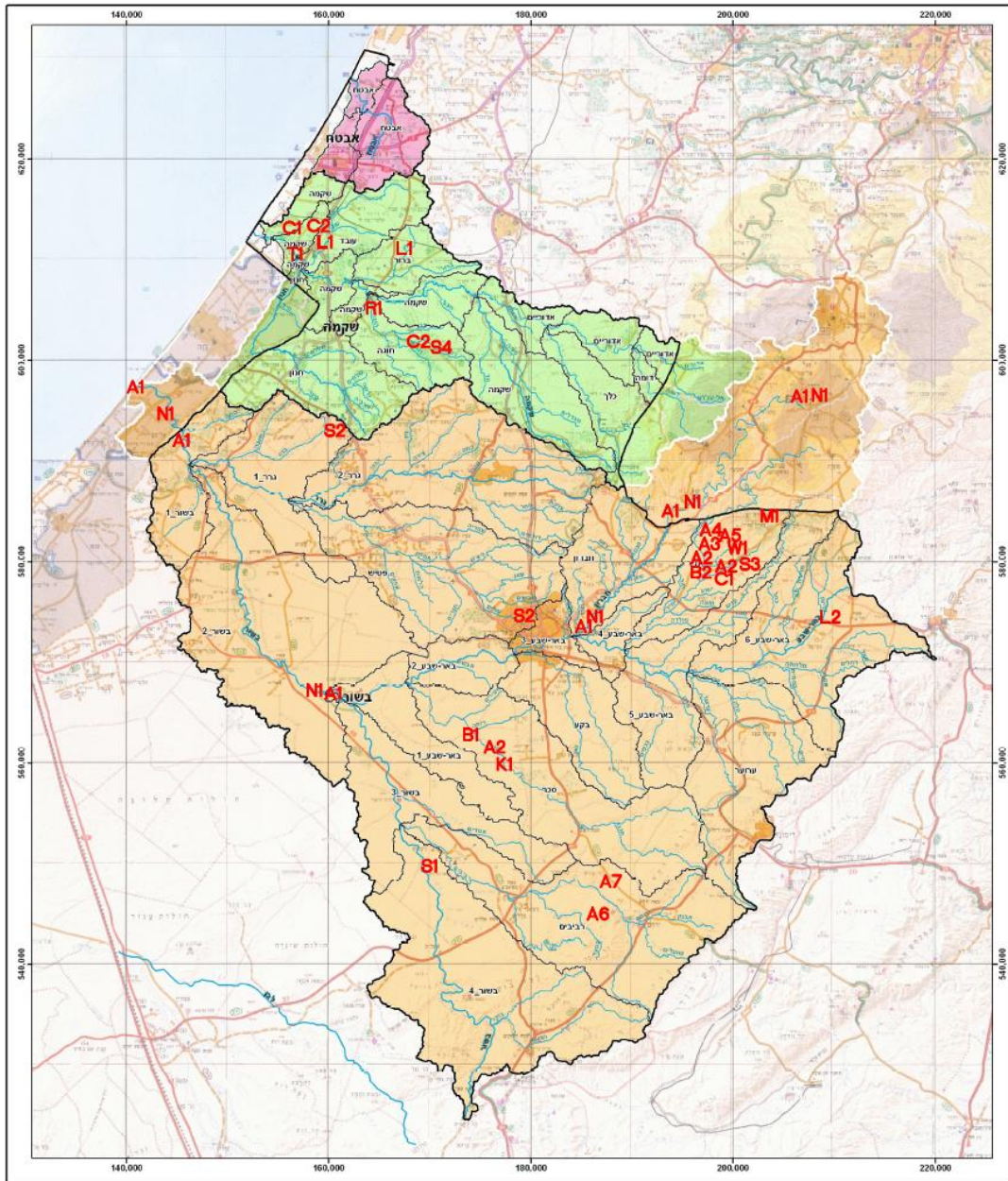
Allied Situations

Rangelands with similar features occur in British hill pastures, which become dominated by the unpalatable *Nardus* if grazed in a way which selects too strongly against palatable *Agrostis* and *Festuca* species.

נספח ד' –

**רשימת מקורות של עבודות מחקר שנעשו באזור
הסקר**

שטח אזור המחקר: אגני בשור, שקמה ואבטח



www.stav-gis.com

מפת מפתח למחקרים המצוינים בנספח רשימת המקורות

- 1A פריט** Asaf, L., Tal, A., Laronne, J.B. Negaoker, N., Nassar, A., and Khateeb, N. A.
*Trans-boundary Stream Monitoring and Management in Israel and the
 Palestinian Authority- Hebron /Besor Stream as Case Studies*
- שנה** 2006
- פרטים** 3rd Int'l Symp. on Transboundary Waters Management- Extended Abstracts,
ביבליוגרפים Ciudad Real, Spain. ISBN:84-689-8604-6
- תקציר** Within Israel and the West Bank & Gaza Strip there are fifteen ephemeral streams that cross the Palestinian/Israeli green line. All of them originate in watersheds located in the Palestinian Authority, or in lands that will eventually be outside Israeli jurisdiction, and flow into Israel toward the Mediterranean Sea, or alternatively flow eastwards from Israel to the Dead Sea or to the Jordan River. One of the important trans-boundary streams is the Hebron /Besor/Gaza. This stream is plagued by severe pollution, posing a serious health hazard to humans and devastating to the natural ecosystems. For many years these streams have been transformed into sewage conduits collecting raw sewage or low quality effluent throughout the year. The region's climate is semi-arid and increasing demand for water has led to over pumping of the available groundwater, drying of headwater effluents and reductions in the stream's natural flow. Stream restoration ostensibly constitutes a paramount environmental priority to both parties. Yet, there is insufficient cooperation between Israel and the Palestinian Authority. The cooperation is hampered by the absence of a clear and relevant watershed model that identifies and quantifies the key parameters for stream management. These should include water flow, nutrient concentrations and other contaminant loadings from non-point and point sources on a catchment scale across the virtual borders. The lack of such a model has frustrated previous restoration efforts. The aim of this research is to lay the foundations for an effective river restoration strategy for Israel and the Palestinian Authority. The total pollution loadings from two trans-boundary streams, the geographic boundaries of which cross the Israeli/Palestinian green line (The Zomar/Alexander and the Hebron/Besor/Gaza) are being characterized using "catchment scale chemical and biological monitoring network" and the Hydrologic Simulation Program Fortran (HSPF). This presentation is limited to initial results in the Hebron/Besor system. Initial results indicate that, the major point pollution source is raw sewage discharge from the city of Hebron into the Hebron stream. This source changes the fundamental nature of the ephemeral stream, converting it into a *de facto* sewage conduit with permanent baseflow running more than a 120 km. Additional point pollution sources on the Israeli side of the watershed include treated effluents of very low quality that are discharged from Dimona into the Ar'ara – Beer Sheva stream and untreated wastewater discharges from Ofakim into the Patish stream. A range of pollutants including non-point agricultural runoff, urban storm water and discharge from industrial sites have also been identified. Findings show that base flow water discharge in the Besor watershed decreases downstream by more than 80%. This represents water lost by evaporation and, evapotranspiration from riparian vegetation., But it is also likely that the majority of this loss of water may be attributed to transmission losses in the channel bed with infiltration of pollution load into the soil and groundwater. Identification of the myriad sources and the scale of stream pollution will expedite selection of an

- appropriate management strategy to mitigate this problem across the political boundaries.
 אגני ניקוז נחל חברון, נחל בשור, נחל באר שבע
- A2 כותב** Alexandrov, Y., Balaban, N., Bergman, N., Chocron, M., Laronne, J.B., Powell, D.M., Reid, I., Tagger, S., and Wener-Frank, I. 2008.
Differentiated suspended sediment transport in headwater basins of the Besor catchment, northern Negev.
- שנה 2009
- פרטים Isr. J. Earth Sci. 57: 177–188.
- ביבליוגרפים
- תקציר An extensive water and sediment monitoring network has been established during the past two decades in the Nahal Besor catchment of the northern Negev. Its primary purpose is to measure water and sediment fluxes at different hydrological scales and thus assist in understanding the complexity of sedimentary dynamics when these are assessed at the outlet of the trunk stream. Water and suspended sediment monitoring systems have been developed to provide discrete and continuous records, from which material fluxes have been calculated. The network involves 3 upland catchments—Nahal Eshtemoa, Nahal Sekher, and a sub-catchment of Nahal Bikhra—differing in size and/or rainfall regime. Suspended sediment rating curves for the small (0.66 km²) and medium-sized (112 km²) basins in the same physiographic province are near-parallel, but that of the small basin lies below, reflecting less availability of sediment that can be mobilized throughout the range of specific discharge. The rating curve of Nahal Sekher (170 km²) cuts across those of the Eshtemoa and Bikhra, reflecting the greater aridity of the Sekher, the southern part of which contributes some runoff and much sediment only during major flow events. It also reflects the importance of sand, less loess cover, and greater exposure of rock in the headwaters of the Sekher. The complexity of sediment response during individual events results from flushing that brings hysteresis to the relation between concentration of the suspension and water discharge. This is also used to show the progressive exhaustion of sediment sources during the passage of an individual event.
- אגני ניקוז נחל אשתמוע, נחל שחר, נחל בכרה

- A3** כותב Alexandrov, Y., H. Cohen, J. B. Laronne, and I. Reid
Suspended sediment load, bed load, and dissolved load yields from a semiarid drainage basin: A 15-year study
 שנה 2009
 פרטים WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 45, W08408,
 ביבליוגרפים doi:10.1029/2008WR007314
 תקציר A 15-year record for the semiarid upland Eshtemoa catchment provides a basis for estimating the efflux of water, sediment, and solutes in a type of environment for which there is a dearth of information. Average annual runoff was 5.4 mm, giving a runoff coefficient of 2.1%. Average annual yields were 275 Mg km⁻² for suspended sediment, 15.3 Mg km⁻² for bed load, and 0.6 Mg km⁻² for dissolved load, though distinct seasonal differences are identified and related to the prevalence of cellular, convectively enhanced storms in autumn and spring and frontal storms in winter. The majority of the average annual total sediment and solute yield of 291 Mg km⁻² is generated by as few as 8 of the 74 flow events of the 15-year record. The relative importance of bed load and the consequent ranking of the load components as suspended load _ bed load _ dissolved load distinguishes this dryland environment from its humid counterparts.
 אגני ניקוז נחל אשתמוע

- A4** פריט Alexandrov, Y.
דינאמיקה של רחופת במי גאוויות באזור צחיח למחצה, בהדגמת נחל אשתמוע
 שנה 2005
 פרטים PhD Thesis
 ביבליוגרפים
 תקציר מטרת העבודה להבין את השתנות העתית של סחף נחלי מרחף באזור צחיח למחצה. תהליך הסעת הרחופת במערכת נחלית נלמד בארבע סקאלות של זמן: השתנות ריכוזי הרחופת במהלך גאות בודדת, הבדלים עונתיים, תוך שנה הידרולוגית ומגמות רב-שנתיות. בעבודה הנוכחית נחקרו מספר גורמים המשפיעים על עיתוי האספקה, כמויות וריכוזים של הרחופת.

שיטות

עבודה זאת משלבת את שתי שיטות המחקר – שיטה אינטנסיבית/פוזיטיביסטית של איסוף נתונים וניתוח סטטיסטי, ושיטה אקסטנסיבית/ריאלית שכוללת ניתוח מעמיק של מקרים בודדים, דבר המסייע להבנה מעמיקה יותר של חוקי הטבע הרלוונטיים. חלקו האמפירי של המחקר מבוסס על הנתונים שנאספו בעבודת שדה. הנתונים כוללים מידע על גשם, גר וסחף, שנמדדו בתחנת מדידה הידרולוגית הממוקמת במוצא אגן הניקוז.

כמות ועוצמת הגשם נבדקו על ידי מד גשם רושם ומג"ז בסמוך לתחנה, בישוב מיתר וביער יתיר. לקבלת תמונה משלימה של אירועי גר (מיקום ונדידת הגשם) נעשה שימוש בנתוני מכ"ם מטאורולוגי.

נתונים הידרולוגיים של הגאוויות נבדקו בתחנה הידרומטרית. עומק המים מנוטר ע"י חיישני לחץ, שמודדים באופן רציף את רום המים (עד 2.5 מ'). רישום הנתונים לאוגר מתרחש כל 30 שניות; הערך הנאגר הוא ממוצע של 3 קריאות כל 10 שניות. המערכת מופעלת אוטומטית על ידי חיישן רום מים חירום בתחילת אירוע זרימה, כאשר גובה המים מגיע ל- 3-6 ס"מ. העקום רום-ספיקה נקבע על בסיס מאגר נתוני מהירות מים בשיטת המצופים.

נכד

במשך עשר עונות הידרולוגיות נמדדו בתחנת המדידה 48 אירועי זרימה, שעומקם

המקסימאלי היה מעל 5 ס"מ. זרימה מלאה גדולת נחל אשתמוע הנה בעלת עומק של כ- 1.2 מ' בתחנה ההידרומטרית. ניתן להבחין שזרימה כזו התרחשה 8 פעמים במשך 10 שנות המדידה (כולל החורפים השחונים), בממוצע פחות מפעם לשנה. נפח הזרימה החציון של הגאוויות ב-10 שנות המדידה היה 27,000 מ"ק ומשך הזרימה החציון היה 11 שעות. חציון רב שנתי של משך זרימת המים בערוץ הינו ארבעה ימים, וערך חציון של מספר אירועים בשנה הנו 6 עם טווח רביעוני 4. המספר המקסימאלי של גאוויות (בשנה הידרולוגית 2000/01) היה 10. היו באגן שנים ללא נגר בערוץ הראשי (1995/96) ובשנת 1998/99 היה רק אירוע אחד בו עומק המים הגיע ל- 7 ס"מ. לגאוויות יש 1-20 שיאים. חציון זמן העלייה היה 9 דקות, כאשר מרבית הזרימות מתרחשות בחודשים נובמבר – פברואר.

תמס

ערכי ה-EC משתנים מ-100 עד $800 \mu S$ (מ-63 עד 472 מ"ג/ל); ריכוז התמס הממוצע עבור 16 אירועי זרימה הינו 129 מ"ג/ל עם סטית תקן של 59 מ"ג/ל. הערכים המקסימאליים של כלל המוצקים הממוסים (TDS) נרשמו באירועים ראשונים בשנה הידרולוגית; הערך המינימאלי של TDS נרשם באירועי חורף. ההרכב הכימי של המים משתנה מביקרבוט-סידני עד ביקרבוט-נתרני, עם ריכוז יחסית גבוה של סולפת ואשלגן.

רחופת

על סמך נתונים שהתקבלו מ-386 דגימות המים, ערכי SSC משתנים מ-500 עד 269,000 מ"ג/ל, הערך הממוצע הינו 37,000 מ"ג/ל (סטית תקן 42,000 מ"ג/ל). לקשר בין ריכוז הרחופת (SSC) לבין ספיקת המים (Q) ישנה צורה:

$$SSC = 10^{0.417} Q^{0.439} \quad (R^2 = 0.54)$$

תפוקת הרחופת מחושבת בשתי שיטות: (1) אינטרפולציה של הנתונים הזמינים, המבוססת על ההנחה, שריכוז הרחופת שנמדד ביחידת זמן כלשהי מייצג גם ריכוז הרחופת בין זמני המדידה; (2) אקסטרפולציה הדורשת בניית קו קשר (rating curves) בין ריכוז הרחופת לבין ספיקת המים, עם הנחה, שקשר זה מבטא את כל טווח ערכי הספיקה. 19 אירועי זרימה מתאימים לחישוב תפוקת רחופת בשיטה ראשונה. התברר, שקיים קשר מובהק בין תפוקת רחופת (SSYield) ונפח מים אירועי (W) בהתייחס לעונת השנה. לתפוקת מעבר הקשר הוא: $SSYield = 2.15W^{1.76}$ ($R^2 = 0.95$); לאירועי חורף הקשר הוא: $SSYield = 10.90W^{1.14}$ ($R^2 = 0.83$). תפוקת סחף לפי שיטה שנייה (קווי קשר עם תיקון הנתונים בגין השימוש בקשר לוגריתמי) חושבה מספר פעמים: (1) לפי קו קשר עבור כל הנתונים הזמינים; (2) לפי קו קשר עבור כל הנתונים פרט לאירועים ראשונים בשנה; (3) לפי קו קשר עבור כל הנתונים פרט לאירועים ראשונים בשנה וספיקה מעבר מלאה גדולת. מהשוואה בין שיטת האקסטרפולציה ושיטת האינטרפולציה התברר, שתוצאות שהתקבלו משתי שיטות מאוד דומות, במידה ומשתמשים בקו קשר עבור כל הנתונים הזמינים ללא חיסורים.

תפוקת סחף

בהתבסס על נתוני תפוקת תמס ורחופת, חישוב של תפוקת סחף נעשה עבור אירועי זרימה שלמים, תוך שימוש בקווי קשר עונתיים בין תפוקת תמס ורחופת לבין נפח מים לכל אירוע בנפרד. כך גם חושבה תפוקת הגרופת. תפוקת הסחף הממוצעת רב שנתית הינה 346.7 טון/קמ"ר, מתוכם 91.7% - רחופת, 1.9% - תמס (כולל תמס שמגיע עם גשם) ו-6.4% - גרופת. חלק של תפוקת הרחופת עולה עם עלייה במספר אירועים של עונת מעבר, וחלק של תפוקת תמס וגרופת עולה עם עלייה באירועי חורף בשנה הידרולוגית. תפוקת הסחף של אגן נחל אשתמוע ממוקמת על הקו האמפירי של Langbein & Schumm (1958) ומאפיינת האזורים הסחיפיים ביותר, הצחיחים למחצה. הקשר בין תפוקת הסחף השנתית לבין נפח המים השנתי הוא חזק מאוד ($R^2 = 0.98$). קשר זה יחד, עם הקשר בין נפח המים השנתי ועובי הגשם, מהווים בסיס יישומי לחישובים הנדסאים באזור.

זרימה מלאה גדולת מתרחשת כ-2% מזמן הנגר, ובמהלכה עוברים בנחל כ-40% מכלל המים, 61% בכלל הרחופת ו-66% מכלל התמס. ספיקה גבוהה מ-0.9 מ³/שני (17 ס"מ עומק) מתרחשת הנחל אשתמוע 50% מהזמן. תוך זמן זה עוברים בנחל כ-94% מכלל נפח המים, יותר מ-98% מכלל הרחופת וכ-95% מכלל התמס. מנתונים אלה ניתן להסיק, שלאירועי זרימה רדודים פחות מ-15-20 ס"מ אין חשיבות מבחינת תרומה נפח המים (מילוי מאגרי מים במורד) ולהסעת סחף (עבודה גיאומורפולוגית). נחל אשתמוע

- A5** **כותב** Alexandrov, Y., J. B. Laronne, and I. Reid
Suspended sediment transport in flash floods of the semiarid northern Negev, Israel
- שנה** 2003
- פרטים** *Hydrology of the Mediterranean and Semiarid Regions* (Proceedings of an international symposium held at Montpellier, April 2003). IAHS Publ. no. 278, 2003, pp. 346–352.
- ביבליוגרפים**
- תקציר** Our aim is to provide insight into various suspended sediment transport phenomena of upland ephemeral streams in a semiarid environment. Information about suspended sediment concentration is derived with the help of a programmable pump sampler and the continuous record of a turbidity sensor. Suspended sediment concentrations are high; the mean during six years of measurements was $34\,000\text{ mg l}^{-1}$ and regression of suspended sediment concentration on water discharge takes the form $\text{SSC} = 10^{4.41} Q^{0.42}$. During individual flash floods, the suspended sediment–water discharge relation may be hysteretic (clockwise or counterclockwise) and/or monotonic. In spite of complicated intra-event behaviour, there is a good, deterministic ($R^2 > 0.9$) relation between total suspended sediment yield and flood volume.
- אגני ניקוז** נחל אשתמוע, אגן ניקוז נחל בשור
- A6** **כותב** Yoav Avni, Naomi «Porat», Joseph Plakht and Gideon «Avni»
Geomorphic changes leading to natural desertification versus anthropogenic land conservation in an arid environment, the Negev Highlands, Israel
- שנה** 2006
- פרטים** Geomorphology
- ביבליוגרפים** Volume 82, Issues 3-4, 15 December 2006, Pages 177-200
- תקציר** The Negev Highlands in southern Israel are currently under an erosive regime causing degradation of soil and vegetation; a process which has often been attributed to land mismanagement and overgrazing caused by the local Bedouin population. To estimate the anthropogenic role in the erosional processes in the Negev Highlands, two similar drainage basins were selected and studied, one undisturbed with almost no human impact and the other with intensive human modification including the establishment of Roman to Early Islamic agriculture. Field observations and luminescence dating indicate that during the Late Pleistocene glacial period (OIS 4 and 3) deposition of fluvio-loess sediments, with minor erosion cycles, occurred in the Negev Highlands. Severe erosion started during OIS 2 and continued into the Holocene. As the climate shifted during the termination of the Pleistocene to the present interglacial phase, higher rain intensity generated the incision of gullies and channels into the fine-grained alluvial sediments of the previous phase, causing extended soil erosion and reducing the natural biomass and the agricultural potential. Establishment of runoff-harvesting farms in the 3rd century interrupted the Holocene natural erosion and gully

incision, and led to the redeposition of up to 3.5 m of fine alluvial loess sediments originating from Late Pleistocene loess sections. This accumulation is not related to any late-Holocene pluvial climatic phase and is solely the result of farming. We conclude that since the end of the Pleistocene a dynamic change in the soil/rock ratio related to the long-term process of adjustment of the geomorphologic system to the Holocene climate has been taking place within the drainage basins in the Negev Highlands. The fluvio-loess sediments deposited in the region during OIS 4 and 3 have been eroding since the latest Pleistocene throughout the Holocene. This process causes degradation of the biomass and agricultural potential and leads onto natural desertification of the region. The historical intervention by establishment of runoff-harvesting agriculture, which as a by-product resulted in the accumulation of redeposited loess sediments, counteracted the natural trend of soil erosion. This was in fact a land-conservation act, applied by the ancient farmers in the semi-arid regions of the Middle East deserts. This activity and its geomorphic consequences are in contrast to the well-documented land degradation trend generated by recent anthropogenic impact on marginal lands elsewhere. In any case, the human impact, either contributing to land degradation or to soil conservation, is super-imposed on the natural long-term trend leading toward desertification.

אגני ניקוז

A7

Avni, Y.

Gully incision as a key factor in desertification in an arid environment, the Negev highlands, Israel,

שנה

2005

פרטים

Catena, 63, 185-220

ביבליוגרפים

תקציר

Gully incision has been eroding the alluvial sediments and loess soils deposited and developed along the valleys in the arid and semiarid regions of Israel. This phenomenon is critical in the arid regions of the Negev Highlands where the agricultural fields, the main floral biomass and the areas which have the highest grazing value, are limited to narrow valleys filled with redeposited loessial sediments. The headcut migration and gully development in the region were studied between 1990 and 2001 in three representative drainage basins (Zipporim, Revivim and Sekher). During flood events, the runoff penetrates the alluvial cover of the valleys, forming vertical headcuts, which gradually retreat up the valley. The runoff is channeled into narrow gullies, preventing the floodwater from spreading over the whole width of the valley. The change in irrigation efficiency along the valleys is reflected in a sharp estimated drop of 70–90% in the floral biomass, causing the reduction of the range value by 83–99%. During the monitoring time interval (1990–2001), the linear gully retreat in the study area ranged between 12.3 and 250 m an average rate of 1.12–22.7 m year⁻¹ for each gully head. The process is accompanied by erosion of soil, which has high agricultural and range value. The total soil losses in these sites ranged between 800 and 9000 m³ at an average rate of 81–818 m³ year⁻¹ for each gully head, which is equivalent to 121–1227 Mg year⁻¹. During the monitoring period, approximately 0.11–0.87 ha of land lost its agricultural and range value in each basin under study, at an average rate of 0.01–0.079 ha year⁻¹. Since the Byzantine period (1400 BP), approximately

6.5 ha, which is 10% of the land that had high agricultural and range value in the Zipporim valley, lost its value due to gully erosion. No recovery effects of the gully channels were found in the nearby region. The soil erosion is generated by a long-term natural dynamic change in the soil / rock ratio evolving within the drainage basins through time since the termination of the last glacial phase. The loessic sediments, originally deposited within the drainage basins during the late Pleistocene glacial stage, are being removed under the present Holocene climate in several erosion stages. This ongoing phenomenon is causing degradation of soil and biomass and is severely reducing the agricultural and range potential of the region. These parameters indicate that an ongoing process of desertification is active in the arid environment of the Negev Highlands, and is advancing in proportion to the headcut retreat rates in the region. The soil erosion and headcut retreat have been active in the Negev Highlands for the last few millennia. If these processes continue in the future, the Negev Highlands region will lose its agricultural potential within a few millennia. However, the fact that the ancient inhabitants of the region implemented successful long-term land conservation techniques already 3000 years ago, implies that a sustainable land management policy can be adapted to the Negev Highlands, as well as to other semi-arid regions in the Middle East.

אגני ניקוז

B1 כותב

Balaban, Noa

Adsorbed Elements and SVOC Compounds in Flood Water and Channel Banks of Wadi Secher Draining the Industrial Hovav Complex, Northern Negev Desert, Israel

שנה

2008

פרטים

MSc Thesis's

ביבליוגרפים

תקציר

This research has three objectives (1) examining the effect of the Ramat Hovav industrial zone on the suspended sediments in Wadi Secher; (2) monitoring the variation in concentration and loads of heavy metals, sulfur and SVOCs adsorbed onto suspended sediments during flood events; and (3) examining the channel banks to determine the content of adsorbed heavy metals and sulfur as a function of distance from the industrial zone and with height on channel bank. Wadi Secher is an ephemeral flash-flood channel in the northern Negev, Israel, draining the Ramat Hovav industrial zone, from which it flows northwest into Wadi Beer-Sheva. The area's climate is semi-arid and the flow events are characterized by elevated concentrations of suspended sediments, which have been documented to reach 141,000 mg/l.

During the 2.5 years of study, 9 flow events were monitored and sampled. The water and suspended sediments were analyzed for dissolved and adsorbed metals, heavy metals, ions and semi-volatile organic compounds. Six channel bank cross-sections were sampled from Ramat Hovav to Wadi Beer Sheva. At every cross-section, top soil-crusts were sampled at various heights on the channel-banks from the bed up to

the floodplain. An additional crust was sampled above the floodplain soil which is most exposed only to atmospheric effects.

In flow events, the concentrations of metals adsorbed onto suspended sediments are higher than the dissolved counterparts. The concentrations of adsorbed elements vary during flow events: high concentrations occur in the first flush and

during recession; lower concentrations occur during the flow peak. This variation is attributed to changes in suspended sediment particle size and to the initial wash of

compounds, which accumulate on hillslopes and in the channel between flow events. The dissolved phase shows similar variations with respect to flow stage.

Sampling of bank cross sections was undertaken subsequent to the occurrence of overbank floods at different elevations. In general, the concentrations of adsorbed metals on the bank cross sections are similar. No downstream decrease in concentrations of adsorbed elements occurs from Ramat Hovav to Wadi Beer-Sheva. A correlation was found between the concentrations in flood peak samples to those in

subsequent bank floodplain samples.

Most adsorbed element concentrations are below the natural background levels of Wadi Secher's sediments. Nevertheless, sulfur and

titanium exceed the background values by hundred to thousands percent in all samples. This includes samples upstream of Ramat Hovav, as well as at all bank cross sections above the floodplain. Cadmium and lead initially appear as 'pollutants' in the Dec-06 flood and subsequent bank samples. The results suggest that there is no direct effect of the Ramat Hovav industrial area on the concentration of contaminants in Wadi Secher. However Ramat Hovav may be a source for atmospherically distributed contaminated particles that, reach the channel in runoff. Direct influence of Ramat Hovav as a point-source on the adsorbed contaminants in Wadi Secher can occur in cases of enhanced seepage of groundwater, and leakages from the waste evaporation pools. In such instances an increase is expected in concentration of adsorbed elements. Beyond the aspect of the environmental impact of the Ramat Hovav industrial area, this study enables a better understanding of the variations in concentrations of metals adsorbed onto suspended sediments in flash-floods in semi-arid environments.

אגני ניקוז

נחל שכר

C1 כותב

Sagy Cohen, Tal Svoray, Jonathan B. Laronne and Yulia Alexandrov

Fuzzy-based dynamic soil erosion model (FuDSEM): Modelling approach and preliminary evaluation

שנה

2008

פרטים

Journal of Hydrology, Volume 356, Issues 1-2, 1 July 2008, Pages 185-198

ביבליוגרפיה

תקציר

Soil erosion models have advanced in recent years, by becoming more physically-based, with better representation of spatial patterns. Despite substantial progress, fundamental difficulties in catchment scale applications have been widely reported. In this paper, we introduce a new catchment scale soil erosion model. The model is designed for catchment interface and management purposes by: (1) using relatively common input data; (2) having a modular model structure; and (3) a clear and easily interpretable output analysis, by producing possibility or potential, rather than quantitative erosion maps. The model (named: FuDSEM; fuzzy-based dynamic soil erosion model) is spatially explicit and temporally dynamic and is formalized and based on fuzzy-logic equations. FuDSEM was initially evaluated on a small data-rich catchment and was found well calibrated. It was then implemented on a medium-sized heterogeneous catchment in central Israel. Initial evaluations of the medium-scale model predictions were conducted by: (1) comparison of FuDSEM runoff predictions against measured runoff from five hydrological stations and (2)

a site specific evaluation of the FuDSEM multi-year erosion prediction in two sub-catchments. FuDSEM was compared with two other erosion models (a temporally static version of itself and a known physically-based model). The results show the advantages of FuDSEM over the other two models in evaluating the relative distribution of erosion, thereby emphasizing the benefits of its temporally dynamic and fuzzy structure.

אגני ניקוז

L2 כותב

Laronne, 1990

Probability Distribution of Event Sediment Yields in the Northern Negev, Israel

שנה

1990

פרטים

In: Soil Erosion on Agricultural Land Edited by J. Boardman, I. D. L. Foster

ביבליוגרפים

and J. A. Dearing © 1990 John Wiley & Sons Ltd

תקציר

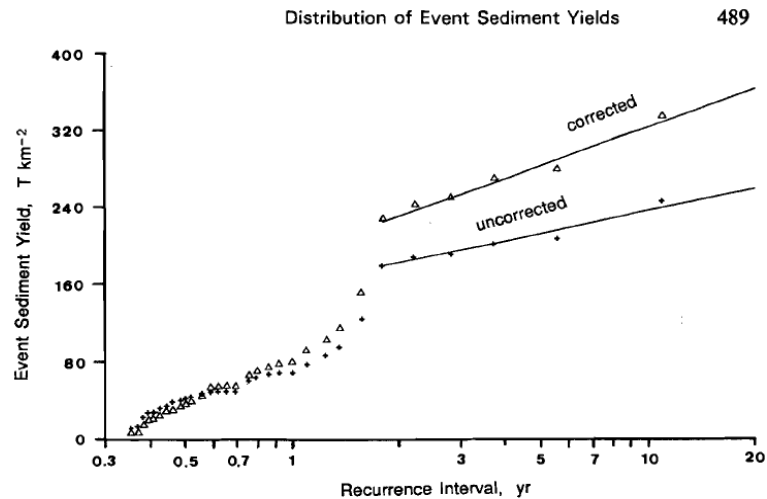


Figure 32.6 The probability distribution of event sediment yields from the Northern Liman catchment

אגני ניקוז

לימנים בדרך לערד

L3 כותב

Laronne

שנה

2000

פרטים

Laronne, J.B., 2000. *Sedimentation et barrages: Implications geomorphologiques, economiques e environnementales du comblement des reservoirs. Relations avec les extractions de materiaux fluviaux. (Geomorphic, economic and environmental issues in the silting of reservoirs and related aspects of river sediment quarrying). Amenagement et Nature, 136, 101-112.*

תקציר

To deal with the complexity related with reservoir siltation, we shall first describe the rates involved, characterise reservoir sediment character (and how this allows us to determine flood-based erosion rates and infer effects such a land use on erosion rates), thereafter depicting how we can increase reservoir life span. The second part of this contribution will deal with the topic of gravel/sand extraction in rivers. At first seemingly unrelated, understanding the advantage of river-derived aggregate quarrying but also the ill-effects of this activity will depict development hand-in-hand with environmental conservation. Finally, an attempt is made to relate reservoir siltation to river quarrying and to environmental benefits.

אגני ניקוז

- L4** כותב Laronne
שנה 2004
פרטים Laronne, J.B., Alexandrov, Y. and Reid, I., 2004. *Surface water characterisation and utilization in the Middle East, respectively exemplified by Nahal Eshtemoa (Wadi Samoa) & the Shiqma-Besor (Wadi Gaza) Reservoirs, Israel*. pp 680-692 in Hillel Shuval & Hasan Dwiek (eds): *Water for Life in the Middle East. Proc. 2nd Israeli Palestinian International Conference on Water for Life in the Middle East. Antalya, Turkey, October 2004*.
ביבליוגרפים
תקציר

The nature of surface water in the Middle East has benefited from limited research. Automatic, modern instrumentation has been deployed (Nahal Eshtemoa), demonstrating that hydrographs are steep and recessions fast, hence discrete events cannot be pumped unless floodwater is diverted to valley/side valley reservoirs. Use of floodwater in modern water supply systems requires backup due to large variation in annual flood volumes. Water quality in natural channels systems unaffected by pollution has low salinity and is very high with the exception of elevated sediment concentrations, often 3-5%. Bedload discharges are among the highest recorded worldwide. Both can be predicted with relatively small errors. Surface water reservoirs may be utilized for local water supply, the most serious efficiency parameter being reservoir lifespan. It may be increased by constructing reservoirs to span part of a river section (Wadi Bsor-Gaza), or by identifying industrial uses for the deposited sediment (Shiqma Reservoir).

Cooperation between Palestinians and Israelis on surface water issues is needed, particularly in Wadi Besor (Gaza), the largest local catchment draining to the Mediterranean and the only drainage basin common to the Palestinians in the headwaters (Hebron) and the outlet (Gaza and Mediterranean Sea) as well as to the Israelis midbasin (Northern Negev).

 אגני ניקוז אשתמוע, נחל הבשור |

L5 כותב יונתן לרון, משה טייג, עופר שאולקר
שנה 2005
פרטים מוגש לרשות ניקוז שקמה בשור
ביבליוגרפים
תקציר

מקור החול המושקע בשני נחלים עובד וחלץ הוא רכס הכורכר הקיים במעלה אגן הניקוז של הנחלים. סחיפת חול ממעלה והשקעתו במורד האגן גברו בשנים אחרונות עקב (1) נסיעות של תיירים, ג'יפים וכו', (2) שינוי עיבוד חקלאי ממטעים לגד"ש, (3) עליה בעומס נשיאה כללית של האזור.

 אגני ניקוז נחל עובד, נחל חלץ |

N1	כותב	Nagouker, Neta
		<i>Hydrological and chemical characterization of baseflow and small flow events along the transboundary Besor Basin</i>
	שנה	2007
	פרטים	Unpublished MSc thesis, Ben Gurion University of the Negev School of
	ביבליוגרפים	Desert Research
	תקציר	The Hebron/Besor trans-boundary drainage basin stretches from the Palestinian Hebron Mountains in the East through the northern part of the Israeli Negev Desert, reaching its estuary in the Gaza Strip on the Mediterranean Coast. The catchment is characterized by various land uses and it receives a continuous discharge of approximately 15×10^3 m³/day of untreated wastewater from the city of Hebron, as well as other point and nonpoint pollution sources. This study aims to hydrologically and geochemically describe and quantify the flows and fluxes from the various point and non-point pollution sources, and to estimate the relative pollution loadings in their dissolved and solid phases. Due to scarcity of major flow events within the research period, the focus shifted from baseflow and small flow events. Measurements of base flow water discharge were undertaken during 4 periods at 12 sites along the mainstream. Water samples were collected and analyzed to determine major ionic composition, effluent parameters, nutrient and metal content in the dissolved and adsorbed phases. Bedmaterial sediments were collected along the main channel and analyzed for metal content. Continuous automatic and manual monitoring measurements as well as sampling were used during storm events in the Besor Basin at 5 sites. The discharge of sewage into Wadi Hebron is the main point source pollution, reaching as far downstream as Ze'elim. Water quality is very low in comparison to "Inbar" standards, regardless of self-purification processes that reduce the pollution loads. BOD, COD and NH₄ concentrations may on average rise to 500, 830 and 125 mg/l, respectively during the course of the stream's flow. Mass balance calculations demonstrate that in some parts of the stream there was an addition of nitrogen load attributed to local seepage of groundwater and to point sources of pollution at Shoquet and Ze'elim Sites. Transmission losses have been shown to comprise as much as 90% of the upper Hebron reach. The middle and downstream reaches showed increments in discharge due to mixing processes involving different water bodies. The water chemistry follows a line of mixing between upstream (sewage of Hebron as one end member) to regional alluvial aquifer groundwater (the second end member). Increases in salt concentration (Cl, Mg, SO₄ and Ca) and lower Na/Cl ratios were observed in the middle and in the lower reaches. Discharge of industrial sewage from Hebron delivers Cr, Cu, Ti, V, Ba, and Zn into the channel system. Other sources for trace elements exist between Beer Sheva and Ze'elim, delivering Mn, Cd, Ti, V, B and Ni. Trace elements have a strong affinity for the solid phase. The main mode of transport of Cr, Mn, V and Zn, however, changes downstream to the dissolved phase. During flow events the dominant mode of transport of trace metals in the downstream reach is in the adsorbed phase. During small flow events the Hebron-Beer Sheva stream water is mixed with rainwater and runoff. After the water is diluted, its quality improves, yet it is still above the recommended standard. Beer Sheva stormwater

was found to be an important source of runoff water and of trace metals during these small events. The water in Wadi Grar (Sharsheret Park) is of better quality (above the recommended standard) than the Hebron-Beer Sheva system; it is affected by natural saline groundwater. During small flow events, rainwater recharges the shallow aquifer and dilutes the stream water, infiltrating into the unsaturated layer and flowing in the riparian zone, reaching the channel and thereby increasing water discharge but not salinity.

Once the water has exited into the stream, infiltration takes place throughout the channel bed. The flow at Grar Reim originates from mixture of rainwater and runoff from the surrounding area. This freshwater has very low ionic concentrations. During a minor flow event three phenomena were detected: flushing of nutrients and salts at the onset of the flood, dilution due to the increase in discharges while the dissolved element supply remained constant, and increases in concentrations during recession. This study provides a database of the water quality and the processes that influence it in the Besor watershed, which can be helpful for future management and restoration efforts for of this trans-boundary basin.

אגני ניקוז אגן נחל בשור

1M כותב

Morin, J., Benyamini, Y. and Dorfman, C.

The rainfall-runoff relationship in the southern area of Israel,

שנה

1979

פרטים

Israel Ministry Agr. Soil Cons. Res. Unit Res. Rpt., R41 (in Hebrew).

ביבליוגרפים

תקציר

אגני ניקוז

L6 כותב Judith Lekach,^a Rivka Amit,^b and Tamir Grodeka

Scour Envelope Curve (SEC), Negev Desert, Israel

שנה 2009

פרטים Isr. J. Earth Sci.; 57: 189–197

ביבליוגרפיה 10.1560/IJES.57.3–4.189

תקציר

An upper limit for long-term scour in ephemeral streams has not been studied, although it is necessary to know it for flow regime determination, paleohydrology, and sediment budget evaluations. The available data on scour derive from short investigations lasting a few decades at most, but these are not representative of long-term processes, which are crucial for the understanding of alluvial geomorphic, pedologic, and hydrologic conditions in arid regions. A new investigation in several desert streams in the Negev Desert of Israel found a distinctive unit characterized by pedogenic features beneath the active channel bed. This unit, which has some initial attributes of a desert soil, such as horizonation, calcium carbonate deposition, iron oxide release, and accumulation of fine-grained material, has been termed a Fluvio-Pedogenic-Unit (FPU) due to its formation under stable conditions by water of fluvial origin.

The long time-period needed for the FPU formation suggests stable and limited depth of the active alluvial layer and, therefore, a long-term steady-state sediment budget within a given watershed and, hence, the existence of an upper limit to scour and an indication for a period of a steady hydrological regime. The FPU, easily recognized in comparison to the laborious traditional methods, facilitates data collection of the depth and spatial distribution of maximum scour in streams of various catchment sizes.

Comparing the FPU depth with measured and paleo-flood peak discharges for several watersheds in the Negev indicates a maximum scour of 0.5 m for the small catchments (Nahal Yael, 0.5 km²), and a scour not exceeding 1.3 m in the largest catchment (Nahal Zin, 1205 km²). The concept of envelope curves for maximum measured discharges has been adapted for maximum scour evaluations and a Scour Envelope Curve (SEC) is suggested. Using the SEC with the Regional Envelope Curve (REC) supplies a more complete understanding of maximum possible discharges and the maximum possible scour that can occur in ungauged watersheds in the arid Negev

אגני ניקוז

נחל יעל, נחל צין, נחל נקרות

- S1** כותב Uri Schwartz and Noam Greenbaum
Extremely high sediment yield from a small arid catchment—Giv'at Hayil, northwestern Negev, Israel
 שנה 2009
 פרטים Isr. J. Earth Sci.; 57: 167–175
 ביבליוגרפיה 10.1560/IJES.57.3–4.167
 תקציר Event sediment yield of 1145–1320 ton km⁻² from a small (0.17 km²), 4th-order tributary in the Giv'at Hayil area in the arid northern Negev was calculated using a trench cut perpendicular to the channel, which served as a sediment trap. The rocky slopes of the basin, composed of Eocene, Adulam Formation chalky limestone, are usually covered by friable aeolian sand, which accumulated since the early Holocene. An air photo and a field survey were used for a remote-sensing analysis of the areal coverage of the sand and the sources of the sediment. A comparison to the other data on sediment yield indicates that these values are extremely high, and are related to the high availability of the sediment due to its proximity to the channel, its mechanical properties, the sparse vegetation cover, the small size of the basin, and the relatively high runoff yield and stream power.
 אגני ניקוז נחל בשור עליון, נחל רביבים, חתך אגנים צחיחים וצחיחים למחצה
- 1T** כותב Tamir, R.
Runoff and erosion in small watersheds in the South,
 שנה 1972
 פרטים Israel Ministry Agr. Soil Cons. Res. Unit. Res. Rpt. R34 (in Hebrew).
 ביבליוגרפיה
 תקציר
 אגני ניקוז
- M2** כותב Tal Merzer
The Effects of Different Vegetative Cover on the Local hydrological Balance of a Semi Arid Afforestation
 שנה 2007
 פרטים MSc Thesis's
 ביבליוגרפיה
 תקציר In order to understand the effect the type vegetation cover has on the hydrological balance of small plots in semiarid areas, four different treatments were implemented in the Yatir forest: (1) bare soil, (2) annual cover only, (3) trees only, and (4) trees with annuals. In each plot rainfall and runoff were monitored during rainfall events and soil water content and above ground dry biomass were routinely monitored throughout the year. The total precipitation results of the two rainy seasons reflect the large variance typical of semi arid areas in general and the Yatir area in particular. Rainfall interception was found to be close to 15%, uncorrelated to the depth of precipitation.
 The results indicate that the annual vegetation cover plays a major role in

reducing runoff in the presence as well as in the absence of trees. The role of the annual herbaceous cover was found to be especially important in plots without tree cover at the onset of the rainy season, despite the sparse vegetative cover. The presence of trees in runoff reduction was as efficient as that of the annual herbaceous cover. The presence of trees and that of an annual cover reduced almost completely runoff generation.

No changes in the soil water content registered at depths exceeding than 1.5m. The total soil water contents fluctuated throughout the season. Maximum influx of water was registered for those treatments for which the lowest runoff was recorded. At summer's end however, no significant difference between treatments was evident.

The collected dry biomass was significantly higher in the clearing than in the afforested site. Large variance was found between the two measured seasons.

The annual herbaceous cover clearly affects the ET; highest ET rates were observed for the treatments with herbaceous cover in the clearing and in the forest.

It can be concluded from the present study that trees and annuals play a major role in this region by increasing soil infiltration and reducing runoff generation but do not affect the local hydrological balance of small plots. The precipitation reaching the soil surface is either transpired by the plants or evaporated directly from the ground and for none of the treatments was water storage observed. Therefore, as long as vegetative cover is present, the type of vegetation (herbaceous or woody) plays a minor role on the local water balance of small plots.

אגני ניקוז

נחל בכרה, נחל יתיר, חלקות

B2 כותב

ברגמן, נתיאל

סטרוקטורת הגרופת גסת-גרגר באפיק אכזב, נחל אשתמוע

שנה

2007

פרטים

MA Thesis

ביבליוגרפים

תקציר

Nahal Eshtemoa is a coarse-grained gravel-bed stream located in the northern Negev Desert, Israel. Alternating coarse-grained bars and fine-grained sandy-gravelly areas termed flats characterize the streambed. Previous research at this study site has shown that the flat areas are the main sediment source of bedload during within channel flow events; during near bankfull and beyond flow the coarse-grained bars are activated, but the measurements were limited due to the very high bedload flux owing to lack of bed armor and endless sediment supply that fill samplers rapidly and entrained sediment caliber, which was larger than sampler slot opening. By conducting slight modifications to the main measurement instrument - 5 Birkbeck-type automatic slot samplers spanning across the channel bed, the measurement was extended to higher water stages. The modifications included enlargement of 2-sampler slot widths by 50% (from 110 mm to 165 mm) and deployment of a closed slot cover, which enabled to lengthen the sampling record by manual operation when other samplers were

completely or partially full.

Results obtained from 3 low and intermediate magnitudes flow events show that

bedload texture generally varies with the shear stress acting on the channel bed. Grain size (determined by time slicing in each sampler) vs. local and x-

sectional shear stress is weakly correlated, but bedload caliber averaged for entire samplers is, indeed, correlated to x-sectional shear stress. The low correlation between local bedload caliber and local shear stress may be attributed to sediment availability from upstream when bed gsd does not vary nor match the short-term variation in shear stress acting on the bed.

Coupling of painted tracers upstream of the monitoring station and bedload gsd

collected by the samplers at various hydraulic conditions indicate that the flat is fully entrained at 2_c , as suggested to occur in humid perennials (Parker et al., 1982) whereas the coarse-grained bar is not fully dismantled at this stage. The values needed to fully dismantle the bar are much higher. Recently it was estimated that a transport stage ($_{/c}$) needed to create full equal mobility (on a reach scale) is ~ 4.5 . This work presents new data that full equal mobility is not attained even at values higher than transport stage of 9.

Despite the slot enlargement and the use of the slot cover, the entrapment of coarse clasts (> 64 mm) was small. It also raises questions about the source of those coarse fractions. Analysis of the duration and velocity of clast motion, as well as their size indicates that the cobble source is a combination of the subsurface layer and limited breakup of bedforms originating in the bar. This leads to the conclusion that only flows with a recurrence interval of several years and considerably deeper than bankfull, are capable of fully dismantling the bar's prominent, well defined structure.

נחל אשתמוע

אגני ניקוז

W1 כותב

וונר פרנק, אילנה

השפעת ייעור ופעילות לשימור קרקע כהכנה לייעור על נגר עלי וסחף באזור צחיח
למחצה

שנה

2006

פרטים

MA Thesis

ביבליוגרפיה

תקציר

The effects of deforestation on runoff and sediment yield (SY) have been well documented. Hence, a careful, scientific comparison has been undertaken to determine runoff and erosion from a 'natural' watershed, from an afforested watershed and from a watershed that has undergone intensive land management. Three sub-watersheds have been monitored: an afforested watershed, AW (1.6 km²) mostly covered by pine, an unafforested watershed, UW (0.66 km²) and a newly afforested watershed, NW (2.1 km²). The objective of this study includes comparison between these three types of land use for given rainstorms and the relative and absolute effects of rainstorms of varying intensity, duration and frequency on runoff and sediment yield responses. Rainfall is represented by 16 miniature rainfall gages; three rainfall recorders have been deployed to determine rainfall intensity. Runoff is monitored with Crump Weirs, which allow accurate determination of water discharge at the outlet of the watersheds. Suspended sediment comprises 92% of the sediment yield from these semiarid areas. Thus, only suspended sediment has been monitored at the Bikhra sites, using automatic water samplers and turbidometry. Thirty rainstorms were monitored during the research period, from which only one minor flow event occurred at the outlet of the AW, 12 at the UW and 11 at the NW. Time to runoff is shorter at the UW and the time from rain peak to discharge peak is shorter at the UW for all flow events. Runoff depth is

larger in all flow events at the UW. Unit peak discharges are larger at the UW than in the NW (both seasons), and larger in the 1st season.. Runoff coefficients at the UW vary during and between the 1st (3.3-31.1%) and 2nd (0.2-11%) seasons. At the NW catchment runoff coefficients are 0.5-15.9% during the 1st and 0-2.6% during the 2nd seasons. Therefore, the NW generates less runoff per unit area than the UW.

The main factors controlling the variation in water yield between the watersheds are related to land use. Variations in water and sediment yield are also arise due to variations in rain depth and intensity, time from a antecedent rainstorm, extent of perennial cover and of terrain stability. The micro-catchments, the contour-aligned terraces and the limans at the NW are the main land use changes responsible for reducing water yield, for low unit peak discharges and low runoff coefficients. It has been assumed that most of the runoff which originated at the NW is generated in the natural areas of this watershed. The trees in this watershed are young and spacious, hence their influence on decreasing runoff is likely lesser than that of other measures.. At the UW, 80% of the variations in runoff depth are due to variations in rain depth (only 50% at the NW). This in agreement with the assumption that the NW is also affected by the land management practices. Higher runoff yields and higher discharge in the 1st season may be explained by (1) the effect of the recently-ended land management practices and (2) the higher rainfall depths and intensities in the 1st season. Raised hypotheses have been proven: SY is negligible at the AW and higher at the UW compared with the NW. This is due to negligible runoff yield at the AW and larger runoff yield at the UW compared with the NW. However, SSC observed at the NW were higher than those of the UW. This is opposite to expected. The SSC from both seasons at the UW and the NW were 1-50 and 9-71 g/l, respectively. The median and the average are larger at the NW compared with the UW, and the variance is larger at the NW. This implies that the NW is still unstable due to recently-completed land management practices. The differences in the concentrations between the two watersheds are greater in the 2nd season; hence, there is a tendency of the terrain to

return to equilibrium. The average maximum SSCs are similar in both seasons at the UW, yet at the NW, averages are 50.2% higher in the 1st season.. Variations in water discharge in the rising limb of hydrographs explains 74% of the variation in SSC at the UW, and 51% in the falling limb; at the NW about 60% of the SSC can be explained for both branches. There is a definite tendency for an increase in SSC with increase in water discharge due to a number of environmental factors. During both seasons, sediment contribution from the UW per unit area was 1.11 and 1.6 times higher than the contribution from the NW, respectively. Likewise, sediment yield and runoff yield from both watersheds were 4.6 times higher in the 1st season. Specific SSY from the UW was 3.7 times higher during the 1st season, and 5.2 times higher from the NW. Sediment yield in this case is also in sympathy with runoff yield. Altogether 65% of the runoff contributed from both watersheds was generated in the UW during the 1st season (77% in the 2nd). The land management operations at the NW indeed decrease runoff yield and therefore also the sediment yield. However, trees in this watershed are still young, and therefore do not yet have a significant influence on runoff and sediment yield. Likewise, since the land management operations ended recently, it appears that the soil is as yet unequilibrated.

- T2** כותב משה טייג, אלכסנדר דומבה, יונתן לרון
ניצול הסחף של מאגר שקמה
שנה 1998
פרטים
ביבליוגרפים
תקציר משך חיים של מאגר שקמה הינו כ-20 שנה בלבד, בהתחשב באוגר הבלתי פעיל. יעילות כלכלית נמוכה זו של המאגר הינה תוצאה של קצב סחיפה גבוה באגן הניקוז ונפח אגירה התחלתי קטן יחסית. השימוש החוזר בסחף המצטבר במאגר, בן אם סילט-חרסית בעיקר למלט ובין אם חול המושקע במעלה המאגר, הינו כלכלי, סביבתי ותרומה להארכת אורך החיים של מאגר זה וגם אחרים בנגב.
- אגני ניקוז
- C2** כותב שגיא כהן
מודל לוגיקה עמומה מבוסס מערכות מידע גאוגרפיות להערכת פוטנציאל בחיפת קרקעות
שנה 2006
פרטים MA
ביבליוגרפים
תקציר Soil erosion by water is considered as one of the major threats for sustainable land management. Effective land management to prevent soil loss requires prediction for large areas. However, although erosion models (e.g., the USLE and its successors) do exist, attempts to apply them over large regions have been unsuccessful in many cases due to insufficient factor calibration, low input resolution and vast temporal and spatial uncertainty in the erosion processes.
This thesis proposes a new erosion model based on the fuzzy logic approach. The potential of fuzzy logic in environmental modeling has long been recognized, and its ability to use objects with indeterminate boundaries can be most useful to erosion modeling. The model predicts soil erosion potential over wide regions with a spatial cell resolution of 30 m. The model is temporally and spatially explicit, based on detailed meteorological and environmental factors derived from GIS and remote sensing techniques. The potential erosion is predicted for each rainfall event in the database, considering the time elapsed from a previous event and rainfall intensity. Unlike most single-event models, this model accumulates the potential erosion to seasonal and annual predictions.
The model advantages are the temporally dynamic structure and the soft fuzzy methods, eliminating the need for accurate coefficient calibrations, and reducing errors resulting in the uncertainty associated with erosion processes. The temporally dynamic structure of the model expresses the changes in the soil moisture content and vegetation cover, both of which are critical factors in erosion processes.
The model input includes vegetation parameters drawn from multi-temporal Landsat TM images, physical soil parameters based on soil maps and published data, daily rainfall data from 10 meteorological stations presented

in a geostatistical interpolation, topographic parameters calculated from a DEM and land use factors classified from multi-temporal Landsat TM images.

The model was tested on the Shiqma Basin (760km²) in central Israel and was

compared to a series of validations using several sources and techniques: (1) published sediment yield measurements at sites scattered throughout the basin; (2) an existing semi-empirical soil erosion model (SEMMED- Soil Erosion Model for MEDiterranean regions); and (3) remote sensing and image processing techniques applied to Landsat TM images for mapping erosion phenomena from spectral signatures.

The results of the validation methods demonstrate the superiority of the dynamic model over the other two models, validating the runoff sub-routine of the models. By doing so, the research hypotheses have been accepted by noting that the fuzzy logic based model predicted the erosion process better than the semi-empirical model and the dynamic concept of the model improved its efficiency.

An additional effort should be address to the development of validation techniques for spatially distributed models. Those techniques should be based on small scale base unites and should have a reasonable spatial distribution.

אגני ניקוז

נחל שקמה, רוחמה,

K1 כותב

שירלי קריספל

ניטור ואפיון מזהמים מומסים תעשייתיים המוסעים בשיטפון בנחל סכר, רמת חובב

שנה

2006

פרטים

MA

ביבליוגרפים

תקציר

נחל סכר, יובל של נחל באר שבע, מנקז את האתר התעשייתי של רמת חובב הממוקם כ-15 ק"מ דרומית לבאר שבע ונמצא בתוך אגן הניקוז של נחל סכר. החל מאמצע שנות ה-70 פועלים באתר מפעלים כימיים והאתר הארצי לטיפול בפסולת רעילה. מאז שנת 1992 אין הזרמות ישירות של שפכים תעשייתיים לנחל סכר. אך, עדיין ניתן להבחין בפכפוך תמידי של מזהמים לאורך קילומטרים ספורים בנחל סכר. הפכפוך הינו תוצר של מי תהום גבוהים ומזהמים אשר זורמים לאורך מישורי הסידוק בתוך האקוויטרד הקריטוני. מרביתו הופסק כתוצאה מבניית נקזים בנחל סכר. בנוסף למי תהום מזהמים המבצבים בנחל סכר, ישנן סיבות נוספות לזיהום הפוטנציאלי של מי השיטפונות בנחל, כגון זרימה של גר מדרוני וערוצי באזור שיש בו זיהום אטמוספרי (מהאתר התעשייתי) וכן שפכים המגיעים מפעם לפעם לנחל וגורמים לזיהום מי השיטפונות.

במסגרת עבודה זו נבדקו הימצאות מזהמים וריכוזם במהלך שיטפון באפיק באזור צחיח למחצה. המחקר אפיין את ריכוז המזהמים והשתנותם בזמן עם ספיקת המים בהדגמת נחל סכר. בהתאם לכך נקבעו למחקר מספר מטרות: לאפיין את השתנותם העיתית של המזהמים בנחל במהלך השיטפון, להעריך את סה"כ השטף של מזהמים בשנה נתונה כתלות באופייה ההידרולוגי, לאפיין את המזהמים בנחל והשתנותם בשיטפונות בעלי גודל ואופי שונה ולבחון האם ניתן לזהות את המקורות והתרומה היחסית של המזהמים כמקור קווי של פכפוך לאורך הנחל או כמקור נקודתי.

מחקר זה התבסס על נתונים אמפיריים שנאספו בעבודת שדה ובדיקות מעבדתיות. המידע התקבל מניטור אוטומטי בתחנת מדידה ההידרולוגית שהוקמה על נחל סכר. אופן וסוג הנתונים שנאספו ענו על שאלות מוגדרות כגון ספיקת המים והרכבם הכימי של המים כולל pH, מוליכות חשמלית של המים, ריכוז הרחופת והקשרים בין ריכוז מומסים וספיקה. על מנת לענות על שאלות אלו נדרש בסיס נתונים רחב שהתקבל משיטות שונות. מאגר הנתונים שעליו התבססה העבודה אפיין את נחל סכר בקנה מידה עיתי של השינויים תוך אירועים (דקות), בין אירועים (משך של אירוע בודד), עונתיים ושנתיים. מערכת המדידה והדגימה האוטומטית הופעלה ב-8 אירועי זרימה שהתרחשו בחורפים 2002-03, 2003-04 ו-2004-05. האירועים אופיינו בשונות רבה: עומקם נע בין סנטימטרים ספורים ועד לכ-1 מ'. כמו כן תועד אירוע אחד בו ספיקת המים הייתה מלאת גדות. התוצאות הכימיות השתנו אף הן מאירוע לאירוע ונעו בין

ריכוזי רקע לריכוזים שהעידו על זיהום ניכר, ונמצאו מספר יחסים שיאפשרו בעתיד לחשב ריכוזי מומסים לפי EC ללא שליחת הדוגמאות למעבדה. קיים דפוס התנהגות החוזר על עצמו במרבית השיטפונות ומאפשר לחלק את האופי הכימי של הזרימה למקטעים; תהליכי שטיפה, תהליכי מיהול ועליה בריכוז המזהמים בסוף השיטפון. נמצא כי ריכוזי היונים המומסים והמומסים האורגניים החצי-נדיפים אינם קבועים בין השיטפונות. כמו כן, נמצאה התאמה טובה בין ריכוזי המזהמים שהתקבלו בתחילת האירוע וריכוזי המזהמים שהתקבלו בפכפוכים במעלה הערוץ. לעומת זאת, לא נמצאה התאמה בין ריכוז המזהמים בפכפוך וריכוזי המזהמים במי התהום. ריכוזי המומסים באירועי הזרימה אומנם הציגו מגמת ירידה כללית, אך עדיין ניתן להבחין בריכוזי זיהום שעולים על התקן המקובל.

אגני ניקוז

S2 כותב

עופר שאולקר

השפעת ההתיישבות בצפון וצפון מערב הנגב על מערכת הניקוז הנחלית

שנה

2005

פרטים

MA

ביבליוגרפים

תקציר

The goal of this study is to determine the influence of several settlement types (cities, development towns, Bedouin settlements, moshavim and kibbutzim) on stream channels in the Shiqma and Besor Basins, which are characterized by semiarid to Mediterranean climate. With few exceptions, the effect of settlements on the ephemeral riverine system has not been investigated in such areas. The method to assess the morphology of the affected channels was based on detailed cross-sectional surveys. Bankfull width was determined and cross sections upstream, within and downstream of the settlements were compared. Several natural, undisturbed streams were chosen as controls to determine the prevalent natural morphology. Conclusions of the study indicate that maintenance negligence is common. This is the most severe condition for residential areas and industrial plants located on the floodplain. Indeed, awareness of flood risk is low because the ephemeral channels are often dry. Many streams intersecting various types of settlements have had a reduction in cross-sectional area which, in turn, has limited their ability to convey floodwater efficiently, thereby increasing flood risk. Channel maintenance by some of the local authorities is inadequate, especially in the development towns and Bedouin settlements, where awareness is low and where financial resources are limited. In contrast, in the community settlements channel maintenance is suitable, demonstrating that there is a strong economic link between flood risk of ephemeral channels and quality of life in these areas.

אגני ניקוז

נחל שקמה, בשור, אגנים קטנים

שנה
פרטים
ביבליוגרפים
תקציר

השפעת העירוף על גר וסחף באגנים קטנים באזור צחיח למחצה, בהדגמת נחל בכרה

2009

MA

A dense drainage net in the Bikhra basin (southern edge of the Hebron Mountains) is a result of intense gulling a process that has been related to climate change and

overgrazing. The fluvial-morphology of this environment is commonly characterized by headwater ephemeral stream channels and unchanneled valleys. These channels (gullies) are often incised in valley-floor alluvium, loess and occasionally bedrock.

The aim of the thesis is to study links between rainfall, runoff, gully erosion and

sediments. The extent of sediment yield and runoff response from gullied and

ungullied basins has been explored. This study focuses on two pairs of first order subbasins and on a fourth order basin in which the smaller basins are located. Among every pair of basins one is gullied. Rainfall, runoff, sediment (suspended and bedload) and gully head retreat were monitored during 2005-06 and 2006-07. Observations on channel morphology and vegetation cover changes were undertaken after rain events. Shrub cover was estimated at the end of the research period.

While rainfall is rather homogenous at this scale (fourth order basin, 0.7 km²), runoff yield was not. Event average runoff:rainfall ratio was 0.03-0.12. Annual runoff depth was between 2 to 11 mm. Suspended sediment and bedload supply from gullied sub-basins (93 and 7 ton/km²) were at least one order of magnitude higher than from ungullied sub-basins (9 and 0.1 ton/km²). It thus appears that gullies and channels are the main source for sediment in this environment; this certainly holds with respect to coarse-grained sediments. Characteristics such as vegetation cover and morphology are important in determining sub-basin sediment yield. Bedload texture in gullied sub-basins was related to shear stress and found to be higher than that from ungullied sub-basins. It was deduced that while bedload is restricted only by shear stress in the gullied sub-basin, in the ungullied sub-basins it was also restricted by sediment availability. Bedload sediments appear to originate almost exclusively from gullies.

Most of the geomorphic work and landform changes took place during two medium-sized (winter) rain events. In these events the difference among basins in bedload yield was higher, likely due to difference in critical shear stress. A conceptual model has been put forwards, showing that differences in bed strength as determined by vegetation cover, bedload yield and availability depict different stages in landform stability and development where gullying is a major factor.

אגני ניקוז

נחל בכרה

- R1** כותב Uri Rozin, Asher Schick,
Land use change, conservation measures and stream channel response in the Mediterranean/semiarid transition zone: Nahal Hoga, southern Coastal Plain, Israel
- שנה
- פרטים *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives*
 ביבליוגרפים (Proceedings of the Exeter Symposium, July 1996). IAHS Publ. no. 236, 1996.
- תקציר Photographs taken in 1917 by a Royal Flying Corps plane during an intelligence mission beyond the Ottoman frontline document, for the western part of the Nahal Shiqma catchment in the southern Coastal Plain of Israel, a barren, highly eroded landscape with patches of primitive cultivation, active badlands, and widely braiding stream channels. Nahal Hoga, a 65 km² catchment representative of this area, was selected to monitor and explain the fluvial transformation which affected the region following the abrupt changes in land use associated with the wave of Jewish settlement 50 years ago. This was accomplished through a detailed field, air photo, and GIS-based evaluation of the areal land use and stream channel geometry repeated at decadal intervals. While the 1945 channel morphology and land use were similar to those in 1917, subsequent transformations, caused by land use changes and conservation measures, were dramatic. Channels narrowed drastically and were stabilized by encroaching vegetation. The braided pattern was abandoned in favour of a single thread, quasi-meandering channel which deepened 1-3 m below its 1945 bed level. The processes responsible for this metamorphosis relate to the increased transport capacity of the ephemeral flows following a major increase in water and sediment storage associated with extensive conservation measures, which also caused a major decrease in the volume and frequency of flow events. Bank erosion, curbed by drastic reduction in grazing, was replaced by stable, vegetated banks and braids were gradually abandoned.
- אגני ניקוז אגן שקמה, נחל הוגה
- S4** כותב Seginer
Gully development and sediment yield
- שנה 1966
- פרטים Journal of Hydrology, vol. 4, pp. 236-253,
 ביבליוגרפיים [10.1016/0022-1694\(66\)90082-5](https://doi.org/10.1016/0022-1694(66)90082-5)
- תקציר עיקר הסחיפה באיזור הינה ערוצית – מהעירוף והתחתרות לאחור של ערוצונים בהתבסס על השוואה שלמיקום ערוצים בפרקי זמן שונים.
- אגני ניקוז

- R2** כותב Rawitz, E., Morin, J., Hoogmoed, W. B., Margolin, M. & Etkin, H. (1983)
Tillage practices for soil and water conservation in the semi-arid zone: I. Management of fallow during the rainy season preceding cotton.
 שנה 1983
 פרטים *Soil and Tillage Res.* 3,211-231
 ביבליוגרפים
 תקציר
 אגני ניקוז
- S4** כותב Seydell, I.
Effects of land use on soil erosion, Ruhana Basin, Israel.
 שנה 1998
 פרטים Unpublished MSc, Technical University of Darmstadt, 57 pp.
 ביבליוגרפים
 תקציר The effect of changing land use on sediment yield in a semiarid region has been evaluated in the Ruhama Basin, northwestern Negev, Israel. Sediment yield data have been obtained from the stratigraphic record of the Ruhama Reservoir deposits. Event couplets have been identified and dated by (1) known dates of reservoir construction and (2) topographic surveys, as well as (3) correlation to historic rain storms. Based on information on land use changes and on the sedimentary sequence within the reservoir, sediment yield has been determined for periods I (1953-63), II (1963-82) and III (1982-97). The main change in land use occurred during the second half of period II. Grazing was reduced from over 80% to 20% of the catchment area in favor of field cultivation. Further increase of area under soil and water conservation techniques during period III had a minor additional effect on sediment yield. Expressing sediment yield per rainfall depth for all storms exceeding a depth of 30 mm, sediment yield decreased from 1.7 t km⁻² mm⁻¹ in period I to less than 1 t km⁻² mm⁻¹ in periods II and III. It is apparent that the effect of land use change is most significant for medium magnitude rainfall events. Interestingly, sediment yield showed no distinct difference between periods and land use patterns for the largest recorded storms. The technique of identifying and dating event couplets may be used in other climatic settings to infer the effects of land use on sediment yield.
 אגני ניקוז נחל רוחמה, אגן שקמה

נספח ה' –

אמצעים לשימור קרקע

אמצעים לשימור קרקע

ה' 1. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, חקלאות בעל

התאמה לגידולים ספציפיים	המלצות	שטח חקלאי מעובד			
		מרחק בין הערוצים, מרחק, T	שיפוע, S	שימוש קרקע, ספציפי, U	
התייחסות ללוח 6.4 בטקסט לבדוק אם ההפניה נכונה	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S11	U1
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
1,2,3,4,5,	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר בשטח בעל טופוגרפיה של עירוף מפותח (עומק ערוצים יותר מ-150 ס"מ), מומלץ לעבד את הקרקע רק בעיבודים משמרים. עיבוד משמר כולל שיטות להקטנת נגר מהשדה כמו גימום, סכרור, חיפוי קרקע בקש או חומר אחר. מכיוון שמדובר בשטח מתון, בעל שיפוע מדרון בשיעור פחות מ-2%, חשוב לשמור על אזור חיץ בין השדה לבין הערוץ כדי לעצור עוד התחתרות. שיטות נוספות לעצירת התחתרות: ייצוב ראש ערוצון, התקנת מתקן כניסה מסודר של נגר לערוץ, תכנון מערכת ניקוז מסודרת בשדה.	T1001	D102	S11	U1
1,2,3,4,5		T1002			
1,2,3,4,5	ההתייחסות בעיקר לקרקעות לסיות כבדות המתאפיינות בהתפתחות קרום קרקע. שטחים אלה פוטנציאלם להתפתחות מערכת ערוצים ונוף בתרונות. מומלץ לעבד את השטחים האלה באמצעים כבדים של שימור קרקע: שמירה על אזור חיץ, הסדרת הניקוז מהשדה וכניסת מים עיליים לערוץ רק במקומות המיועדים לכך.	T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5	בקרקעות כבדות חרסיתיות אחרי גשם או השקיה מתפתח קרום פיזיקלי. הקרום מפחית את פוטנציאל החדור ומעלה במידה רבה את הסיכוי להיווצרות נגר. זרימת המים העיליים מגבירה את הסיכוי להתפתחות תהליכי סחף, החל מסחף משטחי ועד לסחף ערוצים, כולל פגיעה אפשרית בתשתיות כמו תעלות ניקוז וכד'. כדי להימנע מהתפתחות תהליכי סחף מומלץ להשתמש באמצעי שימור כמו הגדלת האוגר הקרקעי ושיפור החידור אל תת-הקרקע בעזרת אמצעים הכוללים: סכרור, גימום, חיפוי ותכנון מערכת לתיעול הנגר למתקני כניסה שבראשי הערוצים. כמו כן, מומלץ לשמור על אזור חיץ כדי למנוע התמוטטויות של גדות הערוצים אחרי גשמים.	T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
	בתנאים אלה אין הגבלה לייעוד הקרקע לחקלאות בעל אפשר להגן על הקרקע בשדה באמצעות שימוש בשיטות משמרות של עיבוד קרקע ולעקוב אחרי פיזור אחיד של	T1001	D103	S11	U1

התאמה לגידולים ספציפיים	המלצות	שטח חקלאי מעובד			
		מרקם קרקע, T	מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי, U
	מים בשדה. לשם כך אפשר להשתמש בכמה שיטות אגרוטכניות: גימום וחיפוי קרקע. חיפוי יכול להיות בקש, בגזם עירוני, בקומפוסט או בחומרים כימיים (בתיאום עם משרד החקלאות ועם המדריך החקלאי).	T1002			
1,2,3,4,5	קרקעות לסיות חשופות לסכנת מחתור ולסחיפת קרקע מואצת מהשדה. בעיות מחתור מתפתחות כשאין פיזור אחיד של מים בקרקע בעקבות השקיה. בקרקעות לסיות וסילטיות מומלץ לעבוד בעיבוד קרקע משמר, במיוחד בשיפועים גבוהים מ-1%. בשטחים חקלאים על הקרקעות לסיות חשוב לשמור על אזור חיץ, כדי להגן על אפיק הנחל מהתחתרות ולשמור את הקרקע בשדה החקלאי. אם בשדות יש סימני התחתרות (ערוץ, גדות אנכיות, סימני מפולות קרקע), מומלץ לפנות ליועץ שימור קרקע לתכנון תכנית בראייה אגנית.	T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5	בקרקעות כבדות חרסיתיות אחרי גשם או השקיה מתפתח קרום פיזיקלי. קרום המונע מנגר הגשם הבא לחדור אל הקרקע, ובכך תורם להגדלת כמות הנגר מהשדה. זרימת המים העיליים מגבירה את תהליכי הארוזיה של הקרקע (גם ארוזיה משטחית) ואת זרימת המים בתעלות הניקוז בכניסה לערוצים טבעיים. בקרקעות כבדות אמצעי שימור קרקע כוללים: שבירת הקרום אחרי גשם, שימוש בשיטות המעלות את חידור המים אל תוך הקרקע (סכרור, גימום, חיפוי) ותכנון מערכת לתיעול הנגר למתקני כניסה שבראשי ערוצונים. כמו כן, מומלץ לשמור על אזור חיץ כדי למנוע התמוטטויות של גדול הערוצים אחרי גשמים.	T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
		T1001	D101	S12	U1
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
1,2,3,4,5	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 2%-6% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים וסכרונים בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסכרים. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1001	D102	S12	U1
1,2,3,4,5		T1002			
1,2,3,4,5		T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5		T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
1,2,3,4,5	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 2%-6%, לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני, הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים	T1001	D103	S12	U1
1,2,3,4,5		T1002			
1,2,3,4,5		T1003			

התאמה לגידולים ספציפיים	המלצות	שטח חקלאי מעובד			
		מרקם קרקע, T	מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי, U
1,2,3,4,5	וסכרונים בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסכרים. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1004			
1,2,3,4,5		T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 6% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S13	U1
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D102	S13	U1
	כשהמרחק בין הערוצים בין 30–100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 6% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D103	S13	U1
		T1002			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 6%-8% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים וסכרונים בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסכרים. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D101	S14	U1
		T1002			
		T1003			
	כשהמרחק בין הערוצים 30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 8% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D102	S14	U1
		T1002			
		T1003			
		T1004			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 8% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1005			
		T1006			
		T1001	D103	S14	U1
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			

התאמה לגידולים ספציפיים	המלצות	שטח חקלאי מעובד			
		מרחק קרקע, T	מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי, U
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D101	S15	U1
		T1002			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D102	S15	U1
		T1002			
	כשהמרחק בין הערוצים 30-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 25% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D103	S15	U1
		T1002			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			

ה 2 אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, חקלאות שלחין

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד			
		מרחק בין הערוצים D ,	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי U ,	מרקם קרקע, T
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S11	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
1,2,3,4,5,	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר בשטח בעל טופוגרפיה של עירוף מפותח (עומק ערוצים יותר מ-150 ס"מ), מומלץ לעבד את הקרקע רק בעיבודים משמרים. עיבוד משמר כולל שיטות להקטנת נגר מהשדה כמו גימום, סכרור, חיפוי קרקע בקש או חומר אחר. מומלץ לעבד את הקרקע במקביל לקווי גובה, כדי ליצור מחסומים טבעיים לזרימת המים. מכיוון שמדובר בשטח מתון, בעל שיפוע מדרון בשיעור פחות מ-2%, חשוב לשמור על אזור חיץ בין השדה לבין הערוץ כדי לעצור עוד התחתרות. שיטות נוספות לעצירת התחתרות: ייצוב ראש ערוצון, התקנת מתקן כניסה מסודר של נגר לערוץ, תכנון מערכת ניקוז מסודרת בשדה.	T1001	D102	S11	U2
		T1002			
1,2,3,4,5	שטחים אלה פוטנציאליים להתפתחות מערכת ערוצים ונוף בתרונות. מומלץ לעבד את השטחים האלה באמצעים כבדים של שימור קרקע: עיבוד קרקע במקביל לקווי גובה, שמירה על אזור חיץ, הסדרת הניקוז מהשדה וכניסת מים עיליים לערוץ רק במקומות המיועדים לכך.	T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5	בקרעות כבדות חרסיתיות אחרי גשם או השקיה מתפתח קרום פיזיקלי. קרום המונע מנגר הגשם הבא לחדור אל הקרקע, ובכך תורם להגדלת כמות הנגר מהשדה. זרימת המים העיליים מגבירה את תהליכי הארוזיה המשטחית ואת קצב ההתחתרות לאחר של ראשי הערוצונים. בקרעות כבדות אמצעי שימור קרקע כוללים: שבירת הקרום אחרי גשם, שימוש בשיטות המעלות את חידור המים אל תוך הקרקע (סכרור, גימום, חיפוי) ותכנון מערכת לתיעול הנגר למתקני כניסה שבראשי ערוצונים. כמו כן, מומלץ לשמור על אזור חיץ כדי למנוע התמוטטויות של גדול הערוצים אחרי גשמים, ובגלל העומס של כלים חקלאיים.	T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
	בתנאים אלה אין הגבלה ליעוד הקרקע לחקלאות שלחין. אפשר להגן על הקרקע בשדה באמצעות שימוש בשיטות משמרות של עיבוד קרקע ולעקוב אחרי פיזור אחיד של מים בשדה. לשם כך אפשר להשתמש בכמה שיטות אגרוטכניות: גימום וחיפוי קרקע. חיפוי יכול להיות בקש, בגזם עירוני, בקומפוסט או בחומרים כימיים (בתיאום עם משרד החקלאות ועם המדריך החקלאי). נוסף על כך, יש לשמור על כיוון העיבוד לפי קווי גובה ולא בניצב.	T1002			

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד			
		מרחק בין הערוצים D,	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי U,	מרחק בין הערוצים D,
1,2,3,4,5	קרקעות לסיוות חשופות לסכנת מחתור ולסחיפת קרקע מואצת מהשדה. בעיות מחתור מתפתחות כשאין פיזור אחיד של מים בקרקע בעקבות השקיה. בקרקעות לסיוות וסילטיות מומלץ לעבוד בעיבוד קרקע משמר, במיוחד בשיפועים גבוהים מ-1%. על כן, צריך לשמור כל כיוון העיבוד לפי קווי גובה ולא בניצב, לשמור על אזור חיץ, כדי להגן על אפיק הנחל מהתחתרות ולשמור את הקרקע בשדה החקלאי. אם בשדות יש סימני התחתרות (עירוף, גדות אנכיות, סימני מפולות קרקע), מומלץ לפנות ליועץ שימור קרקע לתכנון תכנית בראייה אגנית.	T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5	בקרעות כבדות חרסיתיות אחרי גשם או השקיה מתפתח קרום פיזיקלי. קרום המונע מנגר הגשם הבא לחדור אל הקרקע, ובכך תורם להגדלת כמות הנגר מהשדה. זרימת המים העיליים מגבירה את תהליכי הארוזיה של הקרקע (גם ארוזיה משטחית) ואת זרימת המים בתעלות ניקוז בכניסה לערוצים טבעיים. בקרקעות כבדות אמצעי שימור קרקע כוללים: שבירת הקרום אחרי גשם, שימוש בשיטות המעלות את חידור המים אל תוך הקרקע (סכרור, גימום, חיפוי) ותכנון מערכת לתיעול הנגר למתקני כניסה שבראשי ערוצים. כמו כן, מומלץ לשמור על אזור חיץ כדי למנוע התמוטטויות של גדול הערוצים אחרי גשמים ולשמור על כיוון העיבוד לפי קווי גובה ולא בניצב.	T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו יותר מ-2%, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S12	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
1,2,3,4,5	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 2%-6% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, הגנה על ראשי ערוצים, תכנון נתיבי מים, לימנים וסכרונים בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסוללות. יש לשים לב לתכנון דרכי גישה בעבור כלים חקלאיים כבדים ולהימנע מיצירת תעלות מלאכותיות לאורך דרכי עפר. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1001	D102	S12	U2
1,2,3,4,5		T1002			
1,2,3,4,5		T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5		T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
1,2,3,4,5	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 2%-6%	T1001	D103	S12	U1

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד			
		מרחק בין הערוצים D ,	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי U ,	מרחק T
1,2,3,4,5	לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות.	T1002			
1,2,3,4,5	מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני, הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים וסכרונים בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסוללות. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1003			
1,2,3,4,5		T1004			
1,2,3,4,5		T1005			
1,2,3,4,5		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 6% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S13	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים 30–100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 6% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1001	D102	S13	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 6%–8% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים וסכרונים בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. נוסף על כך, יש לתכנן דרכי גישה. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים בטרסות ובדרכים ותיקון ארוזיה בסוללות. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1001	D103	S13	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 8% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S14	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים 30–100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 8% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1001	D102	S14	U2
		T1002			
		T1003			

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד			
		מרקם קרקע, T	מרחק בין הערוצים D,	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי U,
		T1004			
		T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 8% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1001	D103	S14	U2
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D101	S15	U2
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D102	S15	U2
		T1002			
	כשהמרחק בין הערוצים 30–100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D103	S15	U2
		T1002			
		T1003			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001			

ה' 3. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, מטעים

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד - מטעים			
		מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	מרחק בין הקרקע, T	שימוש קרקע ספציפי, U
	כשבשטח המרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), אפשר להשתמש בשטח זה למטעים ולהקפיד על שיטות גידול משמרות קרקע. כמו כן, מומלץ להתייעץ עם המדריך החקלאי (משרד החקלאות).	T1001	D101	S11	U3
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר, והשטח מתאפיין בטופוגרפיה של עירוף מפותח (עומק הערוצים 150 ס"מ ויותר), מומלץ לעבד את הקרקע רק בשיטות עיבוד משמרות. עיבוד משמר כולל שיטות להקטנת נגר מהשדה, סכרו, חיפוי קרקע בקש או בחומר אחר וגידולי חיפוי בפסים בין השורות. חשוב לשמור על אזור חיץ בין השדה שבו עוברים כלים חקלאיים לבין הערוץ המקומי, כדי להגן על עורק הניקוז מכניסת הכלים החקלאיים. מומלץ לתכנן מערכת ניקוז במטע הכוללת נתיבי מים ומתקני כניסה של נגר לעורק ניקוז מקומי.	T1001	D102	S11	U3
		T1002			
גידולי חיפוי	שטחים אלה פוטנציאליים להתפתחות מערכת ערוצים ונוף בתרונות. מומלץ לעבד את השטחים האלה באמצעים כבדים של שימור קרקע: שמירה על אזור חיץ, הסדרת הניקוז מהשדה וכניסת מים עיליים לערוץ רק במקומות המיועדים לכך.	T1003			
		T1004			
	בקרקות כבדות חרסיתיות אחרי גשם או השקיה מתפתח קרום פיזיקלי. קרום המונע מנגר הגשם הבא לחדור אל הקרקע, ובכך תורם להגדלת כמות הנגר מהשדה. זרימת המים העיליים מגבירה את תהליכי הארוזיה (גם ארוזיה משטחית) ואת קצב זרימת המים בתעלות הניקוז ובכניסה לערוצים הטבעיים. בקרקות כבדות אמצעי שימור קרקע כוללים: שבירת הקרום אחרי גשם, שימוש בשיטות המעלות את חידור המים אל תוך הקרקע (סכרו, גימס, חיפוי) ותכנון מערכת לתיעול הנגר למתקני כניסה שבראשי ערוצים. כמו כן, מומלץ לשמור על אזור חיץ כדי למנוע התמוטטויות של גדול הערוצים אחרי גשמים.	T1005			
		T1006			
	בתנאים אלה אין הגבלה לייעוד הקרקע לחקלאות שלחין. אפשר להגן על הקרקע בשדה באמצעות שימוש בשיטות משמרות של עיבוד קרקע ולעקוב אחרי פיזור אחיד של מים בשדה. לשם כך אפשר להשתמש בכמה שיטות אגרוטכניות: גימס וחיפוי קרקע. חיפוי יכול להיות בקש, בגזם עירוני, בקומפוסט או בחומרים כימיים (בתיאום עם משרד החקלאות ועם המדריך החקלאי).	T1001	D103	S11	U3
		T1002			

שטח חקלאי מעובד - מטעים		שימוש קרקע ספציפי, U		
התאמה לגידולים ספציפיים	מרחק בין הערוצים, D	מרחק מקום קרקע, T	שיפוע, S	
קרקעות לסיות חשופות לסכנת מחתור ולסחיפת קרקע מואצת מהשדה. בעיות מחתור מתפתחות כשאין פיזור אחיד של מים בקרקע בעקבות השקיה. בקרקעות לסיות וסילטיות מומלץ לעבוד בעיבוד קרקע משמר, במיוחד בשיפועים גבוהים מ-1%. על כן, בשטחים חקלאיים בקרקעות לס צריך לשמור על אזור חיץ, כדי להגן על אפיק הנחל מהתחתרות ולשמור את הקרקע בשדה החקלאי. אם בשדות יש סימני התחתרות (עירוף, גדות אנכיות, סימני מפולות קרקע), מומלץ לפנות ליועץ שימור קרקע לתכנון תכנית בראייה אגנית.	T1003			
	T1004			
בקרקעות כבדות חרסיתיות אחרי גשם או השקיה מתפתח קרום פיזיקלי. קרום המונע מנגר הגשם הבא לחדור אל הקרקע, ובכך תורם להגדלת כמות הנגר מהשדה. זרימת המים העיליים מגבירה את תהליכי הארוזיה של הקרקע (גם ארוזיה משטחית) ואת זרימת המים בתעלות הניקוז בכניסה לערוצים טבעיים. בקרקעות כבדות אמצעי שימור קרקע כוללים: שבירת הקרום אחרי גשם, שימוש בשיטות המעלות את חידור המים אל תוך הקרקע (סכרור, גימום, חיפוי) ותכנון מערכת לתיעול הנגר למתקני כניסה שבראשי ערוצים. כמו כן, מומלץ לשמור על אזור חיץ כדי למנוע התמוטטויות של גדול הערוצים אחרי גשמים.	T1005			
	T1006			
גידולי חיפוי	T1001	D101	S12	U3
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו יותר מ-2%, מומלץ לעבד את הקרקע באמצעי שימור קרקע כבדים הכוללים לא רק גידולי חיפוי, אלא הסדרת ניקוז, שמירת אזור חיץ לאורך עורקי ניקוז והקטנת אורך המדרון בעזרת טרסות מדרוניות, שיחים ולימנים.	T1001	D102	S12	U3
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 2%-6% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, נטיעות בתוך שיחים, הגנה על ראשי ערוצים, תכנון נתיבי מים, לימנים וטרסות בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסוללות. יש לשים לב לתכנון דרכי גישה בעבור כלים חקלאיים כבדים. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1001	D102	S12	U3
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד - מטעים			
		מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	מרחק בין הערוצים, D	שימוש קרקע ספציפי, U
גידולי חיפוי		T1006			
		T1001	D103	S12	U3
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר, (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 2%-6% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני, הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, נטיעות בתוך השיחים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים וטרסות בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסוללות. יש לשים לב לתכנון דרכי גישה. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D101	S13	U3
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 6% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D102	S13	U3
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 6%-8% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות להקטנת השיפועים, נטיעות בתוך השיחים, הגנה על ראשי ערוצונים, תכנון נתיבי מים, לימנים וטרסות בתוך הערוצים כדי להקטין את אחוזי הנגר העילי ואת מהירות זרימת המים המרוכזת. שטחים אלה דורשים תחזוקה יום יומית, תיקון טרסות, מילוי חריצים וסימני ארוזיה לסוללות. אי אפשר להפסיק שימוש חקלאי בשדה ללא תכנון ויישום תכנית שיקום או העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D103	S13	U3
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון 6%-8% לא מומלץ לעבד את הקרקע ללא פעולות שימור קרקע כבדות הכוללות שיטות הנדסיות. מומלץ להכין תכנית הנדסית בקנה מידה אגני הכוללת בניית טרסות חקלאיות	T1002			
		T1003			
		T1006			

התאמה לגידולים ספציפיים		שטח חקלאי מעובד - מטעים			
		מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי, U	מרקם קרקע, T
	העברת בעלות או שינוי ייעוד הקרקע.	T1005			
		T1006			
	כשהמרחק בין הערוצים פחות מ-30 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע ולחצות אותה בכלי רכב או בכלים חקלאיים.	T1001	D101	S15	U3
		T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D102	S15	U3
	כשהמרחק בין הערוצים 30–100 מטר (ערוצים שאי אפשר לחצותם בכלים חקלאיים), בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1002			
		T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1001	D103	S15	U3
		T1002			
	כשהמרחק בין הערוצים 100 מטר ויותר, בשיפוע מדרון ששיעורו 15% ויותר, לא מומלץ לעבד את הקרקע.	T1003			
		T1004			
		T1005			
		T1006			
		T1006			

ה 4. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, חקלאות אינטנסיבית (חממות)

שימוש קרקע ספציפי, U	שיפוע, S	מרחק בין הערוצים, D	מרקם קרקע, T	
U4	S11	D101	T1001	לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S11	D102	T1001	חקלאות אינטנסיבית : (1) הגשת נספח ניקוז המסדיר את תעלות הניקוז סביב שטח המתקן ; (2) נספח שימור נגר - קבלת אישור לאגירת הנגר העילי ואישור לשימוש בו בעתיד במשק החקלאי המקומי ; (3) נספח שימור קרקע – מניעת סחיפת קרקע מסביב לשטח המתקנים עקב זרימת מים מואצת משטחים אטימים.
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S11	D103	T1001	
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S12	D101	T1001	לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S12	D102	T1001	חקלאות אינטנסיבית : (1) הגשת נספח ניקוז המסדיר את תעלות הניקוז סביב שטח המתקן ; (2) נספח שימור נגר - קבלת אישור לאגירת הנגר העילי ואישור לשימוש בו בעתיד במשק החקלאי המקומי ; (3) נספח שימור קרקע – מניעת סחיפת קרקע מסביב לשטח המתקנים עקב זרימת מים מואצת משטחים אטימים.
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S12	D103	T1001	
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S13	D101	T1001	לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)
			T1002	
			T1003	
			T1004	
			T1005	
			T1006	
U4	S13	D102	T1001	לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)
			T1002	

	מרחק בין הערוצים, D	שיפוע, S	שימוש קרקע ספציפי, U	מרחק T
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D103	S13	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D101	S14	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D102	S14	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D103	S14	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D101	S15	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D102	S15	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			
לא מומלץ לתכנן חקלאות אינטנסיבית (חממות)	T1001	D103	S15	U4
	T1002			
	T1003			
	T1004			
	T1005			
	T1006			

ה' 5. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח פתוח מטופל על ידי קק"ל

בדרך כלל, בתחום רשות ניקוז שקמה-בשור שטח פתוח המטופל על ידי קק"ל אינו דורש התייחסות נוספת של רשות ניקוז. אפשר לתאם עם קק"ל נטיעות עצים בתוך אפיקי הערוצים או סגירת עורקי ניקוז באמצעות טרסות וסכרונים. ממולץ לעשות מחקר על השפעת הקטנת זרימת המים מהמעלה האגן למורדו על המערכת האקולוגית של נחל וגדותיו.

ה' 6. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח פתוח, מרעה

שימוש קרקע ספציפי, U	שיפוע, S	צפיפות מערכת ניקוז, D	כמות גשם, P	
U2	S11	D101	P1001	מומלצת רעייה מבוקרת, ובשטחי שימור ללא רעייה כלל.
			P1002	
			P1003	
				בדרך כלל, שטחי מרעה ששיעור השיפועים בהם עד 6% וכמות המשקעים היא 2–150 מ"מ ויותר מממוקמים בשטחים מעובדים. החקלאי מאשר את המרעה בשטחים אלה בסוף עונת הגידולים. מומלץ להקטין את לחץ רעייה, להשאיר קש בשדה, להשאיר חתיכות גזע של השדה. אם הרעייה אינטנסיבית יותר מכפי שתוכנן, אפשר בתחילת החורף להגן את הקרקע באמצעות חיפוי.
		D102	P1001	
			P1002	
			P1003	רעייה מבוקרת
				בדרך כלל, שטחי מרעה ששיעור השיפועים בהם עד 6% וכמות המשקעים היא 2–150 מ"מ ויותר מממוקמים בשטחים מעובדים. החקלאי מאשר את המרעה בשטחים אלה בסוף עונת הגידולים. מומלץ להקטין את לחץ רעייה, להשאיר קש בשדה, להשאיר חתיכות גזע של השדה. אם הרעייה אינטנסיבית יותר מכפי שתוכנן, אפשר בתחילת החורף להגן את הקרקע באמצעות חיפוי.
		D103	P1001	
			P1002	
			P1003	רעייה מבוקרת
	S12	D101	P1001	מומלצת רעייה מבוקרת, ובשטחי שימור ללא רעייה כלל.
			P1002	
			P1003	
				בדרך כלל, שטחי מרעה ששיעור השיפועים בהם עד 6% וכמות המשקעים היא 2–150 מ"מ ויותר מממוקמים בשטחים מעובדים. החקלאי מאשר את המרעה בשטחים אלה בסוף עונת הגידולים. מומלץ להקטין את לחץ רעייה, להשאיר קש בשדה, להשאיר חתיכות גזע של השדה. אם הרעייה אינטנסיבית יותר מכפי שתוכנן, אפשר בתחילת החורף להגן את הקרקע באמצעות חיפוי.
		D102	P1001	
			P1002	
			P1003	
				בדרך כלל, שטחי מרעה ששיעור השיפועים בהם עד 6% וכמות המשקעים היא 2–150 מ"מ ויותר מממוקמים בשטחים מעובדים. החקלאי מאשר את המרעה בשטחים אלה בסוף עונת הגידולים. מומלץ להקטין את לחץ רעייה, להשאיר קש בשדה, להשאיר חתיכות גזע של השדה. אם הרעייה
		D103	P1001	

שימוש קרקע ספציפי, U	שיפוע, S	צפיפות מערכת ניקוז, D	כמות גשם, P	
			P1002	אינטנסיבית יותר מכפי שתוכנן, אפשר בתחילת החורף להגן את הקרקע באמצעות חיפוי.
			P1003	
	S13	D101	P1001	מומלצת רעייה מבוקרת, ובשטחי שימור ללא רעייה כלל. לשיקום השטחים יש להשתמש במערכת אמצעים משמרים: טרסות (סכרונים) בערוץ כדי לעצור את הנגר ואת הקרקע ולהאט את מהירות הזרימה; נטיעות על גדות האפיקים או בערוצו נים: שיחים, חד-שנתיים ועצים, כדי לשמור על הנגר ועל הקרקע; מתקני כניסה מסודרים של מים לערוץ; גביעונים להגנה על הגדות האנכיות נגד נפילות; הכרזת אזור חיץ; לא לאפשר חצייה חופשיות של כל רכב בערוצי הזרימה; מערכות קצרי נגר על המדרונות כאופציה לתפיסת מי גשם; שיקום המערכת האקולוגית כולל צמחייה חד-שנתית.
			P1002	
			P1003	
		D102	P1001	
			P1002	
			P1003	
		D103	P1001	
			P1002	
			P1003	
	S14	D101	P1001	מומלצת רעייה מבוקרת, ובשטחי שימור ללא רעייה כלל. לשיקום השטחים יש להשתמש במערכת אמצעים משמרים: טרסות (סכרונים) בערוץ כדי לעצור את הנגר ואת הקרקע ולהאט את מהירות הזרימה; נטיעות על גדות האפיקים או בערוצו נים: שיחים, חד-שנתיים ועצים, כדי לשמור על הנגר ועל הקרקע; מתקני כניסה מסודרים של מים לערוץ; גביעונים להגנה על הגדות האנכיות נגד נפילות; הכרזת אזור חיץ; לא לאפשר חצייה חופשיות של כל רכב בערוצי הזרימה; מערכות קצרי נגר על המדרונות כאופציה לתפיסת מי גשם; שיקום המערכת האקולוגית כולל צמחייה חד-שנתית.
			P1002	
			P1003	
		D102	P1001	
			P1002	
			P1003	
		D103	P1001	
			P1002	
			P1003	
	S15	D101	P1001	מומלצת רעייה מבוקרת, ובשטחי שימור ללא רעייה כלל. לשיקום השטחים יש להשתמש במערכת אמצעים משמרים: טרסות (סכרונים) בערוץ כדי לעצור את הנגר ואת הקרקע ולהאט את מהירות הזרימה; נטיעות על גדות האפיקים או בערוצו נים: שיחים, חד-שנתיים ועצים, כדי לשמור על הנגר ועל הקרקע; מתקני כניסה מסודרים של מים לערוץ; גביעונים להגנה על הגדות האנכיות נגד נפילות; הכרזת אזור חיץ; לא לאפשר חצייה חופשיות של כל רכב בערוצי הזרימה; מערכות קצרי נגר על המדרונות כאופציה לתפיסת מי גשם; שיקום המערכת האקולוגית כולל צמחייה חד-שנתית.
			P1002	
			P1003	
		D102	P1001	
			P1002	
			P1003	
		D103	P1001	
			P1002	
			P1003	

ה' 7. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח פתוח, דרכים

שימוש קרקע ספציפי, U	שיפוע, S	צפיפות מערכת ניקוז, D	כמות גשם, P	ערכיות נופית	
U2	S11	D101	P1001		לא מומלץ לתכנן דרך באזור בתרונות.
			P1002		
			P1003		
		D102	P1001		
			P1002		
			P1003		
		D103	P1001		
			P1002		
			P1003		
	S12	D101	P1001		לא מומלץ לתכנן דרך באזור בתרונות.
			P1002		
			P1003		
		D102	P1001		
			P1002		
			P1003		
		D103	P1001		
			P1002		
			P1003		
	S13	D101	P1001		לא מומלץ לתכנן דרך באזור בתרונות.
			P1002		
			P1003		
		D102	P1001		
			P1002		
			P1003		
		D103	P1001		
			P1002		
			P1003		
	S14	D101	P1001		לא מומלץ לתכנן דרך באזור בתרונות.
			P1002		
			P1003		
					שיפוע אורך הדרך לא יעלה על 8%, לכן תכנון הדרך יהיה לאורך קווי גובה. במקרה זה, יש לבדוק שהחלק העליון של המדרון מחובר מבחינה הידרולוגית לחלק התחתון (במורד הדרך) כדי לשמור על הדרך מפני התחתריות. יציאות של מים מהדרך באמצעות גשר אירי או באמצעות מעברי מים. פתרונות אלה צריכים לכלול אמצעים נגד סחיפה והתחתרות: בטונים מוגנים ברשת גאוב, גביעונים, בד גאוטכני או אמצעים אגרוטכניים אחרים כמו רשת וצמחייה. יש לעקוב אחרי זרימות המים כמה שנים ואחרי ביצוע הדרך כדי לתקן את נזקי ההתחתריות.
		D102	P1001		

שימוש קרקע ספציפי, U	שיפוע, S	צפיפות מערכת ניקוז, D	כמות גשם, P	ערכיות נופית	
			P1002		
			P1003		
		D103	P1001		
			P1002		
			P1003		
	S15	D101	P1001		
			P1002		
			P1003		
			P1001		
		D102	P1002		
			P1003		
		D103	P1001		
			P1002		
			P1003		

שיפוע אורך הדרך לא יעלה על 8%, לכן תכנון הדרך יהיה לאורך קווי גובה. במקרה זה, יש לבדוק שהחלק העליון של המדרון מחובר מבחינה הידרולוגית לחלק התחתון (במורד הדרך) כדי לשמור על הדרך מפני התחתרויות.

יציאות של מים מהדרך באמצעות גשר אירי או באמצעות מעבירי מים. פתרונות אלה צריכים לכלול אמצעים נגד סחיפה והתחתרות: בטונים מוגנים ברשת גאוב, גביעונים, בד גאוטכני או אמצעים אגרוטכניים אחרים כמו רשת וצמחייה. יש לעקוב אחרי זרימות המים כמה שנים ואחרי ביצוע הדרך כדי לתקן את נזקי ההתחתרויות.

שטח חקלאי מעובד, גד"ש, בשני צידי הנחל			
ממצא מערכת ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה	ממצא מערכת ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה	ממצא מערכת ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה	ממצא מערכת ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה
P	V	D	
P1001	V100	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V101	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V102	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V103	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V100	D11	
P1002			
P1003			
P1001	V101	D11	
P1002			
P1003			
P1001	V102	D11	
P1002			
P1003			

שטח חקלאי מעובד, גד"ש, בשני צידי הנחל			
מזב	מערכת	מזב	מערכת
ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם	מקומית, זיהום כמות גשם	מקומית, זיהום כמות גשם	מקומית, זיהום כמות גשם
מורפולוגיה	מורפולוגיה	מורפולוגיה	מורפולוגיה
P	V	D	
P1001	V103	D11	תכנית שיקום מורפולוגית לקטע נחל (מחצה) צריכה לכלול גם היבטים סביבתיים, כולל בדיקות זיהום קרקע, השפעות אתר הזיהום לטווח לא רחוק וסקר הבוחן סיכונים לזיהום מי תהום.
P1002			
P1003			
P1001	V100	D12	פסולת מוצקה בערוץ הנחל גורמת לסתימת הערוץ ומעלה את הסיכוי להצפה באירוע זרימה. מצב זה דורש ניקוי מדי.
P1002			
P1003			
P1001	V101	D12	
P1002			
P1003			
P1001	V102	D12	
P1002			
P1003			
P1001	V103	D12	
P1002			
P1003			
P1001	V100	D13	ערוץ סתום או נטיות וצמחייה טבעית בערוץ הם מצבים בעייתיים מבחינת ניקוז. ערוץ כזה לא מעביר את הספיקה הנדרשת, דבר הגורם להצפות. בדרך כלל, טיפול נקודתי או מקומי עוזר רק עד העונה הבאה, ולכן דרושה התייחסות מקיפה, הכוללת טיפול בסחף המגיע מהשדות החקלאיים וטיפול במערכת ניקוז. את האמצעים להקטנת הסחף המגיע מהשדה החקלאי אפשר לראות בסכמה של הטיפול בשטח החקלאי. באשר לניקוז, אפשר לטפל באמצעים האלה: הסדרת הערוץ, הקטנת הצמחייה החד-שנתית והשיחים. בדרך כלל, עצים אינם משפיעים במידה רבה על כושר הולכת הערוץ.
P1002			
P1003			
P1001	V101	D13	בשטח חקלאי מעובד לא תתפתח צמחייה טבעית בערוצי הזרימה ובגדותיו.
P1002			
P1003			
P1001	V102	D13	ערוצים בעלי שיפוע נמוך ללא מוצא (בסיס ארוזיה) עשויים להיות סתומים בסחף ובמים עומדים. ערוצים אלה אופייניים באזור מערב הנגב, אזור לס כמו כפר עזה, נחל עזר בארי ויישובי חבל הבשור. הפתרון לבעיה זו הוא הסדרת מוצא תקין לתעלה או לערוץ. ללא בסיס ארוזיה ניקוז התעלה ייפגע.
P1002			
P1003			באזור זה מים לא עומדים אלא מתאדים.
P1001	V103	D13	סחף וסימני זיהום מצביעים על בעיית סביבה קשה בערוץ, הדורשת טיפול מקיף כולל תכנית מפורטת להסדרה קטע הנחל ושיקומו.
P1002			
P1003			
P1001	V100	D14	מאט תופעות מחתור – קרקע מפותחת יותר, בעלת מרקם מלוכד יותר.

שטח חקלאי מעובד, גד"ש, בשני צידי הנחל			
מצב ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה ואקולוגיה	מצב מערכת ניקוז	מצב מערכת ניקוז	מצב ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה ואקולוגיה
D	V	P	
			בכל תכנית הסדרת נחל באזור המתאפיין בבעיית מחתור נדרשת התייחסות של יועץ שימור קרקע למציאת פתרונות מקומיים. תופעה זו יכולה להשפיע על האזור וגם על שיקום הנחל ובמיוחד על פיתוח גדות הנחל. בשלב הגדרת העבודה ליועץ ולמתכנן, יש לשים לב לכניסות מוסדרות של נגר לנחל, שמירה על אזורי חיץ, מניעת בנייה בקרבת גדת הנחל, שימוש בצמחייה בעלת מערכת שורשים מפותחת.
		P1002	
		P1003	מאט תופעות מחתור – כמות גשם לא מספקת לכך.
			מאט תופעות מחתור – קרקע מפותחת יותר, בעל מרקם מלוכד יותר.
D14	V101	P1001	
			בכל תכנית הסדרת נחל באזור המתאפיין בבעיית מחתור נדרשת התייחסות של יועץ שימור קרקע למציאת פתרונות מקומיים. תופעה זו יכולה להשפיע על האזור וגם על שיקום הנחל ובמיוחד על פיתוח גדות הנחל. בשלב הגדרת העבודה ליועץ ולמתכנן, יש לשים לב לכניסות מוסדרות של נגר לנחל, שמירה על אזורי חיץ, מניעת בנייה בקרבת גדת הנחל, שימוש בצמחייה בעלת מערכת שורשים מפותחת.
		P1002	
		P1003	מאט תופעות מחתור – כמות גשם לא מספקת לכך.
			מאט תופעות מחתור – קרקע מפותחת יותר, בעל מרקם מלוכד יותר.
D14	V102	P1001	
			בכל תכנית הסדרת נחל באזור המתאפיין בבעיית מחתור נדרשת התייחסות של יועץ שימור קרקע למציאת פתרונות מקומיים. תופעה זו יכולה להשפיע על האזור וגם על שיקום הנחל ובמיוחד על פיתוח גדות הנחל. בשלב הגדרת העבודה ליועץ ולמתכנן, יש לשים לב לכניסות מוסדרות של נגר לנחל, שמירה על אזורי חיץ, מניעת בנייה בקרבת גדת הנחל, שימוש בצמחייה בעלת מערכת שורשים מפותחת.
		P1002	
		P1003	מאט תופעות מחתור – כמות גשם לא מספקת לכך.
			מאט תופעות מחתור – קרקע מפותחת יותר, בעל מרקם מלוכד יותר.
D14	V103	P1001	
			בכל תכנית הסדרת נחל באזור המתאפיין בבעיית מחתור נדרשת התייחסות של יועץ שימור קרקע למציאת פתרונות מקומיים. תופעה זו יכולה להשפיע על האזור וגם על שיקום הנחל ובמיוחד על פיתוח גדות הנחל. בשלב הגדרת העבודה ליועץ ולמתכנן, יש לשים לב לכניסות מוסדרות של נגר לנחל, שמירה על אזורי חיץ, מניעת בנייה בקרבת גדת הנחל, שימוש בצמחייה בעלת מערכת שורשים מפותחת.
		P1002	
		P1003	מאט תופעות מחתור – כמות גשם לא מספקת לכך.
D15	V100	P1001	בניגוד לתופעת מחתור, עירוף יכול להתפתח בכל אקלים. כמות הגשם רק תגדיר את קצב התקדמות ראש הערוץ. המלצות לערוצים, שיש בהם עירוף, זהות לכל אזור אקלים ולכל מצב סביבתי-אקולוגי של הערוץ. הכוונה לשימור אזור חיץ בין השדה לבין הערוץ. פירוט נושא רוחב אזור החיץ בפרק 10.1. כמו כן, יש לעיין, לעיל, בהמלצות לגידולי שדה באזור של עירוף. סכמה בעבור שטח חקלאי. גישה כללית, הכוללת טיפול בסחף בשדה, טיפול בנגר
		P1002	

שטח חקלאי מעובד, גד"ש, בשני צידי הנחל			
	שם	מצב מערכת ניקוז	
		מקומית, זיהום	מקומית, זיהום
	שנתי	מקומית, זיהום	
		מקומית, זיהום	מקומית, זיהום
	P	V	D
סחף בכניסה לערוץ וניקוז תקין בתוך הערוץ יתנו מענה כולל לבעיית סחף באזור מעורף.	P1003		
	P1001	V102	D15
	P1002		
	P1003		
	P1001	V103	D15
	P1002		
	P1003		
	P1003		

ה' 9. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, מטעים, בשני צדי הנחל

שטח חקלאי מעובד, מטעים, בשני צדי הנחל			
מצב ניקוז מקומית, מקומית, זיהום כמות גשם מורפולוגיה ואקולוגיה	מערכת מצב מערכת ניקוז	מערכת מצב מערכת ניקוז	מערכת מצב מערכת ניקוז
P	V	D	
P1001	V100	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V101	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V102	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V103	D10	
P1002			
P1003			
P1001	V100	D11	
P1002			
P1003			
P1001	V101	D11	
P1002			
P1003			
P1001	V102	D11	
P1002			
P1003			
P1001	V103	D11	

שטח חקלאי מעובד, מטעים, בשני צידי הנחל			
מצב מוערכת	מצב מוערכת ניקוז	מיקום כמות גשם	מיקום מורפולוגיה
D	V	P	
		P1002	היבטים סביבתיים, כולל בדיקות זיהום קרקע, השפעות אתר הזיהום לטווח לא רחוק וסקר הבוחן סיכונים לזיהום מי תהום.
		P1003	
		P1001	
	V100	P1002	
		P1003	
		P1001	
	V101	P1002	
		P1003	
		P1001	
	V102	P1002	
		P1003	
		P1001	
	V103	P1002	
		P1003	
		P1001	
		P1002	
		P1003	
		P1001	
	V100	P1002	
		P1003	
		P1001	
	V101	P1002	
		P1003	
		P1001	
	V102	P1002	
		P1003	
		P1001	
	V103	P1002	
		P1003	

שטח חקלאי מעובד, מטעים, בשני צידי הנחל			
	מזב	מקומית, מקומית, זיהום	מזב
	P	V	D
בניגוד לתופעת מחתור, עירוף יכול להתפתח בכל אקלים. כמות הגשם רק תגדיר את קצב התקדמות ראש הערוץ. המלצות לערוצים, שיש בהם עירוף, זהות לכל אזור אקלים ולכל מצב סביבתי-אקולוגי של הערוץ. הכוונה לשימור אזור חיץ בין השדה לבין הערוץ. פירוט נושא רוחב אזור החיץ בפרק 10.1. כמו כן, יש לעיין, לעיל, בהמלצות לגידולי שדה באזור של עירוף. סכמה בעבור שטח חקלאי. גישה כללית, הכוללת טיפול בסחף בשדה, טיפול בנגר וסחף בכניסה לערוץ וניקוז תקין בתוך הערוץ יתנו מענה כולל לבעיית סחף באזור מעורף	P1001	V100	D15
	P1002		
	P1003		
	P1001	V101	D15
	P1002		
	P1003		
	P1001	V102	D15
	P1002		
	P1003		
	P1001	V103	D15
	P1002		
	P1003		

ה' 10. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, פעילות של קק"ל, **בשני צדי הנחל**
 אם הבעיה בכל השטח המוגדר כשטח יער וייעור – באחריות קק"ל, יש לפנות לקק"ל, לתאר את
 הבעיה ולתאם את העבודות.

ה' 11. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, דרך עפר או דרך נוף
 יש לעיין בסעיף 10.2 הוראות הכלליות של דרך חקלאית – דרך נוף.
 ה' 12. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד – חקלאות בדווית
 ההמלצות לחקלאות הבדווית זהות להמלצות של חקלאות בעל, שלחין, מטעים וכיו"ב. ביישובים
 בדווים יש לשים לב למגורים בתוך אזורי פשט ההצפה.

ה' 13. אמצעים לשימור קרקע בעבור שטח חקלאי מעובד, אזור חיץ
 אזור חיץ דורש תחזוקה שוטפת. כדי להימנע מכניסת צמחייה בלתי רצויה מאזור החיץ לשדה
 החקלאי. את אזור החיץ אפשר להפריד מהשדה בעזרת פס אש או דרך חקלאית. שימושים מותרים
 באזור חיץ: תיירות, רעייה מבוקרת, נטיעות, ייעור, שבילי אופנים, דרך חקלאית, מתקני נופש,
 מגלשים לנחל, מעבירי מים וגשרים איריים.

נספח ו' -

סיכום ראיונות עם אנשי מקצוע

סיכום ראיונות עם אנשי מקצוע

נערכו מספר ראיונות עם אנשי מקצוע מתחומים שונים הנוגעים בשימור קרקע, ובעלי ניסיון רב בעבודת שטח בתחום. להלן תמצית הראיונות והתובנות שנבעו מהם.

1. בסיס נתונים

סקרי קרקע מפורטים ככל הניתן הם בסיס חשוב להבנת בעיות סחף קרקע, מיפויים וכן התאמת הפתרונות הנכונים באופי, בעיתוי ובמיקום שבו הם מיושמים. שינויים בסוגי הקרקע גדולים מאוד במרחקים קצרים, לכן התייחסות לשימור קרקע צריכה להיות מבוססת על נתונים מפורטים. כמו כן סקר מפורט חשוב שיכלול מעבר לתכונות הקרקע גם נתונים אקלימיים, תבליט, שימושי קרקע וממשקי גידול כאשר המדובר בקרקע חקלאית.

ההמלצה מצד סוקרי הקרקע היא שיש להתאים את פעילות שימור הקרקע לתת-האזור לשימור מאחר והשונות המרחבית במרכיבים ובגורמים לסחיפה גדולה מאוד, במיוחד באגני ניקוז גדולים כמו שקמה-הבשור. יש לקחת בחשבון אזורים אגרו-אקולוגיים המשקללים בעיקר אקלים וסוג קרקע.

קנה המידה המומלץ לבסיס הנתונים נע בין 20,000:1 לבין 50,000:1 בין המומחים השונים.

2. סיכויי סחיפה

אופן מיון סיכויי הסחיפה לקטגוריות שונות שונה בין מומחים מתחומים שונים, אנשי מקצוע שעסקו בשימור קרקע בשטח מחלקים 4- קטגוריות על בסיס אמצעי השימור המתאימים, למשל:

1. מתאים לעיבוד באמצעים אגרוטכניים רגילים
2. מגבלות קלות, אמצעים אגרוטכניים כגון: חריש עמוק, גימום, עיבוד בקווי גובה.
3. מתאים לעיבוד באמצעים אגרוטכניים והנדסיים
4. סחיפה קשה, עירוף צפוף, כדאיות כלכלית מוטלת בספק – שינוי ייעוד.

3. גורמי הסחיפה

גורמי הסחיפה הסביבתיים עפ"י סדר עדיפויות משוקלל של המומחים שרואיינו הם כלהלן:

1. אדם - התערבות האדם בסביבה נמצאה באופן גורף בכל הראיונות כגורם המשמעותי ביותר לסחיפת קרקע: הגברת הנגר כתוצאה מבנייה וסלילה, חקלאות בעל, גידולי חורף, עיבוד שיפועים גדולים, יישורי קרקע ורעיית יתר.
2. טופוגרפיה – שיפוע המדרון נמצא כגורם מכריע לסחיפה, אולם קיימות אינטראקציות עם מרכיבים אחרים ובעיקר עם תכולת חרסית המשפיעות על עמידות המדרון לסחיפה. ערכי סף בין דרגות סיכון שונות - גורמים נוספים שהוזכרו כבעלי חשיבות בעל חשיבות הם אורך

המדרון וצורתו, עפ"י תצפיות בשטח למדרונות קעורים יציבות גדולה ביחס למדרונות קעורים.

3. כיסוי צמחי – הקשור במידה רבה בשימוש הקרקע החקלאית והשפעות אדם אחרות כגון רעיה.

4. גשם – עוצמה, משך וכיוון ביחס למדרון, מרבית המומחים בחרו להתעלם מגורם זה כיוון שאינו נשלט

5. ממשק ניהול – הינו גורם אנתרופומורפי אולם מוזכר בנפרד

6. סחיפות הקרקע – לכידות החומר

נוסף על כך נעשית הפרדה בין הסחיפה המשטחית למרוכזת, הסחיפה המשטחית קשה לטיפול ואילו הסחיפה המעורצת ניתנת לעצירה באמצעים הנדסיים, יתרה מכך תוצרי הסחיפה המשטחית נאגרים במתקני שימור קרקע בערוצים.

4. אמצעים לשימור

צמצום הסחיפה בצורה מיטבית בא בעקבות צמצום כמויות הנגר (water harvesting), על כן שיחים (תעלות עוקבות קו גובה לאיסוף נגר מדרוני) הם אמצעי טוב לשימור לאזורים חקלאיים בשיפועי ביניים.

אמצעי מרכזי נוסף שעלה במהלך הראיונות הוא כיסוי צמחי מלא. עיבוד שדות במקביל לקווי גובה, לעיתים מצריך שינוי פרסלציה של השדות החקלאים כדי לאפשר עיבוד משמר.

5. כלכלה

בעבר הרחוק הושקעו משאבים רבים בשימור קרקע אולם בשני העשורים האחרונים חלה ירידה משמעותית בעניין שגילו מעצבי המדיניות ושימור הקרקע נדחק הצידה כמו גם המשאבים שהוקצו לטובת העניין.

התועלת הכלכלית בשימור קרקע אינה נמדדת ובדרי"כ אינה נראית לעין בטווח הקצר, לכן יש קושי בשכנוע החקלאי לנקוט באמצעים ללא מדיניות ברורה המגובה במימון והקצאת משאבים. פעילות שימור קרקע דורשת תמריצים לחקלאי, שינוי ייעוד למשל מצריך פיצוי כספי על קרקע שאינה בשימוש, שימוש במכשור ייעודי דורש השקעה כספית גדולה. יש צורך בהדרכה נכונה וייעוץ כלכלי ארוך טווח.

אנשי שימור הקרקע טוענים כי מאז ומעולם עבדו עם חישובי עלות אמצעי שימור אבל לא עם חישובי תועלת שלהם, והנתון חסר לצורך בחינה אמיתית של יעילות שימור הקרקע מבחינה כלכלית. ברם, קיים קושי אמיתי לחשב תועלת זו מאחר והרווחים העקיפים מרובים.

6. בעלי עניין

גורמים אשר שימור הקרקע אמור להיות בראש מעייניהם הם בראש ובראשונה בעלי הקרקע או לחילופין מעבדי הקרקע.

נושא הבעלות על הקרקע הוא נושא רגיש בישראל ומאחר והשטחים החקלאיים מוכרים לסדרי גודל קטנים של זמן לא נוצר שיתוף פעיל של החקלאי בשימור הקרקע לטווחי זמן ארוכים. דוגמאות ניתנו מאזורים אחרים בעולם כגון ארה"ב, שם החקלאים שותפים פעילים בשימור הקרקע מכיוון שהאינטרס ארוך הטווח משרת אותם כלכלית.

חקיקה שתחייב תחזוקה של הקרקע עפ"י הנחייה של בעלי מקצוע הוצעה כחלופה למתן בעלות על הקרקע, אך מאידך עלתה הטענה כי לא ניתן לכפות תוכנית שימור קרקע על חקלאי.

בעלי עניין פוטנציאליים נוספים הם בעלי דרכים: כגון, החברה הלאומית לדרכים, דרך-ארץ, רכבת ישראל, רשויות מקומיות, משרד השיכון וקק"ל, אלה גם כן אמורים להיות בעלי עניין מרכזיים מאחר ועלות הנזקים הנגרמים לתשתיות שבבעלותם גדולה מאוד וככל הנראה אמצעי שימור הקרקע שימנעו את הנזק יהיו בעלות נמוכה יותר.

רשות המים צריכה להיות בעלת אינטרס בשימור קרקע בגלל הקשר ההדוק בין סחיפה לכמויות נגר, ואילו משרד האוצר ראוי שיהיה בעל עניין בשימור קרקע מאחר והנזקים הכלכליים הנגרמים למדינה בעקבות התופעה עצומים.

עוסקים בשימור קרקע בפועל:

- משרד החקלאות – הנחייה מקצועית, מימון ויזום פעולות
- רשויות מקומיות – זרוע ביצועית
- קק"ל – לא אינטרס מובהק, אבל עוסקים בנושא מסיבות היסטוריות
- ידיים פרטיות – חקלאים בודדים יוזמים פעולות בדר"כ כתגובה לבעיות מקומיות ולא כחלק ממערך כולל.

7. שיתוף ציבור

שיתוף הציבור בעייתי ממספר בחינות טענה אחת גורסת כי את הציבור לא מעניין שימור קרקע כל עוד הנושא אינו בעל משמעות כלכלית, טענה אחרת מעלה דילמה בין הצורך בשיתוף הציבור הלא מקצועי לבין החשיבות שיש להשכלה וניסיון בתחום מורכב, לצורך קבלת החלטות מיטביות. שיתוף הציבור צריך שיהיה רק ברמה מקומית, ואין לתת מקום לתהליכי שיתוף מסובכים שעלולים להפריע לקידום תכנון וביצוע תוכניות. ההליך הוא דמוקרטי וטוב, אבל קשה ולעיתים אף בלתי אפשרי.

8. חינוך

האובדן המתלווה לסחיפת הקרקע לא מסתכם בנזק הכלכלי אלא כולל גם נזק לאומי, יש להתייחס אל הקרקע כאל משאב מתכלה, נושא זה מחייב הקצאה של משאבים לטובת חינוך והדרכה. הדרכת חקלאים לא הייתה קיימת כלל בעבר אולם לאחרונה חלה התעוררות בתחום, חקלאי הצפון כבר מקבלים הדרכה והמודעות גדלה והולכת. לחקלאי הדרום לעומת זאת, ההדרכה והמודעות עוד לא הגיעו מפאת מחסור בתקציב. אין מודעות היום לסחיפת קרקע בעיקר מכיוון שהידלדלות הקרקע לא באה לידי ביטוי בפגיעה ביבול מאחר ואמצעים אגרוטכניים ודישון מפצים על החוסר. והחשיבות לחינוך היא גבוהה מאוד. נכתב ספר לימוד לתיכון עם דגש מיוחד על סחיפת קרקע בפרק על קרקעות. יש חשיבות גדולה להעביר הלאה את הידע בכל הרמות, משרדי הממשלה המשיקים לתחום, החקלאים ועד לציבור הרחב, למשל באמצעות סיסמאות כגון "שמור על כל רגב בנגב".

9. ניהול

פה אחד תמכו המומחים השונים בדעה שרשות ניקוז כרשות אינטגרטיבית צריכה להיות היוזמת, המובילה והמנהלת של פרויקטים בתחום שימור קרקע במרחב הפעילות שלה, ולפתח ראייה אגנית כוללת. ברשות אינטגרטיבית צריכים לשבת נציגי הרשויות המוניציפאליות ומומחים שונים. בניגוד לניהול, יזום פעולות, תכנון וביצוע מקומיים ברמת אגן הניקוז, המימון צריך להיות ממלכתי. צוות שימור קרקע צריך להיות מורכב ממספר אנשי מקצוע מאסכולות שונות בהם: סוקר קרקע, מתכנן, מומחי גידול (עפ"י הצורך הספציפי), מהנדס ניקוז, טכנאי, פקחים. התפקיד המיועד לכל אחד מאנשי הצוות בעבודה משתנה עפ"י השכלתו והכשרתו של איש המקצוע שנשאל לכך.

- בוגר הנדסה חקלאית המליץ להעסיק מהנדס לצורך ראייה מקצועית רחבה, וטכנאי לביצוע.
- טכנאי קרקע המליץ על מהנדס שיוביל את הצוות אבל הדגיש את הצורך בניסיון ומודעות לשטח, "איש שחי את זה". לטענתו הצוות צריך רק לנהל את שימור הקרקע ולא לעסוק בתכנון ובביצוע.
- סוקר קרקע התנה את הצלחת העבודה בבסיס נתונים מפורט של סוגי קרקע ושיפועים, לאחר מכן במומחי גידול ולבסוף במתכנן שיעד את שימושי הקרקע בצורה מיטבית, ואילו המהנדס לא קיבל דגש מיוחד.
- פדולוג מומחה ומתכנן סביבתי המליץ להרכיב את הצוות מאנשים בעלי ראייה רחבה, ניסיון שטח רב, מפנה לגיאוגרפים פיזיים. שאר הצוות צריך להיות מורכב מאנשים נוספים בעלי ראיית שטח דומה (ממליץ שוב על גיאוגרפים) עם התמחויות בפדולוגיה, גיאומורפולוגיה, בוטניקה, אקולוגיה. ואילו בראש הצוות המוקד צריך להיות ניהולי ולא מקצועי. את המהנדס לדעתו יש לשלב רק בשלב הביצוע.

מערכות תומכות לצוות שימור קרקע הם השירות המטאורולוגי, המשרד לאיכות הסביבה, אנשי שירות שדה של משרד החקלאות, שרותי הדרכה ועוד.

מחלק מהראיונות ושיחות לא רשמיות עם מספר גדול של אנשי מקצוע עולה כי נקודת כשל משמעותית בניהול היא חוסר יכולת להגיע להסכמה בין אנשים – רשות ניקוד ורט"ג, בתוך רט"ג, במושבים, חקלאים ועוד.

אינטראקציה חייבת להתקיים בין הגופים השונים בכדי ליצור תיאום בפעילויות השונות ובתחומי האחריות השונים.

יש צורך לבסס ממשק עבודה משותף בין משרדי הממשלה השונים, לאחר מכן עם הגופים הציבוריים וביניהם ולבסוף עם בעלי העניין הפרטיים.

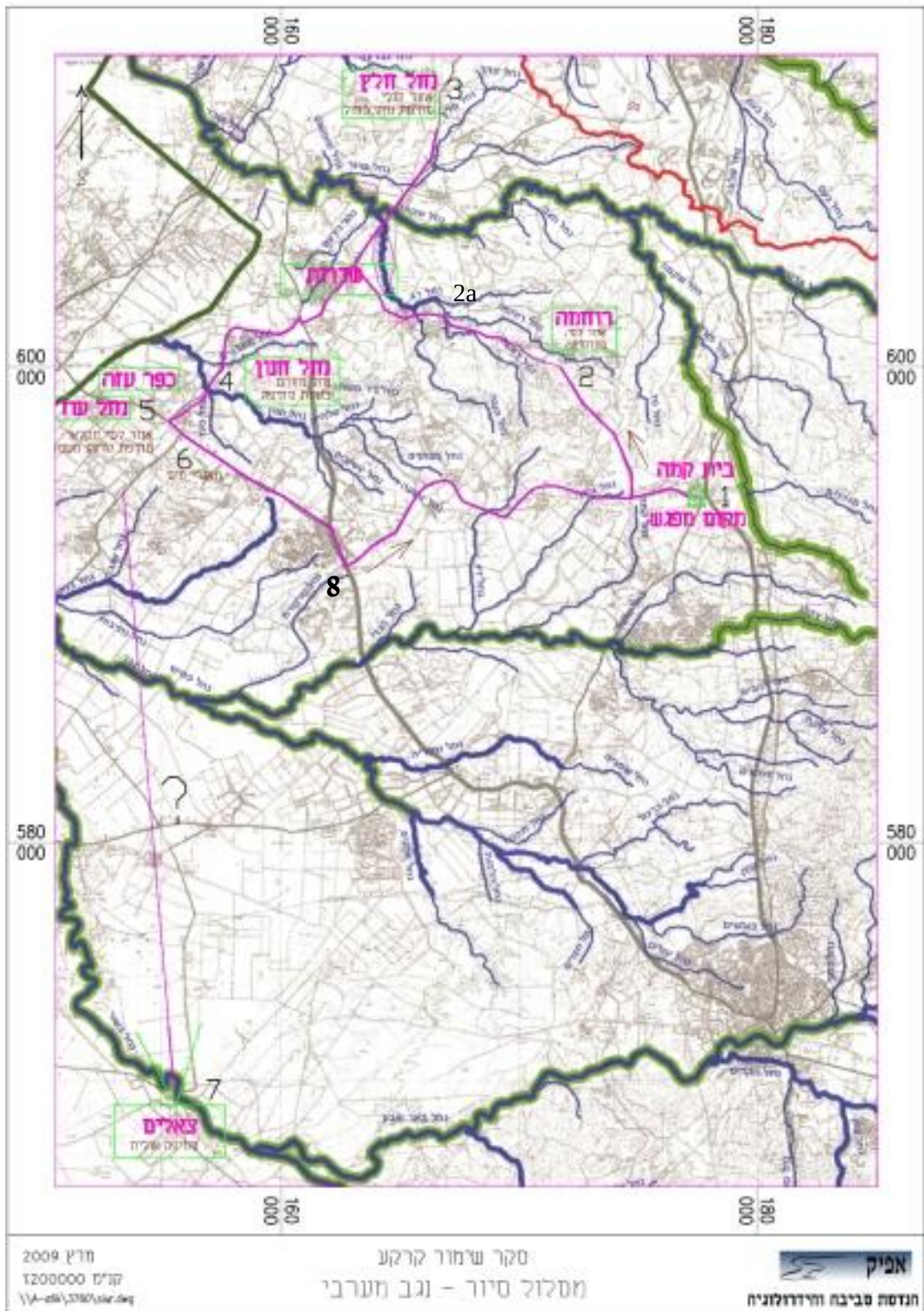
נספח ז' –

דו"חות סיור

נספח ז' 1 – דו"ח סיור ראשון

תכנית סיור של פרויקט "סקר שימור קרקע באגן נחלי שקמה – בשור"
טל קשר 0526700570 יוליה

זמן	מקום	משמעות – מה רואים	הערות
1	בית קמה	מקום מפגש	
2	רוחמה	סחיפת קרקע לסית, ערוצונים, badlands, דרכים חקלאיות וטיפול בהן	
2a	נחל דוב	גידול חקלאי, עצים וערוצים, השקעות חול וקרקע בערוצים, סוגי חריש שדות.	
3	נחל חלץ	חולות. תופעה של סתימת ערוץ בחולות, הסדרה לא מוצלחת, צמחיה	
	חוזרים דרך שדרות	ארוחת צהריים	
4	נחל חנון	השקעת סחף, גדות, זיהום	
5	נחל עוז – כפר עזה	קרקע לסית, שיפועים מתונים. סחיפת קרקע על ידי זרימה משטחית, תעלות ניקוז וסתימתם	
6	פריצת המאגר קולחים של מקורות	אופציה – לראות מאגרי מים באזור	
8	נתיבות	תכנון שכונות חדשות באזור של עירוף (piping), התמוטטויות הגדות, שקיעת הכבישים	
9	בני שמעון	חדר ישיבות	דיון



מפה 1 דוח סיור מס' 1 : מסלול סיור מתוכנן על הרקע תמ"א 34 ב' 3

1.2 מסלול הסיור

מסלול הסיור עבר בשטח חקלאי במערב הנגב. כמות המשקעים עד 350 מ"מ בשנה. תחנות הסיור: בית קמה, רוחמה, נחל דוב, נחל חלץ מעלה, נחל חלץ – התמוטטויות גדולות, נחל חלץ – מעביר מים, שדות כפר עזה, מאגר מקורות, נתיבות, בית קמה.

1.3 תופעות שראינו בסיור

2.1. תופעות של שטחים חקלאים בראש האגן:

- סוגי עיבודי קרקע (אי פליחה, חיפוי קש, גימום) וסוגי גידולי שדה שונים בשטחים בעלי שיפועים שונים; עיבודי קרקע עד גדת הוואדי ללא התחשבות בזכות הנחל, עיבוד ואדיות קטנים ומיליו ואדיות בקרקע לצורך נטיעות (על זה דיברנו אבל אני לא זוכר שראינו); תיאור מפורט של שיטות עיבוד חקלאיות (כיווני עיבוד בניצב ובמקביל לנחל, בניצב ובמקביל לשיפוע השטח עצמו);
- תופעות סחיפת קרקע בשדות – עירוף במקומות הנמוכים, עירוף בדרכים חקלאיות, ירידת מפלס הדרך עקב סחיפה, התקדמות ראשי ערוצים לדרך ולשדה.
- בגלל מיליו ואדיות הקטנות בקרקע כל שנה מתרחשת חתירה ועיצוב מחדש של הערוצון. דיברנו על כך שכל שנה בנקודות תורפה בין הדרכים הרבות העוברות בשטחים החקלאיים לבין הערוץ הראשי (שיפועים המאפשרים ריכוז של מים מהדרך לערוץ) מתפתחים הערוצים עקב חתירה לאחר.

2.2. ערוצונים בראש אגני ניקוז:

התקדמות ערוצונים לאחר תופעה הדורשת טיפול כל שנה.

דעות שונות לגבי נטיעות בערוצים:

(1) דעה של חקלאי: שטח שאחרי טיפול (בניית טרסות) או ללא טיפול נוסף, אפשר לנטוע עצים לכריתה.

(2) דעה של רשות ניקוז: נטיעות בערוצים גורמות להקטנת מהירויות זרימה ובכך להשקעה סחף בערוצים, הנעלמות של ערוץ נחל גורמת להצפות בכל אירוע גשם. עם הצפה של שטח חקלאי נחל מתחת לשדה ויוצר ערוץ חלופי כדי לזרום. הערוץ החלופי עשוי לגרום נזק לשדה החקלאי.

אלון מאור: יש פה בלבול בין ערוצים בשטחים החקלאיים לבין ערוצים גדולים יותר. ממה שאני מבין, רשות הניקוז מתייחסת להקטנת מהירויות ולשקיעת סחף במקומות שבהם העצים באפיקים ולא על השפעת עצים בערוצונים (Gully).

2.3. שינוי שימושי קרקע:

- שינויים בשימושי הקרקע בנחל חלץ, קרי מעבר חד מפרדסים לגידולי שדה (בעל או שלחין) גרם לעלייה בקצב סחיפת הקרקע המזין נחל זה. הקרקע באזור הנה קרקע חולית – חול שמקורו בכורכר. חול זה נשטף ממקום היווצרותו (בליה של כורכר) למקומות הנמוכים

ולוואדיות. מכיוון שבוואדיות יש הרבה צמחייה חד-שנתית ורב-שנתית, שיחים ועצים נטויים, מהירות המים בוואדיות נמוכה ולא מספיקה להסעת החול, בעקבות כך חול שוקע בתוך הערוץ. שקיעת החול גורמת לסתימת נתיבי זרימה, להצפת שדות קרובים ולמילוי מעבירי מים וסתימתם.

2.4. ניקוז תקין בשדות חקלאים :

- הפעילות של רשות הניקוז בהסדרת נחלים החוצים את השטחים החקלאים כוללת: ניקוי תוואי הנחל, פינוי סחף וצמחייה, ניקוי מעבירי מים מעבירים חקלאים, הסדרת תעלות ניקוז לאורך דרכים, הערכה כלכלית של נזקים.
- נחל חנוך – בשדות החקלאים של כפר עזה ראינו סתימת ערוצים בסחף, הגורמים להצפת השדות בכל אירוע גשם. לדרכים ולשדות שיפועים קטנים מאוד ומהירויות זרימה נמוכות. על פי רשות הניקוז חסרה מערכת ניקוז תקינה ופעילה.
- דיון בנושא טיפול בהצפות של שטחים חקלאיים הנגרמות בגלל סתימת הנחלים :
- (1) האם להתקין סוללות בגדות נחלים (תיתכן פגיעה בנוף או פגיעה אחרת) ;
- (2) לטפל באופן אגרסיבי יותר בתוך הנחלים עצמם (טרסות, סכרים) ;
- (3) להדגיש את הטיפול במקורות סחף – השדות – ולא לטפל בתוך הנחלים עצמם ;
- (4) לשלב טיפול בראש האגן ובמדרון (מקור סחף) : מצד אחד, לאפשר זרימת מים חופשית בערוץ, ומצד שני, להקטין את הספקת המים ואת הספקת הסחף מהשדות ;
- (5) השתתפות החקלאי בנושא שימור קרקע ;

2.5. אזורים שאינם חקלאים :

- מאגר קולחין של מקורות – דוגמה לנחל קטן שיכול לגרום לתופעת של מחתור, ובכך להתמוטטות של סכר (אחת מהוורסיות של פריצת הסכר).
- שכונה חדשה בנתיבות – תכנון עירוני צריך להתחשב בניקוז טבעי. באזור נתיבות יש לסחובי שבו קיימת תופעה הולכת ומתפשטת של עירוף – בתרנות (badland). נגר עירוני תורם להתרחבות תופעה זו. הזנחה של תופעה זו בתכנון גורמת לשקיעת הכבישים והבתים.

3. סיכום :

בין התופעות שראינו אפשר להבחין בין תופעות הקשורות לסחיפת קרקע לבין תופעות הקשורות להשקעת קרקע – סחף. סחיפה מתרחשת גם בשדות (סחיפה משטחית) וגם בערוצים (חתירה של ערוץ חדש, התמוטטויות, התקדמות ראש ערוצון). השקעה מתרחשת לרוב בערוצים (סתימת הערוצים, מעבירי מים).

נספח ז' –

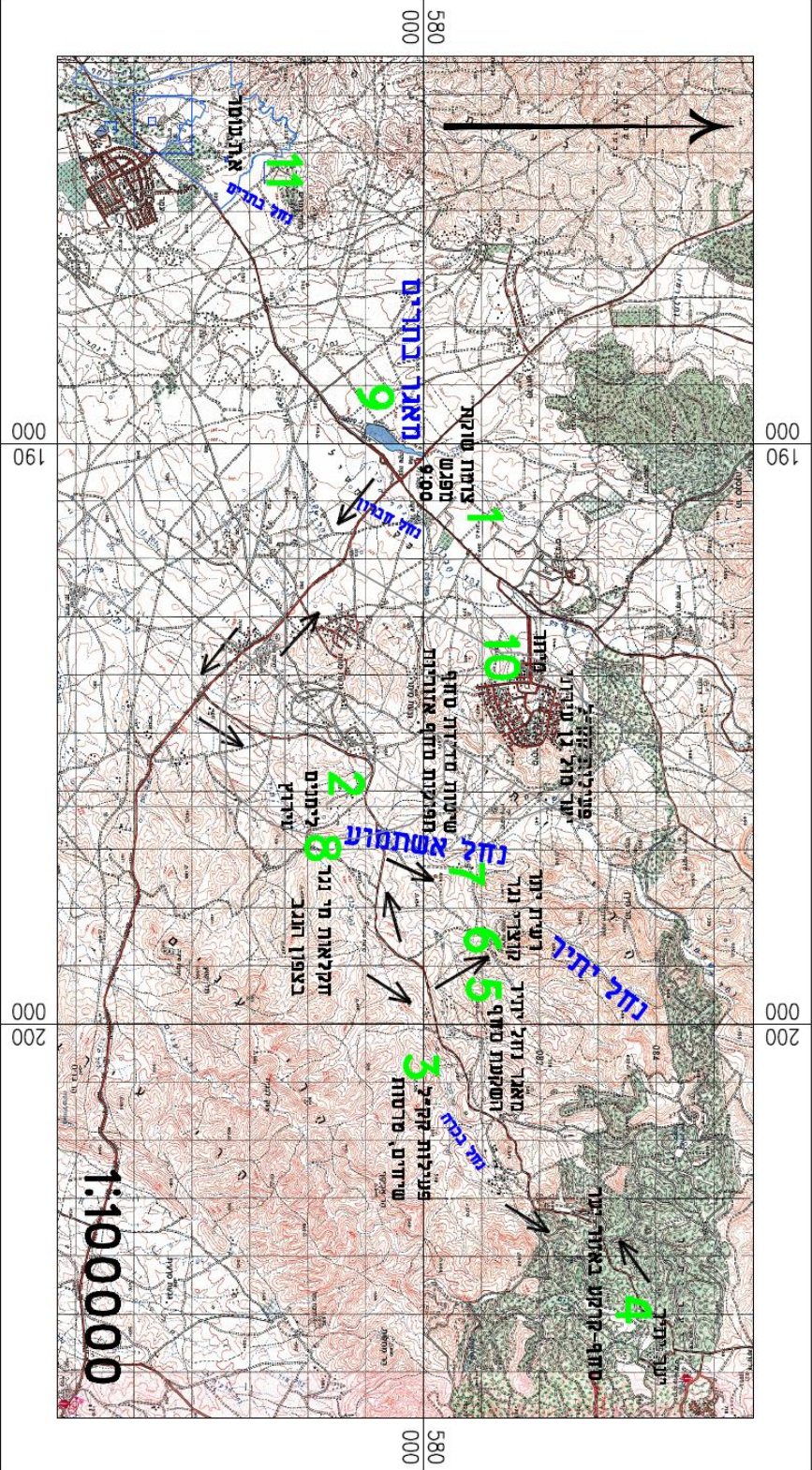
דו"חות סיור

נספח ז' 2 – דו"ח סיור שני

1. תכנית הסיור

תחנה	מיקום	נושא	לוח
1	מסעדה בצומת שוקת	נפגשים ב (אבדוק את זמן הגעה של הרכבת)	09:00 – 8:45
2	יציאה מזרחית מחורה על כביש המנדט	חתירה ניכרת של ערוצונים, חתירה ניכרת בלימן, רעיית יתר ניכרת והמתלווה לה (זיהום) – יונתן לרון	09:30-09:45
3	נחל מהכביש המנדטורי	שיטות לשימור קרקע באזורים סחיפים בגלל שיפוע, לס ורעייה: לימנים, ייצוב ערוצונים, שיחים, פעילות צה"ל, יואב שרפי, יונתן לרון, יוליה אלכסנדרוב	10:00-10:45
4	יער יתיר	מעט נגר וכשיש לרוב רק פנימי, מעט מאד סחף, יואב שרפי, יונתן לרון, יוליה אלכסנדרוב	11:00-11:15
5	המאגר הפרוץ של נחל יתיר	מחתור, קצבי סחיפה מאד גבוהים, יונתן לרון	11:30-12:00
6	חוות בודדים של נועם ומירון	רעייה והשפעותיה על סחף קרקע, חוות בודדים, יואב שרפי	12:10-12:50
7	נחל אשתמוע ליד החווה	ניטור ומדידה ארוכי טווח של סחיפה אגנית – איך, רחופת, גרופת, יונתן לרון, יוליה אלכסנדרוב	13:00-13:30
8	נחל יתיר ונחל אשתמוע	חקלאות מי-נגר בצפון הנגב, יואב שרפי	13:40-13:50
1	ארוחת צהריים בצומת שוקת		14:00-14:30
9	מאגר סנסנה	קצב מילוי מאגרים – פעולות של הרשות להגדלת אוגר (יש אפשרויות אחרות), עופר שאולקר	15:00-15:30
10	מיתר	ייעור בשוליים של ישוב והשתלבותו עם גן עירוני (ישוב כפרי). עופר שאולקר	15:45-16:00
11	נחל (פארק) תעשייה (עומר)	מערכת קצירי נגר, שיחים, לימנים, מאגר צד – לא היה	- אופציה אם יישאר זמן
12	פגישה בעומר + ישיבת צוות	סיכום יבוא בהמשך	+16:00

דוח סיור 2 : תכנית הסיור



מפה 1 דוח סיור מס' 2

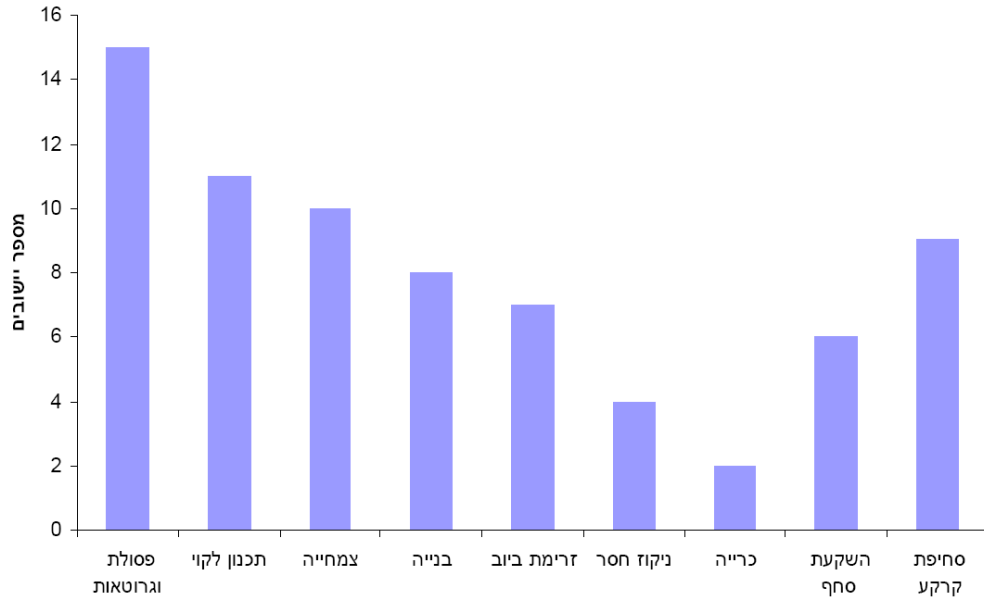
סקר שיתור קרקע

סידור חתים, 2



3. תיאור נקודות הסיור.

תחנה מס' 1: צומת שוקת, נסיעה דרך חורה
השפעת יישובים על מערכת הניקוז



תרשים 1 דוח סיור מס' 2: התפלגות שכיחות בעיות ניקוז על פי מספר יישובים בצפון ובצפון-מערב
הנגב (שאולקר, 2005)

מיקום	תאור הבעיה	תוצאה	פתרון מוצע	הערכה תקציבית ₪
שכונה 1	ערוץ מלא בקרקע ובנייה על הערוץ	הצפות	תכנון מחדש של ערוץ הנחל תוך התחשבות בשיפועים והסדרת הערוץ	1,000,000
שכונה 2	הערוץ בחלקו בערימות עפר	הצפות	פינוי ערמות עפר ומוביל מים חדש	150,000
שכונה 3	היעדר ניקוז	הצפות	בניית מערכת ניקוז	תכנון עפ"י קיים
שכונה 4	מעביר מים נמוך ופסולת מוצקה	הצפות	הגבהה של מעביר המים וניקוי הערוץ	300,000
בין שכונה 5 לשכונה 7	מתוכנן כביש ללא מערכת ניקוז	יגרום להצפות	תכנון מחדש	300,000
שכונה 10	ערמות עפר	הצפות	פינוי ערמות עפר	300,000
שכונה 10	היעדר מערכת ניקוז	הצפות	בניית מערכת ניקוז	500,000
שכונה 15	היעדר הגנה על מעבירי מים	סחיפת קרקע	בניית הגנה למעבירי מים	50,000

תרשים 2 דוח סיור מס' 2: פירוט כמה בעיות ניקוז כפי שנסקרו בעיירה חורה (לרון, סבסקו ושאולקר
2002; שאולקר, 2005)

עופר שאולקר: למרות שהישוב חורה מתפתח לפי תכנית פיתוח, ביישוב חסרה מערכת ניקוז מסודרת. מדובר גם בניקוז עילי וגם בניקוז תת-קרקעי. כמעט ולא ניתן להשלים את קווי ניקוז אחרי סיום הבנייה עקב בעלות אופיינית לקרקע – אף משפחה לא רוצה שיפתחו את הכביש ש"שייך" לה. הצפות בזמן החורף, הכוללות זרימות מים וזרימות בוץ מאזורים פתוחים בעיר זה דבר נפוץ. אחד מהגורמים להצפות – ערמות פסולת כמו שניתן לראות בתמונה.

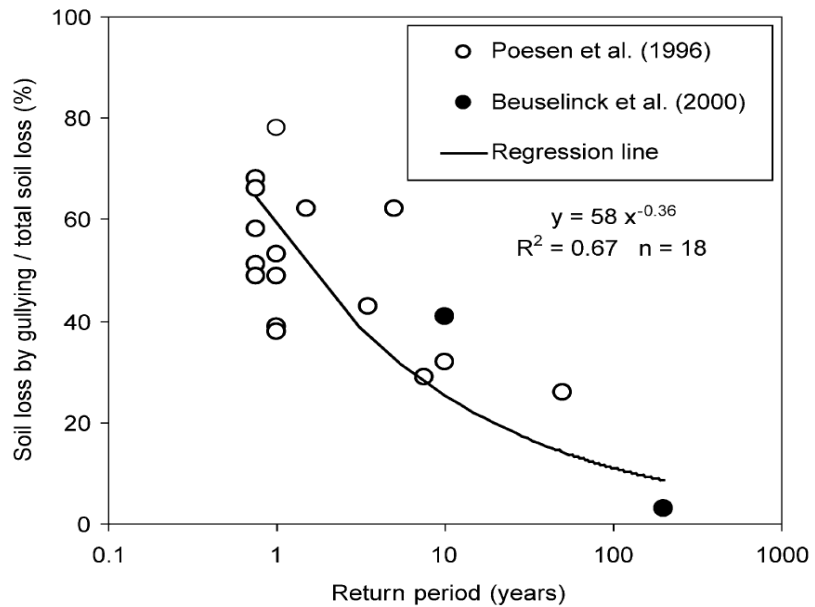


חורה

תחנה מס' 2: יציאה מזרחית מחורה על כביש המנדט

עירוף בצפון הנגב

נושא 1: חלקה היחסי של סחיפה מהתחתרות ערוצונים ביחס לכלל הסחיפה



תרשים 2 דוח סיור מס' 2: מידת הסחיפה היחסית של ערוצונים מכלל הסחיפה ביחס לזמן החזרה

של אירוע הגשם (Poesen et al., 2003)

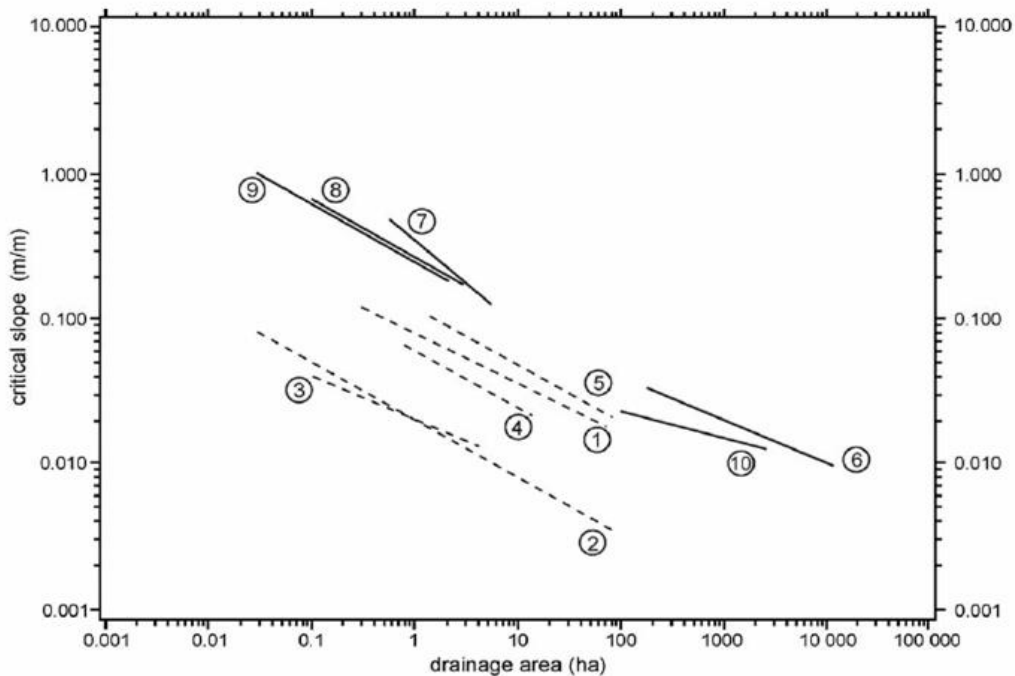
1. חלקה היחסי של הסחיפה, הנגרמת בעקבות התחתרות ערוצונים, קטן ככל שגדלה עוצמת אירוע הגשם.
2. בזמני חזרה גדולים מ-100 שנים, באירועים בעלי עוצמה גבוהה במיוחד, נראה כי סחיפת טיפות וסחיפה משטחית גורמים למרבית הסחיפה, וחלקם היחסי של הערוצונים החתורים מכלל הסחיפה הופך לזניח.
3. באירועים השכיחים ביותר מרבית הסחיפה נגרמת בעקבות התחתרות ערוצונים.
4. 40%–80% מהסחיפה באירועים, עם זמן חזרה קטן משנה, נגרמת בגלל התחתרות ערוצונים.



אזור לסי בצפון הנגב בחצר האחורית של חורה. פסולת בניין גורמת לסתימות במערכת הניקוז הטבעי. לימנים לא מטופלים נפרצו ועירוץ מטפס למעלה וסוחף את הקרקע שנעצרה קודם בלימן.

נושא 2: שיפועי סף לתחילת התחתרות ערוצונים

$$S_{cr} = aA^{-b}$$



עשבו

מ 260

שיחני עו

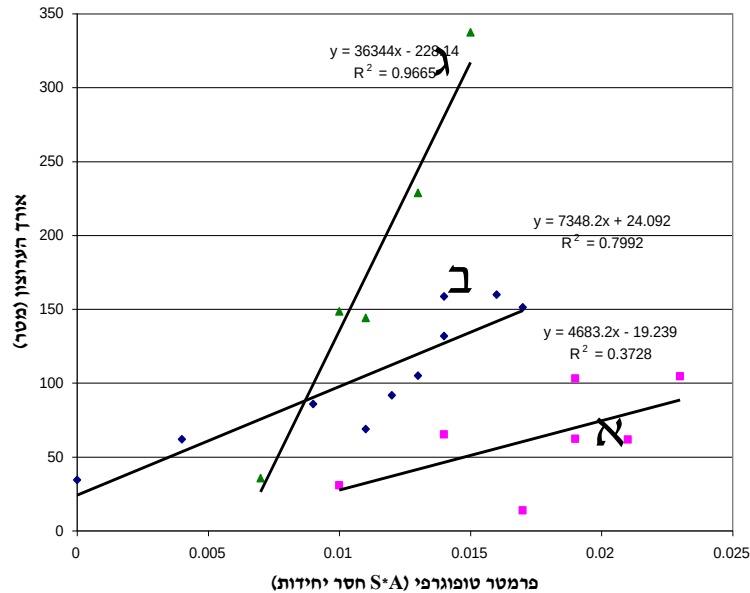
פזורים 500-



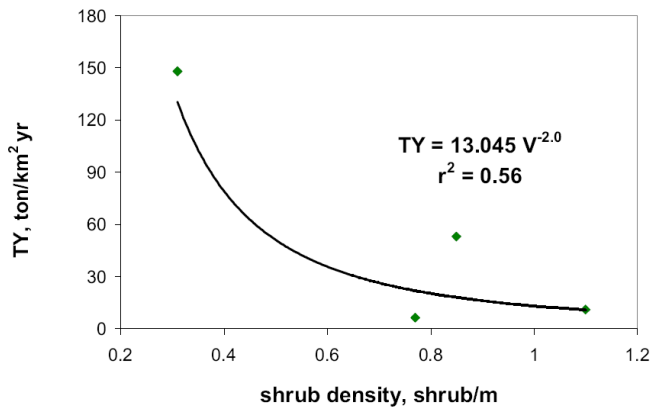
1. (נוסחה) – ערך הסף של השיפוע הטופוגרפי לתחילת היווצרות ערוצונים תלוי בשטח אגן הניקוז וקטן מעריכית עם הגידול בשטח.
2. עיבוד חקלאי מפחית במידה ניכרת את ערכי הסף של השיפוע הטופוגרפי ליצירת ערוצונים.
3. בשני סובבים עשבוניים מתקבל מעריך b שונה בהשפעת כמות משקעים שנתית (-) 0.6 ו-0.4 ב-260 מ"מ וב-760 מ"מ, בהתאמה).
4. ערכי החותך a גבוהים יותר בעבור כיסוי צומח עשבוני באקלים יבש בהשוואה לאקלים לח למחצה.
5. למעט סיירה נאבאדה היבשה (260 מ"מ) רוב המעריכים דומים.
6. ההבדלים הגדולים בשיפוע הקריטי בשטח אגן ניקוז שואף לאפס, 0.3%–9% בשדות חקלאיים ו-16%–35% שיפוע בסובבים טבעיים שונים.

תחנה מס' 3: נחל בכרה, שיפולים דרומיים-מערביים של הרי חברון, מעלה אגן בשור

נושא 1: עירון בצפון הנגב, גורמים עיקריים ושיטות מחקר



תרשים 4 דוח סיוור מס' 2: אורך ערוצונים חתורים כתלות בפרמטר טופוגרפי (שיפוע*שטח האגן)



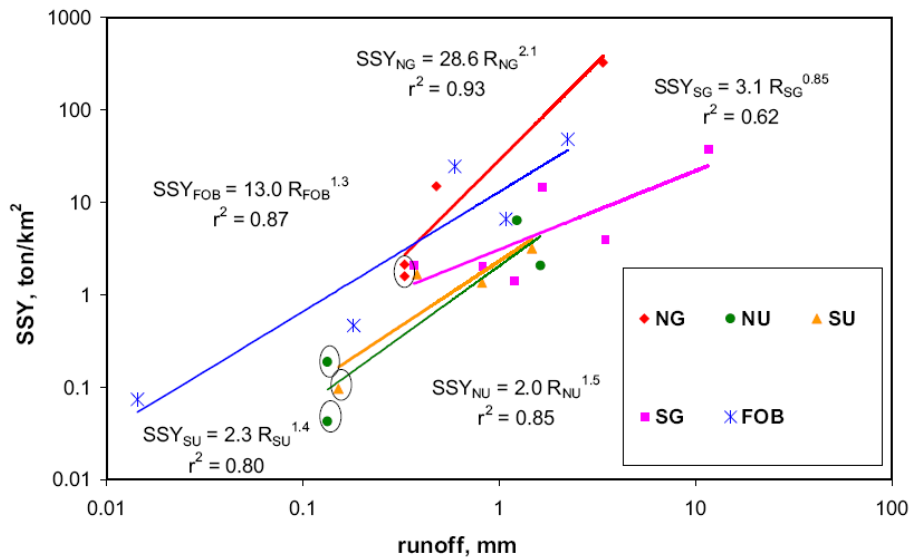
באגן נחל ביכרה

תרשים 5 דוח סיוור מס' 2: קשר בין תפוקת סחף סגולית (TY) לכיסוי צמחייה (V) בערוצים מסדר

ראשון באגן נחל ביכרה (שוקרון, 2009)

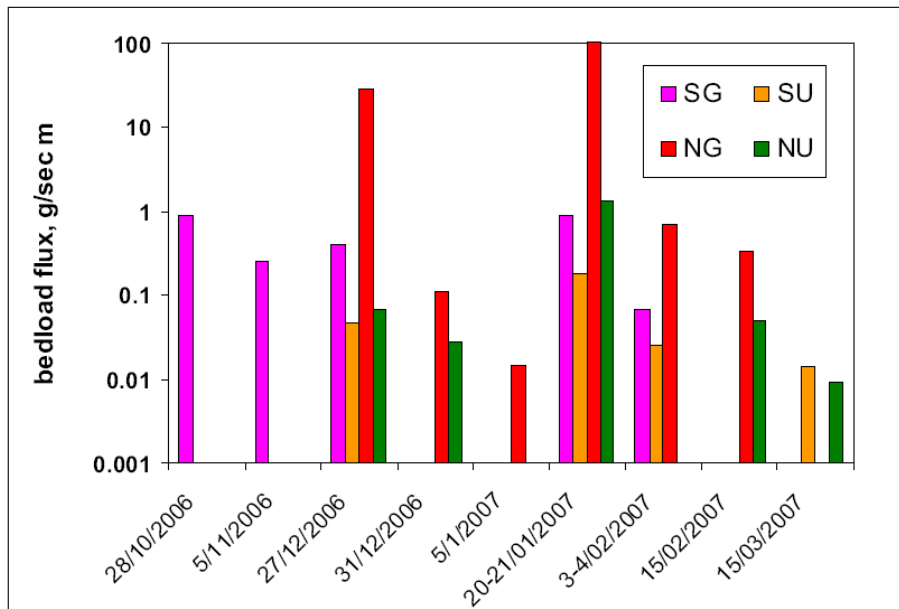
1. תרשים מס' 4 לקוח מתוך עבודת הסמינר של מתן שוקרון. בעבודה זו נסקרו 22 ערוצים חתורים באגן נחל ביכרה.
2. אורך הערוצון החתור מושפע מפרמטר טופוגרפי המשקלל את שיפוע המדרון (S) ושטח אגן הניקוז במעלה ראש הערוצון (A).
3. בסיס הנתונים חולק לשלוש קבוצות על פי אופי כיסוי הצמחייה:
 - א. כיסוי צמחייה בערוצון החתור בגדותיו ובמעלה העמק
 - ב. כיסוי צמחייה בגדות הערוצון ובמעלה העמק
 - ג. כיסוי צמחייה דליל
4. נראה כי נוכחות צמחייה מעכבת התפתחות ערוצונים ומצמצמת את תפוקת הסחף הכוללת מאגני הניקוז.

נושא 2: קצב איבודי קרקע עקב תהליך עירוי בצפון הנגב



תרשים 6 דוח סיור מס' 2: קשר בין תפוקת רחופת סגולית לבין נגר באזור בכרה

מקרא: G – אגנים מסדר ראשון שהעוברים תהליך עירוי; U – אגנים מסדר ראשון שאינם עוברים תהליך של עירוי; N – צפון; S – דרום



תרשים 7 דוח סיור מס' 2: שטף גרופת ממספר אירועי נגר מאגנים סדר ראשון

מקרא: G – אגנים מסדר ראשון שהעוברים תהליך עירוי; U – אגנים מסדר ראשון שאינם עוברים תהליך של עירוי; N – צפון; S – דרום



תהליך עירוף בצפון הנגב. ערוצונים שמתחתרים לאחור

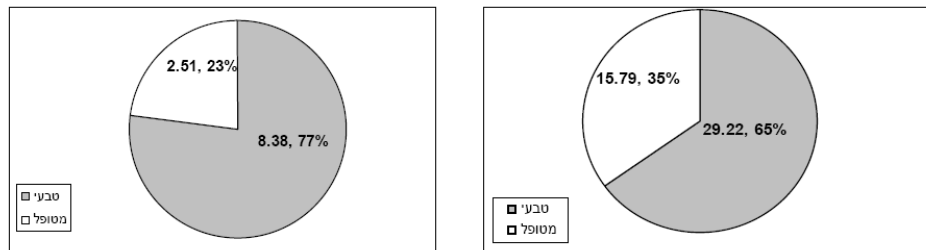


תהליך עירוף לא מסתיים בבניית הסכר, במיוחד סכר עפר. ללא טיפול שוטף במערכת קציר נגר או מערכת שימור קרקע, הסכרים נפרצים עקב תהליך מחתור או מילוי של נפח הלימון בסחף ו-overflow עם חתירה לאחור מכן.

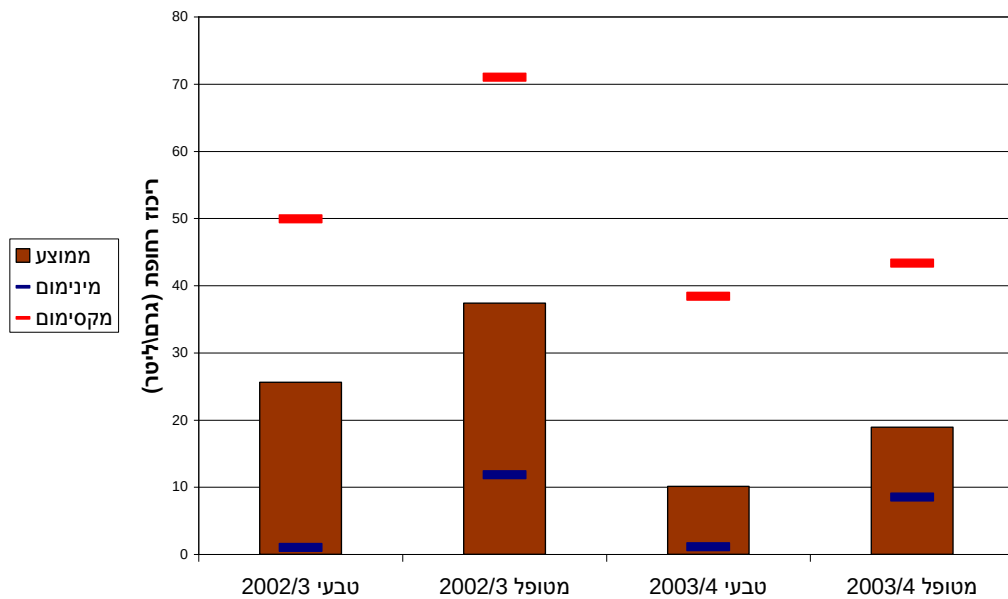


מחתור בסכר עפר

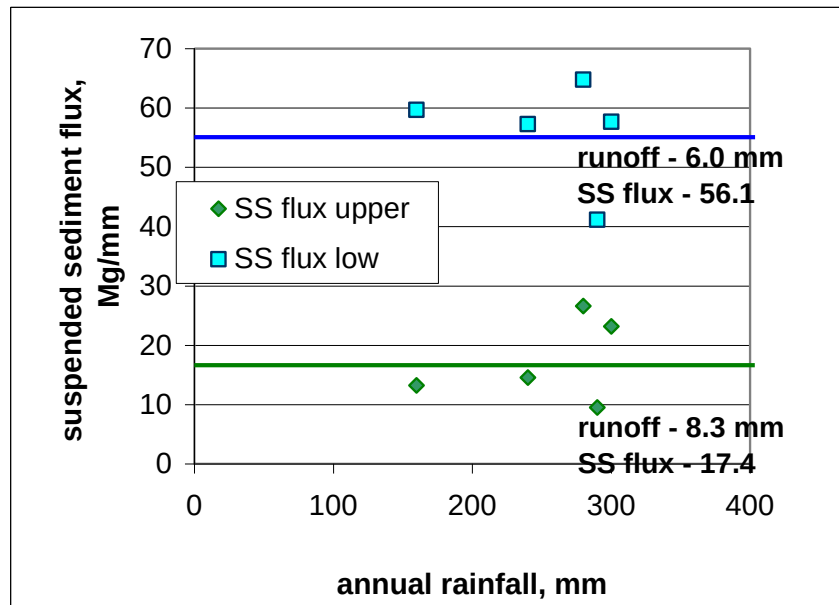
נושא 3 : שיטות לשימור קרקע באזורים סחיפים – פעילות קק"ל בצפון הנגב, לימנים, ייצוב ערוצונים בעזרת טרסות, שיחים



תרשים 8 דוח סיור מס' 2 : עובי נגר (במ"מ ובאחוזים מסך הכול) מאגן טבעי ומטופל על ידי קק"ל בתת-אגן נחל בכרה בחורף 2001/2 (ימין) ובחורף 2002/3 (שמאל) (ונו, 2006)



תרשים 9 דוח סיור מס' 2 : ריכוז רחופת ממוצע, מינימלי ומקסימלי באגן טבעי ובאגן מטופל באמצעות שיחים על ידי קק"ל בשתי עונות באגן נחל בכרה (ונו, 2006)



תרשים 10 דוח סיור מס' 2: תפוקת סחף ליחידת נגר מאגן טבעי (upper) מול אגן מטופל (lower)
(מטופל על ידי קק"ל)

	Upper, natural	Lower, natural + treated	Only treated
Catchment area, km ²	0.66	2.1	1.44
Average annual runoff duration, hours	15	30	
Annual runoff, mm	8.3	6.0	4.9
Annual SS Yield, Mg/km ²	268	176	133

תרשים 11 דוח סיור מס' 2: נגר ותפוקת סחף מאגן טבעי ואגן המטופל על ידי קק"ל, נחל ביכרה

1. בשנים הראשונות לאחר הטיפול, ריכוז הרחופת באגן שטופל באמצעי שימור קרקע (שיחים) גבוה יותר מאשר באגן טבעי.
2. עובי הנגר השנתי באגן המטופל קטן יותר מאשר באגן טבעי. קיימת ירידה בשיעור 40% בכמות המים הזורמים לחלקי אגן הניקוז התחתונים. קיימת שאלה אקולוגית: מהי ההשפעה של ירידת כמות המים על המערכת האקולוגית במורד הערוץ? שאלה נוספת היא שאלה ניהולית: מהי כמות הנגר שאנחנו מעבירים לשכן? מהו הנזק הכלכלי הנגרם למאגרים במורד הבשור? האם קיימת אפשרות לחלוקה שווה של מים עיליים באגן ניקוז?
3. חשוב לציין: כמויות הנגר, ספיקות השיא וכן תפוקת הסחף הכוללת קטנות באגן המטופל בהשוואה לאגן טבעי.
4. על אף ריכוזי הרחופת הגבוהים באגן המטופל, תפוקת הסחף השנתית הכוללת מהאגן המטופל קטנה יותר מהתפוקה מאגן טבעי. קיימת ירידה בשיעור 50% בתפוקת הסחף במורד האגן. השאלה הנשאלת: האם זה ביטוי של שימור קרקע רצוי? מהו המקום באגן

הניקוז שבו אנחנו רוצים לשמור את הקרקע – מדרון או עמק? אם זה עמק, מהו גודל הערוץ המתאים לשימור קרקע?
 5. לקבלת מידע על מדידות באזור זה אפשר לפנות ליונתן לרון או יוליה אלכסנדרוב.



מערכת קוצרי נגר באגן נחל בכרה. המערכת כוללת: שיחים ונטיעות של מיני עצים ים תיכוניים; לימנים לאגירת כול הנגר ללא מגלש לעודפי נגר בחלק העליון של הערוצים (קיימות גם הקבלות לפי גודל השטח המתנקז ללימן); טרסות לרוחב הערוץ הראשי כוללות מגלש למים עודפים; טרסות בנויות אבן בנוסף לעפר ומאפשרות לעודפי הנגר להמשיך במורד הזרימה.



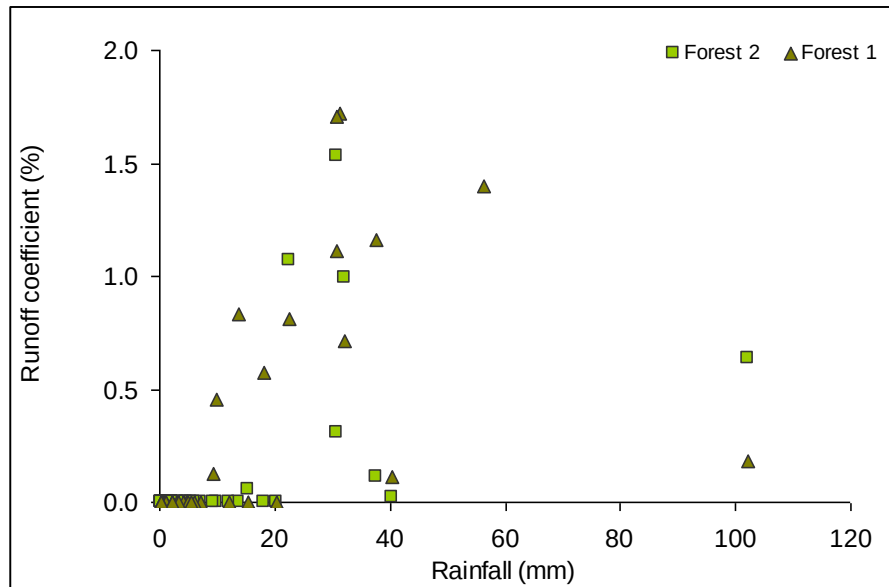
מערכת איגום באגן נחל אשתמוע (אשתמוע תחתון). המערכת כוללת: שיחים לאורך המדרון ולימנים – סכרים מעפר לרוחב הערוצים. בכל לימן יש מקום לעץ אחד או שניים

תחנה מס' 4: יער יתיר

נושא 1 : מאזן מים ביער יתיר

Southern France	Reforestation of valley plants	Decrease in flood height and frequency, stream narrowing and gravel deposition	Liebault & Piegay, 2001, 2005
Southern France	Forest hydrology	Runoff only during catastrophic events	Ramabal , 1994
NW Spain	Reforestation of eroded catchment	Sediment delivery ceased	Gonzalez et al., 1997
Spain	Reforestation	Increased infiltration, interception and ET, but decrease of runoff	Garcia-Ruiz et al., 1995, 1997
Spain	Forest unforested area	ET increases from 400 mm to 591 mm in pine forest	Joffre and Rambal (1993)
Italy	reforestation	Decrease in sediment delivery	Van Pompaey et al., 2005
Slovenia	Natural reforestation	Reduction in annual and dry-weather flows Narrowing, decrease (50%) of hillslope erosion	Globenik, 1998..... 2001
Slovenia	Natural reforestation	Peak, mean, minimum discharges dropped to 53% of prior levels Decrease in hillslope erosion; increase in bank and riverbed erosion	Keesstra, 2006 PhD thesis
Mediterranean	Plots experiments	Increased infiltration rate and decreased runoff	Lavee and Poesen, 1991

תרשים 11 דוח סיור מס' 2 : השפעת היער על נגר וסחף אגני לפי מחקרים באזור ים-תיכוני

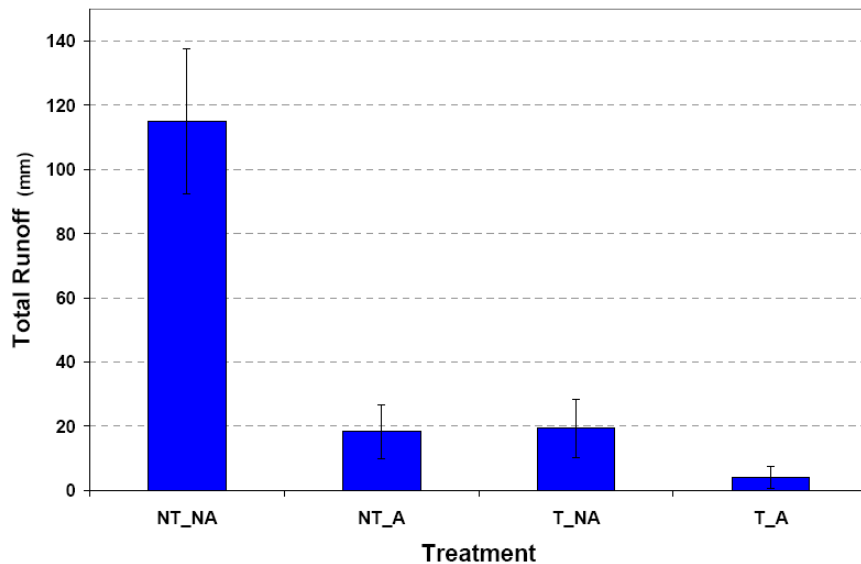


תרשים 12 דוח סיור מס' 2: השתנות מקדם נגר באזור מיוער כפונקציה של עובי הגשם – יער יתיר, אגן הבשור (שכנוביץ, 2006)



תחנה הידרומטרית ביער יתיר (אורנים בוגרים). התחנה הייתה פעילה במשך שבע שנים, מחורף 1999–2000 עד 2007–2008. במשך כל התקופה נרשם בתחנה אירוע נגר אחד, שבו מים לא זרמו מעבר למגלש במזרם.

נושא 2 : מה משפיע – צמחייה חד-שנתית או עצים?



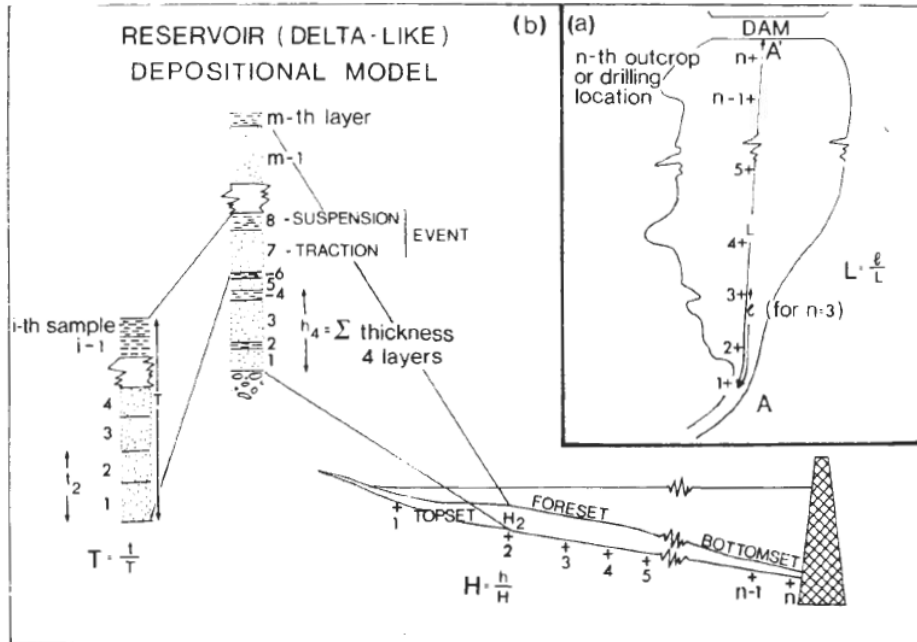
תרשים 13 דוח סיור מס' 2 : סה"כ עובי נגר לעונת 2004–2005 כפי שנמדד בחלקות נגר ביער יתיר

בטיפולים שונים : תחת עצים (T), ללא עצים (NT), עם כיסוי עשבוני (A), ללא כיסוי עשבוני (NA)

ושילובם (Merzer, 2007)

1. פעולות ייעור מגבירות את קצבי החידור ומצמצמות את יצירת הנגר במידה ניכרת.
2. סחיפת קרקע והסעת הסחף מצטמצמות לאחר פעולות ייעור ובמקרים מסוימים אף נפסקות לחלוטין.
3. לעצים ולצומח חד-שנתי השפעה דומה על יצירת נגר.
4. שילוב עצים וצומח חד-שנתי מניב את הטיפול היעיל ביותר בצמצום כמויות הנגר.

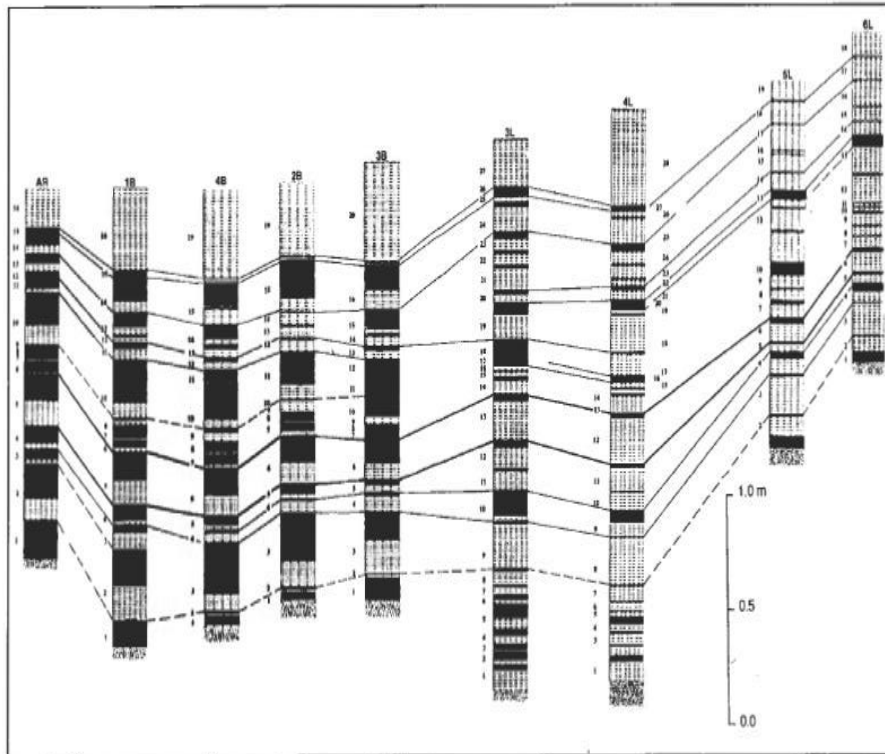
תחנה מס' 5: המאגר הפרוץ של נחל יתיר – מחתור, קצבי סחיפה מאוד גבוהים



תרשים 14 דוח סיור מס' 2: מתודולוגיית דיגום משקעי מאגר לצורך הערכת נפחי סחף באירועים

שוניים (Laronne, 1990)

תרשים מס' 15 דוח סיור 2: רצף חתכים אופייניים במאגר נחל יתיר, AR – קרוב ביותר לסכר, L – קרוב לכניסה למאגר (Laronne, 2000)



המחלקה לרפואה, תל אביב, 23 (1998)

58

במקום חציבת חומרי גלם למלט ניצול הסחף של מאגר שקמה

מאת מ. טייג (א), א. קמברה (ב), ו. לרון (ג)
משך החיים של מאגר שקמה הינו כ-20 שנה
לבד, בהתחשב באוגר הבלתי פעיל
(Dead storage). יעילות כלכלית נמוכה זו של
המאגר הינה תוצאה של קצב סחיפה גבוה באגן
הניקוז ונפח אגירה התחלתי קטן, יחסית.

בתחילת, כשד נבנה
המאגר במטרה לנצל את
מי הביטוח, היה נפח
האוגר כ-2.8 מיליון מ"ק,
השווה לשליש נפח
הורמה הממוצעת.
כל נפח סחף א. המוצא
מהמאגר, מועבר אח
הדיונה בנפח מיס יוני
לפי החישוב להלן:

$$V = \frac{m \cdot \Sigma Q_i}{\rho} = 1$$

א = מוצא מספר הליטות בשנה

א = מספר השנים שבהן מוצא

תוספת האוגר

א = הוא קבוע 0.1 מ"ק, מ"ק, מ"ק

א = קצב נדידת הסחף למטר

למעשה, הקטרים הינם מסובכים יותר,

מפי שקיפות תלות חיובית בין א לבין

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

א ניתן לאמר, כי במוצא, תוצאה של

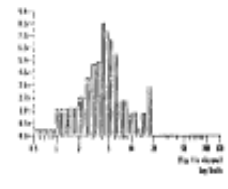
לתחילת התעשייה בנדר רמלה. בעקבות
רעלתו של הניסוי, מונח החברה
להשתמש בסחף זה כדי לצוד בהשבת.
מפעלי נדר רמלה ובבית-שמש
משתמשים ב-480,000 מ"ק חרסית קדמה
בשנה. כיום, מדר משא ומתן ענייני של
סיבסוד המחיר הנוסף, 24 ק"מ, שמשתמש
המפעל צריכות לעבור. התחשיב הכלכלי
הינו מסובך מפני שמדובר אסון בכריה
עבוד מפעל מרסי, אך היא גם משרתת את
האינטרס של המדינה (מקורות). על כן,
יש לפעול בקרב מנהל מוקדני ישראל,
נציבות המים והחקיקה, כדי לבטל
לחלוטין את אגרת הביטוח בשקמה.
בנוסף, התחשיב של עלות הסיבסוד חייב
לקחת בחשבון את מספר הפעמים שבהם
ניתן לנצל את הנפח שמשתמש לאורך מים.
להערכתו, ניתן להגיע למחיר כרייה
ריאלי קטן, באופן שמספיק, ממחיר
המים הנחשבים כיום בארץ. יש להדגיש, כי
הבחינה הכלכלית של תוצאת הסחף
ההיסטורית בו מתחשב אינה בלעדית. מדובר
בהקטנה של פגיעה נוספת וסביבתית
כתוצאה מהקטנה, או מהפסקה של כרייה
במחצבת קדמה. כל פעולה המביאה
להקטנת חריבה הינה בדוכה מבחינה
סביבתית ותורמת לשמירה הטובה של
החברה (חברת נדר בע"מ).

**חישוב כלכלי הבטיחות והחזית, הקטנה
של פגיעה סביבתית, ניצול משאב
מתחדש ותחומי למחק המים - אלה
מטרותיו בהקשר למאגר שקמה
למאגרים נוספים בארץ.**

(*) המדינה למחקר שיטתי,
אנונימיות באר-שבע
(**) מקורות, באר-שבע
(***) המחלקה לניאורפיה, אנונימיות
בן-גוריון מתוך הרצאה בבית-ה-12 של
האגודה הישראלית לקידום תורת מחצבים,
אילת, נובמבר-דצמבר 1994.

(א) (1) מראת, כי הסחף במורד המאגר
הינו רק גרר, קטן מ-20 מיקרו-מטר.
רופלנית זו מראה את היעילות הגבוהה
של המידת גידול טבעית במרחב המאגר.
עוד מסתבר, כי חרסית שקמה דומה
לחרסית קדמה, זו השמשת כיום את
מפעלי מלט נדר רמלה ובבית-שמש.
בטבלה 1 ישנה השוואה בהרכב הכימי
של חרסית החרסית ובטבלה 2 מוצגת
השוואה בהרכב המינרלוגי של החרסיות
(מתוך אנליזה XRD). ואסנם מסתבר,
כי חרסית שקמה דומה ביותר לחרסית
קדמה. במסך קיץ 1993 בוצעו סקר
גיאולוגי חלקי במאגר שקמה ובכריה
סביבות של 6,000 מ"ק סחף שהונס

הועברו היתה, כי הסחף יוכל
להתאים לתעשייה החרסית או
לתעשיית המלט. דוגמאות רבות של
סחף שקמה עבדי בדיקות טקסטורליות,
הרכב מינרלוגי, הרכב כימי, דרגת
פלסטיות והכונות מיסוקליות. נבדקה
התאמתו של החומר לתעשיית הקרמיקה
באופן אט. רק במעורבות עם חרסית
אחרות ניתן להשתמש בחרסית שקמה.
מפעל נבדק קרמיקה בירוסם יוכל
להשתמש בחרסית שקמה לאחר העברה
על ידי הקטנה בתכולת הקלציום
קרבונט. ליומם תעשיות אלה נמצא כי
חרסית שקמה מתאימה ביותר
לתעשיית המלט. התפלגות הדרג



ציר 1. התפלגות גודל של סחף שקמה
בהתאם לתחומי של המאגר

נפח סחף א. חרסית למדינה נפח מים
מל 10. כלל שהמאגר מלא יותר בסחף,
כן יגדל נפח המים הנחשד מתוצאה
ממינו. פעולה חניקו של הסחף היא
יקרה ביותר ובלתי כלכלית מבחינת
עלות המים. חברת מקורות
ואנונימיות בן-גוריון נמצא מתפצלת
יעוד לסחף א. את תוצאת המיובן
ניתן יהיה למס, למנות חלקית, על ידי
הטפים המעוניינים כי סחיפה מלם.

מינרל	סחף מאגר שקמה	חרסית קדמה
Kaolinite	19	11
Illite	51.3	42.3
Anatase	11	0.81
Quartz	20.0	54
P. Feldspar	32	11
S. Feldspar	35	11
Calcite	15.1	34.5
Dolomite	2.3	11
Hematite	1.8	0.3

טבלה 1. ריבוי מינרלים בסחף אגן שקמה ובמחצבת קדמה

תרכובות	סחף מאגר שקמה (%)	חרסית קדמה (%)
Cl ⁻	0.02	
SO ₄ ²⁻	0.1	
L.O.I	29.3	20.4
Na ₂ O	0.18	
K ₂ O	1.0	
SiO ₂	34.8	41.5
Al ₂ O ₃	9.9	30.4
F ₂ O ₃	5.4	5.0
MgO	2.65	
CaO	15.5	9.2
Ca ²⁺	9.2	
SO ₃ ²⁻	14.0	

טבלה 2. אנליזה כימית של סחף מאגר שקמה וחרסית קדמה

יונתן לרון: אף שקצב סחף הקרקע גבוה ביותר באזורים צחיחים למחצה ובמיוחד היכן שיש כיסוי
לס, ואף שאורך החיים של מאגרי מים מוגבל, אפשר להשתמש בסחף השוקע במאגרים ולהתייחס
למאגר כתעשייה למים, לחומרי גלם, לתיירות ולנקודות בעלות ערך נופי ואקולוגי גבוה.



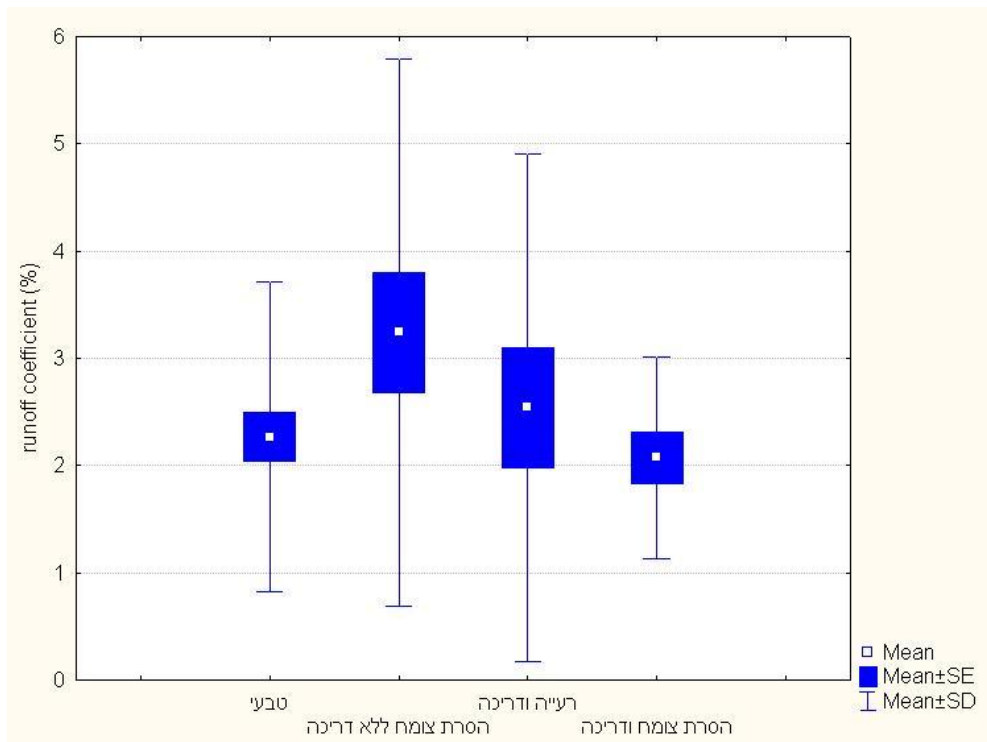
סכר עפר פרוץ במאגר נחל יתיר



עירוף המתחיל מאפיק ראשי ומטפס לאחור. שיחים באזור הקרוב לאפיק נהרסים בגלל טיפוס של עירוף למעלה

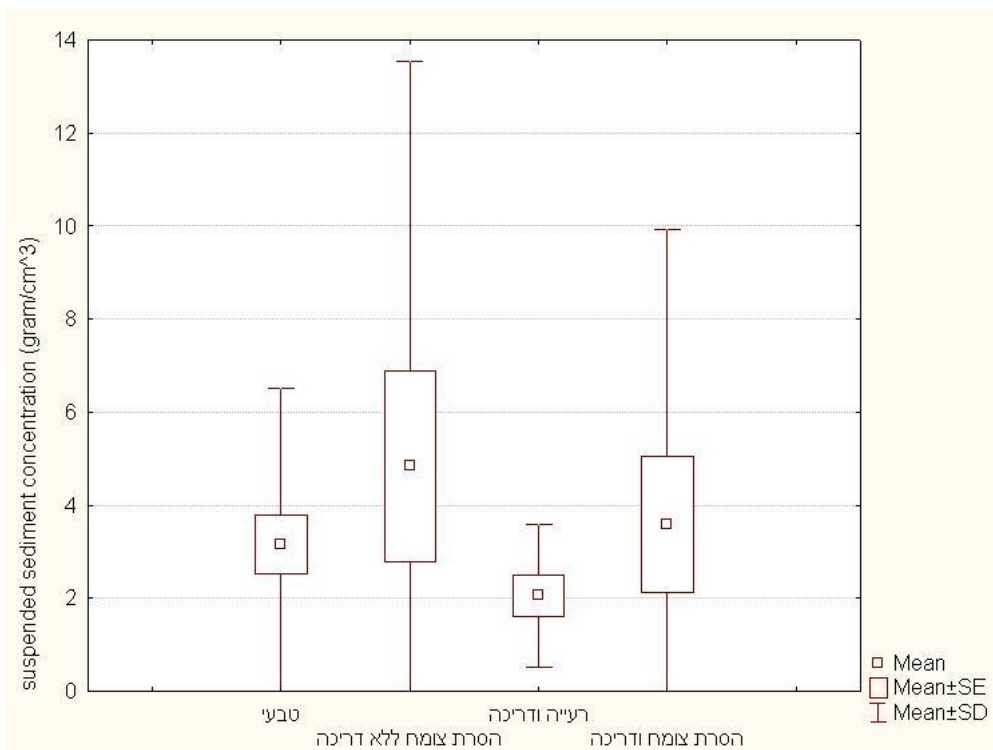
לקבלת מידע נוסף בנוסע השקעת סחף במאגרים אפשר לפנות ליונתן לרון.

תחנה מס' 6: רעייה והשפעותיה על סחף קרקע, חוות בודדים



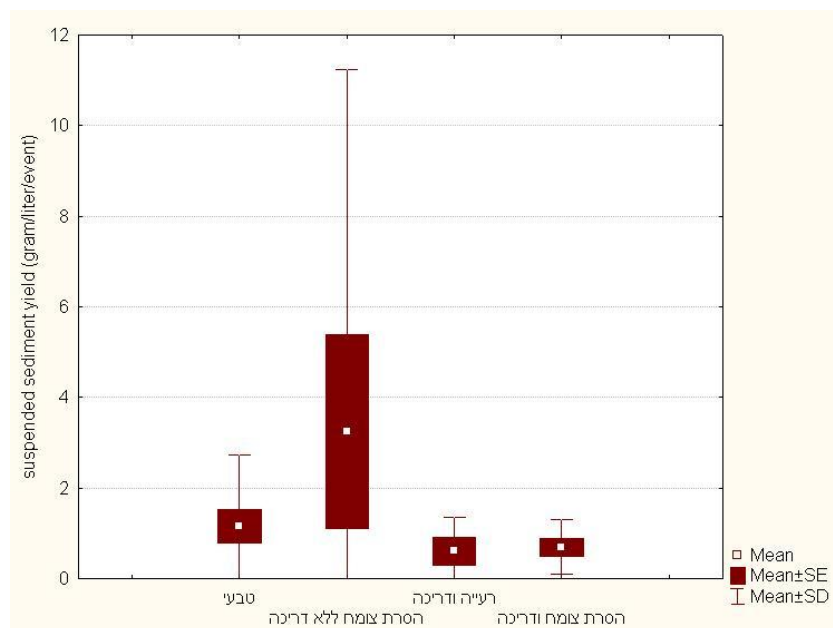
תרשים 16 סיור מס' 2: מקדם נגר בחלקות נגר בעבור טיפולים שונים, חורף 2007–2008 חוות מירון

אגן נחל אשתמוע

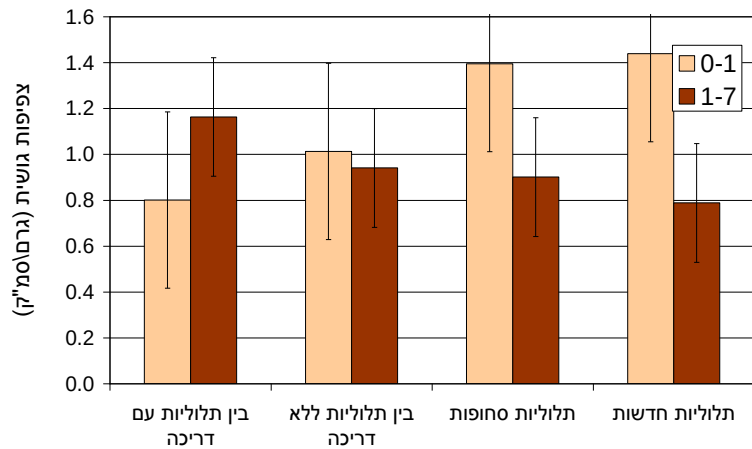


תרשים 17 סיור מס' 2: ריכוזי רחופת ממוצע לאירוע בחלקות נגר עבור טיפולים שונים, חורף 2007–

2008 חוות מירון, אגן נחל אשתמוע



תרשים 18 דוח סיור מס' 2: תפוקת רחופת לאירוע בחלקות הנגר בעבור טיפולים שונים בחלקות נגר



תרשים 19 דוח סיור מס' 2: צפיפות גושית בפני השטח (0-1 ס"מ) ובעומק (1-7 ס"מ) בתלוליות פליטה של חולדים במצבי סחיפה שונים, ובתלוליות שיש בהם דריכות עזים וללא דריכות עזים חורף 2007-2008 חוות מירון אגן נחל אשתמוע.

1. הנתונים התקבלו ממדידות נגר וסחף בחלקות נגר בשטח של כ-40 מ"ר.
2. עוצמת הרעייה נמוכה (כ-2.5 יח' עזים לדונם אחד ביום אחד).
3. **הסרת צומח** – המנגנון הדומיננטי בהגברת יצירת נגר וסחיפה משטחית.
4. רעייה מבוקרת מקטינה את כמויות הנגר באמצעות דריכה, שבירת קרומים וקריסת מחילות בתת-הקרקע.
5. בהיעדר תווך מסיע (נגר עילי), דריכה מבוקרת של עיזים מקטינה את תפוקת הסחף מהמדרון, גם כשהסרת הצומח מגדילה את ריכוזי הסחף במים.
6. דריכת עזים פוגעת ביצירת אופק קרקע עליון מחוספס ומאוויר על ידי חולדים.
7. לקבלת מידע נוסף בנושא השפעת הרעייה על הקרקע, על הנגר ועל הסחף אפשר לפנות ליואב שרפי.
8. לקבלת מידע בנושא השפעות הנוף של חוות הבודדים בנגב (כולל ניתוח מקיף של תופעת חוות הבודדים) אפשר לפנות למחלקה לגאוגרפיה, אוניברסיטת בן גוריון, 08-6472002 – מזכירות. אנשי קשר – פרופ' אורן יפתחאל, ד"ר בתיה רוזד, ד"ר ארז צפדיה (גם במכללת ספיר).



9. חיפוי טבעי (שאריות צומח בעקבות רעייה מבוקרת)

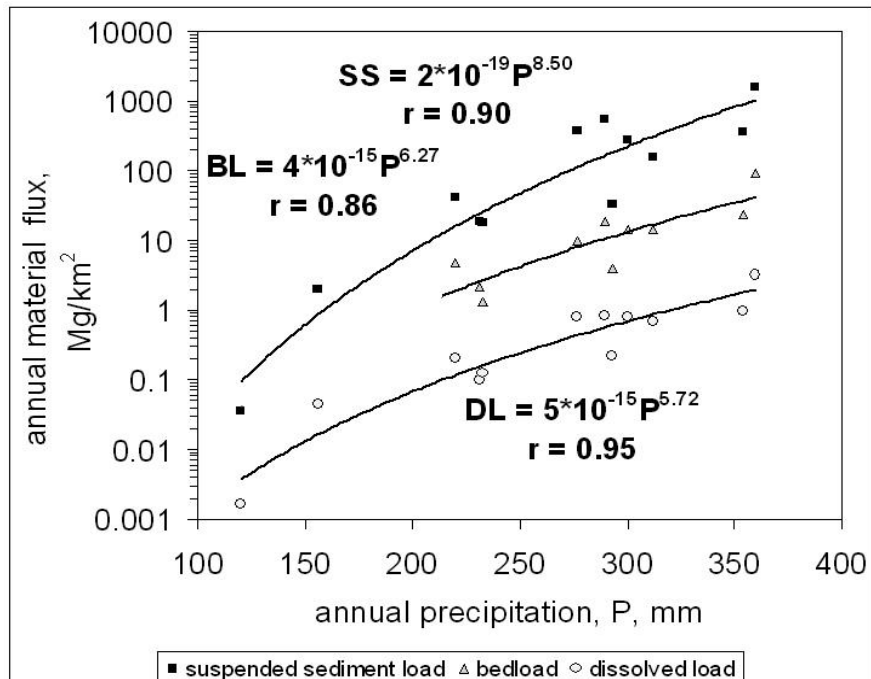
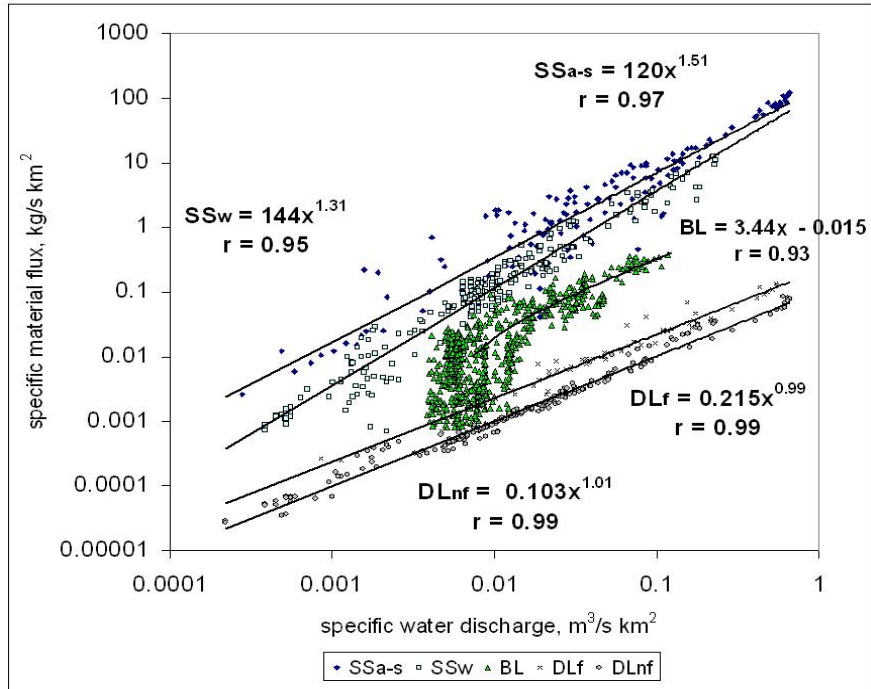


חלקות ניסוי לבחינת השפעת הרעייה על קרקע על נגר ועל סחף



מבט על העמק של חוות בודדים

תחנה מס' 7: נחל אשתמוע ליד החווה

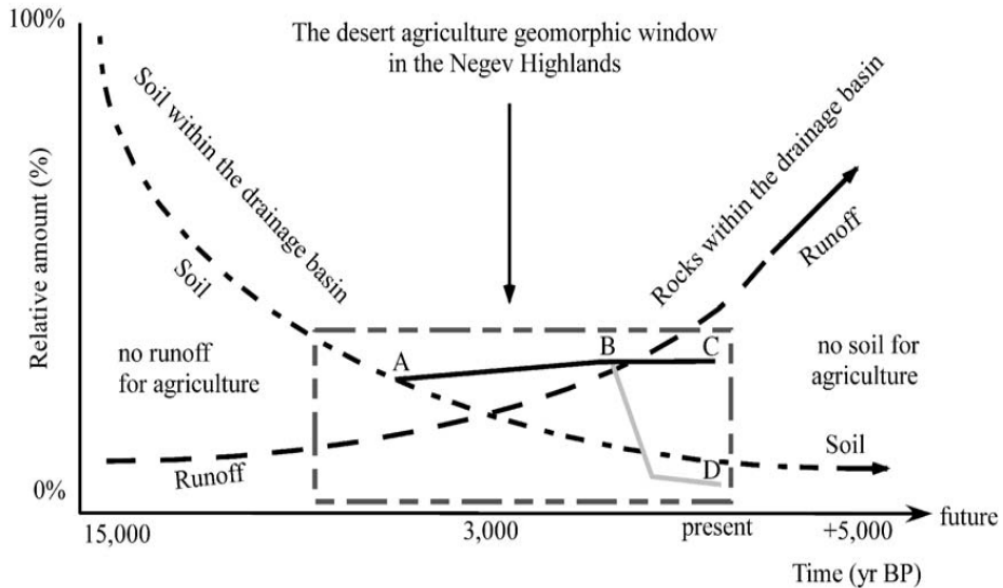


תרשים 20 דוח סיור מס' 2 : עליון : עקום קשר בין מרכיבים של חומר המוסע בגאות (תמס, רחופת וגרופת) לספיקת מים ליחידת שטח, נחל אשתמוע. תחתון : שטף מרכיבי סחף כפונקציה של עובי משקעים שנתי. החישוב נעשה ליחידת שטח של אגן הניקוז



תחנת מדידה בנחל אשתמוע (מצולם בחורף)

יונתן לרון: תחנת מדידה פועלת בנחל אשתמוע מחורף 1991–1992. בתחנה נמדדים גשם, נגר ומרכיבי סחף: גרופת רחופת ותמס. תחנה זו מנקזת שטח של 110 קמ"ר. בסיס הנתונים (כולל ניתוח) שנאסף בתחנה זו זמין (לקבלת הנתונים אפשר לפנות ליונתן לרון או יוליה אלכסנדרוב).



תרשים 21 דוח סיור מס' 2: מודל קונספטואלי של תהליכי יצירת נגר, סחיפת קרקע, והתערבות אדם באגני ניקוז בהר הנגב (Avni et al, 2006)

נקודות להתייחסות:

1. התרשים מתייחס להר הנגב.
2. תהליך הסחיפה והסרת הקרקע החל בסוף הפליסטוקן תחילת הולוקן ונראה כי הוא טבעי ובלתי נמנע.
3. סחיפת הקרקע חושפת תשתית סלע-אם, מגבירה את כמות הנגר ובמשוב חיובי גם קצב הסחיפה מתגבר.
4. באזורים ללא סלע-אם חשוף אין די נגר לחקלאות (מוסכם על יאיר ועל קוסובסקי Yair and Kossovsky, 2003).
5. באזורים סחופים מאוד אין די קרקע לקיים חקלאות.
6. ריבוע מקווקו – קיים "חלון הזדמנויות" ליצירת חקלאות נגר.
7. קו רצוף A-B מייצג הצטברות קרקע בעקבות בניית טרסה חקלאית.
8. הקו הבהיר B-D מייצג חתירה מואצת בעקבות נטישת טרסות לעומת B-C היפותטי המייצג את מצב הקרקע כיום עם תחזוקה של הטרסות.
9. ממצאי המחקר בהר-הנגב מצביעים על כך שגם באזורים אנו עומדים בפתחו של חלון ההזדמנויות לחקלאות מי-נגר בצפון הנגב (קל וחומר חקלאות משמרת קרקע).



יואב שרפי: שרידים של סכר בנוי אבן בנחל יתיר במורד המפגש עם נחל אשתמוע. שטח אגן הניקוז בנקודה זו כ-140 קמ"ר. מדובר, ככל הנראה, במערכת סכרים, שמטרתה הייתה לעצור קרקע וליצור משטחים אופקיים לחקלאות, ובנוסף לעצור כמות מספקת של נגר לגידולים. לכל סכר היה מגלש לשמירה על "זכויות הנגר" של החקלאי השכן במורד העמק. המערכת, ככל הנראה מהתקופה הרומית מאוחרת-ביזאנטית, היא מערכת שימור קרקע אגנית המבוססת על ייצוב אפיקים מסדר גבוה באמצעות טרסות רחבות, ולא ייצוב המדרון כפי שנעשה היום.



שרידים של הסכר – מבט מקרוב

תחנה מס' 9: מאגר סנסנה

מאגר צד המיועד להטיה של מי נחל סנסנה. המים הנאגרים במאגר משמשים להשקיית חקלאות קיבוץ להב. לניתוח עלות-תועלת (נפח מים נאגר, מחיר מים ומחיר שאיבה, הוצאות בניית המאגר) אפשר לפנות לרשות ניקוז שקמה-בשור, לעופר שאולקר או לניר שיטריט.

תחנה מס' 10.א.: יער מיתר

יער מיתר נטוע מסביב ליישוב מיתר. זהו יער צעיר יחסית המורכב משלוש תבניות עיקריות: (1) אורנים על המדרונות; (2) שיחים על השטחים שבין המדרונות התלולים לבין אזור הנחל, כולל נטיעות עצי שיטה וצמחייה ים-תיכונית; (3) נטיעות בתוך ערוצים. דרך נוף, המתאימה לטיולי שטח ועוברת בין העצים, ברובה מוצלת. כמה שאלות עלו בדיון:

- נטיעות בתוך הערוץ – האם אפשרי הדבר?
- אזור חיץ – נטיעות לאורך הערוץ כפתרון מוביל למערכת משולבת של שימור קרקע, איגום נגר וייצור אזור פנאי. נדרשת התייחסות של כל היועצים לנושא. אספקטים של אזור חיץ כוללים: אספקט כלכלי – מהי עלות השטח לחקלאי המוותר על שטח מעובד לטובת אזור חיץ? אספקט נופי-תיירותי – עד כמה אנשים משתמשים בדרך נוף מסוג זה? אספקט ניקוזי – לאפשר זרימה חופשית של מים בעורק ניקוז ללא הפרעות, לא ליצור הפרעות לזרימת המים. מדיניות – עד כמה אפשר לשכנע את החקלאי לוותר על הקרקע? מדיניות בנושא רעייה בגדות הנחל.
- מהי הכדאיות הנופית והכלכלית של שיחים לאורך מדרון בעל שיפוע קטן?





נטיעות קק"ל בתוך אפיק הזרימה. מצד שמאל – שיח לאורך מדרון מתון מאוד



שלושת תבניות הייעור : מדרון מיוער באורנים, שטח בעל שיפוע מתון ושיחים, נטיעות בתוך האפיק

תחנה מס' 10.ב.: מיתר – פארק עירוני באפיק זרימה

פארק מיתר תוכנן והוקם על ידי קק"ל, רשות הניקוז והמועצה המקומית. הפארק ממוקם באזור נמוך, ניקוז מקומי וכולל מספר אלמנטים: (1) תעלה מוסדרת בחלקה העליון; (2) עצים באזור השפעת הנחל; (3) טרסות להאטת הזרימה ולאגירת הנגר; (4) שבילים להולכי רגל; (5) טרסות מלאות חצץ להקטנת האידוי.

לא יוצר גוף מים פתוח שיכול להיות מסוכן לילדים או ליצור בעיות תברואתיות, אך מאפשר נפח לאיגום נגר.

שאלות:

- האם עלה ערך הבתים הסמוכים לפארק?



תודה לכל מי שהשתתף בסיור ותרם לדיונים מעניינים וענייניים!

נספח ח' (דיסק מצורף)

ח' 1. חוברות ומפות סיכוני סחיפה של משרד החקלאות

ח' 2. מפה סיכוני סחיפה בשטח רשות שימור קרקע

שקמה-בשור

ח' 3. מפות סיכוני סחיפה עבור אגנים נבחרים
(פטיש, יתיר, חנון)

ח' 4. קובץ דיגיטלי של הספר "תוכנית אב

לשימור קרקע באגני שקמה בשור

