

מדוע אימא יולדת בנים או בנות?

Nicola Y. Khan*

מעבדת מנגנוני התנהגות, בית הספר לפסיכולוגיה ולמדעי המוח, אוניברסיטת סיינט אנדרוז, סיינט אנדרוז, בריטניה

סוקרים צעירים

LUANA
גיל: 13



MADDIE
גיל: 15



VITOR
גיל: 15



אנו נוטים לחשוב על תהליך הרבייה של חיות כתחרות בין גברים שמתחרים על נשים; גברים רוקדים, שרים, נלחמים ובונים קן ונקבות בוחרות את הזוכה. במציאות, נקבות משקיעות הרבה יותר אנרגיה ביצירת צאצאים מאשר זכרים, מאחר שהן אחראיות על יצירת הביצית או העובר. בנים ובנות זקוקים לכמויות שונות של משאבים ואנרגיה מהאימהות שלהם. בשל כך, חיות נקבות רבות יכולות לקבל החלטות אסטרטגיות לגבי האם להוליד בנים או בנות, בהתבסס על הסביבה שלהן ועל המצב של הגוף שלהן. באמצעות "בחירה" האם להוליד בנים או בנות האימא יכולה להגדיל את הסיכויים שיהיו לה נכדים ובכך להעביר את הגנים שלה הלאה. באופן מדהים, חיות נקבות רבות מסוגלות להוליד את המין שיתרום הכי הרבה למטרות שלהן!

האם ידעתם שמיני בעלי חיים רבים יכולים "לבחור" האם להוליד בנים או בנות? בעוד שהאם לא יכולה להחליט באופן מודע אם להוליד בן או בת, התנאים הפיזיים שלה משפיעים על הטיית ההסתברות לכיוון אחד המינים. זה נמצא בכל רחבי ממלכת החיות, החל מצרעות ועכבישים דרך ציפורים וכלה ביונקים. ישנן אפילו ראיות ל"בחירות" שמתרחשות אצל בני אדם, אולם כעת אנו עומדים להתמקד בחיות.

מדוע שיהיה לנו אכפת? אם אנו חושבים על חיה מסוימת זה לא נראה חשוב במיוחד לדעת אם האימא מולידה יותר בנים או יותר בנות. אולם בואו נחשוב על זה ברמת הקהילה. באופן

יחס בין המינים (Sex Ratio)

כמות הנקבות באוכלוסייה ביחס לכמות הזכרים. לדוגמה, אם באוכלוסייה של 100 חיות יש 40 נקבות ו-60 זכרים אז ה-sex ratio הוא 40:60. אתם יכולים גם לראות את זה מבוסא כ- 4:6.

אידיאלי, קהילה או אוכלוסייה הייתה מתחזקת **יחס בין המינים (sex ratio)** של 50:50 (כלומר 50% נקבות ו-50% זכרים). כשאוכלוסייה של חיות היא קטנה, כמו למשל טיגריסים מסומטרה, חשוב מאוד לדעת כמה זכרים וכמה נקבות ישנם. אם אין מספיק נקבות באוכלוסייה אזי שלא יהיו מספיק אימהות והאוכלוסייה תמשיך לקטון. אם זה קורה האוכלוסייה עלולה למות. לכן, מציאת דרך לשלוט בהאם האמהות יולדות בנים או בנות יכולה להיות טובה עבור המין כולו. באמצעות חקירת הטיות ב-sex ratio מדענים יכולים להשתמש במידע הזה ולסייע להגדיל את מספר הנקבות באוכלוסייה. בתורו, זה עשוי לסייע לאוכלוסיות האלה להתאושש.

אימהות מספקות אנרגיה ומשאבים

נהגנו להאמין שהורים מייצרים יחס sex ratio של 50:50, כך שיהיו להם סיכויים שווים להוליד בן או בת. אולם בשנת 1973 שני מדענים בשם Robert Trivers ו-Dan Willard אתגרו את התיאוריה הזו. הם פרסמו מאמר שטען כי חיות הן "אנוכיות" ושהן צריכות לעשות מניפולציות על המין של צאצאיהן כדי למקסם את סיכויי הרבייה של עצמן [1]. אתם יכולים לחשוב על קביעת מין כמשחק שבו המטרה הסופית היא לוודא שהתינוקות שלכם ישרדו וימצאו בני זוג שאיתם יוכלו להוליד צאצאים משלהם.

בנים ובנות מייצגים מחירים שונים עבור האם. באופן כללי בממלכת החיות בנים יותר "יקרים" עבור האמא מאחר שהם נוטים להיות יותר גדולים וצבעוניים. האימא מספקת משאבים (כמו גלוקוז, ויטמינים שונים, מינרלים **והורמונים**) לצאצאים שלה, גם כשהיא מייצרת את הביצית וגם כשהיא מגדלת אותם [2]. אולם המשאבים האלה מתחלקים אחרת בין בנים לבנות מאחר שיש להם דרישות שונות. חשבו על טווסים, לדוגמה. נקבת הטווס קטנה יחסית והנוצות שלה בצבע חום עמום. בהשוואה אליה, הטווס הזכר הוא גדול יותר, צבעוני מאוד ויש לו נוצות ארוכות ומרשימות. הזנב והנוצות הארוכים והצבעוניים האלה מאפשרים לזכר למשוך בת זוג. זה לוקח הרבה אנרגיה לייצר את הנוצות האלה, וזו הסיבה לכך שהזכרים נחשבים יותר "יקרים". האנרגיה שדרושה לגידול הנוצות המרשימות של הזכר מגיעה מהזכר עצמו, אולם האם מספקת הורמונים ומשאבים אחרים נוספים כדי לשמור עליו בריא ולסייע להבטחת הגדילה התקינה של הזנב הארוך והצבעוני. ההשקעה האמהית הראשונית הזו מסייעת לצאצאיה לשרוד.

הישרדות תלויה בסביבה של החיה. סביבה דלה עשויה שלא להכיל משאבים רבים, כמו מזון או מחסה זמינים. קשה יותר לחיות לשרוד בסביבות דלות, ולכן חיות צריכות להיות חזקות פיזית ובריאות. בסביבה טובה יש הרבה מזון ומים, מעט טורפים וקל יותר לשרוד בה. אם האם חיה בסביבה דלה, הבן שלה עשוי שלא לשרוד מאחר שהוא גדול יותר ודורש יותר מזון, בעוד שסיכויי השרידה של הבת גדולים יותר.

למה לייצר בנים "יקרים"?

אם כן, מדוע שהאימא תבחר להשקיע את משאביה בבן "יקר"? זיכרו, מטרת המשחק הזה היא ליצור צאצאים שימשיכו ויגדלו צאצאים משלהם. האינטרס העיקרי של האימא הוא ליצור את הצאצאים שסיכויי השרידה והעמדת הצאצאים שלהם גדולים ביותר, וכך היא תעביר את **הגנים** שלה הלאה. ייתכן שיותר יקר ליצור בן, אולם הוא מסוגל להזדווג עם נקבות רבות וליצור יותר

הורמון (Hormone)

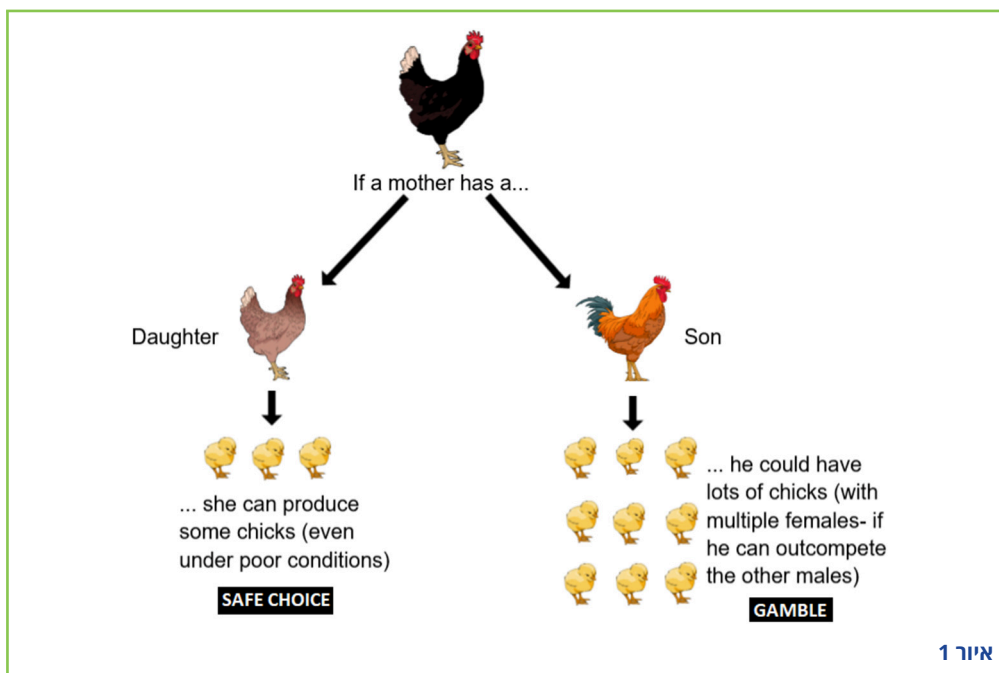
חומר שמיוצר בגוף אשר משפיע על האופן שהגוף גדל או מתפתח, ומסייע לגוף להגיב לשינויים בסביבה.

גן (Gene)

הוראות שמקודדות בתוך הדנ"א. גנים שולטים על המאפיינים הפיזיים וההתנהגותיים של צמחים ושל חיות, והם מועברים מההורים לצאצאים.

איור 1

הערך הפוטנציאלי של הולדת בן לעומת בת. בת כמעט תמיד עומדת להוליד צאצאים, אפילו אם בסביבה יש משאבים מעטים. בהשוואה לזאת, בן עשוי להיות מסוגל ליצור הרבה יותר צאצאים, אולם רק אם הוא מסוגל להתחרות עם זכרים אחרים. משמעות הדבר היא שהוא צריך להיות גדול ו/או חזק, מה שדורש משאבים רבים.



צאצאים מאשר בנות. לכן, אתם יכולים לחשוב על לידת בת כאפשרות המהימנה: בת כמעט תמיד תהיה מסוגלת למצוא בן זוג, אולם היא יכולה ליצור רק מספר קטן של צאצאים. אולם, בן הוא הימור גדול יותר: בן צריך להתחרות עם זכרים אחרים; אם הוא זוכה, הוא יכול ליצור הרבה צאצאים עם נקבות רבות. אולם אם הוא מפסיד לא יהיו לו צאצאים כלל. מאחר שהולדת בן היא הימור גדול יותר, אימא שנמצאת בתנאים טובים וחיה בסביבה טובה יכולה להרשות לעצמה לבחור באסטרטגיית ה"סיכון גבוה/רווח גבוה" הזו ולהוליד בן גדול ובריא, שעשוי להתחרות עם זכרים אחרים, להזדווג עם נקבות רבות וליצור הרבה נכדים (ראו איור 1).

אילו גורמים יכולים להשפיע על מינם של הצאצאים?

אולם איך בדיוק זה עובד? בכנות, איננו יודעים! ישנם הרבה מדענים ברחבי העולם שמנסים לפתור את התעלומה של המנגנונים ששולטים במין הצאצאים. אנו יודעים שישנם הרבה גורמים שונים שמשפיעים על האם האימא תוליד בן או בת.

בגרעין של כל תא בגוף החיה ישנו מידע גנטי (דנ"א) שארוז במבנים שנקראים **כרומוזומים**. כרומוזומים מתקיימים בזוגות תואמים. אחד מזוגות הכרומוזומים נקרא "כרומוזום מין" והכרומוזומים האלה שולטים על האם הצאצאים יהיו זכרים או נקבות. כרומוזומי המין מופרדים כשתאי המין של הזכר ושל הנקבה (גמטות) נוצרים. הגמטות הזכריות הן הזרע והגמטות הנקביות הן הביציות. במהלך ההפריה, גמטות מתחברות ובסופו של דבר יוצרות עובר.

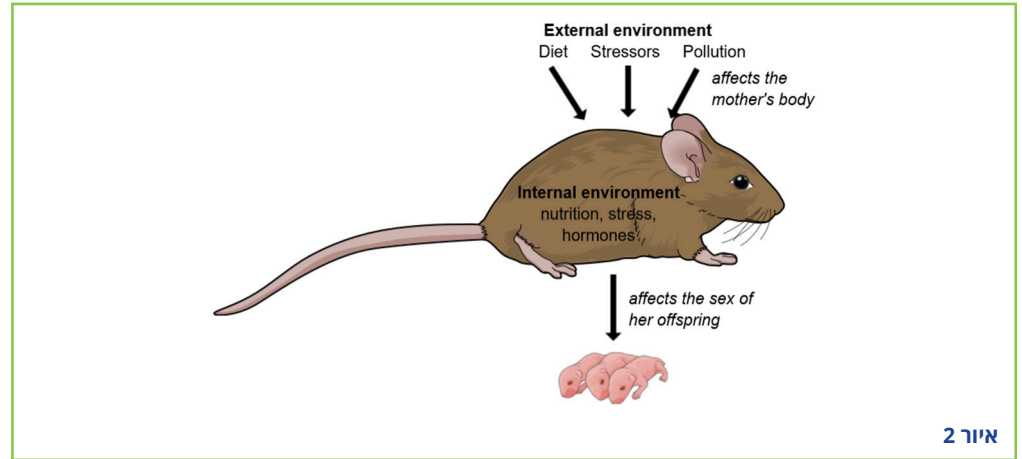
אצל יונקים לנקבות יש שני כרומוזומי מין X ולזכרים יש X ו-Y. מאחר שיונקים זכרים תורמים זרע שמכיל כרומוזומי X או Y, אולם נקבות תורמות רק כרומוזומי X, מדענים נהגו לחשוב שיש סיכוי של 50% שיצא בן או בת והוא תלוי רק באב. אולם מחקרים עכשוויים הראו שישנן וריאציות בגודל ובצורה של הזרע שמשפיעות על איזה זרע יתחבר עם הביצית, ולכן האם הצאצא יהיה זכר או נקבה [3]. אנו גם יודעים שנקבות יכולות להשפיע על הכרומוזום שיהיה בשימוש,

כרומוזום (Chromosome)

מבנה דמוי מוט שמצוי בגרעינים של תאים. כרומוזומים בנויים מדנ"א, אשר מכיל מידע על חלבונים שצריכים להיות מיוצרים כדי לקיים את האורגניזם.

איור 2

שינויים בסביבה החיצונית משפיעים על גופה של האם, כמו למשל רמות ההורמונים והמצב הגופני שלה. אירועים שונים יכולים להוביל לסטרס אצל החיה, כמו שלמשל התול שרוזף אחרי עכבר הוא אירוע שיוצר סטרס עבור העכבר. הסביבה הפנימית של האם (תנאי הגוף שלה) משפיעים על האם היא תוליד בנים או בנות.



בהתבסס על מצב הגוף ועל הסביבה שלהן. אם כן, כיום אנו יודעים שגם אימהות וגם אבות יכולים להשפיע על מין הצאצאים שלהם.

כרומוזמי מין פועלים באופן הפוך אצל ציפורים! לציפורים נקבות יש שני סוגי כרומוזמי מין (Z ו-W), בעוד שלציפורים זכרים יש שני כרומוזמי Z. אצל ציפורים הנקבה תורמת כרומוזום Z או W לביצית, אשר קובעת אם יהיה לה זכר או נקבה. נדמה שציפורים נקבות מסוגלות לכוונן איזה כרומוזום מין הביצית תקבל בתגובה לסביבה [4]. לדוגמה, ישנו מין של תוכי שחי בניו זילנד ונקרא קאקאפו. תוכי קאקאפו נמצאים בסכנת הכחדה קשה, כאשר נותרו רק 147 מהם ברחבי העולם. נקבות קאקאפו צריכות להיות במצב טוב כדי להזדווג, לכן ביולוגים האכילו אותן במזון נוסף. אולם כתוצאה מכך התקבלו זכרים בלבד! לאחר מכן הביולוגים ערכו ניסוי [5]: הם המשיכו להאכיל את הקאקאפו, אולם רק נקבות קטנות הורשו לאכול כמה שהן רצו. לקאקאפו היה מספיק מזון כדי להישאר בריאות ולהזדווג, אולם לא מספיק כדי לעלות הרבה במשקל, מה שהיה גורם לקבלת זכרים בלבד. המדענים עקבו אחרי מספר הזכרים והנקבות של הקאקאפו שבקעו. תחת תוכנית התזונה החדשה, מאחר שחלק מהנקבות היו קלות יותר מאחרות, היחס בין המינים של הגוזלים היה של 50:50!

הורמונים כטריגרים של הקצאת מין

חשוב לציין כי חיות לא "בוחרות" באופן מודע להוליד מין אחד או אחר, אולם בכל זאת הגוף שלהן מסתגל לטריגרים של "יצירת בנים" או של "יצירת בנות" בתגובה לסביבה שלהן (ראו איור 2). הרבה מזה נובע מפעולתם של ההורמונים.

ההורמונים הם חומרים שמופרשים על-ידי בלוטות בגוף שמווסתות את התפקודים של תאים ושל איברים רבים. סטסטורון (ההורמון ה"זכרי") ואסטרוגן (ההורמון ה"נקבי") יכולים להשפיע על היחס בין המינים של הצאצאים. אולם ההורמונים אחרים יכולים גם הם להשפיע על היחס בין המינים של הצאצאים, כולל ההורמוני סטרס (שנקראים קורטיקוסטרון אצל ציפורים ומכרסמים, וקורטיזול אצל יונקים). לדוגמה, אם נקבת שליו יפני מקבלת קורטיקוסטרון נוסף על-ידי מדענים, מה שמגדיל את רמות הסטרס שלה, היא תוליד יותר בנות ופחות בנים [6].

הורמונים מתפקדים כקישור בין הסביבה הפנימית והחיצונית

הורמונים הם **מתווכים** בין הסביבה החיצונית לבין מצב הגוף, או הסביבה הפנימית. משמעות הדבר היא שכשמשוהו משתנה בסביבה החיצונית הורמונים יוצרים שינויים בגוף כך שהחיה תוכל לשתף פעולה עם השינוי בסביבה. אנו יודעים שאם נקבה חיה בסביבה טובה היא תהיה במצב גופני הרבה יותר טוב מנקבה שחיה בסביבה דלה. חלק מזה נובע פשוט מכך שבסביבה טובה יש הרבה מזון זמין, כך שהנקבה מקבלת את חומרי המזון והאנרגיה שהיא צריכה. בסביבה טובה יש בדרך כלל פחות טורפים, או פחות הפרעות (כמו למשל בני אדם שכורתים יערות), כך שהנקבה הזו תהיה תחת פחות סטרס. סטרס משפיע על הגוף מאחר שהגוף מכוון מחדש את האנרגיה מתהליכים אחרים בגוף כמו למשל עיכול או רבייה, ומנתב את האנרגיה להישרדות קצרת טווח. תגובת הסטרס מספקת לגוף את האנרגיה הדרושה לברוח או לשרוד במצב של סטרס. לדוגמה, אם עכבר רואה חתול העכבר נכנס לסטרס כתוצאה מעלייה חדה בהורמוני הסטרס, וגופו של העכבר משתמש באנרגיה נוספת כדי לסייע לו לברוח ולא להיאכל!

הורמונים גם מתקשרים ומשפיעים זה על זה. לדוגמה, רמות גבוהות של הורמון הסטרס קורטיקוסטרון מובילות להולדת יותר בנות, בעוד שרמות גבוהות של טסטוסטרון גורמות להולדת יותר בנים [7]. קורטיקוסטרון גבוה גם מפחית את ייצור הטסטוסטרון, אולם ריכוז ההורמונים האלה משתנה באופן טבעי במהלך השנה, כך שקשה לקבוע איזה הורמון מוביל את קביעת המין.

סיכום

אנו יודעים שאימהות מספקות לבנים ולבנות כמויות שונות של משאבים ושל אנרגיה. כתוצאה מכך, נקבות רבות "בוחרות" אם יהיה להן בן או בת בהתבסס על הסביבה ועל מצב הגוף שלהן, וכך מגדילות את הסיכויים שיהיו להן נכדים והן יעבירו את הגנים שלהן הלאה. ברנע זה מדענים רבים ברחבי העולם מנסים להבין כיצד בדיוק ההורמונים האלה מתקשרים וכיצד פועל המנגנון השלם של קביעת מין הצאצא. עד כה גילינו הרבה פיסות של הפאזל, אולם ייקח עוד שנים עד שמדענים יבינו לגמרי כיצד חיות משפיעות על מין הצאצאים שלהן.

תודות

אני רוצה להודות לשלושת הסוקרים הצעירים על הערותיהם והצעותיהם לשיפור המאמר הזה; הן מוערכות מאוד.

מקורות

1. Trivers, R. L., and Willard, D. E. 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*. 179:90–2. Available online at: <http://science.sciencemag.org/content/179/4068/90.abstract>
2. McGraw, K. J., Adkins-Regan, E., and Parker, R. S. 2005. Maternally derived carotenoid pigments affect offspring survival, sex ratio, and sexual attractiveness in a colorful songbird. *Naturwissenschaften*. 92:375–80. doi: 10.1007/s00114-005-0003-z

מתווך

(Mediator)

חומר או מבנה ששולט או מווסת תגובה מסוימת של הגוף. לדוגמה, הורמון נחשב מתווך מאחר שהוא שולט באופן שבו הגוף מגיב לשינויים בסביבה.

3. Edwards, A. M., Cameron, E. Z., Pereira, J. C., and Ferguson-Smith, M. A. 2016. Paternal sex allocation: how variable is the sperm sex ratio? *J. Zool.* 299:37–41. doi: 10.1111/jzo.12317
4. Navara, K. J. 2018. "Potential mechanisms of sex ratio adjustment in birds BT," in *Choosing Sexes: Mechanisms and Adaptive Patterns of Sex Allocation in Vertebrates*, ed K. J. Navara (Cham: Springer International Publishing), 99–121. doi: 10.1007/978-3-319-71271-0_6
5. Clout, M. N., Elliott, G. P., and Robertson, B. C. 2002. Effects of supplementary feeding on the offspring sex ratio of kakapo: a dilemma for the conservation of a polygynous parrot. *Biol. Conserv.* 107:13–8. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00267-1
6. Pike, T. W., and Petrie, M. 2006. Experimental evidence that corticosterone affects offspring sex ratios in quail. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 273:1093–8. doi: 10.1098/rspb.2005.3422
7. Navara, K. J. 2018. "Hormones rule the roost: hormonal influences on sex ratio adjustment in birds and mammals BT," in *Choosing Sexes: Mechanisms and Adaptive Patterns of Sex Allocation in Vertebrates*, ed K. J. Navara (Cham: Springer International Publishing), 123–154. doi: 10.1007/978-3-319-71271-0_7

פורסם אונליין: 24 באוגוסט 2021

נערך על ידי: Pedro Morais, University of California, Berkeley, United States

ציטוט: Khan NY (2021) מדוע אימא יולדת בנים או בנות? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2019.00066-he

תורגם והותאם:

Khan NY (2019) Why Does a Mother Have Sons or Daughters? Front. Young Minds 7:66. doi: 10.3389/frym.2019.00066

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

COPYRIGHT © 2019 © Khan 2021. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). 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

LUANA, גיל: 13

אני אוהבת להחליק על גלגיליות, לרכוב על אופניים, לצפות בסרטים ולבלות עם החברים שלי.



**MADDIE, גיל: 15**

בזמני הפנוי אני אוהבת לנגן על חליל, ליצור הדפסים ולהשתתף בתחרות Academic Decathlon. אני מתעניינת באופן שבו יזמות וקיימות יכולות לפעול יחד. יום אחד אני מקווה שתהיה לי קריירה שתשלב בין שני התחומים.

**VITOR, גיל: 15**

אני ילד פורטוגזי בן 15. אני אוהב את הטבע באופן כללי. אני מקווה להיות פסיכולוג מאחר שאני אוהב לדבר עם אנשים על הבעיות שלהם ולעזור להם. אני אוהב מוזיקה ואחד התחביבים שלי הוא למידת מוזיקה ונגינה.

הכותבת**NICOLA Y. KHAN**

גדלתי באיי פיג'י ותמיד אהבתי לצפות על החיות וללמוד עליהן. כנערה קראתי על האופן שבו הורמונים מופרשים לנתיבי מים ולאוקיינוס, והשפיעו על החיים הימיים. הבנת האופן שבו שינויים בסביבה ובהורמונים פועלים יחד הייתה לתחום העניין המחקרי הראשי שלי, וכיום אני חוקרת השפעות של סטרס על בעלי חיים. בזמני הפנוי אני נהנית לטייל, לקרוא ולבלות זמן עם הכלב שלי, חבריי ומשפחתי.
*niki.y.khan@gmail.com



Hebrew version
provided by

[מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים \(ע.ר.\)](#)
[متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس](#)
Bloomfield Science Museum Jerusalem

