# שילוב שיקולי המגוון הביולוגי בתהליכי קבלת החלטות במגזר הציבורי

חוברת רקע ומידע

© כל הזכויות שמורות לחברה להגנת הטבע, פברואר 2012

מודפס על נייר אקולוגי ממוחזר

# שילוב שיקולי המגוון הביולוגי בתהליכי קבלת החלטות במגזר הציבורי

## חוברת רקע ומידע

**החוברת מיועדת למקבלי החלטות במגזר הציבורי, ומוצעת ככלי חיוני לניהול נכון של המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית בנושאים שבתחום אחריותם והשפעתם.**


**כתיבה:** אלון רוטשילד

**איסוף מידע וכתיבת חומרי רקע:**
אלון רוטשילד, נירית לביא אלון, ד"ר אמיר פרלברג, רועי פדרמן

**מיקוד מסרים:** תמר צור

**עריכה לשונית:** עדנה חכם-בסקין

**עיצוב:** rotem design

**איור עטיפה:** דקלה קרישפין

**ציטוט מוצע:**
רוטשילד א. 2012. שילוב שיקולי המגוון הביולוגי בתהליכי קבלת החלטות במגזר הציבורי. החברה להגנת הטבע.


**החברה להגנת הטבע**
מלכ"ר, הארגון הסביבתי הגדול והוותיק בישראל, עמית בישראל של הארגונים הבין-לאומיים IUCN ו-Birdlife International.
החברה להגנת הטבע פועלת בכלים חינוכיים, תכנוניים, ציבוריים, מחקריים ומשפטיים לשמירה על המערכות האקולוגיות של ישראל ועל נגישותן לציבור.


**תודות:**
לפרופ' אוריאל ספריאל, שעבר על גרסה מוקדמת של כתב יד זה והעיר הערות מועילות.
לד"ר גילי קוניאק, לד"ר שחר דולב, לניר פפאי, לרותי שוורץ, לד"ר עודד כהן ולאיתמר בן דוד שסייעו בהערות ואיסוף מידע.
לד"ר סיניה נתניהו על הערות מועילות בנושא כשל השוק.
לפרופ' תמר דיין על הערות מועילות בתהליך המחקר.
לרן גולדבלט, שעיצב גרסה מוקדמת של כתב היד.

## למי אכפת מהמגוון הביולוגי?

› תקציר מנהלים

קיומנו תלוי בשירותים שאנו מקבלים מהמערכות האקולוגיות. החמצן שאנו נושמים, המזון שאנו אוכלים, המים שאנו שותים, הפניצלין שאנו נוטלים כשאנו חולים – מקורם בטבע. המערכות הטבעיות מספקות לאדם שירותים רבי ערך – "שירותי המערכת האקולוגית" – החיוניים לקיום האדם, לבריאותו ולרווחתו היום ובדורות הבאים. השירותים חיוניים לתחומים כמו מזון, תרופות, משאבים גנטיים להשבחת גידולים, שירותי בקרה על התפרצות מזיקים ומחלות, ויסות כמות גזי החממה באטמוספרה, צמצום סחף הקרקע, טיפול ביולוגי טבעי באיכות המים והקרקע ועוד.

השירותים מוענקים לנו חינם על ידי המערכות האקולוגיות, לכן אנחנו רואים אותם כדבר מובן מאליו ושמים לב לתלות שלנו בהם רק כשהשירות נפגע או נעלם.

**האתגר:**

<u>לעתים קרובות נאמר על מינים של בעלי חיים וצמחים שהם "מינים בסכנת הכחדה"</u>. מה פירוש הדבר ומדוע זה צריך להטריד אותנו? מדוע צריך שיהיו הרבה מינים? המגוון נותן למערכת האקולוגית גמישות ועמידות (resilience). כלומר מגוון של מינים ביולוגיים, מגוון של מערכות אקולוגיות ומגוון גנטי נחוצים על מנת להבטיח את אספקת השירותים האקולוגיים בתנאים שונים, ובהם שינויים לא צפויים כמו אירועי קיצון (כמו שריפות, בצורת, שיטפונות ועוד), שינויי אקלים גלובליים וכו'. פגיעה באחד הגורמים המרכיבים את המערכת עלולה לגרום להפרה של האיזון האקולוגי ולפגיעה באספקה של אחד משירותי המערכת האקולוגית החיוניים לקיומנו.

לפיכך יש קשר הדוק בין השאיפה להשיג את המטרות של רווחה ובריאות לאדם, שלשמן נעשה פיתוח, ובין הצורך בשמירת המגוון הביולוגי.

אולם, בימינו מצבו של המגוון הביולוגי מידרדר – ויש סיבה לדאגה גוברת באשר ליכולתן של המערכות הטבעיות להמשיך לספק את השירותים שמהווים בסיס לקיום האדם: מוערך כי 60% משירותי המערכת האקולוגית נשחקו בחמישים השנים האחרונות. קצב הכחדת המינים כתוצאה מפעילות האדם גבוה פי 100 עד פי 1,000 מהקצב הטבעי. מין ביולוגי שנכחד הוא כמו ספרייה של ידע האובדת, ובתוכה אולי התרופה למחלת האיידס או המפתח ליבולים מניבים יותר של גידול חקלאי.

הגורמים להידרדרות באספקת שירותי המערכת האקולוגית הם גורמים המשפיעים באופן ישיר על המגוון הביולוגי ונובעים מפעילות אנושית: שינוי בשימושי הקרקע, מינים פולשים, שינויי אקלים, ניצול יתר וזיהום.

הגורמים הישירים מואצים בעקבות תהליכי מַקרו עקיפים המתרחשים בחברה האנושית, ובהם גידול אוכלוסייה מואץ, עלייה ברמת החיים ובפעילות הכלכלית, ועלייה בתרבות הצריכה. כל אלה מביאים להגברת הניצול של שירותי המערכת האקולוגית.

אם שירותי המערכת האקולוגית חיוניים לקיום האדם, ואספקתם תלויה במגוון הביולוגי – מדוע אנו לא שומרים עליו?

השיטה הכלכלית הנהוגה כיום אינה מכירה בערכו של המגוון הביולוגי. למרבית שירותי המערכת האקולוגית אין שוק שבו הם נסחרים (כפי שניתן לגלות מכך שלא קיימת "בורסה למאביקים"), או

שמחירם בשוק אינו מגלם כראוי את העלות האמיתית שלהם. יתרה מזו, המערכות האקולוגיות מושפעות מפעילות כלכלית של האדם, כמו גידולים חקלאיים או הקמת קניון. מחירן של פעולות פיתוח אלה אינו מביא בחשבון את השפעתם השלילית על המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית, המכונה "עלות חיצונית".

פערים אלה מתבטאים במצב של "כשל שוק" – חלוקת משאבי המגוון הביולוגי אינה מיטבית, כלומר יש מחסור במשאבים לחלקים מהחברה האנושית בימינו, ועוד יותר מכך עלול להיווצר מחסור בהם לדורות הבאים. בעלות החיצונית של מוצרים או שירותים נושאת כלל החברה, ובמיוחד מעוטי היכולת והדורות הבאים.

מנהלים בשירות הציבורי, במסגרת עבודתם לניהול מוצרים ציבוריים שונים (קרקע, מים, מזון, ביטחון, חינוך, משפט וכו'), משפיעים גם על המגוון הביולוגי, ומכאן השפעתם הרבה על קיומה ורווחתה של החברה בישראל.

שטח מדינת ישראל כלול במפת האזורים החשובים ביותר לשמירת המגוון הביולוגי העולמי – הכוללת 1.4% בלבד מהשטח היבשתי הגלובלי! הייחוד של ישראל מגביר את מחויבותנו כחברה לשמירה על הטבע שבארצנו.

**הפתרון:**

הפתרון לכשל השוק הוא ניהול המגוון הביולוגי (המצוי בתחום השפעתו של מנהל בשירות הציבורי) כ"מוצר ציבורי": הכנסת המגוון הביולוגי ל"מיינסטרים", והפנמת שיקולי שמירת המגוון הביולוגי ושירותיו בתהליכי קבלת החלטות, כערך חברתי, סביבתי ותרבותי.

לכך מוצעים בחוברת שלושה כלים מרכזיים:

- מיסוד מנגנון "הערכת השפעה על המגוון הביולוגי ועל שירותי המערכת האקולוגית" בהחלטות מדיניות, בהצעות חקיקה ובפרויקטים ספציפיים, לפי מתווה 6 השלבים (פרק 11).
- ליווי תהליכי תכנון ותפעול פרויקטים על ידי אקולוג מומחה, לפי מתווה 7 הנקודות (פרק 12).
- פיתוח ואימוץ של כלים כלכליים המעודדים את שימור המגוון הביולוגי (פרק 13).

כלים כאלה כבר ישנם בשימוש נרחב בעולם. מישראל, כשחקן בשוק הגלובלי, ובמיוחד מאז ההצטרפות לארגון ה–OECD, יש ציפייה להדביק במהרה את הפערים.

חוברת זו מציגה למנהל בשירות הציבורי רקע להבנת האתגר בניהול המגוון הביולוגי, ותשתית ידע לשאילת השאלות הנכונות על מנת לשמר את המגוון הביולוגי בתחום אחריותו והשפעתו.

למידע נוסף בנושא ניתן לעיין באתר
www.teva.org.il/migvan

**האתגר – הבטחת הקיום האנושי על ידי שמירה על שירותי המערכת האקולוגית ועל המגוון הביולוגי**

1 מרומנטיקה לכלכלה 09-013

2 החלות שלנו במערכות האקולוגיות – שירותי המערכת האקולוגית וחשיבותם לאדם 014-018

3 המגוון הביולוגי מאפשר יציבות וביטחון באספקת שירותי המערכת האקולוגית 019-024

4 משבר המגוון הביולוגי – הידרדרות באספקה של שירותי המערכת האקולוגית היא סכנה לאדם 027-025

5 מה הם הגורמים הישירים המשפיעים על מערכות אקולוגיות ומשנים את השירותים שהן מספקות? 028-031

6 הגורמים העקיפים המשפיעים על המגוון הביולוגי ומשנים את שירותי המערכת האקולוגית 032

7 קושרים את הקצוות – למה חשוב לשלב שיקולי מגוון ביולוגי בקבלת החלטות? 033-030

8 כשל השוק של המגוון הביולוגי – מדוע אנחנו לא שומרים על שירותי המערכת האקולוגית? 037-044

**הפתרון – ארגז כלים לעיצוב מדיניות המשלבת את שיקולי שמירת המגוון הביולוגי במגזר הציבורי**

9 הפתרון: מכניסים את המגוון הביולוגי ל"מיינסטרים" 045-047

10 כיצד מטמיעים בעולם את שיקולי שמירת המגוון הביולוגי בקבלת החלטות? ואיך זה נוגע לישראל? 048-051

11 מתווה מוצע לתהליך הערכת ההשפעה של פרויקט על המגוון הביולוגי – כלי להטמעת שיקולי המגוון הביולוגי במדיניות. 052-057

12 7 נקודות מוצעות להטמעת שיקולים אקולוגיים בתכנון וביצוע של פרויקט 058-061

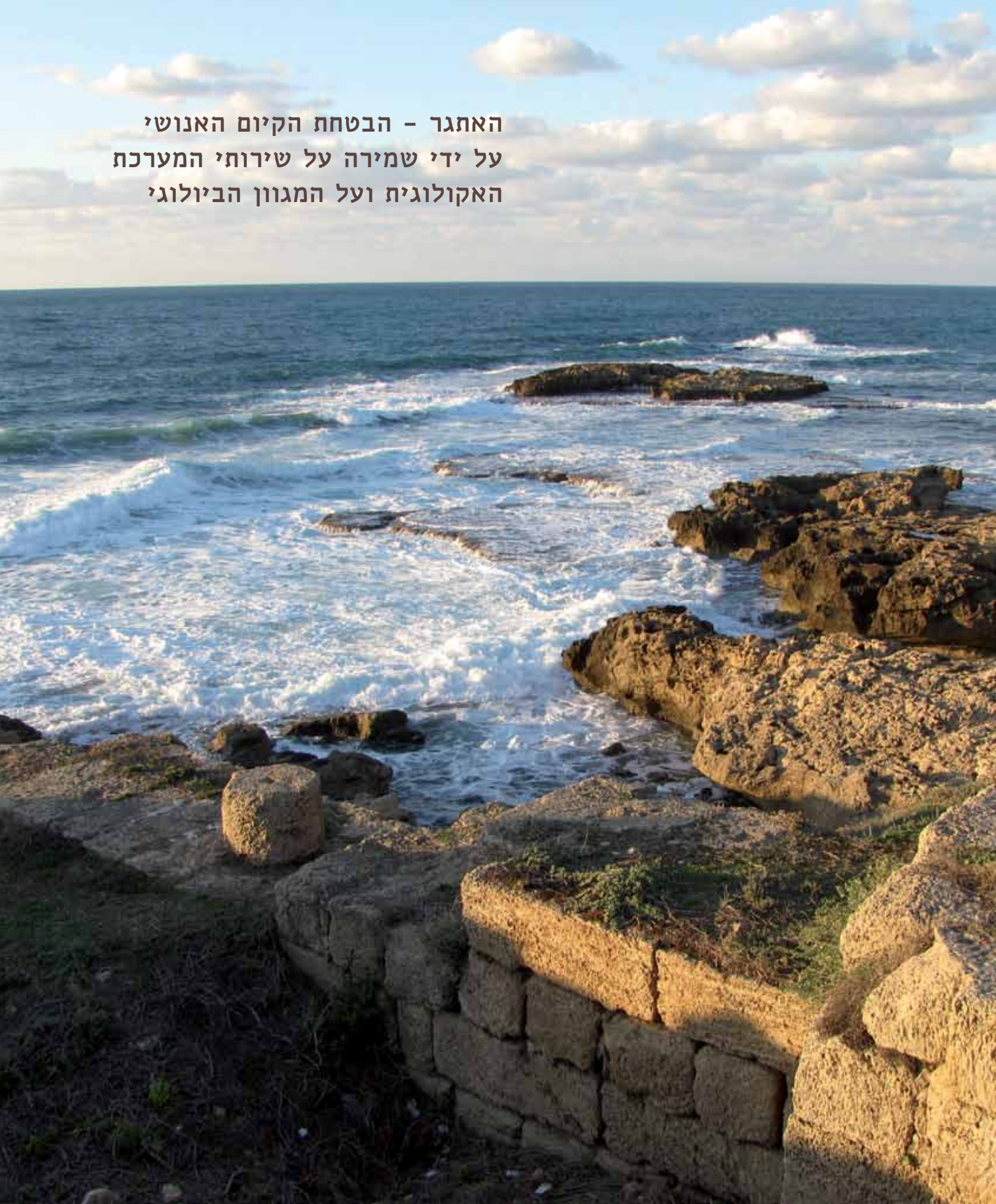
13 כלים כלכליים לשמירת המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית 062-065

**מילות סיכום** 066

**נספחים**


| | | |
|---|---|---|
| 1 | רשימת שירותי המערכת האקולוגית | 068 |
| 2 | שירותי המערכת האקולוגית הנפוצים, והגורמים המשפיעים עליהם, על פי סוג המערכת האקולוגית | 069 |
| 3 | ניתוח מקרה במתווה המוצע לשילוב מגוון ביולוגי בקבלת החלטות - כלובי הדגים במפרץ אילת | 070-073 |
| 4 | "שיבושים שאינם מטופלים כראוי ובזמן יוצאים משליטה" | 074-075 |
| 5 | מילון מונחים | 076-077 |
| | **מקורות** | 077-079 |

האתגר – הבטחת הקיום האנושי
על ידי שמירה על שירותי המערכת
האקולוגית ועל המגוון הביולוגי



## פתח דבר: מרומנטיקה לכלכלה

"אם היום הוא יום טיפוסי על פני כדור הארץ, נאבד 300 קמ"ר יער גשם, 186 קמ"ר שטח פורה יהפוך מדבר, יאבדו 40-250 מינים.

האוכלוסייה האנושית תוסיף 250 אלף נפש, ו-15 מיליון טון $CO_2$ לאטמוספרה.

הלילה כדור הארץ יהיה מעט יותר חם מבעבר, המים שלו חומציים יותר ומרקם החיים בו פגיע יותר"

**/ David Orr, 1994** [5]

קצב ההכחדה של מינים ביולוגיים מוערך היום בכ-100 מינים ליום.
השאלה היא מדוע דבר זה צריך להטריד אותנו?
כמה מאיתנו יודעים או זוכרים שהחמצן שאנו נושמים מקורו בצמחים, ולמעשה האוויר שלנו לא הכיל חמצן עד לפני 2.5 מיליארד שנים?
האם אנו מוקירים תודה ליצור שאינו יפה תואר במיוחד - עובש הלחם - שהביא לנו את הפניצילין - הממגר מגופנו מחלות שחיידקים מחוללים?
כמה אנו משלמים לדבורת הבר המאביקה את פרחי העגבנייה וגורמת להם להבשיל לפרי, וכמה לעטלף הטורף את העשים המכרסמים את עלי העגבנייה? בפעילותם, שלכאורה מובנת מאליה, בעלי חיים אלה מאפשרים לנו מזון בריא יותר וזול יותר על המדף במכולת.
הדיון הציבורי והמקצועי על ניהול הסביבה עובר בשנים האחרונות מהפך מחויב המציאות. הטיעון השגור בדרך כלל בפי ה"סביבתנים", בניסיונם לשכנע את מקבלי ההחלטות לשנות תהליכי פיתוח, היה הדאגה לטבע. לעתים - נעשה שימוש ברכיבים מסוימים, שיווקיים יותר של הטבע, כמו אירוס, נמר, דוב פנדה ונשר ("מיני דגל").
כיום, אף ששמירת הטבע ה"קלסית" עדיין משמשת לשכנוע, מתחדדת ההכרה בקרב אנשי הסביבה שקיימת אחדות אינטרסים בין אנשי ה"שימור" לאנשי ה"פיתוח", וליתר דיוק, לא קיימת בינהם מחיצה אמיתית. קיימת הבנה שאין בררה - יש להגן על הטבע כמערכת אקולוגית מתפקדת על מנת להגן על עצמנו, על כל בני האדם. אורח החיים שמנהלת האנושות, המונה היום 7 מיליארד בני אדם, הביא את כדור הארץ למצב שבו יש חשש להמשך יכולתו לשאת את האדם על פניו. הדוגמה המפורסמת ביותר מהעת האחרונה היא שינוי האקלים הגלובלי: מצב שבו הטמפרטורה של כדור הארץ - גורם שלכאורה הוא "חוק טבע" - הולך ומשתנה בעקבות פעילות האדם. שינויי אקלים אלה מביאים להשפעות מרחיקות לכת על חיינו, ובהן סופות קיצוניות, שיטפונות והצפת שטחים נרחבים, בצורות שרפות ענק והתפרצות מגפות.
מושג מרכזי שהתפתח מחקר שמירת הטבע הוא תפיסת ה"קיימות", שפירושה פיתוח שמביא בחשבון את צורכי הדורות הבאים ומנסה להימנע מפגיעה בהם. בתפיסה זו הוטמעה הבנת אנשי הפיתוח שמשאבי כדור הארץ מצומצמים, ויש לצרוך אותם באופן מידתי ומתחדש, והיא מבוטאת במשפט "לא קיבלנו את הארץ בירושה מהורינו, אלא בהשאלה מנכדינו".
חוברת זו עוסקת בתפיסה המאגדת את כל התחומים - תפיסת המגוון הביולוגי, המחברת את שמירת הטבע ואת הפיתוח הבר-קיימא. תפיסה זו מכירה בתועלת המגוונת והחיונית שהטבע מעניק לאדם. זו גישה שמניחה בצד את הרומנטיקה של שמירת הטבע, ומכירה בשמירת הטבע כאינטרס כלכלי וקיומי של כלל החברה האנושית. נדגים את הדבר בעניין שינויי האקלים - הפיכת שטחים טבעיים לשטחים מפותחים גורמת לשחרור כמויות גדולות של גזי חממה לאטמוספרה (20% מפליטות הפחמן הדו-חמצני נובעות משינוי מערכות טבעיות לחקלאיות או עירוניות), ובה-בעת המערכות הטבעיות מתפקדות כ"מחסנים" לעודפים של גזי חממה מהאטמוספרה (כמות הפחמן המסולקת מהאטמוספרה לצורה בלתי מזיקה בתוך המערכות האקולוגיות הטבעיות היא שוות ערך ל-70% מכמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספרה) [39].
כלומר - הקשר בין הפיתוח, רווחת האדם, והמגוון הביולוגי, כמודגם במקרה שינויי האקלים, הוא קשר הדוק, לטוב ולרע.
כך גם בתחומי החקלאות, הבריאות, המים והכלכלה.
חוברת זו מציגה את התרומה החיונית של שמירת המגוון הביולוגי לקיום האדם ולרווחתו, ונותנת כלים בידי קובעי מדיניות באשר לדרך ההטמעה של שיקול זה בתהליכי קבלת ההחלטות.
בידינו הדבר, כפי שכבר נכתב לפני עשור:

"בפתיחת המאה החדשה ביכולתנו לשנות את המערכות תומכות החיים של כוכבנו לטוב ולרע. כדי לשנותם לטובה עלינו להכיר בכך שרווחתם של בני אדם ומערכות אקולוגיות כרוכים יחדיו במארג מורכב וכי מארג זה נפגם. עלינו לפעול לתיקונו ובידינו הכלים לעשות זאת.
האם יש זמן עדיף לנקיטת פעולה זו מאשר עתה?"

**/ קריאה לפעולה - אפריל 2000 ,UNDP, UNEP, הבנק העולמי, WRI**



צילום: עמית מנדלסון www.inature.info

**מערכות אקולוגיות מספקות לנו הרבה יותר מהנאה אסתטית – הן מעניקות לנו את תנאי הקיום הבסיסיים בכדור הארץ.** צילום: קובי בנטוליה

*i*

"מערכות מסובכות כמעט תמיד נכשלות בדרכים מסובכות"

דליפת הנפט במפרץ מקסיקו – אסון אקולוגי, כלכלי וחברתי [35]

כאומה הצורכת 18 מיליון חביות נפט ביום, ארצות הברית פועלת רבות להשגת עצמאות אנרגטית. על רקע שאיפה זו, חוותה ארצות הברית את האסון הסביבתי החמור בתולדותיה באפריל 2010.
התקלה התרחשה בשעות הערב, במהלך קידוח ניסיון להפקת נפט של חברת BP, בתחום המים הכלכליים של ארצות הברית – כ–60 קילומטר מחופי לואיזיאנה, בעומק 1,500 מטר מתחת לפני הים, ועוד כ–4 קילומטר מתחת לקרקעית האוקיינוס. גז מתאן פרץ מהקידוח והתלקח על האסדה, וגרם להרג של 11 עובדים ולפציעה של אחרים. קילוח הנפט החל לפרוץ מפי הבאר, בעומק הים, בקצב ממוצע של 53 אלף חביות ביום – למשך שלושה חודשים תמימים.
במהלך תקופה זו נעשו ניסיונות רבים וסבוכים לסגירת הקילוח ובמקביל לצמצום נזקי כתם הנפט. נפרשו 91 קילומטר של רשתות לעצירת הנפט מול חופים, אתרי חקלאות ימית ושמורות טבע. בימי השיא של הטיפול השתתפו בפעולות למעלה מ–45 אלף בני אדם, ואלפי כלי שיט וטיס.
תוצאות האסון היו אדירות, לאדם ולטבע: כמעט 5 מיליון חביות נפט דלפו לים הפתוח:

- **בריאות:** כ–800 קילומטר של חוף זוהמו. אלפי אנשים נחשפו לחומרים רעילים ומסרטנים.

ניסיונות לכיבוי אסדת הקידוח Horizon. האסדה שקעה לאחר 36 שעות של בעירה [35]

- **דגה:** שטח השווה לחמש פעמים שטח מדינת ישראל נסגר לדיג למשך חודשים ארוכים. כחמישית מהאוכלוסייה הצעירה של הדג המסחרי טונה כחולת-סנפיר הושמדה. חוות גידול לפירות ים נפגעו ישירות, אך בעיקר ספגו פגיעה תדמיתית בגלל חשש הצרכנים לרכוש תוצרת מאזור המפרץ.
- **תיירות:** התיירות באזור, התומכת ב-400 אלף משרות, ספגה נזק ישיר ותדמיתי המוערך במיליארדי דולרים. במיוחד נפגעה התיירות האקולוגית, על רקע תמותה של מאות צבי-ים ודולפינים, ואלפי עופות מים.
- **חברה:** חמש שנים לאחר הוריקן קתרינה, שהיכה קשות באזור, מצאו את עצמם תושבי המפרץ מתמודדים שוב עם פגיעה במקור פרנסתם (תיירות ודיג), ועם דימוי ירוד כאזור מוכה אסון. קשיים אלה קיבלו ביטוי ברור בעלייה בהיקף הפניות לסיוע נפשי מרשויות הבריאות.
- **עסקים:** חברת BP ספגה נזקים ישירים ועקיפים בעקבות האסון. שווי המניה של החברה צלל בעשרות אחוזים בתקופת המשבר, ובנוסף תחנות הדלק שלה דיווחו על ירידה ניכרת בכניסת לקוחות. החברה הוציאה כ-3 מיליארד דולר הוצאות ישירות על טיפול וניקוי, והקימה קרן לפיצויים בסך 20 מיליארד דולר.

**אסון דליפת הנפט במפרץ מקסיקו גרם לנזק סביבתי וכלכלי אדיר לתושבי מדינות המפרץ, אך גם למכה תדמיתית וכלכלית לחברת BP. החברה הוציאה 3 מיליארד דולר על הוצאות ניקוי וטיפול ישירות באסון, הקימה קרן פיצויים בסך 20 מיליארד דולר, וספגה צניחה בשווי המניה שלה בשיעור של כ-35% בתקופת המשבר.**

צב-ים שמת ונסחף לחוף לואיזיאנה [35]

ממשל אובמה הגיב, תוך כדי המשבר, בהוצאת צו למורטוריום (השבתה) של קידוחים במדף היבשת בחופי ארה"ב. הצו הגורף נפסל בבית המשפט, וכשל בהשגת עצירה של הקידוחים עד להיערכות בטיחותית מחודשת.

ועדת החקירה הנשיאותית שמינה אובמה הגישה דו"ח מרתק בן 400 עמודים, ובו קבעה כי האסון יכול היה להימנע.

הוועדה עמדה על המורכבות ההנדסית האדירה של קידוחי ים עמוק, שניתן להשוותם רק לפעילות בחלל החיצון, ומכאן ציטטה הוועדה גם את ועדת החקירה של אסון מעבורת הקולומביה, המוכרת לנו הישראלים בהקשר המצער של אילן רמון ז"ל, "מערכות מסובכות כמעט תמיד נכשלות בדרכים מסובכות".

ממצאי החקירה העידו על שורה ארוכה של כשלים, ובראשם – הקלות שניתנו לקידוחים ימיים במפרץ מקסיקו מעמידה בתקנות החקיקה הסביבתית (NEPA).

המלצות הוועדה כללו שורה של רפורמות, ובהן:

- הטמעת מנגנון בחינה מחמיר לקידוחי נפט, כולל תסקירי השפעה על הסביבה, מערך ניהול סיכונים סביבתיים, והגברת המחקר המדעי בתחום הביולוגיה הימית.
- רפורמה מקיפה ופיצול רשות המחצבים הממשלתית (MMS) לשלוש רשויות נפרדות, שיהיו מופקדות על רישוי, סביבה, וגביית תמלוגים.
- הטמעת נוהל לבטחונות כספיים משמעותיים על ידי התעשייה, למקרה של אסון, תוך שדרוג מערך התגובה הלאומי לאסונות.

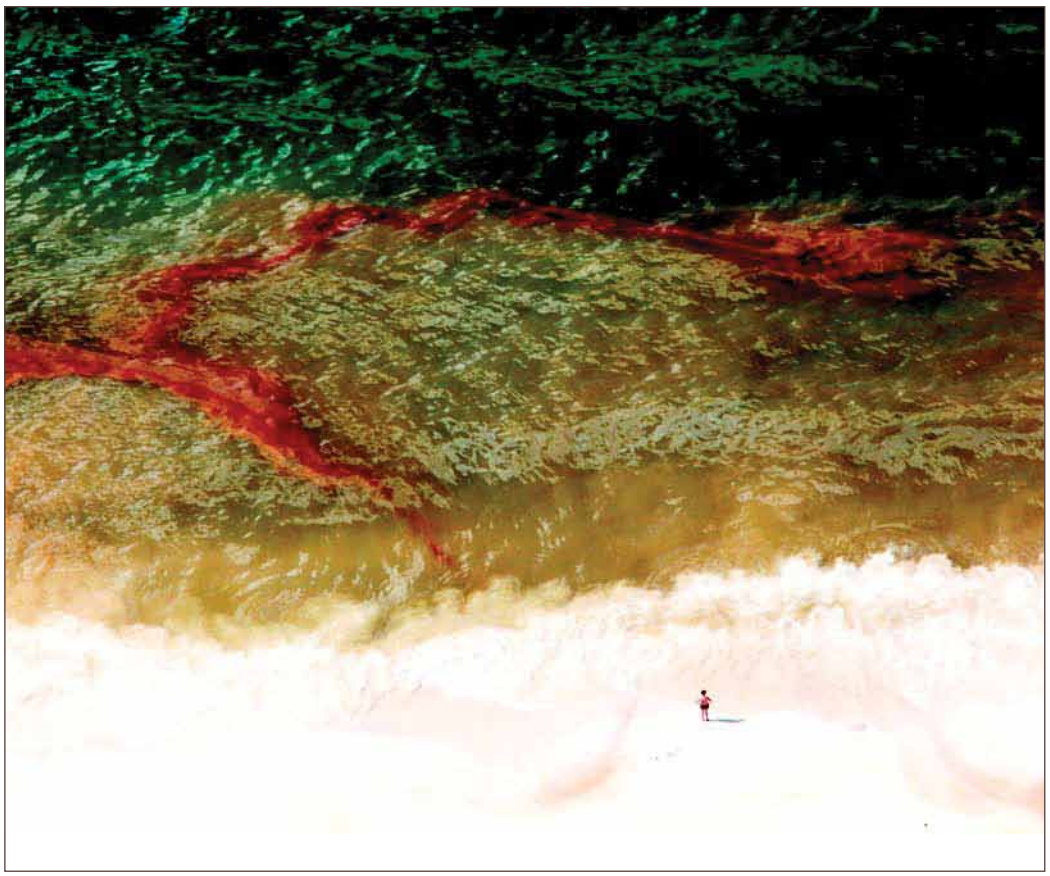
**ומה אצלנו?**

בישראל מבוצעים קידוחי נפט וגז ביבשה ובים, באזורים רגישים הסמוכים לאזורי דגה, לאקוויפרים של מי שתייה, ולתשתיות לאומיות. הקידוחים מבוצעים על פי חוק הנפט – חוק מיושן משנות החמישים של המאה הקודמת, ללא מנגנוני בדיקה סביבתיים הולמים.

בתחום המים הכלכליים של ישראל אין כל מעורבות של המשרד להגנת הסביבה בתהליכי הקידוח: לתהליכים אלה לא נדרש תסקיר השפעה על הסביבה באחריות המדינה – באשר למיקום הקידוח, לשיטות ולחומרים שבשימוש, ולמנגנון מניעה וטיפול בתקלות [9].

המדינה אינה מפעילה פיקוח על הקידוחים הימיים – הפיקוח נעשה באמצעות חברות ששוכרות החברות הקודחות עצמן, והן אלה המדווחות למדינה.

ישראל חתומה על אמנת ברצלונה, אך טרם אשררה את הפרוטוקול העוסק בהגנה על המגוון הביולוגי בים התיכון ואת הפרוטוקול המסדיר את הסטנדרטים לקידוחים נפט וגז בים התיכון.



תייר בחוף מזוהם בנפט

שלט אזהרה לציבור בחופי מפרץ מקסיקו [35]

# התלות שלנו במערכות האקולוגיות – שירותי המערכת האקולוגית וחשיבותם לאדם

"יותר ויותר אנו מגלים שהגורם המגביל אספקת מוצרים הוא ההון הטבעי, ולא ההון מעשי ידי אדם כפי שהיה בעבר. אוכלוסיות הדגים, ולא מספר ספינות הדיג, מגבילות את יבול הדגה בעולם"
/ הרמן דיילי, לשעבר הכלכלן הראשי של הבנק העולמי, 2005 [44]

› המגוון הביולוגי מספק את שירותי המערכת האקולוגית, החיוניים לקיום האדם, בריאותו ורווחתו.

› השירותים מוענקים לנו חינם על ידי המערכות האקולוגיות, ואנו שמים לב לתלות שלנו בהם רק כשהשירות נפגע או נעלם.

מה הם צורכי הקיום הבסיסיים ביותר של האדם? חמצן, מזון, מים, תרופות, מחסה, אנרגיה וסביבה נקייה.

מהיכן אנו מקבלים צרכים בסיסיים אלה? משירותי המערכת האקולוגית:

המגוון הביולוגי הוא כלל המערכות האקולוגיות בכדור הארץ – על שפע המינים שבהם ויחסי הגומלין המורכבים בינם לבין עצמם ובינם לבין הסביבה. מגוון זה של מינים ותפקודים מספק לנו, בני האדם, שירותים רבי ערך, שבלעדיהם איננו יכולים להתקיים. שירותים אלה המכונים "שירותי המערכת האקולוגית" חיוניים לבריאות האדם, לכלכלה, ולרווחה.

**חמצן** עד לפני 2.5 מיליארד שנים כלל לא היה חמצן באוויר של כדור הארץ. החמצן קיים באוויר בזכות שירות אקולוגי של יצרנות ראשונית שמספקים הצמחים. 20% מהחמצן העולמי מיוצר ביערות האמזונס, עץ בוגר בודד מייצר 700 ק"ג חמצן בשנה.

**מזון** אנו צורכים מזון ישירות מהמערכות האקולוגיות, למשל דגה או יבולים חקלאיים. שורה ארוכה של תהליכים אקולוגיים מאפשרת את אספקת המזון מהשדה החקלאי. נמנה את החשובים שבהם:

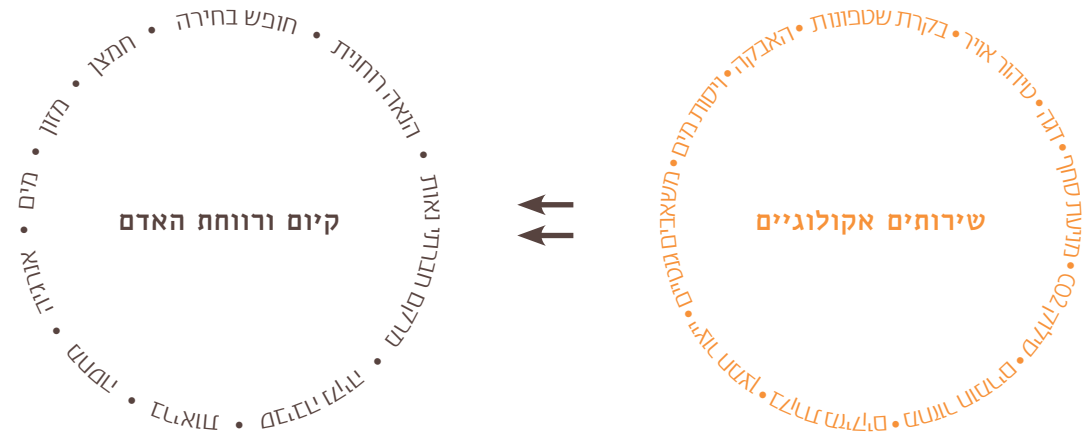
- האבקה על ידי בעלי חיים היא תהליך הכרחי להבשלת הפרי בשליש מהגידולים החקלאיים. זהו שירות מופלא של העברת אבקה מפרח לפרח, המבוצע בדייקנות של דואר שליחים.
- בקרת מזיקים עלי הצמח ופירותיו נתונים להתקפות של מזיקים שונים. הפתרון הקונוונציונלי הוא ריסוס ברעלים שונים. מושבה של כ–150 עטלפי חרקים משמידה 1.3 מיליון חרקים מזיקי חקלאות בשנה [26]. הערך של הדברת מזיקים על ידי המערכות הטבעיות עצמן הוא 200 מיליארד דולר בשנה בארה"ב [37] – שירות המעניק לנו מזון זול ובריא יותר.
- מחזור חומרים גידולים חקלאיים זקוקים לחומרי הזנה מהטבע, המצויים בצורה כימית שאינה ניתנת לניצול ישיר על ידי הצמח (חנקן, זרחן, מינרלים שונים). חומרים אלה ממוחזרים על ידי המגוון הביולוגי לצורות כימיות שצמחים בשדה החקלאי מסוגלים לנצל. לדוגמה, שווי החנקן שחיידקים קושרי חנקן מספקים לחקלאות מוערך ב–50 מיליארד דולר לשנה [37].
- היבולים החקלאיים הם זנים מתורבתים של צמחי בר שבויתו לחקלאות. מקצתם אף עברו השבחה גנטית שבה הוכנסו מזן הבר אל הזן התרבותי גנים לעמידות בפני מזיקים וחום, על מנת להגדיל את היבול ולאפשר גידול בתנאים שונים. זוהי דוגמה לשירות של משאבים גנטיים המסופק על ידי המערכת האקולוגית. המערכת האקולוגית היא מעין מעבדה טבעית שבה נוצרו, במשך מיליוני שנות אבולוציה, הפטנטים הגנטיים בזני הבר. זהו גם המקום הראשון שבו נחפש פתרון למחלה המתפרצת ביבול מסוים, או לתנאי סביבה משתנים של יובש והתחממות.

**מים** מים מגיעים אלינו מהמערכות האקולוגיות – התעבות מהצומח בשטחים טבעיים היא מקור להיווצרות עננים. המערכות האקולוגיות הן מקור השפיעה של נחלים ומעיינות, כשירות אספקת מים. עיקר תרומתן של המערכות האקולוגיות הוא בוויסות המים המאפשר את ניצולם – מי גשם הנופלים על קרקע חשופה גורמים להיווצרות שכבה אטימה ולזרימתם בנגר עילי שיטפוני. כיסוי הצומח מצמצם את אבדן המים בנגר עילי ומאפשר את חלחולם באדמה ולפיכך את ניצולם המיטבי על ידי האדם. לדוגמה, היער מסביב לנהר היאנג–צה בסין ממתן את הספיקות בנהר (מפחית את עצמת הזרימה בעונה הרטובה ומגביר אותה בעונה היבשה), ובכך מגביר את ייצור חשמל במפעל ההידרואלקטרי שנבנה על הנהר, בשווי של חצי מיליון דולר בשנה [30].

**תרופות** צמח הווינקה ממדגסקר משמש להפקת חומר אנטי סרטני (שם מסחרי – Oncovin), תרופה שהעלתה את סיכויי ההחלמה של ילדים מלוקמיה מ–20% ל–80%! 78% מהתרופות האנטי סרטניות מבוססות על חומרי טבע – שוק של 40 מיליארד דולר בשנה בעולם המערבי [6], בזכות שירות ביוכימיקלים וחומרי טבע, המוענק לנו מהמגוון הביולוגי, ומספק לנו תרופות רבות למחלות שנפוצות בימינו, אך גם את המפתח להתמודדות עם המגפות של המחר.

**מחסה** ארבעה קירות הם רק רכיב אחד בביטחון שאנו זקוקים לו לשם מחסה מפגעי האקלים:

- בתים רבים באזורים הטרופיים מוגנים מסערות ומגלי צונמי בזכות יערות המנגרובים החופיים – עצים המכים שורש באזור החוף ומשמשים "חומת מפגע" כשירות בקרת אסונות טבע. גם אצלנו בישראל, טבלאות הגידוד שלאורך החוף מגנות על המצוק החופי




והערים שבנויות עליו – נתניה, הרצליה, אשקלון וחדרה. משטחי סלע אלה בנויים בחלקם שלד גירני קשה של בעלי חיים ימיים, המספק הגנה למצוקי החוף מפני מיטוטו במפץ הגלים.

- פשטי הצפה של נחלים מתפקדים כאזור חיץ למיתון שיטפונות, וכיסוי צומח בהם מאפשר את שימור האדמה הפוריה ומונע סחף, העלול לכסות אזורי מגורים במורד.

**אנרגיה** מערכות אקולוגיות מספקות לנו מקור אנרגיה מתכלה – מעץ להסקה, ועד לדלקים פוסיליים כמו גז טבעי ונפט, שהם תוצרי פירוק של צמחים עתיקים.

**סביבה נקייה** אינה נשמרת רק בהצבה של פחי זבל –

- טיהור מים וטיהור אוויר מסופקים על ידי מערכות אקולוגיות, בעיקר יערות הצומחים מעל אקוויפרים ובתי גידול לחים שבהם רבבות יצורים הניזונים מהפסולת שבמים.
- פחמן דו-חמצני הוא פסולת שאנו פולטים יותר ויותר עם הפעילות התעשייתית המואצת. פסולת זו היא גז חממה הגורם לשינויי אקלים המסכנים את יציבות הסביבה ועלולים לגרום לעליית פני הים ולהצפות, להתפשטות מחלות ועוד. המערכות האקולוגיות מספקות שירות של ויסות האקלים, על ידי סילוק פחמן דו-חמצני מהאטמוספרה וקיבועו בכמות השווה ל-70% מכמותו באטמוספרה [39]!

מרבית השירותים אינם נתפסים על ידינו ככאלה, פשוט מכיוון שהם מוענקים לנו חינם על ידי המערכות האקולוגיות. בדרך כלל אנו שמים לב לשירות ולתלות שלנו בו רק כששירות זה נפגע או נעלם – ואז אנו נדרשים לשלם עבורו או למצוא לו תחליפים – חומרי הדברה במקום אויבים טבעיים של מזיקים לחקלאות, דשן במקום חומרי הזנה בקרקע, מים מינרלים מבקבוקים במקום מים מהבאר המקומית וכדומה.

ערכם של חלק מהשירותים האקולוגיים הוא ברמה הגלובלית, כמו סילוק פחמן דו-חמצני וייצור חמצן על ידי צמחים – שירות החיוני לצורך יכולתנו לנשום ולהתקיים באקלים המתאים לנו. תפקודם ברמה הגלובלית מקשה עלינו להבין את התלות הישירה שלנו בשירות זה!

חלק מהשירותים מתפקדים ברמה המקומית – כמו שירות של אספקת דגה, ושירות של עצירת סחף (שימור קרקע) – המשפיעים על אוכלוסייה מקומית מוגדרת.

21 השירותים שאנו מקבלים מהמערכות האקולוגיות (נספח מס' 1) מאפשרים לנו קיום בסיסי, אך גם רווחה:

במדינות רבות המגוון הביולוגי הוא מקור המשיכה העיקרי לתיירים, ולכן מהווה מקור פרנסה משמעותי. לדוגמה, קינון של העוף הדורס שלך באזור מסוים בסקוטלנד הוסיף לכלכלה המקומית באזור הקינון 7 מיליון $ לשנה מתיירות טבע וצפרות [45]. גם אצלנו בישראל אתרים כמו עמק החולה, אילת ורבים אחרים הם מוקד משיכה בזכות שירות התיירות שמספק המגוון הביולוגי.

הרהיטים העושים את חיינו נוחים יותר מגיעים מתעשייה המבוססת על אספקת עץ מיערות – שירות אספקת סיבים בשווי 400 מיליארד דולר בשנה [37].

חשוב לזכור, שכל מערכת אקולוגית מספקת מספר רב של שירותים בו-זמנית, וניצולה כסחורה לשימוש אחד (למשל כריתת יער להפקת נייר) פירושה פגיעה בסל התועלות המגוונות שסיפקה המערכת – ולכן פגיעה בכלל הציבור.

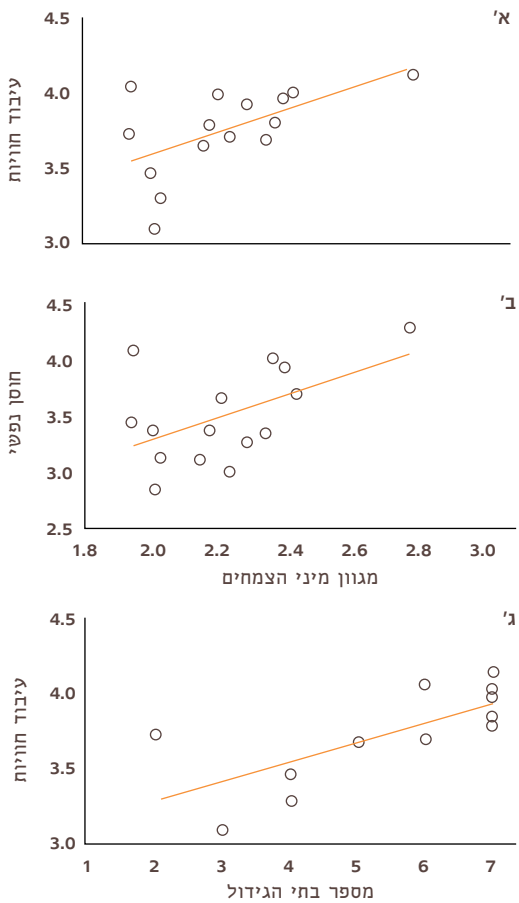
## חשיבות המגוון הביולוגי לבריאותנו הנפשית

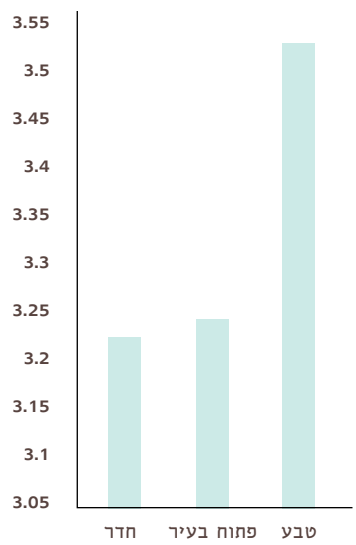
מחקרים רבים מראים את הקשר החשוב שבין שהייה בטבע עשיר ולא פגוע לבין בריאות נפשית, אושר, יציבות חברתית ואף הבראה ממחלות.

בניסוי קלאסי משנות ה-80 של המאה שעברה נמצא כי חולים שהתאוששו מניתוח, ומחלון חדרם נשקף מראה של שטח פתוח עם צמחייה, התאוששו מהר יותר, והזדקקו לפחות משככי כאבים, לעומת חולים שחלון חדרם פנה אל עבר קיר בניין [47].

מחקרים בילדים הלוקים בהפרעת קשב וריכוז (ADHD) הראו שיפור ניכר (30%) בסימפטומים וירידה דומה בצורך בשימוש בריטלין, בקבוצות ששהו ופעלו בשטח טבעי פתוח, לעומת קבוצות שפעלו בשטח פארק עירוני או בכיתה סגורה [27].

מחקר מעניין מאנגליה בחן מדדים שונים של חוסן נפשי ויכולת עיבוד חוויות (reflection), במשתמשי פארקים עירוניים שנבדלו זה מזה ברמת הגיוון הביולוגי שבהם. המחקר בחן מדדים מנטליים בקרב משתמשי הפארק, אל מול מספר המינים של צמחים, עופות ופרפרים בפארק. תוצאות המחקר הראו עלייה במדדים המנטליים ככל שהגיוון הביולוגי בפארק היה גבוה יותר [33].




משמאל – מדדים מנטליים של משתמשי פארק עולים כפונקציה של רמת הגיוון הביולוגי [33]

למטה – שיפור בסימפטומים של ADHD בפעילות בטבע לעומת בסביבה עירונית [27]

*i*

## סוגי השירותים של המערכת האקולוגית

המערכות האקולוגיות חיוניות לנו משום שהן מספקות לנו שירותים אקולוגיים – תועלות חיוניות לקיומנו ולרווחתנו. אנו נהנים מכמה סוגים של שירותי המערכות האקולוגיות:

**שרותי אספקה** מוצרים שאנו מקבלים ישירות מהטבע – מים, מזון שאנו מקבלים או מפיקים מצמחים ומבעלי חיים, סיבים המשמשים אותנו כמו עץ, כותנה ומשי, וכן דלק ביולוגי ותרופות.

**שירותי ויסות ובקרה** תהליכי בקרה טבעיים של המערכות האקולוגיות חיוניים לטיהור האוויר, טיהור המים, ויסות אקלים, מניעת סחף ושיטפונות, בקרה על מחלות ומזיקים, האבקה, הפחתת ההשפעה של אירועי קיצון כמו צונמי, וכדומה.

**שירותי תרבות** בני האדם מוצאים ערך רוחני וחינוכי בטבע. לשירותים אלה גם ערך כלכלי רב – תעשיית התיירות, המגלגלת כ–950 מיליארד דולר בשנה ברחבי העולם [45], נשענת במידה רבה על טיול, בילוי ופנאי במערכות הטבעיות.

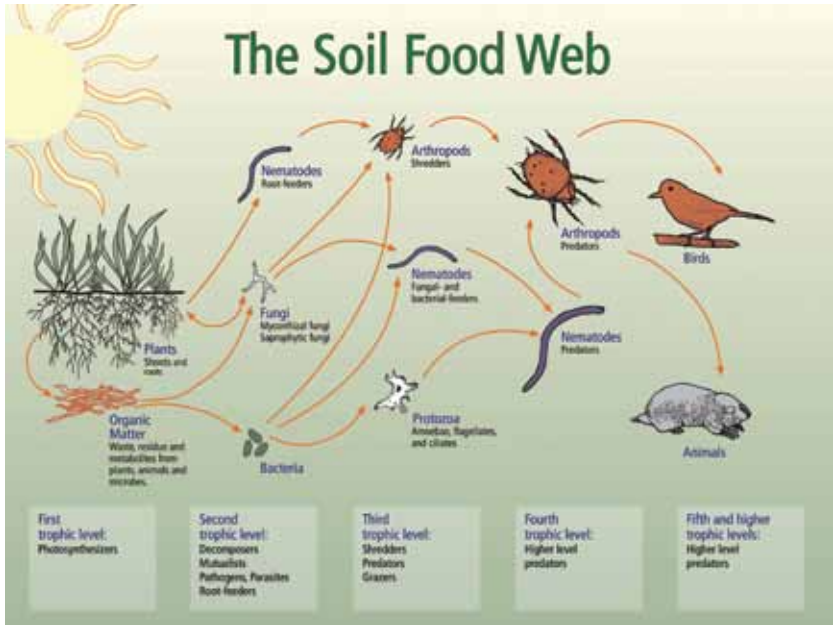
**שירותי תמיכה** התהליכים הטבעיים שמתרחשים במערכות האקולוגיות מספקים לכל רכיבי המגוון הביולוגי ובהם האדם שירותים בסיסיים התומכים בשאר שירותי המערכת האקולוגית, כמו יצירת אדמה, יצרנות ראשונית (פוטוסינתזה), מחזור המים, מחזור חומרים (כמו חנקן וזרחן), ועוד.
פרויקט הערכת המילניום (Millennium Ecosystem Assessment), מיזם הערכה בין לאומי על מצבן של המערכות האקולוגיות ושירותיהן, גילה שבעקבות פעילות האדם הוגברו מאוד חלק משירותי האספקה של המערכות האקולוגיות, על חשבון פגיעה בשירותי הוויסות והבקרה.
הרשימה המלאה של שירותי המערכת האקולוגית מצורפת בנספח 1.

*i*

## אדמה – מערכת אקולוגית מתפקדת או מצע פיזי דומם?

האדמה היא מערכת אקולוגית חיה, המספקת לנו מגוון של שירותים אקולוגיים חיוניים – מצע פיזי לצמחים, הגנה על זרעים, ויסות מים ומחזור נוטריינטים – פירוק חומר אורגני ופסולת לחומרים שצמחים מסוגלים לנצל. הקרקע תורמת גם לוויסות היסודות פחמן וחנקן שנאגרים בקרקע. אולם, הפיכת שטחים פתוחים לשטחים מפותחים משחררת את הפחמן האגור בקרקע ותורמת להצטברות רבה ומזיקה של גזי חממה באטמוספרה (14% מפליטות הפחמן העולמיות הן מעיבוד שטח חקלאי. בכך החקלאות כשימוש קרקע פוגעת בשירות בקרת האקלים של המערכת האקולוגית). לקרקע גם תפקיד בוויסות שיטפונות ובחלחול מים.
תפקודים אלה מתאפשרים בזכות המגוון הביולוגי – בפיסת קרקע של אחו שגודלה 0.8 מ"ר נמצאו כ–50,000 שלשולים, 50 אלף חרקים וקרדיות, וכמעט 12 מיליון תולעים עגולות (נמטודות) ועוד רבבות יצורים חד–תאיים ופטריות ומיליארדי חיידקים [6].
החקלאות היא שימוש קרקע התופס כרבע מהשטח היבשתי של כדור הארץ, ומשפיעה על שירותי המערכת האקולוגית של האדמה [30]. על מנת לשמר את פוריות האדמה ותפקודה, ולשקם את שירותי המערכת האקולוגית, ממשלות ברחבי העולם מדריכות חקלאים ומתגמלות אותם על מנת שינהיגו שיטות של שימור קרקע ויפסיקו עיבוד קרקע לפרקי זמן מסוימים לשם התאוששותה. בשנת 2006 נוהלו כך יותר מ–12 מיליון דונם של קרקעות חקלאיות בארצות הברית. הניטור שליווה ניהול זה הראה שיפור באיכות המים, בסילוק פחמן דו חמצני ובעצירת הסחף.

גם בישראל, משרד החקלאות תומך כיום בפעולות לשימור קרקע ומים באמצעות "קולות קוראים" לתקצוב חקלאים, אך פעולות אלו נעשות בהיקף מוגבל בלבד, ואינן בהכרח מותאמות לשמירת המגוון הביולוגי.



## המגוון הביולוגי מאפשר יציבות וביטחון באספקת שירותי המערכת האקולוגית

"אפשר לדמות מינים ביולוגיים כמו לבנים בבסיס של בניין. אפשר אולי לאבד אחת או שתיים או תריסר אבנים ועדיין הבניין יעמוד. אך משאיבדנו 20% מהלבנים, ערערנו את כל המבנה של הבניין. כך גם באשר למערכות אקולוגיות" / **דונלד פאלק**

- מדוע צריך הרבה מינים? המגוון נותן למערכת האקולוגית גמישות ועמידות (Resilience).
- מגוון של מערכות אקולוגיות, מגוון של מינים ומגוון גנטי נחוצים על מנת להבטיח את אספקת השירותים האקולוגיים בתנאים משתנים – כולל בשינויים לא צפויים כמו אירועי קיצון, שינויי אקלים, עקה וכו'.
  זהו ערך הביטוח (Insurance value) של המגוון הביולוגי.
- שינוי ברכיבי המגוון הביולוגי עלול לגרום להפרה של שיווי המשקל הקיים במערכת האקולוגית, ובכך לפגיעה באספקה של אחד או יותר מהשירותים שהיא מייצרת.

קיומנו תלוי בשירותים המסופקים על ידי המערכות האקולוגיות, אך נשאלת שאלה – האם אנו צריכים את כל רכיבי המגוון הביולוגי על מנת לספק שירותים חיוניים אלה? מדוע נחוץ מגוון של מינים, מגוון של מערכות אקולוגיות ומגוון גנטי על מנת לספק את השירותים שאנו צורכים?

לדוגמה, אילו היינו נכנסים לנעליו של נח – אילו מינים היינו מכניסים לתיבה? או בראייה מודרנית יותר – אילו מינים היינו מכניסים לספינת חלל על מנת ליישב כוכב לכת חדש?

זוהי בדיוק השאלה שנשאלה בפרויקט ביוספרה 2 (1991). ניסוי זה מראה עד כמה המערכת האקולוגית מורכבת, ומדוע יש צורך במגוון ביולוגי על מנת לאפשר גמישות של המערכת ועמידותה בשינויים (Resilience) כתנאי לאספקת השירותים התומכים בקיומנו [6]. כך לדוגמה מין מסוים של מאביק מותאם לפעילות בטמפרטורה קרה יחסית, והוא מספק שירות האבקה מוקדם בבוקר או בתקופות קרות. לעומתו מין אחר מותאם לטמפרטורה חמה יותר ומשמש מעין "עתודה" לזמנים שיחול בהם שינוי אקלימי מהיר שיביא להתחממות. לכן, מינים שונים השייכים לאותה קבוצה תפקודית אינם מיותרים, אלא יַתירים (Redundant) – ומעניקים חוסן למערכת.

חוסנה של מערכת אקולוגית טבעית בא לידי ביטוי בתפקוד סדיר ובאספקת שירותים יציבה, כלומר מצב של שיווי משקל. התפקודים השונים של המערכת נעשים על ידי קבוצות תפקודיות של מינים (Functional groups), כמו מקבעי חנקן, מאביקים, מפיצי זרעים, מייצרי אדמה וכו'. שינוי באחד הגורמים המרכיבים את המערכת עלול לגרום להפרה של שיווי המשקל, ובכך לפגיעה באחד או יותר מהשירותים שהמערכת האקולוגית מייצרת. שינויים שיכולים להפר את האיזון במערכת הם לדוגמה שינוי כללי בטמפרטורה, היעלמות של מין ביולוגי, חדירה של מין פולש הדוחק מין או מינים אחרים שחיים בה, זיהום הפוגע באיכות המים, צמצום ניכר בשטח המערכת האקולוגית ועוד. ככל שהמערכת האקולוגית מגוונת יותר, ויש בה כמה וכמה מינים הממלאים תפקוד דומה (מינים יתירים), גדלה המשרעת של שינויים ועקות שהמערכת מסוגלת לספוג ועדיין לספק את שירותיה [30]. עקה הלוחצת את המערכת אל מעבר למשרעת זו, עלולה לגרום לחציית סף הסבולת ולפגיעה באספקת השירותים. לעתים הפגיעה היא בלתי הפיכה (ראו מסגרת בנושא התמוטטות ענף הדיג בקנדה), ולפיכך הנזק לאדם גדול מאוד.

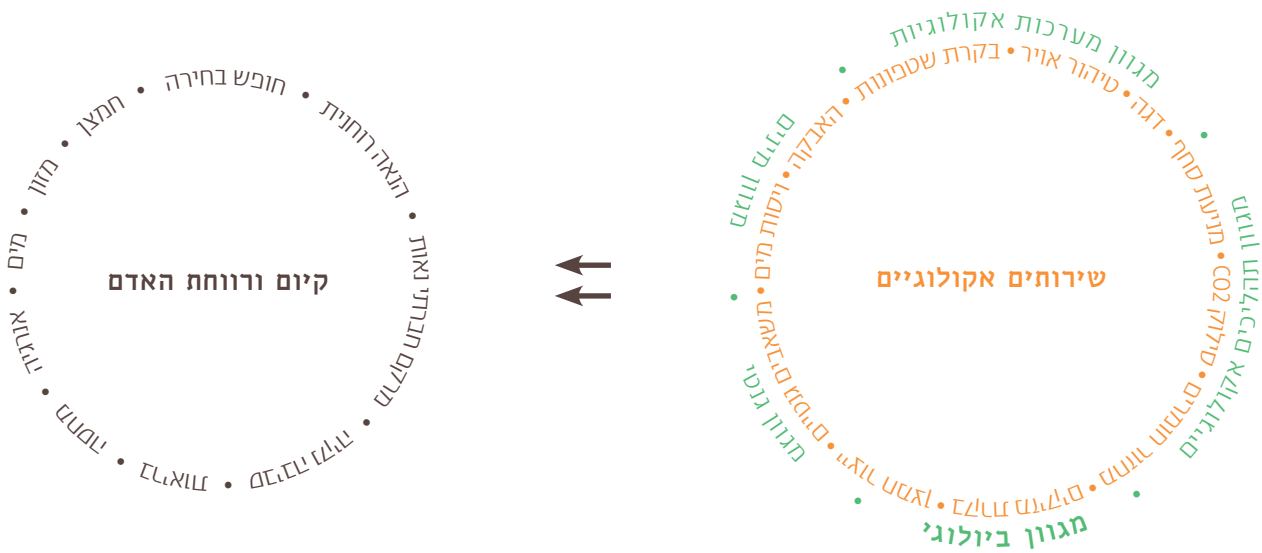
המגוון הגנטי הוא מכלול ההבדלים הגנטיים בין המינים ובתוך אותו המין. הגיוון הגנטי תורם לאבטחת תפקודיהם של המינים ולעמידותם בפני סיכונים. חשובים במיוחד הם מיני הבר שהם המקור למגוון הזנים של מיני התרבות המשמשים במערכות החקלאיות. מגוון זנים זה מקנה יציבות באספקת מזונו של האדם.

מערכת אקולוגית עמידה יותר בפני עקות ושינויים, ככל שעושר המינים והמגוון הגנטי שבה גדולים יותר. המגוון הביולוגי הוא המדד המחבר את כל השונות הזו – מגוון המינים, המגוון הגנטי ומגוון המערכות האקולוגיות. בזכות היתירות (Redundancy) של המינים בכל "קבוצה תפקודית", אפשר לראות במגוון הביולוגי "פוליסת ביטוח" להמשך אספקה של שירותי המערכת האקולוגית.

חשוב להדגיש שהגיוון הביולוגי הרצוי הוא המגוון הטבעי האופייני לכל מערכת אקולוגית. העשרה מלאכותית של מערכת, שמטבעה ענייה יחסית במינים (למשל מערכת מדברית), במגוון ביולוגי זר (מינים פולשים או מתפרצים) תפגע במגוון הביולוגי המקומי, ולכן בטווח הארוך תפגע גם בתפקוד המערכת. עדויות לכך מצטברות בעקבות הרחבת שטחי החקלאות בנגב ובערבה, והוספה יזומה של מינים שהם זרים לטבע האזור כמו דבורי דבש – נמצא שהן דוחקות מיני בר של דבורים מקומיות על ידי תחרות בשטח טבעי ברדיוס של 1,500 מטר מהשטח החקלאי [8]. בעקבות החקלאות פלשו לאזור מינים רבים זרים לסביבה, ובהם *תן, דררה ודבורת הדבש הנוסית*, המזיקים לחקלאות ומאיימים על המגוון הביולוגי המקומי.

כך גם פעולות ייעור יזומות בנגב, המחדירות מינים ים תיכוניים הזרים למערכת המדברית, והדוחקים את המינים הטבעיים במרחב.

המגוון הביולוגי מעניק עמידות ויציבות לאספקת שירותי המערכת האקולוגית, התומכים בקיום האדם וברווחתו.

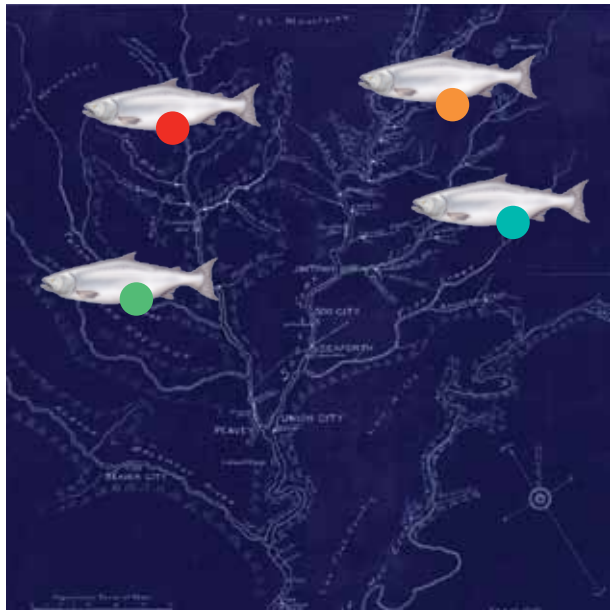



## ביוספרה 2 – גרסת המגוון הביולוגי ל"אח הגדול"

ביוספרה 2 היה ניסוי מדעי שנבנה באריזונה שבארצות הברית בעלות של 200 מיליון דולר, במטרה לבחון מערכת אקולוגית סגורה ומלאכותית. לשטח של 12 דונם שנאטם בכיפה שקופה הוכנס מספר ידוע של מינים שנבחרו בקפידה על מנת לאפשר את כל מערכות החיים החיוניות לאדם. ביוספרה 2 נועדה לאפשר קיום של 8 אנשים במערכת האטומה, לאורך זמן. הניסוי הראשון התחיל בספטמבר 1991. שמונת המדענים שנכנסו למבנה האטום דיווחו על ירידה הדרגתית בריכוז החמצן באוויר שבו, שאחרי 16 חודשים הגיע לרמה של 14.5% (כמו על הר בגובה 4,000 מ') וחייבה הזרקה של חמצן

מבחוץ. בביוספרה 2 נרשמו גם תנודות גדולות בריכוז הפחמן הדו-חמצני. לאחר זמן מתחילת הניסוי נמצא שמתוך 300 מינים של אורגניזמים שהוכנסו ליער הגשם, רק 100 שרדו[6]. גם המערכות האקולוגיות האחרות סבלו מהכחדות של מינים ומדרדור בתפקודים חיוניים. הניסוי נכשל – לא ניתן היה לשחזר בעזרת מספר נתון של מינים את שירותי המערכות האקולוגיות ואת תפקודן ופעילותן המלאה.

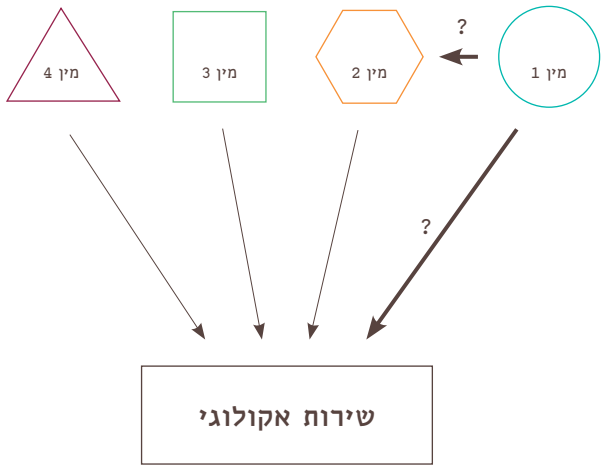
**סכמה המתארת אוכלוסיות שונות גנטית של אותו מין ביולוגי – הסלמון – בנהרות שונים.** השונות הגנטית מעניקה ביטחון באספקת שירות הדגה בתנאים משתנים של אקלים.



**פער הידע:**

האם אנו בטוחים מהו תפקידו של כל מין ביולוגי באספקת שירות חיוני– האם הוא חסר תפקיד, תומך ישירות בשירות או תומך במין אחר החיוני לאספקת השירות?

בעת קבלת החלטות, יש להכיר במחסור בידע המדעי, המגדיל את האי–ודאות באשר לתוצאותיה האפשריות של התערבות במערכת האקולוגית.




*i*

## מדוע חשוב המגוון הגנטי?

המגוון הביולוגי מאגד בתוכו את מגוון המערכות האקולוגיות, מגוון המינים, והמגוון הגנטי.

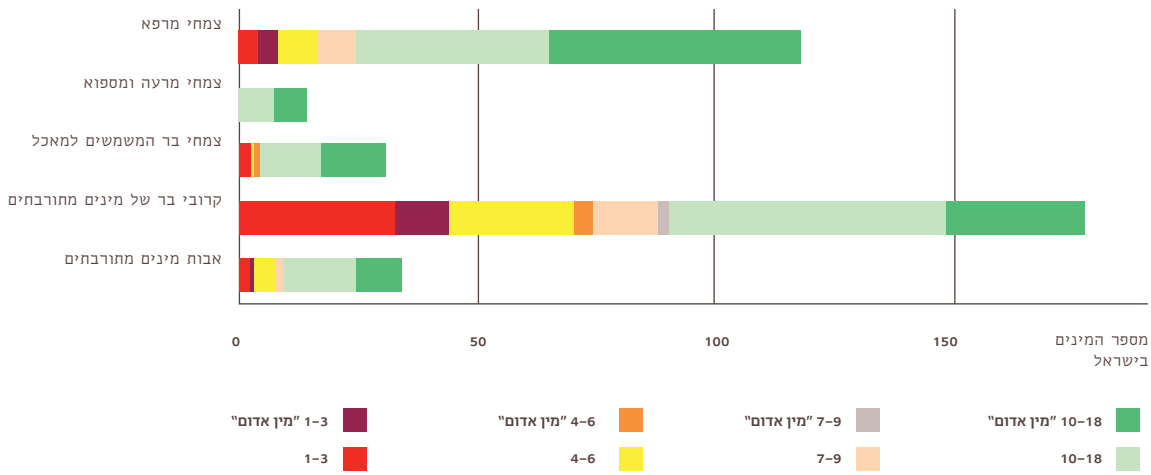
המגוון הגנטי בתוך כל מין ביולוגי הוא כמו ספרייה ענקית של ידע. המגוון הגנטי הוא אחת הסיבות לכך שלא כל אוכלוסיית האדם נופלת בו–זמנית למשכב בכל חורף בגלל שפעת – אחדים מאתנו עמידים יותר בפני הנגיף וואחרים עמידים פחות.

לדוגמה, באזור מפרץ בריסטול שבקנדה גדלות מאות אוכלוסיות שונות של אותו מין ביולוגי – דג הסלמון. כל אוכלוסייה מתפתחת בנהר אחר, ומבחינה גנטית היא שונה מרעותה. שוני זה גורם לשגשוג של אוכלוסיות שונות בשנים שונות, על פי תנאי האקלים, אך סך כל היבול של דגי הסלמון הנידוגים באזור בכל שנה נשאר דומה. כלומר בזכות הגיוון הגנטי מתאפשרת יציבות בשירות אספקת הדגה [31].

ואכן, המידע הגנטי הוא רב ערך לאדם – אלפי זנים של אורז מאזורים שונים ברחבי העולם נסרקו עד שנמצא זן עמיד בפני וירוס שתקף את האורז המתורבת. לישראל מקום של כבוד בזירה של ההשבחה החקלאית, כאחת משבעת אתרי ערש החקלאות בעולם. בישראל כ–30 מיני בר של צמחים, שהם "אבות" של מיני תרבות. לדוגמה, גן משיבולת–שועל מזן הבר הישראלי, המקנה עמידות בפני מחלות משמש להגנה על זנים מסחריים בארצות הברית [6].

ניתן להתרשם באיור המצורף ממספר מיני הצמחים המוכרים כבעלי חשיבות לאדם בישראל [2].

מיני בר של צמחים בישראל המביאים תועלת לאדם.
"מין אדום" הוא מין שיש סכנה להמשך קיומו בישראל[2]. מתוך דו"ח מצב הטבע, מארג.



**חיטת הבר.** צילום: יובל ספיר

*i*

## מדוע נחוץ מגוון מינים על מנת להבטיח את האספקה של שירותי המערכת האקולוגית?

### המקרה של דבורת הדבש

שליש מסוגי היבולים בעולם, כגון ירקות, מטעים, גידולי שדה, גידולי זרעים וכו' תלויים בהאבקה על ידי בעלי חיים. ערכה הכלכלי של העברת האבקה, החיונית ליצירת פרי בשל [30], מוערכת בשווי של 160 מיליארד יורו בשנה, שהם עשירית מהתוצר החקלאי העולמי [23].

דבורת הדבש היא אחד המאביקים המרכזיים בעולם, והרבה מעבר לתרומתה בהפקת דבש היא חשובה לפוריות של מגוון גידולים חקלאיים – ערכם הכלכלי של שירותי ההאבקה שמספקות דבורי הדבש גבוה פי 50 עד 100 מערכו של הדבש שהן מייצרות. דבורה אחת בודדת נצפתה מבקרת ב–50 אלף פרחי אוכמניות במשך כמה שבועות ספורים, והאביקה פרי בשווי של 75 דולר [30].

בישראל – ערך הייצור החקלאי של גידולים המואבקים על ידי דבורים נאמד בכ–2 מיליארד ₪ (לעומת ערך הדבש = 48 מיליון ₪ בלבד), מתוכו נאמד ערך תלות של 1.7 מיליארד ₪ בהאבקת דבורים [5].

בשנת 2004–2005 נעלמו בארצות הברית כמחצית ממושבות דבורת הדבש בגלל "תסמונת התמוטטות המושבה" (CCD), אשר נגרמה ככל הנראה בגלל וירוס [23] קל לדמיין לאיזה משבר היה נקלע ייצור המזון אילו שירות ההאבקה העולמי היה מתמוטט בגלל היעלמות דבורי הדבש – כשאספקת שירות ההאבקה לחקלאות נשענת על מין יחיד!

בעולם, יותר מ–200 אלף מיני חרקים ו–2,000 מיני חולייתנים מתפקדים כמאביקים. בישראל לבדה יש כ–1,500 מינים שונים של דבורים! מדוע צריך כל כך הרבה מינים מאותה קבוצה תפקודית לשם אספקת השירות?

**דבורים על חמנייה.** צילום: יובל ספיר

בארצות הברית שווי ההאבקה על ידי דבורת הדבש מוערך ב–14 מיליארד דולר לשנה. גם דבורי הבר תורמות לאספקת שירות זה, בשווי מוערך של כ–3 מיליארד דולר לשנה. דבורי בר אלה אינם מיותרות, אלא מספקות גיבוי לשירות ההאבקה בעת המשבר, והן גם משמשות מקור לביות זנים חדשים של דבורים תרבותיות.

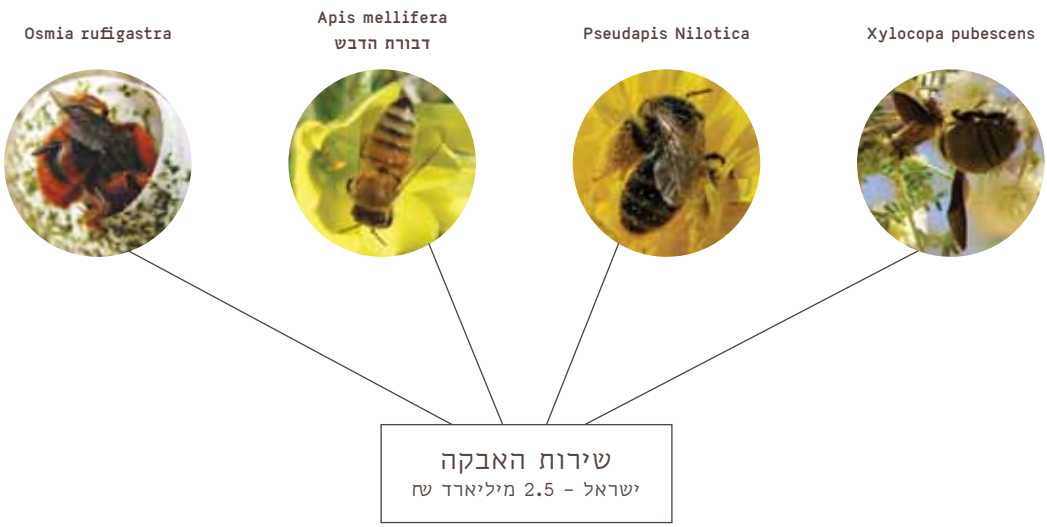
שמירת המגוון הביולוגי היא "עתודת ביטחון" לשימור שירות ההאבקה, כך שבמקרה, חלילה, של היעלמות דבורי הדבש, ניתן יהיה להסתמך על מאביקי הבר להאבקת היבולים, וכמקור לביות של מינים נוספים של מאביקים מתורבתים (כפי שנעשה גם עם דבורת הבומבוס). מגוון ביולוגי עשיר מבטיח את האספקה של שירותי המערכת האקולוגית היות שהוא תורם לחיזוק גמישותה (Resilience) ועמידותה בפני זעזועים ושינויים[15].

חשוב לציין, כי מצב אוכלוסיותיהם של המאביקים בעולם כולו מידרדר בגלל שינוי בשימושי קרקע, הרס בתי גידול, שימוש בקוטלי חרקים לחקלאות, ומחלות.

---

הַיתירות של מינים ביולוגיים הממלאים את אותו תפקוד ביולוגי (למשל האבקה) היא חיונית לצורך חיזוק הגמישות (Resilience) והגדלת ערך הביטחון (Insurance value) של המגוון הביולוגי[31].

**צילום: ד"ר יעל מנדליק, אריאלה גוטליב**



# משבר המגוון הביולוגי - הידרדרות באספקה של שירותי המערכת האקולוגית היא סכנה לאדם

"המגוון הביולוגי חיוני להמשך קיום חייהם ובריאותם של התושבים בישראל, ועל כן מחובתנו להגן עליו מפני איום הפיתוח הבלתי מבוקר" / **גלעד ארדן, השר להגנת הסביבה**

- הידרדרות מצבו של המגוון הביולוגי בעקבות הלחצים הגוברים של הפעילות האנושית מעוררת דאגה של ממש באשר ליכולתן של המערכות הטבעיות להמשיך לספק את השירותים החיוניים שמהווים בסיס לקיום האדם.
- מוערך כי 60% משירותי המערכת האקולוגית נשחקו בחמישים השנים האחרונות.
- מין ביולוגי שנכחד הוא כמו ספרייה של ידע האובדת, ובתוכה אולי התרופה למחלת האיידס או המפתח ליבולים מניבים יותר של גידול חקלאי.

קיום האדם ורווחתו תלויים בשירותים שהוא מקבל מהמערכות האקולוגיות – שירותים שמקורם במגוון הביולוגי. אולם מצב המגוון הביולוגי מידרדר, ובעקבות זאת התפקודים שאנו נהנים מהם מידרדרים אף הם. הפיתוח המואץ שהביא תועלת רבה לאדם נושא עִמו מחיר אשר מאיים על השגת המטרות שלשמן נעשה הפיתוח [37].

קבוצה של כ–1,400 מדענים הפיקה בשנת 2005 דוח הערכה גלובלי בנושא המגוון הביולוגי. הדוח מציין את הדאגה החריפה באשר ליכולתן של המערכות הטבעיות להמשיך לספק את השירותים המהווים בסיס לקיום האדם – מוערך כי 60% משירותי המערכת האקולוגית נשחקו בחמישים השנים האחרונות [37].

המדענים מתריעים על השינוי הדרמטי שגרם האדם למערכות האקולוגיות בכדור הארץ: כרבע מהשטח היבשתי בכדור הארץ מעובד, ועוד 15% ממנו משמשים למרעה. החקלאות צורכת כ–85% מהמים השפירים בעולם, והשימוש בדשנים הגורמים לזיהום המים בחנקות ובזרחות גדל ב–700% בתוך ארבעים שנים! [30]

המצב הבעייתי ביותר הוא מערכת אקולוגית אשר חצתה את הסף (tipping point) למצב שבו אינה מסוגלת לספק את השירותים האקולוגיים.

דוגמה לשירות שנשחק קשות הוא שירות הדגה. נתוני תעשיית הדיג מצביעים על כך ש–52% ממלאי הדגה העולמי נוצלו עד תום עד כי לא תתאפשר התחדשות טבעית שלהם, ועוד 17% ממלאי הדגה מנוצלים במלואם [44]. גם בישראל מאגרי הדגה נפגעו קשות, ובעשור האחרון חלה צניחה של 80% בשלל הדיג בים התיכון ובכינרת [16]: בין השנים 1998–2007 צנח יבול הדגה בים התיכון מ–4,140 טון ל–2,600 טון בשנה, ובכינרת השלל הכולל צנח מכ–2,000 טון בשנה לכמה עשרות טונות בלבד [2].

שירות נוסף שנפגע הוא שירות בקרת האקלים: כמות הפחמן הדו–חמצני באטמוספרה גדלה ב–32% ב–250 השנים האחרונות, תוך גרימת שינוי אקלימי גלובלי [37].

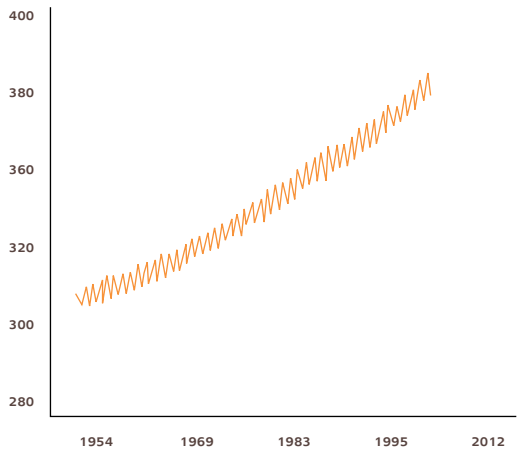
2.6 מיליארד איש חיים בעולם ללא מים נקיים, ושני מיליון ילדים מתים עקב כך בכל שנה, אף שניצול המים מאגמים ונחלים הוכפל ב–40 השנים האחרונות, וכמות המים האגורים במתקנים מלאכותיים גדולה פי 6 מהכמות הזורמת בנחלים!

מדווח על עלייה ניכרת בתחלואה הנובעת מזיהום סביבתי, עקב פגיעה במינים המסוגלים לנקות רעלים ופסולת, המכונים "הסניטרים של הטבע". לדוגמה אוכלוסיית הנשרים בצפון הארץ, שניזונים מפגרים, דעכה בכ–75% בעשור האחרון [2].

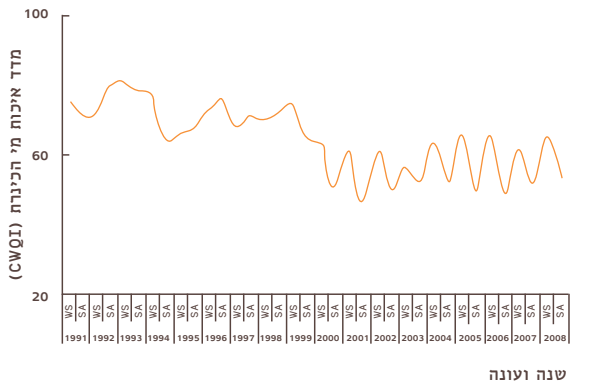
מערכות אקולוגיות מסוימות נפגעו יותר מאחרות – ב–300 השנים האחרונות שטח היערות הגלובלי הצטמצם ב–40% [44]!

20% משוניות האלמוגים בעולם נכחדו ב–50 השנים האחרונות, ועוד 20% מהן נפגעו [37] – משמעות הדבר היא איום כבד על כ–500 מיליון איש בעולם התלויים בשוניות לצורך מחייתם [45].

עלייה של 32% בכמות הפחמן הדו–חמצני באטמוספרה מאז החלה המהפכה התעשייתית. בגרף מתוארת העליה ב–50 השנים האחרונות [37].



הידרדרות באיכות מי הכינרת קשורה קשר הדוק להידרדרות בתפקודה האקולוגי של הכינרת ושל אגן הניקוז שלה – כולל עמק החולה [2].




WS – חורף ואביב SA – קיץ וסתיו

שחיקת השירותים נובעת מפגיעה במערכות האקולוגיות, ובין השאר גם מהכחדת המינים – מוערך כי 1% מהמגוון הביולוגי אובד כל שנה (קצב ההכחדה המוערך הוא של עשרות עד מאות מינים ביום!), קצב הגבוה פי 100 עד 1,000 מקצב הכחדת המינים הטבעי האופייני לכדור הארץ בלי קשר לפעילות האדם [37].

בדוח על המגוון הביולוגי בעולם מובעת דאגה מיוחדת לעתיד האזורים היובשניים של כדור הארץ, שישראל נמנית עִמם: האזורים היובשניים מקיפים 41% משטח היבשה העולמי, אך מכילים 8% בלבד מעתודות המים המתוקים. ואכן, המגוון הביולוגי הישראלי גם הוא בסכנה:

רשימות המינים האדומים (מינים בסכנת הכחדה) בישראל כוללות 23% מדגי המים המתוקים, 83% מהדו–חיים, 35% מהזוחלים, 23% מהעופות המקננים, 60% מהיונקים, ו–30% מהצמחים האנדמיים (אנדמי = ייחודי לישראל) [2].

האיום על המגוון הביולוגי עלול לגרום לאבדן שלא ניתן יהיה לתקן אותו – מין ביולוגי שנכחד לא ישוב יותר לעולם. האם התרופה למחלת האיידס, לסרטן ולמחלה בגידולי האורז שטרם התפרצה, הייתה חבויה באחד המינים שכבר נכחדו, או נמצאת באחד מאלה שמאוימים? הטבע הוא מאגר חכמה אדיר, שרק שיעור מזערי שלו התגלה ונוצל על ידי האדם. כיום 70% ממיני הצמחים בעולם נתונים בסכנה [44] – ובישראל עשירית מזני הבר של הצמחים, שהם קרובי משפחה של מיני תרבות, מוגדרים בסכנת הכחדה [2].

קבוצות אורגניזמים מסוימות מאוימות יותר מאחרות – לדוגמה, מבין 32 מינים של עטלפי חרקים בישראל, המספקים שירות בקרת מזיקים חשוב לאדם – כ–20 מינים נתונים בסכנת הכחדה, ושמונה מוגדרים כמין שעתידו בסכנה [10]. יש לציין כי כל מין עטלף מתמחה בסוגי טרף שונים, וכולם משפיעים כבקרי מזיקים על המערכות החקלאיות.

מינים רבים נכחדים, וצפוי כי 15% מהמינים הקיימים כיום ייכחדו עד שנת 2050 [37]. הדאגה העולמית כיום נוגעת ליכולתן של מערכות אקולוגיות פגועות לתמוך בקיום אוכלוסיית האדם, ללא המינים שנכחדו או שמספר הפרטים בהם הצטמצם.

*i*

## הקוד האטלנטי – דיג יתר שהביא להתמוטטות קהילת הדייגים [24, 37]

הקוד האטלנטי, המוכר לנו יותר בשם דג הבקלה, הוא דג מאכל ומקור שמופק ממנו שמן דגים. הקוד היה בעבר נפוץ ביותר, אך עם הזמן השתכללו מאוד שיטות הדיג שלו, ושילובן עם סובסידיות ממשלתיות נדיבות שניתנו לדייגים הביא לגידול חסר תקדים בהיקף הדיג. בתערוכה הבין–לאומית של תעשיית הדיג ב–1886 בלונדון, הכריז תומס הקסלי, מדען ראשי בשירות הכתר הבריטי, בתשובה להתרעות מפני הדיג הפרוע, כי "חיסולו של

דג הקוד אינו אפשרי מבחינה מדעית" וכי "הטבע בעצמו דואג לשמור על קיום המינים באמצעים משלו". בשנת 1992 נאסר לחלוטין דיג הקוד בחופי קנדה, בעקבות התמוטטות האוכלוסיות אל מעבר ליכולת החידוש הטבעית, והממשלה הקנדית הקציבה שני מיליארד דולר לתכניות הסבה מקצועית ל-40 אלף הדייגים ועובדי תעשיית הדיג שנשבר מטה לחמם. בשנת 1993 הוגבל דיג המין הזה ברוסיה, בשנת 1994 הטיל הנשיא קלינטון מגבלות שקיצצו בחצי את הכמות המותרת של דיג הקוד בניו אינגלנד, ובשנת 1999 נאסר דיג הקוד לחלוטין במפרץ מיין בארצות הברית. ההשלכות של הפגיעה האקולוגית הן השלכות כלכליות וחברתיות מרחיקות לכת: ערים נעזבו, מפעלים שותקו, ומאות אלפי בני אדם איבדו את פרנסתם. דג הקוד המומלח שהיה מזון כה נפוץ, פשוט וזול, הפך למעדן יקר ונדיר.

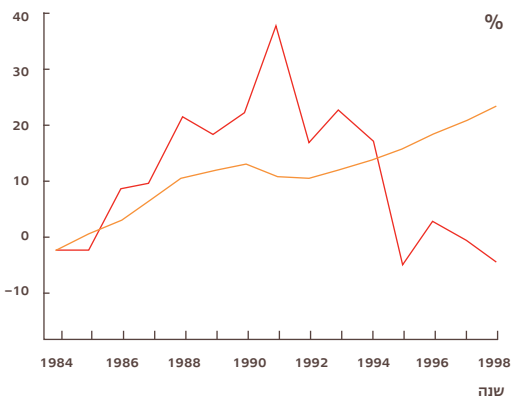
למרות 20 שנים של איסור דיג בחופי ניופאונדלנד, אוכלוסיית הדגים טרם השתקמה, אולם ממצאים עדכניים משנת 2011 מורים על סימנים ראשונים של התחדשות באחד האתרים באזור [32].

זוהי הוכחה עצובה לכך שמערכת אקולוגית הנלחצת מעבר לסף (Threshold) עלולה לאבד את עמידותה בפני שינויים (Resilience) בעקבות פגיעה במגוון הביולוגי, וכך לאבד את יכולתה לספק לאדם שירות חיוני.

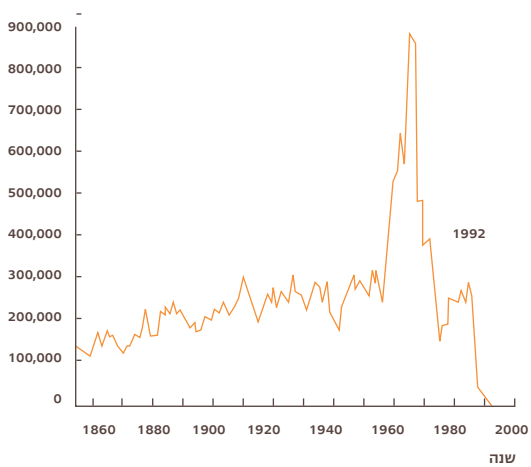
מדוע איסור הדיג לא סייע להשתקמות המערכת האקולוגית ולחידוש מלאי הדגה?

הקוד האטלנטי היה טורף העל של המערכת האקולוגית. עם הירידה הדרמטית במספר דגי הקוד בעקבות ניצול היתר, התרבו היצורים הקטנים יותר שהיו מזונו של הקוד, כמו ההרינג האטלנטי. אוכלוסייתם של דגים אלה "התפרצה", ומספריהם הגדולים אפשרו להם לטרוף ביעילות את הדרגות הצעירות (ביצים ודגים צעירים) של הקוד האטלנטי. כך התרחש "היפוך תפקידים" בין טורף לנטרף, שפגע בהשתקמות המערכת האקולוגית [32].

שינויים בתעסוקה בקנדה.
באדום - תעשיית הדיג, בכתום - כל ענפי התעשייה [55]




יבול דגה בטונות, קוד אטלנטי מול חופי קנדה [37].




**היקף שלל הדגה של דג הקוד האטלנטי בצפון-מזרח קנדה הגיע לשיא בשנות ה-70 של המאה שעברה, ולאחר מכן הידרדר בהתמדה עד להתרסקות מוחלטת של שירות הדגה בתחילת שנות ה-90. גרף התעסוקה בקנדה מראה עלייה מתמדת ויציבה בתעסוקה בכל ענפי התעשייה (כתום) במשך יותר משני עשורים, ועל קריסה של תעסוקת ענף הדיג (אדום) מתחילת שנות ה-90 עם הטלת האיסור לדוג בצפון-מזרח המדינה.**

## מה הם הגורמים הישירים המשפיעים על מערכות אקולוגיות ומשנים את השירותים שהן מספקות?

"כשאני שומע על היעלמות של מין ביולוגי, אני מרגיש כאילו עבודתו של סופר דגול נמחתה מפני האדמה"
/ **תאודור רוזוולט**

› המגוון הביולוגי מושפע מהפעילות האנושית: שינוי בשימושי הקרקע, מינים הפולשים בתיווך האדם, ניצול יתר של משאבי טבע, שינויי אקלים שגרמם האדם וזיהום.

פעולות רבות של האדם המשפיעות ישירות על מערכות אקולוגיות, ועל המגוון הביולוגי. פגיעה במגוון הביולוגי, שהוא ה"ספק" של השירותים, משנה את סל השירותים המתקבלים מהמגוון הביולוגי באזור מסוים. למשל, הסבה של שטח טבעי לשטח חקלאי (למטרה של הגברת שירות אספקת המזון) או הסבה של נחל טבעי למובל שפכים (למטרה של הגברת שירות ניקוז) פוגעות ישירות במגוון הביולוגי, ולכן השירותים המתקבלים ממנו משתנים – בדרך כלל תוך הפחתת התועלות לאדם.

יש פעולות הגורמות לנזק גם במקומות הרחוקים ממקום הפעילות האנושית, כמו למשל פעולות שגורמות לשינויי אקלים – פליטת פחמן דו–חמצני במדינות המפותחות משפיעה גם על מדינות מתפתחות.

גורמי השינוי (Drivers) המשפיעים על המגוון הביולוגי הם:

**שינוי שימושי קרקע** הרס ישיר של מערכות אקולוגיות הוא הגורם המשמעותי ביותר לפגיעה במגוון הביולוגי ובשירותי המערכת האקולוגית. ההרס נגרם בגלל שינוי שימוש הקרקע, כלומר המרת שטח ממצב טבעי לשימוש חקלאי, תעשייתי, תשתיתי או אחר. פיתוח כזה מקטין את שטח המערכת האקולוגית ופוגע בגודל האוכלוסיות הטבעיות ההכרחיות ליציבות המערכת האקולוגית[30].

פיתוח תשתיות קוויות של תחבורה או מים וחשמל משנה חלק קטן (באחוזים) של השטח, אך יוצר קיטוע מרחבי של בית הגידול. קיטוע זה מונע מעבר של פרטים בין אוכלוסיות, ולכן משבש את יכולתם לקיים אוכלוסייה בריאה גנטית, להגיע למקורות מזון ומים, ומקטין את יכולת האוכלוסייה להתמודד עם עקות.

דוגמה בולטת היא שינוי בשימוש הקרקע הגורם לשינוי בשירות בקרת האקלים: שינוי בשימושי הקרקע של שטחים טבעיים אחראי ל–20% מפליטות ה–CO2 בעולם – יותר מכל הפליטות של שרפת דלקים בתחבורה העולמית[39].

**מינים פולשים** מינים שפרטים שלהם חורגים מתחום תפוצתם הטבעי בעקבות פעילות אנושית (במכוון או שלא במכוון), וגורמים לשינוי של המערכת האקולוגית הטבעית, תוך פגיעה במינים מקומיים. שינוי זה גורם גם לנזקים כבדים לחקלאות, לכלכלה ולבריאות. דוגמאות מישראל הן נמלת האש הקטנה הגורמת מטרדי עקיצה לאדם, יתוש הנמר האסייתי המעביר מחלות כמו קדחת מערב הנילוס, והאמברוסיה המכונסת – צמח הגורם לנזקי חקלאות בשדות.
נזקי המינים הפולשים בארצות הברית לבדה מוערכים בכ–136 מיליארד דולר בשנה!

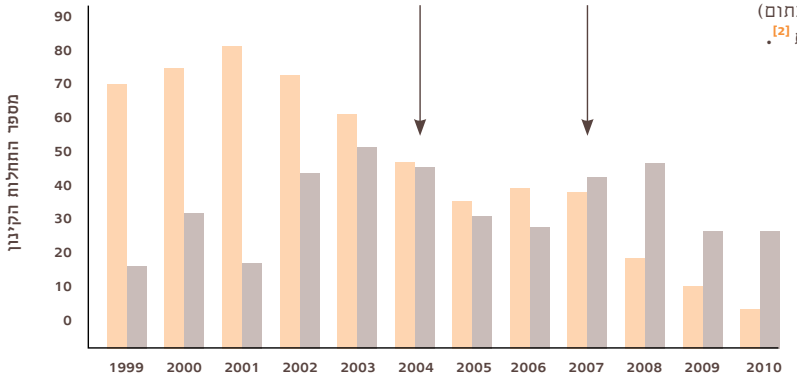
**ניצול יתר** ניצול של משאב טבעי (דגה, מים מתוקים, צמחי תבלין, וכו') מעבר ליכולת ההתחדשות הטבעית של המשאב. עלול להביא את המערכת למצב של "חציית סף" הפוגעת פגיעה בלתי הפיכה ביכולתה לספק שירותים. למשל – שאיבת יתר הגורמת להמלחת אקוויפר או לייבוש בית גידול לח, או דיג יתר הממוטט את מארג החיים באוקיינוס.

**שינוי אקלים** שינויי האקלים הנגרמים על ידי האדם גורמים כבר כיום למזג אוויר קיצוני, המשנה את התנאים במערכות האקולוגיות. שינויים מהירים אלה מקשים על המערכות הטבעיות להסתגל אליהם. לדוגמה, הגעה מאוחרת של האביב מביאה לחוסר התאמה בין זמן ההבשלה של מזון הציפורים לבין הזמן שבו הן מאכילות את צאצאיהן (המזון, המסונכרן על פי הטמפרטורה, מבשיל מאוחר יותר, ולכן אינו זמין להאכלת הצאצאים בזמן רביית הציפורים, המסונכרנת על פי מספר שעות האור ביממה ולכן אינה מושפעת מהשינוי בטמפרטורה). דוגמה נוספת היא התחממות הים, הגורמת להתפרצות של אוכלוסיות חיידקים המחוללים מחלות באלמוגים, ומביאה להרס השוניות.

שינוי אקלים משפיע גם על האדם על ידי פגיעה באספקת המים וביבול החקלאי, התפרצות מחלות זיהומיות, סופות ושיטפונות וסיכון להצפה של ערי חוף.

**זיהום** זיהום הוא חומר שאינו במקומו הטבעי או שהוא מצוי בכמות החורגת מהכמות הנורמלית. לדוגמה, באזור מפרץ מקסיקו העשרה של שפכי נחלים בחנקות שמקורן בדישון חקלאי הביאה להתמוטטות של המערכות האקולוגיות בים, ולהיווצרות של "אזורים מתים" (Dead zones) שלא ניתן לדוג בהן [37].

בישראל, דוגמאות מוכרות הן דישון וריסוס באגן הכינרת שהביאו לפגיעה באיכות המים [2], והרעלות שגרמו להתמוטטות אוכלוסיית הנשרים – התברואנים של הטבע – בצפון ישראל [2].




התחלות קינון של נשרים בצפון ישראל (בכתום) צנחו דרמטית בעשור האחרון בגלל הרעלות [2].

נקודות בעולם של זיהום שפכי נהרות בחנקות בעקבות דישון [37].

i

## נסיכת הנילוס – הפולש ששינה את המרקם החברתי סביב ימת ויקטוריה [37,17]

הדג נסיכת הנילוס הוכנס לימת ויקטוריה בשנות ה–50 של המאה ה–20, ביוזמת הבריטים, שביקשו להוסיף לאוכלוסייה המקומית מזון עתיר חלבון. הבריטים לא היו מודעים לשיבוש השרשרת האקולוגית שדג פולש טורף יכול לחולל – פעולה אשר הסתיימה בשינוי אקולוגי מרחיק לכת, שהביא לשינוי חברתי מרחיק לכת.

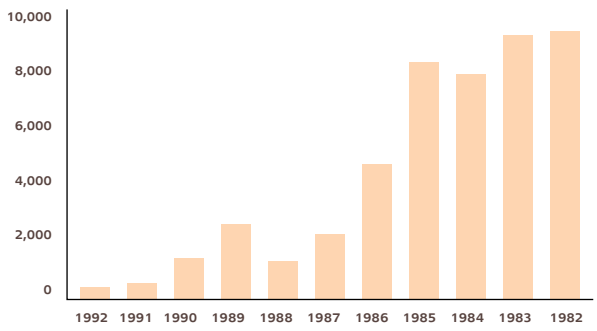
נסיכת הנילוס טרפה והכחידה מאות מינים של דגים מקומיים ייחודיים (אנדמיים) – אמנונים שהתפתחו במימי האגם במשך מאות אלפי שנים. האמנונים היו הבסיס לכפרי הדייגים המקומיים, שנהגו לייבש את שלל הדיג בשמש. עם היעלמות הדגה המקומית, נאלצו קהילות הדייגים לעבור לדוג את נסיכת הנילוס. אולם נסיכת הנילוס הוא דג גדול מדי ואחוז השומן בו גבוה מדי מלשמרו בייבוש שמש, ולכן נאלצו הדייגים לפנות לשימור באמצעות עישון במדורה. לצורך כך נכרתו מרבית היערות בסביבת האגם, מה שהביא לתופעות חמורות של סחף קרקע – מחצית מהקרקעות הפוריות סביב האגם אבדו. בנוסף, התפתחה תלות של הדייגים המקומיים בחברות דיג גדולות, שיכלו לייבא רשתות עמידות המתאימות ללכוד את הדג הגדול, לעומת הרשתות המסורתיות, המותאמות לדיג אמנונים קטנים. מפעלי עיבוד ענקיים הוקמו באזור, והקהילה המקומית של הדייגים, שבסיס הקיום שלה השתנה, הפכה להיות קהילה של פועלי פס ייצור. מרבית ההכנסות מהאגם הגיעו אל חברות הדגה הגדולות, ולא אל התושבים המקומיים.

המין הפולש הביא לשינוי דרמטי של המערכת האקולוגית הטבעית, ובעקבותיו לתהליכי הרס חברתי שאיש לא צפה. כיום, אוכלוסיית נסיכת הנילוס קטנה בעקבות הידרדרות המצב האקולוגי באגם ויקטוריה, ונעשים מאמצים לשקם את אוכלוסיית האמנונים המקומית.

## שירות בקרת מחלות – החשיבות של מערכות אקולוגיות בריאות לסביבה נקייה ממחלות [29,43]

מחלת Lyme היא מחלה מידבקת הנגרמת לאדם מזיהום בחיידקים. המחלה קרויה על שם עיר במדינת קונטיקט שבארצות הברית, שם אירעה התפרצות של המחלה. זוהי המחלה הנפוצה ביותר המועברת לאדם על ידי קרציות בחצי הכדור הצפוני, ומתאפיינת בחום, כאב ראש, דיכאון ופריחה בעור.

מחקרים זיהו עלייה דרמטית של התפרצויות המחלה באזורים אורבניים בעשורים האחרונים. התפרצויות אלה קשורות בבירור לשינוי שימושי קרקע של שטחים טבעיים שפותחו לחקלאות ולבינוי. פיתוח זה הביא לשינוי של יכולת המערכת האקולוגית לספק שירות בקרת מחלות, בגלל פגיעה במגוון הביולוגי של הטורפים הטבעיים. בעקבות זאת חלה התפרצות באוכלוסיות של חולדות ועכברים, נשאי הקרציות, אשר מהם החיידק מחולל המחלה מגיע אל האדם. התפרצות של מחלות נוספות, כמו קדחת מערב הנילוס, לישמניה ומלריה, קשורות קשר מוכח לשינוי ולהרס של מערכות אקולוגיות.




עלייה במספר החולים במחלת Lyme בשנות ה-90 של המאה ה-20 [43].

מחלת Lyme מתפשטת עם קשר ישיר להרס בתי גידול טבעיים.

## הגורמים העקיפים המשפיעים על המגוון הביולוגי ומשנים את שירותי המערכת האקולוגית

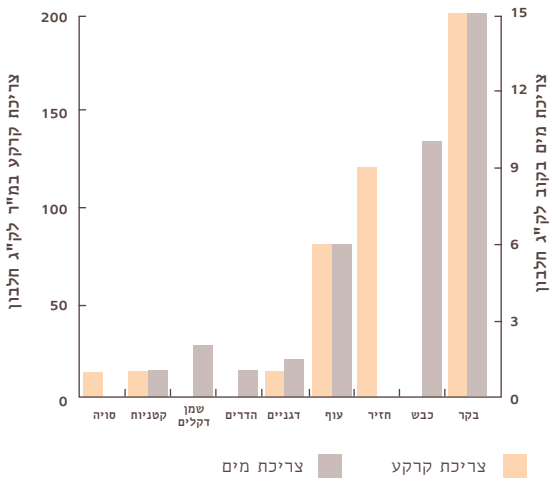
› גידול אוכלוסייה מואץ, עלייה ברמת החיים ובפעילות הכלכלית, והתפתחות תרבות הצריכה הם הגורמים העקיפים המגבירים את עוצמת הגורמים הישירים. הגורמים הישירים, כאמור בפרק הקודם, משנים את המערכות האקולוגיות ופוגעים בשירותים שהן מספקות.

הגורמים הישירים הפוגעים במגוון הביולוגי, ונזכרים בפרק הקודם, מוגברים ומואצים בגלל מגמות המַקרו בחברה האנושית המודרנית: **גידול אוכלוסייה** מואץ מביא לעוצמות פיתוח מוגברות, ולצריכת יתר של שירותי המערכת האקולוגית, כמו מזון, מים, מחצבים, אנרגיה וכו'. עולם בן 7 מיליארד אנשים הוא בעל טביעת רגל אקולוגית השונה דרמטית מטביעת הרגל של עולם בן מיליארד איש בלבד.

**תרבות של צמיחה כלכלית** – העלייה ברמת החיים ובפעילות הכלכלית היא גדולה בהרבה מגידול האוכלוסייה – בין 1950 ל–2000 גדלה אוכלוסיית העולם פי 2, אך התוצר הכלכלי הגלובלי (GDP) גדל פי 7 [37], והסחר העולמי גדל גם הוא במידה זו! רמת חיים גבוהה יותר משמעותה צריכה מואצת של משאבים, והגברה של הגורמים הישירים המשפיעים על המערכות האקולוגיות.

**שינויים תרבותיים**, בעיקר במדינות מתפתחות, לכיוון של צריכה מואצת וניצול משאבים בזבזני, ואורח חיים שאינו בר–קיימא. תושבים בסין, הודו, ואפריקה, לדוגמה, שואפים להגיע לרמות הכנסה של מדינות מערביות – וכך גם מגדילים את השפעתם על המערכות האקולוגיות. בבסיס מצוי שינוי של המודל החברתי בחברות רבות, למודל המעודד הון אישי על חשבון הון ציבורי.

העלייה ברמת החיים מהווה גורם המשפיע בעקיפין על המגוון הביולוגי. בדוגמה בגרף – העלייה בצריכת הבשר בעולם משפיעה על צריכת משאבי הטבע (קרקע ומים) הדרושים להפקת 1 ק"ג חלבון במזונות שונים – מסויה ועד בשר [45].




*i*

### התמוטטות תרבויות בעקבות שחיקה סביבתית [36]

אחת מהעובדות ההיסטוריות המטרידות היא שהיו ציוויליזציות שהתמוטטו בעקבות קריסה של משאבי הסביבה שתמכו בהן. רבות מציוויליזציות אלה חוו הידרדרות מהירה מאוד – לעתים עשור או שניים לאחר שהגיעו לשיא כוחן – בגודל האוכלוסייה ובעוצמתה הכלכלית.

עדויות ארכאולוגיות עכשוויות מעידות על דפוס קריסה כזה בתרבות המאיה ביוקטן (מקסיקו), האנסנזי בדרום–מערב ארה"ב, הנורדים בגרינלנד, בוני הפסלים באיי הפסחא, מסופוטמיה העתיקה, ועוד. כל אלה היו כנראה נתונים בלחצים בעקבות ניצול יתר של הסביבה, שינוי אקלים ובצורות, שהצטרפו לעקה שנגרמה בגלל תקיפות של אויבים מבחוץ.

אוכלוסייה במצב של שיא העושר נוטה לצרוך כמויות שיא של משאבי טבע – ולכן נקל לשער מדוע הקריסה מתרחשת זמן לא ארוך לאחר מופע השיא של החברה.

דוגמה מודרנית יותר לתלות של האדם ביציבות המערכות האקולוגיות היא הרעב הגדול באירלנד של אמצע המאה ה–19: בעקבות התפשטות מהירה של מזיק חקלאי (כימשון) בגידולי תפוח–האדמה, מתו כמיליון אירים מרעב, ועוד כמיליון היגרו, בעיקר לארצות הברית.

"חם לך בהיעדר צלו של עץ? אל תאשים את השמש,
האשם את עצמך" / **פתגם סיני**

## קושרים את הקצוות – למה חשוב לשלב שיקולי מגוון ביולוגי בקבלת החלטות?

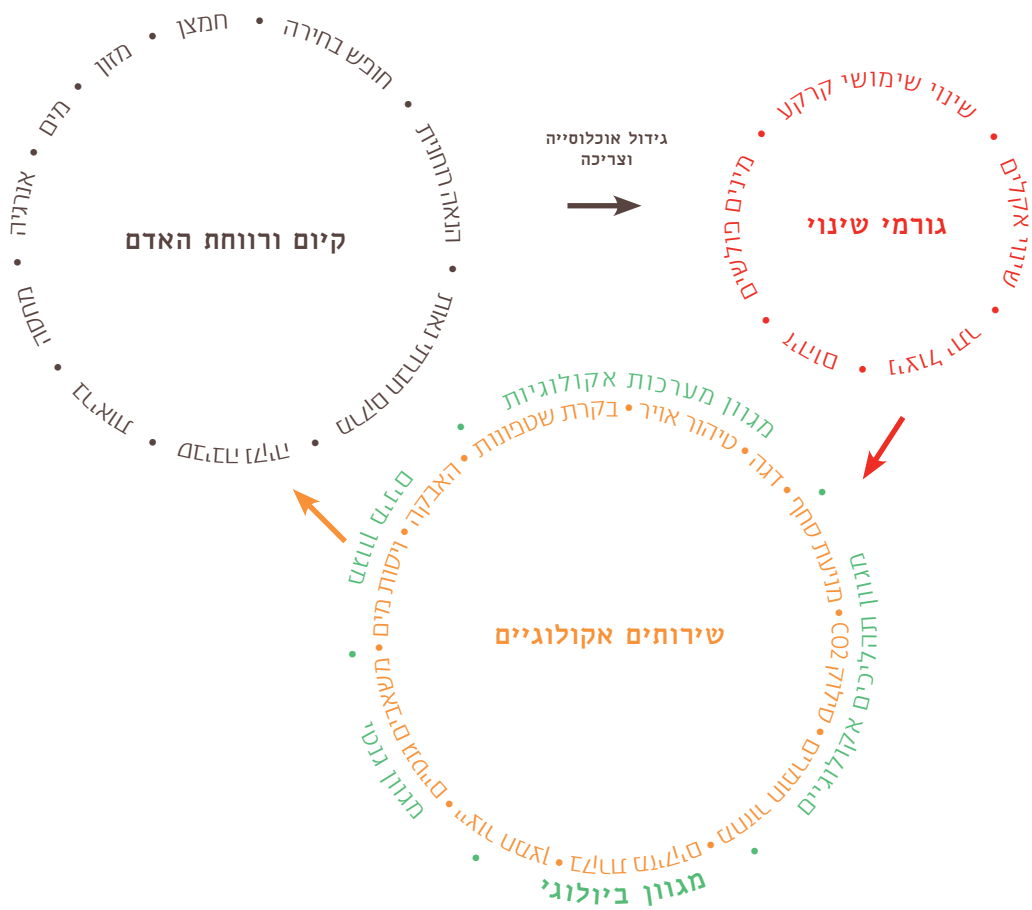
› יש קשר הדוק בין השגת המטרות של קיום, רווחה ובריאות לאדם, שלשמן מבוצע פיתוח, ובין שמירת המגוון הביולוגי.

› השגת מטרות הפיתוח לטובת החברה היום ובדורות הבאים, מחייבת שילוב שיקולי שמירת המגוון הביולוגי בקבלת החלטות.

יש קשר הדוק בין קיום ורווחת האדם, המגוון הביולוגי, ושירותי המערכת האקולוגית. ללא מגוון ביולוגי אין אספקה יציבה של שירותים אקולוגיים, וללא שירותים אקולוגיים לא ניתן להשיג את המטרות של רווחת האדם ובריאותו. לכן, שמירה על המגוון הביולוגי ועל שירותי המערכת האקולוגית היא אינטרס של כלל מקבלי ההחלטות – בראש ובראשונה של גורמי הממשלה, נאמני הציבור לניהול החברה.

קיום האדם ורווחתו (פרנסה, מזון, בריאות, ביטחון, מארג חברתי תקין, ועוד) נשענים על שירותי המערכת האקולוגית, אך גם משפיעים עליהם.

1,400 מדענים, מומחי ה–Millennium Ecosystem Assessment (2005), שביצעו הערכה גלובלית של הקשר בין המערכות האקולוגיות ובין קיום האדם, הציעו סכמה הממחישה את יחסי הגומלין בין כל הגורמים המעורבים:



הפיכתו של שטח טבעי למפותח משנה את השירותים האקולוגיים ששטח זה מספק, מכיוון שנעשית המרה (Trade off) של שירות אחד באחר (למשל הגברת שירות היבול החקלאי על חשבון שירות טיהור מים). למעשה, מדובר בהמרה של סל שירותים אחד (של שטח טבעי) בסל שירותים שונה (של שטח מפותח).

<u>לפיכך החלטה על פעולת פיתוח משמעותה החלטה על סל השירותים האקולוגיים שהאדם ייהנה מהם או שייגרע מן האדם.</u>

יש לזכור, שהחלטה על המרת סל השירותים מחייבת משנה זהירות, מכיוון שהמערכות האקולוגיות הן מורכבות מאוד, והידע המדעי הוא חלקי, לכן לרוב קשה לצפות במדויק את השפעת ההמרה. קיומו של שירות מסוים עלולה להתגלות רק עם היעלמותו מהשטח בעקבות פגיעה במגוון הביולוגי. מינים שנדמים כמשניים או כאלה שאינם מוכרים יכולים בדיעבד להתברר כחוליה חשובה בתפקוד של שירות מסוים.

כדאי לזכור ששטח טבעי מספק בדרך כלל סל רחב של סוגי תועלת, בעוד שטח מפותח מספק בדרך כלל מספר מצומצם של שירותים.

מקבל החלטות בשירות הציבורי פועל במטרה לקדם את קיומה ורווחתה של החברה, ולכן חשוב שידע על אילו שירותים הוא מחליט לוותר, אילו שירותים אקולוגיים יוגברו, ומה גודלו של מרכיב האי–ודאות בנוגע לתוצאות ההתערבות במערכת האקולוגית הטבעית. מידע זה ישמש כנדבך חשוב במערך קביעת המדיניות וקבלת ההחלטות.

*i*

<u>ייבוש החולה – חקלאות אינטנסיבית במקום מי שתייה נקיים?</u> [20]

עד לאחרונה סיפקה הכינרת שליש מתצרוכת המים השפירים של ישראל. אבל מתברר שעם השנים איכות המים בכינרת הלכה והידרדרה[2], והיום הם ראויים לשתייה רק לאחר טיפול וטיהור במתקנים השונים שהקימה חברת "מקורות". לא תמיד זה היה כך.

מה קרה למי הכינרת? לפני קום המדינה השתרע אגם משולב בביצות על שטח רחב ידיים בעמק החולה. בשנותיה הראשונות של המדינה, הוחלט על פרויקט לאומי לייבוש החולה, ויעוד השטח לחקלאות. הכבול שבקרקעית האגם יועד לדשן וכמקור לאנרגיה. ברקע הדברים, כוח מניע חשוב שתמך בייבוש היה הרצון למיזם שירומם את המורל הלאומי, ובעיקר שיצדיק את הקיום של כמה גופים ציוניים שחיפשו את דרכם עם קום המדינה. המפעל ההנדסי יצא לדרך. נחפרו תעלות, הונחו צינורות והאגם יובש.

**מה הקשר בין ייבוש החולה ובין האיכות של מי הכינרת?**

הכבול – החומר שבקרקעית הביצה, נחשף לאוויר, התייבש והתחמצן בעקבות פעולות הייבוש. חלקו הפך לאבק טורדני, חלקו בער במשך חודשים ארוכים בשרפות ספונטניות, אך חמור מכול – תוצרי החמצון של הכבול (חנקות, נוטריינטים) התמוססו במי הנחלים ונשטפו לכינרת, ויצרו בה זיהום שהניע שרשרת תהליכים שפגעה באיכות המים.

אגם וביצות החולה, יחד עם המגוון הביולוגי העשיר בהן, תפקדו לפני הייבוש כמטהר המים הטבעי של מי אגן הכינרת – פילטר חינם מהטבע שבו אלפי מינים של יצורים היו מסננים את המים ומנטרלים את החומרים המזיקים שבהם.

היום, עשרות שנים אחרי הייבוש אנחנו עדיין משלמים את המחיר. הנזק שנגרם עקב הייבוש חייב נקיטת פעולה דרסטית. מעל 100 קילומטר של תעלות נחפרו בעמק החולה כדי לשלוט במים ובקרקע, ולשמור את הכבול יבש דיו כדי לאפשר עיבוד חקלאי, ורטוב דיו כדי למנוע את התמוססותו. הוקם סכר תת–קרקעי למניעת הזרימה של מים עשירים בחנקות מקרקעות הכבול לכינרת, הוקמו 200 מתקני ויסות הידראוליים לשליטה במפלס מי התהום, ולבסוף אף הוצפו מחדש שטחים שלא ניתנו לעיבוד חקלאי. בדיעבד, ניתן לומר שהשירות האקולוגי של יבול חקלאי הוגבר, ולעומת זאת השירות האקולוגי של טיהור מים נפגע.

אגמון החולה המוכר לנו היום נוצר באופן ספונטני בגלל שקיעת הכבול – פני הקרקע צנחו במטרים אחדים, ולכן מי תהום גבוהים הציפו את השטח החקלאי, ולפיכך ננטש על ידי החקלאים והוסב לשטח תיירות אקולוגית. שטח זה מספק שירות מערכת אקולוגית רב משמעות, והכנסותיו הישירות והעקיפות לתושבי/לאזור הגליל העליון, מוערכות בכ–100 מיליון ₪ בשנה מתיירות. ניתן רק להעריך את התועלות הכלכליות והציבוריות שאבדו עם ייבוש אגם החולה לפני 60 שנים, ואבדו לבלי שוב.

**ייבוש החולה.** איור מאת ג'וזיאן חביב-מור מתוך "נס הביצה והעגורים" מאת רן לוי-יממורי

## ערך הקיום של המגוון הביולוגי

תפישת המגוון הביולוגי מאירה את התועלת המגוונת והחיונית שהאדם מפיק מהמערכת האקולוגית לקיומו ולרווחתו, ואת חשיבותו של המגוון הביולוגי באספקת השירותים האקולוגיים לאדם. אחד משירותי המערכת האקולוגית הוא "ערך הקיום".

"ערך הקיום" הוא תפישה תרבותית המזהה ומוקירה את התועלת הרוחנית שאדם מפיק מהידיעה שמשאב טבע או מין ביולוגי כלשהו מתקיים, גם אם אותו אדם אינו נהנה ישירות ממשאב זה – ואולי אף מעולם לא ראה אותו בטבע (למשל, מרבית הישראלים מעולם לא ראו נמר בנגב, אך שואבים הנאה וגאווה מהידיעה שהנמרים אכן, עדיין, מתקיימים בארצנו).

תפישה זו נשענת על נקודת מבט מוסרית, שעלינו כמין אנושי מוטלת חובה לשמור על מינים ביולוגיים אחרים על פני כדור הארץ. ניתן למצוא לאחריות זו הד גם בציווי המקראי "לעבדה ולשמרה" (בראשית ב', 15).

גם ברמה התועלתית לערך הקיום יש חשיבות: קיימים משאבי טבע ומינים אשר כיום אין לנו מידע על התועלת שהם עשויים להביא לאדם, אך בכל מין ביולוגי יש תועלת פוטנציאלית: לעתים היא מתגלה במקרה, ולעתים היא מתגלה רק כשמין זה נעלם ועימו נעלמת התועלת שחסרה לנו.

**חמצה שסועה. מין צמח חסר הוד והדר, אינו מוגן על פי חוק בישראל. זהו זן הבר שממנו בוית החומוס.** צילום: יובל ספיר

*i*

## ישראל – "נקודה חמה" לשמירת המגוון הביולוגי

עבודת מחקר שפורסמה בכתב העת היוקרתי Nature [38] מיפתה את האזורים החשובים ביותר לשמירת המגוון הביולוגי העולמי. אזורים אלה מכסים רק כ–1.4% מהשטח היבשתי של כדור הארץ, אך על אף שיעורם המזערי משטח העולם הם אוצרים בתוכם שיעור גדול מאוד של מינים, למשל 44% ממיני הצמחים, ו–35% ממיני חולייתני היבשה! האזורים הוגדרו ככאלה על פי ייחודו של המגוון הביולוגי בהם מצד אחד, ועל פי רמת האיום על שרידותם מצד אחר.

ישראל כלולה בתוך מפת "האזורים החמים" (Biodiversity Hotspots), כחלק מהביום הים תיכוני, ולכן יש לה אחריות עולמית כבדה לשמירת נכסי הטבע שלה. מיקומה הגאוגרפי הייחודי של ישראל במפגש בין שלוש יבשות, וגיוון אקלימי וגאולוגי אדיר, מקנים לה עושר ביולוגי יוצא דופן.

בנוסף, ישראל היא "צוואר בקבוק" חיוני בציר הנדידה העולמי של עופות – כ–500 מיליון עופות חולפים בישראל פעמיים בשנה – ומחובתנו להבטיח להם ציר נדידה בטוח מאירופה ואסיה אל אפריקה וחזרה.

ישראל, כחלק ממשפחת העמים, חתומה על אמנות בין–לאומיות לשמירת המגוון הביולוגי, כמו אמנת שמירת המגוון הביולוגי (CBD), אמנת ברצלונה לשמירת הים התיכון, אמנת הגנה על עופות נודדים [18], ועוד.

**מפת האזורים החשובים לשימור המגוון הביולוגי (Biodiversity Hotspots) בעולם [38].**

**ישראל היא צוואר בקבוק בציר הנדידה של חצי מיליארד עופות הנודדים מאירופה ואסיה לאפריקה ובחזרה כל שנה. ישראל חתומה על אמנת בון (CMS) ובמסגרתו על הסכם עופות המים הנודדים מאפריקה לאירופה [18].**

"ציניקן הוא אדם שיודע את מחירו של כל דבר,
אך אינו יודע את הערך של שום דבר" / **אוסקר ויילד**

# כשל השוק של המגוון הביולוגי – מדוע אנחנו לא שומרים על שירותי המערכת האקולוגית?

- שירותי המערכת האקולוגית והמגוון הביולוגי בעולם מידרדרים כי לא ניתן לנהל אותם בכלכלת שוק. שירותים אלה הם מוצרים ציבוריים, ולכן הם צריכים להיות מנוהלים בכלי ניהול מתאימים.
- למרבית רכיבי המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית אין שוק שבו הם נסחרים, או שיש להם מחיר נמוך שאינו מגלם את העלות האמיתית שלהם.
- לפעולות פיתוח (כמו חקלאות להפקת יבול, הקצאת קרקע להקמת קניון, וכדומה) המשפיעות על המגוון הביולוגי ניתן במערכת הכלכלית הנוכחית מחיר שאינו מביא בחשבון את השפעת הפיתוח על הערך של שירותי המערכת האקולוגית, כלומר המחיר אינו מפנים עלויות חיצוניות.
- מניצול רכיבי המערכת האקולוגית כסחורה נהנה רק חלק קטן מהחברה, אך את מחיר הפגיעה בשירותי המערכת האקולוגית (העלות החיצונית) נושאים כלל החברים בחברה, ובעיקר מעוטי היכולת שבהם והדורות הבאים.
- פערים אלה מביאים למצב של "כשל שוק" של המגוון הביולוגי – המשאב אינו מחולק באופן מיטבי בין כלל הצרכנים של שירותי המערכת האקולוגית בחברה. כשל השוק בא לביטוי בהידרדרות המגוון הביולוגי ושחיקת שירותי המערכת האקולוגית.
- מקבלי החלטות במגזר הציבורי מנהלים מוצרים ציבוריים למען החברה, ואגב כך משפיעים על המגוון הביולוגי. לפיכך עליהם לנהל את המגוון הביולוגי בתחום השפעתם כמוצר ציבורי – כלומר לייחד לו את המשקל הראוי לו במכלול שיקוליהם בתהליך קבלת ההחלטות.

המגוון הביולוגי מעניק לנו שירותים חיוניים לקיומנו. לכאורה, יש אינטרס מובהק לשמור על המגוון הביולוגי. ואף על פי כן השירותים האקולוגיים נשחקים והמגוון הביולוגי מידרדר בקצב גובר והולך. מדוע?

כלכלת השוק מניחה לכוחות השוק (השחקנים הקובעים את ההיצע והביקוש) לקבוע את ערך המוצר – לכאורה ללא התערבות של הרגולציה.

כלכלת שוק סומכת על "היד הנעלמה" לחלוקה אופטימלית של המשאבים במחיר מיטבי. ייתכן שפתרון זה נכון לניהול שוק של מוצרים פרטיים, למשל כמו שוק המצלמות או מכונות הכביסה, אשר ניתן בצורה ברורה להגדיר את הבעלות עליו או להגביל את הגישה אליו. אולם מסתבר שהמגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית אינם במצב של חלוקה מיטבית בין הפרטים בחברה ובין הדורות. מדוע כלכלת השוק אינה מצליחה להביא לתוצאה הרצויה של אספקת שירותים אקולוגיים?

ראשית, מרבית רכיבי המגוון הביולוגי ומרבית שירותי המערכת האקולוגית הם מוצרים שלא ניתן להגביל את הגישה אליהם או שאין עליהם קניין ברור, בחזקת "נחלת הכלל".

חלק ממוצרים אלה הם מוצרים ציבוריים (Public good), המאפשרים תועלת לכלל הציבור, בלי ששימוש של פרט אחד במוצר גורע מהנאתו של פרט אחר, גם אם זה לא שילם על השירות. כמו ביטחון, תחבורה ומשפט, גם המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית הם פעמים רבות מוצר שלא ניתן להגביל את השימוש בו לקבוצה מסוימת באוכלוסייה. לדוגמה – שכבת האוזון, המגִנה עלינו מקרינה מסוכנת היא שירות שכולנו צורכים בלי לגרוע מהנאתם של פרטים אחרים בחברה מאותו שירות, החמצן שהצמחים פולטים, שירות בקרת האקלים שהמערכות האקולוגיות מספקות, הנוף הטבעי וכדומה. לכן גם אין להם שוק שבו הם נסחרים, ולא נקבע להם ערך כלכלי ברור, מכיוון שהתועלות שלהם משותפות, אך אין נטל משותף על ההשקעה בשמירתם. מכאן, שאם אנו כחברה חפצים בהמשך ההנאה ממוצרים ציבוריים אלה, עלינו לנהל את המגוון הביולוגי בהתאם – ולהשקיע לשם כך משאבים ממשלתיים. מאחורי תפיסה זו עומד ערך קיומי אך גם חברתי, הגורס שלא ראוי להגביל את השימוש במוצרים ציבוריים השייכים לכולם, כמו למשל הנוף של השטחים הפתוחים שלא ראוי להגבילו רק לבעלי אמצעים.

קיימים מוצרים שלא ניתן להגביל את הגישה אליהם, אך השימוש בהם על ידי פרט אחד גורם להפחתה (Subtractability) של יכולת השימוש על ידי פרט אחר. כך למשל הדגה בים, העצים המשמשים לחומר בעירה ביער, מים, ורכיבים שונים של המגוון הביולוגי המשמשים כמשאב אספקה. מוצרים אלה הם "מוצר משותף"

(Common good), אשר על מנת למנוע מהם להגיע למצב של ניצול יתר, המתואר במושג "הטרגדיה של נחלת הכלל", יש להפעיל אמצעי רגולציה ואכיפה.

לצורך ניהול המוצר הציבורי והמוצר המשותף קיימת מערכת ממשלתית, הגובה מסים מהאזרח ומספקת לו בתמורה את המוצר הציבורי. מקבלי החלטות בשירות הציבורי הם למעשה מנהלים של מוצרים ציבוריים שונים, מחינוך וביטחון, ועד מים, תשתיות, משפט, נפט וקרקע.

במסגרת תפקידם, למרבית מקבלי ההחלטות יש השפעה ניכרת על מוצר ציבורי / מוצר משותף נוסף – הסביבה, וליתר דיוק – המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית.

בתקופה הנוכחית, בעקבות העלייה בגודל האוכלוסייה ובלחץ שאנו מפעילים על המערכות האקולוגיות, נוצר כשל שוק בנוגע לשירותי המערכת האקולוגית – הקצאה לא מיטבית של משאבי המגוון הביולוגי גורמת למחסור בהיצע של השירותים האקולוגיים. המחסור מורגש בעיקר בחלקים מסוימים של החברה, שהם בדרך כלל מעוטי היכולת והדורות הבאים.

מתוקף כך, מקבלי החלטות בשירות הציבורי צריכים לנהל כמוצר ציבורי **גם** את המגוון הביולוגי. הניהול צריך להיות גם של הקצאת המשאבים (כלומר המערכות האקולוגיות, והמשאבים שהן נסמכות עליהם – קרקע, מים ומגוון ביולוגי), וגם של הפסולת הנפלטת אל הסביבה עקב פעולות פיתוח.

סוגי מוצרים שונים (מותאם על פי: Hess and Ostrom, 2003)

| | הפחתה (Subtractability) | | |
|---|---|---|---|
| | **גבוה** | **נמוך** | |
| **גידור (excludability) יכולת לגדר / יכולת קנין** | מוצר פרטי<br>**לדוגמה – עגבניות**<br>כלי ניהול – שוק פרטי | מוצר אגרה<br>**לדוגמה – פארק בתשלום**<br>כלי ניהול – BOT | **גבוה** |
| | מוצר משותף<br>**דוגמה – דגים בים (שירותי מערכת אקולוגית כסחורה)**<br>כלי ניהול – רגולציה ואכיפה | מוצר ציבורי<br>**דוגמה – ביטחון, שכבת האוזון (שירותי מערכת אקולוגית כשירות)**<br>כלי ניהול – ניהול מרכזי בעזרת מיסים | **נמוך** |

**מהו המחיר האמיתי של המבורגר? העלות החיצונית של הפיתוח**

עוד גורם כבד משקל התורם לכשל השוק הוא אי–הפנמת עלויות חיצוניות.

עלויות רבות אינן מופנמות בפעולות פיתוח או במחירם של מוצרים שמופקים בתעשייה. לעלויות חיצוניות אלה יש השפעה שלילית, לעתים כבדה ביותר, על המגוון הביולוגי.

כאשר חברה לייצור בשר כורתת יער גשם והופכת אותו לשטח מרעה, היא משלמת מחיר על תהליך ייצור הבשר, ומתמחרת בהתאם את עלות ההמבורגר שהצרכנים משלמים. כלומר לבקר שגדל בשטח המרעה (כשירות מערכת אקולוגית של מקנה) נקבע מחיר קשיח וברור בשוק, המסתמך על שירותים שונים שהמערכות האקולוגיות מספקות, שירותים הנתפסים כמובנים מאליהם ומתומחרים בעלות אפס. יותר מכך – אותו יער, לפני שבורא, סיפק גם שירותים אקולוגיים אחרים, כמו חמצן, קיבוע פחמן, טיהור מים וכו', ושירותים אלו נפגעו בעקבות הגברת שירות המקנה. בעלי הקרקע וצרכני הבשר מנהלים מערכת כלכלית של מכירה וקנייה של הבשר, אך לתוך מערכת זו לא משוקללים השירותים הנוספים שסיפק היער – שירותים ששחקנים אלה נהגו לצרוך אותם חינם אין כסף. כלומר – העלות האמיתית של בירוא היער והפקת ההמבורגר היא גדולה יותר מזו המתומחרת בכלכלת השוק בין תעשיית הבשר לבין צרכני הבשר. אותה עלות שאינה מתומחרת במחיר המוצר (או השירות), ונושאים בה פרטים שלא היו צד לעסקת המכר, היא "עלות חיצונית" (Externality).

אי–הכללה של העלות החיצונית בתמחור המוצר מתאפשרת היות שמרבית שירותי המערכת האקולוגית אינם נקנים בכסף, אך למעשה יש להם ערך ועלות ממשיים.

**מי בכל זאת נושא בעלויות החיצוניות?**

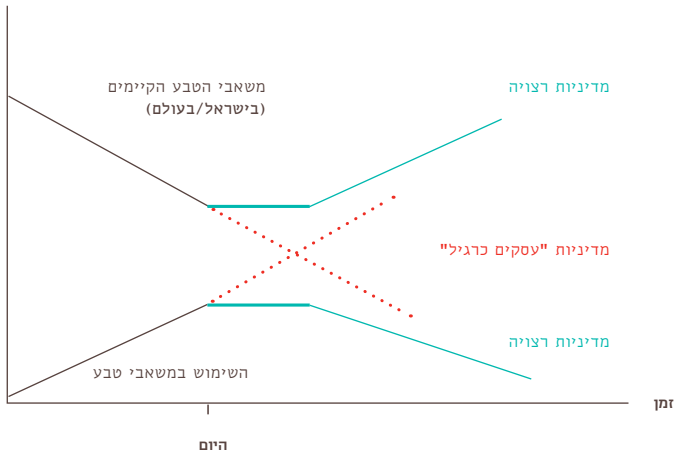
בדרך כלל, הנושאים בעלויות החיצוניות הם כלל החברה (ובהם גם מגדלי הבשר וצרכני הבשר...), אך במיוחד נושאים בהם מעוטי היכולת והתושבים המקומיים החיים בקשר הדוק עם הסביבה שבה וממנה נצרך השירות. נטל העלויות האלה יכול להיות מקומי (פגיעה באיכות האוויר והמים באזור, זיהום וסחף הקרקע, הקטנת כמות הגשמים), והוא יכול להיות גם אזורי (גשם חומצי, מדבור), ואף גלובלי (שינויי אקלים עולמיים, פגיעה בשכבת האוזון).

עוד קבוצת בעלי עניין אשר נושאת בעלויות האמיתיות של המוצרים היא "הדורות הבאים", ומכאן מקור המשפט "לא קיבלנו את הארץ בירושה מהורינו, אלא בהשאלה מנכדינו". הערך של שמירת המגוון הביולוגי למען הדורות הבאים הוא גלובלי ובין–דורי, אך העלות של שמירתו נופלת על קבוצה מצומצמת שאינה מתוגמלת כראוי. זהו ביטוי נוסף לכשל שוק הגורם לפגיעה במגוון הביולוגי ולהיכחדותם של מינים.

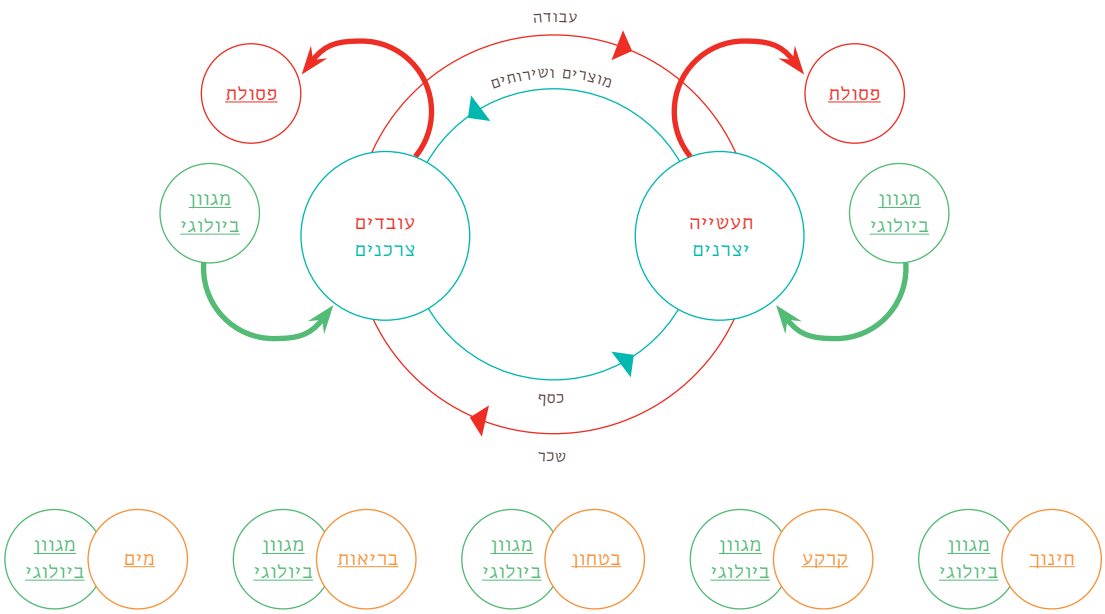
פתרון אפשרי לכשל השוק של שירותי המערכת האקולוגית הוא באמצעות מערכת רגולציה ממשלתית הקובעת את המחיר האמיתי של מוצרים, ויוצרת שוק לשירותים אקולוגיים שאין להם מוצר סחיר, כדוגמת שוק הסחר בפליטות גזי חממה או חוק האריזות.

מקבלי החלטות במגזר הציבורי מנהלים מוצרים ציבוריים לטובת החברה, ואגב כך משפיעים על המגוון הביולוגי. לפיכך עליהם לנהל את המגוון הביולוגי בתחום השפעתם כמוצר ציבורי, מתוך הכרה בחשיבותו והקפדה על שמירת ערכו בתהליך קבלת ההחלטות.

כשל השוק של המגוון הביולוגי. משאבי הטבע הם סופיים, והשימוש בהם עולה.




המערכת הכלכלית והחברתית נתמכת על ידי מוצרים ציבוריים (בכתום) המנוהלים על ידי הממשלה.
המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית תומכים ישירות בחברה ובכלכלה כמוצר ציבורי, ומושפעים מפסולת הנפלטת למערכת האקולוגית. מוצרים ציבוריים שונים (ביטחון, בריאות, קרקע וכו') נתמכים משירותי המערכות האקולוגיות (בטורקיז), אך ניהול מוצרים ציבוריים אלה גם משפיע על המגוון הביולוגי.



i

## הטרגדיה של נחלת הכלל – ניצול יתר של משאבים

גרט הרדין העריך בשנת 1968 את מצב הסביבה כ"טרגי" מכיוון שהיא "נחלת הכלל" – מה ששייך לכולם לא שייך בעצם לאף אחד והוא הופך להפקר; לכל אחד "הזכות" לנצל את המשאב המשותף ככל שיחפוץ, ואף לגרום לזיהום או לניצול יתר עד כדי גרימת משבר סביבתי בלתי נמנע (כמו בדוגמה של דג הקוד האטלנטי).

את הסביבה המשיל הרדין לשטח מרעה שהאיכרים מגדלים עליו פרות. אדמת המרעה היא נחלת הכלל – היא שייכת לכולם. לפי הרדין, רועה פרות רציונלי שואף למקסם את רווחיו, ולכן ישאף להגדיל את עדר הפרות שלו ככל שניתן. החישוב הוא פשוט: הרווח מגידול הפרה הוא פרטי שלו, ואילו הנזק לאדמת המרעה הנגרם מרעיית יתר מתחלק על "כולם". ומכיוון שכל רועה חושב באותה הדרך, האסון האקולוגי (דלדול המשאבים) הוא בלתי נמנע. לכן, חברה של בני אדם רציונליים ברמת הפרט תוביל בהכרח להתנהגות לא רציונלית ברמת החברה ובעקבותיה לקריסה סביבתית.

על פי המשל של הרדין אפשר להבין את ההתנהגות של מדינות ביחס למה שנהוג לכנות מוצרים משותפים (Global commons), כמו האוויר והאוקיינוסים. לצורך ניהול נכון של מוצרים אלה נחוץ שיתוף פעולה בין-לאומי כדי למנוע משבר סביבתי.

ממש כמו מגדל הפרות ה"רציונלי", סירב בזמנו (1999) הנשיא בוש לחתום על פרוטוקול קיוטו, שחייב מדינות לצמצם את פליטת גזי החממה בשטחן, בשל החשש מפגיעה באינטרסים המסחריים של ארצות הברית ובכושר התחרות של חברות אמריקניות בזירה הבין-לאומית. החשש שלו מפגיעה בתחרותיות האמריקנית היה גדול יותר מהחשש מפגיעה באקלים העולמי אשר בתוצאותיה יישאו כל מדינות העולם.

המגוון הביולוגי הוא מוצר ציבורי חיוני, ועל מנת לשמור על תועלתו יש לנהל אותו כראוי.

## העלות החיצונית של חוות החסילונים [37, 40]

לפעולת פיתוח עלויות חיצוניות מהותיות בגלל השפעתה על המגוון הביולוגי. הפנמה של עלויות חיצוניות בתחשיב כלכלי של פעולת פיתוח היא קריטית לצורך קבלת החלטה מושכלת.

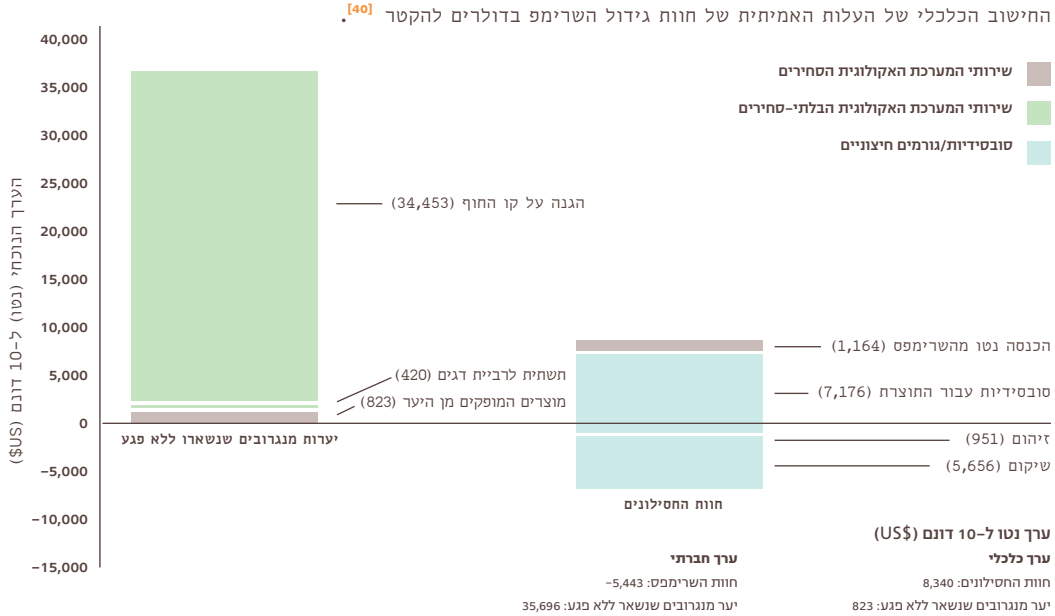
הביקוש הגובר לחסילונים (שרימפס) וערכם הכלכלי הרב הוביל להקמת כמה חוות לגידול חסילונים בחופים בדרום-מזרח אסיה. החוות הוקמו על חשבון שטח של מערכת אקולוגית מיוחדת – המנגרובים (עצים ושיחים הגדלים בתוך מים מלוחים). הכנסות המגדלים היו נאות והמאזן הכלכלי נראה בהתחלה כתומך בפעולת הפיתוח – רווח של 200 דולר לדונם מחוות חסילונים לעומת כ-10 דולרים לדונם משימוש במנגרובים להפקת עץ. אולם לאחר גלי צונמי שהיכו באזור בסוף שנות ה-90, נמצא שמרבית השטח שנפגע היה השטח בעורף האזור בו נכרתו המנגרובים. כך נגלתה לעין כול החשיבות הרבה של יערות המנגרובים בהגנה על קו החוף מפני סערות ענק כאלה. התברר כי הערך הכלכלי האמיתי של יער מנגרובים הוא 380 דולר לדונם, המגלם בתוכו את הערך הכלכלי של השירותים האקולוגיים בהגנה על קו החוף. עוד התברר כי הרווח מחוות החסילונים במאזן המקורי התבסס על סובסידיה

ממשלתית, וללא תוספת זו הרווח האמיתי מהחווה הוא כ–30 דולר לדונם בלבד.

לאחר הפנמת עלות שיקום השטח מנזקי הצונמי, הובהר כי חוות החסילונים הן פעולת פיתוח הפסדית מבחינה כלכלית, ועלותן למשלם המסים היא 830 דולר לדונם, לעומת שטח יער מנגרובים, שנותן תועלת מגוונת של שמירת קו החוף, אזור אומנה להתפתחות דגה, שטח לתיירות והפקת עץ.

בחישוב כלכלי אמיתי – ולאחר בחינת העלות החיצונית של הפיתוח, שמירת המנגרובים לצד חקלאות בת–קיימא הם הפתרון הכלכלי והחברתי הנכון.

החישוב הכלכלי של העלות האמיתית של חוות גידול השרימפ בדולרים להקטר [40].




**נתונים אלה מתבססים על שיעור ניכוי של 10% במשך תקופה של 20 שנה והם נלקחו מהנתונים שפורסמו (Sathirathai & Barbier 2001)**

## שמירת המגוון הביולוגי – האתגר הישראלי

שמירת המגוון הביולוגי מחייבת הקפדה על מספר עקרונות על, ובהם:

- הגנה סטטוטורית (למשל כשמורת טבע) על שטחים גדולים ורציפים, תוך ייצוג מתאים למגוון המערכות האקולוגיות, ושמירה על קישוריות בין שטחים מוגנים.
- ניהול וממשק מקצועי של השטחים הפתוחים והמגוון הביולוגי שבהם, כולל שטחי החקלאות, הים, הנחלים והיערות, מתוך ראיה של שמירת המערכת האקולוגית ושירותיה לאדם (Ecosystem approach).
- הגנה חוקית על רכיבי המגוון הביולוגי (מינים, מערכות אקולוגיות וכו').
- שיתוף הקהילה המקומית בהגנה על המגוון הביולוגי באמצעות חינוך והעצמת התושבים המקומיים (Stewardship).
- הפחתת טביעת הרגל האקולוגית של הפיתוח (ישובים, תחבורה, תשתיות, תעשייה וכדומה) על המגוון הביולוגי.

תמונת המצב בישראל מעידה על אתגר גדול לשמירת

המגוון הביולוגי, אך גם על פוטנציאל והזדמנות לשיפור: קצב גידול האוכלוסייה מתקרב ל 2% – נתון גבוה ביותר ביחס למדינות מפותחות.

למרות שכ–91% מתושבי המדינה מתגוררים בישובים עירוניים, פריסת האוכלוסייה מצפון לבאר שבע היא מפוזרת. לכן השטחים הפתוחים, בהם מצוי מירב המגוון הביולוגי, והמספקים את מרבית שירותי המערכת האקולוגית, הם מקוטעים. המרחק הממוצע (בחבל הים תיכוני) של נקודה בשטח פתוח מהפרעה אנושית הוא כ–1300 מ' בלבד [2]!

דו"ח ה–OECD מציין כי אף שמספרן והיקפן של שמורות הטבע נמצא בעליה, הן אינן מייצגות באופן הולם את מגוון בתי הגידול של ישראל, ואף לא אחת משמורות הטבע גדולה דיה כדי לשמר מערכות אקולוגיות שלמות. שטח הפנים הגדול שלהן והיעדר אזורי חיץ מותיר אותן פגיעות לפעילות האדם [57].

מדרום לבאר שבע ניתן לקבל את הרושם שמתקיימים שטחים פתוחים נרחבים, אך גם הם מושפעים באופן משמעותי מפעילות האדם: פעילות ביטחונית (כ–48% משמורות הטבע בישראל הן גם שטח אש!) [2], חקלאות, תשתיות, התיישבות כפרית, ייעור ופעילות של המגזר הבדואי, שלעיתים אינה מוסדרת בתכנון הסטטוטורי.

לכאורה, לישראל פוטנציאל מצוין למשילות סביבתית בתחום המגוון הביולוגי, לאור השליטה המרכזית במשאבי הקרקע (93% מהקרקעות הן בניהול המדינה) והמים. אולם, פוטנציאל זה אינו ממומש בהכרח על מנת לשמור על המגוון הביולוגי כמוצר ציבורי.

החקיקה בתחום הגנה על רכיבי המגוון הביולוגי מקוטעת בין חוקים שונים ואינה מספקת. למשל, רק 17% ממיני הצומח המוגדרים בסיכון מוגנים על פי חוק, ואף לא אחד ממיני דגי המים המתוקים המצויים בסיכון אינו מוגן [2].

נקודות השפעה אפשריות של מנהל בשירות הציבורי על המגוון הביולוגי כמוצר ציבורי, בהדגמה חלקית על מספר משרדי ממשלה ורשויות

| רשות ציבורית | נקודות השפעה אפשריות על המגוון הביולוגי |
|---|---|
| **משרד הפנים** | תכנון שימושי הקרקע המתחשב ברגישות אקולוגית ובהשפעה צפויה על שירותי המערכת האקולוגית.<br>אכיפת עבירות בנייה בשטחים פתוחים רגישים. |
| **המשרד להגנת הסביבה** | אינטגרציה של תחום המגוון הביולוגי בפעולות הממשלה.<br>מזעור פגיעה במערכות אקולוגיות בעת פעולות הדברת מזיקים.<br>ביעור ומניעת מינים פולשים.<br>ניהול המערכת האקולוגית של הים והנחלים.<br>אכיפת השלכת פסולת בשטחים פתוחים רגישים. |
| **צה"ל** | מזעור פגיעה במערכות אקולוגיות במהלך פעולות ביטחוניות.<br>ניהול המגוון הביולוגי בתחומי בסיסי צה"ל.<br>תכנון שימושי קרקע צבאיים בהתאם לרגישות אקולוגית ולשירותי המערכת האקולוגית. |
| **משרד המשפטים** | הפנמת שיקולי מגוון ביולוגי בחקיקה.<br>הפנמת שיקולי מגוון ביולוגי במתן עדיפות לתביעה ועונשה. |
| **בתי המשפט** | הפנמת שיקולי מגוון ביולוגי במאזן שיקולי השפיטה. |

| | |
|---|---|
| **רשות מקרקעי ישראל** | ניהול הקרקע כמשאב בסיס של המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית.<br>הקצאת קרקע למטרות שמירת המגוון הביולוגי.<br>מדיניות אכיפה בשטחים פתוחים רגישים. |
| **משרד האנרגיה והמים (תשתיות לאומיות)** | מזעור פגיעה במערכות אקולוגיות במהלך עבודות תשתית והפקת מחצבים.<br>הפנמת שיקולי מגוון ביולוגי בחישוב עלות-תועלת של הפקת מחצבים.<br>ניהול מושכל של משק המים. |
| **משרד התחבורה** | מזעור תוספת של תשתיות תחבורה בשטחים פתוחים רגישים כדי למנוע קיטוע מערכות אקולוגיות.<br>הטמעת שיקולי מגוון ביולוגי בנוהל פר"ת. |
| **משרד החקלאות** | מניעת פלישה של מינים בעלי פוטנציאל פגיעה במגוון הביולוגי.<br>ניהול שירות הדגה מתוך שמירה על קיימות ובריאות המערכת האקולוגית בים התיכון, במפרץ אילת ובכינרת.<br>הקצאה מושכלת של קרקע חקלאית תוך מזעור הפגיעה במגוון הביולוגי.<br>תכנון שימושי הקרקע החקלאיים בתכנון מרחבי רגיש למגוון הביולוגי.<br>תמרוץ והדרכת חקלאים לנקוט שיטות חקלאיות המשמרות את המגוון הביולוגי, כמו אי פליחה, תברואה, מניעת הרעלות וצמצום הדברה ודישון. |
| **משרד הבריאות** | פעילות לשמירת המגוון הביולוגי ככלי לשמירת בריאות הציבור. |
| **משרד הבינוי והשיכון** | תכנון שימושי הקרקע בהתאם לרגישות אקולוגית ולשירותי המערכת האקולוגית.<br>צמצום טביעת הרגל האקולוגית של שטחים מיושבים, בדגש על הדופן המשיקה לשטחים פתוחים טבעיים (צמצום תאורה, מינים פולשים, פסולת ועוד). |
| **משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה (תמ"ת)** | הטמעה בהסכמי סחר של אמצעים למניעת פלישת מינים בעלי פוטנציאל פגיעה במגוון הביולוגי.<br>תמרוץ ומיתוג עסקים שומרי מגוון ביולוגי, עידוד שקיפות בדיווח של חברות עסקיות. |
| **משרד התיירות** | תכנון שימושי הקרקע בהתאם לרגישות אקולוגית ולשירותי המערכת האקולוגית.<br>תמרוץ מיזמים תיירותיים השומרים על המגוון הביולוגי. |
| **משרד האוצר** | הקצאת משאבים לשמירת המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית.<br>הפנמת שיקולי מגוון ביולוגי בניתוחי עלות-תועלת של פרויקטים.<br>קידום כלים כלכליים לשמירת המגוון הביולוגי. |
| **משרד רה"מ** | תיאום של שמירת המגוון הביולוגי כסוגיה לאומית בין-משרדית. |
| **משרד המדע** | עידוד מחקר בנושא המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית. |
| **רשויות ניקוז** | ניהול המערכת האקולוגית ושימושי הקרקע של נחלים ואגני ניקוז, לשמירת המגוון הביולוגי. |
| **משרד החינוך** | הטמעת נושא המגוון הביולוגי בתכני החינוך – רתימת קהילות חינוכיות לפעולות אקטיביות לשמירת המגוון הביולוגי המקומי. |
| **גופי תשתית לאומיים** | מזעור השפעות על המגוון הביולוגי, כולל קיטוע, מינים פולשים, תאורה וכו'. |
| **רשות המים** | ניהול שירותי המערכת האקולוגית לאספקה איכותית ומקיימת של המים, ולשמירה על המגוון הביולוגי, תוך מזעור השפעות חיצוניות על המגוון הביולוגי. |

# ארגז כלים לקביעת מדיניות המשלבת את שיקולי שמירת המגוון הביולוגי במגזר הציבורי

## הפתרון: מכניסים את המגוון הביולוגי ל"מיינסטרים"

"למשך זמן רב מדי, החזקנו בדעה שיש רק שני סוגי הון הרלוונטיים לפיתוח: הון פיננסי והון אנושי (ידע, מיומנויות, יצירתיות וחינוך). חיינו באשליה שאין דבר כזה "הון טבעי", ושאנו יכולים להשתמש בטבע חינם, ללא עלות. רק כעת, אנו רואים בבהירות שתפישה זו אינה מאפשרת את תהליכי הפיתוח" / **קלאוס טופפר, UNEP**

› יש קשר הדוק בין השגת המטרות של קיום, רווחה ובריאות לאדם, שלשמן מבוצע פיתוח, ובין שמירת המגוון הביולוגי.

› השגת מטרות הפיתוח לטובת החברה היום ובדורות הבאים, מחייבת שילוב שיקולי שמירת המגוון הביולוגי בקבלת החלטות.

הדרך להגיע לחברה אנושית בת-קיימא, החיה בהתאמה לכושר הנשיאה של הסביבה (כמות משאבי הטבע המסוגלת לתמוך בגודל אוכלוסייה מקסימלי), ומצליחה לממש את מטרות הפיתוח, היא להטמיע את שיקולי שמירת המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית בלב קבלת ההחלטות של המגזר הציבורי, המגזר העסקי, וכלל הציבור.

כלומר – להפוך את המגוון הביולוגי לחלק מה"מיינסטרים" של קבלת ההחלטות בתחומי החיים השונים:

- **שינוי ערכי-תרבותי** – הפחתת הלחץ על המערכות הטבעיות על ידי ריסון הצריכה, ריסון הגידול באוכלוסייה, והטמעת ערכים של הון טבעי (Natural Capital) והון ציבורי לעומת הון פרטי.
- **תהליך הערכת השפעה על המגוון הביולוגי** – מניעה או צמצום של השפעה שלילית של תהליכי פיתוח על המגוון הביולוגי ועל שירותי המערכת האקולוגית שהוא מספק, באמצעות הערכת ההשפעה הצפויה של החלטות מדיניות, חקיקה ופרויקטים ספציפיים (פרק 11). מרכיבים מהותיים בהערכה כזו הם בחינת חלופות, שקיפות ציבורית ולגיטימיות מקצועית.
- **הטמעת שיקולים אקולוגיים בתכנון ובביצוע של פרויקט** – על ידי שילוב אקולוג מומחה בצוות התכנון והתפעול, ועבודה על פי מתווה 7 הנקודות לשמירת המגוון הביולוגי בפרויקט (פרק 12).
- **פיתוח כלים כלכליים חדשים** – השפה המקשרת את המדיניות לתחומי הידע השונים – אקולוגיה, כלכלה וחברה – היא השפה הכלכלית. לכן, יש צורך ליצור כלים כלכליים לשמירת המגוון הביולוגי: שווקים למגוון ביולוגי ולשירותי המערכת האקולוגית, בשיטות כמו Payments for Ecosystem Services, הפנמת עלויות חיצוניות בחישובי עלות-תועלת של פרויקטים, וגילום עלויות חיצוניות במחירי שוק. יש ליצור כלים משלימים בתחום המיסוי ובתחומים נוספים (פרק 13).

ניהול נכון של המגוון הביולוגי מחייב פעולה רב-תחומית של כל משרדי הממשלה, בשיתוף של ארגונים אזרחיים.

המגוון הביולוגי, מעצם היותו תומך במגוון רחב של תחומי חיים, נושק לתחומי הפעילות של משרדי ממשלה רבים – ולא רק של המשרד להגנת הסביבה, ולכן מחייב הירתמות בין-משרדית לעשייה.

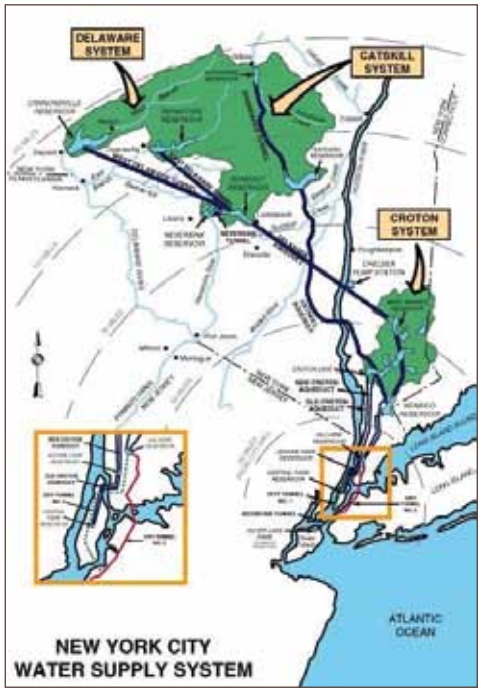
*i*

### אספקת מים לתושבי ניו יורק – מגוון ביולוגי או מתקן טכנולוגי? [44]

תושבי העיר ניו יורק נהנו מאז ומתמיד ממי שתייה נקיים בחינם. מים אלה הגיעו אליהם הודות לשירות המערכת האקולוגית של טיהור מים מתוקים באגן ההיקוות העצום בגודל 4 מיליוני דונם של שטחים טבעיים מיוערים ולחים שבקרבת העיר (צבוע בירוק במפה). בתחילת שנות ה-90 של המאה הקודמת החלה איכות המים להידרדר, עקב שינוי בשימושי הקרקע במעלה אגן הניקוז, בעיקר בגלל פיתוח השטח למגורים ולרפתות בקרבת הנחלים ועל חשבון היערות. מקבלי ההחלטות היו צריכים לבחון בין שתי חלופות: הקמת מתקן טכנולוגי לסינון המים סמוך לעיר או הכנת תכנית לשיקום המערכת האקולוגית באגן ההיקוות, ושיקום התפקוד הטבעי של המערכת האקולוגית.



צילום: עמית מנדלסון www.inature.info




עלות הקמת המתקן הטכנולוגי הוערכה בכ-6 מיליארד דולר, ועלות הפעלתו – כ-300 מיליון דולר לשנה. שיקום המערכת האקולוגית דרש הגבלת השימוש בשטח אף שמרביתו (75%) היה בבעלות פרטית. אנשי עיריית ניו יורק בחרו בחלופה לשיקום המערכת האקולוגית, ולאחר משא ומתן עם בעלי הקרקעות הגיעו להסדרי רכישה ושימוש בקרקע בעלות של כ-1.5 מיליארד דולר בלבד!

בעקבות זאת עלה מחיר המים לתושבי העיר ב-9% בלבד, ולא ב-100% כפי שהיה צפוי בחלופת המתקן הטכנולוגי לסינון המים.

## שמירה על המגוון הביולוגי – הבסיס לקיימות

פיתוח בר-קיימא הוא פיתוח, המספק את צורכי האדם בהווה בלי לפגוע בצורכי הדורות הבאים. פיתוח בר-קיימא מנסה לחבר בין צורכי החברה, הכלכלה והסביבה. הגורם החשוב ביותר בקיימות הוא שמירה על משאבי הטבע, שהם סופיים. הון טבעי זה כולל בעיקר את המערכות האקולוגיות, וחשוב לשמור עליהן בשלמותן, ולא רק על מינים בודדים שבסיכון.

בשמירה על ההון הטבעי לא די בשמורות טבע השומרות על מקצת מן המערכות האקולוגיות מפני התערבות האדם, אלא נדרש ממשק נכון של מערכות אקולוגיות בכלל שטח המדינה, גם של כאלה שעברו המרה ושינוי, כדי לשמור על מרב שירותי המערכת האקולוגית האפשריים.

לדוגמה, הכינרת היא מערכת אקולוגית שמרביתה אינה מוגנת כשמורת טבע, אך תפקודה האקולוגי משפיע על הקיימות של מגוון גדול של שירותים, ובהם מי השתייה, התיירות והדגה.

## שמירת המגוון הביולוגי – השקעה משתלמת למיתון שינויי האקלים

שינויי האקלים נגרמים בעקבות פליטות מוגברות של גזי חממה, ובראשם פחמן דו-חמצני, שהם תוצר של פעילות אנושית. גזי חממה אלה מונעים את בריחת החום מהאטמוספרה, והצטברותם יוצרת שינוי אקלימי של התחממות גלובלית המסכנת את האדם: פני הים צפויים לעלות ב-10-90 ס"מ לשנה בממוצע ולסכן את ערי החוף. עקב עליית הטמפרטורה בעולם צפויות באזורים מסוימים תקופות של בצורת ובאחרים צפויים שיטפונות. התחממות צפויה גם לגרום להתפשטות של מחלות מידבקות.

שמירת המגוון הביולוגי היא פתרון מרכזי במיתון שינויי האקלים:

שמירה על מערכות אקולוגיות **מסלקת** פחמן דו-חמצני מהאטמוספרה: המערכות האקולוגיות אוצרות בתוכן פחמן דו-חמצני בשיעור של כ-70% מהכמות הגלובלית של גז זה באטמוספרה. כמחצית מערך זה מקובע על ידי המערכות האקולוגיות בים, ובעיקר בשוניות אלמוגים וביערות מנגרובים. המחצית האחרת מקובעת על ידי מערכות אקולוגיות יבשתיות, ובעיקר בבתי גידול לחים וביערות[39]. לפיכך שמירה על מערכות אקולוגיות בריאות משמרת את יכולתן לסלק גזי חממה מהאטמוספרה. נתון זה חשוב בעיקר לנוכח ההרס של כ-40% משטח היערות העולמי ב-150 השנים האחרונות, וההיעלמות של 20% משוניות האלמוגים בעולם בתקופה זו[44].

כלומר חשוב ביותר לשמר את השטחים הטבעיים שנותרו כאלה בעולם כדי לשמר את תפקודם לבקרת האקלים בו. עם זאת חשוב להיזהר מנטיעה יזומה של יערות באזורים שמטבעם אינם מתאימים לכך - במחקר שנערך ביער יתיר שניטע בצפון הנגב לפני עשרות שנים, נמצא כי היער מקבע פחמן רב, אך התועלת מקיבוע הפחמן קוזזה בגלל קליטת החום המוגברת של היער הכהה, לעומת סביבתו המדברית הבהירה המפזרת את החום, ולכן מאזן התרומה של היער למיתון ההתחממות הוא כרגע שלילי[41].

שמירת מערכות אקולוגיות **מונעת שחרור** פחמן לאטמוספרה - פגיעה במערכות אקולוגיות לא רק פוגעת בתפקודן כמסלקות פחמן דו-חמצני, אלא גם משחררת גזי חממה האצורים בשטח הטבעי אל האטמוספרה - בירוא יערות ושינוי שימוש הקרקע בשטחים טבעיים אחראיים לשחרור של 20% מפליטות הפחמן הדו-חמצני בעולם - יותר מסך כל הפליטות של התחבורה העולמית![39].

לכן אפשר לומר ש-$CO_2$ מקובע במערכות האקולוגיות שווה כסף - צמצום של 50% בכריתת יערות בעולם יחסוך נזקי שינוי אקלים בשווי של 3.7 מיליארד דולר[44].

מערכות אקולוגיות - תשתיות ירוקות למיתון אירועי קיצון - תשתיות ירוקות וטבעיות, כמו טבלאות גידוד סמוך לחופים, שוניות אלמוגים, ופשטי הצפה הם פתרון זול ויעיל להתמודדות עם אסונות טבע כמו גלי צונמי, סערות ושיטפונות, שתדירותם צפויה לעלות בעקבות שינויי האקלים. בנוסף, זני הבר של יבולים חקלאיים אוצרים בתוכם גנים עמידים ביובש ובחום, שיהיו שימושיים בעתיד של אקלים משתנה.

פעילות אנושית שמגבירה פליטה של פחמן דו-חמצני כוללת שרפת דלקים ושינוי בשימושי הקרקע. אחוז ניכר של הפחמן שנפלט לאטמוספרה נבלע חזרה בצמחים במערכות האקולוגיות בים וביבשה וחדל לתפקד כגז חממה ומה שאינו נבלע בהן מצטבר באטמוספרה ומוסיף להתחממות. לפיכך כדי למתן את שינויי האקלים נחוץ מצד אחד לצמצם את הפליטות ומצד אחר לדאוג לתקינותן של המערכות האקולוגיות החיונית לבקרת האקלים[48].

## כיצד מטמיעים בעולם את שיקולי שמירת המגוון הביולוגי בקבלת החלטות? ואיך זה נוגע לישראל?

"Because national accounts are based on financial transactions, they account nothing for Nature, to which we don't owe anything in terms of payments but to which we owe everything in terms of livelihood"

Bertrand de Jouvenel 1968 / [45]

- תשתית החקיקה בישראל להטמעת שיקולים של מגוון ביולוגי בקבלת החלטות היא חלקית, ומוגבלת למקצת מההחלטות במסגרת חוק התכנון והבנייה בלבד, בעוד שהחלטות בתחומי פיתוח הנוגעים למשק המים, החקלאות, הקרקע, האנרגיה ועוד – אינם מחויבים להטמיע שיקולים של מגוון ביולוגי.
- ישראל, כשחקנית בזירה הגלובלית, צריכה לעמוד בציפיות מכוח הצטרפותה ל-OECD (ארגון המדינות המפותחות לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי), וחתימתה על אמנות בין-לאומיות שונות, ולשפר את תשתית החוק בה בנוגע לשמירה על המגוון הביולוגי.
- במדינות המתקדמות בעולם, לרבות צפון אמריקה, אירופה ועוד מדינות רבות, הערכת השפעה על הסביבה הוא חלק מובנה (מכוח חוק) בתהליך קבלת ההחלטות. במרבית מדינות אלה מקובל לבחון בהערכה גם החלטות אסטרטגיות והחלטות מדיניות, כולל הצעות חקיקה, בדגש על בחינת השפעתן על המגוון הביולוגי.

### בישראל – תשתית החוק חלקית ודלה

בישראל הטמעת שיקולים של מגוון ביולוגי בקבלת החלטות אינה מעוגנת דיה בחוק. אין כיום מסגרת ברורה בחוק המאגדת יחד את כלל הסוגיות הנוגעות למגוון ביולוגי, ודברי החקיקה שנוגעים לנושא הם בדרך כלל סקטוריאליים וחלקיים, ומתייחסים לרכיבים בודדים של המגוון הביולוגי (למשל מינים מסוימים) ולא למערכות אקולוגיות בשלמותן ולשירותים שהן מספקות[1]. למעשה, הדבר היחיד המחייב הליך הערכת השפעה של פיתוח על הסביבה הוא "תסקיר השפעה על הסביבה" הקבוע בחוק התכנון והבנייה. תסקיר מסוג זה אינו מתייחס במפורש למגוון הביולוגי ולשירותי המערכת האקולוגית, והוא מוגבל בדרך כלל לפרויקטים ספציפיים הנידונים במוסדות התכנון. אין כיום חיוב בחוק לבחינה סדורה ומובנית של ההשפעה על הסביבה בכלל ועל המגוון הביולוגי בפרט בתחום נרחב של החלטות כבדות משקל, ובהן למשל החלטות ממשלה, מפעלי ניקוז, מדיניות אנרגיה, סובסידיות חקלאיות, הקצאות קרקע, מדיניות משק המים, הסכמי יבוא וסחר ועוד.

### בעולם – הערכת ההשפעה של החלטות על המגוון הביולוגי מובנית בחוק

בעולם המערבי ואף במדינות מתפתחות רבות הופנמה ההבנה כי יש למסד בחוק את הערכת ההשפעה של החלטות על המגוון הביולוגי ועל שירותי המערכת האקולוגית במסגרת תהליך גיבוש מדיניות וקבלת החלטות.

סטנדרטים עולמיים אלו אינם רק מקור השראה אפשרי לשיפור המדיניות בישראל, אלא צלצול השכמה שאם לא נקיץ ממנו אנו עלולים למצוא את עצמנו מבודדים בעולם כלכלי גלובלי.

### ישראל ב-OECD – סטנדרטים מחייבים

לשוק הגלובלי יש דרישות מהשחקנים בו. דרישות אלו נועדו למנוע משחקן השגת יתרון תחרותי על חשבון הסביבה, ולקדם פעולה מתוך אחריות תאגידית, למניעת נזקים כלכליים עקב נזקים סביבתיים[52,15].

ישראל פעלה כ-20 שנה כדי להתקבל כחברה בארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי (OECD) מתוך שאיפה להעצים את החוסן הפיננסי שלה, להעלות את רמת ההשקעות החיצוניות בכלכלתה, להקל על עצמה לשווק את תוצרתה בעולם, ולהתחבר למרכז מחקר וידע יוקרתי[14].

ישראל צורפה רשמית לארגון במאי 2010, והיא מחויבת בעמידה בסטנדרטים בין-לאומיים במדיניות ובמנהל ציבורי, ביניהם סטנדרטים בתחום הסביבה. תחום הסביבה הוא מרכזי ב-OECD וכשליש מהכלים המשפטיים (Recommendations, Council Acts) שפותחו בארגון עוסקים בו[14]. ישראל הציגה לארגון את המנגנון של תסקיר השפעה על הסביבה הנהוג בה – על מגבלותיו. ארגון ה-OECD מצפה שישראל תרחיב את הדרישות לתסקירים במקומות החסרים, כדי להתאים את עצמה טוב יותר לדרישות הארגון[4].

ההצטרפות מהווה זרז להגדלת המשילות לשמירת הסביבה בישראל. בדו"ח הביצועים הסביבתיים של ישראל מופיעות המלצות ה OECD לממשלת ישראל, שודאי יתורגמו בעתיד לשינויי רגולציה[57]. הרלוונטיות שבהן:

- להטיל חבות סביבתית על הנזק למשאבי הטבע.
- להרחיב את השימוש בכלים מבוססי שוק כגון אגרות, חיובים ותשלומים בעבור שירותים אקולוגיים במגזרים כלכליים עיקריים כגון בנייה, פיתוח תשתיות, חקלאות, דיג וייעור. לבחון דרכים ליצירת הזדמנויות שוק חדשות כדי להרחיב את מעורבות המגזר

הפרטי בשמירה על המגוון הביולוגי, למשל במגזר התיירות.

- לזרז את האישור של האמנות והפרוטוקולים העיקריים בנושא הסביבה ברמה העולמית והאזורית, בייחוד בתחומים של כימיקלים, פסולת, Biosafety, מגוון ביולוגי והגנה על הים התיכון.
- לחזק ולהרחיב את השמירה על המגוון הביולוגי בתוך שמורות טבע ומסביב להן, למשל על ידי הקמה של אזורי חיץ, מסדרונות אקולוגיים ושמורות ביוספריות.
- לאתר אמצעים ספציפיים לצמצום כניסת מינים פולשים זרים מכל המקורות.
- לחזק את יכולות הניטור, הפיקוח והאכיפה של הממשלה כדי לצמצם יבוא לא חוקי של מינים פולשים וסחר לא חוקי במינים בסכנת הכחדה, בפסולת מסוכנת ובחומרים הפוגעים בשכבת האוזון.

**הערכת השפעה על הסביבה –**
**כלי עזר נפוץ לקביעת מדיניות ברחבי העולם**

במדינות המערב, ואף במקצת מהמדינות המפותחות, תהליך הערכת השפעה על הסביבה (Environmental Impact Assessment) EIA הוא חלק בלתי נפרד מתהליך קבלת החלטות, ואינו בגדר מעשה חד-פעמי. הבחינה הסביבתית צריכה להקיף הן השפעות ישירות והן השפעות עקיפות, ולהתייחס לטווחי זמן שונים, לרבות לטווח הארוך. נדבך מרכזי בהערכה הוא הליך בחינה של חלופות, כולל חלופת אפס[23]. לרוב בביצוע תהליך הערכת ההשפעה על הסביבה מובנה גם תהליך שיתוף הציבור[3,23].

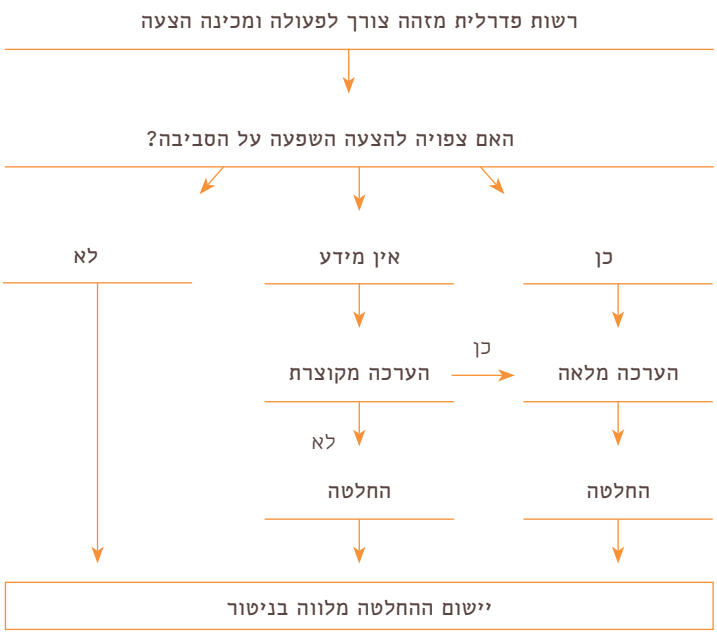
בשנת 2001 אושרה דירקטיבה (חקיקה מנחה) אירופית להערכה של ההשפעה ברמה האסטרטגית (Strategic Environmental Assessment – SEA). הערכה אסטרטגית, שלא כמו תסקיר ספציפי, בוחנת סוגיה רחבה בהיבטי מַקרו, עוד בטרם הגיעה לשלב פרויקט ספציפי (למשל אפשרות לערוך הערכה אסטרטגית בדבר המדיניות הנוגעת להיקף החקלאות בחבל המדברי של ישראל).

למעלה מ-36 מדינות חתמו בשנת 2003 על "פרוטוקול קייב" להטמעת שיקולי סביבה ובריאות בהחלטות מדיניות וחקיקה[42] (למשל – הערכת השפעה סביבתית לבחינת אופן ניהול משק המים של ישראל – עוד לפני החלטה על הקמת מתקני התפלה בהיקף ניכר, אל מול חלופות כמו ניהול הצריכה, יבוא וכו').

תהליכי הערכת מדיניות ובחינת השפעתה על הסביבה, לרבות על המגוון הביולוגי, נערכים בעולם דרך שגרה לא רק לפרויקטים פיזיים, אלא גם להחלטות שאין להן ביטוי פיזי מיידי, כמו מדיניות הפקת אנרגיה בים[54], הסכמי סחר (למשל בקנדה), מדיניות מניעה וניהול של שרפות (למשל באוסטרליה)[53], ואף להצעות חקיקה (במדינות רבות ובהן קנדה, דרום אפריקה, הולנד, קוסטה ריקה, הונג קונג, ואחרות[23].

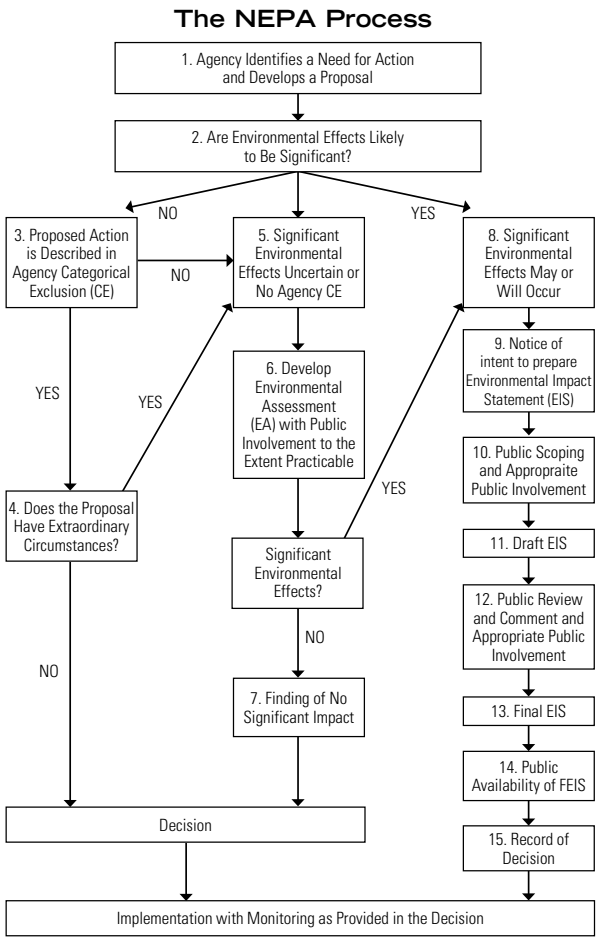
באנגליה התקבל בשנת 2006 חוק, המחייב כל רשות ציבורית (משרד ממשלתי, רשות מקומית, ועדת תכנון מקומית, כל גוף ציבורי אחר, כל בעל משרה ציבורית שהממשלה ממנת) לשקול במידת האפשר שיקולים של שימור המגוון הביולוגי בעת קבלת ההחלטות שלו[51].

בארצות הברית הונהג מודל קבלת החלטות בשם "NEPA" המחייב את כל הרשויות הפדרליות לבצע הערכה לכל החלטה שעשויה להיות לה השפעה על הסביבה ועל המגוון הביולוגי[49].




מודל NEPA מארצות הברית מחייב רשויות פדרליות בתהליך קבלת החלטה המטמיע שיקולי סביבה. בתרשים שלהלן מצורף המנגנון המלא, וסכמה מפושטת ומתורגמת לעברית[49]

## The NEPA Process




**Significant new circumstances or information relevant to environmental concerns or substantial changes in the proposed action that are relevant to environmental concerns may necessitate preparation of a supplemental EIS following either the draft or final EIS or the Record of Decision (CEQ NEPA Regulations, 40 C.F.R. § 1502.9(c)).*

A Citizen's Guide to the NEPA

*i*

### מה המחיר האמיתי של הפלפל?
### דוגמה לניתוח מדיניות אסטרטגי [20]

מדינת ישראל נדרשת לסוגיה הנוגעת לנחלות החקלאיות בנגב ובערבה. החקלאים בדרום, המתקשים להתפרנס, מפעילים לחץ ודרישה גוברים להרחבת שטחיהם החקלאיים על חשבון השטחים הטבעיים. לפני קבלת החלטה, ראוי לנתח את מלוא המשמעויות של הרחבת הנחלות החקלאיות למשק הישראלי ולציבור הרחב.

הרחבת שטחים חקלאיים דורשת מלבד קרקע גם משאבי טבע נוספים:

**מים** – הגדלת הקצאת המים, שמשמעותה הגברת

השאיבה מקידוחים מקומיים ולפיכך המלחתם, או פיתוח תשתיות מים נוספות, הכרוכות בהוצאת אנרגיה להבאת מים מותפלים מאילת, על המשמעויות האנרגטיות הכרוכות בכך.

**אדמה** – האדמה המתאימה לחקלאות היא מצרך נדיר בערבה, ולכן משאב נוסף שנדרש להקצותו כשמרחיבים שטח חקלאי הוא חול כמצע גידול, משאב הנכרה משטחים טבעיים.

**תיירות אקולוגית ונוף** – הפגיעה בנוף הטבעי עלולה לפגוע באטרקטיביות של המדבר כשטח לטיילות, ולפגוע כך בתעשיית התיירות המקומית.

**בקרת מזיקים** – הסכנה הגדולה ביותר להפיכת שטחי מדבר נרחבים לשטח ירוק ומושקה, היא סכנה לביטול תפקודו של המדבר כחיץ, שבו יחסית מעט מאוד מזיקים. לכן בחקלאות במדבר נדרשים פחות חומרי הדברה ולפיכך התוצרת אטרקטיבית ליצוא לחו"ל. כאשר השטח החקלאי מתרחב על חשבון שטח המדבר הטבעי, מגיעים מינים פולשים ומזיקים לגידולים החקלאיים שמחייבים שימוש בהדברה, והדבר עלול לפגוע ביתרון התחרותי שיש לישראל ביצוא תוצרת לחו"ל.

**מינים נדירים** – מחקרים רבים מציגים את ההשפעה המרחבית האדירה שיש לכתמי החקלאות על הטבע המקומי. לדוגמה, לילית המדבר, מין בסכנת הכחדה, הנדחקת מהערבה בגלל כניסת האוח המדברי – מין חובב שטחים חקלאיים.

כל אלו הן עלויות חיצוניות שיש להפנים במחיר האמיתי של התוצרת החקלאית, טרם קבלת החלטה על הרחבת שטחי החקלאות במדבר.

כיום מתבצעת הקצאת הקרקע ללא בחינה מלאה של העלויות הנוספות במשאבי טבע. הפלפלים המגודלים בערבה נמכרים במחירי שוק אשר אינם מפנימים את מלוא העלויות החיצוניות לציבור ולסביבה.

ברמת המדיניות, ראוי לשאול את השאלה – לאן פניה של החקלאות בחבל המדברי של ישראל? לשם כך ראוי לשקול חלופות שונות שיתנו מענה לפרנסת החקלאים אך ישפיעו פחות על שירותי המערכת האקולוגית, החל מחלופה של חקלאות בת-קיימא על מצעים מנותקים וכלה בחלופה המתבססת על אקו-טוריזם משולב בחקלאות בהיקפים מוגבלים. בבחינה אסטרטגית כזו חשוב להציג את מלוא המשמעויות של כל חלופה על המגוון הביולוגי ועל שירותי המערכת האקולוגית.

בחינה אסטרטגית יכולה לתרום לקביעת מדיניות מושכלת, לפני קבלת החלטות פרטניות של הקצאת משאבי המדינה.

צילום: ד"ר אבישי פינקר

## מתווה מוצע לתהליך הערכת ההשפעה של פרויקט על המגוון הביולוגי – כלי להטמעת שיקולי המגוון הביולוגי במדיניות

"עלינו להפסיק לחשוב על הגנת הסביבה כעל הוצאה. זוהי השקעה שהולכת יד ביד עם השקעות אחרות שאתם, כראשי מדינות וראשי ממשלה, חייבים להשקיע על מנת להבטיח צמיחה כלכלית ורווחה לאנשים בארצותיכם"

**/ באן קי מון, מזכ"ל האו"ם, בנאום באספה הכללית, 2009**

- מוצע להלן מתווה להערכת השפעה אפשרית של החלטה, פרויקט או מדיניות, ספציפיים או אסטרטגיים, על שירותי המערכת האקולוגית.
- המתווה בנוי מ-6 שלבים, ובהם מזהים את שירותי המערכת האקולוגית שעשויים להיות מושפעים מחלופות הפרויקט, קובעים את טווח הבדיקה של ההערכה במרחב ובזמן, מזהים את מצב השירותים לפני ביצוע הפרויקט כנקודת ייחוס (Baseline), מעדכנים את חלופות הפרויקט ומעריכים אותן. בתום שלבים אלה, על בסיס שקלול של כלל השיקולים (כולל מגוון ביולוגי, אך לא רק) מתקבלת החלטה על ידי הגורם המוסמך, ונקבע מנגנון לניטור הפרויקט.
- עריכת הערכת השפעה על המגוון הביולוגי מחייבת מעורבות של אנשי מקצוע, במיוחד אקולוגים מומחים.
- לצורך קבלת החלטות חשוב לאמוד על בסיס נתונים את הערך הכלכלי של שירותי המערכת האקולוגית בחלופות המוצעות, במידה שמידע זה זמין.
- מתווה זה הוא וולונטרי במצב החוקי בישראל כיום, אך אנו מאמינים שבצורה זו או אחרת יהפוך למחייב, אם וכאשר תיישר ישראל קו עם מדינות העולם המפותח.

המתווה שיוצג להלן מבוסס על העקרונות של תסקירי השפעה על הסביבה, בדגש על המגוון הביולוגי, כפי שמופיעים בדברי חקיקה ובמדריכים מקצועיים לנושא זה [40, 23, 49, 51, 42]. המתווה הוא המלצה לבחינה של מדיניות או של פרויקטים הנוגעים לנושאי סביבה ב"משקפיים" של המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית.

מודל זה אינו מחייב היום בחוק הישראלי, אך סביר שהמגמות העולמיות, וכן הצטרפות ישראל ל-OECD, מחויבות ישראל בחתימתה על אמנות בין-לאומיות, והתכנית הלאומית לשימור המגוון הביולוגי שהמשרד להגנת הסביבה מקדם, יביאו בהקדם להטמעת עקרונות דומים בתהליכי קבלת החלטות בישראל. אולם, בלי קשר למחויבות בחוק, ביצוע תסקיר והערכה של חלופות תשכלל את תהליך קבלת החלטות ותגדיל את הלגיטימיות והמקצועיות שלו.

חשוב להדגיש – אין בתהליך זה כדי לחייב את קובע המדיניות להחלטה מסוימת. המתווה מאפשר הרחבת בסיס המידע על מנת לקבל החלטה מושכלת, כשמלוא הנתונים לנגד עיני הפורום המחליט. החשיבות הגדולה של תסקיר היא בעיקר להמנע מפעולות בלתי הפיכות, כמו הכחדה או חציית סף של המערכת האקולוגית, שהן פעולות שאין להן טכנולוגיה שמסוגלת לגבות אותן.

נדבך מרכזי במתווה הוא עדכון החלופות על פי ממצאי השלבים הראשונים בתהליך ההערכה.

מכיוון שמדובר בתהליך מקצועי, המחייב הישענות על ידע מדעי, חשוב שהערכת ההשפעה תבוצע בצוות הכולל אנשי מקצוע רלוונטיים (יועצים אקולוגיים בעלי הכשרה מתאימה, אנשי מדעי הסביבה ומומחים למגוון הביולוגי). המתווה מוצג כאן במלואו על מנת שהגורם שמוסמך לקבל את ההחלטה, ישכיל לדרוש מאנשי המקצוע את המרכיבים ההכרחיים בתהליך הערכת ההשפעה על המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית:

מתווה ששת השלבים להערכת השפעת חלופות הפרויקט על שירותי המערכת האקולוגית

1. **זיהוי** שירותי המערכת האקולוגית שיושפעו מחלופות הפרויקט
2. **מסגרת הבדיקה**
   א. טווח בדיקה רצוי לבחינת השפעת הפרויקט (זמן ומרחב)
   ב. בעלי העניין הפוטנציאלים
3. הערכת **מצב קיים** (Baseline) של שירותי המערכת האקולוגית
4. **עדכון חלופות** הפרויקט **והערכת השפעתן** על שירותי המערכת
5. קבלת **החלטה** וקביעת **מנגנון ניטור**
6. **ניטור** הפרויקט וביצוע התאמות נדרשות

**1. זיהוי שירותי המערכת האקולוגית שעשויים להיות מושפעים מחלופות הפרויקט** – כל פרויקט יוצר השפעות על המערכות האקולוגיות – באמצעות גורמי השינוי הישירים (פרק 5). זיהוי ההשפעות של גורמי השינוי הישירים על שירותי המערכת האקולוגית יאפשר מלכתחילה לנהל את השירותים טוב יותר

כמוצר ציבורי, וכבר בעת ההחלטה לתכנן התמודדות יעילה עם ההשפעות הצפויות. יש פרויקטים שגם מושפעים ותלויים בשירותי המערכת האקולוגית (למשל פרויקט חקלאי) ולכן חשוב לזהות גם את נקודות התלות של הפרויקט בשירותים האקולוגיים. בתוך הליך הזיהוי של שירותי המערכת האקולוגית, יש כמובן גם לזהות את רכיבי המגוון הביולוגי שיושפעו מהפרויקט – מערכות אקולוגיות ומינים ספציפיים. מערכות אקולוגיות, מינים ואוכלוסיות גנטיות שהם נדירים וייחודיים (למשל מערכת אקולוגית של גבעת כורכר, או אתר פריחה של מין אנדמי כמו אירוס הארגמן) ראויים לזיהוי ודגש מיוחד, לאור חשיבותם לשירות "ערך הקיום" של שמירתם לרווחת הדור הנוכחי והדורות הבאים.ניתן להיעזר ברשימת שירותי המערכת האקולוגית שבנספח 1 ובנספח 2.

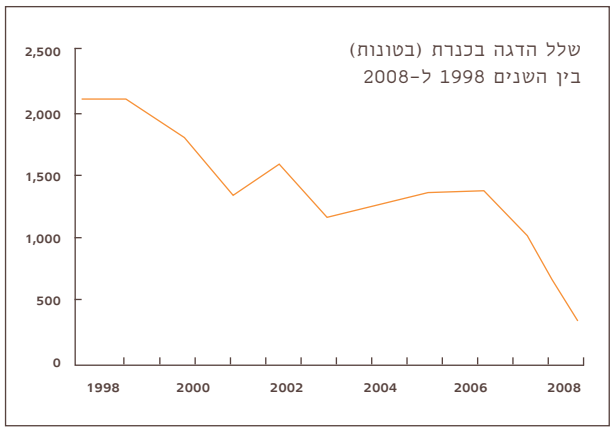
**2. א. קביעת טווח בדיקה רצוי לבחינת השפעות הפרויקט (זמן ומרחב)** – לא ניתן לבחון השפעות פרויקט על פני טווח בלתי מוגבל של זמן ומרחב. לכן בשלב זה מגדירים את טווח הבדיקה לכל שירות שנבחר לניתוח. למשל, השפעת בנייה ופיתוח על שירות של ויסות מים (נגר עילי ושטחי הצפה) של נחל תיבדק במשך חורפים מספר ועל פני השטח של אגן הניקוז, בדגש על המורד. שירות של דגה ייבחן על פני כלל אזור הדיג במרחב, ובמשך הזמן שמחזור חיי הדגים מכתיב. לעומת זאת, השפעה של פרויקט בינוי על שירות פנאי ונופש בטבע היא מידית בדרך כלל, ואפשר לבחון אותה בזמן קצר יחסית. דגש מיוחד יש לשים על שירותי מערכת אקולוגית אשר מטרת הפרויקט תלויה בהם (כלומר – להימנע מפעולה אשר תכרות את הענף אשר הפרויקט יושב עליו). לדוגמה – הסדרת נחל באמצעים קשיחים של בטון והפיכתו לתעלה בנויה, במטרה לצמצם נזקי שיטפונות במעלה הנחל, משבשת את המאזן הטבעי של זרימת המים והסחף . שיבוש זה פוגע בשירות בקרת ההצפות של המערכת האקולוגית ועלול להתבטא בנזקי הצפות מוגברים במורד הנחל, ולמעשה הפגיעה היא בהשגת מטרת הפרויקט.

**ב. זיהוי בעלי העניין הרלוונטיים** והערכת ההשפעה עליהם – מסד נתונים חשוב לקבלת החלטות הוא זיהוי בעלי עניין והערכת נזקיהם או התועלות שיקבלו כתוצאה מהשינויים הצפויים במגוון הביולוגי ובשירותי המערכת האקולוגית. למשל, בפרויקט כלובי הדגים באילת (נספח 3) בעלי עניין פוטנציאליים היו היזמים, הצרכנים, התיירים, העובדים בתעשיית התיירות, ארגונים סביבתיים, העובדים בתעשיית הדגה, תושבים במרחב הסמוך ועוד.

**טבלה 1** לסיכום שלבים מס' 1+2 בתהליך ההערכה – הדגמה (חלקית) מתוך חקר הפרויקט של ייבוש אגם החולה:

| מה הם **שירותי המערכת האקולוגית** שעשויים להיות מושפעים מהפרויקט? | מהו **הטווח** הרצוי לבחינה של השפעת הפרויקט (טווח גאוגרפי וטווח זמן) על השירותים? | מי הם **בעלי העניין** הפוטנציאליים? |
|---|---|---|
| › מזון (יבול, דגה) | › 3 שנים, בגבולות הפרויקט | › חקלאים, דייגים, צרכני מזון |
| › דלק ביולוגי | › 3 שנים | › חקלאים, תעשיינים |
| › טיהור מים | › 30 שנים, אגן הכינרת | › צרכני משק המים בישראל |
| › ויסות מים | › 10 שנים, אגן הכינרת | › רשות הניקוז |
| › פנאי ותיירות | › 20 שנים, הגליל העליון | › תיירנים |
| › ערך הקיום של המגוון הביולוגי | › 10 שנים, המזרח התיכון | › תושבי האזור, המדינה |

**3. הערכת המצב הקיים (Baseline) של שירותי המערכת האקולוגית** – הערכת המצב הקיים של המגוון הביולוגי היא בסיס הכרחי להערכת ההשפעות שייצרו חלופות ההחלטה. לכן, יש לעשות ניתוח של המצב הקיים של שירותי המערכת האקולוגית שנבחרו, ולבחון מה מצבם כיום טרם ההחלטה, ומהי מגמת השינוי במצב השירות בעת האחרונה (ירידה, עלייה, יציבות). לצורך כך יש להבין מה הם גורמי השינוי העיקריים המשפיעים על השירותים. במידת האפשר, רצוי לנסות להגדיר נקודת "אל-חזור" (Tipping Point) שמעבר לה ייווצר מצב בלתי הפיך באספקת השירות.



לדוגמה, לשם קבלת החלטה על ממשק הדגה בכינרת חשוב לדעת שכמות הדגים בכינרת נתונה במגמת ירידה משנת 1998 ויש תנודתיות גבוהה באוכלוסיית האמנונים[2]. גורמי השינוי המשפיעים על כמות הדגה הם מפלס המים, איכות המים, דיג יתר, היעלמות בתי הגידול המתאימים לרבייה ואולי אף ריבוי הקורמורנים באגם. אם אוכלוסיית הדגים תידלדל מעבר ליכולת ההתחדשות שלה מצב הדגה באגם יהיה בלתי הפיך.

על אף הקושי בחישוב הערך הכלכלי של השירות כדאי לנסות להעריך חלק מהשירותים המרכזיים הערכה כלכלית וכן לבחון אם יש פתרון טכנולוגי תחליפי לשירות ולציין את עלותו. בדוגמת ממשק הדגה בכינרת ניתן לחשוב על חלופת גידול דגים בברכות מדגה עד לשיקום האגם.

המידע על מצב שירותי המערכת האקולוגית יוכל לסייע בניתוח של הסיכונים ושל ההזדמנויות הקשורים להחלטה ויוכל לשמש בסיס להשוואה עם שינויים שיחולו בעתיד.

שלבים 1–3 מודגמים (חלקית) בטבלה 2, מתוך חקר הפרויקט של ייבוש אגם החולה[20]:

| השירות | בעלי העניין הנהנים מהשרות | הגורמים המשפיעים על השירות | מגמות השירות בעת האחרונה | הערך הכלכלי של השירות | האם קיים פתרון טכנולוגי תחליפי לשירות, ומהי עלותו |
|---|---|---|---|---|---|
| **שירותי אספקה:** | | | | | |
| **יבול דגה** | › חקלאים<br>› דייגים | משטר ההצפה<br>והייבוש הטבעי | היקף נמוך<br>היקף בינוני | בינוני<br>$$$ | חקלאות אינטנסיבית:<br>› בריכות דגים<br>› גד"ש<br>› מטעים<br>עלות גבוהה |
| **דלק ביולוגי:**<br>› **כבול כחומר דלק ולדישון** | תעשיינים:<br>› תעשיית האנרגיה<br>› תעשיות פטרוכימיות | | לא מנוצל<br>במצב מוצף, יציב כימית | בינוני<br>$$$ | חומרי דלק אחרים:<br>› נפט, פחם, גז<br>דישון:<br>› דשן כימי<br>› זבל אורגני<br>עלות גבוהה |
| **שירותי ויסות:** | | | | | |
| **טיהור מים** | › תושבי העמק וסביבתו<br>› צרכנים נוכחיים ועתידיים של מי אגן הכנרת | משטר ההצפה<br>והייבוש<br>הטבעי | יציב | גבוה<br>$$$ | מערכות ומתקנים מלאכותיים:<br>› סכרים<br>› מאגרי שיקוע<br>› מתקני טיהור<br>עלות גבוהה |

**4. עדכון חלופות והערכתן** – הנתונים הנאספים בשלבים 1–3 הם רבי ערך, ויכולים לשמש בסיס לקובעי המדיניות לעדכון החלופות לפעולה – כשלב ביניים בתהליך ההערכה. לכל החלטה על מדיניות כללית או על פרויקט ספציפי ראוי להציע חלופות מספר לביצוע, וחשוב לשקול גם את חלופת האפס, כלומר הימנעות מביצוע.

לאחר עדכון החלופות, מעריכים את ההשפעה הצפויה של כל חלופה על השירותים שנבחרו. חשוב להדגיש שהערכה זו צריכה להישען על מיטב הידע המדעי הזמין, כ"הערכת מומחה". במידת הצורך, אפשר לבצע מחקר יישומי קצר טווח כדי לענות על שאלות מרכזיות טרם ביצוע ההערכה. את הערכת השינוי ניתן לסמן בחץ שכיוונו מסמן את מגמת השינוי ועוביו מסמן את עוצמתו:

**טבלה 3,** לסיכום שלב 4 של ההערכה, בהדגמה (חלקית) על מקרה ייבוש החולה:

| | חלופת האפס | ייבוש מלא | ייבוש חלקי ומבוקר |
|---|---|---|---|
| **מהי מידת ההשתנות של הגורמים המשפיעים על שירותי המע' האקולוגית?** | | | |
| **משטר ההצפה והייבוש הטבעי** | ↔ | ↓ | ↓ |
| **השלכת החלופות על שירותי המע' האקולוגית:** | | | |
| **יבול חקלאי (חקלאות אינטנסיבית, ללא דגה)** | ↔ | ↑ | ↑ |
| **תיירות** | ↑ | ↓ | ↑ |
| **דלק ביולוגי (כבול)** | ↔ | ↔ | ↔ |
| **ויסות מים** | ↔ | ↓ | ↔ |
| **טיהור מים** | ↔ | ↓ | ↔ |

ללא שינוי | שינוי במגמת עלייה | שינוי במגמת ירידה | שינוי לא ברור | שינוי קטן/גדול

מידע נוסף שעשוי לסייע בקבלת החלטה הוא ניתוח השפעות הפרויקט על בעלי העניין שיצאו נשכרים או נפגעים עקב שינוי סל שירותי המערכת האקולוגית.

**טבלה 4,** בהדגמה (חלקית), מתוך חקר הפרויקט של ייבוש אגם החולה:

| מטרות הפרויקט | החלופה | שירותי המערכת האקולוגית שהוגברו | נשכרים פוטנציאליים | הרווח הכלכלי | שירותי המערכת האקולוגית שנפגעו | מפסידים פוטנציאליים | העלות הכלכלית |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **› קרקע לחקלאות ולהתיישבות**<br>**› הפחתת אובדן מים שמתאדים מהאגם**<br>**› ניצול הכבול**<br>**› יצירת עורקי שיט להובלת תוצרת העמק**<br>**› הדברת מלריה** | חלופת האפס | תיירות המתבססת על משאבי הטבע של העמק | › דייגים<br>› קולעי גומא<br>› תיירנים | בינוני | אין | › תעשיינים<br>› חקלאים | נמוכה |
| | ייבוש מלא | › ייצור מזון | חקלאים | בינוני | › טיהור מים<br>› דגה<br>› תיירות אקולוגית<br>› ויסות נגר<br>› ערך הקיום | › דייגים<br>› קולעי גומא<br>› רועים<br>› צרכנים של מי הכנרת<br>› רשות ניקוז<br>› תושבי העמק<br>› תושבי המדינה | גבוהה |
| | ייבוש חלקי ומבוקר למניעת זיהום הכנרת | › ייצור מזון<br>› ייצור סיבים (כותנה) | › חקלאים<br>› (חקלאות מסורתית ומודרנית)<br>› דייגים<br>› תיירנים<br>› קולעי גומא | בינוני | ערך הקיום? | תיירנים? | נמוכה |

**5. קבלת החלטה וקביעת מנגנון ניטור** – ההחלטה בנוגע לחלופה מועדפת תתקבל על בסיס מסד הנתונים שנצבר בשלבים 1–4. ההשפעה על שירותי המערכת האקולוגית הוא מידע שישקל בין השיקולים הנוספים (כולל שיקולים חברתיים, פוליטיים, כלכליים, ביטחוניים ואחרים). חשוב להדגיש כי תהליך התסקיר נועד לסייע לקבלת החלטה המבוססת על נתונים והערכות מקצועיות, ולא לקבוע מה ההחלטה הנכונה לביצוע.

**6. ניטור הפרויקט וביצוע התאמות נדרשות בתפעולו** – תהליך הערכת ההשפעה של הפרויקט על שירותי המערכת האקולוגית לא תם עם קבלת ההחלטה לביצוע אחת מחלופות הפרויקט. אמנם ההשפעות על שירותי המערכת האקולוגית הוערכו מבעוד מועד, אך יש צורך במערך ניטור מפורט לבחינתן במציאות ולנקיטת צעדים להמשך התפעול. למשל – אם יוחלט לאכלס את הכינרת בדגיגים או להשבית את הדיג בה לפרק זמן מסוים, יש להמשיך לעקוב אחר השתנות אוכלוסיית הדגים ואיכות המים, ולאור תוצאות המעקב להגיב במידת הצורך בפעולות הנכונות ביותר. כלומר על בסיס הניטור ותוצאותיו יש לשנות כל הזמן את תפעול הפרויקט, כדי לייעל את השגת מטרותיו.

יש לשאוף שכל החלטת מדיניות אשר צפויה לה השפעה כבדת משקל על המגוון הביולוגי תלווה בתהליך ניתוח על פי המתווה המוצע.

**הערכה כלכלית – מסד נתונים לצורך קבלת החלטה**

מסד נתונים חשוב לצורך קבלת החלטות הוא הערך הכלכלי של שירותי המערכת האקולוגית. אולם את שירותי המערכת האקולוגית אנו מקבלים מהטבע בחינם, ואין להם שוק כלכלי סטנדרטי, לכן קשה מאוד להעריך את שוויים הכלכלי. עם זאת ברמה הגלובלית הוא נאמד בטריליונים רבים של דולרים [44].

חישוב הערך הכלכלי של שירותי המערכת האקולוגית נעשה במגוון דרכים, למשל בחישוב עלות–תועלת של חלופות (כמו בדוגמת אספקת המים לעיר ניו יורק – ראו מסגרת) או בהשוואה בין מערכות אקולוגיות שהשתנו והפסיקו לתת שירות מסוים ובין מערכות דומות שנשארו בטבען (כמו בדוגמת יער המנגרובים וחוות החסילונים באסיה – ראו מסגרת).

לדוגמה, בקנדה בוצע מחקר על 17 שירותי מערכת אקולוגית באגן הנהר מקנזי. ממצאי המחקר תמחרו את ערך השירותים האלה בכ–450 מיליארד דולר. ערך זה האיר באור שונה את התועלת הכלכלית של צינור גז שתוכנן לעבור בשטח, וצפוי היה לפגוע בתועלת הטבעית המגוונת שהוא מספק.

חשוב לזכור שקשה לתמחר בכסף שירותים שערכם אינו בהכרח מובן לנו עד תומו. הדבר נוגע במיוחד לשירותי מערכת אקולוגית של תרבות. מדובר בערכים חברתיים, שקביעת מחיר כספי שלהם אינו משקף את משמעותם העיקרית. אולם במערכת הנוכחית של קבלת החלטות וקביעת מדיניות, ניכר שעצם התמחור של תועלת מהמערכת האקולוגית מאפשר הכנסה שלה למערך קביעת המדיניות, גם אם מחיר זה אינו בהכרח מדויק.

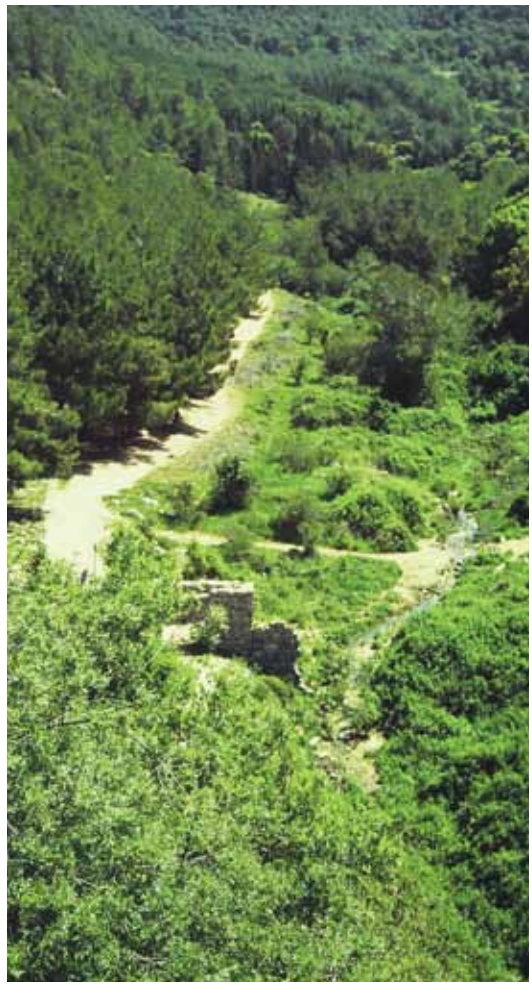
במילים אחרות, הכנסה של תשתית מידע זו לתוך מנגנון הניתוח הכלכלי עלות–תועלת של חלופות הפרויקט יכולה לשפר את תהליך קבלת ההחלטות.

תמחור שירותי המערכת האקולוגית הוא כלי לקבלת החלטה, הדורש שיתוף פעולה של אקולוגים וכלכלנים.

*i*

## הערכה כלכלית של שירותי המערכת האקולוגית בישראל [35]

כדי לאמוד את ערכו הכולל של הגן הלאומי בכרמל ניסו חוקרים באוניברסיטת חיפה לתמחר את המוצרים והשירותים ששטח של דונם בפארק יכול לספק. הערך המסחרי של שירות האספקה של העצים לתעשייה והערך של שירותי תרבות ופנאי נאמדו יחד בכ–20,500 ₪ לדונם, וערכו של פארק הכרמל כשטח למרעה נאמד בכ–300,000 ₪ לדונם. הערך הישיר של צמחי תבלין ומרפא שגדלים בפארק והערך העקיף של שימוש בהם כחומר גלם לתרופות נאמד בכ–226,000 ₪ לדונם. חשוב להדגיש כי מדובר באומדן הפוטנציאל של הפארק, משום שהכריתה, הרעייה וניצול צמחי התועלת אסורים בגן הלאומי. פארק הכרמל מספק גם שירותים לא סחירים, כמו הגנה מפני סחף הקרקע שחשוב ליישובים שמתחת להר במורד אגן הניקוז, ושימור טיב הקרקע, שנאמדים יחד בכ–320,000 ₪ לדונם. סך כל השירותים שנזכרו כאן ועוד כמה אחרים מגיע לכ–1.2–1.4 מיליון ₪ לדונם של הגן הלאומי.



## 7 נקודות מוצעות להטמעת שיקולים אקולוגיים בתכנון וביצוע של פרויקט

"מימיה הראשונים של החברה שלנו, המדיניות הייתה שאדמה בריאה מגדלת גפנים בריאות, המניבות את הענבים הטובים ביותר, אשר לבסוף מהם מייצרים את היין הטוב ביותר. אני מחויב לקיום חזונו של סבא שלי לאדמה הזו" / **מאט גאלו, סגן נשיא יקב גאלו, ארה"ב**

› שילוב אקולוג מומחה בצוות התכנון המפורט והתפעול של פרויקט תשפר את הממשק שלו עם המגוון הביולוגי.

› מוצע לעבוד על פי המתווה המוצע של 7 נקודות התייחסות לשמירת המגוון הביולוגי בפרויקט.

מתווה התסקיר שהוצג בפרק הקודם הוא כלי לבחינה של חלופות מַקרו למדיניות אסטרטגית, לחקיקה או לפרויקט ספציפי. במתווה מושם דגש על בחינה רחבה של כמה חלופות, ובהן חלופת אפס שמשמעותה אי-ביצוע הפרויקט ומציאת פתרון אחר לצורך שבבסיסו.

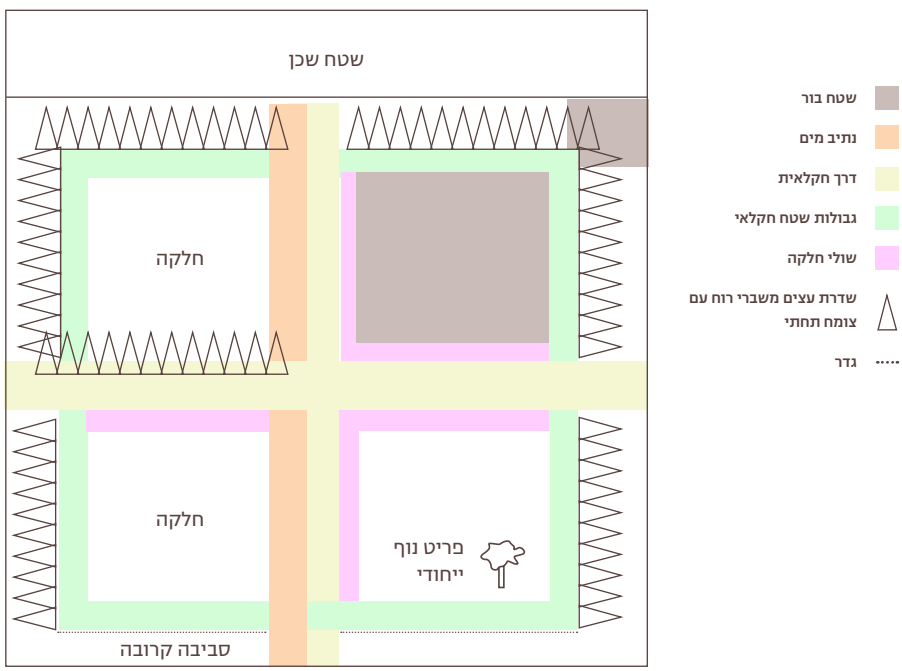
אם בסיום ההערה הסביבתית התקבלה החלטה לבצע את פרויקט הפיתוח, יש ערך רב להטמעה של שיקולים אקולוגיים בתכנון הפרטני ובתפעול השוטף שלו, לשם שמירה על המגוון הביולוגי ועל תפקוד שירותי המערכת האקולוגית.

הטמעה כזו מחייבת ליווי צמוד של **אקולוג מומחה** בתכנון הפרויקט ובתפעולו, לצורך ניתוח ושיפור תהליכים בפרויקט ובשרשרת האספקה שלו, תוך כדי תהליך משותף של למידה ויישום עם מומחי התוכן של מיזם הפיתוח (למשל – עבודה משותפת של אגרונום ואקולוג במיזם חקלאי, הידרולוג ואקולוג במיזם פיתוח תשתית מים, וכדומה).

להלן 7 נקודות התייחסות מוצעות לפרויקט תומך מגוון ביולוגי, ודגשים ספציפיים לפרויקטים בשני מגזרי פיתוח: חקלאות יבשתית, ותשתיות בשטח הפתוח.

מטבע הדברים, הנקודות הן מתווה פשטני של מציאות מורכבת, אך הן הועלו על הכתב על מנת להאיר את הנושאים המרכזיים שראוי להתייחס אליהם בעת תכנון וביצוע של פרויקט.

מתווה סכמטי מוצע לתכנון שדה חקלאי ידידותי למגוון הביולוגי (אקופרש 2006) [21]




מסדרון אקולוגי: צומח תחתי בשדרת עצים, שולי חלקה/דרך, גדות נתיב מים

**/ 01. מניעת פגיעה בחיות בר במהלך התפעול.**
אנפה שהסתבכה ברשת על בריכת דגים.

**/ 02. מניעת פלישות ביולוגיות.**
בני נוער עוקרים צומח פולשני בחולות חולון.

**/ 03. הפחתת זיהום ושיפור התברואה.**
כלב משוטט ניזון על פגר תרנגולת שהושלך ליד הלול. הכלבים המשוטטים מפיצים מחלות ומסבים נזק למגוון הביולוגי.

**/ 04. שמירה על נגישות ציבורית, ככל הניתן, אל משאבי הטבע והנוף.**
מצפור שהוקם לתצפית עופות באזור בריכות דגים.

לוקחים את המים בידיים!

**צמצום צריכת המים לאורך שרשרת האספקה.**

| 7 נקודות התייחסות לשמירה על המגון הביולוגי | דגשים בפרויקט חקלאות יבשתית | דגשים בפרויקט תשתיות בשטח הפתוח |
|---|---|---|
| **תכנון מרחבי (מַקרו): הימנעות מפיתוח חדש בשטחים טבעיים רגישים אקולוגית**<br>**שלב זה צריך להיעשות במסגרת תסקיר או הערכה אסטרטגית, כולל חלופות מאקרו וחלופת אפס** | › שמירת בתי גידול ומינים שערכם הביולוגי גבוה<br>› שמירת מסדרונות אקולוגיים<br>› שמירת מקורות מים<br>**חשוב להבחין במשמעויות בין מדבר לחבל הים תיכוני** | › שמירת בתי גידול ומינים שערכם הביולוגי גבוה<br>› שמירת מסדרונות אקולוגיים<br>› שמירת מקורות מים<br>› איחוד תשתיות |
| **עיצוב ותפעול פיזי תומך מגון ביולוגי** | › עבודה לפי עקרונות אקופרש [21]:<br>› פעולות לשימור קרקע ונגר<br>› העלאת מורכבות מבנית – שמירת "איים" טבעיים, שמירת שולי שדה שבו צומח טבעי, שמירת גדות נחל, שמירת נתיבי זרימה טבעיים | › צמצום קיטוע של מסדרונות אקולוגיים – מינהור, יצירת מעברים אקולוגיים [26]<br>› גינון במינים מקומיים<br>› צמצום קווי דיקור ושטח מחלפים ושטחים כלואים<br>› אפשרות לשיקום בתי גידול כמו הפניית נגר לבריכת חורף משוחזרת |
| **הפחתת זיהום ושיפור התברואה** | › הפחתת שימוש בדשנים וריסוסים, ומניעת זליגתם למי תהום<br>› הפסקת שימוש ברעלים אסורים<br>› תברואה למניעת מינים מתפרצים<br>› שימוש באויבים טבעיים מהמערכת המקומית (תנשמות, עידוד אויבים טבעיים מבתי גידול טבעיים) | › צמצום שימוש בחומרים רעילים, שימוש במעצרות לסולר ושמן במחנה הקבלן<br>› אמצעי מנע לדליפות חומרים מסוכנים – שימוש בחומרים סופחי דלקים<br>› הרחקת תשטיפים מבתי גידול רגישים |
| **מניעת פלישות ביולוגיות** | › הימנעות משימוש במינים שיש להם פוטנציאל פלישה לטבע<br>› נקיטת אמצעי טיפול למניעת פלישה לטבע– דגש על טיפול בשלב מוקדם | › שיקום שטח בצומח טבעי ותחזוקה למניעת פלישה ביולוגית (כולל מחנה הקבלן)<br>› מקור חומרי הגלם נקי מזרעי צמחים פולשים<br>› מניעת בע"ח פולשים/ מתפראים במחנה הקבלן<br>› דוקרנים על עמודי תאורה למניעת קינון של מאיינות ועורבים |
| **צמצום צריכת המים והאנרגיה לאורך שרשרת האספקה** | › יעילות בהשקיה<br>› יעילות בשטיפת התוצרת<br>› מקור המים אינו פוגע, ככל הניתן, בתפקוד בית הגידול הלח ממנו נלקחו המים | › צמצום צריכת מים בעת הנחת מצעים<br>› צמצום השיבוש במשטר ההידרולוגי העילי והתת-קרקעי (מיתון נגר עילי, מניעת פגיעה בנתיבי זרימה של מי תהום)<br>› גינון חסכוני במים |
| **מניעת פגיעה בחיות בר במהלך התפעול** | › מניעת הרעלות וזיהום סביבתי<br>› מניעת ציד חיות בר ע"י פועלים<br>› צמצום גדרות ופינוין בגמר השימוש<br>› התאמת סוג הגדר לצורך (גדר אדם או גדר בע"ח?)<br>› הפחתת זיהום אור והשפעה מרחבית [13]<br>› מניעת מלכודות אקולוגיות | › מניעת ציד חיות בר על ידי פועלים<br>› צמצום גדרות ופינוין בגמר השימוש<br>› התאמת הגדר לצורך (גדר אדם או גדר בע"ח?)<br>› הפחתת זיהום אור והשפעה מרחבית [13]<br>› מניעת מלכודות אקולוגיות<br>› מיגון עמודי חשמל נגד התחשמלות עופות<br>› צמצום רעש |
| **שמירה על נגישות ציבורית אל משאבי הטבע והנוף** | › רציפות של שבילי טיול, כולל אופניים ומעברי הולכי רגל<br>› הנגשת נקודות תצפית על הנוף ועל חיות בר | › רציפות של שבילי טיול<br>› הנגשת נקודות תצפית על הנוף ועל חיות בר |

| דגשים בפרויקט בינוי בשטח הפתוח | דגשים מאגר מים/ בריכת דגים |
|---|---|
| › שמירת בתי גידול ומינים שערכם הביולוגי גבוה<br>› שמירת מסדרונות אקולוגיים<br>› שמירת מקורות מים<br>› תכנון יעיל אורבנית לשמירת משאבי הקרקע – פיתוח צמוד דופן והכוונת פיתוח למרקמים בנויים<br>› צמצום תשתיות נלוות | › שמירת בתי גידול ומינים שערכם הביולוגי גבוה<br>› שמירת מסדרונות אקולוגיים<br>› שמירת מקורות מים ונתיבי מים טבעיים<br>**חשוב להבחין במשמעויות בין מדבר לחבל הים תיכוני** |
| › גינון מצומח מקומי<br>› דופן לשטח הפתוח – אינרטית (תאורה, רעש, מינים מתפרצים, פסולת) | › העלאת מורכבות מבנית – שמירת "איים" טבעיים, שמירת שולי מאגר שבו צומח טבעי<br>› שיפוע מורכב ומתון כולל "ברמות", פיתולים לדופן המאגר<br>› איים צפים לקינון עופות<br>› ככל הניתן ללא כיסוי אטים של קרקעית המאגר ושל פני המים |
| › תברואה למניעת מינים מתפרצים ומתפראים<br>› ניהול תשטיפי כבישים ומניעת זליגתם לבתי גידול לחים | › הקפדה על איכות המים<br>› מניעת זליגת מי קולחין לתת הקרקע<br>› תברואה לסילוק דגים מתים מהשטח (לגבי בריכת דגים) |
| › שיקום שטח בצומח טבעי ותחזוקה למניעת פלישה ביולוגית לאחר הבינוי<br>› איסור על הכנסת חיות מחמד ונוי בעלי פוטנציאל פלישה | › הימנעות משימוש במינים שיש להם פוטנציאל פלישה לטבע (דגים וצמחיית נוי)<br>› נקיטת אמצעי טיפול למניעת פלישה לטבע<br>› תחזוקה וניטור למניעת מינים פולשים לאחר ההקמה<br>› מקור חומרי הגלם נקי מזרעי צמחים פולשים |
| › גינון חסכוני במים<br>› החדרת מי נגר בשצ"פים<br>› חסכמים בבתים | › מקור המים אינו פוגע, ככל הניתן, בתפקוד בית הגידול הלח ממנו נלקחו המים<br>› המים מטוהרים בתום השימוש וממוחזרים לשימוש/ מושבים לטבע (לגבי בריכת דגים) |
| › חלונות וקירות אקוסטיים מותאמים למניעת התנגשות עופות נודדים<br>› הפחתת זיהום אור והשפעה מרחבית [13]<br>› מניעת מלכודות אקולוגיות | › מיגון עמודי חשמל בקרבת המאגר למניעת התחשמלות עופות מים<br>› צמצום קונפליקט עם עופות בר – צמצום שימוש ברשתות ואימוץ שיטות פוגעניות פחות (לגבי בריכת דגים)<br>› צמצום גדרות ופינוין בגמר השימוש<br>› התאמת סוג הגדר לצורך (גדר אדם או גדר בע"ח?) |
| › רציפות של שבילי טיול<br>› הנגשת נקודות תצפית על הנוף ועל חיות בר | › רציפות של שבילי טיול<br>› הנגשת נקודות תצפית על הנוף ועל חיות בר |

## כלים כלכליים לשמירת המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית

- על מנת לשמר את המגוון הביולוגי והתועלת המגוונת שהאדם מפיק ממנו, ראוי לנקוט גישה יוזמת בעזרת כלים כלכליים, שנועדו לתקן את כשל השוק של המגוון הביולוגי, בהיותו מוצר ציבורי מנוהל.
- יש כלים רבים שיכולים לעודד מטרה זו, ובהם סובסידיות ממשלתיות והטבות מס תומכות עבור פעולות חיוביות, הפסקת סובסידיות מזיקות, יצירת שוק למגוון ביולוגי (בדומה לשוק פליטות הפחמן שהעולם יצר בתגובה לשינויי האקלים), ועידוד סחר במוצרים ידידותיים למגוון הביולוגי.
- כלים לצמצום מגמות שליליות הם קנסות למזהמים ולפוגעים במגוון הביולוגי, קביעת מחיר אמיתי למוצר (המגלם את העלות האמיתית ואת הפגיעה במגוון הנגרמת מהפקת המוצר), ומיסוד מדיניות רכש המצמצמת סחר במוצרים שמזיקים למגוון הביולוגי.

מתווה ההערכה שהוצג בפרקים הקודמים הוא מנגנון בקרה מוצע לפעולות פיתוח העלולות להשפיע על שירותי המערכת האקולוגית. ההנחה היא כי התסקיר יקטין את פערי המידע, ובכך יביא להחלטות מושכלות יותר לרווחת הציבור ולמען הדורות הבאים.

אולם על מנת לשמור על המגוון הביולוגי והתועלת המגוונת שהאדם מפיק ממנו, ראוי לנקוט גישה יוזמת. השפה המחברת את תחומי הידע השונים – אקולוגיה, כלכלה וחברה – למדיניות מעשית היא השפה הכלכלית.

אבדן המגוון הביולוגי נובע מכשל כלכלי – כשל שוק של מוצר ציבורי, ולכן יש ליצור פתרונות כלכליים שיעודדו את שימור המגוון ואת השירותים שהוא מספק.

בישראל נראו עד כה ניצנים בודדים לשימוש בכלים כלכליים לשימור המגוון הביולוגי. נציין דוגמאות מספר:

- **קול קורא** של משרד החקלאות בישראל בשנת 2010 – לתמיכה בחקלאים בפעולות לשימור קרקע בהיקף 15 מיליון ₪ [22]. אם יינתנו ההנחיות האקולוגיות המתאימות, גם המגוון הביולוגי יוכל לצאת נשכר מתמיכה זו, מכיוון שקרקע שאינה נחרשת ונשמר עליה כיסוי צומח מאפשרת התייצבות של המערכת האקולוגית, וכך יכולה זו לספק שירותים מגוונים כמו מחזור חומרים, חלחול מים, ואויבים טבעיים למזיקים בחקלאות.
- הרפורמה ברפתות שהוביל משרד החקלאות, ב**השקעה של כסף ממשלתי,** הביאה לצמצום ניכר של זיהום הכינרת בחנקות שמקורן בהפרשות בעלי חיים בענף הרפת. צמצום הזיהום מאפשר למערכת האקולוגית של הכינרת לספק שירותים טובים יותר של טיהור מים, דגה וכו'.
- יוזמה של רשות המים ורשות הטבע והגנים להורדת איחוז (תפיסה והטיה) של מקורות מים מהמעלה למורד. גופים אלו הובילו ל**שינוי בגובה היטלי ההפקה** המוטלים על חקלאים בעלי זכויות מים, על פי המיקום בנחל. פער של כ–50% בהיטלי ההפקה בין המעלה למורד הביא לעידוד כלכלי של החקלאי לשאוב את המים במורד הנחל, וכך "שוחררו" לטבע קטעים שלמים של נחלים זורמים [25], המספקים תועלת מגוונת, כמו פנאי ונופש, מחזור חומרים, תמיכה במגוון מינים ועוד.

בעולם, הפעילות הכלכלית לתמיכה בשימור המגוון הביולוגי מתמקדת בשני תחומים עיקריים:

- יצירת שווקים למגוון ביולוגי ולשירותי המערכת האקולוגית, בשיטות כמו Payments for Ecosystem Services או שיטות עקיפות של תמיכה בפעולות שימור, למשל על ידי ניקוד הולם בקולות קוראים.
- הפנמת "עלויות חיצוניות" (externalities) בחישובי עלות–תועלת של פרויקטים, ותמחור אמיתי של מוצרים על ידי גילום עלויות חיצוניות במחירי שוק.

הכלים הכלכליים שאפשר להשתמש בהם לצורך שמירת המגוון הביולוגי הם רבים, ובהם:

- **סובסידיות ממשלתיות תומכות** עבור פעולות חיוביות (כמו שימור קרקע), כלי המכונה PES (Payments for Ecosystem Services). בשנת 2005 מימן האיחוד האירופי יוזמות של חקלאות ידידותית לסביבה על שטח של 365 מיליון דונם, באמצעות 1.9 מיליון חוזים עם חקלאים, בהיקף כולל של כ–4.5 מיליארד יורו [44]. קוסטה ריקה נחשבת לאחת המדינות המתקדמות בתחום זה – בין 1997 ל–2004 השקיעה המדינה כ–200 מיליון דולר בתשלום למחזיקי 4.5 מיליון דונם קרקעות יער, על מנת שישמרו על היער הטבעי, המספק שירותים מגוונים. המימון הגיע בהתחלה ממס של כ–5% על הדלק, ובהמשך מקרן משותפת לחברות תיירות, חברות טיסה ולארגונים בין–לאומיים [45]. בישראל החלה להירקם יוזמה בתחום זה בשיתוף המועצה האזורית עמק חפר, משרד החקלאות, המשרד

"כלים כלכליים הם רק כלי נשק. קביעת המטרות שלהם היא הבחירה האחית" / **סנג'יב סאניאל** [44]

להגנת הסביבה ומכון דש"א (דמותה של ארץ, החברה להגנת הטבע).

- **הפסקת סובסידיות מזיקות** – יש סובסידיות שמשפיעות לרעה על מערכות אקולוגיות. למשל סובסידיות נחשבות לאחד מהגורמים העקיפים המעודדים דיג יתר בעולם, ולפיכך גורמים להידרדרות המגוון הביולוגי בים. ההערכה היא שהיקף הסובסידיות בעולם לתעשיית הדיג נע בין 20 ל–50 מיליארד דולר בשנה, סכום המתקרב לערך שלל הדיג כולו! סובסידיות לדלק מאפשרות לציי הדיג להמשיך לעבוד גם כשהשלל נמוך – וכך תורמות לדלדול הדגה דווקא בשעה שנחוץ לאפשר לה להתחדש ולהתאושש [45]. גם בישראל עדיין ניתנות סובסידיות לסולר לספינות דיג, למרות דעיכה של 80% בשלל הדגה בעשור האחרון. דוגמאות אחרות לסובסידיות מזיקות הן מן החקלאות בבנגלדש ובפיליפינים, שם בוטל הסבסוד הממשלתי לדשנים, לאחר שהובהרה השפעתם המזיקה על איכות המים [44]. בישראל נוצל כלי כלכלי זה לאכיפה בתחום הבנייה הלא–חוקית – החלטת ממשלה מנחה את רשות המסים לבחון את המדיניות לעניין הוצאה מוכרת, כך שהוצאות הקשורות במבנים שנבנו ללא היתר לא יהיו מוכרות לצורכי מס [11]. נראה כי נקל יהיה לנצל מנגנון זה גם לתמיכה במגוון הביולוגי.
- **הטבות מס** – בארצות הברית ובאירופה ניתנת הטבת מס (מס רכוש, מס הכנסה) ניכרת בעבור תרומת קרקע למטרות שמירת המגוון הביולוגי [7].
- **יצירת שוק** – פרוטוקול קיוטו וגם מהלכים בין–לאומיים אחרים יצרו שוק גלובלי של סחר בפליטות פחמן, על מנת להקטין את שינויי האקלים. יוזמה זו מנוצלת גם לשימור המגוון הביולוגי, על ידי יוזמת REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) מתגמלת כלכלית מחזיקי קרקע לשמירת יערות, אשר משמשים אמצעי לסילוק פחמן דו–חמצני מהאטמוספרה ולקיבועו [44]. כיום פועלים בארצות הברית בנקים למגוון ביולוגי, המאפשרים לחברות הפוגעות במגוון הביולוגי "לקזז" פגיעה זו על ידי השקעה שוות ערך בבנק, והשקעתן מיתרגמת לפעולות שימור כמו רכישת קרקעות להגנה על מינים בסכנה. היקף המחזור בבנקים אלה בשנת 2010 היה 3 מיליארד דולר [45]. בישראל יצר חוק הפיקדון שוק לפסולת – בקבוקי משקה אשר הפכו מפסולת למשאב, ונעלמו מהרחובות. מנגנון זה יכול להיות מנוצל גם לשמירת המגוון הביולוגי, למשל על ידי מתן פיצוי על פינוי פגרים למטמנה מאושרת, על מנת לצמצם אוכלוסיות של מינים מתפרצים.
- **קנסות** – החלת עקרון "המזהם משלם" על פגיעה במגוון הביולוגי. אסון המכלית "אקסון ולדז" יצר כתם נפט בגודל 7,800 קמ"ר, שעד היום, לאחר 22 שנה, משפיע על הדגה באלסקה. חברת אקסון ספגה עלויות בהיקף 3.4 מיליארד דולר בקנסות, הוצאות ניקוי ותשלומי פיצויים [45]. סכומים גדולים בהרבה הוטלו על חברת BP בעקבות אסון מפרץ מקסיקו בשנת 2010 [35].
- **מחירים** – הפנמת עלויות חיצוניות של מוצרים ופרויקטים, כולל הנזק למגוון הביולוגי ולשירותיו, במחירי השוק של מוצרים ופעילויות הפוגעים בסביבה (חומרי הדברה למשל). גביית מחיר היא אמצעי יעיל להקטנת צריכה והפחתת טביעת הרגל האקולוגית – כך לדוגמה ייקור מחיר המים בישראל היה אמצעי יעיל ביותר להפחתת הבזבוז. אמצעי יעיל לא פחות הוא הפנמת העלות הכלכלית של נזק למגוון הביולוגי בתוך ניתוחי עלות–תועלת (Cost–Benefit analysis) המבוצעים לפרויקטים של תשתית וחקלאות.
- **מדיניות רכש למוצרים** – הנהגת מדיניות רכש המעודדת ביקוש לשירותים ומוצרים השומרים על המגוון הביולוגי. לדוגמה, בממשלת אנגליה הונהגה מדיניות המתירה רכישת עץ גולמי רק ממקור חוקי ובר–קיימא, המאוגד במסגרת יוזמת היערות FSC [45].

- **מכרזים וקולות קוראים לתמיכות** – הטמעת קריטריונים הנותנים ניקוד גבוה יותר להצעות המאפשרות שמירה על המגוון הביולוגי וחדשנות בצמצום הפגיעה בשירותי המערכת האקולוגית.
- **רתימת המגזר העסקי** – המגזר העסקי הוא שחקן כלכלי משמעותי, בעל טביעת רגל אקולוגית אדירה. רתימה של המגזר העסקי לשמירה על הסביבה, בעזרת רגולציה משופרת, היא מהלך המתרחש כיום ברחבי העולם ובישראל, במקביל למטלות סביבתיות רבות שמגזר זה נוטל על עצמו "מעבר לציות". בישראל, תיקון חקיקה מהעת האחרונה מחייב חברות ממשלתיות בישראל להכין תוכנית לפיתוח בר קיימא. חברות ציבוריות חשופות יותר כיום לציבור: כחלק מיישום מסקנות ועדת ברנע, נעשו בשנת 2004 תיקונים בחוק ניירות ערך ובתקנות מכוחו, ובמסגרת זו היבטי סביבה חייבים בגילוי במסגרת תשקיף ובמסגרת דוחות תקופתיים שחברה ציבורית מפרסמת. תיקון לסעיף 28 לתקנות ניירות הערך (פרטי התשקיף, מבנהו וצורתו), משנת 2011, מרחיב את מטלות הדיווח הסביבתי של חברות ציבוריות: (א) יצוינו השלכות מהותיות שיש להוראות הנוגעות לאיכות הסביבה, לרבות על ההשקעות ההוניות, הרווחים והמעמד התחרותי של התאגיד.

(ב) יפורטו עלויות והשקעות סביבתיות מהותיות צפויות, בנפרד, עד לתום השנה הנוכחית, לשנה הבאה ולתקופות שלאחר מכן [15].

בנוסף, הנחה לאחרונה בנק ישראל את הבנקים לפרסם החל משנת 2012 דוח אחריות תאגידית על פי סטנדרטים מקובלים. כבר כיום מפרסמים את הדוח שלושה בנקים: הפועלים, לאומי ודיסקונט. שינוי נוסף בכללי המשחק הוא השקת מדד לדירוג רמת הציות של החברות הציבוריות לרף הסביבתי הנדרש על ידי המשרד להגנת הסביבה. הדירוג הסביבתי ("המדד הירוק"), יציג מידע מהימן ונגיש לציבור על רמת הציות הסביבתי של החברות הציבוריות במטרה לתמרץ אותן להמשיך ולפעול להקטנת השפעתן המזיקה על הסביבה. בנוסף, הדירוג נועד לעודד את הגופים הפיננסים להטמיע את הסיכונים הסביבתיים בתהליך קבלת ההחלטות ולהשפיע על שיקול הדעת של המשקיעים בחברות. המדד הירוק מבוסס על מידע שהמשרד להגנת הסביבה אמון עליו ויאפשר לפתח מדדים שונים המבוססים על דיווחי החברות עצמן. המידע כולל הליכים לקבלת היתרי רעלים; היתרי הזרמה לים והיתרים נוספים; יש לקוות שלמדד זה יוטמעו בעתיד הקרוב מדדים של שמירת המגוון הביולוגי.

*i*

חברות הביטוח מייערות כדי להגן על תעלת פנמה [45]

תעלת פנמה היא תעלה צרה בין אמריקה הצפונית לאמריקה הדרומית, המחברת בין האוקיינוס השקט לאוקיינוס האטלנטי, והיא אחד מנתיבי השיט העמוסים בעולם.

חברות השיט הגדולות ספגו הפסדים כספיים בגלל העלאת דמי פרמיות הביטוח לשיט בתעלה. הפרמיות הועלו בעקבות בעיות תפעוליות מחמירות והולכות בתעלה, כמו שקיעת סחף, שיטפונות, ואספקת מים לא סדירה, שנבעו מבירוא היערות הסובבים את התעלה, וגרמו לשיבוש הנתיב והגדלת הסיכון העסקי לאיחורים באספקה ולתקלות בספינות.

התארגנות של חברות הספנות הגדולות בשיתוף עם חברות הביטוח הביאה ליוזמה לייעור מחדש לאורך 80 הקילומטרים של התעלה, במימון משותף למשך 25 שנים. מטרת היוזמה הייתה להפחית את הסיכונים לתפעול התעלה (מצד חברות הביטוח) ולהפחית את פרמיות הביטוח הגבוהות (מצד חברות השיט), על ידי ייצוב המערכת האקולוגית בסביבת התעלה.

זוהי דוגמה מעניינת לגורמים מהמגזר העסקי, הלוקחים על עצמם מטלת שיקום אקולוגי מתוך אינטרס כלכלי טהור. דוגמה כזו יש בחברת החשמל בישראל, הממגנת עמודי חשמל למניעת התחשמלות של דורסים גדולים, מהלך המסייע לטבע ומצמצם תקלות תפעוליות ברשת החשמל.

**כלי מדיניות משלימים:**

ישנם כלי מדיניות שאינם כלכליים גרידא (אף שיש גם להם משמעויות כלכליות), ולהם תפקיד חשוב בשימור המגוון הביולוגי:

- הקצאת קרקע למטרות שימור: הקצאת שטחים לשמירה ולממשק של המגוון הביולוגי – על ידי הוצאת שטחים אלה מכלל שימושי שטח אחרים וייעודם לשמורות טבע/גנים לאומיים, או לייעוד שמור אחר ו/או על ידי התרת שימושים שיאפשרו ניהול בר-קיימא משולב של המערכת הטבעית והאנושית.
- חינוך הציבור להקטנת הצריכה של משאבי הטבע. לדוגמה מסע ההסברה המוצלח של רשות המים לחיסכון במים – "ישראל מתייבשת".
- שירותי הדרכה והכשרה מקצועיים (למשל לחקלאים) לשיטות פעולה ידידותיות למגוון הביולוגי.
- הפעלת עיקרון ה"היזהרות המונעת" בקבלת החלטות.
- מיפוי לאומי של המגוון הביולוגי יאפשר להפנות משאבים לשמירה, הגנה וממשק של האזורים החשובים ביותר.

## מילות סיכום

"ברגע שהבנת מי מרגליך היא הרגל השמאלית, כבר לא נשארו לך הרבה התלבטויות מי מהן היא הימנית, ואז נותר רק להחליט באיזו מהן להתחיל לצעוד"

**/ פו הדב (א"א מילן)**

שנת 2010 הוכרזה כשנת המגוון הביולוגי על ידי ארגון האומות המאוחדות. אולם, לנוכח המגמות המדאיגות וכובד המשקל של אבדן המגוון הביולוגי, הכריז בתום השנה מזכ"ל האו"ם באן קי מון על השנים 2011–2020 כעל "עשור המגוון הביולוגי".

עדיין ניתן להפוך את המגמה, ואומות העולם במרוץ נגד הזמן. באוקטובר 2010 חתמה ישראל, עם שאר המדינות החברות באמנת המגוון הביולוגי, על מטרות אופרטיביות לשמירת המגוון הביולוגי בעשור הקרוב – "AICHI Targets".

עתידנו נתון בידינו.

חוברת זו מספקת רקע מקצועי וכלים אופרטיביים לניהול המגוון הביולוגי בתחום אחריותו של מנהל/ת בשירות הציבורי. איננו מתיימרים לספק תשובות לכל האתגרים הפרטניים בתחום אחריותך, אלא להעמיד לרשותך את הכלים לשאול את השאלות הנכונות.

כעת, כל שנותר לך הוא להתחיל לצעוד.

# נספחים

"עבורנו תמיד המדיניות הנכונה היא שלא להתערב במה שאיננו מבינים. לא רק אנחנו בני האדם תלויים ביערות, כל מה שחי תלוי בהם. אנחנו נותנים לדברים להיות, וליערות לגדול באופן טבעי. זו הגישה שלנו. כל המדע שלכם לא יציל אתכם, אם תמשיכו לקחת מה שיש ביעד, שהוא מה שמחזיק אותנו כאן. אני יודע שהכול תלוי בכול - זו העצה המדעית הכי טובה שאני יכול לתת לכם."

/ סימון מישל, זקן משבט ה-Innu [36]

## רשימת שירותי המערכת האקולוגית [40,37,46]

**שירותי אספקה –**
**הטובין או המוצרים המופקים מן המערכות האקולוגיות**

**מזון –** צמחים שהם תוצרת חקלאית (דגנים ירקות ופירות), בעלי חיים שאנו מגדלים (למשל עופות, חזירים, בקר), דגים ופירות ים, מזון שנאסף מן הטבע (למשל פטריות או בשר ציד).

**סיבים –** עץ גולמי ומוצרים המופקים מעצים (כמו בולי עץ לתעשייה ונייר), או סיבים אחרים כמו כותנה ומשי המשמשים למגוון שימושים: ביגוד, מצעים, חבלים.

**דלק ביולוגי –** עץ לבעירה או דשן, שמקורם מן החי או הצומח ומשמשים מקור לאנרגיה.

**מים מתוקים –** מים לשתיה, לתעשייה, לשימוש ביתי וחקלאי.

**משאבים גנטיים –** גנים ומידע גנטי המשמשים להשבחה של בעלי חיים וצמחים ולביוטכנולוגיה, למשל להעלאת עמידות היבולים.

**ביו-כימיקלים וחומרי טבע –** תרופות, קוטלי חרקים, תוספי מזון וחומרים ביולוגיים אחרים. למשל: שום, תרופות לטיפול בסרטן ועוד.

**שירותי ויסות –**
**התועלת שניתן להפיק מתהליכי הוויסות של המערכות האקולוגיות**

**ויסות איכות האוויר –** ספיגת כימיקלים מן האטמוספרה (למשל, אגמים הקולטים תרכובות גופרית שנפלטות מהתעשייה, עצים הסופחים תרכובות רעילות מפליטות של כלי רכב).

**ויסות אקלים –** המערכות האקולוגיות משפיעות על האקלים העולמי ע"י פליטת גזי חממה או חלקיקים לאטמוספרה או ע"י ספיגתם (בקר ושדות האורז פולטים מתאן, יערות סופגים דו תחמוצת הפחמן ואוגרים אותו). ברמה המקומית – משפיעות על גורמי האקלים המקומיים (שדירת עצים בעיר ממתנת את הטמפרטורה).

**ויסות מים –** מערכות אקולוגיות משפיעות על כמות המים ומשך זרימתם, על שיטפונות ועל חלחול ואגירת מי התהום. כך למשל, אדמה חדירה מזרזת חלחול ואגירת מי תהום, שטחי הצפה ובתי גידול לחים יכולים למנוע הצפות בזמן זרימת שיא ולבטל את הצורך באמצעים מעשה ידי אדם למניעת שיטפונות.

**עצירת סחף –** שימור קרקע. צמחיה כגון עשב ועצים מונעת סחף של הקרקע.

**בקרה על מזיקים –** מערכות אקולוגיות תקינות מקטינות השפעתם של מזיקים ומחלות בגידולים ובמקנה. דורסים, עטלפים, קרפדות ונחשים, לדוגמא, אוכלים את מזיקי החקלאות.



**האבקה –** בעלי חיים מעבירים אבקה מצמח לצמח ומאפשרים את התרבות הצמחים והבשלת הפרי. לדבורים חשיבות עצומה בהאבקת גידולים חקלאיים.



**בקרה טבעית של אסונות טבע –** הפחתת הנזק הנגרם מאסונות טבע כמו הוריקן או צונאמי. יערות מנגרובים ושוניות אלמוגים, למשל, מגנים על קו החוף מפני סערות. תהליך הפירוק הביולוגי מצמצם את חומר הבעירה ומפחית את גודלה או עוצמתה של שריפה טבעית.

**בקרה על מחלות –** מערכות אקולוגיות תקינות מקטינות את החשש מהופעתם והפצתם של מחוללי מחלות (כגון חיידקים). שלולית חורף למשל, שבה הרכב אוכלוסיה מאוזן הכולל גם מינים טורפים תמנע התפשטות של יתושים.

**טיהור מים וטיפול בשפכים –** מערכות אקולוגיות כגון בתי גידול לחים, מסלקות חומרים מזהמים מהמים ע"י לכידת המתכות והחומרים האורגניים. חיידקי הקרקע מפרקים את הזבל האורגני ומפחיתים את הנזק שהוא גורם.

**שירותים תרבותיים –**
**התועלת הלא חומרית המופקת משירותי המערכת האקולוגית**



**ערכים רוחניים ואתיים –** כל ערך שבני האדם מעניקים למערכות האקולוגיות, לנוף ולמינים של המערכות האקולוגיות. למשל תחושה של ההגשמה הרוחנית בטבע, השראה לאמנות, וכו'.



**ערך הקיום –** הערך שבני אדם מעניקים לעצם הידיעה על קיומו של משאב כלשהו, גם אם לעולם לא ישתמשו בו. האמונה שכל המינים זכאים להגנה, ללא קשר לתועלת שלהם עבור בני האדם – שימור המגוון הביולוגי לשם עצמו ולמען הדורות הבאים.

**פנאי ותיירות אקולוגית –** ההנאה שניתן להפיק מקיומן של מערכות אקולוגיות, טבעיות או מעובדות, למשל בטיולים בטבע, מחנאות וצפרות.

**שירותי תמיכה –**
**תהליכי יסוד שהם הבסיס להיווצרות כל שאר שירותי המערכת**



**מחזור חומרים –** למשל, תהליך פירוק החומר האורגני ליצירת קרקע. התהליך שבו חומרים כמו זרחן, גופרית או חנקן, הופכים לצורה כימית הניתנת לניצול על ידי צמחים.

**יצרנות ראשונית –** יצירת חומר ביולוגי באמצעות הטמעתם או צבירתם של אנרגיה ושל חומרים ע"י אורגניזמים שונים. למשל – פוטוסינתזה, התהליך שבו דו תחמוצת הפחמן ואור השמש חוברים על מנת ליצור סוכר וחמצן.

**מחזור המים –** מעבר של מים במערכות האקולוגיות בצורת מוצק, נוזל או גז.

## שירותי המערכת האקולוגית הנפוצים, והגורמים המשפיעים עליהם, על פי סוג המערכת האקולוגית [40]

| סוג המערכת האקולוגית | שירותי הסביבה של המערכת האקולוגית | גורמים משפיעים |
|---|---|---|
| **ימית** | דגים ופירות ים, תיירות אקולוגית, בילוי ופנאי, תוצרים רפואיים, ויסות אקלים, תחבורה, מחזור המים | דיג יתר, שיטות דיג הרסניות, הזרמת חומרים מזיקים והצטברותם, שינוי אקלים, זיהום, מינים פולשים, תשתיות, קידוחי נפט וגז, תחבורה ימית |
| **חופית** | תיירות, בילוי ופנאי, ערך תרבותי, אזורי דיג, חקלאות ימית, תחבורה, הגנה על אזורי חוף (טבלאות גידוד ושוניות), מחזור חומרים, מניעת מחלות, טיפול בשפכים, עצירת הסחף, אגירת מים נקיים | פיתוח לתיירות, התפלה, הזרמת חומרים מזיקים והצטברותם במקורות המים, זיהום תעשייתי ועירוני, חפירת תעלות מים, הצטברות משקעים מנהרות, מינים פולשים, שינוי הייעוד של בתי גידול לחים ושפכי נחלים, הרס בתי גידול של דגים ושוניות אלמוגים, ניצול יתר של אזורי דיג ושל חול (לבנייה) |
| **בית גידול לח** | יבול, דגה, מים מתוקים, ויסות אקלים, מאגר מי תהום, מים לחקלאות ולתעשייה, טיהור מים, בקרה על שיטפונות, פנאי ותיירות אקולוגית, ערך תרבותי, עצירת סחף והצטברות משקעים, אנרגיה הידרואלקטרית, מחזור חומרים | סחף של חומרים מזהמים, הפיכת בתי גידול לחים לחקלאות, ניצול מים להשקיה והטיית אפיקי נחלים, שימוש מוגבר בחומרי דישון והדברה, ניצול יתר של משאבי הטבע, כבישים ותשתיות, סכרים, תעלות לעצירת שיטפונות, בירוא יערות, זיהום תעשייתי ועירוני, מינים פולשים |
| **יער וחורש** | האבקה, תרופות, מזון, עצירת סחף, ויסות מים, עץ גולמי, דלק ביולוגי, מזון, ויסות אקלים, מניעת מחלות, תיירות, בילוי ופנאי, ערך תרבותי | שרפות, שינויי אקלים, ייעור מחדש, זיהום אוויר, התפרצות מזיקים, כריתה לצרכים מסחריים או פרטיים, שינוי ייעוד לבנייה או לחקלאות, רעיית יתר, מינים פולשים |
| **שטחים יובשניים/ מדבריים** | בקרת מזיקים וחיץ למניעת מעבר של מזיקים ומחלות, שימור לחות בקרקע, מחזור חומרים, מזון, סיבים, ביו-כימיקלים, דלק ביולוגי, האבקה, מים מתוקים, ויסות אקלים, תיירות, ערך תרבותי | אימוני צבא, שינויי אקלים, הטיית מים ושאיבה לשימושים חקלאיים, המלחת קרקעות עקב השקיה במים מליחים, מדבור, דלדול כיסוי הצומח, רעיית יתר, התמרת שטח טבעי לחקלאות |
| **הרים** | מים מתוקים, מזון, צמחי מרפא, שימור קרקע, ויסות אקלים, פוריות הקרקע, ויסות מים, פנאי, תיירות, ערך תרבותי, מרעה | שפכים, שינויי אקלים, אסונות טבע ופגעי טבע, רעיית יתר, כריתה, סחף, בנייה ותשתיות לתיירות ואתרי בילוי ופנאי, תשתיות צבאיות |
| שטחי חקלאות | מזון, סיבים, האבקה, דלק, מחזור חומרים, היווצרות קרקע, בקרת אקלים, מים מתוקים | עלייה בביקוש ליבולים, סחף קרקע, סחר בין-לאומי, ההקשר החוקי והחברתי-תרבותי של עיבוד קרקע, סובסידיות ממשלתיות, שיטות טיפול וטכנולוגיה, מינים פולשים, שינויי אקלים, שימוש בחומרי דישון והדברה, זמינות מים, פעילויות ניקוז |
| יישובים עירוניים | שטחים ירוקים מספקים - טיהור אוויר, ויסות אקלים מקומי, הפחתת רעש, ניקוז מי קרקע, האבקה, בנק גנטי, הדברת מזיקים, טיפול בשפכים ומחזורם, ערך תרבותי, פנאי, תיירות | ניצול יתר, שינויים דמוגרפיים, ייצור אשפה, זיהום מים, זיהום אוויר, פליטת גזי חממה, בירוא יערות והרס שטחי טבע עירוניים. רוב שירותי הסביבה שעיר צורכת, מקורם בשטח שמחוץ לה |

## ניתוח מקרה במחווה המוצע לתהליך הערכת ההשפעה של פרויקט על המגוון הביולוגי - כלובי הדגים במפרץ אילת[19]

מפרץ אילת הוא שטח רב-תכליתי - הודות לתנאים המיוחדים של המפרץ התפתחו בו שוניות אלמוגים אשר יחד עם האקלים היבש והחם ברוב רובם של ימות השנה והנוף המדברי משמשות בסיס לתיירות ענפה באזור. במפרץ יש גם נמל מסחרי פעיל, ועד לאחרונה נוצלו מימיו גם לחקלאות ימית אינטנסיבית של גידול דגים. האם כל השימושים הללו יכולים לתפקד בו-זמנית במפרץ בלי לפגוע בו? החוות לגידול דגים הוקמו במפרץ אילת בשנת 1995 על ידי חברות פרטיות, והוגדרו בתחילה כ"כלי שיט" ללא הליך תכנוני וללא בדיקות סביבתיות. הן ייצרו כמות הולכת וגדלה של דגים (עד כדי 1,000 טון בשנה) שדרשו לגידולם מזון עשיר בחלבונים בכמות של 4,000 טון לשנה, וזה התבטא בזיהום המים בהפרשות עשירות בחנקות (נוטריינטים). עם השנים הסתמנה תופעה של הידרדרות במצבן של שוניות האלמוגים, שעליהן מבוססת תעשיית הצלילה של העיר אילת, והחלו להישמע טענות התולות את האשם בחוות הדגים כגורמות לנזק שמצטבר בשרשרת של תהליכים אקולוגיים (המודגמת בסכמה): חוות הדגים (בעיקר המזון לדגים והפרשותיהם) גורמות להזרמת חומר אורגני עשיר (נוטריינטים) >> פריחת אצות >> עלייה בעכירות במים וירידה בכניסת אור שמש >> פגיעה בפוטוסינתזה של אצות החיות בסימביוזה עם האלמוגים >> תמותת האלמוגים.

## שרשרת התהליכים האקולוגיים שגרמו כלובי הדגים במפרץ אילת

לשם בדיקת הטענות מונה צוות מומחים בין-לאומי, ובשנת 2001 הוא הגיע למסקנה שצריך להקטין את כמות הנוטריינטים הנכנסת למפרץ כדי לשמור על שונית האלמוגים. המועצה הארצית לתכנון ובנייה החליטה על הוצאת כלובי הדגים. אלא שאז החל ויכוח ציבורי שהיו מעורבים בו גורמים שונים, בעלי אינטרסים, לוביסטים ואחרים. נשמעו דעות מדעיות שונות, אבל בסופו של הליך תכנוני ומשפטי ארוך, קיבלה הממשלה החלטה סופית להוציא את כלובי הדגים ממפרץ אילת, על בסיס עקרון הזהירות המונעת. על פיו גם במצב שבו אין ודאות מוחלטת לזהות הגורם לנזק בהידרדרות הסביבה, יש להימנע מפעולה שעלולות להיות לה תוצאות הרסניות.

ראוי לציין שההחלטה התקבלה לאחר שנעשה תהליך בחינה מעמיק, תוך שיתוף של הרבה מאוד גורמים, בעלי עניין ומשרדי ממשלה שתרמו משאבי זמן, כסף וידע. תהליך ארוך זה הוא דוגמה ומופת לעומק הבדיקות הסביבתיות שיש לבצע לפני קבלת החלטה על חלופות בסוגיה סביבתית, אך הבעיה המרכזית הייתה שדיונים אלה בוצעו במהלך 12 שנים שבהם היו כלובי הדגים בתוך מי מפרץ אילת ופגעו בשונית האלמוגים. הוצאת כלובי הדגים והעברתם למי הים התיכון בחוף אשדוד הסתיימה ביוני 2008.

**דוגמה לניתוח חלקי של ההחלטה על פי המתווה לשילוב שיקולי מגוון ביולוגי בקבלת החלטות:**

**טבלה 2+1:** זיהוי שירותים אקולוגיים שיושפעו מהפרויקט, טווח השפעת הפרויקט במרחב ובזמן ובעלי עניין פוטנציאליים:

| שירות המערכת האקולוגית | תיאור השירות | טווח השפעת הפרויקט | | בעלי העניין הפוטנציאליים |
|---|---|---|---|---|
| | | מרחב | זמן | |
| **שירותי אספקה:** | | | | |
| חקלאות ימית | חוות גידול דגים במפרץ אילת | שונית האלמוגים באילת | כחמש שנים | מגדלי הדגים עובדים בחוות<br>משרד החקלאות<br>משרד התיירות |
| משאבים גנטיים | בשונית קיים מאגר גנים גדול היכול לשמש להשבחה של בעלי חיים וצמחים ולשיפור ביוטכנולוגיה וחקלאות | שונית האלמוגים באילת | כעשר שנים | משרד החקלאות<br>מכוני מחקר חקלאים |
| ביו-כימיקלים וחומרי טבע | תרופות, תוספי מזון וחומרים ביולוגיים אחרים שאפשר להפיק משונית האלמוגים ועשויים לשמש לשימוש מסחרי וביתי | שונית האלמוגים באילת | כעשר שנים | חברות פיתוח תרופות<br>משרד המדע<br>משרד הבריאות |
| **שירותי ויסות ובקרה:** | | | | |
| בקרה טבעית של אסונות טבע | הגנה מפני צונמי<br>שונית האלמוגים עשויה להיות יעילה בהפחתת העוצמה של השפעת גלי צונמי | העיר אילת | נקודתית - ניתן לבדוק רק באירוע צונמי | תושבי העיר אילת<br>מלונות העיר אילת<br>משרד התיירות<br>נמל אילת, קצא"א<br>משרד התשתיות<br>חברות ביטוח |
| **שירותים תרבותיים:** | | | | |
| פנאי ותיירות אקולוגית | שונית האלמוגים היא גורם משיכה לתיירים | אילת | עשר שנים | משרד התיירות<br>תושבי אילת<br>מועדוני צלילה בעלי מלונות ושירותי תיירות<br>צוללנים ותיירים |
| ערך הקיום של המגוון הביולוגי | שימור המגוון לשם עצמו (מעל ל-3,000 מינים בשונית במפרץ אילת) | מפרץ אילת | כעשר שנים | תיירים<br>תושבי אילת והאזור |

**טבלה 3.** הערכת המצב הקיים של שירותי המערכת (לפני הוצאת הכלובים)

| סוג השירות | בעלי העניין הנהנים מהשירות | הגורמים המשפיעים על השירות | מגמת השירות | ערך כלכלי | פתרון חלופי ועלותו |
|---|---|---|---|---|---|
| **שירותי אספקה:** | | | | | |
| חקלאות ימית | מגדלי הדגים עובדים בחברות | ביקוש צרכני לדגים טפילי דגים מחוללי מחלות | עלייה | ?? | גידול הדגים בבריכות ביבשה, כ-5 מיליון ₪ |
| ביוכימיקלים וחומרי טבע | (פוטנציאל שאינו מנוצל כיום) | זיהום הים<br>פגיעות צוללים<br>דיג לא מבוקר | ירידה | ?? | אין |
| **שירותי ויסות ובקרה:** | | | | | |
| הגנה מפני צונמי | תושבי אילת | מצב השונית | ירידה | ?? | הגנה מלאכותית מפני צונמי |
| **שירותי תרבות:** | | | | | |
| פנאי ותיירות אקולוגית | משרד התיירות, תושבי אילת<br>מועדוני צלילה,בעלי מלונות ושירותי תיירות<br>צוללנים ותיירים | מצב השונית | יציב / עלייה | 90 מיליון ₪ לשנה | אתרי צלילה מלאכותיים, לא מבוססי אלמוגים |
| ערך הקיום של המגוון הביולוגי | תיירים<br>תושבי אילת והאזור | מצב השונית | ירידה | ?? | אין |

**טבלה שלב 4א:** הערכת חלופות

| | חלופת האפס: השארת הכלובים בים | חלופה 1: צמצום הכלובים | חלופה 2: הוצאת הכלובים |
|---|---|---|---|
| **מהי מידת ההשתנות של הגורמים המשפיעים על שירותי המערכת האקולוגית?** | | | |
| זיהום מכלובי הדגים | ↔ | ↓ | ↓ |
| נזק לשונית ממקורות אחרים | ↔ | ↔ | ↔ |
| **מהי ההשפעה הצפויה של החלופות על שירותי המערכת האקולוגית שזוהו?** | | | |
| **שירותי אספקה:** | | | |
| משאבים גנטיים | ↓ | ↓ | ↑ |
| ביו-כימיקלים וחומרי טבע | ↓ | ↓ | ↑ |
| חקלאות ימית | ↔ ↑ | ↓ | ↓ |
| **שירותי ויסות ובקרה:** | | | |
| הגנה מפני צונמי | ↓ | ↓ | ↑ |
| **שירותים תרבותיים:** | | | |
| ערך הקיום של המגוון הביולוגי | ↓ | ↓ | ↑ |
| תיירות ופנאי | ↓ | ↓ | ↑ |

**טבלה שלב 4ב:** הערכת חלופות – בעלי עניין נשכרים ונפגעים

| החלופה | שירותי המערכת האקולוגית שהוגברו | נשכרים פוטנציאליים | הרווח הכלכלי | שירותי המערכת האקולוגית שיפגעו | מפסידים פוטנציאליים | עלות כלכלית |
|---|---|---|---|---|---|---|
| השארת הכלובים בים (חלופת אפס) | חקלאות ימית | יזמים<br>עובדים בחוות הדגים<br>צרכני הדגים | ??? | משאבים גנטיים<br>ביו כימיקלים וחומרי טבע<br>מצונמי ערך הקיום של המגוון<br>תיירות<br>מחזור חומרים | תעשיית התיירות צוללנים ותיירים | פגיעה פוטנציאלית בתיירות<br>הצלילה – 90 מיליון ₪ לשנה |
| צמצום הכלובים | | | | | | |
| הוצאת הכלובים | משאבים גנטיים, חומרי טבע<br>הגנה מצונמי, ערך הקיום, תיירות | תושבי אילת<br>תעשיית התיירות<br>צוללנים ותיירים | 90 מיליון ₪ בשנה<br>רקמתיירות הצלילה באילת | חקלאות ימית | יזמים<br>עובדים בחוות הדגים<br>צרכני הדגים | כ-5 מיליון ₪ – עלות הקמת חוות גידול ביבשה |

## שיבושים שאינם מטופלים כראוי ובזמן יוצאים משליטה – המקרה של נמלת האש הקטנה בישראל [19]

**נמלת האש הקטנה – פועלות, זחלים וביצים.** צילום: אלכס ויילד

נמלת האש הקטנה (Wasmannia auropunctata) – מין פולש שהפך בעשור האחרון למטרד בריאותי, תיירותי וחקלאי בישראל, חשפה את היעדרו של מנגנון מערכתי הולם למניעת פלישות ביולוגיות ולהתמודדות עמן בישראל.

נמלה קטנה זו, החברה במועדון המפוקפק של "100 המינים הפולשים הגרועים ביותר בעולם" (מטעם ארגון שמירת הטבע הבינלאומי IUCN), התפשטה בישראל ועקיצתה הכואבת גורמת למטרד קשה לבני האדם, עד כדי הרחקה של נופשים מצימרים והשבתה של פעילות בברכות שחייה ובמדשאות בקיבוצים. הנמלה הזו גורמת גם נזקים לחקלאות היות שהיא מעודדת התרבות של מיני כנימות מזיקות, וכן היא גורמת נזקים ישירים למגוון הביולוגי בישראל: מין זה דוחק ומסלק את כל מיני הנמלים האחרים שבסביבתו וגורם גם למטרד לקינוני עופות ולבעלי החיים הטבעיים באזור.

ככל הנראה הגיעה הנמלה לישראל בשנת 1997, כ"נוסעת סמויה" על מטען של בולי עץ שנשלח מברזיל למפעל בקיבוץ אפיקים שבעמק הירדן. הנמלה החלה להתפשט באזור עמק הירדן, בלי שמישהו ידע כי מדובר במין פולש. בנובמבר 2005 העבירה חברת קיבוץ אפיקים דוגמה של נמלים להגדרה לד"ר צבי קליין (מכון וולקני), בטענה שהנמלים עוקצות ומכאיבות, פולשות לבתים, חודרות לבגדים וגורמות למטרד קשה לתושבים. מין הנמלה הוגדר לבסוף באוניברסיטת תל אביב על ידי מומחה ברזילאי לנמלים.

בינואר 2006 יידעו נציגי אוניברסיטת תל אביב את הרשויות בדבר הזיהוי של מין הנמלה בעמק הירדן. לאחר תכתובות והתלבטויות רבות, רק בסוף אוגוסט 2006, כ–8 חודשים לאחר יידוע הרשויות, וכ–9 שנים לאחר פלישת המין לישראל, התקבלה ופורסמה החלטת מנכ"לים (של משרד החקלאות והמשרד להגנת הסביבה), שעיקריה הם כי יש לראות במין זה פולש ומזיק ולפעול מיד להכחידו, וכי ברור שמדובר במאבק ממושך, ואף ניתן לשם כך מימון ראשוני. משרד החקלאות הטיל צווי הסגר על האזור עד סוף שנת 2006 ובהם איסור מוחלט על הוצאת עציצים, בולי עץ, אדמה ופסולת בניין מתחומי הקיבוצים.

באוקטובר 2006 הוחל בפעולות ההדברה, אך אז כבר אותרו 11 יישובים נגועים בכל מחוז הצפון (מעבר לעמק בית שאן).

באוגוסט 2007 שכרה רשות הטבע והגנים מסוק לביצוע הדברה בשמורת מורד הירדן, אך בשנה זו אותרו 5 יישובים נגועים נוספים במחוזות הצפון, המרכז ותל אביב. עד שנת 2010 אותרו עוד כ–40 יישובים בכל מחוזות הארץ נגועים בנמלים שהגיעו אליהם דרך עציצים המשווקים ממשתלות. בלי ידיעת בעלי המשתלות עציצים נגועים אצלם היו למקורות הפצה לכל רחבי הארץ.

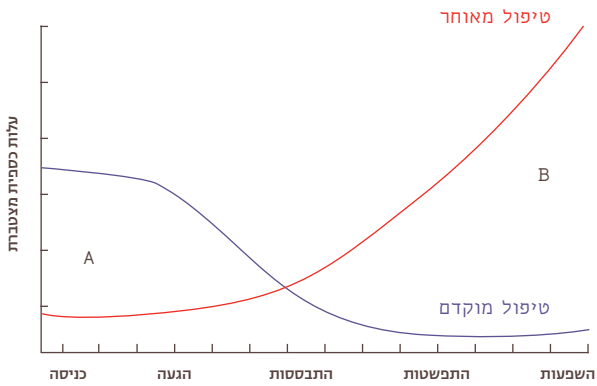
למרבה הצער כיום אפשר לומר כי המהלכים לבלימת התפשטותה של נמלת האש הקטנה נכשלו, ולמעשה מאמצי ההדברה וההסגר לא הועילו. המין התבסס בישראל. קשה להעריך את נזקי המין הזה בעתיד לטבע ולאדם בישראל, אך ידוע כי עד כה השקיעו הרשויות 5 מיליון ₪ לערך במאמצים להשמדתו בשנים 2006–2010. נראה כי סכום זה היה בבחינת "מעט מדי ובעיקר מאוחר מדי".

מינים פולשים גורמים נזק רב למערכות אקולוגיות, ונחשבים לגורם השני בעוצמתו לפגיעה במגוון הביולוגי. מינים פולשים גורמים גם נזקים לכלכלה, לחקלאות, לתשתיות ולבריאות האדם. בארצות הברית לבדה מוערכים נזקים של כ–120 מיליארד דולר בכל שנה, ובהם כ–100 מיליון דולר בשנה נזקים שגורם מין פולש בודד אחד – צדפת הזברה.

פלישה ביולוגית מתקדמת לרוב בארבעה שלבים עיקריים (לפי Williamson 1996), ואלה הם:

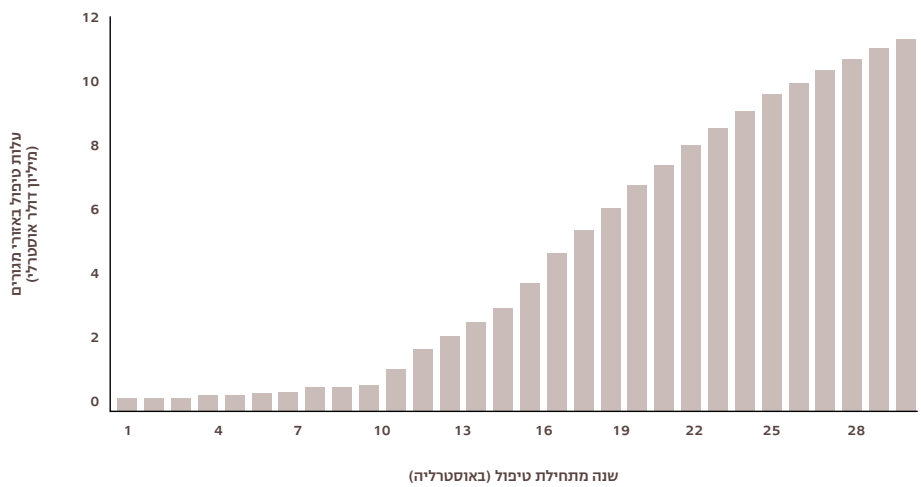
שלב ההגעה (Introduction), שלב ההתבססות (Establishment), שלב ההתפשטות (Spread), ושלב ההשפעה (Effect) שהוא השלב שבו המין משפיע לשלילה על הסביבה החדשה.
ככל שהטיפול מתחיל מאוחר יותר, מושקעים יותר כספים במאמצי הביעור, ובהצלחה נמוכה יותר.
מכאן, שמרבית המאמצים צריכים להיות מושקעים במניעת הכניסה של המין הפולש לישראל, בעזרת חקיקה מתאימה, הסברה, ואכיפה קפדנית בגבולות.

השפעת שלב התחלת הטיפול על העלות הכספית המצטברת של התמודדות על פלישה ביולוגית




יתר על כן, חשוב מאוד להקים מנגנון לניטור פלישות של מינים זרים ולתגובה מהירה כאשר מאותרת פלישה חדשה – אז ניתן לטפל בה במהירות ובעלויות נמוכות יחסית, כפי שמראה הניסיון האוסטרלי העגום (גרף מצורף).
כיום בישראל סמכויות הטיפול בנושא פלישות ביולוגיות מבוזרות בין משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה, ורשות הטבע והגנים. נדרשת הערכות ראויה, חקיקה חדשה, והקמת גוף ייעודי אחד שירוכזו בידיו הסמכות והאחריות להתמודדות עם אתגר זה – לשם הגנה על האדם ועל הטבע כאחד.

עלויות טיפול בנמלת האש הקטנה, במיליוני דולר אוסטרלי, לפי השנה מתחילת הטיפול [34]



## נספח 05

מילון מונחים (מעובד מ-TEEB)[45]:

**גורמי שינוי משפיעים (Drivers)** – גורמים טבעיים או גורמים שהם מעשה ידי אדם, המחוללים, ישירות או בעקיפין, שינוי במערכות אקולוגיות.

**הון טבעי (Natural capital)** – ביטוי כלכלי לסופיות המשאבים הטבעיים (פיזיקליים וביולוגיים) שעל פני כדור הארץ, וליכולת הסופית של מערכות אקולוגיות לספק את התועלת של שירותי המערכת האקולוגית.

**המרה (Trade-off)** – הכרעה על איבוד של שירות אחד או על איכות אחת של מערכת אקולוגית בתמורה לקבלת שירות או איכות אחרים. להחלטות פיתוח רבות יש משמעות של המרת שירותים, בגלל השפעתן על מערכות אקולוגיות.

**מגוון ביולוגי (Biodiversity)** – השונות בטבע, בכל המערכות האקולוגיות – היבשתיות, הימיות והאקווטיות (מימיות). ברכיבי המגוון הביולוגי נמנים המגוון בתוך המין (מגוון גנטי), בין מינים (מגוון מינים), ומגוון של מערכות אקולוגיות, שהתהליכים האקולוגיים בהן (למשל מחזור החנקן) מספקים את שירותי המערכת האקולוגית.

**מוצר ציבורי (Public Good)** – מוצר או שירות שאין להגביל את הגישה אליו, והשימוש בו על ידי פרט אחד אינו גורע או שלא ראוי שיגרע מזכותו של פרט אחר ליהנות ממנו (למשל שכבת האוזון, המספקת לנו הגנה מקרינה מסוכנת).

**מין אדום (Red list species)** – מין שסיכויי ההכחדה שלו הם גבוהים ביותר ולכן הוא מוגדר בקדימות הגבוהה ביותר למאמצי שימור. לצורך קביעת רשימת המינים האדומים הובאו בחשבון בעיקר קריטריונים של נדירות, אנדמיות, שיעור אבדן בית הגידול הטבעי של המין, והפריפריאליות (כלומר אם מדובר בשולי אזור התפוצה שלו או במרכזו).

**מין אנדמי (Endemic species)** – מין שאזור תפוצתו מוגבל לאזור גאוגרפי מצומצם – לדוגמה מישור החוף הישראלי, מזרח הים התיכון וכדומה.

**מין מתפרץ (Over populated species)** – מין מקומי, אשר שינויים סביבתיים שהאדם גרמם הביאו להתרבות אוכלוסייתו החורגת מהתרבותו במצב הטבעי, ועקב כך הוא מסב נזקים לטבע ולאדם. לדוגמה – תן זהוב התרבה בעשורים האחרונים בגלל תברואה ירודה, והוא מסב נזקים לחקלאות, מהווה נשא פוטנציאלי של מחלת הכלבת, וגורם לפגיעה במערכת האקולוגית.

**מין פולש (Invasive species)** – מין החורג מתחום תפוצתו הטבעי, בתיווך האדם, וגורם במקום החדש נזק למערכות האקולוגיות. מין פולש מתאפיין בגידול מהיר ואגרסיבי, עקב היעדר אויבים טבעיים וגורמי בקרה. מינים פולשים רבים מסבים גם נזק לכלכלה ולבריאות האדם. לדוגמה – נמלת האש הקטנה.

**מערכת אקולוגית (Ecosystem)** – מכלול היצורים בתחום פיזי מוגדר כלשהו, יחסי הגומלין ביניהם לבין עצמם, וביניהם לבין הגורמים הא-ביוטיים (פיזיקליים וכימיים) בסביבתם. מערכת אקולוגית יכולה להיות מערה, שטח מדברי, יער, וכדומה.

**נוטריינטים (Nutrients)** – מכלול היצורים בתחום פיזי מוגדר כלשהו, יחסי הגומלין ביניהם לבין עצמם, וביניהם לבין הגורמים הא-ביוטיים (פיזיקליים וכימיים) בסביבתם. מערכת אקולוגית יכולה להיות מערה, שטח מדברי, יער, וכדומה.

**נקודת סף (Threshold / tipping point)** – נקודה או דרגה שבה מערכת אקולוגית משתנה, לעיתים באופן בלתי הפיך, למצב שונה ממצבה המקורי, ובו היא מאבדת את יכולתה לספק שירות מערכת אקולוגית אחד או יותר.

**סובסידיה (Subsidy)** – פעולה ממשלתית שתכליתה להעניק יתרון ליצרן או לצרכן של מוצר, על ידי צמצום הוצאות הייצור או העלאת ההכנסה.

**עלות חיצונית (Externality)** – ביטוי כלכלי לעלות ייצורו של מוצר הנצרך על ידי פרט אחד, המוטלת על ייצור של מוצר אחר, הנצרך על ידי פרט אחר, בלי מתן פיצוי לניזוק.

**עמידות וגמישות המערכת האקולוגית (Resilience)** – יכולתה של מערכת אקולוגית לתפקד ולספק שירותים חיוניים בתנאים משתנים. כלומר הגמישות מבטאת את משרעת ההפרעה שהמערכת יכולה לספוג בלי לעבור את נקודת הסף ולהמשיך לספק את השירותים האקולוגיים החיוניים.

**ערך הקיום (Existence value)** – הערך שבני אדם מעניקים לעצם הידיעה על קיומו של משאב או מין ביולוגי כלשהו, גם אם לעולם לא ישתמשו בו. ערך הקיום ידוע גם כערך השימור או ערך שימוש פסיבי.

**רווחת האדם (Human well-being)** – האלמנטים שמקובל להגדירם כחומרי היסוד ל"חיים טובים", ובהם מוצרי קיום בסיסיים (כמו מים, מזון, חמצן ומחסה), חופש בחירה וחופש פעולה, בריאות, יחסים חברתיים טובים, ביטחון, שקט נפשי והתנסות רוחנית.

**שירותי המערכת האקולוגית (Ecosystem services)** – התועלת הישירה והתועלת העקיפה שמערכות אקולוגיות מספקות במגוון של דרכים וצורות לקיום האדם ולרווחתו. לדוגמה: טיהור האוויר על ידי יערות, שירותי פנאי ותרבות על ידי חופים או שוניות אלמוגים, וכדומה.

**תמריצים (Incentive)** – גמול חומרי הניתן בתמורה לדרך פעולה מסוימת, שתומכת בהשגת מטרה. תשלום עבור תמיכה בשירותי המערכת האקולוגית (Payment for ecosystem services) הוא סוג של תמריץ.

## מקורות


[1] אדם, ר. 2010. התוכנית הלאומית לשימור המגוון הביולוגי – פרק משפטי. המשרד להגנת הסביבה.

[2] אחירון פרומקין, ת. 2011. דו"ח מצב הטבע 2010. המאר"ג.

[3] ארז, ח. (טרם פורסם). 2011. מודלים של חקיקת מגוון ביולוגי- מחקר משווה. החברה להגנת הטבע.

[4] ברכיה, ו. 2010. הצטרפות ישראל ל-OECD – סיכום משמעות הדרישות הסביבתיות של הארגון. המשרד להגנת הסביבה, אגף יחסים בינלאומיים.

[5] מופיע ב- גבריאלי י. 2011. מעמד המדע בדיון הסביבתי. אקולוגיה וסביבה 1.

[6] גבריאלי, י ופלדמן, ע. (עורכות). 2005. שירותי המערכת האקולוגית: סוגי תועלות המסופקים לחברות אנושיות על ידי מערכות אקולוגיות טבעיות. קמפוס טבע (נכתב במקור ע"י החברה האקולוגית האמריקאית, 1997).

[7] גוטהלף, ח. 2008. רכישת קרקע או זכויות בקרקע לצורך שמירתה כשטח פתוח. מכון דש"א.

[8] גוטליב, א. 2011. השפעת דבורי דבש המגיעות מהחקלאות על דבורי הבר ומיני הצומח המקומיים בערבה. יום עיון נקודת ח"ן 2011.

[9] גליל, ב. וחרות, ב. 2011. פעילויות חיפוש וקידוח נפט וגז בים העמוק מול חופי ישראל – היבטים באיכות הסביבה הימית. דו"ח חיא"ל H15/2011. המכון לחקר ימים ואגמים בישראל.

[10] דולב, ע. ופרבולוצקי, א. 2002. הספר האדום של החולייתנים בישראל. הוצאת רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע.

[11] האן, א. ושגיא, י. 2009. השמירה על השטחים הפתוחים – ניתוח החלטות רשויות מדינה לשנת 2008. מכון דש"א.

[12] ועדת היגוי לענף גידול דבורים. 2006. סיכום חצי שנתי 2005. משרד החקלאות ופיתוח הכפר, ישראל.

[13] לידר, נ. 2008. השלכות אקולוגיות של תאורת כבישים בישראל והצעות לפתרון. פרסומי חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים.

[14] מונין, נ. ולובן, מ. 2010. ישראל ב-OECD. משרד האוצר, האגף לקשרים בינלאומיים.

[15] רוטשילד, א.מוסנקו, ע., לפלר, ת., בורקו, א. 2011. מגוון ביולוגי – העסק של כולנו, שיתוף פעולה בין עסקים לארגוני שמירת טבע לעתיד פורה בישראל. החברה להגנת הטבע ומעלה.

[16] משרד מבקר המדינה. 2011. ניהול ענף הדיג. דו"ח מבקר המדינה 61ב.

[17] "סיפורו של אגם" – סנונית /http://www1.snunit.k12.il/heb_journals/galileo/007026.html, מקור התמונה: http://blog.tapuz.co.il/atmol/images/2668425_51.jpg

[18] ספריאל, א. (עורך). 2010. התוכנית הלאומית לשימור המגוון הביולוגי. משרד הגנת הסביבה.

[19] פדרמן, ר. מבוסס על מקורות רבים. החברה להגנת הטבע.

[20] פרלברג, א. מבוסס על מקורות רבים. החברה להגנת הטבע.

[21] פרלברג, א. ודולב, ע. 2006. תוכנית ממשק משולבת לעידוד ושימור ערכי טבע ונוף בשטח חקלאי וסביבתו. אגרקסקו והחברה להגנת הטבע.

[22] קול קורא לתמיכות בשימור קרקע. 2010. משרד החקלאות ופיתוח הכפר, ישראל.

[23] קרבטרי, מ. והאן, א. 2010 (טרם פורסם). תסקירי השפעה על הסביבה - מחקר משווה. מוגש למשרד הגנת הסביבה.

[24] רז, ג. קוד המילניום, מגזין ים.
http://www.idive.co.il/Index.asp?ArticleID=79&VolumeID=&CategoryID=80
תמונה: http://codfatherfishing.com/charterpics.htm

[25] הרשות הממשלתית למים וביוב. 2007. הסבר לעניין השינוי במבנה היטלי ההפקה בחוק המים ואופן חישוב ההיטל לכלל המפיקים. לשכת מנהל הרשות הממשלתית למים וביוב.

[26] שקדי, י. ושדות, א. 2004. מעבר בעלי חיים בכבישים מדיניות והמלצות לפעולה. פרסומי חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים.

[27] Bird, W. 2007. Natural thinking: Investigating the links between the Natural Environment, Biodiversity, and Mental health. RSPB.

[28] Boyles, J.B., Cryan, P.M., McCracken, G.F., Kunz,T.H. 2011. Economic importance of bats in agriculture. Science vol. 332.

[29] Corvalan, C., Hales, S., McMichael, A. 2005. Ecosystems and human well being: Health synthesis. World Health Organization.

[30] Foley, J.H., Deefries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway T, Howard EA, Kucharik CJ, Monfreda C, Patz JA, Colin Prentice I, Ramankutty, N., and Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. Science 309: 570-574.

[31] Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C.S. 2004. Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 35: 557- 581.

[32] Frank K T, Petrie B, Fischer J A D, Leggett W C. 2011. Transient dynamics of an altered large marine ecosystem. Nature 477: 86-89.

[33] Fuller, R.A., Irvine, K.N,, Devine-Wright, P., Warren, P.H., Gaston, K.J. 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. Biology Letters 3: 390-394.

[34] George, A. 2006. Wasmannia auropunctata (electric ant) draft initial economic impact assessment. Economic and statistical analysis, department of primary industries, Queensland Australia.

[35] Graham, B., Reilly, W.K. 2011. Deep Water: The gulf oil disaster and the future of offshore drilling. Report to the President. National commission on the BP deepwater Horizon oil spill and offshore drilling.

[36] IUCN. 2010. Ecosystem Goods and Services in Development Planning. IUCN.

[37] Millennium ecosystem assessment. 2005. Ecosystems and human well being - a synthesis. Island press, Washington DC.

[38] Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G., Kent, J. 2000. Biodiversity Hotspots for conservation priorities. Nature 203: 853-858.

[39] Nelleman, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdes, L., DeYoung, C., Fonesca, L., Grimsditch, G. 2009. Blue Carbon. A rapid response assessment. UNEP.

[40] Ranganathan, J., Raudsepp Hearne, C., Lucas, N., Irwin, F., Zorek, M., Bennett, K., Ash, N., West, P. 2008. Ecosystem Services: A Guide for Decision Makers. World Resources Institute.
מהדורה עברית פורסמה ביולי 2010 ע"י נקודת ח"ן וקמפוס טבע.

[41] Rotenberg, E., Yakir, D. 2010. Contribution of semi arid forests to the climate system. Science 327: 451-454.

[42] Sadler, B. 2005. Strategic environmental assessment at the policy level: recent progress, current status and future prospects. Ministry of the environment, Czech Republic.

[43] Steere, A.C. 1994. Lyme disease: A growing threat to urban populations. PNAS 91: 2378-2383.

[44] TEEB. 2010. The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recomendations.

[45] TEEB. 2010. The economics of ecosystems and biodiversity for local and regional policy makers.

[46] TEEB. 2010. Illustration of ecosystem services icons: Jan Sasse for TEEB (www.teebweb.org).

[47] Ulrich, R. 1984. View through a Window May Influence Recovery from Surgery. Science 224: 420-422.

[48] Adapted from: Yakir, D., Rotenberg, E. 2010. Tradoffs in semi-arid pine forests. Weizmann institute of science.

[49] A citizen's guide to the NEPA. 2007. Council of environmental quality, executive office of the president. USA.

[50] Significant Trends in Corporate Environmental Accountability: The new Performance Standards of the International Finance Corporation. 2007. Journal of International Environmental Law and Policy, Colorado.

[51] CTX 0811. 2010. Review of the Biodiversity Duty Contained in section 40 of the NERC Act 2006. DEFRA, United Kingdom.

[52] http://www.unpri.org/principles

[53] http://www.environment.gov.au/epbc/notices/assessments/fire-management-sa.html

[54] http://www.offshore-sea.org.uk/site/scripts/news_article.php

[55] http://www.hrsdc.gc.ca/eng/hip/hrp/sp/industry_profiles/fishing_services.shtml

[56] http://www.esa.org/ecoservices/poll/body.poll.scie.ispo.html

[57] OECD. 2011. Assessment and Recommendations, OECD Environmental Performance Reviews: Israel 2011. OECD publishing.

**מהו מגוון ביולוגי?** המגוון הביולוגי העולמי הוא כלל המערכות האקולוגיות בכדור הארץ, שפע המינים ויחסי הגומלין המורכבים בינם לבין עצמם ובינם לבין הסביבה.

**מה המגוון הביולוגי נותן לנו?** המגוון הביולוגי מספק לבני האדם את שירותי המערכת האקולוגית - "הון טבעי" - המהווה את הבסיס לקיום החברה והכלכלה העולמית. כ-40% מהכלכלה העולמית מבוססת ישירות על שירותי הטבע והמערכות האקולוגיות, בתחומים כמו בריאות, חקלאות, מים, ועוד.

**מנהלים בשירות הציבורי משפיעים על המגוון הביולוגי** המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית הם מוצרים ציבוריים אשר יש לנהל אותם בכלים מתאימים. תחומי תוכן של השירות הציבורי, כמו ניהול קרקע, מים, אנרגיה, ביטחון, תשתיות, מסחר וכו' משפיעים על המגוון הביולוגי, ולכן יש לנהל תחומי תוכן אלה כך שהמגוון הביולוגי ושירותיו לא יפגעו.

**ישראל על המפה** ישראל כלולה במפת האזורים החשובים ביותר לשמירת המגוון הביולוגי העולמי, הכוללת פחות מ2% מהשטח היבשתי הגלובלי! ישראל מהווה גם ציר נדידה בעל חשיבות בינלאומית לעופות מאירופה ואסיה לאפריקה ובחזרה.

**בואו להוביל ביחד** אנו שמחים להזמינכם, מנהלים בשירות הציבורי:
משרדי ממשלה, רשויות מדינה וחברות ממשלתיות, להכרות עם התלות בשירותי המערכת האקולוגית, וההשפעה שלכם על המגוון הביולוגי.
תהליכי קבלת ההחלטות שלכם משפיעים על התשתית האקולוגית של הציבור הישראלי.

**ארגז כלים למקבל ההחלטות** בין הכלים לקובעי מדיניות מוצעים תהליכי הערכה אסטרטגית להשפעת מדיניות על המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית, 7 מדדים לפרויקט שומר מגוון ביולוגי, מתווה ב 6 שלבים לקבלת החלטה המזהה את ההשפעות על שירותי המערכת האקולוגית, וכלים כלכליים לשמירה על המגוון הביולוגי.

**ליצירת קשר** אלון רוטשילד, אגף שימור סביבה וטבע, החברה להגנת הטבע 03.638.8744 alon@spni.org.il
www.teva.org.il/migvan