

יחידת הוראה

השפעות משבר האקלים על הטבע ועל החברה

עבור מורים לתלמידי תיכון

ד"ר נירית לביא אלון | ד"ר הגר לים
2020



רקע

יחידה זו ממשיכה את יחידת המבוא המציגה רקע מקיף על משבר האקלים העולמי, על הראיות למשבר האקלים ועל הגורמים לפליטת פחמן דו-חמצני וגזי חממה נוספים, על אפקט החממה ומחזור הפחמן, על מודלים לחיזוי תרחישים עתידיים, על הכחשת משבר האקלים ועוד.

ביחידה זו ילמדו התלמידים על חשיבות המערכות הטבעיות והמגוון הביולוגי לאדם וייחשפו להשפעות של משבר האקלים (כגון שינויים בתפוצת בעלי חיים ובנדידה, השפעה על החמצת האוקיינוסים, הלבנת שוניות אלמוגים) ולהשפעות של משבר האקלים להקצנה של השפעות אחרות של האדם על המערכות הטבעיות (אובדן בתי גידול, זיהום, ציד וכו'). התלמידים ייחשפו להשפעות משבר האקלים על בריאות האדם, על הביטחון התזונתי ועל המחסור במים ויבינו איך כלל הגורמים - משבר אקלים, מגוון ביולוגי, בריאות, מזון ומים קשורים זה בזה.

יש להביא בחשבון שנושא משבר האקלים עלול לגרום לפחדים ולחרדות. לכן עלינו להיות קשובים לתלמידים ולתת מקום לביטוי של רגשות וחששות. בשיעורים השתדלנו לא להדגיש את התרחיש הגרוע ביותר, אלא את הפתרונות האפשריים וגם את המקום של הפרט להשפיע ולשנות. חשוב להציג גישה חיובית - יש לנו אפשרות ויכולת לשנות את המציאות.

בהמשך ליחידה זו, יחידה 4 עוסקת בפתרונות למשבר האקלים - כיצד נצמצם את התלות שלנו בדלקי מאובנים (דלקים פוסיליים)?

ביחידות אלו נבחן את הרעיונות הגדולים האלה:

- הטכנולוגיה והקדמה נותנות מענה לצרכים ולבעיות החברה האנושית ומשפיעות על החברה, הכלכלה והסביבה.
- לאדם מחויבות לצמצום הפגיעה בסביבה באמצעים טכנולוגיים והתנהגותיים.
- משבר האקלים הוא תוצאה של התערבות האדם בסביבה ויש לו השלכות על הכלכלה, החברה והסביבה.

כתיבה ופיתוח: ד"ר נירית לביא אלון, ד"ר הגר ליס.

תודותינו למפמ"ר מדעי הסביבה הגב' סאמיה אבו ח'יט, למדריכה מרכזת שרית אמיתי, לד"ר רוחמה ארנברג משרד החינוך, לפרופ' טלי טל יו"ר ועדת המקצוע במדעי הסביבה על הקריאה וההערות.

רצף השיעורים ביחידה:

שיעור	שם השיעור	מטרות מרכזיות	מושגים
-------	-----------	---------------	--------

1. פתיחה	תלות האדם בסביבה	הבנת התלות של האדם במערכות האקולוגיות; הבנת ההשפעות של האדם על המגוון הביולוגי; הכרה כי למשבר האקלים השפעות על המערכות האקולוגיות.	בית גידול, מערכת אקולוגית, מגוון ביולוגי, מין ביולוגי, שירותי מערכת אקולוגית, משאבים, גורמים ביוטיים וא־ביוטיים, יחסי גומלין.
2. התנסות	השפעת האקלים על המגוון הביולוגי	הבנה ששינויי האקלים מאיימים על המגוון הביולוגי, והוא מקצין את פגיעת בני האדם במערכות הטבעיות; הכרת מקרי בוחן המדגימים את ההשפעות של משבר האקלים על מערכות אקולוגיות.	ההכחדה השישית, החמצת האוקיינוסים, pH, אינדיקטור, שונות אלמוגים.
3. התנסות	משבר האקלים ובריאות האדם	הבנה שמשבר האקלים משפיע השפעה ישירה על בריאות האדם (למשל דרך מזג אוויר קיצוני) או השפעה עקיפה (בהשפעתו על מערכות אקולוגיות או על גידולי מזון); הבנה שהשפעות על בריאות האדם מורגשות יותר במדינות מתפתחות, אך גם מדינות מפותחות כמו ישראל אינן חסינות; הבנה שמשבר האקלים מעצים את ההתפשטות של מחלות זואונוטיות בעולם וכך גם פוגע בבריאות האדם.	מחלות זואונוטיות, וקטור מחלה.
4. התנסות	הקשר בין משבר האקלים למשבר המזון ולמחסור במים	הבנת ההשלכות של משבר האקלים על האדם בכלל, והקשר בין משבר האקלים למשבר המזון ולמחסור במים בפרט; הבנת הקשר בין הכלכלה לביטחון תזונתי תת־תזונה, רעב והשמנת יתר. הבנת השפעת משבר האקלים על ביטחון תזונתי; הבנת דרכי התמודדות ופתרונות למשבר האקלים בדגש על משבר המזון והמחסור במים.	ביטחון תזונתי, השמנת יתר, רעב, תת־תזונה, מחסור במים, יעדי האו"ם לפיתוח בר־קיימא, מיטיגציה ואדפטציה.
5. סיכום, המשגה, יישום והערכה	על משבר האקלים, מגוון ביולוגי, מזון ובריאות	הבנת הקשר בין בריאות למזון - השפעת חוסר ביטחון תזונתי ורעב ועל הבריאות. הכרת חקרי מקרה המדגימים את כלל הקשרים בין משבר האקלים למגוון הביולוגי, למחסור במזון ולהשפעתו על בריאות האדם	רעב, ביטחון תזונתי, תת־תזונה, השמנת יתר, גלי חום, מגוון ביולוגי, ארבה, נחיל והדברה.

בשיעורים אלו ניגע בקטגוריות הקבועות האלה:

גורם	ניסויים והתנסויות	המחשבות והדגמות	מענה לשונות	הקשרים וחדושים	היסטוריה ופילוסופיה של המדע
הסבר	קישורים להנחיות ניסויים והתנסויות	קישורים לסימולציות, סרטונים, הנחיות להדגמות והמחשבות	הוראה דיפרנציאלית הנותנת מענה לשונות התלמידים	חדושים במדע ובטכנולוגיה בתחום היחידה	מהלך המחקר בנושא היחידה, סיפור גילוי התופעות המרכזיות, סיפורי מחקר בתחום, מדעניות ומדענים בולטים
שיעור 1	גוף השיעור הצעה 2 - בניית מערכת אקולוגית	פתיחה - סרטוני "nature is speaking" או סרטון מגוון ביולוגי. סיכום - סרטון השפעת משבר האקלים על מגוון ביולוגי	במהלך השיעור, בהצעה 1 אפשר להתאים את חקרי המקרה לרמת התלמידים		בחקר מקרה אי הפסחא נבחן מחקרים וגילויים, ואי הסכמה בין חוקרים
שיעור 2	במהלך השיעור הצעה 2 - ניסוי pH במים והשפעת חומציות על גיר	פתיחה - סרטון ההכחדה השישית	במהלך השיעור, הצעה 1 אפשר להתאים את חקרי המקרה לרמת התלמידים. בהצעה 2 אפשר לתת לתלמידים לערוך את הניסוי או להדגים אותו להם	חקרי המקרה מבוססים על מחקרים וגילויים מדעיים	
שיעור 3		פתיחה - סרטון על השפעות משבר האקלים על בריאות האדם	במהלך השיעור, הצעה 1 - אפשר להתאים את מקורות המידע ואת עומק הכרזות והיקפן לרמת התלמידים	היכרות עם ההשפעות הישירות והעקיפות של משבר האקלים על בריאות האדם; היכרות עם מגוון מחלות זואוונטיות	
שיעור 4		פתיחה - סרטון ביטחון תזונתי בעולם או בישראל. במהלך השיעור, הצעה 1 - סימולציה של הקשר בין משבר	במהלך השיעור, הצעה 2 - אפשר להתאים את קטעי המידע לרמת התלמידים	הסימולציה בהצעה 1 והאינפוגרפיקה בסיכום מבוססות על מחקרים ומציגות תרחישי עתיד	

			האקלים לביטחון תזונתי		
שיעור 5		פתיחה - סרטון על שירותי המערכת האקולוגית וסרטון על ביטחון תזונתי ובריאות. מהלך השיעור - סרטון ארבע או מחקר דבורים	במהלך השיעור בשתי החלופות אפשר להתאים את קטעי המידע והמקורות לתלמידים	הצגת מחקר על השפעת שינויי אקלים על דבורים	

הערכה

בשיעור המסכם מוצגת הצעה לפעילות הערכה. כמו כן, אפשר להטיל על התלמידים משימת הערכה חלופית במטלות מהשיעורים ביחידה. להלן רשימת מטלות אפשריות להערכת התלמידים:

מספר שיעור ונושא	מטלה בשיעור	אופן הערכה	הצעה לחלק יחסי בציון %
1. תלות האדם בסביבה	מהלך השיעור, הצעה 1 - חקרי מקרה. חלופות 2 ו-3 - זיהוי מרכיבים, קשרים ויחסי גומלין במערכת.	א. רמת תשובות בדף עבודה, הצלחה בזיהוי מרכיבים וקשרים. ב. השתתפות ועבודה בקבוצות.	20%
2. השפעת האקלים על המגוון הביולוגי	מהלך השיעור, הצעה 1 - עבודה בקבוצות על קטעי מידע והצגה לכיתה. הצעה 2 - ניסוי וסרטון סיכום - הכנת תרשים קשרים.	א. רמת התשובות לשאלות; ב. השתתפות ועבודה בקבוצות; ג. רמת מורכבות התרשים והקשרים.	20%
3. משבר האקלים ובריאות האדם	מהלך השיעור, הצעה 1 - כרזה או עלון מידע. הצעה 2 - מענה על שאלות.	א. רמת התשובות לשאלות ורמת הכרזות או עלוני המידע; ב. השתתפות ועבודה בקבוצות; ג. יצירתיות והנגשת מידע בכרזות או בעלוני מידע.	20%
4. הקשר בין משבר האקלים למשבר המזון ולמחסור במים	מהלך השיעור, הצעה 1 - סימולציה;	א. רמת תשובות לשאלות; ב. השתתפות ועבודה בקבוצות;	20%

	ג. יצירתיות ומורכבות הפתרונות.	הצעה 2 - קריאת מקורות והצגה סיכום - הצעת פתרונות	
20%	א. רמת תשובות לשאלות; ב. השתתפות בדיונים. א. יצירתיות ודיוק בהצגת חקרי מקרה; ב. רמת מורכבות התרשים והקשרים.	מהלך השיעור הצעה 1 או 2 - עבודה על קטעי מידע ודיון סיכום; הצעה 1 - הצגה יצירתית של חקרי מקרה; הצעה 2 - הרחבת תרשים קשרים.	5. משבר האקלים, המגוון הביולוגי, מזון ובריאות

הגדרות למושגים שנלמד ביחידה:

בית גידול - המקום שבו חיים האורגניזמים - כל גורמי הסביבה המשתנים והקבועים שמשפיעים על אורגניזמים במקום חיותם הטבעי. בית הגידול הוא בתוך המערכת האקולוגית. לדוגמה, אבן משמשת בית גידול לבעלי חיים שחיים תחתה, מספקת תנאים כמו לחות, טמפרטורה ואור. האבן היא חלק ממערכת אקולוגית כמו חורש, מדבר או ערוץ נחל.

מערכת אקולוגית - סביבה הכוללת מערכת של תנאים ביוטיים וא־ביוטיים שמקיימים ביניהם יחסי גומלין. מערכת אקולוגית מורכבת מבתי גידול רבים.

מגוון ביולוגי - השונות בטבע הבאה לידי ביטוי בכל רמות הארגון הביולוגיות - המגוון הגנטי (שונות גנטית) בתוך כל מין, מגוון מינים (שונות בין מינים) ומגוון המערכות האקולוגיות.

מין ביולוגי (species) - קבוצה של פרטים שיכולים להתרבות זה עם זה ולהעמיד צאצאים פוריים, למעשה או בתיאוריה. מין כולל את כל הפרטים שחולקים מאגר גנים משותף.

שירותי מערכת אקולוגית - אספקה של מגוון מוצרים או תנאים חיוניים לקיומנו ולרווחתנו. אנו נהנים מכמה סוגים של שירותים של המערכות האקולוגיות: שירותי אספקה - כמו מזון, מים וחומרי גלם לתעשייה; שירותי ויסות ובקרה - כמו טיהור מים וטיהור אוויר; שירותי תרבות ופנאי - כמו טיולים וסדנאות בטבע, תיירות אקולוגית; ושירותי תמיכה.

גורמים ביוטיים - כל מרכיבי הסביבה החיים: הצמחים, בעלי החיים, האצות, הפטריות, החיידקים והנגיפים המתקיימים בה, וכמובן גם האדם.

גורמים א־ביוטיים - כל מרכיבי הסביבה הדוממים (שאינם חיים): האדמה והסלעים, המים, האוויר, תנאי מזג האוויר וכל שאר החומרים שבסביבה והכוחות הפיזיקליים הפועלים בה.

יחסי גומלין - ההשפעות ההדדיות בסביבה בין המרכיבים הביוטיים לבין עצמם ובין המרכיבים הביוטיים לגורמים א־ביוטיים.

ההכחדה השישית - הכחדת המינים הגדולה ביותר המתרחשת בעידן שלנו מעשי האדם והשפעתם. הכחדה זו באה לאחר חמש הכחדות המוניות גדולות שקרו בעידנים קודמים.

החמצת האוקיינוסים - עלייה ברמת החומציות של מי האוקיינוסים עקב עלייה בריכוז הפחמן הדו־חמצני באטמוספירה. בשנים האחרונות העלייה בריכוז פחמן דו־חמצני באטמוספירה גורמת לעליית ריכוז הפחמן הדו־חמצני המומס במי הים, וכתוצאה מתהליכים כימיים לעלייה ביוני ההידרוניום שגורמת להחמצה של מי הים, כלומר לירידה ב־pH. לתופעה זו השלכות רבות כגון פגיעה בשוניות האלמוגים ובבעלי חיים גירניים.

pH - מדד לרמת חומציות של תמיסה מימית, המתבסס על ריכוזם של יוני ההידרוניום (O_3H^+) בתמיסה. האות p מייצגת חזקה (באנגלית power) במשמעות של ריכוז, והאות H היא הסימול הכימי של היסוד מימן, ומייצגת יוני מימן חיוביים (שמופיעים כיון ההידרוניום).

אינדיקטור - חומר המאפשר לנו לדעת על נוכחות חומר אחר, באמצעות שינויים החלים בסביבה הנבדקת (בדרך כלל צבע). אינדיקטור pH הוא תרכובת כימית המוספת בכמויות קטנות לתמיסה כדי לקבל מדד חזותי של גובה ה־pH של התמיסה.

שונית אלמוגים - מושבה של אלמוגים. אלמוג הוא אורגניזם שיש בו יחסי הדדיות בין פוליס לאצה - האצה מייצרת מזון לפוליס (פוטוסינתזה), והפוליס נותן לאצה מקום לגדול.

מחלות זואונוטיות (zoonotic diseases) - מחלות מידבקות אשר מועברות בין מינים ביולוגיים - מבעלי חיים אל בני אדם (או הפוך) כמו HIV-AIDS, SARS, שפעת העופות, וירוס הקורונה COVID-19.

סלמונלה, אבולה ועוד. התפרצותן של מחלות אלו הולכת וגדלה בעת האחרונה בעקבות פעילות האדם.

וקטור מחלה - גורם הנושא ומעביר מחלה. הכוונה לאורגניזם שאינו גורם למחלות, אלא מעביר אותן, משום שהוא הפונדקאי של גורם המחלה. לדוגמה, זני יתושים מסוימים מעבירים מחלות כמו קדחת מערב הנילוס.

ביטחון תזונתי - יכולתו של אדם לספק לו ולמשפחתו מזון בריא ומזין הכולל את כל אבות המזון, בכמות ובאיכות מתאימות ומספיקות, באורח סדיר ובדרכים מקובלות חברתית.

השמנת יתר - השמנת יתר מתפתחת כשאין איזון בין כמות האנרגיה הנכנסת לגוף באכילה לבין הוצאת האנרגיה בפעילות גופנית. השמנת יתר היא השמנה חריגה וחולנית הנובעת מאכילת יתר ומפעילות גופנית מועטה. לעיתים ההשמנה נובעת מאכילה של מזון מעובד ולא טרי או מזון לא מאוזן בהרכבו.

תת־תזונה - חוסר איזון בין רכיבי התזונה הדרושים לגוף לבין אלה שהוא מקבל בפועל.

רעב - תת־תזונה כרוני. מדד הרעב העולמי (Global Hunger Index) המשווה בין מדינות מחבר שלושה מדדים בעלי משקל שווה: אחוז האנשים הסובלים מתת־תזונה מתוך כלל האוכלוסייה, שכיחות ילדים מתחת לגיל חמש הסובלים מתת־משקל, אחוז תמותת הילדים מתחת לגיל חמש.

מחסור במים - מחסור במשאבי מים נקיים (freshwater) יחסית לצריכת המים. יכול להיגרם בגלל בצורת, מחסור בגשמים או זיהום מקורות מים.

יעדי האו"ם לפיתוח בר־קיימא - תוכנית פעולה הכוללת 17 יעדים שיש להטמיע במדינות החברות כדי להוביל להתפתחות עולמית בת־קיימא עד 2030, והם מכונים Sustainable Development Goals – SDGs. היעדים מופיעים ב"אג'נדה 2030 לפיתוח בר־קיימא" של האו"ם.

מיתון (מיטיגציה): פעילות שמטרתה למנוע, להפחית או לדחות שינויי אקלים בעיקר בהפחתה של פליטות גזי חממה לאטמוספירה. לדוגמה: התייעלות בשימוש באנרגיה, שימוש באנרגיה חלופית או ירוקה, שינוי דפוסי התנהגות, נקיטת מדיניות לצמצום פליטות.

הסתגלות (אדפטציה): תגובה לשינויי אקלים שכבר בלתי נמנעים בגלל פליטות גזי חממה בעבר. לדוגמה: פיתוח זני צמחים עמידים יותר לעלייה בטמפרטורה, ייצור פתרונות למשברי מזון, מים או בריאות, הגנה מפני עליית מפלס פני הים, היערכות למקרי בצורת או הצפה.

ארבה - הופעה של חגבים בלהקות שעשויות לכלול מאות מיליוני חרקים ולעבור 150 קילומטר ביום. הארבה מתרבה במהירות רבה ומכיוון שהוא צמחוני הוא יכול לגרום נזק רב לגידולים חקלאיים.

פויקילותרמי - יצור בעל טמפרטורת גוף המשתנה בהתאם לסביבה. בשפת היום־יום מכונה בעל דם קר. לדוגמה: הארבה הוא יצור פויקילותרמי הזקוק לחום השמש כדי לצבור אנרגיה לתעופה.

נחיל - להקה של בעלי חיים. חגבים, למשל, הופכים בתנאים מסוימים (שינויי אקלים או ירידת גשמים) לארבה המתלהק ללהקות גדולות.

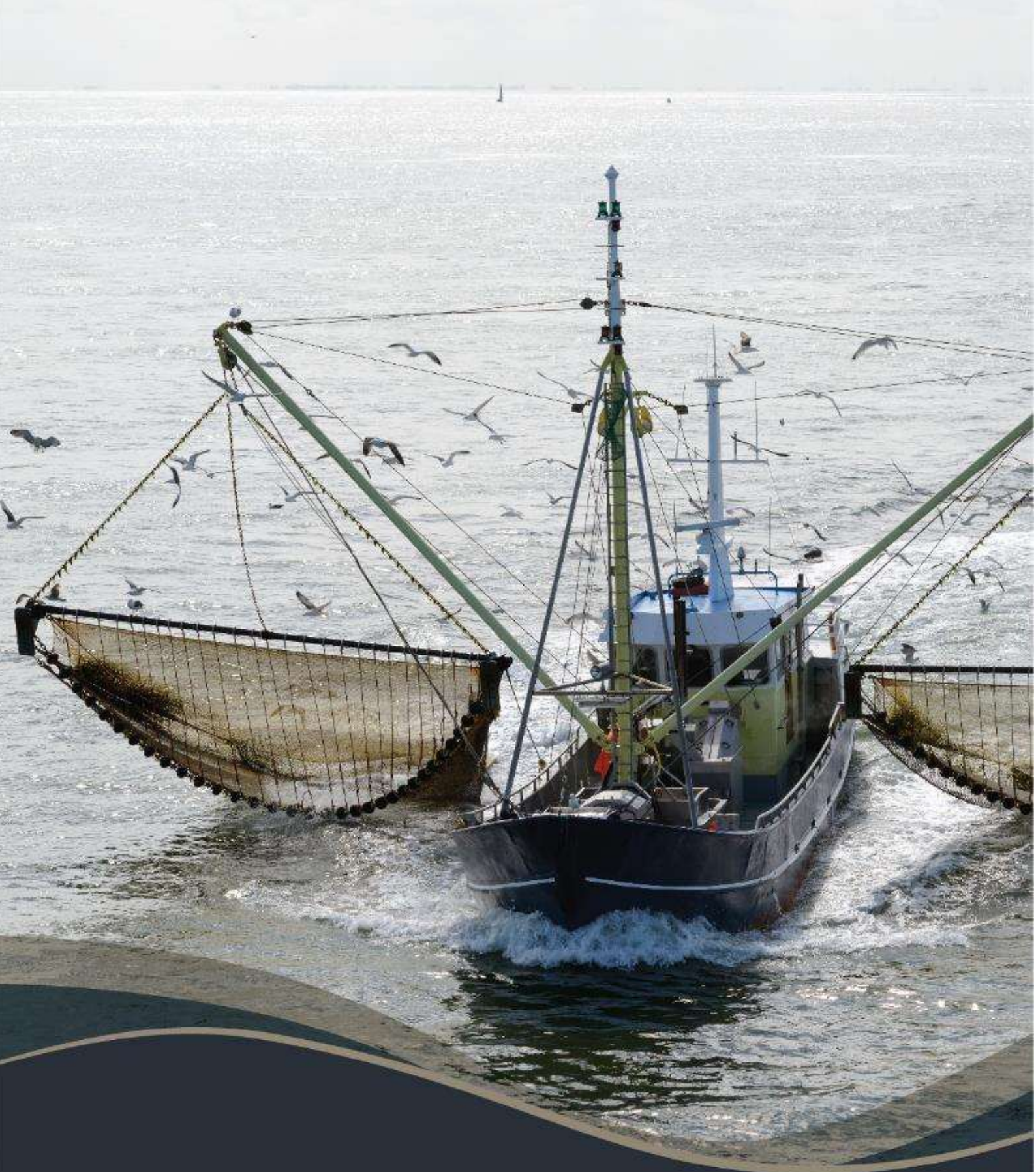
הדברה - הרחקה או צמצום השפעה או הריגה של מזיקים כמו חרקים, מכרסמים ועופות. אפשר להדביר הדברה כימיקלית שלה השלכות סביבתיות ובריאותיות או להדביר הדברה ביולוגית או על ידי חומרים טבעיים.

עוד בנושא משבר האקלים למורים:

בשנים האחרונות גוברת המודעות והחשיפה התקשורתית לנושא משבר האקלים. אפשר למצוא חומרי הוראה רבים ברשת בנושא - הרצאות מוקלטות, מערכי שיעור, פעילויות לא פורמליות ועוד. למשל:

- [תיקייה שיתופית של מורים למען האקלים](#)
- [אתר אקלים ישראל - חינוך: https://climatechangeisrael.org/education/](https://climatechangeisrael.org/education/)
- [אתר זווית בחינוך - שינוי אקלים](#)
- [אתר מפמ"ר מדעי הסביבה](#)

מורים המעוניינים להרחיב את פעילותם בנושא מחזמנים להצטרף לקבוצת מורים למען האקלים [בפייסבוק](#). כמו כן, חשוב להכיר את מיזם [מצעד האקלים](#) המתרחש מדי שנה במרץ, ואפשר להצטרף אליו עם התלמידים.



התלות של האדם בסביבה

שיעור 1: פתיחה - תלות האדם בסביבה

ידע למורה: בשיעור זה יבינו התלמידים כיצד האדם תלוי במערכות האקולוגיות, התלמידים ילמדו מהו מגוון ביולוגי ויבחנו את ההשפעות של האדם על המגוון הביולוגי (כגון פגיעה וקיטוע בתי גידול, זיהום, ניצול יתר, כניסת מינים פולשים, פגיעה ישירה במינים למשל בציד והרעלות). כמו כן, ייחשפו התלמידים חשיפה ראשונית להשפעות משבר האקלים על המערכות האקולוגיות, כגון השפעת העלייה בטמפרטורה על תפוצת מינים, השפעת העלייה בחומציות האוקיינוסים על המערכת האקולוגית הימית ועוד. בנושא זה יעמיקו התלמידים בשיעור הבא ביחידה.

מושגים: בית גידול, מערכת אקולוגית, מגוון ביולוגי, מין ביולוגי, שירותי מערכת אקולוגית, משאבים, גורמים ביוטיים וא־ביוטיים ויחסי גומלין.

בית גידול - המקום שבו חיים האורגניזמים - כל גורמי הסביבה המשתנים והקבועים שמשפיעים על אורגניזמים במקום חיותם הטבעי. בית הגידול הוא בתוך המערכת האקולוגית. לדוגמה, אבן משמשת בית גידול לבעלי חיים שחיים תחתה, מספקת תנאים כמו לחות, טמפרטורה ואור. האבן היא חלק ממערכת אקולוגית כמו חורש, מדבר או ערוץ נחל.

מערכת אקולוגית - סביבה הכוללת מערכת של תנאים ביוטיים וא־ביוטיים שמקיימים ביניהם יחסי גומלין. מערכת אקולוגית מורכבת מבתי גידול רבים.

מגוון ביולוגי - השונות בטבע הבאה לידי ביטוי בכל רמות הארגון הביולוגיות - המגוון הגנטי (שונות גנטית) בתוך כל מין, מגוון מינים (שונות בין מינים) ומגוון המערכות האקולוגיות.

מין ביולוגי (species) - קבוצה של פרטים שיכולים להתרבות זה עם זה ולהעמיד צאצאים פוריים, למעשה או בתיאוריה. מין כולל את כל הפרטים שחולקים מאגר גנים משותף.

שירותי מערכת אקולוגית - אספקה של מגוון מוצרים או תנאים חיוניים לקיומנו ולרווחתנו. אנו נהנים מכמה סוגים של שירותים של המערכות האקולוגיות:

- שירותי אספקה – מוצרים שאנו מקבלי מהטבע - מים, מזון שאנו מקבלים או מפיקים מהצמחים, בעלי חיים, דגים וכן סיבים המשמשים אותנו כמו עץ, כותנה ומשי, דלק ביולוגי ותרופות.
- שירותי ויסות ובקרה – תהליכי בקרה טבעיים של המערכות האקולוגיות חיוניים לנו לטיהור האוויר, טיהור המים, ויסות האקלים, מניעת סחף ושיטפונות, בקרה על מחלות ומזיקים, האבקה, הפחתת ההשפעה של אירועי קיצון כמו צונמי וכו'.
- שירותים תרבותיים – בני האדם מוצאים ערך רוחני וחינוכי בטבע ונהנים מטיוול בילוי ופנאי במערכות הטבע.
- שירותי תמיכה – התהליכים הטבעיים של המערכות האקולוגיות מספקים לכלל המגוון הביולוגי, כולל לאדם, שירותים בסיסיים התומכים בכל שאר שירותי המערכת האקולוגית כמו יצירת קרקע, פוטוסינתזה, מחזור המים, מחזור חומרים (כמו חנקן ופחמן) ועוד.

גישות לשמירת טבע בהתפתחות החשיבה הסביבתית:

גישת שימור הטבע הרומנטית (הביוצנטרית) בלטה בשנות השישים והשבעים, ולפיה הטבע והאדם הם גורמים נפרדים. שימור הטבע הוא ערך עליון ויש לשמור את הטבע מתוך ערכיו הפנימיים – לפיכך התנגדה הגישה לפיתוח אנושי באשר הוא. גישה זו באה לידי ביטוי בהקמת החברה להגנת הטבע, הכרזה על שמורות טבע וייסוד רשות שמורות הטבע. חסרונה שאינה נותנת מענה להתפתחות המואצת בתחומי הטכנולוגיה, הכלכלה והחברה.

גישת המדעים הסביבתיים (האגוצנטרית או האנתרופוצנטרית) – בשנות השמונים התפתחה הגישה המדעית הרואה במדע כלי מרכזי לפתרון בעיות הסביבה והשפעותיה על האדם, ולפיה

האדם הוא חלק מההתפתחות המתבקשת, והסביבה היא כלי לשירותו. גישה זו באה לידי ביטוי בהקמת מסלולי לימוד באוניברסיטאות לנושאי סביבה והקמת השירות לשמירת איכות הסביבה שהייתה בסיס למשרד להגנת הסביבה. חסרונה היה בכך שהיא לא העמידה כלים ערכיים לשפוט את הנתונים המדעיים.

הגישה האקולוגית-חברתית (אתנוצנטרית או אקוצנטרית) – הדגם השלישי התפתח כסינתזה של שני הדגמים הקודמים. גישה הוליסטית זו רואה באדם חלק בלתי נפרד מעולם הטבע, והיא אינה פועלת לשימור עולם הטבע כמו שהיה. לפי גישה זו, יש קשר בלתי נפרד בין החברה למערכת האקולוגית, והאדם הוא חלק ממנה לצד יצורים אחרים. על האדם לכבד את המינים שלצידו ויש לשפוט כיצד פעולותיו משפיעות על הסביבה כולה ולא רק על בני האדם.

ברוח זו מתפתחת בימים אלו גישה חדשה, גישת המגוון הביולוגי. גישה זו, בדומה לגישה האקוצנטרית, דוגלת בשמירה על ערכי הטבע – המגוון הביולוגי, בתי הגידול והמערכות האקולוגיות – בשל חשיבותם לקיומו ולרווחתו של האדם. ואולם, ברוח הגישה השלישית, המשלבת בין צורכי הטבע לצורכי האדם, גם גישה זו פועלת לשמירת המגוון הביולוגי.

פתיחה

הצעה 1: Nature Is Speaking

נציג לתלמידים שניים-שלושה סרטונים מסדרת הסרטונים Nature Is Speaking או שנבקש מכל קבוצת תלמידים לבחור בעצמם שניים-שלושה סרטונים מסרטונים אלה: [Julia Roberts is Mother](#); [Harrison Ford is The Ocean](#); [Kevin Spacey is Rainforest](#); [Shailene Woodley is Forest](#); [Nature](#); [Joan Chen is Sky](#); [Lupita Nyong'o is Flower](#); [Reese Witherspoon is Home](#); [Liam Neeson is Ice](#); [Robert Redford is The Redwood](#); [Ian Somerhalder is Coral Reef](#); [Penélope Cruz is Water](#); [Lee Pace is Mountain](#); [Edward Norton is The Soil](#)

נשאל את התלמידים:

- מהו המסר המשותף לסרטונים?

הסרטונים ממחישים שכדור הארץ אינו זקוק לנו - אנחנו צריכים אותו לקיומנו. אנחנו משתמשים במשאבי הטבע ולא נוכל להתקיים בלעדיו.

נדון בתלות של האדם במערכות האקולוגיות (למשל באספקת חמצן לנשימה, מזון, חומרי גלם לתרופות, לתעשייה וכו').

למתקדמים אפשר להסביר את המושג "שירותי מערכת אקולוגית" – השירותים שהטבע נותן לנו. נסביר את המשבר הסביבתי - אנו צורכים משאבים רבים יותר ממה שכדור הארץ מסוגל לספק ואנחנו מזהמים ופוגעים במערכות הטבעיות. ונדגיש כי בפעולותינו עלינו להתחשב במשאבי כדור הארץ.

נציג לתלמידים את הגישות לשמירת הטבע (המפורטות בידע למורה) ונשאל את התלמידים:

- לאיזו גישה אתם מתחברים יותר?

- מהם היתרונות והחסרונות של כל גישה?

הצעה 2: מגוון ביולוגי בישראל

נקרין לתלמידים סרטון קצר של החברה להגנת הטבע העוסק במגוון הביולוגי וגם מעט בהתערבות האדם: <https://www.youtube.com/watch?v=3yzrlhgJQss>

נבקש מהם בעת הצפייה לענות על השאלות ולמלא את הטבלה:

1. מהו מגוון ביולוגי?
2. מדוע המגוון הביולוגי של ישראל כה עשיר?
3. מלאו את טבלת יחידות הנוף שמתוארות בסרטון:

שם יחידת הנוף	מאפיינים כלליים	מינים בולטים
החרמון, הגולן והגליל		
הכרמל		
מישור החוף		
הים התיכון		
ברכות חורף		
הרי ירושלים		
מדבר יהודה		
הנגב והערבה		
אילת		

4. מהם יחסי הגומלין בין האדם למגוון הביולוגי?

לסיום, נעבור על תשובות התלמידים ונחדד בדיון את התלות של האדם במערכות האקולוגיות (למשל באספקת חמצן לנשימה, מזון, חומרי גלם לתרופות, לתעשייה וכו').

למתקדמים אפשר להסביר את המושג "שירותי מערכת אקולוגית" – השירותים שהטבע נותן לנו. נסביר את המשבר הסביבתי - אנו צורכים משאבים רבים יותר ממה שכדור הארץ מסוגל לספק ואנחנו מזהמים ופוגעים במערכות הטבעיות. ונדגיש כי בפעולותינו עלינו להתחשב במשאבי כדור הארץ.

נציג לתלמידים את הגישות לשמירת הטבע (המפורטות בידע למורה) ונשאל את התלמידים:

- לאיזו גישה אתם מתחברים יותר?
- מהם היתרונות והחסרונות של כל גישה?

מהלך השיעור

הצעה 1: התערבות האדם בטבע

נציג לתלמידים חקרי מקרה של התערבות האדם בטבע ודרכם יתודעו התלמידים למושגים מגוון ביולוגי, מערכת אקולוגית ולחשיבות שלהם.

למשל: חוסן של מערכת אקולוגית מותנה במגוון שלה, הטבע מספק שירותי מערכת לאדם, לטבע יש ערך בפני עצמו - ערך מוסרי.

כל קבוצה תקרא קטע קצר ותענה על השאלות בעקבותיו ([נספח](#)). לאחר מכן תציג את הנושא והתשובות שלה במליאה.

נשאל את התלמידים:

- מה משותף לכל הדוגמאות שהובאו בחקרי המקרה?

נסכם שקל מאוד לגרום לשרשרת אירועים הרת אסון אם מתערבים במערכות האקולוגיות בלי "לפסוע לפני כן כמה צעדים גדולים לאחור" כדי לנסות לראות את התמונה המלאה. הדוגמאות שהובאו ממחישות שהתמקדות בגורם "מפריע" אחד עלולה לא רק להחטיא את המטרה, אלא גם להביא לתוצאות חמורות הרבה יותר.

הצעה 2: מרכיבי המערכת האקולוגית והקשרים ביניהם

התלמידים יבנו מערכת אקולוגית על כלל מרכיביה ויסמנו בחיצים את הקשרים ביניהם. נבחן מה קורה אם מוציאים את אחד המרכיבים. לאחר מכן נדון בשאלה זו:

- כיצד תושפע המערכת אם יחול שינוי במגוון המינים, או אם יחולו שינויים באקלים?

שלב א

נשאל את התלמידים:

- מי היה בחוף הים?

- האם חוף הים הוא מערכת אקולוגית?

נבקש מהתלמידים למנות גורמים ביוטיים וא־ביוטיים הרלוונטיים לחוף הים.

לחלופין אפשר לבחור בכל מערכת אקולוגית אחרת, כמו חורש ים־תיכוני, רכסי כורכר וחמרה, חולות מישור החוף, שלולית חורף וכו'. רצוי לבחור מערכת אקולוגית המוכרת לתלמידים מסויר, או שאפשר לצאת לסיור בסביבה הקרובה בשטח עשיר בחי ובצומח.

מידע על בתי גידול אפשר למצוא ב[סדרת החוברות שבאתר](#) החברה להגנת הטבע. אם נבחר מערכת אקולוגית שאינה החוף, נבקש מהתלמידים להכין רשימה של הגורמים הביוטיים והא־ביוטיים ונכתוב כל גורם על פתק נפרד. פתקים אלו יחליפו את כרטיסיות מרכיבי הסביבה החופית שבנספח.

שלב ב

נחלק לתלמידים את הכרטיסיות על מרכיבי הסביבה החופית (שבנספח). נדביק אותן על הלוח, על בריסטול או נניח על הרצפה ונבקש מהתלמידים לסמן בחץ את הקשרים שבין הגורמים בכרטיסיות או בין הגורמים שבפתקים שהכינו - החץ מצביע על השפעה בין גורם אחד לאחר. נזכיר שבמקרה של יחסי טורף־נטרף כיוון החץ מהנטרף לטורף (כיוון זרימת האנרגיה בשרשרת המזון).

שלב ג

נשאל את התלמידים:

- מה יקרה אם גורם אחד יצא מהמערכת?

נבקש מהתלמידים להעלות השערות או לחפש ברשת חומרים שיסייעו להם לענות על השאלה. למשל עלייה בטמפרטורת המים גרמה לכניסת מינים פולשים המתחרים במקומיים ולהכחדת

מינים; עלייה בחומציות המים גרמה לתמותת אלמוגים; הוקם שובר גלים ואין עוד גלים בחוף; או זיהום בים גרם לתמותה של הדגים ושל בעלי חיים ימיים אחרים וחל שינוי במגוון המינים בחוף.

- האם המערכת האקולוגית תושפע? כיצד? מה יקרה לה?
- האם המערכת תצא מאיזון לחלוטין או שתתייצב כעבור פרק זמן?

נבקש מהתלמידים להוציא את הכרטיסים של הגורמים שהושפעו וכך נמחיש את תגובות השרשרת במערכת. נשאל את התלמידים:

- אילו מקרים נוספים יכולים להשפיע על המערכת בחוף?
- למשל כתוצאה ממשבר האקלים - שינוי בטמפרטורת המים, עלייה בחומציות הים, התגברות של הרוחות.

הצעה 3: מהי אקולוגיה?

פעילות זו מבוססת על מצגת ותרגיל מתוך אתר מפמ"ר מדעי הסביבה שחיברה אורה בר. נציג לתלמידים את [המצגת](#). במצגת מופיעים תקצירים ממאמרים בנושאים אקולוגיים שפורסמו בעיתון הארץ. נבקש מהתלמידים למלא את הטבלה שלהלן בעת הצגת המצגת. בטבלה עליהם לזהות את המרכיבים הביוטיים, המרכיבים הא־ביוטיים בכל תמונה ואת קשרי הגומלין ביניהם. אם חסר לתלמידים רקע מקדים על יחסי הגומלין כדאי להזכיר את המושג ולתת כמה דוגמאות לפני המשימה.

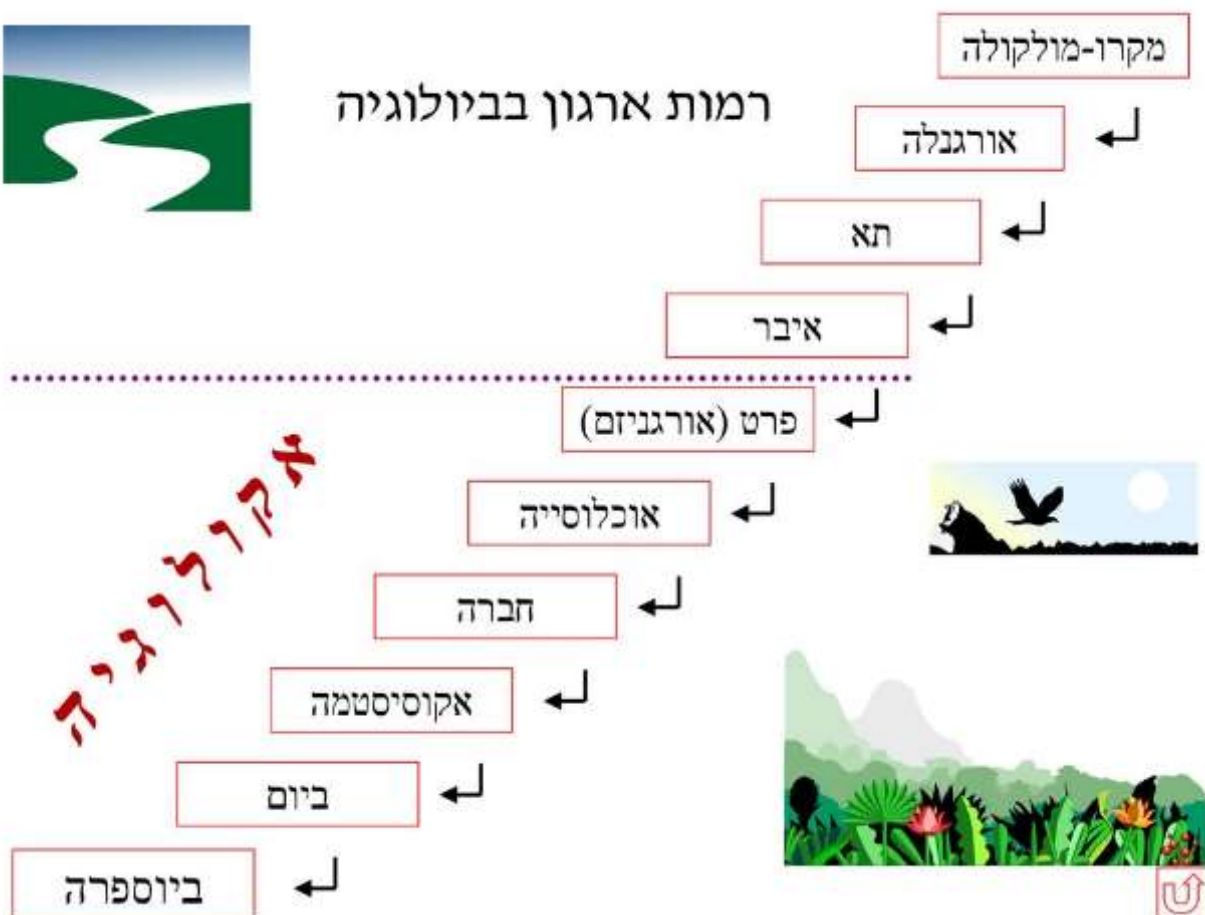
תוכן המאמר בקצרה	הגורמים החיים המזכירים - גורמים ביוטיים	הגורמים הדוממים המזכירים - גורמים א־ביוטיים	יחסי הגומלין המזכירים בין הגורמים הביוטיים לבין עצמם	יחסי הגומלין המזכירים בין הגורמים הביוטיים לא־ביוטיים

לסיום נדון בשאלות האלה:

1. מה המשותף בין המאמרים?
2. מי מבין הדוגמאות קשורה למשבר האקלים?
3. האם בכל הדוגמאות הופיעו יצורים חיים? האם רק בעלי חיים או גם צמחים?
4. האם המאמרים עוסקים ברמת התא, ברמת היצור הבודד או ברמת היצור וסביבתו?



רמות ארגון בביולוגיה



מתוך: מצגת של ד"ר ירון זיו באתר [/https://slideplayer.com/slide/14761419](https://slideplayer.com/slide/14761419)

הפעילויות בשלוש חלופות אלו יוכלו לשמש להערכה חלופית.

סיכום

נסכם כי המערכות האקולוגיות הן מורכבות וסבוכות, וגם המומחים אינם תמיד מבינים אותן עד תום. כל בעל חיים וצמח במערכת אקולוגית קשורים קשרים רבים ושונים ליצורים אחרים - ביחסים של טורף ונטרף; מתחרה על מזון או על משאבים אחרים כמו אור, מים ומקום קינון; או ביחסים של הדדיות. אם משנים גורם אחד, יש חשש של ממש שתיגרם תגובת דומינו הרסנית. היציבות של המערכת האקולוגית גדולה יותר ככל שהמערכת מגוונת יותר.

נספר לתלמידים שהשיעור הבא יעסוק בהשפעת משבר האקלים על מערכות הטבע ועל המגוון הביולוגי - נבקש מהתלמידים לחפש ברשת דוגמאות של השפעת שינויי אקלים על עולם הטבע או נצפה בסרטון על [השפעת שינויי אקלים על מגוון ביולוגי](#) (באנגלית, 12 דקות, אפשר להתחיל מדקה 7, לאחר ההסבר על מהי ההתחממות הגלובלית).

לחלופין נצפה בסרטון [אחר](#) המסביר על הוועידה העולמית בנושא מגוון ביולוגי ומשבר האקלים שנערכה ב־2007.

נספח: חקרי מקרה של התערבות האדם בטבע

קבוצה 1: איים קסומים, נמיות, חולדות וקנה סוכר

הוואי היא קבוצת איים שנוצרו מהתפרצויות געשיות בתוך הים. בהתחלה היו האיים חשופים ולא היו עליהם כל אדמה או צמחייה, אך לאורך מיליוני שנים האיים הפכו לגן עדן. חופים מדהימים, זרעים שנישאו ברוח או על ציפורים נודדות נטמנו באדמה שנוצרה בתהליכי בליה, והאיים שגשגו.

לפני 1,000 שנה הגיע האדם להוואי וגילה את גן העדן האבוד: שוניות עשירות, מפלי מים מתוקים, דגה, פירות וציפורים. באיים לא היו יונקים, אבל עכברים וחולדות הגיעו כנוסעים סמויים בסירות של הפולינזים הקדומים, והפולינזים הביאו איתם לאיים גם חזירים ותרנגולות, חתולים, חרקים וחולים פולשים. ככל שהגיעו עוד עוברי אורח לעולם המבודד הזה, כך המערכת האקולוגית הלכה והשתנתה, הלכה ונפגעה.

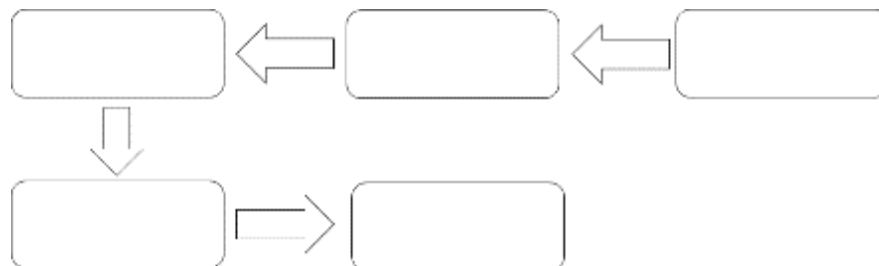
חולדות מצויות הן מינים מלווי אדם. כשהגיעו להוואי הן גרמו שם נזקים כבדים, עקב היעדר אויבים טבעיים. ב־1883 החליטו חקלאים בהוואי שצריך לעשות משהו נגד החולדות, שפגעו קשות ביבולי קנה הסוכר שלהם. הם בחרו בפתרון שנראה מתקדם: הדברה ביולוגית. לשם כך הם ייבאו לאי 72 נמיות אסיאתיות שיטרפו את החולדות. אבל שכחו פרט קטן: הנמיות פעילות ביום, החולדות – בלילה. החולדות המשיכו לכרסם את הקנים, הנמיות, שבהיעדר מתחרים התרבו ביתיים למאות אלפים, גרמו נזקים חמורים לבעלי החיים האחרים באי. בין היתר, טרפו הנמיות את ביצי הציפורים אשר התרגלו לחיים חסרי סכנה מטורפים וגרמו להכחדה של הציפור המקומית נָנָה.

פעילות האדם באיים גרמה להכחדת זני עצים בגלל בנייה והתיישבות ובגלל מינים פולשים, שוניות נהרסו והדגה דולדלה עד לקו האדום. בכל מקום בעולם עקבות האדם ההרסניות ניכרות, אבל בהוואי המרחק בזמן בין הופעת האדם והיונקים על האי הוא כה קצר, והמערכת האקולוגית הייתה כה ערומה מיונקים, עד שאפשר לראות במו עיננו ממש את האפקט ההרסני של התערבות האדם.

מקורות: [כשהתערבות בטבע יוצאת משליטה, זוותי; שבעה לקחים מהוואי, בלוג](#)

קראו את הקטע וענו על השאלות:

1. מהו המגוון הביולוגי של הוואי המתואר בקטע?
2. אילו מרכיבים ביוטיים וא־ביוטיים מחזרים בקטע ואילו קשרים ביניהם מתוארים בו?
3. מהם תהליכי השרשרת (פעולה ותוצאה) המתוארים בסיפור?



4. מהו הגורם הישיר שפגע במערכת הטבעית באי הוואי? תארו כיצד הוא פגע ישירות ובעקיפין.

קבוצה 2: הדברת דרורים בסין

ב־1957 הכריז מאו טסה־דונג, שליטה של הרפובליקה העממית של סין, על "קמפיין ארבעת המזיקים". הקמפיין, אחד מני רבים שיזמה המפלגה הקומוניסטית במטרה להפוך את סין לאומה מודרנית, בריאה, יצרנית ומשגשגת כלכלית, קרא לציבור להשמיד ארבעה מינים של בעלי חיים: יתושים, חולדות, זבובים ודרורים. השלושה הראשונים הושמדו בשל נזקיהם למשק הבית ולבריאות הציבור, המלחמה בדרורים הייתה בגלל נזקיהם ליבול החקלאי. סרטונים שצולמו בסין באותה תקופה מראים המוני אדם יוצאים לשדות מצוידים מקלות ארוכים, רוגטקות, רובים ותופים להפחדת הציפורים. סלים מולאו בגוויות הציפורים והובאו לנקודות ביקורת, שם מי שהציג שלל רב זכה לשבחים ומי שלא קטל די – ננזף. נוסף על כך, הציבור, שהיה נתון לפיקוח חברתי וממסדי חמור, הרס קנים, שבר ביצים והרג גוזלי דרורים (סרטון בנושא אפשר לראות כאן).

על פי הערכות נקטלו בעקבות מסע התעמולה הזה מאות מיליוני דרורים. המבצע הצליח, הציפורים הקטנות נעלמו משדותיה של סין, אך התוצאה הייתה טרגדיה אנושית מחרידה שכונתה "הרעב הגדול". כשהדרורים נעלמו מהשדות, נחילי ארבה, שעד אז שימשו מזון לדרורים, התרבו והתפשטו בלי הפרעה וכילו את יבולי האורז. האוכלוסייה הכפרית של סין איבדה את המרכיב העיקרי בתזונתה. על פי הערכות שונות, 30 עד 45 מיליון בני אדם מתו ברעב (הפער המספרי קשור כנראה לטווח הזמן שאליו מתייחסים האומדנים). מעניין לציין שהתעמולה שהמריצה את חיסול הדרורים גובתה בנתונים וחישובים שהעריכו שכל דרור אוכל 4.5 קילוגרם זרעים בשנה, ושעל כל מיליון דרורים שימותו אפשר יהיה להציל מזון שיספיק ל־60 אלף בני אדם. מדענים סינים בני ימינו אומרים שמאו טסה־דונג התעלם מחוות דעת מדעיות שהזהירו מפני תוצאות המבצע.

מקור: [כשהתערבות בטבע יוצאת משליטה, זוית](#)

קראו את הקטע וענו על השאלות:

1. מהי תגובת השרשרת המתוארת בקטע?
2. האם השמדת יתושים, חולדות חבובים גם גרמה להערכתכם לתגובות שרשרת? תארו תגובות אפשריות.
3. מה הייתם מציעים לשליט סין לעשות במקום "קמפיין ארבעת המזיקים"?

קבוצה 3: תנים, כלבת ונחשים



ב־1964 התחיל משרד החקלאות בישראל במבצע להשמדת תנים במטרה למנוע את הפצת מחלת הכלבת בשל הנזק שהתנים גרמו ללולים. בהנחיית משרד הבריאות והשירותים הווטרינריים פוזרו באזורי המחיה של התנים אפרוחים מורעלים. אך במשרד החקלאות לא הביאו בחשבון שלא רק התנים יתפתו לארוחת חינם, ויחד איתם הושמדו גם עופות דורסים, שועלים, זאבים, חתולי בר, חתולי ביצות ונמיות.

המחיר הכלכלי היה כבד: בעקבות הירידה התלולה באוכלוסיית הטורפים חלה צמיחה ניכרת באוכלוסיות הארנבים, החוגלות ומכרסמים רבים – כולם מזיקים לחקלאות. מחיר נוסף היה התרבות יתר של נחשי צפע בגלל היעדר הנמיות שטורפות אותם. בשנתיים שלאחר ההרעלה הוכפל מספר ההכשות מצפע בישראל. עד 1977 כשאוכלוסיית הנמיות התייצבה מחדש, חלה עלייה חדה במספר הנפגעים מהכשות נחשים ארסיים.

הרעלה ראשונית היא הרעלה מכוונת של בעלי חיים שנחשפו חשיפה ישירה למזון מורעל ששימש פיתיון בעבורם. הרעלה משנית פוגעת, שלא בכוונה, בבעלי חיים הניזונים מגויות של בעלי חיים שהורעלו בידי האדם.

עשרות נשרים בגולן הורעלו ומתו לאחר אכילת פגרים מורעלים. הנשרים, מחוסרי חוש הריח, נוחתים על הפגר המורעל, אוכלים אותו וגם מביאים ממנו מזון לגחלים בקן.

מקור: [כשהתערבות בטבע יוצאת משליטה, זווית](#)

תמונה: תן זהוב. מקור התמונה: [ויקיפדיה](#)

קראו את הקטע וענו על השאלות:

1. מה קרה למערכת האקולוגית בעקבות הרעלת התנים?
2. מי הושפע מהרעלה ראשונית ומי מהרעלה משנית?
3. מה היו ההשפעות על האדם כתוצאה מהרעלה זו?

קבוצה 4: סיפורו העגום של אגם ויקטוריה

אגם ויקטוריה שבמרכז אפריקה הוא אגם המים המתוקים השלישי בגודלו בעולם. אלפי שנים חיו במי האגם מאות מינים של דגים ובהם דגי אמנון ודגי אמנונית. דגי האמנונית עוררו עניין מיוחד בקרב חוקרים משום שחיו באגם יותר מארבע מאות מינים שונים מסוג זה!

מתיישבים שהגיעו מאירופה בתחילת המאה העשרים שינו לחלוטין את מצב הדגים באגם: הם כרתו שטחי יערות מסביב לאגם כדי לגדל בהם גידולים חקלאיים, והקימו מפעלים כדי לעבד את התוצרת החקלאית. מהשדות נשטפו לאגם חומרי דשן וחומרי הדברה, ומהמפעלים זרמו לאגם שפכים לא מטופלים. בשפכים ובחומרי הדשן שזרמו לאגם היו תרכובות חנקן ותרכובות זרחן, שהאיצו התרבות של אצות ירוקות באגם. האצות התחרו באצות צורניות ששימשו מקור מזון יחיד לדגי האמנון, ואוכלוסיית הדגים פחתה. אצות שמתו שקעו לקרקעית האגם ונעשו חומרי רקב בתהליכים הצורכים חמצן רב. וכך, בשל מחסור בחמצן, נפגעו הדגים באגם. ואם לא די בכל המפגעים האלה, בשנות החמישים של המאה העשרים הכניסו לאגם את דג נסיכת הנילוס כדי להגדיל את יבול הדגה.

דג נסיכת הנילוס הוא דג טורף ענק – אורכו יכול להגיע קרוב לשני מטרים ומשקלו למאה ק"ג! בתוך שנים אחדות התרבה הדג באגם, טרף את רוב הדגים שחיו במים וגרם להכחדה של יותר ממאתיים מיני דגים. התושבים המקומיים התקשו לדוג את נסיכת הנילוס, שהוא דג של מים עמוקים, בהיעדר אמצעי דיג משוכללים שיאפשרו להם להגיע ללב האגם. הדג הוא דג שמן ולא התאים לשיטה המקומית של ייבוש דגים בשמש. כדי להכין מדורות עישון לעשן את הדג, החלה כריתה מסיבית של עצים והתוצאה הייתה סחף של הקרקע. את הדיג העיקרי ערכו תאגידים מסחריים זרים. בשל כך, נפגעה גם אוכלוסיית דג נסיכת הנילוס מדיג יתר, ממחסור במקורות מזון (לאחר שטרף את רוב הדגים שחיו באגם) וממחסור בחמצן במי האגם. כתוצאה מכך, החלה לאט להשתקם אוכלוסיית שאר מיני הדגים. אגם ויקטוריה הוא מקרה בוחן לאגמים בכל העולם, ונעשים מאמצים בין-לאומיים להצלתו.

הדג נסיכת הנילוס נחשב מין פולש, וארגון IUCN הכריז עליו אחד ממאה המינים הפולשים המזיקים ביותר. באוסטרליה מוטלים קנסות כבדים על מי שמכניס דג נסיכת הנילוס חי לתחומיה, שכן הוא מתחרה בדג מקומי ודוחקו.



מקורות: [מי יציל את אגם ויקטוריה?](#)

תמונה: מבט לוויין על אגם ויקטוריה, צילום NASA, [ויקיפדיה](#)

קראו את הקטע וענו על השאלות:

1. שנים רבות נשמר שיווי המשקל האקולוגי באגם ויקטוריה.
 - א. ציינו אילו מרכיבים ביוטיים התקיימו באגם בשנים אלו.
 - ב. תנו דוגמה לשרשרת מזון שהתקיימה באגם בשנים אלו וציירו שרטוט שלה.
2. מה פגע באיכות המים של האגם? כיצד?
3. ציינו לפחות שני שינויים שחלו באגם ויקטוריה וגרמו להפרת האיזון. לכל אחד מהם תארו מה גרם לשינוי.
4. ציינו שני גורמים ביוטיים שהפרו את שיווי המשקל האקולוגי באגם, ציינו בנוגע לכל גורם על מי השפיע ומה הייתה השפעתו.

קבוצה 5: אי הפסחא כמשל

אי הפסחא השוכן באוקיינוס השקט הוא אי קטן יחסית, (שטחו כ־164 קמ"ר) מבודד מאוד ואינו ראוי למגורי אדם. כשהאי התגלה בשנת 1722 חיו בו כ־400 ילידים חיים פרימיטיביים ביותר, והיו בו צמחייה דלה ומעט בעלי חיים. אולם לאורך החופים היו פזורים יותר ממאתיים פסלי אבן ענקיים בדמות בני אדם (גובה כל פסל כעשרה מטרים, ומשקלו כ־74 טון) וכ־700 פסלים גדולים עוד יותר שננטשו באמצע העבודה עליהם. הפסלים העידו על תרבות עתיקה מפוארת וחזקה. חוקרים רבים ניסו להבין את התעלומה - כיצד הצליחו להסיע ולהעמיד את הפסלים? מה קרה לאי? ולכן נעלמה האוכלוסייה שלו?

התושבים הראשונים הגיעו לאי בשנת 400 לפני הספירה. כשהגיעו המתיישבים הראשונים לאי הוא היה מכוסה יער עבות מגוון. מחקרים הוכיחו כי באי גדלו בעבר לפחות 21 מינים של עצים והם נכחדו מהאי. העץ העיקרי היה מין דקל גדול. בנוסף לצמחייה השופעת קיננו באי גם שפע עופות - לפחות שישה מינים של עופות יבשה ו־25 מינים של עופות ימיים.

במאה ה־18 כשהגיעו האירופים לאי לא היה זכר לעצים, כל שטח האי היה עשב זרוע סלעים, והעופות היחידים היו התרנגולות שהמתיישבים הביאו איתם. על השאלה מה גרם להכחדת העצים והעופות אין הסכמה בין החוקרים. מרביתם מסכימים כי לאסון האקולוגי אחראים התושבים. ההוכחות לכך נמצאות בשרידי התנורים שבהם אפשר היה להיווכח כי הילידים נהגו להסיק את התנורים בעצים וכיצד בהדרגה משרפה של מיני העצים עברו הילידים לשרוף עשב. מהמחקרים עולה שהיעלמות היערות החלה זמן קצר לאחר ההתיישבות הראשונה באי, הגיעה לשיאה בשנת 1400, והסתיימה (במועדים שונים במקומות שונים) בין תחילת המאה ה־15 לסוף המאה ה־17.

כאמור, רוב החוקרים חושבים שהתושבים היו אחראים ישירות לבירוא היערות המוחלט שהתרחש באי. בין שהשתמשו בעצים להסקה (אקלים האי קר למדי בחורף), בין שהשתמשו בהם להכנת המזון בתנורים שנמצאו באי ליד כל בית, לשרפת גופות (מנהג פולימי מקובל) או לפנות מקום לגני ירק. העצים שימשו ככל הנראה גם לבניית סירות ולהכנת הקורות והחבלים שנדרשו לשינוע והעמדת פסלי הענק. עם זה, קיימות גם הוכחות שהחולדה הפולינזית שהגיעה יחד עם המתיישבים כנוסעת סמויה, או שהובאה בכוונה כמקור מזון מן החי, נהגה לכרסם את האגוזים של הדקלים, ובכך למנוע מהדקלים להתחדש, וייתכן שבצורה דומה היא פגעה גם בעצים האחרים. יש חוקרים שטוענים שהחולדה היא הגורם העיקרי להיעלמות יער הדקלים, אולם חוקרים אחרים מעלים את הטענה שלפירות הדקל באי הפסחא קליפה פנימית קשה ולא סביר שהחולדות אכלו כמויות גדולות מהם.

בחפירות באתרי הפסלות של תושבי האי הראשונים נמצא שבעל החיים הנפוץ ביותר בשכבות הקדומות היה הדולפין המצוי. הדולפין חי בלב ים והדרך היחידה לצוד אותו היא בדיג מתוך סירות קנו, שנבנו ככל הנראה מהעצים שהזכרו. נמצאו גם מעט עצמות דגים (משום שהים סביב האי עמוק ואין בו שוניות אלמוגים, ולכן כמעט אי אפשר לדוג מהחוף). בעל חיים נוסף שעצמותיו נמצאו בשפע בגלי האשפה הוא החולדה הפולינזית.

השוואה בין השכבות הקדומות לשכבות המאוחרות יותר מדגימה היטב את האסון האקולוגי. הדולפינים ודגי מים עמוקים כמו הטונה נעלמו לגמרי, ובד בבד נעלמו העצים שאפשרו את בניית הסירות שנדרשו לדיג. עופות היבשה והים נעלמו כליל, ככל הנראה עקב הציד, בירוא היערות וטריפת ביצים על ידי החולדות. אי הפסחא הוא האי היחיד בכל האוקיינוס השקט שבו הושמדו כליל כל העופות שהיו בו. לפי גלי האשפה משנת 1500 מקורות המזון התמעטו, ואנשים החלו להגביר את גידול התרנגולות. האוכלוסייה סבלה מרעב וקטנה באורח ניכר. מחקרים אחרים מצאו שתושבי האי ידעו להפרות את הקרקע כדי להתקיים מגידולים חקלאיים ולמרות זאת, אוכלוסיית תושבי האי הצטמצמה מאוד.



מקורות: אי הפסחא, [ויקיפדיה](#)

תמונה: פסל ענק באי. מקור [ויקיפדיה](#)

קראו את הטקסט וענו על השאלות:

1. החפירות הארכיאולוגיות באי הם מקור ללמוד על התהליך שקרה באי. מה אפשר ללמוד מממצאי החפירות?
2. מה היו הגורמים להיעלמות האנשים מהאי?
3. האם לדעתכם היעלמות התנאים הנדרשים לפעילות האנושית באי פסחא יכולה לקרות גם בימינו, במקום אחר? הסבירו את דעתכם.

ملحق: بحث حالات لتدخل الإنسان في الطبيعة

المجموعة 1: الجزر السحرية، النمس، الجرذان وقصب السكر

هاواي هي مجموعة جُزُر تكونت من ثورات بركانية في البحر. في البداية، كانت هذه الجزر مكشوفة ولم يكن عليها تربة أو نباتات، ولكن على مدى ملايين السنين أصبحت الجُزُر جنة. شواطئ رائعة، تم دفن البذور التي تحملها الرياح أو الطيور المهاجرة في التربة الناتجة عن عمليات التجوية، وازدهرت الجُزُر.

قبل 1000 سنة، جاء الإنسان إلى هاواي واكتشف الجنة المفقودة: الشعاب المرجانية الغنية، شلالات المياه العذبة، الأسماك، الفواكه والطيور. لم تكن الثدييات في الجُزُر، لكن وصلت الفئران والجرذان كركاب مختبئين في قوارب البولينييزيين القدماء، وجلب البولينيزيون معهم إلى الجزر أيضًا الخنازير، الدجاج، القطط، الحشرات والزواحف الغازية. مع وصول المزيد من المارة إلى هذا العالم المنعزل، تغير النظام البيئي وتضرر أيضًا.

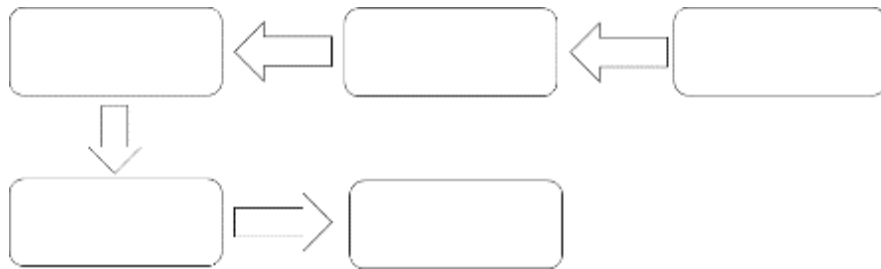
الفئران الشائعة هي أنواع ترافق الإنسان. عندما وصلت جُزُر هاواي أدت إلى أضرار جسيمة هناك بسبب عدم وجود أعداء طبيعيين. في سنة 1883، قرر المزارعون في هاواي أن يفعلوا شيئًا حيال الفئران التي ألحقت أضرارًا بالغة في محاصيل قصب السكر. اختاروا حلاً يبدو متقدمًا: المكافحة البيولوجية. ولهذا الغاية، أحضروا 72 نمسا آسيويًا إلى الجزيرة لتقترب الفئران. لكنهم نسوا شيء بسيط: النمس نشط أثناء النهار والفئران في الليل. استمرت الفئران في قضم الأعشاش، تضاعف النمس في غضون ذلك إلى مئات الآلاف في غياب منافسين، مما أدى إلى أضرار جسيمة للحيوانات الأخرى في الجزيرة. من بين الأمور الأخرى، كان النمس يفترس بيض الطيور التي اعتادت العيش في مكان خالي من المخاطر، وأدت إلى انقراض الطائر المحلي نانا.

أدى نشاط الإنسان في الجزر إلى انقراض أنواع الأشجار بسبب البناء والاستيطان وبسبب الأنواع الغازية، تم تدمير الشعاب المرجانية وتضاءل الصيد إلى الخط الأحمر. في كل مكان في العالم، نلاحظ آثار الإنسان المدمرة، لكن في هاواي المسافة الزمنية بين ظهور الإنسان والثدييات على الجزيرة قصيرة جدًا، والنظام البيئي كان خاليًا جدًا من الثدييات، بحيث يمكننا أن نرى بأعيننا التأثير المدمر لتدخل الإنسان.

المصادر: [عندما يخرج التدخل في الطبيعة عن السيطرة ، موقع ١١١١٢؛ سبعة اعتبارات من هاواي، مدونة](#)

اقرأوا القطعة وأجيبوا عن الأسئلة:

1. ما هو التنوع البيولوجي، في هاواي، الموصوف في القطعة؟
2. ما هي المكونات الأحيائية واللا أحيائية المذكورة في القطعة، وما هي الروابط الموصوفة فيما بينها؟
3. ما هي سلسلة العمليات (العمل والنتيجة) الموصوفة في القصة؟



4. ما هو السبب المباشر للضرر الذي حدث في النظام الطبيعي في جزيرة هاواي؟ صفوا كيف أصاب بشكل مباشر وغير مباشر؟

المجموعة 2: إبادة العصفير في الصين

في سنة 1957، أعلن ماو تسي دونغ، حاكم جمهورية الصين الشعبية، عن "حملة الآفات الأربعة".

دعت الحملة، وهي واحدة من عدة حملات بدأها الحزب الشيوعي لجعل الصين دولة حديثة وصحية ومنتجة ومزدهرة اقتصاديًا، وقد دعت الحملة الجمهور لإبادة أربعة أنواع من الحيوانات: البعوض، الجرذان، الذباب والعصفير.

تمت إبادة الثلاثة الأولى بسبب الأضرار التي لحقت بالأسرة والصحة العامة، وكانت الحرب على العصفير بسبب الأضرار التي لحقت بالمحصول الزراعي.

تُظهر مقاطع الفيديو التي تم التقاطها في الصين، في ذلك الوقت، حشودًا تخرج إلى الحقول بالعصي الطويلة المقلاع، البنادق والطبول لإخافة العصفير. امتلأت السلال بجثث العصفير وتم نقلها إلى نقاط التفتيش، حيث تم مدح كل من قدم الكثير من الغنائم، وتم توبيخ كل من لم يقتل ما يكفي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الجمهور الذي كان يخضع لرقابة اجتماعية ومؤسسية شديدة، دمر الأعشاش وكسر البيض وقتل العصفير (يمكن مشاهدة فيلم قصير حول هذا الموضوع [هنا](#)).

حسب التقدير، قُتل مئات الملايين من العصفير نتيجة لهذه الحملة الدعائية. كانت العملية ناجحة، اختفت العصفير الصغيرة من حقول الصين، لكن النتيجة كانت مأساة إنسانية مروعة سُميت "المجاعة الكبرى".

عندما اختفت العصفير من الحقول تكاثرت أسراب الجراد التي كانت تُستخدم كغذاء للعصفير حتى ذلك الحين، وانتشر الجراد دون تشويش واستهلك محصول الأرز. خسر سكان الريف في الصين المكون الرئيسي في نظامهم الغذائي. وفقًا لتقديرات مختلفة، مات من 30 إلى 45 مليون شخص من الجوع (ربما يكون الفرق العددي مرتبط بالإطار الزمني الذي تُشير إليه التقديرات). من المثير للاهتمام أن نلاحظ أن الدعاية التي حفزت القضاء على العصفير كانت مدعومة بالمعطيات والحسابات التي قدرت أن كل عصفور يأكل 4.5 كيلوغرام من البذور سنويًا، وأنه مقابل موت كل مليون عصفور يُمكن توفير ما يكفي من الطعام لـ 60 ألف شخص. يقول العلماء الصينيون المعاصرون: إن ماو تسي تونغ تجاهل الآراء العلمية التي حذرت من نتائج الحملة.

المصدر: [عندما يخرج التدخل في الطبيعة عن السيطرة، ٢٠١٧](#).

اقرأوا القطعة وأجيبوا عن الأسئلة:

1. ما هو رد فعل السلسلة الموصوفة في القطعة؟
2. هل أدت إبادة البعوض، الجرذان والذباب، حسب تقديركم، إلى رد فعل سلسلة؟ صفوا ردود فعل ممكنة.
3. ماذا تقترحون على حاكم الصيني أن يفعل بدلاً من "حملة الآفات الأربعة"؟

المجموعة 3: ابن آوى، داء الكلب والثعابين



في سنة 1964، بدأت وزارة الزراعة، في إسرائيل، في حملة لإبادة ابن آوى من أجل منع انتشار داء الكلب بسبب الضرر الذي فعله ابن آوى في أقنان الدجاج. بتوجيه من وزارة الصحة والخدمات البيطرية تمّ نشر صيصان مسمومة في مناطق سكن ابن آوى.

لكن وزارة الزراعة لم تأخذ بعين الاعتبار أنّ يؤدي نشر الصيصان المسمومة إلى إبادة الطيور الجارحة، الثعالب، الذئاب، القطط البرية، قطط المستنقعات والنمس.

كان الثمن الاقتصادي باهظاً: في أعقاب الانخفاض الحاد في أعداد الحيوانات المفترسة، كان هناك نمو كبير في أعداد الأرانب والحجل والعديد من

القوارض - وكلها ضارة بالزراعة. وكان الثمن الآخر هو التكاثر الزائد للأفاعى بسبب نقص النمس الذي يفترسها. في العامين التاليين للتسمم، تضاعف عدد لدغات الأفاعى في إسرائيل. حتى عام 1977، عندما أعادت عشيرة النمس تأسيس نفسها، كان هناك ازدياد حاد في عدد الضحايا من لدغات الثعابين السامة.

التسمم الأولي هو التسمم المتعمد للحيوانات التي تعرضت مباشرة للأغذية المسمومة التي استُخدمت كطعم لها. التسمم الثانوي يضر عن غير قصد بالحيوانات التي تتغذى على جثث الحيوانات التي سمها الإنسان.

تسممت عشرات النسور في الجولان وماتت بعد أن أكلت جثث مسمومة. النسور التي تفتقر حاسة الشم، تهبط على الجثة المسمومة، تأكلها وتأخذ منها طعام أيضاً لإطعام صغارها في العش.

المصدر: [عندما يخرج التدخل في الطبيعة عن السيطرة ، موقع ١١١١٢٢٢٢](#)

الصورة: ابن آوى الذهبي . مصدر الصورة: [ويكيبيديا](#)

اقرأ القطعة وأجيبوا عن الأسئلة:

1. ماذا حدث للنظام البيئي في أعقاب تسمم ابن آوى؟
2. من تأثر من التسمم الأولي ومن تأثر من التسمم الثانوي؟
3. ما هي التأثيرات على الإنسان من جراء هذا التسمم؟

المجموعة 4: قصة بحيرة فيكتوريا الحزينة

تقع بحيرة فيكتوريا في وسط أفريقيا، وهي ثالث أكبر بحيرة للمياه العذبة في العالم. منذ آلاف السنين، عاشت فيها مئات الأنواع من الأسماك في البحيرة، بما في ذلك أسماك المشط. أثارت أسماك المشط اهتمامًا خاصًا بين الباحثين، لأن أكثر من أربعمئة نوع مختلف من هذا النوع يعيش في البحيرة!

قام المستوطنون الذين أتوا من أوروبا، في أوائل القرن العشرين، بتغيير حالة الأسماك في البحيرة تمامًا: قطعوا الغابات حول البحيرة لزراعة المحاصيل الزراعية، وأقاموا مصانع لمعالجة المنتجات الزراعية. انتقلت أسمدة ومبيدات من الحقول إلى البحيرة، وتدفقت مياه الصرف الصحي غير المعالجة من المصانع إلى البحيرة. احتوت النفايات السائلة والأسمدة التي تصب في البحيرة على مركبات النيتروجين والفوسفور، مما أدى ذلك إلى تسريع تكاثر الطحالب الخضراء في البحيرة. تنافست الطحالب مع الطحالب السليكاتية التي كانت بمثابة المصدر الغذائي الوحيد لأسماك المشط، وتضاءل تعداد عشيرة الأسماك. الطحالب التي ماتت رسبت في قاع البحيرة وأصبحت مواد فاسدة في عمليات تستهلك الكثير من الأكسجين. وبالتالي، بسبب نقص الأكسجين تضررت الأسماك في البحيرة. وإذا لم تكن كل هذه المخاطر كافية، فقد تم إدخال أسماك البياض النيلي في الخمسينيات من القرن العشرين إلى البحيرة لزيادة المحصول السمكي.

البياض النيلي هو سمكة ضخمة آكلة لحوم - يمكن أن يبلغ طولها مترين ووزنها مائة كيلوغرام! في غضون بضع سنوات، تضاعف تعداد الأسماك في البحيرة، مما أدى إلى افتراس معظم الأسماك التي تعيش في الماء، وقد أدى إلى انقراض أكثر من مائتي نوع من الأسماك. استصعب السكان المحليين في صيد البياض النيلي، لأن هذه السمكة تعيش في المياه العميقة، ولا تتوفر لديهم معدات صيد متطورة تسمح لهم بالوصول إلى قلب البحيرة.

هذه الأسماك سميكة وغير مناسبة للطريقة المحلية لتجفيف الأسماك في الشمس. لتحضير حرائق دخان لتدخين الأسماك، بدأ قطع الأشجار على نطاق واسع وكانت النتيجة جرف التربة. تم إجراء الصيد الرئيسي من قبل الشركات التجارية الأجنبية. ونتيجة لذلك، تأثرت أسماك البياض النيلي من الصيد الزائد، من النقص في مصادر الغذاء (بعد أن التهمت معظم الأسماك التي تعيش في البحيرة) ومن نقص الأكسجين في مياه البحيرة. نتيجة لذلك، بدأت تعود عشائر أنواع أسماك أخرى بشكل تدريجي. تُعتبر بحيرة فيكتوريا حالة خاصة لبحث بحيرات حول العالم، وتُبذل جهود دولية لإنقاذها.

يُعتبر البياض النيلي من الأنواع الغازية، وقد أعلن الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة IUCN عنه أنه واحد من أكثر 100 نوع غازي ضررًا. في أستراليا، تُفرض غرامات باهظة على كل من يجلب أسماك البياض النيلي إلى أراضيها، لأنها تُنافس الأسماك المحلية وتدمرها.



المصادر: [من ينقذ بحيرة فيكتوريا؟](#)

الصورة: تصوير القمر الصناعي لبحيرة فيكتوريا، صورة ناسا ، [ويكيبيديا](#)

اقرأ القطعة وأجبوا عن الأسئلة:

1. تم الحفاظ على التوازن البيئي في بحيرة فيكتوريا سنوات كثيرة.
أ. حدّدوا المكونات الأحيائية الموجودة في البحيرة خلال هذه السنوات.
ب. أعطوا مثلاً لسلسلة غذائية كانت موجودة في البحيرة خلال هذه السنوات وارسموا مخططاً لها.
2. ما الذي أضر بجودة مياه البحيرة؟ كيف؟
3. اذكروا تغييرين، على الأقل، حدثا في بحيرة فيكتوريا، ونتيجة لهما حدث اضطراب في التوازن. صفوا سبب التغيير لكل واحد منهما.
4. اذكروا عاملين أحيائيين أديا إلى تشويش في التوازن البيئي في البحيرة، اذكروا تأثير كل عامل وعلى مَنْ أثر؟

المجموعة 1: جزيرة الفصح أو القيامة كمثال

تقع جزيرة الفصح في المحيط الهادئ، وهي جزيرة صغيرة نسبياً (حوالي 164 كيلومتراً مربعاً)، معزولة جداً وغير صالحة للسكن. عندما تم اكتشاف الجزيرة في عام 1722، كان يعيش فيها حوالي 400 نسمة من السكان الأصليين، بدائيون للغاية، وكان في الجزيرة عدد قليل من النباتات والحيوانات. ومع ذلك، وُجد على طول الشواطئ أكثر من مائتي تمثال حجري ضخمة على شكل إنسان (يبلغ ارتفاع كل تمثال حوالي عشرة أمتار، ويزن حوالي 74 طناً) وحوالي 700 تمثال أكبر منها، وقد تُركت في منتصف العمل عليها. تدل المنحوتات على ثقافة قديمة مجيدة وقوية. حاول العديد من العلماء فهم اللغز - كيف تمكّنوا من نقل وإقامة التماثيل؟ ماذا حدث للجزيرة؟ وإلى أين ذهب سكانها؟

جاء السكان الأوائل إلى الجزيرة عام 400 قبل الميلاد. عندما وصل المستوطنون الأوائل إلى الجزيرة كانت مغطاة بغابة كثيفة متنوعة. أثبتت الأبحاث أن 21 نوعاً، على الأقل، من الأشجار قد نمت في الجزيرة في الماضي وانقرضت منها. كانت الشجرة الرئيسية من أنواع النخيل الكبيرة. بالإضافة إلى النباتات الكثيرة، عثشت في الجزيرة طيور كثيرة أيضاً - ستة أنواع، على الأقل، من الطيور البرية و 25 نوعاً من الطيور البحرية.

في القرن الثامن عشر، عندما وصل الأوروبيون إلى الجزيرة، لم يكن هناك أي أثر للأشجار، وكانت المنطقة بأكملها من العشب الصخري، والطيور الوحيدة التي كانت في الجزيرة هي الدجاج الذي جلبه المستوطنون معهم. وحول مسألة سبب انقراض الأشجار والطيور، لا يوجد اتفاق بين الباحثين. يتفق معظمهم على أن السكان مسؤولون عن الكارثة البيئية. وُجد الدليل على ذلك في بقايا المواقف حيث يمكن رؤية أن السكان الأصليين كانوا يُشعلون المواقف الموجودة في الأشجار وكيف انتقل السكان الأصليون تدريجياً من حرق أنواع الأشجار إلى حرق العشب. اتضح من الأبحاث إلى أن اختفاء الغابات بدأ بعد وقت قصير من الاستيطان الأول على الجزيرة، وبلغ ذروته عام 1400، وانتهى (في أوقات مختلفة في أماكن مختلفة) بين بداية القرن الخامس عشر ونهاية القرن السابع عشر.

كما ذكرنا، يعتقد معظم الباحثين أن السكان كانوا مسؤولين بشكل مباشر عن قطع الغابات الذي حدث في الجزيرة. سواء استخدموا الحطب للتدفئة (مناخ الجزيرة بارد جداً في الشتاء)، سواء استخدموه لإعداد الطعام في الأفران الموجودة في الجزيرة بالقرب من كل منزل، أو لحرق الجثث (عادة بولينيزية شائعة) أو لإنشاء حدائق خضروات. من المحتمل أن الأشجار كانت تستخدم أيضاً لبناء القوارب وتجهيز الحزم والحبال اللازمة لنقل وإقامة التماثيل العملاقة. ومع ذلك، هناك أيضاً دليل على أن الجرذ البولنيزي الذي جاء مع المستوطنين كمسافر متخفي، أو تم إحضاره عمداً كمصدر للغذاء الحيواني، قضم جوز النخيل، وبالتالي منع النخيل من التجدد، وربما أضر بالمثل الأشجار الأخرى. يدعي بعض الباحثين أن الجرذ هو السبب الرئيسي لاختفاء غابة النخيل، لكن باحثين آخرين يزعمون أن ثمار النخيل في جزيرة الفصح لها قشرة داخلية قاسية ومن غير المرجح أن الجرذان أكلت كميات كبيرة منها.

وُجد في الحفريات، في مواقع نفايات سكان الجزيرة الأوائل، أن الحيوان الأكثر شيوعاً في الطبقات القديمة هو الدلفين الشائع. يعيش الدلفين في وسط البحر، والطريقة الوحيدة لصيده هي الصيد من الزوارق التي ربما بُنيت من الأشجار المذكورة. تم العثور أيضاً على القليل من عظام الأسماك (لأن البحر المحيط بالجزيرة عميق ولا يحتوي على شعاب مرجانية، لذلك يكاد يكون من المستحيل الصيد من الشاطئ). الحيوان الآخر الذي تم العثور على عظامه بكثرة في موجات القمامة هو الجرذ البولنيزي.

توضح المقارنة بين الطبقات السابقة واللاحقة الكارثة البيئية. اختفت الدلافين وأسماك المياه العميقة كالتونة، وفي الوقت نفسه اختفت الأشجار التي جعلت من الممكن بناء القوارب اللازمة لصيد الأسماك. اختفت الطيور البرية والبحرية تماماً، ربما بسبب الصيد، قطع الغابات واقتراض البيض من قبل الفئران. جزيرة الفصح هي الجزيرة الوحيدة، في المحيط الهادئ، التي تمّت فيها إبادة جميع الطيور التي كانت فيها. وفقاً لكميات القمامة منذ سنة 1500، تضاعلت مصادر الغذاء، وبدأ الناس في زيادة تربية الدجاج. عانى السكان من الجوع وانخفض تعدادهم بشكل كبير جداً. وجدت أبحاث أخرى أن سكان الجزيرة عرفوا كيفية تسميد الأرض من أجل البقاء على قيد الحياة من المحاصيل الزراعية، وعلى الرغم من ذلك، انخفض تعداد سكان الجزيرة بشكل كبير.



المصادر: جزيرة الفصح ، [ويكيبيديا](#)

الصورة: تمثال ضخيم على الجزيرة. المصدر [ويكيبيديا](#)

اقرأوا النص وأجيبوا عن الأسئلة:

1. تُعتبر الحفريات الأثرية في الجزيرة مصدرًا للتعرف على العملية التي حدثت في الجزيرة. ما الذي يمكن تعلمه من نتائج الحفريات؟
2. ما هي أسباب اختفاء أهل الجزيرة؟
3. هل تعتقدون أن اختفاء الظروف المطلوبة لنشاط الإنسان في جزيرة الفصح يمكن أن يحدث اليوم، في مكان آخر؟ اشرحوا رأيكم.

נספח: מרכיבי הסביבה החופית

סרטן חולות - הסרטן מותאם לחיים בחול – יש לו צבתות לחפירת מחילות ומברשות על העיניים להסרת החול. הסרטן אוכל בעלי חיים קטנים הנפלטים מהים על גבי הגלים, וגם שלדים ושרידים של חיות ים אחרות כולל פגרי דגים ושאריות מזון אדם. הביצים שלו מוחזקות אצל הנקבה עד בקיעתן. אז הפגיות משוחררות במים, ושם הן משלימות את הגלגול עד לצורת הסרטן הצעיר שחוזר ליבשה לאחר שבועות מספר. בקיץ, בגלל החום, הסרטן פעיל בשעות הלילה או בשעות הבוקר המוקדמות.

חול - החול מגיע לים התיכון מהרי הגרניט באפריקה. הסלעים שם מתפוררים לגרגרי החול שהיו מוסעים בעבר בזרם הנילוס ונשפכו בדלתא לחוף הים. משם החול לוקח "טרמפ" צפונה עם הזרמים בים, והגלים מסיעים אותו מערבה חורקים אותו אל החוף. הגרגרים קלים מאוד, והרוח מעיפה אותו בקלות לכל עבר.

בעלי חיים רבים מתחפרים ומסתתרים בחול, וצמחי החוף גדלים עליו. גרגרי החול מתחממים מאוד מקרינת השמש וקשה ללכת עליו בשעות הקיץ החמות. גם האדם אוהב את החול ולפעמים רבות משתמש בו למגוון שימושים כחומר בנייה ועוד.

שמש - קרני השמש מספקות אור המשמש את צמחי החוף בתהליך הפוטוסינתזה ויוצרות חום. חום רב מדי גורם לאיבוד מים והתייבשות של הצמחים. קרני השמש מחממות את גרגרי החול, ובקיץ החול חם ואפילו לוהט. בעלי חיים רבים, כמו למשל סרטן החולות, גרבילים וחיפושיות מתחבאים ביום במחילות ויוצאים לפעילות רק בלילה.

רוח - בחוף הים יש לעיתים רוח חזקה. הרוח מעיפה את גרגרי החול. כתוצאה מכך הצמחים עלולים להיפגע מהגרגרים, להתכסות בחול או שהשרשים שלהם ייחשפו, לכן יש בחוף צמחים שרועים או גמישים.

הרוח מעיפה גם טיפות מלוחות של רסס ים, שעלולות לפגוע בעלים ולכן יש צמחים שלהם שערות או שכבת מגן קשיחה. הרוח יוצרת את הגלים ומעיפה את הפסולת ממקום למקום.

צומח חוף הים - יש סוגי צמחים רבים בחוף הים. צמחי החוף החולי - כמו ידיד החולות, מד חול דוקרני, לפופית, חבצלת החוף ואחרים - מותאמים כולם לתנאים הקשים בחולות: לתנועה של החול בזמן הרוח, לרסס של מלח מגלי הים, לכיסוי בחול או לחשיפה לחול ולקושי במציאת מי תהום המחלחלים עמוק בחול. גם לצמחי הכורכר התאמות דומות. בעלי חיים כמו לטאות, מכרסמים, חיפושיות וחלזונות מסתתרים בשעות החמות בינות לצמחים, מתחתם ועליהם ויש כאלו הניזונים מהעלים ומהזרעים שלהם.

כורכר - סלע הכורכר הנפוץ בחוף הסלעי בנוי מגרגרי חול, משברי צדפים ומחלזונות שהתאבנו לפני שנים רבות. גלי הים ממיסים את הסלעים ומתחתרים בהם ויוצרים בהם צורות כמו משטחי סלע וטבלאות גידוד, צנירים ומערות. האדם חצב בסלעי הכורכר מערות ובריכות והשתמש בסלעים לחומרי בנייה. על רכסי הכורכר צומחים צמחים רבים כקריטמון ימי, צבעוני השרון, קורנית ועוד.

אדם - מאז ומתמיד השתמש האדם בחוף הים לשימושים רבים – למקור למזון כדוגמת דגים, חלזונות ואצות; למקור של חומרים לבנייה כחול וכורכר; לתעשייה וייצור של צבע ארגמן מחלזונות, מלח ומים מותפלים. לאורך החוף הוקמו יישובים רבים ונבנו נמלים. חופים משמשים לבילוי, נופש ותיירות - רחצה, פעילות ספורט, מקום להשראה ועוד. לעיתים רבות האדם משפיע על החוף השפעה שלילית אם בניצול יתר של המשאבים אם בפגיעה בחוף ובזיהומו.

דגים - בים ובחוף הים עשרות מינים של דגים החיים בינות הסלעים או בגוף המים. הם נושמים חמצן בעזרת זימים. הדגים ניזונים לרוב מאצות או מבעלי חיים אחרים ומשמשים בעצמם טרף

לבעלי חיים אחרים כמו כרישים, שחפיות ושקנאים או לאדם שדג אותם, אם בחכות אם בספינות דיג. במקרים של זיהום נפליטים דגים לחוף.

ציפורים - עופות רבים נהנים מחוף הים: עופות נודדים, למשל שקנאים וחסידות, נהנים מחופי הים כתחנת מנוחה ותדלוק במסעם. עופות אחרים כשחפיות וסיקסקים מוצאים מקום לקנן על איי הכורכר או בחוף החולי. יש הניזונים מדגים, מסרטנים או מבעלי אחרים שבחוף.

זיהום ופסולת - במשך שנים רבות סבל חוף הים מזיהום והזנחה. נחלי החוף נעשו צינורות שהובילו ביוב מזוהם אל הים. כיום, מרבית הביוב מטופל במתקני טיהור שפכים, ורק מפעלים בודדים מקבלים היתר זמני להולכת השפכים שלהם בצינור אל הים. הפסולת שכיחה מאוד בחופים. מקצתה מגיעה מהים עם הגלים, מהיבשה על ידי הרוח ומקצתה מקורה בחוסר הקפדה של משתמשי החוף על הניקיון. הזיהום והפסולת הם מפגע בריאותי הן לאדם הן לבעלי החיים בים ובחוף.

אצות - אצות רבות מכסות את משטחי הגידוד בחוף הסלעי. האצות הן צמחים המשתמשים באור השמש בתהליך הפוטוסינתזה ומייצרות חמצן, וממנו נהנים בעלי החיים בים כמו הדגים, הסרטנים, החלזונות והצדפים. בעלי חיים רבים גם מסתתרים באצות וניזונים מהן. האצות משמשות גם מזון לאדם, מספוא לבעלי החיים, דשנים בחקלאות ומרכיב בתכשירים קוסמטיים.

צדפות וחלזונות - רכיכות רבות חיות בים ובחוף החולי והסלעי. להגנתן הן יוצרות כיסוי גירני קשה של צדפים וקונכיות. יש הנצמדות בחזקה לסלע הכורכר כהגנה מפני הגלים ויש המתחפרות בחול. יש בהן רכיכות צמחוניות הניזונות מאצות, ויש רכיכות טורפות. הגלים משליכים את השלדים הריקים אל החוף. האדם ניזון מהן ואף למד להשתמש בהן לתעשיית צבע, לנוי ולרפואה.

מלח - ריכוז המלח במי הים גבוה יחסית. גלי הים והרוח מעיפים טיפות מלוחות מהים (רסס) אשר פוגעים בצמחי החוף. לצמחים רבים התאמות שונות למליחות הגבוהה המצטברת. בחוף הסלעי נוצרים גבים מלוחים. האדם למד מקדמת דנא לנצל את מי הים וליצור מהם מלח למגוון שימושים ובעת האחרונה להפיק גם מים מותפלים.

מי תהום - טיפות הגשם מחלחלות במהירות בין גרגרי החול לעומק הקרקע ועל כן צמחי חוף הים מסתפקים במעט מים ונדרשים לשורשים עמוקים. אם נחפור בחוף החולי, נגיע לשכבת מי תהום. לעיתים מי התהום המתוקים מתערבבים במי הים המלוחים ונעשים מליחים.

גלים - גלי הים נוצרים על פני הים במפגש שבין האוויר לבין המים. הרוח דוחפת את המים בכיוון תנועתה. בהגיעם אל החוף הגלים נשברים ועוצמתם גורמת להמסה ולעיצוב של סלעי הכורכר ולהסעה של גרגרי החול. לגלים השפעה רבה גם על צמחים ועל בעלי חיים. הגלים מעשירים את כמות החמצן המומס במים, אך לעיתים גורם שקשה להתמודד איתו.

גאות ושפל - גאות ושפל היא תופעה שבה גובה המים "עולה" או "יורד" מעל הגובה המסומן על המפה במחזוריות קבועה. תופעה זאת מתרחשת בגלל כוח המשיכה של הירח. מחזור גאות ושפל (כִּרְתִּית) מתרחש פעמיים ביום. בישראל ההפרש בגובה המים בין הגאות לשפל אינו גדול, אולם נוצרים הבדלים ניכרים בכיסוי המים ובטמפרטורה שלהם, ולפיכך בעלי החיים חייבים להתאים עצמם לתופעה זו.

גרביל החולות - מכרסם ממשפחת העכבריים המצוי בחולות חוף הים והמדבר. גרביל החולות ניזון בעיקר מזרעים אך גם מחרקים וצמחים. הוא פעיל בעיקר בשעות הלילה. הגרביל נוטה להשתמש בשיחים כמסתור בשעת חיפוש מזון, גם את המחילה שלו הוא חופר בחול בקרבת צמחים.

נמלה - הנווטת השחורה היא חיפושית גדולה הנפוצה באזורים יבשים. היא חופרת מחילות בחול באמצעות הלסתות והרגליים הקדמיות שלה. הרגליים של הנווטת ארוכות, והיא רצה במהירות. הנווטת מעדיפה מקומות עשירים בצמחים. היא ניזונה בעיקר מחרקים גדולים למדי, לרוב חרקים מתים, בזחלים של חיפושיות ועוד.

סרטן נזיר - סרטני הנזיר שוכנים ברובם בתוך קונכיות ריקות של חלזונות. הם חיים על משטחי הגידוד בחוף הסלעי, בלגונות ובבורות מים בתחום הגאות והשפל. עם גדילתו של הסרטן, בעת תהליך ההתנשלות, הסרטן מוצא לעצמו קונכיה גדולה ומתאימה יותר להמשך חייו. הסרטן ניזון מחומרי רקב וחלקיקים אורגנים.

סירה קטומה - צדפה החיה באזור הגאות והשפל של החוף החולי, באזור החשוף לפעילות גלים חזרים. בהתאמה לתנועת הגלים, בני המין יכולים להתחפר במהירות בחול. הצדפה ניזונה באמצעות סינון. הצדפות נפוצות מאוד גם בחופים מזהמים ומשמשות ביומניטור לזיהום ביולוגי.

שחאורית - השחאורית היא חיפושית קרקע הפעילה ביום, אופיינית לבתי גידול יובשני. הצבע השחור משמש צבע אזהרה, שכן יש בגופה חומרים בעלי טעם רע הנועד לדחות טורפים. הצבע השחור קולט קרינת חום שמעלה את טמפרטורת הגוף ועלולה לגרום לסכנת התחממות יתר. לכן יש להן התאמות, ולעיתים מתחבאות החיפושיות תחת הצמחים.

אשל - האשל הוא עץ קטן או שיח מעוצה. העץ מקבל צורה כללית של דגל מכיוון שענפיו ועליו הפונים אל הים וסופגים את מרב רסס המלח נפגעים וצמיחתם קטנה, ואילו הענפים והעלים הפונים הרחק מהים לצד מזרח מוגנים וצומחים היטב. האשל מסוגל להיפטר מעודפי מלח מזיקים ולהפריש מלח מבלוטות מיוחדות שבעליו. מערכת השורשים כוללת שורשים אופקיים המתפשטים למרחק ושורשים אנכיים היורדים לעומק רב כדי למצוא מי תהום.

צבים - בעונת ההטלה נקבות צבי הים עולות אל החוף החולי, אל מעבר לקו הגאות, כדי להטיל את ביציהן. הנקבה חופרת גומה, מטילה בתוכה את הביצים ומקפידה לכסותן בחול. הביצים מודגרות בחום השמש במשך כחודשיים. הצבונים בוקעים במשך כמה לילות ופונים היישר אל הים. האור הבהיר המוחזר מקצף הגלים מסמן להם את הדרך אל הים. צבי הים בסכנת הכחדה. אחת הסיבות היא חנק בעקבות אכילת פסולת ושקיות ניילון שהם טועים לחשוב שהן מדחות.

מלحق: מكونات البيئة المحيطة الساحلية

السلطعون الرملي - يتكيف السلطعون مع الحياة في الرمال – يوجد له كماشة لحفر الثقوب وفرشاة على العينين لإزالة الرمال. يأكل السلطعون الحيوانات الصغيرة المقذوفة من البحر على سطح الأمواج، وكذلك الهياكل العظمية وبقايا الحيوانات البحرية الأخرى، بما في ذلك جثث الأسماك وفضلات طعام الإنسان. يبقى بيضه عند الأنثى حتى يفقس. ثم يتم إطلاق الخدج في الماء، وهناك تكمل تطورها وتعود على شكل سرطان إلى اليابسة بعد مرور عدة أسابيع. في الصيف، بسبب الحرارة يكون السلطعون نشيطاً في الليل أو في الصباح الباكر.

الرمال - تصل الرمال إلى البحر الأبيض المتوسط من جبال الجرانيت في إفريقيا. تنتفتت الصخور هناك إلى حبيبات الرمل التي كانت تُنقل في نهر النيل وتنسكب في الدلتا إلى شاطئ البحر. ومن هناك تنتقل الرمال شمالاً وتدفعها أمواج البحر غرباً وتقذفها إلى الشاطئ. حبيبات الرمل خفيفة للغاية، والرياح تُطيرها بسهولة إلى كل مكان.

تحفر العديد من الحيوانات وتختبئ في الرمال، وتنمو عليها النباتات الساحلية. حبيبات الرمل تكون ساخنة جداً بسبب أشعة الشمس، ويصعب السير عليها في ساعات الصيف الحارة. يُحب الإنسان الرمل أيضاً، وغالباً ما يستخدمه في مجالات متنوعة كمواد بناء وغير ذلك.

الشمس - توفر أشعة الشمس الضوء الذي تستخدمه النباتات الساحلية في عملية التركيب الضوئي وتنتج حرارة. تؤدي الحرارة الزائدة إلى فقدان الماء وجفاف النباتات. تُسخن أشعة الشمس حبيبات الرمل، وفي الصيف تكون الرمال ساخنة وحتى ملتهبة. تختبئ العديد من الحيوانات، مثل: السرطانات الرملية، الجربوع والخنافس في الجحور خلال النهار، وتخرج لممارسة نشاطاتها في الليل فقط.

الرياح - تهب رياح قوية أحياناً على الشاطئ. تُطير الرياح حبيبات الرمل. نتيجة لذلك، قد تتضرر النباتات بسبب حبيبات الرمل، أو تُغطى بالرمل أو تتكشف جذورها، لذلك هناك نباتات ممتدة أو مرنة على الشاطئ.

تُطير الرياح قطرات مالحة من رذاذ البحر أيضاً، والتي يمكن أن تُلحق الضرر بالأوراق، لذا يوجد لها شعيرات نباتية أو طبقة حماية قاسية. تُنتج الرياح الأمواج وتُطير النفايات من مكان إلى آخر.

نباتات الشاطئ - توجد أنواع عديدة من نباتات الشاطئ. نباتات الشاطئ الرملية، مثل: قصب الرمال الرملية، *Sporobolus pungens*، الديداء، الطيبيان البحري وغيرها - ملائمة جميعها للظروف القاسية في الرمال: حركة الرمل أثناء هبوب الرياح، رذاذ الملح من أمواج البحر، التغطية بالرمل أو التعرض للرمل وصعوبة إيجاد المياه الجوفية التي تتسرب إلى عمق الرمال. ونباتات الكركار لها ملائمة مماثلة أيضاً. الحيوانات، مثل: السحالي القوارض، الخنافس والحلزونات تختبئ في الساعات الحارة بين النباتات، أسفلها وعليها، وهناك تلك التي تتغذى على أوراقها وبذورها.

كركار - تتكون صخور الكركار، الشائعة على الشاطئ الصخري، من حبيبات الرمل، شظايا القواقع والحلزونات التي تحجرت منذ سنوات عديدة. تُذيب موجات البحر الصخور وتحفر فيها وتشكل أشكالا، مثل: الأسطح الصخرية الأنبوبية، الكهوف وغير ذلك. نحت الإنسان الكهوف والبرك في صخور الكركار، واستخدام الصخور كمواد للبناء. تنمو العديد من النباتات على تلال الكركار، مثل: أقحوان البحر، الزنبق وغيرها.

الإنسان - منذ ذلك الحين، يستخدم الإنسان الشاطئ البحري في العديد من المجالات: - مصدر للغذاء، مثل: الأسماك، الحلزونات والطحالب، مصدر لمواد البناء كالرمل والكركار، كما يُستخدم الشاطئ لصناعة وإنتاج الطلاء القرمزي من الحلزونات، استخراج الملح وتحلية المياه. يُبنى العديد من المستوطنات على طول الساحل وتمّ بناء الموانئ. تُستخدم الشواطئ للترفيه، الاستجمام والسياحة - الاستحمام، الأنشطة الرياضية، مكان للإلهام وغير ذلك. غالباً يؤثر الإنسان بشكل سلبي على الشاطئ سواء في الإفراط في استخدام الموارد، أو في الإضرار بالشاطئ وتلوثه.

الأسماك - في البحر وعلى الشاطئ، تعيش عشرات الأنواع من الأسماك بين الصخور أو في المسطحات المائية. وهي تتنفس الأكسجين بمساعدة الخياشيم. تتغذى الأسماك عادة على طحالب أو حيوانات أخرى، وهي فريسة لحيوانات أخرى، مثل: أسماك القرش، النوارس والبجع أو الإنسان الذي يصطادها بصنارة الصيد أو بقوارب صيد. في حالات التلوث، يتم إطلاق الأسماك إلى الشاطئ.

الطيور - تستمتع العديد من الطيور بالشاطئ: تستمتع الطيور المهاجرة، مثل البجع والقلق من الشواطئ كمحطة للراحة والتزود بالطاقة في رحلتهم. تعيش الطيور الأخرى كالنورس والزقزاق في جزر الكركار أو على الشاطئ الرملية. هناك من يتغذى على الأسماك، السرطانات أو على الحيوانات الأخرى التي تعيش على الشواطئ.

تلوث ونفايات - عانى الشاطئ سنوات عديدة من التلوث والإهمال. أصبحت الجداول الساحلية عبارة عن أنابيب لنقل مياه الصرف الصحي الملوثة إلى البحر. اليوم، تتم معالجة معظم مياه الصرف الصحي في محطات معالجة مياه الصرف الصحي، ولا يحصل سوى عدد قليل من المصانع على تصريح مؤقت لتصريف مياه الصرف الصحي في أنبوب إلى البحر. النفايات شائعة جداً على الشواطئ، يأتي قسم منها من البحر مع الأمواج، من اليابسة بواسطة الرياح والقسم الآخر بسبب عدم حفاظ الناس على نظافة الشاطئ. يشكل التلوث والنفايات خطراً على صحة الإنسان، الحيوانات البحرية والساحلية.

الطحالب - تغطي العديد من الطحالب أسطح الصخور على الشاطئ. الطحالب هي نباتات تستخدم ضوء الشمس في عملية التركيب الضوئي، وتنتج الأكسجين الذي تستفيد منه الحيوانات البحرية، مثل: الأسماك، سرطان البحر، الحلزونات والأصداف. تختبئ العديد من الحيوانات بين الطحالب وتتغذى عليها. تُستخدم الطحالب غذاء للإنسان، علف للحيوانات، أسمدة في الزراعة ومكون في مستحضرات التجميل.

الصدف والحلزونات - يعيش العديد من الرخويات في البحر وعلى الشواطئ الرملية والصخرية. تبني لنفسها غطاء قاس من الحجر الجيري كالأصداف والقواقع كي تحمي ذاتها. يتشبث قسم منها بصخرة الكركار كحماية من الأمواج والقسم الآخر يحفر في الرمال. هناك رخويات نباتية تتغذى على الطحالب، وهناك رخويات مفترسة. تقذف الأمواج الهياكل الفارغة إلى الشاطئ. يتغذى الإنسان عليها وتعلم كيفية استخدامها في صناعة الدهانات، الزينة والطب.

ملح - تركيز الملح في مياه البحر مرتفع نسبياً. تؤدي موجات البحر والرياح إلى تطاير قطرات مالحة من البحر (رذاذ) تُلحق الضرر بالنباتات الساحلية. تتوفر لدى العديد من النباتات ملائمة مختلفة للملوحة العالية المتراكمة. تُنتج تلال مالحة على

الشاطئ الصخري. تعلّم الإنسان منذ القدم كيفية الاستفادة من مياه البحر وإنتاج الملح منها لاستخدامات متنوعة، ومؤخرًا يستعمل مياه البحر لاستخراج المياه المحلاة.

المياه الجوفية - تتغلغل قطرات المطر بسرعة بين حبيبات الرمل إلى أعماق التربة، وبالتالي فإن نباتات الشاطئ تكتفي بالقليل من الماء وتحتاج إلى جذور عميقة. إذا حفرنا في الشاطئ الرملّي، نصل طبقة المياه الجوفية. في بعض الأحيان، تختلط المياه الجوفية العذبة مع مياه البحر المالحة وتصبح مالحة.

الأمواج - تتكوّن أمواج البحر على سطح البحر في التقاطع بين الهواء والماء. تدفع الرياح الماء في اتجاه حركتها. عندما تصل الشاطئ تتكسر الأمواج وتؤدي شدتها إلى ذوبان وتشكيل صخور الكركار وإلى نقل حبيبات الرمل. للأمواج تأثير كبير على النباتات والحيوانات أيضًا. تُثري الأمواج كمية الأكسجين الذائب في الماء، لكن أحيانًا من الصعب التعامل معها.

المد والجزر - ظاهرة المد والجزر هي ظاهرة "يرتفع" فيها منسوب المياه أو "ينخفض" مقارنة بالارتفاع المحدد على خريطة الدورية الثابتة للأمواج. تحدث هذه الظاهرة بسبب جاذبية القمر. تحدث دورة المد والجزر (الوسادة) مرتين في اليوم. في إسرائيل، الفرق في ارتفاع منسوب المياه بين المد والجزر ليس كبيرًا، لكن هناك اختلافات كبيرة في تغطية المياه ودرجة الحرارة، وبالتالي يجب على الحيوانات أن تتلاءم مع هذه الظاهرة.

يربوع الرمال - قارض من عائلة الفئران، وهو يعيش في رمال الشاطئ والصحراء. يتغذى يربوع الرمال بشكل أساسي على البذور، ولكن يتغذى على الحشرات والنباتات أيضًا. ينشط غالبًا في الليل. يميل يربوع إلى استخدام الشجيرات (الجنابات) كمكان للاختباء عند البحث عن الطعام، وهو يحفر جحره في الرمال بالقرب من النباتات.

النملة - النملة السوداء هي خنفساء كبيرة شائعة في المناطق الجافة. تحفر جحورًا في الرمال بفكيها ورجليها الأماميتين. أرجل النملة السوداء طويلة، وهي تركض بسرعة. تُفضل النملة السوداء الأماكن الغنية بالنباتات. تتغذى بشكل أساسي على حشرات كبيرة، يرقات الخنافس وغيرها.

السرطان الناسك أو السلطعون الناسك - تعيش معظم سرطانات الناسك في قوقعة حلزون فارغة. تعيش على السطوح البارزة على الشاطئ الصخري، في اللاجون وحُفر المياه في منطقة المد والجزر. عندما ينمو السرطان، خلال عملية الانسلاخ، يجد قوقعة أكبر وأكثر ملاءمة لبقية حياته. يتغذى السرطان على المواد الفاسدة والجسيمات العضوية.

قارب مقطوع - حلزون يعيش في منطقة المد والجزر على الشاطئ الرملّي، في منطقة معرّضة للأمواج وتيارات المياه. اعتمادًا على حركة الأمواج، يستطيع هذا النوع من الحلزونات أن يحفر بسرعة في الرمال. يتغذى الحلزون بطريقة الترشيح. الحلزون شائع جدًا على الشواطئ الملوثة أيضًا، ويُستخدم كمؤشر بيولوجي للتلوث البيولوجي.

خنفساء سوداء - الخنفساء السوداء هي خنفساء تربية، يتم نشاطها خلال النهار، وهي تُميز بيوت التسمية الجافة. يُستخدم اللون الأسود لتحذير الحيوانات التي تفترسها أن جسمها يحتوي على مواد ذات طعم سيئ. يمتص اللون الأسود الإشعاع الحراري الذي يرفع درجة حرارة الجسم، ويُمكن أن يؤدي إلى خطر ارتفاع درجة الحرارة. لذلك لديها ملاءمة، وأحيانًا تختبئ الخنافس تحت النباتات.

الأثل - الأثل شجرة صغيرة أو شجيرة (جنية) خشبية. تأخذ الشجرة الشكل العام للعلم، لأن فروعها وأوراقها تواجه البحر، تمتص معظم رذاذ الملح، ويؤثر ذلك سلبيًا على نموها، بينما الأغصان والأوراق البعيدة عن جهة البحر والتي تتجه إلى الشرق، فهي محمية وتنمو جيدًا. يستطيع الأثل التخلص من الملح الزائد وإخراج الملح من الغدد الخاصة الموجودة في أوراقه. يشتمل نظام الجذور على جذور أفقية تمتد أفقيًا وجذور عمودية تنزل إلى أعماق كبيرة للحصول على مياه جوفية.

السلاحف البحرية - خلال موسم وضع البيض، تصعد إناث السلاحف البحرية إلى الشاطئ الرملّي، خلف خط المد والجزر لتضع بيضها. تحفر الأنثى حفرة، تضع البيض فيها وتشد على تغطيتها بالرمل. وهكذا يتم حضن البيض في حرارة الشمس لمدة شهرين تقريبًا. تنفّس السلاحف الصغيرة خلال عدة ليالٍ وتتجه مباشرة إلى البحر. الضوء الساطع المنعكس عن رغوة الأمواج يرسم طريقها إلى البحر. السلاحف البحرية مهددة بخطر الانقراض. أحد الأسباب هو الاختناق بسبب أكل النفايات والأكياس البلاستيكية التي تعتبرها خطأ أنها قناديل بحر.

הצעה 2: מגוון ביולוגי בישראל - תשובות למורה:

1. המגוון הביולוגי הוא מגוון של מינים, של יחידות נוף (בתי גידול) והשונות הגנטית בין המינים.
2. המגוון הביולוגי בישראל עשיר כי ישראל משמשת גשר בין שלוש יבשות ובגלל מגוון יחידות הנוף ובתי הגידול שבארץ.
3. יחידות הנוף שמתוארות בסרטון:

שם יחידת הנוף	מאפיינים כלליים	מינים בולטים
החרמון, הגולן והגליל	רכס מושלג, מצוקי בזלת, נחלים, צמחייה עשבונית, חורש	נשרים, חרקים, פרפרים, צפרדעים, יחמוס, ציפורים, שועל
הכרמל	חורש ים־תיכוני, מצוקים סלעיים	פרחי אביב, זעמן שחור ונחשים, פרפרים, צבי ישראלי
מישור החוף	סלעי כורכר, חולות	צבים, לטאות, חומטים, חיפושיות, צמחי חוף
הים התיכון	מי מלח, גלים	מיני אצות, סרטני חולות, דגים, מדחות, צבי ים
ברכות חורף	מים עונתיים	דו־חיים, סרטנים ירודים, צמחי מים, עופות מים
הרי ירושלים	מערות חשוכות, מדרונות סלעיים	עטלפים, יערות אורנים
מדבר יהודה	צחיח, מצוקים	צמחי מדבר, שפנים, יעלים, חרקים
הנגב והערבה	מרחבים פתוחים, שטח צחיח	פסמון, קרקל, צבי הנגב, רותם, נחשים
אילת	מלחות, ים סוף	דגים, אלמוגים

4. האדם הוא חלק מהמערכת האקולוגית ותלוי בה לצורך קיומו. על האדם לשמור, להגן ולשקם את המגוון הביולוגי.

הצעה 3: מהי אקולוגיה? – תשובות למורה

תוכן המאמר בקצרה	הגורמים החיים המוזכרים - גורמים ביוטיים	הגורמים הדוממים המוזכרים - גורמים א־ביוטיים	יחסי הגומלין המוזכרים בין הגורמים הביוטיים לבין עצמם	יחסי הגומלין המוזכרים בין הגורמים הביוטיים לא־ביוטיים
עלייה במספר התנים גרמה לירידה במספר הצבאים	תנים, צבאים		טורף־נטרף	

נמרים מילים יעלים ממצוקים וכך הם צדים אותם. אוכלוסיית הנמרים בסכנת הכחדה עקב ציד וצמצום בתי הגידול	נמרים, יעלים, בני אדם	מצוק	שימוש במצוק למלכודת	טורף־נטרף
חיפושיות זבל מסייעות לצמחים בהפצת גללים והגדלת פוריות הקרקע והפצת זרעי הצמחים	צמחים, חיפושיות זבל	גללים, חומר אורגני, פוריות הקרקע	פירוק הגללים מעשיר את הקרקע, קרקע פורייה תורמת לצמחים	הדדיות בין חיפושיות לצמחים
שיקום הקישון - ירידה ברמת החומציות וחזרת האצות והצבים לנחל	אצות, צבים	שפכים, הרכב המים (pH)	רמת חומציות משפיעה על בעלי החיים בנחל	
כתם נפט בים גרם למותן של איגואנות באיי גלפגוס.	איגואנות, חיידקים, אצות	נפט	נפט הרג חיידקים	חיידקים מאפשרים פירוק אצות במעיי האיגואנה
שימוש בעטלפים כמדבירי חרקים כתחליף לשימוש בחומרי הדברה כימיים	עטלפים, חרקים, צמחי חקלאות	חומרי הדברה		טורף־נטרף: חרקים אוכלי גידולים, עטלפים אוכלי חרקים
התחממות כדור הארץ - הכחדת דובי הקוטב ועצי אדר בצפון אמריקה	דובי קוטב, עצי אדר	פחמן דר' חמצני, טמפרטורת האוויר	השפעת כמות הפחמן הדור־חמצני על הטמפרטורה, השפעת האקלים על המינים	

1. המשותף למאמרים שכולם מתארים מערכות אקולוגיות ויחסי גומלין בין מרכיביהן.
2. מבין הדוגמאות רק התחממות כדור הארץ והכחדת דובי הקוטב ועצי האדר קשורות למשבר האקלים.
3. בכל הדוגמאות הופיעו יצורים חיים, לעיתים רק בעלי חיים ולעיתים גם בעלי חיים וגם צמחים.
4. המאמרים עוסקים על פי רוב ביצור וסביבתו. אם לתלמידים חסר ידע קודם אפשר להיעזר באיור הזה:

תשובות לקבוצה 1: איים קסומים, נמיות, חולדות וקנה סוכר

1. בקטע מתוארים מגוון מערכות אקולוגיות ובתי גידול (חופים, שוניות, מפלים) ומגוון מינים (דגים, ציפורים, צמחים). כמו כן, מחזרים מינים פולשים שהאדם הביא: יונקים - חולדות ונמיות, זוחלים, חתולים וחרקים.

2. מרכיבים א־ביוטיים: אדמה, רוח ומים.

מרכיבים ביוטיים: צמחייה, שוניות, זרעים, ציפורים, דגים, פירות ומינים פולשים.

קשרים: הפצת זרעים ברוח או על ציפורים; יחסי טורף-נטרף - החולדות ניזונות מצמחים כמו קנה סוכר. נמיות טורפות חולדות ובעלי חיים אחרים.

3. תהליכי השרשרת המתוארים הם: האדם הביא חולדות (שלא במתכוון) < החולדות התרבו, אכלו את קני הסוכר ופגעו בחקלאות < האדם הביא את הנמיות שימשו אויבים לחולדות < הנמיות התרבו ופגעו במינים המקומיים.

4. הגורם שפגע במערכת הטבעית הוא האדם! האדם גרם באופן ישיר לנזק למערכות הטבעיות ע"י הרס (למשל בנייה), ניצול יתר (למשל דגה) ובאופן עקיף ע"י הכנסה של מינים שאינם מקומיים (מינים פולשים) שהובילו להכחדת מינים מקומיים.

תשובות לקבוצה 2: הדברת דוררים בסין

1. מהי תגובת השרשרת המתוארת בקטע: הכחדת הדוררים < התפשטות הארבה < פגיעה ביבול האורז < רעב שגרם למותם של כ־30-45 מיליון בני אדם.

2. תגובות שרשרת אפשריות:

השמדת יתושים או זבובים < פגיעה בדו־חיים, זוחלים או ציפורים אוכלי חרקים < פגיעה בטורפים של אוכלי החרקים (למשל עופות דורסים).

השמדת חולדות < פגיעה בנחשים או בחתולים הניזונים מחולדות < פגיעה בטורפים (נמיות, תנים, עופות דורסים).

השמדת החולדות < במקום חולדות נחשים וחתולים ניזונים בעיקר מלטאות, גחלים וציפורים קטנות < פגיעה בטורפים שלהן.

3. המלצות אפשריות במקום "קמפיין ארבעת המזיקים":

- להתייעץ ולהקשיב לדעת המומחים ולחזות מראש תרחישים אפשריים של המהלך;
- לערוך פעולות בהדרגה ולבחון את ההשלכות שלהן לפני הכחדה מלאה;
- להשלים פעולות נקודתיות כדי לטפל בבעיות שגורמות להתפשטות המזיקים ולמנוע אותן - למשל שמירה על סניטציה תרחיק חולדות; שמירה על איזון אקולוגי במקווי מים תמנע יתושים וכו'.

תשובות לקבוצה 3: תנים, כלבת ונחשים

1. בעקבות ההרעלה דוללה אוכלוסיית התנים, אבל המערכת האקולוגית כולה ניזוקה מאוד - גם עופות דורסים, שועלים, זאבים, חתולי בר, חתולי ביצות ונמיות נפגעו. כתוצאה מכך החלה תגובת שרשרת < הייתה עלייה באוכלוסיות מכרסמים ועלייה באוכלוסיית נחשי הצפע עד שאוכלוסיית הנמיות התייצבה מחדש.

2. התנים הורעלו הרעלה ראשונית מהאפרוחים המורעלים, אבל גם עופות דורסים, שועלים, זאבים, חתולי בר, חתולי ביצות ונמיות אכלו את האפרוחים המורעלים וניזוקו.

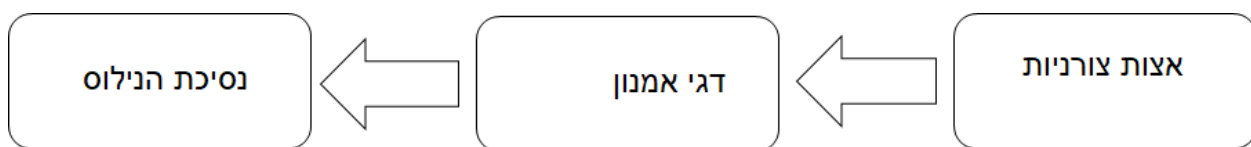
בהרעלה משנית נפגעו בעלי חיים שניזונים מפגרים של בעלי חיים שהורעלו בידי האדם, למשל הנשרים בגולן.

3. ההשפעות על האדם כתוצאה מההרעלה: העלייה באוכלוסיות מכרסמים גרמה נזק לחקלאות. עלייה באוכלוסיית נחשי צפע גרמה לעלייה בהכשות.

תשובות לקבוצה 4: סיפורו העגום של אגם ויקטוריה

1. א. מרכיבים ביוטיים: דגי אמנון, דגי אמנונית ואצות.

1.ב. דוגמה לשרשרת מזון באגם: אצות צורניות נאכלו על ידי דגי אמנון, דגי אמנון נטרפו על ידי נסיכת הנילוס.



2. פעילות האדם ותוצריה הביאו לפגיעה באיכות המים של האגם: מהשדות החקלאיים נשטפו לאגם חומרי דשן וחומרי הדברה, ומהמפעלים זרמו לאגם שפכים לא מטופלים. בשפכים ובחומרי הדשן שזרמו לאגם היו תרכובות חנקן ותרכובות זרחן, שהאיצו התרבות של אצות ירוקות באגם.

3. שינויים באגם ויקטוריה שהפרו את האיזון והגורמים להם:

- שינוי המאזן הכימי בתוך האגם - כניסת תרכובות חנקן ותרכובות זרחן כתוצאה מחקלאות ותעשייה.
- שינוי המאזן האקולוגי בתוך האגם - פריחת אצות ירוקות ותמותת אצות צורניות בגלל השינוי הכימי במים, הכחדת מינים מקומיים בגלל מחסור באצות צורניות ובחמצן, הכחדת דגים מקומיים בגלל הכנסת מין פולש טורף.
- שינוי חברתי תרבותי - כניסת תאגידים מסחריים לדג במקום אוכלוסייה מקומית.
- שינוי סביבתי - בירוא שטחי יערות לצורך עישון הדגים גרם לסחיפת קרקע.

4. גורמים ביוטיים שהפרו את שיווי המשקל האקולוגי:

גורם ביוטי 1: אצות ירוקות - הן השפיעו על דגי האמנון בשני אופנים:

א. האצות התחרו באצות צורניות ששימשו מקור מזון יחיד לדגי האמנון, ובהיעדר האצות המתאימות, פחתה אוכלוסיית האמנונים.

ב. אצות שמתו שקעו לקרקעית האגם ונעשו חומרי רקב בתהליכים הצורכים חמצן רב. וכך, בשל מחסור בחמצן, נפגעו הדגים באגם.

גורם ביוטי 2: דגי נסיכת הנילוס השפיעו על האמנונים והאמנוניות המקומיים:

בלי אויבים טבעיים התרבה הדג באגם, טרף את רוב הדגים שחיו במים וגרם להכחדה של יותר ממאתיים מיני דגים.

תשובות לקבוצה 5: אי הפסחא כמשל

1. החפירות העלו שבהתחלה הסיקו את התנורים בעצים ואחר כך בעשב - זוהי עדות להכחדת העצים באי. החפירות העלו גם שינוי בתזונה - בשכבות הקדומות היו עדויות לתזונה מדיג במים העמוקים (דולפינים ודגים) ועופות ים, אבל מאוחר יותר נעדרו עופות הים שנכחדו בציד ונעלמו עצמות בעלי חיים מהמים העמוקים כי לא היו להם עצים לבניית סירות.

2. שתי סברות בנוגע לגורמים להיעלמות האנשים מהאי:

- לפי סברה אחת, האנשים הכחידו את כל העצים באי ואת כל סוגי המזון שעליו, ובלי יכולת לבנות סירות לדוג בים, נמנע מהם מזון, למעט התרנגולות שלהם.

- לפי סברה אחרת האנשים הכחידו את בעלי החיים באי (ששימשו למזון) אבל החולדות הכחידו את כל העצים, שהיו בסיס לקיום של האדם באי.

3. ייתכן שבמקומות קטנים וסגורים כמו איים תימשך ההפרעה האנושית שתוציא מאיזון את המערכות האקולוגיות עד כדי השמדתן, אולם סביר שהמודעות הסביבתית היום גדולה יותר ואם יהיו חוקים ואכיפה לא נגיע למצב דומה.



השפעת משבר האקלים על המגוון הביולוגי

שיעור 2 – התנסות: שינויי אקלים והשפעתם על המגוון הביולוגי

ידע למורה:

בשיעור זה יבינו התלמידים ששינויי האקלים מאיימים על המגוון הביולוגי ומקצינים את הפגיעה האנושית במערכות הטבעיות (למשל צמצום וקיטוע בתי גידול, חדירת מינים פולשים, זיהום, וכו' המשפיעים על הכחדת המינים). נבהיר ששינויי האקלים הוא גורם נוסף המפעיל לחץ על מערכות אקולוגיות (בנוסף לפעילות אחרת של האדם שאינה קשורה לאקלים).

במהלך השיעור נבחן כמה מקרי בוחן שדרכם אפשר לראות את ההשפעות של משבר האקלים על מערכות אקולוגיות (הצעה 1). לחלופין נלמד על אחת מההשפעות מרחיקות הלכת בקנה מידה גלובלי - החמצת אוקיינוסים (הצעה 2 או הצעה 3 שמתאימה לתלמידים מתקדמים יותר).

מושגים: ההכחדה השישית, החמצת האוקיינוסים, pH, אינדיקטור ושונות אלמוגים.

פתיחה

הצעה 1: ההכחדה השישית

נקרין לתלמידים [סרטון](#) קצר על ההכחדה השישית ובעקבותיו יבינו התלמידים שאנחנו חיים בעידן שבו קצב ההכחדה של המינים הביולוגיים הולך וגובר.

נערוך דיון:

- מהם הגורמים לפגיעה במינים ובמערכות הטבעיות?

נכיר את השפעת האדם על המגוון הביולוגי בניצול יתר של משאבי מים וקרקע, בצמצום וקיטוע בתי גידול בגלל שינויים בשימושי קרקע, בהשתלטות מינים פולשים, בזיהום, בציד ובהרעלות ועוד.

נשאל את התלמידים:

- כיצד משפיע משבר האקלים על המגוון הביולוגי לצד הגורמים שהאדם אשם בהם?

נסביר שמשבר האקלים מחריף את הפגיעה במגוון הביולוגי - זהו גורם נוסף המפעיל לחץ על המערכות האקולוגיות (בנוסף לפעילות אחרת של האדם שאינה קשורה לאקלים).

הצעה 2: קטע קריאה ושאלות

נבקש מהתלמידים לקרוא [קטע זה](#) (נספח) ולענות על השאלות האלה:

1. מדוע גדל מספר המינים שבסכנת הכחדה באופן ניכר בחמישים השנים האחרונות?

2. השפעתו של משבר האקלים על "ההכחדה השישית"?

3. מהן ההשלכות של אובדן המינים על האדם?

מהלך השיעור

הצעה 1: חקרי מקרה

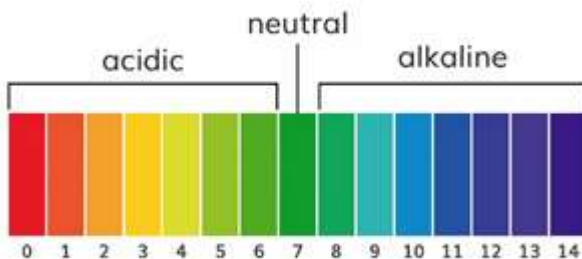
נחלק את התלמידים לקבוצות. כל קבוצה תעבוד על קטעי מידע או סרטונים שיבחרו (נספח) המציגים מגוון דוגמאות להשפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי. בכמה מהכרטיסיות יש לענות על השאלות הנלוות. להלן פירוט נושאי הכרטיסיות:

1. השפעת שינויי האקלים על נדידת הציפורים;
2. השפעת שינויי האקלים על הגירת בעלי חיים;
3. השפעת שינויי האקלים על בעלי חיים;
4. השפעת שינויי האקלים על דגים;
5. השפעת שינויי האקלים על פרפרים;
6. השפעת שינויי האקלים על קיפודי הים;
7. השפעת שינויי האקלים על העצים בחורש הים-תיכוני;
8. השפעת שינויי האקלים על המערכות האקולוגיות באזורים הטרופיים.

לאחר שיקראו התלמידים בקבוצות את כרטיסי המידע ויענו על השאלות בכרטיסיות שבהן מופיעות שאלות, יציגו התלמידים לכיתה במליאה או בג'גסו את הדוגמאות והמידע שקראו בקבוצות. לסיכום הלימוד בקבוצות נבקש מהתלמידים להכין תוצר יצירתי כמו מצגת שיתופי, חידון לשאלון קהוט, עריכת סרטון קצר המגביר את המודעות לבעיה, בחירת תמונה מעניינת המציגה את הבעיה מזווית מיוחדת וכו'. פעילות זו יכולה לשמש גם להערכה חלופית.

הצעה 2: החמצת האוקיינוסים ופגיעה באלמוגים - ניסוי

ידע למורה: pH הוא מדד לרמת חומציות של תמיסה מימית המתבסס על ריכוזם של יוני ההידרוניום (H_3O^+) בתמיסה. האות p מייצגת חזקה (באנגלית power) במשמעות של ריכוז, והאות H היא הסימול הכימי של היסוד מימן, ומייצגת יוני מימן חיוביים. התחום הנפוץ של סולם ה-pH הוא בין 0 ל-14, ורוב התמיסות בטבע הן בתחום pH זה. מים מזוקקים הם תמיסה ניטרלית שבה pH=7. משמעותו של pH=7 היא שריכוז יוני ההידרוניום (H_3O^+) שווה לריכוז יוני ההידרוקסיל (OH^-). מי ברז או מי גשם אינם טהורים ומכילים חומרים מומסים רבים ולכן ה-pH שלהם עשוי להיות שונה במעט מ-7.



מקור התמונה: ויקיפדיה

אפשר למדוד את רמת ה-pH בעזרת אינדיקטור pH או באמצעות שימוש במד pH אלקטרוני. אינדיקטורים של pH הם חומרים המשנים את צבעם לפי רמת ה-pH של התמיסה שבה הם נמצאים. לכל אינדיקטור יש רגישות לטווח pH מצומצם שבו הוא משנה את צבעו. נייר לקמוס הוא אינדיקטור המשנה את צבעו לאחר מגע בתמיסה. כדי לקבוע את רמת החומציות של התמיסה יש להשוות את הצבע שעל נייר הלקמוס לסקלה שעל גב האריזה. מד pH אלקטרוני מתבסס על השפעת החומציות על התכונות החשמליות של התמיסה. מדי pH אלקטרוניים הם מדויקים מאוד ומאפשרים מדידה ברמת דיוק של מאית יחידת pH. נייר לקמוס על פי רוב אינו רגיש דיו כדי לראות שינויי pH בניסויים שבהם שינויי ה-pH אינם גדולים מאוד. להלן הצעה לשימוש באינדיקטור ייעודי או באינדיקטור שאפשר להכין בבית מכרוב סגול.

הנחיות להכנת אינדיקטור (אפשר להכין מראש או לתת לתלמידים להכין ולאחר מכן לבצע את הניסוי שבהמשך ולענות על השאלות):

ברומותימול כחול

מים מזוקקים	מי ברז	
צהוב בהיר	כחול בהיר	צבע התחלתי
צהוב מאוד בהיר או בלי צבע	צהוב בהיר	צבע לאחר החמצה (חומץ)

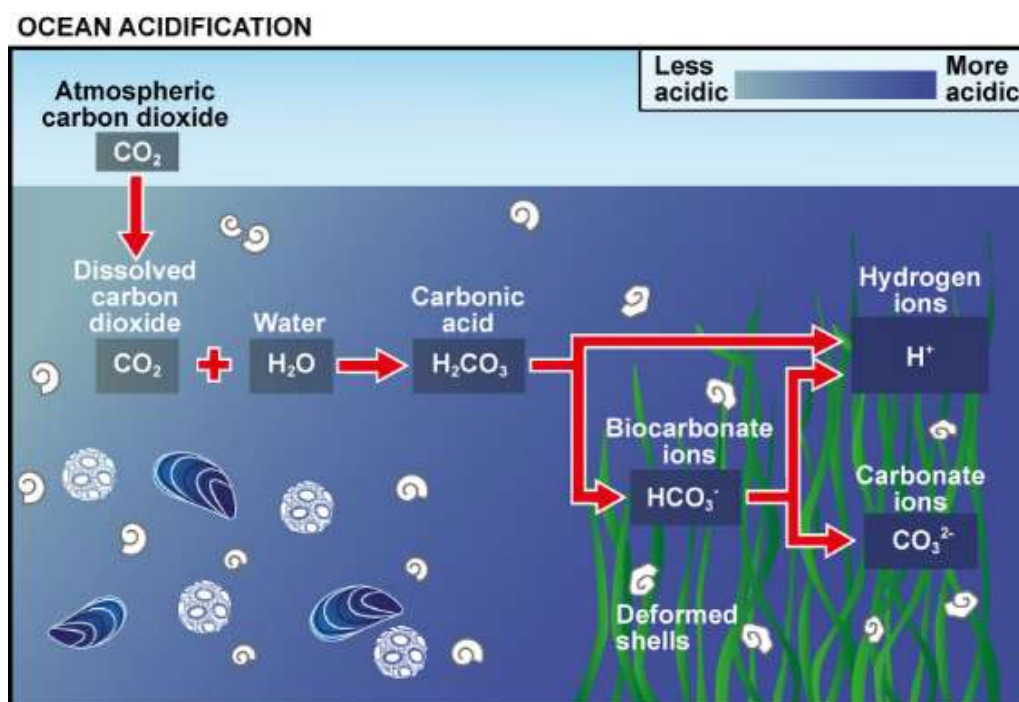
מים מזוקקים חומציים יותר ממי ברז. אם אתם רוצים להתחיל בצבע כחול יש להוסיף כמה טיפות של מי סיד או מים ובהם סודה לשתייה לתמיסה.

כרוב סגול

כרוב סגול הוא אינדיקטור pH טבעי בזכות הפיגמנט פלבין (flavin) שהוא מכיל. להכנת האינדיקטור קצצו חצי כרוב סגול לרצועות ובשלו אותו במים על אש בינונית או נמוכה עד שהכרוב מאבד את צבעו. תנו לנחל להצטנן וסננו לתוך צנצנת. הנחל מוכן לשימוש, אפשר לאחסן במקרר. שינויי צבע:

- חומצי - אדום pH 2, סגול pH 4.
- ניטרלי - סגול כהה pH 6, כחול pH 8.
- בסיסי - כחול או ירוק pH 10, ירוק או צהוב pH 12.

ריכוז הפחמן הדו־חמצני באטמוספירה נמצא בשיווי משקל עם ריכוזו במים. זאת אומרת שכאשר יש עלייה בריכוז הפחמן הדו־חמצני באטמוספירה בעקבות פעילות האדם, ריכוזו במי הים גם יעלה והדבר גורם להחמצת מי הים (לירידה ב־pH). כחצי מכמות הפחמן הדו־חמצני שמקורו בפעילות האדם (תעשייה, רכב וכד') ושנוצר במאתיים השנים האחרונות נספג במי האוקיינוסים. פחמן־דו חמצני המומס במי הים יוצר איתם חומצה פחמתית (H_2CO_3), המתפרקת בהמשך ליוני הידרוניום (H_3O^+) ובי־קרבונט (HCO_3^-). הבי־קרבונט ממשיך ומתפרק ליוני O_3H^- וקרבונט (CO_3^{2-}) (ראו איור 1). העלייה ביוני ההידרונים גורם להחמצה של מי הים. מחקרים רבים נערכו בשנים האחרונות על ההשפעה של החמצת האוקיינוסים על אוכלוסיית האלמוגים, על אוכלוסיית בעלי החיים הימיים, על ענף הדיג ועוד.



נערוך ניסוי קצר המדגים את הקשר בין ריכוז פחמן דו-חמצני לחומציות.

הערה: יש לעמוד בכללי הבטיחות המופיעים ב**חחר מנכ"ל לבטיחות במעבדה**. הנחיות משרד החינוך להבטחת הבטיחות במעבדות ורשימות החומרים המותרים או האסורים לשימוש מתעדכנות מעת לעת. יש לוודא שהניסויים המובאים עומדים בכללי הבטיחות העדכניים.

מהלך הניסוי

ציוד: כוס כימית (או כוס אחרת שקופה); קש לשתייה, מים מזוקקים, אינדיקטור (אפשר להשתמש בתמיסה של ברומותימול כחול או של מי כרוב סגול, ראו הוראות הכנה לעיל). אפשר גם להשתמש באינדיקטור pH של אקווריום דגים שאפשר לקנות בחנות חיות, חומצה חלשה כמו חומץ, חומר בסיסי (כמו סודה לשתייה), כפית או מוט לערבוב, מכל גדול לאיסוף מים (פסולת).

- מלאו את הכוס עד כשני שלישים מנפחה במים מזוקקים

הוסיפו כמה טיפות של אינדיקטור אל כוס המים.

- הוסיפו חומץ (חומר חומצי) לתמיסה וכתבו מה קורה.

- הוסיפו סודה לשתייה (חומר בסיסי) וערבבו, כתבו מה קורה.

- האם היו הבדלים בתוצאות בין שתי המדידות? ממה לדעתכם נובעים הבדלים אלו?

רוקנו את תוכן הכוס ומלאו שוב עם אינדיקטור.

- כעת, נשפו לתוך המים בעזרת הקש במשך כחצי דקה. כתבו מה קורה.

סיר التجربة

المواد والأجهزة: كأس كيميائية (أو كأس شفاف آخر)؛ قش الشرب، ماء مقطر، كاشف (يمكن استخدام محلول ماء الملفوف الينفسجي أو مادة البروموثيمول)، انظروا إلى تعليمات التحضير أعلاه. يمكنكم أيضًا استخدام كاشف pH حوض الأسماك الذي يمكنكم شراؤه من متجر الحيوانات الأليفة، أو استعمال حامض ضعيف، مثل: الخل، أو مادة قاعدية (مثل صودا الخبز)، ملعقة صغيرة أو قضيب للخلط، وعاء كبير لجمع الماء (النفايات).

- املأوا الكأس حتى حوالي ثلثي حجمه بالماء المقطر.

أضيفوا بضع قطرات من الكاشف إلى كأس الماء.

- أضيفوا الخل (مادة حامضية) إلى المحلول واكتبوا ما يحدث.

- أضيفوا صودا الخبز (مادة قاعدية)، اخلطوا واكتبوا ما يحدث.

- هل كانت فروق في النتائج بين القياسين؟ مما تنبع هذه الفروق، حسب رأيكم؟

افرغوا محتوى الكأس وضعوا فيها الكاشف مرة أخرى.

- الآن، ازفروا في الماء بمساعدة قش الشرب لمدة نصف دقيقة تقريبًا.

נסביר שהוספת פחמן דו חמצני בנשיפה לתוך המים גרמה לשינוי בהרכב המים כך שריכוז יוני ההידרוניום (O_3H^+) עלה, והחומציות שלהם עלתה - כלומר $\text{pH} > 7$. אפשר להיעזר באיור המופיע בידע למורה כהסבר לתופעה.

נערוך ניסוי שני (להלן ההנחיות) הבוחן את השפעת החומציות על גיר. הניסוי מבוסס על [הדגמה המוצגת בסרטון](#). הנחיות למהלך הניסוי מפורטת בדף לתלמידים: יש למלא כוס אחת במים וכוס אחרת בחומץ ולבדוק בשתייהן pH , להכניס חתיכת גיר לכל כוס ולתעד את המתרחש. בשלב השני נחזור על הניסוי בצדפה.

שימו לב שגירים מורכבים בעיקר מסידן פחמתי (קלציט) או סידן גופרתי (גבס). אם אחוז הסידן הפחמתי נמוך, והגיר עשוי ברובו סידן גופרתי, הגיר לא יתסוס. במקרה כזה אפשר להשתמש באבן גיר, למשל חצץ דק ("סומסומיה" בחנות לחומרי בניין). כדאי לנסות את הניסוי מראש!

נחלק שוב את התלמידים לקבוצות וניתן לכל קבוצה את ערכת הציוד להתנסות קבוצתית: שתי כוסות, מים, חומץ, גיר (או חצץ דק), צדפות, ונייר pH . אם אי אפשר לעבוד בקבוצות נערוך הדגמה. במהלך ההדגמה חשוב לשתף את התלמידים, לשאול אותם מה הם חושבים שיקרה, לשאול אותם למה הם חושבים שקרה מה שקרה, ולעודד אותם לשאול שאלות.

אם אי אפשר להעמיד ניסוי אפשר להשתמש בסרטון ההדגמה ולעצור אותו לפני הצגת התוצאות, והתלמידים ישערו את התוצאות לפני שיצפו בהן.



מהלך הניסוי - שלב א: גיר

- הניחו שתי כוסות על השולחן.
- מלאו כוס אחת במים, עד כשני שלישים מנפחה.
- מלאו את הכוס האחרת בחומץ, עד כשני שלישים מנפחה.
- בדקו את החומציות בכל אחת מהכוסות בעזרת האינדיקטור / נייר pH וכתבו את התוצאות:

רמת החומציות של המים: _____ רמת החומציות של החומץ: _____

- שערו מה יקרה אם תכניסו גיר לכל אחת מהכוסות - האם יהיה הבדל בתוצאות בין שתי הכוסות? מדוע?

כתבו את השערתכם: _____

- כעת הכניסו את הגיר לכל אחת משתי הכוסות. הקפידו על גודל דומה של חתיכות הגיר.
- מה קורה בכל אחת מהכוסות?
- האם השערתכם הייתה נכונה?

מהלך הניסוי - שלב ב: צדפה

חזרו על הניסוי שנית בשתי כוסות נקיות שנמלא במים וחומץ בדומה לשלב הקודם.
חזרו שוב על בדיקת ה-pH.

רמת החומציות של המים: _____

רמת החומציות של החומץ: _____

- הכניסו צדפה אחת לכל כוס – לפני כן שערו:
 - מה לדעתכם צפוי לקרות בכל כוס?
 - האם יתפתח תהליך דומה לזה שקרה עם הגיר? מדוע?
- כתבו את השערתכם והסבירו על מה אתם מבססים אותה: _____
- הכניסו את הצדפה. מה קרה בכל אחת מהכוסות? האם איששתם את השערתכם?



سير التجربة - المرحلة أ: الطباشير

- ضمعو كاسين على الطاولة.
- املاؤا كأس واحدة بالماء حتى حوالي ثلثي حجمها.
- املاؤا الكأس الثانية بالخل حتى حوالي ثلثي حجمها.
- افحصوا الحامضية في كل كأس بمساعدة الكاشف / ورقة عباد الشمس pH واكتبوا النتائج:
- مستوى حامضية الماء: _____ مستوى حامضية الخل: _____

• افترضوا ماذا يحدث إذا أدخلتم طباشير في كل كأس - هل يكون هناك فرق في النتائج بين الكاسين؟ لماذا؟

اكتبوا فرضيتكم: _____

• الآن أضيفوا طباشير إلى كل من الكاسين. شددوا على إضافة قطعة طباشير مماثلة بالكبر إلى كل كأس.

- ماذا يحدث في كل كأس؟

- هل كانت فرضيتكم صحيحة؟

سير التجربة - المرحلة ب: الصدف

كررو التجربة مرة أخرى مع كاسين نظيفين مملوئين، أحدهما بالماء والآخر بالخل، كما فعلتم في المرحلة السابقة.

كررو فحص الـ pH مرة أخرى.

مستوى حامضية الماء: _____

مستوى حامضية الخل: _____

• افترضوا قبل أن تضيفوا صدف واحدة إلى كل كأس:

- ماذا يمكن أن يحدث، حسب رأيكم، في كل كأس؟

- هل تتطور عملية مشابهة لتلك التي حدثت مع الطباشير؟ لماذا؟

• اكتبوا فرضيتكم، وشرحوا على ماذا تعتمد فرضيتكم؟ _____

• أضيفوا الصدف. ماذا حدث في كل كأس؟ هل حققت فرضيتكم؟

תוצאות ניסוי – תשובות למורים:

בשלב א בכוס החומץ צפויה תגובה חזקה של המסת הגיר שבצדפה, לעומת חוסר תגובה (כמעט מוחלט) בכוס המים.

בשלב ב תוצאות הניסוי יהיו שונות בהשוואה לאלו שהתקבלו בניסוי בגיר. תהליך הפירוק של הצדפה איטי בהרבה בהשוואה לגיר. נסביר שיש בטבע תהליכים שקצב התרחשותם איטי, וקשה לראות את השינויים בעין, בלי מעקב ממושך. כדאי להכין שבוע מראש כוסות ובהן צדפות ולהציג לתלמידים את שתי הצדפות, לאחר ששהו שבוע בחומץ ובמים. ניתן לתלמידים לאחוז בהן ולהרגיש את השוני ביניהן. הצדפה שהייתה בחומץ פריכה, מתפוררת ומתקלפת.

לאחר שהבינו את הקשר בין ריכוז פחמן דו־חמצני לחומציות המים ואת השפעת החומציות על צדפות נקרין לתלמידים [סרטון](#) (4:30 דקות, אנגלית) על החשיבות האקולוגית של אלמוגים.

בעקבות הסרטון נשאל את התלמידים שאלות בעקבות הסרטון. (נספח)

בנוסף, אפשר לחשוף את התלמידים לפעולות השמירה על שוניות האלמוגים בגידול אלמוגים בתנאי מעבדה ובהפקת החומרים המועילים לאדם במעבדה בלי לפגוע בשוניות.

החמצת האוקיינוסים ופגיעה באלמוגים – ניסוי נספח שאלות בעקבות הסרטון:

1. מהי שוניית אלמוגים?

2. מיינו את המשפטים האלה, המתארים את חשיבותה של שוניית האלמוגים, לפי הגישות האתיות: הגישה הביוצנטרית, האקוצנטרית והאנתרופוצנטרית (נדרש ידע מוקדם באתיקה סביבתית):

- השוניית היא הבסיס למקור המזון במארג המזון בים שעליו נשענים בעלי חיים רבים, כולל דגים - בעלי חיים המשמשים מזון לאדם.
- יצורי השוניית מייצרים כימיקליים ייחודיים שאין ביבשה המשמשים לתרופות ומרכיבים במזון.
- השוניית מגינה על תושבי החופים מפני סופות ובליה (שחיקה).
- השוניית היא מוקד משיכה לצוללנים ולתיירים ומשרתת עסקים מקומיים בתחום.
- השוניית היא אזור שבו מגוון ביולוגי גבוה (biodiversity hotspot)

3. סמנו את המשפטים המציינים את פעולות האדם המאיימות על קיומה של השוניית.

- דיג יתר של יצורים מן הים.
- שימוש בשיטות דיג פוגעניות: רעל ופיצוץ.
- מינים שונים מתחרים על אותם מקורות מזון.
- שיבוש מערכות טבעיות גורם להיעלמות מינים ולשגשוג של מינים אחרים (למשל היעלמות דגים צמחוניים גורם לפריחת אצות ואלו פוגעות באלמוגים).
- זיהום מחוות, תעשייה ובנייה ליד החוף.
- דגים טורפים בעלי חיים החיים בשוניית.
- התחממות טמפרטורת הים גורמת להלבנת האלמוגים.
- עליית חומציות המים פוגעת בהתפתחות האלמוגים.
- מינים רבים מתחרים על מקומות מחיה בשוניית.

שאלות בעקבות הסרטון:

1. מה היא الشعاب المرجانية؟
2. أمامكم جُمْل تصف أهمية الشعاب المرجانية، صنفوها حسب النهج الأخلاقية: نهج مركزيّة الإنسان (إنتروبوسنتريوت)، نهج المركزيّة الحيويّة (بيوسنتري) ونهج مركزيّة الكون (إكوسنتري) (يحتاج الطلاب إلى معرفة سابقة في موضوع أخلاقيات البيئة المحيطة):
 - الشعاب المرجانية هي أساس مصدر الغذاء في الشبكة الغذائية، في البحر، التي تعتمد عليها العديد من الحيوانات، بما في ذلك الأسماك التي يتغذى عليها الإنسان.
 - الشعاب المرجانية تُنتج مواد كيميائية خاصة غير موجود في اليابسة، وهي تُستخدم في تحضير الأدوية ومكونات الغذاء.
 - الشعاب المرجانية تحمي سكان السواحل من العواصف والتعرية (التآكل).
 - الشعاب المرجانية هي مركز جذب للغواصين والسياح، وهي تخدم الشركات التجارية المحلية في هذا المجال.
 - الشعاب المرجانية هي منطقة غنية بالتنوع البيولوجي (biodiversity hotspot)
3. أشيروا إلى الجمل التي تُبرز نشاطات الإنسان التي تهدد بقاء الشعاب المرجانية.
 - الصيد الزائد للكائنات الحية البحرية.
 - استخدام طرق صيد ضارة: السم والتفجير.
 - تنافس أنواع مختلفة على نفس مصادر الغذاء.
 - يؤدي اضطراب الأنظمة الطبيعية إلى اختفاء أنواع وإلى ازدهار أنواع أخرى (مثلاً: يؤدي اختفاء الأسماك النباتية إلى تكاثر الطحالب التي تضر بالشعاب المرجانية).
 - تلوث المزارع، الصناعة والبناء بالقرب من الساحل.
 - أسماك تفترس حيوانات تعيش على الشعاب المرجانية.
 - يؤدي ارتفاع درجة حرارة البحر إلى بياض الشعاب المرجانية.
 - زيادة حموضة الماء تُعيق نمو الشعاب المرجانية.
 - تنافس العديد من الأنواع على أماكن معيشية على الشعاب المرجانية.

הצעה 3: החמצת האוקיינוסים ופגיעה באלמוגים – סרטון ומאמר

נציג לתלמידים סרטון על [השפעת חומציות הים על שונית](#) האלמוגים.

נבקש מהתלמידים לקרוא את המאמר המעובד "השפעות החמצת האוקיינוסים וההתחממות העולמית על אלמוגים ים תיכוניים" מתוך כתב העת אקולוגיה וסביבה (2014), ולהשלים את הפעילויות בנושא מתוך האתר [אקולוגיה בסביבה מתקשבת](#) שפותחה על ידי מרכז המורים הארצי למורי מדעי הסביבה. יש להדגיש בפני התלמידים את הקשר בין החמצת האוקיינוסים למשבר האקלים. ההצעה תורמת להבנה של מבנה מאמר מדעי והחלקים שלו ויכולה להתאים לתלמידים מתקדמים.

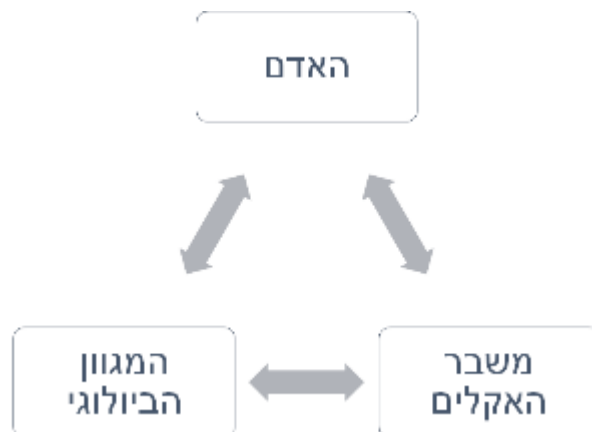
שלוש ההצעות למהלך יכולות לשמש להערכה חלופית.

סיכום

נבקש מהתלמידים לצייר תרשים המציג את כל הרכיבים שדנו בהם עד כה: השפעת האדם, משבר האקלים ומגוון ביולוגי ולהסביר את הקשרים ביניהם. התלמידים ידונו בשאלות האלה:

- האם שינויים במגוון הביולוגי (חקרי מקרה או החמצת האוקיינוסים) ישפיעו גם על האדם? כיצד?
- כיצד אפשר להגן על המגוון הביולוגי מפני השלכות משבר האקלים?

נדגיש שלשינויים במגוון הביולוגי יש השלכות חמורות על האדם, כי הוא תלוי בשירותי המערכות האקולוגיות לקיומו. נסביר שיש לחזק את המערכות הטבעיות, להגן עליהן מפגיעות כמו ניצול יתר, זיהום וקיטוע כדי שהעמידות שלהן תהיה גבוהה והן יסתגלו להשלכות משבר האקלים.



נספח לפתיחה – קטע קריאה ושאלות:

הכחדה בהילוך מהיר

דו"ח חדש ומטריד קובע שאם האדם לא ישנה את פעולותיו עכשיו, כמיליון מינים שונים של בעלי חיים וצמחים ייכחדו מהעולם. גם בישראל, תהליכים מהירים של ניצול שטחים טבעיים עבור מגורים, תשתיות וחקלאות מעמידים בסכנה את המגוון הביולוגי המקומי

מיליון מיני בעלי חיים וצמחים, שמהווים כשמינית ממגוון המינים בעולם, נתונים בסכנת הכחדה", כך קובע [דו"ח חדש ומעורר דאגה](#) שפרסם ארגון IPBES של האו"ם, ושמתיבסס על 15 אלף מאמרים מדעיים שנבדקו על ידי מאות מומחים מ-50 מדינות שונות.

יעל מור, 21 במאי 2019, [זווית](#)

בסוף השבוע האחרון, פחות משבוע לאחר צאת הדו"ח, נמצאו שמונה נשרים מקראיים מתים ברמת הגולן. מדובר במכה קשה, ייתכן שאנושה, לעתידו של מין זה בישראל, שממילא נמצא על סף הכחדה (מוגדר כמין "בסכנת הכחדה חמורה"). אוכלוסיית הנשרים של רמת הגולן מנתה עד למקרה זה 20 פרטים בלבד (מתוך פחות מ-200 פרטים בכל הארץ – ירידה דרמטית מ-400 הפרטים שחיו בישראל עד לפני 20 שנה) ולכן האוכלוסייה קטנה בכמעט מחצית בבת אחת.

סיבת המוות קשורה לפעילות האדם – ההדברה בשטחי חקלאות. הרעלת חיות בר בכלל, ונשרים בפרט, מהווה סכנה לקיומן של אוכלוסיות שונות, אך למרות שבעיה זו ידועה לרשויות, לא מספיק נעשה כדי להגן על בעלי החיים בטבע.

במקרה של הנשרים בגולן מדובר באובדן כואב במיוחד בגלל כל המאמצים שהושקעו בשנים האחרונות בשיקומם. כך, למשל, כמה מהנשרים שהורעלו למוות הובאו לישראל מספרד כדי לתגבר את האוכלוסייה המקומית. אך כל המאמצים לשמירה עליהם ירדו לטמיון בעקבות פעולה אכזרית, או בלתי זהירה, של אדם אחד

ואכן, דו"ח האו"ם שפורסם לאחרונה מציג את פעילות האדם כגורם המרכזי המסכן את אוכלוסיות בעלי חיים בעולם ומעמידים בסכנת הכחדה.

לאורך ההיסטוריה מינים רבים נכחדו מסיבות שונות, אך לפי הדו"ח, מספר המינים שנמצאים בסכנת הכחדה גדל משמעותית ב-50 השנים האחרונות. הסיבות לכך קשורות לפעילות אנושית כמו ניצול-יתר של משאבי קרקע ומים, פגיעה ישירה בבעלי חיים, גרימת זיהומים שונים והשתלטות מינים פולשים. הכחדה זו מתרחשת במהירות גבוהה מכדי שהמינים שנמצאים בסכנה יוכלו להגיב לה באופן אבולוציוני, כלומר, קצב הריבוי הטבעי שלהם לא יוכל לעמוד בקצב הכחדתם.

מי שעוקב אחרי מצב הטבע בשנים האחרונות לא באמת יכול להיות מופתע מהנתונים שלו. מדענים רבים גורסים שב-500 השנים האחרונות נכחדו בין 300 ל-600 מיני חולייתנים, ומזהירים שקצב ההכחדה היום הוא חסר תקדים ושנחנו בעצם נמצאים בעיצומה של הכחדה המונית נוספת, המכונה "ההכחדה השישית". מה שחדש בהכחדה השישית לעומת גלי ההכחדה שקדמו לה, היא העובדה שהאדם מגלם בה את התפקיד הראשי. המדענים מזהירים שאם קצב ההכחדה לא יירד, אנו עלולים להגיע לנקודת האל-חזור מבחינת המגוון הביולוגי. לאחר ההכחדות הקודמות לקח לכדור הארץ מיליוני שנים כדי לאושש את המגוון הביולוגי.

פגיעה בקרקע ובמים

הגורם הראשון שעליו מצביעים המומחים בדו"ח החדש הוא פגיעה ישירה בקרקע ובמקורות המים, הנגרמים כתוצאה מפעילות האדם כגון בנייה, כריתת יערות וחקלאות. 75 אחוז מהקרקע ו-66 אחוז מהסביבה הימית השתנו באופן משמעותי בעקבות פעולות אלה. בנוסף מציין הדו"ח כי

פעולות נוספות שתורמות לפגיעה כוללות דיג-יתר, זיהום פלסטיק ופסולת נוספת שנוצרת על ידי האדם.

הגורם השני שעליו מרחיב הדו"ח את הדיון הוא ניצול בעלי חיים וצמחים לצורכי מזון וחומרי גלם ובנוסף ניצול של מקורות המים לשטחי חקלאות. הדו"ח מציין כי בעקבות פעולות אלה למעלה מ-40 אחוז מאוכלוסיית הדו-חיים בעולם, כ-33 אחוז משוניות האלמוגים, כ-25 אחוז ממיני היונקים, יותר מ-33 אחוז מהיונקים הימיים ולפחות 680 מיני בעלי חוליות נמצאים בסכנת הכחדה. מלבד חיות המוכרות לכולנו שנמצאות בסכנת הכחדה, כגון הטיגריס והאורנגאוטן, נכנסו לרשימת הדו"ח מינים נוספים, פחות מוכרים, אך חיוניים להמשך קיומן של מערכות אקולוגיות כגון פרפר הדנאית המלכותית ("פרפר המונרך"), ומיני לווייתנים ממשפחת הבלניים.

שינוי האקלים העולמי הוא גורם קריטי הנמנה עם הסכנות העומדות בפני מינים שונים ומערכות אקולוגיות שלמות. "מאז 1980 הוכפלה כמות הפליטות של גזי החממה, מה שהוביל לעלייה ממוצעת של כ-0.7 מעלות צלזיוס בעולם", נכתב בדו"ח. "בזמן שהשפעותיו של שינוי האקלים כבר מורגשות בטבע, מרמת המערכת האקולוגית ועד לרמת שינויים גנטיים – צפוי כי השפעות שינוי האקלים עוד יחמירו במהלך העשורים הבאים, ובמקרים מסוימים אף יגברו על השפעותיהם של שימושי קרקע ומים, וגורמים אחרים".

איום על בריאות האדם וביטחונו

על פי הדו"ח, פגיעה קריטית ביציבות מערכות אקולוגיות והידרדרות במגוון הביולוגי בעולם מאיימות באופן משמעותי על בריאות האדם ועל ביטחונו, ומעמידות בסימן שאלה את עתיד החברה המודרנית. "יחסי הגומלין שבין בעלי החיים, הצומח, בני האדם והסביבה יוצרים מערכת יחסים מורכבת. ערעור מערכת זו על כל חלקיה יכול להוביל להתמוטטות המערכת כולה, וההשלכות של מצב זה על האדם יכולות להיות בלתי הפיכות", נכתב בו. כך, למשל, אנו יודעים כי פעולת ההאבקה ממאביקים שונים כגון דבורים, פרפרים וצרעות הוא מרכיב חיוני בתהליך הגידול של תוצרת חקלאית. לפי הדו"ח, בעלי חיים אלו נמצאים בסכנת הכחדה ובעקבותיה בני האדם עלולים לעמוד מול מחסור חמור במזון.

למרות הנזק שנגרם ושעלול להחמיר עוד יותר, עדיין יש ביכולת האדם לעצור את היכחדות המינים. על פי מחברי הדו"ח, קיים חלון זמן של כ-10-20 שנה שבמסגרתו יש סיכוי לשנות את המצב ולפעול לעצירתו. איך בדיוק? ראשית, בצעדים כגון נקיטת מדיניות סביבתית אקטיבית, ייצור בר-קיימא של מזון ומשאבים, צמצום בזבז מזון, ומאמץ משותף חובק עולם להפחתת פליטת גזי חממה. לצעדים אלה יש פוטנציאל לעצור את הנזקים הסביבתיים העולמיים ואת השפעותיהם המכריעות על קיום המין האנושי.

לפי דבריו של יו"ר ארגון IPBE רוברט ווטסון, "הדו"ח מדגיש כי עדיין לא מאוחר מדי לבצע את השינוי, אבל רק אם נפעל עכשיו, ובכל רמה – מהמקומית ועד הגלובלית. באמצעות נקיטת שינוי מן היסוד עדיין ניתן לשמר את הטבע, לשקם אותו ולהשתמש בו באופן מקיים. הכוונה היא לארגון מחדש, יסודי ומערכתי של כל הגורמים – הטכנולוגיים, הכלכליים והחברתיים שלנו".

ענו על השאלות:

1. מדוע גדל מספר המינים שבסכנת הכחדה באופן ניכר בחמישים השנים האחרונות?
2. השפעתו של משבר האקלים על "ההכחדה השישית"?
3. מהן ההשלכות של אובדן המינים על האדם?

الانقراض بوتيرة سريعة

نُشر تقرير جديد مثير للقلق أنه إذا لم يغيّر الإنسان من نشاطه الآن، ينقرض حوالي مليون نوع مختلف من الحيوانات والنباتات من العالم. في إسرائيل أيضاً، العمليات السريعة لاستخدام المساحات الطبيعية للإسكان والبنية التحتية والزراعة تُهدد التنوع البيولوجي بالخطر.

نشرت منظمة IPBES التابعة للأمم المتحدة [تقرير جديد مثير للقلق](#)، يُشير هذا التقرير إلى أن مليون نوع من الحيوانات والنباتات التي تشكل نحو ثُمن الأنواع في العالم مهددة بخطر الانقراض ". اعتمد هذا التقرير على 15000 مقال علمي فحصها مئات الخبراء من 50 دولة مختلفة.

ياعيل مور، 21 مايو 2019، [ZOOT](#)

في نهاية الأسبوع الماضي، بعد أقل من أسبوع من نشر التقرير، تم العثور على ثمانية نسور تورانية ميتة في مرتفعات الجولان. هذه ضربة قاسية، ربما تكون قاتلة لمستقبل هذا النوع، في إسرائيل، الذي هو بالفعل على وشك الانقراض (يُعرف هذا النوع بأنه "في خطر شديد بالانقراض"). بلغ تعداد النسر في مرتفعات الجولان 20 فرداً فقط حتى هذا الحدث (من بين أقل من 200 فرد في جميع أنحاء البلاد - انخفاض كبير من 400 فرد عاشوا في إسرائيل حتى قبل 20 عاماً)، وبالتالي انخفض تعداد العشيرة بمقدار النصف تقريباً مرة واحدة.

السبب لموت النسر مرتبط بنشاط الإنسان - استعمال مبيدات الآفات في المناطق الزراعية. يشكل تسمم الحيوانات البرية بشكل عام، والنسر بشكل خاص، خطراً على بقاء عشائر مختلفة، لكن على الرغم من أن هذه المشكلة معروفة للسلطات، إلا أنها لا تعمل بما فيه الكفاية لحماية الحيوانات في الطبيعة.

في حالة النسر في الجولان، هذه خسارة مؤلمة بشكل خاص بسبب كل الجهود التي بُذلت في السنوات الأخيرة لحمايتها والحفاظ عليها. مثلاً: قسم من النسر التي تسمت وماتت، تم إحضارها من إسبانيا لتعزيز عشيرة النسر المحلية. لكن كل الجهود التي بُذلت للحفاظ عليها، ذهبت هباءً منثوراً في أعقاب عمل القاسي أو إهمال شخص واحد.

في الواقع، يُظهر تقرير الأمم المتحدة الذي نُشر مؤخراً أن نشاط الإنسان يُعتبر العامل الرئيسي الذي يهدد عشائر الحيوانات في العالم بخطر الانقراض.

على مر التاريخ، انقرضت العديد من الأنواع لأسباب مختلفة، لكن وفقاً للتقرير، ازداد عدد الأنواع المهددة بالانقراض بشكل كبير في الخمسين عاماً الماضية. الأسباب لذلك ترتبط بنشاط الإنسان، مثل: الاستغلال المفرط للأراضي والموارد المائية، الإضرار المباشر بالحيوانات، التلوث وسيطرة أنواع غازية. يحدث هذا الانقراض بسرعة كبيرة بحيث لا تستطيع الأنواع المهددة بالانقراض أن تستجيب بطريقة النشوء والارتقاء، هذا يعني أن وتيرة تكاثرها الطبيعي غير قادر على حل مشكلة الانقراض.

كل من يتابع الطبيعة في السنوات الأخيرة، لا يتفاجأ من المعطيات. يُقدر العديد من العلماء أن ما بين 300 إلى 600 نوع من الفقاريات قد انقرضت في الـ 500 عام الماضية، وهم يُحذرون من أن وتيرة الانقراض اليوم لا مثيل لها، وأننا في ذروة انقراض كبير آخر يُسمى "الانقراض السادس". الجديد في الانقراض السادس مقارنة بموجات الانقراض التي سبقته هو أن الإنسان يلعب دور رئيسي فيه. يُحذر العلماء مما يلي: إذا لم ينخفض معدل الانقراض، قد نصل إلى نقطة اللا عودة من حيث التنوع البيولوجي. بعد حالات الانقراض السابقة، احتاجت الكرة الأرضية إلى ملايين السنين لاستعادة التنوع البيولوجي.

إصابة التربة والمياه

العامل الأول الذي يُشير إليه الخبراء في التقرير الجديد هو الضرر المباشر الذي حدث في التربة ومصادر المياه نتيجة لنشاط الإنسان، مثل البناء، قطع الغابات والزراعة. 75 في المائة من التربة و 66 في المائة من البيئة البحرية تغيرت بشكل كبير نتيجة لهذه العمليات. بالإضافة إلى ذلك، أشار التقرير إلى أن إجراءات أخرى تساهم في الإصابة، وهي تشمل الصيد المفرط، التلوث البلاستيكي والنفايات الأخرى من صنع الإنسان.

العامل الثاني الذي قام التقرير بتوسيع النقاش حوله هو استخدام الحيوانات والنباتات في التغذية والمواد الخام، بالإضافة إلى استغلال مصادر المياه للأراضي الزراعية. يُشير التقرير إلى أنه نتيجة لهذه العمليات، فإن أكثر من 40 في المائة من

عشائر البرمائيات في العالم، وحوالي 33 في المائة من الشعاب المرجانية، وحوالي 25 في المائة من أنواع الثدييات، وأكثر من 33 في المائة من الثدييات البحرية وما لا يقل عن 680 نوعًا من الفقاريات مهددة بخطر الانقراض.

بالإضافة إلى الحيوانات المعروفة لنا جميعًا المهددة بالانقراض، مثل: النمر وإنسان الغاب، دخلت أنواع أخرى أقل شهرة في قائمة التقرير، لكنها ضرورية لاستمرار بقاء الأنظمة البيئية، مثل: فراشة الهندباء الملكية ("فراشة الملك") وحياتان من عائلة الباليينات.

يُعتبر تغير المناخ العالمي عاملاً حاسماً من بين الأخطار التي تواجه الأنواع المختلفة والأنظمة البيئية بأكملها.

"منذ عام 1980، تضاعفت كمية انبعاث غازات الاحتباس الحراري، مما أدى إلى ارتفاع معدل درجة الحرارة بحوالي 0.7 درجة مئوية في العالم". ذكر في التقرير: "في حين أن تأثير تغيرات المناخ محسوسة بالفعل في الطبيعة، من النظام البيئي إلى مستوى التغير الجيني، فمن المتوقع أن تتفاقم آثار تغيرات المناخ خلال العقود القليلة القادمة، وفي بعض الحالات تفوق تأثيرات أخرى، مثل: استخدام التربة، المياه وعوامل أخرى."

تهديد صحة الإنسان وسلامته

وفقًا للتقرير، الأضرار الجسيمة التي لحقت باستقرار الأنظمة البيئية وتدهور التنوع البيولوجي في العالم تهدد بشكل كبير صحة الإنسان وسلامته، وتثير تساؤلات حول مستقبل المجتمع الحديث. "التأثير المتبادل بين الحيوانات، النباتات، الإنسان والبيئة المحيطة تُنتج علاقة معقدة. يمكن أن تؤدي ضعفت هذا النظام بجميع أجزائه إلى انهيار النظام بأكمله، ويمكن أن تكون عواقب هذا الوضع على الإنسان غير عكسية".

ذكر في التقرير أن عملية التلقيح التي تقوم بها الملقحات المختلفة، مثل: النحل، الفراش والدبابير هي ضرورية في عملية نمو المُنتجات الزراعية.

بحسب التقرير، فإن هذه الحيوانات معرضة لخطر الانقراض ونتيجة لذلك قد يواجه الإنسان نقصًا حادًا في الغذاء.

على الرغم من الضرر الذي حدث وقد يزداد سوءًا، لا يزال لدى الإنسان القدرة على إيقاف انقراض الأنواع.

بحسب مؤلفي التقرير، هناك فرصة زمنية تبلغ حوالي 10-20 سنة فيها احتمال لتغيير الوضع والعمل على إيقافه، كيف بالضبط؟ أولاً، يجب إجراء خطوات، مثل: الاعتماد على سياسة بيئية محيطة فعالة، إنتاج مستدام للغذاء والموارد، الحد من هدر الغذاء، بذل جهود عالمية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. هذه الخطوات قادرة على وقف الضرر البيئي العالمي وآثاره الحاسمة وعلى وجود الإنسان.

وفقًا لأقوال رئيس IPBE، روبرت واتسون، "يؤكد التقرير أنه لم يفت الأوان لإجراء تغييرات، لكن فقط إذا تحركنا الآن وعلى كل المستويات - من المحلي إلى العالمي. من خلال إجراء تغييرات جوهرية، يُمكن الحفاظ على الطبيعة، ترميمها واستخدامها بطريقة مستدامة. القصد من ذلك هو إعادة تنظيم جميع العوامل بشكل أساسي، شامل ومنهجي - التكنولوجية، الاقتصادية والاجتماعية".

أجيبوا عن الأسئلة:

1. لماذا ازداد عدد الأنواع المهددة بخطر الانقراض بشكل كبير في الخمسين عامًا الماضية؟

2. ما هو تأثير أزمة المناخ على "الانقراض السادس"؟

3. ما هي انعكاسات انقراض الأنواع على الإنسان؟

נספח להצעה 1 – כרטיסי חקרי מקרה

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - נדידת ציפורים

במהלך העשור האחרון פורסמו מאמרים רבים המראים כיצד תפוצת מיני ציפורים צפויה להשתנות בגלל שינויי האקלים. מחקרים אלה מראים כי למינים רבים, האזורים שהאקלים שלהם מתאים בעבורם צפויים להתרחק לעבר הקטבים. כתוצאה מכך, מינים שדוגרים בצפון האזור הממוחג וחורפים מדרום לקו המשווה (כמו למשל חסידות ומינים נוספים הנוודים מעל ישראל) יצטרכו לנדוד מרחקים ארוכים יותר עם שינויי האקלים הצפויים. הטמפרטורות הממוצעות באזורים נרחבים בעולם הולכות ועולות וגורמות למיני יצורים חיים לנוע אל עבר מקומות קרירים יותר. זאת משום שהם בדרך כלל מותאמים מבחינה אבולוציונית לפעילות אופטימלית בתנאי אקלים מסוימים, וכן מכיוון שתפוצת מקורות המזון שלהם משתנה עם שינויי האקלים. אבל לנדידה ארוכה יותר צפויות השלכות – לנדידה כזו יש עלויות אנרגטיות.

מינים נוודים דורשים תנאים מתאימים במהלך המחזור השנתי שלהם: בשטחי הדגירה שלהם, באזורי החריפה שלהם, ולאורך צירי הנדידה בין השניים. שינויי האקלים עלולים לשבש את התנאים בכל שלושת השלבים.

החוקרים השתמשו בנתונים על מורפולוגיה של הכנף ומסת הגוף כדי להעריך את המרחק שמינים נוודים שונים מסוגלים לעוף בלי עצירה לפני שהם צריכים לעצור לתדלוק. מתוך כך חישוב בכמה תחנות תדלוק מינים שונים יצטרכו לעצור כדי לבנות מחדש את עתודות השומן שלהם, ומכאן מצאו את הזמן הדרוש לנדידה.

בעבור יותר מ־80 אחוזים מהנוודים האירופיים לטווח ארוך, יהיו עלויות ניכרות הן במספר תחנות התדלוק הן בזמן הדרוש להם כדי לנדוד בין אזורי הדגירה שלהם לבין אזורי החריפה. לדוגמה, אנו מעריכים כי הזמיר המנומר יצטרך לנדוד כמעט 800 ק"מ נוספים בממוצע בשנת 2070, בתוספת של לפחות חמישה ימים למסע שלו. הנדידה של השרקר המצוי צפויה להתארך ביותר מ־1,000 ק"מ ולפחות 4.5 ימים בשנת 2070.

מהן ההשלכות של נדידה ארוכה יותר? ציפורים סובלות מתמותה גבוהה יותר בנדידה, בשל סיכון מוגבר לטריפות ולרעב כתוצאה מדרישות אנרגטיות גבוהות יותר ומאספקת מזון בלתי צפויה. מסע ארוך יותר מגדיל את הסיכונים האלו, ולכן עלול להוביל לירידה באוכלוסיות. המחקר מספק ראיות נוספות לכך שנוודים לטווח ארוך עלולים להיפגע קשה במיוחד משינויי האקלים.

מקור המידע: [שינויים בהרגלי הנדידה, תרגום כתבה מארגון Birdlife International](#)

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - הגירת בעלי חיים

הטמפרטורות הממוצעות באזורים נרחבים בעולם הולכות ועולות וגורמות למיני יצורים חיים לנוע אל עבר מקומות קרירים יותר. זאת משום שהם בדרך כלל מותאמים מבחינה אבולוציונית לפעילות מיטבית בתנאי אקלים מסוימים, וכן מכיוון שתפוצת מקורות המזון שלהם משתנה עם שינוי האקלים.

לכן רוב היצורים החיים מהגרים במעלה הרים או לכיוון הקטבים הצוננים. מובן שלמינים מעופפים כמו ציפורים, עטלפים ואף חרקים, הנדידה מהירה וקלה יותר לעומת מינים שאינם מעופפים. לכן אנו רואים קודם כול הגירה של מינים מעופפים. למינים יבשתיים, שלא כציפורים וכיצורים ימיים, יש גם בעיות הגירה נוספות בדמות מכשולים מעשה ידי אדם – ערים, כבישים, סכרים, גדרות וכדומה.

מחקרים חדשים בודקים מהם נתיבי ההגירה הצפויים של בעלי חוליות באמריקה עם התממשות שינוי האקלים. "[הגירה בתנועה](#)" (Migration in Motion) הוא פרויקט חזותי שמציג את התוצאות של מחקרים אלה על גבי מפה דינמית. במפה אפשר לראות איך צפויים להיראות נתיבי ההגירה של כ־3,000 מינים של ציפורים, יונקים ודו־חיים בדרום אמריקה ובצפון אמריקה בעקבות שינוי האקלים – החוקרים הביאו בחשבון גם את השפעת המכשולים מעשה ידי אדם.

פרויקט זה ממחיש אילו אזורים יהיו קריטיים להגירה של מאות ואלפי מינים. אזורים אלה כוללים את מזרח ארצות הברית, דרום ברזיל ואגן האמזונס. במזרח ארצות הברית, למשל, מינים רבים צפויים לעלות עם שינוי האקלים מהמישורים והגבעות אל הרי האפלצ'ים, ומשם צפונית־מזרחית בצוואר בקבוק לאורך הרכסים. ואולם, רק שני אחוזים מהשטח הטבעי במזרח ארצות הברית מחוברים חיבור נאות המאפשר הגירת מינים בהתאם לשינוי האקלים. בדרום אמריקה מינים צפויים לעלות במעלה אגן האמזונס אל שטחים גבוהים יותר הסמוכים יותר אל הרי האנדים. באזור זה יש הרבה פחות מכשולים אנושיים שעלולים להפריע להגירה שלהם.

חלק מהיצורים שבסיכון גבוה הם דו־חיים, כגון סלמנדרות, טריטונים, צפרדעים וקרפדות. לא רק שמדובר בבעלי חיים איטיים, אלא שלרוב הם גם חייבים לבלות חלק נכבד משעות היום בתוך מקורות מים כגון אגמים, בריכות, נחלים ונהרות. לכן הם בסכנת התייבשות אם הם זונחים מקור מים מתחמם, ואינם מוצאים במהירות מקור מים חדש וקריר יותר.

המחקרים מפרטים את האזורים שבהם ראוי להשקיע משאבים בהגברת הקישוריות שבין שטחי הטבע, בביסוס מעברים בטוחים לבעלי חיים מעל כבישים ומסביב ליישובים (גשרים עיליים, מעברים תת־קרקעיים, גידור מתעל מסביב ליישובים ולאורך כבישים וכו'). בלא קישוריות מספיקה, מאות ואף אלפי מינים צפויים להיכחד עקב חוסר יכולתם להגיע לאקלים מתאים למחייתם.

בישראל ההגירה הצפויה תהיה אף היא מדרום צפונה. סביר להניח כי היא תיערך דרך מסדרונות אקולוגיים של שטחים פתוחים, חקלאיים ושמורים. עם זה בישראל יש בעיה חריפה של חסימת המסדרונות במרכז הארץ על ידי פיתוח עירוני מואץ. ייתכן שיש לחשוב מחדש על מקומן של שמורות הטבע בעולם של בתי גידול משתנים, ויש להבטיח מסלולי נדידה ושמורות צפוניות גדולות יותר.

עיבוד לכתבה מאתר זווית: [לאן עפים הברווזים כשהאגם מתחמם?](#), 30 באוקטובר 2016

השפעת שינויי אקלים על המגוון הביולוגי - השפעות שונות על בעלי חיים

צפו [בסרטון](#) וענו על השאלות:

1. אילו תופעות כלליות מתוארות בסרטון הנגרמות משינויי האקלים?
2. כתבו את שמות המינים המופיעים בסרטון וכיצד הם מושפעים משינויי האקלים.

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي – ترحال (هجرة) الطيور

على مدى العقد الماضي تمّ نشر العديد من المقالات التي توضح كيف من المتوقع أن يتغيّر انتشار أنواع الطيور بسبب تغيّرات المناخ. تُظهر هذه الأبحاث أنه بالنسبة للعديد من الأنواع، من المتوقع أن تنتقل هذه الأنواع إلى مناطق يكون مناخها مناسباً لها نحو القطبين. نتيجة لذلك، فإنّ الأنواع التي تتكاثر في شمال المنطقة المعتدلة وتقضي الشتاء جنوب خط الاستواء (مثل: اللقلق وأنواع أخرى تقوم بالترحال فوق إسرائيل) تضطر إلى قطع مسافات أطول مع تغيّرات المناخ المتوقع. يرتفع معدل درجات الحرارة في أجزاء كبيرة من العالم، مما يؤدي ذلك إلى انتقال أنواع الكائنات الحية إلى أماكن أكثر برودة. هذا لأنه عادةً تتكيف من ناحية النشوء والارتقاء مع النشاط الأمثل في ظروف مناخية معينة، وأيضاً لأن توزيع مصادرها الغذائية يتغيّر مع تغيّرات المناخ. لكن من المتوقع أن تكون هناك انعكاسات للترحال الطويل – هذا الترحال يكلف الكائنات الحية طاقة.

تحتاج الأنواع التي تقوم بعملية الترحال إلى ظروف مناسبة خلال دورتها السنوية: في مناطق الحضان والتكاثر، في مناطق قضاء الشتاء، وعلى طول محاور الترحال بين الاثنين. يمكن أن تُعطل تغيّرات المناخ الظروف في جميع المراحل الثلاث.

استخدم الباحثون معطيات عن مورفولوجيا (علم التشكل) الجناح وكتلة الجسم لتقدير المسافة التي تقطعها الأنواع المختلفة خلال ترحالها دون توقف (طيرانها) قبل أن تضطر إلى التوقف للتزود بالغذاء. وحسبوا من ذلك عدد محطات التزود بالغذاء التي يجب على الأنواع المختلفة التوقف فيها لإعادة بناء احتياطياتها من الدهون، وبالتالي وجدوا الوقت اللازم للترحال.

بالنسبة لأكثر من 80 في المائة من الطيور القادمة من أوروبا، يزداد على المدى البعيد كل من محطات التزود بالغذاء والوقت الذي يقضونه للانتقال بين مناطق الحضان ومناطق التفريخ. على سبيل المثال، تُقدّر أن الهزار الأشرق يضطر إلى ترحال ما يقرب 800 كم إضافي (بالمعدل) في سنة 2070، بالإضافة إلى خمسة أيام أخرى على الأقل لرحلته. من المتوقع أن يستغرق ترحال الوروار الأوروبي أكثر من 1000 كيلومتر و 4.5 أيام على الأقل في سنة 2070.

ما هي انعكاسات الترحال الطويل؟ تموت طيور كثيرة خلال الترحال بسبب ازدياد خطر الافتقار والمجاعة نتيجة لارتفاع متطلبات الطاقة وإمدادات الغذاء غير المتوقعة. الترحال الطويل يؤدي إلى ازدياد هذه المخاطر، وبالتالي قد يؤدي إلى انخفاض تعداد العشائر. يُقدّم البحث دليلاً إضافياً على أن الترحال الطويل الأمد قد يتضرر بشكل خاص من تغيّرات المناخ.

مصدر المعلومات: [تغيّرات في عادات الترحال، ترجمة مقال منظمة Birdlife International](#)

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي – هجرة الحيوانات

يرتفع معدل درجات الحرارة في أجزاء كبيرة من العالم، مما يؤدي ذلك إلى انتقال أنواع كائنات حية إلى أماكن أكثر برودة. هذا لأنها عادة ما تتلاءم من ناحية النشوء والارتقاء مع النشاط الأمثل في ظروف مناخية معينة، ولأن توزيع مصادرها الغذائية يتغير مع تغيّرات المناخ أيضاً.

لذلك تهجر معظم الكائنات الحية إلى الجبال أو نحو الأقطاب الباردة. بالطبع بالنسبة للأنواع الطائرة، مثل: الطيور، الخفافيش والحشرات، فإن الهجرة أسرع وأسهل مقارنة بالأنواع غير الطائرة. الأنواع البرية، على عكس الطيور والكائنات الحية البحرية، لديها مشاكل هجرة إضافية مُعقّبة من صنع الإنسان – المدن، الشوارع، السدود، الأسوار وما شابه.

تبحث أبحاث جديدة مسارات الهجرة المتوقعة للفقاريات في أمريكا مع حدوث تغيّرات المناخ. "[حركة الهجرة](#)" "Migration in Motion" هو مشروع بصري يُعرض نتائج هذه الأبحاث على خريطة ديناميكية. يمكن أن نرى في الخريطة مسارات هجرة حوالي 3000 نوع من الطيور، الثدييات والبرمائيات في أمريكا الجنوبية وأمريكا الشمالية في أعقاب تغيّرات المناخ - كما أخذ الباحثون في الاعتبار تأثير مُعقّبات من صنع الإنسان.

يوضح هذا المشروع المناطق التي تكون حاسمة لهجرة مئات وآلاف الأنواع. تشمل هذه المناطق شرق الولايات المتحدة، جنوب البرازيل وحوض الأمازون. في شرق الولايات المتحدة، على سبيل المثال، من المتوقع أن ينتقل العديد من الأنواع، مع تغيّرات المناخ، من السهول والتلال إلى جبال الأبلاش، ومن هناك شمال شرق في عنق وعلى طول سلاسل الجبال. ومع ذلك، فإن اثنين في المائة فقط من المساحة الطبيعية في شرق الولايات المتحدة مرتبطة ارتباط مناسب يسمح للأنواع بالهجرة وفقاً لتغيّرات المناخ. في أمريكا الجنوبية، من المتوقع أن تصعد الأنواع في حوض الأمازون إلى مناطق أعلى مناخية لجبال الأنديز. في هذه المنطقة هناك عدد قليل من المعقّبات البشرية التي يمكن أن تشوش على هجرتها.

قسم من الكائنات الحية التي يهددها الخطر هي البرمائيات، مثل: السمندل، النيت والصفادع والسلاحف. هذه الحيوانات بطيئة الحركة، ويجب عليها أيضاً، في معظم الوقت، قضاء جزء كبير من اليوم في مصادر مياه، مثل: البحيرات، البرك، الجداول والأنهار. لذلك فهي مهددة بخطر الجفاف إذا تخلوا عن مصدر ماء دافئ، ولم يجدوا بسرعة مصدر مياه جديد أكثر برودة.

تصف الأبحاث المناطق التي ينبغي استثمار الموارد فيها في زيادة الربط بين المناطق الطبيعية، وإنشاء ممرات آمنة للحيوانات عبر الطرق وحول التجمعات السكانية (جسور علوية، معابر تحت الأرض وتسييج قنوات حول مناطق سكنية وعلى طول الشوارع، وما شابه). بدون ربط كافٍ، من المتوقع أن تنقرض مئات بل آلاف الأنواع بسبب عدم قدرتها على الوصول إلى مناخ مناسب لاستمرار حياتها.

في إسرائيل، من المتوقع أن تكون الهجرة من الجنوب إلى الشمال أيضاً. من المعقول الافتراض أن تحدث من خلال ممرات بيئية للمناطق المفتوحة، الزراعية والمحمية. ومع ذلك، هناك مشكلة حادة في إسرائيل تتمثل في سد الممرات في وسط البلاد بسبب التطور المدني المتسارع. قد تحتاج المحميات الطبيعية في عالم بيوت التنمية المتغيرة إلى إعادة التفكير، كما يجب ضمان مسارات هجرة ومحميات شمالية كبيرة.

إعداد المقال من موقع [ynet](#): [إلى أين يطير البط عندما ترتفع درجة حرارة البحيرة؟، 30 أكتوبر 2016](#)

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي – تأثيرات مختلفة على الحيوانات

شاهد [الفيلم القصير](#) وأجيبوا عن الأسئلة:

1. ما هي الظواهر العامة الموصوفة في الفيلم القصير بسبب تغيّرات المناخ؟
2. اكتبوا أسماء الأنواع التي تظهر في الفيلم القصير، وكيف تتأثر من تغيّرات المناخ؟

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי – דגים

כיום קצב התחממות האוקיינוסים עומד על כ־0.12 מעלות צלזיוס בממוצע בעשור. באזורנו, דרום־מזרח הים התיכון, הקצב גבוה כמעט פי עשרה, ובשלשים השנים האחרונות טמפרטורת פני המים עלתה בכשלוש מעלות – ממוצע של 24 מעלות בקיץ ל־27 מעלות.

התחממות המים פוגעת בדגים מכיוון שהם בעלי חיים פויקילותרמיים (בעלי טמפרטורת גוף משתנה, "דם קר"), ולכן גופם מושפע יותר משינויים בטמפרטורה. מסיבה זו, כשהטמפרטורות גבוהות, קצב חילוף החומרים של הדגים עולה – מה שגורם להם להזדקק ליותר חמצן. נוסף על כך, מים חמים יותר מכילים פחות גזים מומסים בכלל וחמצן בפרט, מה שעלול להקשות על כמה ממיני הדגים לקבל את כל אספקת החמצן הדרושה להם.

במקרים נדירים מיני דגים מסוימים מצליחים להסתגל במידה כלשהי להתחממות המים, אך ברובם הגדול של המקרים אין זה המצב. לכן דגים רבים מהגרים לצפון או לדרום ומתרחקים מקו המשווה לכיוון הקטבים או נעים באזורם מחיים בשכבה העליונה של פני הים לשכבות עמוקות יותר של המים, שם הטמפרטורות דומות יותר לאלו שהם התרגלו אליהן לאורך האבולוציה.

מים קרים יותר מאפשרים לאותם מינים לקיים חילוף חומרים איטי יותר ולא לסבול ממחסור בחמצן. ההגירה מתרחשת בעיקר כשהדגים גדולים יותר ולכן זקוקים ליותר חמצן. ממדי התופעה במינים השונים בקו המשווה עלולה להגיע אף לנדידה של כחמישים קילומטר בעשור. במקרים אחרים הדגים פשוט מפסיקים לגדול בשלב מוקדם ונשארים קטנים יחסית לאורך כל חייהם, כך שהם זקוקים לפחות חמצן. לתופעה זו השלכות שליליות על הישרדותם של הדגים (נקבת דג קטנה יותר מטילה פחות ביצים, למשל).

הגירת הדגים מורגשת היטב במימי איסלנד, למשל. בעשרים השנים האחרונות עלו טמפרטורות האוקיינוס באזור ב־1–2 מעלות צלזיוס. בעקבות כך, דגי הטרטונית והבקלה האטלנטית, הנפוצים באזור וחביבים על הדייגים, נודדים כיום צפונה בהמוניהם ונעלמים מהמדינה.

העלייה בטמפרטורת המים משפיעה גם על הדגים שחיים בחופי ישראל. הבקלה הים־תיכונית, למשל, הוא מין שמאפיין אזורים קרים יותר. הוא היה נפוץ כאן הרבה יותר לפני עשרים שנה, ולאט־לאט הוא הולך ונעלם. גם את תופעת הדגים שנשארים בגודל קטן לאורך כל חייהם אפשר לראות באזורנו. הדגים שמשגשים בישראל הם אלה שאוהבים חום, כמו הטווסון הים־תיכוני. למינים המקומיים האלה מצטרפים מינים פולשים רבים שהגיעו לאזורנו כחלק מתופעת ההגירה הלספסית – מעבר של דגים ויצורים ימיים אחרים מים סוף ומהאוקיינוס ההודי דרך תעלת סואץ אל הים התיכון. הגירה זו החלה בעת חפירת התעלה ופתיחתה ב־1869 והיא נמשכת עד היום ביתר שאת – וכיום מזרח הים התיכון משתנה מאוד.

שינויי האקלים משפיעים על הדגים בדרכים רבות, בין היתר, הם פוגעים במארג המזון ופוגעים יותר בדגים גדולים. לשינויי האקלים תהיה השפעה גם על הדיג שייפגע כאשר יהיו פחות דגים בכלל, ודגים גדולים בפרט.

עיבוד לכתבה מאתר זווית: [הגירת הדגים והפרפרים הגדולה, 27 בפברואר 2020](#)

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי – פרפרים



הפרפרים מושפעים מאוד ממשבר האקלים וגם הם נודדים מקו המשווה לכיוון הקטבים בחיפוש אחר אקלים קריר יותר. בעקבות משבר האקלים רואים בישראל מינים אפריקניים בתדירות הולכת וגוברת. כך למשל בנובמבר 2019 הופיע בירושלים כחליל הפלרגון, מין מדרום אפריקה שלא נראה בישראל קודם לכן. בינואר 2019 הגיע לאילת שקע ברומטרי ממרכז אפריקה, ולמחרת נראו פרפרים מהמין נימפית הרגלה, שלא נצפו בישראל זה עשרים שנה. בקיבוץ נאות סמדר שבדרום הנגב מעופפים כבר שלוש שנים פרפרים טרופיים מהמין נימפית כחולה שהגיעו לשם בנדידה והשתקעו.

בד בבד, מיני פרפרים שאוהבים קור עלולים להיעלם מישראל. בחרמון פרפרים עוברים לגבהים רמים

יותר בגלל ההתחממות. לפרפרים שחיים בשיא החרמון אין לאן לעלות עוד, ולכן הם נעלמים.

לא כל מיני הפרפרים מצליחים לעבור לאזורים מתאימים יותר. על פי מחקר שנערך בנושא, שבו נבחנה תפוצתם של 16 מיני פרפרים בריטיים לאורך ארבעים השנים האחרונות, יכולת הפרפרים להגר מושפעת בין השאר מאובדן בתי הגידול הטבעיים שלהם כתוצאה מפעילות האדם, בשילוב השפעותיו של משבר האקלים. על פי המחקר, כשהפרפרים מוקפים אך ורק בסביבות שבהן הם אינם יכולים לשרוד, הם אינם מסוגלים לצאת מאזור המחיה שלהם ולחפש מקום טוב יותר לחיות בו.

גורם אחר שמשפיע על יכולת ההגירה של הפרפרים הוא כמות מחזורי הרבייה שלהם. יש מיני פרפרים שבהם בכל שנה יש דור אחד, שנולד, מגיע לבגרות, מעמיד צאצאים ומת – בעוד באחרים התהליך חוזר על עצמו כמה פעמים במהלך השנה. על פי מחקר שבו נבדקו 130 מיני פרפרים ועשים בריטיים ושכלל נתונים מהשנים 1995-2014, ההבדל בכמות מחזורי הרבייה חשוב מכיוון שבעקבות משבר האקלים החורף חם יותר והאביב מתחיל מוקדם יותר מבעבר, מה שגורם לפרפרים ממינים רבים לצאת מן הגולם מוקדם יותר.

במינים שמתאפיינים בכמה מחזורי רבייה (כמו החומית המנומרת, שחיה בעבר גם בחרמון ונותרה אוכלוסייה מועטה שלה בנחלי הצפון), הקדמת האביב מעניקה לפרפרים זמן נוסף להתרבות, האוכלוסייה גדלה, והיא כוללת די פרטים כדי לשלוח "חיל חלוץ" שיהגר למקומות קרים יותר. במינים שמתאפיינים במחזור רבייה אחד בלבד בשנה, הקדמת היציאה מן הגולם עלולה להוציא את הפרפרים מהסנכרון עם מחזורי החיים של הצמחים שבהם הם תלויים, מה שפוגע במספריהם – וכשהאוכלוסייה קטנה, פחות פרפרים מהגרים ממנה הלאה.

עיבוד לכתבה מאתר זווית: [הגירת הדגים והפרפרים הגדולה, 27 בפברואר 2020](#)

בתמונה: כחליל הפלרגון מירושלים

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - קיפודי הים

קיפודי הים, שבעבר היו נפוצים מאוד בחופי ישראל, נעלמו בשנים האחרונות כמעט לחלוטין, ככל הנראה בגלל ההתחממות הימים בעשורים האחרונים ודחיקה על ידי מינים פולשים שחדרו דרך תעלת סואץ מהאוקיינוס ההודי. בשלושת העשורים האחרונים התחמם הים התיכון בשלוש מעלות. איך משפיעה ההתחממות הזאת על היצורים הימיים, על החמצן שאנו נושמים ועל שרשרת המזון כולה?

צפו בסרטון [ים חם - לאן נעלמו הקיפודים?](#) וענו על השאלות:

1. כיצד בדקו אם היעלמות הקיפודים קשורה לשילוב של ההתחממות הגלובלית וכניסת המינים הפולשים?
2. מה אפשר ללמוד מהיעלמות הקיפודים?
3. מהן ההשלכות הצפויות לאדם כתוצאה מהשינויים במערכת האקולוגית בים התיכון?

تأثير تغيرات المناخ على التنوع البيولوجي – أسماك

يبلغ معدل ارتفاع درجة حرارة المحيطات اليوم حوالي 0.12 درجة مئوية خلال عقد من الزمن. في منطقتنا، جنوب شرق البحر الأبيض المتوسط، المعدل أعلى بعشر مرات تقريباً، وفي الثلاثين عاماً الماضية ارتفعت درجة حرارة الماء بنحو ثلاث درجات مئوية - من معدل 24 درجة مئوية في الصيف إلى 27 درجة مئوية.

يؤدي ارتفاع درجة حرارة الماء بالأسماك، لأنها حيوانات ذات دم بارد (درجة حرارة جسمها متغيرة، "الدم البارد")، لذلك تتأثر أجسامها أكثر من تغيرات درجة الحرارة. لهذا السبب، عندما ترتفع درجات الحرارة تزداد وتيرة العمليات الأيضية عند الأسماك - مما يجعلها بحاجة إلى المزيد من الأكسجين. بالإضافة إلى ذلك، يحتوي الماء الأكثر دفئاً على غازات مذابة أقل بشكل عام والأكسجين بشكل خاص، مما يشكل صعوبة على بعض أنواع الأسماك في الحصول على كل الأكسجين الذي تحتاجه.

في حالات نادرة، تتمكن بعض أنواع الأسماك من التكيف إلى حد ما مع ارتفاع درجة حرارة المياه، ولكن هذا ليس هو الحال في الغالبية العظمى من الحالات. لذلك تهجر العديد من الأسماك شمالاً أو جنوباً، وتبتعد عن خط الاستواء باتجاه القطبين، أو تنتقل في منطقتها من العيش في الطبقة العليا من سطح البحر إلى طبقات المياه العميقة، حيث تكون درجات الحرارة أكثر تشابهاً مع تلك التي اعتادوا عليها طوال عملية النشوء والارتقاء.

تُتيح المياه الباردة لهذه الأنواع أن يكون لها عمليات أيضية أبطأ، وهكذا لا تعاني من نقص الأكسجين. تحدث الهجرة بشكل رئيسي عندما تكون الأسماك أكبر حجماً، لأنها تحتاج إلى المزيد من الأكسجين. يمكن أن تصل أبعاد الظاهرة في الأنواع المختلفة، في خط الاستواء، إلى هجرة حوالي خمسين كيلومتراً في عقد واحد من الزمن. في حالات أخرى، تتوقف الأسماك عن النمو مبكراً وتبقى صغيرة نسبياً طوال حياتها كي تحتاج إلى كمية أقل من الأكسجين. هذه الظاهرة لها انعكاسات سلبية على بقاء الأسماك (على سبيل المثال، تضع أنثى السمك الصغيرة أقل بيضاً).

هجرة الأسماك واضحة بشكل جيد في مياه آيسلندا، مثلاً: في السنوات العشرين الماضية، ارتفعت درجات حرارة المحيطات في المنطقة بمقدار 1-2 درجة مئوية. نتيجة لذلك، فإن أسماك السلمون وأسماك القد الأطلسي، الشائعان في المنطقة ويفضلها الصيادون، تهجر الآن إلى الشمال بأعداد كبيرة وتختفي من الدولة.

يؤثر ارتفاع درجة حرارة الماء على الأسماك التي تعيش في سواحل إسرائيل أيضاً. سمك القد في البحر الأبيض المتوسط (القد المتوسطي)، على سبيل المثال، هو نوع يُميز المناطق الأكثر برودة. كان شائعاً هنا منذ عشرين سنة، وهو يختفي ببطء. يمكن أن نرى ظاهرة بقاء الأسماك الصغيرة الحجم طوال حياتها في منطقتنا أيضاً. الأسماك التي تزدهر في إسرائيل، هي الأسماك التي تُحب الحرارة، مثلاً: أسماك طاووس البحر الأبيض المتوسط. تنضم إلى هذه الأنواع المحلية العديد من الأنواع الغازية التي جاءت إلى منطقتنا كجزء من ظاهرة الهجرة - مرور الأسماك والكائنات الحية البحرية الأخرى من البحر الأحمر والمحيط الهندي عبر قناة السويس إلى البحر الأبيض المتوسط. بدأت هذه الهجرة أثناء التنقيب وفتح القناة عام 1869، وما زالت مستمرة حتى يومنا هذا - واليوم يتغير شرق البحر الأبيض المتوسط بشكل كبير.

يؤثر تغير المناخ على الأسماك بعدة طرق، من بين أمور أخرى، فهو يضر بالشبكة الغذائية ويضر بالأسماك الكبيرة. يؤثر تغير المناخ على صيد الأسماك الذي يتضرر عندما يكون هناك عدد أقل من الأسماك بشكل عام، ويؤثر على الأسماك الكبيرة بشكل خاص.

إعداد المقال من موقع [ynet](http://www.ynet.co.il): هجرة الأسماك والفرش الكبرى ، 27 فبراير 2020

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي – الفراش

يتأثر الفراش بشكل كبير من أزمة المناخ ويهاجر أيضًا من خط الاستواء نحو القطبين بحثًا عن مناخ أكثر برودة. في أعقاب أزمة المناخ، تزداد الأنواع الأفريقية في إسرائيل.

مثلًا، في تشرين الثاني / نوفمبر 2019، ظهرت الفراشة بيلارجون، من الفصيلة النحاسية في القدس، وهي نوع من جنوب إفريقيا لم نراها في الماضي في إسرائيل.

في كانون الثاني / يناير 2019، وصل منخفض جوي إلى إيلات قادمًا من إفريقيا الوسطى، وفي اليوم التالي شوهدت فراشات من نوع الفراشة الأكليلية، والتي لم نشاهدها في إسرائيل منذ عشرين عامًا.

في كيبوتس نبوت سمادار، في جنوب النقب، تحلق الفراشات الاستوائية من نوع الفراشة الأكليلية منذ ثلاث سنوات وقد هاجرت واستقرت هناك.

في الوقت نفسه، قد تختفي أنواع الفراشات التي تحب البرد من إسرائيل. تنتقل الفراشات على جبل الشيخ إلى ارتفاعات أعلى بسبب ارتفاع درجات الحرارة. الفراشات التي تعيش على قمة جبل الشيخ ليس لديها مكان آخر تذهب إليه، لذا فهي تختفي.

لا تتمكن جميع أنواع الفراشات من الانتقال إلى مناطق أكثر ملاءمة. وفقًا للبحث الذي أجري حول الموضوع، والذي فحص انتشار 16 نوعًا من أنواع الفراشات البريطانية خلال الأربعين عامًا الماضية، فإن قدرة الفراشات على الهجرة تتأثر جزئيًا من فقدان بيوت التنمية الطبيعية نتيجة لنشاط الإنسان، بالإضافة إلى تأثير أزمة المناخ. وفقًا للبحث، عندما تكون الفراشات محاطة ببيئات لا تستطيع العيش فيها، فإنها لا تستطيع مغادرة منطقة المعيشة الخاصة بها والبحث عن مكان أفضل للعيش فيه.

عامل آخر يؤثر على قدرة هجرة الفراشات هو عدد دورات تكاثرها. هناك أنواع من الفراشات التي تضع في كل عام جيل واحد، يبلغ سن الرشد يضع نسل ويموت - بينما في حالات أخرى تتكرر هذه العملية عدة مرات خلال السنة. وفقًا للبحث الذي فحص 130 نوعًا من الفراشات والعث البريطاني، وتضمن معطيات من السنوات 1995-2014، فإن الاختلاف في عدد دورات التكاثر مهم، لأنه بعد أزمة المناخ يكون الشتاء أكثر دفئًا ويبدأ الربيع في وقت أبكر، مما يؤدي ذلك إلى خروج العديد من أنواع الفراشات من العذراء في وقت مبكر.

الأنواع التي تتميز بعدة دورات تكاثر (مثل الفراشة البنية المرقطة التي عاشت في الماضي على جبل الشيخ أيضًا، وبقي عدد قليل منها في الجداول الشمالية) يمنحها الربيع المبكر المزيد من الوقت للتكاثر، وهكذا يزداد تعداد العشيرة التي تشمل عدد كبير من النسل الذي يهاجر إلى أماكن أكثر برودة. في الأنواع التي تتميز بدورة تكاثر واحدة فقط سنويًا، قد يؤدي الخروج المبكر من العذراء إلى إخراج الفراشات من التزامن مع دورات حياة النباتات التي تعتمد عليها، مما يضر بتعدادها - وعندما يكون تعداد العشيرة صغيرًا يُهاجر عدد قليل من الفراشات.

إعداد المقال من موقع [7117: هجرة الأسماك والفراشات الكبرى، 27 فبراير 2020](#)

في الصورة: الفراشة الأكليلية من القدس

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي – قنّافذ البحر

اختفت قنّافذ البحر، التي كانت شائعة جدًا قبالة سواحل إسرائيل، بشكل شبه كامل في السنوات الأخيرة، ربما بسبب ارتفاع درجة حرارة البحار في العقود الأخيرة والقمع من قبل الأنواع الغازية التي تسببت في قناة السويس من المحيط الهندي. في العقود الثلاثة الماضية، ارتفعت درجة حرارة البحر الأبيض المتوسط ثلاث درجات. كيف يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على الكائنات الحية البحرية، على الأكسجين الذي نتنفس وسلسلة الغذاء بأكملها؟

شاهدوا الفيلم القصير [البحر الساخن – إلى أين ذهبت القنّافذ؟](#) وأجيبوا عن الأسئلة:

1. كيف فحصوا ما إذا كان اختفاء القنّافذ مرتبطًا بالدمج بين الاحتباس الحراري ودخول الأنواع الغازية؟
2. ما الذي يمكن أن نتعلمه من اختفاء القنّافذ؟
3. ما هي الانعكاسات المتوقعة على الإنسان نتيجة للتغيرات في النظام البيئي في البحر الأبيض المتوسط؟

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - עצים בחורש הים-תיכוני

שינויי אקלים גלובליים הביאו לעלייה בתדירות תמותת העצים ביערות בכל רחבי העולם. במאה האחרונה פחתה כמות היערות של כדור הארץ במידה ניכרת בעקבות ניצול מוגבר מצד האדם, וכעת קיים החשש ששינויי אקלים יצמצמו עוד את שטחי היערות הנותרים. שינויי אקלים מתרחשים בעשורים השונים בקצב מהיר יחסית לאלו שאפיינו את כדור הארץ בעבר – בעשור האחרון נצפו בישראל התייבשות ותמותה של אלונים, של אורנים טבעיים ונטועים ושל מינים נוספים, שיכולות להיות קשורות לשינויי האקלים.

מכיוון שהשינויים בפנולוגיה (חקר התופעות המחזוריות בטבע) של הצמחים הם מהירים והם כנראה התגובה הראשונה שלהם לשינויי האקלים, חשוב מאוד לנטר אותם ניטור שוטף ורציף. כך אפשר לגלות סימני עקה בעצים הנובעים מרצף של שנות בצורת. אמצעי חישה מרחוק הם כלי יעיל וחשוב לניטור צמחים.

בשנים 2014-2015 נאספו נתוני חישה מרחוק במחקר מדעי ברמת הנדיב שמטרתו לעקוב אחר השפעת שינויי האקלים על מחזור החיים של הצמחים – חיוניות, לבלוב, שלכת ופריחה - כדי לקבל התראה מוקדמת על התייבשות ותמותה של הצומח. המעקב נערך באמצעות צילום יום-יומי בשתי מצלמות:

א. מצלמה רב-ערוצית (המספקת מידע במספר רב של אורכי גל בתחום הנראה ובתחום האינפרא אדום הקרוב) המוצבת בראש מגדל.

ב. מצלמה דיגיטלית רגילה המצלמת בתחום הנראה בלבד.

על פי נתוני החישה מרחוק אפשר לחשב מדדים המעידים על המצב הפיזיולוגי (פוטנציאל מים, מוליכות פיוניות ותכולת כלורופיל) והפנולוגי (נביטה, צמיחה, לבלוב, פריחה ושלכת) של הצמחייה באזור.

המדידות הפנולוגיות הציגו דפוסים אופייניים למיני עצים ים תיכוניים ירוקי עד, עם ערכים גבוהים יותר סביב עונת האביב. המדידות הפיזיולוגיות שנערכו במקביל בשנה זו הציגו תגובה פיזיולוגית של העצים למחסור המים העונתי שהתבטאה בירידה בערכי פוטנציאל המים והגבלת פתיחת הפיוניות בעיקר בעונת הקיץ. המסקנות מהמחקר הן שהצמחייה מושפעת מאוד מזמינות המים בשטח.

במחקר אחר שנערך בשיטות דומות ביערות אורנים בצפון ישראל נמצא שככל שעולה גיל היער ויורדת כמות המשקעים בו, מתקיימת תחרות חזקה יותר על מאגר נמוך של מים בקרקע, ולכן עצי יערות אלה נפגעים ראשונים מבצורות.

מחקר פורץ דרך על השפעת ההתחממות הגלובלית על תוחלת החיים של יערות בעולם, מצא שהעצים מתים צעירים יותר, ובקצב מהיר יותר. המגמה הזאת צפויה להימשך, לפי המחקר, וההשלכות המטרידות ביותר שלה הן פגיעה ביכולת העצים לאחסן פחמן ולמתן את נזקי משבר האקלים. המחקר מאגד ומנתח נתונים מיותר מ-150 מחקרים קודמים, ומראה כיצד קצב המוות של עצים מאיץ בכל רחבי העולם – בצפון אמריקה למשל שיעור התמותה הוכפל, אך חלה האצה משמעותית גם בתמותת עצים ביערות הגשם באמזונס. באפריקה עצי הארז והשיטה מתים, במזרח התיכון דועכים עצי הערער והאורן. בספרד וביוון, ההתחממות הגלובלית מכוננת את עצי האלון. אפילו בצפון אירופה הלחה והמתונה, בצורות יוצאות דופן פוגעות בעצי האשור.

מקורות מידע: "השפעת שינויי האקלים על הפנולוגיה של הצומח, אתר רמת הנדיב [התייבשות עצים ביערות אורן ירושלים בישראל - מבט מגובה רב](#)", [אקולוגיה וסביבה](#), 2012 3 (3) 230-237,

"עצים ברחבי העולם מתים צעירים יותר, ובקצב מהיר יותר. למה זה קורה?", דהמרקר, 14.7.20

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - התמוטטות המערכות האקולוגיות באזורים הטרופיים

שילוב מסוכן של שינויי אקלים, תנאי מזג אוויר קיצוניים ופעילות אנושית גורם להתמוטטות מהירה של מערכות אקולוגיות באזורים הטרופיים בכדור הארץ. באזורים הטרופיים מצוי הרוב המכריע של המגוון הביולוגי של כדור הארץ, שמרוכז בעיקר ביערות טרופיים ובשוניות אלמוגים. היערות, למשל, מכסים פחות מ־12 אחוזים משטח היבשה של כדור הארץ ומאחסנים 25 אחוזים מהפחמן שאינו מתחת לקרקע (בתוך עתודות נפט, למשל). שוניות אלמוגים הן רק 0.1 אחוז משטח האוקיינוס, אבל נמצא בהן הגיוון הגדול ביותר של מינים במערכות אקולוגיות ימיות והן מספקות משאבים דוגמת מזון, דיג ותיירות ל־500 מיליון איש. במחקר, של 11 מדענים משמונה אוניברסיטאות ומכוני מחקר בברזיל, בריטניה וניו זילנד, מיפו יותר מאה מקומות שבהם נפגעו יערות טרופיים ושוניות אלמוגים מאירועי אקלים קיצוניים כמו הוריקנים, שיטפונות, גלי חום, בצורות ושרפות. המחקר חושף מגמה מדאיגה של פגיעה חמורה במערכות אלו כתוצאה ממשבר האקלים וגורמים הקשורים לו. איומים מקומיים רבים כמו בירוא יערות, דיג יתר וזיהום יכולים להפחית את המגוון הביולוגי ואת התפקוד של המערכות האקולוגיות, להחליש את עמידותן לאירועי קיצון ואת יכולתן להתאושש מהם. המחקר מדגיש את היקף הנזק שנגרם למערכות אקולוגיות ולחיי הבר באזורים הטרופיים כתוצאה מאיומים שלובים אלו. לדברי המדענים, האופן הסבוך שבו הגורמים משפיעים זה על זה מקשה לקבוע את ההשפעות המדויקות שיהיו לשינויי האקלים על המערכות האקולוגיות. שינויי האקלים גורם להתגברות הסערות ולגלי החום תכופים וחריפים יותר. בעבור שוניות אלמוגים, אירועי קיצון כאלו יכולים להפחית את השטח החי בשונית ולגרום לשינויים מרחיקי לכת לאלמוגים ולדגים, שמוחמרים בגלל גורמים מקומיים כמו איכות מים נמוכה ודיג יתר. ביערות טרופיים נרשם מגוון של השלכות אקולוגיות בעקבות סופות הוריקן. הרס הצמחייה באירועי קיצון אלו משפיע על בעלי החיים, הציפורים והחרקים שתלויים בהם למזון ולמחסה. המדענים מפצירים ליצור יחמות שימור ולפתח אמצעים לצמצם את ההפרעות המקומיות במערכות האקולוגיות השונות, "אבל", הם מוסיפים, "לאמצעים אלו תהיה הצלחה מוגבלת אם הם לא ילוו בפעולות בין־לאומיות להפחתת פליטות פחמן דו־חמצני והאטת שינויי האקלים העולמי".

עיבוד לכתבה: ["משבר האקלים ממוטט מערכות אקולוגיות באזורים הטרופיים בכדה"א", כלכליסט, 29.1.20](#)

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي - أشجار في حُرش البحر الأبيض المتوسط

أدى تغيّر المناخ العالمي إلى ارتفاع وتيرة موت الأشجار في الغابات، في جميع أنحاء العالم. في القرن الماضي، انخفض الغطاء النباتي للغابات على الكرة الأرضية بشكل كبير بسبب ارتفاع استغلال الإنسان، والآن هناك خوف من أن يؤدي تغيّر المناخ إلى تقليص مساحات الغابات المتبقية. يحدث تغيّر المناخ في العقود المختلفة بوتيرة سريعة نسبياً مقارنةً بتلك التي ميّزت الكرة الأرضية في الماضي، في العقد الأخير. شاهدنا، في إسرائيل، جفاف وموت أشجار السنديان والصنوبر الطبيعي والمزروع وأنواع أخرى، وقد يكون ذلك مرتبطاً بتغيّر المناخ. بما أن التغيّرات في فونولوجيا (بحث الظواهر الدورية في الطبيعة) النباتات سريعة، وربما تكون أول استجابة لتغيّرات المناخ، فمن المهم جداً مراقبتها بشكل مستمر ومتتالي. وهكذا يمكن اكتشاف دلالات التوتر، في الأشجار، الناتجة عن سلسلة من سنوات الجفاف. تُعتبر أجهزة الاستشعار عن بُعد أداة ناجعة ومهمة لمراقبة النباتات. في السنوات 2014-2015، تمّ جمع معلومات استشعار عن بُعد في بحث علمي، في رمات هندیف، يهدف إلى متابعة تأثير تغيّرات المناخ على دورة حياة النباتات الحيوية، مثل: الازدهار، تساقط الأوراق والإزهار للحصول على إنذار مبكر عن جفاف النباتات وموتها. تمّت المراقبة باستخدام التصوير اليومي بواسطة كاميرتين: أ. كاميرا متعددة القنوات (توفر معلومات عن عدد كبير من الأطوال الموجية في المجال المرئي وفي مجال الأشعة تحت الحمراء القريب) وُضعت في الجزء العلوي من البرج. ب. كاميرا رقمية عادية تُصوّر في المجال المرئي فقط. بناءً على معطيات الاستشعار عن بُعد، يُمكن حساب مقاييس تُشير إلى الحالة الفسيولوجية (كمون الماء، موصليّة فتحات الثغور ومحتوى الكلوروفيل) والفونولوجية (الإنبات، النمو، الازدهار، الإزهار وتساقط الأوراق) للنباتات في المنطقة.

بيّنت القياسات الفونولوجية أنماطاً نموذجية لأنواع أشجار البحر الأبيض المتوسط دائمة الخضرة، مع قيم أعلى في موسم الربيع. بيّنت القياسات الفسيولوجية التي أُجريت في نفس الوقت، في هذا العام، الاستجابة الفسيولوجية للأشجار لنقص المياه الموسمي، وقد تجلّى ذلك في انخفاض قيم كمون المياه وتقبيد فتح فتحات الثغور خاصة في فصل الصيف. استنتج الباحثون أن الغطاء النباتي يتأثر بشكل كبير من توافر المياه في الأرض.

وُجد في بحث آخر استُخدمت فيه طرق مماثلة في غابات الصنوبر، في شمال إسرائيل، أنه مع ازدياد عُمر الغابة وتناقص كمية هطول الأمطار فيها، هناك تنافس قوي على كمية المياه المنخفضة في التربة، لذلك تتضرر أشجار هذه الغابات بسبب الجفاف أولاً.

وُجد بحث رائد حول تأثير الاحتباس الحراري على الحياة في الغابات، في العالم، أنّ الأشجار تموت في سن أصغر وفي وتيرة أسرع. وفقاً لهذا البحث، من المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه، وأكثر انعكاساته المقلقة هي إضعاف قدرة الأشجار على تخزين الكربون والتخفيف من أضرار أزمة المناخ.

جُمع البحث معطيات من أكثر من 150 بحث سابق وحللها، وبيّنت هذه الأبحاث كيف تتسارع وتيرة موت الأشجار في جميع أنحاء العالم - في أمريكا الشمالية، على سبيل المثال، تضاعفت نسبة الموت، ولكن كان هناك أيضاً تسارع كبير في وتيرة موت الأشجار في غابات الأمازون المطيرة. في إفريقيا، تموت أشجار الأرز والسنت، وفي الشرق الأوسط تتلاشى أشجار العرعر والصنوبر. في إسبانيا واليونان، أدى الاحتباس الحراري إلى تقلص أشجار البلوط. حتى في شمال أوروبا الرطبة والمعتدلة، يحدث قحط غير عادي يضر بأشجار الزان.

مصادر المعلومات: "تأثير التغيّر المناخي على فونولوجيا النبات، موقع رمات هندیف
جفاف الأشجار في غابات الصنوبر في القدس، في إسرائيل - نظرة من ارتفاع عالٍ جداً"، *البيئة والبيئة المحيطة*، 2012 (3) 230-237، "تموت الأشجار في جميع أنحاء العالم في سن أصغر، وبوتيرة أسرع. لماذا يحدث هذا؟"، DeMarker، 14.7.20

تأثير تغيّرات المناخ على التنوع البيولوجي - أشجار في حُرش البحر الأبيض المتوسط - انهيار الأنظمة البيئية في المناطق الاستوائية

يؤدي الدمج الخطير بين تغيّرات المناخ، الظروف الجوية القاسية ونشاط الإنسان إلى انهيار سريع للأنظمة البيئية في المناطق الاستوائية في الكرة الأرضية. المناطق الاستوائية هي بيوت التنمية للغالبية العظمى من التنوع البيولوجي للكرة الأرضية، حيث يتركز هذا التنوع بشكل أساسي في الغابات الاستوائية والشعاب المرجانية. تُغطي الغابات، على سبيل المثال، أقل من 12 في المائة من سطح الكرة الأرضية، وتخزن 25 في المائة من الكربون غير الموجود تحت الأرض (في احتياطيات النفط، على سبيل المثال). تتشكل الشعاب المرجانية 0.1 في المائة فقط من مساحة المحيط، لكن نجد فيها أكبر تنوع للأنواع في الأنظمة البيئية البحرية، وتوفر موارد، مثل: الغذاء، صيد الأسماك والسياحة لـ 500 مليون شخص.

قام 11 عالمًا من ثماني جامعات ومعاهد بحثية في البرازيل، المملكة المتحدة ونيوزيلندا بمسح أكثر من مائة مكان تأثرت فيها الغابات الاستوائية والشعاب المرجانية بالأحداث المناخية القاسية، مثل: الأعاصير، الفيضانات موجات الحرارة، الجفاف والحرائق. كشف البحث اتجاه مقلق للضرر الشديد لهذه الأنظمة نتيجة لأزمة المناخ والعوامل المرتبطة بذلك. العديد من التهديدات المحلية، مثل: قُطع الغابات، الصيد الجائر والتلوث يمكن أن تقلل من التنوع البيولوجي ومن عمل الأنظمة البيئية، وتُضعف من قدرتها على الصمود أمام الأحداث المتطرفة ومن قدرتها على التعافي منها. أبرز البحث مدى الضرر الذي حدث في الأنظمة البيئية والحياة البرية في المناطق الاستوائية نتيجة لهذه التهديدات المتشابهة. حسب أقوال العلماء، فإن الطريقة المعقدة التي تؤثر فيها العوامل على بعضها تجعل من الصعب تحديد التأثيرات الدقيقة لتغيّرات المناخ على الأنظمة البيئية.

يؤدي تغيّر المناخ إلى ازدياد حدة العواصف وموجات الحر وإلى ازدياد تكرارها. بالنسبة للشعاب المرجانية، يمكن أن تقلل هذه الأحداث المتطرفة من مساحة المعيشة في الشعاب المرجانية، ويمكن أن تؤدي إلى تغييرات بعيدة المدى للشعاب المرجانية والأسماك، والتي تتفاقم بسبب العوامل المحلية، مثل: انخفاض جودة المياه والصيد الزائد. في الغابات الاستوائية، تم تسجيل مجموعة متنوعة من الانعكاسات البيئية في أعقاب الأعاصير. يؤثر تدمير الغطاء النباتي، في هذه الظواهر المتطرفة، على الحيوانات، الطيور والحشرات التي تعتمد عليها في الغذاء والمأوى. يحث العلماء على القيام بمبادرات الحفظ وتطوير وسائل للحد من الاضطرابات المحلية في الأنظمة البيئية المختلفة، "لكنهم يضيفون أنّ "هذه الإجراءات يكون لها نجاح محدود إذا لم تكن مصحوبة بإجراءات دولية للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وإبطاء تغيّرات المناخ العالمي. "

إعداد المقال: "أزمة المناخ تؤدي إلى انهيار الأنظمة البيئية في المناطق الاستوائية في الكرة الأرضية، كالكالايست ،

[29.1.20](#)

נספח להצעה 1 – כרטיסי חקרי מקרה תשובות למורה:
השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - הגירת בעלי חיים

1. התופעות הנגרמות משינויי האקלים הן אלה:
 - שינוי בצמחייה בגלל שינויי האקלים משפיע על בעלי חיים הניזונים מהצמחייה;
 - הגירה למקומות קרים יותר - בקטבים ובמעלה ההרים;
 - צמצום ושינוי בתי גידול (דובי קוטב, בתי גידול לחים);
 - תגובות שרשרת - שינויים במין אחד משפיעים על מינים אחרים (חיפושיות אוכלות עצים).
 -
2. המינים המופיעים בסרטון וכיצד הם מושפעים משינויי האקלים

המין	כיצד מושפע?
דב קוטב	בית הגידול שלו - הקרחונים נמסים.
קואלה	ניזונים מעלי אקליפטוס. בגלל עלייה בפחמן דו־חמצני באטמוספירה העלים נעשים רעילים וגורמים להכחדת הקואלות.
חסידות	נודדות צפונה יותר לקינון באזורים קרירים, מאבדות את מזונן עקב צמצום בתי הגידול הלחים.
חיפושיות אוכלות עצים	בגלל החום מרחיבות את תחום תפוצתן ועקב כך פוגעות ביותר עצים ובבתי גידול של מינים אחרים.

השפעת שינויי האקלים על המגוון הביולוגי - קיפודי הים

1. על מנת לבדוק אם היעלמות הקיפודים קשורה לשילוב של ההתחממות הגלובלית וכניסת המינים הפולשים, המדענים בנו מערכת סימולציה שבה בחנו השפעת תנאים שונים על אוכלוסיית קיפודי הים. לפי הממצאים הקיפודים אינם יכולים לשרוד בטמפרטורת ים מעל 30.5 מעלות צלזיוס.
2. היעלמות הקיפודים הוא סמן אחד לפגיעה במערכת האקולוגית הימית. שינוי הטמפרטורה מוביל לשינויים נוספים כמו פגיעה במארג המזון בים.
3. ההשלכות הצפויות לאדם כתוצאה מהשינויים במערכת האקולוגית בים התיכון - שינויים במערכת האקולוגית בים התיכון יגרמו בסופו של דבר לפגיעה גם האדם הנהנה מהשירותים שהים מספק: ייצור חמצן, ספיחת פחמן, פירוק רעלים, מקור מזון (דגים ופירות ים), מקור לחומרי גלם ולתרופות.

פתיחה הצעה 2: קטע קריאה ושאלות - תשובות למורה

1. הסיבות לעלייה בסכנת ההכחדה בשנים האחרונות קשורות לפעילות אנושית: ניצול יתר של משאבי קרקע ומים, פגיעה ישירה בבעלי חיים (ציד והרעלות), זיהום והשתלטות מינים פולשים. ההכחדה הזאת מתרחשת במהירות גבוהה, והמינים שבסכנה אינם יכולים להגיב תגובה אבולוציונית, כלומר, קצב הריבוי הטבעי שלהם נמוך מקצב הכחדתם.
2. השפעתו של משבר האקלים על "ההכחדה השישית" - לפי הערכות, השפעות של שינויי האקלים על המגוון הביולוגי יחמירו במהלך העשורים הבאים, ובמקרים מסוימים אף יגברו על השפעותיהם של שימושי קרקע ומים וגורמים אחרים.

3. ההשלכות של אובדן המינים על האדם - פגיעה קריטית ביציבות מערכות אקולוגיות ופגיעה במגוון הביולוגי בעולם מאיימות על בריאות האדם ועל ביטחונו. האדם תלוי במערכות האקולוגיות לקיומו (למשל, האבקה חיונית לגידול תוצרת חקלאית, ובהיעדרה צפוי מחסור במזון) ופגיעה במערכות האלו תביא לפגיעה באדם.

גוף הפעילות, הצעה 2 - החמצת האוקיינוסים ופגיעה באלמוגים - ניסוי

שאלות בעקבות הסרטון - תשובות למורה:

1. שונית היא מושבה של אלמוגים. אלמוג הוא אורגניזם שיש בו הדדיות בין פוליפ לאצה - האצה מייצרת מזון לפוליפ (פוטוסינתזה), והפוליפ נותן לאצה מקום לגדול.

2.

הגישה הביצנטרית	הגישה האקוצנטרית	הגישה האנתרופוצנטרית
השונית היא אזור שבו מגוון ביולוגי גבוה	השונית היא הבסיס למקור המזון במארג המזון בים, שעליו נשענים בעלי חיים רבים, כולל דגים - בעלי חיים המשמשים מזון לאדם.	יצורי השונית מייצרים כימיקליים ייחודיים שאין ביבשה המשמשים לתרופות ומרכיבים במזון.
		השונית מגינה על תושבי החופים מפני סופות ובליה (שחיקה).
		השונית היא מוקד משיכה לצוללנים ולתיירים ומשרתת עסקים מקומיים בתחום.

3. המשפטים המציינים את פעולות האדם המאיימות על קיומה של השונית.

- דיג יתר של יצורים מן הים.
- שימוש בשיטות דיג פוגעניות: רעל ופיצוץ.
- שיבוש מערכות טבעיות גורם להיעלמות מינים ולשגשוג של מינים אחרים (למשל היעלמות דגים צמחוניים גורם לפריחת אצות ואלו פוגעות באלמוגים).
- זיהום מחוות, תעשייה ובנייה ליד החוף.
- התחממות טמפרטורת הים גורמת להלבנת האלמוגים.
- עליית חומציות המים פוגעת בהתפתחות האלמוגים.

משפטים שאינם מציינים את פעולות האדם המאיימות על קיומה של השונית:

- דגים טורפים בעלי חיים המתקיימים בשונית.
- מינים רבים מתחרים על אותם מקורות מזון.
- מינים רבים מתחרים על מקומות מחיה בשונית.



**משבר האקלים
ובריאות האדם**

שיעור 3 – התנסות: משבר האקלים ובריאות האדם

ידע למורה

למשבר האקלים השפעות רבות על בריאות האדם. אלו כוללות השפעות ישירות ועקיפות. דוגמאות השפעות ישירות הן העלייה בתדירות גלי החום ובעוצמתם או השפעות של אירועי מזג אוויר קיצוני כמו שיטפונות או שרפות ענק. השפעות עקיפות לעיתים קרובות מתווכות דרך מערכות אקולוגיות אשר משתנות כתוצאה משינויי אקלים - למשל מחלות הנישאות על בעל חיים או חיידקים. בשיעור זה יכירו התלמידים את ההשלכות הבריאותיות של משבר האקלים ובצורך להיערך מראש לקראת משבר בריאותי.

מקורות רקע: "[איך משבר האקלים הורג אותנו](#)", מכון דוידסון, ינואר 2020; [גלובס, 1.1.20](#); [הרצאה מוקלטת - שלומית פז](#); "[איך שינויי אקלים משפיעים על בריאות הנפש?](#)", הרצאת Ted, "[השפעות בריאותיות של משבר האקלים](#)" (אנגלית)

מושגים: מחלות זואוונטיות, וקטור מחלה.

פתיחה

על הקשר בין משבר האקלים להתפשטות מחלות ומגפות

נצפה [בסרטון](#) ונבקש מהתלמידים להבחין בין השפעות ישירות של משבר האקלים על בריאות האדם שבדרך כלל מתרחשות בעקבות אירועי מזג אוויר קיצוני; לבין השפעות עקיפות שנובעות משינויים סביבתיים ואקולוגיים, טראומה, זיהומים, השפעות תזונתיות ופסיכולוגיות.

נבקש מהם לכתוב את הפתרונות המובאים בסרטון שהקהילות יכולות לעשות בנוגע לכל השפעה. דון מי הן הקבוצות שבסיכון.

השפעות ישירות של משבר האקלים על בריאות האדם נגרמות בדרך כלל מפגיעה ממזג אוויר קיצוני - למשל גלי חום, שיטפונות, שרפות ענק וכו'. ... שיטפונות יכולים להוביל לזיהום מי שתייה ומקורות מזון, מי השיטפונות יכולים להביא איתם מזהמים כימיים, חיידקים ונגיפים שגורמים למחלות. יתר על כן, אירועי קיצון כמו שיטפונות יכולים למנוע מאנשים לגשת לטיפול רפואי. הסרטון מזכיר את ההשפעות של אירועים כאלו על בריאות נפשית - לאנשים שחווים אסונות טבע הם בסיכון מוגבר לחוש חרדות ולסבול מדיכאון.

עלייה בטמפרטורה יכולה להשפיע על איכות האוויר: עונת הפריחה מתארכת ולכן גם יש חודשים רבים יותר שבהם יש אבקנים באוויר - מה שגורם ליותר אלרגיות ואסתמה. הטמפרטורות הגבוהות גורמות להחרפה של זיהום אוויר אשר פוגע בבריאות האדם. שרפות ענק משחררות כמויות גדולות של מזהמים מסוכנים לאוויר.

ההתחממות הגלובלית משפיעה על קצב ההתרבות וגם על התפוצה של יצורים שהם וקטורים למחלות (אורגניזם אשר אינו גורם למחלות, אלא מעביר אותן), למשל יתושים, חולדות, קרציות וכו'. ... בטמפרטורות גבוהות היצורים האלה יכולים להתרבות בקצב גבוה יותר, להתפשט לאזורים נרחבים יותר ולהדביק אנשים במשך יותר זמן בשנה (עונת ההדבקה ארוכה יותר).

הקבוצות הפגיעות מהשפעות של משבר האקלים על בריאות האדם הם ילדים, מבוגרים, נכים, אנשים בעלי מחלות רקע או מערכת חיסון מוחלשת ואנשים עניים.

פתרונות המזכרים בסרטון:

כדי להתמודד עם חום קיצוני: נטעת עצים והקמת מרכזי קירור שיורידו את הטמפרטורות בעיר. נוסף על כך, צריך לחנך אזרחים כיצד לנהוג בחום קיצוני (שתייה מרובה, לדאוג לקבוצות פגיעות כמו מבוגרים).

התמודדות עם אירועי מזג אוויר קיצוני: לזהות את קבוצות הסיכון ולשמור עליהן, לשדרג תשתיות כמו כבישים ומערכות ביוב, וגם לחנך אנשים כיצד לשמור על עצמם בזמן אירועי קיצון ולאחריהם. איכות אוויר: מערכות התראה שמודיעות על הרעה באיכות האוויר. ללמד אנשים להימנע מפעילות גופנית בחוץ כאשר רמות זיהום האוויר גבוהות.

מהלך השיעור

הצעה 1: עלון מידע על סכנת משבר האקלים לבריאות הציבור בישראל

כפי שראינו בפתיחה לשיעור, ההשפעות של משבר האקלים על בריאות הציבור הן רבות ומגוונות. השפעות אלו שונות ממקום למקום ותלויות בגורמים נוספים כמו הרכב הדמוגרפיה של האוכלוסייה, המצב הפוליטי-חברתי-כלכלי וגם עד כמה האזור ערוך לאותן השפעות. במהלך השיעור נתמקד במצב במדינת ישראל. התלמידים יכינו כרזות או עלון מידע קצר (ברושור) על נושא סכנת משבר האקלים לבריאות הציבור בישראל. החומר צריך להיות מוצג לציבור הרחב הצגה ברורה ונגישה. אפשר לדון בכיתה על המאפיינים החשובים בחומר ששואף להנגיש מידע לציבור. בפעילות יקראו התלמידים מקורות מידע על המצב בישראל, אפשר להתאים את מקורות המידע לרמת התלמידים. ויבחינו בין השפעות ישירות לעקיפות של משבר האקלים על בריאות האדם. אם מדובר בגורם שאינו ישיר, התלמידים יזהו את הגורם המתווך (חרקים, ייבוש מקורות מים וכו').

הפעילות:

אתם עובדים במשרד הבריאות במדינת ישראל. בתפקידכם אתם עומדים בראש ועדה שבוחנת את ההשפעות של משבר האקלים על בריאות הציבור. בעקבות תובנות הוועדה על הסכנה שמשקפת לבריאות הציבור בעקבות שינויי אקלים, החלטתם להכין כרזה או עלון מידע קצר על ההשפעות של משבר האקלים על בריאות הציבור בישראל ולפרסמה.

תוכלו לעיין בדוגמאות של כרזות באנגלית בנושא [בקישור זה](#).

מקורות מידע על המצב כאן, בישראל:

<http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=903->

*במאמר של זווית אפשר לקרוא רק את ארבעת החלקים הראשונים (אין צורך ב"פערי ידע והיערכות").

<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/Pages/CCImplications.aspx>

[מאמר](#) באתר של מכון דוידסון למדע, "איך משבר האקלים הורג אותנו?".

الفعالية:

أنتم تعملون في وزارة الصحة في دولة إسرائيل. أنتم تتراأسون لجنة تفحص آثار أزمة المناخ على الصحة العامة.

بعد أن فهمت اللجنة الخطر الذي يهدد الصحة العامة في أعقاب تغير المناخ، قررتم إعداد ملصق أو مجلة إخبارية موجزة عن آثار أزمة المناخ على الصحة العامة في إسرائيل ونشرها.

يمكنكم تصفح أمثلة لمصقات باللغة الإنجليزية حول الموضوع في [هذا الرابط](#).

مصادر معلومات عن الوضع هنا في إسرائيل:

<http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=903->

****** **في مقال 2017** **يمكنكم قراءة الأجزاء الأربعة الأولى فقط (لا حاجة إلى قراءة "فجوات معرفية واستعداد" "פלארי ידע והיערכות").**

<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/Pages/CCImplications.aspx>

מقال في موقع معهد ديفيدسون للعلوم ، "كيف تقفنا أزمة المناخ؟" "איר משבר האקלים הורג אותנו?".

הצעה 2: מחלות זואונוטיות ומשבר האקלים

שינויי אקלים צפויים להשפיע על בריאות האדם באופנים רבים, ובפרט להאיץ התפשטות מחלות זואונוטיות, השפעה שצפויה להתגבר בשנים הקרובות. מחלה זואונוטית (zoonotic diseases) היא מחלה מידבקת אשר מועברת בין מינים ביולוגיים - מבעלי חיים אל בני אדם (או הפוך). קיימת רשימה ארוכה מאוד של מחוללי מחלות זיהומיות שמקורם בבעלי חיים ושמסוגלים לגרום למחלות בבני אדם. כשישים אחוזים ממחוללי המחלות הזיהומיות (פתוגנים) בבני אדם הם בקטגוריה של מחוללים זואונוטיים. יתר על כן, מרבית המחלות הזיהומיות שהגיחו לאחרונה כמו HIV-AIDS, SARS, שפעת העופות, CoVID-19, סלמונלה, אבולה ועוד - מקורן בבעלי חיים. מחלות אלו הולכות וגוברות עם הזמן בעקבות פעילות האדם - הרס בתי גידול, ציד וסחר בבעלי חיים וגם משבר האקלים.

עליית הטמפרטורה הממוצעת מאפשרת את התרחבות התפוצה וגידול של אוכלוסיות בעלי חיים שמעבירות מחלות (וקטורים) מאזורים טרופיים לכיוון ריכזי אוכלוסייה בחצי כדור הארץ הצפוני. במהלך זה ילמדו התלמידים מהן מחלות זואוונטיות וכיצד משבר האקלים משפיע על התפשטותן. וגם ילמדו על ההקשר המקומי־ישראלי בנושא זה. השיעור מבוסס על טקסט מעובד מכמה מקורות.

פעילות: מחלות זואונוטיות ובריאות האדם בעולם משתנה

לפניכם קטע קריאה ובסופו שאלות. קראו את הקטע וענו על השאלות.

מחלות זואונוטיות ובריאות האדם בעולם משתנה

פעילויות האדם ושינויי האקלים צפויים להשפיע על בריאות האדם באופנים רבים, ובפרט להאיץ התפשטות מחלות זואונוטיות. השפעה זו צפויה להתגבר בשנים הקרובות. מחלה זואונוטית (zoonotic disease) היא מחלה מידבקת אשר מועברת בין מינים ביולוגיים - מבעלי חיים אל בני אדם (או הפוך). קיימת רשימה ארוכה מאוד של מחוללי מחלות זיהומיות שמקורם בבעלי חיים ושמסוגלים לגרום למחלות בבני אדם. כשישים אחוזים ממחוללי המחלות הזיהומיות בבני אדם הם מחוללים זואונוטיים. מרבית המחלות הזיהומיות שהגיוחו בעת האחרונה כמו השפעת הספרדית, HIV-AIDS, SARS, שפעת העופות, CoVID-19, סלמונלה, אבולה ועוד - מקורן בבעלי חיים. מנגנוני ההעברה של מחלות זואונוטיות מבעלי חיים לבני אדם כוללים העברה על ידי אורגניזם מעביר - וקטור* (למשל: מלריה, קדחת מערב הנילוס, זיקה); העברה באוויר (קורונה) או על ידי מים (עכברת); העברה נגרמות מקרבה או ממגע ישיר עם בעל חיים (איידס - HIV או אבולה) ומחלות הנגרמות מצריכת מזון מן החי (למשל סלמונלה או ספגת מוח שהיא מחלת "הפרה המשוגעת").

כיום מדענים סבורים שפעילות האדם וההשפעה שלו על סביבתו אחראים במידה גדולה לעלייה ניכרת בהתפרצויות של מחלות זואונוטיות במאה השנים האחרונות. להופעת מחלות הזואונוטיות במאה שנים האחרונות כמה גורמים ובהם - עלייה חדה באוכלוסיית העולם, עלייה בתנועה של אנשים ממקום למקום ועלייה בסחר. יתר על כן, מחקרים מראים כי פגיעה במגוון הביולוגי עלולה להביא לפגיעה בבריאות האדם בעקבות התפשטות מוגברת של מחלות זואונוטיות. ככל שהמגוון הביולוגי במערכת אקולוגית גבוה יותר, כך קטנה במערכת האקולוגית שכיחות גורמי מחלות כמו חיידקים, נגיפים, תולעים, פטריות וכדומה. המחקרים מוכיחים את ההשערה של אפקט הדילול (dilution effect) שלפיה עושר מינים גדול מקטין את הסיכון להידבקות במחלות. כיצד? גורמי מחלה יכולים לפגוע בנשאים רבים. למשל, טפיל הפלסמודיום גורם למחלת המלריה באדם אך גם בקופים, בבקר, בסנאים ובעטלפים. ככל שיש יותר מינים נשאים, הסיכוי שגורם המחלה ידביק את האדם הולך וקטן, ולו רק מכיוון שהשכיחות של אנשים מסך שאר המינים נעשית קטנה יחסית. ברחבי אפריקה למשל, שבטים עתיקים נהגו לשכן בקר סביב בתי המגורים כדי שהיתושים יגיעו לחיות ולא לאנשים וכך ירד הסיכוי להידבק במלריה.

ומה בנוגע לשינויי האקלים? ההשפעות של שינויי אקלים מצטרפות לרשימה ארוכה של דרכים אחרות שבהן האדם משפיע על הסביבה וכך גם על בריאותו. עליית בטמפרטורה הממוצעת גורמת לשטח התפוצה הטבעי של אורגניזמים רבים להתפשט צפונה (רחוק יותר מקו המשווה) או לעלות בגובה, למקום שממוצע הטמפרטורות החדש זהה לאקלים המתאים לאורגניזם. עקב כך, שינויי האקלים גורם לשינוי ולהרחבת התפוצה של אורגניזמים שהם מחוללי מחלות (וקטורים*), בעיקר פרוקי רגליים מוצצי דם (כמו יתושים או קרציות). נוסף על כך, שינויי האקלים מקרבים את הווקטורים למרכזי אוכלוסייה גדולים. ההתחממות גורמת גם לגידול האוכלוסייה של הווקטורים כיוון שבטמפרטורות גבוהות יותר עולה קצב ההתרבות.

מחלות זואונוטיות שווקטורים מעבירים אותן רלוונטיות במיוחד במדינת ישראל. למשל נראתה עלייה במקרי קדחת הנילוס המערבי, שמעביר אותה יתוש ממשפחת הכולכית ובמקרים קשים עשויה לגרום לדלקת קרום המוח. הקדחת צפויה להתפשט בהתפרצויות חוזרות, ככל שהאקלים יתחמם וצפויים מקרי התפרצות מוגברים בקיצים חמים במיוחד. בישראל נראו גם התפרצויות של מחלת הלישמניה (שושנת ירחו) המועברת על ידי זבוב החול שקצב הפעילות והעקיצה שלו מתגבר עם עליית הטמפרטורה. לפי נתוני משרד הבריאות, כ־18 אלף ישראלים מאושפזים בכל שנה ושנה בגלל הידבקות במחלות כאלה. גם בארצות הברית יש עשרות אלפי מקרים של מחלות זיהומיות, ובהן מחלת ליים וקדחת הנילוס המערבי, המועברות לאדם מבעלי חיים. גם הקורונה היא מחלה זואונוטית.

***וקטור** (מעביר) הוא אורגניזם שאינו מחולל מחלה בעצמו, אך מעביר את המחולל מפונדקאי אחד לאחר. וקטורים יכולים להעביר את המחולל העברה מכנית, שאינה מערבת כניסה של המחולל לגופו של הווקטור, כמו למשל זבוב הנוחת על

צואה ואחר כך מתיישב על מזון, או העברה ביולוגית, שבה המחולל נכנס לגופו של הווקטור, לעיתים אף עובר בתוכו שלבים במחזור חייו, ומועבר לפונדקאי, לדוגמה בעקיצה. הווקטורים הם ברובם פרוקי־רגליים, ובכלל זה יתושים, קרציות, פרעושים וכינים.

מקורות:

<https://blogs.egu.eu/divisions/cl/2020/03/16/corona/>

<https://education.zavit.org.il/50-%D7%92%D7%95%D7%95%D7%A0%D7%99%D7%9D-%D7%A9%D7%9C-%D7%91%D7%A8%D7%99%D7%90%D7%95%D7%AA-2/>

<http://magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=954>

ענו על השאלות:

1. הגדירו מחלה זואונוטית במילים שלכם. כיצד מחלות זואונוטיות נבדלות ממחלות זיהומיות אחרות?

2. להלן רשימת דוגמאות למחלות זואונוטיות: מלריה, עכברת, סלמונלה, זיקה, אבולה, ספגת מוח (מחלת "הפרה המשוגעת"), קורונה – CoVID-19, איידס HIV, קדחת מערב הנילוס.

בחרו ארבע מחלות מתוך הרשימה והשלימו את הטבלה הזאת:

שם המחלה	הגורם למחלה	בעל חיים מעביר או אופן ההעברה	מידע נוסף

3. כיצד לדעתכם משפיעים הגורמים האלה על ההתפתחות של מחלות זואונוטיות? נמקו את תשובתכם על כל אחד מהגורמים.

א. גידול אוכלוסיית העולם;

ב. עלייה בתנועה של אנשים ממקום למקום;

ג. עלייה בציד ובסחר בבעלי חיים;

ד. כריתת יערות.

4. הסבירו מדוע פגיעה במגוון הביולוגי עלולה להגביר את תפוצת המחלות הזואונוטיות הפוגעות בבריאות האדם.

5. כיצד שינויי האקלים משפיעים על הפצה של מחלות זואונוטיות?

أمراض حيوانية مشتركة للإنسان والحيوان وصحة الإنسان في عالم أخذت في التغير

من المتوقع أن يؤثر نشاط الإنسان وتغير المناخ على صحة الإنسان بعدة طرق، ولا سيما في تسريع انتشار الأمراض الحيوانية المشتركة للإنسان والحيوان. ومن المتوقع أن يزداد هذا التأثير في السنوات القادمة. المرض الحيواني المشترك (المرض الحيواني المنشأ - zoonotic disease) هو مرض معدٍ ينتقل بين الأنواع البيولوجية - من الحيوانات إلى الإنسان (أو العكس). هناك قائمة طويلة جداً من مسببات الأمراض المعدية التي يمكن أن تؤدي إلى مرض عند الإنسان. حوالي ستين في المائة من مسببات الأمراض المعدية لدى الإنسان هي من مسببات الأمراض الحيوانية المنشأ. معظم الأمراض المعدية التي اجتاحت الإنسان في الفترات الأخيرة، مثل: الأنفلونزا الإسبانية وفيروس نقص المناعة البشرية/ الإيدز والسهارز SARS, HIV-AIDS، إنفلونزا الطيور، COVID-19، السالمونيلا، الإيبولا وغيرها - نشأت في الحيوانات. تشمل آليات انتقال الأمراض الحيوانية المنشأ من الحيوانات إلى الإنسان، الانتقال عن طريق كائن حي - ناقل* (على سبيل المثال: الملاريا، حمى غرب النيل، زيكا)، الانتقال عن طريق الهواء (كورونا) أو عن طريق الماء (داء البريميات، مثلاً: مرض الفئران)؛ يحدث انتقال العدوى عن طريق الاقتراب أو الاتصال المباشر مع حيوان (الإيدز HIV - فيروس نقص المناعة البشرية أو الإيبولا) والأمراض الناتجة عن تناول الأطعمة الحيوانية (على سبيل المثال، السالمونيلا أو مرض "جنون البقر"). يعتقد العلماء اليوم أن نشاط الإنسان وتأثيره على البيئة المحيطة مسؤولان إلى حد كبير عن زيادة كبيرة في نقشي الأمراض الحيوانية المنشأ في القرن الماضي. ظهور الأمراض الحيوانية المنشأ في المائة عام الماضية له عدة عوامل، بما في ذلك - الزيادة الحادة في تعداد سكان العالم، وزيادة حركة الناس من مكان إلى آخر وزيادة التجارة. علاوة على ذلك، بينت الأبحاث أن الضرر الذي يؤثر سلباً على التنوع البيولوجي، يمكن أن يؤدي إلى الإضرار بصحة الإنسان بعد زيادة انتشار الأمراض الحيوانية المنشأ. كلما ازداد التنوع البيولوجي في النظام البيئي، انخفض تكرار مسببات الأمراض، مثل: البكتيريا، الفيروسات، الديدان، الفطريات وما شابه.

أثبتت الأبحاث فرضية تأثير التخفيف (dilution effect) بأن ثراء الأنواع الكبير يقلل من خطر الإصابة بالمرض. كيف؟ يمكن أن تؤثر مسببات الأمراض على العديد من حاملي المرض. على سبيل المثال، يُصيب طفيلي البلازموديوم الإنسان، القروء، الأبقار، السناجب والخفافيش بمرض الملاريا. كلما ازداد عدد الأنواع الحاملة للمرض، انخفض احتمال إصابة الشخص بالمرض، لأن تعداد (تكرارية) الإنسان مقارنة بسائر الأنواع الأخرى يصبح ضئيلاً نسبياً. في جميع أنحاء إفريقيا على سبيل المثال، اعتادت القبائل القديمة على إيواء الأبقار حول المساكن كي يذهب البعوض إلى الحيوانات وليس إلى الناس، وبالتالي انخفض احتمال الإصابة بالملاريا.

وماذا بالنسبة لتغيرات المناخ؟ تتضمن تأثيرات تغيرات المناخ إلى قائمة طويلة من الطرق الأخرى التي يؤثر بها الإنسان على البيئة المحيطة وعلى صحته أيضاً. تؤدي الزيادة في معدل درجة الحرارة إلى انتشار النطاق الطبيعي للعديد من الكائنات الحية شمالاً (بعيداً عن خط الاستواء) أو إلى الصعود إلى أعلى، إلى مكان يكون فيه معدل درجة الحرارة الجديدة هو نفسه المناخ المناسب للكائن الحي. نتيجة لذلك، يؤدي تغير المناخ إلى تغيير وتوسيع انتشار الكائنات الحية التي تُعتبر من مسببات الأمراض (النواقل*)، وخاصة مفصليات الأرجل الماصة للدم (مثل: البعوض أو القراد). بالإضافة إلى ذلك، يؤدي تغير المناخ إلى اقتراب النواقل من المراكز السكانية الكبيرة. يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى ازدياد عدد النواقل أيضاً، حيث تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة وتيرة التكاثر. تُعتبر الأمراض الحيوانية المنشأ المنقولة عن طريق ناقلات الأمراض ذات أهمية خاصة في دولة إسرائيل. على سبيل المثال، حدثت زيادة في حالات حمى غرب النيل التي تنتقل عن طريق بعوضة من عائلة البعوض، وفي الحالات الشديدة قد تسبب التهاب السحايا. كلما ازدادت درجة حرارة المناخ، من المتوقع أن تنتشر الحمى بشكل متكرر، ومن المتوقع أن تتفاقم الحمى في الصيف الحار بشكل خاص. في إسرائيل، كان هناك أيضاً ازدياد في مرض الليشمانيا (وردة أريحا) الذي ينتقل عن طريق ذبابة الرمل التي يزداد معدل نشاطها ولسعته مع زيادة درجة الحرارة. وفقاً لبيانات وزارة الصحة، يتم إدخال حوالي 18000 إسرائيلي إلى المستشفى كل عام بسبب الإصابة بمثل هذه الأمراض.

هناك أيضاً عشرات الآلاف من حالات الأمراض المعدية في الولايات المتحدة، بما في ذلك مرض لايم وحمى غرب النيل التي تنتقل من الحيوانات إلى الإنسان. كما أن مرض الكورونا هو مرض حيواني المنشأ.

* الناقل هو كائن حي لا يسبب المرض بنفسه، لكنه ينقل مسبب المرض من كائن حي عائل إلى آخر. يُمكن أن تنقل النواقل مسبب المرض بطريقة ميكانيكية دون أن يدخل مسبب المرض إلى جسم الناقل، مثلاً: الذبابة التي تهبط على برزخ ثم تقف بعد ذلك على الطعام، أو النقل البيولوجي الذي يدخل فيه مسبب المرض إلى جسم الناقل، يمر فيه أحياناً بمرحلة دورة حياته، وينتقل إلى الكائن الحي العائل، مثلاً: اللسعة. معظم النواقل من مفصليات الأرجل، بما في ذلك البعوض، القراد، البراغيث والقمل.

مصادر:

<https://blogs.egu.eu/divisions/cl/2020/03/16/corona/>

<https://education.zavit.org.il/50-%D7%92%D7%95%D7%95%D7%A0%D7%99%D7%9D-%D7%A9%D7%9C-%D7%91%D7%A8%D7%99%D7%90%D7%95%D7%AA-2/>

<http://magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=954>

أجيبوا عن الأسئلة:

1. عرّفوا الأمراض الحيوانية المنشأ بكلماتكم الخاصة. كيف تختلف الأمراض الحيوانية المنشأ عن غيرها من الأمراض المعدية؟

2. فيما يلي أمثلة لأمراض حيوانية المنشأ: الملاريا، داء البريميات (مثلاً: مرض الفئران)، السالمونيلا، الزيكا، الإيبولا، مرض جنون البقر، الكورونا - CoVID-19، الإيدز وحمى غرب النيل.

اخترتوا أربعة أمراض وأكملوا الجدول الآتي:

اسم المرض	مسبب للمرض	الحيوان الناقل أو طريقة النقل	معلومات إضافية

3. كيف تؤثر، حسب رأيكم، هذه العوامل على تطور الأمراض الحيوانية المنشأ؟ عللوا إجابتكم لكل عامل من العوامل الآتية:

أ. النمو السكاني في العالم؛

ب. زيادة حركة الإنسان من مكان إلى آخر؛

ت. زيادة الصيد وتجارة الحيوانات؛

ث. قطع الغابات.

4. اشرحوا لماذا يؤدي الضرر بالتنوع البيولوجي إلى زيادة انتشار الأمراض الحيوانية المنشأ التي تضر بصحة الإنسان.

5. كيف يؤثر تغير المناخ على انتشار أمراض حيوانية المنشأ؟

הצעה 3: מחלת העכברת בנחלי הצפון

ידע למורה: באמצע קיץ 2018, בשלהי החופש הגדול ושיא עונת התיירות בגולן, נסגרו נחלים מרכזיים בצפון (זוויתן, זאכי, יהודייה, בריכת המשושים, ג'ילבון, פארק הירדן והמג'רסה) שהיה חשד שהם מזוהמים ושגרמו ככל הנראה להתפרצות מחלת העכברת. בשבועות אלו אותרו כמה עשרות חולים שנדבקו במחלה אשר נגרמת מחשיפה לחיידק לפטוספירה (*Leptospira*). החיידק מגיע למים משתן של חיות הנושאות את החיידק – ייתכן שמדובר בשתן של בקר הרועה במעיינות, של סוסים או של חיות בר.

אפשר להידבק בחיידק במגע במים - החיידקים שבמים יכולים לחדור לגוף דרך חתכים קטנים בעור או דרך מערכת הנשימה. לאחר החשיפה ישנה תקופת דגירה של כמה ימים עד חודש, ורק אז מופיעים תסמיני המחלה. למחלה תסמינים רבים כמו חום גבוה, בחילות, שלשולים, כאבי ראש ושרירים, הדומים למחלת השפעת. אפשר לטפל במחלה באנטיביוטיקה פשוטה. בהיעדר טיפול, המחלה עלולה לגרום לדלקת קרום המוח, לדלקת ריאות, לדלקת כבד ואף למוות.

התפרצות מחלת העכברת היא ככל הנראה תוצאה של זרימה נמוכה מאוד בנחלים שמצמצמת את תחלופת המים בנחלים ומאפשרת להפרשות בעלי חיים המכילות את החיידק להצטבר במקורות המים ולהעלות בהם את ריכוז החיידקים, מה שמעלה גם את סיכויי ההידבקות במחלה. על פי נתוני השירות המטאורולוגי, חורף 2017-2018 היה יבש מהרגיל באזור אצבע הגליל ובצפון הגולן. הצטברות של חמש שנים שחונות ושל גידול מתמיד באוכלוסייה ועלייה בצריכת המים הובילו להידלדלות מקורות המים בצפון ולזרימה חלשה במיוחד בנחלי הגולן ובמקורות הירדן.

למניעת ההידבקות סגרה רשות הטבע והגנים את הכניסה לנחלים המזוהמים והוחלט לנקוט כמה פעולות מידיות: הסדרת מקורות השתייה ושטחי המרעה של הבקר וגידור מעיינות כדי למנוע גישה של בקר למקורות המים; הזרמת מים על ידי רשות המים למעיינות; הסדרה של נושא הבקר וחזירי הבר החופשיים שמעבירים את המחלה; חיסון עדרים נגועים; פעילות לשיפור רמת התברואה של הרשויות המקומיות.

המק שנגרם לתיירות בגליל ובגולן הוערך בכעשרים מיליון שקלים עקב ביטול הזמנות לינה, ביקורים באתרים ושירותים כגון מזון, הדרכה, תדלוק ושירותי תיירות אחרים. בעיית התייבשות מקורות המים בצפון אינה חדשה, אלא היא תהליך מתמשך המושפע מהבצורת ומקידוחים ושיאבות של המים לשימושים רבים, הנובעים מבעיית משבר האקלים.

לפעילות בהצעה זו שלושה שלבים:

א. איסוף מידע ובניית לוח שיתופי על מחלת העכברת - עבודה בחמש קבוצות;

ב. הצגת המידע שנאסף להבנה עמוקה של התופעה;

ג. דיון בקשר שבין משבר האקלים למשבר המים בצפון והתפרצות המחלה;

- האם מחלת העכברת קשורה למשבר האקלים? כיצד?

נדון בתופעה של הצטמצמות מקורות המים והתייבשות הנחלים בצפון והקשר ביניהם להתפרצות המחלה.

הנחיות לתלמידים: העכברת

בשלב הראשון, עליכם להתחלק לחמש קבוצות - כל קבוצה תלמד היבט אחר של מחלת העכברת מתוך המקורות המצורפים בהמשך או מתוך חיפוש ברשת. עליכם לאתר מידע מתאים, תמונות וסרטונים וליצור לוח מודעות שיתופי המספר על המחלה.

הנושאים לקבוצות הם אלה:

1. גורמי המחלה:
 - מה גורם למחלה ולזיהום של הנחל? שימו לב שייתכנו כמה גורמים.
 - האם התופעה קשורה להתחממות הגלובלית ולבצורת?
2. מאפייני המחלה ותסמינים:
 - כיצד מזהים את המחלה?
 - איך נדבקים בה?
 - מה התרופה למחלה?
3. המגפה של קיץ 2018:
 - היכן היו מוקדי הזיהום? (אפשר לצרף מפה)
 - כמה אנשים נדבקו?
 - מה נעשה בישראל?
4. ההשלכות של העכברת:
 - מהי השפעת הזיהום על המערכת האקולוגית של הנחלים, על התיירות ועל גורמים נוספים?
5. הפתרונות לעכברת:
 - מהם הפתרונות האפשריים?
 - כיצד אפשר למנוע את זיהום הנחל והתפרצות המגפה?

מקורות מידע על העכברת:

- [עכברת באתר משרד הבריאות](#)
- [עכברת באתר רשות הטבע והגנים](#)
- [כתבה באתר Ynet, 19.8.2018 - משרד הבריאות: אלו הצעדים למיגור העכברת, המצב תחת שליטה](#)
- [כתבה באתר וואלה 21.8.2018 - ללא חשש עכברת: שר החקלאות שכשך רגליו - וקרא למטיילים לחזור לגולן](#)
- [לא נעים להכיר - עכברת - מכון דוידסון](#)
- [סכנה ברורה ומוחשית - מה הקשר בין עכברת לשינוי האקלים? כתבה באתר זווית](#)

בשלב השני, לאחר שהלוח השיתופי מוכן, כל קבוצה תציג בקצרה את הנושא שהיא התמקדה בו, כדי שכל שאר התלמידים יוכלו להכיר לעומק את מגוון ההיבטים.

تعليمات للطلاب: داء البريميات (مرض الفئران)

في المرحلة الأولى، يجب توزيع الطلاب إلى خمس مجموعات - تتعلم كل مجموعة جانبًا مختلفًا عن مرض البريميات_ من المصادر المرفقة أدناه أو من البحث في الشبكة العنكبوتية (الويب أو الإنترنت). يجب عليكم إيجاد معلومات مناسبة، صور ومقاطع الفيديو، وإنشاء لوحة إعلانات تعاونية حول المرض.

فيما يلي مواضيع المجموعات:

1. أسباب المرض:
 - ما الذي أدى إلى المرض وتلوث جدول المياه؟ انتبهوا، يمكن أن تكون هناك عدة أسباب.
 - هل الظاهرة مرتبطة بالاحتباس الحراري والجفاف؟

2. مميزات المرض وأعراضه:
 - كيف يتم التعرف على المرض؟
 - كيف تتم العدوى به؟
 - ما هو دواء المرض؟

3. وباء صيف 2018:
 - أين كانت أماكن التلوث؟ (يمكنكم إرفاق خريطة)
 - كم عدد المصابين؟
 - ما الذي تم تنفيذه في إسرائيل؟

4. انعكاسات داء البريميات (مرض الفئران):
 - ما هو تأثير التلوث على النظام البيئي لجدول المياه، على السياحة وعوامل أخرى؟

6. الحلول لداء البريميات (مرض الفئران):
 - ما هي الحلول الممكنة؟
 - كيف يمكن أن نمنع تلوث الجدول وتفشي الوباء؟

مصادر المعلومات عن داء البريميات (مرض الفئران):

- [داء البريميات \(مرض الفئران\) في موقع وزارة الصحة](#) [لعכברת באתר משרד הבריאות](#)
- [داء البريميات \(مرض الفئران\) في موقع سلطة حماية الطبيعة والحدائق](#) [لعכברת באתר רשות הטבע והגנים](#)
- [مقال في موقع Ynet، 19.8.2018 - وزارة الصحة: هذه هي خطوات القضاء على داء البريميات \(مرض الفئران\)، الوضع تحت السيطرة](#) [כתבה באתר Ynet، 19.8.2018 - משרד הבריאות: אלו הצעדים למיגור העכברת, המצב תחת שליטה](#)
- [مقال في موقع walla، 21 آب 2018 - دون خوف من داء البريميات \(مرض الفئران\): وزير الزراعة هز رجليه - ودعا المتنزهين العودة إلى الجولان](#) [כתבה באתר וואלה 21.8.2018 - ללא חשש עכברת: שר החקלאות שכשר רגליו - וקרא למטיילים לחזור לגולן](#)
- [غير لطيف أن نتعرف على داء البريميات \(مرض الفئران\) - معهد ديفيدسون](#) [לא נעים להכיר - עכברת - מכון דוידסון](#)
- [خطر واضح وملوم - ما هي العلاقة بين داء البريميات \(مرض الفئران\) وتغيرات المناخ؟ مقال في موقع زווית -](#) [סכנה ברורה ומוחשית - מה הקשר בין עכברת לשינוי האקלים? כתבה באתר זווית -](#)

في المرحلة الثانية، بعد أن تصبح اللوحة التعاونية جاهزة، تُقدّم كل مجموعة بإيجاز الموضوع الذي ركّزت عليه، ، حتى يتمكن جميع الطلاب الآخرين من التعرف بعمق على الجوانب المختلفة.

סיכום

הצעה 1: הצגת הכרזות או עלוני המידע

התלמידים יציגו את הכרזות שלהם ובסבב ההצגה יעלו התלמידים רעיונות לפתרונות שיכולים למנוע או לצמצם את הפגיעה בבריאות הציבור בארץ בעקבות משבר האקלים.

הצעה 2: דיון

נדון עם התלמידים:

- כיצד אפשר להתמודד עם מחלות זואונוטיות?

נכתוב על הלוח את הרעיונות שיעלו, ונדון עם התלמידים ביתרונות ובחסרונות של כל רעיון.

הצעה 2: מחלות זואונוטיות ומשבר האקלים - תשובות למורה:

1. מחלה זואונוטית היא מחלה העוברת מבעלי חיים לבני אדם (כלומר כל מחלה שבהכרח מדביקה שני מינים ביולוגיים שונים). מחלות זיהומיות אחרות שאינן זואונוטיות הן ייחודיות לבני אדם (אינן מגיעות מבעלי חיים) ועוברות רק מאדם לאדם.

2. מידע על מחלות זואונוטיות

שם המחלה	הגורם למחלה	בעל חיים מעביר או אופן ההעברה	מידע נוסף
מלריה	גורם אותה הייצור החד־תאי פלסמודיום	יתושי אנופלס	מחלה זיהומית הפוגעת בעיקר בכדוריות הדם האדומות והיא נפוצה בעיקר באזור הטרופי. המלריה היא אחד מגורמי המוות העיקריים בעולם, בפרט בקרב ילדים בעולם השלישי.
עכברת	גורמים אותה חיידקי Leptospira (ומכאן שמה "לפטוספיריסיס")	חולדות ועכברים (ומכאן שמה "עכברת")	החיידקים מדביקים גם בעלי חיים אחרים כמו צאן ובקר. עכברת היא אנדמית בישראל (כלומר באזור תפוצה מוגבל – רק בישראל) ושכיחה בעיקר ביישובי החקלאיים של הגליל. באוגוסט 2018 נאסרה הכניסה לכמה נחלים ברמת הגולן עקב הימצאות זיהום במים הגורם להתפרצות המחלה. ההתפרצות היא ככל הנראה תוצאה של זרימות נמוכות מאוד שמצמצמות את תחלופת המים בנחלים ומאפשרות להפרשות בעלי חיים המכילות את החיידק להצטבר במקורות המים ולהעלות בהם את ריכוז החיידקים, מה שמעלה גם את סיכויי ההידבקות במחלה של הרוחצים בנחלים. למידע נוסף, היכנסו לכתבה באתר זווית .
סלמונלה	חיידק סלמונלה מסוג typhi	מועבר על ידי צריכת מזון מן החי כמו ביצים נגועות	מידע נוסף באתר של מכון דודסון
זיקה	נגיף זיקה	יתושי אדס	המחלה עצמה יכולה להיות קלה, ויכולים לא לפתח לה תסמינים כלל.

			החשש הגדול ביותר בנוגע לוירוס הזיקה הוא מהידבקות במהלך היריון ומההשלכות על העובר, כיוון שקיים חשד לקשר בין וירוס הזיקה לבין לידת תינוקות הסובלים ממיקרוצפליה (ראש קטן בהרבה מהנורמה). <u>מידע נוסף - כתבה של "הארץ"</u> .
אבולה	נגיף אבולה	עטלפים או קופים, עקב ציד ומגע עם בעלי חיים נגועים	מחלה זיהומית נדירה בעלת שיעורי תמותה גבוהים מאוד. ההתפרצות הגדולה ביותר של המחלה אירעה ב־ 2014 במערב אפריקה.
ספגת (מחלת הפרה המשוגעת)	פריונים (חלבונים פגומים)	צריכת בשר בקר נגוע (שלא בושל דיו)	מחלת בקר שכאשר היא מועברת לאדם היא גורמת למחלה דמוית מחלת קרויצפלד־יעקב.
איידס HIV	נגיף איידס	מגע עם קופים נגועים	מחלה נגיפית הפוגעת במערכת החיסון.
קורונה CoVID-19	נגיף ממשפחת הקורונה	עטלפים שהעבירו כנראה ליצור אחר (בינתיים לא ידוע מה זהותו), עקב מגע עם בעלי חיים נגועים	
קדחת מערב הנילוס	נגיף	יתושים	הנגיף ידוע כפוגע במגוון רחב של בעלי חיים (יותר מ־150 מיני ציפורים, וכן יונקים שונים כסנאים, כלבים, זאבים, סוסים ועטלפים). נמצא בישראל. <u>מידע נוסף באתר משרד הבריאות</u> .

3. כל הגורמים מביאים לעלייה בהתפשטות של מחלות זואוונטיות.

א. **גידול אוכלוסיית העולם** - יש מגוון השפעות. להלן כמה דוגמאות:

- התפשטות של התיישבות אנושית על חשבון בתי גידול טבעיים מגדילה את המגע בין בני האדם לבעלי החיים. גם הרס של בתי גידול ופגיעה במגוון הביולוגי מגבירים את הסיכוי להעברה של מחלות זואוונטיות.

- צריכת יתר של משאבים יכולה להביא למגע מוגבר עם בעלי חיים גם בטבע (בגלל כניסה לבתי גידול) וגם לעלייה בגידול בעלי חיים לצורכי האדם (גם חיות משק וחיות מחמד הן מקור למחלות זואוונטיות - למשל שפעת חזירים, SARS, הפרה המשוגעת ועוד).
- עלייה באוכלוסייה גוררת עלייה בצפיפות המחיה, והיא מעלה את הסיכויים להדבקה ולהתפשטות מחלות.

ב. **עלייה בתנועה של אנשים ממקום למקום:** אנשים מעבירים איתם בעלי חיים (מדעת ושלא מדעת), והעברה זו גורמת להפצה נרחבת של מינים מסוימים שיכולים להיות מקור למחלות זואוונטיות. לעיתים מתרחשת גם העברה של בע"ח נגועים ממקום למקום.

ג. **עלייה בציד ובסחר בבעלי חיים:** ציד וסחר בבעלי חיים גורמים להעברת בעלי חיים ממקום למקום ומביאים את האדם במגע עם מגוון בעלי חיים (למשל בעלי חיים אקזוטיים) שיכולים להיות מקור למחלות זואוונטיות.

ד. **כריתת יערות** מביאים למגע מוגבר בין אנשים לבעלי חיים ולהרס בתי גידול ופגיעה במגוון הביולוגי – ואלו מגבירים את הסיכוי להעברה של מחלות זואוונטיות.

4. פגיעה במגוון הביולוגי יכולה לפגוע בבריאות האדם כיוון שיש פחות נשאים או מארחים למחולל מחלה מסוים. אם יש פחות בעלי חיים שאותו מחולל מחלות יכול להדביק, יש יותר סיכוי שהוא ידביק בני אדם (אפקט הדילול).

5. העלייה בטמפרטורה הממוצעת גורמת לשינוי בתפוצה של מחוללי מחלות (וקטורים), במיוחד בקרב פרוקי רגליים כמו יתושים או קרציות. וקטורים אלו נעים צפונה כי שם האקלים נעשה חם במידה מספקת המאפשרת להם לחיות ולהתרבות. לכן התפוצה שלהם מתפשטת והם נעים קרוב יותר לריכוזי אוכלוסייה גדולים. נוסף על כך, העלייה בטמפרטורות מאפשרות קצב התרבות מהיר יותר וכך מגדיל את מספר הווקטורים.

נקודה נוספת שאפשר לקשור בינה לבין משבר האקלים היא הפגיעה במגוון הביולוגי (שיעור 2 ביחידה) שכאמור מגבירה את ההדבקה בקרב בני אדם.



**הקשר בין משבר האקלים
למשבר המזון ולמחסור במים**

שיעור 4 - הקשר בין משבר האקלים למשבר המזון ולמחסור במים

ידע למורה

בשיעור זה יתוודעו התלמידים לקשר בין משבר האקלים למשבר המזון ולמחסור במים, ויבינו כמה מההשלכות של משבר האקלים על האדם. מיגור הרעב ואספקת מים הוגדרו יעדים מרכזיים של האו"ם לפיתוח בר קיימא (מידע בהמשך). בפתיחת השיעור יכירו התלמידים את המונח ביטחון תזונתי ואת הקשר בין מצב כלכלי לבעיות תת־תזונה, לרעב ולהשמנת יתר. במהלך השיעור יעמיקו התלמידים בקשר בין משבר האקלים למשבר המזון באמצעות הדמיה (הצעה 1) המראה קשר בין פליטות גזי חממה ופעולות התאמה לבין רמת הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי במדינות לאורך זמן. בהצעה השנייה יעבדו התלמידים בקבוצות - כל קבוצה תלמד מקור מידע על משבר המזון והמחסור במים ותציג תובנות ממנו לקבוצות האחרות. כמה מהמקורות ייגעו בנתונים הקשורים ליעדי האו"ם. לסיכום ידונו התלמידים בתרחישים העתידיים ויציעו פתרונות.

פתרונות למשבר האקלים

קיימות שתי אסטרטגיות התמודדות: מיתון והסתגלות (מיטיגציה ואדפטציה).

מיתון (מיטיגציה): פעילות שמטרתה למנוע, להפחית או לדחות שינויי אקלים בעיקר בהפחתה של פליטות גזי חממה לאטמוספירה. לדוגמה:

- התייעלות בשימוש אנרגיה (בנייה ירוקה, חיסכון בחשמל, חיסכון במים וכו'...);
- אנרגיה חלופית או ירוקה (אנרגיית רוח, אנרגיה סולרית, אנרגיה גרעינית, אנרגיה גיאותרמית וכו'...);
- שינוי דפוסי התנהגות (טיסות, צריכת בשר, תחבורה ציבורית וכו'...);
- שינוי מדיניות כלכלי (מיסוי על דלקי מאובנים, סבסוד של אנרגיה חלופית, מימון מחקרים בתחום אנרגיה ירוקה);
- שינוי מדעי־טכנולוגי (הנדסת אקלים - נטיעת עצים, הטמנת פחמן וכו'...);
- מיסוי ירוק (מיסים על כלי רכב או על תעשיות פולטות גזי חממה).

הסתגלות (אדפטציה): תגובה לשינויי אקלים שכבר בלתי נמנעים בגלל פליטות גזי חממה בעבר. לדוגמה:

- פיתוח זני צמחים עמידים יותר לטמפרטורה;
- פתרונות למשברי מזון, מים ובריאות;
- הגנה מפני עליית מפלס פני הים;
- הכנה למקרי בצורת או הצפה.

מושגים: ביטחון תזונתי, השמנת יתר, רעב, תת־תזונה, מחסור במים, יעדי האו"ם לפיתוח בר־קיימא, מיטיגציה ואדפטציה.

פתיחה: המשגה

נשאל את התלמידים:

- האם הייתם פעם רעבים?
- האם רעבתם פעם ברמה שלא היה להם מה לאכול ולא היה כסף לקנות מזון?
- האם אתם מכירים אנשים שרעבו כך?
- האם אתם חושבים שיש אנשים רעבים בישראל?

לחלופין נציג לתלמידים [תמונות מרחבי העולם](#) שמציגות את כמות האוכל והמים שצורכת משפחה בשבוע.

נציג לתלמידים את המושגים האלה: ביטחון תזונתי, תת־תזונה, רעב והשמנת יתר:

ביטחון תזונתי - יכולתו של אדם לספק לו ולמשפחתו מזון בריא ומזין הכולל את כל אבות המזון בכמות ובאיכות מתאימים ומספיקים, באורח סדיר ובדרכים מקובלות חברתית.

תת־תזונה - מצב בריאותי הנגרם מכך שהצריכה התזונתית אינה טובה ואינה מתאימה לצרכים התזונתיים של האדם.

רעב - מצב של תת־תזונה כרוני. מדד הרעב העולמי (Global Hunger Index) המשווה בין מדינות מחבר שלושה מדדים בעלי משקל שווה: אחוז האנשים הסובלים מתת־תזונה מתוך כלל האוכלוסייה, שכיחות ילדים מתחת לגיל חמש הסובלים מתת־משקל, אחוז תמותת הילדים מתחת לגיל חמש.

השמנת יתר - השמנה מתפתחת כשאין איזון בין כמות האנרגיה הנכנסת לגוף באכילה לבין הוצאת האנרגיה בפעילות גופנית. השמנת יתר היא השמנה חריגה וחולנית הנובעת מאכילת יתר ומפעילות גופנית מועטה. לעיתים ההשמנה נובעת מאכילה של מזון מעובד ולא טרי או מזון לא מאוזן בהרכבו.

הצעה 1: ביטחון תזונתי בעולם

נקרין לתלמידים את [הסרטון על מצב הביטחון התזונתי בעולם](#) ונבקש מהם לענות על השאלות האלה בעקבותיו:

1. מהו הגורם המרכזי המתואר בסרטון שלפיו יש עלייה במספר הרעבים בעולם?
2. מהם הגורמים הנוספים המשפיעים על הרעב העולמי?
3. מה הקשר בין השמנת יתר לרעב?
4. כיצד אפשר להגשים את החזון של "אפס רעב" ב־2030?

לחלופין או בנוסף לסרטון על המצב התזונתי בעולם אפשר להקרין [סרטון עדכני יותר](#) מ־2020 על השפעת הקורונה על הגדלת הרעב וגם על משבר האקלים והעלויות שלו. בשנה האחרונה היה גידול ניכר במספר האנשים הרעבים והאתגר של "אפס רעב" עד 2030 נראה קשה יותר להשגה. הסרטון מציג נתונים עולמיים על רעב, ביטחון תזונתי, תת־תזונה והשמנת יתר ומציג את העלויות הבריאותיות והסביבתיות. הסרטון נוגע להתאמות (אדפטציה) שיש לערוך: שינוי מערכת המזון, הגדלת הנגישות למזון בריא, החלת עלויות של מזון בריא ולמיתון (מיטיגציה) כלומר הפחתת גזי חממה.

הצעה 2: הקשר בין מזון ובריאות

נשאל את התלמידים:

- האם יש קשר ישיר בין מחסור במזון ובמים לבריאותנו? מובן שכן.

נקרין את [הסרטון](#) ונדון בשאלות בעקבותיו:

1. מהן ההשלכות ארוכות הטווח של חוסר ביטחון תזונתי על הבריאות?
2. מהו המעגל של בריאות לקויה ואיך אפשר לקטוע אותו?

נסכם שרעב, תת־תזונה והיעדר ביטחון תזונתי משפיעים על הבריאות במגוון אופנים, גורמים למחלות פזיות ונפשיות כאחד.

מהלך השיעור

הצעה 1: התנסות: משבר האקלים וביטחון תזונתי

נציג לתלמידים את [ההדמיה \(סימולציה\) המראה איך משבר האקלים משפיע על הביטחון התזונתי](#) ונבקש מהם לענות על שאלות מנחות והשלים פעילות מותאמת לרמתם (נספח). את הפעילות התלמידים יכולים להשלים באופן עצמאי או בזוגות או בקבוצות. בהצעה 1 מובאות שאלות הבנה והיא מתאימה לתלמידים מתקשים, ואילו בהצעה 2 המבוססת על אותה הדמיה מובאות שאלות חשיבה והיא מתאימה לתלמידים מתקדמים.

בהדמיה אפשר לבחון כיצד תרחישים שונים של פליטות גזי חממה ושל פעולות התאמה משפיעים על רמת הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי במדינות לאורך זמן. אפשר גם להשוות את התרחישים השונים אלה לאלה ולמצב היום. נסביר לתלמידים את המושגים הסתגלות (אדפטציה) ומיתון (מיטיגציה) המתוארים בידע למורה. נסביר שבסימולציה מוצגות שתי אסטרטגיות אלו להתמודדות עם משבר האקלים.

הפעילות יכולה לשמש להערכה חלופית.

הצעה 2: התנסות: משבר האקלים וביטחון תזונתי

נציג לתלמידים את [ההדמיה \(סימולציה\) המראה איך משבר האקלים משפיע על הביטחון התזונתי](#) ונבקש מהם לענות על שאלות מנחות והשלים פעילות מותאמת לרמתם (בנספח 1). את הפעילות התלמידים יכולים להשלים באופן עצמאי או בזוגות או בקבוצות. בהצעה 1 מובאות שאלות הבנה והיא מתאימה לתלמידים מתקשים, ואילו בהצעה 2 המבוססת על אותה הדמיה מובאות שאלות חשיבה והיא מתאימה לתלמידים מתקדמים.

בהדמיה אפשר לבחון כיצד תרחישים שונים של פליטות גזי חממה ושל פעולות התאמה משפיעים על רמת הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי במדינות לאורך זמן. אפשר גם להשוות את התרחישים השונים אלה לאלה ולמצב היום. נסביר לתלמידים את המושגים הסתגלות (אדפטציה) ומיתון (מיטיגציה) המתוארים בידע למורה. נסביר שבסימולציה מוצגות שתי אסטרטגיות אלו להתמודדות עם משבר האקלים.

הפעילות יכולה לשמש להערכה חלופית.

הצעה 3: מחסור במים ומשבר המזון

במחסור במים כוונתנו למחסור במשאבי מים נקיים (freshwater) ביחס לנתוני צריכת המים. מחסור במים יכול להיגרם מבצורת, ממחסור בגשמים או מזיהום מקורות מים (למשל מחומרי דישון והדברה, מביוב ופסולת תעשייתית וכו') ונחשב לאחד הסיכונים הגלובליים העתידיים לאנושות בעשורים הבאים. מחסור במים יכול לבוא לידי ביטוי באספקה חלקית של צריכת המים, בתחרות כלכלית על איכות המים או על כמותם, במחלוקות בין צרכנים, בניצול יתר של מאגרי מי תהום והשלכות שליליות על הסביבה. שני שלישים מאוכלוסיית העולם במחסור במים לפחות חודש בשנה.

יעדי האו"ם לפיתוח בר-קיימא - בספטמבר 2015 אימצו מדינות העולם, ובהן ישראל, את "אג'נדה 2030 לפיתוח בר-קיימא" של האו"ם. האג'נדה כוללת תוכנית פעולה שלה 17 יעדים שיש להטמיע במדינות החברות בה כדי להוביל להתפתחות עולמית בת-קיימא עד 2030, והם מכונים Sustainable Development Goals – SDGs. יעד מספר 2 באג'נדה הוא מיגור הרעב, ויעד מספר 6 הוא מים נקיים ותברואה. לכל יעד הוגדרו יעדים ספציפיים ומדדים כדי לעקוב אחר ההתפתחות בתחום. בהצעה זו ילמדו התלמידים על מצב הרעב ועל מחסור במים מתוך נתונים הקשורים ליעדים אלו.

הפעילות:

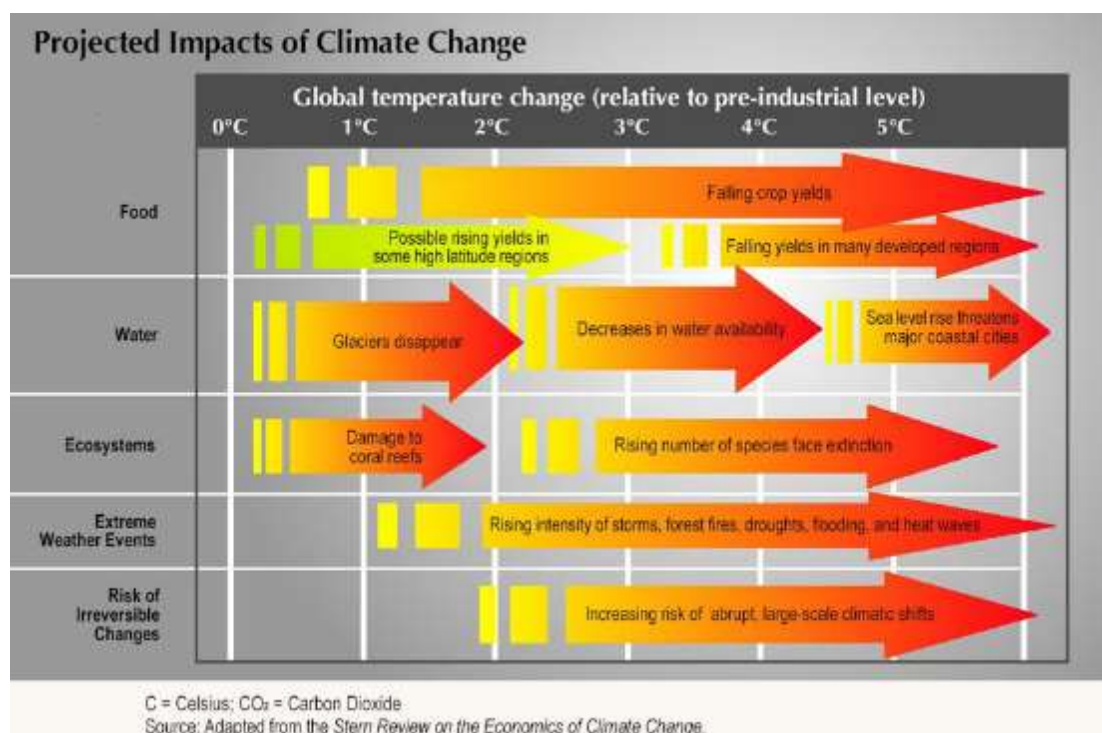
נחלק את הכיתה לשתי קבוצות. קבוצה אחת תלמד את נושא המחסור במים והקבוצה האחרת את נושא משבר המזון. בכל קבוצת נושא נבקש מהתלמידים להתחלק לארבעה צוותים שיעיינו במקור אחר (המקורות ושאלות הכוונה מופיעות בנספח 2). אפשר להתאים את המקורות לרמת התלמידים. לחלק מהמקורות נלוות שאלות עזר להכוונה.

לאחר זמן מה נבקש מהצוותים להציג את התובנות שלמדו מהמקורות לשאר הקבוצות. בדיון המסכם נדגיש את השפעת משבר האקלים על המחסור במים ועל משבר המזון.

הפעילות יכולה לשמש להערכה חלופית.

סיכום

נסכם שראינו שמשבר האקלים עלול להגדיל בצורה ניכרת את הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי ואם יינקטו צעדי התאמה כמו הגדלת כושר הייצור החקלאי הם עשויים למתן את ההשפעות של משבר האקלים. נציג את האיור המציג תחזיות להשפעת העלייה צפויה בטמפרטורה העולמית (1, 2, 3, 4, 5 מעלות צלזיוס) על המזון, המים והמערכות האקולוגיות:



מקור: <http://www.challengechange.org/climate.htm>

הצעה 2 לסיכום: יישום: איך נשנה את העתיד?

נציג לתלמידים את השפעת משבר האקלים על המזון והחקלאות המופיעה באיור 1 - אינפוגרפיקה של שנת 2010 (ירידה בגידולי חיטה ותירס, עלייה במחירי מזון, פגיעה באזורים טרופיים, פגיעה באוכלוסיות של עניים והתאמות בתחום).

לאחר מכן נבחן את התחזיות להשפעת משבר האקלים על המזון והחקלאות בעתיד, לשנות שלושים והחמישים של המאה ה-21 בעזרת [אינפוגרפיקות שבקישור זה](#) (איורים 2, 3).

נבקש שכל זוג יתאר גרף אחד לבחירתו ויענה על השאלות:

- האם מתוארת בגרף תחזיות חיובית או שלילית?
- איך אפשר לשנות את המצב?

נבקש מהתלמידים להציע פתרונות של מיתון ושל הסתגלות (מיטיגציה ואדפטציה).

התחזיות לעשורים הבאים הן ברובן שליליות - ירידה ביבול החקלאי, פגיעה בדגה. מתוארות גם התאמות שייעשו למצב כמו שינויים בגידולים חקלאיים, שינויים בהרגלי תזונה ועלייה בחדשנות טכנולוגית בתחום.

פעילות זו יכולה לשמש להערכה חלופית.

Climate change, food and farming: 2010s

According to the Fifth Assessment Report of the IPCC, climate change is affecting food and farming now



It is affecting crop yields

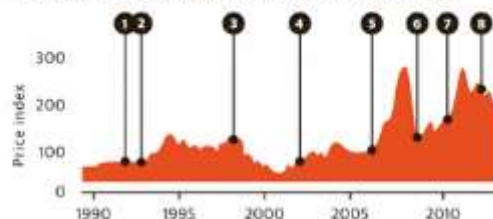
Maize and wheat yields show climate impacts



It is putting up prices

Recent price spikes for food have been linked to extreme weather events

SEASONAL CLIMATE EXTREMES AND THE FOOD PRICE INDEX



1. Australia wheat. 2. US maize. 3. Russia wheat. 4. US wheat, India soy. Australia wheat. 5. Australia wheat. 6. Argentina maize, soy. 7. Russia wheat. 8. US maize.

Tropical regions are most vulnerable

Percentage of people undernourished (2011-13):



Poor people are worst affected

Poor people spend a higher proportion of their income on food - so price rises affect them more

HOW MUCH OF THEIR INCOME DO POOR PEOPLE SPEND ON FOOD?



Adaptation is happening, but is not enough

Farmers are:



SOURCES: Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D., Travasso, M. I. 2014. Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-wg2.gov/> With data from Lobell et al 2011, FAO 2014, US DOL 2014



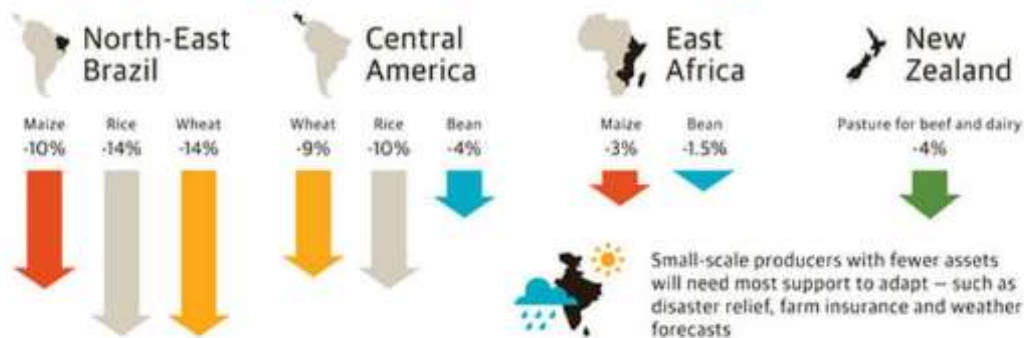
איור 1: השפעת משבר האקלים על המזון והחקלאות בשנות העשרה של המאה ה-21. מקור: <http://geographymonkey.com/climate-change-and-food-security.html>

The future of food and farming: 2030s

In the 2030s, climate change will affect food and farming more strongly, particularly small-scale producers in poor countries



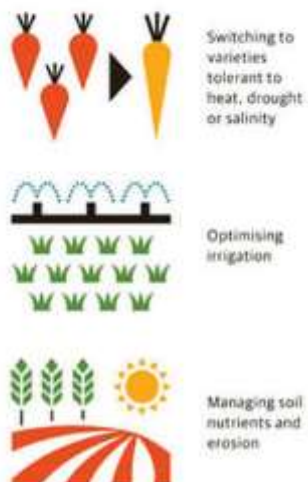
Crop and pasture yields are likely to decline in many places



Adaptation will be key

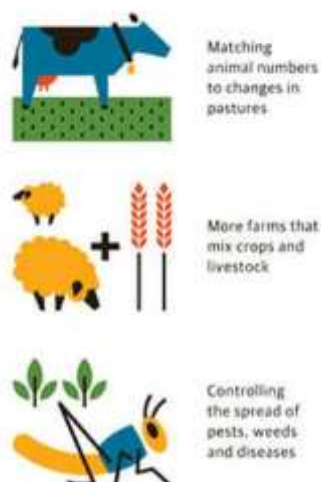
CROPS

Temperate regions will benefit more from adaption than tropical regions



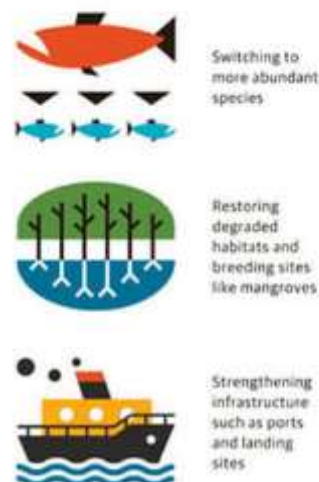
LIVESTOCK

Key adaptations for small-scale producers include:



FISHERIES

Key adaptations for small-scale fisheries include:



SOURCES: Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D., Trnka, M. J. 2014. Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-wg2.gov/> With data from ECLAC 2009, Lobell et al 2008, Margulis, et al 2010, Thornton, et al 2010, Wratt et al 2008



איור 2: השפעת משבר האקלים על המזון והחקלאות בשנות השלושים של המאה ה-21.
מקור: <http://geographymonkey.com/climate-change-and-food-security.html>

The future of food and farming: 2050s

By 2050, climatic impacts on food security will be unmistakable. There are likely to be 9 billion people on the planet, most people will live in cities and demand for food will increase significantly.

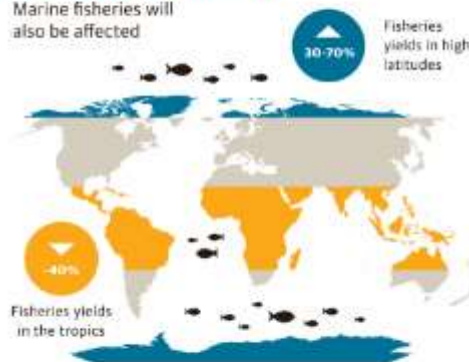


Widespread impacts on food and farming are highly likely

Average decline in yields for eight major crops across Africa and South Asia

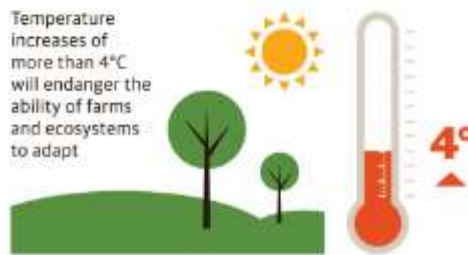


Marine fisheries will also be affected



Heat and water may pass critical thresholds

Temperature increases of more than 4°C will endanger the ability of farms and ecosystems to adapt



Water cycles will be very different and less predictable



We will need major innovations in how we eat and farm

To cope with climatic changes, we may need to consider:



Completely different diets



Shifting production areas for familiar crops, livestock and fisheries



New approaches to managing waste, water and energy in food supply chains



Restoring degraded farmlands, wetlands and forests

SOURCES: Porter, J. R., Kie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D., Travasso, M. I., 2014. Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-wg2.gov/> With data from Cheung et al 2010, Cochrane et al 2009, Knox et al 2012.



איור 3: השפעת משבר האקלים על המזון והחקלאות בשנות החמישים של המאה ה-21.
מקור: <http://geographymonkey.com/climate-change-and-food-security.html>

נספח להצעה 1: התנסות: משבר האקלים וביטחון תזונתי

הנחיות פעולה: הדמיה

היכנסו לקישור:

<https://www.carbonbrief.org/interactive-how-climate-change-shapes-food-insecurity-across-the-world>

במסך הפתיחה מופיעה תמונת העולם בצבעים שונים. מקרא הצבעים מופיע למטה (Key) - הצבע הבהיר מעיד על פגיעות נמוכה לחוסר ביטחון תזונתי ואילו הצבע הכהה מעיד על פגיעות גבוהה לחוסר ביטחון תזונתי. מדינות שצבען אפור אינן נכללות בסימולציה מסיבות שונות (מעט מדי אנשים בשטח המדינה או מעט מקורות ייצור חקלאיים, שייכות המדינה למדינות האיחוד האירופי או ל-OECD).

פגיעות לחוסר ביטחון תזונתי של כל מדינה מחושבת לפי תבחינים אלה:

- רמת החשיפה של המדינה לנזקי אקלים (כמו בצורות ושיטפונות) - מחושבים לפי תקופת הבסיס 1981-2010. החשיפה מחושבת רק על שטחים בצפיפות אוכלוסין של 150 איש לשני קילומטר או שטחים שיותר מאחוז אחד שלהם משמש לגידולים חקלאיים.
- הרגישות של הייצור החקלאי במדינה לנזקי האקלים מחושבת על פי מחוונים (אינדיקטורים) הקשורים לייצור חקלאי כמו תפוקת יבול בשנה, צריכת מים לגידולים, כיסוי הקרקע וכו'.
- יכולת ההתאמה (אדפטציה) של המדינה להתמודדות עם נזקי האקלים הקשורים למזון - מחושבת על פי מחוונים סוציו-אקונומיים שרלוונטיים לביטחון תזונתי, כמו נגישות אוכלוסייה כפרית ועירונית למקורות מים, אחוז האוכלוסייה הכפרית, קצב הגידול באוכלוסייה, כמות אוכלוסייה מתחת לקו העוני (שני דולר ביום), מידת תעסוקה, יעילות הממשלה, כמות דרכים סלולות במדינה.

לחיצה על היבשת מגדילה אותה. בדקו:

1. מה מצבה של ישראל בתנאים הנוכחיים?
2. מי היבשת בעלת הפגיעות הגבוהה ביותר לחוסר ביטחון תזונתי בתנאים הנוכחיים? האם תוכלו להסביר מדוע?

המפה הראשונית מציגה את המצב הנוכחי, על בסיס נתוני אקלים מהשנים 1981-2010 ועל בסיס נתונים סוציו-אקונומיים (חברתיים כלכליים) משנת 2010. בהדמיה אפשר לשנות תרחישים עתידיים ולבחון כיצד הם משפיעים על חוסר הביטחון התזונתי:

- א. **כמות פליטות גזי החממה (Emissions)** - פעולות של מיתון (מיטיגציה) של פליטות גזי החממה. רמה נמוכה RCP2.6 - מתייחסת לפליטת מעט גזי חממה כתוצאה משינוי מהיר והפחתה בכמות הפליטות העתידיות. כלומר, עלייה של כ-2 מעלות צלזיוס בטמפרטורה העולמית.
- רמה בינונית RCP4.5 - מתייחסת לשינוי צנוע בכמות הפליטות העתידיות. כלומר, עלייה של כ-2.5 מעלות צלזיוס בטמפרטורה העולמית.
- רמה גבוהה RCP8.5 - מתייחסת לכמות גבוהה של פליטות כתוצאה מעלייה נרחבת בכמות הפליטות העתידיות. כלומר, עלייה של כ-4 מעלות צלזיוס או יותר בטמפרטורה העולמית.
- ב. **פעילות הסתגלות (Adaptation)**, כלומר מידת ביצוע פעולות הסתגלות לצמצום חוסר ביטחון תזונתי

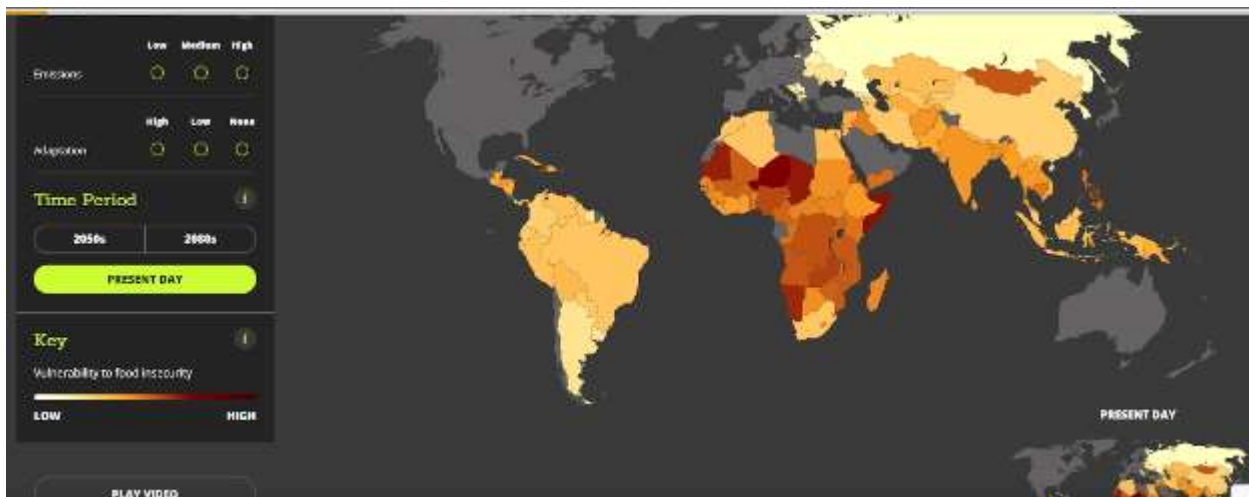
רמה גבוהה - שיפור בחקלאות והגדלת תפוקות בשיעור של 10-15 אחוזים לתקופת זמן. השינוי של כל מדינה הוא יחסי למידת הפגיעות של המדינה לחוסר ביטחון תזונתי - ככל שהמדינה פגיעה יותר, השינוי גדול יותר.

רמה נמוכה - שיפור ב-5¹⁰ לתקופת זמן.

אין שינוי - בלי שינוי מהמצב הנוכחי.

כמו כן, אפשר לבחון בהדמיה את התרחישים האלו בשתי תקופות זמן:

ממוצע של כשלושים שנה קדימה (2041-2070) - המיוצגות בשנות החמישים של המאה ה-21, או שישים שנה קדימה (2071-2100) המיוצגת בשנות השמונים של המאה ה-21.



3. סמנו בסימולציה רמת פליטה נמוכה בתרחיש פליטות, ואין שינוי בתרחיש התאמות, כדי לבחון את רק את ההשפעה של משבר האקלים.
- א. מה צפוי בשנות החמישים של המאה ה-21 בהשוואה למצב היום (המפה הקטנה בפינה הימנית התחתונה)?
- ב. מה צפוי בשנות השמונים של המאה ה-21 בהשוואה למצב בימינו?
4. סמנו בסימולציה רמת פליטה גבוהה בתרחיש פליטות, ואין שינוי בתרחיש התאמות. מה לדעתכם יקרה כעת? בדקו את השערותכם וכתבו מה קרה.
5. כעת סמנו בסימולציה רמת פליטה נמוכה בתרחיש פליטות, ורמה גבוהה בתרחיש התאמות למשבר האקלים. מה יהיו השינויים בפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בשנות החמישים של המאה ה-21 ובשנות השמונים של המאה ה-21 בהשוואה למצב היום?
6. כעת סמנו בסימולציה רמת פליטה גבוהה בתרחיש פליטות, ורמה גבוהה בתרחיש התאמות למשבר האקלים. מה יהיו השינויים בפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בשנות החמישים של המאה ה-21 ובשנות השמונים של המאה ה-21 בהשוואה למצב היום?
7. נסו גם תרחישים אחרים לפי בחירתכם. מבין התרחישים, מה התרחיש הטוב ביותר לדעתכם ומדוע?

تعليمات تشغيل المحاكاة

ادخلوا إلى الرابط:

<https://www.carbonbrief.org/interactive-how-climate-change-shapes-food-insecurity-across-the-world>

تظهر في شاشة الافتتاحية صورة العالم بألوان مختلفة. يظهر دليل الألوان في أسفل الشاشة (Key). يُشير اللون الفاتح إلى انعدام أمن غذائي منخفض، بينما يُشير اللون الغامق إلى انعدام أمن غذائي عالٍ. الدول ذات اللون الرمادي لا تظهر في المحاكاة لأسباب مختلفة (عدد قليل جداً من الأشخاص في الدولة، أو عدد قليل جداً من مصادر الإنتاج الزراعي، أو الدولة تنتمي إلى دول الاتحاد الأوروبي أو منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)).

تم حساب انعدام الأمن الغذائي في كل دولة وفقاً للمعايير الآتية:

- مستوى تعرض الدولة للضرر المناخي (مثل: الجفاف والفيضانات) – تم حسابه للفترة الأساسية 1981 - 2010. تم حساب التعرض في مناطق كثافتها السكانية 150 شخصاً لكل كيلومترين أو في مناطق يُستخدم فيها أكثر من واحد في المائة للمحاصيل الزراعية.
- حساب حساسية الإنتاج الزراعي في الدولة للأضرار المناخية وفق مؤشرات (معايير) متعلقة بالإنتاج الزراعي، مثل: إنتاجية المحاصيل السنوية، استهلاك المياه للمحاصيل، غطاء التربة، إلخ.
- قدرة الدولة على التعامل مع الأضرار المناخية المتعلقة – تم حسابها وفقاً للمؤشرات الاجتماعية-الاقتصادية التي لها صلة بالأمن الغذائي، مثل: وصول سكان القرى والمدن إلى مصادر المياه، نسبة سكان القرى، وتيرة النمو السكاني، تعداد السكان تحت خط الفقر (دولاران في اليوم)، معدل التوظيف، كفاءة الحكومة، عدد الطرق المعبدة في الدولة.

النقر على القارة يكبرها. افحصوا:

1. ما هو وضع اسرائيل في الظروف الحالية؟
 2. ما هي القارة الأكثر تعرضاً لانعدام الأمن الغذائي في ظل الظروف الحالية؟ هل يمكنكم أن تشرحوا لماذا؟
- تُظهر الخريطة الأولية الوضع الحالي بناءً على البيانات المناخية من 1981-2010 وعلى أساس البيانات الاقتصادية (الاجتماعية والاقتصادية) من سنة 2010. يمكن أن نغير في المحاكاة سيناريوهات مستقبلية وأن نفحص كيفية تأثيرها على انعدام الأمن الغذائي:

- أ. كمية انبعاث غازات الاحتباس الحراري (Emissions) - عمليات تخفيف من انبعاث غازات الاحتباس الحراري.
- مستوى منخفض لـ RCP2.6 - يُشير إلى انبعاث بعض غازات الدفيئة نتيجة للتغير السريع وانخفاض كمية الانبعاثات المستقبلية. هذا يعني أن هناك ارتفاع بنحو درجتين مئويتين في درجة حرارة العالم.
- مستوى متوسط لـ RCP4.5 - يُشير إلى تغيير متواضع في كمية الانبعاث المستقبلية. هذا يعني أن هناك ارتفاع بنحو 2.5-3 درجة مئوية في درجة حرارة العالم.
- مستوى عالٍ لـ RCP8.5 - يُشير إلى كمية كبيرة من الانبعاث نتيجة للزيادة الكبيرة في كمية الانبعاث المستقبلية. هذا يعني أن هناك ارتفاع بنحو 4 درجات مئوية أو أكثر في درجة حرارة العالم.

ب. نشاط التكيف (Adaptation)، مدى تنفيذ عمليات التكيف للحد من انعدام الأمن الغذائي.

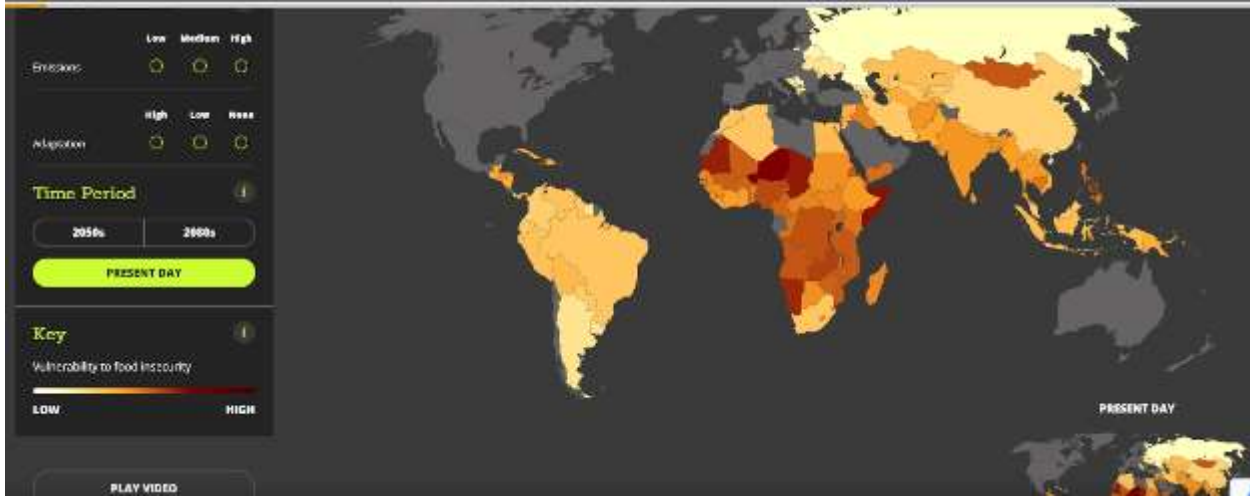
مستوى عالٍ - تحسين الزراعة وزيادة الإنتاجية بنسبة 10-15 في المائة لفترة من الزمن. يتناسب التغيير في كل دولة إلى درجة تعرض الدولة لانعدام الأمن الغذائي - كلما ازداد ضعف الدولة ازداد التغيير.

مستوى منخفض - تحسن بمقدار 5-10 لفترة من الزمن.

لا يوجد تغيير - لا يوجد تغيير مقارنة بالوضع الحالي.

يُمكن فحص هذه السيناريوهات في فترتين زمنيتين أيضاً:

معدل حوالي ثلاثين سنة مقبلة (2041 - 2070) – ممثلة في الخمسينيات من القرن الـ 21، أو ستين سنة مقبلة (2071-2100) ممثلة في الثمانينيات من القرن الـ 21 .



3. حددوا في المحاكاة مستوى انبعاث منخفض في سيناريو الانبعاث، لا يوجد تغيير في سيناريو الملاءمة لفحص تأثير أزمة المناخ فقط.
أ. ما الذي يمكن أن نتوقعه في الخمسينيات من القرن الـ 21 مقارنة بالوضع الحالي اليوم (الخريطة الصغيرة في الزاوية اليمنى السفلى)؟
ب. ما الذي يمكن أن نتوقعه في الثمانينيات من القرن الـ 21 مقارنة بالوضع الحالي اليوم؟
4. حددوا في المحاكاة مستوى انبعاث عالٍ في سيناريو الانبعاث، وحددوا لا يوجد تغيير في سيناريو الملاءمة. ماذا يحدث الآن، حسب رأيكم؟ افحصوا فرضيتكم واكتبوا ماذا حدث؟
5. حددوا في المحاكاة مستوى انبعاث منخفض في سيناريو الانبعاث، ومستوى عالٍ في سيناريو الملاءمة مع أزمة المناخ. ماذا تكون التغيرات في انعدام الأمن الغذائي في الخمسينيات والثمانينيات من القرن الـ 21 مقارنة باليوم؟
6. حددوا في المحاكاة مستوى انبعاث عالٍ في سيناريو الانبعاث، ومستوى عالٍ في سيناريو الملاءمة مع أزمة المناخ. ماذا تكون التغيرات في انعدام الأمن الغذائي في الخمسينيات والثمانينيات من القرن الـ 21 مقارنة باليوم؟
7. افحصوا سيناريوهات حسب اختياركم. ما هو السيناريو الأفضل، حسب رأيكم، ولماذا؟

נספח להצעה 2: התנסות: משבר האקלים וביטחון תזונתי

הנחיות פעולה (פריט הוראה): הדמיה

היכנסו לקישור:

<https://www.carbonbrief.org/interactive-how-climate-change-shapes-food-insecurity-across-the-world>

במסך הפתיחה מופיעה תמונת העולם בצבעים שונים. מקרא הצבעים מופיע למטה (Key) - הצבע הבהיר מעיד על פגיעות נמוכה לחוסר ביטחון תזונתי ואילו הצבע הכהה מעיד על פגיעות גבוהה לחוסר ביטחון תזונתי. מדינות שצבען אפור אינן נכללות בסימולציה מסיבות שונות (מעט מדי אנשים בשטח המדינה או מעט מקורות ייצור חקלאיים, שייכות המדינה למדינות האיחוד האירופי או ל־OECD).

פגיעות לחוסר ביטחון תזונתי של כל מדינה מחושבת לפי תבחינים אלה:

- רמת החשיפה של המדינה לנזקי אקלים (כמו בצורות ושיטפונות) - מחושבים לפי תקופת הבסיס 1981-2010. החשיפה מחושבת רק על שטחים בצפיפות אוכלוסין של 150 איש לשני קילומטר או שטחים שיותר מאחוז אחד שלהם משמש לגידולים חקלאיים.
- הרגישות של הייצור החקלאי במדינה לנזקי האקלים מחושבת על פי מחוונים (אינדיקטורים) הקשורים לייצור חקלאי כמו תפוקת יבול בשנה, צריכת מים לגידולים, כיסוי הקרקע וכו'.
- יכולת ההתאמה (אדפטציה) של המדינה להתמודדות עם נזקי האקלים הקשורים למזון - מחושבת על פי מחוונים סוציו־אקונומיים שרלוונטיים לביטחון תזונתי, כמו נגישות אוכלוסייה כפרית ועירונית למקורות מים, אחוז האוכלוסייה הכפרית, קצב הגידול באוכלוסייה, כמות אוכלוסייה מתחת לקו העוני (שני דולר ביום), מידת תעסוקה, יעילות הממשלה, כמות דרכים סלולות במדינה.

לחיצה על היבשת מגדילה אותה. בדקו:

8. מה מצבה של ישראל בתנאים הנוכחיים?

ישראל שייכת ל־OECD ולכן אין לגביה נתונים.

9. מי היבשת בעלת הפגיעות הגבוהה ביותר לחוסר ביטחון תזונתי בתנאים הנוכחיים? האם תוכלו להסביר מדוע?

אפריקה היא היבשת בעלת הפגיעות הגבוהה ביותר לחוסר ביטחון תזונתי בתנאים הנוכחיים. מכיוון שמדינות רבות בה עניות בעלות תנאים אקלימיים שקשים לגידולים חקלאיים.

המפה הראשונית מציגה את המצב הנוכחי, על בסיס נתוני אקלים מהשנים 1981-2010 ועל בסיס נתונים סוציו־אקונומיים (חברתיים כלכליים) משנת 2010. בהדמיה אפשר לשנות תרחישים עתידיים ולבחון כיצד הם משפיעים על חוסר הביטחון התזונתי:

א. **כמות פליטות גזי החממה (Emissions)** - פעולות של מיתון (מיטיגציה) של פליטות גזי החממה.

רמה נמוכה RCP2.6 - מתייחסת לפליטת מעט גזי חממה כתוצאה משינוי מהיר והפחתה בכמות הפליטות העתידיות. כלומר, עלייה של כ־2 מעלות צלזיוס בטמפרטורה העולמית.

רמה בינונית RCP4.5 - מתייחסת לשינוי צנוע בכמות הפליטות העתידיות. כלומר, עלייה של כ־2.5 מעלות צלזיוס בטמפרטורה העולמית.

רמה גבוהה RCP8.5 - מתייחסת לכמות גבוהה של פליטות כתוצאה מעלייה נרחבת בכמות הפליטות העתידית. כלומר, עלייה של כ-4 מעלות צלזיוס או יותר בטמפרטורה העולמית.

ב. **פעילות הסתגלות** (Adaptation), כלומר מידת ביצוע פעולות הסתגלות לצמצום חוסר ביטחון תזונתי

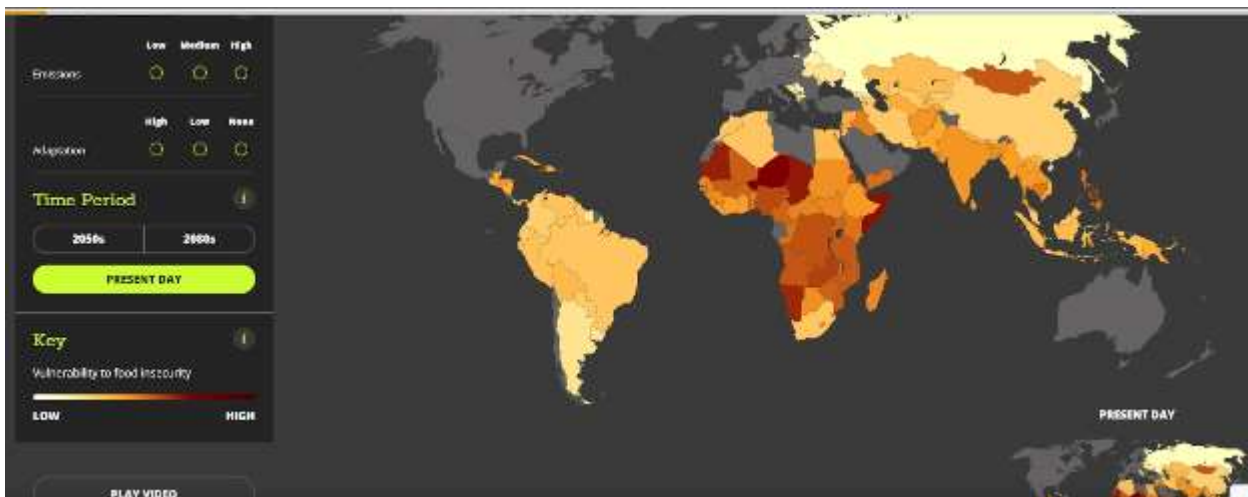
רמה גבוהה - שיפור בחקלאות והגדלת תפוקות בשיעור של 10-15 אחוזים לתקופת זמן. השינוי של כל מדינה הוא יחסי למידת הפגיעות של המדינה לחוסר ביטחון תזונתי - ככל שהמדינה פגיעה יותר, השינוי גדול יותר.

רמה נמוכה - שיפור ב-5[°]10 לתקופת זמן.

אין שינוי - בלי שינוי מהמצב הנוכחי.

כמו כן, אפשר לבחון בהדמיה את התרחישים האלו בשתי תקופות זמן:

ממוצע של כשלושים שנה קדימה (2041-2070) המיוצגת בשנות החמישים של המאה ה-21, או ששים שנה קדימה (2071-2100) המיוצגת בשנות השמונים של המאה ה-21.



לפני שאתם מתנסים בהדמיה נסו לשער:

א. באיזה מצב תהיה רמת פגיעות גבוהה ביותר במדינות אפריקה בשנות החמישים של המאה ה-21 או של 2080?

ב. באיזה מצב תהיה רמת פגיעות נמוכה ביותר במדינות אפריקה בשנות החמישים של המאה ה-21 או של 2080?

ג. באיזה מצב לא יהיה שינוי לדעתכם ברמת הפגיעות? הסבירו את בחירתכם.

ד. בדקו בהדמיה - האם התחזיות שלכם נכונות? אם התחזית שלכם הייתה שונה מההדמיה, הסבירו מדוע.

تعليمات تشغيل (مادة تدريس): المحاكاة

ادخلوا إلى الرابط:

<https://www.carbonbrief.org/interactive-how-climate-change-shapes-food-insecurity-across-the-world>

تظهر في شاشة الافتتاحية صورة العالم بألوان مختلفة. يظهر دليل الألوان في أسفل الشاشة (Key). يُشير اللون الفاتح إلى انعدام أمن غذائي منخفض، بينما يُشير اللون الغامق إلى انعدام أمن غذائي عالٍ. الدول ذات اللون الرمادي لا تظهر في المحاكاة لأسباب مختلفة (عدد قليل جداً من الأشخاص في الدولة، أو عدد قليل جداً من مصادر الإنتاج الزراعي، أو الدولة تنتمي إلى دول الاتحاد الأوروبي أو منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)).

تم حساب انعدام الأمن الغذائي في كل دولة وفقاً للمعايير الآتية:

- مستوى تعرّض الدولة للضرر المناخي (مثل: الجفاف والفيضانات) - تمّ حسابه للفترة الأساسية 1981 - 2010. تمّ حساب التعرّض في مناطق كثافتها السكانية 150 شخصاً لكل كيلومترين أو في مناطق يُستخدم فيها أكثر من واحد في المائة للمحاصيل الزراعية.
- حساب حساسية الإنتاج الزراعي في الدولة للأضرار المناخية وفق مؤشرات (معايير) متعلقة بالإنتاج الزراعي، مثل: إنتاجية المحاصيل السنوية، استهلاك المياه للمحاصيل، غطاء التربة، إلخ.
- قدرة الدولة على التعامل مع الأضرار المناخية المتعلقة - تمّ حسابها وفقاً للمؤشرات الاجتماعية-الاقتصادية التي لها صلة بالأمن الغذائي، مثل: وصول سكان القرى والمدن إلى مصادر المياه، نسبة سكان القرى، وتيرة النمو السكاني، تعداد السكان تحت خط الفقر (دولاران في اليوم)، معدل التوظيف، كفاءة الحكومة، عدد الطرق المعبدة في الدولة.

النقر على القارة يكبرها. افحصوا:

1. ما هو وضع إسرائيل في الظروف الحالية؟

تنتمي إسرائيل إلى منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD، لذا لا يوجد معطيات عنها.

2. ما هي القارة الأكثر تعرّضاً لانعدام الأمن الغذائي في ظل الظروف الحالية؟ هل يمكنكم أن تشرحوا لماذا؟

أفريقيا هي القارة الأكثر عرضة لانعدام الأمن الغذائي في ظل الظروف الحالية، لأن العديد من الدول فيها فقيرة وظروفها المناخية صعبة للزراعة.

تُظهر الخريطة الأولية الوضع الحالي بناءً على البيانات المناخية من 1981-2010 وعلى أساس البيانات الاقتصادية (الاجتماعية والاقتصادية) من سنة 2010. يمكن أن نغير في المحاكاة سيناريوهات مستقبلية وأن نفحص كيفية تأثيرها على انعدام الأمن الغذائي:

أ. كمية انبعاث غازات الاحتباس الحراري (Emissions) - عمليات تخفيف من انبعاث غازات الاحتباس الحراري.

مستوى منخفض لـ RCP2.6 - يُشير إلى انبعاث بعض غازات الدفيئة نتيجة للتغير السريع وانخفاض كمية الانبعاثات المستقبلية. هذا يعني أن هناك ارتفاع بنحو درجتين مئويتين في درجة حرارة العالم.

مستوى متوسط لـ RCP4.5 - يُشير إلى تغيير متواضع في كمية الانبعاثات المستقبلية. هذا يعني أن هناك ارتفاع بنحو 2.5-3 درجة مئوية في درجة حرارة العالم.

مستوى عالٍ لـ RCP8.5 - يُشير إلى كمية كبيرة من الانبعاث نتيجة للزيادة الكبيرة في كمية الانبعاث المستقبلية. هذا يعني أن هناك ارتفاع بنحو 4 درجات مئوية أو أكثر في درجة حرارة العالم.

ب. نشاط التكيف (Adaptation)، مدى تنفيذ عمليات التكيف للحد من انعدام الأمن الغذائي.

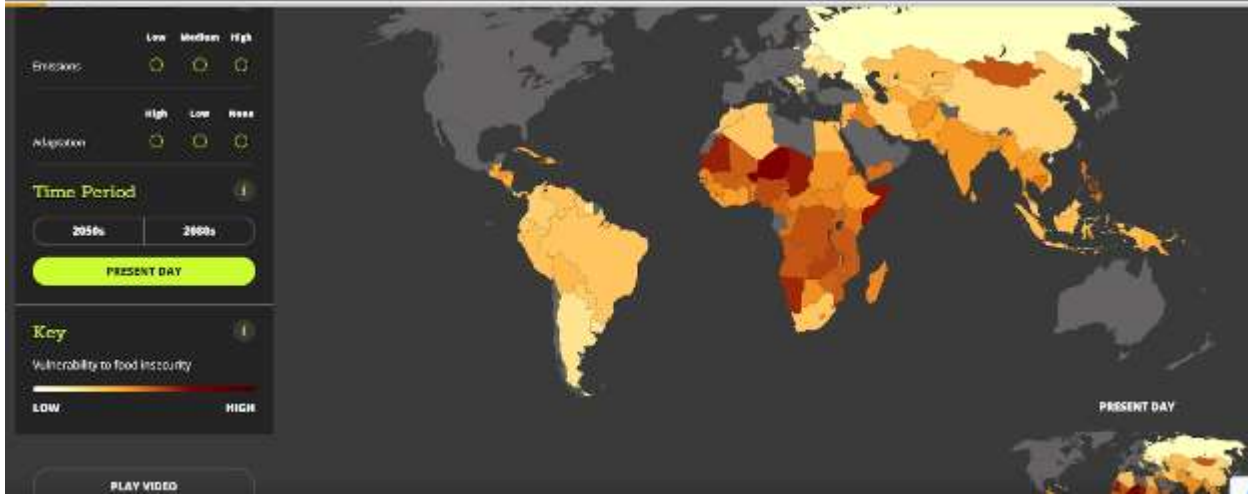
مستوى عالٍ - تحسين الزراعة وزيادة الإنتاجية بنسبة 10-15 في المائة لفترة من الزمن. يتناسب التغيير في كل دولة إلى درجة تعرّض الدولة لانعدام الأمن الغذائي - كلما ازداد ضعف الدولة ازداد التغيير.

مستوى منخفض - تحسن بمقدار 5-10 لفترة من الزمن.

لا يوجد تغيير – لا يوجد تغيير مقارنة بالوضع الحالي.

يُمكن فحص هذه السيناريوهات في فترتين زمنية أيضاً:

معدل حوالي ثلاثين سنة مقبلة (2041 - 2070) – ممثلة في الخمسينيات من القرن الـ 21، أو ستين سنة مقبلة (2071-2100) ممثلة في الثمانينيات من القرن الـ 21 .



قبل أن تستعملوا المحاكاة، حاولوا الافتراض:

أ. في أي حالة يكون مستوى الإصابة أعلى في الدول الأفريقية، في الخمسينيات أو الثمانينيات من القرن الـ 21 أم في سنة 2080؟

ب. في أي حالة يكون مستوى الإصابة منخفض في الدول الأفريقية، في الخمسينيات من القرن الـ 21 أم في سنة 2080؟

ت. في أي حالة لا يكون هناك تغيير، حسب رأيكم؟ اشرحوا اختياركم. .

ث. افحصوا في المحاكاة - هل افتراضكم صحيح؟ إذا كان افتراضكم مختلفاً عن المحاكاة، اشرحوا لماذا؟

הצעה 3: מחסור במים ומשבר המזון –

נספח 2 - מקורות לנושא משבר האקלים ומחסור במים:

רמה קלה:

1. סרטון "האם צפוי לנו מחסור במים נקיים?"

צפו בסרטון "[האם צפוי לנו מחסור במים נקיים?](#)" (4:40 דקות, באנגלית עם תרגום) וכתבו בעת הצפייה בסרטון נתונים המלמדים על הבעיה, למשל: העובדה שפחות מאחוז אחד מהמים בכדור הארץ הם זמינים לאדם, או שאנשים צורכים 2 ליטר ביום לשתייה וכ-3,000 ליטר ביום לשימושים אחרים, שהחקלאות משתמשת ב-92 אחוזים מצריכת המים שלנו וכדומה.

2. כתבה

קראו את הכתבה "[משבר האקלים צפוי להחריף משמעותית את הזמינות של מי שתייה נקיים](#)", כלכליסט, 22.3.20.

רמה גבוהה:

3. מאמר

קראו את המאמר: "[שינוי האקלים ומשבר המים במזרח התיכון - מפסימיות לפרגמטיות](#)", אקולוגיה וסביבה, 2017 וענו על השאלה:

א. כיצד משבר האקלים צפוי להשפיע על מדינות המזרח התיכון?

4. עיון באתר יעדי האו"ם לפיתוח בר־קיימא

עינו באתר יעדי האו"ם לפיתוח בר־קיימא. היעד השישי מבין 17 יעדי האו"ם לפיתוח בר קיימא (Goal Sustainable Development) עוסק במים ותברואה. כל הנתונים בנושא מופיעים בקישור זה: <https://sdg6data.org> (באנגלית).



מקור האזור: [אתר המשרד להגנת הסביבה](#)

כדי לעקוב אחר ההתפתחות בתחום הוגדרו שמונה מטרות ואחד עשר מדדים (אינדיקטורים). אפשר להציץ במבט־על על נתונים בתחום בעולם או בכל מדינה נבחרת, על פי המדדים. למשל:

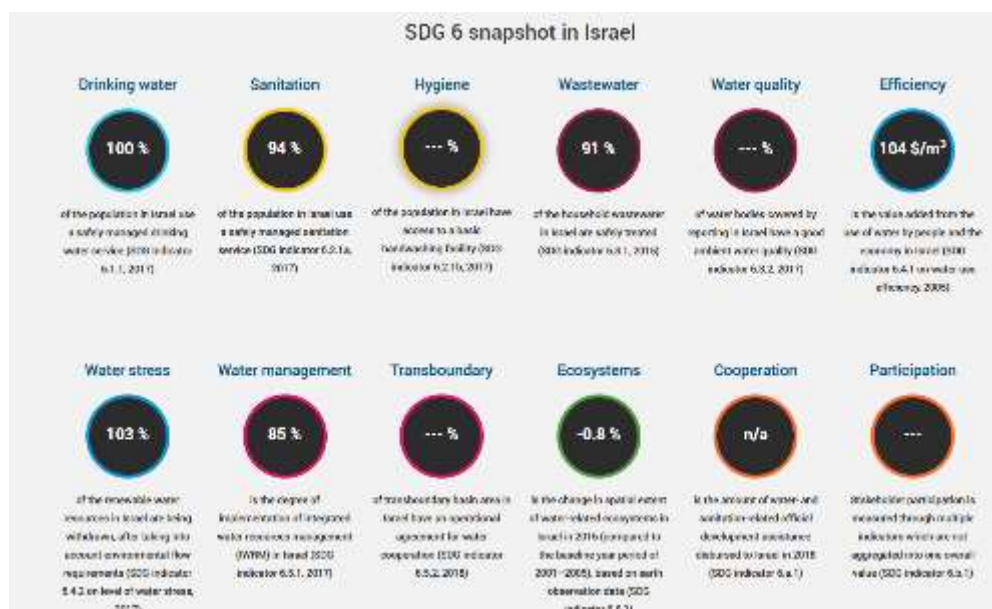
- מי שתייה (Drinking water) – אחוז מהאוכלוסייה שיש לו גישה למי שתייה נקיים;
- תברואה (Sanitation) – אחוז מהאוכלוסייה שיש לו יש גישה לתנאי תברואה בטוחים;
- היגיינה (Hygiene) – אחוז מהאוכלוסייה שיש לו גישה למתקני שטיפת ידיים בסיסיים;
- טיפול באובדן מים (Wastewater treatment) – כמה אחוז מאובדן המים מטופל טיפול יעיל;

- מצוקת מים (Water stress) - אחז מקורות מי שתייה זמינים שבנסיגה;
- ניהול המים (Integrated water resources management) - מידת ניהול של כלל מקורות המים.

עיינו באתר ובדקו את המדדים השונים.

ב. אילו מבין המדדים מושפעים ביותר ממשבר האקלים לדעתכם?

ג. עיינו באיור 1 המראה את נתוני העולם ובאיור 2 המראה את הנתונים בישראל וענו - מה מצבה של ישראל ביחס לעולם כולו?



מקור האיוורים: [/https://sdg6data.org](https://sdg6data.org)

לחלופין אפשר לעיין בגרפים המתוארים באתר הזה: <https://sdg-tracker.org/water-and-sanitation>

الملحق 1 – مصادر حول أزمة المناخ ونقص المياه:

مستوى سهل:

1. فيلم قصير "هل من المتوقع أن يكون نقص في المياه النظيفة؟"

شاهدوا الفيلم القصير "هل من المتوقع أن يكون نقص في المياه النظيفة؟" (4:40 دقيقة ، باللغة الإنجليزية مع ترجمة)، واكتبوا خلال مشاهدة الفيلم مُعطيات تُبرز المشكلة، مثلاً: أقل من واحد بالمائة من الماء على الكرة الأرضية متوافر للإنسان، أو يستهلك الناس 2 لتر يوميًا للشرب وحوالي 3000 لتر يوميًا لاستخدامات أخرى، تستهلك الزراعة 92 في المائة من استهلاك المياه وما شابه.

2. مقال في صحيفة

اقرأ المقال "من المتوقع أن تؤدي أزمة المناخ إلى تفاقم كبير في توافر مياه الشرب النظيفة" ، ككلاست، 22.3.20.

مستوى عالٍ:

3. مقال علمي

اقرأوا المقال: "تغيرات المناخ وأزمة المياه في الشرق الأوسط - من التشاؤم إلى البراغمية" ، البيئة والبيئة المحيطة، 2017 وأجيبوا عن السؤال الآتي:

أ. كيف من المتوقع أن تؤثر أزمة المناخ على دول الشرق الأوسط؟

4. تصفح موقع أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة

تصفحوا موقع أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة. يتناول الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر للأمم المتحدة (Goal Sustainable Development) المياه والصرف الصحي.

تظهر جميع المعطيات التي لها صلة بالموضوع في هذا الرابط: <https://sdg6data.org> (باللغة الإنجليزية وباللغة العربية).



مصدر الرخصة التوضيحية: موقع وزارة حماية البيئة المحيطة

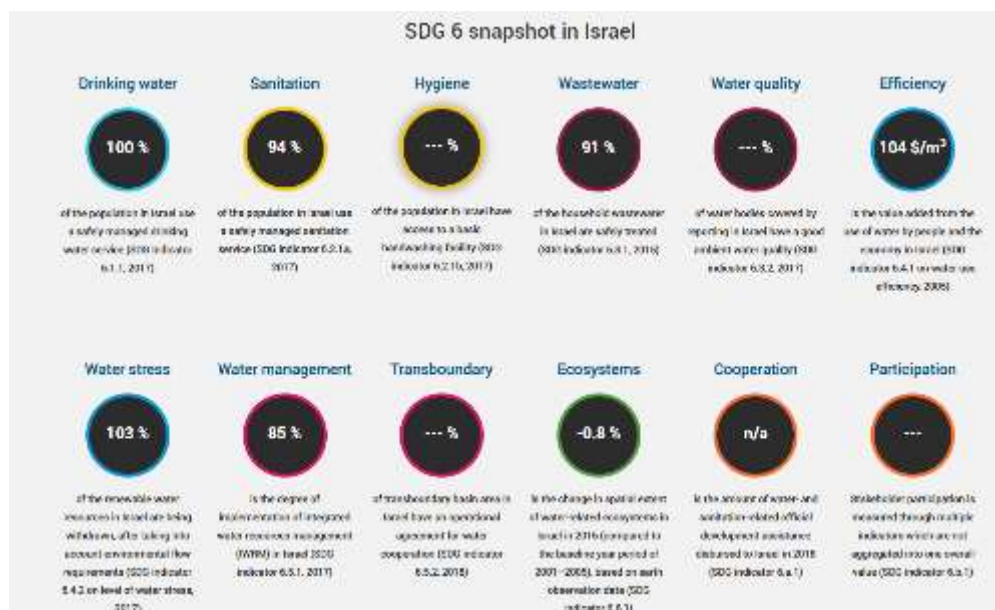
لمتابعة التطورات في المجال، تم تحديد ثمانية أهداف و 11 مقياسًا (مؤشرًا). يمكن إلقاء نظرة علوية على معطيات هذا المجال في العالم، أو في أي دولة معينة وفقًا للمقاييس الآتية:

- مياه الشرب (Drinking water) – نسبة السكان الذين يحصلون على مياه شرب نظيفة؛
- الصرف الصحي (Sanitation) - نسبة السكان الذين تتوفر لديهم ظروف صرف صحي آمنة؛
- النظافة (Hygiene) - نسبة السكان الذين تتوفر لديهم مرافق أساسية لغسل اليدين؛
- معالجة مياه الصرف الصحي (Wastewater treatment) - ما هي النسبة المئوية للمياه التي نخسرها والتي تتم معالجتها بنجاحة؛

- الإجهاد المائي (Water stress) - النسبة المئوية لمصادر مياه الشرب المتوافرة التي في تراجع؛
 - إدارة المياه (Integrated water resources management) – نجاعة مدى إدارة جميع مصادر المياه.
- تصفحوا الموقع وافحصوا المقاييس المختلفة.

ب. أي مقاييس تتضرر بشكل كبير من أزمة المناخ، حسب رأيكم؟

ت. تمنعوا في الرسم التوضيحي 1 الذي يُظهر مُعطيات العالم، والرسم التوضيحي 2 الذي يُظهر المعطيات في إسرائيل وأجيبوا عن السؤال الآتي - ما هو وضع إسرائيل مقارنة بالعالم كله؟



مصدر الرسوم التوضيحية: <https://sdg6data.org>

بدلاً من ذلك، يمكنكم تصفح الرسوم البيانية الموصوفة في الموقع الآتي: <https://sdg-tracker.org/water-and-sanitation>

נספח 2 ב- מקורות לנושא משבר האקלים ומשבר המזון

רמה קלה:

1. סרטון "משבר האקלים – מקורות מים יצטמצמו, צפוי מחסור במזון"

צפו בסרטון "[משבר האקלים: מקורות מים יצטמצמו, צפוי מחסור במזון](#)", Ynet, ראיון עם ד"ר עמיר גבעתי 25.11.2010.

2. כתבה

קראו את הכתבה "[האו"ם: שינויי אקלים מאיימים על אספקת המזון של העולם, הזמן לפעולה אחל](#)", הארץ, 08.08.2019.

רמה גבוהה:

3. כתבה

קראו את הכתבה "[כשהחום עולה - כיצד ישפיעו שינויי האקלים על הצלחת שלנו, ומדוע ישראל לא נערכת לכך?](#)", דבר, 27.7.2018.

4. עיון באתר יעדי האו"ם לפיתוח בר-קיימא

עיינו באתר יעדי האו"ם לפיתוח בר-קיימא: היעד השני מבין 17 יעדי האו"ם לפיתוח בר-קיימא (Goal Sustainable Development) הוא מיגור הרעב. כל הנתונים בנושא מופיעים כאן: <https://sdg-tracker.org/zero-hunger> (באנגלית).



מקור האזור: אתר המשרד להגנת הסביבה

כדי לעקוב אחר ההתפתחויות בתחום הוגדרו שמונה יעדים ושלושה עשר מדדים. למשל:

- יעד: גישה לכולם למזון בריא ומזין. מדד: אחוז באוכלוסייה הסובלים מתת תזונה.
- יעד: מניעת חוסר בטחון תזונתי. מדד: אחוז באוכלוסייה הסובלים מחוסר ביטחון תזונתי בינוני או חמור.
- יעד: מניעת עיכוב גדילה אצל ילדים. מדד: אחוז הילדים מתחת לגיל 5 הסובלים מעיכוב התפתחותי.
- יעד: מניעת בעיות תזונה בקרב ילדים. מדד: אחוז הילדים מתחת לגיל 5 ששוקלים באופן ניכר פחות מממוצע של הילדים באותו הגובה.

לכל מדד מופיעה מפה המתארת את הנתונים בעולם, לפי סקלת צבעים - ככל שהצבע בהיר יותר מדובר באחוז נמוך יותר ולהפך, ככל שהצבע כהה יותר מדובר באחוז גדול יותר. כאשר עומדים על מדינה רואים את הנתון שלה לשנת 2017. אפשר גם לראות את השינויים לאורך זמן - מ-1983 ועד 2016.

الملحق 2 - مصادر حول أزمة المناخ وأزمة الغذاء

مستوى سهل:

1. فيلم قصير "أزمة المناخ – انخفاض في مصادر المياه ومن المتوقع حدوث نقص في الغذاء"
شاهدوا الفيلم ["أزمة المناخ – انخفاض في مصادر المياه ومن المتوقع حدوث نقص في الغذاء"](#) Ynet مقابلة مع د. أمير جفعاتي 25.11.2010.

2. مقال في صحيفة

اقرأوا المقال "الأمم المتحدة: ["تغيرات المناخ تهدد إمدادات الغذاء في العالم، ونفذ وقت العمل"](#) ، هآرتس ، 08.08.2019.

مستوى عالٍ:

3. مقال في صحيفة

اقرأوا المقال ["عندما ترتفع درجة الحرارة - كيف يؤثر تغير المناخ على نجاحنا، ولماذا إسرائيل ليست مستعدة لذلك؟"](#) ، دافار ، 27.7.2018.

4. تصفح موقع أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة

تصفحوا موقع أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة. يتناول الهدف الثاني من أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر للأمم المتحدة (Goal Sustainable Development) القضاء على الجوع. تظهر جميع المعطيات التي لها صلة بالموضوع في هذا الرابط: <https://sdg6data.org> (باللغة الإنجليزية وباللغة العربية).



مصدر الرسمة التوضيحية: موقع [وزارة حماية البيئة المحيطة](#)

لمتابعة التطورات في المجال، تم تحديد ثمانية أهداف و 13 مقياسًا (مؤشرًا)، مثل:

- الهدف: حصول الجميع على طعام صحي ومغذي. المقياس: نسبة السكان الذين يعانون من سوء التغذية.
- الهدف: منع انعدام الأمن الغذائي. المقياس: نسبة السكان الذين يعانون من انعدام أمن غذائي متوسط أو شديد.
- الهدف: منع إعاقة نمو الأطفال. المقياس: نسبة الأطفال دون سن الخامسة الذين يعانون من إعاقة في النمو.
- الهدف: الوقاية من مشاكل التغذية عند الأطفال. المقياس: النسبة المئوية للأطفال دون سن الخامسة الذين يزنون أقل بكثير من متوسط الأطفال في نفس الطول.

تظهر خريطة لكل مقياس، وهي تصف المعطيات الموجودة في العالم، وفقًا لمقياس اللون - كلما كان اللون أفتح، انخفضت النسبة المئوية والعكس صحيح، كلما كان اللون أغمق، ازدادت النسبة المئوية. عندما نقف على دولة معينة نرى معطياتها لعام 2017. يمكنكم أيضًا رؤية التغيرات مع مرور الوقت - من سنة 1983 إلى 2016.

פתיחה הצעה 1: ביטחון תזונתי בעולם - תשובות למורה:

1. לפי הסרטון, הגורם המרכזי לעלייה במספר הרעבים בעולם הוא גורם כלכלי. במדינות שבהן אין צמיחה כלכלית, יש שיעור אבטלה גבוה וירידה בשכר, אנשים מתקשים לקבל גישה למזון בריא ולשירותים חיוניים של בריאות ציבור.
2. קונפליקטים (כמו מלחמות) ומשבר האקלים הם גורמים נוספים המשפיעים על הרעב העולמי. נשים סובלות הרבה יותר מגברים מחוסר ביטחון תזונתי.
3. הקשר בין השמנת יתר לרעב:
א. מזון טרי ואיכותי עולה יותר כסף ונגיש פחות בהשוואה לאוכל תעשייתי מעובד שיש בו ריכוז גבוה של שומן וסוכר.
ב. הלחץ מחוסר הודאות בגישה למזון ובמזון מוגבל מוביל להשלכות פיזיולוגיות שמעודדות השמנת יתר.
ג. תת־תזונה לילד מעלה את הסיכון להשמנת יתר בהמשך חייו.
4. על מנת להגשים את החזון של "אפס רעב" ב־2030 יש לתקן יחד את מערכת המזון שלנו - נדרש שיתוף פעולה חוצה גבולות באספקת תוצרת חקלאית, מים, חינוך והסברה. מדינות צריכות להטמיע מדיניות להבטחת ביטחון תזונתי, מחויבות פוליטית והשקעות כלכליות.

פתיחה הצעה 2: הקשר בין מזון ובריאות - תשובות למורה:

1. ההשלכות ארוכות הטווח של חוסר ביטחון תזונתי על הבריאות - לסובלים מחוסר ביטחון תזונתי סיכוי גבוה למחלות כמו סוכרת סוג 2, לחץ דם גבוה, מחלות לב והשמנת יתר. לילדים יש סיכוי גבוה יותר לבעיות רפואיות, בעיות לימודיות, בעיות התפתחותיות ומניעת מימוש מלוא הפוטנציאל שלהם.
2. המעגל של בריאות לקויה הוא תופעה מחזורית שבה מי שסובל מחוסר ביטחון תזונתי ואין לו גישה למזון בריא סובל גם מלחץ כלכלי. הלחץ הכלכלי מוביל לתת־תזונה, והיא גורמת למחלות שמגדילות את ההוצאות הכלכליות ומקטינות את הסיכוי למזון בריא. אפשר לקטוע את המעגל הזה בתוכניות ממשלתיות או מקומיות ובתמיכה קהילתית לאספקת מזון בריא.

מהלך השיעור הצעה 1: התנסות: משבר האקלים וביטחון תזונתי - תשובות למורה:

1. ישראל שייכת ל־OECD ולכן אין לגביה נתונים.
2. אפריקה היא היבשת בעלת הפגיעות הגבוהה ביותר לחוסר ביטחון תזונתי בתנאים הנוכחיים. מכיוון שמדינות רבות בה עניות בעלות תנאים אקלימיים שקשים לגידולים חקלאיים.
3. א. מה צפוי בשנות החמישים של המאה ה־21 בהשוואה למצב היום - בתנאים אלו רמת הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי עלתה, ומדינות רבות נצבעו בצבע כהה. כלומר, גם שינוי מהיר והפחתה בכמות הפליטות ביחס למצב הנוכחי יגרום לעלייה בפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי.
3. ב. מה צפוי בשנות השמונים של המאה ה־21 בהשוואה למצב בימינו - רמת הפגיעות גבוהה בהשוואה למצב בימינו, אבל לא עלתה בהשוואה לשנות החמישים של המאה ה־21.
4. בתנאים של כמות פליטות גבוהה בלי התאמות אפשר לראות עלייה ניכרת ברמת הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בשנות החמישים של המאה ה־21, והיא ממשיכה לעלות בשנות השמונים של המאה ה־21.
5. בשנות החמישים של המאה ה־21 לא צפויים שינויים בפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בהשוואה למצב היום, כלומר ההתאמות יאזנו את העלייה בפליטות גזי החממה. בשנות השמונים של המאה

ה־21 יהיה שיפור בפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בהשוואה למצב היום ובהשוואה לשנות החמישים של המאה ה־21, כתוצאה מההתאמות שנעשו.

6. בתרחיש הזה אפשר לראות שהפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי תהיה גרועה מהמצב היום, כלומר ההתאמות אינן מספיקות ביחס לכמות הפליטות הגבוהה ולשינויי האקלים הצפויים כתוצאה מכך. בשנות השמונים של המאה ה־21 הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי תמשיך לעלות. ההשלכות של משבר האקלים יהיו גדולות יותר משל פעולות ההתאמה. מובן שתרחיש זה הוא טוב יותר מהתרחיש שבו אין שינוי בהתאמות.

7. התרחיש המועדף הוא רמה נמוכה של פליטות ורמה גבוהה של התאמות - בתרחיש זה הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי לא תשתנה ואף תשתפר.

מהלך השיעור הצעה 2: התנסות: משבר האקלים וביטחון תזונתי תשובות למורה:

א. רמת פגיעות גבוהה ביותר לחוסר ביטחון תזונתי בשנות החמישים של המאה ה־21 וגם בעשור של 2080 במדינות אפריקה, תתרחש בתנאים של רמת פליטה **גבוהה** בתרחיש פליטות, **ואין שינוי** בתרחיש התאמות למשבר האקלים. בתנאים אלו אפשר לראות שהפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי תהיה גרועה מהמצב היום, כלומר ההתאמות אינן מספיקות ביחס לכמות הפליטות הגבוהה ולשינויי האקלים הצפויים כתוצאה מהן. בשנות השמונים של המאה ה־21 הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי תמשיך לעלות. ההשלכות של משבר האקלים יהיו גדולות יותר משל פעולות ההתאמה.

ב. רמת פגיעות נמוכה ביותר של חוסר ביטחון תזונתי בעשור של 2080 במדינות אפריקה תתרחש בתנאים של רמת פליטה **נמוכה** בתרחיש פליטות, **ורמה גבוהה** בתרחיש התאמות למשבר האקלים. בשנות השמונים של המאה ה־21 יהיה שיפור בפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בהשוואה למצב היום ובהשוואה לשנות החמישים של המאה ה־21, כתוצאה מההתאמות שנעשו.

ג. בשנות החמישים של המאה ה־21 לא יהיה שינוי ברמת הפגיעות לחוסר ביטחון תזונתי בתנאים של רמת פליטה **נמוכה** בתרחיש פליטות, **ורמה גבוהה** בתרחיש התאמות למשבר האקלים. לא צפויים שינויים בפגיעות בהשוואה למצב היום משום שההתאמות יאזנו את העלייה בפליטות גזי החממה.

מהלך השיעור הצעה 3: מחסור במים ומשבר המזון - נספח 2 א

משבר האקלים ומחסור במים - תשובות למורה:

א. השפעת משבר האקלים על מדינות המזרח התיכון - תופעות הצפויות באזורנו של עליית מפלס פני הים, עליית הטמפרטורה ומיעוט משקעים עשויות להשפיע על החקלאות ועל הביטחון התזונתי, להגביר את הקונפליקטים על משאבים ברמה המקומית, לגרום להגירה מאזורים מוכים ומסוכסכים, ולהגביר בעיה של מחסור במקורות האנרגיה (בגלל הצורך בהתפלה, בקירור ובמיזוג). הבעיה הזאת רק תחמיר, בייחוד במדינות צחיחות שאוכלוסייתן גדלה בהתמדה, ושמקורות המים שלהן מידלדלים או אינם כלל בשליטתן. לכן מדינות המזרח התיכון רגישות במיוחד לשינויי האקלים. ירידה בכמות המשקעים השנתיים תפגע בחקלאות הבעל ובמשק החי, תגרום להתרוקנות או להמלחה של מי התהום ולפגיעה בכמות המים העיליים, להתאדות מוגברת ובכך לפגיעה בחקלאות השלחין. עשוי להתפתח מאבק על משאבים בין החקלאים לנוודים.

ב. המדדים המושפעים ביותר ממשבר האקלים הם מי שתייה, מצוקת מים, איכות מים והשפעה על מערכות טבעיות.

ג. ישראל במצב טוב יחסית לעולם: בישראל יש גישה למי שתייה לכל האוכלוסייה לעומת 71 אחוזים בעולם שלהם יש גישה למי שתייה; ל־94 אחוזים מהאוכלוסייה בישראל יש גישה לתברואה לעומת 45 אחוזים מאוכלוסיית העולם; מצוקת מקורות המים הטבעיים בישראל היא גדולה מאוד - 103 אחוזים מהמקורות בנסיגה, לעומת 17 אחוזים ממקורות המים בעולם שבירידה.



**הקשר בין משבר אקלים,
מגוון ביולוגי, מזון ובריאות**

שיעור 5 – המשגה, יישום והערכה: משבר האקלים, המגוון הביולוגי, מזון ובריאות

ידע למורה

בשיעור שלוש עסקנו בהשפעה הישירה של משבר האקלים על בריאות האדם, בשיעור ארבע בהשפעתו על האדם דרך בעיות הקשורות למזון (רעב, תת־תזונה והשמנת יתר) ולמחסור במים. בפתיחת שיעור זה יבינו התלמידים את הקשר בין השפעת משבר האקלים על המערכות האקולוגיות ועל המגוון הביולוגי ודרךן את ההשפעה של משבר האקלים על האדם. במהלך השיעור יכירו התלמידים אחד מתוך שני חקרי מקרה המציגים את כלל הקשרים בין משבר האקלים, המגוון הביולוגי, המחסור במזון והשפעתו על בריאות האדם: הארבה והדבורים. לסיכום יזהו התלמידים את הקשרים המורכבים שבין כלל הגורמים שנידונו ביחידה זו.

מושגים: רעב, ביטחון תזונתי, תת־תזונה, השמנת יתר, גלי חום, מגוון ביולוגי, ארבה, דם קר, נחיל, הדברה.

פתיחה:

נציג לתלמידים משפטים, והם יצטרכו להסביר כיצד משבר האקלים קשור לתופעה במשפט.

1. ציפורים נודדות משנות את מרחקי נדידתן.
2. אנשים נוטשים אזורי חוף.
3. יש עלייה במחלות המופצות על ידי בעלי חיים.
4. יש ירידה בתפוקה כללית של חקלאות.
5. בשנה האחרונה היה גידול ניכר במספר האנשים הרעבים.
6. נצפתה עלייה בפגיעה במערכות האקולוגיות כמו היערות הטורפיים.
7. שרפות ענק פוגעות בבריאות האדם.
8. רק ל־71 מהאוכלוסייה בעולם יש גישה למי שתייה.

1. تُغيّر الطيور المهاجرة (الرحالة) مسافات ترحالها.
2. الناس يغادرون المناطق الساحلية.
3. هناك زيادة في الأمراض التي تنتشر عن طريق الحيوانات.
4. هناك انخفاض في الناتج الإجمالي للزراعة.
5. في العام الماضي، كان ازدياد ملحوظ في عدد الناس الجياع.
6. شاهدنا زيادة في الأضرار التي حدثت في الأنظمة البيئية كالغابات الاستوائية.
7. الحرائق الهائلة تضر بصحة الإنسان.
8. فقط 71% من سكان العالم يحصلون على مياه الشرب.

מהלך השיעור:

הצעה 1: הקשר בין שינויי אקלים למגוון הביולוגי למזון ובריאות

חלק א: מזכיר לתלמידים שבשיעור הראשון ליחידה זו דיברנו על התלות של האדם במגוון הביולוגי. נחלק את התלמידים לשתי קבוצות. קבוצה אחת תביא דוגמאות הקשורות בין המגוון הביולוגי למזון

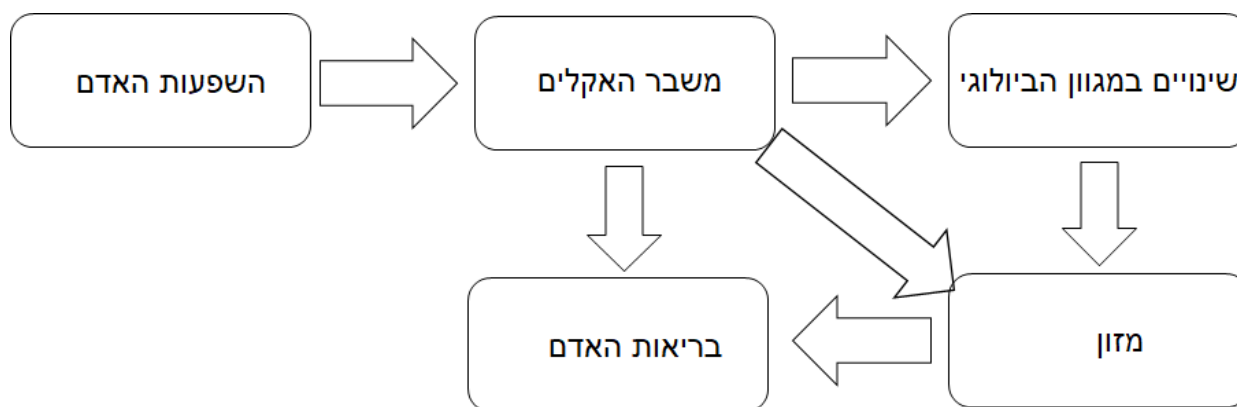
והקבוצה האחרת תביא דוגמאות לקשר בין המגוון הביולוגי לבריאות. על הקבוצות להסביר על כל דוגמה כיצד שינויי האקלים עשויים להשפיע עליה. אם עולה הצורך, אפשר להיעזר בסרטון על שירותי המערכת האקולוגית [שבקישור זה](#). לתלמידים מתקשים נציג טבלה שבה הדוגמאות בעמודה השנייה מופיעות, והם יכתבו רק את השפעות משבר האקלים.

בסיום העבודה בקבוצות, תציג כל קבוצה דוגמאות נבחרות לקבוצה האחרת.

דוגמה	השפעת משבר האקלים	
דוגמאות לקשר בין המגוון הביולוגי למזון	המגוון הביולוגי מספק משאבי מזון: פירות בר, דגים, פטריות, בשר ציד.	שינויי האקלים ישפיעו על הזמינות של משאבים שמקורם בטבע, למשל עקב בצורת ומחסור במים, העלייה בטמפרטורות תשפיע על הפנולוגיה של המינים ועל בתי הגידול שלהם.
	המגוון הביולוגי מספק שירותי ויסות ובקרה לחקלאות: למשל מניעת סחף של קרקעות	שיטפונות עלולים לגרום להגברת סחפת הקרקע; בצורת, גלי חום ושרפות עלולים לגרום לתמותת צמחים המונעים סחף קרקע.
	המגוון הביולוגי מספק שירותי ויסות ובקרה לחקלאות: שירותי הדברת מזיקים ומניעת מחלות	עליית הטמפרטורות עלולה להביא לשינויים בתפוצת המאביקים ובחוסר התאמה למועדי הפריחה.
דוגמאות לקשר בין מגוון ביולוגי לבריאות	המגוון הביולוגי מספק שירותי אספקה של משאבים לייצור תרופות	שינויי האקלים ישפיעו על הזמינות של משאבים שמקורם בטבע למשל עקב בצורת ומחסור במים, עלייה בטמפרטורות תשפיע על הפנולוגיה של המינים ועל בתי הגידול.
	המגוון הביולוגי מספק שירותי הדברת מזיקים ומניעת מחלות.	עליית טמפרטורות עלולה להביא לשינויים בתפוצת בעלי החיים המשמשים כמדבירים ביולוגיים.

חלק ב: ניזכר בתרשים שציירו התלמידים בסיכום שיעור 2 ביחידה זו, המקשר בין השפעת האדם למשבר האקלים למגוון ביולוגי. כעת נבקש מהתלמידים להכין תרשים נוסף שכולל גם את המזון והבריאות. למשל:

נבקש שיוסיפו דוגמאות לקשרים שציינו (למשל השפעת הארבה או הדבורים על מחסור במזון; השפעת מחסור במזון על בריאות האדם) וכן שיוסיפו עוד חיצים בין גורמים שקשורים זה לזה (משבר האקלים משפיע ישירות על הבריאות לא רק דרך מזון).



פעילות זו יכולה לשמש להערכה חלופית.

הצעה 2: היעלמות הדבורים

התלמידים ייחשפו לתופעה של היעלמות הדבורים ומאביקים אחרים בהשפעת שינויי האקלים ויבינו את ההשפעה של היעלמות המאביקים על הביטחון התזונתי ועל המצב הבריאותי. התלמידים ידונו בפתרונות אפשריים לבעיית היעלמות המאביקים. חשוב להדגיש ששינויי אקלים הם רק אחד מכמה גורמים הפוגעים באוכלוסיית הדבורים: היעדר מזון זמין, טפילים ומחלות שגורמים חיידקים ונגיפים, וחשיפה לקוטלי חרקים וקוטלי עשבים. אפשר ללמוד עוד על הגורמים להיעלמות הדבורים ב**סרטון** ובפעילות המקדימה למאמר בנושא השפעת חומרי הדברה על דבורים **באתר אקולוגיה בסביבה מתקשבת**.

להלן שלושה מקורות מידע שמהם ילמדו התלמידים: **קטע קריאה** (כלכליסט), **קטע קריאה** (זווית) או **סרטון** (6 דקות, אנגלית). (מוצגים בנספח בעברית ובערבית) אפשר לתת את שלושתם או להתאים את מקור המידע לרמת התלמידים. נבקש מהתלמידים לקרוא את מקורות המידע ולענות על השאלות.

- על פי הכתבות המצורפות, כתבו עשרה פרטי מידע על דבורת הבומבוס (כתבו בשניים-שלושה משפטים מתוך פרטי המידע: מי היא הדבורה, מה חשיבותה הסביבתית ומדוע משבר האקלים מאיים עליה?).

צפו בסרטון המציג מחקר שנעשה בהרי הרוקי שבארצות הברית וענו על השאלות:

לפני הצפייה בסרטון ענו על שאלות אלה:

1. נסו לחשוב מהי ההשפעה של שינויי האקלים על דבורים?
2. כיצד הייתם בודקים זאת?

אחרי הצפייה בסרטון, ענו על השאלות האלה:

3. מהי מטרת המחקר המתואר בסרטון?
4. מהי השערת החוקרים?
5. כיצד נערך המחקר?
6. האם צוינה קבוצת בקרה במחקר? האם ייתכן מחקר בלי קבוצת בקרה? איזו קבוצת בקרה הייתם מוסיפים?
7. לאילו תוצאות הייתם מצפים? תוצאות שיתמכו בהשערת המחקר או שלא יתמכו בה?
8. האם אפשר להסיק ממחקר זה ששינוי אקלים משפיע גם על בעלי חיים נוספים?

شاهدوا [الفيلم القصير](#) الذي يعرض بحثاً تم إجراؤه في جبال روكي في الولايات المتحدة وأجيبوا عن الأسئلة:

قبل مشاهدة الفيلم القصير، أجيبوا عن الأسئلة التالية:

1. حاولوا أن تفكروا في تأثير تغير المناخ على النحل.
2. كيف تفحصون ذلك؟

بعد مشاهدة الفيلم القصير، أجيبوا عن الأسئلة التالية:

3. ما هو هدف البحث الموصوف في الفيلم القصير؟
4. ما هي فرضية الباحثين؟
5. كيف أجري البحث؟
6. هل تم تحديد مجموعة ضابطة في البحث؟ هل يمكن أن يكون البحث دون مجموعة ضابطة؟ أي مجموعة ضابطة تودون إضافتها؟
7. ما هي النتائج التي تتوقعونها؟ النتائج التي تدعم أو لا تدعم فرضية البحث.
8. هل يمكن أن نستنتج من هذا البحث أن تغير المناخ يؤثر على الحيوانات الأخرى أيضاً؟

לסיכום דונו במליאה:

- כיצד דבורי הבר מדגימות את הקשר בין משבר האקלים למגוון הביולוגי ולביטחון התזונתי ולבריאות?

הצעה 3: מכת ארבה

התלמידים ינתחו מקורות מידע על נחילי הארבה אשר פשטו על אפריקה בתחילת 2020 בליווי דף עבודה, ויבינו את הקשר בין שינויי אקלים להתפשטות הארבה ואת השפעתו על הביטחון התזונתי באפריקה ועל המצב הבריאותי. התלמידים יבינו את הקושי של המדינות המתפתחות המאופיינות בחוסר יציבות כלכלית ופוליטית בטיפול בנחילי הארבה. התלמידים ידונו ביתרונות ובחסרונות של הפתרון הקיים - ריסוסים והדברה - וינקטו עמדה אישית בנושא או יציעו פתרונות משלהם לבעיה.

להלן שלושה מקורות מידע לתלמידים: [קטע קריאה](#) (כלכליסט - נספח), [קטע קריאה](#) (מכון דוידסון - נספח) או [סרטון](#) (4.5 דקות, אנגלית). (מוצגים בנספח בעברית ובערבית). אפשר לבקש מהם לקרוא את שני קטעי הקריאה ולצפות בסרטון או להתאים את מקור המידע לרמת התלמידים. את המתעניינים אפשר להפנות לאתר "[משמר הארבה](#)" של האו"ם (באנגלית) שבו מופיעים נתוני מצב אמת על התפשטות הארבה.

קראו את מקור המידע וענו על השאלות האלה:

1. מי הוא הארבה ומהם מאפייניו?
2. מה גורם לארבה להתפשט בנחילים?
3. היכן הופיעו נחילים במכת הארבה של 2020?
4. מהן הפעולות לעצירת התפשטות הארבה?
5. מי הגורם הפועל לעצירת הארבה?
6. האם יש קשר בין התפשטות הנחילים ומידת הנזק שלהם למאפיינים של המדינות באפריקה?
7. מהו הנזק הנגרם מנחילי הארבה?
8. כיצד הארבה מדגים את הקשר בין משבר האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות?

לאחר שהתלמידים יענו על השאלות נבקש מהם לדון בשאלות האלה:

1. מהם היתרונות והחסרונות של השימוש בהדברה?
 2. האם פתרון ההדברה הוא הפתרון היחיד לבעיה?
 3. הציעו הצעות: מה אפשר לעשות כדי לשפר את המצב?
- כל אחת מההצעות למהלך יכולות לשמש להערכה חלופית.

סיכום:

הצעה 1: הצגה יצירתית

נבקש מהתלמידים להציג בדרך יצירתית את מכת הארבה, את הקשר שלה למשבר האקלים ואת השפעותיה על המזון והבריאות או את תופעת היעלמות הדבורים והשפעותיה על הביטחון התזונתי ובריאות האדם. הם יכולים להכין סרטון, כזה, שיר או כל דרך יצירתית להצגת הקשרים האלו.

הצעה 2: שאלות הערכה לסיכום היחידה

אפשר לבחור שאלות מהמאגר שלהלן למבחן. מוצע ניקוד לכל שאלה:

1. האדם תלוי במערכות האקולוגיות לקיומו. תנו לפחות שלוש דוגמאות לתלות זו. (6 נקודות)
2. מהו מגוון ביולוגי? (5 נקודות)
3. מדוע המגוון הביולוגי של ישראל כה עשיר? (5 נקודות)
4. הציגו שלוש דוגמאות של השפעת האדם על המגוון הביולוגי שמובילות בהמשך לפגיעה חזרה באדם. (9 נקודות)
5. מהי ההכחדה השישית ומדוע היא מאיימת על האדם? (10 נקודות)
6. הציגו שלוש דוגמאות של השפעת שינויי אקלים על עולם הטבע. הסבירו בכל דוגמה כיצד שינויי האקלים משפיע על הטבע. (6 נקודות)
7. ציינו שתי דוגמאות לפחות של השפעת משבר האקלים על בריאות האדם (8 נקודות).
8. תנו דוגמה אחת כיצד שינויי האקלים משפיעים ישירות על בריאות האדם ודוגמה אחת כיצד הם משפיעים בעקיפין על בריאות האדם. הסבירו כל אחת מהדוגמאות. (6 נקודות)
9. מה ההבדל בין מיתון (מיטיגציה) להסתגלות (אדפטציה)? תנו שלוש דוגמאות לכל אסטרטגיה. (10 נק')
10. מהו ביטחון תזונתי ומהם הגורמים לחוסר ביטחון תזונתי? (5 נקודות)
11. מהו רעב, מהי השמנת יתר ומהו הקשר ביניהם? (10 נקודות)
12. אילו פעולות אדפטציה ואילו פעולות מיטיגציה יכולות להשפיע על מצב של חוסר ביטחון תזונתי? תנו שתי דוגמאות לפחות לכל אסטרטגיה. (10 נקודות)
13. כיצד הארבה או היעלמות הדבורים מדגימים את הקשר בין משבר האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות? (10 נקודות)

1. يعتمد الإنسان في وجوده على الأنظمة البيئية. أعطوا ثلاثة أمثلة، على الأقل، لهذا الاعتماد (6 نقاط).
2. ما هو التنوع البيولوجي؟ (5 نقاط).
3. لماذا التنوع البيولوجي في إسرائيل غني جداً؟ (5 نقاط).
4. اعرضوا ثلاثة أمثلة لتأثير الإنسان على التنوع البيولوجي، الذي أدى لاحقاً إلى إلحاق الضرر بالإنسان. (9 نقاط).
5. ما هو الانقراض السادس ولماذا يهدد الإنسان بالخطر؟ (10 نقاط)
6. اعرضوا ثلاثة أمثلة لتأثير تغير المناخ على عالم الطبيعة. اشرحوا في كل مثال كيف يؤثر تغير المناخ على الطبيعة. (6 نقاط)
7. اذكروا مثالين، على الأقل، لتأثير أزمة المناخ على صحة الإنسان. (8 نقاط)
8. أعطوا مثالاً واحداً عن كيفية تأثير تغير المناخ بشكل مباشر على صحة الإنسان ومثالاً واحداً عن كيفية تأثيره بشكل غير مباشر على صحة الإنسان. اشرحوا كل من الأمثلة. (6 نقاط)
9. ما هو الفرق بين الركود (التخفيف) والتكيف؟ أعطوا ثلاثة أمثلة لكل استراتيجية. (10 نقاط)
10. ما هو الأمن الغذائي؟ وما هي أسباب انعدام الأمن الغذائي؟ (5 نقاط).
11. ما هو الجوع، ما هي السمنة وما العلاقة بينهما؟ (10 نقاط).
12. ما هي عمليات التكيف وعمليات التخفيف التي يمكن أن تؤثر على حالة انعدام الأمن الغذائي؟ أعطوا مثالين، على الأقل، لكل استراتيجية. (10 نقاط)
13. كيف يوضح ازدياد الجراد أو اختفاء النحل الصلة بين أزمة المناخ والتنوع البيولوجي والأمن الغذائي والصحة؟ (10 نقاط)

הצעה 2 נספח: קטע קריאה 1 – דבורים

להלן שלושה מקורות מידע לבחירתכם: [מחקר](#) (כלכליסט), [קטע קריאה](#) (זווית) או [סרטון](#) (6 דקות, אנגלית). היעזרו בהם וכתבו עשרה פרטי מידע על דבורת הבומבוס (למשל: מי היא הדבורה, מה חשיבותה הסביבתית ומדוע משבר האקלים מאיים עליה?).

מחקר: גלי חום כבדים מדלדלים את אוכלוסיית הדבורים בעולם

במסגרת מחקר חדש שהתפרסם בכתב העת Science נערכו 550 אלף תצפיות על 66 מיני בומבוס מתחילת המאה ה-20. הפגיעה הקשה ביותר באוכלוסיית הדבורים זוהתה במקומות שבהם נרשמו זינוקים בטמפרטורות

עומר כביר, 10.02.20, [כלכליסט](#)

עלייה בטמפרטורות כתוצאה מהתחממות גלובלית, ובעיקר אירועי קיצון כמו גלי חום, הביאו לירידה משמעותית באוכלוסיית דבורי בומבוס, מהמאביקות החשובות בטבע, בארה"ב ובאירופה - כך לפי מחקר שהתפרסם בשבוע שעבר בכתב העת המדעי Science.

דבורים מסוג בומבוס (Bumblebee) שמונות יותר מ-250 מינים, אינן מייצרות דבש אך נחשבות למאביקות מרכזיות, במיוחד בחצי הכדור הצפוני. הן משמשות כמאביקות חשובות של גידולים חקלאיים רבים (בישראל, למשל, נעשה שימוש מסחרי בדבורת הבומבוס האדומה על מנת להאביק גידולים שדבורת דבש לא מסוגלת להאביק, כמו עגבנייה, פלפל וחציל, וכן להאבקת מלון, קישוא, שקד, אגס ואבוקדו), ומחקרי עבר מצאו גם שפעמים רבות דבורי בומבוס הן מאביקות טובות יותר מדבורי דבש. ירידה משמעותית בהיקף תפוצתן של דבורים אלו יכולה לגרום, לפיכך, לפגיעה משמעותית בתפוקה של גידולים רבים ואף לערער את אספקת המזון הגלובלית.

לאורך השנים נרשמה ירידה באוכלוסיית דבורי הבומבוס בצפון אמריקה, אירופה ואסיה, שיוחסה לגורמים כמו התפשטות פתוגנים, אבדן שטחי מחיה, שימוש בחומרי הדברה ואפילו שינוי בשיטות החקלאות שהוביל לירידה במספר הפרחים שדבורים אלו ניזונות מהם. לפי המחקר העדכני, לכל איומים אלו מצטרף עתה גם משבר האקלים.

לדברי החוקרים, בין 2000 ל-2014 היתה אוכלוסיית דבורי הבומבוס בצפון אמריקה קטנה ב-46% לעומת תקופת ההשוואה (1901 עד 1974), ובאירופה היתה האוכלוסייה קטנה ב-17%. הירידה הגדולה ביותר נרשמה באזורים שבה נרשמה עלייה חדה בטמפרטורות לעומת תקופת היסטוריות, מה שמעלה את החשש שהמשך שינוי האקלים יביא להכחדות. "קנה המידה של הירידה הזו מאוד מדאיג", אמר לניו יורק טיימס החוקר הראשי במחקר, פיטר סורויה, דוקטורנט באוניברסיטת אוטווה בקנדה.

נתוני המחקר מתבססים על כ-550 אלף תצפיות של 66 מיני בומבוס שנאספו מתחילת המאה ה-20. הצלבת נתונים אלו עם נתוני מזג אוויר היסטוריים אפשרה, לדברי סורויה, לקשור את הירידה במספר הדבורים לשינוי האקלים: "חזינו שיהיה קשר בין הירידה לטמפרטורות קיצון, לא רק עלייה הדרגתית בטמפרטורה הממוצעת כתוצאה משינוי אקלים, אלא תנודות פרועות בטמפרטורות וגלי חום". ואכן, הפגיעה הקשה ביותר באוכלוסיית הדבורים זוהתה במקומות שבהם נרשמו זינוקים בטמפרטורות.

קטע קריאה 2 – הכול דבש

לרגל ראש השנה: מחקר חדש מצביע על היעלמות דבורי בר בצפון אמריקה ובאירופה בעקבות שינויי האקלים. האם דבורי הדבש בישראל לא יהיו איתנו בעתיד ?

יונתן קישקה, 12 בספטמבר 2015, [זווית](#)

בראש השנה הקרוב נטבול, כמו בכל שנה, פלח תפוח בדבש. ברגע הזה רק מתי מעט מאתנו יחשבו על כך שאנחנו צריכים להיות אסירי תודה דווקא לדבורים. החיות הקטנות, המזמזמות, המעופפות והעוקצניות אחראיות לא רק על הדבש שאנו אוכלים, אלא על ההאבקה שגורמת להפריה של הפירות שאנו אוכלים. הן צמחי בר והן גידולים חקלאיים שנצרכים על ידי האדם תלויים בהאבקה של דבורים, יש הטוענים שכשליש מהמזון שלנו תלוי בדבורים. האם אוכלוסיית הדבורים בעולם נמצאת בסכנה בשנים האחרונות? זו שאלה שמעסיקה מדענים וחקלאים רבים.

הטמפרטורה על פני כדור הארץ עלתה בממוצע במעלה עד ארבע מעלות צלזיוס במאה השנים האחרונות, על פי מחקרים שונים. מינים רבים של חיות בעולם מגיבים באופן דרמטי לשינויי האקלים ולהתחממות כדור הארץ. התגובה באה לידי ביטוי במגמה הולכת וגוברת של תפוצת אוכלוסיות לכיוון הקטבים, אל עבר קווי רוחב גבוהים וקרים יותר. אותם מקומות שהיו קרים מדי בעבר נוחים כעת להגירה והתיישבות.

גם דבורים מושפעות משינויי אקלים אלה. מחקר שריכז 110 שנים של תצפיות על דבורי בר, האחראיות על האבקה, מסוג בומבוס (Bombus) בצפון אמריקה ובאירופה (67 מינים שונים במחקר) מצביע על תופעה חריגה שבה דבורי הבר, באופן גורף, לא מצליחות להעתיק את המושבות שלהן צפונה ולמעשה אוכלוסייתן הכוללת עלולה להצטמצם. ללא דבורי בר אלה צמחים רבים, שפיתחו תלות בדבורים, לא יוכלו להתרבות ולייצר פירות ומזון. על פי ממצאי המחקר, בהשוואה לשנת 1974 הגבול הדרומי של תפוצת דבורי הבומבוס נדחק לעתים כ-300 קילומטר צפונה וקו הרוחב הצפוני של תפוצתן נותר זהה (התצפיות מתייחסות לחצי הכדור הצפוני). עקב ההתחממות דבורי בר גם עוברים לאזורים גבוהים וקרים יותר ובמקומות שמתחת ל-300 מטר גובה פני הים יש פחות אינטראקציה בינם לבין צמחים. החוקרים טוענים ששינויי האקלים הם הגורם העיקרי לתופעה זו, אף יותר מגורמי לחץ אחרים, דוגמת שימוש בריסוסים ועיבוד של שטחים פתוחים על ידי האדם. לראייה התופעה נצפתה גם באירופה וגם בקנדה, שעשירה בשטחים פתוחים וכמעט בתוליים, שם זיהום ועיבוד קרקע פחות ניכרים. תופעה זו משפיעה ישירות על ההאבקה של צמחיה ולבעיה של רביחה משום שצמחים רבים מותאמים להאבקה באמצעות דבורי הבר. חוקרים נוטים לקבוע שלדבורי בר יש עמידות נמוכה יותר להתחממות הגלובאלית בהשוואה לחיות אחרות מסיבות אבולוציוניות. הם מסתמכים על העובדה שמוצאם ההיסטורי של דבורי הבר הוא באקלים קר יותר ביחס למינים רבים אחרים שלא איבדו שטחי מחיה.

טרם התבררו הסיבות שמונעות מדבורים לנוע צפונה שכן הטמפרטורות הנמוכות יותר בצפון לא אמורות להפריע להן. חוקרים חושבים שמיעוט שעות אור בחורף ומיעוט מזון הם הגורמים שעלולים להשאיר את הדבורים באזורים דרומיים יותר. הסבר נוסף מתייחס לעובדה שדבורי בר חיות ונעות בקבוצות קטנות יחסית, מה שמאט את קצב ההתרבות וההגירה צפונה.

הדבורים הישראליות

נשאלת השאלה האם ניתן להשליך את התופעה של דבורי הבר לדבורי הדבש ומה קורה בישראל? "הכחדה היא מילה דרמטית מידי לתאר את המצב היום ובעתיד הקרוב, אך ניתן לומר שדבורי הבר המפיקות דבש נכחדות וכל הדבורים שמפיקות היום דבש הן מהזן המבוית", אומר פרופ' שרון שפיר, מנהל המחלקה לאנטומולוגיה בפקולטה לחקלאות ברחובות (האוניברסיטה העברית), שחוקר דבורים במשך שנים רבות. "דבורי הדבש המבויתות אינן בסכנת הכחדה אך יש להן כמובן בעיות. עם זאת יש חשש בטבע לאובדן של מגוון מבחינת מינים ותתי מינים. עקב בעיות אקולוגיות ומיסחור של מינים מסויימים, מינים אחרים עלולים להיעלם. מגוון ביולוגי קטן, משמעותו אובדן תכונות פיזיולוגיות והגבלה על היכולת של דבורים להסתגל לשינויים ולהתמודד מול פגעים כמו מחלות וסביבה והפרעות סביבתיות. לאובדן המגוון הביולוגי יכולות להיות משמעותיות עקיפות על המין האנושי", מוסיף שפיר, "אך בשלב ראשון הפגיעה היא בטבע, בצמחי הבר ובחיות הבר הניזונות מהצמחים. לאורך ההיסטוריה חשוב לדעת שרוב דבורי הבר אינן מפיקות דבש אך הן שחקניות מפתח במערכות אקולוגיות בתור מאביקות של צמחים רבים. יש הבדל בין הטבע לחקלאות כי 99 אחוז מההאבקה בחקלאות מתבצעת על ידי דבורי דבש. אחוז בודד מיוחס לדבורים מסוג בומבוס. למרות זאת, גם אם היום דבורי הדבש המבויתות אינן בסכנת הכחדה, יש להן לא מעט בעיות ולכן אנו עוקבים אחריהן, מזהים בעיות וחושבים על פתרונות".

"במחקרים ובתצפיות שלנו הגענו להבנה שחוץ מהבעיות ה"קלאסיות" של שינויי אקלים, חומרים כימיים ומחלות ישנו גורם העלול להוות בעיה גדולה – התזונה. תזונה לקויה עלולה להשפיע למשל על המערכת החיסונית ועל התנהגות של מושבה. יש הבדל ניכר בכמות הדבש המופק מכוורות עם תנאים טובים לבין כוורות עם הפרעות", מספר שפיר. כמות המזון הזמין לדבורים עלולה לרדת אם יש בעיות אקלים זה משפיע על היבול החקלאי. "באחד המחקרים בחנו התנהגות של מושבות דבורים בשדות של עצי פרי כגון תפוחים, אגסים ושזיפים בצפון הארץ. עצי פרי אלה תלויים בפעילות הדבורים. הדבורה צורכת את הצוף של הפרח (זכר) ובאמצעות גופה השעיר נושאת אבקה אל פרח אחר (נקבה) ומפרה את הצמח. דבורי הדבש הן המאביקות הכי טובות לעצים אלה. בישראל נהוג להשתמש בסדר גודל של 25 מושבות דבורים להאבקה של 100 דונם. בטמפרטורות נמוכות בצפון הדבורה פחות פעילה אך יש בעיה גדולה יותר: לאחר מספר ימים של האבקה בשדה חקלאי מושבה של דבורי דבש מזהה את הפוטנציאל בהאבקה של עצי בר "מתחרים" סמוכים. שם התגמול של הצוף גדול יותר והדבורים נוטשות את השדות החקלאיים ולא מתקבל יבול כמצופה. הכפלת כמות הדבורים בשדה לא הכפילה את היבול. על מנת לקבל יבול גדול יותר השתמשנו בשיטה של תזמון המושבות לשדות בגלים. כל פעם נשלחה מושבה של דבורים "נאיביות", שנחשפו לראשונה לשדה וסביבתו, ולאחר שנטשו לטובת הצוף הרב של הצמחים המתחרים שלחנו לשדה מושבה חדשה של דבורים נאיביות. כך הגיעו לתפוקה גדולה יותר של פירות". המחקר מראה שכשיש משאב מוגבל, כמו כמות דבורים וצוף, החוקרים והחקלאים חייבים למצוא דרך יצירתית לנצל אותו ביעילות מקסימלית.

דבר הדבוראים

"תופעת ההתחממות הגלובאלית והמדבור לא פוסחים על הנגב", אומר עידו שחר, דבוראי ממושב קלחים שבצפון הנגב. "כשיש פחות משקעים יש לצמחים פחות צוף וכמות הדבש המופקת יורדת. בנגב לא חסרות עונות שחונות. בתגובה לכך יש יחמות לאומיות כמו יחמה יפה של קק"ל של נטיעות צופניות, כלומר יש העדפה לנטיעות של צמחים צופניים, עם הרבה צוף, כדי לספק לדבורים חומר גלם לטובת הדבש. הקיץ החם גם מגביר פעילות של טפיל נושא וירוסים (בשם Varroa) שמחסל לנו כרבע מהכוורות. ניסיון הדברה שלו באמצעות חומר כימי הצליח זמנית אבל הוא כבר פיתח עמידות".

"ככל הידוע לנו אין כרגע צמצום באוכלוסיות דבורי הדבש בארץ", אומר פבל פאוקטיסטוב, דבוראי במכוורת יד מרדכי. "בענף הזה, בדומה לענפי חקלאות אחרים יש כל הזמן אתגרים ובעיות כגון מחלות ממקור ביולוגי ופגיעות מחומרים כימיים. לא בטוח שההתחממות הגלובאלית משפיעה על דבורי הדבש יותר מגורמים אחרים. על מנת לקבל דבורים עמידות יותר לחום בארץ שיפיקו יותר דבש אנחנו מבצעים סלקציה בכך שאנו בוחרים כוורות מצטיינות ובעזרת הזרעה מלאכותית מקבלים צאצאים מצטיינים. דרך אגב פעם גידלנו את הדבורה המקומית מזן סורי עד שיבאנו דבורה מזן איטלקי משיקולים של התיעלות. כך אנו ממשיכים לקבל תפוקה גבוהה של דבש באיכות גבוהה".

למין האנושי יש אינטרס בעדיפות גבוהה לשמר את הדבורה, על סוגיה ומיניה השונים. הפתרונות היצירתיים במחקר ובחקלאות אמורים להבטיח עוד שנים רבות של יכולי פירות ודבש. לעומת זאת בקנה המידה הרחב העתיד של דבורי הבר והמינים התלויים בהאבקה מעורפל ויש פחות מקום לאופטימיות. תופעות של שינויי אקלים, נזק של טפילים ומחלות, יחד עם בעיות של ריסוסים כימיים משדות סמוכים, מעמידות כל דבורה ודבוראי מול אתגרים רבים ברמה יומית. צריך לזכור שענף הדבש בארץ קטן בקנה מידה עולמי והישראלים מנסים ללמוד ממדינות "עשירות" בדבורים, כמו ארה"ב, איך להתמודד מול האתגרים הרבים. בשנים הקרובות לקראת ראש השנה נמשיך ליהנות ממבחר גדול של דבש ממקורות שונים במחירים אטרקטיביים, כמו גם הרבה פירות, כגון תפוחים, אבטיחים ואגסים, שמונחים על הדוכנים בזכות עבודתן של דבורים. נקווה שגם הדורות הבאים של הדבורים יניבו שפע פירות לטובת ילדינו ונכדינו.

فيما يلي ثلاثة مصادر معلومات للاختيار: **بحث** (كلاليسيت) **قراءة قطعة** (זווית) أو **فيلم قصير** (6 دقائق، باللغة الإنجليزية). استخدموها واكتبوا عشر معلومات عن النحلة الطنانة (مثلاً: من هي النحلة، وما أهميتها للبيئة المحيطة ولماذا تهددها أزمة المناخ؟).

بحث: موجات الحرارة الشديدة تؤدي إلى انخفاض تعداد عشائر النحل في العالم

في إطار بحث جديد نُشر في مجلة Science، تم إجراء 550 ألف مشاهدة على 66 نوعاً من النحل الطنان، منذ بداية القرن العشرين. وُجدت إصابات شديدة في النحل، في الأماكن التي كان فيها ارتفاع عال في درجة الحرارة.

عومر كبير ، 10.02.20 ، **كالكسيت**

أدى ارتفاع درجة الحرارة نتيجةً للاحتباس الحراري، وخاصة الأحداث المتطرفة كموجات الحرارة، إلى انخفاض كبير في عشائر النحل الطنان، الذي يُعتبر من أهم الملقحات في الطبيعة، في الولايات المتحدة وأوروبا - وفقاً للبحث الذي نُشر الأسبوع الماضي في مجلة Science.

هناك أكثر من 250 نوعاً من النحل الطنان (Bumblebee)، وهي لا تُنتج العسل، لكنها تُعتبر ملقحات رئيسية، خاصة في النصف الشمالي للكرة الأرضية. يتم استخدامها كملقحات مهمة للعديد من المحاصيل الزراعية (في إسرائيل، على سبيل المثال، يتم استخدام النحلة الطنانة الحمراء تجارياً لتلقيح المحاصيل التي لا يستطيع نحل العسل تلقيحها، مثل: البندورة، الفلفل والباذنجان، وكذلك لتلقيح البطيخ، الكوسا، اللوز، الأجااص والأفوكادو). وُجد في الأبحاث السابقة، في كثير من الأحيان، أن النحل الطنان ملقح أفضل من نحل العسل. وبالتالي، فإن الانخفاض الكبير في انتشار هذا النحل يمكن أن يُضعف بشكل كبير إنتاج العديد من المحاصيل الزراعية، ويزعزع الإمدادات الغذائية العالمية.

على مر السنين، كان هناك انخفاض في عشائر النحل الطنان في أمريكا الشمالية، أوروبا وآسيا، وقد حدث ذلك لعدة أسباب، مثل: انتشار عوامل تؤدي إلى أمراض، فقدان مساحات معيشية، استخدام مبيدات حشرية، وحتى التغيير في طرق الزراعة التي أدت إلى انخفاض تعداد الزهور التي يتغذى عليها هذا النحل. وفقاً لآخر بحث، فإن كل هذه التهديدات تنضم الآن إلى أزمة المناخ أيضاً.

وفقاً للباحثين، بين السنوات 2000 إلى 2014، كان تعداد عشائر النحل الطنان في أمريكا الشمالية أقل بنسبة 46% مما كان عليه في فترة المقارنة (السنوات 1901 إلى 1974)، وكان تعداد عشائر هذا النحل في أوروبا أقل بنسبة 17%. كان أكبر انخفاض في المناطق التي ارتفعت فيها درجات الحرارة بشكل حاد مقارنة بفترة تاريخية معينة، مما يؤثر القلق من أن المزيد من تغير المناخ يؤدي إلى انقراضها. قال الباحث الرئيسي بيتر سوروي، طالب الدكتوراه في جامعة أوتاوا في كندا، لصحيفة نيويورك تايمز: "مقدار هذا الانخفاض مقلق للغاية".

تعتمد معطيات البحث على حوالي 550 ألف مشاهدة أُجريت على 66 نوعاً من النحل الطنان، حيث تم جمعها منذ بداية القرن العشرين. اعتمد بحث سوروي على مقارنة هذه المعطيات مع معطيات الطقس التاريخية في الماضي، لذا يمكن الربط بين انخفاض تعداد النحل وتغيرات المناخ: "توقعنا أن تكون صلة بين انخفاض تعداد النحل والانخفاض في درجة الحرارة القصوى، وليس مجرد ارتفاع تدريجي في معدل درجة الحرارة نتيجة لتغير المناخ، ولكن هناك تقلبات كبيرة في درجة الحرارة وموجات الحرارة." في الواقع، تضرر النحل بشكل كبير جداً في الأماكن التي طرأ فيها ارتفاع حاد في درجة الحرارة.

قطعة قراءة 2 - كل شيء عسل

عشية رأس السنة الجديدة: أشار بحث جديد إلى اختفاء النحل البري في أمريكا الشمالية وأوروبا بسبب تغيّرات المناخ. هل يكون نحل العسل، في إسرائيل، معنا في المستقبل؟

جوناثان كيشكا، 12 سبتمبر 2015، [ynet](#)

في رأس السنة القادمة نغمس، مثل كل عام، شريحة تفاح في العسل. في هذه اللحظة، يعتقد القليل منا فقط أن نكون ممتنين للنحل على وجه الخصوص. الحيوانات الصغيرة النابضة بالحياة، الطائرة واللاسعة ليست مسؤولة فقط عن العسل الذي نتناوله، ولكن مسؤولة عن التلقيح الذي يؤدي إلى إخصاب الثمار التي نتناولها. تعتمد كل من النباتات البرية والمحاصيل الزراعية التي يستهلكها الإنسان على تلقيح النحل، ويدعي البعض أن حوالي ثلث طعامنا يعتمد على النحل. هل يتعرض النحل، في العالم، للخطر في السنوات الأخيرة؟ يهتم الكثير من العلماء والمزارعين في هذا السؤال.

ارتفعت درجة الحرارة على سطح الكرة الأرضية بمعدل درجة مئوية واحدة حتى أربع درجات مئوية في المائة سنة الماضية، وذلك وفقًا لأبحاث مختلفة. يتأثر العديد من أنواع الحيوانات في العالم بشكل كبير لتغيّرات المناخ والاحتباس الحراري في الكرة الأرضية. تتوزع عشائر هذه الأنواع وتنتشر نحو القطبين، نحو خطوط العرض الأعلى والأبرد. تلك الأماكن التي كانت شديدة البرودة في الماضي أصبحت الآن ملائمة لهجرة واستيطان هذه الأنواع.

يتأثر النحل أيضًا من هذه التغيرات المناخية. أجري بحث ومشاهدات خلال 110 سنة على النحل البري، المسؤول عن التلقيح، من النوع الطنان (*Bombus*) في أمريكا الشمالية وأوروبا (67 نوعًا مختلفًا في البحث)، وقد أشار هذا البحث إلى ظاهرة غير طبيعية يفشل فيها النحل البري، بشكل كبير، في نقل مستعمراته شمالًا، وفي الواقع قد ينقص تعداد عشائرها الإجمالي. بدون هذا النحل البري، لا يتمكن العديد من النباتات، التي طورت الاعتماد على النحل، من التكاثر وإنتاج الثمار والغذاء. حسب نتائج البحث، مقارنةً بسنة 1974، تم دفع الحد الجنوبي لانتشار النحل الطنان أحيانًا حوالي 300 كيلومتر شمالًا، وبقي خط العرض الشمالي لانتشارها كما هو (يتطرق هذا البحث إلى النصف الشمالي للكرة الأرضية). بسبب ارتفاع درجة الحرارة ينتقل النحل البري إلى مناطق عالية وأكثر برودة أيضًا، وفي الأماكن التي ارتفعها أقل من 300 متر فوق مستوى سطح البحر يكون هناك تأثير متبادل أقل بين النحل والنباتات. يدعي الباحثون أن تغيّر المناخ هو السبب الرئيسي لهذه الظاهرة، حتى أكثر من عوامل إجهاد أخرى، مثل استخدام مواد الرش وزراعة المساحات المفتوحة التي يقوم بها الإنسان. الإثبات لذلك أن هذه الظاهرة حدثت في كل من أوروبا وكندا، وهي غنية بالمناطق المفتوحة التي لا تستغل للزراعة والبعيدة عن تأثير الإنسان، حيث يكون التلوث هناك قليلًا. تؤثر هذه الظاهرة بشكل مباشر على تلقيح النباتات وتؤدي إلى مشاكل عديدة في التكاثر، لأن العديد من النباتات ملائمة للتلقيح بواسطة النحل البري. يميل الباحثون إلى الادعاء أن النحل البري لديه مقاومة أقل للاحتباس الحراري مقارنة بالحيوانات الأخرى لأسباب متعلقة بتطور النحل خلال عملية النشوء والارتقاء. وهم يعتمدون على الحقيقة أن الأصل التاريخي للنحل البري هو مناخ أكثر برودة مقارنة بالعديد من الأنواع الأخرى التي لم تفقد مساحاتها المعيشية.

لم تتضح حتى الآن الأسباب التي تمنع النحل من الانتقال شمالًا، لأن درجات الحرارة المنخفضة في الشمال لا تشوش عليها. يعتقد الباحثون أن ساعات الضوء القليلة في الشتاء وكمية الغذاء القليلة هي من العوامل التي تؤثر على بقاء النحل في المناطق الجنوبية. يتطرق شرح آخر إلى الحقيقة أن النحل البري يعيش ويتنقل في مجموعات صغيرة نسبيًا، مما يؤدي إلى إبطاء وتيرة التكاثر والهجرة شمالًا.

النحل الإسرائيلي

السؤال الذي يطرح نفسه هو هل يمكن أن تحدث ظاهرة النحل البري مع نحل العسل وماذا يحدث في إسرائيل؟ قال بروفيسور شارون شابير، مدير قسم علم الحشرات في رحوفوت (الجامعة العبرية)، الذي يبحث النحل سنوات كثيرة: "الانقراض كلمة دراماتيكية للغاية لوصف الوضع اليوم وفي المستقبل القريب، ولكن يمكن القول أن النحل البري الذي ينتج العسل قد انقرض وأن جميع النحل الذي يُنتج العسل اليوم من الصنف الذي دجنه الإنسان".

"نحل العسل الذي دجنه الإنسان ليس في خطر، ولكن بالطبع لديه مشاكل". ومع ذلك، هناك تخوف من أن نفقد تنوع الأنواع والأنواع الثانوية في الطبيعة. بسبب المشاكل البيئية وتجارة بعض الأنواع، قد تختفي الأنواع الأخرى. التنوع البيولوجي القليل معناه فقدان الصفات الفسيولوجية وتقيد قدرة النحل على التكيف مع التغيرات وانخفاض قدرتها على مواجهة الأفات، مثل: الأمراض والاضطرابات البيئية والبيئية المحيطة. أضاف شافير أن فقدان التنوع البيولوجي يمكن أن يكون له آثار غير مباشرة على الإنسان، ولكن في المرحلة الأولى يكون الضرر بالطبيعة والنباتات البرية والحيوانات البرية التي تتغذى على النباتات. على مر التاريخ، من المهم معرفة أن معظم النحل البري لا يُنتج عسل، لكنه يلعب دورًا رئيسيًا في الأنظمة البيئية كملقحات للعديد من النباتات. هناك فرق بين الطبيعة والزراعة، لأن 99% من التلقيح في الزراعة يتم بواسطة نحل

العسل، و 1% يتم بواسطة النحل الطنان (*Bombus*). على الرغم من ذلك، حتى لو لم يكن نحل العسل المدجن اليوم في خطر الانقراض، فإن لدى نحل العسل عددًا لا بأس به من المشاكل، ولهذا السبب نراقبه، نحدد مشاكله ونفكر في حلوله. " توصلنا في أبحاثنا ومشاهدتنا إلى أنه بغض النظر عن المشاكل " الكلاسيكية " لتغير المناخ، المواد الكيميائية والأمراض، هناك عامل يمكن أن يشكل مشكلة كبيرة، وهو التغذية.

يمكن أن يؤثر سوء التغذية، على سبيل المثال، على جهاز المناعة وسلوك مستعمرة النحل. يقول شافير: هناك فرقًا كبيرًا في كمية العسل الناتج من خلايا نحل ذات حالة جيدة وخلايا نحل فيها اضطرابات. " قد تنخفض كمية الغذاء المتوفرة للنحل إذا كانت هناك مشاكل مناخية، وهذا يؤثر على المحصول الزراعي. " فحسنا في أحد الأبحاث سلوك مستعمرات النحل في حقول أشجار مثمرة، مثل: التفاح، الأجاص والخوخ في شمال البلاد. تعتمد أشجار هذه الفاكهة على نشاط النحل. تأكل النحلة رحيق الزهرة (الذكر) ومن خلال جسمها المغطى بالشعيرات تنقل حبوب اللقاح إلى زهرة أخرى (أنثى) وتخصب النبات. يُعتبر نحل العسل من أفضل الملقحات لهذه الأشجار. من المعتاد في إسرائيل استخدام 25 مستعمرة نحل لتلقيح 100 دونم. في درجات الحرارة المنخفضة، في الشمال، يكون النحل أقل نشاطًا ولكن لديه مشكلة أكبر من ذلك: بعد مرور عدة أيام من تلقيح في حقول زراعي، تُدرك مستعمرة نحل العسل إمكانية تلقيح أشجار برية "منافسة" مجاورة. هناك مكافأة رحيق أكبر والنحل يترك الحقول الزراعية ولا يتم الحصول على محصول كما هو متوقع. مضاعفة كمية النحل في الحقل لم تضاعف المحصول. من أجل الحصول على محصول أكبر، استخدمنا طريقة تزامن المستعمرات في الحقول على شكل "موجات". في كل مرة تم إرسال مستعمرة من النحل "السادج" الذي تعرّف لأول مرة على الحقل وبينته المحيطة، وبعد أن ترك الحقل للحصول على الرحيق الكبير للنباتات المنافسة، أرسلنا إلى الحقل مستعمرة جديدة من النحل السادج. وهكذا حصلنا على محصول أكبر من الثمار. بينت نتائج البحث أنه عندما يكون هناك مورد محدود، مثل: كمية النحل والرحيق، يجب على الباحثين والمزارعين إيجاد طريقة مبتكرة لاستخدامها بأقصى قدر من الكفاءة.

أقوال النحالون

قال عيدو شاحار، مربّي نحل في موشاف كلاخيم في شمال النقب: "إن ظاهرة الاحتباس الحراري والتصحّر موجودة في النقب أيضًا". "عندما يكون هطول الأمطار قليلاً يكون لدى النباتات رحيق أقل وتقل كمية العسل الناتجة. هناك مواسم شحيحة كثيرة في النقب. لذلك، هناك مبادرات وطنية، مثلاً: مبادرة الصندوق القومي الإسرائيلي (كيرن قيمت ليسرائيل) لزراعة النباتات الرحيقية التي تتميز برحيق كثير لتزويد النحل بمادة خام لإنتاج العسل. يؤدي الصيف الحار إلى ازدياد نشاط الطفيلي الحامل للفيروس (المسمى *Varroa*) الذي يقتل حوالي ربع خلايا النحل عندنا. استعملت مبيدات لمكافحة، لكن نجاحها كان مؤقتاً، وقد طور هذا الطفيلي مقاومة للمبيدات "

قال بافيل باوكتيستوف، مربّي نحل في منحل باد موردخاي: "على حد علمنا، لا يوجد حالياً أي انخفاض في تعداد نحل العسل في البلاد". "في هذه الفرع، كما هو الأمر في فروع زراعية أخرى، هناك تحديات ومشاكل مستمرة، مثل الأمراض البيولوجية والأضرار الناجمة من المواد الكيميائية. ليس من المؤكد أن الاحتباس الحراري يؤثر على نحل العسل أكثر من العوامل الأخرى. من أجل الحصول على نحل أكثر مقاومة للحرارة في البلاد لإنتاج المزيد من العسل، نقوم باختيار خلايا نحل ممتازة، وبمساعدة التلقيح الاصطناعي نحصل على نسل نحل ممتاز. بالمناسبة، في الماضي قمنا بتربية النحل المحلي من السلالة السورية حتى استوردنا نحلة من السلالة الإيطالية لأسباب تتعلق بالكفاءة. هكذا نستمر في الحصول على إنتاجية عالية من العسل عالي الجودة."

للجنس البشري أولوية عالية في الحفاظ على النحل، أنواعه وأصنافه المختلفة. يجب أن تضمن الحلول الإبداعية في البحث والزراعة سنوات عديدة أخرى من المحاصيل والعسل. على النقيض من ذلك، فإن المستقبل الواسع النطاق للنحل البري وأنواع النباتات التي تعتمد على التلقيح غامض وهناك نقاؤ قليل. إن ظواهر تغيّرات المناخ، الأضرار الناجمة عن الطفيليات والأمراض، إلى جانب مشاكل الرش الكيميائي من الحقول المجاورة، تخلق لكل نحلة ومربي نحل العديد من التحديات علي المستوى اليومي. يجب أن نتذكر أن صناعة العسل في إسرائيل صغيرة على نطاق عالمي، وأن الإسرائيليين يحاولون التعلم من الدول "الغنية بالنحل"، كالولايات المتحدة، كيفية التعامل مع العديد من التحديات. في السنوات القادمة، استعداداً لرأس السنة، نستمر في الاستمتاع بتشكيلة كبيرة من العسل من مصادر مختلفة وبأسعار مغرية، بالإضافة إلى الكثير من الفواكه، مثل: التفاح، البطيخ والأجاص التي يتم وضعها في المحلات التجارية والأسواق بفضل عمل النحل. نأمل أن تؤتي الأجيال القادمة من النحل ثماراً وفيرة لصالح مواطنينا وأحفادنا.

הצעה 3: מכת ארבה נספח: קטע קריאה 1 – ארבה

מדענים: שינוי האקלים - בין הגורמים שהביאו ליצירת נחילי ארבה אדירים שפושטים על אפריקה

לפי ארגון המזון והחקלאות של האו"ם, מדובר במכת הארבה הקשה ביותר שספגו אתיופיה וסומליה זה 25 שנה, ושספגה קניה זה 70 שנה. הנחילים שבקניה מסוגלים לצרוך כמות מזון יומית זהה לזו שצורכים 85 מיליון בני אדם

עומר כביר, 03.02.20, [כלכליסט](#)

שינוי אקלים הוא בין הגורמים הבולטים שהביאו ליצירת נחילי הארבה האדירים שפושטים בימים אלו על מזרח אפריקה, מחריבים שם יבולים ושדות חקלאיים, ומסכנים את הביטחון התזונתי של מיליוני אנשים – כך לדברי מדעני אקלים של האו"ם.

בימים אלו מתמודדות מדינות במזרח אפריקה, ובראשן אתיופיה, סומליה וקניה עם מכת ארבה בממדים תנ"כיים, כשנחילים של מאות מיליוני חרקים פושטים ומחסלים את מקורות המזון שלהן. לפי ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) מדובר במכת הארבה הקשה ביותר שספגו אתיופיה וסומליה זה 25 שנה, ושספגה קניה זה 70 שנה. בנוסף, הגיעו הנחילים גם לאריתריאה וג'יבוטי. עד יוני, נחילים חדשים שיווצרו בערב הסעודית, סודן ותימן יכולים להגדיל את מספר המזיקים פי 500. לדברי הארגון יש צורך בתקציב חירום של 70 מיליון דולר כדי להדביר את הנחילים.

נחילים שבקניה מסוגלים לצרוך כמות מזון יומית זהה לזו שצורכים 85 מיליון בני אדם, ונחיל קטן בשטח של קילומטר רבוע צורך מזון כמו 35 אלף איש. "צפויות להיות השלכות חמורות לאזור, שבו 12 מיליון אנשים שמתמודדים עם אי-ביטחון תזונתי חמור ותלויים בחקלאות להישרדותם", התריע ה-FAO. בצורות חמורות פגעו בחקלאות באזורים אלו עוד קודם לכן, ועתה נחילי הארבה רק מחריפים את המצב.

אף שמכת הארבה היא תנ"כית במדיה, מדענים קושרים אותה ישירות לפעילות אנושית ולדבריהם היא תוצאה של שינוי אקלים שנגרם כתוצאה מהתחממות גלובלית. לדבריהם, בשנה שעברה נרשמו במזרח אפריקה שמונה סופות ציקלון הרסניות, שגם יצרו תנאים רטובים שדרושים להתרבות נחילי ארבה. הסופות נגרמו כתוצאה מהתחממות המים בצד של האוקיינוס ההודי שסמוך למזרח אפריקה, מה שהוביל להתאדות גדולה יותר וכתוצאה לאוויר לח יותר ולגשמים מרובים יותר.

"הצד הזה של האוקיינוס חם הרבה יותר מהצד האחר, שסמוך לאוסטרליה ולאיינדונזיה, אמר ד"ר מוחמד אזהר האסן ממכון כדור הארץ באוניברסיטת קולומביה ומכון המחקר הבינלאומי לאקלים וחברה, "אז הצד האפריקאי קיבל הרבה יותר גשם, אבל אוסטרליה קיבלה בצורת".

עיקר נחילי הארבה הגיעו למזרח אפריקה מחצי האי ערב. שניים מהציקלונים פגעו במדבריות של דרום חצי האי, והורידו שם כמויות נדירות של גשם, מה שיצר תנאים נוחים במיוחד להתרבות נחילי ארבה באזורים מרוחקים. "אף אחד לא ידע על זה", אמר חזאי הארבה הראשי של FAO, קית' כרסמן. "המספרים שלהם גדלו פי 8,000 במשך תשעה חודשים, מבלי הפרעה או בקרה".

הנחילים השונים החלו להתפשט באביב שעבר, כאשר חלקם יצאו מחצי האי ערב צפונה אל איראן ובהמשך מזרחה לפקיסטן והודו. ההתמודדות עם הנחילים האדירים נעשתה קשה יותר בגלל תנאים מקומיים. באיראן טענו הרשויות שהסנקציות האמריקאיות הקשו להשיג חומרי הדברה. להודו ולפקיסטן הם הגיעו בעיצומם של מתחים בין שתי המדינות, שלדברי כרסמן הקשו מאוד לקיים שיתופי פעולה ואף לשתף מידע. וגם שם, תקופת בצורת ארוכה ולאחריה גשמים חזקים יצרו תנאים נוחים מאוד להתרבות והתפשטות ארבה.

קבוצת נחילים אחרת פלשה לתימן, שגם היא זכתה לכמויות גשם יוצאות דופן. וגם שם, מלחמת אזרחים ממושכת שמנוהלת בשלט רחוק על ידי ערב הסעודית ואיראן פגעה משמעותית בזמינות המשאבים שנחוצים להתמודד עם הארבה.

ואולם, המכה החמורה ביותר הורגשה באזור מזרח אפריקה, אליו הגיעו הנחילים בקיץ שעבר. גם שם הם מצאו אזור שנמצא באחת התקופות הרטובות שלו. "כשהארבה הגיעו לסומליה, הם מצאו מדינה ירוקה ופוריה להפליא", אמר ד"ר כריס פאנק מהמרכז לסיכונים אקלים של אוניברסיטת קליפורניה בסנטה ברברה. "הגשם הוא תוצאה של שיאי טמפרטורה באוקיינוס ההודי בסמוך למזרח אפריקה. זה מאוד בלתי-סביר להגיע לטמפרטורות כאלו בעולם ללא שינוי אקלים". גם בסומליה, מלחמת אזרחים ממושכת וחוסר יציבות שלטוני הקשו על פיתוח תגובה מאורגנת לנחילים, ועד סוף דצמבר הם חיסלו כ-710 קמ"ר של יבולים ושטחי מרעה.

באותו חודש, אחרי סבב גשמים נוסף, התפשטו הנחילים לקניה, וגורמים רשמיים במדינה מעריכים שהם יילחמו בהם בששת החודשים הקרובים לפחות. "הם מטילים עלינו צל, כמו העננים שחוסמים את השמש", אמר שורי חסן, חקלאי קנייתי. "אף פעם לא ראיתי משהו כזה. אף אחד מהמשפחה שלי לא ראה חרקים במספרים אדירים כאלו. החרקים מחסלים את המספוא של מקור הפרנסה שלנו. זה מאוד מפחיד".

קראו את מקור המידע וענו על השאלות האלה:

1. מי הוא הארבה ומהם מאפייניו?
2. מה גורם לארבה להתפשט בנחילים?
3. היכן הופיעו נחילים במכת הארבה של 2020?
4. מהן הפעולות לעצירת התפשטות הארבה?
5. מי הגורם הפועל לעצירת הארבה?
6. האם יש קשר בין התפשטות הנחילים ומידת הנזק שלהם למאפיינים של המדינות באפריקה?
7. מהו הנזק הנגרם מנחילי הארבה?
8. כיצד הארבה מדגים את הקשר בין משבר האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות?

נספח – קטע קריאה 2 ארבה

מזרח היבשת מתמודדת עם התפרצות הארבה הגדולה ביותר בעשרות השנים האחרונות, וסכנת רעב נשקפת למיליוני תושבים

אלינור חביב שרון, 5.3.20, [מכון דוידסון למדע](#)

נחילים חדשים - יעדים חדשים

מכת הארבה באפריקה ממשיכה להדאיג גם השבוע, בעוד נחילי הארבה מתפשטים ומצטרפים אליהם נחילים חדשים, המצב יוצר איום גובר והולך לפרנסת החקלאים וליכולת להאכיל מיליוני בני אדם במדינות הפגועות.

מיליוני החגבים כבר השמידו אלפי דונמים של שטחים חקלאיים, הרסו יבולים ומספוא רב והביאו למותן של חיות משק רבות, בעיקר בסומליה, אתיופיה וקניה. הם ממשיכים גם כעת להתרבות ומתפשטים בהדרגה למדינות נוספות רבות במזרח היבשת ובקרבן אפריקה. הממשלות המקומיות וגורמים בינלאומיים משקיעים מאמצים רבים על מנת להשתלט על התפשטות הארבה, באמצעות מטוסי ריסוס ופעילות על פני הקרקע, אך עד כה ההישגים דלים.

באוסטרליה חוששים שעד יוני מספר החרקים בנחילי הארבה יגדל פי 500 והם יגיעו לשלושים מדינות שונות. גם המשאבים הדרושים למלחמה באסון המתפתח גדלו בהתאם. אחרי שבינואר ביקש האוסטרלים תרומות של כשבעים מיליון דולר למימון פעולותיו נגד מכת הארבה החדשה כעת, הוא מבקש 138 מיליון דולר. המטרה המוצהרת: "לתמוך בדחיפות הן בהדברה והן בפעולות להגנת הפרנסה בשלוש המדינות שנפגעו ביותר".

התרבות החגבים במהלך חודש פברואר הביאה להחמרה משמעותית במצב ולגידול בנחילי הארבה במדינות רבות: משני צדי ים סוף - בחצי האי ערב ובמזרח אפריקה. ביצים שהוטלו בקעו, חרקים צעירים הפכו לחגבים בוגרים ומספרם הכללי גדל. נחילים שהחלו את דרכם בחופי סודן, מצרים, אריתריאה, תימן וערב הסעודית נודדים כעת גם לאזורים פנימיים יותר בעומק היבשת השחורה. בעיה נוספת צפויה לצמוח גם מזרחה משם, שכן באירן, הודו ופקיסטן ירדו בחורף האחרון גשמים עזים, שהעניקו לחגבים תנאי גדילה מיטביים לשני דורות לפחות. עקב כך צפויה עלייה ניכרת במספר החגבים. בתחילת פברואר פקיסטן אף הכריזה כבר על מצב חירום.

בינתיים מתעוררים כבר חששות חדשים, ככל שמתחזקת האפשרות שתנאי האקלים המשתנים יביאו את נחילי הארבה מפקיסטן, מיאנמר או קזחסטן לתוך סין, דרך טיבט. במינהל היערות הלאומי בסין מסרו כי הסיכון לחדירת הארבה למדינה הוא נמוך, אך אם תיפגע תיאלץ מדינת הענק להתמודד עם ידע מוגבל ומחסור בכלים ובטכניקות למעקב אחר דפוסי הנדידה של החגבים. הרשויות במערב סין מנסות להיערך כעת לקראת הגעתם האפשרית של נחילי חרקים רעבים, אוגרות חומרי הדברה וציוד ומגייסות כח אדם למטרה זו, בעודן מתמודדות עם התפשטות נגיף הקורונה.

הארבה – אותם חרקים מפורסמים מעשר מכות מצרים – הם חגבים שמסוגלים בתנאים מסוימים להתקבץ ללהקות ענק. המעבר מחגבים בודדים לנחילי ארבה מתרחש כנראה בעקבות גשמי חורף חריגים בכמותם שמלחלים את האדמה ויוצרים בה תנאים נוחים להטלת הביצים ולשמירה עליהן מפני התייבשות. בנוסף, הגשמים מסייעים להתפתחות צמחייה עשירה המספקת לחרקים מזון ומסתור מפני טורפים. המזון הרב מאפשר לנקבות הארבה להטיל כ-150 ביצים בשנה במקום כארבעים בשנה רגילה. בתנאים הנוחים האלה החגבים מתרבים במהירות. נחיל ארבה בודד יכול לכלול עד 150 מיליון פרטים לכל קילומטר רבוע של שטח חקלאי. החרקים הרעבים אוכלים את כל הצמחייה בשטח ומותירים אחריהם חורבן עצום.

מכל מיני הארבה, המין ארבה המדבר (*Schistocerca gregaria*) הוא ההרסני ביותר, שכן כל אחד מהם יכול לזלול מדי יום כמות מזון השווה למשקל גופו. נחילים כאלה עשויים לכלול מאות מיליוני חרקים ולעבור 150 קילומטר ביום.

נחיל עצום במיוחד של המין הזה, שהתפרש על פני שטח שאורכו 60 קילומטר ורוחבו 40 קילומטר, נמדד לאחרונה בצפון מזרח קניה. מדובר בהתפרצות הקשה ביותר של ארבה בקניה מזה שבעים שנה, שבמהלכה מאות מיליוני חגבים נודדים אליה מסומליה ואתיופיה השכנות, במסע שהחל כנראה בתימן. מדינות מזרח אפריקה לא חוו כבר עשרות שנים התפשטות כזאת, שמשאירה אחריה הרס רב של שטחים חקלאיים ומאיימת ברעב הרסני על תושבי האזור, העני בלאו הכי. ביום ראשון שעבר (2 בפברואר), הכריזה סומליה על מצב חירום לאומי בשל התפשטות הארבה בשטחה.

"הם אכלו הכול"

ארגון המזון והחקלאות של האו"ם קורא בימים אלה למדינות העולם לנקוט בפעולה מיידית, שכן עוד לפני ההתפרצות התמודדו כמעט 20 מיליון מתושבי מדינות מזרח אפריקה עם מחסור כבד במזון, והם עדיין מנסים להתאושש מהבצורת של תחילת שנת 2019, שבעקבותיה באו גשמים עזים, שיטפונות קיצוניים וסופות ציקלון. כל אלה הותירו הרס רב של יבולים חקלאיים רבים ורעב כבד שגבה את חייהם של מאות אנשים.

"אפילו נחיל ארבה קטן יכול לצרוך ביממה אחת כמות מזון שיכולה להאכיל 35 אלף איש", אמר ינס לֶרְקֶה מהמשרד ההומניטרי של האו"ם בז'נבה בראיון ל"גרדיאן" הבריטי. המקומיים חוששים כי הארבה עלול לכלות את כל היבולים החקלאיים: "תירס, סורגום, אפונה, הם אכלו הכל", הוסיף החקלאי הקנייתי נְדוּנְדָה מְקֶנְגָה. החגבים אוכלים גם את המספוא של חיות המשק, שגידולן הוא מקור פרנסה חיוני למשפחות רבות, וכעת הן תוהות מאין ימננו את הוצאות המחיה הבסיסיות.

"מעולם לא ראיתי כמות גדולה כל כך של ארבה", אמר סגן מנהל משרד החקלאות במחוז קיטוי בדרום מזרח קניה, פרנסיס קיטו. נחילי הארבה התפשטו בשבוע שעבר על פני יותר משבעים אלף דונם קרקע והותירו את החקלאים באזור אובדי עצות. שיטת הפעולה המסורתית להרחקת נחילי ארבה מהשדות – הקשה על כלי מתכת ושריקה קולנית, אינה מועילה כלל כשהנחילים מתרחבים עד כדי כך ופוגעים בכמה מדינות. נחוצים לפיכך אמצעים דרסטיים יותר.

הכרזת מלחמה

אתיופיה וקניה מנסות כעת להילחם בארבה על ידי ירי גז מדמיע לתוך הנחילים וריסוס חומרי הדברה נגד חרקים ממטוסים קלים. באריתריאה ובג'יבוטי, צוותים של מאות אנשים רודפים אחר הנחילים עם משאבות הדברה ידניות. מומחה הדברת נדידה במשרד החקלאות הקנייתי, קִיפְקוֹאֵץ טִייל לגרדיאן כי למעלה מעשרים נחילים רוססו בחומרי הדברה, אך יש עוד רבים שלא הצליחו עדיין להגיע אליהם, ונחילים נוספים מגיעים כל הזמן מהמדינות השכנות. קניה זקוקה לציד ריסוס נוסף על ארבעת מטוסי הריסוס שפועלים כעת, ועל ארבעת המטוסים הנוספים שפועלים באתיופיה השכנה. ארגון המזון והחקלאות של האו"ם כבר הודיע שדרושים כשבעים מיליון דולר כדי לתגבר את ההדברה האווירית, שהיא דרך הפעולה היעילה היחידה נגד נחילי הארבה.

נחילי הארבה, הנוודים עם הרוח, יכולים לעבור עד 150 קילומטרים ביום אחד. ארגון המזון והחקלאות עדכן כי יש כמה אזורים בדרגת סיכון גבוהה להגעת נחילי ארבה. בקרן אפריקה, בצפון-מזרח היבשת, מדובר באיום חסר תקדים, ככל שהנחילים גדלים ומתקדמים גם לעבר צפון-מזרח אוגנדה ודרום סודן מוכת הרעב. חלק מהנחילים כבר הטילו ביצים והבקיעה כמעט בעיצומה. נדידות נוספות מתרחשות משני עברי ים סוף: סמוך לגבולות של סודן, מצרים

ואריתריאה, בחופי תימן, בעומאן ובדרום ערב הסעודית. בנוסף, הופיעו נחילי ארבה גם באזורים נוספים באסיה – באירן ובגבול הודו ופקיסטן.

החשש הוא שמתקפת הארבה לא תסתיים בקרוב. גשמי האביב הצפויים בחודש מרץ עלולים לספק תנאים להטלה גדולה נוספת, שעשויה להגדיל פי 500 את מספר החרקים באזור, לרמה שבה לא תהיה שום אפשרות לבלום את התפשטותם. "הם יטילו ביצים ויפתחו דור נוסף", מזהיר קיטו. החשש הוא שאם ההתפרצות לא תרוסן בהקדם, ותנאי הרבייה יישארו אופטימליים, היא עלולה להתפשט לשטחן של קרוב לשלושים מדינות באפריקה ובאסיה, ואף שאין כרגע אזהרות נקודתיות ייתכן שגם ישראל עלולה בסופו של דבר להיות בסכנה.

קראו את מקור המידע וענו על השאלות האלה:

1. מי הוא הארבה ומהם מאפייניו?
2. מה גורם לארבה להתפשט בנחילים?
3. היכן הופיעו נחילים במכת הארבה של 2020?
4. מהן הפעולות לעצירת התפשטות הארבה?
5. מי הגורם הפועל לעצירת הארבה?
6. האם יש קשר בין התפשטות הנחילים ומידת הנזק שלהם למאפיינים של המדינות באפריקה?
7. מהו הנזק הנגרם מנחילי הארבה?
8. כיצד הארבה מדגים את הקשר בין משבר האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות?

العلماء: تغيّرات المناخ - أحد العوامل التي أدت إلى أسراب ضخمة من الجراد التي تغزو إفريقيا

وفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة، فإن هذا هو أسوأ آفة جراد عانت منها إثيوبيا والصومال منذ 25 سنة، وعانت منها كينيا لمدة 70 سنة. تستطيع أسراب الجراد في كينيا أن تستهلك نفس الكمية اليومية من الغذاء التي يستهلكها 85 مليون شخص.

عومر كبير ، 03.02.20 ، [كالكاليست](#)

يُعتبر تغير المناخ من أحد العوامل البارزة في تكوين أسراب الجراد الهائلة التي تغزو شرق إفريقيا حاليًا، وهي تدمر المحاصيل والحقول الزراعية، وتهدد الأمن الغذائي لملايين الأشخاص بالخطر، وذلك وفقًا لأقوال علماء المناخ في الأمم المتحدة.

في هذه الأيام، تواجه دول شرق إفريقيا بقيادة إثيوبيا، الصومال وكينيا بلاءً كبيرًا، حيث تغزو أسراب من مئات الملايين من الجراد مصادرها الغذائية وتدمرها.

حسب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO)، فإن هذا هو أسوأ آفة جراد عانت منها إثيوبيا والصومال منذ 25 سنة، وعانت منه كينيا لمدة 70 سنة. بالإضافة إلى ذلك، وصلت أسراب الجراد أيضًا إلى إريتريا وجيبوتي. بحلول حزيران (يونيو)، يمكن أن تؤدي أسراب جديدة تتشكل في المملكة العربية السعودية، السودان واليمن إلى زيادة عدد الآفات بمقدار 500 ضعف. وتقول المنظمة إنَّ هناك حاجة إلى ميزانية طارئة قدرها 70 مليون دولار لإبادة الأسراب.

تستطيع الأسراب في كينيا أن تستهلك نفس الكمية اليومية من الطعام التي يستهلكها 85 مليون شخص، ويستهلك سرب صغير في مساحة كيلومتر مربع نفس كمية الطعام التي يستهلكها 35000 شخص.

حذرت منظمة الـ FAO من أنه "من المحتمل أن تكون هناك عواقب وخيمة على منطقة يواجه فيها 12 مليون شخص انعدام أمن غذائي حاد، حيث يعتمد هؤلاء السكان على الزراعة من أجل بقائهم على قيد الحياة".

أصاب قحط خطير الزراعة في هذه المناطق قبل ظهور الجراد، والآن تؤدي أسراب الجراد إلى تفاقم الوضع.

على الرغم من أن آفة الجراد كبيرة جدًا، إلا أن العلماء يربطونها مباشرة بنشاط الإنسان، ويقولون إنها نتيجة لتغيّرات المناخ الناجم عن الاحتباس الحراري.

حسب أقوالهم، تم تسجيل ثمانين أعاصير مدمرة في شرق إفريقيا العام الماضي، مما أدى أيضًا إلى خلق ظروف رطبة ضرورية لتكاثر أسراب من الجراد. حدثت الأعاصير بسبب ارتفاع درجة حرارة المياه في المحيط الهندي في الطرف القريب من شرق إفريقيا، مما أدى إلى ازدياد التبخر، المزيد من الهواء الرطب والمزيد من الأمطار الغزيرة.

قال الدكتور محمد أزهار حسن من معهد الكرة الأرضية في جامعة كولومبيا والمعهد الدولي لأبحاث المناخ والمجتمع: "هذا الجانب من المحيط أكثر دفئًا من الجانب الآخر، وهو قريب من أستراليا واندونيسيا، لذلك تعرض الجانب الأفريقي للمزيد من الأمطار، لكن أستراليا تعرضت للجفاف".

جاءت معظم أسراب الجراد إلى شرق إفريقيا من شبه الجزيرة العربية. ضرب إعصاران صحاري شبه الجزيرة الجنوبية، مما أدى إلى هطول كميات نادرة من الأمطار هناك، وقد خلق ذلك ظروفًا سهلة بشكل خاص لتكاثر أسراب الجراد في المناطق النائية. قال كبير خبراء مراقبة الجراد في FAO كيث كيرسمان: "لم يعرف أحد عن ذلك". ازداد عددها 8000 مرة خلال تسعة أشهر دون تشويش أو رقابة".

بدأت الأسراب المختلفة بالانتشار في الربيع الماضي، حيث غادر بعضها شبه الجزيرة العربية شمالًا إلى إيران وإلى الشرق إلى باكستان والهند. أصبح التعامل مع الأسراب القوية أكثر صعوبة بسبب الظروف المحلية.

ادّعت السلطات في إيران أن العقوبات الأمريكية جعلت من الصعب الحصول على المبيدات. حسب أقوال كراسمان: وصلت أسراب الجراد الهند وباكستان في خضم التوترات بين البلدين، وكان من الصعب إجراء تعاون وتبادل معلومات بينهما.

وهناك فترة جفاف طويلة أيضًا، في أعقابها هطلت أمطار غزيرة أنتجت ظروفًا جيدة جدًا لتكاثر وانتشار الجراد. غزت مجموعة أخرى من أسراب الجراد اليمن، وقد تلقت كميات غير عادية من الأمطار أيضًا.

وهناك أيضًا، أعاققت الحرب الأهلية المستمرة التي تديرها المملكة العربية السعودية وإيران، عن بُعد، بشكل كبير توفر الموارد اللازمة لمواجهة الجراد.

إلا أن الضربة الأشد كانت محسوسة في منطقة شرق إفريقيا، حيث وصلت هناك أسراب الجراد في الصيف الماضي، ووجدت منطقة كانت في إحدى فترات هطول الأمطار. "عندما وصل الجراد الصومال وجد دولة خضراء وخصبة بشكل رائع". قال الدكتور كريس باتك من مركز المخاطر المناخية في جامعة كاليفورنيا، في سانتا باربرا: "المطر هو نتيجة لذروة درجات الحرارة في المحيط الهندي بالقرب من شرق إفريقيا، من غير المعقول أن تبلغ درجات الحرارة في العالم إلى مثل هذه الدرجات دون تغيرات المناخ". وفي الصومال أيضًا، أدت الحرب الأهلية الطويلة وعدم الاستقرار الحكومي إلى صعوبة في تطوير رد فعل منظم لأسراب الجراد، وبحلول نهاية ديسمبر / كانون الأول قضى الجراد على حوالي 710 كيلومترات مربعة من المحاصيل الزراعية والمراعي.

في نفس الشهر، بعد جولة أخرى من الأمطار، انتشرت أسراب الجراد إلى كينيا، ويقدر المسؤولون في كينيا أنهم بحاجة إلى ستة أشهر، على الأقل، لمكافحة الجراد. قال شوري حسن، مزارع كيني: "لقد ألقى الجراد بظلاله علينا مثل الغيوم التي تحجب الشمس". "لم أرى شيئًا كهذا من قبل. لم يَرى أحد في عائلتي حشرات بهذا العدد الهائل. الحشرات تقضي على العلف الذي يُعتبر مصدر رزقنا. إنه أمر مخيف للغاية".

اقرأ مصدر المعلومات وأجيبوا عن الأسئلة الآتية:

1. ما هو الجراد وما هي خصائصه؟
2. ما الذي يؤدي إلى انتشار الجراد في أسراب؟
3. أين ظهرت أسراب في آفة الجراد سنة 2020؟
4. ما هي العمليات التي يجب تنفيذها لإيقاف انتشار الجراد؟
5. ما هو العامل لإيقاف انتشار الجراد؟
6. هل هناك علاقة بين انتشار أسراب الجراد ومدى أضرارها وبين مميزات الدول في أفريقيا؟
7. ما هي الأضرار الناجمة من أسراب الجراد؟
8. كيف يُبرز الجراد العلاقة بين أزمة المناخ والتنوع البيولوجي والأمن الغذائي والصحة؟

يواجه الجزء الشرقي من القارة أكبر انتشار للجراد منذ عقود، ويتعرض ملايين السكان لخطر المجاعة.

إليانور حبيب شارون ، 5.3.20 ، [معهد ديفيدسون للعلوم](#)

أسراب جديدة - غايات جديدة

لا يزال تفشي الجراد في إفريقيا مصدر قلق هذا الأسبوع أيضًا، حيث تنتشر أسراب الجراد وتتضم إليها أسراب جديدة، ويخلق الوضع تهديدًا متزايدًا لسبل عيش المزارعين والقدرة على إطعام ملايين الأشخاص في الدول المتضررة.

دمرت ملايين الجنادب آلاف الدونمات من الأراضي الزراعية، دمرت محاصيل كثيرة وعلف، ومات العديد من حيوانات المزارع، لا سيما في الصومال، إثيوبيا وكينيا. كما أنها تتكاثر الآن وتنتشر تدريجيًا في العديد من الدول في شرق القارة والقرن الأفريقي (شبه الجزيرة الصومالية). تبذل الحكومات المحلية والهيئات الدولية جهودًا كبيرة للسيطرة على انتشار الجراد باستخدام طائرات الرش والعمليات على مستوى الأرض، لكن الإنجازات ضئيلة حتى الآن.

تخشى الأمم المتحدة أن يزداد عدد الحشرات في أسراب الجراد 500 ضعف بحلول شهر يونيو، وقد يصل إلى ثلاثين دولة مختلفة. كما زادت الموارد اللازمة لمواجهة الكارثة الناشئة وفقًا لذلك. بعد أن طلبت هيئة الأمم المتحدة، في كانون الثاني (يناير)، تبرعات بنحو 70 مليون دولار لتمويل أعمالها ضد تفشي الجراد الجديد، الآن تطلب 138 مليون دولار. الهدف المعلن: "الدعم العاجل لكل من عمليات مكافحة الآفات وحماية سبل العيش في البلدان الثلاثة الأكثر تضررًا".

أدى تكاثر الجراد، خلال شهر فبراير، إلى تفاقم الوضع بشكل كبير وإلى زيادة أسراب الجراد في العديد من البلدان: على جانبي البحر الأحمر - في شبه الجزيرة العربية وشرق إفريقيا. فقس البيض الذي وُضع، أصبحت الحشرات الصغيرة جرادًا بالغًا وتزايدت أعدادها الإجمالية. الأسراب التي بدأت طريقها من سواحل السودان، مصر، إريتريا، اليمن والمملكة العربية السعودية تُهاجر الآن إلى المزيد من المناطق الداخلية في أعماق القارة السوداء. ومن المتوقع أيضًا أن تتفاقم مشكلة أخرى شرق الدول أنفة الذكر، حيث سقطت أمطار غزيرة في إيران، الهند وباكستان في الشتاء الماضي، مما أعطى الجنادب ظروف نمو مثالية لجيولين على الأقل. نتيجة لذلك، من المتوقع حدوث زيادة كبيرة في عدد الجنادب. وقد أعلنت باكستان في أوائل فبراير عن حالة الطوارئ. حاليًا تظهر مخاوف جديدة مع تزايد احتمال تغيرات الظروف المناخية التي تجلب أسراب الجراد من باكستان، ميانمار أو كازاخستان إلى الصين، عبر التبت. قالت الإدارة الوطنية للغابات في الصين إن خطر تسلسل الجراد إلى البلاد منخفض، لكن إذا ضربت الدولة العملاقة، يجب عليها مواجهة المعرفة المحدودة ونقص الأدوات والتقنيات لتتبع أنماط هجرة الجراد. تحاول السلطات في غرب الصين الآن الاستعداد لوصول محتمل لأسراب من الجراد الجائعة، لذا فهي تُحصَر المبيدات، المعدات وتقوم بتجنيد القوى العاملة لهذا الغرض، حيث يتم ذلك خلال انتشار فيروس كورونا.

الجراد - تلك الحشرات الشهيرة من الأوبئة العشرة في مصر - يستطيع في ظل ظروف معينة التجمع في فرقة ضخمة. من المحتمل أن يحدث الانتقال من الجنادب الفردية إلى أسراب الجراد نتيجة لأمطار الشتاء الاستثنائية بكميات كبيرة ترطب التربة، وتخلق ظروفًا جيدة لوضع البيض وتمنعه من الجفاف. بالإضافة إلى ذلك، تُساعد الأمطار على نمو نباتات كثيرة توفر لها الغذاء والحماية من الحيوانات المفترسة. يُتيح الغذاء الوفير لإناث الجراد بوضع حوالي 150 بيضة في السنة بدلًا من حوالي أربعين بيضة في العام العادي. في ظل هذه الظروف الجيدة تتكاثر الجنادب بسرعة. يمكن أن يشمل سرب واحد من الجراد ما يصل إلى 150 مليون فرد لكل كيلو متر مربع من الأراضي الزراعية. تأكل الحشرات الجائعة كل النباتات في المنطقة وتترك خلفها دمار هائل.

من بين جميع أنواع الجراد، تعدّ أنواع الجراد الصحراوي (*Schistocerca gregaria*) هي الأكثر تدميرًا، حيث يستطيع كل فرد أن يلتهم كمية يومية من الطعام تعادل وزن جسمه. تحتوي أسراب الجراد على مئات الملايين من الحشرات وتقطع مسافة 150 كيلومترًا في اليوم.

في شمال شرق كينيا، تمّ مؤخرًا قياس سرب ضخم بشكل خاص من هذا النوع، وقد انتشر على مساحة طولها 60 كيلومترًا وعرضها 40 كيلومترًا. يُعدّ هذا الحدث أسوأ انتشار للجراد في كينيا منذ سبعين عامًا، حيث يهاجر إليها مئات الملايين من الجراد، من الصومال وإثيوبيا المجاورتين، في رحلة ربما بدأت في اليمن.

لم تشهد دول شرق إفريقيا مثل هذا الانتشار منذ عقود، مما خلف وراءه قدرًا كبيرًا من الدمار للأراضي الزراعية، ويهدد بجوع مدمر سكان المنطقة الذين يعانون من الفقر على أي حال. أعلنت الصومال يوم الأحد الماضي (2 فبراير / شباط) عن حالة طوارئ وطنية بسبب انتشار الجراد في أراضيها.

"أكلوا كل شيء"

تدعو منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة حاليًا دول العالم إلى اتخاذ إجراءات فورية، حتى قبل اندلاع كارثة أسراب الجراد، واجه ما يقارب 20 مليون شخص في دول شرق إفريقيا نقصًا حادًا في الغذاء ولا يزالون يحاولون التعافي من الجفاف، في أوائل عام 2019، الذي في أعقابه هطلت أمطار غزيرة وحدثت فيضانات شديدة وأعاصير. كل هذا خلف دمار كبير للعديد من المحاصيل الزراعية، ومجاعة شديدة أودت بحياة مئات الأشخاص.

وقال جان لاركا من مكتب الأمم المتحدة الإنساني، في جنيف، في مقابلة مع صحيفة الغارديان البريطانية: "حتى سرب صغير من الجراد يستهلك كمية من الطعام يُمكن أن تُطعم 35 ألف شخص في يوم واحد". يخشى السكان المحليون من أن يلتهم الجراد جميع المحاصيل الزراعية: الذرة، السورغم والبازيلاء. وأضاف المزارع الكيني ندوندا مانجا "، أكلوا كل شيء". يأكل الجنادب علف حيوانات المزرعة التي تُعدّ تربيتها مصدرًا حيويًا لكسب الرزق للعديد من العائلات، والآن يتساءلون من أين يمولون نفقات معيشتهم الأساسية.

قال فرانسيس كيتو، نائب مدير وزارة الزراعة في جنوب شرق كينيا: "لم أر قط مثل هذه الكمية الكبيرة من الجراد". انتشرت أسراب الجراد الأسبوع الماضي على أكثر من سبعين ألف دونم من الأراضي، وتركزت المزارعين، في المنطقة، في حيرة. الطريقة التقليدية لإبعاد أسراب الجراد من الحقول - الضرب على الأواني المعدنية والصفيح العالي، ليست مفيدة على الإطلاق عندما تنتشر الأسراب كثيرًا وتضرب بعض الدول. لذلك هناك حاجة إلى المزيد من الوسائل الصارمة.

إعلان الحرب

تحاول إثيوبيا وكينيا الآن محاربة الجراد من خلال إطلاق الغاز المسيل للدموع على الأسراب، ورش المبيدات الحشرية من الطائرات الخفيفة. في إريتريا وجيبوتي، تُطارَد فرق من مئات الأشخاص الأسراب بمضخات يدوية تُستعمل لرش مبيدات الآفات الزراعية. قال كيكوش تيل، خبير إبادة هجرة أسراب الجراد في وزارة الزراعة الكينية، لصحيفة الغارديان، إنه تمّ رش أكثر من عشرين سربًا بالمبيدات الحشرية، لكن هناك العديد من الجراد التي لم تتمكن الوصول إليها، كما أن المزيد من الأسراب تأتي باستمرار من البلدان المجاورة. تحتاج كينيا إلى معدات رش إضافية، لأن طائرات الرش الأربع العاملة حاليًا، والطائرات الأربع الإضافية العاملة في إثيوبيا المجاورة غير كافية. أعلنت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة أن هناك حاجة لحوالي 70 مليون دولار لتعزيز مبيدات الآفات الجوية، وهو الإجراء الوحيد الناجع ضد أسراب الجراد.

يستطيع الجراد المهاجر مع الريح أن يقطع مسافة 150 كيلومترًا في يوم واحد. أعلنت منظمة الأغذية والزراعة من جديد أن هناك بعض المناطق المهددة بخطر وصول أسراب الجراد. في القرن الأفريقي، في الشمال الشرقي من القارة، يُعدّ هذا تهديدًا غير مسبوق، حيث تنمو الأسراب وتتقدّم نحو شمال شرق أوغندا وجنوب السودان المنكوبة بالمجاعة. وضع بعض أسراب الجراد بيضًا بالفعل وعملية الفقس بذروتها. تحدث المزيد من الهجرات من كلا جانبي البحر الأحمر: بالقرب من حدود السودان ومصر وإريتريا، في سواحل اليمن، سلطنة عُمان وجنوب المملكة العربية السعودية. بالإضافة إلى ذلك، ظهرت أسراب من الجراد في أجزاء أخرى من آسيا أيضًا - إيران والحدود بين الهند وباكستان.

الخوف أن هجوم الجراد لن ينتهي قريبًا. قد توفر أمطار الربيع المتوقعة في شهر مارس ظروفًا لتكاثر كبير آخر، مما قد يؤدي إلى زيادة عدد الحشرات في المنطقة بمقدار 500 ضعف إلى مستوى لا توجد فيه إمكانية لوقف انتشارها. يُحذر كيتو من أن الجراد "يضع البيض ويَطُور جيلًا آخر". الخوف هو أنه إذا لم يتم كبح الانتشار قريبًا، وظلت ظروف التكاثر مثالية، فقد ينتشر الجراد إلى ما يقرب ثلاثين دولة في إفريقيا وآسيا، وعلى الرغم من عدم وجود تحذيرات محدّدة، فقد تكون إسرائيل مهددة بالخطر أيضًا.

اقرأ مصدر المعلومات وأجيبوا عن الأسئلة الآتية:

1. ما هو الجراد وما هي خصائصه؟
2. ما الذي يؤدي إلى انتشار الجراد في أسراب؟
3. أين ظهرت أسراب الجراد في تفشي الجراد سنة 2020؟
4. ما هي العمليات التي تؤدي إلى وقف انتشار الجراد؟
5. من الذي يعمل لإيقاف انتشار الجراد؟
6. هل هناك علاقة بين انتشار الأسراب ومدى الضرر الذي تسببه وبين خصائص الدول في أفريقيا؟
7. ما هي الأضرار التي تحدث بسبب أسراب الجراد؟
8. كيف يُبرز الجراد العلاقة بين أزمة المناخ والتنوع البيولوجي والأمن الغذائي والصحة؟

פתיחה - תשובות למורה:

1. משבר אקלים משפיע על המגוון הביולוגי - בגלל ההתחממות הציפורים נודדות למקומות קרים יותר.
2. משבר האקלים משפיע על החברה - תושבי אזורי חוף חוששים מעליית מפלס הים.
3. ההתחממות הגלובלית משפיעה על קצב ההתרבות וגם על התפוצה של מעבירי מחלות כמו יתושים, חולדות, קרציות וכו'. כתוצאה מהעלייה בטמפרטורות, היצורים יכולים להתרבות בקצב מהיר יותר, להתפשט לאזורים נרחבים יותר ולהדביק אנשים במשך יותר זמן בשנה.
4. שינויי טמפרטורה ומשקעים משפיעים על היבול החקלאי.
5. ירידה בתפוקה החקלאית (בגלל משבר האקלים) גורמת לרעב ולתת־תזונה.
6. היעדר הטרופיים סובלים מאירועי קיצון בעקבות משבר האקלים (סופות ושרפות) שבהם נפגעת הצמחייה וכתוצאה מכך נפגעים בעלי החיים, הציפורים והחרקים שתלויים בה למזון ולמחסה.
7. משבר האקלים גורם לעלייה בטמפרטורות וליובש הצמחייה ולכן יש עלייה בכמות השרפות ובהיקפן והן כמויות גדולות של מזהמים מסוכנים לאוויר.
8. משבר האקלים גורם להתייבשות מקורות מים ולמחסור במי שתייה זמינים במקומות רבים, בעיקר באפריקה.

מהלך הפעילות הצעה 2: היעלמות הדבורים – תשובות למורים:

עשרה פרטי מידע על דבורת הבומבוס

1. יש יותר מ־250 מינים של בומבוס (Bumblebee).
2. הדבורים אינן מייצרות דבש, אך נחשבות למאביקות מרכזיות, במיוחד בחצי הכדור הצפוני. הן משמשות מאביקות חשובות של גידולים חקלאיים רבים.
3. בישראל נעשה שימוש מסחרי בדבורת הבומבוס להאבקות גידולים שדבורת דבש אינה מסוגלת להאביק, כמו עגבנייה, פלפל, חציל, מלון, קישוא, שקד, אגס ואבוקדו.
4. מחקרים מצאו שדבורי בומבוס הן מאביקות טובות יותר מדבורי דבש.
5. ירידה ניכרת בהיקף תפוצתן של דבורי הבומבוס תגרום לפגיעה חמורה בתפוקה של גידולים רבים ואף לערער את אספקת המזון.
6. לאורך השנים יש ירידה באוכלוסיית דבורי הבומבוס בצפון אמריקה, באירופה ובאסיה: בין 2000 ל־2014 קטנה אוכלוסיית דבורי הבומבוס בצפון אמריקה ב־46 אחוזים מתקופת ההשוואה (1901 עד 1974), ובאירופה קטנה האוכלוסייה ב־17 אחוזים. הסיבות לירידה בגודל האוכלוסייה הן התפשטות גורמי מחלות, אובדן שטחי מחיה, שימוש בחומרי הדברה, שינוי בשיטות החקלאות ושינוי האקלים.
7. הצלבת נתונים של 550 אלף תצפיות של 66 מיני בומבוס שנאספו מתחילת המאה העשרים עם נתוני מזג אוויר היסטוריים מצאה קשר בין הירידה במספר הדבורים לשינוי האקלים - תנודות פרועות בטמפרטורות וגלי חום גרמו לפגיעה הקשה ביותר באוכלוסיית הדבורים.
8. דבורות בומבוס אינן מצליחות להעתיק את אוכלוסייתן צפונה - משנת 1974 הגבול הדרומי של תפוצת דבורי הבומבוס נדחק בכמה מהמקומות כ־300 קילומטר צפונה, ואילו קו הרוחב הצפוני של תפוצתן נותר זהה (התצפיות נוגעות לחצי הכדור הצפוני). ייתכן שהדבורים נשארות באזורים דרומיים יותר בגלל מיעוט שעות אור בחורף ומיעוט מזון, או משום שדבורי בר חיות ונעות בקבוצות קטנות יחסית, מה שמאט את קצב ההתרבות וההגירה צפונה.
9. עקב ההתחממות דבורי בר עוברים לאזורים גבוהים וקרים יותר, אבל במקומות הנמוכים מ־300 מטר מעל גובה פני הים יש פחות אינטראקציה בין לבין צמחים.

10. חוקרים נוטים לקבוע שלדבורי בר יש עמידות נמוכה יותר להתחממות הגלובלית בהשוואה לחיות אחרות מסיבות אבולוציוניות. הם מסתמכים על העובדה שמוצאם ההיסטורי של דבורי הבר הוא באקלים קר יותר בהשוואה למינים רבים אחרים שלא איבדו שטחי מחיה.

שאלות לפני ואחרי הסרטון – תשובות למורה:

1. שינויי האקלים משנים את הפנולוגיה של הצמחים ושל הפרחים. כאשר השלגים מפשירים מוקדם יותר, הפרחים פורחים מוקדם יותר. לא ברור אם גם הדבורים מקדימות את זמני הפעילות שלהן או שנוצר פער בין הפרחים למאביקים, מצב שלא טוב לשני הצדדים.
2. כדי לבדוק זאת אפשר להשוות בבדיקה שיטתית את תאריכי הפשרת השלגים לתאריכי הפריחה ולכמות הדבורים ופעילותן לאורך שנים רבות.
3. מטרת המחקר לבחון כיצד שינויי אקלים משפיעים על הפרחים ועל המאביקים שלהם.
4. החוקרים משערים ששינויי האקלים ישנו את הפנולוגיה של הצמחים ושל הדבורים.
5. אופן ביצוע המחקר - החוקרים בוחרים משבצות שטח (חלקות ניסוי) שבהן הם מסירים את שכבת השלג מוקדם יותר מהמועד הטבעי של הפשרת השלגים. כתוצאה מכך הם משנים את הפנולוגיה של הפרחים (הפרחים פורחים בחלקות הניסוי מוקדם יותר) אבל הם אינם מתערבים בפעילות הדבורים. כך נוצר פער בין הפנולוגיה של הפרחים לזו של הדבורים והחוקרים בודקים את ההשלכות של הפער הזה. החוקרים עוקבים אחר ההאבקה ואחר הפנולוגיה של הפרחים - הם סופרים את הפירות והזרעים של הפרחים שפרחו מוקדם יותר. ככל הנראה משווים את הממצאים לנתוני עבר ולנתוני חלקות ביקורת (לא מפורט בסרטון).
6. קבוצת הבקרה היא השטח הטבעי שבו לא הוסר השלג מוקדם יותר.
7. תוצאות שיתמכו בהשערת המחקר - שיהיו הבדלים בצמיחה ובפריחה בין השטח שהשלג הוסר בו מוקדם לשטח שבו לא הוסר השלג, וכתוצאה מכך הבדלים בפעילות הדבורים.
- תוצאות שלא יתמכו בהשערת המחקר - שלא יהיו הבדלים בין השטח שעבר התערבות לשטח הבקרה.
8. אפשר לשער שבעלי חיים נוספים המושפעים ממועדי הפריחה יושפעו כמו חרקים אחרים או ציפורים הניזונים מהפרחים, אולם אי אפשר להסיק זאת ממחקר זה.

סיכום - כיצד דבורי הבר מדגימות את הקשר בין משבר האקלים למגוון הביולוגי ולביטחון התזונתי ולבריאות

משבר האקלים פוגע ישירות בדבורים - הן מתות בגלל גלי חום ושינויים בטמפרטורה. משבר האקלים גורם גם לשינויים בפנולוגיה של הצמחים וכתוצאה מכך חלים שינויים בפנולוגיה של הדבורים. הדבורים מעתיקות את תחום תפוצתן צפונה ובמעלה ההר, אבל התנאים הסביבתיים שם קשים להן (פחות שעות אור ופחות מזון - חוסר האינטראקציות עם פרחים). השינויים בפנולוגיה של הצמחים והדבורים משנים את המגוון הביולוגי ומשפיעים על מינים נוספים התלויים בהם (כמו אוכלי חרקים, מינים התלויים בפירות ובזרעים של הצמחים). גם מזונו של האדם נפגע, משום שדבורי הבר כמו הבומבוס מאביקות אחוז ניכר מגידולי המזון שלנו. מחסור במאביקים יגרום לירידה בתפוקת המזון, מה שעלול לייקר את מחירי המזון ולהגדיל את חוסר הביטחון התזונתי. מחסור בפירות וירקות ובמזון בריא בכלל יגרום להשלכות בריאותיות.

מהלך השיעור הצעה 3 מכת הארבה - תשובות למורה:

1. הארבה הוא חרק, סוג של חגב שנוטה להתקבץ לנחילי ענק שעשויים לכלול מאות מיליוני חרקים ולעבור 150 קילומטר ביום. הארבה מתרבה במהירות רבה: הנקבה מטילה ביצים בקרקע. כעבור 15-40 יום מההטלה מגיח הזחל ובתוך כמה שבועות הופך לבוגר. הארבה הוא צמחוני והוא יכול לזלול מדי יום כמות מזון השווה למשקל גופו. החגב הוא בעל "דם קר" הוא זקוק לחום השמש כדי לצבור אנרגיה לתעופה.
2. בדרך כלל החגב הוא מין בודד, אבל בתנאים מסוימים הופך לארבה המתלהק ללהקות גדולות. ככל הנראה, הגורם הוא שינויים בתנאי האקלים. הגשמים יוצרים תנאים נוחים להתרבות - הנקבה מטילה ביצים בקרקע לחה השומרת על הביצים מפני התייבשות. נוסף על כך, הגשמים גורמים לריבוי צמחייה שהיא המזון לארבה ומקום המסתור שלו. עודף המזון גורם לנקבה להטיל הרבה יותר ביצים מבתנאים רגילים ולכן קצב הריבוי מהיר יותר.
3. במזרח אפריקה נרשמו בשנה הקודמת שמונה סופות ציקלון הרסניות, שיצרו את התנאים הטובים שדרושים להתרבות נחילי ארבה. הסופות נגרמו כתוצאה מהתחממות המים בצד של האוקיינוס ההודי שסמוך למזרח אפריקה, מה שהוביל להתאדות גדולה יותר וכתוצאה לאוויר לח יותר ולגשמים מרובים יותר. הצד האפריקני של האוקיינוס ההודי חם הרבה יותר מהצד האחר, שסמוך לאוסטרליה ולכן מקבל הרבה יותר גשם, לעומת אוסטרליה הסובלת מבצורת ושרפות ענק.
4. במכת הארבה של הופיעו הנחילים במזרח אפריקה - סומליה, אתיופיה וקניה וכן מזרחה משם בתימן, בעומאן ובדרום ערב הסעודית וכן באסיה - באיראן, הודו ופקיסטאן, כתוצאה מגשמים שירדו באזורים אלו. היה חשש שהארבה יתפשט גם לסין.
5. הפעולות לעצירת התפשטות הארבה - השיטה המסורתית להרחקת הארבה היא הקשה על כלי מתכת ושריקה קולנית, אולם שיטה זו כלל אינה יעילה במקרים של נחילי ענק. אז נדרשת פעילות הדברה בריסוסים מהאוויר או מהקרקע בידי מדבירים בעלי משאבות הדברה ידניות, בפרט בשלב ההתרבות של הארבה - הטלת הביצים על הקרקע והתפתחות הזחלים. אם החגבים עוזבים את שטחי ההתרבות, קשה יותר להרוג את כל הארבה. ההדברה יעילה בשעות הבוקר כאשר הארבה עדיין על הקרקע, לפני שמתפזר באוויר.
6. על פי רוב לרשויות במדינות המתפתחות אין הידע, הכלים (חומרי הדברה, מטוסים) והתקציבים להתמודד עם הבעיה, בפרט במדינות למודות מלחמות. בגלל החשש מהתפתחות משבר הומניטרי, פעמים רבות מתערבים גורמים בין-לאומיים כמו האו"ם.
7. יש קשר בין התפשטות הנחילים ומידת הנזק שלהם למאפיינים של המדינות באפריקה - על פי ההערכות, מכיוון שהנחילים מתחילים את מחזור חייהם במדינות מתפתחות, אשר מאופיינות בחוסר יציבות פוליטית וכלכלית, קשה להן לטפל ביעילות בשלבים המוקדמים של הופעת הארבה, וכתוצאה מכך מתפתחים הנחילים המתפשטים וגורמים לנזק נרחב.
8. הארבה גורם להרס יבול ומספוא ולהשמדת אלפי דונמים חקלאיים. הנחילים שבקניה מסוגלים לצרוך כמות מזון יומית זהה לזו שצורכים 85 מיליון בני אדם. כתוצאה מכך נוצר מחסור כבד במזון שמוביל לרעב ולפגיעה בחיות משק (שאין להן מה לאכול). פגיעת הארבה מעצימה את המצב הקשה שכבר שרר במדינות האפריקניות עקב בצורות שפקדו את האזור.
9. הטיפול בארבה יקר מאוד ונזק סביבתי רב נגרם כתוצאה מפיזור חומרי הדברה.
10. הארבה הוא דוגמה כיצד שינויים באקלים (התחממות האוקיינוס ההודי > סופות ציקלון > גשמים במזרח אפריקה) השפיעו על אורחות חייו של מין ביולוגי (התרבות בקרקע לחה, יותר צמחייה המשמשת מזון ומסתור, שינוי כמויות הטלה, התקבצות לנחילי ענק ונדירה), וכיצד אורחות חייו (התקבצות לנחילים נודדים) השפיעה על יבול חקלאי באפריקה (השמדת היבולים), וכתוצאה מכך פגעו בביטחון התזונתי של תושבי אפריקה. הפגיעה בביטחון התזונתי גורמת לתת-תזונה ולרעב, ואלו מגבירים את הסכנות למחלות.

דיון סיכום

1. ההדברה בעלת השלכות סביבתיות רבות, חוץ מהעלות הגבוהה שלה, חומרי ההדברה פוגעים גם ביצורים אחרים שאינם ארבה, ועלולים לפגוע בקרקע ובמקורות מים; לפגוע ביבול חקלאי שלא ניזק מהארבה ולפגוע ישירות בבני אדם. עם זה, ההדברה היא כנראה הפתרון היעיל ביותר נגד מכת הארבה שאם לא תיעצר תגרום למזק גדול בהרבה.

2. התלמידים יכולים להציע רעיונות יצירתיים לפתרונות כמו לכידת הארבה ברשתות ענק וניצולם למזון או כחומר אורגני לדישון.

3. הצעות לשיפור המצב: גיוס תרומות למען אפריקה ומלחמתה בארבה, פנייה לממשלת ישראל להציע פעילות הומניטרית לעזרת הרעבים באפריקה וכמובן פעילויות אישיות או ממשלתיות למיתון פליטות גזי החממה ופתרון משבר האקלים.

פעילות סיכום הצעה 2 שאלות הערכה לסיכום היחידה - תשובות למורה:

1. דוגמאות לתלות האדם תלוי במערכות האקולוגיות לקיומו: אספקת חמצן לנשימה, מזון, חומרי גלם לתרופות ולתעשייה.

2. המגוון הביולוגי הוא מגוון של מינים, של יחידות נוף (בתי גידול) ושל שונות גנטית בין המינים.

3. המגוון הביולוגי בישראל עשיר מכיוון שאנחנו גשר בין שלוש יבשות ובשל מגוון יחידות הנוף ובתי הגידול בארץ.

4. דוגמאות של השפעת האדם על המגוון הביולוגי שמובילות בהמשך לפגיעה חזרה באדם.

- בהוואי הכניס האדם מינים פולשים (חולדות) וגרם לפגיעה בחקלאות (קנה סוכר) ובתזונה.
- בסין הדברת הדרורים גרמה להתפשטות הארבה, הארבה גרם לפגיעה בגידולי האורז ופגיעה זו הובילה לרעב ולתמותה.
- בישראל הרעלת תנים (נגד כלבת) גרמה להרעלות של טורפים. היעלמות הטורפים גרמה לעלייה בכמות הנחשים ולעלייה במספר ההכשות של בני האדם.

5. ההכחדה השישית היא הכחדה של מינים המתרחשת בימינו בקצב מהיר בגלל הפעילות האנושית: ניצול יתר של משאבי קרקע ומים, פגיעה ישירה בבעלי חיים (ציד והרעלות), זיהום והשתלטות מינים פולשים. ההכחדה הזאת מתרחשת במהירות גבוהה, והמינים שבסכנה אינם יכולים להגיב לה תגובה אבולוציונית. כלומר, קצב הריבוי הטבעי שלהם נמוך מקצב הכחדתם. הכחדה זו משפיעה על המערכות הטבעיות ומאיימת על האדם משום שהאדם תלוי במערכות האקולוגיות לקיומו (למשל, האבקה חיונית לגידול תוצרת חקלאית ובהיעדרה צפוי מחסור במזון) ופגיעה במערכות האלו תביא לפגיעה באדם.

6. דוגמאות של השפעת שינויי אקלים על עולם הטבע:

- השפעת שינויי הטמפרטורה על הרגלי תפוצה של מינים (למשל נדידה צפונה או במעלה ההר).
- השפעת מחסור במשקעים על תמותת עצים.
- עליית טמפרטורת המים באוקיינוסים - היעלמות מינים רגישים כקיפודי ים והתבססות מינים פולשים.
- החמצת האוקיינוסים - הלבנת שוניות אלמוגים (תמותה).

7. דוגמאות לפחות של השפעת משבר האקלים על בריאות האדם

- השפעות של מזג אוויר קיצוני - למשל עלייה במחלות כתוצאה מגלי חום, עלייה במחלות בעקבות שיטפונות הגורמים לזיהום מי שתייה ומקורות מזון, השפעות על בריאות נפשית - אנשים שחווים אסונות טבע נוטים לפתח חרדות ודיכאון.
- השפעות של עליית הטמפרטורה על האוויר - שרפות ענק משחררות מזהמים מסוכנים רבים מאוד לאוויר. הטמפרטורה הגבוהה גורמת להחרפה של זיהום אוויר אשר פוגע

בבריאות האדם, עונת הפריחה מתארכת ולכן יש אבקנים באוויר - מה שגורם ליותר אלרגיות ואסטמה.

- עליית הטמפרטורה משפיעה על התפוצה של מעבירי מחלות כמו יתושים, חולדות וקרציות. עליית הטמפרטורה מובילה לקצב התרבות גבוה יותר, להתפשטות לאזורים נרחבים יותר ולהדבקת אנשים במשך זמן ארוך יותר בשנה.

8. השפעות ישירות של משבר האקלים על בריאות האדם נגרמות בדרך כלל כתוצאה מפגיעה ממזג אוויר קיצוני - למשל גלי חום, שיטפונות, שרפות ענק וכו'. שיטפונות יכולים להוביל לזיהום מי שתייה ומקורות מזון, מי השיטפונות יכולים להביא איתם מזהמים כימיים, חיידקים ונגיפים שגורמים למחלות. יתר על כן, אירועי קיצון כמו שיטפונות יכולים למנוע מאנשים לגשת לטיפול רפואי. יש גם השפעות של אירועים כאלו על הבריאות הנפשית - אנשים שחווים אסונות טבע יותר נוטים לסבול מחרדות ומדיכאון.

השפעות עקיפות של משבר האקלים על בריאות האדם כוללות השפעה על מחוללי מחלות כמו יתושים (ניתן להזכיר מחלות זואונוטיות). בעקבות ההתחממות יש עלייה בתפוצה וגם במספר מחוללי המחלות. השפעות עקיפות נוספות כוללות השפעה על גידולי מזון (אין די גידולים להבטיח לכולם ביטחון תזונתי, או עקב שינויי אקלים גדל מספר המזיקים לגידולים כמו מכות ארבה, או הנזק שנגרם למאביקים חיוניים כמו דבורים) או על מקורות מים (ירידה במקורות מים זמינים עקב ירידה במשקעים או זיהום מקורות מים משיטפונות או גורמים אחרים).

9. ההבדל בין מיתון (מיטיגציה) להסתגלות (אדפטציה):

מיתון (מיטיגציה): פעילות שמטרתה למנוע, להפחית או לדחות שינויי אקלים בעיקר בהפחתה של פליטות גזי חממה לאטמוספירה. לדוגמה:

- התייעלות בשימוש אנרגיה (בנייה ירוקה, חיסכון בחשמל, חיסכון במים וכו'...);
- אנרגיה חלופית או ירוקה (אנרגיית רוח, אנרגיה סולרית, אנרגיה גרעינית, אנרגיה גיאותרמית וכו'...);
- שינוי דפוסי התנהגות (טיסות, צריכת בשר, תחבורה ציבורית וכו'...);
- שינוי מדיניות כלכלי (מיסוי על דלקי מאובנים, סבסוד של אנרגיה חלופית, מימון מחקרים בתחום אנרגיה ירוקה);
- שינוי מדעי־טכנולוגי (הנדסת אקלים - נטיעת עצים, הטמנת פחמן וכו'...);
- מיסוי ירוק (מיסים על כלי רכב או על תעשיות פולטות גזי חממה).

הסתגלות (אדפטציה): תגובה לשינויי אקלים שכבר בלתי נמנעים בגלל פליטות גזי חממה בעבר. לדוגמה: פיתוח זני צמחים עמידים יותר לטמפרטורה; פתרונות למשברי מזון, מים ובריאות; הגנה מפני עליית מפלס פני הים; הכנה למקרי בצורת או הצפה.

10. ביטחון תזונתי הוא יכולתו של אדם לספק לו ולמשפחתו מזון בריא ומזין, הכולל את כל אבות המזון, בכמות ובאיכות מתאימים ומספיקים, באורח סדיר ובדרכים מקובלות חברתית. הגורמים לחוסר ביטחון תזונתי הם בראש ובראשונה הגורם הכלכלי (במדינות שבהן אין צמיחה כלכלית, יש שיעור אבטלה גבוה וירידה בשכר, אנשים מתקשים לקבל גישה למזון בריא), גם מצבים של מלחמות, ומשבר אקלים משפיעים על חוסר ביטחון תזונתי.

11. רעב הוא מצב של תת־תזונה כרוני. נמדד לפי אחוז האנשים הסובלים מתת־תזונה מתוך כלל האוכלוסייה, שכיחות ילדים מתחת לגיל חמש הסובלים מתת־משקל ואחוז תמותת הילדים מתחת לגיל חמש. השמנת יתר מתפתחת כשאין איזון בין כמות האנרגיה הנכנסת לגוף באכילה לבין הוצאת האנרגיה בפעילות גופנית. השמנת יתר היא השמנה חריגה וחולנית הנובעת מאכילת יתר ומפעילות גופנית מועטה. לעיתים ההשמנה נובעת מאכילה של מזון מעובד ולא טרי או מזון לא מאוזן בהרכבו.

הקשר בין השמנת יתר לרעב:

א. מזון טרי ואיכותי עולה יותר כסף ונגיש פחות בהשוואה לאוכל תעשייתי מעובד שיש בו ריכוז גבוה של שומן וסוכר.

ב. הלחץ מחוסר הוודאות בגישה למזון ובמזון מוגבל מוביל להשלכות פיזיולוגיות שמעודדות השמנת יתר.

ג. תת־תזונה לילדים מעלה את הסיכון להשמנת יתר בהמשך חייהם.

12. השפעת פעולות אדפטציה ופעולות מיטיגציה על מצב של חוסר ביטחון תזונתי:

פעולות אדפטציה - צמצום פליטות גזי חממה, שינוי אקלים באמצעות הנדסת אקלים (ספיחת פחמן, הורדת משקעים)

פעולות מיטיגציה - שתילת מינים עמידים יותר לשינויי האקלים, סבסוד מוצרי מזון בריאים, שינויים בהרגלי תזונה ומעבר לתזונה ים תיכונית.

13. הארבה הוא דוגמה כיצד שינויים באקלים (התחממות האוקיינוס ההודי < סופות ציקלון > גשמים במזרח אפריקה) השפיעו על אורחות חיו של מין ביולוגי (התרבות בקרקע לחה, יותר צמחייה המשמשת מזון ומסתור, שינוי כמויות הטלה, התקבצות לנחילי ענק ונדידה), וכיצד אורחות חיו (התקבצות לנחילים נודדים) השפיעה על יכולת חקלאי באפריקה (השמדת היבולים), וכתוצאה מכך פגעו בביטחון התזונתי של תושבי אפריקה. הפגיעה בביטחון התזונתי גורמת לתת־תזונה ולרעב, ואלו מגבירים את הסכנות למחלות.

משבר האקלים פוגע ישירות בדבורים - הן מתות בגלל גלי חום ושינויים בטמפרטורה. משבר האקלים גורם גם לשינויים בפנולוגיה של הצמחים וכתוצאה מכך חלים שינויים בפנולוגיה של הדבורים. הדבורים מעתיקות את תחום תפוצתן צפונה ובמעלה ההר, אבל התנאים הסביבתיים שם קשים להן (פחות שעות אור ופחות מזון - חוסר האינטראקציות עם פרחים). השינויים בפנולוגיה של הצמחים והדבורים משנים את המגוון הביולוגי ומשפיעים על מינים נוספים התלויים בהם (כמו אוכלי חרקים, מינים התלויים בפירות ובזרעים של הצמחים). גם מזונו של האדם נפגע, משום שדבורי הבר כמו הבומבוס מאביקות אחוז ניכר מגידולי המזון שלנו. מחסור במאביקים יגרום לירידה בתפוקת המזון, מה שעלול לייקר את מחירי המזון ולהגדיל את חוסר הביטחון התזונתי. מחסור בפירות וירקות ובמזון בריא בכלל יגרום להשלכות בריאותיות.