



מרכז הידע לשיקום
אקולוגי ופיתוח
מבוססי טבע

עקרונות יסוד ואמות מידה בשיקום אקולוגי



מרכז הידע לשיקום אקולוגי ופתרונות מבוססי טבע

מנהל

נועם בן-משה

ועדת ההיגוי של המרכז

תמר דיין (מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב)
אלון ספן (מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב)
דורון מרקל (המדען הראשי, קרן קימת לישראל)
אורית סקוטלסקי (לשכת המדען הראשי, קרן קימת לישראל)
גלעד אוסטובסקי (היערן הראשי, קרן קימת לישראל)
אסף צוער (רשות הטבע והגנים)
תמר רביב (המשרד להגנת הסביבה)



קרן קימת לישראל
KKL - JNF

**מוזיאון
הטבע**
פשיינהרדט



עקרונות יסוד ואמות מידה בשיקום אקולוגי

מרכז הידע לשיקום אקולוגי ופתרונות מבוססי טבע

חברת זו מבוססת על המסמך:

Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C, Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Decler K, & Dixon KW (2019) Special Issue: International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration (2nd ed.). Restoration Ecology 27(S1): S1–S46. Society for Ecological Restoration, Washington D.C. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>

המהדורה תורגמה, נערכה והותאמה לקורא הישראלי בהוספת דוגמאות רלוונטיות, באישור ובתיאום עם הוועד המנהל של Society for Ecological Restoration – SER.

תרגום לעברית תמר נויגרטר	עורך הגרסה בעברית וכותב ראשי נועם בן-משה
עריכת תרגום ועריכת לשון ענבר קמחי-אנגרט	יועץ מדעי ג'יימס ארונסון – Missouri-I EcoHealth Network Botanical Gardens
עיצוב גרפי גלית אזולאי חיון	ביקורת עמיתים תמר דיין, אורית סקוטלסקי, אבי פרבולוצקי, אסף צוער, תמר רביב, דותן רותם
צילום אביב אבישר, הילה אברהם, דוד אבלגון, עמיר בלבן, נועם בן-משה, אייל ברטוב, אסף הברי, ירון זיו, חגי יבלוביץ', יוסף כיאט, אביטל כ"ץ, מרב לבל וין, אורי מורן, ולנטין נידלאה, דורון ניסים, עמרי עומסי, יואב פרלמן, עומר צור, גיל קופלוביץ, רעיה רודיק, ניצן שגב, מוני שטרית, בוני שיינמן, לירון שפירא	תרומות תוכן אביב אבישר, אבי אזון, גלעד אוסטרובסקי, נועם בן-משה, שילי איגנר-ברג, דרור דנבום, ירון הרשקוביץ, ירון זיו, אסף זנזורי, שגב טמיר, קרן ינוקה-גולוב, לירון ישראלי, נדב ישראלי, נטלי לוינה, אורי מורן, אפי נעים, יפתח סיני, יואב פרלמן, תמר רביב, בר שמש
	יועצים ותורמים נוספים הילה ביניש, טליה גבאי, אביטל גזית, ערן געש, שירה גרסברד, שילי דור-חיים, נועם וייס, אסף זבולוני, נועם ליון, יהל פורת, אורי קייזר, אורי רמון, איתי רנן, משה שחק, ליאב שלם

ציטוט מומלץ

בן-משה נ (עורך). 2025. עקרונות יסוד ואמות מידה בשיקום אקולוגי. מרכז הידע לשיקום אקולוגי ופתרונות מבוססי טבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב



תוכן העניינים

6	פתיחה.....
7	רקע על המסמך.....
9	מבוא
10	הגדרת שיקום אקולוגי.....
11	עקרונות העומדים בבסיס השיקום האקולוגי
13	עיקרון 1: התבססות על מערכות ייחוס מקומיות, תוך התחשבות בשינויים סביבתיים.....
20	עיקרון 2: תמיכה בתהליכי התאוששות אקולוגית.....
22	עיקרון 3: הערכת התאוששות המערכת האקולוגית בהשוואה למטרות וליעדים ברורים ומדידים, תוך שימוש בניטור.....
25	עיקרון 4: שאיפה לרמת ההתאוששות הגבוהה ביותר האפשרית.....
31	עיקרון 5: השיקום האקולוגי כחלק מרצף פעולות משקמות.....
38	עיקרון 6: השגת ערך מצטבר במימוש בקנה מידה רחב.....
41	עיקרון 7: התייחסות לקרקע בריאה כתנאי יסוד להצלחת השיקום האקולוגי.....
45	עיקרון 8: הכרה בחשיבותם ובכוחם של שיתופי פעולה ועירוב בעלי עניין בתהליך.....
53	עיקרון 9: התבססות על מגוון סוגי ידע.....
55	דוגמאות לשימוש בעקרונות בפרויקטים של שיקום ושימור טבע בישראל.....
73	עשור השיקום האקולוגי של האו"ם – והיישום בישראל.....
79	נספח: הנחיות ואמות מידה לתכנון וליישום של פרויקטים של שיקום אקולוגי.....
93	מילון מונחים.....
100	רשימת מקורות.....

פתיחה

פעילות האדם והשימושים שנעשים בקרקע לאורך השנים פגעו ברוב המערכות האקולוגיות בעולם. כדור הארץ ניצב בפני שינויים עמוקים הנובעים מאובדן המגוון הביולוגי ומהשפעות שינוי האקלים. למצבן המתדרדר של המערכות האקולוגיות יש השפעות שליליות מרחיקות לכת גם על השירותים שהן מספקות לאדם, וגם על יכולת ההסתגלות שלהן ועל המשך קיומן לנוכח שינוי האקלים והמשך הפיתוח האנושי.

בראיה זו התפתח השיקום האקולוגי – תחום מדעי-יישומי המכוון ליצירת תנאים התומכים בהתאוששות של מערכות אקולוגיות ומאפשרים אותה. ההתאוששות נדרשת לאחר שהמערכות נפגעו, השתנו או נהרסו לחלוטין מהשלכות ישירות או עקיפות של פעילות אנושית. כמו כן, נעשה שימוש בפתרונות מבוססי טבע לטיפול בבעיות שהאדם נפגע מהן, ושנובעות מתפקודן הלקוי של המערכות הטבעיות. שינוי האקלים צפוי להעצים את דרדר מצבן הסביבתי של המערכות האקולוגיות, והוא מוסיף לאתגר ולדחיפות של פעולות שיקום גלובליות. בשל כך, הכריז האו"ם על העשור הנוכחי (2021–2030) כעשור של שיקום מערכות אקולוגיות (<https://www.decadeonrestoration.org>).

האגודה הבין-לאומית לשיקום אקולוגי (Society for Ecological Restoration) – מדע ופרקטיקה בשיקום אקולוגי

האגודה הבין-לאומית לשיקום אקולוגי (SER) היא ארגון ללא מטרות רווח, שנוסד בארצות הברית בשנת 1988 ומאגד כיום חברים מלמעלה מ-100 מדינות. SER היא הרשת הגדולה בעולם של מדענים, מומחים וארגונים ממשלתיים ולא ממשלתיים, הפועלים לשיקום מערכות אקולוגיות. מטרת האגודה היא לקדם מדע, יישום ומדיניות של שיקום אקולוגי במטרה לשמר את המגוון הביולוגי, לחזק את עמידות המערכות האקולוגיות בפני שינוי האקלים ושינויים סביבתיים מעשה ידי אדם ולבסס מחדש מערכת יחסים בריאה בין הטבע לחברה. האגודה מגשרת בין קהילות מגוונות של חוקרים, אנשי שטח, מנהלי שטחים, מנהיגי קהילות ומקבלי החלטות, ומאפשרת שיתוף ידע, פיתוח פתרונות חדשניים וחזקת שיתופי פעולה בין-לאומיים. באמצעות חברה ודרך פרסומים, כנסים, פעילות לקידום מדיניות ועבודה קהילתית SER מקדמת מציאות בתחום השיקום האקולוגי. האגודה מפרסמת שני כתבי עת מרכזיים: "Restoration Ecology" העוסק בתיאוריה מדעית, ו-"Ecological Restoration" העוסק בפרקטיקה מקצועית, וכן ספרים ופרסומים נוספים. נוסף על כך, SER מארגנת כנסים בין-לאומיים, קובעת סטנדרטים מקצועיים, ומקיימת תוכניות הכשרה ורשת לשיתופי פעולה. לאגודה סניפים בצפון אמריקה, באמריקה הלטינית, באירופה, באסיה, באפריקה ובאוקיאניה.

מרכז הידע לשיקום אקולוגי ופתרונות מבוססי טבע

ישראל מתאפיינת בצפיפות אוכלוסין ובקצב ריבוי גבוהים במיוחד, ומשאב הקרקע בה נדיר ומצומצם. על כן, ישנו הכרח ממשי לאושש שטחים שנפגעו, נהרסו או זוהמו, כדי שיתאפשר להמשיך ולהשתמש בהם לצרכים שונים או להשיב את תפקודם ושלמותם. שמירה על בריאות המערכות האקולוגיות חיונית גם ליכולתן להתמודד עם שינוי האקלים הצפוי. למרות זאת, תחום השיקום האקולוגי בארץ נמצא עדיין בראשית דרכו, וקיים פער מהותי בין המצב הקיים מבחינת הידע, הניסיון והמודעות לנושא ובין המצב הרצוי.

מרכז הידע לשיקום אקולוגי ופתרונות מבוססי טבע, פרי יוזמה משותפת של מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט ויחידת המדען הראשי בקרן קימת לישראל, הוקם כמענה לצורך זה.



מטרות המיזם

א. קידום הידע והמקצועיות בשיקום מערכות אקולוגיות (Ecosystem Restoration) ובפתרונות מבוססי טבע (Nature Based Solutions) לשיקום ולניהול בר-קיימא של מערכות כמו-טבעיות בישראל, דרך הנגשת מידע לחוקרים, למקבלי החלטות ולעוסקים בניהול שטחים פתוחים או בשיקומם באמצעות פרסומים, כנסים, קורסים וסדנאות;

ב. הצגת התחום לקהל הרחב בישראל לשם העלאת המודעות לצורך בשיקום מערכות אקולוגיות;

ג. פיתוח מומחיות מקצועית על ידי תמיכה בחוקרים ובסטודנטים בתחומים האלה בישראל ובשיתופי פעולה עם חוקרים מחו"ל.

רקע על המסמך

מסמך זה נועד לשמש מדריך מעשי לסטודנטים, לחוקרים, למנהלי שטח, לקובעי מדיניות ולאלה העוסקים בפועל בשיקום מערכות אקולוגיות כגונות – 'בשיתות, חופיות, אקוויטיות או ימיות.

המדריך מתמקד בהיבטים הבאים:

- הגדרת שיקום אקולוגי: מהו שיקום אקולוגי, מטרותיו וחשיבותו;
- עקרונות מרכזיים: עקרונות מנחים לשיקום אקולוגי יעיל ובר-קיימא;

דוגמאות מישראל: חקרי מקרה המדגימים את אופן יישום העקרונות במיזמים מקומיים ובאופן הפעולה של גופים מנהלי שטח ושל העוסקים בשיקום;

סקירת יוזמות מרכזיות לעשור שיקום המערכות האקולוגיות בעולם והיישום שלהן בישראל;

מילון מונחים: הגדרות של מושגים מרכזיים בתחום השיקום האקולוגי.

המסמך מבוסס ברובו על המסמכים 'עקרונות בין-לאומיים והנחיות לביצוע שיקום אקולוגי' (Gann et al., 2019) ו'המדריך הבין-לאומי לשיקום אקולוגי' (SER, 2004) תוך שילוב דוגמאות מהזווית הישראלית. חלקים מהחוברת מבוססים על תרגום של שני המסמכים הראשונים, אך כדי להבטיח רלוונטיות מקומית הוחלפו דוגמאות של מערכות אקולוגיות שאינן קיימות בישראל (יערות גשם או אזורי טונדרה, למשל) בדוגמאות ממערכות מקומיות, והושמטו נושאים שאינם רלוונטיים להקשר הישראלי. כמו כן, הוספנו דוגמאות יישומיות מעבודתם של מומחים ישראלים מטעם הגופים המרכזיים המנהלים את השטחים הפתוחים (קרן קימת לישראל ורשות הטבע והגנים) וכן מטעם גופים הפעילים בגיבוש תוכניות שיקום ומדיניות (החברה להגנת הטבע, המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית, ואגמא – המרכז לאגני היקוות, נגר ונחלים).

לחוברת הישראלית הוספנו עיקרון נוסף שלא הופיע במסמכי המקור: התייחסות לקרקע בריאה כתנאי יסוד להצלחת השיקום האקולוגי. עיקרון זה נגזר מניתוח של חקרי מקרה רבים בארץ ובעולם, וכן מראיונות עם למעלה מ-30 מומחים

1 מחלק המבוא ואילך מונחים המופיעים במסמך בפעם הראשונה ומוגדרים במילון המונחים שבסופו, מודגשים בצבע ירוק.

ועוסקים בתחום השיקום בישראל. משיחות עם כותבי מסמכי המקור של האגודה הבין-לאומית לשיקום אקולוגי עולה שעקרון חשיבות בריאות הקרקע ייכנס גם למהדורה העתידית של מסמך העקרונות.

העבודה על המסמך כללה תרגום של מונחים רבים לעברית, שלחלק מהם אין מקבילה בעברית. המונחים נידונו בוועדה של מומחים ישראלים העוסקים בשיקום אקולוגי ועורכי לשון, והמלצותיהם הועברו לאקדמיה ללשון העברית בחודש ספטמבר 2024, כך שהמונחים החדשים בעברית עדיין לא נקבעו. בהתאם לכך, בחרנו להשתמש במסמך זה הן במונחים המקוריים באנגלית (כגון 'Rehabilitation') הן במונחים בעברית שהציעה הוועדה, תוך הבנה כי חלק מהם עשויים להשתנות בעתיד. מילון מונחים מפורט מופיע בסוף המסמך, ומסביר את משמעותם של מונחים שונים בחוברת.



מבוא

שיקום אקולוגי הוא פעולה יזומה המניעה או מאיצה **התאוששות** של **המערכת האקולוגית** ביחס ל**בריאותה**, לשלמותה ול**קיימותה**. לרוב, מערכת אקולוגית הדורשת שיקום עברה תהליכי **דרדר** סביבתי, **נזק**, שינוי או **הרס** מוחלט בעקבות פעילות אנושית ישירה או עקיפה. במקרים מסוימים גורמים טבעיים, כגון טמפרטורות קיצון או בצורות ממושכות, אחראים לפגיעות כה רציניות במערכת האקולוגית, עד שהיא אינה יכולה להתאושש למצב שלפני ההפרעה או לחזור למסלול ההתפתחות שלה לפני הפגיעה.

שיקום שואף להחזיר את המערכת האקולוגית למסלול המתבקש על סמך עברה. לכן, תנאים היסטוריים הם נקודת מוצא אידיאלית לתכנון השיקום. המערכת האקולוגית המשוקמת לא בהכרח תחזור למצבה הקודם, מכיוון שתנאים ומגבלות עכשוויים עלולים לגרום לה להתפתח לאורך מסלול שונה. לעיתים המערכת האקולוגית התפתחה בנוכחות משטרי הפרעה לאורך מאות ואלפי שנים, וכיום משטרי הפרעה מסוימים הכרחיים לשם שמירת **שלמות המערכת** הקיימת ו**תפקודה** (שרפות יער יזומות באוסטרליה על ידי קהילות ילידיות, או משטרי רעייה מוכוונים באזורים ים תיכוניים, למשל). ניתן לקבוע את הכיוון הכללי והגבולות של המסלול ההיסטורי באמצעות שילוב של ידע על המבנה, ההרכב והתפקוד של המערכת האקולוגית הפגועה לפני הפגיעה או במהלכה, באמצעות מחקרים על מערכות אקולוגיות דומות, מידע לגבי תנאי הסביבה באזור וניתוח של מידע אקולוגי, תרבותי והיסטורי אחר. המקורות המשולבים מאפשרים למפות את המסלול ההיסטורי או את תנאי הייחוס מתוך נתוני בסיס אקולוגיים ומודלים ולהכווין את תהליך השיקום להשגת רמה גבוהה יותר של בריאות ושלמות המתקרבות לתנאי הייחוס.

שיקום מייצג מחויבות ארוכת-טווח לקרקע ולהשקעת משאבים. פרויקט לשיקום מערכת אקולוגית מחייב תכנון מעמיק שמביא בחשבון משתנים ותחומי ידע וניסיון רבים. סביר יותר להניח שיתקבלו ויכובדו החלטות משותפות מאשר החלטות חד-צדדיות. מסיבה זו חיוני שכל **בעלי העניין** יחליטו ליזום פרויקט שיקום בהסכמה. לאחר קבלת ההחלטות על השיקום והגדרת **המטרות** והיעדים יש צורך בתכנון זהיר ושיטתי שילווה בניטור של תהליך ההתאוששות של המערכת האקולוגית. מורכבות התכנון מתעצמת כאשר יחידת השיקום היא נוף שיש בו מספר מערכות אקולוגיות סמוכות.

האמצעים הנדרשים לשיקום משתנים מאוד בין פרויקטים שונים, ותלויים בעוצמה ובמשך של ההפרעות בעבר, בסוג המערכת האקולוגית, בתנאים הסביבתיים והאנושיים שעיצבו את הנוף ובמגבלות ובהזדמנויות העכשוויות. במקרים הפשוטים ביותר השיקום כולל הסרה או שינוי של הפרעה ספציפית, ובכך מאפשר לתהליכים אקולוגיים לחולל התאוששות עצמאית. לדוגמה, שחרור מי מעיין שמימיו נשאבו לנחל, מאפשר שחזור של משטר הזרימה ההיסטורי. בנסיבות מורכבות יותר ייתכן ששיקום ידרוש גם החזרה מכוונת של **מינים מקומיים** שנכחדו או נעלמו מאזור הפרויקט, והסרה או הדברה במידת האפשר של מינים פולשים מזיקים.

לעיתים מערכת אקולוגית מתדרדרת או משתנה בגלל מספר גורמים הפועלים לאורך זמן, והמאפיינים ההיסטוריים שלה אובדים במידה ניכרת. לעיתים מסלול ההתפתחות של מערכת אקולוגית פגועה נחסם לחלוטין, ולא ניתן להעריך את מועד סיום התאוששותה באמצעות תהליכים טבעיים, או שנראה שהתאוששות כזו בלתי אפשרית. בכל המקרים האלה שיקום אקולוגי נועד לחדש, להפעיל או לזרז את אותם תהליכים שיחזירו את המערכת האקולוגית למסלול המיועד לה². כאשר מושג המסלול הרצוי, ייתכן שהמערכת האקולוגית שהשיקום מתבצע בה כבר לא תזדקק לסיוע חיצוני כדי להבטיח את בריאותה ושלמותה העתידית, ובמקרה כזה ניתן יהיה לראות את השיקום כמלא.

2 ראו עיקרון 4 - שאיפה לרמת ההתאוששות הגבוהה ביותר האפשרית, ואיור 3 - רצף משקם.

עם זאת, המערכת האקולוגית המשוקמת תזדקק לעיתים קרובות לפעולות **תחזוקה** מתמשכות כדי להתמודד עם פלישת מינים אופורטוניסטיים, עם השפעות של פעילויות אנושיות שונות, עם שינוי האקלים ועם אירועים בלתי צפויים אחרים. בהקשר זה מערכת אקולוגית משוקמת אינה שונה ממערכת אקולוגית בריאה מאותו סוג, ושני הסוגים עשויים להזדקק לרמה מסוימת של **ממשק** אקולוגי.

אף ששיקום אקולוגי וממשק אקולוגי הם רצף פעולות המשלב לפעמים סוגים דומים של התערבות, הרי ששיקום אקולוגי נועד לסייע לתהליכי התאוששות או להניע אותם, בעוד שממשק אקולוגי נועד להבטיח את הרווחה המתמשכת של המערכת האקולוגית המשוקמת לאחר מכן.

במקומות רבים בעולם פרקטיקות תרבותיות מסורתיות ותהליכים אקולוגיים יכולים לחזק זה את זה. על כן, לא מפתיע שהעניין בשיקום אקולוגי גדל במהירות ברחבי העולם, ולעיתים נעזרים באמונות ובפרקטיקות תרבותיות-מסורתיות **בניהול** שטחים פתוחים תחת הכותרת של שיקום. עיקרון מרכזי הוא שפרויקטים העוסקים בשיקום אקולוגי, למרות התייחסותם לצד הסביבתי, חייבים לכלול בעלי עניין רבים, ובייחוד קהילות מקומיות. עיקרון זה מדגיש את החיבור ההכרחי בין השיקום הסביבתי-פיזי לשיקום החברתי והתרבותי.

הגדרת שיקום אקולוגי

שיקום אקולוגי הוא התהליך של סיוע להתאוששות של מערכת אקולוגית שעברה התדרדרות במצבה הסביבתי – דרדר סביבתי, נזק או הרס. השיקום עוסק בשלמות המערכת, בתפקודה, בחוסנה וביכולתה להתפתח לאורך זמן ולנוכח שינויים סביבתיים (כמו שינוי האקלים) וכן בשירותים שהיא מספקת לאדם ולאורגניזמים נוספים.

עקרונות העומדים בבסיס השיקום האקולוגי



ביצת רובין המשוקמת בפרויקט של רט"ג
התבססות של גומא הפרקים וסוף מצוי באזור המים הרדודים של הביצה | צילום: אורי מורן

העקרונות הבאים מציעים מסגרת כוללת להבנה, להגדרה, להנחיה ולמידה של פעולות שיקום אקולוגי ותוצאותיהן:

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | התבססות על מערכות ייחוס מקומיות, תוך התחשבות בשינויים סביבתיים | |
| 2 | תמיכה בתהליכי התאוששות אקולוגית | |
| 3 | הערכת התאוששות המערכת האקולוגית בהשוואה למטרות וליעדים ברורים ומדידים, תוך שימוש בניטור | |
| 4 | שאיפה לרמת ההתאוששות הגבוהה ביותר האפשרית | |
| 5 | השיקום האקולוגי כחלק מרצף פעולות משקמות | |
| 6 | השגת ערך מצטבר במימוש בקנה מידה רחב | |
| 7 | התייחסות לקרקע בריאה כתנאי יסוד להצלחת השיקום האקולוגי | |
| 8 | הכרה בחשיבותם ובכוחם של שיתופי פעולה ועירוב בעלי עניין בתהליך | |
| 9 | התבססות על מגוון סוגי ידע | |



עיקרון 1 - התבססות על מערכות ייחוס מקומיות, תוך התחשבות

בשינויים סביבתיים

פרויקט שיקום של **מערכת אקולוגית** מוגדר בהתאם למערכת ייחוס שמהווה את "חזון השיקום", שלאורו ניתן להציב **מטרות** ויעדים בקרב **בעלי העניין** והעוסקים בפרויקט. **מודלי הייחוס** צריכים להיות מבוססים על **מערכות אקולוגיות מקומיות** ומוגדרות, שהן יעדי פעולות השיקום (לדוגמה: שטח בתה, ביצת מים מתוקים, דיונות חול נודדות). מערכת הייחוס המיטבית היא זו שמייצגת את המאפיינים של המערכת האקולוגית לפני שנפגעה ומצבה התדרדר. מצב זה אינו בהכרח זהה למצב ההיסטורי, משום שהוא מביא בחשבון את היכולת המובנית של מערכות אקולוגיות להשתנות בתגובה לתנאים המשתנים. במקרים מסוימים השפעתם של שינויים סביבתיים מהירים והיכולת להסתגל אליהם עשויות להצדיק שינוי במודלים או אף מודלים חלופיים (ראו גם תיבות 1, 2, 3, ונספח ה"הנחיות לתכנון וליישום של פרויקטים של **שיקום אקולוגי**").

חשוב להימנע משימוש במערכת ייחוס באופן שמקבע מערכת אקולוגית בנקודת זמן ספציפית. אחת התכונות המהותיות של מערכות אקולוגיות היא שהן דינמיות ומשתנות לאורך זמן. יתרה מכך, גם התנאים הסביבתיים בשטח עשויים להיות שונים מאלה ששררו בו בעבר. על כן, יש לפתח מודלי ייחוס תוך התמקדות ברורה ומפורשת בהבנת הדינמיקות העיתיות כדי לפתח תוכניות שיקום ריאליות ורלוונטיות שיאפשרו למינים המקומיים להתאושש, להסתגל ולהתפתח, ולחברת המינים להתארגן מחדש. למרות המורכבות בהגדרת מערכת ייחוס נאותה ישנם רכיבים מהותיים בשיקום – כמו מינים או תפקודים שנפגעו – שניתן להגיע להסכמה רחבה לגביהם; למשל, תנאי בסיס לשיקום נחלים יהיו תמיד איכות המים, הכמות והתקופתיות שלהם, **המגוון הביולוגי** ומבנה הנחל.

מודלי הייחוס מפותחים תוך שימוש במקורות מידע רבים ומגוונים. הפרקטיקה המיטבית היא לבנות מודלים אמפיריים המתבססים על מידע הנוגע לרכיבים ולתפקודים של המערכת האקולוגית. המידע מושג ממגוון **אתרי ייחוס** או **מאתרים** דומים בני-זמננו שחוו **דרדור** סביבתי מצומצם יותר (ועם זאת, ראו תיבה 3). המידע על התנאים באתר בעבר ובהווה, כמו גם התייעצות עם בעלי העניין, יכולים לסייע בפיתוח מודלי ייחוס, בייחוד כאשר אין בנמצא אתרי ייחוס מקומיים שלא עברו דרדור סביבתי. המידע נאסף בדרך כלל במהלך הערכת האתר או בשלב גיבוש **מצאי הבסיס** (סקר אינוונטר) של הפרויקט (עיקרון 3).

באזורים שיש בהם רק מעט אתרים מוגנים (כגון אזורים עם מעט שמורות טבע), אתרי ייחוס עלולים להיות נדירים. במקרים האלה ניתן להיעזר באתרים שנהרסו בעבר, ושהיו להם פרקי זמן שונים **להתאוששות** טבעית (למשל: אזורים שהוכרזו כמוגנים רק לאחרונה, אתרים ארכיאולוגיים, שטחים צבאיים מגודרים, או אזורים מפורזים) – הם עשויים לתת לנו מושג על מאפייני מערכות אקולוגיות דומות שעברו סוג מסוים של **נזק**. במקרים שאין אתרי ייחוס זמינים, ניתן להסיק את תנאי הייחוס מאזורים פחות מוכרים בתוך האתר עצמו, תוך שילוב נתונים היסטוריים, מודלים של **סוקצסיה** ותחזיות המבוססות על תרחישים של שינוי סביבתי עתידי.

חשוב לזכור כי מודלי ייחוס צריכים להתבסס על התכונות הספציפיות של המערכות האקולוגיות שרוצים לשמר, ולהתייחס לרכיבים ולתהליכים האקולוגיים. שישה **מאפיינים מרכזיים של מערכות אקולוגיות** (טבלה 1) יכולים לשמש אותנו לתיאור המערכת האקולוגית המשמשת לייחוס. יחד, ששת המאפיינים האלה תורמים לשלמות הכללית של המערכת האקולוגית, שנובעת ממאפיינים של מגוון, מורכבות וחוסן, שהם אינהרנטיים למערכות אקולוגיות מקומיות מתפקדות. בהינתן הטווח הרחב של סוגי מערכות אקולוגיות המצריכות שיקום אקולוגי, קטגוריות המאפיינים האלה רחבות ולא מחייבות.

פרטים נוספים על אודות הגדרת מערכת ייחוס מתאימה ובניית מודל ייחוס מוצגים בנספח ההנחיות, בסעיף 'פיתוח מודלי ייחוס לשיקום אקולוגי'. כמו כן, בהמשך המסמך תמצאו דוגמאות מתהליך בחירת מערכת ייחוס בשיקום בתי גידול לחים בישראל.

טבלה 1.

תיאור של מאפיינים מרכזיים של מערכות אקולוגיות, המשמשים בסיס לאפיון מערכת הייחוס, להערכת **מצב הבסיס** באתר השיקום, להגדרת יעדי השיקום ולניטור תהליך ההתאוששות. המאפיינים נבחרו כך שיתאימו לניטור מעשי (כפי שמפורט בעיקרון 3), ובהתאם למסגרת ההערכה של **"מערכת חמשת הכוכבים"** (כמוסבר בעיקרון 4).

מאפיין	תיאור
היעדר איומים	אין איומים ישירים על המערכת האקולוגית, כדוגמת ניצול יתר, זיהום או מינים פולשים
תנאים פיזיים וכימיים	מתקיימים התנאים הסביבתיים (ובכלל זה התנאים הפיזיים והכימיים של הקרקע, המים, והטופוגרפיה) הנדרשים כדי לקיים את מערכת המטרה
הרכב המינים	מינים מקומיים המאפיינים את מערכת הייחוס הרלוונטית נוכחים, ואילו מינים בלתי רצויים אינם נוכחים
מורכבות מבנית	מתקיים גיוון מספק במרכיבי המבנה העיקריים, ובכלל זה שלבים דמוגרפיים, רמות טרופיות, שכבות צומח ושונות מרחבית בבתי הגידול
תפקוד המערכת האקולוגית	ישנן רמות מספקות של צמיחה ושל יצרנות, מחזור נוטריינטים, פירוק פסולת, קשרי גומלין בין מינים ורמות הפרעה שונות ומשתנות
קשרי גומלין עם מערכות אקולוגיות סמוכות (External exchanges)	המערכת האקולוגית משולבת היטב בהקשר הנופי או האקוטי הרחב יותר, ומקיימת חילופים של חומר ואנרגיה עם מערכות סמוכות

ייתכן שפרויקט שיקום יחיד יצריך מודלי ייחוס רבים. יכולות להיות לכך כמה סיבות: ראשית, משום שאתרים גדולים, או כאלה שהטופוגרפיה בהם מגוונת, עשויים לכלול פסיפס של מערכות אקולוגיות ואקוטונים (אזורי מעבר ומפגש בין חברות אקולוגיות סמוכות). שנית, משום שכדי לשקף נאמנה את הדינמיקות של המערכת האקולוגית או את השינויים הצפויים בה לאורך זמן, לא פעם יש צורך במערכות ייחוס רבות או עוקבות. אתרים במערכות אקולוגיות המצויות בתהליכי סוקצסיה עשויים להיות בשלבים הראשוניים של התהליך מייד לאחר הטיפול, ולאחר מכן להתקדם לשלבים הבאים. עבור מערכות אקולוגיות עם דינמיקות מורכבות של שיווי משקל, ייתכנו נתיבי סוקצסיה רבים, ועל כן ייתכן שיהיה צורך במודלים רבים כדי לנסות ולתאר את תרחישי השיקום האפשריים ותוצאותיהם. מצבים חלופיים כאלה עשויים לנבוע משינויים בצפיפות אוכלוסיות או בגורמים סביבתיים המשפיעים על תהליך הסוקצסיה, או משילוב של השניים. נוסף על כך, ייתכן שיהיה צורך לעדכן את מודלי הייחוס לאורך זמן בהתאם לממצאי הניטור בפרויקט.

נוסף על כך, מערכת הייחוס צריכה להיות מציאותית. במקרים מסוימים מצב המערכת האקולוגית שנפגעה מדורדר עד כדי כך שלא ניתן להשיב לה את מאפייניה המקוריים. במצבים אלה מערכת הייחוס לשיקום אינה המערכת שהייתה קיימת



לפני הפגיעה, אלא מערכת שתתפקד באופן טבעי וטוב יותר לאחר השיקום בהשוואה למצב הנוכחי, למשל – שטח שעבר כרייה ולא ניתן לשחזר בו את המערכת האקולוגית המקורית, אך ניתן לשקם בו מינים מקומיים או להעלות את היצרנות הראשונית שבו באופן שיוכל לשמש שטח מרעה לאחר השיקום. במקרים האלה יתמקד הפרויקט ב**שיקום תפקודי** או בהשבת מינים.



דוגמה לשימוש במערכת ייחוס בפרויקט שיקום אזור החולות בגן הלאומי נחל אלכסנדר

א. חורשת איקליפטוסים: במחקר שבחן את תנאי השטח והמגוון הביולוגי בחורשה נמצא כי העצים שינו את המבנה והרכב של הקרקע החולית, הפחיתו את חלחול המים, וגרמו לדחיקה של מיני חולות מתמחים, אנדמיים ונדירים של צומח, פרוקי רגליים ולטאות; ב. מערכת הייחוס: בגן הלאומי נבחר שטח חולות טבעי ומתפקד, שהשתמרו בו הצומח והחי הפסמוכיליים האופייניים. מבנה בית הגידול והרכב המינים בשטח זה שימשו "מצפן" לתהליך השיקום. לאחר כריתת האיקליפטוסים נוסו בשטח שיטות שיקום שונות, ויעילותן בהשבת התפקודים והמגוון הביולוגי הוערכה באמצעות השוואה למערכת הייחוס (ראו, Avisar et al., 2025) | צילומים: אביב אבישר

מערכות אקולוגיות טבעיות למחצה

רוב המערכות האקולוגיות ברחבי העולם עוצבו לאור השימוש האנושי בהן – לאספקת מזון, לסיבים, לתרופות או למוצרים בעלי חשיבות תרבותית (למשל אביזרי פולחן). המושג "מערכות אקולוגיות טבעיות למחצה"³ מכיר בכך שמערכות אקולוגיות אינן רק צבר של אורגניזמים, אלא שהן משקפות את האבולוציה המשותפת של צמחים, בעלי חיים ובני אדם בתגובה לתנאי הסביבה בעבר. התשובה לשאלה – עד כמה מערכות אקולוגיות מקומיות הן תוצאה של התערבות אנושית – משתנה ולא תמיד ברורה. אולם כיום ידוע שישנם שינויים נרחבים שבוצעו, ונשמרים בפרקטיקות מסורתיות שהשפעתן דומה לזו של הפרעות טבעיות. לדוגמה, החורש הטבעי בישראל התפתח במהלך אלפי שנים של רעייה, כריתה ושרפה מעשה ידי אדם בעוצמות משתנות. מערכת זו, על שלל המינים והתפקודים שלה, תיחשב גם היא כמערכת אקולוגית טבעית וכמערכת ייחוס מתאימה לשיקום אקולוגי. באזורים התומכים במגוון הביולוגי הטבעי, יש לעודד פרקטיקות ניהול מסורתיות כחלק מרכזי משלמות המערכת האקולוגית, כל עוד הן נעשות תחת הכוונה מושכלת ובקרה.

למעשה, ישנן מערכות אקולוגיות שהניהול המסורתי בהן – שרפות מבוקרות, רעייה, קציר וכריתה סלקטיבית או מניעת סחיפת קרקע בטרסות ועוד – הוא-הוא שמונע את הדרדרן הסביבתי. רבים משטחי החורש הים תיכוני ומשטחי המרעה באירופה וכן מערכות אקולוגיות עתיקות שעברו שינוי על ידי בני האדם באגן הים התיכון ובאזור הסאהל, הם דוגמאות למערכות אקולוגיות טבעיות ולמערכות ייחוס מתאימות לשיקום אקולוגי.

לנוכח ההקשר התרבותי-אקולוגי המורכב שהמערכות האקולוגיות בנות-זמננו התהוו בו, ייתכן כי מספר מערכות אקולוגיות שונות ומשלימות ישמשו מודלי ייחוס לאתר שיקום יחיד. במקרים מסוימים יעד השיקום עשוי להיות שלב מוקדם בתהליך הסוקצסיה, שנשמר או מושג באמצעות ניהול מסורתי. חשוב להדגיש שמערכות אקולוגיות תרבותיות – עתיקות או מודרניות – שאינן מבוססות על מינים מקומיים, או שנעדרות בתשומות מלאכותיות (כגון חומרי דישון), או שהן נבדלות באופן מהותי במבנה או בתפקוד ממערכות אקולוגיות מקומיות (למשל גנים בוטניים) – אינן מתאימות לשמש מודל ייחוס בפריקט שיקום אקולוגי, כמשמעותו במסמך זה.



מאביקים שונים על פרחים במשארי שדה

משארי שדה הם שטחים קטנים שאינם מעובדים סמוך לשדות חקלאיים. א. שחרורית פרחים; ב. לימוני האשחר; ג. דבורת הדבש. האבקה היא תפקוד חיוני של מערכות אקולוגיות המבטיח את רבייתם והמשכיותם של צמחים פורחים. תפקוד זה מתורגם גם לשירותי מערכת אקולוגית חיוניים לאדם – ייצור פירות, זרעים ופרחים בשדות חקלאיים, שמירה על ביטחון תזונתי ותמיכה במגוון הביולוגי והנופי המספק סוגי תועלת נוספים לחברה | צילומים: רעיה רוזין

³ מערכות אקולוגיות טבעיות למחצה (Semi-natural ecosystems) הוא מונח מקובל באיחוד האירופי. בארה"ב, בקנדה ובאוסטרליה נהוג להשתמש במונח מערכות אקולוגיות תרבותיות-מסורתיות (Traditional cultural ecosystems). שני המונחים מתייחסים למערכות שמשלבות תהליכים טבעיים עם ניהול אנושי מסורתי, תוך שמירה על המגוון הביולוגי ועל תפקודים אקולוגיים.

תיבה 1.

שינוי האקלים ומערכות אקולוגיות המשמשות מודלי ייחוס

השינוי המתמשך באקלים לאורך אלפי שנים, מאות ועשורים, הוא מאפיין חשוב של כוכב הלכת שלנו. אף על פי ששינוי האקלים המתרחש ברקע הוא קבוע, הרי ששינוי אקלים אנתרופוגני (כלומר, ממקור אנושי) הגביר את קצב השינוי במערכות אקולוגיות רבות בכל רחבי העולם. שינוי האקלים מזוהה לרוב כבלתי רצוי, ומצריך פעולה מיידית מצד החברה האנושית. הוא צפוי להיות בלתי הפיך, לבטח בעתיד הנראה לעין. כבר כיום ניתן לראות את השפעת שינוי האקלים על מערכות אקולוגיות בשטחים נרחבים בעולם: לדוגמה, שונית המחסום הגדולה באוסטרליה נפגעת קשות מעליית טמפרטורת הים ומהחמצה של המים, הגורמת להלבנת האלמוגים ולפגיעה ביכולתם להיבנות מחדש. התחממות מואצת באזור היערות הבוריאליים בקנדה גורמת להתייבשות הקרקע ולהיעדר כיסוי שלג, והם מביאים להתפרצות שרפות יער חסרות תקדים בהיקפן. מזיקים שונים משגשגים בתנאים החדשים, וגורמים לתמותת עצים רחבה. משמעות הדבר היא שלצד פעולות לשיפור פוטנציאל השיקום ופעולות אחרות להאטת שינוי האקלים, יש להתייחס לשינוי האקלים כחלק מתנאי הרקע הסביבתי בימינו, ומינים רבים יצטרכו להסתגל אליו או שייכחדו.

שינוי האקלים מחייב אותנו לקבוע יעדים לשיקום אקולוגי שמתבססים על מחקר מדעי עדכני ומתמשך על ההשפעות הצפויות על המינים ועל המערכות האקולוגיות. אף על פי שיש הרבה אי-ודאות, ולמרות שיטתם אזוריים בעולם שהשינויים בהם צפויים להיות מזעריים, אנו יודעים ששינויים במבנה חברות אקולוגיות ובהרכב עקב משבר האקלים יובילו לשינויים גדולים במערכות אקולוגיות שלמות באזורים גיאוגרפיים רבים (לדוגמה – במערכות ימות, חופיות, אלפיניות ובכאלה המתקיימות באקלים קר-ממוזג ובאזורי ספר צחיחים למחצה). ככל שהאקלים משתנה, **"המעטפת האקלימית"** – מערכת התנאים האקלימיים התומכת בקיומם של מינים באזור מסוים – תשתנה מבחינה מרחבית. משמעות הדבר היא שבמערכת אקולוגית נתונה חלק מהמינים יאבדו, בעוד אחרים ישרדו הודות ליכולת ההסתגלות שלהם לסביבות שונות ולתנאי סביבה שונים. לצד זאת, מינים חדשים, שהתנאים החדשים יתאימו לקיומם, צפויים להיכנס ולאכלס את המערכות המשתנות.

שינויים בשימושי הקרקע, הגורמים לצמצום שטח בתי הגידול ומגבירים את קיטועם, מחמירים את השפעות שינוי האקלים על מינים רבים ועל חברות אקולוגיות רבות. ההחמרה נגרמת דרך בידוד אוכלוסיות (דבר המשפיע לשלילה על המגוון הגנטי ועל פוטנציאל ההסתגלות) והגבלת האפשרות של מינים לנוע במרחב או לנדוד לאזורי אקלים מתאימים. יש צורך בהתערבויות ממשקיות, שיבצעו מיטוב של השונות הגנטית ושל פוטנציאל האוכלוסיות להסתגל, כדי למנוע את הכחדתן באזורי מחיה קיימים ולאפשר נדידה לאזורים חדשים. האפשרויות כוללות שימור והגדלה של אוכלוסיות מגוונות מבחינה גנטית של מיני צמחים ובעלי חיים, והבטחה שהאוכלוסיות האלה יחיו בשטחים שמנוהלים בצורה המאפשרת קישוריות בין אוכלוסיות ושטחים שונים. מעבר פרטים בין אוכלוסיות, באופן שיגביר את המגוון הגנטי, הכרחי כדי לחזק את הסתגלות האוכלוסיות השונות לתנאים המשתנים.

תיבה 2.

מה לעשות כאשר השינוי הסביבתי הוא כזה שאי אפשר להתגבר עליו?

במקרים מסוימים שטחים הופרו והמערכות האקולוגיות דורדרו במידה כזו, שיש לתת עדיפות למערכות אקולוגיות מקומיות חלופיות כמערכות ייחוס עבורם. בתנאים החדשים שנוצרו בעקבות השינוי הסביבתי, צפויות להיווצר מערכות אקולוגיות חלופיות. דוגמאות לשינויים כאלה הן, למשל, אתרים שהמשטר ההידרולוגי בהם השתנה באופן בלתי הפיך, בגלל זיהום אקווא באופן קבוע, או שינוי מסביבה לחה יחסית (mesic) לצחיחה בשל ירידת מפלס מי התהום או בשל התייבשות מוחלטת של מעיינות; אזורים שעברו כרייה או חציבה נרחבות עד כדי כך שנדרשים משאבים חריגים ובלתי ניתנים להשגה כדי להשיב את המצב המקורי; אתרים שנהגו להתבצע בהם משטרי ניהול שטח מסורתיים – למשל סוגים שונים של משטרי רעייה או שרפה – אך הם אינם מתבצעים עוד או שלא ניתן לשחזרם.

ההחלטה מתי הולם להשתמש במערכת ייחוס אקולוגית חלופית תלויה בתנאים המקומיים ובמידת היות השינוי בלתי הפיך, ודורשת מומחיות אקולוגית (ראו איור 1). ייתכנו מקרים שכדאי להשתמש בהם ביותר ממערכת ייחוס אקולוגית אחת, למשל בתכנון שיקומם של אתרים באזורים עירוניים ובאזורים חקלאיים מופרים מאוד, וחשוב לבצע בחירה מושכלת שתתאים למצב החברתי-אקולוגי. נוסף על כך, מראהו של אתר אינו מדד אמין לפוטנציאל השיקום שלו. במקרים רבים, כאשר השיקום נדמה כבלתי אפשרי, הושגה התאוששות לאחר יישום מיומן של גישות מבוססות על ידי מומחים. כאשר קיים ספק לגבי פוטנציאל ההתאוששות, אולם ההתאוששות היא יעד נחשק מאוד, **גישה** מקובלת היא ביצוע ניסויים בחלק קטן של השטח במשך פרק זמן שמספיק כדי לקבוע את מידת היעילות. שיתוף פעולה בין מדענים ואנשי שטח בעריכת ניסויים כאלה יוכל לעזור בבחירת המערכת האקולוגית הנכונה שתעמוד בבסיס הגיבוש של מודל הייחוס.

איור 1. עץ החלטות המסייע בבחירת מערכות אקולוגיות מקומיות המשמשות מערכות ייחוס





תיבה 3.

שינוי במצב הייחוס: אתגר עקרוני בבחירת מודל לשיקום אקולוגי

בעת שימוש במערכות ייחוס⁴ כדי לבנות מודל ייחוס לשיקום, יש להביא בחשבון את התופעה של "שינוי במצב הייחוס" (shifting baseline) כלומר, כאשר אתרי הייחוס המשמשים מודל לתפקוד אקולוגי מיטבי כבר עברו תהליך של התדרדרות בעבר, אך היא לא תמיד ניכרת לעין או מובאת בחשבון. אתרים עשויים להיחשב בטעות כבריאים או מדורדרים רק במידה מועטה, אף על פי שמרכיבים חשובים של המערכת – כגון מינים מקומיים או תפקודים אקולוגיים מרכזיים – חסרים בהם.

תופעה זו, שנחקרה לעומק בעיקר בתחומים כמו שיקום ימי ודיג, עלולה להוביל להגדרת מודלי ייחוס חלקיים או מדוללים, שמציבים רף נמוך מדי להצלחת השיקום. נוסף על כך, מחקרים מראים שגם כאשר התאוששות מלאה של המערכת האקולוגית אפשרית, התהליכים האקולוגיים הכרוכים בכך עשויים להימשך שנים רבות ואף עשורים, וייתכנו תקופות ממושכות של אובדן נטו של מגוון ביולוגי או תפקודים אקולוגיים. לכן, תוכניות שיקום אקולוגי – בין אם הן מונחות על ידי רגולציה ובין אם הן יוזמות וולונטריות – צריכות לשאוף לסטנדרטים גבוהים יותר ממה שלעיתים נדמה כ"מספיק", כדי להבטיח שיפור נטו במצבם של כלל רכיבי המערכת – מבחינת המגוון הביולוגי, תפקודה הכללי והשירותים שהיא מספקת.

התאמת מודל ייחוס לשינויים סביבתיים מתמשכים – חוף ים המלח הנסוג בשמורת טבע עינות צוקים

נסיגת ים המלח גרמה לנדידת מעיינות השמורה ולהתייבשות נרחבת של שטחה, ושינתה באופן דרמטי את תנאי הרקע האקולוגיים. שיקום המעיינות ובתי הגידול הלחים בשמורה התבסס על הצורך לשלב בתכנון הערכה של שינויים עתידיים, ולא להסתמך על מצב עבר בלבד. הבנה זו מאפשרת פיתוח מודל ייחוס דינמי – כזה שיתאים את יעדי השיקום והניהול האדפטיבי עם המציאות המשתנה עם המשך נסיגת הים | צילום: Omer Tsur - AirWorks Aerial Photography

4 כאשר עוסקים בשיקום אקולוגי, חשוב להבחין בין שני מונחים שונים שלעיתים מתערבבים בשיח: מצב בסיס ומערכת ייחוס. במסמך זה אנו משתמשים במונח "מצב בסיס" (baseline) כדי לציין את מצבו של האתר בעת תחילת תהליך השיקום, כפי שהוא מתועד בסקרים אקולוגיים, בעוד "מערכת ייחוס" היא המודל האקולוגי הרצוי שאנו שואפים אליו בתהליך השיקום.

עיקרון 2: תמיכה בתהליכי התאוששות אקולוגית



פעולות שיקום אקולוגי נועדו לסייע לתהליכי ההתאוששות הטבעיים של מערכות אקולוגיות, המתבצעים לאורך זמן על ידי תהליכים פיזיקליים, תגובות של אורגניזמים ואינטראקציות ביניהם. פעולות השיקום מתמקדות בהשבת רכיבים ותנאים שיוכלו לתמוך בהתאוששות של מאפייני המערכות האקולוגיות, בין השאר – יכולות הארגון העצמי של המערכות האקולוגיות ועמידותן בפני עקות ולחצים עתידיים. הפעולות האלה מתוכננות ומיושמות על בסיס מודל הייחוס (ראו עיקרון 1 וכן "פיתוח מודלי ייחוס לשיקום אקולוגי" בחלק השני של נספח ההנחיות ואמות המידה) והמטרות והיעדים המוסכמים של הפרויקט (ראו עיקרון 3).

הדרך האמינה והחסכונית ביותר להתחלת תהליכי שיקום היא ניצול פוטנציאל ההתחדשות וההתפשטות של מיני צמחים, בעלי חיים או מיקרואורגניזמים, שנותרו במערכת האקולוגית ובסביבתה. עם זאת, מערכות אקולוגיות מדורדרות מצריכות לא פעם התערבויות משמעותיות כדי לפצות על אובדן **פוטנציאל ההתאוששות הטבעית**. עוד לפני תכנון הטיפול המתאימים יש לבצע הערכה כדי לקבוע את: (1) פוטנציאל ההתחדשות של המערכת לאחר הסרת הגורמים לדרדרה; (2) הצורך להשיב רכיבים ביוטיים ואביוטיים חסרים. הערכה זו צריכה להיות מבוססת על ידע הנוגע **לתכונות תפקודיות** (ובעיקר למנגנוני ההתאוששות) של מינים שונים שסביר שיופיעו באתר ויתיישבו בו, לצד מידע על הזמינות ופוטנציאל ההגעה של חומרי הריבוי של האורגניזמים מהסביבה (זרעים, ביצים בנות-קיימא וכדומה) או התיישבות של אורגניזמים בעלי יכולת ריבוי עצמית. כאשר ישנם פערי ידע, כדאי לבדוק את תגובתם של אזורים קטנים למהלכי השיקום, לפני שמחילים אותם על אזורים גדולים יותר. כדאי לתת עדיפות תחילה להתערבויות שמתמקדות באזורים בעלי פוטנציאל התאוששות טבעית גבוה. הדבר יאפשר בהמשך לפנות משאבים לאזורים המצריכים התערבויות אינטנסיביות יותר.

שיקום עלול להוביל לתוצאות בלתי צפויות. על אנשי השטח להיות מוכנים לבצע טיפולים נוספים, אם יידרשו, או לקדם מחקר כדי להתמודד עם חסמים או מגבלות על ההתאוששות הטבעית. למשל, פעולות שיקום שנועדו לעודד התאוששות של מינים מקומיים עלולות לעורר תגובה גם ממינים לא-רצויים המצויים במאגרי יחידות הריבוי (למשל מינים פולשים המצויים בבנק הזרעים בקרקע באתר השיקום), דבר שלא פעם יצריך התערבויות חוזרות ונשנות כדי להשיג את מטרות הפרויקט.



חרדון צב מצוי (*Uromastyx aegyptia*) ב"פארק ארץ החרדונים" של קק"ל צופה לעבר פארק הצפרות ובריכות המלח
 שטחי מבואות אילת הצפוניים, הממוקמים בין כביש 90 לגבול ירדן, עברו פגיעה סביבתית משמעותית לאורך השנים עקב פעילות מחצבות, מזבלות ובריכות אידוי. לאחר מאמצי שיקום נרחבים האזור משמש כיום בית למגוון אתרי טבע ייחודיים ומרתקים. אוכלוסיית חרדוני הצב בפארק מהווה את אחד הריכוזים הגדולים והמרשימים ביותר של המין בישראל. שיקום האוכלוסייה התרחש באופן ספונטני, כאשר פרטים הגיעו לאזור המשוקם מאזורים סמוכים והתבססו בו בהצלחה | צילום: גיל קופלוביץ



עיקרון 3: הערכת התאוששות המערכת האקולוגית בהשוואה למטרות וליעדים ברורים ומדידים, תוך שימוש בניטור

תהליכי שיקום אקולוגי נמשכים לרוב פרקי זמן ארוכים, ולעיתים עובר זמן רב בין תחילת הפעולות לבין התאוששות מלאה של המערכת האקולוגית והגעתה למצב יציב המתפתח באופן טבעי בכיוון הרצוי. אי לכך, כל פרויקט שיקום מחייב הגדרה של יעדים ברורים, מדורגים, שניתנים להערכה באמצעות מדדים.

הגדרת המדדים מאפשרת לעקוב אחר כיוון ההתאוששות, לקבוע אם השיקום מתקדם בהתאם ליעדים, להעריך את קצב התהליך ולבחון את מידת ההצלחה. ניטור שיטתי של המדדים לאורך זמן מספק תשתית לתכנון ולביצוע של ממשק אדפטיבי, ואף עשוי להעיד – במידת הצורך – על הצורך בעדכון של חלק מהיעדים המקוריים, תוך שמירה על ציפיות ריאליות.

כדי להבטיח ניטור אפקטיבי לאורך זמן חשוב להקצות מראש משאבים ייעודיים לשלב זה.

בעת גיבוש המדדים יש להתחשב במאפיינים האקולוגיים של האתר והמערכת וכן בהיבטים החברתיים והכלכליים של השיקום (ראו "מערכת חמשת הכוכבים וגלגל ההתאוששות האקולוגית" כפי שמפורט בעיקרון 4). המדדים מהווים גם בסיס לניטור התקדמות השיקום לאורך זמן וליישום של גישות **ניהול אדפטיבי** (ראו תיבה 4).

המטרות והיעדים האקולוגיים נשענים בחוזקה על הערכת המצב באתר או על מצאי הבסיס. הערכה כזו מתארת את מצב האתר המדורדר, והיא חיונית להבנת רמת ההתאוששות הנדרשת כדי לדמות את תנאי הייחוס (ראו עיקרון 1). תהליך הגיבוש של מצאי הבסיס הוא רכיב חיוני בהבנת היעדים הרצויים והיעדים האפשריים באתר המדורדר במונחים של מטרות השיקום, יעדי השיקום והאינדיקטורים למדידת השיקום. המצאי משמש בהמשך לאיתור שינויים לאורך זמן ביחס לתנאי הבסיס. הערכות התקדמות לעבר היעד האקולוגי צריכות לכלול אינדיקטורים עבור כל אחד מששת המאפיינים העיקריים של המערכת האקולוגית של מערכת הייחוס (טבלה 1). המטרות האקולוגיות של הפרויקט צריכות להתייחס לרמת ההתאוששות המבוקשת עבור כל מאפיין, עם אינדיקטורים ספציפיים ומדדים להערכת מצב האתר לפני תחילת הפרויקט.

לצורך הערכת התקדמות של פרויקט שיקום אקולוגי יש להגדיר לכל יעד את הפרמטרים הבאים⁵:

1. האינדיקטורים שיימדדו. יש לוודא שהאינדיקטורים אכן מייצגים את מצבה האקולוגי של המערכת (לדוגמה: אחוז הכיסוי של מיני צמחים מקומיים);

2. התוצאה הרצויה (לדוגמה: שמירה על אחוז הכיסוי);

3. היקף התוצאה הרצויה (לדוגמה: עלייה של 40%);

4. מסגרת הזמן להשגת התוצאה הרצויה (לדוגמה: תוך חמש שנים).

5 מטרות ההפרדה לסעיפים היא להדגיש את הנושא, הנעדר פעמים רבות משלב התכנון של פרויקטים.



בפרויקטים שהתאוששות מלאה אינה רק רצויה בהם, אלא גם אפשרית, היעד האקולוגי יהיה זהה למודל הייחוס. כאשר רק **התאוששות חלקית** אפשרית, היעד ומודל הייחוס לא יתאימו באופן מלא, אך מודל הייחוס יתווה את כיוון השיקום. למשל, ייתכן שאתר משוקם יוסיף לכלול מינים לא מקומיים או מינים פולשים, שאינם חלק ממערכת הייחוס, בשל מגבלות תפעוליות או בגלל חוסר יכולת להדבירם לחלוטין. במקרים אחרים היעדים האקולוגיים של הפרויקט עשויים להיות מותאמים מראש לשיקולים חברתיים או כלכליים, ובשל כך לא ישקפו במלואם את מצב מערכת הייחוס. במקרים כאלה, גם אם יעד השיקום שונה באופן חלקי ממודל הייחוס, המודל ממשיך למלא תפקיד מרכזי בתכנון, בהכוונה ובבחינת מידת התאוששות המערכת.

המטרות החברתיות של הפרויקטים משתנות מאוד מפרויקט לפרויקט, והן נובעות ממגוון שיקולים חברתיים (ראו עיקרון 8). לאחר קיום התייעצות משמעותית עם בעלי העניין, יש להגדיר את המטרות החברתיות בתוכנית הפרויקט, לצד הנמקות בדבר כל פשרה אפשרית בין העלות והתועלת האקולוגית והחברתית. כך, דו"חות הפרויקט יוכלו להאיר ולהדגיש את היתרונות החברתיים.

חשוב להגדיר את החזון, המטרות, היעדים והמדדים של פרויקט שיקום אקולוגי כבר בשלבי התכנון הראשוניים. הגדרה זו צריכה לכלול גם תכנון של פעולות הניטור הנדרשות להערכת התקדמות הפרויקט, משך הזמן שיידרש להן, והערכת תקציב עבורן. הניטור מתחיל עוד לפני ביצוע פעולות השיקום כדי להעריך את מצב הבסיס של האינדיקטורים, שעל פיו אפשר למדוד את השינויים במהלך הפרויקט. יש להמשיך ולנטר את האינדיקטורים גם אחרי סיום הפרויקט, וזאת כדי להעריך אם פעולות השיקום עומדות במטרות וביעדים האקולוגיים של הפרויקט.



פעולות ניטור כשנתיים לאחר שתילה בפרויקט שיקום ביצת רובין
ניטור הפרויקט נערך במשך חמש שנים ולווה בתחזוקה אדפטיבית | צילום: אורי מורן

תיבה 4.

יישום של ניטור וניהול אדפטיבי

ניהול אדפטיבי הוא גישה מערכתית וגמישה לשיפור מתמיד של פעולות שיקום, המבוססת על העיקרון "למידה תוך כדי עשייה". שלא כמו ניסוי וטעייה בלתי שיטתיים, ניהול אדפטיבי פועל לפי תהליך מתוכנן הכולל גיבוש חלופות, ניסוי, למידה ושינוי מתמשך של פרקטיקות על סמך תוצאות הניטור וההערכה. כאשר הגישה מיושמת באופן נכון, היא תורמת להבנה עמוקה יותר של תהליכי השיקום, דרך השלבים הבאים:

- זיהוי דרכים חלופיות להשגת יעדי השיקום ומטרותיו;
- חיזוי תוצאות החלופות, בהתבסס על ידע קיים;
- יישום של לפחות אחת מהחלופות;
- ניטור מתוכנן של תוצאות הפעולה לצורך הבנה של השפעות השיקום בפועל;
- עדכון הידע והסתגלות ניהולית – שינוי פעולות השיקום בהתאם לממצאים.

ניטור הוא מרכיב הכרחי בניהול אדפטיבי, והוא מאפשר להבחין בין הצלחה, שיפור חלקי או כישלון. לכן, תכנון מערך הניטור צריך להיעשות כבר בשלבים הראשונים של הפרויקט, במקביל להגדרת היעדים, לקביעת האינדיקטורים ובהתאם למשאבים הזמינים. הניטור חייב להיות תואם ללוח הזמנים של הפרויקט, להתבצע באופן עקבי ולהתמקד במדדים מדידים וברורים.

במקרים שמטרות הפרויקט אינן מושגות, מערך הניטור צריך לכלול סימני אזהרה ברורים לפעולה – כלומר, ערכי סף או קריטריונים שחצייתם תוביל להפעלת שינוי בהתערבות (למשל, חזרה של מינים פולשים, דעיכה של מינים מקומיים, היעדר התחדשות טבעית).

שיטות הניטור כוללות תיעוד שיטתי של רכיבים ביולוגיים ואביוטיים – כגון צמחים, קרקע, מים ובעלי חיים – ויכולות לכלול גם ניסויים מובנים, העומדים בסטנדרטים מדעיים של גודל מדגם, חזרתיות ואתרי ביקורת.

ללא ניטור לא ניתן ליישם ניהול אדפטיבי אפקטיבי. וללא ניהול אדפטיבי תהליך השיקום עלול להיכשל או להיעצר. לכן, גישת ניהול אדפטיבי, הכוללת ניטור והתאמת הממשק, צריכה להיות סטנדרט בכל פרויקט שיקום.

ברicht "אגם הברבורים" במלחת סדום

הברכה זוהמה בשנת 2017 בשפכים חומציים ממפעלי רותם אמפרט. דופן של מאגר שפכים תעשייתיים קרסה, והשפכים זרמו בנחל אשלים אל תוך הברכה. לאתר נגרם נזק אקולוגי כבד. לאחר האירוע הוחל בניטור הברכה באופן שוטף – מבחינה כימית וביולוגית – כדי לבחון את מידת התאוששות המערכת ואת קצב ההתאוששות | צילום: דורון ניסים, רט"ג



עיקרון 4. שאיפה לרמת ההתאוששות הגבוהה ביותר האפשרית

פרויקטים של שיקום אקולוגי מבקשים להגיע לרמה הגבוהה ביותר האפשרית של התאוששות, ביחס לששת המאפיינים של מערכות הייחוס (טבלה 1). התאוששות (מלאה או חלקית) לוקחת זמן, ותהליכי התאוששות עשויים להיות איטיים מאוד. לכן, מנהלי הפרויקט צריכים לאמץ מדיניות של שיפור מתמיד, שמתבססת על ניטור יסודי ומקיף. מדיניות כזו תוכל לאפשר למנהלים לפעול באופן הדרגתי, ולעבור מהתאוששות ראשונית לרמות התאוששות מתקדמות יותר. גישה אחת לתכנון פרויקטים ולמעקב אחר התקדמות לאורך זמן היא להשתמש במערכת חמשת הכוכבים ובגלגל ההתאוששות האקולוגית, שיפורטו מיד.

גלגל ההתאוששות האקולוגית ומערכת חמשת הכוכבים – מכוונים גבוה

מערכת חמשת הכוכבים (טבלאות 2 ו-3) וגלגל ההתאוששות האקולוגית (איור 2) הם כלים להערכת ההתקדמות של פרויקט שיקום אקולוגי ביחס ליעדים האקולוגיים שהוגדרו לו. הערכת ההתקדמות נעשית על בסיס השוואה בין מצב המערכת האקולוגית בתחילת הפרויקט (מצב הבסיס), לבין מודל הייחוס – התמונה הרצויה של המערכת בסיום תהליך השיקום. היעדים האקולוגיים נגזרים מששת המאפיינים המרכזיים של מערכות אקולוגיות החשובים לאפיון מודל הייחוס (טבלה 1), ומערכת חמשת הכוכבים מספקת מסגרת ברורה ומעשית לניטור, לדיווח ולהמחשת הדרך אליהם. הרעיון הוא לכוון גבוה, ולהשיג התקדמות לאורך זמן, גם אם התאוששות מלאה אינה אפשרית בשלבים ההתחלתיים, ואפילו אם מטרת השיקום אינה התאוששות מלאה.



מינים נדירים בלב כרך עירוני

צולל ביצות (*Aythya nyroca*), מין עופות מים נדיר בישראל המצוי בסכנת הכחדה (EN), דוגר קבע בגופי המים שהוקמו כחלק מפרויקט השיקום בפארק עמק הצבאים ע"ש ג'ק, ג'וזף ומרטון מנדל בירושלים – אתר הטבע העירוני הגדול בישראל, ששימש בעבר שטח חקלאי. התבססותו של מין רגיש זה, התלוי בבית גידול מורכב הכולל גם צמחיית גדה עשירה, מהווה עדות לכך שהמערכת האקולוגית המשוקמת מתפקדת היטב ומסוגלת לתמוך במגוון ביולוגי גבוה, אף בהיקף המוגבל של פארק בלב עיר. הופעתו ממחישה את העיקרון "לכוון גבוה" – שאיפה לכך שפעולות שיקום לא יסתפקו בהחזרת תפקודים בסיסיים בלבד, אלא ייצרו גם תנאים התומכים במינים נדירים או בכאלה שמתמחים בנישות אקולוגיות מורכבות. הפארק הוא של עיריית ירושלים בניהול החברה להגנת הטבע | צילום: עמיר בלבן

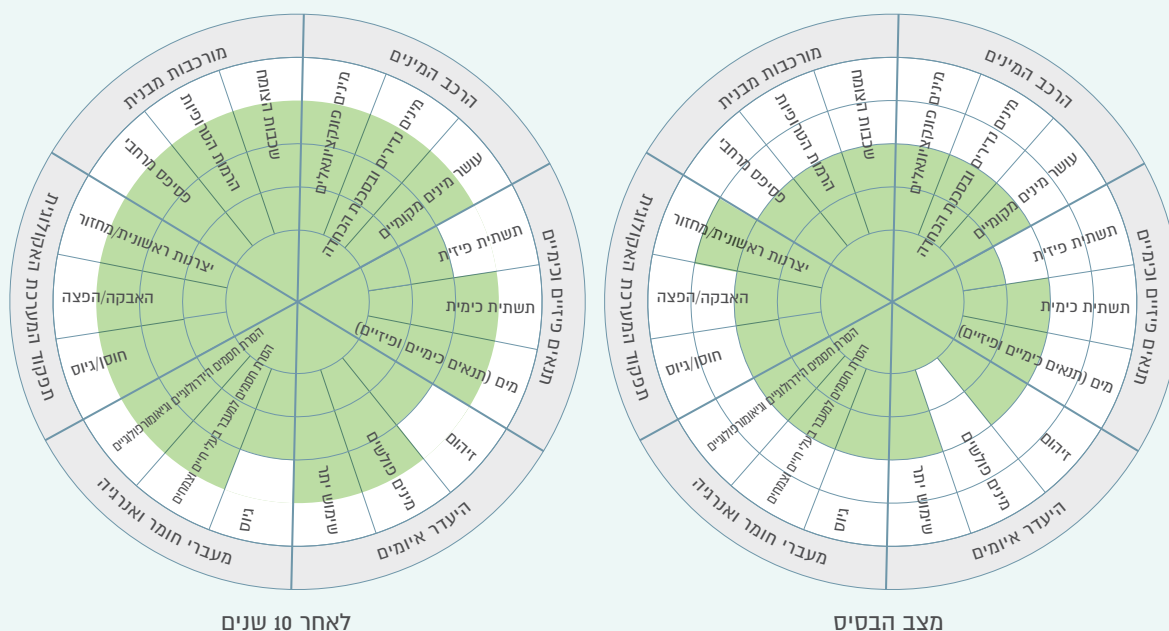
טבלה 2.

מערכת חמשת הכוכבים נועדה להעריך את מידת ההתאוששות של האתר ביחס לשישה מאפיינים מרכזיים של מערכות אקולוגיות בריאות (ראו טבלה 1). הטבלה מציגה חמש רמות של התקדמות בתהליך השיקום האקולוגי, המדרגות מכוכב אחד (התאוששות התחלתית) ועד חמישה כוכבים (התאוששות מתקדמת הדומה למערכת הייחוס). כל רמה כוללת את הרמות שמתחתיה, ועל כן ההתקדמות מצטברת. מכיוון שהמאפיינים השונים עשויים להגיב בקצב שונה לשיקום, ייתכנו הבדלים בין דירוגים של מאפיינים שונים באתר. ניתן ליישם את המערכת בכל שלב של תהליך השיקום, כל עוד יש מודל ייחוס אקולוגי ברור שניתן להשוות אליו.

מספר כוכבים	סיכום תוצאות ההתאוששות
*	ההתדרדרות המתמשכת נמנעה. התבצע שיקום פיזי וכימי של תשתית האתר, אם היה צורך בכך. רמה מסוימת של הביוטה המקומית נוכחת; נישות אקולוגיות המשמשות לגיוס עתידי של ביוטה לא נפגעו. קיים תכנון עתידי לשיפורים בכל המאפיינים, וניהול עתידי של האתר מובטח.
**	ניהול או הפחתה של האיומים על האתר שמקורם באזורים סמוכים. באתר מתקיימת תת-קבוצה קטנה של מינים מקומיים מאפיינים, והאיום מצד מינים לא רצויים באתר מזערי. קישוריות האתר שופרה.
***	האיומים על האתר, שמקורם באזורים סמוכים, נוהלו או הופחתו כמעט לגמרי. האיום מצד מינים לא רצויים באתר נמוך מאוד. מינים מקומיים מאפיינים התבססו באתר. ישנם סימנים ראשוניים לתפקוד של המערכת האקולוגית הרצויה. יש עדויות לשיפור הקישוריות בקנה מידה נופי.
****	קבוצה מגוונת ומשמעותית של מינים מקומיים מאפיינים נוכחת באתר, והיא כוללת נציגים מכל קבוצות המינים העיקריות. נוכחות זו מצביעה על כך שהאתר תומך במבנה חברתי מורכב ובתהליכים אקולוגיים (כגון יחסי טורף-נטרף, האבקה, הפצת זרעים ומחזור חומרים). נוסף על כך, קיימת קישוריות אקולוגית בין האתר לסביבתו, המאפשרת מעבר פרטים, גנים וחומרים. האיומים החיצוניים לאתר מנוהלים או הופחתו במידה ניכרת.
*****	התבססות מכלול מאפיין של מיני צמחים ובעלי חיים, ברמה שתאפשר – עם התערבויות שיקום מזעריות בלבד – התפתחות של מורכבות מבנית וטרופית גבוהה, בעלת דמיון רב למערכת הייחוס. מתאפשר מעבר של מינים וחומר בין האתר לסביבתו. ניתן להעריך שהמערכת האקולוגית תהיה עמידה למשטרי ההפרעה הצפויים. קיימים הסדרים ארוכי-טווח לניהול האתר.



איור 2. גלגל ההתאוששות האקולוגית



גלגל ההתאוששות האקולוגית הוא כלי המשמש להמחשת ההתקדמות בתהליך ההתאוששות של מאפייני המערכת האקולוגית בהשוואה לאלה של מודל ייחוס. בדוגמה זו, הגלגל הימני מייצג את מצבו של כל מאפיין, כפי שהוערך בשלב גיבוש מצאי מצב הבסיס בפרויקט. הגלגל השמאלי מייצג את המצב בפרויקט שיקום שנמשך עשור, שיותר ממחצית המאפיינים בו הגיעו למצב של 4 כוכבים. אנשי שטח הבקיאיים ביעדים, במטרות, באינדיקטורים הספציפיים לאתר וברמות ההתאוששות שהושגו נכון למועד הניטור, יכולים לסמן את מצב תת-המאפיין (על ידי הצללת הפלח הרלוונטי בתרשים) אחרי ביצוע הערכה פורמלית או בלתי פורמלית. כדי שהגלגל ייצג באופן המיטבי את פרויקט השיקום המנוטר, אפשר להוסיף לו תתי-מאפיינים, לשנותם או להסירם לפי הצורך. בדוגמה זו, לשם הסימטריה, הצגנו שלושה תתי-מאפיינים לכל מאפיין, אולם יכולים להיות יותר – או פחות – כפוף לפרויקט.

טבלה 3.

דוגמה לסולם התאוששות של 1 עד 5 כוכבים המפורש בהקשר של שש התכונות העיקריות של המערכת האקולוגית המשמשות למדידת התקדמות לאורך **מסלול** השיקום. הסולם מייצג רצף מ"נמוך מאוד" (כוכב אחד) ל"גבוה מאוד" (חמישה כוכבים), בדומה למערכת הייחוס. הסולם הוא מסגרת גנרית, וניתן לפתח אינדיקטורים ומדדי ניטור ספציפיים למערכת האקולוגיות ולתת-המאפיינים שהם מזהים.

מאפיין *	**	***	****	*****
היעדר איומים	המשך ההתדרדרות נעצר. ניהול האתר והבעלות הוסדרו	תחילת ניהול או הפחתת האיומים מאזורים סמוכים	רמה נמוכה של ניהול או הפחתת האיומים הסמוכים	רמה גבוהה של ניהול או הסרת האיומים
תנאים פיזיים וכימיים	טיפול בבעיות פיזיות וכימיות בוטות (למשל: עודף חנקן, שינוי רמת החומציות, מליחות גבוהה, זיהום או פגיעה אחרת בקרקע או במים)	מתבצע שיקום פיזי וכימי של המצעים	המאפיינים הפיזיים והכימיים של המצע (כגון מרקם, יציבות מבנית, רמות נוטריונטים, pH ומליחות) שוקמו ונמצאים בתחום התנודות הטבעי למערכת הייחוס, באופן המאפשר קיום והתבססות	המצעים בעלי מאפיינים פיזיים וכימיים דומים מאוד לאלה של מערכת הייחוס, לצד עדויות לכך שהם יכולים להמשיך לתמוך במינים ובתהליכים הטבעיים ללא הגבלת זמן
הרכב המינים	נוכחות של כמה מינים מקומיים (לפחות 2% מהמינים במודל הייחוס). איום בינוני באתר ממינים לא מקומיים, פולשים או בלתי רצויים. קיימות נישות אקולוגיות להתחדשות	תת-קבוצה קטנה של מינים מקומיים מאפיינים מתבססת באתר (לפחות 10% מהמינים במודל הייחוס). איום נמוך עד בינוני באתר ממינים לא מקומיים, פולשים או בלתי רצויים	תת-קבוצה של מיני מפתח מקומיים (לפחות 25% מהמינים במודל הייחוס) מתבססת בחלקים נרחבים של האתר. איום נמוך מאוד באתר ממינים לא מקומיים, פולשים או בלתי רצויים	מגוון משמעותי של מינים מקומיים (לפחות 60% מהמינים במודל הייחוס) נוכחים בכל רחבי האתר ומייצגים מגוון רחב של קבוצות מינים. איום נמוך מאוד באתר ממינים לא מקומיים, פולשים או בלתי רצויים
				מגוון גבוה של מינים מקומיים מאפיינים (יותר מ-80% מהמינים במודל הייחוס) – דמיון רב למערכת האקולוגית המשמשת מודל ייחוס. עלייה בפוטנציאל ההתיישבות של מינים מקומיים נוספים לאורך זמן. אין איום באתר מצד מינים לא מקומיים, פולשים או בלתי רצויים



מאפיין *	**	***	****	*****
מורכבות מבנית	שכבה ביולוגית אחת לכל היותר נוכחת, ואין דפוסים מרחביים או מורכבות טרופית ביחס למערכת האקולוגית המשמשת מודל ייחוס	יש יותר משכבה ביולוגית אחת קיימת אבל הדפוסים המרחביים והמורכבות הטרופית נמוכים ביחס למודל הייחוס	מרבית השכבות קיימות; מורכבות טרופית ודפוסים מרחביים ראשוניים	כל השכבות קיימות. הדפוסים המרחביים ממשיים והמורכבות הטרופית מפותחת
תפקוד המערכת	מצעים והידרולוגיה נמצאים בשלב בסיסי בלבד, אך מסוגלים לפיתוח עתידי של תפקודים הדומים למודל הייחוס	מצעים והידרולוגיה מראים פוטנציאל גובר לטווח רחב יותר של תפקודים אקולוגיים, כולל מחזור נוטריינטים וזמינות בתי גידול ומשאבים למינים נוספים	עדויות לתחילת תפקודים אקולוגיים, כגון מחזור נוטריינטים, סינון מים, זמינות בתי גידול ומשאבים למגוון מינים נוספים	עדויות ממשיות לתחילתם של תפקודי מפתח ותהליכים, הכוללים רבייה, הפצה וגיוס של מינים מקומיים וראיות לחוסן מוכח מול משטרי הפרעה שונים
מעברי חומר ואנרגיה	זיהוי פוטנציאל לחילופים (של מינים, גנים, מים, קרקע) עם הנוף הסובב (יבשתי או מימי)	קישוריות לשם חיזוק החילופים החיוביים (ומזעור השליליים), נבנית תוך שיתוף פעולה עם בעלי העניין	הקישוריות בין האתר לסביבתו משתקמת, וישנן ראיות לחילופים חיוביים בין האתר וסביבתו (יותר מינים, מעבר גנים וכד')	ביסוס רמה גבוהה של חילופים חיוביים עם מערכות אקולוגיות טבעיות נוספות. שליטה במינים לא רצויים ובהפרעות הסובבות

הערות בנוגע לפרשנות של מערכת חמשת הכוכבים:

- ביצוע הערכה על פי מערכת חמשת הכוכבים חייב להיות ספציפי לאתר ולקנה המידה. מערכת חמשת הכוכבים פותחה ליישום ברמת האתר הבודד, אבל אפשר להחילה על רמת התוכנית באמצעות ביצוע הערכות נפרדות של האתרים, ואז קיבוץ המידע מכלל האתרים כדי להציג את רמת ההתאוששות (ממוצעת, מזערית, מרבית) לתוכניות גדולות, מרובות אתרים.
- האינדיקטורים המתוארים בטבלאות 2 ו-3 הם כלליים, ועל מנהלי התוכניות לפרש אותם באופן פרטני יותר כדי להתאימם לפרויקטים ולמערכות האקולוגיות הספציפיות (יבשתיות או מימיות).
- מערכת חמשת הכוכבים יכולה לשמש כלי עזר לניטור איכותי או כמותי. אפשר לשייך לכוכבים ערך מספרי באמצעות נתוני ניטור וגישות סטטיסטיות שמדענים ואנשי השטח משתמשים בהן באופן שכיח בפרויקטי שיקום. למשל, אפשר להשתמש ביחס בין הערך הממוצע של משתנה מסוים באתר השיקום לזה שבמודל הייחוס. בין אם נעשה שימוש בגישה איכותית או כמותית, חשוב לציין מה הייתה רמת פירוט הנתונים, ומה מידת התדירות של הניטור שהמסקנות נגזרות ממנו. המשמעות היא שאין להשתמש בגלגל ההתאוששות האקולוגית או בטבלת הערכה כראיה בפני עצמם להתקדמות מהלך השיקום, בלא לצטט גם את נתוני הניטור שהם מסתמכים עליהם.
- מאפיין של פרויקט שיקום אינו חייב בהכרח להתחיל בדירוג של 0 או של כוכב אחד. הסיבה לכך היא שהדירוג מתבצע ביחס למידת הדמיון – או השוני – ממודל הייחוס בהתבסס על קבוצת אינדיקטורים מדידים המתייחסים לתת-המאפיינים השונים. לכן, אתרים לשיקום שנותרה בהם צמחייה מקומית או שמצע בית הגידול שבהם לא נפגע באופן מהותי (למשל נחל שלא זוהם), יתחילו בדירוגים גבוהים יותר, בעוד שאתרים שהמצע בהם פגוע ושחסרים בהם מינים מקומיים רבים, יתחילו בדירוגים נמוכים. מטרת הפרויקט – בלי תלות בנקודת ההתחלה שלו – היא לסייע למערכת האקולוגית להתקדם במעלה המסלול המוביל להתאוששות כמה שיותר מלאה. כאשר הדירוג הוא 0 כוכבים, הדבר יירשם ידנית בדו"חות הכתובים, יצוין כ-"0" בטבלאות, ויוצג כתא ריק בגלגל ההתאוששות האקולוגית.
- באמצעות הוספת צבעים או דפוסים, או יצירת גלגלי התאוששות נוספים, המשתמשים יכולים להראות גם את מצב הבסיס, את מצב היעד הרצוי, או את התנאים בשלבים שונים לאורך מסלול ההתאוששות.
- פרויקטים מסוימים לעולם לא יגיעו לחמישה כוכבים, בגלל אילוצים סביבתיים, כלכליים, חברתיים ועוד.



עיקרון 5: השיקום האקולוגי כחלק מרצף פעולות משקמות

שיקום אקולוגי הוא רק פעולה אחת מתוך "קבוצה" של **פעולות שיקום** שניתן לתארן כרצף. פעולת שיקום היא פעולה התומכת – במישרין או בעקיפין – **בהשבה** של מאפיינים סביבתיים, אקולוגיים או ביולוגיים או בתכונות של המערכת האקולוגית שאבדו או נפגעו. מבחינה רעיונית, **רצף משקם** (איור 3) מציע גישה הוליסטית לאישוש מערכות אקולוגיות, ומאפשר לאנשי השטח לבחור בטיפולים האפקטיביים ביותר בהינתן התנאים האקולוגיים, החברתיים והכלכליים (מבחינת ההזדמנויות והאילוצים). רצף השיקום נוטע את הפעולות השונות בתוך הקשר, מאפשר לנו להבין כיצד הן קשורות זו לזו, ומסייע לזהות את הפרקטיקות המיטביות בהקשרים שונים. עם זאת, יש לציין שהרצף אינו בהכרח ליניארי – וייתכן שפעולות מסוימות ייעשו במקביל או לפני פעולות אחרות בהתאם לצורך ולנסיבות.

הרצף כולל ארבע קטגוריות עיקריות של פרקטיקות משקמות:

1. **הפחתת השפעות מזיקות:** ההתדרדרות הסביבתית ברחבי כדור הארץ מחייבת אותנו למצוא דרכים לצמצם את הנזק שפעילות האדם גורמת לטבע. עלינו למצוא דרכים לצמצם את ההשפעות השליליות הנובעות מהאופן שחברות מפיקות, מייצרות, משווקות, צורכות ומשליכות את משאבי המערכות האקולוגיות. החמרת הרגולציה על הייצור (תעשייה, חקלאות, כרייה וניהול מדגה) תורמת לפיתוח ולאיומו של טכנולוגיות ירוקות או לדרכי פעולה מושכלות ובנות-קיימא. לפעולות האלה יש פוטנציאל לצמצם השלכות פוגעניות, כדוגמת זיהום, קיטוע בתי הגידול, ניצול יתר של משאבים והתפשטות של מינים פולשים. בו-בזמן, יש להגביר את המודעות הציבורית ולחוקק חוקים כדי להשפיע על התנהגות הצרכנים ועל תהליכי הייצור. אף על פי שקיימים ניסיונות "להלבין" מוצרים ושירותים כידודתיים לסביבה (התיירקקות – greenwash), ישנן פעולות שיכולות למתן את ההשפעות האנושיות באופן משמעותי וכך להיחשב כפעולות תומכות שיקום ולהוות חלק מרצף השיקום. אחת הדוגמאות לכך היא הגבלת השטחים המותרים לדיג או הגבלת מועדי הדיג השנתיים באופן שיאפשר רבייה והתאוששות של הדגה.

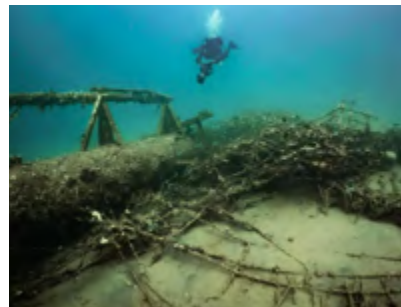
2. **טיפול בזיהומים ובמפגעים (Remediation):** בקטגוריה זו נכללים, למשל, ניקוי הקרקע ממהמים, טיפול במינים פולשים והסרת חסמים פיזיים, כגדרות או סכרים, המונעים מעבר בעלי חיים או הפצה של צמחים.

3. **שיקום תפקודי (Rehabilitation):** המושג הזה מתייחס למגוון פעולות שמטרתן לשקם את תפקוד המערכת האקולוגית ולא דווקא לשחזר את המגוון הביולוגי או את המאפיינים הקודמים של המערכת האקולוגית שנפגעה. פעולות שיקום תפקודי מתאימות למגוון רחב של תחומי ניהול קרקעות ומים, במקרים שאילוצים סביבתיים, אילוצים תקציביים או התנגשות עם צרכים אנושיים מתחרים ולגיטימיים אינם מאפשרים להגיע להתאוששות מלאה של המערכת האקולוגית המקומית. במקרה של נחל, שמעייתו נשאבים והוא התייבש, דוגמה לכך תהיה השבת מים חלקית שמאפשרת קיום מינים מסוימים הדורשים משטר זרימה של מים לאורך כל השנה יחד עם יצירת אתר נופי או תיירותי; במקרה של שטח שעבר כרייה, שיקום הצומח יכול למנוע סחיפת קרקע או להעלות את היצרנות, למשל לצורכי רעייה. לרבים מהתפקודים האלה של המערכות האקולוגיות יש תועלת לאדם, וכלל סוגי התועלת מכונה **"שירותי המערכת האקולוגית"**. חלק מהפעולות שנכנסות לקטגוריה זו של השבת תפקודים, שיעדן הוא שיקום או העצמה של תפקוד שמועיל לאדם, הן **פתרונות מבוססי טבע**. במקרים שמתבצע שיקום תפקודי של שטחי מחרות או אתרים פוסט-תעשייתיים, התהליך נקרא לעיתים **השבחה סביבתית** (Environmental Reclamation).



הפחתת השפעות אנושיות מזיקות

באירוע דליפת הנפט בשמורת עברונה (2014) זרמו אלפי קוב של נפט גולמי אל תוך השמורה וגרמו לנזקים חמורים למערכת האקולוגית המדברית. האירוע מדגיש את הצורך במניעה ובניהול מוקפד של תשתיות, לצד רגולציה מחמירה – כדי לצמצם סיכונים עתידיים. הפעולות האלה הן נדבך חשוב בפרקטיקות תומכות שיקום, הנחוצות למניעת פגיעה במערכות אקולוגיות ולצמצום היקף השיקום הנדרש בעתיד | צילום: דורון ניסים, רט"ג



טיפול בזהומים ובמפגעים – אזור הנמל הצבאי במפרץ אילת

במסגרת פרויקט הסדרת הנמל הצבאי החדש באילת שולב מהלך של שיקום ימי, בהובלת רשות הטבע והגנים ובשיתוף משרד הביטחון וחיל הים. המהלך מתבצע בשטח שבעבר פעל בו חלק מהנמל הצבאי הישן, ויצא מכלל שימוש. במשך עשרות שנים הצטברה על קרקעית הים באזור הנמל הישן כמות גדולה של פסולת ותשתיות שקרסו, שגרמו לנזקים פיזיים, כימיים וביולוגיים למערכת האקולוגית. בתחילת הפרויקט הוסרו המפגעים והפסולת, ופנו באופן מבוקר אל מחוץ לשטח, ובכך נחשפה מחדש התשתית הטבעית של קרקעית הים באתר, מתוך כוונה שתאפשר את התאוששות בית הגידול. במקביל, הועתקו בזהירות כ-10,000 מושבות אלמוגים לאזורים מוגנים, כדי למנוע פגיעה בלתי הפיכה בערכי טבע נדירים. השילוב בין פינוי המפגעים לבין שימור האלמוגים מדגים את עקרון השיקום האקולוגי כחלק משלל פעולות הכוללות הסרת חסמים כתנאי הכרחי להתחדשות תהליכים טבעיים | צילומים: עמרי עומסי, אסף הברי וולנטין נידלאה, רט"ג



ניתן לעקוב אחר תהליך ההתאוששות האקולוגית בפרויקטים של שיקום תפקודי באמצעות שימוש במערכת חמשת הכוכבים ובגלגל ההתאוששות האקולוגית – שתי דרכי מדידה המאפשרות להציג שיפורים במאפייני המערכת. כדי להשתמש בגלגל ההתאוששות להדגמת התקדמות לעבר שיקום תפקודי, ההיקף החיצוני של הגלגל צריך לכלול את הערכים הרצויים של המאפיינים העיקריים של המערכת (במקום ערכים השאובים ממודל הייחוס). פרויקטים של שיקום תפקודי שמשיגים שיפורים מסוימים בתנאים האקולוגיים יכולים להיות מכוונים לשיקום אקולוגי מאוחר יותר. לדוגמה, אתר כרייה חשוף שעבר שיקום תפקודי למניעת סחיפת קרקע באמצעות שתילה של צמחייה מקומית ולא מקומית, יוכל לעבור בהמשך שיקום אקולוגי שיכלול קציר של הצמחייה הלא מקומית והחלפתה בצמחייה מקומית, לצד פעולות נוספות שיסייעו למערכת להתאושש ולהגיע למצב שהייתה נמצאת בו אלמלא חל דרדור במצבה. במקרים שהקרקע יוצבה בעזרת שימוש במינים לא מקומיים, אפשר יהיה להוסיף מינים מקומיים או לסייע בהתאוששותם הספונטנית, ולהסיר מינים לא מקומיים כדי לסייע, בסופו של דבר, לשיקום **מערכת אקולוגית מקומית**.

4. **שיקום אקולוגי (Ecological Restoration):** פרקטיקות של הפחתת ההשפעות האנושיות, טיפול בזיהומים ובמפגעים ושיקום תפקודי הן פעולות משקמות, מכיוון שהן מצמצמות את היקף הגורמים לדרדור המערכת ומקטינות את השפעותיו המתמשכות, מחזקות את הפוטנציאל להתאוששות של המערכות האקולוגיות, ומקדמות מעבר למערכת בת-קיימא, מתפקדת ומתחדשת. ככאלה, הן נחשבות גם **כפעולות שיקום תומכות** לשיקום אקולוגי. פרויקטים מסוימים עשויים לכלול יותר מקטגוריה אחת של פעולות שיקום, בייחוד כאלה המבוצעים בתוך מסגרות רחבות יותר, כדוגמת פתרונות מבוססי טבע (ובכלל זה **תשתיות ירוקות**). פרויקטים כאלה כוללים לעיתים **פעולה משקמת** אחת או יותר (למשל טיהור מזהמים), לצד שיקום אקולוגי. כדי להיחשב כפעולה משקמת, פרויקט או כל תוכנית פיתוח בקנה מידה נופי חייבים להוביל להשפעה חיובית (net-positive) על התנאים הסביבתיים. לדוגמה – אם ייעור בתות עשבוניות גורם אובדן ממשי למגוון הביולוגי, הוא לא ייחשב פעולה משקמת.

ניתן לראות בפעולות שיקום אקולוגי ובפעולות משלימות מכלול שהוא חלק ממסגרת רחבה של קיימות, ולא פעולות נבדלות או מתחרות. לפעולות משקמות יש תועלת מצטברת, והן משפרות את התוצאות מרמה אחת לבאה אחריה. המסגרות המושגיות והשיטות המומלצות לשיקום אקולוגי המוצגות במסמך זה נועדו לתת רעיונות לפעולות רבות נוספות שניתן לבצע כדי לשפר את החוסן ואת הבריאות הכוללת של הסביבה.

שימוש ברצף פעולות השיקום כפעולות ניהול, לצד הבנת עקרונות השיקום האקולוגי, יוכל לסייע לממשלות, לגופים מנהלי שטח, לתעשיות ולקהילות בהשגת שיפורים משולבים – כאלה המייצרים "רווח נקי" – שיקדמו ויאיצו שינוי חיובי בהיקפים נרחבים יותר (ראו עיקרון 6). בטבלה 4 תוכלו למצוא המלצות למדדי ביצוע לפעולות משקמות בשלל מגזרים – התעשייה, הממשלה והקהילה. אולם גם בלי תלות במגזר או בהקשר, רצוי לאמץ גישות של שיפור מתמיד ולתת עדיפות לשיקום האקולוגי כפעולה המשקמת המועדפת, בכל מקום שהדבר ניתן. לעיתים לא ניתן להשיג שיקום אקולוגי, למשל כאשר האפשרויות היחידות הן טיפול בהפרעות סביבתיות או צמצום ההשפעות האנושיות. במקרים כאלה על הפעולה המשקמת לכוון לרמת ההתאוששות הגבוהה ביותר האפשרית.



חיזוק אוכלוסיות של מינים נדירים

השקיית שתילים צעירים של בוצין בירותי (*Verbascum beryteum*) בשמורת לימן. זהו עשב רב-שנתי, תת-אנדמי לישראל וללבנון, שבית גידולו הטבעי הוא קרקעות חמרה בחוף הגליל ובשרון. מרבית אוכלוסיות ההיסטוריות נכחדו, ובשנים האחרונות מתקיימים מאמצי שימור הכוללים חיזוק אוכלוסיות קיימות וביסוס אוכלוסיות חדשות. בתמונה נראית השקיה באמצעות מרססת לשתילים שנשתלו במטרה לחזק את האוכלוסייה בשמורה | צילום: מרב לבל וין



איור 3. רצף משקם



צמצום השפעות אנושיות מזיקות	שיפור ניהול המערכת האקולוגית	תיקון תפקוד המערכת האקולוגית	ייזום התאוששות טבעית	התאוששות חלקית של המערכת האקולוגית המקומית	התאוששות מלאה של המערכת האקולוגית המקומית
		שיקום המערכות האקולוגיות			
	הפחתת השפעות מזיקות				
	טיפול במפגעים				
		שיקום תפקודי			
		שיקום אקולוגי			

הרצף המשקם כולל מגוון פעילויות והתערבויות שיכולות לשפר את התנאים הסביבתיים ולהסיג לאחור את הדרדור הסביבתי ואת הקיטוע הנופי. הרצף מדגיש קשרי גומלין בין פעולות שונות, ומכיר בכך שהמאפיינים הספציפיים של האזור המיועד לפעולות משקמות מתייבשים את הפעולות המותאמות ביותר ליחידות הנוף השונות. ככל שמתקדמים מימין לשמאל על הרצף, חלה עלייה ב**בריאות המערכת האקולוגית**, במגוון הביולוגי, באיכות ובכמות של שירותי המערכת המסופקים. יש לציין ששיקום אקולוגי יכול להתרחש גם באזורים עירוניים, בפרברים, באזורים חקלאיים ובאזורי תעשייה.

טבלה 4.

מדדי ביצוע מומלצים לפעולות שיקום במגוון מגזרים והקשרים – בתעשייה, בממשל ובקהילה.

הערה: הציון בכוכבים מתייחס לשיטת חמשת הכוכבים שפורטה בעיקרון 4 (טבלה 3). ציוני הכוכבים בטבלה זו הם ממוצע של ציוני כל ששת המאפיינים, אלא אם כן צוין אחרת.

ייעוד השטח	פעולה משקמת וסטנדרטים מומלצים להערכת הביצוע
שטחים מוגנים	- מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות מלאה: שיקום אקולוגי לרמה של 5 כוכבים. - מערכות אקולוגיות טבעיות עם פוטנציאל להתאוששות חלקית בלבד: שיקום אקולוגי לרמת מינימום של 3 כוכבים; אידיאלי – 4 כוכבים. - תוכניות או פעולות לאישוש של מינים יחידים: מינים אדומים, נדירים ברמה המקומיות והאזורית, תופעות טבע חשובות (קיטון), אתרי לינה של עופות וכן הלאה), יש לשאוף לשיקום ולשימור בסטנדרטים הגבוהים ביותר.
	- מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות מלאה של חלק מהמאפיינים: שיקום אקולוגי עד רמת 5 כוכבים ככל המתאפשר, ולכל הפחות – 4 כוכבים. - מערכות אקולוגיות מקומיות או אזורים הסמוכים למערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות חלקית בלבד: שיקום אקולוגי לרמה הגבוהה ביותר האפשרית – מינימום 3 כוכבים למאפיינים הביולוגיים. - פארקים וגנים שעברו הסבה: שיקום תפקודי לרמת מינימום של 2 כוכבים עבור מאפייני תפקוד המערכת האקולוגית, או לכל הפחות שימוש מקיים ללא השפעה מזיקה על המערכות האקולוגיות המקומיות, ויתרונות אקולוגיים נוספים למערכת האקולוגית המקומית במידת האפשר.
	- שיקום שטחי יער בתצורת הצמחייה המקומית לשם שימור המגוון הביולוגי: שיקום אקולוגי לרמה של 5 כוכבים. - ייעור בעיקר לשם אספקת שירותי מערכת: שיקום לרמת מינימום של 2–3 כוכבים למאפיין 'תפקוד המערכת האקולוגית', או לכל הפחות שימוש בר-קיימא ללא השפעה מזיקה על המערכות האקולוגיות המקומיות, ורצוי עם תוספת יתרונות אקולוגיים.
יערנות	- מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות מלאה: שיקום אקולוגי לרמה של 5 כוכבים. - מערכות אקולוגיות עם פוטנציאל לשיקום חלקי בלבד: שיקום אקולוגי לרמה הגבוהה ביותר האפשרית: מינימום – 3 כוכבים. - פעולות בצמידות למערכות אקולוגיות מקומיות: שיקום תפקודי לרמת מינימום של 2 כוכבים עבור המאפיין 'תפקוד המערכת האקולוגית', או לכל הפחות שימוש מקיים בלי השפעות מזיקות על המערכת האקולוגית הטבעית הסמוכה, ורצוי תוך תוספת יתרונות אקולוגיים.
מדגה	



	פעולה משקמת וסטנדרטים מומלצים להערכת הביצוע	ייעוד השטח
מסדרונות תשתיות	• מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות מלאה: שיקום אקולוגי לרמה של 5 כוכבים. • מערכות אקולוגיות מקומיות או אזורים הסמוכים למערכות אקולוגיות מקומיות, עם פוטנציאל להתאוששות חלקית בלבד: שיקום אקולוגי עד לרמה הגבוהה ביותר האפשרית: מינימום 3 כוכבים למאפיינים הביולוגיים. • בתוך מסדרונות התשתיות (לא מערכות אקולוגיות מקומיות): שיקום תפקודי לרמת מינימום של 2 כוכבים עבור המאפיין 'תפקוד המערכת האקולוגית', או לכל הפחות שימוש מקיים ללא השפעות מזיקות, ורצוי עם תוספת יתרונות אקולוגיים למערכות האקולוגיות המקומיות.	
	• מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות מלאה: שיקום אקולוגי שמגיע, אידיאלית, לרמה של 5 כוכבים. • אישוש היצרנות החקלאית או חקלאות מקיימת הסמוכה למערכת האקולוגית הטבעית: שיקום אקולוגי לרמה הגבוהה ביותר האפשרית: לכל הפחות 3 כוכבים. • מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות חלקית בלבד: שיקום אקולוגי לרמה הגבוהה ביותר האפשרית, עם מינימום של 2-3 כוכבים למאפיינים הביולוגיים. • התאוששות היכולת החקלאית של שירותי המערכת: שיקום תפקודי לרמת מינימום של 2 כוכבים עבור המאפיין 'תפקוד המערכת האקולוגית', או לכל הפחות שימוש מקיים בלי השפעה מזיקה על המערכות האקולוגיות המקומיות, ורצוי עם תוספת יתרונות אקולוגיים.	שטחי חקלאות
אתרי כרייה וחציבה, קידוחי גז ונפט	• כאשר מערכות אקולוגיות שלמות או כמעט שלמות מושפעות (מערכות אקולוגיות עם פוטנציאל להתאוששות מלאה): שיקום אקולוגי לרמה של 5 כוכבים. • כאשר מערכות אקולוגיות מקומיות מדורדרות מושפעות (מערכות אקולוגיות מקומיות עם פוטנציאל להתאוששות חלקית בלבד): שיקום אקולוגי לרמה האפשרית הגבוהה ביותר, לכל הפחות רמה של 3 כוכבים. • השפעות על יחידות נופיות שכבר עברו הסבה (הקצאה מחדש) עם פוטנציאל נמוך להתאוששות של המערכת המקומית: שיקום תפקודי לרמה של 1-2 כוכבים עבור מאפיין 'תפקוד המערכת האקולוגית', או לכל הפחות שימוש מקיים ללא השפעה מזיקה על המערכות האקולוגיות המקומיות, ורצוי עם תוספת יתרונות אקולוגיים.	

עיקרון 6. השגת ערך מצטבר במימוש בקנה מידה רחב



כל פרויקט שיקום אקולוגי, גם אם שטחו מצומצם, טומן בחובו יתרונות, ויש לו חשיבות אקולוגית. היתרונות האלה כוללים, לרוב, עלייה במספר הפרטים ובגודל האוכלוסייה בקרב מינים שאוכלוסייתם צומצמה, ירידה באוכלוסיות מינים פולשים, צמצום איומים אחרים ושיפור תפקודי המערכות האקולוגיות (למשל: מחזורי נוטריינטים, מניעת סחיפת קרקע). עם זאת, תהליכים אקולוגיים רבים, כגון גיוס, הפצה, תנועת מים והפרעות טבעיות חיוניות, מתפקדים בקני מידה גדולים – של אזור, יחידת נוף או אגן ניקוז. דרדור אקולוגי המתרחש בקני מידה גדולים עלול לפגוע במאמצי שיקום קטנים יותר ואף לבטלם. לדוגמה, מינים שנזקקים לבתי גידול נרחבים, או כאלה שדורשים מורכבות טרופית רבה, לא יקבלו מענה בפרויקט שיקום בשטח מצומצם. באופן דומה, ביטחון מים (במונחי איכות, כמות וזרימה) מושג בצורה היעילה ביותר על ידי פעולות בקנה מידה נופי וחיבור בין מערכות מימיות ויבשתיות. נוסף על כך, שיקום אקולוגי בקנה מידה גדול, המגדיל את **לכידת הפחמן** באמצעות ייצור מוגבר של ביומסה – כולל ביומסה בקרקעות – מהווה כלי בהתמודדות עם שינוי האקלים. לפיכך, כדי לספק יתרונות סביבתיים ואקולוגיים חיוניים, חשוב לבצע חלק מהפרויקטים של השיקום האקולוגי בקנה מידה גדול (אלפי או עשרות אלפי דונמים). נוסף על כך, תכנון וקביעת סדר עדיפויות בין אתרי שיקום הם מרכיב חיוני כחלק מתכנון נופי רחב יותר (ראו "יוזמות שיקום עולמיות" בהמשך המסמך). תכנון בקנה מידה נופי יוכל גם למנוע מצבים שבהם השימוש היצרני שנעשה באתרים שעוברים שיקום אקולוגי (למשל חקלאות או תעשייה) מועבר לאזורים סמוכים באותה יחידה נופית, וגורם להמשך הדרדור הסביבתי. תכנון שיקום אקולוגי בקני מידה גדולים חייב להבטיח כי מאמצי השיקום האקולוגי יובילו לשינוי-נטו חיובי בנוף.



השבת ראמים ערביים לנגב על ידי רשות הטבע והגנים

השבת מינים שנכחדו מקומית היא מהשיאים המרגשים בשיקום אקולוגי, ולעיתים בעלת חשיבות קריטית בהחזרת תפקודים אקולוגיים חיוניים. לראם הערבי יש תפקיד מרכזי בהפצת זרעי השיטה – מין מפתח בנגב ובערבה – וזרעים וחלקי צמח שהוא אוכל נובטים ומתבססים בהצלחה גבוהה בהרבה לעומת כאלה שלא נאכלו (Polak et al., 2014) | צילומים: אייל ברטוב



אתגרים ופתרונות אפשריים

הגדלת היקף השיקום האקולוגי מספקת יתרונות כלכליים הקשורים לקנה המידה, אולם יש בה גם סיכונים – בדגש על השקעת יתר של משאבים כספיים, מוסדיים ותשתיתיים, בייחוד במקרים שתגובות המערכות האקולוגיות לטיפול אינן צפויות. בין האתגרים החברתיים נמנים הצורך לזהות את כל בעלי העניין ואת הצרכים והאינטרסים הפרטניים שלהם, והשגת הסכמה בין בעלי עניין עם אינטרסים מנוגדים. הדבר מאתגר במיוחד במקרים שהמוסדות הפוליטיים חלשים או כאשר קיימים אי-שוויון כלכלי והבדלי כוח ומעמד משמעותיים בין בעלי הקרקע. במצב כזה כדאי להחיל מנגנון כמו תכנון משותף של שימושי הקרקע כדי להתמודד עם אי-הסכמות. בסוגיות הרגישות לגודל או לזמן, הטיפול הרצויים בדרך כלל נבדקים בקנה מידה קטן, לפני החלתם בקנה מידה גדול. במקרים מסוימים, השקעה בשיפור הדרגתי בקנה מידה רחב (למשל: טיפול בהתפשטות מינים פולשים או עצירה של זיהום ממושט) עשויה להביא תוצאות טובות יותר מאשר עבודה אינטנסיבית בקנה מידה קטן או לאורך תקופות קצרות יותר. עם זאת, הגדלת ההיקף של פרויקט שיקום מקנה לו יתרון רק כשהיא תואמת את ההיקף שיתרונות השיקום יתממשו בו (לדוגמה: עלייה בשפע המינים המקומיים, ירידה בשפע המינים המזיקים, עלייה בלכידת הפחמן). מסיבה זו, קנה המידה של הפרויקט צריך להישקל רק בהקשר של היקף היתרונות שהושגו בפועל, כדי להימנע מהערכת חסר של פרויקטים קטנים אך חשובים מבחינה אקולוגית (למשל: שיקום של בריכות חורף קטנות באזורים שבית הגידול הצטמצם בהם באופן ניכר עקב פיתוח או ניקוז). כאשר מנסים לחזות אם פרויקט יקדם שינוי בהיקפים גדולים, יש להביא בחשבון מגוון יתרונות נלווים פוטנציאליים (ראו טבלה 5). זאת ועוד – אפשר לחזק את תפקוד המערכת בקנה מידה רחב באמצעות חיזוק הקישוריות לשטחים בעלי תפקוד גבוה או לאתרים סמוכים העוברים התערבויות משקמות, למשל דרך שמירה וניהול של מסדרונות אקולוגיים (ראו עיקרון 8). חשוב לציין כי ייתכן שערך מצטבר יושג רק בטווח הארוך. כלומר, ייתכן שהמשקיעים הראשונים בשיקום לא יפיקו מכך תועלת ישירה.

אחד האמצעים להגדלת היקף הפרויקטים של שיקום אקולוגי הוא לוודא שהם ישולבו אסטרטגית בתוך תוכניות שיקום רחבות יותר. תוכניות כאלה כוללות פרויקטים מרובים העוסקים לא רק בשיקום אקולוגי, אלא גם בפעולות משקמות נוספות המבוצעות ביחידות נופ שונות, עם שותפים מתחלפים לאורך זמן. תוכניות השיקום הרחבות יכולות לכלול אתרים רבים של פרויקטי שיקום, המקושרים זה לזה מבחינה תפקודית ומבחינה פיזית. פרויקט שיקום אקולוגי רחב-היקף מנוהל, על פי רוב, בפעולה משולבת של גופים: סוכנויות ממשלתיות, עמותות, גנים בוטניים ובעלי ברית אחרים. פרויקט כזה כרוך בתהליכי תכנון מורכבים ומרובי משתתפים. לדוגמה, התוכנית המקיפה לשיקום ביצות האוורגליידס בארצות הברית, והברית לשיקום היער האטלנטי בברזיל, כמו גם תוכנית שיקום נחל הקישון או נחל ציפורי בישראל – בכל המקרים מדובר בפעולה משולבת של סוכנויות ממשלתיות, המגזר הפרטי, עמותות ללא מטרות רווח ומוסדות מחקר. פרויקטי שיקום גדולים עשויים להציב אתגרים בכל הנוגע לבחירת היעדים ולפיתוח מודלי ייחוס, בשל היעדר אתרי ייחוס מתאימים (ראו "פיתוח מודלי ייחוס לשיקום אקולוגי" בנספח ההנחיות) או בשל מורכבותם. עם זאת, כלים שונים, כמו שיטות של חישה מרחוק וניתוח מרחבי באמצעות צילומי אוויר ולווין, עשויים לסייע בהתגברות על האתגרים האלה, לפחות בסביבות נופיות מסוימות.

טבלה 5.

הטבלה מציגה מאפיינים שמגדילים את הפוטנציאל של פרויקטי שיקום – בעיקר פרויקטים בקנה מידה גדול – לשפר את התאוששות המערכת האקולוגית. להצלחה מרבית הפרויקטים חייבים להתבסס על מידע אקולוגי מקיף ואמין, ולהיות משולבים היטב בתרבויות המקומיות ובמוסדות המקומיים.

מאפיין	דוגמאות
מיקום אסטרטגי ועיתי	כדי להיות יעילים ולהגיע להצלחות, פרויקטי שיקום מיישמים אסטרטגיות המנצלות ברמה מרבית את המשאבים המועטים העומדים לרשותם. מומלץ לקבוע את סדר העדיפויות על פי שני שיקולים עיקריים: (1) התמקדות במטרות הדחופות יותר או בכאלה שמזרזות את השגתן של מטרות אחרות; (2) התמקדות באזורים בעלי פוטנציאל התאוששות משמעותי יותר.
צמצום סיכון להכחדה	לפרויקטים יש ערך מוסף כאשר הם עוזרים לשקם מערכות אקולוגיות, אוכלוסיות ומינים מאוימים. לשם כך אפשר להיעזר בתיעוד מצב המינים, המקושר ל"רשימות האדומות" של ה-IUCN (האיגוד הבין-לאומי לשימור הטבע ומשאבי הטבע) או ל"ספרים אדומים" של מינים בישראל.
התפשטות איומים	פרויקטים המתמודדים עם איומים בקנה מידה גדול או עם איומים נפוצים יכולים להשפיע על אזורים נוספים מעבר לשטח המשווקם. דוגמאות לפרויקטים בעלי תרומה לשיפור המצב בתחום הפרויקט ומחוצה לו: צמצום חדירת זיהום למקורות מים; מתן אפשרות לחלחול מים באזורים שפני השטח נאטמו לחלחול; בקרה על מינים מזיקים.
הבטחת תמיכה מוסדית	פרויקטים רחבי היקף זקוקים להבטחת תמיכה ארוכת-טווח כדי לוודא שיתרונות הפרויקט יישמרו לאורך זמן. הגנה פורמלית על אתר הפרויקט באמצעות הסכמים משפטיים מחייבים והכללה בתוכניות מתאר ארוכות-טווח הן דרכים אידיאליות לעשות זאת, וכך גם הבטחת המחויבות הפוליטית והכלכלית ארוכת-הטווח של בעלי העניין – מהמגזר הפרטי והציבורי, ברמה מקומית, אזורית וארצית.



עיקרון 7: התייחסות לקרקע בריאה כתנאי יסוד להצלחת השיקום האקולוגי⁶

קרקעות הן מערכות אקולוגיות חיות, עשירות ומורכבות, הן הבסיס התשתיתי לכל המערכות האקולוגיות היבשתיות, והן מספקות לטבע ולאדם שירותים חיוניים רבים. קרקעות הן גם בית גידול ואחד המאגרים העולמיים העיקריים של המגוון הביולוגי. מגוון זה, על שלל האינטראקציות בין המינים וסביבתם, יחד עם תנאי הסביבה השונים (כמו התשתית הגיאולוגית, האקלים, הטופוגרפיה), משפיע על היווצרות הקרקע, על תכונותיה ועל פוריותה. קרקעות בריאות מספקות באופן ישיר שירותי מערכת אקולוגית רבים: מצע לגידול מזון, טיהור מים, ויסות האקלים על ידי שמירת פחמן דו-חמצני, פירוק ומחזור של חומרים אורגניים ועוד. אדמה עשירה בחומר אורגני היא בעלת כושר חידור גבוה, ועל כן ממתנת זרימת נגר עילי ומונעת הצפות, שיטפונות וסחיפת קרקע. תכונות הקרקע משפיעות על זמינות החומר האורגני המומס לצמחים ועל רמת תאחיזת המים – שני גורמים מרכזיים בהתבססות הצומח. שמירת מים לאורך זמן בקרקע תומכת בהתבססות מגוון רחב יותר של מינים. בעקבות זאת, הרכב הצומח באתר נקבע במידה רבה על פי מאפייני הביולוגיים, הכימיים והפיזיים של הקרקע.

רבים משימושי האדם בקרקע ותוצרי הלואי שלהם, כגון עיבוד קרקע חקלאית, ניצול יתר של צומח מעצה ורעיית יתר, זיהומים ופעולות כרייה, גורמים לאובדן קרקעות ולכגיעה בפוריותן בקצב מדאיג, העולה על קצב התחדשות הטבעי. אובדן זה מהווה איום ממשי על תפקודן התקין של מערכות אקולוגיות רבות ועל המשך אספקת שירותי המערכת האקולוגית החיוניים שהן מספקות לאדם.

בכל **תוכנית שיקום אקולוגי** יבשתית יש להגדיר את מצב בריאות הקרקע: אבחון של סוג הקרקע המקומית ואפיון מצבה התפקודי והמבני. הבנה של מצב הקרקע ותפקודה תאפשר תכנון וביצוע יעילים תוך התאמת טכניקות שיקום למאפיינים הייחודיים של האתר. תחומי המדע הקשורים לכך הם הפדולוגיה (המדע העוסק בהיווצרות ובהתפתחות של קרקעות) והאדפולוגיה (המדע העוסק בהבנת יחסי הגומלין שבין הקרקע ובין האורגניזמים החיים בה ועליה). יש לבדוק גם מה היו שימושי הקרקע באתר ובסביבתו במהלך השנים שקדמו לפרויקט. כאשר יש מידע או חשד שהקרקע מכילה חומרים רעילים (למשל אם השטח רוסס בקוטלי עשבים או אם מדובר באזור תעשייה), יש לבצע בדיקת נוכחות וריכוז של החומרים בקרקע על ידי מכון מורשה. אם נמצא שהקרקע במצב מדורדר או שהיא מזוהמת, יש לבצע פעולות שיקום לאישוש הקרקע בתחילת פרויקט השיקום.

יש להימנע מניסיון להגיע ישירות לחברות צומח מתקדמות בסוקצסיה בקרקעות ברמת שחיקה גבוהה ללא מעבר דרך שלב התאוששות הקרקע. הערכת בריאות הקרקע יכולה להיעשות באופן חזותי (VSA – Visual Soil health Assessment) והיא מגדירה את רמת התלכידיות⁷, הידוקי הקרקע, המחסור בנשימת קרקע ועוד. ביצוע חתך קרקע בין אתר ייחוס (עיקרון מספר 1) לבין אתר המצריך שיקום, יכול לעזור לאפיין איזו רמה של התערבות נדרשת לצורך השגת יעדי השיקום.

⁶ עיקרון זה אינו מופיע במסמך 'עקרונות בין-לאומיים והנחיות לביצוע שיקום אקולוגי' (Gann et al., 2019). הוא נכתב על ידי נועם בן-משה, לירון ישראלי וקרן ינוקה-גולוב, והוסף באישור SER.

⁷ היכולת של חלקיקי הקרקע להתלכד ולהחזיק מעמד כיחידות מבניות.

פעולות שיקום קרקעות עוסקות בשלושה היבטים מרכזיים:

ההיבט הכימי: שיקום כימי יעסוק בטיהור ובניקוי של זיהומים תעשייתיים (דלקים ושמן, מתכות כבדות) וחקלאיים (דשנים וחומרי הדברה) ושל זיהומים ממקורות אנושיים (למשל תרופות וביוב) וכן בהתמודדות עם השפעתם המצטברת של גורמים אלה יחד עם גורמים סביבתיים נוספים, שעשויה להביא לתהליכי המלחה או החמצה (acidification) של הקרקע.

ההיבט הפיזי: שיקום פיזי יעסוק בהחזרת מבניות הקרקע שנפגעה לקדמותה. עיבוד חקלאי ופעולות חציבה וחפירה שוברים את מבנה הקרקע ומפחיתים את הפעילות הביולוגית בה. הידוק קרקע (למשל על ידי נסיעה של כלים כבדים) מונע חדירה של חמצן לקרקע וגם הוא פוגע בפעילות הביולוגית שבה.

ההיבט הביולוגי: הקרקע היא מערכת אקולוגית שלמה, ובריאותה נקבעת, בין השאר, על פי ההרכב המינרלי שלה והפעילות הביולוגית המתרחשת בה – פירוק חומר אורגני, מחזור נוטריינטים, סינון מים והגנה מפני שחיקה באמצעות כיסוי צמחי ומערכת שורשים מפותחת. טיפולים ביולוגיים בשיקום קרקע מתמקדים בעידוד התפתחותן של אוכלוסיות מיקרואורגניזמים מועילים, פטריות, חרקים ותולעים, וכן של צמחייה. האוכלוסיות האלה תורמות להצטברות חומר אורגני בקרקע, משפרות את מבנה הקרקע ואת יכולתה לאגור מים ונוטריינטים, ומגדילות את המגוון הביולוגי מתחת לפני הקרקע ומעליהם.

רוב פעולות השיקום הקרקעיות יעסקו בשכבת הקרקע העליונה (topsoil). בשכבה זו מתרכזים מרבית החומרים האורגניים והאורגניזמים שבקרקע, ומרבית פעילותם. כאן נמצא גם מאגר הזרעים שהוא הפוטנציאל לנביטה ולהתאוששות של הצמחייה הטבעית, וגם של מינים לא רצויים ופולשים שהשיקום דורש את הדברתם. כיוון שיכולים להיות הבדלים גדולים מאוד בין קרקעות באתרים שונים, גם אם הם סמוכים אחד לשני, מבחינת סוג הקרקע והרכב החברה הביולוגית שבה וכן בעומק שכבת הקרקע העליונה באתר, יש לוודא שמודל הייחוס (ראו עיקרון 1) כולל גם התייחסות למאפיינים האלה. אם בעת השיקום נעשה שימוש בשכבת קרקע עליונה מאתר אחר, יש לבחון אם היא עומדת במאפיינים שהוגדרו במודל הייחוס, ולוודא שהשימוש בה לא יביא להתדרדרות נוספת. אם, למשל, השכבה מכילה זרעים של מינים פולשים או לא רצויים, אין להשתמש בה. ככלל אצבע, עדיף ככל הניתן להשתמש בשכבת קרקע עליונה מאתרים סמוכים ולא פגועים, מאחר שיש סבירות גבוהה לכך שמיני הצמחים במאגר הזרעים בה והרכב המיקרואורגניזמים המקומי יהיו דומים יותר לאלה שהיו באתר הפרויקט טרם נפגע.

במערכות אקולוגיות צחיחות וצחיחות למחצה שיקום שטח מופר מחייב לעיתים התחשבות בקרומים ביולוגיים – החלק העליון של שכבת הקרקע העליונה. הקרומים האלה, המורכבים מאצות, מחיידקים ומפטריות, ממלאים תפקידים חיוניים במערכת האקולוגית הצחיחה שענייה בחומר אורגני ובצמחייה. הם נמצאים בבסיס שרשרת המזון, מעשירים את הקרקע הדלה בנוטריינטים על ידי קיבוע פחמן וחנקן, ובכך יוצרים את התשתית לחיים בתוך הקרקע ומעליה. הקרומים מלכדים את הקרקע באמצעות הפרשה של רב-סוכרים, ומונעים את שחיקתה. כאשר מתקיים יחס מרחבי נכון בין כתמים קרומיים (תורמי נגר) לכתמים ללא קרומים, הרי שנגר, קרקע ומינרלים יישטפו פחות מהמערכת, ותתאפשר התבססות צמחים. מנגד, שחיקת הקרקע והותרתה חשופה מצומח או מקרומי קרקע מובילה להרס המבנה שלה ולאובדן השכבה העליונה. נוסף על כך, אובדן השכבה העליונה מאפשר חדירה והתבססות של מינים זרים ופולשים.

שיקום התפקודיות האקולוגית של הקרקע משיב לפעולה מגוון תפקודים אקולוגיים מרחביים, כמו ויסות שיטפונות, טיהור וסינון של מים, קיום בתי גידול ויכולת תאחיזת מים. השבת התהליכים האלה היא חלק ברצף פעולות שמסירות איומים והפרעות לשטחים המיועדים לשיקום ומספקות את התשתית הפיזית, הכימית והביולוגית לתהליכי שיקום.

לאחר השבת התפקודיות של הקרקע, פעולות משקמות נוספות, כמו השבה ואישוש של **מינים מקומיים**, יכולות להתבצע באופן מיטבי.



שיקום קרקע בשמורת האירוסים בנתניה

רצף התמונות מתאר תהליך שיקום קרקע כחלק משיקום אתר טבע עירוני שנפגע מעבודות תשתית. (א) מראה השטח טרם תחילת העבודות. (ב) בשלב הראשון בוצע שיקום פיזי באמצעות שימוש בקרקע מקומית, שנלקחה משטח סמוך שהוכשר לבנייה. תהליך זה כלל שחזור אופקי הקרקע העליונים בשילוב חול, חרסית וחמרה. שחזור אופקי הקרקע המתאימים מאפשר בסיס לתפקודים אקולוגיים קריטיים כגון אגירת מים, אגירת חומר אורגני ותמיכה במגוון מיקרואורגניזמים. (ג) בהמשך נזרעו קטניות מקבעות חנקן, ובהן תורמוס ארץ-ישראלי – מין אנדמי של חולות מישור החוף – לצורך ייצוב הקרקע ושיקום פוריותה. (ד) כשנה לאחר מכן בוצעה זריעה של צמחי בר מקומיים לשם שחזור מבנה חברת הצומח. שלבי הפרויקט התבססו על עקרונות של שימוש במשאבים מקומיים, החזרת תפקודי מפתח והנעת תהליכי סוקצסיה המאפשרים למערכת להתפתח באופן עצמוני לאורך זמן | צילום: אביב אבישר



אתגרי שיקום בשטחי כריית פוספטים בנגב – חשיבות קרומי הקרקע ועיצוב מורפולוגי אקולוגי

שטחי כריית הפוספטים בנגב עברו שיקום נופי, אך ללא התבססות קרומי קרקע. א. בליה מואצת וחירוף (gullies) עמוק על פני השטח בשל נגר עילי וסחיפה באזור שעבר שיקום נופי ישן באמצעות יצירת שיפועים גדולים מלאכותיים. ללא עיצוב אדריכלי אקולוגי, המתחשב בגיאומורפולוגיה ובתכונות האקולוגיות של בית הגידול, וללא שכבת הקרקע העליונה המשמרת את התכונות הביולוגיות ומקדמת התבססות והתפתחות של קרומי קרקע, פני השטח נתונים לתהליכי בליה וסחיפה מואצים ומונעים שיקום אקולוגי ראוי. ב. באתר כריית הפוספטים בירקעם מזרח יושמה שיטת שיקום המבוססת על עיצוב מדרונות בעלי שיפועים משתנים (אך לא תלולים מדי). בערוצונים שנוצרו שולבו גומחות לאיסוף אבק קרקע ולנביטת צומח. כאשר מדרון תלול יחסית נשבר למדרון מתון, זרימת השיטפון מאבדת אנרגיה, הקרקע שוקעת ונוצרים משטחי הצטברות המאפשרים התפתחות צמחייה חד-שנתית בעונות החורף והאביב | צילום: ירון זיו



שרידי דליפת נפט לפני יותר מ-50 שנה מונעים חלחול ונביטה

ערוץ בשמורת עברונה בערבה שזוהם בנפט בדליפה בשנת 1974, צולם לאחר שיטפונות בשמורה בשנת 2021. ניתן לראות את כתמי הנפט הכהים על הקרקע גם כ-50 שנה לאחר אירוע הדליפה. הקרקע המזוהמת אינה מאפשרת למי השיטפונות לחלחל ולהזין את האקוואה בשמורה. כמו כן, ניתן לראות שגם שנים לאחר הזיהום אין נביטה והתבססות של צמחים על הקרקע המזוהמת. לעומת זאת, הצמחייה קיימת בגדות ובקטעי הערוץ שאינם מזוהמים | צילום: ניצן שגב



עיקרון 8: הכרה בחשיבותם ובכוחם של שיתופי פעולה ועירוב בעלי עניין בתהליך

מערכות אקולוגיות אינן מתייחסות לגבולות אנושיים של שטחי שיפוט, סטטוטוריקה וכדומה, ולכן שיתוף פעולה בין כל בעלי העניין באזור השיקום ובפרויקט רלוונטי להצלחתו של פרויקט שיקום אקולוגי. שיתוף תושבים מקומיים, רשויות רגולטוריות, ארגונים אזרחיים ומוסדות מדעיים מבטיח התייחסות מקיפה לצרכים ולאיווטרסים של כל המעורבים. נוסף על כך, מעורבות בעלי העניין השונים מאפשרת הבנה מעמיקה של ההשפעות הסביבתיות, הכלכליות והחברתיות של הפרויקט; היא מגבירה שקיפות ואמון, מפחיתה התנגדויות ומאפשרת פתרון בעיות משותף; היא מסייעת בעמידה בתקנים וברגולציות, ותורמת לקבלת המימון והאישורים הנדרשים. שיתופי פעולה מובילים לפתרונות מותאמים ואפקטיביים, למינוף משאבים כמו מימון, ידע וכוח אדם, לזיהוי מראש של חששות והתנגדויות ולהתמודדות איתם, ובכך מבטיחים תוצאות בנות-קיימא ואת הצלחת הפרויקט לאורך זמן.

מניעי השיקום האקולוגי רבים ומגוונים. העיקריים שבהם הם הרצון לאושש את שלמות המערכת האקולוגית ולספק מענה לצרכים ולערכים תרבותיים, חברתיים-כלכליים ואקולוגיים. השילוב בין היתרונות האקולוגיים והחברתיים יכול להוביל לשיפור החוסן החברתי-אקולוגי ולתרום לחיזוק הקשר בין האדם והטבע. להשתתפות בפרויקט שיקום יש ערך מוסף, למשל, כאשר תושבי הסביבה שמתתפים בהם מפתחים תחושת אחריות אישית על האתרים, או כאשר ילדים לומדים להכיר את הטבע המשוקם באזור מגוריהם. קהילות הממוקמות בקרבת מערכות אקולוגיות מדורדרות או בתוכן ופועלות לשקמון, בסביבה כפרית או עירונית, יזכו ביתרונות בריאותיים ואחרים – השיקום משפר את איכות האוויר, הקרקע, המים ומאפשר מגוון פעילויות נופש וחינוך. נוסף על כך, השיקום יכול לספק לעיתים הזדמנויות תעסוקה קצרות-טווח וארוכות-טווח לבעלי העניין המקומיים, וליצור לולאות משוב אקולוגיות וכלכליות חיוביות.

בעלי העניין ממלאים תפקיד מכריע בהצלחת פרויקט או בכישלונו. זיהוי הציפיות והאיווטרסים של בעלי העניין ועירובם הישיר בתהליך הוא המפתח להבטיח שגם הטבע וגם הקהילה ירוויחו מן המהלך. בעלי העניין יכולים לעזור בקביעת סדר העדיפויות לפעולות השיקום בשטח, לקבוע יעדים לפרויקט ולהגדיר את רמת ההתאוששות הרצויה, לתרום מהידע האישי ומההיכרות המקומית עם נתוני הסביבה ובכך גם לעזור להגדיר את מערכת הייחוס, ובהמשך הפרויקט – אף להשתתף בפעולות השיקום והניטור. נוסף על כך, בעלי עניין יכולים לספק תמיכה פוליטית וכלכלית לפרויקט לאורך זמן, ולסייע בפתרון קונפליקטים ואי-הסכמות, אם הם מתעוררים.



שיקום בריכת חורף בראש העין: שיתוף פעולה בין תושבים, אנשי מקצוע והעירייה

באתר בריכת החורף עין א-ד"ב שבראש העין התקיים תהליך שיקום ייחודי, ששילב ידע מקצועי של אקולוגים עם מעורבות פעילה של תושבי העיר. במסגרת קורס מנהיגות תושבים לשימור טבע עירוני מיפו התושבים את אתרי הטבע בעיר ובחרו בעין א-ד"ב כאתר מועדף לשיקום. העירייה נרתמה ליוזמה, הקצתה משאבים ותמכה בתהליך מקצועי, שבמהלכו הוקמה בריכת חורף חדשה סמוך לבריכת המקורית שזוהמה. עם השנים הפכה הבריכה לחדשה לאתר טבע עירוני פעיל ושוקק חיים. בתמונה: פרופ' אביטל גזית מאוניברסיטת תל אביב עם תלמידים והורים מבית הספר "אפק" בבריכת עין א-ד"ב, לפני תחילת השיקום | צילום: נועם בן-משה

שלבים ביצירת שיתופי פעולה⁸

1. מיפוי בעלי העניין הרלוונטיים בפרויקט

תהליך זיהוי בעלי העניין נועד לאיתור כל מי שיש לו נגיעה בסוגיות המרכזיות, בתחום התוכנית ובגבולות ההשפעה שלה. השלב הראשון הוא הגדרת הסוגיות המרכזיות שהפרויקט עוסק בהן כדי לתחום את גבולות המיפוי של בעלי העניין לתחומים שקשורים לפרויקט. מומלץ לבצע מיפוי רחב ככל הניתן בשלב ראשוני, ובהמשך לצמצם ולסווג לפי רמות התקשרות שונות.

כדי לזהות את בעלי העניין הרלוונטיים, נבדוק:

- מי נוכח פיזית בשטח התכנון ובגבולות ההשפעה?
- למי יש סמכות סטטוטורית במרחב? לאילו רגולטורים יש עניין או סמכות באזור?
- אילו תשתיות ממוקמות במרחב ומשפיעות או מושפעות מהתוכנית?
- מי מנהל את המערכות הטבעיות באזור? האם הוא בעל סמכות או גוף וולונטרי?

8 חלק זה, (סעיפים 1-4) נוסח על ידי שילי איגנר-ברג, אגמא – המרכז לאגני היקוות, נגר ונחלים: ניהול אגן היקוות בישראל



לאחר זיהוי של כל בעלי העניין במרחב, ניתן לסווג את בעלי העניין לשלושה מעגלים: א. בעלי עניין מקומיים; ב. בעלי עניין אזוריים; ג. רגולטורים ובעלי עניין ברמה הארצית. סיווג בעלי עניין לשלושת המעגלים האלה מסייע בהבנת הצרכים והאינטרסים של כל קבוצה, בתכנון תקשורת מותאמת ובעמידה ברגולציות. הסיווג מאפשר להתאים את צורת התקשורת של מנהלי הפרויקט לצרכים הייחודיים של כל קבוצה, למשל באמצעות פגישות לבעלי עניין מקומיים ודו"חות רשמיים לרגולטורים. נוסף על כך, מעורבות הרגולטורים, שלעיתים נמצאים במרחק מהשטח, מבטיחה עמידה בתקנים וברגולציות, מקילה על קבלת אישורים והיתרים, ומצמצמת עיכובים בפרויקט.

2. מיפוי אינטרסים כבסיס לזיהוי שותפויות פוטנציאליות

יצירת שותפויות מוצלחות בפרויקט שיקום אקולוגי, בעיקר כאשר האינטרסים של בעלי העניין שונים, מחייבת ראייה אסטרטגית השואפת למציאת פשרות ולזיהוי אינטרסים משותפים כדי למצוא את הטוב המשותף ולהגיע להפקת מרב התועלת. ניתן ליישם זאת באמצעות:

- **משא ומתן והגעה להסכמות** – כשיש קונפליקטים, יש לנהל משא ומתן בניסיון למצוא פתרונות שמאזנים בין האינטרסים השונים והמטרות. הפתרונות עשויים לכלול פשרות, תמריצים ושינויים בתכנון הפרויקט.
 - **גמישות והתאמה** – יש להיות גמישים ולהתאים את התוכניות והפעולות בהתאם למשוב שמתקבל מבעלי העניין. נכונות לשינויים יכולה לסייע בהתמודדות עם אתגרים ולשמור על שותפויות חזקות, כל עוד נשמרת מחויבות לעקרונות השיקום ולעמידה בהם, ונותר רווח מצטבר מבחינת היעדים הסביבתיים.
 - **פתרונות כלכליים** – ניתן לפתח ערך חלופי שיפצה על ההפסדים הנתפסים. לדוגמה, אם הפרויקט מגביל פעילות מסוימת של בעלי עניין מקומיים, אפשר להציע להם הזדמנויות תעסוקה חדשות בתחום הפרויקט עצמו או בתחומים משיקים, כמו תיירות אקולוגית או חקלאות מחדשת. נוסף על כך, הצגת ניתוח כלכלי המדגיש את התועלת הכלכלית לטווח הארוך של הפרויקט יכולה לרתום את בעלי העניין לתמוך בו.
- כמו כן, זיהוי אינטרסים משותפים עשוי להוות מנוף לשיתופי פעולה, לאיגום משאבים ולפיתוח חזון משותף בתמיכה רחבה. כאשר מזהים אינטרסים משותפים בין בעלי עניין, יש ליצור "קואליציות" ולעבוד יחד לקידום מטרות משותפות. פעולה כזו יכולה לחזק את הכוח המשותף, לגייס שותפים ובעלי עניין נוספים ולקדם ביעילות את מטרות הפרויקט.

3. קביעת סדר עדיפויות בין בעלי עניין

כדי לעשות שימוש יעיל במשאבים יש להגדיר את מידת השיתוף הנדרשת מול בעלי העניין השונים בפרויקט. לשם כך יש להבין מה הערך שכל אחד מבעלי העניין מביא לשותפות, ולקבוע סדר עדיפויות לפי מידת החשיבות ויכולת ההשפעה של כל בעל עניין ביחס לתוכנית. הקביעה נעשית בעזרת מיקום בעלי העניין על מטריצה המייצגת את מידת העניין ואת מידת ההשפעה שלהם העניין בתוכנית:

- **רמת עניין גבוהה והשפעה רחבה** – בעלי עניין שמהווים לעיתים שחקני "וטו". מומלץ לרתום אותם בשלב מוקדם של הפרויקט. כדי לתכנן את אופי ההתקשרות איתם ניתן להיעזר במיפוי האינטרסים שנעשה ולזהות אינטרסים משותפים ומענה אפשרי לנקודות המחלוקת. מומלץ לערב אותם ולהיוועץ בהם בצמתים מרכזיים במהלך התכנון ולהגיע להסכמות בשלבים מוקדמים.

- **רמת עניין פחותה והשפעה רחבה** – יש לעדכן את בעלי העניין האלה בתוכניות ובפעולות בשטח ולצמצם קונפליקטים אפשריים. אם בעלי העניין האלה מזוהים כמי שיכולים לסייע לקדם את התוכנית, ניתן לבחון נקודות ממשק בין התועלת הפוטנציאלית של התוכנית לבין האינטרסים שמופּו.
 - **רמת עניין גבוהה והשפעה נמוכה** – בעלי העניין האלה יכולים להיות תומכים פוטנציאליים או שגרירים של 'רצון טוב'. יש לשמור על רמת חשיפה ועדכון באופן שלא יגבה משאבים רבים מהפרויקט.
 - **רמת עניין נמוכה והשפעה נמוכה** – אין צורך להשקיע משאבים בהיקשרות עם קבוצה זו מעבר לעדכון תקופתי בתפוצה רחבה. עם זאת, מומלץ להיות ערים לשינויים ברמת העניין או ההשפעה.
- ניתן לעשות שימוש **בכלי למיפוי שותפויות**, המפרט את תהליך הזיהוי וקביעת סדר העדיפויות של בעלי העניין המשפיעים על התוכנית והמושפעים ממנה.

4. שימור מעורבות בעלי עניין

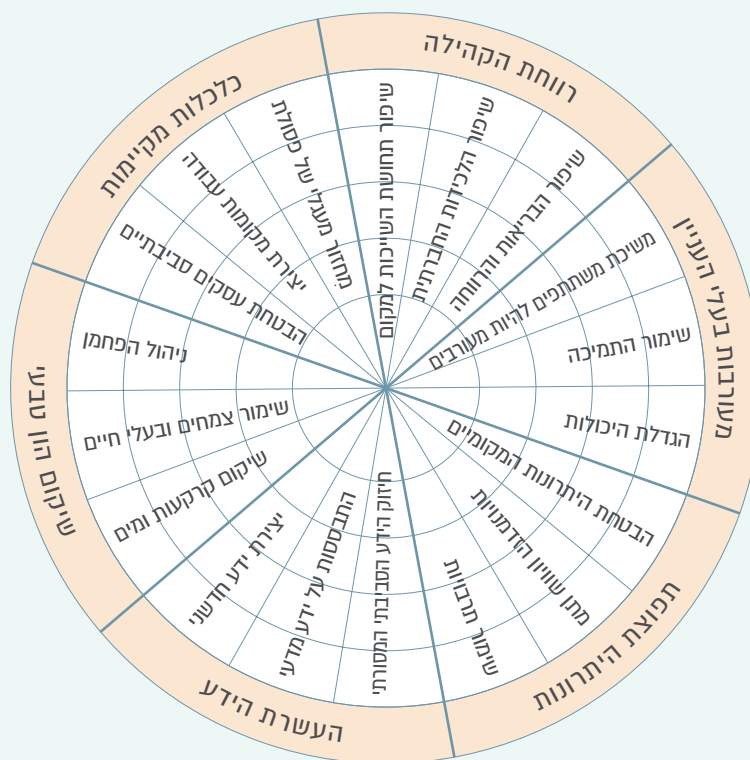
שמירה על מעורבות ושותפות עם בעלי העניין חשובה לתהליך השיקום ודורשת מחויבות מתמדת, גמישות והבנה של הצרכים והאינטרסים של כל הצדדים המעורבים. כדי ליצור סביבת עבודה שיתופית ויעילה שתתרום להצלחת הפרויקט ניתן לנקוט את הפעולות הבאות:

- **תכלול שותפויות** – מומלץ להגדיר איש צוות מתוך הפרויקט שאחראי לתכלול השותפויות ולתקשורת עם בעלי העניין. רצוי שאיש צוות זה יהיה בעל הבנה עמוקה של הפרויקט ושל תהליכי שיקום טבע ובעל מיומנויות בתקשורת.
- **שיתוף ושקיפות** – יש לספק עדכונים שוטפים ואמינים לגבי התקדמות הפרויקט, כולל הישגים, אתגרים ותהליך קבלת ההחלטות המרכזיות כדי להקנות תחושת מעורבות וחיזוק האמון ההדדי. שימוש בכלים דיגיטליים, כמו ידיעונים (ניוזלטר), פלטפורמות מקוונות וכגישות וירטואליות, יכול לסייע בהעברת מידע בצורה אפקטיבית. נוסף על כך, חשוב שהמידע יהיה חשוף גם לכלל הציבור ויאפשר ביקורת ועדכון על אופן השיקום, הגורמים המעורבים בו, מטרותיו, לוחות הזמנים והתקדמות הפרויקט.
- **התייחסות ומתן מענה מהיר לסוגיות** – הקשבה לצרכים, לחששות ולהצעות של בעלי העניין קריטית, ולכן חשוב לערוך מפגשים קבועים לשמיעת דעות ולקבלת משוב. כמו כן, יש לספק מענה מהיר וענייני לסוגיות שמעלים בעלי העניין.
- **שגרת עבודה ויצירת בסיס ניהולי** – קביעת לוח זמנים קבוע לפגישות ולעדכונים מאפשרת לבעלי העניין לדעת מתי לצפות למידע חדש ומונעת אי-ודאות. נוסף על כך, יש להקים מערכת ניהול יעילה שמאפשרת מעקב אחרי התהליכים, קבלת ההחלטות ותיאום בין הגורמים המעורבים.
- **הכשרה** – עריכת סדנאות והדרכות לבעלי העניין כדי להעצים את הידע שלהם בנושאים הרלוונטיים לפרויקט, ולהגביר את מעורבותם הפעילה.
- **בניית מערכת יחסים** – פגישות פיזיות ותקשורת שוטפת חיוניות ליצירת קשרים אישיים ולבניית אמון בין כל המשתתפים. נוסף על כך, הכרה בתרומתם של בעלי העניין והבעת הערכה על השתתפותם בפרויקט מחזקת את תחושת השותפות והמעורבות.



כבר בשלבי תכנון פרויקט השיקום יש לזהות – לצד היעדים האקולוגיים – גם יעדים הקשורים ל**רווחה** חברתית ואנושית, כולל כאלה המחזקים את שירותי המערכת האקולוגית או מחזירים אותם (ראו עיקרון 3, עיקרון 6, ו"יזמות שיקום עולמיות" בהמשך מסמך זה). דוגמאות לטפסים לדיווח התקדמות לקראת מימוש יעדים חברתיים תוכלו למצוא באיור 4 ובטבלה 6 אפשר לשנות את הדוגמאות הללו, כך שיתאימו למטרות החברתיות של כל פרויקט שיקום.

איור 4. גלגל היתרונות החברתיים



הגלגל נועד לסייע במעקב אחר המידה שפרויקט או תוכנית שיקום אקולוגי משיגים מטרות ויעדים חברתיים-סביבתיים. ניתן להתאים את האזור ואת טבלה 6 כך שיתאימו למטרות וליעדים הספציפיים של כל פרויקט או תוכנית שיקום אקולוגי. גלגל זה משלים את "גלגל ההתאוששות האקולוגית", המוצג בעיקרון 4, המשמש להערכת התקדמות ההתאוששות האקולוגית בהשוואה למודל הייחוס. לשם הסימטריה נעשה בדוגמה זו שימוש בשישה מאפיינים ובשלושה תת-מאפיינים, אולם מספר המאפיינים יכול להשתנות בהתאם לפרויקט.

טבלה 6.

דוגמה למערכת חמשת הכוכבים בהיבט חברתי, המשמשת להערכת התקדמות לעבר מימוש יעדים חברתיים בפרויקט או תוכנית שיקום. יעדים חברתיים הם רבים ומגוונים. לא כל מרכיבי הטבלה יהיו רלוונטיים בכל פרויקט. אפשר להשתמש בגלגל היתרונות החברתיים בשלל היקפים – קטנים וגדולים. קנה המידה עצמו אינו תכונה של הפרויקט, אלא משמש "מכפיל" של התוצאות.

תכונה	*	**	***	****	*****
מעורבות בעלי העניין	זיהוי בעלי העניין ויידועם על הפרויקט ומטרותיו. הכנת אסטרטגיה לתקשורת מתמשכת איתם	בעלי העניין המרכזיים תומכים ומעורבים בשלב תכנון הפרויקט	מספר בעלי עניין תומכים, ומעורבותם הולכת וגוברת עם תחילת שלב היישום	מספר בעלי עניין תומכים, ומעורבותם מתבססת ומתגבשת לאורך שלב היישום	מספר בעלי עניין תומכים, ומעורבותם מיטבית. קיימים תוכניות ותהליכים להבטיח את המשך הפרויקט גם לאחר סיום מעורבותם של בעלי העניין הנוכחיים
תכונות היתרונות	משא ומתן על היתרונות לקהילות המקומיות, הבטחת הזדמנויות שוות וחיזוק מערכות היחסים התרבותיות- מסורתיות עם האתר	היתרונות לקהילות המקומיות מתחילים, שימור הזדמנויות שוות. מרכיבים מסורתיים- תרבותיים משולבים כראוי בתכנון הפרויקט	רמה בינונית של יתרונות למקומיים, ושימור שוויון הזדמנויות. כל מרכיבי המסורות התרבותיות מוטמעים היטב בתוך הפרויקט	רמה גבוהה של יתרונות למקומיים, ושימור שוויון הזדמנויות. כל מרכיבי המסורות התרבותיות מוטמעים היטב. סיכויים טובים למעורבות הקהילות המקומיות (למשל תוך הכרה בזכויות שימוש מסורתיות שנפגעו בעבר, ונוגעות לרעייה, לאיסוף צמחים או לדיג)	רמה גבוהה מאוד של יתרונות למקומיים ושל שימור שוויון הזדמנויות. תכלול מיטבי של כל מרכיבי המסורות התרבותיות, שתורמים למעורבות ולצדק סביבתי



תכונה	*	**	***	****	*****
העשרת הידע	זיהוי מקורות לידע רלוונטי קיים וכינון מנגנונים ליצירת ידע חדש	זיהוי מקורות לידע רלוונטי קיים (ופוטנציאל לידע חדש) עומדים בבסיס תכנון הפרויקט ועיצוב הניטור	בשלב היישום נעשה שימוש בכל סוגי הידע הרלוונטיים, במשוב מבעלי העניין ובתוצאות ראשוניות של הפרויקט	היישום מתבסס על כל סוגי הידע הרלוונטי, כמו גם על ניסוי וטעייה שמקורם בפרויקט עצמו. התוצאות מנותחות ומדווחות	היישום מתבסס על כל סוגי הידע הרלוונטי, ותוצאות מהפרויקט מופצות בהרחבה, ובכלל זה לפרויקטים דומים אחרים
הון טבעי	מערכות ניהול קרקע ומים מפחיתות קציר יתר, משקמות ומשמרות הון טבעי באתר (למשל קרקע פורייה ובריאה, מעיינות שופעים ונקיים, מגוון ביולוגי)	מערכות ניהול קרקע ומים מביאות לרמה נמוכה של התאוששות ושימור של הון טבעי באתר	מערכות ניהול קרקע ומים מביאות לרמה בינונית של התאוששות ושימור ההון הטבעי (כולל מאזן פחמן פחות שלילי)	מערכות ניהול קרקע ומים מביאות לרמה גבוהה של התאוששות ושימור הון טבעי (הגעה למאזן פחמן ניטרלי)	מערכות ניהול קרקע ומים המביאות לרמה גבוהה מאוד של התאוששות ושימור הון טבעי (כולל מאזן פחמן חיובי)
כלכלות מקיימות	מודלים מקיימים של עסקים ותעסוקה מתוכננים לחול על הפרויקט או על עסקים נלווים מתוכננים	החלת מודלים מקיימים של עסקים ותעסוקה	מודלים מקיימים של עסקים ותעסוקה בשלב הבדיקה	הניסוי והבדיקה של מודלים מקיימים של עסקים ותעסוקה הוכחו כהצלחה	מודלים מקיימים של עסקים ותעסוקה מראים רמות גבוהות של הצלחה

ידע אקולוגי מסורתי ותרומתו לשיקום אקולוגי

ידע אקולוגי מסורתי מוגדר כידע וכפרקטיקות המועברים מדור לדור, שבבסיסם ניצבים זיכרונות תרבותיים משותפים, רגישות לשינויים ועוד. דוגמאות לידע אקולוגי מסורתי בתחום השמירה על הקרקע כוללות שימוש בשרפות מבוקרות ובהצפות עונתיות כדי לשנות את הצמחייה ושימור מינים "מהנדסים" המשפיעים על מבנה המערכת האקולוגית (כדוגמת בונים ופילים) או טורפי-על (כדוגמת זאבים ואריות) כדי לשפר את בית הגידול למען מינים אחרים ולשם יצירת משאבי מזון לבני אדם. התהליכים האלה מתפקדים בתוך טווח השונות הטבעית של המערכת האקולוגית. עמים ילידים השתמשו בפרקטיקות כאלה לאורך אלפי שנים כדי לשפר את היצרנות של המערכת האקולוגית – בין אם מדובר במזון, בחומרים המשמשים תרופות או בחפצים טקסיים. ידע אקולוגי מסורתי כרוך בהדדיות, המבוססת על תפיסות רוחניות שמתייחסות לצמחים ולבעלי החיים כבני משפחה של בני האדם. פרקטיקות של ידע אקולוגי מסורתי מגבירות את המגוון הביולוגי ומשפרות את החוסן האקולוגי מאחר שהן יוצרות פסיפס קרקעות מגוון. הידע האקולוגי המסורתי הוא איכותני וארוך-טווח. המשמרים אותו הם אנשים המעורבים בציד, בדיג ובליקוט למחייתם (להבדיל מציד או דיג תעשייתיים). שרידותם מקושרת לבריאות הקרקע. חשוב מכול – ידע אקולוגי מסורתי הוא בלתי נפרד מהמרקם הרוחני והחברתי של התרבות. על פי תפיסות עולם ילידיות, הבנה אקולוגית מתאפשרת רק תוך שימוש בכל המאפיינים האנושיים – גוף, נפש, לב ונשמה. לפיכך, ידע אקולוגי מסורתי מציע תובנות אקולוגיות חשובות, אך גם רשת של מידע, שכוללת ערכים שיוכלו לסייע בשיקום מערכות אקולוגיות.

ידע אקולוגי מקומי מוגדר כהיכרות מבוססת מקום עם הקרקע ועם התהליכים שבני אדם מבצעים בה כדי ליצור קרקעות יצרניות יותר ומערכות אקולוגיות בריאות יותר, להגביר את המגוון הביולוגי ולשפר את חוסנה של המערכת האקולוגית. ידע אקולוגי מקומי נפוץ במקומות שעמים ילידיים אינם חיים בהם, והידע על הפרקטיקות הילידיות בהם אבד. באירופה, למשל, ידע אקולוגי מקומי כולל חקלאות של טרום העידן התעשייתי, ניהול מים ופרקטיקות של ציד לשם המחיה. במקומות מסוימים ידע אקולוגי מקומי וידע אקולוגי מסורתי פועלים יחד, אך על פי שהם יכולים לנבוע מפרדיגמות תרבותיות שונות בתכלית.

באמצעות שילוב ידע אקולוגי מסורתי או מקומי במהלכי שימור אקולוגי אנשי השטח יכולים לזהות ולהעריך גורמים רבים: מינים והתאמתם לסביבה, תהליכים ושלבים בסוקצסיה וקשרי גומלין בין מינים. זאת ועוד – ידע אקולוגי מסורתי וידע אקולוגי מקומי יכולים לסייע בהגדרת מערכות ייחוס מקומיות ולזרז מהלכי שיקום באמצעות יישום פרקטיקות תרבותיות, כמו שרפות יזומות, סבבים בחלקות הרעייה וניהול מים. אסטרטגיות שיקום אקולוגי המשלבות מדע פורמלי, ידע אקולוגי מסורתי וידע אקולוגי מקומי עשויות להיות יעילות במיוחד בשיקום מערכות אקולוגיות מדורדרות.



עיקרון 9: התבססות על מגוון סוגי ידע

שיקום אקולוגי מצריך רמה גבוהה של ידע אקולוגי ממקורות מגוונים: חוויות והיכרות של אנשי שטח, מחקר מדעי, ניסיון של אנשי ביצוע, **ידע אקולוגי מסורתי**, **ידע אקולוגי מקומי** (ראו תיבה 5). סוגי ידע פורמלי ובלתי פורמלי אלה הם תוצר של התבוננות, התנסות, ניסוי וטעייה. בבסיס התכנון והיישום של מהלכי השיקום האקולוגי צריך לעמוד הידע הזמין הטוב ביותר, ועליו ולתרום לממשק אדפטיבי (ראו עיקרון 5). הידע נדרש גם לניתוח תוצאות הניטור של מאמצי השיקום ולביצוע התאמות בגישות ובשיטות הממשק במידת הצורך.

הידע של אנשי השטח נובע מניסיונם בשיקום מערכות אקולוגיות ומהיכרות עם התנאים המקומיים. תחומי הידע הנדרשים ברבים מהפרויקטים העוסקים בשיקום אקולוגי כוללים קשת רחבה של דיסציפלינות כגון: אקולוגיה משקמת, אגרונומיה וייצור זרעים, יערנות, גנות, בוטניקה, זואולוגיה, הידרולוגיה, מדעי הקרקע, אדריכלות נוף, שימור, הנדסה וניהול משאבים טבעיים. נוסף על כך, מומחים בידע אקולוגי מקומי ובידע אקולוגי מסורתי – בדרך כלל חברים בקהילה המקומית – יכולים לספק מידע מקיף ומפורט על אתרים ועל מערכות אקולוגיות, בהתבסס על מערכת היחסים ארוכת-השנים שלהם עם האתרים האלה. כאשר סוגי הידע האלה משולבים בתוך פרויקטי שיקום, הם מספקים הזדמנות לשפר את תוצאות השיקום ולהשיג גם יתרונות חברתיים ותרבותיים מעבר ליתרונות האקולוגיים.

ידע מדעי נוצר בתהליך מובנה של מדידות ובחינה של השערות. ידע מדעי שרלוונטי לתהליכי שיקום נובע ממחקר בסיסי וממחקר יישומי במגוון רחב של דיסציפלינות – מכלכלה ועד מדעי החברה, פיזיקה וביוכימיה, כולל תת-דיסציפלינות של אקולוגיה משקמת, שימור, גנטיקה (בדגש על שימור) ואקולוגיה של הנוף. בעוד הידע הקיים בתחומים האלה חיוני לתכנון וליישום של פרויקטים של שיקום אקולוגי, קיימים פערים משמעותיים בהבנת היעילות (באיזו מידה מושגים היעדים והמטרות) וההשפעות (התגובות הביוטיות והאביוטיות לממשקי הניהול) של פעולות שיקום רבות, בהבנת התגובות האקולוגיות לשינוי האקלים ובשיפור המוכנות למשבר האקלים (ראו גם עיקרון 1). מחקר מדעי יכול לתרום לסגירת הפער הללו. נוסף על כך, הערכות מדעיות של פרקטיקות שיקום אקולוגיות יכולות להתייחס לשאלות אקולוגיות מהותיות (למשל: כיצד מערכות אקולוגיות נוצרות ומתפקדות) לצד שאלות סוציו-אקולוגיות. בפרויקטים רבים של שיקום יצירת ידע מדעי חדש אינה ריאליזאביל ואף אינה נחוצה, אולם תמיד כדאי לשקול זאת. הדבר נכון בייחוד במקרים שידוע בהם מעט לגבי יעילות הטיפול, או כאשר ההתערבויות הנדרשות לביצוע השיקום קיצוניות או בעלות סיכון לא מבטל. דוגמה לכך היא כאשר השיקום מכון ליצירה מחדש של מערכת אקולוגית באזור שנפגע והשתנה באופן קיצוני, או בעקבות זיהום כבד או כרייה.

שיתופי פעולה בין אנשי שטח וחוקרים יכולים לשדרג יוזמות מדעיות, בכך שיאפשרו תכנון ניסויים באופן שייסמך על היכרות עם תנאי השטח המקומיים, וישפרו גם את היכולת להסיק מסקנות על בסיס היכרות זו. שיתוף פעולה כזה בין אנשי מדע לשטח מחזק גם את החדשנות ומגוון הרעיונות, ויכול לספק כיוונים והנחיות נוספים לממשקי הניהול. המחקר המדעי יכול לסייע לאנשי השטח להתגבר על בעיות שנדמו כבלתי פתירות (למשל: תנאי מצע קשים, שיעור רבייה נמוך, אספקה נמוכה ואיכות נמוכה של זרעים וחומרי ריבוי). שיתוף הידע ותוצאות המחקר יכולים לתמוך בצמצום העלויות של פרויקטים אחרים. אנשי שטח ומומחים בעלי ידע מקומי יכולים למלא תפקיד חשוב בפרויקטי מחקר רחבי היקף דרך מתן גישה לפרויקטים, זיהוי פערי ידע וצווארי בקבוק ותרומה מהניסיון הלוגיסטי שלהם.

שיתוף ידע מדעי וידע מעשי הוא המפתח ליישום מהלכי שיקום בצורה יעילה ולהשגת שיקום בקנה מידה רחב. דרך חשובה לקדם את המחקר ואת הפרקטיקה של שיקום אקולוגי רחב-היקף היא לפתח ולקדם שיתופי פעולה דו-צדדיים ורב-צדדיים בין מדינות ובתוכן (ראו גם "יוזמות שיקום עולמיות" במסמך זה). יש לעודד שיתוף בחוויות ובניסיון וכן מימון

משותף ופיתוח משותף של ידע חדש לשם גיבוש מדיניות ופרקטיקה יעילות יותר. דוגמה בולטת למאמצים מסוג זה היא **"חוק שיקום הטבע"** של מדינות האיחוד האירופי, שאושר בשנת 2024. החוק הוא כלי מדיניות מרכזי לעידוד שיתוף פעולה בין המדינות החברות, וקובע יעדים שאפתניים לשיקום מערכות אקולוגיות מגוונות, מתוך הכרה בחשיבות שיתופי פעולה חוצי גבולות להשגת המטרות הללו.

כבר בשלב הצעת הפרויקט יש לבדוק מה הידע המדעי הזמין על היעילות ועל ההשפעות של טיפולי השיקום. במקרים שאתגרים טכניים מתעוררים במהלך פרויקט **שיקום מחייב (מנדטורי)**, יתבצע מחקר ממוקד כדי לזהות התערבויות שיקום חלופיות אפשריות במסגרת לוחות הזמנים. אם גם מחקר כזה לא יניב תוצאות, יגובשו גישות חלופיות לעמידה בדרישות החוק.

היעדר התקדמות להשגת יעדי השיקום אין פירושה שהשיקום אינו אפשרי בעתיד – מבחינה טכנית, מעשית או כלכלית. אפשר להתגבר על מחסור בידע ובכישורים טכניים באמצעות ניהול אדפטיבי (ראו תיבה 4), המקושר למחקר ולניטור ממוקד, מוכוון תוצאה. עם זאת, בשיקום מחייב, למשל במגזר הכרייה, חשוב לוודא שהידע והיכולות קיימים עוד לפני תחילת הפרויקט כדי להבטיח שההסכמים המשפטיים ימולאו כהלכה.



שיקום אקטיבי – משימור זרעים ועד השבה לשטח

א. איסוף זרעים; ב. גידול במשתלה; ג. שתילה והשקיה של צמחיית נחלים מושבת בגדות נחל ציפורי. קק"ל מקדמת שיקום אקולוגי באמצעות איסוף ושימור זרעים מקומיים, ריבוי וגידול שתילים במשתלות אזוריות על פי פרוטוקולי הנבטה ושמירה על התאמה גנטית, ולאחר מכן השבה לשטח בליווי ניהול ראשוני (שתילה, השקיה והגנה). במקביל, מדור זרעים ומשתלות מפתח שיטות לריבוי מיני בר נדירים, ופועל עם גופים מדעיים וקהילות מקומיות. המדור אוסף זרעים של יותר מ-250 מיני צמחים מכ-2,500 מקורות זרע ברחבי הארץ, תוך מתן עדיפות למקורות מקומיים, כדי להפחית זיהום גנטי ולהבטיח התאמה לאקוטיפים אזוריים | צילום: מוני שטרית וחגי יבלוביץ', קק"ל

דוגמאות לשימוש בעקרונות בפרויקטים של שיקום ושימור טבע בישראל

אתר "ראש ציפור" – פארק טבע משוקם בלב מטרופולין תל אביב
שיקום האתר כלל שחזור של מגוון בתי גידול לחים ויבשתיים, והשבה של מיני צמחים ובעלי חיים, בהם גם מינים נדירים, לצד יצירת
בתי גידול לעופות מים ולציפורי שיר. בתי הגידול הלחים שנוצרו משמשים גם לניהול עודפי נגר ולמניעת הצפות – באמצעות אנירה
והחדרה למי התהום, וכן לטיהור קולחים. האתר הוא דוגמה לשיקום אקולוגי במרחב עירוני, תוך שימוש בפתרונות מבוססי טבע
המספקים שירותי מערכת אקולוגית מגוונים. האתר שוקם על ידי קק"ל, ומנוהל כיום בשיתוף עם גני יהושע | צילום: עמיר בלבן

הגדרת מערכת ייחוס – דוגמאות מפרויקטים של רשות הטבע והגנים

אבי אוזן – אקולוג בתי גידול לחים, רט"ג

המערכות האקולוגיות בישראל נתונות להשפעת האדם במשך מאות ואלפי שנים. לכן, לא ניתן למצוא בישראל אתרים שהם "בתוליים", ושהטבע שבהם לא השתנה בעקבות פעילות אנושית. הניסיון מלמד שגם מערכות שנדמות כלא-נגועות בישראל, עברו שינויים משמעותיים בעקבות פעילות האדם במהלך ההיסטוריה. עם זאת, אנחנו עדיין רוצים להבין איך המערכות האקולוגיות אופיינו בשלבים שונים לאורך ההיסטוריה כדי להבין מתי התפקוד שלהן היה טבעי וכחות מופר על ידי האדם.

אני, למשל, מתעניין בשיקום ביצות. סוף התקופה העות'מאנית בשטח ישראל של היום (לפני קצת יותר ממאה שנים מימינו), הוא תחום זמן שאופיין בהזנחה של מפעלי מים עתיקים שהחזיקו מעמד בארץ מאות שנים, רובם מהתקופה הרומית והביזנטית. כשהמפעלים האלה היו פעילים, הם כללו מערכי תעלות ניקוז וחציבות לפתיחת חסמי ניקוז בגבעות הכורכר, ועל כן ניקזו את הביצות ופגעו בהן. ההזנחה של מפעלי המים בתקופת השלטון העות'מאני, שהתבטאה בחוסר תחזוקה של התעלות ושל מערכות הניקוז העתיקות, אפשרה חזרה של נופי ביצה קדומים. תקופה זו היא גם מספיק קרובה בזמן כדי שנוכל למצוא חומרי רקע (מפות, סקרים, תמונות) שמאפשרים לנו להבין היכן היו ביצות בשטח ומה היו המאפיינים שלהן. לעומת זאת, סוף התקופה העות'מאנית אופיין בכריתה נרחבת של עצים, בעיקר לצורך הפקת פחמים להנעת מנועי הרכבות שפעלו באזור. לכן, תקופה זו אינה זמן טוב לשחזור נופי היער והחורש בישראל.

כמעט כל פרויקט שיקום מתחיל במחקר. בבתי גידול לחים מבצעים חקירה גיאואידרולוגית: מה מפלסי המים, האם האקווה כלואה, מה סוג הקרקע והמסלע ועוד. כמו כן, מבצעים חקירה היסטורית – מפות, ארכיונים, צילומים, סרטונים ישנים, מאמרים. מתקופת המנדט הבריטי ניתן למצוא תיעוד של הפעולות שבוצעו בהסדרת נחלים וביצות, ומידע זה הוא בעל ערך רב. מתוך המידע והמחקר ההיסטורי אנחנו יכולים להעריך את הפוטנציאל של מה שהיה בעבר, ולקבל השראה לתכנון הפרויקט.

אחרי שהבנו ברמה מסוימת מה אפיין את השטח בתקופות שונות בעבר, אנחנו בודקים מה המצב הקיים בשטח.

כשבוחנים את השכבה הרצנטית – שהיא המצב הקיים – ניתן להגדיר אותה כמעין "מסכה" היושבת על גבי התשתית. המסכה לא תמיד מגלה מה יש מתחתיה, ולכן, לעיתים קשה לגזור ממנה מסקנות לגבי המערכת המקורית או הפוטנציאל של האתר.

לכן, להשקפתי, כדי להבין את הפוטנציאל של השטח, יש לחשוף חלק מה"מסכה" העכשווית של השטח. האקולוגים חוששים לעיתים שהבדיקות וחשיפת השטח, שאכן גורמים לפגיעה בתכנית הקיימת, יפגעו בצורה אנושה בטבע. כאקולוג המתעסק בשיקום, לתפיסתי – אם פעולת החשיפה והפגיעה מתבצעות בשטח מוגבל, ואינן פוגעות בתפקוד כלל השטח, מחיר הפגיעה המקומית שווה את התועלת מבחינת המידע הנדרש לצורך תוכנית השיקום.

דוגמה – כחלק משיקום מלחת סדום אנחנו רוצים להעריך את פוטנציאל השפיעה של מעיינות קו השבר במלחה. הבדיקה נחוצה כדי להעריך אם ניתן ואם כדאי לשחזר גופי מים. כיום השטח מכוסה בצומח – בעיקר אשלים וקנים. כדי לבצע את הבדיקה של עומק מי התהום והשפיעה צריך להכניס מחפר לשטח תוך פגיעה בצמחייה הקיימת. לדעתי, ובהתייחסות ארוכת-טווח – הפגיעה הזו אינה משמעותית ויכולה להשתקם אחרי שמסיימים את הבדיקה.



שחזור אפיק הנעמן ואזורי הביצות של עמק עכו

א. מפת הסקר הבריטי (PEF, 1946) המציגה את אזור הביצות ואפיק הנעמן כפי שנראו לפני מפעלי הייבוש. מקורות היסטוריים כאלה מאפשרים לזהות מיקום נחלים ובתי גידול לחים טרם נפגעו, יובשו או הוסטו; ב. עבודות חפירת אפיק נחל נעמן המשוקם במסגרת פרויקט רט"ג | צילום: אורי מורן

דוגמה טובה בישראל לפרויקט שביצענו במהלכו הערכת מערכת ייחוס הוא **שיקום עינות גבתון**. השטח היה שמורה מוכרזת, אך בפועל היה עם "מסכה" של חורשה צפופה של המין הפולש שיטה כחלחלה, ולכן השמורה הייתה בעלת ערכיות אקולוגית נמוכה.

בדיקה שערכנו בספרות המחקר הראתה שבשטח התקיים בעבר בית גידול אקוויטי. בשטח גם מצאנו שרידים של תעלת בטון מנדטורית שזרמו בה מעט מים שהצביעו על פוטנציאל הידרולוגי. ממצא בעל ערך היה סקר מקווי מים של המחלקה האנטי-מלרית של משרד הבריאות של ישראל משנות ה-50. המסמך כלל מפות של בתי הגידול של יתושי אנופלס וחרקים נושאי מחלות, שעיקרם ביצות. מהמסמך למדנו שבאזור עינות גבתון הייתה ביצה בשטח של כ-40 דונם, וקיבלנו מידע בסיסי על שפיעת הזרימה ושרטוט של אפיקי הזרימה על מפה.

לאחר שהיה ברור שבשטח התקיימה בעבר ביצה, ביצענו את הפעולות הבאות:

א. חקירה גיאואידרולוגית. החקירה כללה קידוח רדוד שאִפשר למדוד את מפלס המים באזור ואת איכות המים. הקידוחים בוצעו באביב (בשיא השפיעה) ובסתיו (בשפל) כדי לגלות את פוטנציאל האקווה, ולאיזה רום המים יכולים להגיע. בחקירה באמצעות הקידוחים הבנו כי מקור המים בביצה אינו רק מים עיליים, אלא שהביצה המקורית נוצרה מעליית מים בסדקים בתקרת האקווה. תוצאות הקידוחים אפשרו לנו להעריך את פוטנציאל השטח לשמש שוב ביצה, והיו משמעותיים גם מבחינת תכנון השיקום.

ב. הסרת ה"מסכה". הסבך של השיטה הכחלחלה שכיסה את השטח לא אִפשר לצמחים אחרים להתבסס. לכן, טיפלנו בעצי השיטה הכחלחלה והסרנו את רובם. הטיפול התבסס על כריתה והדברת הגדמים. לאחר מכן, פרצה באזור שרפה שחשפה את פני השטח. במקרה לגמרי החום והלחות שהגיעו עם השרפה ולאחריה גרמו לנביטה של רוב הזרעים של השיטה הכחלחלה, אבל לאחר מכן הם התייבשו, כך שחלק גדול מהשטח נחשף. חשיפת השטח אפשרה לנו להבין את פני השטח טוב יותר ואף לגלות מספר תעלות מים קדומות.

ג. יצירת מודל גבהים דיגיטלי עם מפלסי מי התהום באתר.

ד. שיקום פיזי. כאן התבססנו על התהליך הטבעי שזיהינו בנחל עקרון, הערוץ המזין את הביצה. הנחל יורד בשיפוע חד מההרים, וכשהוא מגיע לאזור המעיינות המישורי, הסחף שוקע באופן שסוכר את הערוץ, ומוסיף מים לשטח הביצה. תהליך כזה התרחש באופן טבעי לאורך אלפי שנים. הבריטים חפרו בשטח תעלות כדי לנקז את השטח. השיקום הפיזי והחזרת הביצה נעשו על ידי סכירה מחודשת של אפיקי נחל עקרון בתהליך מהיר, שחיקה את התהליך האיטי הטבעי ויצר את גופי המים המחודשים.

ה. סקר צומח. כדי להבין את פוטנציאל המינים של עינות גבתון נעשה סקר אזורי בערוצים הסמוכים. כמו כן, ערכנו סקירה ספרותית וחיפשנו מיני צומח נדירים שמאפיינים בתי גידול לחים באזור, שיהוו פוטנציאל לשתילה בשמורה.

ו. הכנת תוכנית שתילה ואיסוף זרעים.

ז. שתילה באתר. לצערי, לא היה בידנו ידע מספיק. ביצענו את השתילה לפני החורף, אבל באותה השנה הייתה עצירת גשמים והשתילים התייבשו.

דוגמה מעניינת לגיבוש מערכת ייחוס יש **בשמורת עינות צוקים**. חופי ים המלח, שהשמורה נמצאת בהם, הם מערכת דינמית ולא יציבה. מדי שנה הים נסוג, וקו החוף משתנה. עקב נסיגת קו החוף משתנה גם מיקום הנביעות, ובעקבות זאת אזורים לחים בשמורה החלו להתייבש. כאשר המערכת משתנה באופן מהיר כל כך, לא ניתן לגבש מערכת ייחוס רלוונטית בהסתכלות על המצב ההיסטורי.

איך מתייחסים לשינויים עתידיים? כדי לשקם שטחים בשמורה שהתייבשו, וכדי לאפשר לכלל השמורה להשתקם חיפשנו אזור שהמעיינות בו יציבים (לא נודדים) ובמיקום גבוה מספיק, כך שנוכל להסיט אותם לכיוון שטחים בשמורה שיבשו. ביצענו ניתוח גיאולוגי והידרולוגי מעמיק, וגילינו אזור עם נביעות על תשתית סלעית יציבה. בהמשך חפרנו תעלות ובריכות חדשות שיוכלו לאגום את המים בשטח השמורה שהתייבש. צלקות החפירות שנערכו כוסו במהרה בצמחייה שהשתקמה. המערכת האקולוגית באזור השמורה שטרם התייבש מתפקדת היטב, ולכן המעבר וההפצה של צמחים ובעלי חיים התרחשו באופן ספונטני. כיום מאפייני האזור ששוקם טבעיים לגמרי.

נקודה אחרונה שחשוב להביא בחשבון כשמתכננים מערכת ייחוס היא: האם למערכת המשוקמת יש פוטנציאל לתפקוד עצמוני? כלומר האם המערכת תוכל להמשיך להתקיים עם מינימום התערבויות של האדם? במקרה של עינות צוקים הרעיון המכוון היה שהמערכת תמשיך להתבסס על מקורות המים הטבעיים, ללא צורך בשאיבה ובהזרמה מלאכותית של מים. יש שמורות אחרות שמתבססות על התערבות האדם – למשל, **בשמורת נחל הירקון** ו**בשמורת נחל עיון** שמקור המים בהן, לפחות בחלקו, הוא משאיבה ובהזרמה. הפעולות האלה נעשו כדי "להציל" חלק ממאפייני הנחל ונופיו, אבל בפועל – המערכת האקולוגית שמתקיימת בנחלים האלה תלויה לחלוטין בפעולות האדם.

דוגמה נוספת לשמורה שאינה מתפקדת באופן עצמוני היא **שמורת החולה**. השמורה הוקמה במקום הגבוה מסביבתו – בשולי האזור שהאגם המקורי היה בו, ולכן היא חייבת להיות מוזנת במים באופן מלאכותי. שמורת החולה מתפקדת יפה, ויש בה מגוון מרשים של מיני צמחים ובעלי חיים שאפיינו את הביצה הקדומה, אבל קיומה תלוי במשאבה.

עם הניסיון שיש בידנו כיום, ועם המחקר שאנחנו עורכים לפני שיקום, ייתכן מאוד שמערכת הייחוס לשמורת החולה הייתה מוגדרת בצורה שונה, ובשל כך, ייתכן שפרויקט שיקום הביצה בשמורת החולה היה נערך במיקום אחר ולא במיקום השמורה כיום.



כיצד תורת ניהול היער משתלבת עם עקרונות השיקום האקולוגי

ד"ר גלעד אוסטרובסקי – היערן הראשי, קק"ל

תורת ניהול היער שקק"ל פועלת לפיה מיישמת במידה רבה את עקרונות השיקום האקולוגי באופן ניהול היערות. היערות בישראל נפגעים ממגוון גורמים, ובהם שרפות, אירועי בצורת, שלג וסופות, וכן מפעילות אנושית, כגון תנועת כלים מוטוריים, השלכת פסולת והפרות קרקע. אחד מעקרונות היסוד המנחים את שיקום היער הוא תמיכה בתהליכי התאוששות טבעיים, ובהישענות על תהליכי ההתבססות והתחדשות טבעית של הצומח ועידודם. עיקרון זה מפורט במסמך "הקמת יערות וחיידושם" – אחד מתוך סדרת מסמכים המתבססים על תורת ניהול היער ועל ניהול יער בר-קיימא. התחדשות טבעית מתבססת, ככל האפשר, על מינים מקומיים ועל תהליכי סוקצסיה טבעיים, שדורשים זמן. לכן, לאחר אירוע קיצון כמו שרפה, ההנחיות הן שמלבד פעולות דחופות שיש לעשות לשם בטיחות וטיפול באתרים קולטי קהל, יש לחכות מספר שנים כדי להבין את תהליכי ההתחדשות הטבעית והתאוששות הצומח טרם יוחלט אילו פעולות שיקום אקטיביות יש לנקוט, היכן ובאיזו עצימות; לאחר שרפה מתבצעים סקרים המשמשים להערכת חומרת השרפה, בעיות של סחיפת קרקע ומינים פולשים; לאחר 4–5 שנים מתבצע סקר התחדשות העצים, שניתן ללמוד ממנו על כיוון תהליכי ההתחדשות ביער. מכאן יוחלט על המשך תהליך השיקום. גישה זו, המדגישה המתנה של מספר שנים לפני התערבות יזומה, ובחינה של ההתחדשות הטבעית, קיבלה משנה תוקף בדו"ח המדענים אחרי השרפה הגדולה בכרמל בשנת 2010.

סיבה נוספת שבגינה רצוי לא להתחיל בשיקום מיד לאחר השרפה היא כדי לא לגרום להפרה ולפגיעה בשטח ובייחוד בקרקע הפגועה והחשופה. פעולה מרכזית של הוצאת העצים השרופים נעשית לאחר חורף אחד לפחות, כדי שפני השטח יתייבבו, וגם אז על פי תכנון מדויק ועל פי סדר עדיפות של נגישות, נצפות, ערכי טבע ועוד. במקרים מסוימים עבודה זו תיעשה באופן ידני כדי לצמצם פגיעה בשטח ובערכי טבע ומורשת, ואחת הדוגמאות לכך היא הטרסות בהרי יהודה.

כשמחליטים על פעולות השיקום שייעשו, יש מקום מרכזי לקביעת ייעודי השטח היערניים: נופש וטיילות; מורשת ותצורות נוף; ערכי טבע; אזורי חיץ למניעת שרפות; מחקר; יער רב-תכליתי. באזורים המיועדים לקליטת קהל, פעולות השיקום יתמקדו על פי רוב בשיקום הנוף המצל החשוב לפעילות אדם. באזורים שהוגדרו כ"יער רב-תכליתי", פעולות השיקום יתמקדו בעידוד מורכבות ומגוון. מורכבות היער כוללת מגוון מינים, גיוון מבני ורב-גיליות. קק"ל למדה לאורך השנים שהמורכבות חיונית להגברת חוסן המערכת ועמידותה בפני שינויים ועקות, כולל שרפות או אירועי אקלים קיצוני. ההישענות על תהליכים טבעיים מלווה במעקב רציף ובהחלטות ממשקיות על תצורת הצומח הרצויה.

נוסף על כך, חידוש הצומח נבחן בשלוש רמות:

ברמה הארצית: בודקים אם המערכת האקולוגית שחידוש היער מתוכנן בה נמצאת בחסר מבחינת ייצוגה במכלול השטחים המוגנים בישראל, ולכן יש חשיבות מיוחדת לשימורה ולשיקומה באופן שיחזק את תפקודה ויתמוך במגוון המינים שבה. בשטחי היער שקק"ל מנהלת מדובר על אזורי הלס בצפון הנגב, בתות הספר לאורך גב ההר ובדרום הרי יהודה, העמקים האלוביים באקלים הים תיכוני, הקרקעות הקלות בשרון ובמישור החוף וכן חולות מישור החוף.

ברמה האזורית: נערכת בדיקה ברדיוס של 3 קילומטר, שבוחנת אילו תצורות צומח נמצאות בחסר באזור. תהליך חידוש היער יכול להתבצע במטרות השיקום מתן ביטוי לתצורות הצומח האלה, שישוקמו כחלק מהפסיפס הנופי.

ברמה המקומית: קק"ל פועלת להגנה ולשיקום של מינים נדירים שנפגעו, של תהליכים טבעיים (קינון דורסים למשל) ושל בתי גידול בעלי חשיבות אקולוגית לשיקום – מעיינות וערוצי נחלים, למשל.

אופן הביצוע של פעולות חידוש הצומח מגוון. חידוש עומדים עם עצים רחבי עלים דורש, לפי חומרת הפגיעה, נטיעה או הגנה פרטנית באמצעות רשת ברזל ובזנטים. יער מחטני מתחדש בדרך כלל בעצמו לאחר שרפה, והממשק יתמקד לרוב בדילול זריעים ובפתיחת הנוף באופן שיתמוך בתצורת הצומח הרצויה. לעיתים זריעי אורנים מתפשטים במידה נרחבת לאחר השרפה ומכסים את השטח באופן שאינו מאפשר התחדשות של מינים נוספים. גם במקרים אלה נמצא שעדיף להמתין עם הדילול לפחות חמש שנים לאחר השרפה, כיוון שההתחדשות מהזריעים מתבצעת באופן לא רציף לאורך מספר שנים, וגם כיוון שיש דילול טבעי ותמותה של זריעים מכנימת המצוקוקוס.

הממשק יכול לכלול גם הכוונת רעייה, כלומר הכנסת רעייה למקומות שרוצים שייוצר בהם נוף פתוח ומורכב יותר, ומניעת רעייה מאזורים שיש בהם מינים רגישים או מינים רצויים בשלבי התאוששות. התפיסה היא שהמערכות האקולוגיות הים תיכוניות בארץ התפתחו במשך אלפי שנים יחד עם רעייה, ולכן זהו כלי ממשק חשוב בהכוונת תהליכי שיקום וממשק. גם לאחר פעולות חידוש הצומח נעשים באופן תדיר סקרים בשטחי היער. הסקרים מאפשרים ניטור תדיר שניתן ללמוד ממנו על העמידה ביעדים של שיקום היער ומכאן לגזור פעולות לגבי סוגי הממשק והפעולות הנדרשים בהמשך (ממשק אדפטיבי).

קק"ל משקיעה משאבים משמעותיים במחקר ובפיתוח כלים שיעזרו למנהלי היער ולמקבלי ההחלטות לתמוך בשמירת טבע ובערכי טבע, במורשת ובנוף בתחומי היערות, תוך שיתוף פעולה עם גופים רבים. היא פועלת לשילוב תחומי ידע וניסיון מגוונים – למשל, שני עקרונות נוספים המוצגים במסמך זה, מיושמים היטב בפיתוח תוכניות שיקום ובביצוען.



התחדשות טבעית לאחר שרפה
הרי ירושלים | צילום: עמיר בלבן



קביעת יעדים, תכנון ניטור וממשק אדפטיבי בפרויקטים של שיקום נחלים בישראל

ד"ר ירון הרשקוביץ, המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיט, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

שיקום מערכות נחלים בישראל הוא תהליך מורכב שמחייב גישה הוליסטית ואגנית. פירוש הדבר הוא ששיקום מוצלח אינו יכול להתמקד רק בקטעי נחל מבודדים, אלא חייב להתייחס לכלל המרכיבים הפיזיים, הביולוגיים והחברתיים הפועלים במרחב האגן. פעולות שיקום נקודתיות עלולות שלא להניב את התוצאות המקוות, כל עוד לא מטופלים במקביל גורמי הבעיה במעלה הנחל, כמו זיהום תעשייתי או חקלאי, שינויי זרימה הנגרמים מפיתוח, או פגיעה במאפיינים המורפולוגיים של התוואי. לפיכך, אחד התנאים הבסיסיים להצלחת פרויקט שיקום הוא קביעת יעדים ברורים ומדידים כבר בשלבי התכנון. היעדים האלה מכוונים את תכנון הפעולות, ומאפשרים הערכה מדויקת של הצלחתן לאורך זמן. יש להקפיד על העקרונות שפורטו לעיל בעת שיקום מערכות נחלים.

עם זאת, יישום העקרונות האלה בישראל נתקל במספר אתגרים מהותיים:

- היעדר הגדרה חוקית של אקולוגיה: להבדיל מצרכים תפקודיים כמו ניקוז ואיכות מים, תחום האקולוגיה אינו מוגדר בחוק באופן מקיף. מצב זה עלול להוביל לכך שפרויקטים יתמקדו בתועלת סוציו-אסתטית, כמו פיתוח שבילי הליכה או שיפור נוף, על חשבון שיפור מצבו האקולוגי האמיתי של הנחל.
- מגבלות תשתית: בנחלים הזורמים באזורים עירוניים צפופים, דוגמת נחל הירקון, לא תמיד ניתן להשיב את המערכת למצבה הטבעי המקורי. במקרים האלה נדרשת גישה פרגמטית, ויש לקבוע יעדי ביניים ריאליים שמטרתם לממש את הפוטנציאל השיקומי המקסימלי בהתחשב במגבלות הסביבתיות.
- חסמים תפעוליים ותקציביים: מגבלות תקציב ומשאבים מונעות לעיתים קרובות ביצוע של סקרים מקדימים מקיפים ושל תוכניות ניטור ארוכות-טווח. הכלים האלה הכרחיים להערכת מצב הנחל ולביצוע ממשק אדפטיבי, המאפשר להתאים את הפעולות בהתאם לנתונים המתקבלים מהשטח.
- למרות האתגרים נרשמת התקדמות ניכרת בתחום, והדבר משתקף ביוזמות כמו התוכנית האסטרטגית לשיקום נחלים של המשרד להגנת הסביבה ובפיתוח תקני איכות מים. נוסף על כך, דוגמאות מוצלחות מהשטח מוכיחות שניתן ליישם את העקרונות האלה בהצלחה:
- פרויקט שיקום אגן נחל ציפורי הוא מודל מוצלח לשיתוף פעולה רב-מגזרי בין רשויות, חקלאים וגורמים נוספים. הוא כולל זיהוי של הלחצים האגניים ושל מגוון מדדים סביבתיים לשיפור, החל מאיכות המים, טיפול בחסמים לזרימה, ממשק רעיית בקר ועבודה מול מגוון קהלים. הפרויקט מדגים ניהול אגני אפקטיבי ופעילות שוטפת לפתרון קונפליקטים מול בעלי עניין ותושבים ממגזרים שונים.
- שיקום נחל הירקון הוא דוגמה ליישום ממשק מים וטיפול במזהמים. ניטור מתמשך של איכות המים ומדדים ביולוגיים (חסרי חוליות ודגים) הצביע על השפעה שלילית משולבת של מקורות זיהום נקודתיים יחד עם הפחתה בספיקת מי המקור. שיפור באיכות הקולחים והקצאת מים באיכות גבוהה ממעלה הנחל הביאו לשיפור דרמטי באיכות המים ובמצב האקולוגי של חלקו התיכון של הירקון.

לסיכום, שיקום נחלים הוא תהליך רב-ממדי המחייב תכנון קפדני, ראייה אגנית ושיתוף פעולה הדוק בין כל הגורמים הרלוונטיים. יצירת שותפויות בין גורמי ממשל, גופים מקומיים ותושבים והגעה להסכמה על תוכנית ניהול שוטפת יבטיחו את קיימות הפרויקט לאורך זמן. יישום העקרונות האלה הוא המפתח להשבת נחלי ישראל למצב תפקודי ובריא, לטובת הסביבה והציבור כולו.



נחל ציפורי – פְּשֶׁט ההצפה המרכזי

במסגרת פרויקט MERLIN של האיחוד האירופי, העוסק ביישום ובהדגמה של פתרונות מבוססי טבע לשיקום מערכות מים ב-17 מדינות, נבחר נחל ציפורי לשמש אתר דוגמה במזרח הים התיכון. בעמק זבולון בוצע שיקום מקיף של פשט ההצפה, שכלל הנמכה של הגדות, הרחבת שטחי ההצפה, שיקום הצומח המקומי והסרת מינים פולשים. מהלך זה השיב לנחל חלק מתפקודיו הטבעיים, הפחית סיכוני הצפה, ותרם לשיפור איכות המים ולחיזוק המגוון הביולוגי. שילוב הפעילות המקומית בציפורי בפרויקט הבין-לאומי מאפשר העברת ידע, השוואה עם אתרי שיקום נוספים באירופה והעמקת שיתופי פעולה מקצועיים. בכך הופך השיקום בציפורי מדוגמה מקומית למרכיב בתוכנית רחבה להתמודדות עם שינוי האקלים ולקידום ניהול בר-קיימא של משאבי מים. בצילום נראה פשט ההצפה המרכזי שנה לאחר השלמת העבודות | צילום: אביטל כ"ץ



אגמון החולה – דוגמה לפרויקט של שיקום תפקודי של אדמות הכבול שיש בהן תועלת סביבתית, כלכלית וחברתית

אפי נעים – מנהל אזור עמק החולה, קק"ל
נטלי לוינה – ממונה ממשק יערני ואקולוגית אזור עמק החולה, קק"ל

פרויקט לשיקום אדמות הכבול בחולה הוא שמו המלא של מיזם לאומי שנערך בשנות ה-90, שחברו בו יחד גופים שונים במטרה להוציא לפועל פרויקט בעל תועלת סביבתית-חקלאית וכלכלית והשפעה רחבה, מעבר לעמק החולה.

לפרויקט הוגדרו מספר מטרות-על:

1. **שמירה על איכות המים של הכינרת** – השמירה מתאפשרת באמצעות הפחתת כמות הנוטריינטים שזורמים לאגם הכינרת מעמק החולה והאגן העליון של הירדן. האמצעי היה תיעול המים ששימשו להשקיית השדות בעמק החולה באזור קרקעות הכבול. סך הכול נחפרו כ-100 ק"מ של תעלות, ובהם סכרונים לניהול מפלס המים בתעלות. באמצעות ניהול מפלסי המים בתעלות ניתן לנהל את מפלסי מי התהום באדמות הכבול. מי ההשקיה הרוויים בנוטריינטים שתועלו, משמשים ליצירת סביבה לחה ואת גוף המים של האגמון. חלק גדול מהנוטריינטים משמשים חומר מזון לצמחים המושקים, וכך נמנעת הגעתם למי הכינרת.

2. **שיקום החקלאות בעמק החולה** – תחזוקה לא נאותה של אדמות הכבול גרמה לירידת מפלסי מי התהום, להתחמצנות של האדמות בעומק ולפריצת שרפות ספונטניות. בסוף שנות ה-80 יותר מ-10,000 דונם משטחי הכבול לא היו ראויים לעיבוד חקלאי, בעיקר עקב שרפות ספונטניות באדמות הכבול. בסך הכול אבדו בתהליך זה מעל לשליש (!) מהאדמות החקלאיות בשטחי הכבול בעמק החולה. מאחר שאחת ממטרות מפעל ייבוש החולה בשנות ה-50 הייתה יצירת עתודות קרקע לחקלאי ההר (בעיקר) – האובדן הזה היה קריטי. השיטה לשיקום הקרקעות הייתה, בין היתר, אותה רשת תעלות וסכרונים באדמות הכבול – הסכרונים מאפשרים שליטה על מי התהום וניהול שלהם, ויכולים להשפיע על הגידולים החקלאיים. נוסף על כך, מערכות ההשקיה עברו שדרוג משמעותי, והוכנסה טכנולוגיה של מערכות קווי נוע ממוחשבות. כמו כן, עודפי חפירה מהאגמון שימשו למילוי אזורים ששקעו עקב השרפות, וכך התאפשר עיבוד חקלאי. מעבר לשיקום הקרקעות גובש הסכם בין המדינה לחקלאים, המקציב מכסת מים לחקלאות בעמק ללא קיצוצים בשנות בצורת. שילוב הפעולות אפשר לחזור לאזור ולשגשג ולהיות רווחית ביותר. בעבר נשטפו חומרי הדברה מהשדות אל מי התעלות, הגיעו אל האגמון ומשם המשיכו גם אל הכינרת. כדי להפחית את השימוש בחומרי הדברה הוגבר השימוש במערכות של קווי נוע להשקיה. סוג השקיה זה גרם להצפת המחילות של הנברנים, שרבים מהם נטרפו על ידי עופות דורסים השוהים בעמק החולה. נוסף על כך, הוצבו תיבות קינון לתנשמות (בחלק מהן קיננו גם בזים), שאף הן אפשרו הדברה של מכרסמים מזיקים בשטחי החקלאות והפחתה של השימוש בחומרי הדברה.

3. **יצירת מנוף כלכלי למחזיקים בקרקע** – מטרה זו הושגה דרך הובלת תב"ע המשלבת חקלאות, טבע ותיירות, "תכנית 8923/ג – תכנית אדמות החולה". כמו כן, הוגדרה תוכנית ניקוז עם סימון התעלות וכיווני זרימת המים במרחב המטופל, שאפשרה פיתוח תוכנית אקולוגית-תיירותית, שעל בסיסה הוקם עם השנים אגמון החולה. הרעיון היה לאפשר יצירת הכנסה כלכלית שלא מחקלאות, בין היתר, כדי להקטין את השימוש במים וגם לספק מגוון כלכלי נוסף לבעלי המקום.

4. **שיקום ערכי טבע** – פרויקט האגמון יצר בית גידול חדש, שרבים ממאפייניו דומים למערכת האקולוגית העשירה שהתקיימה בעמק החולה טרם פעולות הייבוש בשנות ה-50. לאחר יצירת בית הגידול נעשו פעולות שונות כדי להשיב ערכי טבע שהתקיימו בעבר באתר ובסביבתו. לדוגמה, הוקם גן בוטני שגדלים בו למעלה מ-130 מיני צמחים

שגדלו בביצות וסביב אגם החולה טרום הייבוש. הגן מהווה גם מקלט לצמחים נוספים בסכנת הכחדה. בתחילה ביצענו פעולות אקטיביות כדי להחזיר ערכי טבע למקום, כגון שתילה של כ-7,000 צמחי גומא פפירוס באזורים שונים, ויצירת נישות אקולוגיות מגוונות באזורים שונים באגמון שנחפר. מינים מסוימים, שהיו בסכנת הכחדה מקומית, חזרו לשגשג. אחד מהם הוא צמח המים נהרונית מסולסלת, שרק פרטים מועטים ממנו התקיימו בירדן ההיסטורי באזור כפר בלום. הצמח שגשג במידה כזו, שבאפריל 2004 נאלצנו להפעיל כלים לקציר ולפינוי שלו כדי לפתוח תעלות שנסתמו מגדילתו. מינים רבים של עופות משתמשים כיום באגמון. העגור האפור הוא המפורסם שבהם, אך בשנים האחרונות גם עופות מהמין פלמינגו מגיעים לאתר לפרקי זמן ממושכים. האגמון והשטחים החקלאיים הפוריים מסביב חזרו להיות מערכת אקולוגית עשירה ומשגשגת, הגם שאינה זהה למערכת האקולוגית המקורית של ביצות עמק החולה.



האגמון ושדות חקלאיים בעמק החולה

מראה מן האוויר | צילום: אייל ברטוב



יצירת בתי גידול מימיים חדשים בשטחי בריכות דגים נטושות – דוגמה למיזמי שיקום בשילוב קהילות מקומיות

אסף זנזורי – רכז מדיניות התכנון, החברה להגנת הטבע
ד"ר דרור דנבום – רכז תחום שיקום אקולוגי – החברה להגנת הטבע
ד"ר יואב פרלמן – מנהל מרכז הצפרות הישראלי – החברה להגנת הטבע
נדב ישראלי – אגף שמירת טבע – החברה להגנת הטבע

מדינת ישראל מתאפיינת במצוקת קרקע חמורה הנובעת ממגבלות שטח, מגידול נמרץ של האוכלוסייה ובעיקר מתרבות פיתוח בזבזנית. השטחים הטבעיים בישראל מצומצמים ומקוטעים, ולחצי פיתוח מאיימים עליהם תדיר. כיום הסוגיות הסביבתיות וההשפעות הסביבתיות של תוכניות פיתוח מקבולות מקום רב בהליכי התכנון והאישור. ועם זאת, בעידן של משבר האקלים אין די בהגנה של שטחים לשם שימורם, אלא יש צורך לשקם שטחים שכבר הופרו, ולהשיבם למצב תפקודי אקולוגי טוב יותר, גם אם לא ניתן להשיב את המערכת האקולוגית שהתקיימה בהם בדיוק למצבה הקודם.

המשבר הכלכלי בענף גידול הדגים בישראל הביא במהלך השנים לנטישה ולייבוש של בריכות דגים פעילות. החברה להגנת הטבע זיהתה בקיבוץ כפר רופין הזדמנות ליצירת בית גידול מימי מלאכותי על ידי שיקום אקולוגי של שטחי בריכות דגים נטושות סמוך לנהר הירדן הדרומי. בעבר, לפני הקמת המדגה, היו בשטח זה נפתול טבעי של נהר הירדן ומישור (פֶּשֶׁט) ההצפה שלו. בשנות ה-60 נבנתה סוללה שביטלה את הנפתול הטבעי של נהר הירדן, ופשט ההצפה כולו הוסב למאגר שמטרתו גידול דגים מסחרי ("מאגר עמוד"). המאגר שימש את כפר רופין לגידול דגים עד שנת 2017, אך פעילות המדגה הופסקה מפאת חוסר כדאיות כלכלית. במקום גידול הדגים נעשה ניסיון לגדל חיטה בשטח המאגר המיובש. הניסיונות הללו כשלו, שכן שטח המאגר הוצף בשנים גשומות, והגידולים לא צלחו. בעקבות זאת, הציעה החברה להגנת הטבע לקיבוץ שיתוף פעולה לצורך שיקום אקולוגי של שטח המאגר, שמטרתו יצירת בית גידול מימי בעל מופע טבעי שיהווה מוקד אזורי של מגוון ביולוגי.

השיקום האקולוגי הכרוך ביצירת בית הגידול תוכנן ובוצע בשיתוף עם הקיבוץ ונעשה במסגרת מיזם [Start-up Nature](#), שבמסגרתו החברה להגנת הטבע מייסדת שותפויות עם בעלי קרקעות ועם ארגונים נוספים ובהם רט"ג, רשויות ניקוז ורשויות מקומיות, שמטרתן שיקום בתי גידול מימיים וניהול ארוך-טווח שלהם. מטרת שיקום המאגר בכפר רופין הייתה ליצור גוף מים טבעי באופיו בעל מפלסים משתנים שאופייניים לבתי גידול מימיים באקלים ים תיכוני, המתאים לעופות מים, כגון חופמאים וברווזים חובבי בוץ וצמחיית גדות. לשם כך, הוגדרו מגוון מיני מטרה ששובם אל השטח יעיד על הצלחת השיקום, בהם צולל ביצות, ברווז משויש ופורפיריה כחולה, ובטווח הארוך אף חתול ביצות ולוטרה. רכיבי השיקום המרכזיים באתר כללו השבת מים למאגר בספיקה מתאימה לייצוב גוף המים, כיסוח של קנים ויצירת איים המתאימים לקינון עופות מים. שיתוף פעולה עם רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי אפשרה את שחרורם של מי נחל אבוקה הסמוך אל גוף המים, בספיקה של 400 מק"ש. המים שוחררו ללא עלות במסגרת תיקון 27 לחוק המים – השבת מים לטבע. פעולות השיקום האקולוגי יצאו לפועל במהלך שנת 2022. במהלך הזמן הושגה התייצבות מבחינת היכולת לקיים את הממשק הרצוי, כמו למשל טיפול בהשתלטות קנה והתייצבות מפלסי המים. במהלך הקיץ של שנת 2023 התאפשר להחזיק מים במפלס גבוה דיו לאורך כל עונת הקינון, תנאי מרכזי לשיקום ולהתייצבות של המערכת האקולוגית.

נוכחות ואף קינון של מגוון מינים נדירים מעידים על איכותו של בית הגידול המשוקם: כבר בקיץ 2022 תועדו עדויות לקינון ציפור השיר חרגולן זמירי, מקנן נדיר מאוד בישראל; בקיץ 2023 דגרו באתר שני מיני ברווזים בסכנת הכחדה עולמית – צולל ביצות וברווז משויש; בקיץ 2024 נצפתה באתר דגירה של קרקיר, ברווז הדוגר בישראל לעיתים רחוקות בלבד, וכן נצפה קינון של שחפית ים המוגדרת בסכנת הכחדה בישראל, הקינון הראשון המתועד של מין זה בעמק המעינות. בזכות שיתוף הפעולה בין החברה להגנת הטבע, קיבוץ כפר רופין ובעלי העניין השונים, השיקום האקולוגי של בריכות הדגים הנטושות הוכתר כסיפור הצלחה שהביא ליצירתו של בית גידול חשוב מבחינה אזורית ולהשבתם ולשגשוגם של מגוון

מינים אופייניים לבתי גידול מימיים, בהם מינים נדירים. בעקבות הצלחת השיקום במאגר עמוד יצא לפועל פרויקט שיקום נוסף, הפעם בשטחי בריכות דגים בקיבוץ מעגן מיכאל. במקום הוקם פארק צפרות בשותפות עם החברה להגנת הטבע, ובמסגרתו שוקמה בריכת דגים לצורך יצירת בית גידול מימי עם צמחי גדה, שכבר מושך אליו עופות מים רבים. ההצלחות האלה מהוות בסיס ליצירת שותפויות נוספות לשיקום בתי גידול מימיים בשטחי בריכות דגים נטושות בישראל.

בעקבות השיקום מצבו האקולוגי של השטח נראה כיום מבטיח. ניטור עופות המתבצע בשטח התוכנית הראה שבעונות הקינן הקיצית חלה עלייה משמעותית בעושר המינים בגוף המים ובסביבתו, ואפשר לראות אנפות, חופמאים, ברווזים, עופות דורסים וציפורי שיר. האתר מהווה כעת תחנת עצירה עבור ציפורים נודדות באביב ובסתיו, בית גידול לקינון עבור עופות מקננים בשטחי הגדות ועל האיים וגם אתר לשהות של עופות חורפים.



שיקום בריכות דגים והפיכתן לאתר טבע וצפרות בעמק בית שאן – מאגר עמוד (כפר רופין)

א. רשתות ערפל, ללכידה עדינה של ציפורים, פרוסות בשטחי המאגר. פרויקט השיקום של החברה להגנת הטבע מלווים בתוכנית ניטור ממוקדת, כולל טיבוע ציפורים המספק מידע חשוב על הציפורים המשתמשות בבתי הגידול המשוקמים | צילום: יואב פרלמן.

ב. זוג ברווזים משוישים (*Marmaronetta angustirostris*) – מין נדיר שכמעט ונכחד מישראל לאחר ייבוש החולה, וחזר לדגור

במאגר | צילום: יוסף כיאט



דוגמאות לשיתופי פעולה בין גופים מנהלי שטח לשיקום השטחים הפתוחים ולשימורם

ד"ר יפתח סיני – אקולוג מרחב גליל עליון, רט"ג

לעיתים שיתופי פעולה בין גופים שונים צומחים מתוך קונפליקט, דיון או ויכוח על הדרכים הנכונות לטפל בשטחים פתוחים ולשקמם. לעיתים קיים ניגוד אינטרסים מובהק ביעדים שיש לגופים שונים, שיכול להקשות על ביצוע פרויקט. במהלך השנים האחרונות ישנה מגמה חיובית של שיתוף פעולה. מגמה זו ניכרת בהגשת תוכניות משותפות לקבלת תקציבים מהקרן לשיקום שטחים פתוחים, אך ניכרים גם שיתופי פעולה העוסקים בממשק ובשימור של בתי גידול, וגם לגבי מינים ייחודיים ונדירים. חלק משיתופי הפעולה עוסקים גם בשיקום. להלן מספר דוגמאות ממחוז צפון ברט"ג:

במשך שנים רבות היו רט"ג ורשות הניקוז גופים יריבים מבחינת ההתייחסות שלהן לניהול נחלים. המפנה ביחסים בין הגופים השונים החל בשינוי גישה ברשות הניקוז, שעברה מטיפול בנחל בהיבטי הניקוז לנקודת התייחסות רחבה יותר, הכוללת גם התייחסות למפגעים לאורך הנחל. מצד שני, רט"ג נהגה להתייחס לממשק נחלים רק בתחומי שמורות ולא מחוץ להן, וכעת נוקטת גם הסתכלות אגנית רחבה יותר. היות שכך, שילוב של שני הגופים הללו בטיפול לאורך הנחלים הביא תוצאות יפות. בתחילת המאה ה-21 התעורר ויכוח קשה בין רשות ניקוז כרמל לרט"ג לגבי אופי תחזוקת נחל תנינים עליון (כיסוחי צומח ועבודות עפר), מאחר שחי בו לבנון הירקון, שהוא דג אנדמי ובסכנת הכחדה. הקונפליקט הביא לפרויקט ראשוני משותף של רט"ג ורשות ניקוז כרמל – הכנת מפה לרגישות תחזוקת נחלים שהתבססה על נתונים הידרולוגיים ואקולוגיים. במפה סומנו ערוצים שונים בצבעים שונים, לפי רגישותם האקולוגית וחשיבותם לניקוז – התחומים החשובים לשני הגופים. בהחלטה משותפת אף נכתבה אמנה בין שני הגופים. השיטה הועתקה לרשויות ניקוז אחרות במחוז צפון, כמו ירדן דרומי, כינרת וגליל מערבי, ואף לוותה בסקרים שונים כדי לאסוף את המידע הנדרש. כיום מתבצעים מספר עדכונים שוטפים למפות האקולוגיות-הידרולוגיות, והן בשימוש רשויות הניקוז.

במהלך השנים האחרונות בוצעו מספר פרויקטים משותפים של רשויות ניקוז יחד עם רט"ג בתחום שיקום נחלים, חלק מהם בתוך שמורות, כמו בשמורת **טבע מורד הירדן**, שם הוסדר הערוץ במורכבות מבנית, ובוצע שיקום של צומח בית הגידול האקוטי כולל שתילת צמחים נדירים. פרויקטים נוספים בוצעו, ומתוכננים, במאגר ויסות **בריכות אפק**, וכן **בעינות ציפורי ובנחל הקיבוצים**.

פרויקטים נוספים המתבצעים בעקבות השותפות כוללים טיפולים בחסמים בנחלים, שמתבססים על סקרים שמבצעת רט"ג ועל הנחיות שלה, ופרויקטים של הרחקת בקר מנחלים כדי לצמצם את זיהום המים. הפרויקטים האלה מתרחשים ב**נחל תבור וברמת סירין**. פרויקטים נוספים של שיתוף פעולה בין רט"ג לרשויות ניקוז כוללים תוכניות מפעל ניקוז ויצירת גופי מים בשטחי הצפה בעמק החולה ובבריכות חולתה צמוד לשמורת החולה.

שיתופי פעולה יש גם בטיפול בצמחים פולשים בערוצי נחלים. זהו יעד ממשקי חשוב מבחינה אקולוגית לרט"ג, לרשויות הניקוז (מבחינת בעיות ניקוז שהצמחים יוצרים) ואף לחקלאים, שנלחמים במינים המזיקים לחקלאות בגלל התפשטותם לשטחים חקלאיים והעובדה שהם משמשים כפונדקאים למזיקי חקלאות. פרויקט גדול מוצלח נערך בשנים האחרונות בשיתוף של רט"ג ורשות ניקוז ירדן דרומי בטיפול בצמח הפולש פרקינסוניה שיכנית לאורך נחל יששכר, שהתפשט תוך מספר שנים. בפרויקט טופלו אלפי פרטים של השיח. שיתוף הפעולה אפשר וקידם קבלת תקציב מקרן שטחים פתוחים לעריכת סקר צמחים פולשים בגליל המערבי בדגש על הקיקיון המצוי. רט"ג מבצעת ממשק נזקי חקלאות בעזרת מספר לא קטן של פקחי נזקי חקלאות באזור מחוז צפון בשיתוף פעולה של המועצות ורט"ג, במטרה למנוע הרעלות שיפגעו בשטחים הפתוחים, ופגיעה במיני דורסים ובבעלי חיים אחרים.

דוגמאות לשיתופי פעולה בפרויקטי שיקום אזורים

שילי איגנר ברג – רכזת תוכן, אגמא – מרכז הידע לאגני היקוות, נגר ונחלים

פארק ציפורים אגמון חפר – יצירת שותפויות ואינטרסים משותפים לקידום מטרות הפרויקט

פרויקט זה⁹ מדגיש את הצורך בשיתוף פעולה ובמציאת הסכמות בין יוזמי הפרויקט לבין בעלי עניין להצלחת שיקום המערכת האקולוגית ושימורה לאורך זמן. רשות ניקוז ונחלים שרון, מנהלת נחל אלכסנדר והמועצה האזורית עמק חפר חברו יחד לשימור הטבע שהתפתח בבריכות תוך פיתוח נופי מזערי.

הרשות וצוות התכנון הבינו את הצורך בפרויקט ישים וכלכלי מול בעלי הקרקעות מהקיבוץ, בדגש על תרומת הפארק לכלכלה המקומית. החיבור ההדוק עם חקלאי קיבוץ עין החורש והצורך במציאת מכנה משותף הביאו לפתיחות מחשבתית. כך הוסכם להשאיר את ייעוד השטח כחקלאי וליצור ממשקים שהפארק יתרום לכלכלה המקומית מבלי לפגוע בשמירה על הטבע. השטח הועבר לרשות ניקוז ונחלים שרון ולמועצה האזורית עמק חפר לצורך הקמה ותחזוקה של הפארק, במסגרת חוזה שמפרט שימושי קרקע חדשים והטבות כלכליות לקיבוץ. נוסף על כך, נוסח מסמך הבנות בין רשות מקרקעי ישראל לרשות ניקוז ונחלים שרון. כיום המועצה האזורית עמק חפר מקדמת הקמת מנהלת ייעודית לתפעול האתר וסביבתו. המנהלת תורכב מגופים בעלי עניין, שיוכלו לתרום כל אחד בנקודות החוזק שלו, ולתפעל את האתר בצורה משותפת.



אגמון חפר

שיקום שטח שהיו בו בריכות דגים של קיבוץ עין החורש והפיכתו לפארק צפרות | צילום: אייל ברטוב

9 לקריאה נוספת על תהליך הקמת [פארק ציפורים אגמון חפר באתר מאגר הידע של אגמא](#)



גני מקלט לצמחי בר נדירים – תשתית לשימור, להשבה ולשיקום של אוכלוסיות פגיעות
נביטה ספונטנית של לשון-שור נגבית (*Anchusa negevensis*) בגן המקלט בממשיה. זהו עשב רב-שנתי אנדמי, שמוכר מאתר טבעי יחיד בעולם: חולות ימין שבנגב. הוא גדל בחולות מיוצבים למחצה בחברת צומח מדברי פזור. בשנים האחרונות רט"ג משמרת את המין באמצעות ריבוי יזום בגן מקלט ייעודי בגן הלאומי ממשיה, הסמוך לאתר הטבעי. מעבר לשימור מינים בסכנת הכחדה, גני המקלט של רט"ג מהווים גם גרעין רבייה להשבה לטבע במסגרת פרויקטי שיקום | צילום: מרב לבל וין

מנהלת נחלים ושטחים פתוחים גליל עליון – מנגנון ניהולי ושגרת עבודה לשימור מעורבות של בעלי עניין

המנהלת¹⁰ משמשת ליישום מדיניות תוכנית האב לשטחים פתוחים בשיתוף מועצה אזורית הגליל העליון ומבואות החרמון, ומתמודדת עם תוכניות, פרויקטים ויוזמות בשטחים הפתוחים, כגון תוכניות סטטוטוריות, יוזמות חקלאיות וקהילתיות ופרויקטים לשמירת טבע. היא כוללת בעלי עניין רבים במרחב ומביאה את כלל מקבלי ההחלטות לשולחן משותף כדי לשתף בתהליכים ולהבין את המטרות והאילוצים של כל ארגון, תוך איגום משאבים וידע. המנהלת מתכנסת אחת לרבעון.

לצד המנהלת הרחבה פועלים שלושה צוותי משנה נושאים: צוות נחלים, צוות חקלאות וסביבה וצוות טבע, נוף ומורשת. כל צוות כולל מנהלים ומומחים מהתחום במועצות וכן משתתפים מגופים חיצוניים. הצוותים מתכנסים אחת לחודשיים או בהתאם לצורך כדי ליעל תהליכי קידום פרויקטים ותוכניות במרחב.

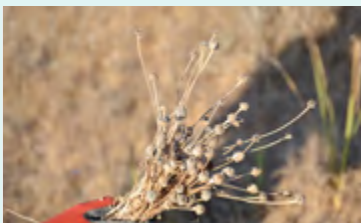
10 לקריאה נוספת על [מנהלת נחלים ושטחים פתוחים באתר המועצה האזורית גליל עליון](#)

שיקום רב-תחומי בשמורת הטבע בני ציון

ציר הזמן מציג את שלבי פרויקט השיקום בשמורת בני ציון (2016–2017) – החל מסקרי קרקע וצומח ואיסוף זרעים, דרך תכנון מפורט, עבודות קרקע, דיכוי פולשים, זריעה ושתיילה, ועד תחזוקה וניטור מתמשך. הפרויקט שילב ידע מגוון בתחומים אקולוגיה, הידרולוגיה, קרקע, בוטניקה ותכנון נופי, והדגים כיצד שיתוף פעולה בין בעלי מקצוע מאפשר התמודדות עם פגיעות מורכבות בשטח מצומצם ובעל ערכיות אקולוגית גבוהה | צילום: אורי מורן



פיזור קומפוסט



איסוף זרעים



מצב הקרקע בתחילת הפרויקט



בניית מתקנים לשימור קרקע



סקר קרקע – שלב התכנון

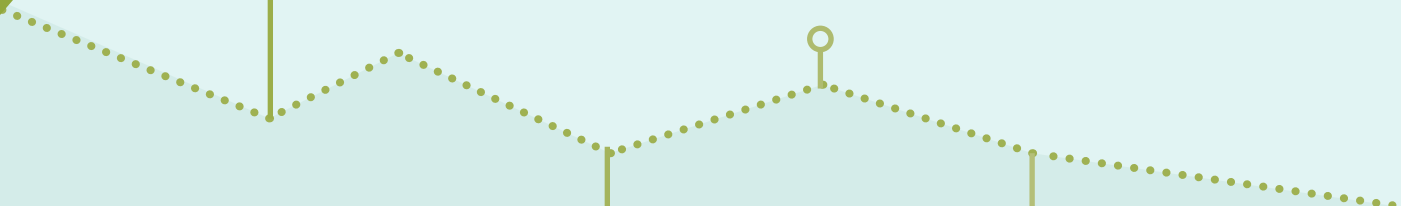




מבט כללי לאחר השיקום



זריעה ושתילה



חודש לאחר זריעה ושתילה



מערכת השקיה



התבססות על מגוון סוגי ידע בשיקום מערכות אקולוגיות

חקר מקרה – שמורת בני ציון

שגב טמיר – אקולוג

אורי מורן – אדריכל נוף / הידרוביולוג

שיקום מערכת אקולוגית, גם אם בקנה מידה מצומצם, הוא משימה מורכבת, המצריכה עבודה משותפת של מגוון אנשי מקצוע מתחומי ידע שונים, שכולם מובילים בתחומם ובקיימים בפרטי התוכנית. דוגמה לפרויקט שיקום ששילב תחומי ידע שונים ומגוונים הוא הפרויקט בשמורת בני ציון. זוהי "שמורת עציץ" ברכס כורכר בתחום המועצה האזורית חוף השרון, בשטח של כ-108 דונם בלבד. למרות גודלה המצומצם השמורה בעלת ערכיות אקולוגית גבוהה, כי היא מגינה על שטח שטרם עובד לחקלאות, ונמצא בלב אזור חקלאי מפותח. יש בה מגוון קרקעות, הכוללות כורכר, חול, חמרה וחוסמס. מגוון הקרקעות בשמורה יוצר בית גידול למגוון מיני צומח, בהם מספר רב של מינים נדירים ובסכנת הכחדה, והוא מהווה מוקד משיכה עבור חובבי טבע ומטיילים. במהלך השנים נפגעה השמורה מחדירת כלי רכב, מלחץ מבקרים גבוה, מקרבה לשטחי חקלאות, מפלישת מינים שונים, משרפות (השמורה נשרפה פעמיים באופן חמור בשנות ה-80), מלחצי כיתוח ומהתחתרות ערוצים מהירה שגרמה לאובדן קרקעות החוסמס ובית הגידול הייחודי שלהן. בשל בידודה של השמורה אין מקורות גיוס למינים הנדירים המתקיימים בה, ותהליכי השיקום דרשו גם החלטה אילו מינים להשיב ובאיזו דרך. בשנת 2015 הוחלט במחוז מרכז ברט"ג לבצע פעולות שיקום כדי להתמודד עם הפגיעה בתשתית הקרקע ובצומח בשמורה ועם לחץ המבקרים הגבוה. הפעולות כללו שיקום של המדרונות והרשת ההידרולוגית, הצמחייה המקומית ומערכת השבילים בשמורה. בהיעדר מקורות גיוס לחלק ממיני הצומח נדרשו זריעה ושתיילה של מינים רבים לצורך השבתם ואישושם. השיקום בוצע במהלך השנים 2016–2017, ומהניטור שביצעה רט"ג לאחר השלמתו עלה כי מינים שהושבו התאקלמו, וכן שהצמחייה שהתבססה מנעה את המשך התחתרות הקרקע.

פעולות שבוצעו בפרויקט השיקום

תהליך השיקום התחלק לארבעה שלבים עיקריים – א. חקר המצב הקיים וגיבוש פרוגרמה; ב. תכנון מפורט; ג. ביצוע; ד. תחזוקה וניטור.

א. **חקר המצב הקיים וגיבוש פרוגרמה** – שלב זה כלל סקר בוטני וסקר קרקע בשטח השמורה ואיסוף מידע קיים לרבות סקרי עבר, מפות ותצלומי אוויר, פרסומים ומאמרים. כמו כן, בשלב זה בוצע ניתוח של המידע הקיים לצורך גיבוש פרוגרמה – העקרונות המנחים של התכנון. ניתוח זה כלל אפיון של השינויים בשטח לאורך ההיסטוריה המתועדת, ניתוח הרשת ההידרולוגית והקשר בינה לבין מערכת השבילים, מיפוי מיקום מינים נדירים ובסכנת הכחדה וביסוס מענה תכנוני רעיוני עבורם (שיפור תנאים, מעקף, העתקה), ניתוח הקשר בין הרכב הקרקע לטיפוס הצומח ולחברת הצומח וגיבוש רעיונות ראשוניים למתן מענה להתחתרות ולסחיפת הקרקע.

ב. **תכנון מפורט** – לאחר שאושרה הפרוגרמה, החל שלב התכנון המפורט. שלב זה כלל מיפוי מפורט של נקודות התערבות לשיקום המדרונות והשבילים והתאמת פרטים טכניים בהתאם לעקרונות התכנון. כמו כן, בשלב זה בוצע מיפוי מפורט של שיכוב הקרקע לאורך מוקדי ההתערבות בשמורה, אפיון חברות הצומח בכל קרקע ובניית תוכנית ומפרטים לשיקום הצומח, לרבות איסוף זרעים של המינים הנבחרים, הפקת שתילים, ביצוע השיקום, מערכת השקיה ומשטר השקיה ועוד.



ג. **ביצוע** – בשלב זה בוצעו טיפול במינים פולשים, עבודות חפירה, מילוי ערוצים חתורים באבן ובאדמה, בניית מתקנים ואמצעים למניעת התחזרות לצורך שיקום המדרונות ורשת השבילים, הקמת מערכת ההשקיה וזריעה ושתילה של מיני בר מקומיים. השמורה נסגרה למבקרים במשך תקופת השיקום.

ד. **תחזוקה** – השלב הזה מהותי להצלחת השיקום וכלל שנתיים של ניטור התפתחות הצומח וסחיפת הקרקע בנקודות ההתערבות, ניהול התפתחות חברת הצומח שמשמעו דיכוי מינים שאינם רצויים וטיפול במינים פולשים, ותחזוקת מערכת ההשקיה.

ביטוי תחומי ידע שונים ואנשי מקצוע בפרויקט

בפרויקט השיקום השתתפו אקוהידרולוג, פדולוג (חוקר קרקע), בוטנאי, יועץ קרקע, אדריכל, קבלן איסוף זרעים, קבלן עבודות עפר, קבלן גינון, קבלן תחזוקה ומנהל פרויקט. בפרויקטים מורכבים יותר הכוללים גם שילוב של מרכיבים אקוויטטיים, למשל, יידרשו גם הידרוביולוגים, הידרולוגים וייתכן שגם גיאולוגים, ובפרויקטים הכוללים מרכיבים הנדסיים יידרשו גם מהנדסים מתחומים שונים (הנדסה אזרחית). בעלי התפקידים שנדרשו לפרויקט השיקום בשמורת בני ציון מופיעים בטבלה בעמוד הבא, מחולקים לפי הפעולות העיקריות שנכללו בפרויקט. ראוי לציין, כי במקרה של שיקום אקולוגי לא די באנשי מקצוע בעלי התואר המתאים לתפקיד, אלא באנשים בעלי ניסיון והיכרות עם עולמות התכנון והביצוע, בדגש על בתי הגידול והפעולות הרלוונטיים לפרויקט המסוים.



צילום: אורי מורן

בעלי התפקידים שנדרשו לפרויקט בני ציון

מעורבות בעלי מקצוע	פעולה
אקוהידרולוג	ניתוח הרשת ההידרולוגית
בוטנאי, אקולוג	מיפוי מיקומי מינים נדירים ובסכנת הכחדה וביסוס מענה תכנוני עבורם
בוטנאי, אקולוג (מומחה ביחסי קרקע-צמח)	ניתוח הקשר בין הרכב הקרקע לחברת הצומח
אקוהידרולוג, יועץ קרקע, מהנדס	גיבוש פתרונות להתחתריות
פדולוג	מיפוי חילופי קרקעות
אקולוג (בעל ניסיון בתכנון ובביצוע פעולות זריעה ושתילה של מיני בר), בוטנאי, קבלן איסוף זרעים, משתלה ייעודית	תכנון חברות הצומח לשיקום, איסוף הזרעים והפקת שתילים
יועץ השקיה, אקולוג / בוטנאי	תכנון מערכת ומשטר השקיה
אקולוג / אקוהידרולוג (בעלי ניסיון בתכנון ובביצוע פעולות שיקום)	גיבוש כלל החומרים לסט תוכניות לביצוע
קבלן עבודות עפר, קבלן גינון, אקוהידרולוג, משתלה	ביצוע
קבלן תחזוקה, אקוהידרולוג, בוטנאי	תחזוקה וניטור

רשימה מוצעת לבעלי מקצוע נדרשים לפי מרכיבים בסיסיים של פרויקט לשיקום מערכת אקולוגית

אקוהידרולוג, גיאווהידרולוג, הידרוביולוג, מתכנן	חקר מצב קיים בסיסי
בוטנאי, זואולוג, אקולוג	התייחסות למינים נדירים ולמינים בסכנת הכחדה
אקוהידרולוג, גיאווהידרולוג, אדריכל, יועץ קרקע, קבלן עבודות עפר	התערבות בפני השטח
אקוהידרולוג, בוטנאי, קבלן איסוף זרעים, משתלה, יועץ השקיה, קבלן גינון, קבלן תחזוקה	פעולות זריעה, שתילה ונטיעה
אדריכל, אקוהידרולוג, יועץ קרקע, מהנדס	התערבות בממשק המבקרים באתר לרבות שינוי מערכת השבילים, תוספת ריהוט, שילוט וכדומה
קונסטרוקטור	פעולות בינוי



עשור השיקום האקולוגי של האו"ם – והיישום בישראל

תמר רביב, ראש אגף מגוון ביולוגי ושטחים פתוחים, המשרד להגנת הסביבה

יוזמות שיקום עולמיות

העצרת הכללית של האו"ם הכריזה בשנת 2021 על העשור לשיקום מערכות אקולוגיות עד 2030 במטרה לעצור את התדרדרות המערכות האקולוגיות ולשקמן בקנה מידה עולמי. היוזמה מדגישה את תרומת השיקום להתמודדות עם שינוי האקלים, שמירת המגוון הביולוגי, הפחתת הסיכון לאסון, חיזוק הביטחון התזונתי ובריאות הציבור ושיפור רווחת הקהילות האנושיות. היעדים המרכזיים כוללים שיקום של לפחות 10 מיליארד דונם (כ-10 מיליון קמ"ר) של שטחים פגועים עד 2030, והבטחת שיקום או הגנה אפקטיבית על 30% מהמערכות האקולוגיות היבשתיות והימיות בעולם. המערכות הכלולות ביוזמה מגוונות וכוללות גם מערכות מים מתוקים, מערכות ימיות וחופיות, שטחים חקלאיים ושטחי מרעה ואף שטחים עירוניים. בהקשר ל"שיקום אקולוגי" במובנו המדויק, העשור מתייחס לקשת רחבה יותר של פעולות: חלק מהן מתקרבות לשיקום מלא של המגוון הביולוגי והתפקודים האקולוגיים, וחלקן מוגדרות כהתערבויות משקמות חלקיות שמטרתן בחיזוק אספקת שירותי מערכת אקולוגית. ההכרזה תומכת ביעדים לפיתוח בר-קיימא של האו"ם (SDGs), בדגש על יעדים הקשורים למגוון הביולוגי: יעד 14 – החיים בים, ויעד 15 – החיים ביבשה. גופים רבים, ובהם התוכנית הסביבתית של האו"ם (UNEP), ארגון המזון והחקלאות (FAO), פורום הנופים העולמי (GLF) והאיגוד הבין-לאומי לשימור הטבע ומשאבי הטבע (IUCN), צפויים להוביל תוכניות יישומיות ותוכניות לחילופי ידע לכל אורך העשור. אמנת המגוון הביולוגי (CBD), שמדינת ישראל חתומה עליה, אישרה תוכנית גלובלית חדשה (The Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework) ובה 23 יעדים ליישום עד 2030. התוכנית, שגם אותה אישרה מדינת ישראל (במפגש הצדדים COP 15.2 בדצמבר 2022), כוללת 23 יעדים, כולל יעד ספציפי שמטרתו שיקום של 30% מהמערכות האקולוגיות המופרות ביבשה ובים עד 2030 (יעד 2). האמנה רואה בשיקום אקולוגי מפתח לחיזוק המגוון הביולוגי, לשיפור הקישוריות האקולוגית ולאספקה אפקטיבית של שירותי מערכת אקולוגית חיוניים לאדם. על פי חזון התוכנית הגלובלית החדשה, עד שנת 2050 האנושות תחיה בהרמוניה עם הטבע באופן שיאפשר הגנה על המגוון הביולוגי, שיקום תפקודן של המערכות האקולוגיות והבטחת שירותיהן לאדם, תוך ניצול מושכל ובר-קיימא של משאבי הטבע למען בריאות כדור הארץ, האדם והדורות הבאים. כדי לממש את החזון הזה על כל מדינות האמנה לנקוט אמצעים רבים למניעת אובדן המגוון הביולוגי מחד גיסא, ומאידיך גיסא, לפעול לשיקום הטבע ואף להשיב מרכיבים טבעיים לאזורים עירוניים או שנפגעו קשות מפעילות האדם. האמנה מגדירה זאת כמעבר מהפסד נקי לרווח נקי (net gain ל net loss) של הטבע.

אמנת האו"ם למאבק במדבור (UNCCD) מקדמת שיקום תפקודי של קרקעות במסגרת התוכנית האסטרטגית שלה לשנים 2018 עד 2030, במטרה להגיע למצב של ניטרליות בדרדרו הסביבתי של הקרקע (Orr et al., 2017), כלומר למצב שבו "הכמות והאיכות של משאבי הקרקע, הנחוצים לתמוך בתפקודי המערכת האקולוגית ובשירותיה ולהגביר את הביטחון התזונתי במרחב ובזמן מוגדרים, נותרות יציבות או שאף חלה עלייה בכמותם ובאיכותם של המשאבים" (UNCCD, 2017). שטחים צחיחים קיימים, וכאלה שיהפכו לצחיחים בעקבות משבר האקלים, יהיו פגיעים מאוד, ויצריכו שיתוף פעולה משמעותי יותר של שלוש אמנות ריו (CBD, UNCCD, UNFCCC) בדרכי ההתמודדות. הכוונה לשאלות כמו כיצד להימנע מדרדרו סביבתי של הקרקעות, לצמצם אותו ולשקם את הקרקעות באמצעות שימוש בפרקטיקות של ניהול קרקעות מקיים, ותוך התייחסות לתחום האחריות של כל אמנה (Akhtar-Schuster et al., 2017; Chasek et al., 2019).

על פי דו"ח מצב הטבע של הפלטפורמה הבין-ממשלתית של האו"ם למדיניות מדעית בנושאי המגוון הביולוגי ושירותי מערכת אקולוגית (IPBES) שפורסם בשנת 2019, כמיליון מיני בעלי חיים וצמחים נמצאים כעת בסכנת הכחדה, ורבים

מהם צפויים להיכחד תוך עשרות שנים, יותר מאי פעם בהיסטוריה האנושית; כ-75% מהשטחים היבשתיים כבר עברו התמרה (שינויים ממצבם הטבעי), ויש פגיעה בתפקודם כמערכות אקולוגיות טבעיות; כ-66% משטח הימים והאוקיינוסים כבר מושפעים מפעילות האדם. **דו"ח אחר של IPBES משנת 2018** סקר את הקשר בין הגרעת קרקע (Soil Degradation) לשיקום אקולוגי, והמליץ על מגוון פעולות חיוניות לשיקום קרקעות במסגרת מאמצי שמירת הטבע, למשל – שימוש בפרקטיקות חקלאיות מיטביות ובפעולות אחרות של שימוש בר-קיימא בקרקע. על פי דו"ח זה, אובדן המגוון הביולוגי אינו סוגיה סביבתית בלבד, אלא גם סוגיה התפתחותית, כלכלית, ביטחונית, חברתית ומוסרית. מהלכי שיקום ומהלכים למיתון השפעת שינוי האקלים על הקרקעות הם מרכיבים מרכזיים בשינוי הנדרש למניעת הכחדות המוניות ואובדן של שירותי המערכת האקולוגית הנובע מהן.

כחלק מהיזמות של האיחוד האירופי לקידום השיקום האקולוגי ולעמידה ביעד 2 שצוין לעיל בתוכנית החדשה של אמנת המגוון הביולוגי, העביר האיחוד בשנת 2024 את **חוק שיקום הטבע**. מטרת החוק הן לשקם את המערכות האקולוגיות שנפגעו, להגדיל את המגוון הביולוגי, לשפר את שירותי המערכת האקולוגית ולהפחית את ההשפעה של אסונות טבע. החוק מחייב את כל מדינות האיחוד להעביר חקיקה מדינית בהתאם. כל מדינה מחויבת לשקם לפחות 30% מהמערכות האקולוגיות שבה עד 2030 ולהכין תוכניות לאומיות לשיקום אקולוגי.

ה-OECD, שישראל חברה בו, הכליל את נושא המגוון הביולוגי בין מטרותיו, בדגש על התועלת הכלכלית של מאמצי שמירת הטבע. על פי הארגון, כל הפעולות הכלכליות תלויות בטבע ובמגוון הביולוגי ומשפיעות עליהם. על פי הערכת ה-OECD, הערך הכלכלי של טבע הוא מעל 44 טריליון דולר בשנה, כלומר מעל חצי מהתל"ג העולמי. הארגון מדגיש את הצורך בעמידה ביעדי אמנת המגוון הביולוגי וביעדי הפיתוח בר-קיימא של האו"ם כאחד, ואת הצורך הדחוף בניוד תקציבים רבים לטובת פעולות שמירת טבע ושיקום מערכות אקולוגיות, וזאת כדאי למנוע אובדן ערך של הטבע והפסדים כלכליים.

היזמה הגדולה והמגוונת ביותר לביצוע שיקום בקנה מידה גדול היא **אתגר בון** (Bonn Challenge). את האתגר השיקו ממשלת גרמניה והאיגוד הבין-לאומי לשימור הטבע ומשאבי הטבע (IUCN). היזמה שואפת לשקם קרקעות חקלאיות מדורדרות ושטחי יערות שבוראו, ולהגיע ליעד של 3.5 מיליארד דונם עד לשנת 2030. אתגר בון הניע 58 ממשלות ומנהלי קרקעות להתחייב על הערכה או ביצוע של פעולות משקמות בהיקף כולל של יותר מ-1.7 מיליארד דונם בגישת FLR – **שיקום נוף יער** (ראו תיבה 6).

כחלק מהתמיכה באתגר בון קידמו כמה יוזמות אזוריות קירוב בין מדינות, ועודדו אותן לשתף בהתחייבויות, בידע, בכלים וביכולות בכל הנוגע לשיקום נוף יער. באמריקה הלטינית קודמה **יוזמת 20x20**, ששאפה לשקם 200 מיליון דונם של אדמה מדורדרת עד 2020. באופן דומה, **היוזמה לשיקום נוף היערות האפריקאי** (AFR100) היא מאמץ להביא לשיקום מיליארד דונם מדורדרים עד 2030. שתי היוזמות מימשו את יעדיהן ואף למעלה מכך. 17 המדינות התומכות באתגר בון ומשתתפות בתוכנית 20x20 התחייבו לשיקום חצי מיליארד דונם, ו-28 המדינות התומכות ב-AFR100 התחייבו עד היום לשיקום 1.13 מיליארד דונם. נוסף על היוזמות האלה, פלטפורמות אזוריות מתחילות להיווצר בקווקז ובמרכז אסיה, באירופה ובדרום-מזרח אסיה, לצד התחייבויות רבות לשיקום נוף יער בקנה מידה לאומי.

פעולות שיקום נוספות מוצעות ומקודמות כחלק מפריקט REDD+ (פרויקטים להפחתת פליטות עקב בירוא יערות ודרדור מצבם) ברמה הלאומית והתת-לאומית, כחלק מהתחייבויות ברמת המדינה (NDC) לאמנת המסגרת של האו"ם בנושא שינוי האקלים (UNFCCC), על ידי הפורום העולמי לנופים, ובעוד אלפי פרויקטים בקני מידה משתנים – מקומי, אזורי ולאומי – בכל רחבי העולם.



יישום יעדי השיקום האקולוגי בישראל

ישראל, כצד החתום על אמנת המגוון הביולוגי משנת 1998, אימצה יחד עם 195 מדינות נוספות את התוכנית הגלובלית החדשה במסגרת ועידת COP15.2 במונטריאול, בדצמבר 2022. התוכנית קובעת יעדים משמעותיים למניעת המשך אובדן המגוון הביולוגי ולצמצום הפגיעה במערכות אקולוגיות.

כחלק מהתחייבותה, ישראל נערכת לעמידה ביעדים המרכזיים בתוכנית. בתחום ההגנה הישירה, ניכר מאמץ לעמוד ביעד 30X30 – **שמירה** מחמירה על 30% מהמערכות האקולוגיות והיבשתיות והימיות עד 2030. נכון לשנת 2024, כ-26% מהמערכות האקולוגיות היבשתיות בישראל כבר מוגנים, בעיקר באמצעות הכרזות על שמורות טבע וגנים לאומיים, וכמו כן, בשנים האחרונות ישנם מאמצים להכריז על שמורות טבע נוספות במערכות אקולוגיות שאינן מוגנות דיין. במרחב הימי חלה קפיצת מדרגה: מ-0.3% בשנת 2019 ל-5.8% כיום במים הריבוניים של ישראל. תוכנית נוספות צפויות להרחיב את ההגנה גם במים הריבוניים כדי לעמוד ביעד זה. כמו כן, אזור גלישת פלמחים במים הכלכליים מוגן משנת 2022.

בתחום השיקום האקולוגי (יעד 2 של התוכנית) קבעה האמנה יעד של שיקום לפחות 30% מהמערכות האקולוגיות המופרות או המדורדרות עד 2030. בישראל, כמו בכל העולם, ישנם הרבה מאוד שטחים פתוחים מופרים שיש לשקם – נחלים, אתרי כרייה וחציבה, אתרי פסולת ועוד. לצורך מימון פעולות השיקום הקימה המדינה מספר קרנות סביבתיות, בראשן **הקרן לשמירה על שטחים פתוחים** הממומנת מאחוז אחד מהכנסות רשות מקרקעי ישראל ממכירת קרקעות לצורכי דיור. הקרן, שהוקמה בשנת 2012, משמשת תשתית מרכזית לתמיכה בפרויקטי שיקום שמובילים גופים ממשלתיים, רשויות מקומיות ורשויות ניקוז, ויש גם מקורות תקציביים נוספים באחריות המשרד להגנת הסביבה, כמו **הקרן למניעת זיהום ים והקרן לשמירת הניקיון**, שהיקפיהם קטנים יותר, והם מיועדים בעיקר לטיפול במפגעים סביבתיים, לניקיון חופים ולקידום טבע עירוני. גם **הקרן לשיקום מחצבות**, באחריות משרד האנרגיה, מתקצבת פרויקטים של שיקום אקולוגי, לצד פרויקטים של הנגשת מחצבות ישנות לפעילויות אחרות.

לצד זאת, המשרד להגנת הסביבה מבצע בימים אלה מיפוי של שטחים בעלי פוטנציאל לשיקום, בדגש על מערכות אקולוגיות שנמצאות בתת-ייצוג (כגון כורכר, לס, מלחות ועוד) מבחינת ההגנה הסטטוטורית עליהן. הפרויקט יאפשר לא רק לקבוע סדר עדיפויות לשימורן, אלא גם לקדם פרויקטים של שיקום אקולוגי.

תחום מרכזי בהיבטים של שיקום אקולוגי בישראל הוא שיקום נחלים. בעשורים האחרונים שוקמו עשרות נחלים ושופר התפקוד ההידרוביולוגי של רוב נחלי ישראל הודות להפסקת הזרמות לנחלים. בימים אלה מקודמים כמה פרויקטים לשיקום נחלים, וחלק מהם מוכרזים כפרויקטים לאומיים, כמו נחל ציפורי, הירדן הדרומי ומורד הירדן.

בשנים האחרונות התמודדה ישראל עם אירועים של פגיעה אקולוגית משמעותית שנגרמו מפעילות תעשייתית. בעקבות האירועים האלה, כמו דליפת הנפט בשמורת עברונה (2014) ודליפת השפכים החומציים בנחל אשלים (2017), הוגשו תביעות אזרחיות נגד חברות וגופים שונים. מטרת התביעות היא לדרוש פיצוי על הנזק הסביבתי והחברתי, ולהבטיח הקצאת כספים ייעודית לפעולות שיקום אקולוגי, ולפיצוי קהילות מקומיות.

אחד המאמצים המרכזיים לשיקום אקולוגי בישראל, ובייחוד לאחר מתקפת החמאס בשבעה באוקטובר 2023 והמלחמה שבאה בעקבותיה, מתבצע במסגרת שיקום חבל תקומה בנגב המערבי. בהחלטת הממשלה לשיקום חבל תקומה, שאושרה באפריל 2024, הוקצו 94 מיליון ש"ח לתוכנית שימור והגנה על שטחים פתוחים ולחיבור הטבע והקהילה, מה שמהווה תקציב משמעותי מאוד לשיקום אקולוגי באזור שנפגע קשות מפעולות איבה ומפעילות צה"ל.

הגישה הישראלית נשענת על עקרונות השיקום האקולוגי (Ecological Restoration), אך שואבת גם מהמתודולוגיה הרחבה של שיקום מערכות אקולוגיות (Ecosystem Restoration) כפי שהיא מוגדרת במסגרת עשור האו"ם לשיקום מערכות אקולוגיות – הכוללת גם שיפור קיימות במערכות חקלאיות והקמת אתרי טבע במרחבים עירוניים ובאזורים מופרים נוספים. שיתוף הפעולה עם גופים בין-לאומיים ויזמות מקומיות מסייעים לקידום מדיניות, לפיתוח כלים כלכליים ולהשקעות בגישות חדשניות לשיקום הטבע והמגוון הביולוגי ולעמידה ביעדים של אמנת המגוון הביולוגי של האו"ם.

שיקום נוף יער (FLR)

הגישה העומדת מאחורי "אתגר בון" ויוזמות שיקום עולמיות אחרות, העלתה את המודעות לצורך בשיקום בקנה מידה נופי ובפעולות שיקום משלימות (כמו השבחה סביבתית [Environmental Reclamation] או שיקום תפקודי [Rehabilitation]). עם זאת, הפעולות המבוצעות במסגרת שיקום נוף יער אינן בהכרח מקבילות לפעולות שיקום אקולוגי – ועובדה זו תרמה לבלבול לגבי עצם מושג השיקום. אף על פי ששיקום נוף יער מוגדר כ"תהליך שמטרתו להחזיר את התפקוד האקולוגי ולשפר את הרווחה האנושית באזורים נרחבים שרמת הפוריות שלהם נפגעה או ביערות שבוראו" (Besseau et al., 2018), שיקום אקולוגי הוא רק פעילות אחת מתוך רבות בשיקום נוף יער. למעשה, תוכניות לשיקום נוף יער כוללות מגוון פעולות על "הרצף המשקם", שתואר בעיקרון 5 (צמצום השפעות מזיקות של האדם, טיפול בזיהומים ובמפגעים [Remediation], שיקום תפקודי, שיקום אקולוגי [Ecological Restoration]), כולל שימורם של אזורים מוגנים קיימים, וחיזוק הקיימות באזורים שהיערנות משמשת למטרות מסחריות. חשוב לציין שגישת שיקום נוף יער אינה בהכרח קובעת סדר עדיפויות לפעולות ברצף המשקם. למשל, שיקום אקולוגי אינו נתפס כאפשרות טובה יותר מאשר חקלאות מקיימת או יערנות חקלאית (Agroforestry). עם זאת, רבים מהעוסקים בשיקום נוף יער רואים בשיקום אקולוגי מרכיב מרכזי בכל פרויקט שיקום נוף יער, ומכירים בכך שיש צורך גדול מאוד בהתערבות חברתית, כלכלית ואקולוגית באזורים המוקדשים בעיקר ליצרנות כלכלית (ובייחוד נופים חקלאיים מדורדרים). יישום גישה הוליסטית ומשולבת לשימור מערכות אקולוגיות עשוי לתרום לשיפור רווחת האדם באופן יעיל והוגן, בדומה לגישת התוכנית UNCCD שמטרתה לעצור את המשך הפגיעה בפוריות שמתרחשת באזורים נרחבים. הבחירה בפעולה במסגרת גישת שיקום נוף יער מבוססת על גורמים רבים, ובכללם האופן שהפעולה ממתנת את ההתדרדרות וכן מידת תמיכתה במטרות וביעדים מוגדרים של בעלי העניין, כגון חוסן אקלימי, ביטחון תזונתי והבטחת הגישה למים ושימור המגוון הביולוגי. הגישה זכתה לפרשנויות שונות (Mansourian, 2018) המובילות לתצורות שונות של שיקום נוף יער – שמירה על המגוון הביולוגי, צמצום הפגיעה בקרקע, תמיכה בהפקה מקיימת של עץ כחומר גלם ועוד. המפתח ליישום מוצלח הוא שקיפות ותקשורת ברורה, לצד גמישות ביישום מגוון פעולות מתחום השיקום הנופי.

יוזמות שיקום נוף יער ואתגר בון נהנים מתמיכה פוליטית נרחבת. היוזמות האלה, לצד היעדים לפיתוח בר-קיימא של האו"ם (SDGs) ויוזמות רבות ברמת הלאום, היבשת או האזור, הם מנגנונים חשובים ליישום אמנות ריו (CBD, UNCCD, UNFCCC). היוזמה לשיקום נוף יער סיפקה למדינות ולשחקנים נוספים פריזמה חברתית, כלכלית ואקולוגית לבחינת שיקום נופי ושיקום מערכות אקולוגיות, וכבר תרמה משמעותית למימוש מטרות אייצ' (Beatty et al., 2018). נוסף על כך, מעורבותם של קובעי מדיניות בכירים בדרג המיניסטריאלי באתגר בון תרמה לתמיכתם בהחלטת האו"ם על הגדרת העשור בין 2021 ל-2030 כ"עשור לשיקום מערכות אקולוגיות". השאיפה שתוכניות FLR לא ייצרו תמריצים שליליים או נזקים נלווים הובילה לפיתוח עקרונות FLR, המדגישים את חשיבות השיקום של תפקודים אקולוגיים משולבים, לצד התחזקה והחיזוק של מערכות אקולוגיות מקומיות.

נוף בפארק הביוספרי רמות מנשה

יערות נטועים, חורש טבעי, שטחים חקלאיים ונחל משתלבים ויוצרים מרקם נופי מגוון. הפארק הוא דוגמה לשילוב בקנה מידה רחב בין פרויקטים של שיקום, שמירת טבע, יערנות, חקלאות וקהילה מקומית. בתוך שטח הפארק מתקיימים פרויקטים שונים של שיקום נחלים, חורש ובתי גידול לחים לצד שימושי קרקע מגוונים, בניהול משותף של גופים ממשלתיים, רשויות מקומיות, קק"ל וארגוני החברה האזרחית. השילוב בין יחידות נוף שונות ופעולות שיקום רבות משתתפים יוצר יתרונות מצטברים – קישוריות אקולוגית בין שטחים, שיפור תפקודי המערכת האקולוגית בקנה מידה נופי והעצמת הערך החברתי והקהילתי | צילום: אייל ברטוב

נספח

הנחיות ואמות מידה לתכנון וליישום של פרויקטים של שיקום אקולוגי



שתילת סם-כלב מזרחי (*Trachomitum venetum*) במסגרת פרויקט שיקום שמורת הדיפלה

שמורת הדיפלה היא אזור ביצות ושפך נחל ליד קיבוץ מעיין צבי. הצמח הוא בן-שיח רב-שנתי הקרוב להרדוף הנחלים, ובית גידולו הטבעי הוא גדות נחלי איתן בקרבת החוף. כיום שרדו ממנו אוכלוסיות בודדות בלבד בחוף הכרמל ובעמק עכו. כחלק מהשיקום נערכות פעולות שתילה לחיזוק האוכלוסייה הקיימת | צילום: הילה אברהם



חלק ראשון: שלבי הפרויקט

תכנון הפרויקט

א. **מעורבות בעלי העניין.** כבר בשלבים המוקדמים של תכנון פרויקט השיקום מתקיימת מעורבות משמעותית, מבוססת-מידע והדדית של כל בעלי העניין המרכזיים (כולל בעלי הקרקע, מי שמנהל אותה, מי ששולט בהקצבות המים, נציגי התעשייה, השכנים וקהילות מקומיות). מעורבות זו ממשיכה לכל אורך הפרויקט. המעורבות כוללת הכשרה של תושבים מקומיים כך שינטרו את הפרויקט באופן מחויב וארוך-טווח, וכן יצירה והפצה של ידע שיתופי. השלבים העיקריים הם:

1. גיבוש לוח זמנים למעורבות בעלי העניין לכל אורך תקופת הפרויקט. יש לשתף את בעלי העניין בתכנון פרויקט השיקום במידת האפשר, ולכלול תוכניות הכשרה ובניית יכולות בקרב הקהילה המקומית (ראו כלי: [The Open Standards for the Practice of Conservation](#)).

2. ביצוע בדיקת נאותות כדי לוודא שזכויות בעלי העניין, כולל החזקה בקרקע, מובנות ומכובדות לכל אורך תהליך השיקום.

ב. **הערכת ההקשר.** תוכניות השיקום ומעורבות בעלי העניין בהן מבוססות על מטרות ויעדים מקומיים ואזוריים של שימור וקיימות ועל תכנון מרחבי נאות. היות שכך, תוכניות השיקום צריכות:

1. לכלול תרשימים או מפות של הפרויקט ביחס לסביבתו, כולל מפה אגנית;
2. לזהות דרכים לשפר את הקישוריות בין בתי הגידול באתר העובר שיקום, ולהגביר את הקישוריות עם מערכות אקולוגיות מקומיות אחרות כדי לשפר תהליכים ברמת הנוף, ובכלל זה אכלוס, הפצה ומעבר גנים בין אתרים;
3. להגדיר אסטרטגיות להבטחת המשכיות הניהול גם בעתיד. יש לשאוף לשלב את הפרויקט עם ניהולן של מערכות אקולוגיות סמוכות ושטחים נוספים.

ג. **הערכה של ביטחון הקביעות בחזקה על האתר, ולוחות הזמנים לתחזוקת האתר לאחר טיפולי השיקום.** לפני ההשקעה בשיקום, יש צורך בעדויות המוכיחות היתכנות של ניהול האתר לטווח ארוך. על כן, תוכניות השיקום צריכות:

1. לוודא שהחזקה או הבעלות על האתר מובטחות לטווח ארוך, כך שיתאפשר ביצוע שיקום ארוך-טווח, ותהיה גישה מתמשכת לביצוע פעולות ניטור וממשק באתר;
2. לגבש תוכנית לתחזוקת האתר לאחר השלמת הפרויקט, שתבטיח שמצבו הסביבתי של האתר לא ישוב ויתדרדר.

1. <https://www.conservationstandards.org/about>

ד. **מצאי מצב בסיס**. מצאי מצב הבסיס מתעד את הגורמים למצב הסביבתי המדורדר, את עוצמת ההתדרדרות ואת היקפה, ומתאר את השפעותיה על הביטחון ועל הסביבה הפיזית ביחס לששת מאפייני המערכות האקולוגיות (ראו טבלה 3 בעיקרון 4 במסמך העקרונות). על כן, תוכניות צריכות:

1. לזהות את המינים המקומיים, מינים שאינם מקומיים ומינים מתפרצים (כולל צמחי מעזבות), בדגש על מינים או חברות הנתונים לאיום, ומינים פולשים;

2. לתעד את סטטוס התנאים האביוטיים הנוכחיים (באמצעות תצלומים ואמצעים אחרים), כולל ממדים, תצורות ותנאים פיזיים וכימיים של נחלים, מקווי מים, פני השטח, הקרקע או כל אלמנט חומרי אחר, ביחס למצב קודם או לתנאים משתנים;

3. להגדיר את הסוג וההיקף של הגורמים המניעים ושל האיומים שהובילו להתדרדרות באתר, ואת הדרכים למנוע אותם, למתן אותם או להסתגל אליהם². לשם כך, יש לבצע הערכה של:

- השפעות היסטוריות, עכשוויות ועתידיות של איומים בתוך האתר ומחוצה לו – ניצול יתר, קיטוע, צמחים ובעלי חיים מזיקים, השפעות הידרולוגיות, זיהום, שינוי במשטרי ההפרעה ועוד – ודרכים לנהל אותם, לסלקם או להסתגל אליהם;

- תיאור של הצרכים הנדרשים להשלמת המגוון הגנטי עבור מינים שאוכלוסייתם צומצמה לרמה שאינה בת-קיום, בשל הקיטוע;

- השפעות עכשוויות ועתידיות של שינוי האקלים – שינויים בטמפרטורה, בכמות ובתדירות של המשקעים, בגובה פני הים, בחומציות מי הים ועוד – על מינים וגנוטיפים ביחס לקיום העתידי שלהם.

4. זיהוי היכולת היחסית של הביטחון באתר או מחוצה לו להתחיל ולהמשיך תהליכי התאוששות עם סיוע ובלעדיו. הדבר כולל סקירת מצאי, ובה:

- רשימה של המינים המקומיים והלא מקומיים שקיימים, פוטנציאלית, כיחידות ריבוי (זרעים למשל), או שקיימים במרחק המאפשר גיוס לאתר;

- מפה של אזורים עם תנאים מוגדרים – למשל שלבי הסוקצסיה המתקיימים באתר, אזורים בעלי עדיפות לפעולות השיקום, וכל אתר שיש בו תנאים ייחודיים המצריכים טיפול ייחודי.

2. לגבי מיון וסוגים של איומים, ראו <https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>



ה. **מערכות אקולוגיות מקומיות המשמשות מערכות ייחוס ומודלי ייחוס.** בתוכניות יש להצביע על מערכות אקולוגיות מקומיות שישמשו מערכות ייחוס ומטרה, ועל מודלי ייחוס מתאימים (עיקרון 1 במסמך העקרונות וסעיף "פיתוח מודלי ייחוס לשיקום אקולוגי" בהמשך נספח זה) בהתבסס על שלל האינדיקטורים של ששת מאפייני המערכות האקולוגיות (טבלה 3 בעיקרון 4) בכמה אתרי ייחוס. במקרים מסוימים תיאורים של מערכות אקולוגיות שלא נפגעו עשויים להיות זמינים ולהימצא בהערכות קודמות, במודלים, או בהנחיות של גופים האמונים על שמירת הסביבה. ביתר פירוט, מדובר בתוכניות בנושאים הבאים:

1. תיעוד מאפייני תשתיות האתר (ביוטית או אביוטית, מימית או יבשתית);
2. רשימת מינים מאפיינים מרכזיים (כולל מינים מאוימים, מיני חלוץ, מינים המייצגים קבוצות תפקודיות שונות, כולל מיקרו-פאונה);
3. זיהוי המאפיינים התפקודיים של מערכות אקולוגיות, ובכלל זה מחזור נוטריינטים, משטרי הפרעה אופייניים, תהליכי סוקצסיה, קשרי גומלין בין צמחים ובעלי חיים, מעברי אנרגיה וחומר בין מערכות האקולוגיות;
4. איתור ותיעוד של פסיפס אקולוגי הדורש שימוש במגוון מערכות ייחוס אקולוגיות באתר, למשל אם אתר השיקום כולל מספר בתי גידול שונים;
5. הערכת צורכי בתי הגידול של מינים מאפיינים, כולל התנאים המינימליים הנדרשים לקיומם ותגובות ללחצי הדרדר ולטיפול השיקום.

ו. **חזון, מטרה, יעדים ומדדי הצלחה.** יש להגדיר בצורה ברורה ומדויקת את החזון, המטרות, היעדים ומדדי ההצלחה. כך ניתן לתכנן את הפעולות המתאימות וההולמות ביותר, להבטיח שכל המשתתפים בפרויקט מבינים אותו ואת השלבים בו, ולנטר את ההתקדמות. התוכניות חייבות להגדיר במפורש:

1. את חזון הפרויקט ואת המטרות האקולוגיות והחברתיות, כולל תיאור של האתר ושל המערכת האקולוגית המקומית שיש לשקם;
2. את היעדים האקולוגיים והחברתיים, כולל רמת ההתאוששות האקולוגית המבוקשת (כלומר, המצב הרצוי של מאפייני המערכת האקולוגית). במקרים של התאוששות מלאה פירוש הדבר הוא התאמה מלאה לתנאי מודל הייחוס, בעוד שבמקרים של התאוששות חלקית הדבר יכול אלמנטים הסוטים ממודל הייחוס במידה מסוימת. יעדים אקולוגיים צריכים להגדיר באופן כמותי (ככל האפשר) את מידת הדמיון הרצויה למערכת הייחוס. היעדים החברתיים צריכים להיות מפורשים וריאליים, בהתחשב במסגרות הזמן ובהון החברתי הזמן באזור.
3. מדדי הצלחה הם השינויים והתוצאות הנחוצים כדי לעמוד במטרות וביעדים הרלוונטיים לאזורים מוגדרים באתר. ההצלחה נבחנת בעזרת אינדיקטורים מדידים וניתנים לכימות, כדי שתתקבל תשובה ברורה אם פרויקט עונה על יעדיו בתוך מסגרות הזמן המוגדרות. נוסף על האינדיקטורים, מדדי הצלחה צריכים לכלול פעולות פרטניות, כמויות ומסגרות זמן.

ז. **הוראות לטיפול משקמים.** על התוכניות לכלול הוראות ברורות באשר לביצוע הטיפולים המשקמים לכל אחד מהאזורים המוגדרים בתחום הפרויקט. ההוראות מפרטות אילו טיפולים יבוצעו, היכן ועל ידי מי, ואת סדר העדיפות שלהם. במקרים שחסרים ידע או ניסיון, יש לבצע ממשק אדפטיבי או מחקר ממוקד כדי לבסס את הטיפולים הנדרשים. במקרים של חוסר ודאות יש לפעול על פי עקרון הזהירות המונעת כדי לצמצם את הסיכון לסביבה. ההוראות צריכות:

1. לתאר את הפעולות שיבוצעו;
2. להסביר את גישות השיקום הפרטניות ואת סדר העדיפויות לפעולה. כתלות בתנאים באתר הדבר כולל זיהוי של:
 - טיפולים בצורה, במבנה, בהרכב הכימי או במאפיינים פיזיקליים אחרים של המרכיבים האביוטיים, הנדרשים כדי לתמוך בהתאוששות של הביטחון שהיא מטרת הטיפול, ושל מבנה המערכת האקולוגית ותפקודיה;
 - אסטרטגיות וטכניקות יעילות והולמות מבחינה אקולוגית לשליטה ולבקרה על מינים לא רצויים, במטרה להגן על המינים הרצויים, על בתי הגידול שלהם ועל האתר בכללותו;
 - שיטות הולמות מבחינה אקולוגית לקדם התחדשות או השבה של מינים חסרים;
 - אסטרטגיות הולמות מבחינה אקולוגית להתמודדות כאשר ההרכב האידיאלי של החברה והמאגר הגנטי אינם זמינים באופן מיידי (למשל, השארת פגרים לביצוע השבות עתידית בעונות הבאות);
 - בחירה הולמת של מינים, משאבים גנטיים וביטחון שיושבו לאתר.

ח. **ניתוח לוגיסטי.** יש לערוך ניתוח של הפוטנציאל למימון הפרויקט והסיכונים הכרוכים בו, עוד לפני ביצוע תוכנית השיקום. כדי להתייחס למגבלות ולהזדמנויות התוכניות צריכות:

1. לזהות את המימון, כוח העבודה הנדרש, כולל רמת המיומנות והיכולת הנדרשת, ומשאבים נוספים שיאפשרו את ביצוע הטיפולים ההולמים, כולל טיפולי מעקב וניטור, עד שהאתר יגיע למצב הרצוי וייתייצב בו;
2. לבצע הערכת סיכונים מלאה ולהגדיר אסטרטגיית ניהול סיכונים לפרויקט, הכוללת תוכניות מגירה למקרה של שינויים בלתי צפויים בתנאי הסביבה, במימון או בכוח האדם;
3. להגדיר רציונל ולוח זמנים, למשל באמצעות טבלה או תרשים לתכנון לוח הזמנים;
4. לזהות דרכים לשמר מחויבות למטרות וליעדים של הפרויקט לכל אורכו, ובכלל זה תמיכה פוליטית וכלכלית;
5. להשיג הרשאות והיתרים ולטפל במגבלות המשפטיות החלות על האתר והפרויקט, כולל תביעות חזקה בקרקע ובעלות.



ט. **ביסוס תהליכים לסקירה ולבקרה של הפרויקט.** התוכניות צריכות לכלול לוח זמנים ומסגרת זמן לשם:

1. ביצוע בקרת עמיתים כנדרש – עצמאית ומצד בעלי העניין;

2. יישום הבקרה על התוכנית לאור ידע חדש, שינוי בתנאים הסביבתיים והלקחים שנלמדו.

יישום

אורכו של שלב היישום משתנה בהתאם לפרויקט ולנסיבות. ניטור וניהול אדפטיבי עשויים להכתיב התערבויות שיקום גם לאחר השלמת הפרויקט הראשוני. ניהול הפרויקטים במהלך שלב היישום נועד לממש את המטרות הבאות:

א. **להגן על האתר מנזקים.** חשוב להקפיד שעבודת השיקום לא תגרום נזק נוסף או מתמשך למשאבי הטבע או למרכיבי הסביבה היבשתית או המימית המושפעת מהפרויקט. יש להימנע מנזק פיזי (כגון הטמנת קרקע עילית [topsoil], רמיסת קרקע וצומח), מזיהום כימי (כגון דישון יתר, דליפת קוטלי מזיקים) ומזיהום ביולוגי (כגון החדרת מינים פולשים, כולל פתוגנים לא רצויים).

ב. **לגייס שותפים מתאימים.** יש לבצע את טיפולי השיקום השונים באחריות ובאופן יעיל ואפקטיבי על ידי אנשים בעלי כישורים מתאימים, מיומנים ומנוסים או בפיקוחם. במידת האפשר מומלץ להזמין בעלי עניין וחברי קהילה להשתתף בביצוע הפרויקט. כמו כן, מומלץ לשלב חומרים ותהליכים בני-קיימא בפרויקטים של שיקום.

ג. **לשלב תהליכים טבעיים.** יש לבצע את כל טיפולי השיקום באופן שמגיב לתהליכים הטבעיים, ומטפח את הפוטנציאל להחלמה טבעית. לאחר טיפולי שיקום ראשוניים, הכוללים תיקונים במצע ובהידרולוגיה, הדברת בעלי חיים וצמחים מזיקים, פעולות התאוששות ספציפיות והשבה של ביוטה, יתבצעו טיפולים שניוניים על פי הצורך. מכיוון שתקופת ההתאוששות עשויה להיות ארוכה, למשל, במקרה של צמיחה של צמחיית גדות לאחר הסדרה פיזית של ערוץ נחל, חשוב לתכנן ולבצע גם טיפולי ביניים להפחתת השפעות שליליות, למשל, הסעה של סדימנטים ועודפי נוטריינטים לנחלים. נוסף על כך, יש להקפיד על טיפול המשך הולם, כמו פעולות ביסוס של עצים בנטיעות או תמיכה על ידי תוספת מזון ומים בפרויקט השבת בעלי חיים.

ד. **להגיב לשינויים המתרחשים באתר.** שיטת הממשק האדפטיבי הנדרשת צריכה להתבסס על תוצאות הניטור. היא משלבת טיפולים שונים, שמטרתם להסתגל לתגובות לא צפויות של המערכת האקולוגית, עם פעילות נוספות, על פי הצורך. במקרים מסוימים ייתכן שיהיה צורך אף בעריכת מחקרים נוספים כדי להתגבר על מכשולים מסוימים בתהליך השיקום.

ה. **להבטיח עמידה בחוקים ובתקנים.** כל הפרויקטים עומדים באופן מלא בדרישות החוקיות בנושאי חוקי עבודה, בריאות ובטיחות. יש מענה מלא לכל החוקים, התקנות וההיתרים החלים על הפרויקט, כולל אלה הקשורים לקרקע, לאוויר, למים, לים, למורשת תרבותית, למינים ולשימור המערכות האקולוגיות.

ו. **להיות בקשר עם בעלי העניין.** רצוי שכל בעלי התפקידים בפרויקט יימצאו בקשר קבוע עם בעלי עניין מרכזיים (רצוי שקשר זה יישען על תוכנית מוסדרת בתחום, המשלבת בתוכה את מעורבות בעלי העניין בפרויקט ובפעילויות של מדע אזרחי), ויקפידו על עדכון קבוע של בעלי העניין לגבי התקדמות הפרויקט ומצבו. התקשורת צריכה לעמוד גם בדרישותיו של הגוף המממן את הפרויקט.

ניטור, תיעוד, הערכה ודיווח

יש לתעד ולנטר את פעולות השיקום השונות ואת התגובות להן כדי לקבוע אם הפרויקט צפוי לעמוד במטרות וביעדים או שיש לבצע בו התאמות ושינויים. הערכת הפרויקטים מתבצעת באופן סדיר, וניתוח ההתקדמות נועד לאפשר לבצע שינויים והתאמות על פי הצורך (שימוש בממשק אדפטיבי). במסגרת זו – ובייחוד כאשר מדובר בטיפולים חדשניים או בכאלה שנערכים בהיקף נרחב – מקודמים ומטופחים שיתופי פעולה בין חוקרים, מומחים בעלי ידע מקומי, אנשי השטח ושותפים במדע אזרחי. צורכי הניטור נבחנים מחדש לאורך תקופת ביצוע הפרויקט, וחלוקת המשאבים – ואף הרחבתם, בעת הצורך – מתבצעת בהתאם.

א. **תכנון הניטור.** כבר בשלב התכנון מפותחת תוכנית ניטור במטרה להתחקות אחר יעילות הטיפול (ראו גם עיקרון 4). תוכנית זו כוללת בין השאר: שאלות ספציפיות שיקבלו מענה באמצעות הניטור; תכנון דגימות לקביעת מצב הבסיס, המצב בעת הטיפול והמצב לאחריו; פרוצדורות לתיעוד המידע הנאסף ולשמירתו, תוכניות לניתוח הנתונים ותוכניות להפצת התוצאות באופן שיסייע לשנות את אסטרטגיות הממשק באתר ולשתף את בעלי העניין בלקחים שנלמדו והופקו.

1. הניטור מכון למטרות ספציפיות וליעדים מדידים שזוהו בתחילת הפרויקט. לאחר קביעת המדדים (אינדיקטורים) מתבצע איסוף של נתוני מצב הבסיס, ונקבעות "אבני דרך" שמסייעות להעריך אם הפרויקט מתקדם כהלכה ובקצב הראוי. נוסף על כך, נקבעים גם "תמרוזי אזהרה" – נקודות לאורך מסלול ההתקדמות של הפרויקט שאם מגיעים אליהן, ייתכן שיהיה צורך בפעולות מתקנות.

2. על שיטות הניטור להתאים למטרות הפרויקט. הן צריכות להיות קלות לשימוש, וניתנות ליישום בתהליכים שיתופיים. כאשר יש דרישה רשמית לדגימות כמותיות, המדגם חייב להיות גדול מספיק כדי לתמוך בניתוחים סטטיסטיים ובהסקת מסקנות מובהקות סטטיסטית. בכל מקרה, חשוב ששיטות הניטור יפורטו בהרחבה, כך שיתאפשר לחזור על אופן הניטור גם בשנים הבאות.

3. חשוב שמנהלי הפרויקטים יזכרו את חשיבות הניטור – הוא חיוני כדי לקבוע אם הפרויקט עומד במטרות שנקבעו לו, ומספק הזדמנויות למידה. שיתוף בעלי העניין בתכנון הפרויקט ובאיסוף הנתונים וניתוחם תורם לשיפור קבלת החלטות באופן שיתופי, מעניק לשותפים בפרויקט תחושת בעלות ומעורבות, מעודד את בעלי העניין להישאר מעורבים לטווח ארוך יותר, ומעצים את היכולות והמסוגלות של בעלי העניין. כל מערכת ניטור חייבת לכלול הזדמנויות מובנות ללמידה ולהתאמה.

ב. **שמירת רשומות ונתונים.** יש לשמור את כל נתוני הפרויקט, ובכלל זה מסמכים הקשורים לתכנון, ליישום, לניטור ולדיווח, באופן נאות ומאובטח היטב. שמירת המידע חיונית משום שמידע זה עומד בבסיס מנגנון הממשק האדפטיבי, ויאפשר הערכה עתידית של התגובות לטיפולי השיקום השונים. כל הנתונים על הטיפולים (כולל פירוט פעילות השיקום, מספר מפגשי העבודה ופירוט העלויות), וכל רישומי הניטור נשמרים לעיון עתידי. נתונים המקור צריכים לכלול מיקום (עדיפות לקואורדינטות GPS) ותיאור של אתרים, מוסדות או אנשים שתרמו כסף לפרויקט של האתרים שהכסף שנתרם הושקע בהם, ושל האנשים שקיבלו אותו. התיעוד צריך לכלול גם התייחסות לפרוטוקולי איסוף, לתאריכים, לנוהלי זיהוי ולשמות כל מקורות המידע.

1. כדאי לשקול להעניק גישה פתוחה (open-access) לנתונים או להעלות מידע על תוצאות הפרויקט למאגרי גישה פתוחה, כגון מרכז המידע על פרויקטי שיקום של האגודה לשיקום אקולוגי (SER) או מאגרי מידע לאומיים או בין-לאומיים אחרים;



2. חשוב לאחסן את הנתונים באופן מאובטח. יש להוסיף לנתונים עצמם גם מטא-דאטה – מידע המתאר את תוכנו של כל מערך נתונים.

ג. **הערכת התוצאות.** חשוב להעריך את תוצאות הפרויקט ואת התקדמותו ביחס למטרות וליעדים שהוגדרו מראש. לשם כך, נדרש שימוש בכלי הערכה (ראו, לדוגמה, את מערכת חמשת הכוכבים המוצגת במסמך העקרונות או שיטות הערכה אקולוגיות קונוונציונליות).

1. ההערכה צריכה להתבסס כראוי על תוצאות הניטור.

2. הממשק השוטף של הפרויקט צריך להתבסס על תוצאות ההערכות.

ד. **דיווח לבעלי העניין.** יש להכין ולהפיץ דו"חות המפרטים את הערכת התקדמות הפרויקט. הדו"חות מיועדים לשחקנים המרכזיים ולקבוצות עניין רחבות יותר, וכדאי לפרסמם באתרי אינטרנט רלוונטיים ובכתבי עת מדעיים.

1. הדיווחים צריכים להציג ולשקף את המידע באופן נגיש ומדויק, ותוך התאמה לקהלי היעד השונים.

2. הדיווחים צריכים להתייחס לרמת הניטור ולפרטי הניטור שהערכות התקדמות התבססו עליהם.

תחזוקה וניהול שוטף לאחר סיום הפרויקט

א. **ניהול שוטף.** הגוף המנהל אחראי על תחזוקה שוטפת כדי למנוע השפעות מזיקות לאתר, כדי לבצע ניטור של מצבו לאחר סיום הפרויקט וכדי למנוע התדרדרות. יש להביא בחשבון את הצורך בתחזוקה לאחר סיום הפרויקט כבר בראשית הדרך, עוד בשלב גיבוש התקציב לפרויקט. חשוב לערוך השוואה מתמשכת למודל ייחוס הולם:

1. לערוך בדיקות תקופתיות באתר, במעורבות בעלי העניין בפרויקט, ולבחון אם המצב הסביבתי מתדרדר מחדש ואם אין פגיעה בהשקעות בפרויקט;

2. להטמיע בפעילות הארגון המנהל פרוטוקולים מוסדרים לפעולה, תוך שיתוף פעולה עם בעלי עניין, לפי הצורך;

3. לדאוג לרציפות העברת המידע על הפרויקט לאורך זמן, כדי להבטיח שפרויקט השיקום והשקעות העבר יזכו להערכה. אפשר לעשות זאת, למשל, על ידי:

- גיבוש פעילות תרבותית מתמשכת המשמרת את ההיסטוריה של הפרויקט וחוגגת את הישגיו;
- הפנמת הלקחים שנלמדו, כולל הצורך לבצע פרויקטים דומים במקום אחר.

חלק שני: פרקטיקות מובילות

כיתוח מודלי ייחוס לשיקום אקולוגי

שיקום אקולוגי (Ecological Restoration) כרוך בסילוק של גורמים הפוגעים במערכת האקולוגית, בצמצום היקפם ובסיוע למערכת האקולוגית להתאושש. השאיפה היא להחזיר את המערכת לרמה שהייתה יכולה להימצא בה אלמלא התרחשה התדרדרות במצבה, תוך שקלול השינויים הצפויים במצבה בשל גורמים אחרים. לשם חיזוי רמת היעד יש צורך במודל, הנקרא מודל ייחוס (ראו עיקרון 3). מבחינה אמפירית מודל כזה נבנה על בסיס מגוון אתרי ייחוס, ומבחינה תיאורטית הוא נשען על המידע העדכני והטוב ביותר הזמין לחוקרים. המודל צריך להביא בחשבון את המורכבות של מערכות אקולוגיות ואת הדינמיקות העיתיות שלהן. כל אחד מהשיקולים הללו משמעותי בגיבוש מטרות הפרויקט, כך שישקפו כהלכה את מערכת היעד הרצויה. במקרים מסוימים ייתכן שיהיה צורך להשתמש ביותר ממודל ייחוס אחד, למשל כשמדובר במערכות אקולוגיות מקומיות עם דינמיקה של חוסר שיווי משקל³ (Suding & Gross, 2006), או להציע כמה מערכות ייחוס חלופיות, למשל במקרים שהתרחש או שצפוי להתרחש שינוי בלתי הפיך⁴. בפועל, התהליכים לבניית מודל הייחוס ולקביעת אמינותו משתנים בין פרויקטים, ותלויים במשאבי הפרויקט ובזמינותו של מידע אקולוגי רלוונטי. יש מערכות אקולוגיות שהמידע עליהן זמין או קל לאיסוף, למשל, מקור המידע על אזורים מיוערים בחלקה המערבי של צפון-אמריקה הוא בחישה מרחוק, מה שמאפשר ליצור מודלי ייחוס ברמת היחידה הנופית ממש (Wiggins et al., 2006). במקרים אחרים קיים מידע מועט בלבד, למשל, מידע מלפני עשרות שנים על היער החופי בצ'ילה, המצוי כיום באיום כבד כיוון שנותרו ממנו רק טלאים ספורים (Echeverria et al., 2006). ברוב המקרים, בעלי העניין ומנהלי הפרויקטים יצטרכו להתמודד עם פערים במידע ובמשאבים הזמינים ולהפעיל את שיקול דעתם המקצועי. בכל המקרים יש לשלב בין המידע הזמין הטוב ביותר לבין עבודת מחקר מקיפה (Swetnam et al., 1999), כדי לפתח מודל מיטבי או מספר מודלים מיטביים לחיזוי מצב המערכת אלמלא הייתה נפגעת.

יצירת מודלי ייחוס כרוכה, באופן אידיאלי, בשילוב מערך רחב של מאפייני מערכות אקולוגיות. המאפיינים יכולים להיות איומים, הרכב המינים, מבנה החברה, התנאים הפיזיים, תפקוד המערכת האקולוגית ומעבר הדדי של חומר ואנרגיה אל מערכות סמוכות ומהן, כמקור או כמבלע (למשל: יחידות הפצה של זרעים) (ראו עיקרון 3). חלק מהמאפיינים האלה, כמו הרכב המינים ומבנה החברה ביחס לשכבות הצומח, הרמות הטרופיות והדפוסים המרחביים, פשוטים יחסית להערכה. לעומתם, מאפיינים אחרים, כמו תפקודי המערכת האקולוגית, מורכבים ומסובכים יותר להערכה, אך חשובים לא פחות. אורגניזמים מגיבים עם סביבתם ועם אורגניזמים אחרים בדרכים מורכבות שיוצרות מעבר של אנרגיה, נוטריינטים, מים וחומרים אחרים – תפקודי המערכות האקולוגיות. נוסף על התמיכה בשלמות האקולוגית, תפקודי המערכת מספקים שירותים החשובים לאדם (מזון, סיבים, מים, תרופות), ועל כן חיוני לכלול אותם במודלי הייחוס.

לדוגמה, צמחים וקרקעות קשורים קשר הדוק באמצעות מערכת של ויסות ביולוגי (ביו-רגולציה, עיקרון 9) (Perry, 1994). צמחים משפיעים ישירות על התכונות הכימיות, הפיזיקליות והביולוגיות של קרקעות: הם משחררים לקרקע תרכובות שונות, כמו חומצות אורגניות, דרך השורשים. התרכובות יכולות להמיס מינרלים ולשנות את זמינות החומרים המזינים

3 הכוונה למערכות שאינן מתכנסות למצב יציב יחיד וקבוע ("קליימקס"), אלא משתנות ללא הרף עקב הפרעות מחזוריות או תנודתיות סביבתית, כמו שרפות, שיטפונות, אירועי יובש או גשם קיצוניים, פלישות ביולוגיות וכד'. במערכות כאלה אין "תמונת יעד" אחת; במקום זאת הן נעות בין מצבים או שלבים שונים, או מתקיימות כפסיפס של טלאים המצויים בשלבים שונים של השתנות והתחדשות.

4 לדוגמה, כאשר רוצים לשקם מעין באזור שמפלס מי התהום בו ירד באופן בלתי הפיך, והספיקות יישארו נמוכות לעומת מצב הבסיס, או בחופי הים התיכון בישראל שעוברים תהליך בלתי הפיך של פלישות ביולוגיות מתמשכות מים סוף (הגירה לספסית).



בקרקה; מערכת השורשים שלהם מייצבת את הקרקע, מונעת סחיפה ומגדילה את חדירות המים והאוויר בקרקע; שורשיהם מספקים מזון ובית גידול למיקרואורגניזמים בקרקע, כמו חיידקים ופטריות, ובכך מגדילים את המגוון הביולוגי בה. בדומה לכך, התכונות הכימיות, הפיזיקליות והביולוגיות של הקרקע משפיעות על סוגי הצמחים הגדלים באזור. היחסים האלה והוויסות הביולוגי אינם ייחודיים רק למערכות אקולוגיות יבשתיות. במערכות מימיות היצרנות הראשונית (קרי, קיבוע אנרגיה באמצעות פוטוסינתזה) קשורה קשר הדוק ליצרנות ברמות טרופיות גבוהות יותר, והיא מניעה את המבנה הכללי של מארג המזון (Vander Zanden et al., 2006). אף על פי שלא ניתן להביא בחשבון את כל מערך המרכיבים וקשרי הגומלין במערכת אקולוגית, יש לפתח את מודל הייחוס מתוך שאיפה שיכלול כמה שיותר מרכיבים וקשרי גומלין. עליו לכלול, לכל הפחות, אינדיקטורים עבור כל אחת מתכונות המפתח של המערכת האקולוגית שפורטו בעיקרון 3. פרויקטים שמדגישים מספר מצומצם של גורמים (כדוגמת אלה שמתמקדים בשירות יחיד של מערכת אקולוגית) עלולים להיות בעלי פוטנציאל מוגבל לשחזור מורכבותה של כלל המערכת האקולוגית. מצד שני, לפרויקטים המשלבים גורמים רבים במודלי הייחוס וביעדי הפרויקט שלהם יש פוטנציאל גדול בהרבה לשיקום מערכות אקולוגיות המשמרות את המגוון הביולוגי, ומספקות חוסן אקולוגי ושיעורים גבוהים יותר של שירותי מערכות אקולוגיות בטווח הארוך.

מיזוג בין שינוי היסטורי ושינוי עתידי

העובדה שמערכות אקולוגיות מגיבות לשינויים בתנאי הסביבה, מוסיפה מורכבות לשיקום האקולוגי ולסוגים נוספים של ניהול מערכות אקולוגיות. כדי להביא בחשבון את השינויים העיתניים מודל הייחוס מוגדר כמצב שהמערכת האקולוגית שעוברת שיקום הייתה יכולה להימצא בו אלמלא נפגעה, תוך התחשבות גם בשינויים העתידיים הצפויים. כלומר – מודל הייחוס אינו מייצג מצב שהתקיים בעבר. בבניית מודלי ייחוס כדאי להשתמש גם במידע היסטורי, בייחוד אם אין בנמצא אתרי ייחוס עכשוויים. עם זאת, כשמשתמשים בנתונים היסטוריים לפיתוח מודלי ייחוס, חשוב להתייחס גם לשינויים הסביבתיים שהתרחשו ברקע, כמו שינויים בטמפרטורה, במשקעים ובקרקעות, וגם לשינויים שצפויים להתרחש, כגון שינוי האקלים או שינויים בשימושי קרקע סמוכים. חשוב גם להבין מה נדרש כדי להתאים את מודל הייחוס לשינויים השונים (בהקשר לכך ראו גם תיבה 1 ודוגמאות מישראל על בחירת מערכות ייחוס מקומיות).

שינויים במערכות אקולוגיות מונעים על ידי גורמים חיצוניים למערכת האקולוגית, כגון אקלים, אך גם באמצעות תהליכי סוקצסיה. למעשה, במערכות אקולוגיות רבות אפשר לראות כמה שלבי סוקצסיה. מסיבה זו, בעת בחירת אתרי ייחוס חשוב להביא בחשבון את שלבי הסוקצסיה של האתר המצוי בשיקום. למשל, מערכות אקולוגיות המצויות בשלבי סוקצסיה מתקדמים (כמו חורש ותיק) ככל הנראה לא יתאימו לשמש אתרי ייחוס לשלבים הראשוניים של שיקום חורש המצוי בראשית תהליך הסוקצסיה, אולם המידע על אודותיהם יסייע בבניית מודל הייחוס הרב-שלבי וארוך-הטווח ובהגדרת יעדים מתמשכים לפרויקט. נוסף על כך, באתרים מסוימים התוצאות הפוטנציאליות של הסוקצסיה רבות ושונות, ותלויות באירועים מקריים, כגון הפרעות טבעיות או סדר הגעת מינים (Chase, 2003). במקום להניח שהמערכת תעקוב תמיד אחר מסלול סוקצסיה אחד, כדאי לפתח קבוצה של מודלי ייחוס עבור כמה מסלולים פוטנציאליים. אין ספק ששילוב דינמיקת שיווי משקל במודלי הייחוס הופך את תכנון השיקום למורכב יותר, אך הדבר עשוי להקל על הצלחת הפרויקט, מאחר שישפק למנהלים פרספקטיבה מושכלת יותר באשר לתוצאות המתאימות של הפרויקט. הוא עשוי גם לסייע להם להימנע ממשובים שיניעו את המערכת בכיוונים לא רצויים, במקרה שרק אחד מכמה מצבים אפשריים הוא הרצוי, למשל, בניהול סדר השבת המינים או בטיפול במינים שעלולים לדחוף את המערכת לכיוון לא רצוי (Suding & Gross, 2006).

אתרי ייחוס ומקורות מידע אחרים

מכיוון שלכל אתר יש מאפיינים ייחודיים משלו, ואין שני אתרים זהים, הפרקטיקה המיטבית תהיה לפתח את מודל הייחוס על בסיס יותר מאתר ייחוס אחד ולהיעזר במידע רלוונטי נוסף. מצאי המינים באתר אחד משקף רק חלק ממאגר המינים הכולל, ולא סביר לצפות שייצג נאמנה את כלל המערכות האקולוגיות של האתר שעובר שיקום. בשיקום מערכות אקולוגיות הטרוגניות מאוד (כלומר, מגוונות יותר) יהיה צורך במספר גבוה יותר של אתרי ייחוס מאשר במערכות אקולוגיות הומוגניות יותר. עם זאת, בשל השינויים הרבים ביעודי הקרקעות ובשימושי הקרקע בכל רחבי העולם למערכות אקולוגיות רבות לא יהיו מספיק אתרי ייחוס, ועל כן, בגיבוש תוכנית שיקום צריך להסתמך גם על מודלים של סוקצסיה ועל מקורות מידע נוספים, כמפורט בהמשך.

נוסף על מידע מאתרי הייחוס, אפשר להיעזר גם במידע שמקורו בסקר מצאי הבסיס של האתר, במידע ממקורות משניים – כדוגמת צילומים ישנים של האתר והאזור או סקרים היסטוריים, ובמידע ממקורות עקיפים – כדוגמת סקרים באתרי ייחוס דומים, לשם קביעת תנאי הייחוס (Clewell & Aronson, 2013). על אף מגבלותיהם, המקורות המשניים יכולים לתרום לתכנון אפקטיבי של מהלכי שיקום. לדוגמה, מידע היסטורי שמקורו בארכיונים טבעיים ובתיעוד תרבותי יכול לספק תובנות חשובות. אחת הדוגמאות לארכיון טבעי חשוב עבור מערכות אקולוגיות שאינן קיימות יותר בשטח היא טבעות הצמיחה השנתיות של עצים בוגרים, שבכוחן ללמד על בצורות ושרפות שאירעו בעבר. ישנן דוגמאות נוספות: זרעים עתיקים וחלקי צמחים שמכרסמים אגרו במערות ניתנים על פי רוב לזיהוי עד לרמת המין; אפשר לזהות צמחים שהתקיימו באתר על פי בנק הזרעים ועל פי מרבצי האבקנים בקרקע ובסדימנט; אפשר גם לחפור החוצה בולי עץ, פסולת עצים וכחם הקבורים באדמה רטובה או בסדימנט, לזהות את המינים וללמוד על תנאי גידול עתיקים שנעלמו מזמן. מקורות היסטוריים הכוללים תצלומים (ובהם צילומי אוויר וצילומים חוזרים של אותם אתרים), ציורי נוף, מפות, ספרים, יומנים וסקרי קרקע, הם מקורות אפשריים למידע על מאפייני החי והצומח באזור המשווקם בעבר. תיאורים היסטוריים של חוקרים, עולי רגל וסוחרים כוללים לעיתים גם מידע על בית גידול שהתקיים בעבר והשתנה. תוויות של דגימות באוספי צמחייה ובמוזיאונים עוזרות לזהות מינים שנאספו לפני שנים רבות באתרים ספציפיים, ולעיתים אף מפרטות מינים נוספים שחיו לצידם. עם זאת, חשוב לזכור כי אי אפשר להסיק מהתנאים בעבר על התנאים בהווה, ולכן יש להקפיד על שימוש זהיר במקורות היסטוריים. נוסף על כך, יש להביא בחשבון את ההטיות והמגבלות של ארכיונים טבעיים ומקורות היסטוריים, ולזכור שבכוחן להשפיע על המסקנות. לבסוף, חשוב לזכור שהתנאים ההיסטוריים ידועים במלואם רק לגבי מספר זעום של מערכות אקולוגיות. אפילו באתרים שלגביהם קיימים נתונים זמינים, המידע בדרך כלל מוגבל לאחד הרכיבים והתהליכים של המערכת האקולוגית, או לכל היותר לחלק מהם.

מקורות מידע נוספים הממלאים תפקיד חשוב בפיתוח מודלי ייחוס כוללים ידע אקולוגי מסורתי וידע אקולוגי מקומי (ראו, למשל, Zedler & Stevens, 2018), ומסדי נתונים וכלים המגדירים ומפרטים את מאפייני המערכת האקולוגית, כגון תיאור קרקעות או אזורי התפוצה של מינים נדירים. גם אם מקורות המידע העקיפים האלה מאפשרים לזהות רק מינים בודדים, אקולוגים מכירים את ההיסטוריה הטבעית של האזור ויכולו לא פעם לקבוע מה היה מצבן המשווער של המערכות האקולוגיות אלמלא התדרדר, ולהסיק את הרכבי המינים. את התוכניות היישומיות אפשר לבסס על תיאורים ודוגמאות קיימות של אותן מערכות אקולוגיות.

בתכנון ובתקצוב של פרויקטי שיקום חשוב להביא בחשבון את הצורך בהשקעה הולמת בפיתוח מודל ייחוס. איכות מודלי הייחוס תלויה במשאבי הפרויקט ובזמינות מידע. על בעלי העניין ומנהלי הפרויקטים לשאוף ליצור את מודל הייחוס הטוב ביותר האפשרי בהתחשב באילוצי הפרויקט. חשוב גם לבדוק אם במסגרת פרויקטים קודמים כבר פותחו מודלי ייחוס למערכות האקולוגיות הרלוונטיות.



איתור גישות שיקום אקולוגיות הולמות

במשך מיליוני שנים אפשרו תהליכי התאוששות טבעיים שיקום אוטוגני (ללא עזרה מן החוץ) של אתרים שסבלו מהפרעות ממקור טבעי (כדוגמת התפרצויות געשיות, מפולות שלגים ובוץ, קפיאה של גופי מים גדולים למשך תקופות ארוכות, פגיעות אסטרואידים, שינויים בגובה פני הים וגלי צונאמי; ראו, למשל, Matthews, 1999). בעוד שרצף דפוסי ההתאוששות (סוקצסיה) משתנה בין מערכות אקולוגיות, סביר להניח שכל המינים המקומיים פיתחו יכולת כלשהי להתאושש לאחר הפרעות טבעיות או עקות ולחצים (Holling, 1973; Westman, 1978). הבנה של אופן פעילות תהליכי ההתאוששות במקרים של הפרעות טבעיות תאפשר לנו לפתח אסטרטגיות לשיקום מצב סביבתי שהתדרדר בעקבות פעילות האדם (Cairns et al., 1977; Chazdon, 2014). הערכה נכונה של יכולת ההתחדשות של מינים בודדים באתר מסוים תאפשר לבחור בגישות ובטיפולים מתאימים, ובכך תקדם שימוש יעיל במשאבים כספיים ואחרים בתהליך השיקום (McDonald, 2000; Martínez-Ramos et al., 2016).

הצעד הראשון בהגדרת אסטרטגיות שיקום אפקטיביות הוא זיהוי החסמים או האיומים המונעים את ההתאוששות של מערכת אקולוגית (Hobbs & Norton, 2004). המגבלות האלה יכללו לא רק את הסיבות האנתרופוגניות להתדרדרות הסביבתית, אלא גם את השלכותיהן, כגון קרקעות מזוהמות, היעדר נישות אקולוגיות, מחסור במשאבים, תחרות עם מינים פולשים ומתפרצים, חוסר זמינות של יחידות ריבוי והיעדר אותות ביולוגיים לסיום תרדמה של זרעים. על ידי מתן מענה למגבלות המונעות התאוששות, ועל ידי הקפדה לא ליצור מגבלות חדשות, ניתן להשיב לפעילות תהליכים טבעיים שפעלו לאורך אלפי שנים ויותר (זמן אבולוציוני), כדי לסייע בהתאוששות האתר המופר (למשל, צימוח מחדש מבנק הזרעים שבקרקע; Prach & Hobbs, 2008; McDonald, 2000). כאשר פוטנציאל ההתאוששות הטבעי גבוה, הרי שהתחדשות טבעית, המכונה לעיתים שיקום "פסיבי", היא לא פעם הגישה היעילה ביותר, מבחינת עלות-תועלת. עם זאת, כאשר הפוטנציאל להתחדשות טבעית נמוך או שאינו קיים, בדרך כלל יש לבסס מחדש או להגדיל באופן פעיל אוכלוסיות מצומצמות, למשל על ידי התחדשות בסיוע (ראו בהמשך, Assisted Regeneration), המכונה לפעמים שיקום פעיל. כל שלוש הגישות הללו משתמשות בתהליכי התאוששות טבעיים ומצריכות ניהול אדפטיבי מתמשך עד להשגת ההתאוששות הרצויה.

1. **התחדשות טבעית (או ספונטנית).** במקומות שהנזק מועט יחסית, והקרקע העליונה (topsoil) לא נפגעה, או כאשר מתאפשר אכלוס מחדש בזכות מסגרות זמן ארוכות דיין של הפרויקט וקיום אוכלוסיות מקור סמוכות, תיתכן התאוששות של צמחים ובעלי חיים לאחר פינוי מפגעים או עצירת תהליכים ופעולות שגורמים למצב סביבתי מדורדר (Chazdon & Guariguata, 2016). דוגמאות לכך הן טיהור מחומרים מזהמים וסילוק פסולת, הפסקת רעייה לא מתאימה או דיג יתר ומניעת הגבלה של זרימת מים. אם תהיה קישוריות מספקת של בית הגידול, ייתכן שמיני בעלי חיים שהיו בו בעבר יהיו מסוגלים ליישב את האתר מחדש. מיני צמחים עשויים להתאושש באמצעות הנבטה מחדש או נביטה משאריות זרעים באדמה או מזרעים שמתפזרים באופן טבעי מאתרים סמוכים (Powers et al., 2009). במקרים מסוימים התחדשות טבעית יכולה להתרחש גם באתרים מופרים מאוד, כגון מכרות או מחצבות שננטשו, אם כי זהו תהליך ארוך-טווח, ומרבית המינים שישגשגו בשטח יהיו מינים שמאפיינים מערכות מופרות (Prach & Hobbs, 2008).

2. **התחדשות בסיוע.** שיקום אתרים שהתדרדרו בצורה בינונית או חמורה מצריך סילוק של גורמי הדרדרות וביצוע התערבות פעילה לתיקון נזקים אביוטיים וביוטיות ולעידוד התאוששות של המרכיבים הביוטיות (למשל, באמצעות חיקוי הפרעות טבעיות או על ידי אספקת משאבים מרכזיים). דוגמאות להתערבויות אביוטיות הן שיקום התנאים הכימיים או הפיזיקליים של התשתית הסלעית או המימית; בניית מרכיבים שאבדו בבית הגידול, כמו נישות למסתור (למשל, החזרת כיסוי אבנים לקרקע משוקמת שעברה חישוף); עיצוב מחדש של נתיבי מים (Jordan & Arrington, 2014) ותצורות קרקע (Prach & Hobbs, 2008); השבת קישוריות שנקטעה בין בתי גידול

ומערכות אקולוגיות, למשל על ידי חידוש מעבר דגים בנהרות (Kareiva et al., 2000); יצירת הפרעות מלאכותיות במטרה לעורר זרעים מתרדמתם (Mitchell et al., 2008); הצבת מרכיבים אופייניים של בתי גידול, היכולים לשמש למסתור, למנוחה, לתצפית או לקינון, כדוגמת בולי עץ חלולים, סלעים, ערמות פסולת עץ, נישות זעירות בקרקע ועצים (Elgar et al., 2014; Castillo-Escrivà et al., 2019). דוגמאות להתערבויות ביוטיות הן בקרה על מינים פולשים (Saunders & Norton, 2001); השבה משלימה של מינים שאינם יכולים לנדוד לאזור המשתקם ללא סיוע חיצוני (כגון, השבה של בעלי חיים שנכחדו מהאזור או השבה של מיני עצים בעלי זרעים גדולים מאוד); הגדלה או חיזוק של אוכלוסיות מדוללות של מינים שהמגוון הגנטי בהם מצומצם ואינו מספיק.

3. שחזור (Reconstruction). כאשר נגרם נזק רב, יש להסיר את כל הגורמים להתדרדרות הסביבתית או להרחיק אותם, ולתקן את הנזק הביוטי והאביוטי כך שהמצב יעלה בקנה אחד עם זה של מערכת הייחוס המקומית. אולם לצד זאת, במידת האפשר יש גם להשיב את כל הביוטה הרצויה או לפחות אחוז גדול ממנה (Bradshaw, 1983; Seddon et al., 2004). הביוטה תוכל לקיים קשרי גומלין עם רכיבים אביוטיים, ובכך להניע את ההתאוששות של מאפייני המערכת האקולוגית ולקדמה. במקרים שהמערכת האקולוגית מתאפיינת בהתאוששות ארוכת זמן, או שהתאוששות ארוכה נחוצה (למשל, כדי לסייע בהתאוששות של קרקעות), ייתכן שיהיה צורך להתחיל בהשבת מינים משלבי סוקצסיה קודמים, ורק לאחר מכן להשיב מינים משלבי סוקצסיה מאוחרים יותר (Temperton et al., 2004). עם זאת, במערכות אקולוגיות שאינן מציגות דפוסי סוקצסיה כאלה, ייתכן שכדאי להשיב את כל המינים כבר בתחילת התהליך (ראו, למשל, Rokich, 2016).

שילוב של שלוש הגישות יכול לשמש טכניקה להגדלת היעילות ולצמצום עלויות (Bradshaw, 1983; Walker, 2011), בייחוד בקני מידה גדולים יותר. יש הצדקה לשימוש בו גם במקרים שרמות הדרדרות הסביבתית משתנות בתוך אותו אתר עצמו. למשל, במצב שחלקים מסוימים באתר ירוויחו מגישת ההתחדשות הטבעית, חלקים אחרים יפיקו תועלת מגישת ההתחדשות בסיוע, ואילו חלקים נוספים – מגישת השחזור או משילובים בין הגישות. אחת הגישות המשולבות היא יצירת גרעיני משיכה, והיא כוללת שתילה של כתמי צמחייה קטנים. בדרך כלל מדובר בעצים או שיחים, המושכים מינים מפיצים, כדוגמת מיני מאבקים או ציפורים שמעורבים בהפצת זרעים, ומסייעים בביסוס צמחים חדשים תוך הרחבת השטח שהצמחייה מתבססת בו לאורך זמן. לגישה היו תוצאות מבטיחות בשיקום אתרי פסולת (Corbin et al., 2016), יערות באזורים ים תיכוניים (Rey Benayas et al., 2008), יערות טרופיים (Holl et al., 2017; Corbin & Holl, 2012) ומערכות אקולוגיות אחרות. ההחלטה איזו גישת שיקום (או שילוב גישות) לנקוט אינה מובנת מאליה. ניסיון וידע ממלאים תפקיד חשוב בהערכת פוטנציאל ההתחדשות הטבעית הקיים, ובהשערה כיצד הפוטנציאל יגיב לגישות סיוע שונות, ואם יעשה זאת בזמן סביר. כאשר ידע בנושא מסוים אינו זמין, גישת ניהול אדפטיבית תסייע בהבנת האפקטיביות של סוגים שונים של התחדשות. למשל, אפשר להקצות כמה שנים להערכת קצב ההתחדשות הטבעית לפני הכרעה מהי הגישה הטובה ביותר (Holl et al., 2018). כאשר נפעל בתגובה לתנאי האתר בדרך כזו, נוכל להבטיח דמיון מרבי בין התנאים הרצויים, שהוגדרו במודל הייחוס, לבין תוצאת פרויקט השיקום.



מילון מונחים

בריאות המערכת האקולוגית – יכולתה של המערכת לפעול באופן תקין ודינמי, תוך שמירה על טווחי פעילות רגילים, בהתאם לשלב ההתפתחותי של המערכת. מערכת אקולוגית שעברה שיקום נחשבת לבריאה אם היא מתפקדת בצורה תקינה, בדומה למערכת ייחוס טבעית או בהתאם לקריטריונים מקובלים של מערכות משוקמות (כמפורט למשל בטבלה 1 בתחילת חוברת זו).

גיוס – שלב בתהליך הרבייה וההתבססות שבו פרטים צעירים עוברים בהצלחה את שלבי החיים הראשוניים (הרגישים ביותר), ומצטרפים כפרטים מתפקדים לאוכלוסייה הבוגרת.

גישת (לשיקום) – הקטגוריה הכללית של הטיפול. לדוגמה: התחדשות טבעית או בסיוע, שחזור.

גישת ההתחדשות הטבעית – שיקום אקולוגי המסתמך אך ורק על עלייה במספר הפרטים בעקבות סילוק גורמים לדרדור אקולוגי, להבדיל מגישת ההתחדשות בסיוע.

גישת השחזור (Reconstruction) – גישת שיקום שבה ההגעה של ביוטה מתאימה תלויה לחלוטין, או כמעט לחלוטין, בפעילות אנושית. ללא פעילות כזו לא יתאפשרו חידוש או התיישבות מחדש במסגרת זמן רלוונטית, אפילו לאחר מאמצי התחדשות בסיוע בהובלת מומחים. נקראת גם גישת ההתחדשות הספונטנית.

גרעיני התחדשות – אסטרטגיה המתבססת על יצירת מקבצים קטנים של צמחייה (בעיקר עצים או שיחים) או של אוכלוסיות בעלי חיים (למשל אלמוגים, צדפות), כדי שישמשו מוקדים מקומיים להתאוששות המערכות האקולוגיות על ידי משיכת מינים נוספים והאצת תהליכי ההתיישבות הטבעיים.

אביוטי – תנאי או חומר שאינו חי, המצוי בתוך מערכת אקולוגית נתונה, ובכלל זה מצע סלעי או מימי, האטמוספירה, מזג האוויר והאקלים, היבטים טופוגרפיים, משטר הנוטריינטים, משטר ההידרולוגי, משטר אש ומשטר מליחות.

אזור או שטח מוצא מקומי – אזור איסוף של יחידות ריבוי שבתוכו סביר להניח כי העברת יחידות הריבוי תשמר תכונות המותאמות למקום.

איום – גורם שיוצר דרדור, נזק או הרס באופן פוטנציאלי או באופן ממשי.

אינדיקטורים / סמנים (להתאוששות) – תכונות של מערכת אקולוגית שאפשר להשתמש בהן למדידת ההתקדמות לקראת מטרות שיקום או יעדים באתר מסוים. לדוגמה: בחינה אם מרכיבים ביוטיים או אביוטיים נוכחים או נעדרים במערכת אקולוגית מסוימת, ובחינה של איכותם.

אתר – אזור או מיקום מובחן. יכול להתקיים בקני מידה שונים, אבל בדרך כלל מתקיים ברמת הכתם, כלומר, קטן מ"נוף".

אתר ייחוס – אתר קיים ובמצב תקין או טוב מזה של אתר פרויקט השיקום, שתכונותיו ושלבי הסוקצסיה שלו זהים לאלה של אתר הפרויקט, ועל כן הוא משמש בסיס ידע למודל הייחוס. באופן אידיאלי, מודל הייחוס יכול ללמוד מידע שמקורו במגוון אתרי ייחוס.

בעלי עניין – האנשים והארגונים שמעורבים בפעולה או במדיניות מסוימת או מושפעים מהן, ויכולים להיות כלולים, ישירות או בעקיפין, בתהליכי קבלת ההחלטות. בדרך כלל, בתכנון סביבתי ובתכנון לשימור בעלי העניין הם נציגי ממשלה, עסקים, מדענים, בעלי קרקעות ומשתמשים מקומיים במשאבים הטבעיים.

דפוס מרחבי – המבנה המרחבי (האופקי או האנכי) של מרכיבי המערכת האקולוגית, המושפע מהבדלים במצע, בטופוגרפיה, במשטרי ההידרולוגיה, הצמחייה וההפרעות או בגורמים אחרים, כגון שכבות צומח.

דרדור (של מערכת אקולוגית) – רמה מזיקה של השפעה אנושית על מערכות אקולוגיות, הגורמת לפגיעה במגוון המינים ומשבשת את ההרכב, המבנה והתפקוד שלהן או פוגעת בהן, ובדרך כלל מובילה להפחתה בזרימת שירותי המערכת האקולוגית.

הגדלה, להגדיל (אוכלוסיות שדולדלו) – הוספת זרעים או פרטים של אוכלוסייה מסוימת לאותה אוכלוסייה במטרה להגדיל את גודלה או את המגוון הגנטי בה, וכך לשפר את יכולת הקיום שלה; יצירה מחדש של אוכלוסייה שהושמדה באמצעות פרטים שמקורם באוכלוסייה זו. על פי רוב, אוכלוסיות מוגדלות בעזרת פרטים או חומרי ריבוי מאוכלוסיות קרובות. הפעולה מוכרת גם בשמות שיפור, העשרה, חידוש מלאי.

הון טבעי – מלאי של משאבים טבעיים מתחדשים (מערכות אקולוגיות, אורגניזמים), לא מתחדשים (נפט, פחם, מינרלים), ניתנים לחידוש (האטמוספירה, מי שתייה, קרקעות פוריות) ומעובדים (זנים מושבחים, זני מורשת והידע המקושר אליהם) ששירותי המערכת האקולוגית נובעים מהם.

הרס (של מערכת אקולוגית) – כאשר דרדור או נזק גורמים לסילוק כל האורגניזמים הנראים לעין, ועל פי רוב הורסים את הסביבה הפיזית של מערכת אקולוגית.

השבה – החזרת ביוטה לאזור שהיא נמצאה בו בעבר.

השבחה סביבתית (Reclamation) – תהליך של הפיכת קרקע פגועה קשות (כגון אתרי כרייה לשעבר או קרקעות באזורי תעשייה מזוהמים) לקרקע שמתאימה לעיבוד חקלאי או לשימוש אנושי אחר. יש לשים לב שהמונח Land Reclamation משמש גם ליצירת קרקע יבשתית חדשה בשטחים שהיו מכוסים מים.

התאוששות – התהליך שבו מערכת אקולוגית זוכה מחדש להרכב, למבנה ולתפקוד שהיו לה, בהשוואה לרמות שזוהו במערכת האקולוגית שמשמשת לייחוס. בתהליכי שיקום, על פי רוב, ההתאוששות נעזרת בפעולות יזומות, ועשויה להיות התאוששות חלקית או מלאה.

התאוששות חלקית – התרחשות של התאוששות מסוימת, שבסופה רק חלק מתכונות המערכת האקולוגית דומות מאוד לתכונות של מודל הייחוס.

התאוששות מהותית – רמת ההתאוששות שיש לשאוף אליה כדי שניתן יהיה להגדיר פרויקט כשיקום אקולוגי. רמה זו אינה נמדדת בממד יחיד, אך ניתן לראות ברמת התאוששות בינונית לפחות קריטריון מינימום סביר. ערכה של ההתאוששות תלוי גם בחשיבות האקולוגית של המערכת המשוקמת ובקנה המידה של הפרויקט.

התאוששות מלאה – המצב שבו כל תכונות המערכת האקולוגית דומות במידה רבה לאלה של מערכת הייחוס (המודל). לפני השגת התאוששות מלאה המערכת האקולוגית תציג יכולות ארגון עצמי שיובילו למימוש מלא ולבשלות של תכונות המערכת האקולוגית. ברגע שיש למערכת יכולת ארגון עצמי, שלב השיקום יושלם, והניהול יעבור לשלב התחזוקה.

התחדשות בסיוע – גישה לשיקום המתמקדת בהתנעה אקטיבית של כל יכולת התחדשות טבעית של הביוטה שנותרה באתר או בסביבתו. היא שונה מהשבה של ביוטה לאתר או מעזיבת האתר כך שיתחדש ללא מעורבות אנושית. בעוד הגישה מיושמת, בדרך כלל, באתרים שרמת ההתדרדרות בהם נמוכה עד בינונית, נמצאו כמה דוגמאות לכך שגם אתרים שסובלים מהתדרדרות חריפה מסוגלים לעבור התחדשות בסיוע, בהיתן טיפול הולם ומסגרות זמן מספקות. ההתערבות כוללת סילוק של אורגניזמים מזיקים, הפעלה מחודשת של משטרי הפרעה אקולוגית וממשק המעודד גיוס והתבססות של מינים רצויים באתר השיקום שנועדו לקדם התיישבות.



עם מערכות שכונות. התמקדות בתכונות הללו תאפשר ליצור מערכת מורכבת, בעלת ארגון עצמי, חסינה ובת-קיימא.

מגוון ביולוגי – השונות בקרב כלל האורגניזמים החיים, הכוללת, בין השאר, מערכות אקולוגיות יבשתיות, ימיות ואחרות, ואת המכלולים האקולוגיים שהן חלק מהם; המושג מתייחס למגוון בתוך מינים, בין מינים ובין מערכות אקולוגיות.

מודל ייחוס – מודל המציין מה המצב הצפוי לאתר המצוי בשיקום, אלמלא היה מדורדר. המודל מתייחס לצמחייה, לבעלי החיים ולשאר אלמנטים ביוטיים ואביוטיים, לתפקודים, לתהליכים ולמצבי סוקצסיה. המצב שהמודל מציין אינו המצב ההיסטורי, אלא משקף את שינויי הרקע הסביבתי הנוכחי ואת השינויים הצפויים בתנאי הסביבה בעתיד.

מוכנות למשבר האקלים – המושג מתייחס לבחירת הפרטים המתאימים מבחינה גנטית לאישוש אוכלוסייה ולשיקום (זרעים למשל), באופן שישר את סבירות הישרדותו של המין עם שינוי האקלים הצפוי, בהתבסס על מדע האקלים ומדע הגנטיקה.

מחזוריות/מחזור (אקולוגי) – מעבר של משאבים בין חלקי המערכת האקולוגית. המשאבים הם מים, פחמן, חנקן ומרכיבים נוספים המהותיים לכל שאר תפקודי המערכת האקולוגית.

מטרה – התוצאות האקולוגיות והחברתיות הספציפיות המבוקשות בסופו של הפרויקט, כולל המערכת האקולוגית המקומית שיש לשקם.

מינים בלתי רצויים – בדרך כלל מינים לא מקומיים או מינים מקומיים מתפרצים או שתלניים, וכאלה שייפגעו בפעולות השיקום ובשלבים הסוקצסיוניים הרצויים.

מינים מקומיים – מינים הנחשבים כאלה שמקורם באזור נתון, או שהגיעו לאזור בלא שהועברו אליו לאחרונה (בצורה ישירה או עקיפה) על ידי בני אדם.

התחדשות טבעית – נביטה, לידה או תהליכים אחרים של גיוס ביוטה ובכלל זה צמחים, בעלי חיים ומיקרו-ביוטה, שאינם כרוכים בהתערבות אנושית, ונובעים מהתיישבות, מהפצה או מתהליכים באתר.

חוסן המערכת האקולוגית (Ecological Resilience) – היכולת של מערכת אקולוגית לספוג הפרעות ועקות, כדוגמת אירועי קיצון, פעילות אנושית ושינוי האקלים, ולחזור למצבה המקורי או למצב יציב אחר, תוך שמירה על תפקודה העיקרי. חוסן גבוה מאפשר למערכת להתמודד עם שינויים בלי לעבור שינוי קיצוני ובלתי הפיך.

טיפול בזיהומים ומפגעים (Remediation) – פעולות משקמות, כמו סילוק מזהמים, ניקוי רעלים או סילוק עודפי נוטריינטים מקרקע וממים, שמטרתן לסלק מקורות לדרדר המערכת האקולוגית.

ידע אקולוגי מסורתי (TEK) – מכלול הידע, המעשים והאמונות הקשורים ליחסים בין בני אדם לסביבה הטבעית. הידע נצבר במשך דורות רבים בקרב קבוצות תרבותיות שונות, בעיקר בקרב עמים ילידים, ומתבסס על תצפיות ישירות, ניסיון אישי והבנה עמוקה של המערכות האקולוגיות המקומיות.

ידע אקולוגי מקומי (LEK) – ידע, פרקטיקות ואמונות הנוגעים ליחסים אקולוגיים. הידע מושג דרך התבוננות אישית ומקיפה במערכות האקולוגיות המקומיות ואינטראקציות עימן, ומשותף ומועבר בין המשתמשים במשאבים המקומיים.

יצרנות – קצב יצירת הביומסה בעקבות גידול ורבייה של צמחים ובעלי חיים.

מאפיינים מרכזיים של מערכת אקולוגית – קטגוריות להערכת השיקום שגובשו כדי לסייע למי שעוסקים בשיקום מערכות אקולוגיות בהערכת מידת ההתאוששות של המאפיינים הביוטיים והאביוטיים והתפקודים של המערכת האקולוגית. במסמך זה הוגדרו שש קטגוריות כאלה: היעדר איומים, תנאים פיזיים, הרכב המינים, מגוון מבני, תפקודי המערכת האקולוגית וחילופי חומר ואנרגיה

ערבות עשב, חורש ים תיכוני וביצות מרעה). הרכבו, מבנהו ותפקודו תלויים בניהול המסורתי. למערכות אקולוגיות טבעיות למחצה מיוחס ערך רב בזכות המגוון הביולוגי ושירותי המערכת שהן מספקות, והן יכולות לשמש מערכות ייחוס לשיקום אקולוגי.

מערכת אקולוגית מקומית – מערכת אקולוגית המורכבת מאורגניזמים הידועים ככאלה שהתפתחו באזור או שהגיעו אליו מאזורים שכנים לאחר שינויים בתנאי הסביבה, ובכלל זה שינוי האקלים. בנסיבות מסוימות מערכות אקולוגיות תרבותיות-מסורתיות או מערכות אקולוגיות טבעיות למחצה נחשבות כמערכות אקולוגיות מקומיות. נוכחותם של מינים לא מקומיים או התרחבות נוכחותם של מיני מעצבות במערכות אקולוגיות מקומיות הן סימן לדרדרון המערכת האקולוגית.

מערכת אקולוגית תרבותית (Cultural Ecosystems) – מונח המקובל באיחוד האירופי. מערכות כאלה נוצרו בעיקר לצורך הפקת שירותי מערכת, אך לרוב ערכן הביולוגי נמוך יותר (כגון שדות מעובדים, אזורי כרייה ונופים עירוניים). מערכות אקולוגיות תרבותיות אינן הולמות כמערכות ייחוס לשיקום אקולוגי, אך הן יכולות לשמש נקודת בסיס לשיקום אקולוגי או לשיקום תפקודי.

מערכת אקולוגית תרבותית-מסורתית (Traditional Cultural Ecosystem) – מונח המקובל בעיקר בארה"ב ובאוסטרליה. מערכת אקולוגית שהתפתחה תחת ההשפעה המשותפת של תהליכים טבעיים ופעילות אנושית, באופן שההרכב, המבנה והתפקוד שלהן שימושי יותר לבני האדם ומיטיב איתם. מערכות אקולוגיות מסורתיות עם ערכיות גבוהה מבחינת תפקוד אקולוגי ותועלתני יכולות לתפקד כמודל ייחוס לשיקום אקולוגי, בעוד אחרות, שעברו תהליכי דרדרון, כגון דומיננטיות של מינים לא מקומיים, אינן יכולות לתפקד כמודל ייחוס לשיקום אקולוגי. ראו גם מערכת אקולוגית טבעית למחצה.

מערכת חמשת הכוכבים – כלי זה משמש לזיהוי רמת ההתאוששות ששואפים להשיג במסגרת תהליך שיקום או התאוששות, וכן לביצוע הערכה הדרגתית של ההתקדמות תוך מעקב אחר רמת ההתאוששות של

מינים רצויים – מינים מהמערכת האקולוגית המשמשת מערכת הייחוס (או לעיתים non-native nurse plants) שיאפשרו למערכת האקולוגית המקומית להתאושש. דוגמה למינים לא מקומיים שיכולים להיות רצויים היא מיני צומח שניתן להיעזר בהם למניעת סחיפת קרקע בשלבים ראשונים של השיקום, ושבהמשך יוחלפו במינים מקומיים באופן טבעי או בהתחדשות בסיוע.

מסלול (אקולוגי) – נתיב או מסלול של המבנה והתפקוד של המערכת האקולוגית לאורך זמן. המסלול עשוי להוביל לדרדרון, לקיפאון, להסתגלות לתנאי סביבה משתנים או לתגובה לשיקום אקולוגי – ובאופן אידיאלי יוביל להתאוששות של השלמות והחוסן שאבדו.

מעטפת אקלימית – הטווח האקלימי שבו אוכלוסיות של מין מסוים נפוצות. לנוכח שינוי האקלים סביר כי המיקומים הגיאוגרפיים של מעטפות אקלימיות כאלה עשויים להשתנות.

מערכת אקולוגית – מכלול של רכיבים ביוטיים ואביוטיים במקווי מים או על היבשה שהרכיבים בו מגיבים זה עם זה ויוצרים מארגי מזון מורכבים, מחזורי נוטריינטים וזרימת אנרגיה. במסמך נעשה שימוש במונח מערכת אקולוגית כדי לתאר מכלול אקולוגי בכל גודל או היקף.

מערכת אקולוגית המשמשת מערכת ייחוס – ייצוג של מערכת אקולוגית מקומית, שהוא היעד בשיקום אקולוגי (להבדיל מאתר ייחוס). על פי רוב, מערכת אקולוגית המשמשת מערכת ייחוס מייצגת גרסה לא מדורדרת של המערכת האקולוגית השלמה – מיני הצומח, החי, האלמנטים הביוטיים והאביוטיים, התפקודים, התהליכים ומצבי הסוקצסיה שעשויים היו להתקיים באתר המשווקם אלמלא עבר דרדרון – תוך התאמה להתמודדות עם התנאים החדשים שמתקיימים או שצפויים להתקיים.

מערכת אקולוגית טבעית למחצה (Semi-Natural Ecosystems) – בהקשר המשפטי באיחוד האירופי הכוונה למכלול אקולוגי בעל מגוון ביולוגי גבוה, שהתפתח בהשפעת פעילות אנושית מתמשכת, כגון חקלאות מסורתית, רעייה או כיסוח (למשל אחו אלפיני,



נזק (למערכת האקולוגית) – השפעה שלילית ברורה ואקוטית על המערכת האקולוגית.

ממשק (של מערכת אקולוגית) – קטגוריה כללית שכוללת תחזוקה ושימור של מערכות אקולוגיות, ולעיתים גם פעולות שיקום.

ניהול אדפטיבי – תהליך מתמשך לשיפור של מדיניות ממשק ופרקטיקות, באמצעות יישום ידע, שהושג דרך הערכת מדיניות ופרקטיקות קודמות, בתוכניות ובפרויקטים עתידיים. בתהליך זה חוזרים אל החלטות הממשק קודמות, משנים אותן ומשפרים אותן לאור מידע חדש.

ניהול מערכות אקולוגיות – גישת ניהול המסתמכת על תכלול בין ידע מדעי הנוגע למערכות יחסים אקולוגיות ובין מסגרת חשיבה סוציו-פוליטית וערכית מורכבת הנוגעת למטרה הכללית של הגנה על שלמות מערכות אקולוגיות מקומיות לאורך זמן.

ניטור השתתפותי – מערכת המערבת בעלי עניין ממגוון רמות בעיצוב הפרויקט, באיסוף מידע שנאסף מפעולות ניהול נתונה ובניתוחו. מהלך זה מוביל לתהליך קבלת החלטות שיתופי ומשופר.

ניצול יתר – כל צורה של קציר או ניצול של מערכת אקולוגית מעבר ליכולתה לחדש את המשאבים. דוגמאות לניצול יתר כוללות דיג יתר, כריתת יתר, רעיית יתר ושרפת יתר (נהוג באוסטרליה, למשל).

סוקצסיה (אקולוגית) – התהליך או הדפוס של החלפה או התפתחות של מערכת אקולוגית לאחר הפרעה או לאחר היווצרות מערכת אקולוגית חדשה.

סף (אקולוגי) – נקודה שבה שינוי קטן בתנאי הסביבה או בתנאים הביופיזיים גורם לשינוי במערכת אקולוגית ומביא אותה למצב אקולוגי אחר. ברגע שאחד או יותר מהסיפים האקולוגיים נחצו, מערכת אקולוגית אינה יכולה לחזור בקלות למצבה או למסלולה הקודם ללא התערבות אנושית משמעותית. אם הסף בלתי הפיך, המערכת לא תוכל לחזור למצבה כלל.

מערכת אקולוגית מקומית לאורך זמן, בהשוואה למודל הייחוס. הכלי מספק גם אמצעים לדווח על שינויים מרמת הבסיס ביחס למודל ייחוס. שימו לב: המערכת מתייחסת רק לתוצאות ההתאוששות, ולא לפעולות השיקום שבוצעו כדי להשיג אותה.

מערכת סוציו-אקולוגית – מסגרת תיאורית המאפשרת להבין את הקשרים המורכבים בין חברות אנושיות לסביבה הטבעית. היא מדגישה כי בני האדם אינם נפרדים מהטבע, אלא חלק בלתי נפרד ממנו, ושההשפעות הדדיות. לדוגמה, דיג יתר עלול להוביל לאובדן מקורות מחיה ופרקטיקות תרבותיות עבור קהילות התלויות בדיג, ושיטות השקיה מסוימות (למשל שימוש בקולחים כדי לחסוך במים) עלולות לגרום להמלחת קרקעות, לפגיעה בפוריותן ולירידה ביבולים.

מצאי בסיס – הערכה של הרכיבים הביזיוטיים והאביוטיים של אתר טרם תחילת השיקום האקולוגי, ובכלל זה תכונות הקשורות להרכב, למבנה ולתפקוד שלו. את רשימת המצאי מכינים בראשית שלב תכנון השיקום, לצד פיתוח מודל ייחוס, כדי לשמש את המתכננים בקביעת יעדי השיקום, בקביעת מטרות מדידות ובקביעת דרכי הטיפול.

מצב בסיס – מצב אתר השיקום רגע לפני תחילת פעולת השיקום האקולוגי.

מצע – הקרקע, החול, הסלע, הצדף, הסחופת או כל מדיום אחר שאורגניזמים גדלים עליו ושמערכות אקולוגיות מתפתחות בו.

משטר הפרעות – הדפוס, התדירות, העיתוי או ההתרחשות של אירועי הפרעה שאופייניים למערכת אקולוגית לאורך תקופה.

נופים רב-תפקודיים מקיימים – נופים המתוכננים ומנוהלים כך שישלבו את בין שימושי האדם (חקלאות, מגורים. תשתיות ועוד) לבין מערכות טבעיות, באופן המבטיח שמירה על תפקודים אקולוגיים חיוניים, אספקה של שירותי המערכת האקולוגית ושימור המגוון הביולוגי.

עוסק (Practitioner) – אדם המיישם מיומנויות פרקטיות וידע מעשי לתכנון, ליישום ולניטור של משימות שיקום אקולוגיות באתרי הפרויקט.

פוטנציאל התאוששות טבעי – היכולת של תכונות המערכות האקולוגיות לחזור לאתר באמצעות התחדשות טבעית. פוטנציאל ההתאוששות הטבעית במערכת אקולוגית מדורדרת יהיה תלוי בהיקף ההשפעה ובמשך שלה, ובשאלה אם ההשפעה דומה לתנאים שהמינים הסתגלו להם במערכת האקולוגית בטווחי זמן אבולוציוניים. הערכת פוטנציאל ההתאוששות הטבעית חשובה ליישום גישות של התחדשות טבעית או התחדשות בסיוע בשיקום אקולוגי.

פירוא (Rewilding) – ההשבה המתוכננת של מין צומח או בעל חיים, ובעיקר מין מפתח או טורף-על (כמו הזאב האפור או השונר) אל תוך בית גידול שהיה בו בעבר ונכחד ממנו (עקב ציד או הרס בית הגידול) במאמץ להגדיל את המגוון הביולוגי ולשקם את בריאות המערכת האקולוגית. יש לציין שהגדרה זו מקובלת רק בקרב חלק מהעוסקים בשמירת הטבע, וישנן הגדרות נוספות, שחופפות במידה שונה את הגדרות השיקום האקולוגי.

פעולות שיקום תומכות – הפעולות כוללות שיפור סביבתי, סילוק מקור הזיהום הסביבתי ושיקום תפקודי, ומטרתן צמצום הגורמים וההשפעות המתמשכות של ההתדרדרות, והעצמת פוטנציאל ההתאוששות של המערכת האקולוגית.

פעולות משקמות (Restorative Activities) – פעולות (כולל שיקום אקולוגי) שמצמצמות את ההתדרדרות או משפרות את התנאים לשיקום חלקי או מלא של מערכות אקולוגיות. לעיתים מתוארות פעולות אלה כ"משפחה" של פעולות שיקום הקשורות זו בזו.

פרויקט שיקום אקולוגי – כל מאמץ מאורגן להשיג התאוששות משמעותית של מערכת אקולוגית מקומית, משלב התכנון דרך היישום ועד הניטור. פרויקט עשוי להצריך הסכמים רבים או כמה סבבי מימון. פרויקט עשוי להיות גם אחד מתוך פרויקטים רבים בתוכנית שיקום אקולוגי ארוכת-טווח.

פתרונות מבוססי טבע – פעולות שתכליתן להתמודד עם אתגרים סביבתיים דרך העצמת שירותי המערכת האקולוגית המסופקים לרווחת החברה האנושית ולשגשוגה, כמו שינוי האקלים, הצפות, זיהום או אובדן של בתי גידול. הגישה נשענת על ההבנה כי תפקודן של מערכות אקולוגיות וקיומן של המגוון הביולוגי מספקים פתרון לבעיות רבות.

לכידת כחמן – אגירה ארוכת-טווח של כחמן דו-חמצני אטמוספרי (בדרך כלל בצבירת ביומסה באמצעות פוטוסינתזה, גדילת צמחייה ובניית חומר אורגני בקרקע). תהליך זה יכול להתרחש באופן טבעי או בעקבות פעולות להפחתת השפעות שינוי האקלים.

קיימות של מערכת אקולוגית – היכולת של מערכת אקולוגית לשמור על המבנה, התפקוד והתהליכים האקולוגיים שלה לאורך זמן, תוך שמירה על המגוון הביולוגי ועל יכולתה לספק שירותי מערכת אקולוגית לדור הנוכחי ולדורות הבאים.

רווחה – מצב דינמי של האדם, המשתנה בהתאם להקשר ולנסיבות החיים, וכולל בתוכו יסודות חומריים בסיסיים לקיום בכבוד, חופש בחירה, בריאות, קשרים חברתיים תומכים וביטחון.

רמות טרופיות – שלבים במארגי מזון (יצרנים, אוכלי צמחים, טורפים, מפרקים).

רצף משקם – קשת של פעולות שתומכות באופן ישיר או עקיף בשיקום של לפחות חלק מתכונות המערכות האקולוגיות שאבדו או ניזוקו. הרצף המשקם כולל ארבע קטגוריות עיקריות של פעולות משקמות, שכל אחת בתורה כוללת שש קטגוריות של פעולות, כפי שמוסבר בעיקרון 4.

שטח או אזור מוצא מקומי – אזור איסוף של יחידות ריבוי שבתוכו סביר להניח כי העברת יחידות הריבוי תשמר תכונות המותאמות למקום.

שיקום אקולוגי – התהליך של סיוע להתאוששות של מערכת אקולוגית שדורדרה, ניזוקה או נהרסה.



שלמות המערכת האקולוגית – היכולת של מערכת אקולוגית לתמוך לאורך זמן בתפקודים האקולוגיים ובמגוון הביולוגי המאפיינים אותה, ולשמר אותם. שלמות המערכת כוללת גם את מגוון בתי הגידול והמגוון הנופי המאפיין אותה.

תחזוקת המערכת האקולוגית – פעולות שוטפות, המבוצעות לאחר התאוששות מלאה או חלקית, שנועדו לעצור ולנטרל תהליכים של דרדרור אקולוגי ולשמר את תכונותיה של המערכת האקולוגית. תחזוקה שוטפת גבוהה יותר תידרש, ככל הנראה, באתרים משוקמים שרמות האיום בהם נמשכות בעוצמה גבוהה, בהשוואה לאתרים שבהם האיומים מצויים בשליטה.

תכונות המערכת האקולוגית – ראו: מאפיינים מרכזיים של מערכת אקולוגית.

תוכנית שיקום אקולוגי – שילוב פרויקטים שונים של שיקום לכדי תוכנית גדולה.

תכונות תפקודיות – המאפיינים המורפולוגיים, הביוכימיים, הפיזיולוגיים, המבניים, הפנולוגיים או ההתנהגותיים שמתבטאים בפנוטיפים של אורגניזמים יחידים, ונחשבים רלוונטיים לתגובתם של האורגניזמים לסביבה או להשפעתם על תכונות המערכת האקולוגית.

תפקודים (של מערכת אקולוגית) – פעילות של המערכת האקולוגית שנובעת מיחסי הגומלין בין הרכיבים הביזמיים והאביוטיים בה. התפקודים כוללים תהליכים במערכת האקולוגית, כדוגמת יצרנות ראשונית, פירוק, מחזור נוטריינטים, דיות ותכונות כמו תחרות וחוסן.

תשתית ירוקה – גישה תכנונית שמטרתה לשלב אלמנטים טבעיים – כמו צמחייה, קרקע, מים וגופי מים – בסביבה הבנויה או בפרויקט הפיתוח כדי לספק מגוון שירותי מערכת אקולוגית.

שיקום מחייב (מנדטורי) – שיקום שנדרש (מחויב) על ידי הממשלה, בית המשפט או רשות סטטוטורית אחרת. חובת השיקום יכולה להיות מוטלת על גורם מסוים, כמו חברה שגרמה לנזק, או על המדינה כולה, במקרים של נזקים נרחבים.

שיקום נוף יער (FLR) – תהליך המבקש להשיב תפקודים אקולוגיים ולשפר את הרווחה האנושית באזורים שעברו בירוא יערות או דרדרור. התהליך יכול לשלב אחת מפעולות השיקום התומכות או מספר פעולות, לצד שיקום אקולוגי. חשוב שבתהליכי שיקום נוף יער לא ייווצר נזק נלווה למגוון הביולוגי.

שיקום נופי – תהליך מתוכנן המבקש לאושש את השלמות האקולוגית ברמת הנוף ואת היכולת של הנוף לספק לטווח ארוך שירותי מערכת מבוססי נוף, החיוניים לשיפור הרווחה האנושית.

שיקום תפקודי (Rehabilitation) – פעולות ניהול שמטרתן להשיב לאתרים מדורדרים רמה מספקת של תפקוד המערכות האקולוגיות. המטרה המרכזית היא חידוש ואספקה מתמשכת של שירותי מערכת, ולא החזרת המגוון הביולוגי או השלמות שקיימים במערכת אקולוגית המשמשת מערכת ייחוס.

שירותי המערכת האקולוגית – התרומות הישירות והעקיפות של מערכת אקולוגית לרווחה האנושית. התרומות כוללות ייצור של קרקע, מים ואוויר נקיים, מיתון שינוי האקלים ומחלות, מחזור נוטריינטים, האבקה, אספקת מגוון רחב של טובין השימושיים לבני האדם, והפוטנציאל לחוויות אסתטיות, לפנאי ונופש ולערכים אנושיים נוספים. בדרך כלל, התרומות מכונות שירותי תמיכה, ויסות, אספקה ותרבות. מטרות של תהליכי שיקום יכולות להתייחס במפורש להחזרתם של שירותי מערכת אקולוגית.

שכבה, שכבות – שכבה או שכבות של צמחייה במערכת אקולוגית; לא פעם המושג מתייחס לשיכוב אנכי, כמו עצים, שיחים וצמחייה עשבונית.

רשימת מקורות

- Akhtar-Schuster M, Stringer LC, Erlewein A, Metternicht G, Minelli S, Safriel U, & Sommer S (2017) Unpacking the concept of land degradation neutrality and addressing its operation through the Rio Conventions. *Journal of Environmental Management*, 195(1): 4–15
- Avisar A, Aronson J, & Dayan T (2025) Afforestation with river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) drives biotic homogenization in coastal sand dunes. *Trees, Forests and People*, 100979
- Beatty CR, Vidal A, Devesa T, & Kuzee ME (2018) Accelerating biodiversity commitments through forest landscape restoration: Evidence from assessments in 26 countries using the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM) (Working Paper). Convention on Biological Diversity Information Document CBD/ COP/14/INF/18. IUCN, Gland, Switzerland
- Besseau P, Graham S, & Christophersen T (2018) Restoring forests and landscapes: The key to a sustainable future. Global Partnership on Forest and Landscape Restoration, IUFRO and UN Environment
- Bradshaw AD (1983) The reconstruction of ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 20: 1–17
- Cairns J, Hoffman WE, & Mills EL (1977) Recovery of damaged ecosystems. *Environmental Health Perspectives*, 22: 267–275
- Castillo-Escrivà A, Calvo JF, & Ibáñez J (2019) Is active restoration relevant in Mediterranean ecosystems degraded by quarrying? A meta-analysis. *Ecological Engineering*, 132: 152–160
- Chase JM (2003) Community assembly: When should history matter? *Oecologia*, 136(4): 489–498
- Chasek P, Akhtar-Schuster M, Orr BJ, Luise A, Rakoto Ratsimba H, & Safriel U (2019) Land degradation neutrality: The science-policy interface from the UNCCD to national implementation. *Environmental Science & Policy*, 92: 182–190
- Chazdon RL (2014) Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation. University of Chicago Press
- Clewell AF & Aronson J (2013) Ecological restoration: Principles, values, and structure of an emerging profession (2nd ed.). Island Press
- Corbin JD & Holl KD (2012) Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, 265: 37–46
- Corbin JD, Holl KD, Hughes RF, & Erwin M (2016) Evaluating the effectiveness of outplanting techniques to restore coastal sand dunes in Hawaii. *Applied Vegetation Science*, 19(4): 630–639
- Echeverria C, Newton AC, Lara A, Benayas JMR, & Coomes DA (2006) Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. *Global Ecology and Biogeography*, 16(4): 426–439



Elgar AT, Wilkerson ML, & Granger J (2014) Restoration of habitat complexity increases recruitment of juvenile fishes and mobile invertebrates on oyster reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 507: 171–185

Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C, Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Decler K, & Dixon KW (2019) Special Issue: International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration (2nd ed.). *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46. Society for Ecological Restoration, Washington D.C.

Hobbs RJ & Norton DA (2004) Ecological filters, thresholds, and gradients in resistance to ecosystem reassembly. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(12): 609–614

Holl KD, Reid JL, Cole RJ, Oviedo-Brenes F, Rosales JA, & Zahawi RA (2017) Applied nucleation facilitates tropical forest recovery: Lessons learned from a 15-year study. *Ecological Applications*, 27(7): 2025–2035

Holl KD, Zahawi RA, Cole RJ, Ostertag R, & Cordell S (2018) Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. *Restoration Ecology*, 26(4): 758–764

Holling CS (1973) Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1): 1–23

IUCN & WRI (2014) A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. Working Paper

Jordan F & Arrington DA (2014) Piscivore responses to enhancement of the channelized Kissimmee River, Florida, U.S.A. *Restoration Ecology*, 22(3): 418–425

Kareiva P, Marvier M, & McClure M (2000) Recovery and management options for spring/summer Chinook salmon in the Columbia River Basin. *Science*, 290(5493): 977–979

Mansourian S (2018) In the eye of the beholder: Reconciling interpretations of forest landscape restoration. *Land Degradation & Development*, 29: 2888–2898

Matthews JA (1999) The ecology of recently-deglaciated terrain: A geocological approach to glacier forelands and primary succession. Cambridge University Press

Martínez-Ramos M, Montoya D, & Anten NPR (2016) Functional traits and demography: The role of seed size in a tropical tree community. *Ecology Letters*, 19(9): 1068–1077

McDonald T (2000) Planning forest restoration. *Ecological Management & Restoration*, 1(3): 229–239

- Mitchell RJ, Hughes AR, & Golladay SW (2008) Small-scale patterns of species richness and evenness across a forested landscape: Implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management*, 255(7): 2225–2234
- Orr BJ, Cowie AL, Castillo Sanchez VM, Chasek P, Crossman ND, Erlewein A, Louwagie G, Maron M, Metternicht G, Minelli S, Tengberg A, Walter S, & Welton S (2017) Scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany
- Perry DA (1994) *Forest ecosystems*. Johns Hopkins University Press
- Polak T, Gutterman Y, Hoffman I, & Saltz D (2014) Redundancy in seed dispersal by three sympatric ungulates: A reintroduction perspective. *Animal Conservation*, 17(6): 565–572
- Powers JS, Corre MD, Twine TE, & Veldkamp E (2009) Biological and climate controls on forest floor carbon dynamics in tropical seasonal forest. *Ecological Applications*, 19(2): 363–378
- Prach K & Hobbs RJ (2008) Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology*, 16(3): 363–366
- Rey Benayas JM, Bullock JM, & Newton AC (2008) Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6): 329–336
- Rokich DP (2016) Re-establishment of native plant communities in the Perth metropolitan region: What have we learned and where to from here? *Ecological Management & Restoration*, 17(1): 19–27
- Saunders DA & Norton DA (2001) Ecological restoration at regional and continental scales: Lessons from the greening of the West. *Ecological Management & Restoration*, 2(1): 3–9
- Seddon PJ, Armstrong DP, & Maloney RF (2004) Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology*, 18(5): 1241–1247
- SER – Society for Ecological Restoration (2022) [Code of Ethics](#)
- SER – Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group (2004) The SER International Primer on Ecological Restoration. <https://www.ser-rrc.org/resource/the-ser-international-primer-on/>. Principal authors: Clewell A, Aronson J, & Winterhalder K
- Suding KN & Gross KL (2006) The dynamic nature of ecological systems: Multiple states and restoration trajectories. *Ecological Applications*, 16(1): 352–362
- Swetnam TW, Allen CD, & Betancourt JL (1999) Applied historical ecology: Using the past to manage for the future. *Ecological Applications*, 9(4): 1189–1206



Temperton VM, Hobbs RJ, Nuttle T, & Halle S (Eds) (2004) Assembly rules and restoration ecology: Bridging the gap between theory and practice. Island Press

Vander Z, Casselman JM, & Rasmussen JB (2006) Stable isotope evidence for the food web consequences of species invasions in lakes. *Ecology*, 80(2): 406–420

Walker LR (2011) Integration of the study of natural and anthropogenic disturbances using ecological succession theory. *Restoration Ecology*, 19(4): 411–416

Westman WE (1978) Measuring the inertia and resilience of ecosystems. *BioScience*, 28(11): 705–710

Wiggins GM, Ripple WJ, & Meslow EC (2006) A landscape-level analysis of cougar habitat selection in the central Cascades, Oregon, USA. *Forest Ecology and Management*, 231(1–3): 142–154

Zedler JB & Stevens ML (2018) Integrating science and practice for restoring tidal marsh ecosystems. *Ocean & Coastal Management*, 154: 1–7



קרן קימת לישראל
KKL - JNF

מזיאון
הטבע
רשטיינהרדט



אוניברסיטת תל אביב
TEL AVIV UNIVERSITY

מרכז הידע לשיקום
אקולוגי ופתרונות
מבוססי טבע