



הטכניון
מכון טכנולוגי
לישראל

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף א' מדעים,
הפיקוח על מדעי המציבה



בידינו
מרכז המורים הארצי
לחינוך סביבתי ולקיימות

המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש פרופ' עמוס דה-שליט



יחידת הוראה

השפעת שינוי האקלים על הטבע ועל החברה

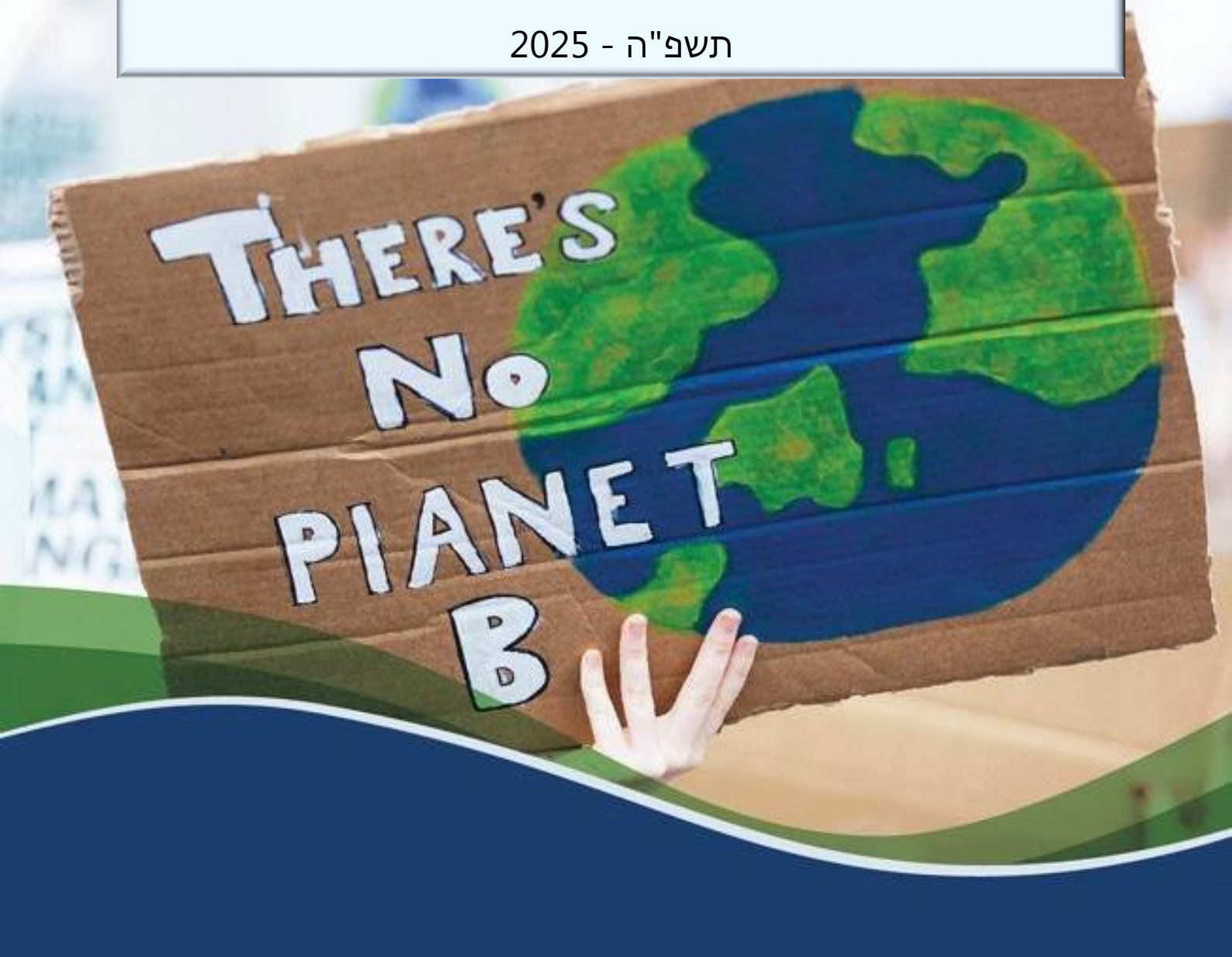
עבור מורים לתלמידי תיכון

מהדורה מותאמת לחינוך החרדי.

הותאם ופותח על ידי

ד"ר דבורה סמט רוטשילד - גב' רות אלמליח

תשפ"ה - 2025





שינוי האקלים, המגוון הביולוגי, מזון ובריאות

יחידה 5 – שינוי האקלים, המגוון הביולוגי, מזון ובריאות

ידע למורה

ביחידה שלישית עסקנו בהשפעה הישירה של שינוי האקלים על בריאות האדם, ביחידה רביעית עסקנו בהשפעת שינוי האקלים על האדם דרך בעיות הקשורות למזון (רעב, תת־תזונה והשמנת יתר) ולמחסור במים. בפתיחת יחידה זו יבינו התלמידים את הקשר בין השפעת שינוי האקלים על המערכות האקולוגיות ועל המגוון הביולוגי ודרךן את ההשפעה של שינוי האקלים על האדם. במהלך היחידה יכירו התלמידים אחד מתוך שני חקרי מקרה המציגים את כלל הקשרים בין שינוי 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.

מיומנויות בשיעור: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות, הערכה ותכנון מחקר. התנהלות חברתית - עבודת צוות.

פתיחה ליחידה:

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

מיומנויות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות.

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 היעדרות הטורפיים.
7. שרפות ענק פוגעות בבריאות האדם.
8. רק ל־71% מהאוכלוסייה בעולם יש גישה למי שתייה.

תשובות למורה:

1. שינוי אקלים משפיע על המגוון הביולוגי - בגלל ההתחממות הציפורים נודדות למקומות קרים יותר.
2. שינוי 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 שינוי האקלים) גורמת לרעב ולתת־תזונה.

6. היערות הטורפיים סובלים מאירועי קיצון בעקבות שינוי האקלים (סופות ושרפות) שבהם נפגעת הצמחייה וכתוצאה מכך נפגעים בעלי החיים, הציפורים והחרקים שתלויים בה למזון ולמחסה.
7. שינוי האקלים גורם לעלייה בטמפרטורות וליובש הצמחייה ולכן יש עלייה בכמות השרפות ובהיקפן והן כמויות גדולות של מזהמים מסוכנים לאוויר.
8. שינוי האקלים גורם להתייבשות מקורות מים ולמחסור במי שתייה זמינים במקומות רבים, בעיקר באפריקה.

מהלך היחידה:

הצעה 1: הקשר בין שינויי אקלים למגוון הביולוגי למזון ובריאות

חלק א: מזכיר לתלמידים שביחידה הראשונה של פרק זה, דיברנו על התלות של האדם במגוון הביולוגי. נחלק את התלמידים לשתי קבוצות. קבוצה אחת תביא דוגמאות הקושרות 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. כדי להקל על סיכום הדברים, נציג לתלמידים טבלה שבה הדוגמאות מופיעות בעמודה השנייה, והם יכתבו רק את השפעות שינוי האקלים.

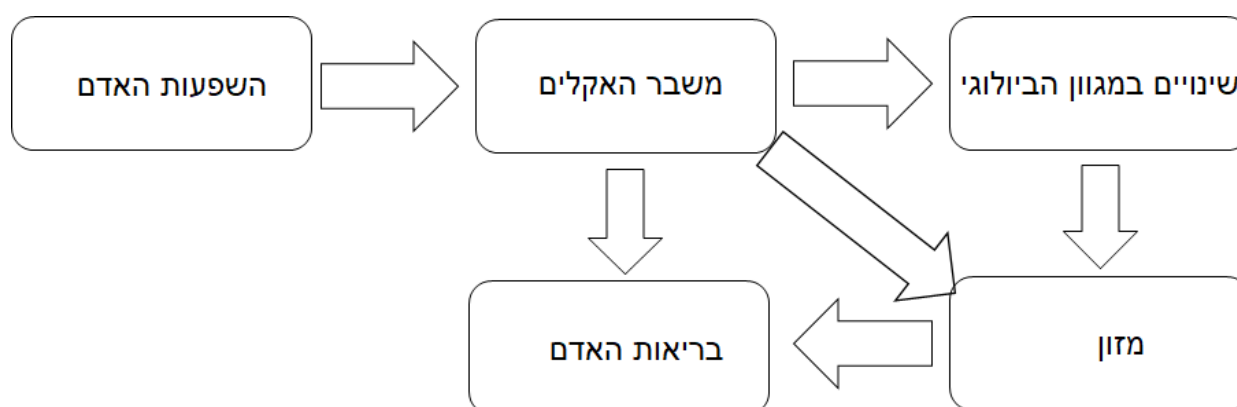
בסיום העבודה בקבוצות, תציג כל קבוצה דוגמאות נבחרות לקבוצה האחרת.

דוגמה	השפעת שינוי 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. (פנולוגיה הוא המדע העוסק בחקר התופעות המחזוריות בטבע. התחום כולל את מעגל החיים של היצורים, נדידה, ועוד; וכן עולם הצומח, הנביטה, הלבול והפריחה ועוד; תוך התייחסות לגורמים בסביבתם החיצונית).
המגוון הביולוגי מספק שירותי ויסות ובקרה לחקלאות: למשל מניעת סחף של קרקעות	המגוון הביולוגי מספק שירותי ויסות ובקרה לחקלאות: שירותי הדברת מזיקים ומניעת מחלות	שיטפונות עלולים לגרום להגברת סחיפת 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.		
עליית טמפרטורות עלולה להביא לשינויים בתפוצת בעלי החיים המשמשים כמדבירים ביולוגיים.	המגוון הביולוגי מספק שירותי הדברת מזיקים ומניעת מחלות.	

חלק ב: ניזכר בתרשים שציירו התלמידים בסיכום יחידה 2 בפרק זה, המקשר בין השפעת האדם לשינוי 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 (שינוי האקלים משפיע ישירות על הבריאות לא רק דרך מזון).



פעילות זו יכולה לשמש להערכה חלופית.

מיומנויות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות. התנהלות חברתית - עבודת צוות.

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.

להלן שני מקורות מידע שמהם ילמדו התלמידים: קטע קריאה (כלכליסט), קטע קריאה (זווית)

על פי הכתבות המצורפות בנספח 1, כתבו עשרה פרטי מידע על דבורת הבומבוס (כתבו בשניים-שלושה משפטים מתוך פרטי המידע: מי היא הדבורה, מה חשיבותה הסביבתית ומדוע שינוי האקלים מאיים עליה?).

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 להאבקת 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 ושינויי 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 לשינויי 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.

נרצה לספר לכם על מחקר שנעשה בהרי הרוקי שבארצות הברית, במטרה לבחון כיצד שינויי אקלים משפיעים על הפרחים ועל המאביקים שלהם (הדבורים):

החוקרים שיערו ששינויי האקלים ישנו את הפנולוגיה של הצמחים ושל הדבורים.

אופן ביצוע המחקר - החוקרים בחרו משבצות שטח (חלקות ניסוי) שבהן הם הסירו את שכבת השלג מוקדם יותר מהמועד הטבעי של הפשרת השלגים. כתוצאה מכך הם שינו את הפנולוגיה של הפרחים (הפרחים פורחים בחלקות הניסוי מוקדם יותר) אבל לא התערבו בפעילות הדבורים. כך נוצר פער בין הפנולוגיה של הפרחים לזו של הדבורים, החוקרים בודקו את ההשלכות של הפער הזה. החוקרים עוקבו אחר ההאבקה ואחר הפנולוגיה של הפרחים - הם סופרו את הפירות והזרעים של הפרחים שפרחו מוקדם יותר. והשוו את הממצעים לנתוני עבר ולנתוני חלקות ביקורת.

קבוצת הבקרה בניסוי הייתה השטח הטבעי שבו לא הוסר השלג מוקדם יותר.

ממצאי הניסוי גילו ששינויי 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.

החוקרים משערים שבעלי חיים נוספים המושפעים ממועדי הפריחה יושפעו כמו חרקים אחרים או ציפורים הניזונים מהפרחים, אולם אי אפשר להסיק זאת ממחקר זה.

לסיכום נדון במליאה:

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

שינוי האקלים פוגע ישירות בדבורים - הן מתות בגלל גלי חום ושינויים בטמפרטורה. שינוי 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.

מיומנויות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות, הערכה ותכנון מחקר.

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 שני מקורות מידע לתלמידים: קטע קריאה (כלכליסט – נספח 2), קטע קריאה (מכון דוידסון – נספח 2). אפשר לבקש מהם לקרוא את שני קטעי הקריאה או להתאים את מקור המידע לרמת התלמידים.

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 שינוי האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות?

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.

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.

3. במכת הארבה של שנת 2020 הופיעו הנחילים במזרח אפריקה - סומליה, אתיופיה וקניה וכן מזרח ממש בתימן, בעומאן ובדרום ערב הסעודית וכן באסיה - באיראן, הודו ופקיסטאן, כתוצאה מגשמים שירדו באזורים אלו. היה חשש שהארבה יתפשט גם לסין.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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 (שאינן להן מה לאכול). פגיעת הארבה מעצימה את המצב הקשה שכבר שרר במדינות האפריקניות עקב בצורות שפקדו את האזור. הטיפול בארבה יקר מאוד ונזק סביבתי רב נגרם כתוצאה מפיזור חומרי הדברה. 8. הארבה הוא דוגמה כיצד שינויים באקלים (התחממות האוקיינוס ההודי < סופות ציקלון > גשמים במזרח אפריקה) השפיעו על אורחות חיינו של מין ביולוגי (התרבות בקרקע לחה, יותר צמחייה המשמשת מזון ומסתור, שינוי כמויות הטלה, התקבצות לנחילי ענק ונדידה), וכיצד אורחות חיינו (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.

לאחר שהתלמידים יענו על השאלות נבקש מהם לדון בשאלות האלה:

- מהם היתרונות והחסרונות של השימוש בהדברה?

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 ניזוק מהארבה ולפגוע ישירות בבני אדם. עם זאת, ההדברה היא כנראה הפתרון היעיל ביותר נגד מכת הארבה שאם לא תיעצר תגרום לנזק גדול בהרבה.

- האם פתרון ההדברה הוא הפתרון היחיד לבעיה?

התלמידים יכולים להציע רעיונות יצירתיים כמו לכידת הארבה ברשתות ענק וניצולם למזון או כחומר אורגני לדישון.

- הציעו הצעות: מה אפשר לעשות כדי לשפר את המצב?

למשל: גיוס תרומות למען אפריקה ומלחמתה בארבה, להציע פעילות הומניטרית לעזרת הרעבים באפריקה וכמובן פעילויות אישיות או ממשלתיות למיתון פליטות גזי החממה ופתרון לשינוי האקלים.

כל אחת מההצעות למהלך יכולות לשמש להערכה חלופית.

מיומנויות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות

סיכום:

הצעה 1: הצגה יצירתית

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

הצעה 2: שאלות הערכה לסיכום היחידה

אפשר לבחור שאלות מהמאגר שלהלן למבחן. מוצע ניקוד לכל שאלה. מיומנויות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות.

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. הציגו שלוש דוגמאות של השפעת שינויי אקלים על עולם הטבע. הסבירו בכל דוגמה כיצד שינויי האקלים משפיע על הטבע. (6 נקודות)
6. ציינו שתי דוגמאות לפחות של השפעת שינויי האקלים על בריאות האדם (8 נקודות).
7. 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)
8. על פי הנלמד ביחידות קודמות, מה ההבדל בין מיתון (מיטיגציה) להסתגלות (אדפטציה)? תנו שלוש דוגמאות לכל אסטרטגיה. (10 נק')
9. מהו ביטחון תזונתי ומהם הגורמים לחוסר ביטחון תזונתי? (5 נקודות)
10. מהו רעב, מהי השמנת יתר ומהו הקשר ביניהם? (10 נקודות)
11. אילו פעולות אדפטציה ואילו פעולות מיטיגציה יכולות להשפיע על מצב של חוסר ביטחון תזונתי? תנו שתי דוגמאות לפחות לכל אסטרטגיה. (10 נקודות)
12. כיצד הארבה או היעלמות הדבורים מדגימים את הקשר בין שינויי האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות? (10 נקודות)

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 הדוררים 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. 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 כקיפודים והתבססות מינים פולשים.
- החמצת האוקיינוסים - הלבנת שוניות אלמוגים (תמותה).

6. דוגמאות לפחות של השפעת שינוי 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.

7. השפעות ישירות של שינוי 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 שינוי האקלים על בריאות האדם כוללות השפעה על מחוללי מחלות כמו יתושים (ניתן להזכיר מחלות זואוונטיות). 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).

8. 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.

9. 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, ושינויי אקלים משפיעים על חוסר ביטחון תזונתי.

10. 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.

11. 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.

12. 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 ונדידה), וכיצד אורחות חייו (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.

שינוי האקלים פוגע ישירות בדבורים - הן מתות בגלל גלי חום ושינויים בטמפרטורה. שינויי 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.

נספח 1: קטע קריאה 1 – דבורים

להלן שני מקורות מידע לבחירתכם: [מחקר](#) (כלכליסט), [קטע קריאה](#) (זווית). היעזרו בהם וכתבו עשרה פרטי מידע על דבורת הבומבוס (למשל: מי היא הדבורה, מה חשיבותה הסביבתית ומדוע שינוי 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 מצטרפים עתה גם שינויי 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 מידי 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 עוברות 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 משום שצמחים רבים מותאמים להאבקה באמצעות דבורי הבר. חוקרים נוטים לקבוע שלדבורי בר יש עמידות נמוכה יותר להתחממות הגלובאלית בהשוואה לחיות אחרות. הם מסתמכים על העובדה שמוצאם 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 וזה משפיע על היבול החקלאי. "באחד המחקרים בחנו התנהגות של מושבות דבורים בשדות של עצי פרי כגון תפוחים, אגסים ושיזיפים 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 יוזמות לאומיות כמו יוזמה 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 יבולי 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 יום 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.

נספח 2: 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, בלבליסט

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 ולאינדונזיה, 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 מטיילים 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 שינוי האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות?

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 ובקרן 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.

באז"ם 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 האו"ם 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 שמלחלחים 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 מיידי, 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 יַנְס 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 יממנו את הוצאות המחיה הבסיסיות.

"מעולם לא ראיתי כמות גדולה כל כך של ארבה", אמר סגן מנהל משרד החקלאות במחוז קיטו 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, קִיפְקוּאֶ' טִייל סיפר 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 לציוד 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, הנודדים 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 שינוי האקלים למגוון הביולוגי, לביטחון התזונתי ולבריאות?