



הטכניון
מכון טכנולוגי
לישראל

משרד החינוך
המחלקה 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

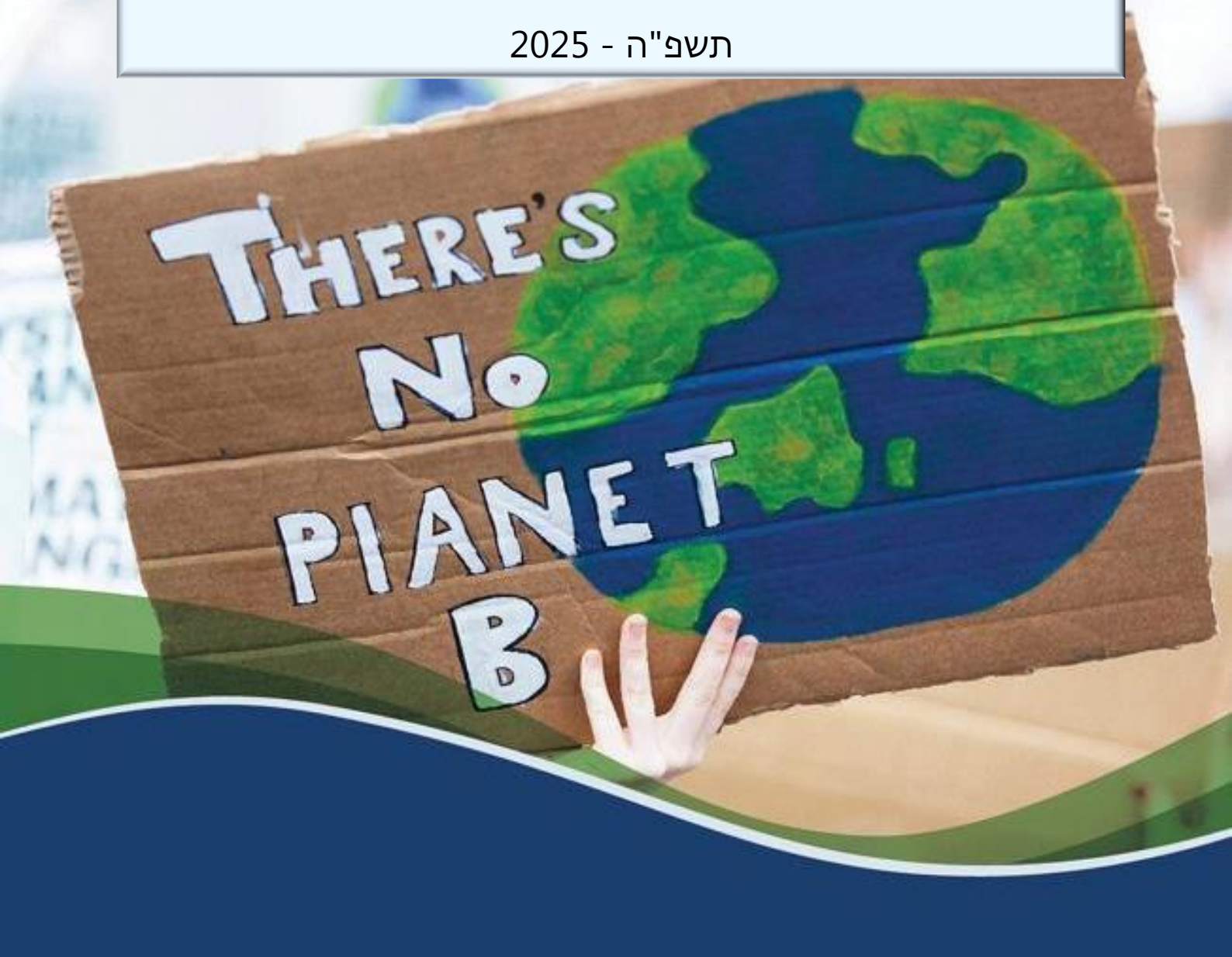
עבור מורים לתלמידי תיכון

מהדורה מותאמת לחינוך החרדי.

הותאם ופותח על ידי

ד"ר דבורה סמט רוטשילד - גב' רות אלמליח

תשפ"ה - 2025





שינוי האקלים ובריאות האדם

יחידה 3 – שינוי האקלים ובריאות האדם

ידע למורה:

לשינוי האקלים השפעות רבות על בריאות האדם. אלו כוללות השפעות ישירות ועקיפות. דוגמאות להשפעות 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 שינוי האקלים ובצורך להיערך מראש לקראת משבר בריאותי.

מושגים: מחלות זואוונטיות, וקטור מחלה.

מיומנויות בשיעור: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות, התנהלות חברתית - עבודת צוות, חשיבה יצירתית - יישום.

פתיחה ליחידה:

על הקשר בין שינוי האקלים להתפשטות מחלות ומגפות

המורה יסביר לתלמידים את ההבדלים בין השפעות ישירות של שינוי האקלים על בריאות האדם, שבדרך כלל מתרחשות בעקבות אירועי מזג אוויר קיצוני; לבין השפעות עקיפות שנובעות משינויים סביבתיים ואקולוגיים, טראומה, זיהומים, השפעות תזונתיות ופסיכולוגיות.

המורה ידגיש את הנקודות הבאות:

השפעות ישירות של שינוי האקלים על בריאות האדם נגרמות בדרך כלל מפגיעה ממזג אוויר קיצוני - למשל גלי חום, שיטפונות, שריפות 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.

השפעות עקיפות מתווכות, כאמור, דרך שינוי במערכות אקולוגיות, למשל:

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

ההתחממות הגלובלית משפיעה גם 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 שינוי האקלים על בריאות האדם הם ילדים, מבוגרים, נכים, אנשים בעלי מחלות רקע או מערכת חיסון מוחלשת ואנשים עניים.

רעיונות להתמודדות עם אירועים קיצוניים:

כדי להתמודד עם חום קיצוני: נטיעת 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).

כדי להתמודד עם אירועי מזג אוויר קיצוני: זיהוי קבוצות הסיכון ושמירה עליהן, שדרוג תשתיות כמו כבישים ומערכות ביוב, וחינוך אנשים כיצד לשמור על עצמם בזמן אירועי קיצון ולאחריהם.

כדי להתמודד עם בעיות איכות אוויר: הקמת מערכות התראה שמודיעות על הרעה באיכות האוויר. וחינוך אנשים להימנע מפעילות גופנית בחוץ כאשר רמות זיהום האוויר גבוהות.

גוף היחידה:

במהלך היחידה נדון במחלות זואוונטיות והתלות שלהן בשינוי האקלים

שינויי אקלים צפויים להשפיע על בריאות האדם באופנים רבים, ובפרט להאיץ התפשטות מחלות זואוונטיות, השפעה שצפויה להתגבר בשנים הקרובות. מחלה זואוונטית (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 זואוונטיים. יתר על כן, מרבית המחלות הזיהומיות שהגיחו לאחרונה כמו SARS, HIV-AIDS, שפעת העופות, 19-CoVID, סלמונלה, אבולה ועוד - מקורן בבעלי חיים. מחלות אלו הולכות וגוברות עם הזמן בעקבות פעילות האדם - הרס בתי גידול, ציד וסחר בבעלי חיים וגם שינוי האקלים.

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

מיומנויות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות.
הנחיות פעילות לתלמידים בנספח המצורף.

נספח 1: 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 ביולוגים - 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, 19-CoVID, 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 נגרמת מקרבה או ממגע ישיר עם בעל חיים (איידיס - 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. עליה 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, שינוי 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 זואוונטיות 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 יריחו) המועברת על ידי זבוב החול שקצב הפעילות והעקיצה שלו מתגבר עם עליית הטמפרטורה. לפי נתוני משרד הבריאות, כ־18 אלף ישראלים מאושפדים 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 זואוונטית.

*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 לנספח 1:

מקור 1:

ד"ר מירי צלוק

50 גוונים של בריאות

ככל שיש יותר בעלי חיים סביבנו, כך אנחנו מוגנים מפני מחלות. עכשיו ספרו את זה לציפורים, לחיות המשק, לדובי הפנדה ולשאר היצורים שמספרם קטן כל הזמן

למרות המצאת האנטיביוטיקה כבר לפני יותר ממאה שנים, השכיחות והחומרה של מחלות מידבקות בימינו הולכת וגדלה, ומחלות כמו מלריה ושחפת מתפשטות בעולם והורגות מיליוני אנשים בכל שנה. גם בישראל חלה עלייה בהידבקות במחלות זיהומיות כגון לישמאניה עורית (שושנת יריחו) ודלקות מעיים נגיפיות.

כאילו בלי קשר, אנו חולקים את כדור הארץ עם עוד כעשרה מיליון מינים שונים של צמחים ובעלי חיים. עושר זה של צורות חיים שונות מכונה מגוון ביולוגי. מלבד הידיעה מעוררת ההשראה שאנו חיים בעולם שבו קיימים דוב פנדה, נמר ונשר, המגוון הביולוגי מעניק לנו מה שנקרא שירותי מערכת אקולוגית, החיוניים להישרדותנו.



מגוון ביולוגי הוא השם הכולל של מיליוני מיני הצמחים ובעלי החיים שאיתם אנחנו חולקים את כדור הארץ. צילום: The Open University, Martin Sharman, Flickr
 שירותי המערכת כוללים שירותי אספקה, ויסות ותרבות. שירותי האספקה הם תוצרים חומריים שנלקחים ממערכות אקולוגיות ונצרכים על ידי האדם כמו מזון, מים, חומרי בנייה ועצים להסקה. שירותי ויסות הם תהליכים במערכת האקולוגית שתורמים לוויסות תנאי הסביבה וכאן מדובר על בקרת אקלים, מניעת שיטפונות, מניעת סחף קרקע, האבקה, הדברת מזיקים ומחלות ועוד. כשמדברים על שירותי תרבות מתכוונים לרכיבים ולתהליכים במערכת האקולוגית שמעשירים את חיי בני האדם בדרכים לא חומריות – למשל נופש ותיירות (תועלות פיזיות), חינוך ומחקר מדעי (תועלות אינטלקטואליות) ואמנות ודת (תועלות סמליות).

אלא שבעשורים האחרונים האדם גורם להכחדה מואצת של מינים בגלל פיתוח, הרס בתי גידול, זיהום ושינויי אקלים, והתוצאה היא הידלדלות מהירה של המגוון הביולוגי. האם יש קשר בין התפשטות המחלות המידבקות ובין הידלדלותו של המגוון הביולוגי בעולם? קבוצת חוקרים מאוניברסיטת טמפה שבפלורידה הוכיחה באחרונה שבהחלט כן.

יותר בעלי חיים – פחות נזק לאדם
 צוות החוקרים בראשותו של דיוויד סיביטלו (David J. Civitello) שפרסמו את [תוצאות](#) [מחקרם](#) השנה בעיתון המדעי המוביל, PNAS, הגיע למסקנה שלפגיעה במגוון המינים יכולה להיות השפעה חמורה על בריאותנו.

הם סקרו יותר ממאתיים מחקרים וגילו שככל שהמגוון הביולוגי במערכת אקולוגית הוא גבוה יותר, כך קטנה שם שכיחות טפילים גורמי מחלות – חיידקים, נגיפים, תולעים, פטריות ומרעין בישין אחרים. מחקר זה מוכיח את ההשערה של אפקט הדילול (dilution effect) שלפיה עושר מינים גדול מקטין את הסיכון להידבקות במחלות.

כיצד זה עובד? טפילים יכולים לפגוע במאכסנים שונים. למשל, טפיל הפלסמודיום גורם למחלת המלריה באדם אך גם אצל קופים, בקר, סנאים ועטלפים. ככל שיש יותר מינים מאכסנים, הסיכוי שהטפיל ידביק את האדם הולכת וקטנה, ולו רק מכיוון שהשכיחות של אנשים מסך שאר המינים נעשית קטנה יחסית.

ברחבי אפריקה למשל, שבטים עתיקים נהגו למקם בקר סביב בתי המגורים כדי שהיתושים יגיעו לחיות ולא לאנשים וכך ירד הסיכוי להידבק במלריה.

מחלות חובקות עולם
אלא שמחלות זיהומיות הן לא רק נחלת העולם השלישי. לפי נתוני משרד הבריאות, כ-18 אלף ישראלים מאושפזים בכל שנה בגלל הידבקות במחלות כאלה. גם בארצות הברית יש עשרות אלפי מקרים של מחלות זיהומיות, בהן מחלת ליימ וקדחת הנילוס המערבי, המועברות לאדם מבעלי חיים (זואונוטיות) וממשיכות להתפשט.

בכל שנה חולים כ-200 מיליון בני אדם במלריה ויותר מחצי מיליון מתים מהמחלה, בעיקר באפריקה. מגוון מינים גדול יותר יכול להוריד שכיחות של מחלות מידבקות. צילום
: Rod Waddington, Flickr

קדחת הנילוס המערבי היא דוגמה מצוינת לאופן שבו מגוון בעלי החיים מגן עלינו. מחלה נגיפית זו מועברת לאדם מיונקים ומציפורים באמצעות עקיצות יתושים. היא זוהתה לראשונה בארצות הברית בשנת 1999 ובתוך ארבע שנים בלבד התפשטה צפונה אל קנדה ודרומה אל האיים הקריביים ואמריקה הלטינית. בתוך עשור נדבקו בנגיף כשני מיליון בני אדם ועשרות אלפים חלו בדלקת קרום המוח.

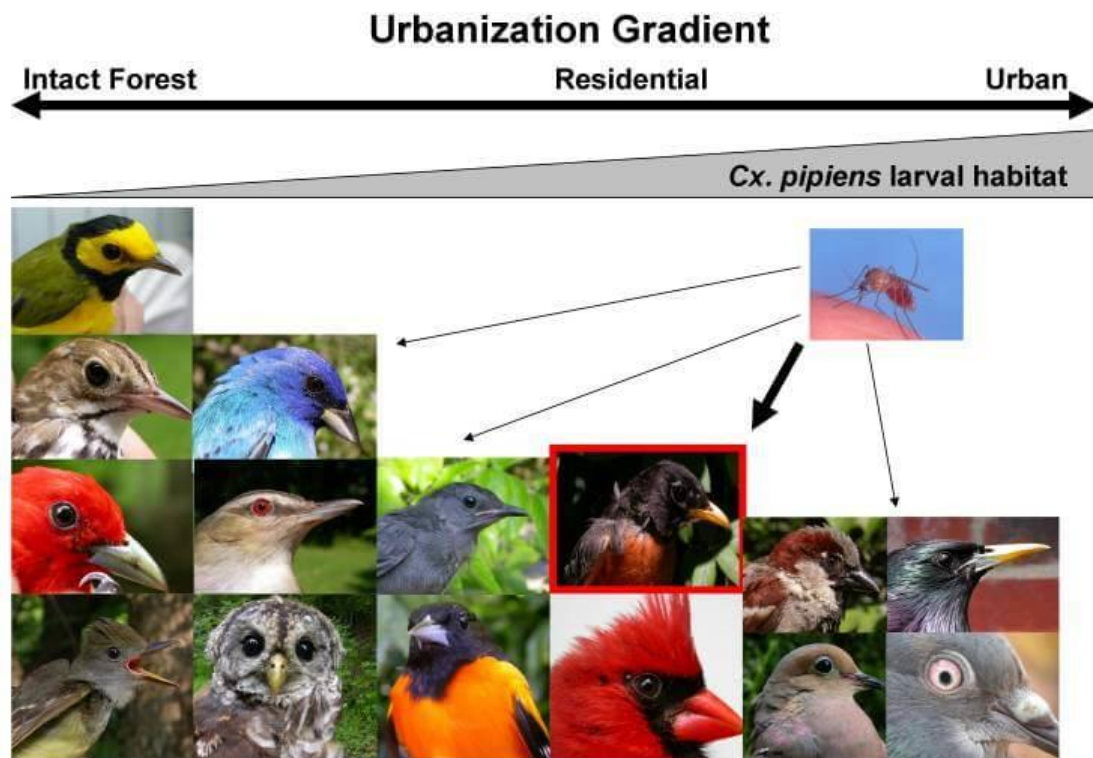
מחקרים גילו שבאזורים בארצות הברית שבהם חיים מינים רבים יותר של ציפורים, למשל באזורים מיוערים, יש פחות מקרים של קדחת הנילוס המערבי מאשר בסביבה עירונית. נוכחות מינים אחרים יכולה להוריד את הסיכוי להידבק במחלות מכיוון שהם טורפים את הנשא, או מתחרים בטפיל, או מפריעים למנגנון ההדבקה שלו.

אותה תופעה קיימת גם במחלות של חיות משק וחיות בית, בטפילים ובמזיקים התוקפים צמחים בחקלאות. כך, שדות שבהם יש כמה מיני גידולים נדבקים פחות בפטריות התוקפות צמחים. גם כאן, מגוון גדול של מינים בשדה מוריד את הסיכוי של כל אחד מהם להידבק במחלה. התוצאה היא שמגוון מינים לא רק מגן על בריאותנו, אלא גם שומר על מקורות המזון שלנו – מערכות אקולוגיות מגוונות יותר מורידות את שכיחות המחלות בקרב צאן ובקר ומקטינות הדבקה של גידולים חקלאיים במזיקים שונים.

הגנה מושלמת
המחקר של סיביטלו ועמיתיו סקר 61 מינים גורמי מחלות. הם הסיקו שההגנה שמינים אחרים של בעלי חיים מעניקים לנו בפני מחלות היא חד משמעית: המגוון הביולוגי שומר עלינו בלי קשר לסוג הטפיל, למחזור החיים שלו או למנגנון ההדבקה.

מהתוצאות אפשר ללמוד שהפגיעה שאנחנו גורמים למגוון הביולוגי יכולה להגביר את שכיחות המחלות המועברות לאדם מבעלי חיים (מחלות זואונוטיות) ולהגדיל את הסיכון להידבקות במחלות המועברות באמצעות יתושים וקרציות.

המנגנון המדויק שבאמצעותו המגוון הביולוגי מגן עלינו בפני מחלות עדיין לא מובן לגמרי. מה שכן ברור הוא שלמחקר זה יש השלכות חשובות לקביעת מדיניות: תוצאותיו מצביעות על כך ששמירת הטבע כבר אינה עניין רק לקומץ ארגוני סביבה. הגנה על מינים – חקיקה מתאימה, הגנה על בתי הגידול באמצעות שמירה על שטחים פתוחים ופיתוח מפוקח ובר-קיימא, ושיקום שטחים טבעיים – היא דרך להגן על החקלאות ממזיקים ודרך להגן על עצמנו ממחלות מידבקות.



קדחת הנילוס המערבי מועברת על ידי יתושי *Cx. pipiens* למיני עופות רבים. באזורים עירוניים יורד מגוון מיני הציפורים ואילו כמות היתושים עולה) מקור(Kilpatrick, A.M.2011. Science :

הכתבה פורסמה ב"זווית" ב-25/11/2015

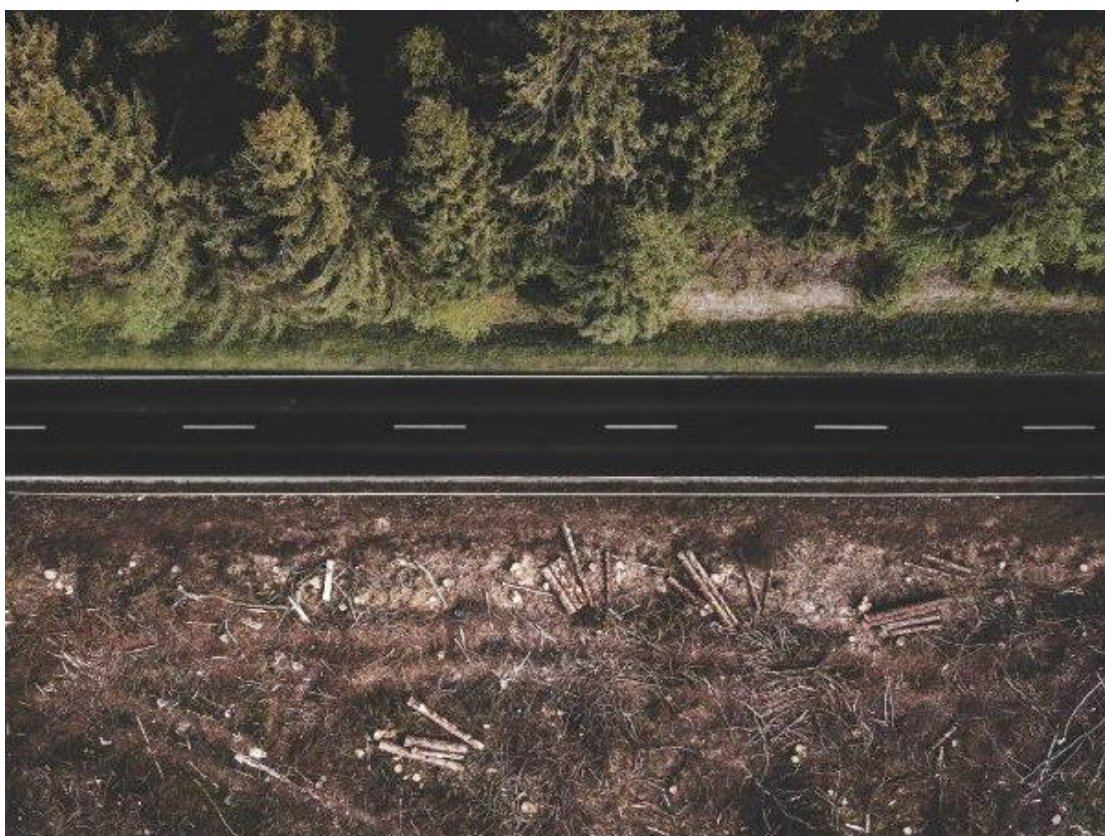
מקור 2:

אקולוגיה וסביבה

כתב עת למדע ולמדיניות הסביבה

על הקשר בין הרס הטבע והתפרצות מגפות זאווטיות

11 ביוני, 2020



הרס בתי גידול יוצר קיטוע ונקודות מגע רבות יותר בין ריכוזי האדם לשטחי טבע ולבעלי חיים המאכסנים פתוגנים

תקציר

בארבעים השנה האחרונות ישנה עלייה דרמטית במגפות זאווטיות חדשות, כמו מגפת הקורונה COVID-19. מחלות זאווטיות מתפתחות אצל בעלי חיים וזולגות לבני האדם. בד בבד, האנושות גורמת להכחדת המגוון הביולוגי על פני כדור הארץ בקצב הרסני. קיים קשר בין הפגיעה בטבע ובמערכות האקולוגיות לבין התפתחות של מחלות זאווטיות, ההתפשטות שלהן והזליגה שלהן לאדם.

מגוון ביולוגי עשיר נמצא קשור לשכיחות נמוכה יותר של מחלות זאווטיות בתופעה המכונה אפקט הדילול, וכן ידוע כי גורמים הפוגעים במגוון הביולוגי מגבירים זליגת

מחלות לאדם. הרס בתי גידול יוצר קיטוע ונקודות מגע רבות יותר בין ריכוזי האדם לשטחי טבע (אפקט שוליים) ולבעלי חיים המאכסנים פתוגנים. כמו כן, בבתי גידול מופרים מתפשטים מינים כוללניים (generalist species) המאכסנים פתוגנים ומעבירים אותם ביעילות מוגברת. נוסף על כך, בשטחים מקוטעים נוצרת התפתחות מזרזת בין נגיפים ומינים מאכסנים, המגבירה את הסיכוי להיווצרות נגיף פתוגני. ציד וסחר בחיות בר מגבירים את הסיכוי להתפרצויות מגפות חדשות, כמו שככל הנראה קרה עם נגיף הקורונה, דרך מגע ואכילה של דם ואיברים פנימיים.

שינוי האקלים עלול להגביר התפשטות של מחלות זואונוטיות. עליית הטמפרטורה הממוצעת מאפשרת את התרחבות התפוצה וגידול האוכלוסייה של וקטורים למחלות מאזורים טרופיים לכיוון ריכוזי אוכלוסייה בחצי כדור הארץ הצפוני.

הטבע הוא בעל ערך רב פשוט מעצם קיומו, ומשבר הקורונה צריך להוביל להבנה שמניעת הפגיעה בטבע ובחיות הבר חיונית להישרדות האדם. הבנת התפקיד של מערכות אקולוגיות בריאות בהגנה מפני מגפות צריכה להתבטא בכך ששמירת טבע תהפוך ליעד מרכזי בסדר העדיפויות העולמי והלאומי.

מבוא

מגפת הקורונה הנוכחית COVID-19 גרמה למיליוני חולים ברחבי העולם ולמאות אלפי מקרי מוות, עם השלכות כלכליות וחברתיות מרחיקות לכת.^[34] הקורונה היא מחלה זואונוטית חדשה ומקורה ככל הנראה בעטלפים. בארבעים השנים האחרונות ישנה עלייה משמעותית בהתפרצות מחלות זואונוטיות חדשות, כמו מגפת הקורונה, המתפתחות אצל בעלי חיים וזולגות לבני אדם. כ-72% מהפתוגנים החדשים שנמצאו בעשורים האחרונים מקורם בחיות בר.^[16, 29] מחלות זואונוטיות חדשות (emerging zoonotic disease) איום גובר על בריאות האנושות, כיוון שההשפעות שלהן לא ידועות, אין חיסון ואין תרופה בנמצא.^[16] במקביל לעלייה בהתפרצות המחלות הללו ישנה עלייה בהרס המערכות האקולוגיות ובהכחדה המונית של מינים.^[5] קיימים מנגנונים רבים הקושרים את הפגיעה האנתרופוגנית במגוון הביולוגי להתפרצות מחלות זואונוטיות.^[35] מאמר זה יסקור את הקשר בין מגוון ביולוגי לבין התפרצות מגפות זואונוטיות, וכן יבחן שלושה גורמים מובילים לאובדן מגוון ביולוגי – הרס בתי גידול, סחר בחיות בר ושינוי האקלים – ואת הקשר ביניהם לבין מגפות, בדגש על לקחים ממגפות ממשפחת הקורונה בעבר.

בני אדם היו קורבן למחלות מידבקות משחר האנושות. עם זאת, הרבה מהמחלות המידבקות העיקריות שמסכנות חיים התבססו רק אחרי תחילת העידן החקלאי, כשנוצרו מצבורי אוכלוסייה גדולים מספיק לתחזק את הפתוגן.^[35] מגע מוגבר של האדם עם בעלי חיים מגביר סיכויי זליגה של מחלות זואונוטיות חדשות לאדם. בעידן המודרני בעקבות צפיפות האוכלוסייה, מעבר הולך וגדל לערים והתנועה הגלובלית התכופה של אנשים

וסחורות גובר הסיכוי שפתוגן שהועבר לאדם יתבסס באוכלוסייה ויגרום להתפרצות מגפה. [10, 35]

מגפת הקורונה הנוכחית COVID-19 נגרמת מנגיף בשם SARS-COV-2 בעוד שמקור הנגיף והסיבות להתפרצותו לא ידועות לאשורן, הסברה המדעית הרווחת היא שמדובר בנגיף זואונוטי ומקורו בשוק חיות בר. [13] נגיף הסארס גרם למגפה ב-2003 עם 10% תמותה מקרב הנדבקים ברחבי העולם. ככל הנראה, גם אז המקור היה שוק חיות בר בסין, ואזהרות רבות התריעו על התפרצויות חוזרות של מגפות משווקים אלה. [6, 7] מגפת ה-MERS, ממשפחת הקורונה אף היא, הייתה קטלנית עוד יותר, עם כ-30% תמותה מקרב הנדבקים. מקורה כנראה בגמלים בקטאר, אך יתכן כי גם לנגיף זה יש מקור בעטלפים. [3]

הכחדה ופגיעה במגוון ביולוגי

במערכות אקולוגיות רבות הוכח קשר בין מגוון ביולוגי גבוה לבין הקטנת הסיכון שמחלות זואונוטיות יעברו לבני אדם, בתופעה המכונה אפקט הדילול. [8] (dilution effect) בחברות אקולוגיות עם מגוון חיות בר גדול יותר נצפתה ירידה במגוון הפתוגנים, כולל נגיפים, חיידקים וטפילים רב-תאיים; קשר זה נשמר בסוגי מערכות אקולוגיות ובקבוצות בעלי חיים שונות. [8] לעיתים מתקיים הקשר ההפוך, כך שמגוון חיות בר גדול תורם למגוון גבוה יותר של מאכסנים פוטנציאליים לפתוגנים במערכת האקולוגית, כלומר למינים המשמרים את הפתוגן באוכלוסייה שלהם לאורך זמן ושהם מקור להדבקה למינים אחרים ולאדם. עם זאת, השינוי בהרכב חברות אקולוגיות עקב פעילות האדם אינו אקראי, ולרוב מביא להתגברות מינים מעבירי פתוגנים. [25] כמה מנגנונים יכולים להסביר את אפקט הדילול. ראשית, לקבוצות טקסונומיות מסוימות, כגון עטלפים, מכרסמים ומינים הקרובים לאדם פילוגנטית כדוגמת פרימטים, פוטנציאל גבוה יותר מאחרות לשמש מינים מאכסנים למחלות זואונוטיות. [24] לפיכך, בחברות עשירות במגוון מינים, השכיחות של מינים מאכסנים קטנה יחסית בהרכב החברה האקולוגית, כך שהסיכוי שפתוגן ידביק מין המתאים לשמש מאכסן למחלה זואונוטית – יורד. במחלות המועברות בידי מיני וקטורים, כגון יתושים או קרציות, יורד הסיכוי שהווקטור ייקח מנת דם ממין שיש בו פרטים נגועים. [25]

הסבר נוסף לאפקט הדילול הוא שבחברות עם מגוון ביולוגי נמוך יותר נפגע המארג האקולוגי, כך שמתקיימים פחות מינים מתחרים ופחות טורפים, ומתאפשרת ההתפשטות של מינים כוללניים (generalist species). מינים אלה מותאמים למגוון רחב של בתי גידול ומקורות מזון, וחלק מהם הופך למותאם לסביבת האדם. [9] מינים כוללניים נושאים לרוב יותר פתוגנים וחודרים לסביבות האדם, ובכך מגבירים סיכויי זליגת מחלות. [25] למשל, מחקר שבדק 16 מיני מכרסמים ברחבי מזרח אסיה מצא שבבתי גידול שמופרים על-ידי חקלאות, כריתת יערות או עיור, נמצאו יותר מכרסמים כוללניים הנושאים יותר פתוגנים המסוכנים לאדם. [21]

לא רק מגוון המינים הכולל משפיע על מחלות זואוונטיות, אלא גם מצב השימור של חיות הבר. מחקר שבחן נוכחות של 142 נגיפים זואוונטיים אצל יונקים מצא מתאם ישיר בין גודל האוכלוסייה העולמית של המין, מצב השימור שלו לפי ה-IUCN וגודל תחום התפוצה של המין, לבין עושר מיני הנגיפים הזואוונטיים שהוא מאכסן. מיני היונקים עם האוכלוסיות הגדולות ביותר הם מינים מתפרצים ומינים פולשים, שהתאימו את תנאי המחיה שלהם לסביבת האדם, או חיות משק.^[15]

הרס בתי גידול ומחלות זואוונטיות

קיים מתאם גבוה בין הרס בתי גידול לבין זליגת מחלות מבעלי חיים לאדם. מודלים הראו שאחוז השטח שהומר לשימוש האדם עשוי לנבא גודל מגפה זואוונטית צפויה.^[12] בין הגורמים העיקריים המגבירים הסתברות שמין יונק מסוים יתפקד כמאחסן למיני נגיפים זואוונטיים רבים, נמצא פיתוח עירוני מואץ בשטח התפוצה של המין.^[24]

לפי דו"ח ארגון IPBES, כ-75% מכלל השטח היבשתי של כדור הארץ הומר לשימוש האדם על-ידי חקלאות, בירוא יערות, גידול ערים, תעשייה ועוד.^[5] בתי הגידול הטבעיים שנותרו נפגעים מקיטוע היוצר שטחים טבעיים קטנים במרחב פגוע. כ-70% מהיער הנותר בעולם נמצא במרחק של פחות מקילומטר בלבד מקצה היער. קיטוע לבדו גורם לירידה של עד 75% במגוון הביולוגי, לאובדן המגוון הגנטי של אוכלוסיות חיות בר ולהכחדת מינים.^[14]

קיטוע בתי הגידול מגדיל את אורך השוליים בין הליבה של שטחים טבעיים לבין ה'מעטפת' (matrix) של שטחים מופרים. **אפקט שוליים** זה יוצר נקודות מגע רבות יותר בין ריכוזי האדם לבעלי חיים נשאי מחלות, כלומר, פרטים שהודבקו בפתוגן ועשויים להעבירו, כך שיש יותר סיכוי שמחלות יעברו. במחלות מסוימות הוכח שהמגפה לא החלה מהדבקה בודדה של האדם מבעל חיים, אלא שהדבקות חוזרות ונשנות הובילו בסופו של דבר לכלל מגפה; כך שככל שעולה הסיכוי למגע, עולה הסיכוי להתפרצות.^[19] באזורים ברחבי אפריקה ובדרום אמריקה שהיו בהם קווי מגע קרובים בין האדם לחיות בר, אחוז ניכר יותר של העטלפים היה נגוע בנגיפים ממשפחת הקורונה. באסיה באזורים עם ניצול מוגבר של חיות בר נמצא מתאם לשכיחות נגיף זה.^[3] גם התמרת בתי גידול לשטחי חקלאות אחראית לכמחצית מכלל המחלות הזואוונטיות החדשות המתפרצות אצל בני אדם.^[26] סקירה רחבה בדרום-מזרח אסיה העלתה שלאנשים העובדים בחקלאות יש פי 1.74 סיכון להידבק במחלות מידבקות כגון טיפוס ומלריה.^[28]

מנגנון נוסף הקושר הרס בתי גידול למחלות זואוונטיות הוא התפשטות מינים כוללניים בשטחים מקוטעים.^[9] דוגמה לכך היא מחלת הליים, שעשויה להיות קטלנית, ומועברת באמצעות קרצייה. המין המאכסן העיקרי בצפון אמריקה הוא עכבר לבן-רגל (*Peromyscus leucopus*), מין כוללני אוכל-כול. מין זה נפוץ יותר במקטעי יער קטנים יותר, שנמצאו בהם גם יותר קרציות הנגועות במחלת הליים.^[2]

הפרה של בתי גידול גורמת לעלייה בשכיחות המחלות אצל חיות בר, ומגבירה את הזליגה של הפתוגנים לאדם. התדלדלות המשאבים הטבעיים מחריפה את התחרות על משאבי מזון ומגבירה טריפה. מצוקה ולחץ הנגרמים מגורמים סביבתיים אלה, מחלישים את מערכת החיסון של בעלי החיים ובכך מעלים את הרגישות שלהם למיני פתוגנים וכן מגבירים את קצב פיזור הפתוגנים (shedding) מבעלי החיים לסביבה.^[1] עטלפים במצב גופני ירוד ביערות מופרים ומקוטעים בבורניאו נמצאו נשאים ליותר נגיפים ממשפחת הקורונה וממשפחת האסטרורוס.^[27]

תאוריה מדעית חדשה מציעה, קשר בין קיטוע בתי גידול ויצירת שינויים מהירים של פתוגנים. קיטוע יוצר שטחי מחיה מבודדים של המין המאכסן. בכל מקטע כזה הפתוגן, טפיל (אקטו-פרזיט או אנדו-פרזיט) והמאכסן עוברים שינויים גנטיים משותפים להתאמה ביניהם. מוטציות חוזרות וסחיפה גנטית יוצרות זנים רבים של אותו הפתוגן, כך שגובר הסיכוי שאחד מהם יהיה קטלני ובעל יכולות זליגה לאדם.^[36]

ציד ואכילת חיות בר

ציד וסחר בחיות בר מגבירים גם הם את הסיכוי להתפרצויות מגפות חדשות, דרך מגע ואכילה של דם ואיברים פנימיים של בעלי חיים נגועים. סחר בבשר חיות בר פוגע אנושות במגוון הביולוגי של חיות בר ובתפקוד המערכות האקולוגיות, ובמקביל מגביר זליגת מחלות זואוונטיות לאדם ולחיות משק.^[7] נגיף הקורונה הגיע כנראה משוק "רטוב" (שבעלי החיים נמכרים בו למאכל בעודם בחיים) של חיות בר במחוז ווהאן שבסין. גם מגפת הסארס החלה בשוק חיות בר כזה, בשאנז'ן, סין.^[4] עוד ב-2003, בעקבות מציאת נגיף הסארס בחיות בר בשוק, נאסר הסחר בחיות בר בדרום סין. אך למרות הלקח של אותה התפרצות, הסחר בחיות בר ממשיך.^[7]

סחר במינים בסכנת הכחדה נאסר באמנת CITES הבין-לאומית כבר משנת 1973. למרות זאת, מסורות תרבותיות, אמונות לגבי כוחות ריפוי של איברי בעלי חיים וצריכת חיות נדירות כסמל סטטוס, מניעות סחר לא חוקי בחיות בר ברחבי העולם בהיקפים שמוערכים בכמיליארד דולר.^[33]

מחלות האבולה, האיידס ואבעבועות הקוף (monkeypox) הועברו לאדם מבשר ציד לא חוקי של חיות בר (bushmeat) ביערות באפריקה.^[12] התפרצות מחלת האבולה הקטלנית במרכז אפריקה, הגורמת עד 88% תמותה של החולים בה, הועברה לאדם מאכילת חיות בר וממגע חוזר ונשנה עם גופות של מינים שניצודו. סחר בחיות בר נושאות מחלות אינו נחלתן של מדינות מתפתחות בלבד. בשר ציד רב מגיע מאפריקה לאירופה מדי שבוע,^[18] ואילו ארה"ב מקבלת 2 מיליון משלוחים של חיות בר ומוצריהן מדי שנה.^[11]

שינוי האקלים ומחלות זואונוטיות

עקב פליטה נרחבת של גזי חממה בידי האדם, הריכוז הממוצע של פחמן דו-חמצני באטמוספירה נכון ל-2019 היה 413.68 חלקיקים למיליון (ppm). שינוי האקלים צפוי להשפיע על בריאות האדם באופנים רבים, ובפרט הוא צפוי להאיץ התפשטות מחלות זואונוטיות, השפעה שצפויה להתגבר בשנים הקרובות.^[30]

עליית הטמפרטורה הממוצעת גורמת לשטח התפוצה הטבעי של אורגניזמים רבים להתפשט צפונה (רחוק יותר מקו המשווה) או לעלות בגובה, למקום שממוצע הטמפרטורות החדש בו זהה לאקלים המתאים למין.^[22] עקב כך, שינוי האקלים גורם לשינוי ולהרחבת התפוצה הן של וקטורים הן של מינים מאכסנים למחלות זואונוטיות, ומקרב אותם למרכזי אוכלוסייה גדולים.^[20]

ההתחממות גורמת גם לגידול אוכלוסייה של וקטורים, בעיקר פרוקי רגליים מוצצי דם. בטמפרטורות גבוהות יותר עולה קצב ההתרבות של חרקים, ואילו פרקי הזמן בין ארוחות דם וזמן הדגירה של פתוגנים בגוף החרק – מתקצרים.^[23] יתושים צפויים להגביר הפצת מחלות כגון מלריה ודנגה (dengue), הפוגעות במאות מיליוני אנשים בשנה כבר כיום. מחלות זואונוטיות המועברות בידי וקטורים רלוונטיות במיוחד בישראל. בארץ נראתה עלייה במקרי קדחת הנילוס המערבי, שמועברת בידי יתוש ממשפחת הכולכית (בעיקר *Culex pipiens* ו-*Culex perexiguus* ובמקרים קשים עשויה לגרום לדלקת קרום המוח. הנגיף אנדמי בישראל, עם מקרי התפרצות בקיצים חמים במיוחד. הקדחת צפויה להתפשט עם התפרצויות חוזרות, ככל שהאקלים יתחמם.^[23] בישראל נראו גם התפרצויות של מחלת הלישמניה (שושנת יריחו) המועברת באמצעות זבוב החול (*Phlebotomus spp.*) שקצב הפעילות והעקיצה שלו מתגבר עם עליית הטמפרטורה.^[23]

במקביל, שינוי האקלים עשוי להגדיל את קצב ההתרבות של הפתוגנים הזואונוטיים עצמם, להעלות את שכיחותם במינים מאכסנים ולהגביר את קצב הזליגה שלהם אל האדם.^[20] ההתחממות מאפשרת לפתוגנים זואונוטיים לשרוד במזון, להתרבות ולעבור מהר יותר.^[30]

סיכום ומסקנות

מחקרים מעריכים שבעתיד נראה יותר התפרצויות של מחלות מידבקות חדשות, ולא מהנמנע שהן יהיו גם קטלניות מהקורונה.^[29] **הבנת התפקיד של מערכות אקולוגיות בריאות בהגנה מפני מגפות אלה צריכה להתבטא בכך ששמירת טבע תהפוך לסעיף מרכזי בסדר העדיפויות העולמי והלאומי.**

חשוב לזכור שה'אחריות' למחלות זואונוטיות איננה על חיות הבר. חיות בר היו נשאות של פתוגנים רבים מקדמת דנא, אך מערכת החיסון שלהן חזקה בהרבה מזו של האדם. לכן, בעוד הן נושאות פתוגנים מבלי להיפגע, הפתוגנים הללו גורמים לאדם לחלות.

הניצול, ההרס והפלישה האנושית לתוך בתי הגידול, גורמים לנו לבוא במגע קרוב עם חיות הבר ולהפוך את הפתוגנים הללו למקור למגפות קטלניות.

שיקום מערכות אקולוגיות וחידוש המגוון הביולוגי הטבעי הראה פעמים רבות תרומה לבריאות האדם וירידה בסיכון להעברת מחלות זואונוטיות.^[32] שינויים בבתי גידול, כך שיקטינו נוכחות של מינים מאכסנים או וקטורים, ועידוד הדברה ביולוגית עוזרים במניעת הפצה של מחלות זואונוטיות. למשל, שיקום אדמות כבול גרם לירידה במספרן של קרציות נושאות מחלות, וטיפול במינים פולשים הוריד סיכון להעברת מחלת הליים ב-98%.^[31] על מערכת הבריאות הציבורית לעבוד יחד עם אקולוגים לשיקום בתי גידול, כדי שנראה סביבה בריאה יותר לאדם ולחיות הבר כאחד.^[31]

יש להמשיך את הטמעת השמירה החקוקה (הסטטוטורית) על מערכות אקולוגיות טבעיות ושטחים פתוחים במערכת התכנון, תוך דגש על שטחים טבעיים מקושרים היטב ברשת של שטחים פתוחים ביניהם. כמו כן, יש לחזק את ההגנה על חיות בר. אף על פי שבישראל אין שטחים רחבים של טבע פראי, היא מרכז נדידה בין-יבשתי לציפורים נודדות, וההגנה עליהן היא אחת התרומות החשובות של ישראל לשמירת טבע מבחינה בין-לאומית.

התפרצות הקורונה מדגימה שכאשר אנו מבינים את הסכנה הישירה להישרדותנו, האנושות מסוגלת לעשות שינויי התנהגות מרחיקי לכת ובעלי השפעה מהירה לשיפור מצב הסביבה. התקווה היא שגם אחרי שמגפת הקורונה תדעך, נזכור ששמירה על הטבע חיונית להמשך קיומנו.

מקור 3:

חיידקי הסלמונלה, האחראים לחלק מזיהומי המזון, אינם גורמים בדרך כלל למחלה חמורה. מדוע בכל זאת כדאי להיזהר ואיך אפשר להימנע ממזון מזוהם?

בשנת 2008 הפך ה"סל-מו-נלה!" של מגיש הטלוויזיה רפי גינת לביטוי שגור, והחיידק הפך לשם דבר בישראל. סלמונלה הוא שמו של סוג חיידקים בעלי צורת מתג (צרה ומוארכת). לחיידקים אלה יש שוטונים המאפשרים להם לנוע בכוחות עצמם, וכן מעטפת המגנה עליהם מתנאי סביבה עוינים ועוזרת להם לחמוק ממערכת החיסון. חיידקי הסלמונלה חיים במערכת העיכול של בעלי חיים שונים, והם בני משפחתם של חיידקי המעיים המפורסמים *Escherichia coli* (המוכר יותר בשמו המקוצר *E. coli*). עד כה בודדו יותר מ-2,000 זני סלמונלה, קצתם ייחודיים לבעל חיים מסוים ואחרים היכולים להזביק מגוון מאכסנים.

לא כל זני הסלמונלה גורמים למחלות. מחוללי המחלות באדם נחלקים לשתי קבוצות: זנים טיפואידיים, הגורמים למחלת טיפוס הבטן כשהם חודרים מהמעיים אל מערכת הדם, ומגיעים

לאיברים כמו הכבד, הטחול והכליות דרך תאי הדם הלבנים. מחלת טיפוס הבטן נדירה מאוד במערב, ורוב החולים בה כיום נדבקים במדינות מתפתחות. הקבוצה השנייה של חיידקי הסלמונלה היא של **הזנים שאינם טיפואידיים**, והם הנמצאים במזון מזוהם. זנים אלה גורמים בדרך כלל למחלה קלה יותר, המתבטאת בעיקר בשלשולים, בכאבי בטן ובחום, המופיעים 12-36 שעות לאחר ההדבקה. המחלה חולפת כמעט תמיד גם בלי טיפול, מלבד שתייה מרובה. למעשה, ברוב המקרים לא מומלץ לקבל טיפול אנטיביוטי. טיפול כזה אינו מחסל בדרך כלל את כל החיידקים, אך גורם לכך שזנים עמידים לאנטיביוטיקה יהיו נפוצים יותר. עם זאת, גם הדבקה בזן שאינו טיפואידי עלולה להיות מסוכנת מאוד לבעלי מערכת חיסונית חלשה או מוחלשת, כגון חולי איידס, מושתלי איברים, תינוקות וקשישים, ואוכלוסיות כאלה כן זקוקות לטיפול אנטיביוטי. ישנם זנים שאינם טיפואידיים היכולים להגיע אל זרם הדם ולגרום למחלה קשה יותר, אך במדינות מפותחות תחלואה כזו אינה נפוצה.

חיידק הסלמונלה חי, כאמור, במערכת העיכול, ומכאן שסלמונלה מגיעה למזון בעקבות חוסר הקפדה על היגיינה – למשל, שטיפת ידיים לא-מספקת לאחר ביקור בשירותים. נוסף על כך, חיידקי סלמונלה עשויים להופיע באופן טבעי במוצרים מהחי, כמו בשר וביצים. על פי רוב, **החיידק יופיע על קליפת הביצה**, אך במקרים נדירים יותר הוא נמצא גם בביצים עצמן.

הדרך הטובה ביותר להימנע מזיהום בסלמונלה ובחיידקים אחרים היא שמירה על היגיינה טובה: הקפדה על שטיפת ידיים נאותה בסבון, בישול מלא של מזון מהחי והפרדה בין מזון נא למזון מבושל, וכן בין כלי המטבח המשמשים להכנתם. יש לשמור מזון בקירור, המונע התפתחות חיידקים; וכמובן, יש למנוע מגע של שרידי צואה עם המזון, כלי הבישול או כלי האוכל. חקלאים נדרשים להשתמש במים ובדשן שעברו טיפול כדי למנוע העברת חיידקים דרך פירות וירקות. אף שלא נדיר למצוא סלמונלה על קליפות ביצים, ההנחיה בישראל היא לא לשטוף את הביצים, משום ששטיפה במים עשויה להחליש את הקליפה ולגרום לחדירת חיידקים לתוכה. **משרד הבריאות ממליץ** לבשל את הביצים באופן מוחלט, עד להתקשות החלמון והחלבון, ולשטוף ידיים בסבון לאחר מגע בקליפות.

כאשר נמצא זיהום בסלמונלה במפעל מזון, פירוש הדבר הוא שבאופן כלשהו היה מעבר של שאריות צואה אל פס הייצור – כלומר, לא נשמרו נוהלי ההיגיינה. משום כך ישנן מדינות המחייבות מפעלי מזון לדווח על זיהום מסוג זה.

.davidson.weizmann

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 – 19-CoVID, איידס HIV, קדחת מערב הנילוס.

לפניכם טבלה המכילה מידע על מחלות זואונוטיות שונות

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 "לפטוספירוזיס"	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, קראו מקור 1 לעיל. (מתוך כתבה שפורסמה ב"זווית" ב-25/11/2015) ולסיכום מידע על מחלת העכברת המופיע בסוף הטבלה.
סלמונלה	חיידק סלמונלה מסוג typhi	מועבר על ידי צריכת מזון מן החי כמו ביצים נגועות	מידע נוסף מקור 3 לעיל.

זיקה	נגיף זיקה	יתושי אדס	המחלה עצמה יכולה להיות קלה, ויכולים לא לפתח לה תסמינים כלל. החשש הגדול ביותר בנוגע לווירוס הזיקה הוא מהידבקות במהלך היריון ומההשלכות על העובר, כיוון שקיים חשד לקשר בין וירוס הזיקה לבין לידת תינוקות הסובלים ממיקרוצפליה (ראש קטן בהרבה מהנורמה).
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 מוח (מחלת הפרה המשוגעת)	פריונים (חלבונים פגומים)	צריכת בשר בקר נגוע (שלא בושל דיו)	מחלת בקר שכאשר היא מועברת לאדם היא גורמת למחלה דמויית מחלת קרויצפלד־יעקב.
איידיס 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.

סיכום מידע על מחלת העכברת:

מחלת העכברת בנחלי הצפון

באמצע קיץ 2018, בשלהי החופש הגדול ושיא עונת התיירות בגולן, נסגרו נחלים מרכזיים בצפון (זוויתן, זאכי, יהודיה, בריכת המשושים, ג'ילבון, פארק הירדן והמגרסה) 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 להידיבק 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.

הנזק 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 ושאובות של המים לשימושים רבים, הנובעים מבעיית שינוי האקלים.

א. אלו מתוך גורמי המחלה המופיעים בטבלה מצויים בארץ ועלולים לגרום להתפרצויות המחלה בארץ?

ב. אלו מבין המחלות המופיעות בטבלה מדבקות מאדם לאדם?

3. כיצד לדעתכם משפיעים הגורמים האלה על ההתפתחות של מחלות זואוונטיות? 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?

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

א. גורמי מחלות הקיימים בארץ: יתושים, עטלפים, חולדות, עכברים, בשר נגוע וביצים נגועות.

ב. מחלות שעוברות דרך חיידקים או וירוסים יכולות לעבור מאדם לאדם בהפרשות שונות מהגוף כגון: סלמונלה, איידס, אבולה ועוד.

3. כל הגורמים מביאים לעלייה בהתפשטות של מחלות זואונוטיות.

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 זואונוטיות.
- 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 זואונוטיות - 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 זואונוטיות. 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 זואונוטיות.

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

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 מאפשרת קצב התרבות מהיר יותר וכך מגדיל את מספר הווקטורים.

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