

פרק 6: השפעת שינוי אקלים ופעילות אדם על שירותי המערכת האקולוגית

תוכן עניינים

פרק 6: השפעת שינוי אקלים ופעילות אדם על שירותי המערכת האקולוגית.....1	
קישורים לשיעורים.....1	
6.1 בעיצומה של ההכחדה השישית.....2	
6.2 שינוי ייעוד קרקע.....2	
6.3 חדירה של מינים פולשים.....3	
6.4 ניצול יתר.....4	
6.5 שינוי אקלים.....4	
6.6 שירותי המערכת האקולוגית.....5	
6.7 למה צריך מגוון ביולוגי?.....6	
6.8 הערך הכלכלי של המגוון הביולוגי.....7	
6.9 שיעורים ומשימות.....7	
6.9.1 שיעור 13: טרגדיית נחלת הכלל.....7	
6.9.2 שיעור 14: מחקר שדה - חוקרים את המגוון הביולוגי בעזרת מלכודות נפילה.....9	

קישורים לשיעורים

[שיעור 13: טרגדיית נחלת הכלל](#)

[שיעור 14: מחקר שדה - חוקרים את המגוון הביולוגי בעזרת מלכודות נפילה](#)

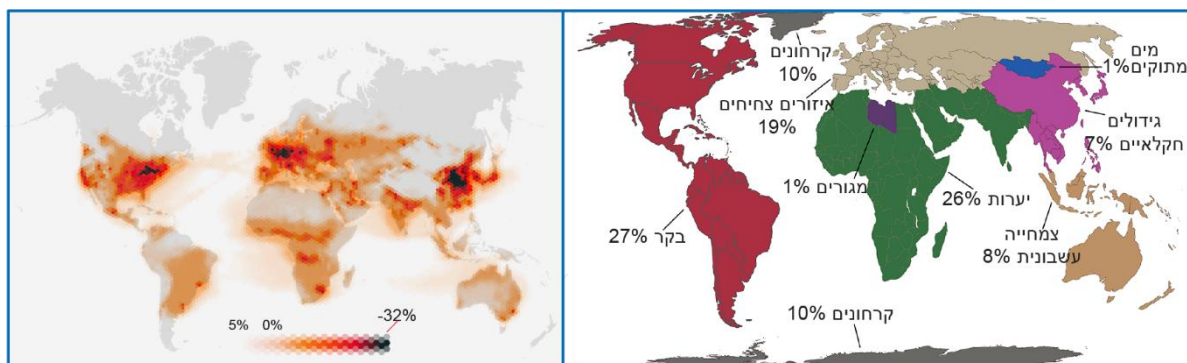
בפרקים הקודמים, הצגנו כיצד פעילות האדם מובילה לשינויי האקלים אותם אנו חווים. דנו בשינויים בהרכב האטמוספירה, ובמחזור החנקן והפחמן כמרכיבים מרכזיים באקלים כדור הארץ. בפרק הזה נציג בהסתכלות רחבה יותר את השפעת האדם על כלל שירותי המערכת האקולוגית.

6.1 בעיצומה של ההכחדה השישית

המגוון הביולוגי (Biodiversity) הוא מונח המתאר את כלל השונות בטבע. הוא מתאר את המגוון הגנטי, את מגוון המערכות האקולוגיות, את מגוון מערכות יחסי הגומלין בין ובתוך המינים. בשנים האחרונות, יותר ויותר עבודות מראות כי חלה ירידה דרסטית במגוון המינים בכדור הארץ, לדעתם של חוקרים רבים אנחנו נמצאים בעיצומה של ההכחדה השישית (Ceballos et al., 2015). הגורם המרכזי לפגיעה במגוון המינים הוא הרס וקיטוע של בתי גידול. גורמים נוספים המשפיעים על המגוון כוללים, זיהום מים וקרקע, ניצול יתר, חדירה של מינים פולשים ושינויי אקלים.

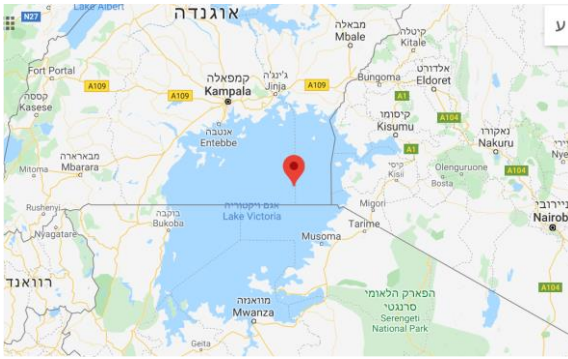
6.2 שינוי ייעוד קרקע

כ-40% מהשטח היבשתי (ללא לוחות הקרח) של כדור הארץ משמש כיום לחקלאות (תמונה 33 א'). מכאן שבתי גידול שלמים נהרסו, ומינים נפגעו או נכחדו. בנוסף, להפיכת אזורים נרחבים לחקלאיים, יש השלכות על העשרת הקרקע בחומרי הדברה ונוטריינטים שבהמשך משפיעים אף הם על המערכת האקולוגית. לצד בדיקת ההשפעה של שינוי ייעוד קרקע על הכחדת המינים, אפשר לבדוק את ההשפעה של תהליכים אלו על **מגוון המינים**. למשל, במחקר שבדק שינויים בעושר מינים ומגוון מינים באזורים נרחבים בעולם, נמצא שבאזורים נרחבים, שינוי בייעוד קרקע לאורך השנים הוביל לירידה של עד כ-30% בעושר המינים (תמונה 33 ב') (Newbold et al., 2015). החוקרים משערים שכל עוד מגמה זו תמשיך עד שנת 2100 צפויה ירידה מתמשכת במגוון המינים.



תמונה 33: התפלגות ייעוד הקרקע בעולם (א) והשפעת שינוי בייעוד קרקע על מגוון מינים (ב). (א) כדי להמחיש את השטח הכולל שתופס כל שימוש קרקע בכדור הארץ, חושב השטח וחולק על פני היבשות. למשל שטחי גידול הבקר בעולם, מכסים שטח ששווה בגודלו לזה של אמריקה הצפונית והדרומית. (ב) אזורים בהם קיימת פגיעה משמעותית במגוון המינים.

6.3 חדירה של מינים פולשים



תמונה 34: א) ימת ויקטוריה והמדינות השכנות. ב) תושב מחזיק דג גדול של נסיכת הנילוס. תמונה מויקיפדיה.

מין פולש זהו אורגניזם שמתפשט באזור הרחוק מאזור תפוצתו המקורי, בסיוע האדם. לאחר שהגיע לאזור החדש, המין מסוגל לקיים את עצמו ללא סיוע. ולבסוף להתרבות באזור החדש. מינים פולשים גורמים לנזקים רבים בשטח אליו הם פלשו, הם מתחרים על משאבים, דוחקים מינים קיימים, משנים את מבנה בית הגידול ועוד. מינים פולשים מאופיינים בדרך כלל ברבייה חזקה, והיעדר טורפים טבעיים, שתי תכונות מרכזיות שמאפשרות להם לשגשג בבית הגידול החדש על חשבון מינים קיימים. אחת הדוגמאות המצוטטות ביותר בנושא מינים פולשים, היא החדרת הדג נסיכת הנילוס, על ידי הבריטים לימת ויקטוריה באפריקה בשנות ה-50 של המאה העשרים.

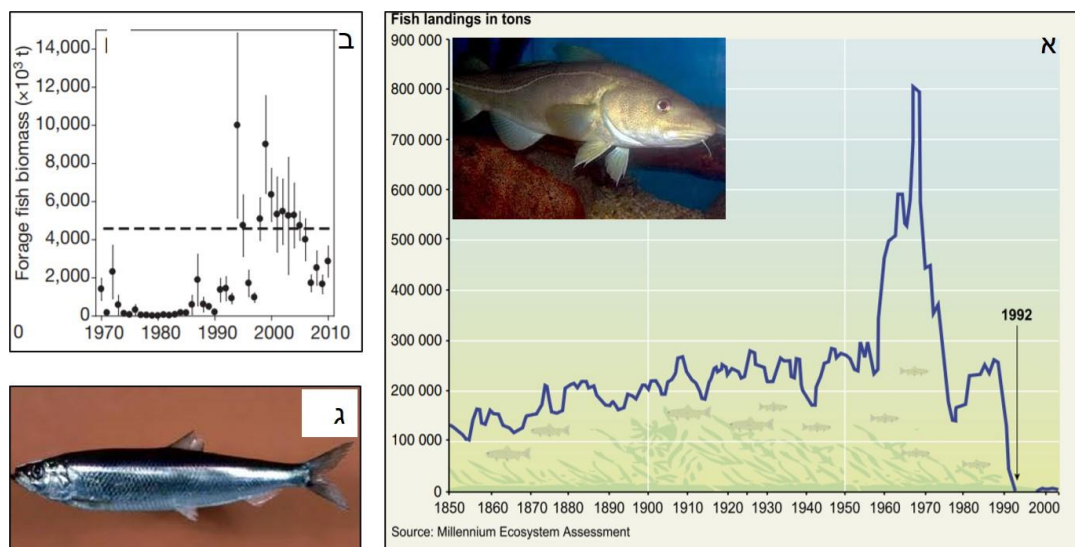
ימת ויקטוריה משתרעת על פני שטח של 70,000 ק"מ רבועים וגובלת במדינות, קניה, אוגנדה וטנזניה. במקור כללה הימה מגוון של כ-500 מיני דגים מקומיים, וספקה מקור פרנסה חשוב לתושבי האזור. הבריטים שרצו לשפר את הכנסותיהם מייצוא דג, החליטו להחדיר לימה את דג

נסיכת הנילוס. בניגוד לדגים הקטנים המקומיים, נסיכת הנילוס הוא דג טורף גדול. כתוצאה מהחדרתו לימה, תוך מספר עשורים חלה עליה גדולה באוכלוסיית הדג במקביל לירידה דראסטית במגוון המינים הקיימים (Pringle, 2005). במקביל לשינויים הביולוגיים בימה, חלו שינויים חברתיים מרחיקי לכת. את הדגים הקטנים דגו מקומיים, נשים וגברים, בעזרת רשתות וכלי שיט קטנים. לעומת זאת, לשם דיג נסיכת הנילוס היה צורך בהכנסת כלי שיט גדולים ומאסיביים. כתוצאה מכך העובדים המקומיים הפכו להיות עובדי פס ייצור, והנשים נפלטו ממעגל העבודה. בנוסף, דגים קטנים ניתן היה לייבש בשמש לצורך שימורם, אך את נסיכת הנילוס היה צריך לייבש במעשנות גדולות שנבנו תוך כדי פגיע קשה ביערות שגבלו באגם. מה שהוביל לסחף קרקע מאסיבי והפך את הקרקע ללא ראויה לחקלאות. דגי נסית הנילוס משווקים לאירופה והמרווחים העיקריים הן הממשלות ולא התושבים הגוועים ברעב, שכן אין להם אמצעים לקנות את הדגים היקרים. אם זה לא מספיק אז המטוסים שחוזרים מאירופה, מביאים בחזרה לאפריקה נשק ותחמושת המשמשים למלחמות האזרחים באזור. כתוצאה משינויים חברתיים אלה, מחלות, זנות ואיידס התפשטו מסביב לאגם. מכאן ניתן לראות שלהחדרה של מינים פולשים בין אם בטעות או במתכוון, יכולות להיות השלכות ביולוגיות וחברתיות נרחבות. מומלץ להרחיב בנושא ולצפות בסרט התיעודי "**הסיט של דארווין**" שמתאר בצורה מרשימה את ההשפעות הביולוגיות והחברתיות על האוכלוסייה המקומית.

6.4 ניצול יתר

הקוד האטלנטי הוא דג טורף גדול ששוכן באזור קרקעית האוקיינוס. באזור צפון האוקיינוס האטלנטי, ולאורך שנים רבות התקיים מסחר פעיל של דייג הקוד על ידי האוכלוסייה המקומית בקנדה ובארצות הברית. לאורך שנים רבות מאמץ הדיג היה יחסית מתון ועקבי (תמונה 35 א'). באמצע שנות ה-60 של המאה העשרים, החלו להכניס כלי דיג משוכללים יותר, ומאמץ הדיג התגבר עד כדי דעיכה של האוכלוסייה. בשנות ה-90 של המאה ה-20 יצא צו נשיאותי שאסר את המשך הדיג בחופי קנדה. בהמשך הוחלו הגבלות דומות גם ברוסיה ובארצות הברית. לקח כמעט 20 שנה, לאחר איסור הדיג, כדי לראות שינוי מקומי באוכלוסיית דגי הקוד. נשאלת השאלה למה?

הירידה הגדולה באוכלוסיית הקוד, שהיה טורף העל במערכת, הובילה לעליה בכמותם של דגים קטנים יותר, שהיו בדרך כלל מזונו של הקוד (תמונה 35 ב'). הכמות הגדולה של דגים אלה, כמו ההרינג האטלנטי (תמונה 35 ג'), אפשרה להם לטרוף את הדרגות הצעירות של דגי הקוד ובכך למנוע את שיקום האוכלוסייה. למעשה התרחש כאן היפוך תפקידים בין טורף לנטרף. מקרה זה, הוא אחד מיני רבים המתארים ניצול יתר של המערכת האקולוגית עד כדי מצב שבו אין למערכת יכולת לשקם את עצמה. לניצול יתר יש גם היבטים חברתיים, קריסת ענף הדיג הובילה לאובדן פרנסה שלא עשרות אלפי אנשים באזור קנדה וארצות הברית (Frank et al., 2011).



תמונה 35: מאמץ דיג הקוד האטלנטי בין השנים 1850-2000. א) דייג יתר בשנות ה-60 של המאה העשרים הוביל לירידה דראסטית באוכלוסיית הקוד. ב) במקביל לירידה בכמות דגי הקוד, חלה עליה בכמותם של דגים קטנים יותר כמו ההרינג האטלנטי (*Clupea harengus*). ג) דגי ההרינג אטלנטי טורפים את הדרגות הצעירות של הקוד ומעכבים את שיקום אוכלוסייתו. תמונה מתוך: Frank, et al (2011).

6.5 שינויי אקלים

הדו"ח הבין ממשלתי לשינויי אקלים (IPCC) (Meyer, 2014) בחן בין השאר, באיזו מידה שינויים במערכות ביולוגיות הם תוצאה של שינויי אקלים. משימה זו היא לא פשוטה שכן מחקרים רבים בתחום

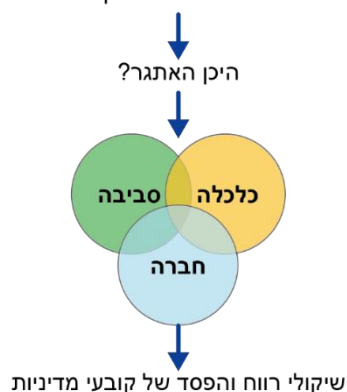
הם בהכרח מחקרים קורלטיביים, והסקת המסקנות היא על כן סובייקטיבית. בנוסף, הזכרנו כבר שהפגיעה המרכזית ביותר במערכות ביולוגיות היא כתוצאה מהרס וקיטוע של בתי גידול, ניצול ייתר ומינים פולשים. עובדות שמאפשרות לאנשים רבים, ביניהם לקובעי מדיניות, לטעון שלשינויי אקלים השפעה מועטה על מערכות טבעיות. ואכן ההשפעות של שינויי אקלים על המגוון הביולוגי, הן ככל הנראה איטיות יותר בהשוואה לסלילת כביש, בירוא יער, או הקמת שדה חקלאי, אבל אין לזלזל בהן. אפשר לשער כיצד תופעות כמו מדבור או הצפות יכולות להוביל ללחצי סלקציה שישפיעו על מגוון המינים בבית גידול מסוים. אחת מהשפעות הנחקרות ביותר של שינויי אקלים על יצורים חיים, היא שינויי דפוס פעילות (phenological shifts) (Cohen et al., 2018). מושג זה מתייחס לפגיעה בתזמון של מחזורי עונתיים של בעלי חיים וצמחים. למשל, פגיעה בתזמון שבין הגעת ציפורים מקננות למקור המזון (Mckinney et al., 2012). במחקר ארוך טווח שבדק את השפעת שינויי האקלים על מועד ההגעה של ציפורי שיר נמצא שבאזורים שהפכו להיות קרים יותר, תאריך ההטלה התאחר, ובאזורים שהתחממו, תאריך ההטלה הוקדם. שינויים אלה עלולים להשפיע על זמינות המשאבים, ושרידות המין. דוגמאות נוספות כוללות בין השאר, פגיעה בתזמון בין שיא הפריחה להגעת מאביקים, ובין טפילים לפונדקאים. כמו כן נראה שבאזורים צפוניים יותר, לעלייה בטמפרטורה יש השפעה גדולה יותר על שינויים פנולוגיים בהשוואה לאזורים ממוזגים. הלבנת אלמוגים, היא עוד תופעה המשויכת לעליית טמפרטורה מי הים. אבל במקרה זה, יתכן ולא אלמוגים יש פתרון. אלמוגי אבן בוני שונית מקיימים סימביוזה עם אצות חד תאיות מהסוג *Symbiodinium*. בכל אלמוג בדרך כלל נמצא דומיננטיות של מין אחד של אצה, למרות שיכולים להיות בו זמנית מינים נוספים. במחקר שבדק את הרכב חברת האצות באלמוגי אבן, תוארו בשיטות מולקולריות ארבע קבוצות של סימביונטים (Clad). החוקרים מצאו שבאזורים בהם הייתה עליה משמעותית בטמפרטורת המים, למשל כתוצאה מתופעת אל-ניניו, שכיחות האלמוגים שהכילו סוג מסויים של סימביונט עלתה בצורה משמעותית, ואלמוגים אלה לא חוו הלבנה (Baker et al., 2004). השערת החוקרים היא שמדובר בסימביונט שהוא עמיד באופן טבעי לטמפרטורות גבוהות ועל כן מקנה לאלמוגים באזורים חמים יותר יתרון.

6.6 שירותי המערכת האקולוגית

בני האדם נהנים ממגוון רחב של שירותים אותם הם מקבלים מהמערכות האקולוגיות. אלה כוללים בין השאר, אוויר נקי, מים נקיים, מזון, מחסה, תרופות, סיבים, ופנאי. למעשה, אפשר לראות גם במגוון הביולוגי שירות מערכת בפני עצמו (Mace et al., 2012). המגוון הביולוגי חשוב מאחר שהוא זה, שאחראי על אספקת שירותי המערכת האקולוגית. לדוגמא: צמחים מספקים לנו חמצן, חרקים מספקים שירתי האבקה, חומרים המופקים מצמחים משמשים בתעשיית התרופות, ועוד. אולם, לאור העלייה העצומה באוכלוסיית האדם בכדור הארץ, והעליה הגדולה אף יותר בצריכה האנושית (תמונה 7ב'), נשקפת סכנה משמעותית למגוון הביולוגי ובהתאם לפגיעה בכל שירותי המערכת האקולוגית. ולכן אנחנו צריכים לראות כיצד אנחנו יכולים לשמור על המגוון הביולוגי.

בשנת 2005 התפרסם הדו"ח – "The Millennium Ecosystem Assessment" הדוח הוזמן על ידי האו"ם והשתתפו בכתיבתו מעל ל 1360 חוקרים מכל העולם. כותבי הדו"ח, בחנו דרכים חדשות בעזרתן ניתן היה להעריך את ההשפעה של החלטות של קובעי מדיניות ופעילויות אדם על המבנה והתהליכים של מערכות אקולוגיות, השירותים שהן מספקות, ורווחת האדם. כותבי הדו"ח ניתחו בצורה חדשנית את ההשפעה של שינויי סביבה על מערכות אקולוגיות ועל רווחת האדם. הם בחנו מערכות אקולוגיות לפי השירותים שהן מספקות לחברה, כיצד שירותים אלו תורמים לאדם, וכיצד פעילויות אדם משנות מערכות אקולוגיות ואת השירותים שהן מספקות (Overpeck et al., 2013), (תמונה 36).

"בעשרים שנה האחרונות שינו בני האדם את המערכות האקולוגיות בצורה נרחבת יותר מאשר כל תקופה בהיסטוריה"



תמונה 36: המורכבות בשמירה על מערכות אקולוגיות.

6.7 למה צריך מגוון ביולוגי?

עבודות אקולוגיות רבות הראו שכלל שמספר המינים במערכת גדול יותר, התפקוד של המערכת והשירותים שהיא מספקת הינם טובים יותר. מאחר והרבה מחקרים נעשו בקנה מידה קטן, נשאלת השאלה האם ההנחות בדבר הנחיצות במספר מינים גדול תהיה נכונה גם בשדה. שתי הנחות מובילות למסקנות הפוכות בשאלה זו. לפי ההנחה הראשונה, צפוי שכלל שהשטח הגיאוגרפי גדל, כך נצטרך יותר מינים לספק את השירות, שכן בכל אזור גיאוגרפי יתפקדו מינים אחרים. מצד שני, ידוע שבהרבה חברות אנו מוצאים דומיננטיות של מספר מצומצם של מינים לצד מגוון של מינים נדירים יותר. מכאן, שיתכן שבטבע שירותי המערכת מסופקים על ידי מספר מצומצם של מספר מינים דומיננטיים (Winfree et al., 2018). בעבודה שבדקה את מספר המאביקים הדרוש להאבקה של שלושה גידולים חקלאיים שונים, נמצא שמספר מיני הדבורים שהיה דרוש להאבקה גידולים באתר בדיקה אחד היה בממוצע 5.5 דבורים, אבל ברגע שלקחו בחשבון את כל אתרי הניסוי גם יחד, מספר מיני הדבורים שהיה נחוץ להשגת אותו מאמץ האבקה, היה גדול בהרבה (Winfree et al., 2018). בנקודה זו חשוב לעצור ולהציג צד נוסף של המטבע. לפי הטיעון המרכזי שהוצג כרגע, חשוב לשמור על מגוון גדול של דבורים משיקולים של שירותי מערכת. מכאן שאם ניישם מדיניות של שימור שירותי מערכת אז נטיב עם מגוון הדבורים. אך מאמר שפורסם עלי ידי (Kleijn et al., 2015) מצא שמספר מצומצם של דבורי בר מבצע את רוב שירותי

ההאבקה. מכאן שמינים נדירים ושנמצאים בסכנה, ושאננם תורמים הרבה למאמץ ההאבקה, לא ייהנו מצעדים לשיפור שירותי המערכת האקולוגית. מצד שני, אם ינקטו צעדים לשימור המגוון הביולוגי פשוט כי הוא חשוב, אז גם מינים אלה ייהנו מכך.

כשרוצים לבחון את ההשפעה של מגוון המינים, על שירותי המערכת האקולוגית, חשוב לשים לב לאינטראקציות בין מינים השייכים לרמות טרופיות שונות. שכן, התפקוד של קבוצה טקסונומית אחת, יכול להיות תלוי בכמות ובעושר של מינים השייכים לקבוצות טקסונומיות שונות. למשל, כמות יכולה להיות הגורם המרכזי שישפיע כל קצב של תהליך ביוגיאוכימי, מצד שני, האבקה של גידולים חקלאיים אולי תהיה תלויה בעושר במינים ולא דווקא בכמות (Soliveres et al., 2016). במחקר שבדק, את האינטראקציה של מספר גדול מאד של פרטים מקבוצות טקסונומיות מגוונות, נמצא שלעושר המינים בין רמות טרופיות שונות (למשל, מפרקים, צמחוניים, ויצרנים) הייתה השפעה משמעותית חיובית על תפקודי המערכת האקולוגית, בהשוואה לעושר המינים שנמצא עבור קבוצה טקסונומית נפרדת (Soliveres et al., 2016).

6.8 הערך הכלכלי של המגוון הביולוגי

זו הפעם הראשונה בהיסטוריה של כדור הארץ שמעל 50% מאוכלוסיית העולם מתגוררת בערים. יתר על כן, רוב הערים ממוקמות בקרבת החופים, מה שהופך אותן לפגיעות יחסית לשינויי אקלים ובתלות גדולה לתפקוד תקין של מערכת החופים. ניתן היה לשער שהחיים בעיר יהוו פתרון אקולוגי נהדר, אבל "המרחב האקולוגי" שערים אלה דורשות הוא עצום. כל זאת למרות שהטח העירוני תופס בסה"כ כשני אחוזים משטח היבשה של כדור הארץ. במחקר שנערך על העיר לונדון, התגלה שטבעית הרגל האקולוגית של העיר גדולה פי 300 מהשטח הגאוגרפי שלה, ומהווה פי שניים מהשטח של כל בריטניה (Best foot forward 2000). שינויי אקלים, שינוי בשימושי קרקע, מינים פולשים, ניצול יתר, זיהום, גידול אוכלוסייה וגידול כלכלי, כולם גדלים בשנים האחרונות וצפויים להמשיך במגמה זו. מכאן, שהאנושות נכנסת למצב חדש שלא הכירה בעבר והאתגרים שאנו עומדים בפניהם עם עצומים (Carpenter et al., 2009).

6.9 שיעורים ומשימות

6.9.1 שיעור 13: טרגדיית נחלת הכלל

מטרת המשחק היא להמחיש לתלמידים את המשמעות של המושג ניצול יתר.

בתום השיעור התלמיד ידע:

1. להסביר מהי דילמת המרעה המשותף (טרגדיית נחלת הכלל).
2. ידע להדגים כיצד "הטרגדיה" באה לידי ביטוי במערכות ביולוגיות שונות.

מספר שיעורים: שיעור אחד למשחק עצמו ושיעור נוסף להצגת הנושא.

שלום לכולם,

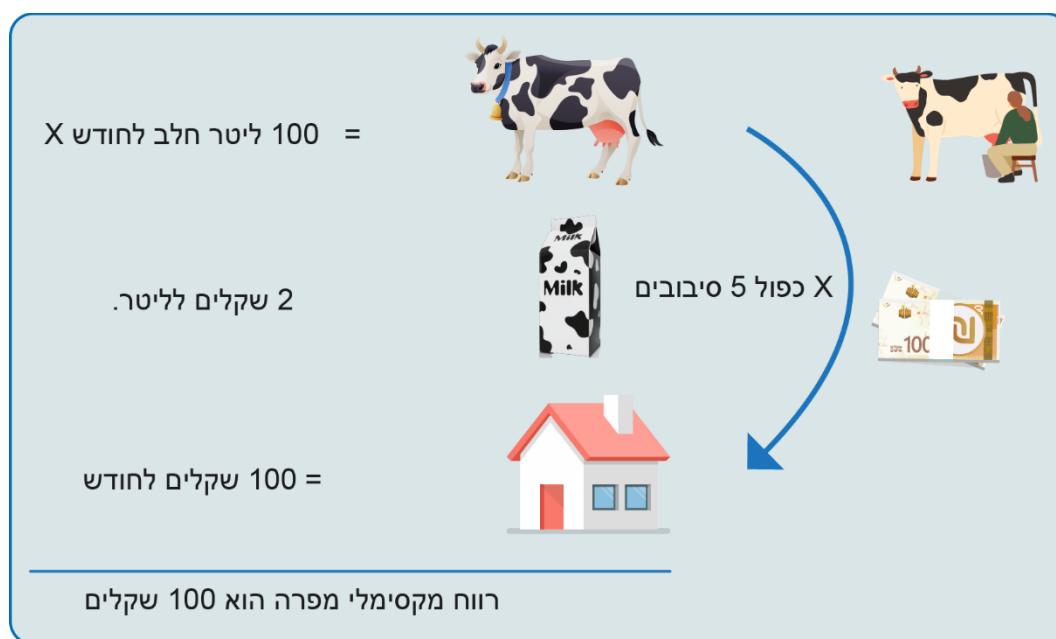
אתם עשרה מגדלי בקר החולקים אחו פתוח וחופשי לשימוש. לכל אחד מכם יש 3 פרות שמניבות כל אחת 1 ליטר חלב ביום בתנאים מיטביים. ליטר חלב נמכר בשוק במחיר של 2 שקלים. האחו יכול לכלכל בצורה נאותה מקסימום של 40 פרות אך אם תעברו את המכסה הזאת, הרווח האישי שלכם עבור כל אחת מהפרות יקטן ב 0.1 יחידות חלב עבור כל פרה עודפת.

מטרת המשחק: המטרה שלכם היא למקסם את הרווח הכלכלי האישי שלכם ולהגדיל את עדר הפרות שלכם.

מהלך המשחק:

המשחק משוחק למשך 10 סיבובים כל אחד מהם מדמה שנה בחיי האחו. בכל סיבוב תתבקשו להחליט לכמה פרות אתם נותנים לרעות באחו. את ההחלטה אתם תכתבו על פתק ולא תוכלו להתייעץ עם שאר החקלאים. בתוך דקה, כל המשתתפים יחשפו בבת אחת את מספר הפרות שהם שלחו לשדה ויחושב הרווח הכלכלי שלהם עבור אותו הסיבוב. לפני הסיבוב הבא במשחק תוכלו לבחור האם לקנות פרה נוספת במחיר של 1 שקל.

סיום המשחק: בתום 10 סיבובים נבדוק את הרווח האישי של כל חקלאי, המנצח יקבל שקית שוקו!.



קבוצה	סיבוב	מספר פרות	סה"כ תנובת חלב
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

למורה:

סביר להניח שהתלמידים מהר מאד יגרמו לניצול יתר של שטח הרעיה על ידי שליחת פרות רבות ככל שניתן לאחו. זה יהיה הרגע לעצור את המשחק ולעבור לחלק הבא.

חלק שני:

1. קראו את המידע המצורף על [דילמת המרעה המשותף](#).
2. הסבירו את הדילמה במילים שלכם.
3. מה דעתכם על הפתרונות המוצעים?
4. האם תוכלו לחשוב על דוגמה נוספת לדילמה זו מחיי היום יום שלכם?

6.9.2 שיעור 14: מחקר שדה - חוקרים את המגוון הביולוגי בעזרת מלכודות נפילה

מטרת היחידה היא לחשוף את התלמידים למחקר אקולוגי וללמדם דרך כך את שלבי החקר המדעי. בין השאר נוכל לשאול שאלות ערכיות הנוגעות להשפעת האדם על מגוון המינים. האם אנחנו עושים רק נזק? האם ניתן לחזור אחורה ולתקן? וכיצד ניתן לעשות זאת? נושאים אלה הם חלק מהנושא הרחב "מערכות אקולוגיות" שהוא נושא חובה הנלמד בכיתה ח' וט'.

כדי לבצע את המחקר אנחנו מציעים לבצע דיגום של פרוקי רגליים, בשטחים הפתוחים ליד בית הספר בעזרת מלכודות נפילה. מערכת זו יחסית קלה לבניה ודורשת תחזוקה מינימלית. ההתמקדות בפרוקי הרגליים חושפת את התלמידים למגוון רחב של יצורים והתאמות לבית גידול כמו גם למגוון רחב של דרכי הזנה. כמו כן, העבודה מאפשרת לנו לחקור גם את עולם הצומח, לתאר ולהכיר מספר מיני צומח נפוצים, לתאר את התאמתם לבית הגידול ואת דרך הרבייה שלהם. בנוסף, בתי ספר שיבצעו את המחקר לאורך מספר שנים, יוכלו ליצור מאגר מידע רב שנתי באזור בית הספר שיאפשר השוואה וחקר של הסביבה המשתנה לאורך הזמן.

בתום היחידה ידע התלמיד:

1. לתאר את הביולוגיה קבוצות נבחרות של פרוקי רגליים וצמחים בבית הגידול.
2. להסביר את המושג "מגוון ביולוגי" ואת החשיבות בשמירה עליו.
3. לכתוב עבודת מחקר מדעית.
4. לנתח ולהציג נתונים בתרשימים ובטבלאות.

ידע קודם נדרש:

אין צורך בידע קודם, הנושאים שהתלמידים צריכים להכיר הם מגוונים מאוד וחבל יהיה ללמדם בכיתה לפני המפגש בשדה. אנחנו כן חושבים שחשוב לעשות פעילות פתיחה מלהיבה בכיתה כדי ליצור מוטיבציה של התלמידים לבצע את המחקר. כדאי לשלוח את התלמידים למשימות סיכום קצרות להרחיב על אורגניזמים נבחרים שנמצאו בשדה.

מספר שיעורים נדרש:

מומלץ לצאת פעמיים בחודש, במשך חודשיים לפחות. שיא הפריחה והפעילות של החרקים הוא בסוף פברואר ותחילת מרץ. אלה הם זמנים אידאליים לתכנון הפעילות. אפשר גם לצאת פעם או פעמיים ממש בחורף לצורך השוואה לאביב, או להתחיל באביב ולסיים בקיץ.

רקע קצר למורה:

מערכות אקולוגיות, מורכבת מחברות של חי וצומח שביניהן ובתוכן מתקיימים יחסי גומלין כמו: הדדיות, טריפה, קומנסליזם ותחרות. חברה - היא כלל המינים החיים בבית גידול מסוים. אחת הדרכים לתיאור של חברה היא בעזרת מדדים המתארים את **הרכב המינים ומגוון המינים** בחברה. **הרכב המינים** (species composition) הוא מונח המתאר מי הם המינים הנמצאים בחברה. **מגוון המינים** (biodiversity), הוא מדד המתאר את עושר המינים (species Richness) והתפלגות השיפעה היחסית (Species Relative Abundance), של כל מין. ניקח לדוגמה את חברה א' וחברה ב' באיור למטה. בשתייהן קיימים שני מינים, ובשתייהן מספר הפרטים הכולל הוא זהה. אבל השיפעה היחסית של כל מין בחברות הללו היא שונה. בחברה א' נמצא רק פרט אחד בצבע ירוק בהשוואה לארבעה פרטים בחברה ב'. חברות ג' וד' לשם השוואה מציגות הרכב מינים זהה לזה של חברות א' ו ב' אולם זהות המינים היא שונה לגמרי. מכאן שעל-ידי תיאור הרכב המינים, והשיפעה היחסית ביניהם אפשר להשוות בין חברות דומות הנמצאות בבתי גידול שונים או בין אותה החברה לאורך זמן.



שליבי העבודה

הכנות למורה

מלכודת נפילה, כשמה כן היא, היא מלכודת שמאפשרת לנו לדגום פרוקי רגליים שנפלו לתוכה במהלך פרק זמן אותו אנו מגדירים מראש. מאד חשוב להקפיד לסגור את המלכודת בימים בהם היא לא בשימוש כדי שלא יפלו יצורים חיים לתוכה וימותו שם ברעב, מחום או גשם. מלכודת נפילה מורכבת מבור קטן שנעשה בקרקע לתוכה מכניסים קופסת פלסטיק. מאד חשוב ששפת הקופסה תהיה מעט מתחת לפני הקרקע אחרת חרקים ילכו מסביב ולא יפלו פנימה. כדי שדפנות הבור לא יקרסו בכל פעם שמוצאים את הקופסה לבדיקה, מומלץ להכניס לבור צינור ביוב בקוטר 4 צול לתמיכה בבור. ראו כאן [סרטון הדגמה](#) כיצד להכין מלכודת נפילה. אפשר להשתמש במכסים של קופסאות החומס במקום המכסה המתואר בסרטון.

שלב ראשון: הכנת המלכודות עם התלמידים

1. הטמנת מלכודות נפילה עם התלמידים בסביבת בית הספר. נרצה לחפש אזורים טבעיים ולהשוות אותם לגינות מעובדות. במידה ובקרבת בית הספר נמצאת בריכת חורף, דיונות חול או חוף הים, נרצה לבחור את אזורים אלו לשם השוואה.
2. אפשר כמובן להתמקד בבית גידול אחד ולבחון אותו לאורך תקופה ארוכה.
3. נחלק את הכיתה לקבוצות, לכל קבוצה מלכודת עליה היא אחראית.
4. יציאה לשדה לדיגום במהלכו נמדוד נתונים אביוטיים כמו: טמפרטורת אוויר וקרקע, עצמת קרינה ולחות. ובמקביל נספור ונתעד את היצורים שנפלו למלכודת. את כל הנתונים מכניסים בצורה מסודרת לדף הסיור המצורף בסוף המשימה (שימו לב! לא חייבים להשתמש בכל הדף, אפשר לבחור לאסוף רק נתונים מסוימים, בהתאם לכיתה, ולמורכבות של בית הגידול).

חשוב! את המלכודת יפתח המורה יום קודם ליום הדיגום. בעת בדיקת המלכודת, חשוב לשחרר את היצורים ולסגור את המלכודות.

שלב שני: מנסחים שאלת מחקר

אנו ממליצים ללוות את הפעילות בעזרת שאלות מחקר. ננסח שאלת מחקר לפני הטמנת המלכודות ובסיום הדיגום נחזור אל שאלות המחקר ונבדוק האם ניתן לענות עליהן בעזרת הנתונים שאספנו. דוגמה לשאלות מחקר:

- א. האם לאופי בית הגידול (שטח טבעי או שטח מעובד) יש השפעה על מגוון המינים?
 - ב. כיצד קרבה לכבישים, או שבילי הליכה תשפיע על מגוון המינים?
- כל קבוצה מרכזת את התוצאות שלה בטבלה מתאימה. לאחר מכן תיבחר דרך ההצגה הטובה ביותר של הנתונים. ראו דוגמה לטבלת איסוף נתונים.

תאריך	מספר קבוצה	טמפ' האוויר	טמפ' קרקע	לחות אוויר	מלכודת מס'	מקום	עכבישנים	סרטני יבשה	חיפושיות	נמלים	אחר	סה"כ	מגוון

שלב שלישי: עיבוד, ניתוח ותאור התוצאות

- חוזרים אל השאלות ובודקים על אילו שאלות חקר ניתן לענות בעזרת הנתונים שאספנו. במידת הצורך, מתקנים את שאלות החקר ובוחרים שאלה אחרת.
- מנתחים את הנתונים ומסכמים אותם בגרפים או בטבלאות מתאימות.
- מתארים את התוצאות במלל ומסיקים מסקנות.

שלב רביעי: כתיבת העבודה

העבודה תכתב בגופן אריאל גודל 12 מרווח שורה 1.5.

- עמוד מס' 1: כותרת ושמות מגישים
- עמוד מס' 2: מבוא (חצי עמוד עד עמוד) על בית הגידול הנבחר כמערכת אקולוגית. מאפיינים, בעלי חיים וצמחים אופייניים. בסוף המבוא תצוין מטרת המחקר, שאלת החקר, השערת החקר.
- עמוד מס' 3: הצגה ותיאור תוצאות.
- עמוד מס' 4: מסקנות.
- עמוד מס' 5: רפלקציה אישית של כל תלמיד בנפרד.

רשימת ספרות למורה ולתלמיד

- [חברת מידע על חולות החוף](#)
- [מגדיר פרוקי רגליים](#)
- [מגדיר חרקים](#)
- האתר [חרקים עולם קטן בגדול](#)
- החי והצומח של ארץ ישראל כרך 3 "החרקים", כרך 2 "פרוקי רגליים יבשתיים". (נמצאים בסביבה של מט"ח)

תרגיל מחקר אקולוגי – דף סיור

שמות חברי הצוות: _____

תאריך: _____ שעה: _____ אתר המחקר: _____

בית הגידול הנבדק: _____

מאפייני בית הגידול

אפיינו את בית הגידול על בסיס הנצפה בשטח:

תארו תיאור מילולי של השטח, מאפיינים בולטים (כמו צמחיה, טופוגרפיה, סוג קרקע, מבנים).

צרפו תרשים השטח או צילום שמאפיין את בית הגידול.

מדידות

בצעו מדידות של גורמים ביוטיים ומדידות של גורמים אביוטיים במהלך הסיור*.

לגבי כל בדיקה פרטו:

א. מה נבדק?

ב. כיצד נבדק?

ג. חשיבות הבדיקה: הסבר מדוע בדיקה מסוימת היא רלוונטית או יכולה להיות כזו.

ד. תוצאות המדידות, כולל יחידות מדידה.

מדידות של גורמים אביוטיים: בצעו את המדידות הבאות וסכמו את התוצאות בטבלה (בשורת ה"מיקום" רשמו היכן התבצעו המדידות, על המדרון החשוף, מתחת לשיח וכו'):

	טמפרטורת האוויר (°C)	מהירות הרוח (קמ"ש) (Km/h)*	לחות אוויר יחסית (%) RH	עוצמת קרינה חוזרת מהקרקע (Lux)		טמפרטורת קרקע בעומק 5 ס"מ (°C)	לחות הקרקע בעומק 5 ס"מ (רטוב, לח, יבש) או חישוב לאחר ייבוש בכיתה
				באזור מוצל	באזור מואר		
מיקום							
תוצאת המדידה							

מדידות של גורמים ביוטיים:

1. עושר מיני צומח בריבוע הדגימה:

התבוננו בשטח שליד מלכודת הנפילה אותה אתם חוקרים. זרקו את ריבוע הדגימה באקראי, ליד המלכודת וספרו את סה"כ מיני הצומח שנמצאו בתוך הריבוע. פרטו את שמות המינים המוכרים לכם. חזרו על הפעולה לפחות 4 פעמים.

גודל הריבוע: _____ בית הגידול: _____

מלכודת מספר	האורגניזם	מס' פרטים	מיקום

סה"כ מינים	מספר פרטים						מספר הריבוע
	שם מין 1:	שם מין 2:	שם מין 3:	שם מין 4:	שם מין 5:	שם מין 6:	

2. רישום נתוני בעלי חיים

התבוננו בבעלי החיים במלכודות הנפילה. מלאו את הנתונים הבאים עבור כל אורגניזם שנצפה:

מיקום	מס' פרטים	האורגניזם	מלכודת מספר

התאמות

3. תארו **התאמות** של אורגניזמים שנצפו בסיור (צמחים ובעלי חיים) או ציינו פרטים שיכולים להצביע על התאמה לבית גידול, או לעונה מסוימת, או לכל דבר אחר. לגבי כל התאמה ציינו מהי ההתאמה, מהו היתרון לאורגניזם מהתאמה זו.

בצמחים: מניעה של אכילת הצמח על ידי בעלי חיים, דרך ההאבקה של הצמח, הפצת זרעים. בבע"ח: הגנה מפני טריפה, השגת מזון, תקשורת בין-מינית או תקשורת תוך-מינית, ההתאמות יכולות להיות באורגניזמים שונים, או באותו אורגניזם.

שם האורגניזם	תיאור ההתאמה, היתרון לאורגניזם, התאמה ל -

תוספת אישית

4. הוסיפו, בקצרה (2-4 שורות), מידע מעניין הקשור לסיור או לדיווח עליו. כגון מידע הקשור לאחד האורגניזמים שנצפו (מהסיור או מהספרות) להשפעת האדם, או לכל נושא ביולוגי מעורר עניין.

5. אפשר לעקוב אחר פעילות התלמידים באמצעות בלוג. כל קבוצה פותחת בלוג והמורה משייך את הבלוגים של הקבוצות השונות לבלוג האישי שלו.

