

מתודולוגיה לבניית תכנית אגנית

לצמצום סחף קרקע וזליגת מזהמים

מהשטח החקלאי לנחלים, תוך שימוש בפתרונות מבוססי

טבע ושיפור המגוון הביולוגי



נחל ברקאי, צפונית לכפר מנחם, חורף 2024

אוקטובר 2024

חברי ועדת היגוי

צבר קמה | יגב קילמן

מנהלי הפרויקט | גיא רותם, נעם זורק, עמית בוריס, עמר ארבל

מועצת הכותנה | יונתן ספנסר

החברה להגנת הטבע | אלון רוטשילד, עידו פואה, אסף זנזורי, עידן ברנע

רשות ניקוז | יואב שרפי

משרד החקלאות | צוף בלאו, אלון מאור, מרב קניגסוולד

רשות הטבע והגנים | אורי נווה, נדב גנות

המשרד להגנת הסביבה | רעות ברגר טל, אנה טרכטנברוט

מסמך זה נכתב ונערך במסגרת פרויקט טבע BIZ-צבר קמה.

מיזם טבע BIZ נועד לחבר בין עסקים לשמירה על המגוון הביולוגי. בהובלת החברה להגנת הטבע והמשרד להגנת הסביבה, המיזם מציע כלי ניהול ותמיכה המיועדים לעסקים שמעוניינים לשלב שמירה על הסביבה בתוך תרבותם הארגונית. במסגרת הפרויקט, חברות תשתית, חקלאות, תיירות ועוד שותפות למהלך שמטרתו למזער נזקים ולשפר את תפקודם הסביבתי, באמצעות תמיכה בקידום תהליכים ארגוניים להטמעת נהלים, הנחיות ותרבות ארגונית לשמירה על מגוון ביולוגי. הפרויקט תורם לניהול סיכונים עבור החברות ויוצר הזדמנויות בשוק המתאים עצמו לשינויים אקולוגיים ורגולטוריים.

[קישור לאתר טבע BIZ](#)

תוכן עניינים

3	תוכן עניינים
4	תקציר מנהלים
5	1. מבוא
7	2. מודל רגישות משולב
8	2.1 רגישות לסחף קרקע
17	2.2 ערכיות אקולוגית
21	2.3 מודל רגישות משולב
22	3. סל פתרונות פוטנציאליים
24	4. פיילוט- מערך מחקר וביצוע
24	4.1 רקע
25	4.2 פיילוט 1 – מטע שקדים (נחל ברקאי)
27	4.3 פיילוט 2 – גד"ש (נחל רי"ף)
30	5. שנה ראשונה לפרויקט- תובנות ביניים
35	נספח 1: גאנט פרויקט מומלץ
36	נספח 2: אמצעים אקולוגיים והנדסיים למיתון סחף קרקע ונגר
39	נספח 3: רשימות צומח ותוכנית שתילה
	נספח 4: פרוטוקול למניעת סחף ומזהמים בגדות נחלים העוברים בשטחים חקלאיים שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.

תקציר מנהלים

צבר כמה היא אגודה שיתופית חקלאית הכוללת מספר קיבוצים ומושבים באזור השפלה, המנהלת שטח חקלאי בהיקף של כ-30,000 דונם. בתחומי פעילותה זורמים נחלים מרכזיים, בהם נחל תמנה בצפון ונחל ברקאי בדרום. פעילות חקלאית אינטנסיבית בשטח זה גורמת לסחף קרקע ונגר עילי, אשר פוגעים במערכות האקולוגיות הרגישות של הנחלים.

מטרת הפרויקט הינה צמצום סחף קרקע וזליגת מזהמים משטחים חקלאיים לנחלים, תוך שימוש בפתרונות מבוססי טבע ושיפור המגוון הביולוגי.

הפרויקט חולק לשלושה שלבים עיקריים:

1. **מתודולוגיה לבניית מודל אגני לשילוב פתרונות מבוססי טבע למניעת סחף קרקע ומזהמים במרחב החקלאי.**
2. **גיבוש סל פתרונות פוטנציאליים הכוללים פתרונות מבוססי טבע לצמצום סחף קרקע.**
3. **יישום ובחינה של פתרונות בשטח באמצעות פיילוטס והפקת תובנות ראשוניות.**

1. פיתוח מתודולוגיה לבניית מודל אגני משולב לצמצום סחף, בשלב ראשון הוגדר שטח הפרויקט ונלמד המצב קיים. ולאחר מכן נעשה מיפוי של הרגישות לסחף קרקע ומיפוי הערכיות האקולוגית. המודל מבוסס על הבנה כי ההתמודדות עם סחף בשטחים חקלאיים, במיוחד בממשק עם נחלים, דורשת שילוב בין פתרונות הנדסיים ופתרונות מבוססי טבע – ולכן המודל כולל שילוב בין שני מדדים מרכזיים: רגישות לסחף קרקע וערכיות אקולוגית. **רגישות לסחף קרקע**, לצורך בחינת רגישות שטח הפרויקט לסחף קרקע, גובש מדד משוקלל המבוסס על ארבע שכבות מידע עיקריות: שיפועים טופוגרפיים, הצטברות מים, שימושי קרקע וחבורות קרקע. כל שכבה קיבלה ציונים לפי רמות רגישות. בשלב מתקדם גובש גם מדד רצף, שהתמקד בשיפועים ובהצטברות מים בלבד, על מנת לחדד את רזולוציית המיפוי באזורים חקלאיים. בנוסף, זוהו "נקודות תורפה" – מוקדים רגישים במפגש בין מוצאי הניקוז של תשתיות ויושבים לבין השטח החקלאי, אשר סומנו כאתרי טיפול פוטנציאליים. במקביל למיפוי רגישות להשטח לסחף קרקע, בוצע ניתוח של **ערכיות אקולוגית**, הערכת הערכיות התבססה על קרבת כל נקודה במרחב ל"מוקדים טבעיים" (כגון נחלים, שטחים פתוחים, משארי שדה ומאגרים) לעומת קרבתה ל"מוקדי הפרה" (כבישים, מסילות, יישובים ותשתיות). השטחים דורגו בסקאלה בין 1 ל-5 בהתאם למידת תרומתם הפוטנציאלית לשימור המגוון הביולוגי ולקישוריות אקולוגית במרחב. המודל כלל הבחנה בין מוקדים בעלי ערכיות גבוהה לבין אזורים בנויים בעלי ערכיות נמוכה. לבסוף, שולבו שכבות הרגישות לסחף קרקע והערכיות האקולוגית לכדי **מודל רגישות משולב**, המאפשר להבין את רמת הרגישות הכוללת של אזורים שונים במרחב. מודל זה שימש בסיס לתיעודף אזורים, זיהוי מוקדים קריטיים ולהתאמת פתרונות ייעודיים – תוך הבחנה בין אזורים שבהם נדרש מענה הנדסי ממוקד, לבין אזורים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה, בהם נכון ליישם פתרונות מבוססי טבע התומכים גם בשמירה על המגוון הביולוגי.

2. גיבוש סל פתרונות לצמצום סחף קרקע ונגר מהשטחים החקלאיים אל ערוצי הנחלים, בהתבסס על גישות מוכרות של פתרונות מבוססי טבע. בין הפתרונות: ביסוס רצועות חיץ, ייצוב קרקע בערוצונים ובתעלות ניקוז, וזריעת צמחיית כיסוי בשטחי מטעים. לצורך בחינת יעילות של אחד הפתרונות, נבחרו שני אתרי פיילוט באזור כפר מנחם: מטע שקדים סמוך לנחל ברקאי ושטח גד"ש בקרבת נחל רי"ף. בשני האתרים הוקמו רצועות חיץ מצומח מקומי, עשבוני ומעוצה, שמטרתן להפחית את סחף הקרקע וזליגת מזהמים אל הנחלים. הערכת היעילות בוצעה באמצעות מדידת סחף בעזרת פני סחיפה.

3. תובנות ביניים, על בסיס ניסיונם של שני הפיילוטס, עולות מספר המלצות לשיפור היישום בשטח.

עיתוי השתילה, מומלץ לבצע את השתילות לאחר עונת הגשמים, כאשר הקרקע רוויה והצומח הרודראלי נמצא בשפל, כדי לצמצם תחרות על אור, מים ומקום. **סימון ותיחום,** לסימון הפיילוטס בשטח יש חשיבות גבוהה – הן להגנה מפני כניסת מטיילים ורכבים חקלאיים, והן לשמירה על השתילים ולתחזוקה יעילה. **מערכת השקיה,** לאור הקושי התפעולי בכיסוח ליד עמודי השקיה קבועים, עולה הצורך לשקול פתרון של השקיה עילית (בהמטרה), במקום מערכות קרקעיות קבועות. **בחינת יעילות,** בשל הזמן שנדרש להתבססות צומח מקומי, הערכת הצלחת הטיפול תתבצע בשלבים: תחילה תבחן קליטת השתילים ורק לאחר מכן תיבדק השפעתם על צמצום סחף. **ישימות כלכלית,** עלויות ההקמה של רצועות חיץ הכוללות שתילות, השקיה ותחזוקה שוטפת הן גבוהות. לכן, בפרויקטים עתידיים ייתכן וכדאי לשקול חלופות בעלות תחזוקה נמוכה יותר, כגון הפסקת ריסוסים וסימון רצועות באמצעות עצים מקומיים בודדים.

1. מבוא

צבר קמה הינה אגודה שיתופית חקלאית המורכבת מ-7 קיבוצים ומושבים (רבדים, כפר מנחם, צובה, קריית ענבים, מעלה החמישה, תימורים, שורש) המחזיקה ומנהלת שטחים חקלאים בשטח של 30,000 דונמים באזור שפלת יהודה והרי ירושלים. בחלקים נרחבים של השטח מתנהלת פעילות חקלאית אינטנסיבית הכוללת גד"ש עם מחזור גידולים רב שנתי הכולל גידולי חיטה, כותנה, וירקות. בנוסף, חלק מהשטח משמש לגידולי פרסנים ומטעים נשירים שונים. השטח כולו מעובד בעיבוד אינטנסיבי הכולל חריש, דיסק, לעיתים שיטוח עם ארגז ושימוש בחומרי הדברה נגד עשבים ונגד מזיקים בהתאם לצורך.

בתחומי צבר קמה עוברים 2 ערוצי נחל מרכזיים- נחל תמנה מצפון ונחל ברקאי מדרום, אשר מנוהלים ע"י רשות ניקוז ונחלים שורק- לכיש. בהסתכלות מרחבית, נחל תמנה הינו נחל ערכי מאוד, שופע מעיינות וזרימה טבעית לאורך כל השנה. נחל תמנה נשפך לנחל שורק, אשר מהווה נחל משמעותי שבמורד שלו אזורים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה, כמו גן לאומי שפך השורק. בעונת ההצפה, הזרימות בנחל מהוות אתגר עבור הישובים והתשתיות במורד ולכן יש חשיבות גדולה בקטימה של שיאי הנגר באירועי הצפה- הן למטרות של ניהול נגר והגנה מנזקי שיטפונות והן לצרכי הגנה על המגוון הביולוגי בנחלים. בהסתכלות מקומית, העיבוד האינטנסיבי של השטח, ביחד עם הטופוגרפיה וערוצי הנחלים החוצים את השטחים החקלאיים, גורמים לסחף קרקע ולנגר רב הזורם מהשטח החקלאי ומגיע אל ערוצי הנחלים. פעולות אלו מובילות לאובדן קרקע, הצטברות סחף הגורמת לסתימת הערוץ, לפגיעה בתפקוד הנחל, ולסתימת מאגרים במורד הנחל כמו גם לזרימה של מזהמים מהשטח החקלאי אל המערכת הטבעית של הנחלים. כתוצאה ניתן לראות השפעה נרחבת על המערכת האקולוגית של בתי הגידול הלחים התומכת במגוון ביולוגי רחב של חי וצומח אקוטי, נדיר בחלקו, מערכת המושכת בע"ח יבשתיים רבים העושים בהם שימוש לתנועה במרחב, תזונה, שתייה ורבייה. טיפול בהשפעות אלו של סחף הקרקע דורש תשומות כלכליות רבות, הן מצד המגדלים והן מצד רשות הניקוז. בנוסף, כחלק מפעילות הכנת השטח לזריעת החורף מבצע החקלאי מילוי של ערוצים שנפגעו בשדה. הליך זה יקר בשעות עבודה ובפעילות של כלים כבדים, אך בשל חסיפת הקרקע המתרחשת מדי שנה הרי שהליך זה איננו יעיל והוא "בזבזני" בקרקע.

מטרת הפרויקט, המבוצע במסגרת מיזם טבעיז, המשותף לחברה להגנת הטבע ולמשרד להגנת הסביבה, הינה **הצגת מתודולוגיה לבניית תכנית אגנית לצמצום סחף קרקע וזליגת מזהמים מהשטח החקלאי לנחלים**. הפרויקט מתוכנן להתבצע בחלקים של שני אגני ניקוז: אגן נחל תמנה (שטח של כ-15 קמ"ר) ואגן נחל ברקאי (שטח של כ-30 קמ"ר). שלבי הפרויקט:

- א. **בניית מתודולוגיה מוסכמת** לשילוב פתרונות מבוססי טבע לצמצום סחף הקרקע וזליגת המזהמים לנחלים תוך שיפור התפקוד של המגוון הביולוגי במרחב החקלאי, והתחשבות בצרכי החקלאי וניהול הנגר. שלב זה כלל את המרכיבים הבאים: 1. בניית מודל לזיהוי אזורים רגישים (אקולוגית והידרולוגית) בהם קיימת בעיית סחף קרקע; 2. תיעודף אזורים לטיפול על פי המודל; 3. הרכבת סל פתרונות רלוונטיים (מתוך הפתרונות הקיימים היום); 4. התאמת פתרונות לכל אחד מהאזורים ומיקומם במרחב.

ב. **ביצוע פיילוטים** לבחינת יעילות פתרונות מבוססי טבע בעצירה של סחף קרקע ומזהמים מהמערכת החקלאית לנחלים. הפיילוטים כללו הקמה ושיקום רצועות חיץ בגדות נחלים. במסגרת עבודות התחזוקה של רשות הניקוז, בוצע פיילוט של סוללת ריסון להשהיית נגר בתחום השדה החקלאי.

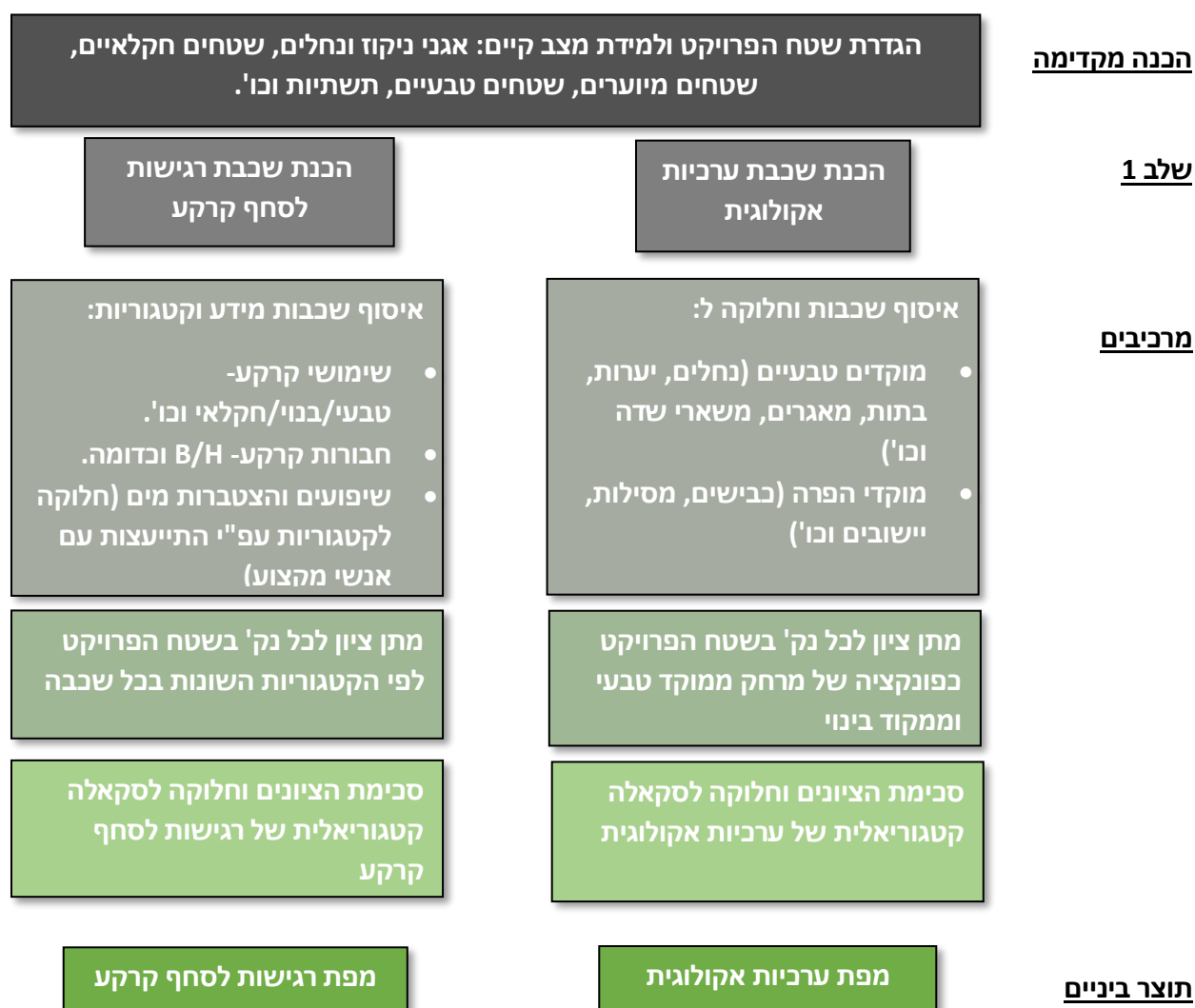
ג. **שימוש במתודולוגיה** לשם בניית תכנית אגנית לניהול נגר וצמצום סחף קרקע ומזהמים עבור האגן הנבחר. שלב זה יבוצע ע"י בעלי תפקידים ברשות הניקוז אשר אמונים על תכנון וביצוע של תכנית אגנית בתחומם.

המתודולוגיה שתוצג במסמך זה תוכל להוות כלי יישומי עבור מתכננים של רשויות ניקוז ומנהלי שטח נוספים, אשר יוכלו להטמיע את עקרונות התכנית באגני נחלים במרחב הארץ.

2. מודל רגישות משולב

כיום קיימים מודלים רבים אשר מכמתים היקפים של אובדן קרקע בשטחים פתוחים מעובדים. מודל נפוץ כזה הוא מודל RUSLE-IL, אשר פותח וגובש במקור בארה"ב ועבר התאמה לתנאים בישראל, ע"י חוקרים בתחנה לחקר הסחף. כמו כן, קיימות מתודות רבות לאמוד את מידת הערכיות האקולוגית של השטחים הפתוחים, כמו אלה שפותחו ע"י מכון דש"א ומופיעים בסקרים שונים. בפרויקט שלנו, אשר מתמקד בממשק בין שטחים חקלאיים למערכות נחלים, ראינו לנכון לשלב בין היבטים של רגישות לסחף קרקע לאלה של ערכיות אקולוגית, לאור התלות הגבוהה בין השניים (הוסבר במבוא). בפרק זה ישנו פירוט על מתודולוגית בניית המודל המשולב, אשר מטמיעה עקרונות ממודלים קיימים תוך ביצוע התאמות.

איור 1- שלבי הכנת מודל למיפוי אזורי רגישות לסחף וערכיות אקולוגית



שילוב 2 שכבות המידע שהתקבלו ליצירת מודל רגישות משולב

שלב 2

מפת רגישות משולבת

תוצר סופי

2.1 רגישות לסחף קרקע

רגישות לסחף קרקע בשטח התוכנית מקורה בעיקר בשיטות העיבוד הכרוכות בחקלאות אינטנסיבית (דיסק, פילוח, חריש) אשר פוגעות במבנה הקרקע ומורידות את ערכי החידור שלה, ובכך מגדילות את כמויות הנגר והסחף, בנוסף להשאת קרקע חשופה מכיסוי צמחי במשך חלק ניכר מתקופת השנה. על מנת שניתן יהיה לדייק את אזורי הרגישות ולהבין את הפתרונות הפוטנציאליים לטיפול בתופעה, תחילה נאספו ועובדו השכבות הבאות:

1. **שימושי קרקע (מפה 1):** שטח הפרויקט חולק למספר שימושי שונים: בנוי/מופר, שטח חקלאי- גד"ש, שטח חקלאי- מטע ושטח טבעי (כלל משארי שדה, שטחי יער חרובית ואת ערוצי הנחלים).
2. **חבורות קרקע:** מתוך שכבת קרקעות של המכון הגיאולוגי, שנת 2021. קרקעות קלות (חבורות קרקע E,B) מכילות אחוז גבוה של חול (חלקיקים גסים בעלי כושר היקשרות נמוך) ובהן הנטייה לסחף גבוהה יותר. קרקעות כבדות (חבורות H), מכילות אחוז גבוה של חרסית (חלקיקים קטנים בעלי כושר היקשרות גבוה) ובהן הנטייה לסחף נמוכה יותר. מקור המינוחים הינו מנקודת מבט חקלאית- קרקעות קלות הן כאלה שנוחות יותר לעיבוד ובעלות התנגדות מכנית קטנה יותר לפעולות מחרשה (בהשוואה לקרקע חרסיתית).
3. **שיפועים (מפה 2):** שכבה שהופקה על בסיס LIDAR ראסטרי ברזולוציה של 1X1 מטר. יחידות השכבה הן במעלות. הנחת הבסיס היא שאזורים בעלי שיפוע גבוה יהיו אזורי מקור/הסעה של סחף, שיכולה לגרום להתחתרות ועירוצים הן בגדות הנחלים והן בלב השטחים החקלאיים.
4. **הצטברות מים / Flow Accumulation (מפה 3):** שכבה זו מופקת על בסיס שכבת השיפועים שצוינה בסעיף 3 (באמצעות כלים ב- GIS), והיא המציגה את מספר המטרים הרבועים המתנקזים לכל מטר רבוע בראסטר. הצטברות מים גבוהה מעידה על פוטנציאל גבוה לסחף.

ציוני רגישות לסחף קרקע – בשלב הראשון, כל קטגוריה/ טווח ערכים בתוך כל שכבה קיבלו ציון מ-1 עד 5, כאשר 1 מבטא רגישות נמוכה ביותר לסחף, ו-5 רגישות גבוהה ביותר לסחף. לאחר קבלת תוצר ראשוני, בוצעו התאמות. למשל ניתן ציון שלילי לשטח טבעי, מתוך הבנה שאזורים אלו הינם בעלי אחוז תכסית צמחי גבוה אשר מסייע בקליטה של משקעים ונגר. הציונים מוצגים בטבלה הבאה:

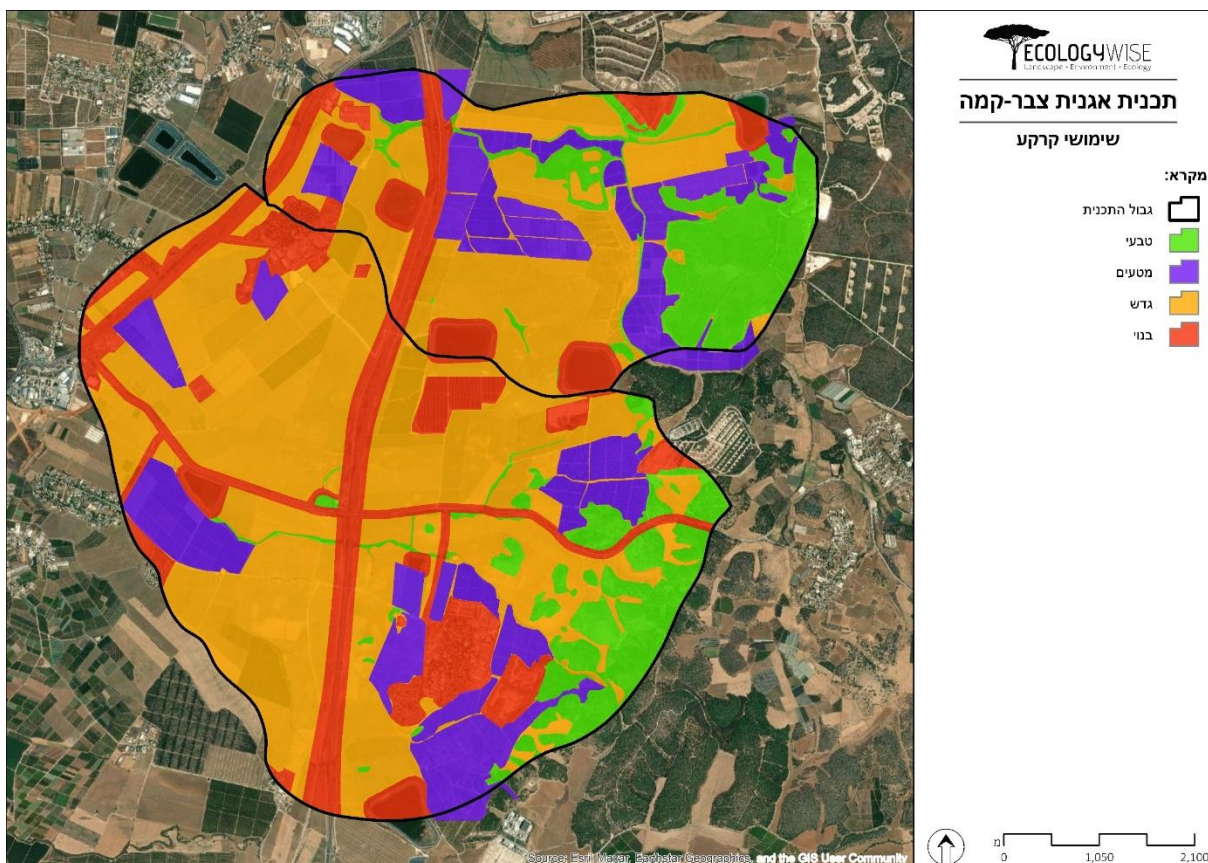
טבלה 1- ציוני רגישות לסחף קרקע עפ"י קטגוריות

שכבה	קטגוריות וציון
שימושי קרקע	שטח טבעי: 3- מטעים עם גידולי שירות: 3 גידולי שדה: 5
חבורות קרקע	חבורה H: 1 חבורה B: 2
שיפועים (במעלות)	1: 0-6 3: 6-10 5: >10
הצטברות מים	1 – 0-5,000 3 – 5,000-10,000,000 (*באפר של 2 מ"ר) - 5 > 10,000,000 (*באפר של 10 מ"ר) -

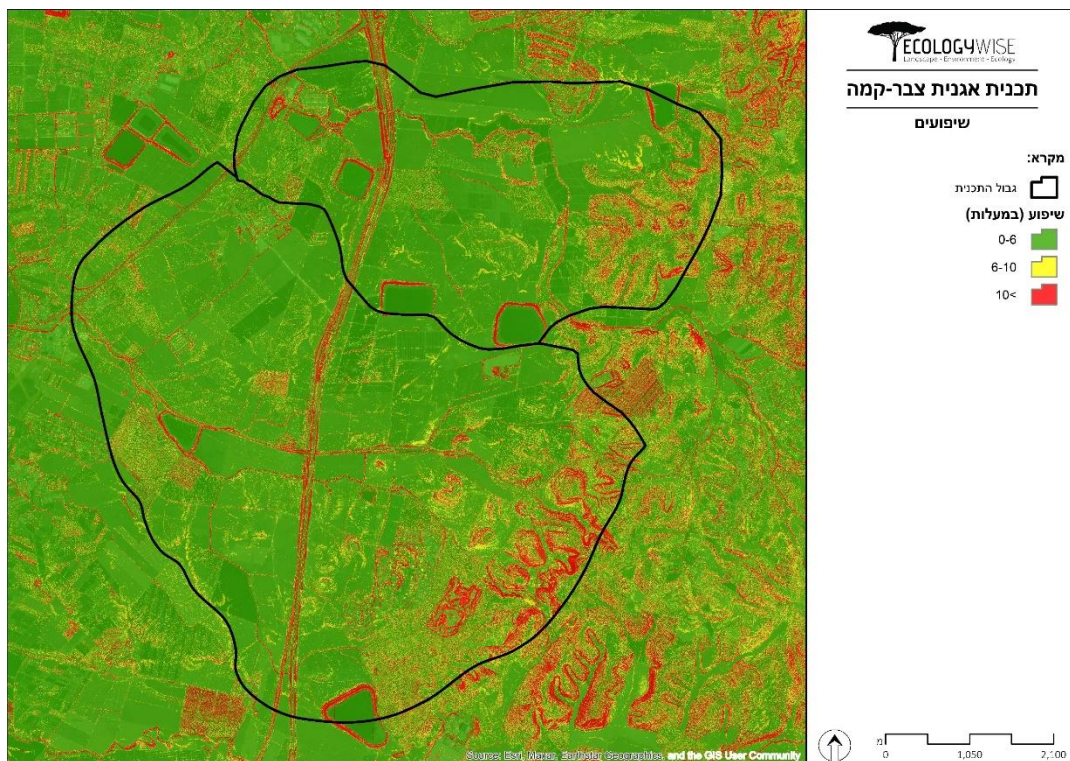
* באופן אוטומטי המודל מייצר תוואי של הצטברות מים ברוחב 1 מ"ר. מטרת הבאפר הייתה לתת רוחב לרצועות הנחלים, מכיוון שלא מדובר בישות קווית.

לבסוף, נעשה שקלול של כלל השכבות, על מנת ליצור מפת רגישות לסחף קרקע (מפה 4). ניתנו משקלים זהים לשימושי קרקע, שיפועים והצטברות מים. משקל נמוך יותר ניתן לחבורות קרקע (קיבל ציונים של 1 או 2 ולא ציונים שנעים בין 1-5), מתוך הבנה שמידת ההשפעה של מדד זה על מידת רגישות לסחף הינה מינורית ביחס לשאר המדדים (בהתייחסות עם יואב שרפי, מנהל מחלקת תכנון וסביבה ברשות ניקוז ונחלים שורק-לכיש).

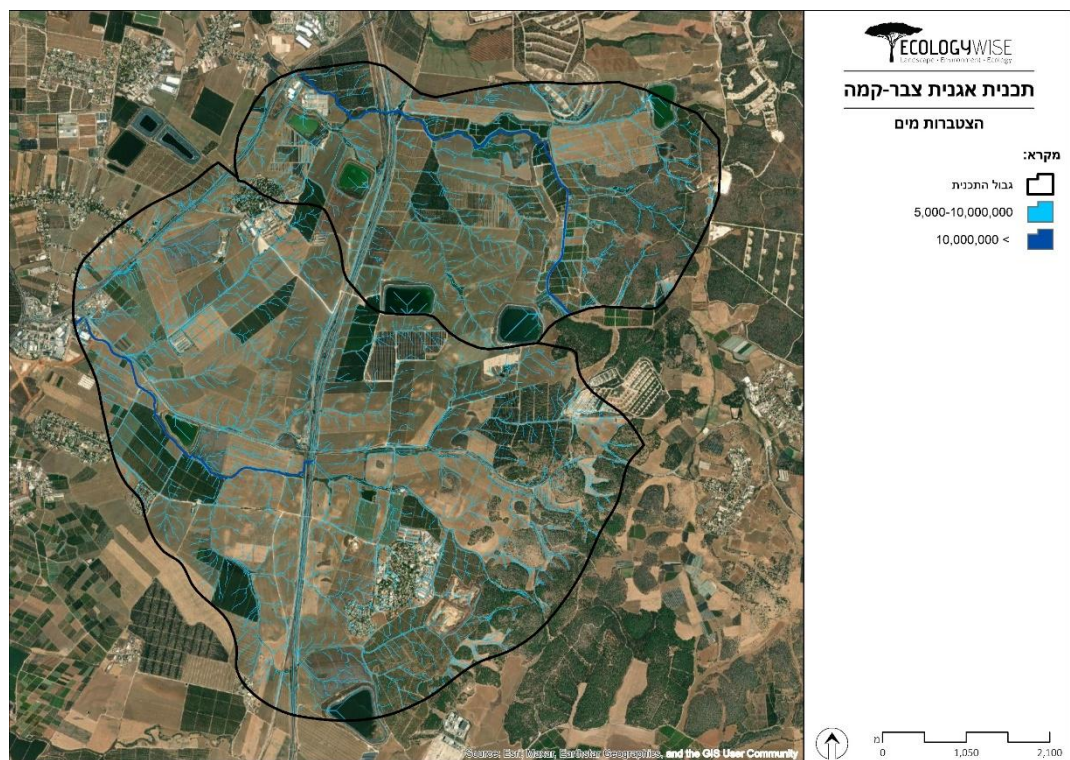
תוצרי המיפוי:



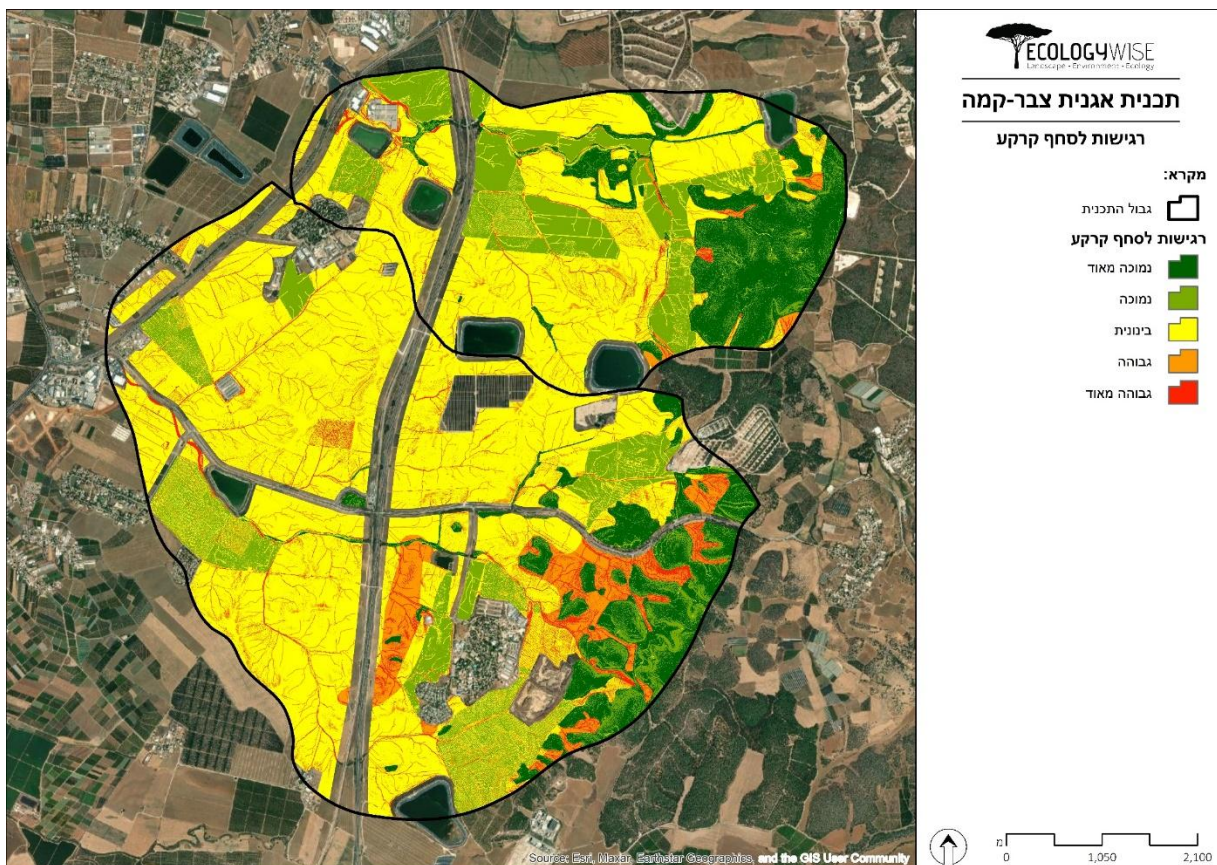
מפה 1- מפת שימושי קרקע שונים בתחום הפרויקט



מפה 2- מפת ניתוח שיפועים (במעלות) בתחום הפרויקט וסביבתו



מפה 3- מפת ניתוח flow accumulation בתחום הפרויקט. לצורך פישוט התצוגה, התייחסנו רק לערוצים אשר מנקזים מעל 5,000 קו"ב למטר.



מפה 4- מפת רגישות לסחף קרקע בתחום הפרויקט

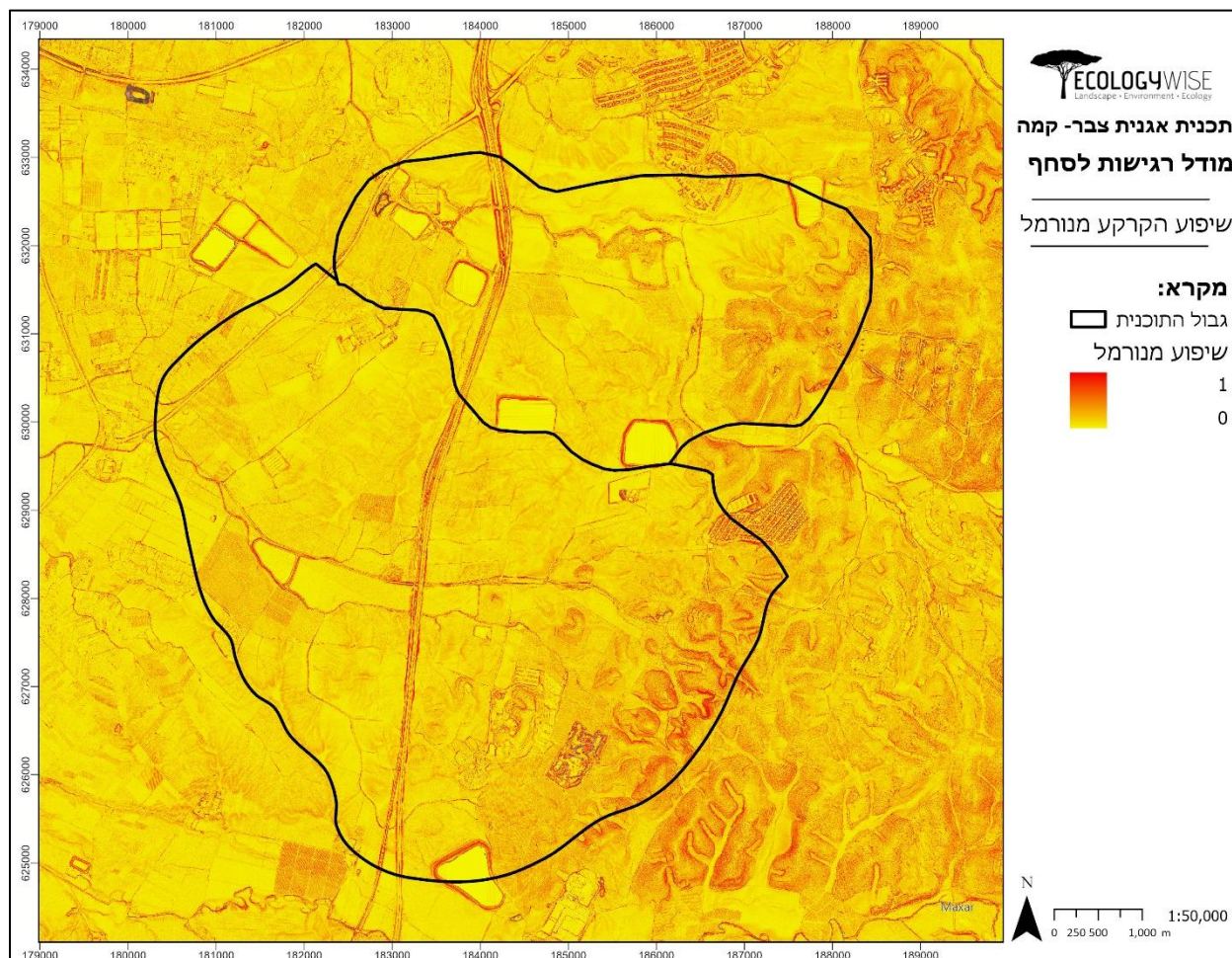
עפ"י מפת הרגישות המשוקללת, ניתן לראות כי האזור המזרחי אשר מאופיין בשטחים טבעיים, הינו ברגישות לסחף נמוכה לעומת שאר שטח הפרויקט אשר הינו ברגישות בינונית עד גבוהה מאוד.

בשלב זה, לאחר התייעצות עם יואב שרפי מרשות ניקוז ונחל שורק-לכיש, הוחלט לדייק את מפת הרגישות לסחף (מפה 4). מפת הרגישות הקודמת הורכבה מסכימה קטגוראלית, המספקת ראייה כללית, אך "מאבדת" הרבה מידע שנמצא בתוך כל קטגוריה ובפרט את השונות בתוך מרחב הגידולים החקלאיים. עפ"י יואב, בטווחי הביניים טמונות הסוגיות האמיתיות של ניהול נגר וטיפול בסוגיות סחף. כדי לא לאבד מידע זה, הוחלט לייצר מדד רציף של רגישות לסחף, אשר יורכב משילוב בין 2 שכבות מידע בלבד: **שיפועים והצטברות מים**. להלן השלבים לניתוח מדד רגישות רציף:

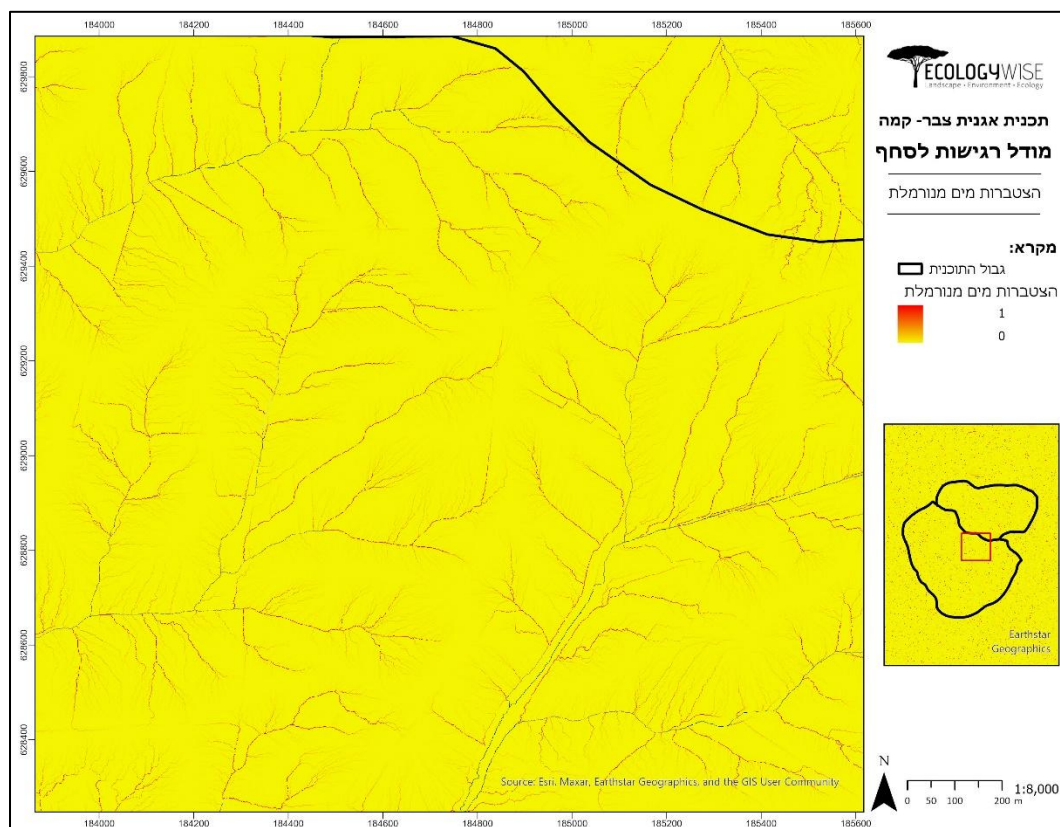
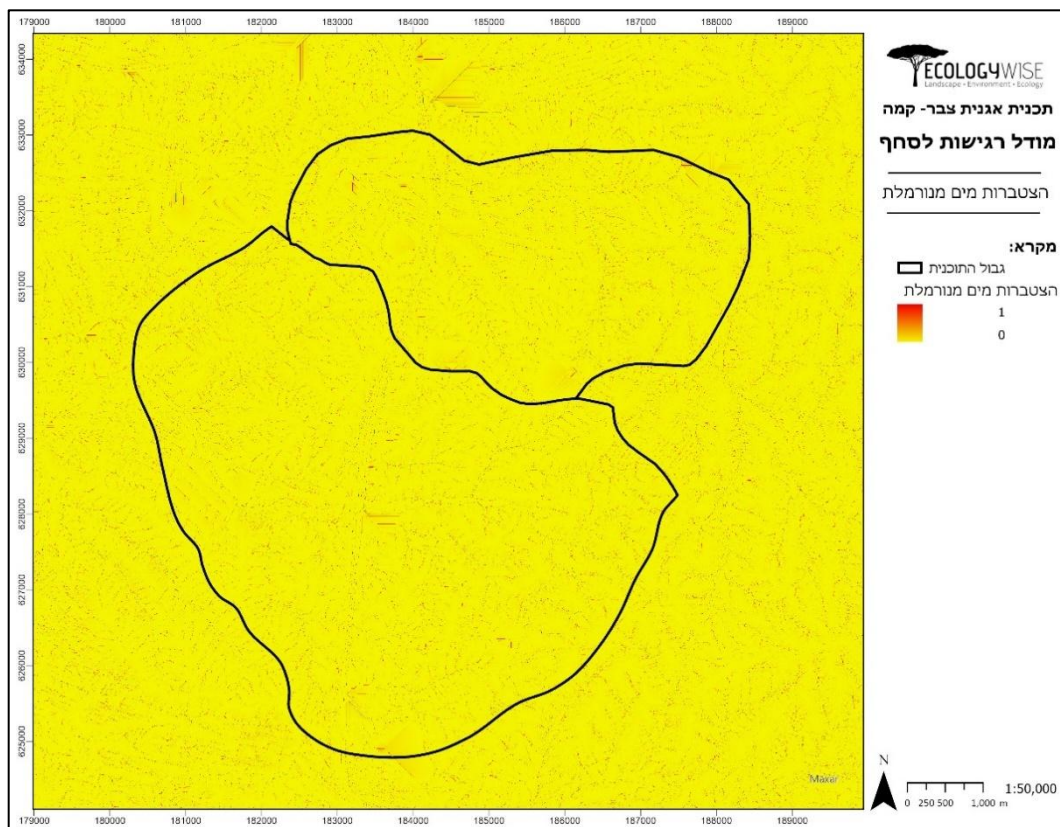
א. הורדת ערכי קיצון- כדי שניתן יהיה להתמקד באגנים קטנים בתוך השדות החקלאיים, הוסרו ערכי שיפוע גבוהים מ- 30% וערכי הצטברות מים גבוהים מ- 100,000 מ"ר. פעולה זו בעצם הסירה מהמיפוי את הנחלים הראשיים (תמנה וברקאי). ערכי סף אלו נקבעו בשיתוף עם יואב שרפי.

ב. נרמול של 2 המדדים (שיפוע והצטברות מים) ליחידות זהות בין 0-1, על מנת שניתן יהיה לחבר ביניהם (מפות 5,6,7).

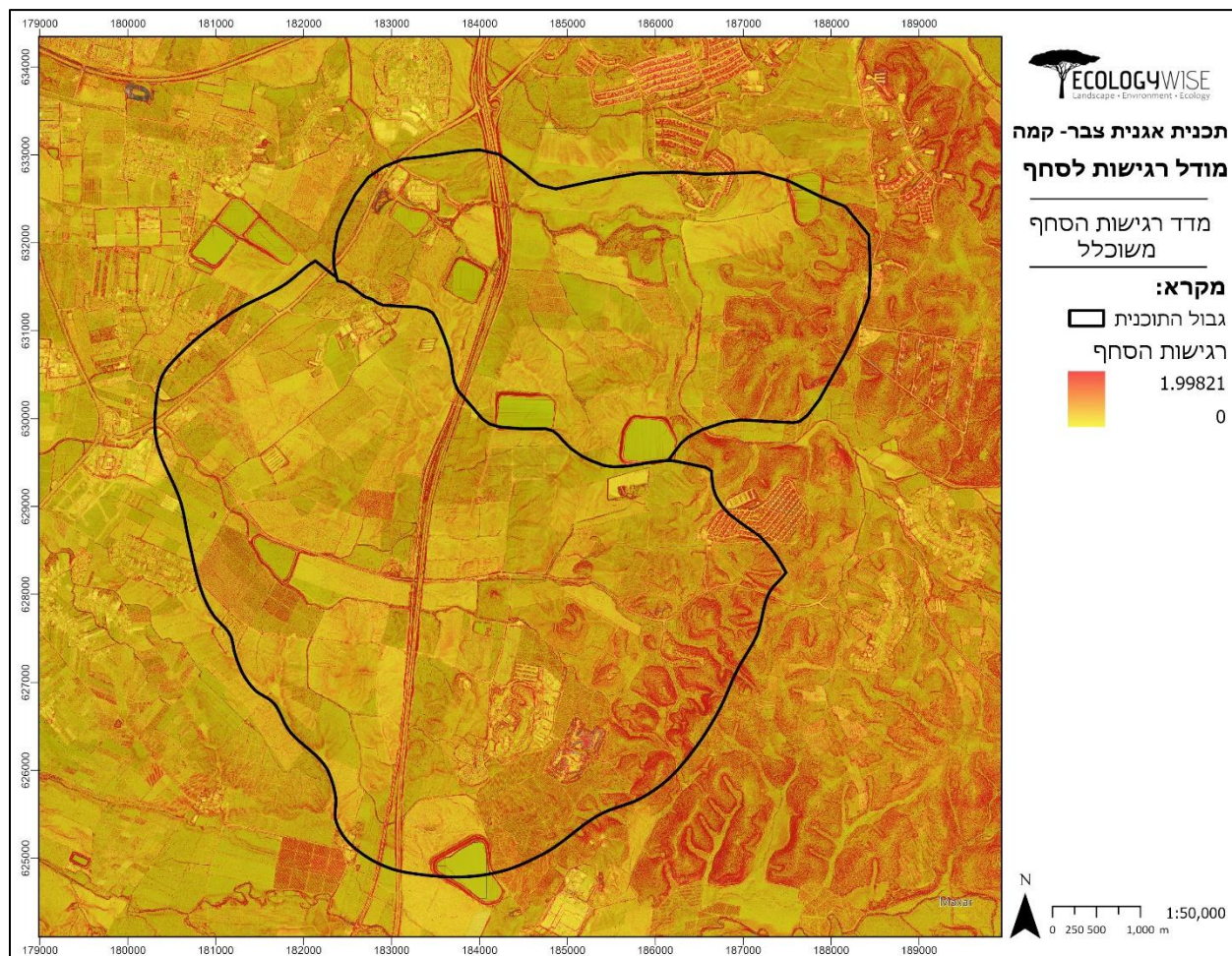
ג. חיבור בין 2 המדדים אשר יצר מדד רגישות משוקלל (מפה 8). לכל נקודה בראסטר ניתן ציון רגישות לסחף וניתן לדעת כמה כל מדד השפיע על הציון הכולל.



מפה 5- ניתוח שיפועים במרחב הפרויקט לאחר הורדת ערכי קיצון ונרמול לטווחים של 0-1.

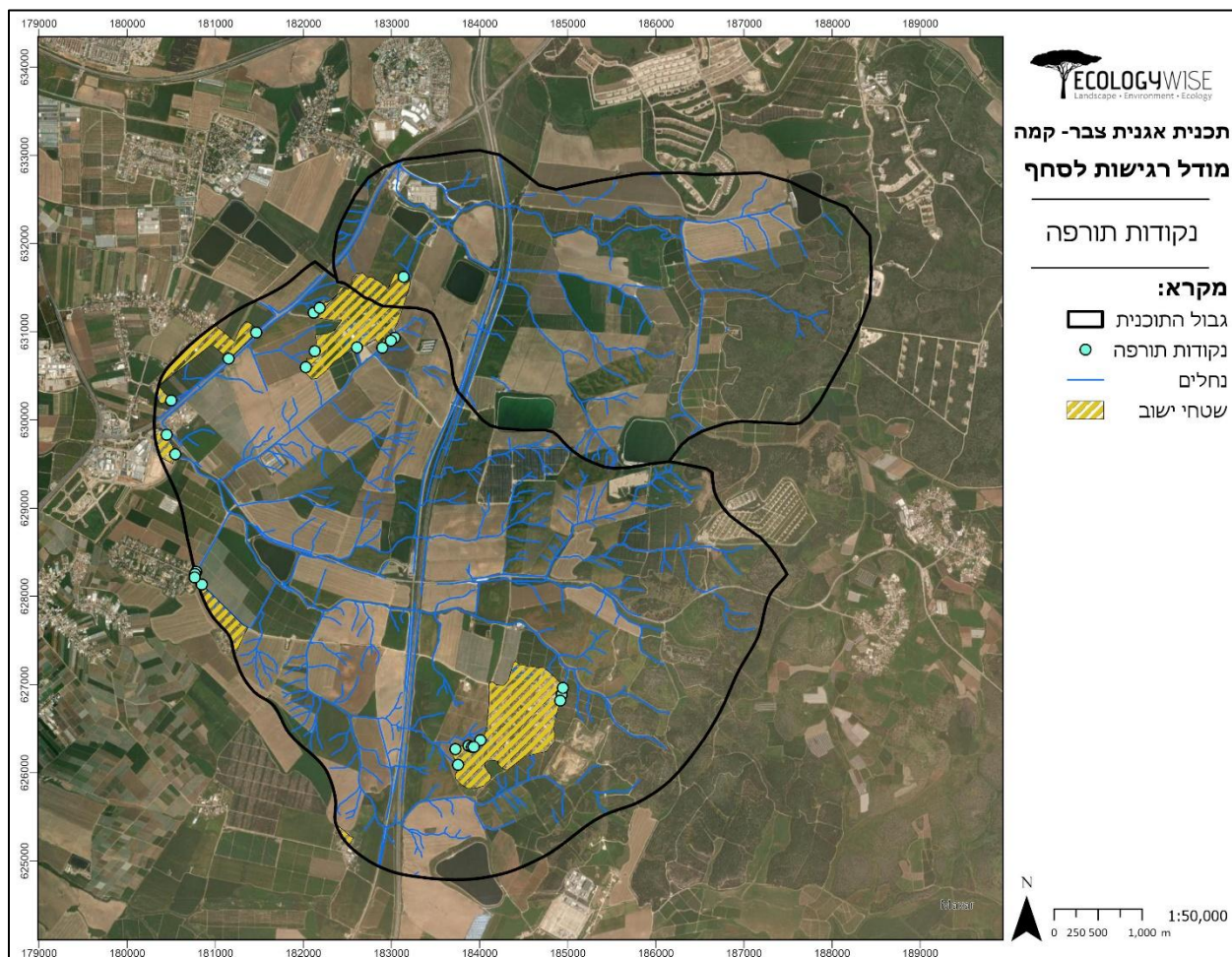


מפות 6,7- ניתוח הצטברות מים במרחב הפרויקט לאחר הורדת ערכי קיצון ונרמול לטווחים של 0-1. מפה תחתונה היא בזום- אין.



מפה 8- מפה המשלבת בין מדדי השיפוע והצטברות מים לממד רגישות מאוחד

אנליזה נוספת שבוצעה היא ניתוח נקודות "תורפה" באזור החיתוך בין שכבת היישובים לשכבת הנחלים והערוצים (מפה 9). בנקודות אלו, ישנה כניסה/יציאה של נגר אשר יכול לגרום לאירועי הצפה/סחף כתלות בכיוון הזרימה. לכן, יש להסב תשומת לב מרבית לנקודות אלו, מתוך ידיעה שהן מוקדי טיפול פוטנציאליים משמעותיים. תוצר ניתוח זה הינו שכבה נקודתית, ללא ניתוח כמותי.



מפה 9- ניתוח נקודותי של אתרי "תורפה" אשר מהוות אתרי טיפול פוטנציאליים

אנליזות אלו בוצעו על מנת לסייע בתהליך בחירת כלי אפקטיבי לניהול סחף ונגר, בראייה הידרולוגית/ניקוזית בלבד. שלב נוסף, אשר חייב להתבצע בשיתוף פעולה מול מנהל הגד"ש, הוא איתור נקודות שבהן התרחשה סחיפה בפועל. מיפוי זה יספק תיקוף ודיוק של המודל התיאורטי לאור מה שקורה בשטח ולכן הינו בעל חשיבות גבוהה. שלב זה מתבצע בזמן העונה הגשומה ובסופה.

2.2 ערכיות אקולוגית

שטח הפרויקט מכיל בעיקרו שטחים חקלאיים אשר חוצים אותם שני נחלים עיקריים: נחל תמנה בחלקו הצפוני ונחל ברקאי בחלקו הדרומי. פרט לשטחים החקלאיים ולנחלים, שזורים בו מספר מרכיבים נוספים: שטחים טבעיים (כולל שמורת טבע מאושרת "תל מקנה- נחל תמנה"), מאגרי קולחין, תשתיות (כבישים, פסי רכבת) ויישובים. על מנת לייצר שכבה של ערכיות אקולוגית, תחילה יש לזהות את המרכיבים בתא השטח אשר מהווים את המוקדים בעלי הערכיות האקולוגית הגבוהה ביותר והערכיות האקולוגית הנמוכה ביותר. מוקדים אלה מהווים ליבות להערכת ערכיות אקולוגית של כלל השטח הנתון.

ישנם מרכיבים אשר תרומתם האקולוגית ברורה לדוגמת הנחלים והכתמים הטבעיים:

- **נחלים.** הנחלים מהווים בית גידול הטרוגני ומסדרון מקומי עבור מיני צומח ובע"ח. נחלים אלה מאפשרים קישוריות רחב (בציר מזרח-מערב) ומאפשרים קיום של מגוון בתי גידול ומגוון מינים, גם במתווה החקלאי האינטנסיבי בו עוברים.
- **שטחים הטבעיים.** נמצאים בעיקר בחלקו המזרחי של שטח הפרויקט, מהווים בתי גידול נרחבים בעלי טיפוס צומח מגוונים כמו: בתה, חורש, יער נטוע (לא טבעי אבל נכנס לקטגוריה לאור ערכיותו הגבוהה). השכבה הוכנה על בסיס שכתב טיפוס צומח של סקר צפית של מכון דש"א, 2011). כמו כן, שטחים אלה נכללים בגבולות מסדרון אקולוגי משמעותי בשפלת יהודה, המחבר בין חבל יהודה למישור החוף הדרומי.
- **משארי שדה.** פרט לשטחים הטבעיים הנרחבים, מופו מספר משארי שדה נקודתיים, אשר בעלי פוטנציאל להוות "אבני קפיצה" אקולוגיים. קיומם מסייע בצמצום הקיטוע של השטחים הפתוחים והם מהווים בתי גידול פוטנציאלי עבור מיני צומח ייחודיים, מיני זוחלים ופרוקי רגליים. קיים קשר ישיר בין גודל משאר שדה לבין רמת ערכיותו.

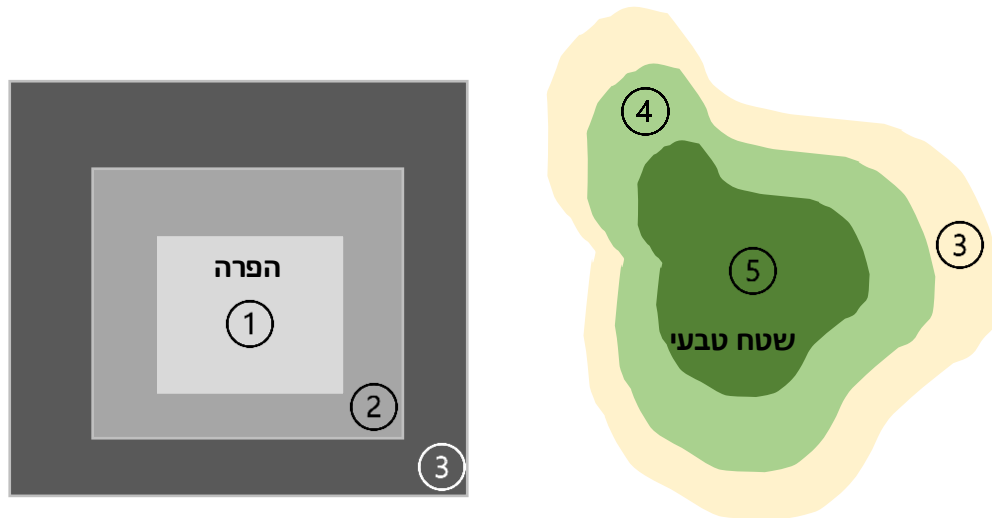
המרכיבים הללו הם בעלי הערכיות האקולוגית הגבוהה ביותר בשטחי הפרויקט.

בנוסף, בשטח הפרויקט ישנם מספר **מאגרים מלאכותיים**. ערכיותם האקולוגית של מאגרי הקולחין מתבטאת בהיותם מוקד משיכה מרכזי עבור עופות נודדים, חורפים ומקייצים. צמחיית בר שסביבם מספקת לעופות מים, לציפורי שיר, לציפורים דורסות ולבעלי חיים נוספים מזון, מסתור, צל ועוד. הצמחייה מהווה בית גידול טבעי ועשיר, בניגוד למונוקולטורה של השדות החקלאיים. המאגרים הינם בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה, אך נמוכה מזו של הנחלים והכתמים הטבעיים. אולם, מאגרים אלה מצויים בתהליך של אינטנסיפיקציה, המתבטא בציפוי פלסטיק (במקום קרקע חרסית), הקמת פאנלים סולריים בגדות המאגר וכד'. פעולות אלה צפויות לפגוע בתפקוד האקולוגי של המאגרים.

לצד האלמנטים הטבעיים שצוינו, ישנו בינוי לסוגיו שמהווה הרס של בתי הגידול כולל: **כבישים, מסילות רכבת ויישובים**. בנוסף, בינוי ותשתיות אלה יוצרות קיטוע במרחב ובעלי השפעות שוליים נרחבות (זיהום אור, זיהום רעש, גידור, סכנת דריסות והתנגשויות). על כן רכיבים הללו הם בעלי הערכיות האקולוגית הנמוכה ביותר.

ההתייחסות לערכיות השטחים החקלאים אינה חד-חד ערכית כפי שהיא הוגדרה בשטחים הטבעיים והבנויים, והיא תלויה בין היתר בפונקציית המרחק שלהם מאותם שטחים. שטח פתוח רציף, גם כאשר מדובר בשטח חקלאי מעובד, הוא בעל חשיבות רבה. שטחים נרחבים מאפשרים תנועה רחבה יותר של בע"ח, נקודות מסתור, מזון מגוון ועוד. כמו כן, שטחים חקלאיים מהווים מעין "חיץ" עבור השטחים הטבעיים והגנה מפני השפעות שוליים (יותר רלוונטי עבור מטעים מאשר שטחי גד"ש אשר נוטים להיות מרוססים באופן אינטנסיבי). תמיכה בשטחים חקלאיים הסמוכים לאזורים ערכיים טבעיים יכולה לשפר את אותה הקישוריות וליצור אבני קפיצה ותמיכה במגוון הביולוגי המקומי. סיווג רמת הערכיות עבור השטחים החקלאיים התבסס על מודל לבחינת רצף השטחים הפתוחים (Levin et al., 2007) שפותח במכון דש"א, המעריך את השפעת התשתיות המרחביות והקוויות על כל תא שטח נתון. לכל נקודה בשטח חושב "ערך רצף", על פי קטגוריות מרחק של אותה נקודה מיישובים, כבישים או מסילות רכבת. ככל שהמרחק מרכיבים אלה גדול יותר, הוערך השטח הפתוח כאיכותי יותר. הערכת ההשפעה של השטחים הטבעיים על השטח החקלאי חולקה לקטגוריות מרחק התלויות בגודל השטח הטבעי. על מנת לערוך מיפוי של ערכיות השטחים בתחום הפרויקט, חושבה עבור על נקודה "רמת ערכיות", על פי המרחק המשוקלל של אותה נקודה הן ממוקדים טבעיים והן ממוקדי בינוי והפרה. סקלת ערכיות: 5- ערכיות גבוהה ביותר, 1- ערכיות נמוכה ביותר. קרבה לשטחים טבעיים מעלה את רמת ערכיות בעוד שהקרבה למוקדי הפרה מורידה אותה (איור 2 למטה).

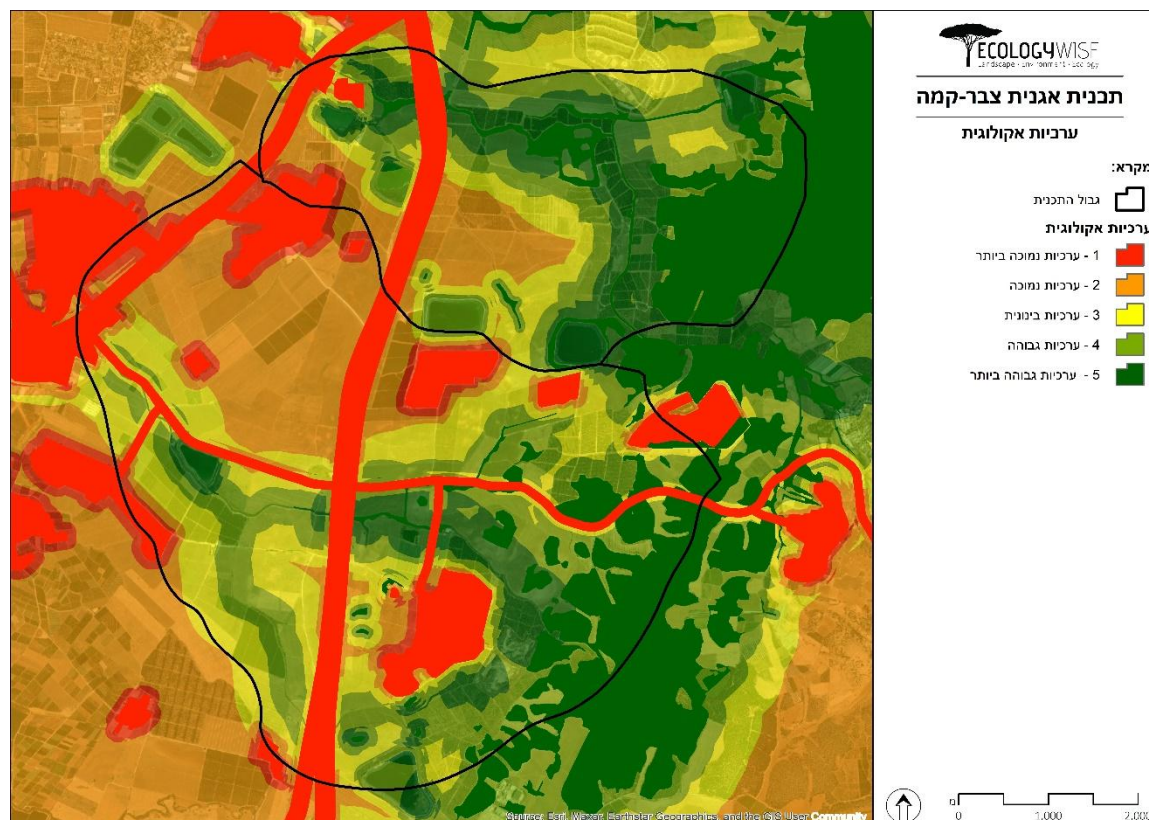
איור 2- מוקדים טבעיים מול מוקדי הפרה, איור סכמטי. ערכיות השטח עולה ככל שמתקרבים למוקד טבעי וככל שמתרחקים ממוקד הפרה.



טבלה 2- ציונים עבור ערכיות אקולוגית לפי קטגוריות וטווחים

מוקדים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה	טווח במטרים וציון	מוקדים בעלי ערכיות אקולוגית נמוכה	טווח במטרים וציון
נחלים < 30 דונם נחל תמנה, נחל ברקאי, נחל הריף	5 : 0-10 4 : 10-200 3 : 200-400 2 : 400-600 1 : 600 והלאה	כבישים ראשיים כביש 3, כביש 6, מסילת רכבת	1 : 0-10 2 : 10-50 3 : 50-100 4 : 100-150 5 : 150 והלאה
שטחים טבעיים < 30 דונם	מוקד טבעי: 5 4 : 0-200 3 : 200-400 2 : 400-600 1 : 600 והלאה	כבישים משניים כביש 383	1 : 0-5 2 : 5-50 3 : 50-100 5 : 100 והלאה
משאר שדה/מאגר > 30 דונם	משאר/מאגר: 5 4 : 0-50 3 : 50-100 2 : 100-150 1 : 150 והלאה	יישובים ושטחים בנויים כפר מנחם, רבדים, חוות סולריות, חממות	מוקד הפרה: 1 2 : 0-50 3 : 50-100 4 : 100-150 5 : 150 והלאה

המפה הבאה (מפה 10) מציגה ערכיות אקולוגית בשטחי צבר קמה. המפה מציגה מודל מתוקן, לאחר נתינת ערכיות גבוהה מוחלטת למוקדים הטבעיים (הנחלים והשטחים הטבעיים הגדולים מ-30 דונם), וערכיות נמוכה מוחלטת למוקדי הבינוי (בבשים, מסילות, יישובים וכו'). לפי המיפוי ניתן לראות בבירור כי האזור המזרחי של המפה הינו בעל ערכיות אקולוגית גבוהה יותר, לעומת האזור הצפון-מערבי. הדבר נובע מנוכחות גבוהה של שטחים טבעיים המעניקים לשטחי החקלאות הסמוכים ערכיות אקולוגית גבוהה.

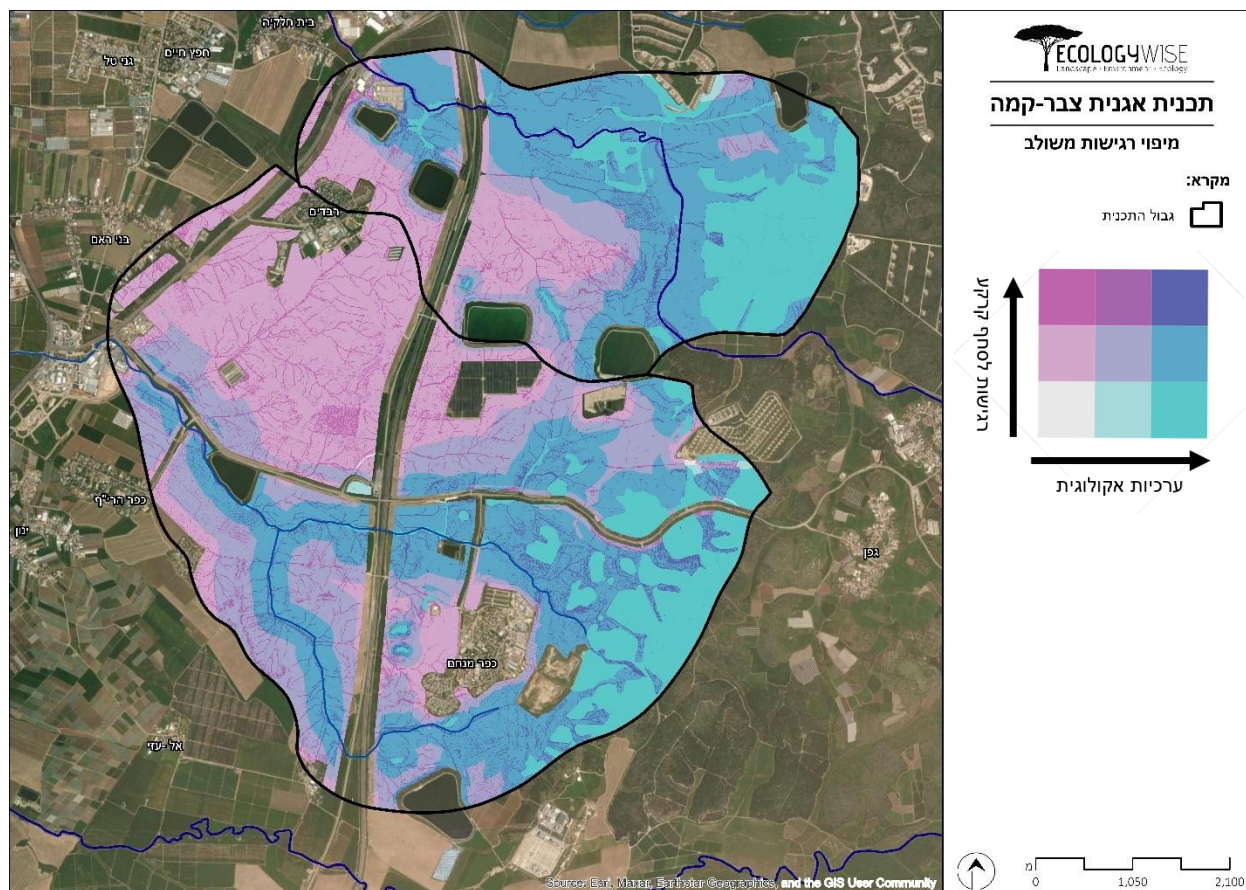


מפה 10- ניתוח ערכיות אקולוגית בשטחי הפרויקט

ניתוח זה בוצע על מנת לסייע בתהליך בחירת כלי אפקטיבי לניהול סחף ונגר, בראייה אקולוגית בלבד. השלב הבא הינו איחוד שכבת מידע זו עם שכבת המידע של רגישות לסחף קרקע. שילוב זה מהווה בסיס לאפיון אזורים שונים בשטח הפרויקט. לכל אזור ניתן להכווין פתרונות שונים/הנחיות שונות הנוגעות לאופן ניהול הסחף וזליגת מזהמים וכלים להתמודדות עם התופעה.

2.3 מודל רגישות משולב

על מנת לשלב בין שכבות מידע של מידת רגישות לסחף ורמת ערכיות אקולוגית, כל פרמטר צומצם מ-5 קטגוריות התייחסות ל-3: נמוכה, בינונית וגבוהה. השילוב בין הקטגוריות השונות, מניב את המיפוי המשולב הבא (מפה 11). במקרא ניתן לשייך כל צבע של נקודה במפה, למיקום שלה בסקאלה של רגישות לסחף וערכיות אקולוגית. לדוגמא: האזורים המזרחיים של הפרויקט, אשר צבועים בכחול טורקיז, הינם מאופיינים בערכיות אקולוגית גבוהה ורגישות לסחף נמוכה. לעומת זאת, הערוצונים בשטחים החקלאיים בחלק המערבי של הפרויקט, מאופיינים בערכיות אקולוגית נמוכה ורגישות לסחף גבוהה. כמו כן, ניכר כי השטחים החקלאיים שסמוכים לנחלים מאופיינים הן ברגישות לסחף גבוהה והן בערכיות אקולוגית גבוהה. חשוב לציין כי המיפוי המשולב המוצג כאן, מבוסס על הפרמטרים הקטגוריאליים של רגישות לסחף (המוצגים במפה 4) ולא הפרמטרים הרציפים (שהוצגו במפה 8).



מפה 11- מיפוי המשולב בין מידת רגישות לסחף למידת ערכיות אקולוגית בתחום הפרויקט

3. סל פתרונות פוטנציאליים

על מנת להתמודד עם נזקי הצפות וסחף קרקע אשר מביאים עימם חומרי זיהום לנחלים, ניתן ליישם אמצעים שונים אשר היו בשימוש בעבר וחלקם בשימוש בימים אלה. אמצעים אלו אינם מהווים פתרונות "קסם" להעלמת התופעה, אך יכולים לצמצם אותה במידה ניכרת ואת ההשלכות שלה. [בנספח 2](#) מופיעה טבלה אשר נמנים בה אמצעים שונים, אשר מהווים פתרונות ממשק פוטנציאליים. בנוסף, ישנה התייחסות לאמצעי ממספר היבטים שונים:

- **סדר נחל** - זהו מדד שמתאר את מיקום הנחל במערכת ההידרוגרפית. לכל אמצעי צוין לאיזה סדר נחל הוא רלוונטי. באופן זה יהיה ניתן להתאים את הפתרון לאזור הספציפי לטיפול מבחינה הידרולוגית-ניקוזית.
- **מידת ישימות מבחינת החקלאי** - באיזו מידה אמצעי זה בשימוש במרחב גד"ש צבר קמה, מה מידת הפוטנציאל לשימוש באמצעי ובאילו תנאים רלוונטי ליישום. חלק זה מולא בהתייעצות עם יגב קילמן, מנהל גד"ש צבר קמה.
- **מענה להתמודדות עם סחף** - מה מאפשר כל אמצעי, באילו טווחי זמנים רלוונטי ליישום והתייחסות לרמת אפקטיביות. חלק זה מולא בהתייעצות עם יואב שרפי, רשות ניקוז ונחלים שורק-לכיש.
- **ערך אקולוגי ומענה לתמיכה במגוון ביולוגי** - מידת השפעת האמצעי על ערכים אקולוגיים, בדגש על שימור והעשרה של מגוון ביולוגי בממשק של נחלים ושטחים חקלאיים.

לסיכום,

כאשר ניגשים לפרויקט של הכנת תוכנית אגנית לטיפול בסוגיות של צמצום סחף ומזהמים תוך שימוש בפתרונות מבוססי טבע, יש לעקוב אחר השלבים הבאים:

שלב 1

גיבוש הפרויקט:

1. זיהוי הבעיות/הסוגיות המדרשות לטיפול
2. הגדרת מטרות הפרויקט והאמצעים הדרושים לשם השגתם
3. הגדרת אנשי מקצוע דרשים לביצוע הפרויקט וגיבוש צוות עבודה
4. אפיון מצב קיים- סיורים ופגישות עם מנהלי השטח (חקלאים, רשות ניקוז, קק"ל, רט"ג וכו')

שלב 2

בניית מודל לזיהוי אזורי רגישות הידרולוגית לבעיית סחף קרקע וערכיים אקולוגית הפרוטוקול המוצע

שלב 3

הרכבת סל פתרונות רלוונטיים מתוך הפתרונות הקיימים היום, תוך התייחסות לכלל ההיבטים הבאים: ישימות ניקוזית/הידרולוגית, ישימות מבחינת החקלאי, מענה אקולוגי ותמיכה במגוון ביולוגי

שלב 4

התאמת פתרונות לכל אחד מהאזורים ובחירת אתרים לביצוע פיילוט בשטח

שלב 5

ביצוע פיילוט לבחינת יעילות הטיפולים באגן

תוצר סופי

שימוש במתודולוגיה המוצעת לשם בניית תכנית אגנית לניהול נגר וצמצום סחף קרקע ומזהמים עבור האגן הנבחר. שלב זה יבוצע ע"י בעלי תפקידים ברשות הניקוז אשר אמונים על תכנון וביצוע של תכנית אגנית בתחומם ובלווי אקולוג.

4. פיילוטים- מערך מחקר וביצוע

4.1 רקע

על מנת לבחון שיטות המסייעות בצמצום סחף מזהמים וקרקע מהמערכת החקלאית אל ערוצי הנחלים, הוחלט על ביצוע שני פיילוטים שונים באזור היישוב כפר מנחם: (1) במערכת של מטע שקדים הסמוך לנחל ברקאי, ו- (2) במערכת של גדי"ש הסמוכה לנחל רי"ף (ראו איור 3). בחירת האתרים בוצעה בשיתוף פעולה מלא עם יגב מנהל הגד"ש, כאשר במהלך סיורים משותפים איתרנו אזורים בהם קיימות תופעות של סחף/הצפות אשר פוגעות במידה ניכר הן בשטח החקלאי והן במערכת הנחלים.

לאור מיקומם של אתרים אלו באזורים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה (בסמיכות גבוהה לנחלים ברקאי/רי"ף), הוחלט ליישם פתרונות מבוססי טבע הכוללים ביסוס רצועות חיץ המשלבות צומח מעוצה ועשבוני בגדות הנחלים. כמו כן, דרומית להתרחבות של כפר מנחם, הוחלט לשלב פיילוט אשר מסייע בשיקום השטח לאחר העבודות ההנדסיות של רשות הניקוז (פתיחה והסדרה של ציר נחל).



איור 3- מיקומי הפיילוטים של הפרויקט, בשטחים החקלאיים המקיפים את כפר מנחם

4.2 פיילוט 1 – מטע שקדים (נחל ברקאי)

רקע וסוגיות לטיפול

מטע השקדים נמצא בסמיכות רבה לערוץ של נחל ברקאי (ראו איור 4). מטעי השקדים מרוססים בכמות גדולה של חומרי הדברה. הקרבה של המטע לערוץ, והשיפוע הטופוגרפי הקיים בשטח גורמים למי נגר הנושאים איתם חומרי הדברה לזרום ולהגיע לערוץ הנחל וכך לפגוע במערכת האקולוגית.



איור 4 - מטע שקדים בסמוך לנחל ברקאי, מצב קיים. חיצים שחורים מסמנים את כיוון הזרימה מהמטע לנחל. חץ כחול מסמן את תוואי הנחל עצמו.

הטיפול השונים שבוצעו במסגרת הפיילוט ומטרות

- א. זריעת רצועה (ברוחב של 5 מטרים) של שיבולת שועל על הדרך התפעולית שבין המטע לנחל ברקאי, במטרה לספק ייצוב ראשוני של גדות הנחל.
- ב. שתילה של צומח מקומי ברצועה ברוחב משתנה של 5-10 מטרים. הרצועה כללה את גדות הנחל עד לדרך החקלאית הזרועה. השתילות כללו פלאגים של עשבונים ושיחים וכן שתילים גדולים יותר של שיחים ועצים. הצומח לשתילה הוזמן ונשתל ע"י משתלת הרדוף והורכבה תוך התייעצות עם אגרונום מטעמם (תכנית שתילה בנספח 3). הרשימה כללה מינים המאפיינים נחלי אכזב ואזורים יובשניים. בוצעה זריעה של שיבולת שועל גם ברצועת השתילה כבסיס להחזקת הגדה. מטרת השתילה של הצומח המקומי הוא להוות תחליף איכותי לצומח הרודרלי, שסותם את הערוץ, בניגוד לצומח מקומי. כמו כן לצומח מקומי תועלות אקולוגיות בהיבט של מגוון ביולוגי.
- נבחרה רצועת פיילוט של כ- 500 מטרים, אשר חולקה לשני מקטעים: כ- 250 מטרים בהם מבוצע הניסוי (זריעת שיבולת שועל + שתילות) וכ- 250 מטרים של ביקורת בהם לא נעשה טיפול כלל (ראו איור 6).



איור 5 - מטע שקדים בסמוך לנחל ברקאי, מצב מוצע



איור 6 - חלוקת מקטעי הניסוי במטע השקדים, נחל ברקאי

הכנת הקרקע לשתילות ותחזוקה

- כיסוח גדות הנחל לצורך זריעת שיבולת שועל. בוצע ע"י יואב שרפי מרשות הניקוז.
- הנחת צינור ממקור המים אל מרכז השטח כולל ברז קצה. בוצע ע"י יגב קילמן, מנהל הגד"ש.
- התקנת מערכת ההשקיה כוללת ראש מערכת, ממטירים וטפטפות. הממטירים מכסים את כלל השטח הזרוע והשתול (כיסוי של כ-7 מטרים לכל כיוון). בנוסף נפרשו טפטפות בשלוחות אל העצים ומקבצים של שיחים שישתלו. הפלאגים מקבלים השקיה מהממטירים. בוצע ע"י משתלת הרדוף.
- תחזוקה הכוללת כיסוח עונתי מספר פעמים בשנה לפי צורך. פירוט בהמשך הפרק.



איורים 7,8 – מימין: גדות הנחל לאחר כיסוח, משמאל: שטח הפיילוט לאחר התקנת מערכת ההשקיה

לוח זמנים לשתילות:

1. הכנת השטח (כיסוח+דיסק) - בוצע בחודש אוקטובר 2023.
2. זריעת שיבולת שועל+ התקנת מערכת השקיה - בוצע בחודש נובמבר 2023.
3. שתילת עצים, שיחים ועשבונים - בוצע בחודש דצמבר 2023.

ניטור ובדיקות מעבדה:

להשלמה לאחר עונת דיגום נוכחית (חורף 2025).

4.3 פיילוט 2- גד"ש (נחל רי"ף)

רקע וסוגיות לטיפול

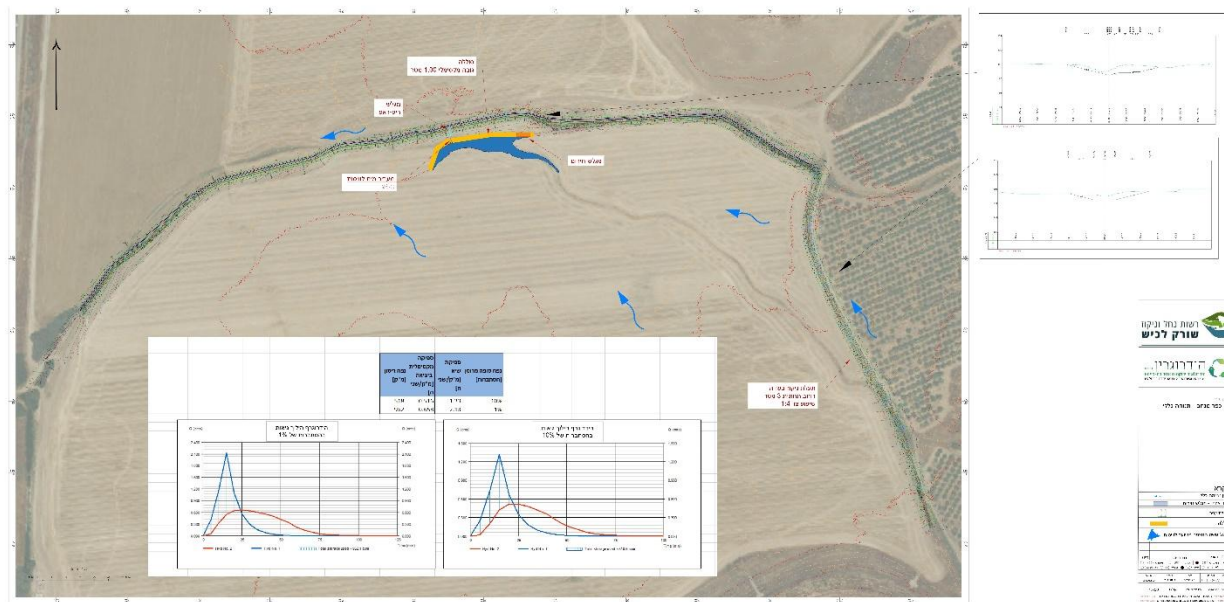
שדות גד"ש בהם גידולים משתנים (חיטה, כותנה, אבטיח מללי וכו'), מגיעים בחלק זה של נחל רי"ף כמעט עד לערוץ הנחל. מופע המינים בגדות הערוץ הוא של מיני צומח רודראלים, במופע בעל צפיפות נמוכה. במצב הקיים, מינים אלו אינם מגינים על הנחל, והדבר מתבטא בפועל בשטחים מוצפים נרחבים. יש להניח כי הסחף מביא עימו חומרים מהשדות אל הנחל ולמורד.



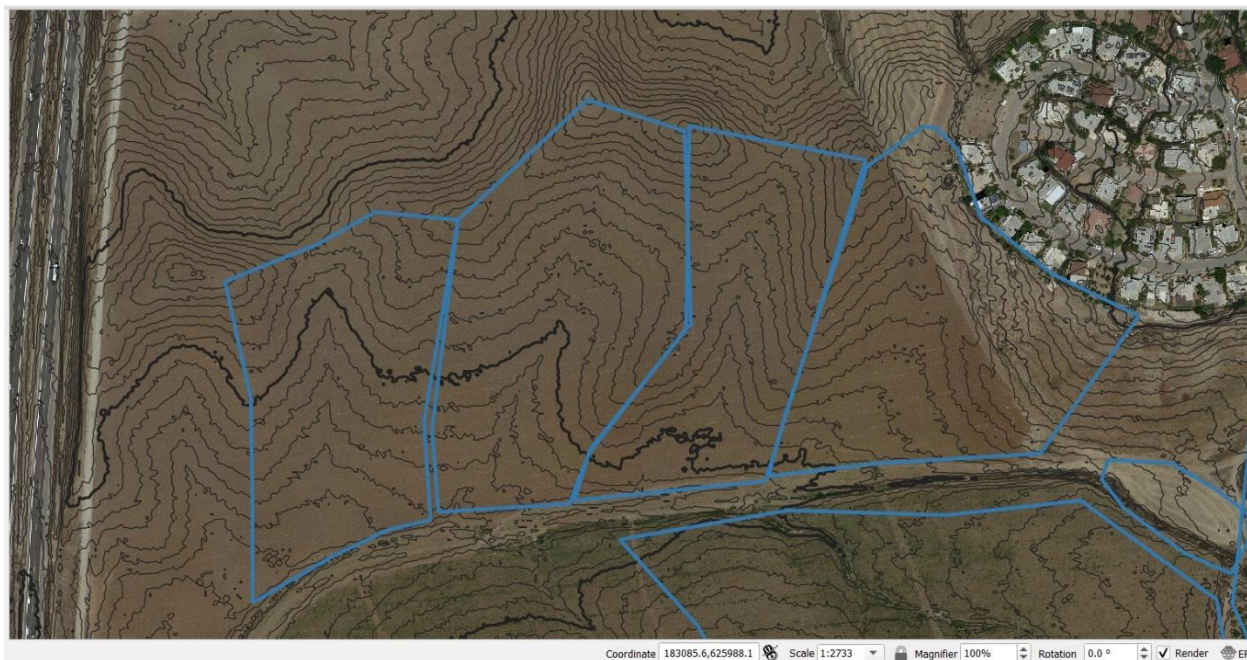
איור 9 - שדה כותנה משיק לנחל רי"ף, עם רצועת צמחיה רודראלית

הטיפולים המבוצעים במסגרת הפיילוט

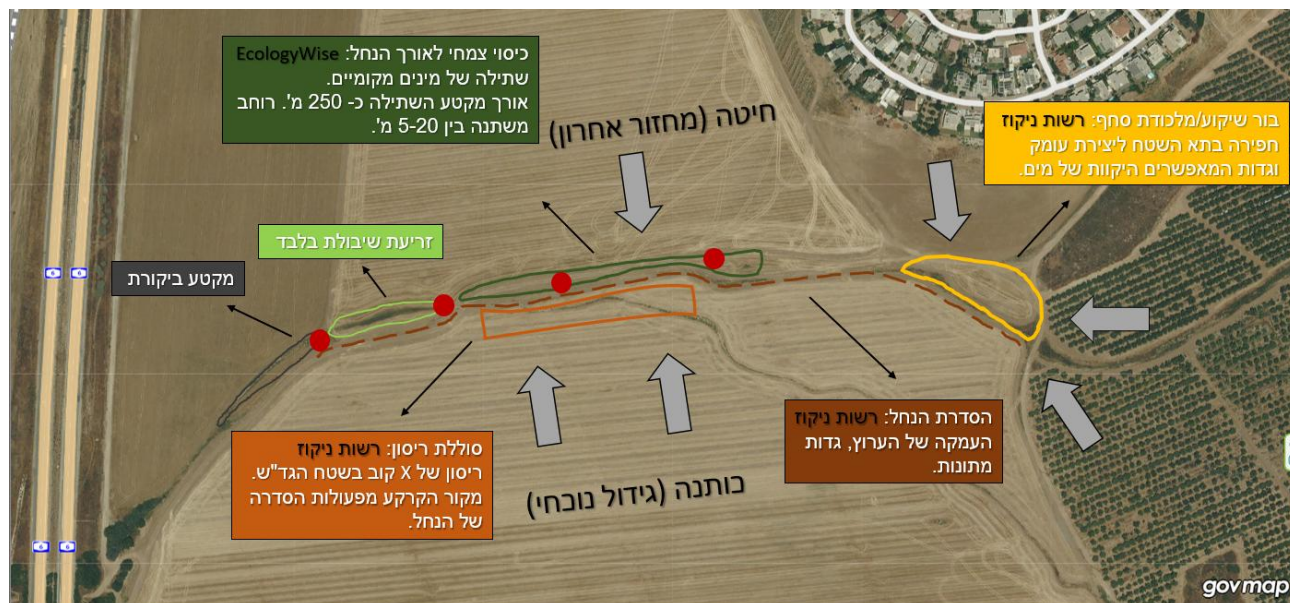
- א. פתרון מבוסס טבע - במסגרת הפיילוט בוצע טיפול של שתילת רצועת צומח מקומי בין קצה השדה לגדות הנחל, באורך של כ-250 מטרים וברוחב משתנה של 5-20 מטרים. הצומח לשתילה הוזמן ונשתל ע"י משתלת הרדוף - מצורפת תוכנית שתילה בנספח 3. בנוסף, בוצעה זריעת שיבולת שועל בבסיס לשתילות ולצורך החזקת הקרקע.
- ב. פתרון הנדסי רך - מלבד הפיילוט עליו EcologyWise אחראים, רשות הניקוז ביצעה בערוץ פעולות הנדסיות של העמקה והסדרה אשר בוצעו בחודשי ספטמבר-אוקטובר. בנוסף, רשות הניקוז בנתה סכר ריסון עם נקז בשטח החקלאי שמדרום לשטח הפיילוט, ובריכת שיקוע בערוץ הרי"ף ממזרח לשטח הניסוי (ראו תכנית מצורפת ואיורים 11-13).



איור 10 – תכנית להסדרת הנחל של רשות ניקוז



איור 11 – ניתוח אגני של מרחב פיילוט 2. הניתוח מסייע בחלוקת השטח למקטעי טיפול ובקרה ומיקום נקודות איסוף הנגר



איור 12 - סכמת טיפולים שונים בפיילוט נחל רי"ף. נקודות אדומות מציינות אתרי דיגום קרקע לבחינת סחף קרקע

הכנת הקרקע לשתילות ותחזוקה

- כיסוח גדות הנחל לצורך זריעת שיבולת שועל. בוצע באחריות יואב שרפי מרשות הניקוז בחודש נובמבר 2023.
- הנחת צינור ממקור המים אל מרכז השטח כולל ברז קצה. בוצע ע"י יגב מנהל הגד"ש.
- התקנת מערכת השקיה הכוללת ראש מערכת, ממטירים וטפטפות. הממטירים מכסים את כלל השטח הזרוע והשתול (כיסוי של כ-7 מטרים לכל כיוון). בנוסף נפרשו טפטפות בשלוחות אל העצים ומקבצים של שיחים שישתלו. הפלאגים מקבלים השקיה מהממטירים. בוצע ע"י משתלת הרדוף.
- תחזוקה הכוללת כיסוח עונתי מספר פעמים בשנה לפי צורך. פירוט בהמשך.



איור 13 – זריעה של שיבולת שועל בשטח המיוחד לשתילה

כימות סחף קרקע

כימות סחף קרקע במקטעי הפיילוט השונים יבוצע בעונת החורף של 2025-2026 (בין החודשים דצמבר 2025 -פברואר 2026). הכימות יבוצע תוך שימוש בפיני סחיפה, אשר ימוקמו בנקודות שונות לאורך רצועות הטיפול והביקורת. מיקום פיני הסחיפה והמדידות עצמן, יבוצעו ע"י יואב שרפי מרשות הניקוז. בחודשי החורף האחרון (ינואר-פברואר בשנת 2025), בוצעו מספר מדידות מצומצמות על מנת שניתן יהיה להעריך את המרווח האופטימלי בין פיני הסחיפה (באמצעות הכנת סמי-וריוגרמה).

5. שנה ראשונה לפרויקט- תובנות ביניים

- מועד השתילות- שתילות צומח בוצעו ע"י משתלת הרדוף במהלך חודש דצמבר במספר פעימות עפ"י תכנית השתילה המפורטת [בנספח 3](#).** בגלל שמועד השתילות היה לפני החורף ולא אחרי (אילוצי לו"ז של הפרויקט), היה צורך להתמודד מול מיני צומח רודראלים המאפיינים שולי נחלים (גדילנים וחלמיות בעיקר). בעונות גשומות, מינים אלו מגיעים לגבהים משמעותיים (2 מטר ויותר) וחוסמים את קרני השמש מלהגיע לשתילים הנמוכים. לכן, לאורך החודשים פברואר-מרץ-אפריל, בוצעו כיסוחים מקומיים בתדירות של אחת ל-2-3 שבועות. הכיסוחים בוצעו באמצעות חרמש ידני והתמקדו באזורים בהם נשתלו שיחים, במספר מקבצים לאורך רצועות הטיפול. גובה הכיסוח לא ירד מ-30 ס"מ על מנת שלא לפגוע בשתילים. שיקום צמחי הכולל פעולות שתילה, מומלץ לבצע לאחר עונת הגשמים, כאשר הקרקע רוויה במים והנוכחות מינים מתחרים הינה נמוכה יחסית. יש לציין כי רשימת המינים לשתילה הותאמה למועד השתילה, ועם זאת, הדבר הערים קשיים תחזוקתיים משמעותיים, כפי שצוין קודם.
- סימון ותיחום בשטח- בסיום השתילות, בוצעו סימונים בולטים לתיחום הפיילוט ע"י חבלים וסס"ל.** לסימון הפיילוט חשיבות רבה הן עבור מטיילים ותושבים מקומיים (למשל טרקטורונים), והן עבור עובדי הגד"ש על מנת שלא יהיה מעבר על החלקות ע"י כלים כבדים. כמו כן, נעשה סימון של שתילים ושל מקבצי שיחים ע"י סס"ל וע"י מקלות במבוק מסומנים. זאת על מנת להקל על תהליך התחזוקה וזיהוי השתילים בשטח.
- מערכת השקיה- מערכת השקיה הופעלה לאורך כל חודשי הקיץ, בהתאם למשטר הגשמים והמצב בשטח.** יגב קילמן, מנהל הגד"ש, היה אחראי על תפעול המערכת. יש לציין כי היה קושי תפעולי לבצע כיסוחים עם נוכחות של עמודי המטרה (היה צריך להשכיב אותם ולהעמיד אותם חזרה על מנת שניתן יהיה לכסח ללא פגיעה בהם). בפרויקטים מסוג זה שיוודעים מראש שיש צורך בכיסוחים, ניתן לשקול מערכת השקיה ממטרה עילית ולא קרקעית.
- יעילות הטיפולים- מבחינת יעילות הטיפולים לצמצום תופעת סחף, עוד מוקדם להעריך זאת.** התבססות צומח הוא תהליך ארוך טווח, והשתילות בוצעו רק בשנה האחרונה. לכן תחילה נכון לבחון את מידת התבססות הצומח ורק לאחר מכן את מידת היעילות שלו בטיפול בסוגיות השונות. בנוסף, הטיפול שבוצע בפיילוט מטע השקדים, של זריעת שיבולת שועל על הדרך התפעולית בין הנחל למטע, לא צלח והדרך נותרה ללא תכסית צמחית. הסיבה לכך הוא מעבר של כלי רכב רבים על תוואי הדרך, מה שלא אפשר נביטה של זרעי שיבולת השועל בצורה מיטבית. יש להניח כי שימוש בכלי זה לצמצום סחף ונגר הינו רלוונטי יותר לדרכים אשר

תכיפות המעבר בהם נמוכה, או שניתן לחסום את המעבר בהן עד להתבססות השיבולות והפצת זרעים. לאחר שלב זה, ניתן "לדרוס" את הצומח ועדיין נשאר בנק זרעים בקרקע לשנים הבאות.

- **ישימות כלכלית** - יישום טיפול של רצועת חיץ המשלבת שתילות, כרוכה בעלויות ראשוניות גבוהות הכוללות: עבודות שתילה, מערכות השקיה, ימי עבודה לשם תחזוקה וליווי אקולוגי שוטף. לאור הקרבה לשטחים החקלאיים וזמינות מים גבוהה, לא חושבו עלויות של מים לצורך השקיה. ייתכן ופרויקטים אחרים ידרשו התחשבות גם במרכיב זה. בטבלה הבאה ישנה הערכה של עלויות הפיילוט למשך השנה הראשונה בלבד. הסכומים המצוינים בתחום של שתילות והשקיה מבוססות על הזמנות עבודה של הפרויקט (מול משתלת הרדוף). הסכומים המצוינים בתחום של תחזוקה הן תחת ההנחה שהתחזוקה מבוצעת ע"י גורם חיצוני וע"י אנשי מקצוע (בשונה מהפרויקט הנוכחי). בטבלה ישנה התייחסות ל-2 שיטות תחזוקה שונות - חירמוש ידני או שימוש במכסחת. ניתן לשלב בין השיטות בהתאם לצרכי הפרויקט.

הערכת גודל השטח - 5 דונם שתילות ל-2 הפיילוט (2.5 דונם כל פיילוט).

תחום	פירוט	סכום מוערך (ללא מע"מ)	הערות
שתילות ומערכות השקיה	שתילות כללו: עצים, שיחים, רב וחד שנתיים מערכת השקיה כללה: חפירת קו ראשי, ממטירים, צינורות, ראשי מערכת	80,000 ₪	המחיר כולל גם- הכנת תוכנית שתילה והשקיה בליווי אגרונום, סיורים מקדימים ועבודות השתילה עצמן.
תחזוקה	מכסחת בשטח יובשני	3,500 ₪ * 2 ימי כיסוחים = 7,000 ₪	שיטה לא סלקטיבית, לא מתאימה לתחזוקה של שטחים רגישים (עצים ושיחים וכו').
	חירמוש ידני	1,600 ₪ * 5 ימי כיסוחים = 8,000 ₪	שיטה סלקטיבית, מתאימה לשטחים רגישים. מספר ימי הכיסוחים תלוי במועד השתילה- 5 ימים זה מספר מינימלי.
ליווי אקולוגי	הליווי כולל: סיורים מקדימים, ליווי שתילות, תיחום השטח, סיורים והערכת התבססות הצומח.	1,000 ₪ * 10 ימים = 10,000 ₪	
סך הכל		105,000 ₪ עבור 5 דונם.	

לאור עלות ומורכבות ההקמה והתפעול של רצועת החיץ, והקושי שזה מציב ליישום אגני נרחב, ניתן לשקול בפרויקטים הבאים חלופה בעלת אופי יותר אקסטנסיבי, הכוללת: הפסקת ריסוסים, סימון ושתילה של עצים מקומיים בודדים לתיחום

השטח. שיטה זו דורשת כמובן סיכום ותיאום מול החקלאי על רצועה צמוד לנחל אותה הוא מפסיק לעבד. יש לזכור כי גם שתילה של עצים בלבד דורשת השקעה ראשונית בהשקיה (בשנתיים הראשונות, בעונה היבשה).



איורים 14-18- צילומים מימי שתילה בשטחי הפיילוט, דצמבר 2023.





איור 19-21- תיחום חלקות הפיילוטרים.





איורים 22-23 - כיסוח מקומי בחלקות הפיילוט.

נספח 1: גאנט פרויקט מומלץ

שנה 2					שנה 1										שנה 0			משימה/שלב		
מאי	אפר	מרץ	פבר	ינו	דצמ	נוב	אוק	ספט	אוג	יולי	יוני	מאי	אפר	מרץ	פבר	ינו	דצמ		נוב	אוק
																				גיבוש רשימות צומח והזמנת שתילים
																				הכנת השטח לשתילה
																				שתילות (עצים, שיחים, עשבונים)
																				מעקב התבססות צומח
																				הפקת מסמך מסכם שנה 1
																				גיבוש פרוטוקולים לכימות קרקע ודיגום קרקע
																				כימות קרקע וביצוע בדיקות מעבדה (בהתאם לעונת הגשמים)
																				הפקת מסמך מסכם שנה 2

נספח 2: אמצעים אקולוגיים והנדסיים למיתון סחף קרקע ונגר

תיאור הממשק	סדר נחל	התייחסות ומידת ישימות מבחינת החקלאי	מענה להתמודדות עם סחף	ערך אקולוגי ומענה לתמיכה במגוון ביולוגי	הנחיות נוספות
הגדלת מסדרון הנחל: הרחבת פשט הצפה ומרחב נפתולים טבעי.	3 ומעלה	רלוונטי לאזורים שלא מצליחים לעבד בגלל תופעות של הצפות/סחף.	- תורם להגדלת רצועת חיץ ושיפור באיכות המים בנחל יכול לעבב כניסת סחף לנחל ומצמצם צורך בניקוי תעלות. - מקטין סחיפת גדות ומאפשר דינמיקה מרחבית טבעית של הנחל. - מקטין ספיקות שיא בהסתברויות נמוכות במורד הזרימה, תרומה אגנית משמעותית מאוד.	- תורם להרחבת בית הגידול הקיים בנחל ולהכלה של נישות אקולוגיות נוספות (יובשניות). - הגדלת המסדרון תורמת בסינון סחף ומזהמים לנחל עצמו ובכך שומרת על התנאים האביוטים והביוטים המתקיימים בו. - ניתן להעצים את המגוון הביולוגי ע"י שתילת צומח המותאם לתנאי הקרקע.	- יש להגדיר קריטריונים נדרשים לטובת הגדלת מסדרון הנחל (גודל, מבנה, שימושים, סוג הצומח וכו') - יש להתייחס לסוגיות הקשורות בפיצוי לחקלאי. יש להתייחס לנושא התחזוקה כבר בשלבי התכנון.
שילוב צומח טבעי במרחב הנחל: שתילה או זריעה של צומח בגדות הנחל, בהתאם לחיגור, תנאי הקרקע, משטרי זרימה ואיכות המים.	2 ומעלה	ניתן לשלב צומח טבעי כל עוד לא נמצא כמזיק ליבול חקלאי.	תורם למניעת סחיפת גדות נקודתית.	- תורם להעשרה של בתי גידול הקיימים במרחב הנחל. - מגדיל את היקף הנישות האקולוגיות שבית הגידול מכיל, ובכך גם תומך במגוון ביולוגי רחב יותר.	- יש לשלב בין שיחים לבין רב שנתיים / חד שנתיים. - יש להגדיר מתודולוגיה לבחירת צומח מותאם לאזור השתילה. - יש לבצע זריעות/שתילות בהתאם לעונה מומלצת. - יש לפעול לפי פרוטוקול להכנת השטח, השקיה ותחזוקה. - יש לערוך הדרכה מסודרת לחקלאים/עובדי שדה על איסור ריסוסים, עיבודים ונסיעה באזור הנחל.

תיאור הממשק	סדר נחל	התייחסות ומידת ישימות מבחינת החקלאי	מענה להתמודדות עם סחף	ערך אקולוגי ומענה לתמיכה במגוון ביולוגי	הנחיות נוספות
ביסוס רצועות חיץ: שילוב של צמחייה מעוצה/ עשבונית מקומית ברוחב של 10-20 מ', להפרדה בין שימוש חקלאי למרחב הנחל.	2 ומעלה	- לא ישים ברמת הגד"ש משום שידרוש שטח על חשבון השדה. - רלוונטי באזורים לא מעובדים. - צריך לשים לב לתופעת ה-drift של הריסוסים.	- מאפשר שמירה על מרחב נחל טבעי ולא מעובד - תורם להקטנת סחיפת גדות ומונע כניסת סחף וסתימת תעלות. - מצמצם זיהום ממקור לא נקודתי.	- מאפשר ייצוב של קרקע ושימור קרקע - מספק מקור מזון ומקום מחיה לבע"ח שונים. - מאפשר קליטה של עודפי נגר והקטנת כמות הסחף והמזהמים שמגיעי לנחל.	- יש להגדיר קריטריונים נדרשים לטובת ביסוס רצועת חיץ אפקטיבית ויצירת מדרג אפשרויות ליישום. לדוגמא: שתילה לאורך כל רצועת הנחל, שתילה במקבצים, זריעת תערובת זרעים והשאת השטח ללא התערבות. - יש להתייחס לסוגיית פיצוי החקלאי, במקרה הצורך. - יש להגדיר מתודולוגיה לבחירת צומח מותאם לאזור השתילה. - יש לשלב בין שיחים לבין רב שנתיים / חד שנתיים. - יש לבצע זריעות/שתילות בהתאם לעונה מומלצת. - יש לפעול לפי פרוטוקול להכנת השטח, השקיה ותחזוקה.
ייצוב קרקע באמצעות צמחייה בערוצונים: יצירת רצועות של צמחייה עשבונית בתוך שדות חקלאיים ע"י זריעה של עשבוניים (דגניים ו/או קטניות)	1,0	- מהווה פתרון מקומי אך אפקטיבי לתופעה של עירוף בתוך השדה החקלאי. - זריעת שיבולת שועל מהווה פתרון ישים ומספק.	- פתרון בעל השפעה מוכחת בצמצום סחף במקור. - מצריך תחזוקה מעטה אבל מחייב תיאום ממשק גידול. - ההשפעה קטנה עם עליה בעוצמות הנגר.	- מאפשר שמירה פוריות הקרקע, המהווה את הבסיס של בתי גידול טבעיים. - מעשיר את מגוון המינים במערכת החקלאית ע"י יצירת משאר שדה מקומי.	- יש לאפיין את האזורים שבהם קיים פוטנציאל להתחתרות במרחב השדה. - יש להגדיר קריטריונים ליישום לפי גדול האגן/הצטברות מים ובהתאם להגדיר עבור כל גודל אגן את הצומח המתאים. - יש ליצור מדרג עדיפויות ליישום. - יש להגדיר באופן ברור את רוחב השתילה האפקטיבי.

תיאור הממשק	סדר נחל	התייחסות ומידת ישימות מבחינת החקלאי	מענה להתמודדות עם סחף	ערך אקולוגי ומענה לתמיכה במגוון ביולוגי	הנחיות נוספות
צמחיית כיסוי במטעים: זריעת תמהיל זרעים הכולל שילוב של דגנים וקטניות.	1,0	צמחיית כיסוי של שיבולת שועל רלוונטית לכל המטעים. רצוי לשלב קטניות ע"מ להגביר את המגוון והתפקוד האקולוגי	ממשק מאוד אפקטיבי בצמצום נגר וסחף במקור, נמצא בשימוש רב ונפוץ בעיקר בגידולים נשירים, גם בסובטרופיים צעירים.	- מגדילה את המגוון הביולוגי, במיוחד כאשר שמים דגש על מינים מושכי מאביקים וכן כאלה המאפשרים אחיזה של הקרקע והגנה מפני סחף. - משפרת את איכות המעבר של בעלי חיים בתווך החקלאי.	חשוב להגדיר כי היישום חשוב מאוד כבר בשנים הראשונות של המטע.
זריעה בתעלות ניקוז: זריעה של מיני דגניים (חיטה/שיבולת שועל) בתעלות במרחב החקלאי.	1,0	אמצעי אפקטיבי להתמודדות מול איבוד קרקע. כאשר עורכים ממשק נכון, גם מקיים לאורך שנים ולא דורש זריעות חוזרות.	ממשק מאוד אפקטיבי.	- מסייעת בשימור קרקע אשר לו יש ערך אקולוגי בפני עצמו. - זריעה של תערובת דגניים וקטניות, מסייעת בחיזוק מגוון ביולוגי.	חשוב מאוד להימנע מריסוסים, כלומר ביצוע עבודות תחזוקה בכיסוח בלבד.
יצירת אתר איגום והשהייה (בית גידול לח): איתור שטח אשר מוצף מדי שנה, פינוי וטיפול במפגעים, הסדרת שיפועים והעמקת אגן הבריכה לפי צורך, הוספת מורכבות מבנית ומחסות, זריעת צומח מקומי במטרה ליצר בריכת חורף	2 ומעלה	רלוונטי מאוד באזורים מוצפים שלא ניתנים לעיבוד.	- מצמצם ספיקות נגר למורד הזרימה - בעלת השפעה מוגבלת, לרוב פתרון רלוונטי לנפחים קטנים ולא משמעותיים. - מצריך תחזוקה לאור הנטייה להיסתם בסחף.	בתי גידול לחים עונתיים – בריכות חורף - הינם בית גידול הולך ונעלם. זהו בית גידול ייחודי אשר מכיל מגוון ביולוגי עשיר אשר חלק גדול ממנו לא מתקיים בבתי גידול אחרים. לכן ליצירה ותחזוקה של בתי גידול לחים קיים ערך רב והוא תורם לשיקום מערכות אקולוגיות בסיכון.	- יש לתכנן גדות מתונות והטרוגניות. - יש להקפיד על נפח מינימאלי להחזקת מים לפחות למשך 4 חודשים, לצורך השלמת גלגול חיים. - יש להקפיד על שילוט ו/או גידור פיזי כדי שלא יעלו על הקרקע בעונה היבשה. - דורש שיקום של הקרקע כתוצאה מפעולות הנדסיות ליצירת אתר האיגום (ניתן לעשות ע"י שימור שכבת קרקע עליונה, זריעות וכו').

נספח 3: רשימות צומח ותוכנית שתילה

רשימות מינים לשתילה לפי חלוקה לפיילוטס. פיילוט 1- מקטע צפוני, פיילוט 2- מקטע דרומי

נוסף לשתילות אלו, בוצעה זריעה של שיבולת שועל על כלל השטח המיועד לשתילה.

