

כיצד עשב הים מגן על קו החוף שלנו

Marco Fusi^{1,2*}, Daniele Daffonchio¹

¹מרכז מחקר ים סוף, אוניברסיטת המלך עבדאללה למדע וטכנולוגיה, ת'ול, ערב הסעודית
²בית הספר למדעים יישומיים, אוניברסיטת אדינבורו נפולר, אדינבורו, בריטניה

מְרָעִים של עשב הים הם שדות דשא תת-ימיים שמגינים על החוף ומציעים מקלט להרבה יצורים ימיים. עשבי הים הם צמחים פורחים שהתפתחו מהאדמה חזרה לים, וכיום הם מאכלסים את קרקעית הים במים רדודים לאורך החוף בכל רחבי העולם. פעילויות אנושיות כמו שיטות דיג שנשמכות על רשתות כבדות מאוד שנגררות לאורך קרקעית הים, מְסַכְנֹת את המערכת האקולוגית החשובה הזו. במחקר הזה רצינו למדוד כיצד עשבי הים תורמים להגנה על החוף באמצעות כליאת שִפְכָת של סלעים שנישאת על-ידי הים. עשבי הים מפחיתים סחיפה של החוף ומגינים על הבתים והערים שלנו גם מכוחו של הים וגם מעלייה במפלס הים שנגרמת על-ידי התחממות גלובלית. עשבי הים מבצעים זאת באמצעות ריכוך כוח הגלים עם העלים שלהם, ומסייעים למשקעים שנישאים על-ידי הים להצטבר על קרקעית הים.

עשבי הים: צמחים ימיים שהתפתחו חזרה לים

כשאנו מדברים על מערכות אקולוגיות שמשגשגות בחוף, אנו לעיתים קרובות חושבים על יערות מְנְרָבִים יפהפיים או שוניות אלמוגים אינסופיות. אולם אנו נוטים לשכוח שחופים מאכלסים הרבה סוגים אחרים של מינים שמייצרים מערכת אקולוגית חשובה: מרעי עשב הים.

סוקרים צעירים

ARNAB

גיל: 14



FABIAN

גיל: 12



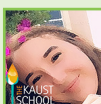
MALSHI

גיל: 12



SAVANA

גיל: 13



SUBHAAN

גיל: 13



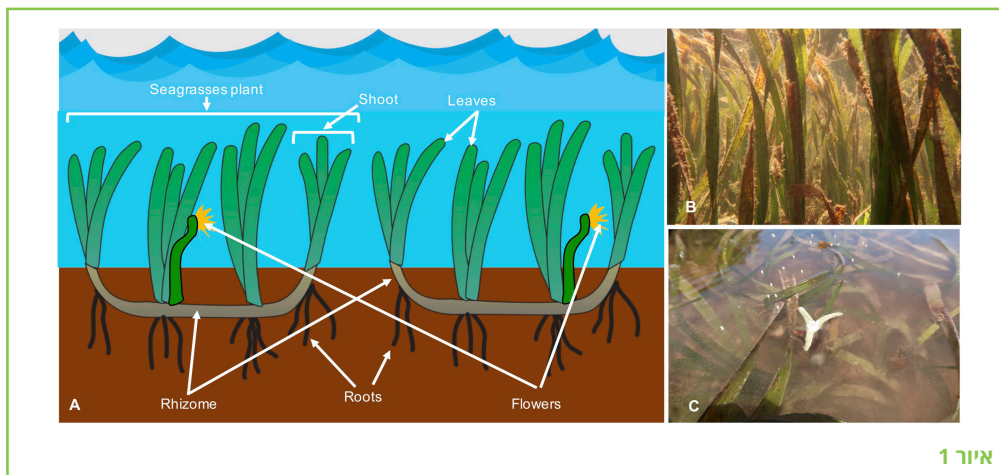
ZIA

גיל: 12



איור 1

(A) בציור הזה של צמחי עשב הים, מסומנים המבנים העיקריים של הצמחים. (B) עשבי ים ממין *Enhalus acoroides*, אחד המינים השכיחים ביותר בים סוף. (C) צמח נקבה של *Enhalus acoroides* שהופיעה במהלך גאות נמוכה. ממש כמו צמחים פורחים אחרים, עשבי ים מייצרים פירות וזרעים. Seagrasses = עשבי הים
 Shoot = נבט
 Leaves = עלים
 Rhizome = ריזום
 Roots = שורשים
 Flowers = פרחים.



איור 1

משקע

(Sediment)

משקע הוא הצטברות של חול, חימר, שפכת סלעים ואבק ששוקעים בקרקעית של אנגמים, נהרות וימים.

ריזום

(Rhizome)

צמח תת-ימי אופקי שיכול להפיק את מערכת הנבט והשורש של צמח חדש.

עשבי הים, כמו עצי מנגרוב, הם צמחים פורחים שהתפתחו מהיבשה חזרה לחיי הים, לפני כ-100 מיליון שנים [1]. כמו עם כל הצמחים הפורחים (שידועים גם כצמחים תרמיליים או בלועזית angiosperms, מהמילים היווניות "תיק" ו-"sperma" זרע), עשבי ים בדרך כלל פורחים פעם בשנה במהלך עונת הרבייה שלהם, באותו האופן שצמחים רבים על היבשה עושים במהלך האביב. במקום להשתמש בדבורים או בחרקים אחרים עבור האבקה, עשבי ים משתמשים ביצורים ימיים - כמו סרטנים, תולעי ים, או שרימפסים - שחיים מחופרים בתוך המשקעים שבין שורשי עשב הים [2]. היצורים הימיים האלה מדברים ושוחים בין הצמחים הזכרים של עשבי הים, והאבקנים נדבקים לחלקים הקוצניים והשעירים של גופם. כשהיצורים האלה הולכים או שוחים בין פרחי נקבה, הצמח מתאבק [2].

כמו הרבה סוגי עשב אחרים על היבשה, עשבי ים מחוברים על-ידי מבנים תת-קרקעיים שנקראים **ריזומים**, שהם דומים לשורשים שגדלים מתחת למשקעים. נבטים חדשים של עשבי הים יכולים לנבט מריזומים (איור 1), וצמח בודד יכול להנביט שורשים רבים במשך זמן רב. בים התיכון, לדוגמה, צמח אחד נמצא כבן יותר מ-200,000 שנים - עתיק כמעט כמו האב הקדמון של ההומו סאפיינס!

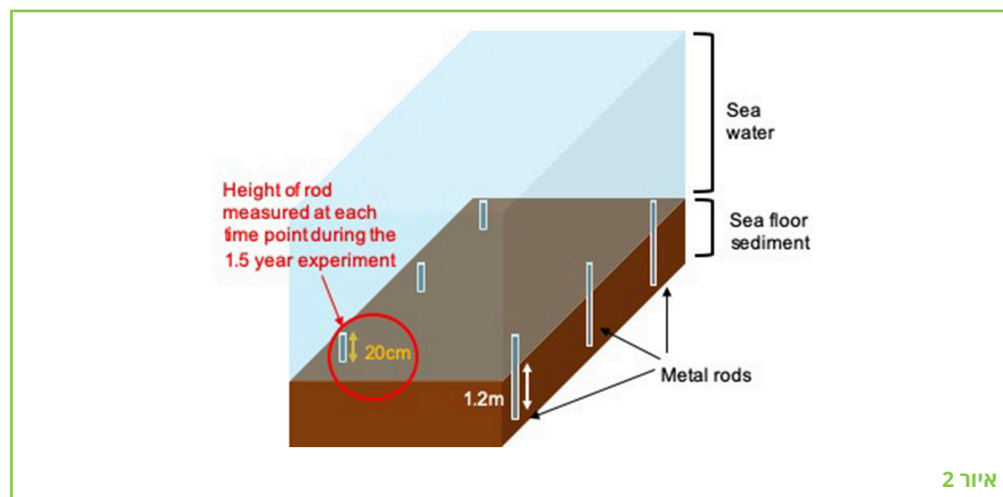
בכל רחבי העולם, עשבי הים הוערכו כמכסים שטח של בין 0.15 לבין 4.6 מיליוני קילומטרים רבועים [3], אזור גדול פי 10 מים סוף. ים סוף עצמו מארח 12 מתוך 60 המינים של עשב הים שנוכחים בכל רחבי העולם, ויחד עשבי הים האלה יוצרים אזור שמשתרע על פני יותר מ-100,000 קילומטרים רבועים, כמו הגודל הכולל של פורטוגל.

עשבי הים מגינים על חוף ים סוף

מְרָעִים של עשב הים, עם עליהם שמשתרעים לכיוון פני השטח של מי הים, מאטים את זרמי הים שנושאים משקעים וחלקיקים אחרים, ומאפשרים השתקעות של המשקעים האלה לאורך השורשים והעלים של עשב הים. על-ידי כך, עשב הים מסייע ליצור שכבות חדשות של משקעים על גבי השכבות הישנות. אולם כיצד עשבי הים נמנעים להיקבר? ה"טריק" הוא יכולת ההסתגלות המדהימה שלהם, שנרכשה על-ידי חיים במערכת האקולוגית הזו שמשתנה כל הזמן: הודות לריזומים, כל צמח עשב ים בודד יכול לכוונן את גדילתו ולשמור על קצב מתואם

איור 2

שיטת SECP למדידת משקעים. שישה מוטות מתכת שאורכם 1.4 מטרים הוכנסו לתוך המשקעים, תוך השארת 20 סנטימטרים מהמוטות לא מכוסים. המרחק שנמדד בין המשקעים והמוטות אֶפְיָר לנו לשפוט במהירות את כמות סחיפת/ הצטברות המשקעים באותה החלקה.



עם השיקוע. על-ידי סיוע להצטברות המשקעים, עשב הים מגן על קו החוף מסחיפה, ולכן מגן על בתים, כבישים וערים שבנויים ליד החוף.

כדי לגלות כמה משקעים עשב הים כולא, הקמנו מערכת מדידה שהשתמשה בשישה מוטות מתכת, ובשיטה שנקראת **SECP**. שיטת SECP משמשת מדענים רבים למדידת המשקעים שמצטברים ביערות מנגרוב וביצות מלוחות (איור 2).

שיקוע (Sedimentation)

הצטברות של חול, חימר, נֶפֶכֶת סלעים ואבק ששוקעים בקרקעית של אגמים, נהרות וימים.

סחיפה (Erosion)

הֶרָס הדרגתי או הפחתה בכמות של משקע.

SECP

ראשי תיבות של Surface Elevation Change Pins שיטה שמשמשת להערכת השינוי בגובה קרקעית הים.

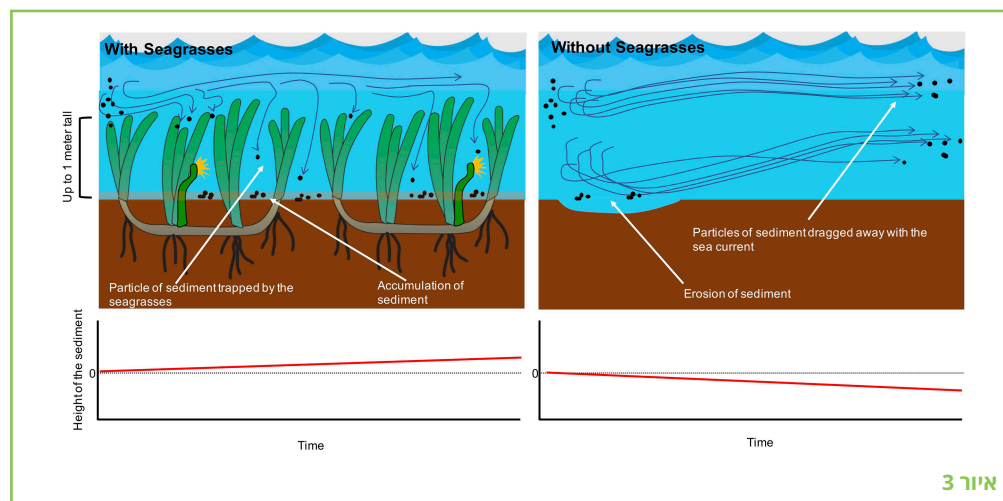
הקמנו חמש חלקות ניסוי בקרקעית הים בתוך מרעי עשב הים, וחמש חלקות במשקעים שלא כוסו על-ידי עשב הים. בזמן ההקמה המוטות אובטחו בחוזקה לעומק של 1.2 מטרים בתוך קרקעית הים, מה שהשאיר 20 סנטימטרים מהמוטות לבלוט מחוץ למשקעים. במהלך תקופת ניסור שאורכה שנה וחצי בדקנו את המוטות שלוש פעמים. עבור כל נקודת זמן, מדדנו את גובה המוטות המתכת שנתרו לא מכוסים על פני השטח של המשקעים. אם משקעים הצטברו בין זמן הנחת המוטות למדידה הראשונה שלנו, המרחק מקצה המוט לקרקעית הים צריך היה להיות קטן מ-20 סנטימטרים, אולם במקרה של סחיפה המרחק צריך להיות גדול מ-20 סנטימטרים. השתמשנו באורכים של כל אחד מששת המוטות כדי לחשב את ההצטברות/ סחיפה הממוצעת של משקעים בכל חלקת ניסוי. בסוף הניסור, היינו מסוגלים להסיק שלאורך מרכזים סוף בחוף ערב הסעודית, עשבי ים סייעו להצטברות של משקעים, עם קצב הצטברות של 7.84 מילימטרים בשנה, בעוד שבאזורים שלא כוסו על-ידי עשב הים ראינו אובדן משקעים (סחיפה) של 30.9 מילימטרים בשנה (איור 3).

הניסוי הזה שוחזר בכמה מקומות אחרים בכל רחבי העולם, והתקבלו תוצאות דומות. בקניה, לדוגמה, רשמנו הצטברות משקעים של 34 מילימטרים בשנה במרעי עשב הים. מצד אחר, באזורי סחיפה שלא כוסו על-ידי עשב הים נרשמו אובדני משקעים של עד 40 מילימטרים בשנה בטנזניה, וממוצע של 30 מילימטרים בשנה בקניה. הנתונים האלה מראים לנו בבירור עד כמה עשבי ים חשובים להחזקת משקעים באזורי חוף, ולכן אומרים לנו שאנו צריכים לייסד במהרה חוקים לניהול החוף שיגנו על מרעי עשב הים.

רצועות בכל רחבי העולם מלאות באנשים. ערים, כפרים וכפרי נופש רבים נבנים לאורך החוף ולעיתים קרובות לא נשקל הסיכון שנגרם על-ידי המבנים האלה לסחיפת החוף. נוסף על

איור 3

עשבי ים מסייעים לכלוא חלקיקי משקעים שנישאים על-ידי זרמי הים. העלים, בעודם משתרעים לעבר פני השטח של הים, מאטים את זרמי המים. הזרמים האיטיים יותר לא מסוגלים לשאת חלקיקי משקעים, כך שהחלקיקים שוקעים למטה והופכים לחלק מרקיעית הים, ובסופו של דבר בונים אותה. כשעשבי הים לא נוכחים, לזרמי הים אין מכשולים והם נושאים הלאה חלקיקי משקעים, מרימים אותם ויוצרים סחיפה בקרקעית הים.



איור 3

כך בעשורים האחרונים פעילויות אנושיות, כמו בניית סחרים לאורך נהרות, הגבילו את כמות המשקעים שמגיעים מהים. הקלט המופחת של משקעים הוביל לסחיפה מוגברת של חופי רחצה ושל גדות סלעים על-ידי זרמי האוקיינוס. הסחיפה הזו גרמה להקס דרמטי של בניינים. עשבי הים הם חברים טבעיים שיכולים לסייע לנו לפתור את הבעיה הזו.

לסיכום, מרעי עשב הים הם אחד המחסומים היעילים ביותר כנגד סחיפה, מאחר שהם כולאים משקעים בין עליהם. ארכיאולוגים למדו מעשב הים כיצד להגן על אתרים ארכיאולוגיים תת-ימיים, כמו אתר בדנמרק שבו התגלו עשרות הריסות ספינות רומיות וויקינגיות. הארכיאולוגים משתמשים בכיסויים דמויי עשבי ים עבור כליאת משקעים, כדי לצבור משקעים כך שהספינות יתכסו בהם. הכיסוי יוצר תנאים עם מעט חמצן ושומר על העץ של הספינות מפני ריקבון [4].

עשב הים שומר על המגוון הביולוגי ועל נקיין החוף

עשבי ים לא דומים לשוניות האלמוגים הצבעוניות והמרהיבות, אולם אפשר למצוא בהם רמות גבוהות דומות של **מגוון ביולוגי ימי**. במהלך כל צלילה למרעי עשב הים בים סוף, אנו יכולים לחוות מפגשים מדהימים. אנו עשויים להיתקל בטריגון בעל נקודות כחולות שמחפש מזון, או בשרימפס גמל שלמה עצבני מאוד שפוחד מהמדענים החוקרים. תמנונים, דיונונים ודגים אחרים צופים בנו ממרחק. גילינו שעשבי הים בים סוף מארחים יותר מ-60 חיות בכל מטר רבוע. סרטנים, שרימפסים, צדפות ודגים מוצאים מקלט בין הריזומים של עשב הים. יתרה מזו הרבה חיות קטנות כמו למשל חיטחבים, מיתרני זנב, ספוגיים ותולעי ים, קושרים את עצמם לעלים החשופים של שורשי עשב הים (איור 4). מדענים גילו לאחרונה ששיתוף הפעולה בין עשב הים והחיות יוצר הגנה חזקה על החוף מאורגניזמים שגורמים למחלות [5]. עשבי הים נמצאו כמייצרים תרכובות שהורגות חיידקים שמביאים מחלות לדגים ולבני אדם.

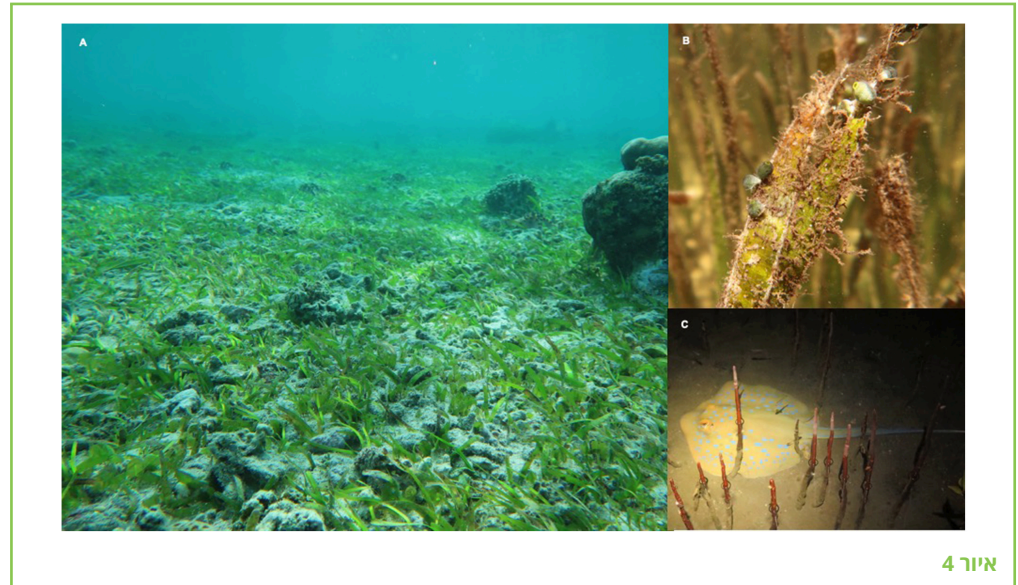
המחקר שלנו מדגיש את חשיבותן של המערכות האקולוגיות של עשב הים עבור הים. השאלה הבאה שצריך לענות עליה היא: "כיצד אנו יכולים להבטיח את הישרדותם של עשבי הים בעתיד של הים האדום?". עשבי ים נמצאים בסכנה כתוצאה מהרבה פעילויות אנושיות שמתרחשות לאורך החוף. שיטות דיג שמתבססות על רשתות כבדות שנגררות לאורך קרקעית הים עוקרות

מגוון ביולוגי (Biodiversity)

כל החיות, הצמחים, החיידקים והפטריית הקטנים והגדולים בעולם או במערכת אקולוגית מסוימת כמו עשבי ים, שוניות אלמוגים, יערות גשם, הרים, מדברים והרבה מערכות אחרות.

איור 4

(A) מרעה עשב ים. (B) חיות קטנות, כמו למשל מיתרני זנב וחיטחבים, יכולות לחיות מחוברות לעלי עשב הים. מיתרני זנב הן חיות עם קליפה חיצונית קשה וחיטחבים הם יצורים ימיים דמויי-טחב. שתי החיות ניזונות על-ידי סינון מזון ממי הים. (C) טריגון בעל נקודות כחולות, חיה שלעיתים קרובות פוגשים במרעי עשב ים.



איור 4

והורגות את הצמחים האלה כמו גם הזיהום מהערים המתפתחות במהרה ליד קו החוף שנובע משפיכה בלתי מבוקרת של מי שופכין וחסומים של מים טריים מנסיסה אל הים, מה שמוביל למותה של המערכת האקולוגית החשובה הזו. זו חובתנו להמשיך לחקור את המערכת האקולוגית של עשב הים כדי לחפש פתרונות שיאפשרו לבני אדם לחיות ולשגשג יחד עם עשבי הים, על-ידי שינוי שיטות הדיג ועל-ידי עיצוב ערים ידידותיות לסביבה.

מאמר המקור

Potouroglou, M., Bull, J. C., Krauss, K. W., Kennedy, H. A., Fusi, M., Daffonchio, D., et al. 2017. Measuring the role of seagrasses in regulating sediment surface elevation. *Sci. Rep.* 7:11917. doi: 10.1038/s41598-017-12354-y

מקורות

1. Larkum, A. W. D., Orth, R. J., and Duarte, C. M. 2006. *Seagrasses*. Dordrecht: Springer.
2. Van Tussenbroek, B. I., Villamil, N., Márquez-Guzmán, J., Wong, R., Monroy-Velázquez, L. V., and Solis-Weiss, V. 2016. Experimental evidence of pollination in marine flowers by invertebrate fauna. *Nat. Commun.* 7:12980. doi: 10.1038/ncomms12980
3. Duarte, C. M. 2017. Reviews and syntheses: hidden forests, the role of vegetated coastal habitats in the ocean carbon budget. *Biogeoscience* 14:301. doi: 10.5194/bg-14-301-2017
4. Gregory, D., Jensen, P., and Strætkvern, K. 2012. Conservation and *in situ* preservation of wooden shipwrecks from marine environments. *J. Cult. Herit.* 13:S139-48. doi: 10.1016/j.culher.2012.03.005

5. Lamb, J. B., van de Water, J. A., Bourne, D. G., Altier, C., Hein, M. Y., Fiorenza, E. A., et al. 2017. Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes, and invertebrates. *Science* 355:731–3. doi: 10.1126/science.aal1956

פורסם אונליין: 30 בדצמבר 2021

נערך על ידי: Rúben Martins Costa

ציטוט: Fusi M and Daffonchio D (2021) כיצד עשב הים מגן על קו החוף שלנו. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00114-he

תורגם והותאם: Fusi M and Daffonchio D (2019) How Seagrasses Secure Our Coastlines. *Front. Young Minds* 7:114. doi: 10.3389/frym.2019.00114

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

COPYRIGHT © 2019 © Fusi and Daffonchio 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 למחבר(ים) 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

ARNAB, גיל: 14

אני תלמיד בן 14 שאוהב מחשבים ונושאים אחרים שקשורים בטכנולוגיה. אני אוהב לבנות דברים מלגו, וגם לעסוק במדע. אני גם אוהב משחקי וידאו כמו Cities Skylines ומריו.



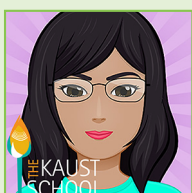
FABIAN, גיל: 12

Fabian הוא טייל עולמי, בן 12, תלמיד רב-לשוני בכיתה ז שאוהב את האוקיינוס ואוהב להיות יצירתי. התחביבים שלו הם: רכיבה על אופניים בהרים, לגו, המצאה, משחק וקריאה, במיוחד קריאה. הוא אוהב להיות חלק מתוכנית פרונטיר: מדע לצעירים, ומצפה לשנה הבאה!



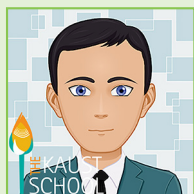
MALSHI, גיל: 12

קוראים לי Malshi ואני בת 12. אני אוהבת מדע ומתמטיקה ואני מתעניינת בכימיה. אני אוהבת לקרוא בזמני הפנוי ואני אוהבת לנגן על פסנתר. הספורט האהוב עליי הוא בדמינטון, ובעתיד אני רוצה להיות מדענית.



**SAVANA, גיל: 13**

אני אוהבת כלבים, הצבע האהוב עליי הוא אדום, ואני אוהבת לבלות עם המשפחה והחברים שלי.

**SUBHAAN, גיל: 13**

אני מקנדה ואני אוהב ממים. אני אוהב את מרוול – גיבור-העל האהוב עליי הוא ספיידרמן והרשע האהוב עליי הוא ונום.

**ZIA, גיל: 12**

אחד המקצועות האהובים עליי בבית הספר הוא מדע. אני סקרן מאוד לגבי האופן שבו הדברים היומיים שאנו עושים מתרחשים. אני אוהב במיוחד ביולוגיה וקוסמולוגיה. אני צופה בהרבה סדרות תיעודיות על החלל, ואוהב לחקור על תחומי העניין שלי.

הכותבים**MARCO FUSI**

גדלתי בטוסקנה, אזור מרכזי באיטליה, ופיתחתי יחסים חזקים עם הים התיכון. אני תמיד מחפש בו הרפתקה, מרותק על-ידי מגוון המינים המשגשגים שלו. התחלתי ללמוד מדעי המחשב, אולם תמיד חיכתי להפוך את עבודתי למשהו שימושי עבור הסביבה והים. לכן, התחלתי את המחקר שלי במדעי הטבע באוניברסיטת פלורנס באיטליה ומייד התנדבתי בפרויקטים רבים שמעריבים את הים. זה הוביל אותי לטייל לאורך האוקיינוס ההודי, לחקור מנגרובים וסרטני מנגרובים בתואר השני ובדוקטורט שלי, ולאחר מכן להשלים חמש שנות מחקר פוסט-דוקטורט בערב הסעודית, שם אני מרחיב את עבודתי לעשבי הים ולשוניות אלמוגים.

*marco.fusi@kaust.edu.sa

**DANIELE DAFFONCHIO**

פרופסור Daffonchio פיתח מחקר על בחינה ואפיון של חיידקים שחיים בסביבות ימיות ויבשתיות קיצוניות. הוא עוסק במחקר של מיקרואורגניזמים לאורך רצף המים מהמדבר הערבי ועד לעומק בריכות מי המלח בים סוף. הוא מתמקד במיוחד בסימביוזה של חיידקים מארחים עם צמחים וחייות במנגרובים, עשבי הים וסביבות מדבריות.



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



הוצאת גרסה עברית
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK