

מהן שאלות המחקר בנושא המגוון הביולוגי?

חקר המגוון הביולוגי עוסק בשאלות רבות, כגון: אילו מינים קיימים והיכן? מהי תפוצתם הטבעית? אילו אזורים עשירים יותר במינים או עשירים במינים אנדמיים ועל כן יש לתת קדימות לשימורם? כיצד משתנה תפוצת מינים עקב פעילות אדם ומדוע? אילו מינים מצויים באסוציאציה עם אילו מינים אחרים, ומה אפשר להבין מכך על ההרכב של חברות אקולוגיות? אילו שינויי תפוצה או שפע מעידים על התפרצות מינים מקומיים או על פלישה של מינים זרים? כיצד צפויים שינויי אקלים עולמיים להשפיע על תפוצת מינים ועל הרכב חברות אקולוגיות וכיצד אילו צפויים להשפיע על הפיזור של מזיקי חקלאות ונשאי מחלות ועל ידי כך על כלכלת האדם ועל בריאותו? ועוד. התשובות לשאלות ביולוגיות אלו הן בסיס חיוני להבנת העקרונות של המערכת האקולוגית ולמתן פתרונות מדעיים לשימור המגוון הביולוגי.



חורש ים-תיכוני סבוך של חברת אלון מצוי ואלת המסטיק בכרמל



נוף עצים דליל של אלה אטלנטית בהר הנגב

אחת השאלות המרכזיות כיום בחקר **המגוון הביולוגי** עוסקת בתהליכים ארוכי הטווח. ההבנה כי השינויים בהרכב המינים ב**חברה האקולוגית**, במגוון הנופי וב**שונות הגנטית** של המינים הם תוצאה של תהליכים קצרי טווח וארוכי טווח גם יחד הובילה למיסוד של מחקרים ארוכי טווח, הבוחנים את השינויים במגוון הביולוגי לאורך עשרות שנים.

פארק טבע רמת הנדיב, הנמצא מדרום לזכרון יעקב, משתרע על 4,500 דונם ומקיף את גני הזיכרון, בהם טמונים הברון בנימין אדמונד דה רוטשילד ורעייתו. הפארק מנוהל בדרך המשלבת בין שמירה על ערכי טבע, נוף ומורשת, ובין פעילות לציבור הרחב, מחקר וחינוך.

ברמת הנדיב נערך בעשרים השנים האחרונות מחקר אקולוגי מעמיק, המהווה מודל לחקר אקולוגי של בתי גידול באזור הים תיכוני. המחקר התמקד במעקב אחר רכיבי המערכת האקולוגית ובניטור ההתערבויות לצורכי ממשק.

פארק טבע רמת הנדיב משמש כ"מעבדת שדה" למחקרים בתחום המגוון הביולוגי. בסקירה זו נבחן מעט משאלות המחקר המרכזיות בנושא המגוון הביולוגי ונרחיב על שאלות המחקר שעוסקים בהן חוקרי פארק טבע רמת הנדיב בשנים האחרונות.

שני תחומים מדעיים עוסקים בנייתוח של דגמי תפוצת המינים והתהליכים המעצבים אותם: האקולוגיה, העוסקת בהבנת הגורמים המשפיעים על התפוצה של המינים, והביוגאוגרפיה, העוסקת בנייתוח של תפוצת המינים בהקשר של אירועים היסטוריים וגאולוגיים. לאור הבנתנו האקולוגית והאבולוציונית כיום אנו יודעים, כי לכל יצור חי נדרשים תנאים ייחודיים לקיומו, ולכן ההבדל בתנאי הסביבה בין מקום אחד למשנהו קובע את תפוצת המינים ומשפיע על **מגוון המינים** על פני כדור הארץ. נוסף על כך, מחסומים גאוגרפיים, כגון: נהרות, רכסי הרים וימים יכולים להגביל את תפוצתם של המינים. לכן, גם ההיסטוריה הגאולוגית והשינויים במפת כדור הארץ ובמחסומים הגאוגרפיים, שהיו או שהוסרו, עיצבו את תחומי התפוצה של המינים ויצרו את האזורים הביוגאוגרפיים של העולם.

1. מהו דגם הפיזור של מגוון המינים על פני כדור הארץ?

עושר המינים במקומות שונים בעולם נמצא בהתאמה למספר גורמים מרכזיים:

- קו רוחב גאוגרפי;
- רום טופוגרפי;
- ההיסטוריה הגאולוגית והאבולוציונית;
- מידת הפרעה הסביבתית.

קו רוחב גאוגרפי

באופן כללי, מספר המינים קטן במעבר מאזורי קו המשווה אל הקטבים. יערות הגשם הטרופיים הם העשירים ביותר במגוון המינים: אף-על-פי שהם מהווים רק כ-6% משטח כדור הארץ, מוצאים בהם כ-50% מכלל המינים המוכרים למדע.

מובן שלכל כלל יש יוצאים מן הכלל, וישראל מהווה דוגמה טובה לכך. בישראל, בשל סיבות אקלימיות, גאולוגיות והיסטוריות, יש מגוון מינים הגדול מהצפוי על פי מיקומה. בישראל יש כ-2,500 מיני צמחים בעלי זרעים, כ-25,000 מיני חרקים, כ-40 מינים של דגי מים מתוקים, כ-90 מיני זוחלים, כ-520 מיני עופות (כולל מינים חורפים, עוברי אורח, מזדמנים וקבועים) וכ-100 מיני יונקים. מספר זה אינו סופי: כמעט בכל מחקר נוספים מיני חרקים אשר לא היו ידועים לפאונה המקומית. ברמת הנדיב בלבד נספרו בין השנים 1996-1996 28-30 מיני ציפורים אשר ניסו לקנן או קיננו בשטח הפארק (ללא שטח גן הזיכרון) (אדר, 2000).

מדוע? לרוחב הגאוגרפי יש השפעה על אקלים בית הגידול, ובמיוחד על הטמפרטורה שלו. ככל שמתקרבים לקו המשווה, קרינת השמש עולה, ובאופן כללי - האקלים נהיה חם יותר. טמפרטורה גבוהה גורמת לאידוי מים רב מצמחים, ולפיכך - ללחות גבוהה יותר ולכמות משקעים רבה יותר. לתנאי האקלים - טמפרטורה ומשקעים - השפעה על היצרנות הראשונית. באופן כללי, טמפרטורה גבוהה בשילוב כמות משקעים רבה מובילים ליצרנות ראשונית גבוהה יותר. יצרנות ראשונית גבוהה יכולה לתמוך במספר רב יותר של מינים, בין היתר גם במינים נדירים, ולפיכך באזורים הטרופיים מוצאים מספר מינים רב כל כך.

רום (גובה) טופוגרפי

לגובה הטופוגרפי השפעה על הטמפרטורה: הטמפרטורה יורדת במוצע ב-0.6°C עם כל עלייה של 100 מטרים בגובה. לירידת הטמפרטורה השפעה על היצרנות הראשונית, שהולכת ופוחתת עם הירידה בטמפרטורה. לפיכך, באופן כללי, מגוון המינים יורד, ככל שעולים בגובה.

בארץ נבחן המגוון הביולוגי של מיני צומח לאורך חתך אקלימי ממערב למזרח העובר מהאזור הים-תיכוני לאזור המדברי. בחתכים אלו נמצא, כי עושר מיני הצומח הולך ופוחת עם הירידה במשקעים. ההסבר לכך: ככל שבית הגידול צחיח יותר, כך הוא פחות נוח, סובל יותר מעקות ולפיכך היצרנות בו קטנה. כיום נבחן המגוון הביולוגי בתחנות ניטור ארוך הטווח, ה-LTER, לאורך מפל אקלימי מהדרום הצחיח לצפון בעל האקלים הים-תיכוני הלח והגשום יחסית. תחנת רמת הנדיב ממוקמת באזור האקלים הים-התיכוני, ברום בינוני של כ-120 מטרים מעל לפני הים.

דוגמאות לציפורי שיר, מתוך כ-520 מיני העופות בארץ:

סבכי שחור-כיפה



ירגזי מצוי



ירקון



יצרנות ראשונית ■ קצב יצור האנרגיה בתהליך הפוטוסינתזה מעבר לאנרגיה האובדת בתהליכי הקיום של היצרנים.

היסטוריה אקלימית וגאולוגית

שינויים אקלימיים וגאולוגיים בהיסטוריה של כדור הארץ השפיעו על קיום המינים ועל פיזורם. נדידת היבשות, היווצרות והיעלמות שטחי יבשה, תקופות קרח ותקופות חמות ביניהן הביאו להכחדה של מינים, להיווצרות מינים אחרים ולשינויים בתפוצת המינים.

סנאי זהוב



כדור הארץ נתון לשינויי אקלים מתמידים, הנמדדים בקנה מידה של עשרות ומאות אלפי שנים. במשך 1.5 מיליוני השנים האחרונות (תקופת הפליסטוקן) ועד לפני כעשרת אלפים שנים היה כדור הארץ נתון בתקופת קרח, שבמהלכה כיסו קרחונים חלקים נרחבים בצפון אסיה, באירופה ובצפון אמריקה. בישראל אמנם לא היו קרחונים, אבל בתקופת הקרח שרר באזורנו מזג אוויר קריר וגשום יותר מאשר כיום. כך יכלו להתקיים כאן מיני בעלי חיים חובבי קור - הסנאי הזהוב המצוי כיום רק בחרמון חי בתקופת הקרח גם בכרמל, והאוגר הזהוב שאפשר למצוא כיום רק בסוריה, היה מצוי אז במישור החוף.

מידת הפרעה הסביבתית

הפרעה היא תהליך המשבש את רצף התהליכים של **המערכת האקולוגית** ויוצר רצף חדש. קיומן של הפרעות, כגון: שרפות, בצורות ושיטפונות הוא לרוב טבעי, מהווה חלק מהדינמיקה של המערכת האקולוגית ובעל תפקיד חשוב בעיצובן של המערכות האקולוגיות. מספר האורגניזמים הנפגעים או הנכחדים כתוצאה מהפרעה תלוי בסוג הפרעה ובעצמתה; הפרעה בעצמה בינונית נחשבת לגורם המגדיל את מגוון המינים במקום מסוים.

שרפה בכרמל



2. מה קובע את עושר המינים באזור מסוים?

עושר המינים הוא תוצאה של התנאים הקיימים **בבית הגידול** - היצע המשאבים, **ההטרונגניות** של התנאים וגודל השטח - ושל ההיסטוריה של בית הגידול - ההפרעות בטווח הזמן הקצר והשינויים הגאולוגיים בטווח הזמן הארוך.

היצע המשאבים הא-ביוטיים

בכל **בית גידול** ישנם **תנאים א-ביוטיים** המהווים **גורם מגביל** להתפתחותם של חלק מה**המינים** והמעודדים קיומם של מינים אחרים. לדוגמה, במרבית המערכות היבשתיות כמות המים הזמינים משפיעה על יכולת הקיום של צמחים ובעלי חיים. בתנאים שבהם קיים מחסור במים, גדלה התחרות בין האורגניזמים השונים, והשורדים הם אלה אשר להם מנגנונים מתאימים לחיים ביובש.

משאבי טבע ■ חומרים ומקורות אנרגיה המופקים מן הטבע. לדוגמה: נפט או מים.

גורם מגביל (אקולוגי) ■ משאב המצוי בכמות מוגבלת; הגבלה זו משפיעה על ההתפתחות של יצור או של אוכלוסייה שלמה. דוגמה: כמות המים היא גורם מגביל בבית גידול מדברי.

בנחל הנדיב ובנחלים רבים אחרים בישראל קיים הבדל בצמחייה בין המפנה הצפוני של הנחל למפנה הדרומי של הנחל. במחקר, שנערך ברמת הנדיב, ניסו לענות על השאלה, מה גורם להבדלים אלה (שגיב, 2001). על מנת לענות על שאלה זו בדקו החוקרים את ההבדלים האקלימיים בין שני המפנים - כמויות גשם, קרינת השמש ולחות הקרקע - בשילוב תיעוד של נתוני הצמחים בכל מפנה. ניתוח כיסוי הקרקע בצמחייה מתצלומי אוויר מראה, כי נוסף על העובדה שהכיסוי במפנה הצפוני גבוה מאשר בדרומי (86% לעומת 70%, בהתאמה), גם אופי הצמחייה שונה: הכיסוי השולט במפנה הצפוני הוא צומח מעוצה (**חורש** ושיחים) - 66% לעומת כיסוי של 40% במפנה הדרומי. לעומת זאת, כאשר מתבוננים בכיסוי העשבוני, המצב הפוך - 20% כיסוי במפנה הצפוני לעומת 30% כיסוי במפנה הדרומי. עוד מראות תוצאות המחקר, כי אין הבדל בכמות הגשם בין שני המפנים, אולם עצמת הקרינה במפנה הדרומי גבוהה מאשר במפנה הצפוני - גורם המביא לקצב התייבשות קרקע גבוה יותר במפנה הדרומי מאשר במפנה הצפוני. ההבדל בגורמים אלה עשוי להסביר את ההבדל בהרכב הצמחייה ובכיסוי הצומח.

מפנה דרומי (מימין) וצפוני (משמאל) בנחל הנדיב



כתמיות בית הגידול

כתם אקולוגי ■ קטע של בית גידול הנבדל מבית הגידול עצמו בתכונה אקולוגית אחת או יותר. כל כתם מותאם לאכלוס על ידי אורגניזמים שונים.

במרבית המקרים בית הגידול מורכב מפסיפס של **כתמים של תנאים א-ביוטיים וביוטיים**. תכונה זו של **בית גידול** נקראת **הטרונגניות**. כתם מוגדר כסביבה מוגדרת בתוך בית הגידול, אשר בה תנאים אחידים. דוגמאות לכתמים הן גזע עץ (ביער) שבתוכו חיים חרקים, שטח מתחת לאבן שבו חיים אורגניזמים דוגמת שלשולים ועקרבים, מקבצים של צמחיית **חורש** מפוזרים **בבתי** או מחשוף בסלע המכוסה חזזיות. בתי גידול שונים אינם זהים במידת הכתמיות ו/או במידת ההטרונגניות שלהם. מכיוון שבכל **כתם** יש תנאים ייחודיים למינים מסוימים, יש בדרך כלל התאמה בין רמת ההטרונגניות בכתמיות בבית הגידול לבין עושר המינים המתקיים בו.



נוף כתמי בפארק הטבע רמת הנדיב

בפארק טבע רמת הנדיב קיים הבדל בעושר מיני הצמחים בין שטח החורש לבין חורשת האורנים: חורשת האורנים הנטועה היא הומוגנית בצומח המעוצה. האורנים יוצרים שטח בעל כתמיות מועטה ביותר, ואכן מספר המינים שנמצא בו הוא קטן יחסית.

חורשת אורנים



החורש, לעומת זאת, הטרוגני בצומח המעוצה, ולכן בעל כתמיות רבה יותר. מספר המינים החיים בחורש רב בשיעור ניכר מהמינים בחורשת האורנים.

חורש טבעי

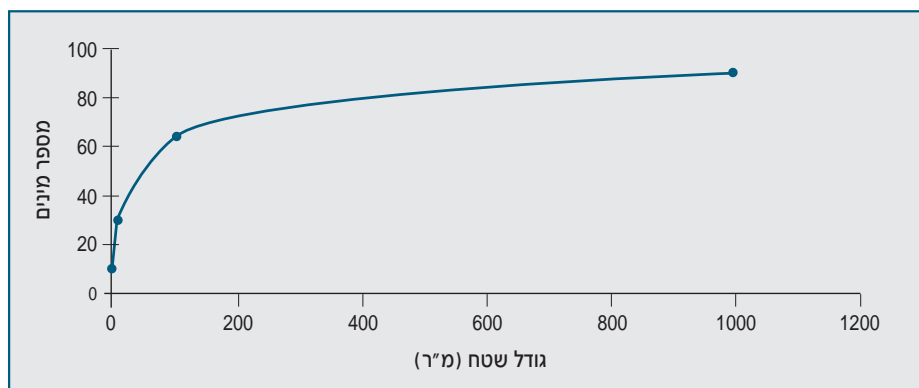


גודל שטח

במחקרים רבים נמצא, כי ככל ששטח גדול יותר מתקיימים בו יותר מינים. היחס הזה בין גודל השטח לבין מספר המינים החיים בו (species-area relationship) הוא אחד הכללים האקולוגיים המוצקים ביותר. יש לכלל זה חשיבות מכרעת בקונפליקט בין הפיתוח האנושי אל מול שימור המגוון הביולוגי בתחרות על שטחי הטבע.

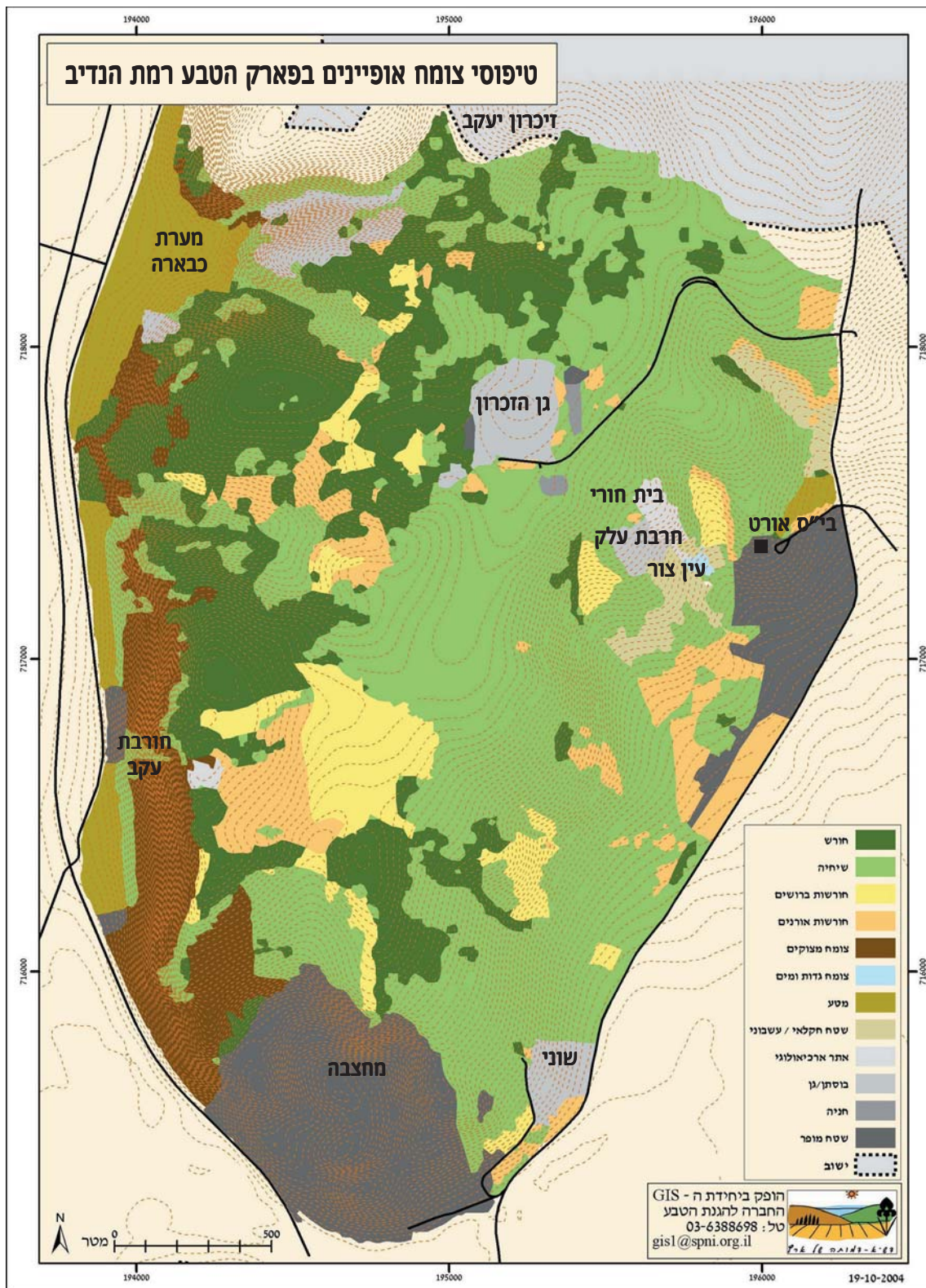
באופן כללי, שטח גדול "מציע" יותר אפשרויות קיום משטח קטן, והסיכוי למצוא בו מקום מחיה פנוי גדול יותר. זהו משחק אקולוגי הפועל על פי כללי ההסתברות. כלל השטח הגדול הוא **כתמי והטרונגי** יותר מאשר כלל השטח קטן; שטח גדול עמיד יותר מפני הפרעות; בשטח גדול קיימת **שונות גנטית** גדולה יותר - כל אלו מגדילים את אפשרויות הקיום של האורגניזמים (כלל זה, לפיו בשטח גדול ישנם מינים רבים יותר מאשר בשטח קטן, נחקר לראשונה באיים, ונמצא נכון גם לגבי כל שטח התחום על ידי שטחים בעלי אופי אחר מסביב).

הקשר בין גודל השטח לבין מספר המינים בו



סיבות אחדות מסבירות את העובדה שבשטח גדול מספר המינים גדול יותר:

- **מגוון בתי גידול** - שטחים גדולים מאוד יכולים להכיל מספר בתי גידול. המשמעות של מגוון בתי גידול היא השתנותם של **התנאים הא-ביוטיים והתנאים הביוטיים**: כל בית גידול מציע תנאים שונים וייחודיים, ולכן ככל ששטח מורכב ממספר גדול יותר של בתי גידול, יותר אורגניזמים יכולים למצוא בו מקום מחיה.
- **עמידות להפרעה** - כאמור, הפרעה היא תהליך המשבש את רצף התהליכים של **המערכת האקולוגית** ויוצר רצף חדש. קיומן של הפרעות הוא לרוב טבעי ומהווה חלק מהדינמיקה של המערכת האקולוגית, ויש לו תפקיד חשוב בעיצובן של המערכות האקולוגיות. למעשה, הפרעה בעצמה בינונית נחשבת לגורם המגדיל את מגוון המינים במקום מסוים. עם זאת, ברמת הפרט להפרעה עלולה להיות השפעה שלילית, והיא עלולה לגרום אף למוות. במקרה כזה, אם פרט נמצא בשטח קטן שעבר הפרעה, הסיכוי שלו להיפגע גדול יותר מהסיכוי של פרט הנמצא בשטח גדול, וככל שיותר פרטים מכל מין ייפגעו, גדל גם סיכוי של המין להיעלם.



מפת שבילים מעודכנת נמצאת באתר האינטרנט של גני רמת הנדיב, שכתובתו: <http://www.ramat-hanadiv.org.il>

דוגמה לבעלי-חיים הזקוקים לשטח מחיה שונה בגודלו:

גרביל הסלעים



חזיר בר



מיני פרפרים כביו-אינדיקטורים להערכת המגוון הביולוגי:

כחליל האספסת



נמפית היערה



• **גודל שטח מחיה מינימלי** - אחת הדרישות האקולוגיות של אורגניזם היא הימצאות שטח מחיה מינימלי לקיומו. שטח זה צריך לתת מענה לצרכים של האורגניזמים - קיום, גדילה, גודל **אוכלוסייה** מינימלי ורבייה. האם לכל האורגניזמים שאנו מכירים נדרש אותו שטח מחיה? מבין האורגניזמים ברמת הנדיב - האם לגדילן המצוי יש אותן דרישות שטח כמו לברוש המצוי? האם לגרביל הסלעים יש אותן דרישות כמו לחזיר הבר? - ודאי שלא. מינים מסוימים יכולים להתקיים בשטח קטן יחסית, בעוד אחרים תלויים לשם קיומם בשטח גדול יותר. כלומר, ככל שהשטח גדול יותר, סביר שנמצא בו גם את אותם אורגניזמים אשר דורשים שטח גדול לקיומם.

• **שונות גנטית** - שטח גדול מכיל יותר פרטים, ולכך יש חשיבות מבחינת חיוניות האוכלוסייה. מדוע? - בשל **השונות הגנטית** בין פרטים של אותו מין. לשונות הגנטית יש חשיבות רבה כאשר תנאי הסביבה משתנים, וחלק מהפרטים מוצאים עצמם בסביבה עוינת. במצב זה ישרדו רק הפרטים בעלי התכונות המקנות להם **התאמה** לתנאים הסביבתיים החדשים. כלומר, ככל שהשונות הגנטית גדלה, גדלים הסיכויים להימצאות תכונות אלו, ולפיכך גדל סיכוי הישרדותו של המין. נוסף על כך, דרוש גודל אוכלוסייה מינימלי למניעת מקרים רבים של מומים כתוצאה מזיווגי קרובים.

3. האם ניתן להגדיר ביו-אינדיקטורים להערכת המגוון הביולוגי באזור מסוים?

מגבלות של זמן, של תקציב ושל ידע **טקסונומי** הופכות את מדידתו של **המגוון הביולוגי**, גם באזור קטן יחסית, למטרה לא קלה. לכן, מחפשים החוקרים דרכים למדידה לא ישירה של המגוון הביולוגי על ידי מדידה של פרמטרים שונים, שיכולים לייצג את כלל המגוון הביולוגי. אחת הדרכים להערכת מגוון ביולוגי היא שימוש במינים אינדיקטוריים. השימוש במינים אלה מאפשר לאמוד את עושר המינים במקום מסוים או את השינויים המתחוללים בבית הגידול. מינים המהווים אינדיקטורים נקראים **ביו-אינדיקטורים**.

ברמת הנדיב עושים שימוש במינים שונים של פרפרי יום על מנת לנטר את השינויים המתחוללים **במערכת האקולוגית**, בין אם שינויים שנגרמים באופן טבעי או כתוצאה מפעילות האדם. השימוש בפרפרים כביו-אינדיקטורים נבחר מכמה סיבות: ניתוח של מחקרים רבים מלמד, שלצורך ניטור של **בית גידול** כדאי להשתמש בכמה מינים קרובים ולא רק במין ביו-אינדיקטור יחיד. לפרפרי היום יתרונות נוספים, כגון: היכולת לזהותם בקלות יחסית; למרבית מיני הפרפרים צרכים ספציפיים מבית הגידול שלהם, כמו, למשל, מיני צמחים מסוימים שעליהם מטילה הנקבה את ביציה ואשר מעלוותם ניזונים הזחלים. לכן, ירידה דרסטית במספר המינים ו/או במספר הפרטים תלמד באופן ישיר על פגיעה בבתי הגידול של הפרפרים או על אבדנם (שוורץ-צחור, מידע שנמסר בעל-פה).

מדענים משתמשים במינים אינדיקטוריים גם בבואם לתכנן תכניות שימור. מכיוון שבלתי אפשרי לכלול את כל המינים בתכניות אלו, מתמקדים אנשי שמירת הטבע והמדענים במינים אחדים, אשר יכולים להעיד על מצבה של **המערכת האקולוגית**.

4. האם יש מינים שהשפעתם על עיצוב החברה האקולוגית רבה משל אחרים?

חברה אקולוגית מורכבת ממספר **מינים**, אולם לא לכל המינים השפעה זהה על עיצוב החברה. יש מינים אשר בלעדיהם החברה תתמוטט, ויש מינים אשר השפעתם קטנה יותר.

- **מיני מפתח** (keystone species) הם מינים בעלי תפקיד מכריע במבנה החברה האקולוגית שבה הם חיים. מין מוגדר כמין מפתח, כאשר ההשפעה שלו על החברה עולה בהרבה על הצפוי על פי תרומתו ל**ביומסה** ושכיחותו. סילוקו של מין המפתח מה**חברה** משנה את הרכב החברה כולה. אחד ממיני המפתח הראשונים שנחקרו היה כוכב הים *Piaster ochraceus*, הטורף חסרי חוליות באזור הגאות והשפל בחוף המערבי של ארצות הברית. הרחקתו של כוכב הים באופן ניסיוני גרמה לצמצום מספרם של מיני חסרי החוליות מ-15 לשמונה בלבד, כתוצאה מדחיקה של חלק מהמינים על ידי שני מינים חזקים, שהתבססו בהיעדר כוכב הים שטרף אותם. נוכחות כוכב הים, לעומת זאת, שמרה על רמה קבועה ונמוכה של כל המינים. דוגמה נוספת שממחישה את תרומתו של מין המפתח היא וירוס, הגורם לתמותת כלביים וחתוליים, וכך הוא משנה את יחסי הטורף-נטרף של **המערכת האקולוגית**.

- **מינים מעצבי (מהנדסי) סביבה** (landscape modulators) הם סוג של **מיני מפתח**, שיש להם חשיבות בעיצוב הנוף שהם חיים בו. כמו, למשל, הפיל האפריקני, הניזון מעצים, משיחים ומעשבים והרומס בדרכו את הצומח. כך הופך הפיל קרקע מיוערת לערבה פתוחה ומשנה את הרכב הצמחייה בחברה.

קידה שעירה



הקידה השעירה היא אחד מהמינים מעצבי הסביבה בפארק טבע רמת הנדיב

בשנת 2004 החל ברמת הנדיב מחקר אקולוגי מקיף בנושא מינים כמעצבי סביבה. הנחת המחקר המרכזית היא כי בכל חברה אקולוגית יש מספר מינים מצומצם, שהם מינים המשפיעים ומעצבים את הסביבה והמערכת האקולוגית; מינים אלו קובעים את הפסיפס הנופי (כתמים ואופיים) ובכך משפיעים על נוכחותם (או העדרם) של מינים אחרים בכתמים שונים של בית הגידול. המינים מעצבי הסביבה קובעים האם יעברו מינים אחרים ממרחבי בית הגידול כולו לכתם האקולוגי מסוים ובכך משפיעים על יצירת החברות המקומיות בכתמים השונים. בישראל (כמו במקומות רבים בעולם) מיני הצמחים המעוצים הם גורם מרכזי בעיצוב הנוף. הנחה נוספת של המחקר היא כי פעולות ממשק דוגמת כריתה או רעייה ישפיעו על תכונות המינים מעצבי הסביבה, ובהתאם לכך ישפיעו גם על עצמת הסינון (מעבר) של המינים האחרים מבית הגידול הרחב לכתמים האקולוגיים.

המחקר המתקיים במקביל ברמת הנדיב ובאתרים נוספים בארץ* לאורכו של גרדיינט הגשם (עבדת, להבים, עדולם והר מירון) ומנסה לבחון גם מהם הגורמים המשפיעים על תהליך הסינון והקובעים אילו מינים יעברו ואילו לא יעברו מבית הגידול הכולל אל הכתמים האקולוגיים השונים (משק מים, עצמת קרינת אור, מעבר פיזי של זרעים, סיכויי טריפת זרעים ועוד).

כדי לענות על שאלות המחקר הוגדרו בכל אתר המינים מעצבי הסביבה האופייניים. ברמת הנדיב, לדוגמה, הוגדרו כמינים מעצבי סביבה בר זית בינוני (שיח בעל נוף סגור) ושאר השיחים כמו אלת מסטיק וקידה שעירה ככתם מסוג שני - "שיח פתוח" שדרך נופו עוברים ביתר קלות משאבים/חומר דוגמת מים, אור או זרעים.

* את הפרויקט מנהלת קבוצה גדולה של מדענים, בראשות פרופ' משה שחק: ד"ר יוג'ין אונגר, ד"ר ברט בוקן, ד"ר אלי גרונר, פרופ' יעל לובין, פרופ' גידי נאמן, פרופ' אבי פרבולוצקי, פרופ' רונן קדמון וד"ר יהושע שקדי.

בכל אתר יש מספר חלקות של דונם אחד ו-4 טיפולים: רעיה, כריתה של כל הצומח, שילוב של רעיה וכריתה ובקורת ללא שום התערבות. בחלקות אלו בודקים החוקרים את הרכב מיני הצומח העשבוני, מגוון מיני פרוקי הרגליים שאינם ניידים מאוד ופרוקי רגליים מסוימים החיים בקרקע. ברמת הנדיב נבדקים גם מיני השבלולים.

- **מינים דומיננטיים** הם מינים נפוצים בחברה, כגון: מינים עשבוניים בחברה של **בתה** ים-תיכונית. **מינים דומיננטיים** הם לא בהכרח מיני מפתח בחברה.

5. כיצד מגיבה החברה האקולוגית להפרעות?

הפרעה מוגדרת כתהליך המשבש את רצף התהליכים המחזורי של **המערכת האקולוגית**. כיום מקובל לחשוב שהפרעות טבעיות הן חלק טבעי בתהליכים של כל מערכת אקולוגית. יתר על כן, יש להן חשיבות רבה בעיצוב המערכת האקולוגית: הפרעות גורמות להיעלמותם של חלק מה**מינים** של המערכת האקולוגית ולשגשוגם של מינים אחרים. עם זאת, האדם יוצר בפעילויותיו הפרעות חדשות, אשר אינן מהוות חלק מהדינמיקה הטבעית של המערכת.

בחודש מאי 1980 פרצה באזור רמת הנדיב שרפה, אשר כילתה חלקים ניכרים משטח הפארק של היום. בשרפה נשרפו 1194.3 דונמים, המהווים כ-32% מהשטח שהיה מכוסה בצומח טבעי (כלומר, ללא החלקות הנטועות של רמת הנדיב). השטחים שנשרפו הושארו להשתקם באופן טבעי, והתחדשות הצומח ותהליך ה**סוקצסיה** נבחנו לאחר השרפה. ממצאי הבדיקה מראים, כי לצומח ברמת הנדיב, בדומה לצומח בכל אגן הים-התיכון, יש יכולת לחזור ולכסות את השטח, לאחר שגורם ההפרעה מסולק (תהליך הנקרא דינמיקה פרוגרסיבית). יחידת הצומח הקיימת כיום באזור השרפה זהה ליחידת הצומח שהייתה לפני השרפה: **חורש** הנשלט על ידי בר-זית בנוני וקידה שעירה, מלווים בסירה קוצנית ובאלת המסטיק (דופור-דרור, 2001).



האזור שנשרף בשנת 1980, בתהליך השתקמות, כפי שנראה בשנת 2003

סוקצסיה ■ חילוף והשתנות של מינים במהלך הזמן בבית גידול מסוים.

אלת המסטיק



דוגמה לצמח שהתאושש באזור שנשרף

6. כיצד משפיעות פעולות האדם על המגוון הביולוגי?

עדויות ממחקרים רבים ברחבי העולם מצביעות על העובדה שהאדם, בפעולותיו הרבות והשונות, גורם לאבדן המגוון הביולוגי בהיקף נרחב. התופעה מוכרת כ**משבר המגוון הביולוגי**.

הגורם הראשי בעולם לאבדן המגוון הביולוגי הוא הרס של **מערכות אקולוגיות** טבעיות וקטטוע שלהן. גורמים נוספים הם **מינים פולשים**, זיהום (כולל זיהום אורגני, בעיקר בבתי גידול לחים וחופיים), ניצול יתר של משאבי טבע (דיג, ציד, ליקוט) וכנראה גם שינויי אקלים עולמיים (התחממות והקצנה של אקלים כדור הארץ).

הרס, שינוי וקטטוע של **בתי גידול** נגרמים על ידי פעולות שונות, כגון: סלילת כבישים, זיהום מקורות מים, כריתת יערות או עיבוד שטח טבעי לחקלאות. כאשר בית גידול נהרס או משתנה, חלק מהאורגניזמים שחיים בו, אינם יכולים להמשיך להתקיים בו. ההשפעה יכולה להתבטא בצמצום האוכלוסיות, בהגירה לבית גידול אחר או בהיעלמות חלק מהמינים.

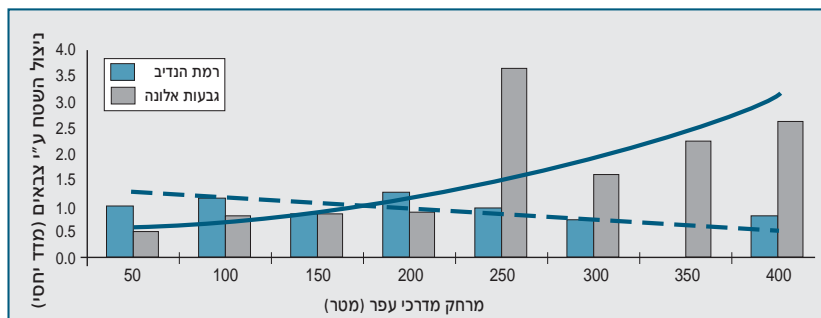


שיטה מכחילה היא מין פולש בישראל.

במחקר שנערך על ההשפעה של פעילות אדם על הפעילות המרחבית של צבאים ברמת הנדיב ובגבעות אלונה הסמוכות (רוזנפלד וגטריידה, 2001), נמצא כי פעילות הצבאים בגבעות אלונה, בהן יש צייד, נמוכה מפעילותם ברמת הנדיב. המחקר הראה גם שניצול השטח על-ידי הצבאים בגבעות אלונה עולה ככל שמתרחקים מדרכי עפר, בעוד שברמת הנדיב לא נמצאה השפעה של המרחק מדרכי העפר על ניצול השטח - על פעילות הצבאים. הסיבה לכך היא כנראה החשש מציידיים הנוהגים לצוד חזירים בעזרת זרקורים מתוך רכבים.

ניתוח נוסף שנערך ברמת הנדיב הראה שככל שהמרחק משבילי מטיילים גדול יותר כך הצבאים מנצלים יותר את השטח. הסיבה לכך היא כנראה החשש מדמות אדם ההולכת בשטח, בעוד שרכב שאינו מסכן את הצבאים אינו נתפס כגורם מאיים.

השפעת מרחק מדרכי עפר על ניצול השטח על-ידי צבאים



כאשר מדד הניצול שווה ל-1, הצבאים מנצלים את השטח בהתאם למידת זמינותו. כאשר הניצול קטן מ-1 הניצול נמוך מהזמינות וכאשר הניצול גדול מ-1 הניצול גבוה מהזמינות.

צבי ארצישראלי



הגורם השני בחשיבותו לאבדן המגוון הביולוגי הם מינים פולשים. מין פולש הוא מין שהתפתח במקום אחד ומגיע למערכת אקולוגית זרה עבורו, שם הוא נקלט, מתרבה ומשפיע לרעה על המערכת האקולוגית סביבו. לרוב, המינים החדשים אינם מצליחים לשרוד בבית גידולם החדש, אולם ישנם מינים המצליחים לשרוד ואף משגשגים בהצלחה רבה בביתם החדש. במקרה כזה הם עלולים לשנות את התהליכים הטבעיים של המערכת האקולוגית שאליה פלשו על ידי תחרות, טריפה, טפילות או שינוי פיזי של בית הגידול.

הגורם השלישי לאבדן המגוון הביולוגי הוא ניצול יתר. גידול בצורכי האנושות מוביל באופן ישיר לניצול יתר של משאבי הסביבה - פעולות כמו, למשל, ציד יתר, דיג יתר וכריתת עצים מעבר ליכולת ההתחדשות של האוכלוסיות.

שינויי אקלים עולמיים גורמים גם הם לאבדן של מגוון ביולוגי. שרפה של דלק מחצבי ופליטת גזים מתעשייה ומכלי רכב גורמות לעלייה בטמפרטורה, לשינוי משטר הגשמים ולאירועי מזג אוויר חריגים. אלו כבר גרמו להיעלמותם של מינים, אשר אינם מותאמים עוד לסביבתם, וצפויים לגרום להיעלמותם של מינים רבים נוספים.

אייל הכרמל



אקלום ■ הסתגלות של בעל חיים (או של צמח) לסביבת חיים חדשה. בשלב האקלום בעל החיים לומד לזהות מקורות מזון באתר החדש, מכיר את השטח ומתרגל לאקלים המקומי.

טריטוריה ■ שטח של בית גידול הנשלט ומוגן על ידי בעל חיים או קבוצה של בעלי חיים.

ציד ופגיעה באזורי המחיה של איילי הכרמל גרמו להכחדתם באזור הים-התיכון בכלל ובאזור הגליל והכרמל בארץ בפרט. הפרט האחרון של אייל הכרמל ניצוד בכרמל בשנת 1912. בשנות ה-80 הוחלט להתחיל בפרויקט השבה לטבע של איילי הכרמל בישראל, ומאז שנת 1997 מתבצע פרויקט ההשבה ברמת הנדיב (וודלי, 2001). פארק רמת הנדיב נמצא כאזור מתאים לשחרורם של האיילים, משום שהוא עונה על הצרכים שלהם: אזור בעל חורש טבעי, מים זמינים ומעט טורפים. שחרור האיילים מתבצע לאחר שהם עוברים תהליך של אקלום. לאחר השחרור נמשך המעקב אחר האיילים בדרכים שונות: מעקב טלמטרי באמצעות משדר המוצמד לכל אייל, חיפוש סימנים בשטח, כגון: עקבות, גללים, סימני טריטוריה, סימני אכילה. המעקב אחר האיילים המשוחררים הראה, כי דגם הפעילות של האיילים מושפע מגורמים סביבתיים: פעילות האיילים משתנה על פי זמינות המים והמזון - כאשר מקורות אלה בלתי מוגבלים, מתפזרים האיילים בשטח נרחב יותר לעומת מצב שבו מקורות אלה מוגבלים.

כיצד ניתן להשתמש בידע על המגוון הביולוגי לממשק של שטחים טבעיים?

כיום, במרבית העולם אי-אפשר למצוא טבע בראשיתי, אשר אינו מושפע מהפעילות האנושית. על כן, מקובל במקומות רבים בעולם לנהל ממשק, שיעצב את הטבע גם באזורים המוגנים והשמורים.

מטרות הממשק הן הגנה על המערכת האקולוגית על ידי התערבויות אדם, כגון: פריצת דרכים לכיבוי שרפות, שיקום מערכות אקולוגיות פגועות, העשרת המערכת האקולוגית על ידי השבת מינים שנכחדו ועוד. על מנת שההתערבות תהיה תהליך בונה, שיתרום לחיזוק המערכת הטבעית ולהעשרתה, יש להכיר את המינים, את מערכות יחסי הגומלין ביניהם, את הרכב המינים בחברה ואת התהליכים המשפיעים עליה. הכרת המבנה של המערכת האקולוגית היא הבסיס לכל תהליך ממשק.