

איך שגלגל מסתובב לו: הנשפעת האקלים על אוכלוסיות אֵיל הצפון

Kyle Joly*

הפארק והשמורה הלאומיים 'שערי האזור הארקטי', שירות הפארקים הלאומיים, פיירבנקס, אלסקה, ארה"ב

סוקרים צעירים

ALESSANDRO

גיל: 14



LUCY

גיל: 14



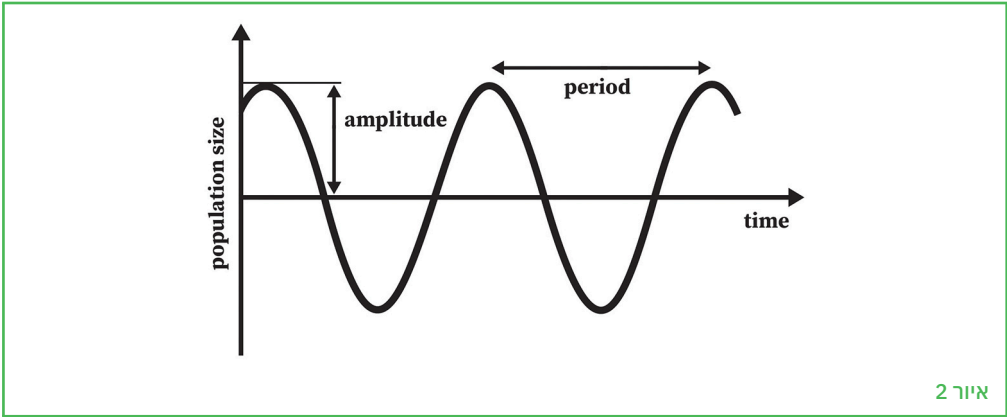
גודלן של אוכלוסיות חיות הבר יורד ועולה באופן טבעי. כדי לתאר דפוס של שיא – כשִמְסַפֵּר החיות גבוה, לעומת שִפְּל – כשִמְסַפֵּר החיות נמוך, אנו משתמשים במונח 'תְּנֻדָּה'. כאשר מְסַפֵּר הלידות עולה על מספר מקרי המוות, האוכלוסייה נמצאת בצמיחה. אם יש יותר תמותה מילודה, האוכלוסייה מצויה בדעיכה. אוכלוסיית אֵילי הצפון באזור הָאֲרֵקְטִי (אזור הקוטב הצפוני), חוֹנָה תנודות אוכלוסייה משמעותיות. מספר האיילים יכול לגדול מאוד, וגם לצנוח ולהגיע לפרטים מעטים. אחת הסיבות לדפוס זה היא תנודות מתמשכות בקנה-מידה גדול אשר חלות במזג האוויר. חשוב לנו לעמוד על הֶקְשֵׁר בין אוכלוסיות חיות הבר לתנודות באקלים, ולהבינו. זאת כדי שנוכל לשְׁמֵר מינים כמו אייל הצפון, וכדי שניטיב להבין איך שינויי האקלים ישפיעו על חיות הבר בעתיד.

מבוא

אייל הצפון הוא חֵבֵר במשפחת הָאֵלִיִּים, החי באזורים צפוניים ברחבי העולם (איור 1). אוכלוסיית מין זה ידועה בתנודות המשמעותיות בגודלה [1]. תְּנֻדָּה היא דפוס שחוזר על עצמו, של גדילה ודעיכה, וחוזר חלילה, במחזור אינסופי (איור 2). במהלך כמה שנים בודדות, עדרי אייל הצפון הארקטי יכולים להגיע למאות אלפי חיות, ואז לצנוח במחצית, ואף בהרבה יותר. לעיתים קרובות מתייחסים לתופעה זו כאל **התרסקות האוכלוסייה**. כאשר האוכלוסייה מגיעה לשפל, עדרי אייל הצפון יכולים להתאושש בצורה חדה ולצמוח במהירות.



איור 1



איור 2

המתמטיקה העומדת מאחורי התנודה היא פשוטה: אם הילודה גדולה מהתמותה, האוכלוסייה צומחת. אם התמותה גדולה מהילודה, האוכלוסייה דועכת. עם זה הגורמים לצמיחת האוכלוסייה או לדעיכתה עשויים להיות מורכבים למדי.

מה גורם לתנודות באוכלוסיית איילי הצפון?

אם מספרי הילודה והתמותה בעֵדֵר קובעים את התנודות באוכלוסייה, מה קובע את מספרי הילודה והתמותה? מספר הלידות תלוי במספר הנקבות הבוגרות בעדר, ובמצבן הגופני. ככל שהעדר גדול יותר, כך יש יותר נקבות, וישנה אפשרות גדולה יותר ללידות נוספות. כדי שהנקבות תיכנסנה להיריון, עליהן להיות במצב טוב מספיק. המצב הגופני נקבע על ידי כמות

תְּנֻדָּה (Oscillation)

דפוס מחזורי אינסופי הנע מעלה ומטה.

התרסקות האוכלוסייה (Population Crash)

ירידה חדה במספר החיות.

איור 1

אייל צפון ממין זכר בפארק הלאומי של עמק קובוק, אלסקה, במהלך נדידת הסתיו (קרדיט לתמונה: Kyle Joly, NPS).

איור 2

תנודות. ציר הע (מאונך) מראָה את הגודל (למשל, מספר החיות באוכלוסייה, population size) וציר הא (מאוזן) מייצג זמן (time). כמות הזמן בין השיאים ידועה כ**מחזור** (period) התנודה. גובה הצמיחה ידוע כ**מְשָׁרְעַת** (amplitude) של התנודה.

גורם 'מטה-מעלה' (Bottom-up Factor)

גורם השפעה שמקורו בפריטי מזון, כמו צמחים המצויים בתחתית שרשרת המזון, המשפיע על אוכלוסיות החיות. גורם זה תלוי לעיתים קרובות במספר צפיפות החיות.

גורם 'מעלה-מטה' (Top-down Factor)

גורם השפעה שמקורו בטורפים – חיות המצויות בראש שרשרת המזון.

התנודה העשורית של האוקיינוס השקט (Pacific Decadal Oscillation, PDO)

דפוס מזג אוויר גדול-ממדים המתרכז בצפון האוקיינוס השקט.

אקלים (Climate)

דפוס מזג אוויר המתרחשים לאורך תקופת זמן ארוכה.

חִזְזִיּוֹת (Lichens)

אורגניזם המורכב מפטריות בשילוב עם אצות ו/או חיידקים. חזזיות גדלות לרוב על סלעים, גזעי עצים או על הקרקע.

המזון ואיכותו. כשהעדר גדול מאוד, מספר הלידות האפשרי גבוה, אך בו בזמן מתקיימת תחרות רבה יותר על המזון. כאשר יש יותר תחרות על המזון, המצב הגופני של הנקבות עלול להידרדר, ומעטות מהן תִּלְדְּנָה. מצב זה מכונה **גורם ה'מטה-מעלה'**. הוא זכה לשם זה כיוון שהמצב תלוי בתחתית שרשרת המזון – הצמחים – שהם מזונם של איילי הצפון. התמותה עשויה לנבוע ממגוון רחב של סיבות. איילי הצפון נאכלים על ידי טורפים, כמו זאבים אפורים ודובים חומים, או על ידי בני אדם שצדים אותם כמזון. הטריפה היא **גורם ה'מעלה-מטה'**, כיוון שהפגיעה מגיעה מרמה גבוהה יותר בשרשרת המזון. איילי הצפון עלולים גם לחלות, לסבול מתת-תזונה ולמות בתאונות, כמו מפולות או טביעה. תאונות הן גורמים אקראיים שאינם מונעים על ידי שרשרת המזון, ויכולים להשפיע על כל פרט. כל הגורמים הללו עשויים לתרום לצניחה באוכלוסיית איילי הצפון. גורמי 'מטה-מעלה' נוטים להיות חשובים יותר כאשר גודל האוכלוסייה מצוי בשיא, וגורמי 'מעלה-מטה' חשובים יותר כאשר גודל האוכלוסייה מצוי בשפל. כשהאוכלוסייה קטנה, ישנה פחות תחרות על מזון, וחיות יכולות לשפר את מצבן הגופני. אז, שיעורי ההריונות גדלים, ומחזור התנודה מתחיל מחדש.

תנודות האקלים

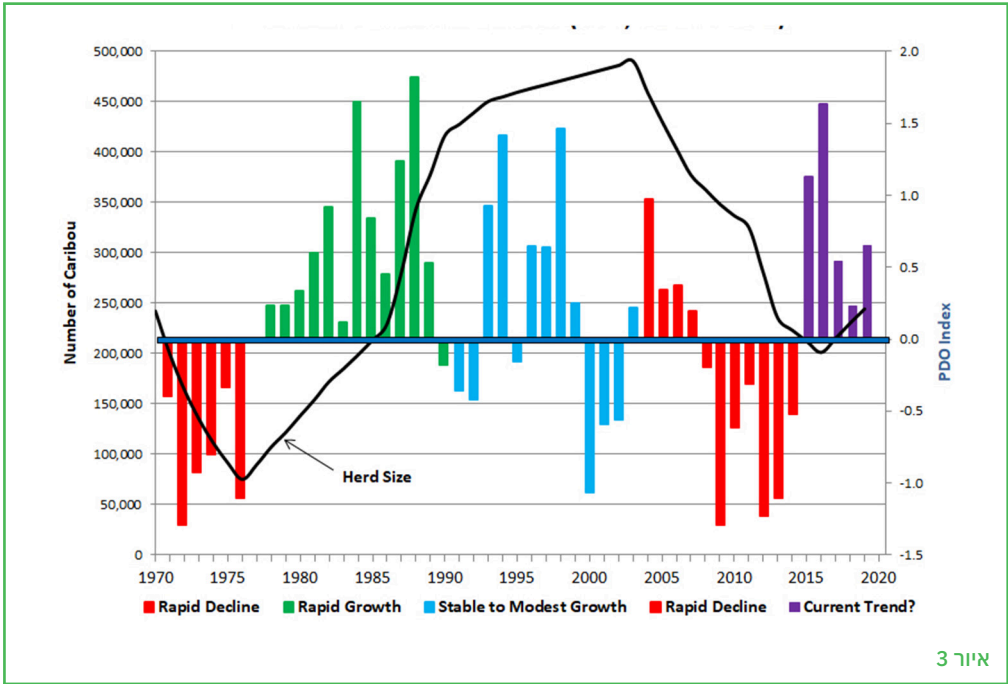
אוכלוסיות חיות הבר אינן הדבר היחיד שנמצא בתנודה. גם דפוס מזג אוויר בקנה-מידה גדול חווים תנודות. המוכרות ביותר מבין התנודות הללו הן תופעות 'אל ניניו' ו'לה ניניו', המוכרות בקרב המדענים בתור 'אל-ניניו – תנודה דרומית'. שינויים בטמפרטורות המים על פני השטח של האוקיינוס משפיעים על לחץ האוויר, מה שמשפיע על מזג האוויר באזורים נרחבים בכדור ארץ. 'אל ניניו' הוא השלב החם (תופעה אקלימית מחזורית של זרמי מים חמים), בעוד ש'לה ניניו' היא השלב הקר [2] (תופעה אקלימית הפוכה המתבטאת בהיווצרות חגורת מים קרים). תנודה זו מתרכזת בדרום האוקיינוס השקט. בצפון האוקיינוס השקט ישנה תופעה דומה המכונה **התנודה העשורית של האוקיינוס השקט** (Pacific Decadal Oscillation), או בקיצור, PDO. לתנודה זו יכולה להיות השפעה עוצמתית על **האקלים** של אלסקה. כפי שהשם מרמז, ל-PDO יש מחזור חיים ארוך, כשהתנודות משתרעות על פני עשורים [3, 4]. ל-PDO שלב חיובי (חם), ושלב שלילי (קר), המביאים עימם שינויים בטמפרטורות ובכמות המשקעים.

הקשר בין אוכלוסיית איילי הצפון לתנודות האקלים

שינויים במזג האוויר, כמו טמפרטורה ומשקעים, משפיעים על גדילת הצמחים. ככל שהצמיחה רבה יותר, לאיילי הצפון יש יותר מזון. כמות המשקעים וסוגם (גשם או שלג), קובעים כמה קשה יהיה לאיילי הצפון להשיג מזון. שלג עמוק או שכבות קרח עשויים להקשות על איילי הצפון לחפור ולהגיע למזון הגדל על הקרקע, דוגמת **חִזְזִיּוֹת**. החזזיות מהוות יותר מ-70% ממזונם של איילי הצפון בסתיו המאוחר ובחורף [5]. לכן, הגיוני שיכול להיות קשר בין תנודות באקלים (כמו ה-PDO) לתנודות באוכלוסיית איילי הצפון. עדר איילי הצפון הגדול ביותר באלסקה הוא הֶעֶדֶר של מערב האזור הארקטי, הנפרש על פני חמישה פארקים לאומיים. עדר זה יכול לִמְנֹת כ-500,000 חיות, כאשר גודל האוכלוסייה מצוי בשיא. ניתוח הבוחן את השינויים ב-PDO ואת השינויים בעדר של מערב האזור הארקטי, מצביע על כך שנראה כי יש קשר בין שתי התנודות (איור 3) [1].

איור 3

הקשר בין התנודות באוכלוסיית העדר של מערב האזור הארקטי (הקו השחור) לתנודות האקלים ארוכות-הטווח, הידועות כ'תנודה העשורית של האוקיינוס השקט' (PDO; קווים צבעוניים). העדר נוטה לגדול כאשר ערכי ה-PDO חיוביים (כשחם יותר ורטוב יותר), ולדעוך כאשר ערכי ה-PDO שליליים (כשקר יותר ויבש יותר). הנתונים הללו מלמדים אותנו שכאשר ה-PDO חיובי, אוכלוסיית העדר נוטה לגדול (קווים ירוקים), וכאשר ה-PDO שלילי, היא נוטה להצטמצם (קווים אדומים).



איור 3

- מקרא:
- Caribou = אייל הצפון;
- Rapid Decline = ירידה חדה;
- Rapid Growth = צמיחה מהירה;
- Stable to Modest Growth = צמיחה מתונה עד קלה;
- Current Trend = המגמה הנוכחית.

סיכום

יחסי הגומלין בין בעלי החיים לסביבות שבהן הם חיים, יכולים להיות מורכבים למדי. שינויים בטמפרטורות האוקיינוס עשויים להשפיע על מזג האוויר לפרקי זמן ארוכים, ועל פני אזורים עצומים. מזג האוויר משפיע על תחתית שרשרת המזון (צמחים), המהווים אוכל לאיילי הצפון. מזון רב יותר ובאיכות גבוהה יותר יכול לאפשר לאיילי הצפון לשרוד במשך זמן רב יותר, ולייצר יותר צאצאים, וכך להגדיל את האוכלוסייה. פחות מזון, או מזון באיכות ירודה, עלולים לפגוע במצבם הגופני של איילי הצפון ולהקטין את גודל האוכלוסייה על ידי הנמכת שיעורי ההישרדות והלידות. זמינות המזון קשורה גם למספר איילי הצפון. כאשר האוכלוסיות הן גדולות, ישנה תחרות רבה יותר על המזון. אף על פי שגורמים רבים משפיעים על גודל האוכלוסייה, למזג האוויר ולאקלים יש משקל רב בכל הקשור לאיילי הצפון מהאזור הארקטי. חשוב להבין את יחסי הגומלין בין מזג האוויר לאוכלוסיות חיות הבר, כדי לעזור לשמר אותן בזמנים שבהם האקלים משתנה במהירות.

תודות

אני מודה לגורמים ששיתפו פעולה ולמדענים העובדים במחלקת אלסקה לדיג ולצייד, בשירות הפארקים הלאומיים ובאוניברסיטת אלסקה – פיירבנקס, על כך שסייעו לי להפוך עבודה זו לאפשרית. תודה ל-L. יצירת (איור 2). שני סוקרים צעירים סיפקו הצעות מעמיקות ומועילות ששיפרו מאוד את הגרסה הסופית למאמר זה. המימון התקבל משירות הפארקים הלאומיים.

מקורות

1. Joly, K., Klein, D. R., Verbyla, D. L., Rupp, T. S., and Chapin, F. S. 2011. Linkages between large-scale climate patterns and the dynamics of Alaska caribou populations. *Ecography*. 34:345–52. doi: 10.1111/j.1600-0587.2010.06377.x
2. Grimm, A. M., Barros, V. R., and Doyle, M. E. 2000. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *J Clim*. 13:35–58. doi: 10.1175/1520-0442(2000)013<0035:CVISSA>2.0.CO;2
3. Hartmann, B., and Wendler, G. 2005. The significance of the 1976 Pacific climate shift in the climatology of Alaska. *J Clim*. 18:4824–39. doi: 10.1175/JCLI3532.1
4. Mantua, N. J., Hare, S. R., Zhang, Y., Wallace, J. M., and Francis, R. C. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull Am Meteorol Soc*. 78:1069–79.
5. Joly, K., and Cameron, M. D. 2018. Early fall and late winter diets of migratory caribou in northwest Alaska. *Rangifer*. 38:27–38. doi: 10.7557/2.38.1.4107

פורסם אונליין: 23 באפריל 2025

נערך על ידי: Erin Kathleen Shanahan

מנחים מדעיים: Robert Al-Chokhachy | Anthony Slominski

ציטוט: Joly K (2025) איך שגלגל מסתובב לו: השפעת האקלים על אוכלוסיות אֵיל הצפון. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.631372-he

Joly K (2021) What Goes Up Must Come Down: The Influence of Climate on Caribou Populations. *Front. Young Minds* 9:631372. doi: 10.3389/frym.2021.631372

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2021 Joly. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

ALESSANDRO, גיל: 14

היי, שמי Alessandro. אני מהעיר בלגרד שבסרביה, בה אני גר ועובד בחווה המשפחתית שלנו עם אחי. אני משחק הוקי ואוהב להיות בטבע. טיולים רגליים, דיג וגלישה במזחלת הן כמה מהפעילויות שמהן אני



נהנה. המקצוע האהוב עליי בבית הספר הוא הנדסה, והנושא הכי פחות אהוב עליי הוא מתמטיקה. אני נהנה להרכיב רכבות ומשאיות מלגו. העונה האהובה עליי היא קיץ. נוסף על הבקר שאנו מגדלים, יש לנו 17 סוסים, 2 חתולים, דג וכלב.

LUCY, גיל: 14

אני בת 14 חיה במונטנה שבמערב ארה"ב, ולומדת בכיתה ח. נהנית לשחק כדורגל וכדורסל, ואוהבת לעשות סקי ולרכוב על אופני הרים. אני גם אוהבת להיות בחוץ ולשחק עם הכלב שלנו! נכנסתי לעניינים בפרונטירז כיוון שאני אוהבת לעזור לאבי בעבודתו, ומקווה להיות ביולוגית ביום מן הימים.

הכותבים

KYLE JOLY

Kyle Joly הוא ביולוג של חיי-בר בשירות הפארקים הלאומיים. עובד בכל הפארקים הלאומיים בצפון אלסקה, חוקר ומנטר אוכלוסיות של איילי הצפון, זאבים, דובי גריזלי, אגלים קוראים, כבשי דאלי ויצורים מעניינים אחרים המאכלסים את אלסקה. בתמונה זו, הוא לוכד אייל צפון צעיר שחציה בשחיה את נהר קובוק בפארק הלאומי של עמק קובוק באלסקה, במהלך נדידת הסתיו שלו. גלו עוד בכתובת <https://www.nps.gov/articles/kyle-joly-wildlife-biologist.htm>. * kyle_joly@nps.gov

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל

Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK



קרן משפחת

שעשוע

Family Foundation