



מסעו של דג קוד חזרה הביתה – מלידה לבית גידול

Clarissa Akemi Kajiya Endo^{1,2*}, Frode B. Vikebø¹, Natalia A. Yaragina³, Solfrid Sætre Hjøllo¹ ו
Leif Christian Stige²

¹המכון למחקר ימי, ברגן, נורווגיה

²המחלקה לביו-מדעים, המרכז לסנינתזה אקולוגית ואבולוציונית (CEES), אוניברסיטת אוסלו, אוסלו, נורווגיה

³סניף הקוטב של VNIRO ("PINRO" נקרא על שם N.M. Knipovich), מורמנסק, רוסיה

סוקרים צעירים

GIGI
גיל: 9



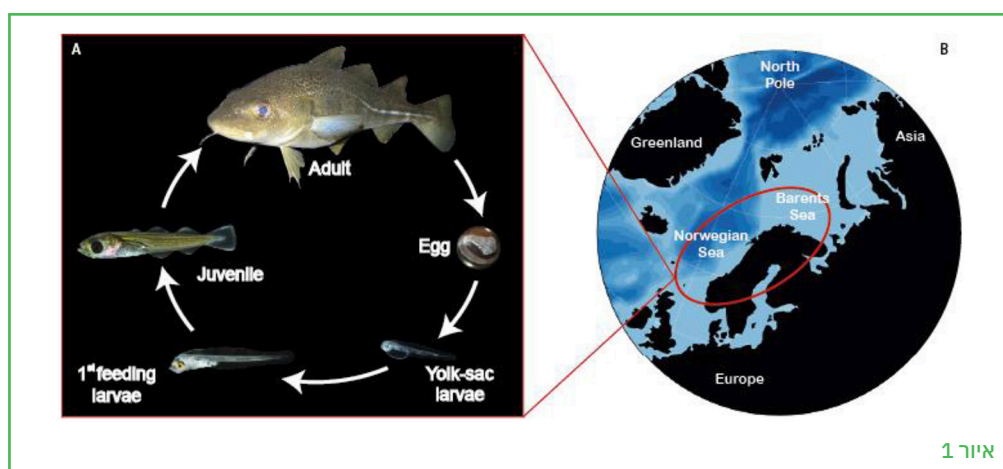
דגי קוד בוגרים שוחים לאורך מאות קילומטרים הרחק מהבית במטרה לשחרר את ביציהם לתוך מי האוקיינוס. לאחר כמה ימים, פגיות זעירות בוקעות מהביצים. במהלך ימי חייהן הראשונים, לפגיות יש מאגר מזון קטן שמקיים אותן. מייד לאחר ריקון שק החלמון, הן צריכות למצוא מזון משלהן. הן הביצים הן הפגיות נישאות על ידי זרמי האוקיינוס, וחוות שינויים גדולים בתנאים כשהן נסחפות חזרה לאזור בתי הגידול שממנו הוריהן מגיעים. שם הפגיות גדלות לדגים בוגרים. מחקרנו על דג הקוד מצביע על כך שכמות פגיות הקוד ומיקומן קשורים בגודלן של המבוגרים המשריצים, וכי כמות הפגיות משפיעה על כמה דגי קוד יגדלו להיות דגים בוגרים. אם כן, חשוב לדעת את תנאי המחיה של ההורים לפני שהם משריצים, מה שישפיע על הישרדות צאצאיהם.

מהם דגי קוד?

קוד הוא דג מוכר, ומאכל שרבים מאיתנו טעמו לפחות פעם אחת. מאחר שהיה למזון שכיח מאוד ברחבי העולם, זהו דג שדגים אותו בכמויות גדולות. אם אוכלוסיות של קוד לא יחקרו

היטב וינוהלו בצורה טובה, ישנו סיכון של דיג יָתֵר שיגרום לדלדול. ניהול תקין של אוכלוסיות קוד נסמך על מחקר, אשר מסייע לנו לרכוש יָדַע לגבי דגים אלה וסביבתם.

במהלך מחזור חייהם, דגי קוד מתחילים בתור ביצים, ולאחר כ-15 ימים בוקעות מהביצים פִּגְיוֹת זעירות [1]. בתוך כשישה חודשים הפגיות גדלות להיות דגים צעירים, ובסופו של דבר, בחלוף שלוש שנים, הופכות לדגים בוגרים (איור 1A). דגי קוד בוגרים יכולים לגדול לאורך של 2 מטרים, ולחיות כ-25 שנים. ישנן מגוון אוכלוסיות קוד, השוכנות באזורים שונים בצפון האוקיינוס האטלנטי ובאוקיינוס הארקטי. דגי קוד בוגרים בדרך כלל מעדיפים מים עמוקים וקרים, בעוד שדגי קוד צעירים מעדיפים מים רדודים יותר. במטרה למצוא מקום מתאים לשחרר את ביציהם, דגי קוד בדרך כלל שוחים למרחקים ארוכים של כ-200 קילומטרים בממוצע. אולם דגי הקוד שחיים בים בְּרֶנְץ (שייך לאוקיינוס הקרח הצפוני, הממוקם מצפון לרוסיה ולנורווגיה, איור 1B). יכולים לשחות עד למרחק גדול פי עשרה מזה!



איור 1

פגית קוד קטנה באוקיינוס גדול – זה מאַתְּגֵר!

בחורף המאוחר, אחרי עזיבת ים ברנץ הקר והחשוך, דגי הקוד הבוגרים מגיעים לאזור החם יותר והמואר יותר של החוף הנורווגי. זה מקום טוב לשחרור ביציהם כך שצאצאיהם יתחילו את התפתחותם בתחילת האביב. אולם התינוקות, שמכונים פגיות, יצטרכו לעשות את דרכם חזרה לאזור בית הגידול בים ברנץ, והמסע הזה עשוי לארוך שישה חודשים. אזור בית הגידול הוא המקום שבו דגים צעירים ניזונים וגדלים להיות בוגרים. חזרה לבית הגידול אינה מטלה פשוטה עבור הפגיות הקטנות!

במהלך ההשרצה, דגים בוגרים משחררים את ביציהם לתוך המים. גודל כל ביצה משוחררת הוא בסדר גודל של גרגיר חול גס. מספר הביצים הכולל שהושרץ משתנה משנה לשנה, כתלות במספר דגי הקוד הבוגרים ובגדליהם. דגים גדולים יכולים לייצר יותר ביצים בהשוואה לדגים קטנים, ודגי קוד בוגר גדול יכול לייצר מיליוני ביצים! הביצים צפות על המים ומתחילות להתפתח לפגיות, בזמן שהן נישאות על ידי זרמי האוקיינוס. המהירות שבה הביצים מתפתחות תלויה בטמפרטורת המים, ויכולה לנוע בין שבועיים לחמישה שבועות. ביצים במים חמים יותר יתפתחו מהר יותר מאשר ביצים במים קרים יותר. כאשר הביצים בוקעות, מופיעות פגיות קטנות, שגודלן כל אחת מהן הוא בערך בגודל ציפורן הזרת של אדם. הפגיות

פגיות (Larvae)

זחלים. התינוקות שבוקעים מביצי הדגים.

איור 1

דגי הקוד – מעגל החיים

ובית הגידול (A) מחזור החיים של דגי קוד. **(B)** המיקום של ים ברנץ, שם דגי קוד ניזונים וגדלים להיות בוגרים; ושל הים הנורווגי, שם דגי קוד בוגרים משחררים את ביציהם (קרדיטים לאיור – תמונת קוד בוגר: שונתה מ-Dr. Bernd Ueberschär/fishbase.se; תמונות ביצה ופגיות: שונתה מ-

Terje van der Meeren

המכון למחקר ימי, נורווגיה).

מקרא: A (מתמונת הביצה,

בכיוון השעון):

Egg = ביצה

Yolk-sac larvae = שק

חלמון של פגית

= 1st feeding larvae

האכלה ראשונה של פגית

Juvenile = דג צעיר

Adult = דג בוגר

B (מלמעלה למטה

ומימין לשמאל):

North pole = הקוטב הצפוני

Asia = אסיה

Greenland = גרינלנד

Barents sea = ים ברנץ

Norwegian sea = הים הנורווגי

Europe = אירופה.

בית גידול (Nursery)

האזור שבו דגים גדלים ונהיים לבוגרים.

השרצה (Spawning)

החלק בתהליך התרבות הדגים שבו הדגים משחררים ביצים, אשר אז מופרות בתוך המים.

הקטנות נקראות פגיות שק חלמון, מאחר שלכל אחת יש מאגר מזון קטן, בדומה לחלמון של ביצת תרנגולת. בזמן שהן ניזונות משקי החלמון שלהן, הפגיות אינן צריכות לחפש מזון. זה טוב עבורן מאחר שאינן שחייניות טובות מאוד עדיין, והן רק נסחפות עם הזרמים.

כאשר מאגרי המזון בשקי החלמון שלהן נצרכים, הפגיות הקטנות (שכעת נקראות פגיות אכילה ראשונה) יצטרכו למצוא מזון שמתאים לפיותיהן הזעירים. אך מה פגיות אלה יכולות לאכול שֶׁקֶטָן יותר מהפיות שלהן? פגיות של קוד אוכלות בעיקר חיות זעירות וצעירות שנקראות שטרגליים (ממין *Calanus finmarchicus*). אלה הם קרובים רחוקים של שרימפס, לובסטרס וסרטנים (איור 2). שטרגליים צעירים קטנים אפילו יותר מפגיות קוד. מחזור החיים של שטרגליים מותאם לפרחת האביב, שהיא תקופה באביב שבה מיליארדי אצות מיקרוסקופיות גדלות (פורחות) בימים הצפוניים. אצות אלה הן מזונם של השטרגליים. כאשר ישנן אצות רבות, השטרגליים משגשגים, גדלים ומתרבים. שטרגליים מצויים במספרים גדולים לאורך החוף הנורווגי, אך אינם מפולגים באופן אחיד. אם כן, פגיות הקוד, שנסחפות עם זרמי האוקיינוס, צריכות להיות באותו המקום ובאותו הזמן שבהם מצוי טַרְף השטרגליים שלהן, כך שיוכלו למצוא מזון.

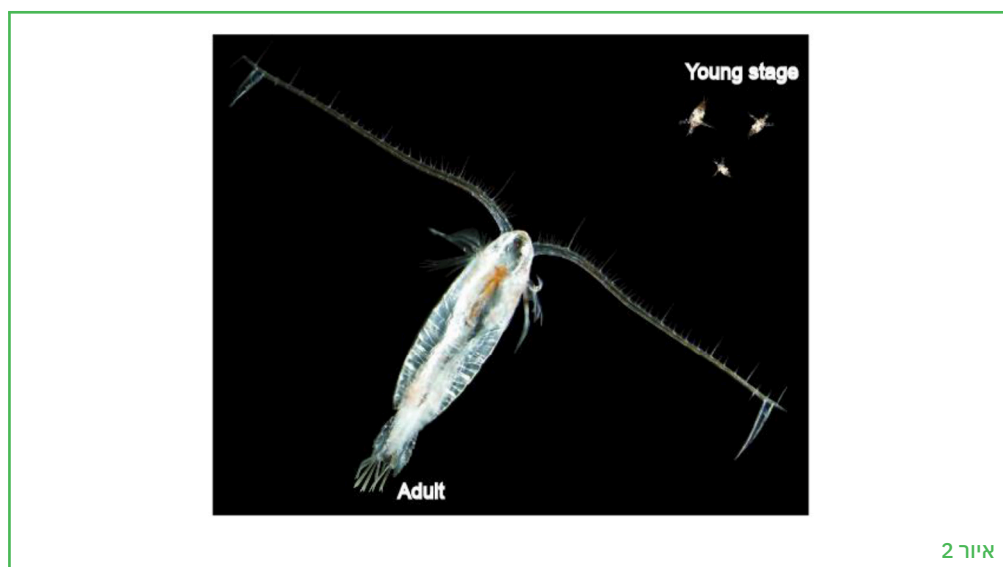
פריחת אביב (Spring bloom)

עלייה במספר המיקרו-אצות בים, בדומה לפרחת פרחים על היבשה באביב.

איור 2

שטרגליים בשלבי

הצעיר והבוגר. פגיות אכילה ראשונה של דגי קוד אוכלות שטרגליים בשלב צעיר (קרדיט לאיור: Terje van der Meeren/המכון למחקר ימי, נורווגיה). מקרא: Young stage = שלב צעיר Adult = בוגר



איור 2

פרט למציאת מספיק מזון זעיר לאכילה, פגיות הקוד חייבות להימצא בזרם אוקיינוס שיסייע להן להיסחף חזרה לעֶבֶר ים ברנץ (איור 3). אחרת, הן עלולות להגיע לאזור שאינו מתאים למחייתן. הפגיות גם צריכות מים בטמפרטורה מתאימה לגדילתן. פגיות של קוד במים חמים יותר (עם מספיק מזון) יגדלו מהר יותר ויהיו להן סיכויים טובים יותר לשרוד, לעומת פגיות במים קרים. לא כל הביצים יהפכו לפגיות, ולא כל הפגיות ימצאו מספיק מזון כדי לשרוד או להיסחף בבטחה חזרה אל ים ברנץ. פגיות רבות ימותו, וחלקן ייאכלו על ידי חיות ימיות אחרות, כמו למשל מדוזות. רק חלק קטן מאוד מהפגיות יצליחו להגיע חזרה אל ים ברנץ. הפגיות שיחזרו בהצלחה יאכלו ויגדלו עד שיהיו לדגי קוד בוגרים, גדולים מספיק כדי לשחות חזרה אל החוף הנורווגי. שָׁם ישחררו את ביציהן, ויתחילו מחדש את מחזור החיים.

איור 3

מסלול ההגירה של דגי

קוד בוגרים. דגי קוד בוגרים מהגרים לאורך מאות קילומטרים מים ברנץ הקר והעמוק אל המים החופיים החמים יותר של הים הנורווגי, שם הם משחררים את ביציהם. הביצים יתפתחו לפגיות, אשר צריכות להיסחף, בתנאי האוקיינוס המשתנים, חזרה אל אזור הגידול שלהן בים ברנץ. השינויים בטמפרטורת המים מוצגים באמצעות צבעו של קו ההיסחפות.

מקרא:

Adult = דג בוגר

Eggs = ביצים

Larvae = פגיות

Copepods = שטרגליים

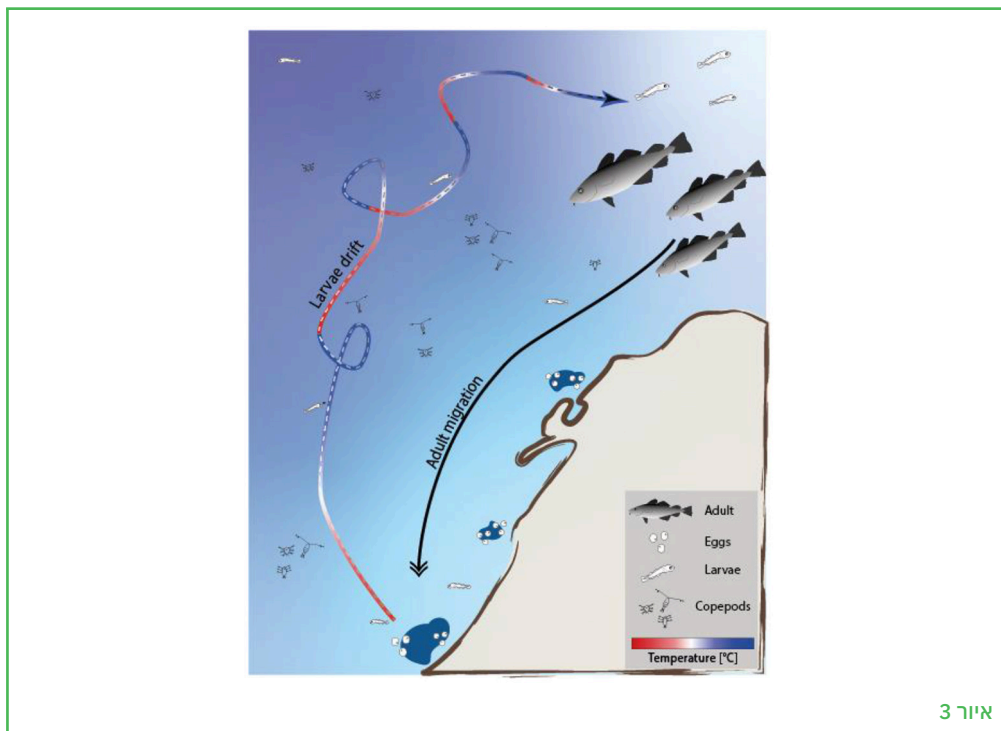
Temperature = טמפרטורה (במעלות צלזיוס)

Larvae drift = סחף

של פגיות

Adult migration = הגירה

של דגים בוגרים.



איור 3

מחקרינו על אודות דגי קוד

דייגים רבים הולכים לים ברנץ כדי לדוג, וחלקם מתעניינים במיוחד בדגי קוד. מדענים מגיעים אף הם לים ברנץ על גבי ספינות מחקר, וחלקם מתעניינים בפרט בדגי קוד. המדענים מעוניינים לדעת כמה דגי קוד ישנם בים, ומבקשים לקבוע כמה דגי קוד דייגים יכולים לדוג בלי לפגוע באוכלוסייה זו. במטרה לקבוע כמה דגים או פגיות ישנם, והיכן הם נמצאים, מדענים אלה משתמשים בכמה סוגי ציוד ובשיטות שונות. לדוגמה, הם עושים שימוש ברשתות בעלות חורים קטנים מאוד כדי לאסוף ביצי דגים, פגיות וחיות זעירות אחרות במים. במטרה לספור את היצורים הזעירים הללו, מדענים משתמשים במיקרוסקופ סטריאו, אשר פועל כמו זכוכית מגדלת, שייתכן שאתם משתמשים בהן כדי לצפות בחרקים בגינה. מדענים גם מתעניינים בתנאים הסביבתיים שבהם דגים חיים, ולצורך כך מודדים את טמפרטורת המים וכמה חיות ישנן בהם, שהדגים יכולים לאכול.

רצינו ללמוד על התהליכים שמשפיעים על מספר פגיות הקוד שגדלות להיות דגים בוגרים. מנתוני פגיות הדגים שנאספו בהפלגות שנערכו בין השנים 1959-1993, מצאנו כי בחלק מהשנים היו הרבה פגיות קוד, בעוד שבשנים אחרות היו מעט. בחלק מהשנים, הפגיות התפלגו יותר לאורך דרום ים ברנץ ומזרחו, בעוד שבשנים אחרות הן נמצאו יותר בצפון ובמערב. היו שנים שבהן הפגיות התרכזו במקום אחד, ושנים שבהן הן היו מפוזרות ברחבי הים. חקרנו אם מספרם וגודליהם של דגי קוד בוגרים, ותנאי המחיה של הפגיות, משפיעים על הפגיות משנה לשנה בהיבטי ריבוי (כמה ישנן) והתפלגות (היכן הן נמצאות). חקרנו גם כיצד ריבוי הפגיות והתפלגותן משפיעים על כמות הפגיות ששורדות והופכות לדגים בוגרים חודשים באוכלוסייה, המכונים recruits.

ריבוי

(Abundance)

מספר הפריטים של מין מסוים.

התפלגות

(Distribution)

המיקום של פריטים ממין מסוים.

Recruits

דגים שהם גדולים ובוגרים מספיק כדי להשתייך לאוכלוסייה הבוגרת שניתן לדוג.

מה למדנו ומדוע זה חשוב?

מצאנו כי הריבוי וההתפלגות של פגיות קוד היו קשורים בגודל אוכלוסיית המבוגרים המשריצים. במילים אחרות, ריבוי והתפלגות גבוהים של פגיות הם תוצאה של נוכחות דגי קוד בוגרים שהם גדולים ובריאים. מצאנו גם כי הריבוי של פגיות משפיע על כמות דגי הקוד שגדלים להיות דגים בוגרים (recruits), כלומר ככל שיהיו יותר פגיות כך יהיו יותר דגים בוגרים בעונה הבאה. אולם, בניגוד לציפיותינו, הריבוי של פגיות קוד והתפלגותן לא הושפעו כל כך על ידי תנאי המחיה שהפגיות חוו בשעה שנסחפו עם זרמי האוקיינוס!

מהי המשמעות של תוצאות אלה? באופן חשוב, התוצאות מעידות על כך שתנאי המחיה של ההורים לפני שהם משריצים חשובים להישרדות צאצאיהם. לגודלם של ההורים ובריאותם חשיבות מאחר שדגי קוד בוגרים שהם גדולים ובריאים יותר מייצרים ביצים רבות יותר, גדולות יותר ובריאות יותר. הדבר משליך על הפגיות, ועשוי לפעול לטובתן במסען חזרה לים ברנץ ולהגביר את סיכויי הישרדותן. ממצא זה גם מצביע על כך שחשוב לנהל חוות דגים כן שלא כל הדגים הגדולים יילקחו מהאוכלוסייה. המשמעות היא שכדי לסייע לפגיות קוד לשרוד, עלינו לנהל את הכמות והגודל של דגי קוד בוגרים שדייגים מורשים לדוג. אנו צריכים לשמור על אוכלוסייה בוגרת בריאה. מאחר שההורים זקוקים למספיק מזון כדי לבנות את מאגרי האנרגיה שלהם, חשוב גם לשמור את אוכלוסיות הטרף של דגי הקוד, ולנהל אותן. ביכולתנו לסייע לדגי קוד בוגרים לקבל מספיק מזון לאכילה על ידי הפחתה או ביטול פעילויות אנושיות שמשפיעות באופן שלילי על דגי הקוד ועל הטרף שלהם. בכלל זה דגים עודף; הָרָס של קרקעית הים וזיהום האוקיינוס על ידי כימיקלים רעילים ופלסטיק. אם נוכל לשמר אוכלוסייה בריאה של דגי קוד בוגרים, דגים אלה יוכלו גם להיות מסוגלים לשרוד שינויי אקלים בצורה טובה יותר. מחקר עתידי ומאמצי שימור יסייעו לנו להגן על המין המעניין והחשוב הזה.

תודות

אנו מודים למועצת המחקר של נורווגיה על מימון פרויקט מניעים והשפעות של שינויים מרחביים על שלבי החיים המוקדמים של דגים ימיים (פרויקט SpaceShift מספר 280468).

מאמר המקור

Endo, C. A. K., Vikebø, F. B., Yaragina, N. A., Hjøllø, S. S., and Stige, L. C. 2020. Effects of climate and spawning stock structure on the spatial distribution of Northeast Arctic cod larvae. *ICES J. Mar. Sci.* 78:666–79. doi: 10.1093/icesjms/fsaa057

מקורות

- Ottersen, G., Bogstad, B., Yaragina, N. A., Stige, L. C., Vikebø, F. B., and Dalpadado, P. 2014. A review of early life history dynamics of Barents Sea cod (*Gadus morhua*). *ICES J. Mar. Sci.* 71:2064–87. doi: 10.1038/278097a0

פורסם אונליין: 05 באפריל 2024

נערך על ידי: Antonio Olita

מנחים מדעיים: Vinitha Rangarajan

ציטוט: Endo CAK, Vikebø FB, Yaragina NA, Hjøllø SS | Stige LC (2024) מסעו של דג קוד חזרה הביתה – מלידה לבית גידול. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.622088-he

תורגם והותאם מ: Endo CAK, Vikebø FB, Yaragina NA, Hjøllø SS and Stige LC (2021) Cod's Journey Back Home—From Birth to Nursery. Front. Young Minds 9:622088. doi: 10.3389/frym.2021.622088

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

זכויות יוצרים © 2021 © 2024 Endo, Vikebø, Yaragina, Hjøllø | Stige. 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

GIGI, גיל: 9

קוראים לי Gigi. אני מנגנת בפסנתר ואוהבת אומנות. הדבר שבו אני הכי אוהבת לעסוק הוא אומנות ומלאכת יד. יש לי חתולת טוקסידו ששמה אֶתְנָה, והצבע האהוב עלי הוא צהוב!

הכותבים

CLARISSA AKEMI KAJIYA ENDO

Clarissa Akemi Kajiya Endo היא כיום מועמדת לדוקטורט בקבוצת תהליכי מערכות אקולוגיות במכון למחקר ימי, נורווגיה, ובמרכז לסינתזה אקולוגית ואבולוציונית באוניברסיטת אוסלו, נורווגיה. היא חוקרת תהליכי התפלגות של פגיות קוד באמצעות מודלים מספריים במטרה להבין אם הן מוצאות מספיק מזון, ומה ההשלכות של כך על כמות הדגים שדייגים יכולים לדוג. יש לה תואר ראשון באוקיינוגרפיה, ותואר שני בחישה מרחוק. *clari.endo@gmail.com

FRODE B. VIKEBØ

Frode B. Vikebø הוא מדען בכיר ומנהל תוכנית במכון למחקר ימי, נורווגיה, עם רקע באוקיינוגרפיה פיזיקלית ובילוגיה. פעילויות המחקר שלו עוסקות בעיקר בהתפתחות מודלים מספריים ותצפיות, ובשימוש בהם עבור חקירת השפעות טבעיות ומעשה ידי אדם על ביצים ופגיות של דגים, ועל האינטראקציות עם הטרף והטורפים שלהן.





NATALIA A. YARAGINA

Natalia A. Yaragina עבדה במשך 40 שנים כמדענית מובילה בסניף הקוטב של מכון המחקר הרוסי הפדרלי של חוות דיג ואוקיינוגרפיה. היא חוקרת בתחום דגים ימיים לרבות מבנה תְּבֻרוֹת; התרבות; גדילה; תנאים; התבררות; הזנה והשפעות סביבתיות על דגים. נתונים שנאספו ונותחו על ידי המכון משמשים עבור הערכת מלאי דגי הקוד הצפון-מזרחיים, ועבור גיבוש המלצות לדייגים.



SOLFRID SÆTRE HJØLLO

Solfrid Sætre Hjøllo היא מדענית חוקרת בכירה במכון למחקר ימי, נורווגיה. מחקרה מתמקד בשינויים בשרשרת המזון בסביבות הקרות בימים של נורווגיה וברנץ. המומחיות שלה היא במידול מערכות אקולוגיות באמצעות סימולציות מחשב, במטרה לחקור שינויים בשרשרת מזון כתוצאה מלחצים סביבתיים כמו למשל דיג ושינויי אקלים. החיה האהובה עליה היא השטרגלי ממין *Calanus finmarchicus* – החיה החזקה בעולם.



LEIF CHRISTIAN STIGE

Leif Christian Stige עבד בתור חוקר באוניברסיטת אוסלו בנורווגיה במשך יותר מעשור. הוא חוקר כיצד שינויים באקלים ובפעילויות אנושיות כמו דיג משפיעים על מינים ימיים. כדי לעשות זאת, הוא מנתח נתונים שנאספים על פני שנים רבות, במטרה לחפש קשרים בין שינויים באוכלוסיות הדגים לבין גורמים כמו למשל תנאי אקלים, מינים אחרים ודיג. הוא גם מתעניין באופן שבו דליפות שמן משפיעות על מינים באוקיינוס. מרבית מחקריו עסק במערכת האקולוגית של ים ברנץ. תמונות: Magne Velle/MET/The Nansen Legacy.

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