
דו"ח לקובעי מדיניות במשרד החינוך – נובמבר 2023

המרכז לקידום מדע אזרחי בבית הספר

מרכז מצוינות מחקרית ללמידה משמעותית
במימון משרד החינוך והקרן הלאומית למדע

מענק # 2678/17

נתמך ע"י משרד החינוך והקרן הלאומית למדע

כותרת המחקר

קידום מדע אזרחי בבית הספר: פריצת גבולות בין בית ספר לחברה

פרטי החוקרים

פרופ' יעל קלי, הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה
פרופ' דני בן צבי, הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה
פרופ' אילת ברעם-צברי, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון
ד"ר יותם הוד, הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה
פרופ' טלי טל, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון
ד"ר דינה ציבולסקי, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון
ד"ר אורנית שגיא, הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה

צוות המחקר

ראו כאן את פרטי הצוות הנוכחי: <https://www.tcss.center/team>

תקופת דיווח

מ - 01/10/2017 עד - 30/09/2023

תוכן הדו"ח

- א. ממצאי מחקר
- ב. השלכות על מדיניות חינוכית
- ג. משאבים פדגוגיים

עזרה בהפקת הדו"ח

תמר נוביק, מנהלת המרכז, אוניברסיטת חיפה

תוכן העניינים

3	מבוא
3	מהו מדע אזרחי?
4	מהו הפוטנציאל החינוכי הגלום בשילוב מדע אזרחי בבית הספר?
5	כיצד ניתן לשלב מדע אזרחי בבית הספר?
7	ממצאי המחקר
8	ממצאים לגבי תלמידים
9	ממצאים לגבי מורים
10	ממצאים לגבי רשתות של שותפויות
10	השלכות על מדיניות חינוכית
11	רשת של שותפויות מחקר-פרקטיקה
12	אסופה של פרויקטי מדע אזרחי שעוצבו במסגרת שותפויות מחקר-פרקטיקה
14	מערכת תמיכה מודולרית למורים
16	פלטפורמה ליצירה משותפת של ידע עיצובי Insights
17	משאבים פדגוגיים
18	פרסומים
18	משאבים נוספים

מבוא

מאז הקמתו של מרכז המחקר לקידום מדע אזרחי בבית הספר (Taking Citizen Science to School: TCSS), נכתבו ארבעה דוחות מדעיים עבור הקרן הישראלית למדעים (ISF): שלושה דוחות ביניים (ואחד סופי). בנוסף לדוחות המדעיים, דו"ח זה מיועד לקובעי מדיניות במשרד החינוך הישראלי. את הדוחות ניתן למצוא באתר של המרכז: <https://www.tcss.center/scientific-reports>

במהלך חמש השנים האחרונות, במסגרת פעילות המרכז, יזמנו וטיפחנו קהילה המונה כיום מעל 900 חברים הכוללים אנשי חינוך (כגון מורים, מנהלים, רכזים טכנו-פדגוגיים), מדענים, מובילי פרויקטים של מדע אזרחי, וחוקרי חינוך. יותר מ-100 בתי ספר, 180 מורים ו-5,000 תלמידים כבר התנסו בלמידה דרך מדע אזרחי באמצעות 10 מיזמים של מדע אזרחי במרכז. בנוסף, נערכו למעלה מ-150 אירועים לאנשי חינוך, קובעי מדיניות ולציבור, ולמעלה מ-200 סטודנטים לחינוך מאוניברסיטאות נחשפו למדע אזרחי כפדגוגיה.

אנו שמחים לציין שחמש השנים הראשונות של המרכז, במימון משרד החינוך ו ISF (מענק ייחודי למרכזי מחקר של למידה משמעותית), הניחו את הבסיס לתשתית טובה שאותה ניתן היה למנף, לקבלת תקציב פילנתרופי נדיב להמשך תפקודו של המרכז לשנת תשפ"ד.

מהו מדע אזרחי?

כפי שתיארנו במאמר שפורסם באקולוגיה וסביבה¹:

מדע אזרחי הוא סוגת מחקר, שבבסיסה שותפות בין מדענים ובין אנשים שאינם מדענים סביב פרויקטים מדעיים. המשתתפים במחקרי מדע אזרחי, שאינם מדענים, זוכים להשתתף באופן פעיל במחקר אותנטי וביצירת ידע מדעי, לתרום למדע, ללמוד נושאים מדעיים חדשים ולהצטרף למעגל החברתי של העוסקים במדע, תוך שהם לומדים בעצמם ומפתחים מיומנויות הקשורות למדע. בפרויקטים של מדע אזרחי מתנדבים מהציבור יכולים להיות בין יוזמי המחקר, או להשתתף בעיצוב המחקר, באיסוף הנתונים, בנייתו, בהסקת מסקנות ובהפצת הידע. זוהי תופעה חברתית מרתקת הטומנת בחובה

¹ חוסין פארג'ר, קלי י, שגיא א ואחרים. 2023. [הגדלת ההון המדעי של תלמידים המתגוררים בפרפריה דרך השתתפותם במדע אזרחי – האם היא עשויה אף לתרום לניידות החברתית שלהם? אקולוגיה וסביבה 14\(3\).](#)

פוטנציאל רב ללמידה בלתי פורמלית של המתנדבים, שנהוג לכנותם "מדענים-אזרחים".

בשנים האחרונות נעשים מאמצים לשלב מדע אזרחי כחלק מתוכנית הלימודים בבתי הספר. שילוב שכזה מהווה אתגר גדול לבעלי העניין השונים, בעיקר מכיוון שהוא מושתת על שותפות יוצאת דופן בין מדענים או מובילי אחרים של פרויקטים של מדע אזרחי, לבין בתי ספר, עם שאיפה לתרומה הדדית בין תלמידים, מורים, ומובילי הפרויקטים. לאחרונה פורסם גיליון מיוחד בנושא שותפויות מדע אזרחי בבית הספר. התחום, המכונה באנגלית (School) (Participation in Citizen Science) – הוגדר כתחום מחקר ייחודי במדעי הלמידה וההוראה.

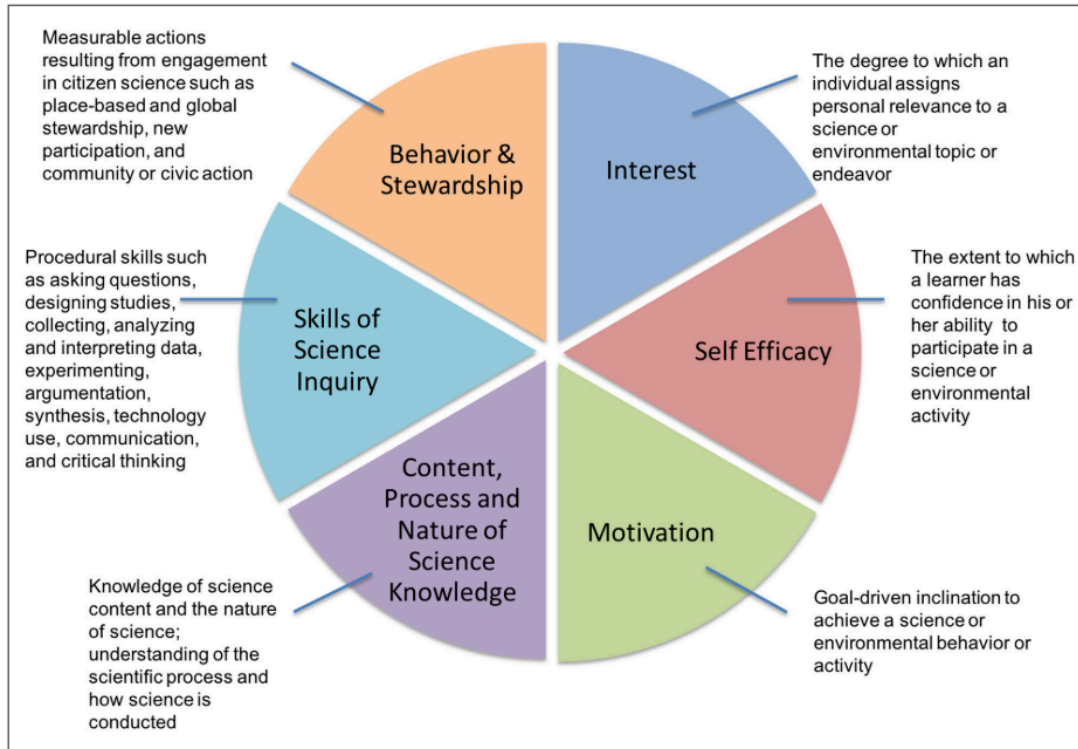
מהו הפוטנציאל החינוכי הגלום בשילוב מדע אזרחי בבית הספר?

בשנים האחרונות, חוקרים החלו למפות את הפוטנציאל ללמידה הגלום בהשתתפות לומדים במיזמי מדע אזרחי. מיפוי זה מתואר במסגרת תאורטית שמציעה שישה מימדים (איור 1) ² שמאפשרים לנסח ולמדוד תוצאות למידה אישיות של משתתפים במיזמי מדע אזרחי. המימדים הללו הם:

1. עניין במדע
2. מסוגלות עצמית להשתתפות בפעילות מדעית
3. מוטיבציה להשתתף בפעילות מדעית
4. למידה אודות תכנים מדעיים ומהות המדע; הבנה של תהליך החקר המדעי
5. מיומנויות חקר מדעי
6. יוזמה ופעילות אזרחית בהתבסס על הידע המדעי

חשוב לציין שיש פער גדול בין הפוטנציאל הגלום בהשתתפות לבין מימושו בקרב בני נוער בכלל, ובקרב תלמידים/ות בבית ספר בפרט. עוד חשוב להדגיש כי לא מצופה מפרויקט בודד להשיג או למדוד את כל או מרבית מממדים אלו.

² Phillips, Tina, Norman Porticella, Mark Constas, and Rick Bonney. [A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science](#). *Citizen Science: Theory and Practice* 3, no. 2 (2018).



איור 1: מסגרת תאורטית להערכת הלמידה הפוטנציאלית של השתתפות במדע אזרחי (Philips et al., 2018)

כיצד ניתן לשלב מדע אזרחי בבית הספר?

את פרויקטי המדע האזרחי ניתן לשלב במסגרת תכניות הלימוד הקיימות בבתי הספר. במסגרת מרכז TCSS, עבור כל פרויקט מדע אזרחי, נעשתה חשיבה פדגוגית מעמיקה שתוצריה: (1) חומרי הוראה ולמידה מבוססי מחקר שקובצו בפלטפורמת התאמת רצפי מדע אזרחי בבית הספר (הרחב"ה) לרצף פעילויות להפעלה בכיתה (ראו דוגמה באיור 2); (2) מערך כלים שתומך במורים בבואם להתאים את רצף הפעילויות המוצע, ואף את הפעילויות עצמן להקשרי הוראה ספציפיים (כגון גיל התלמידים, היכולות שלהם, אג'נדות ייחודיות של בית הספר, אילוצי זמן ותקציב וכו') (ראו דוגמה באיור 3); ו- (3) מיפוי המקשר בין כל אחד מהפרויקטים לתכנית הלימודים (ראו דוגמה באיור 4).



איור 2: רצף פעילויות מלא עבור פרויקט השינה, הניתן להתאמה

מידע כללי

פרויקט "שינה – שלישי מהחיים" הוא פרויקט מדע אזרחי חדש שמטרתו לחקור את נוף השינה של אזרחי ישראל בחברה המודרנית מרובת המסכים והאור המלאכותי.

מובילי המחקר: פרופ' תמר שוחט ופרופ' ערן טאובר, אוניברסיטת חיפה

מובילת הפרויקט: נעם מלקינסון, מרכז TCSS

קהל היעד: תלמידי כיתות ז'-י"ב

היקף הפעילות: 9 ש"ה (לרצף הבסיס) עד 12 שעות הוראה (לרצף ההוראה המלא) + 3-4 שעות עבודה בבית

על פרויקט השינה
מידע על פרויקט השינה

הכירו את המדענים
סרטוני היכרות עם המדענים

מה עושים התלמידים בפרויקט
פעילויות מרכזיות בפרויקט

המטרות הלימודיות של הפרויקט
מטרות הפרויקט

קישור לתוכנית הלימודים
מיפוי נושא השינה בתוכנית הלימודים

איור 3: מידע כללי עבור פרויקט השינה בתור פלטפורמת הרחב"ה, הכולל גם קישור לתוכנית הלימודים



Taking Citizen Science to School
המרכז לקידום מדע אזרחי בבית הספר

טכניון - מדעטק - קהילה

מיפוי פרויקט שינה והתאמתו לתוכניות הלימודים

ממשקי הפרויקט עם תוכניות הלימודים במדעים בחטיבת הביניים:

מדע וטכנולוגיה - כיתה ז'

נושא מרכזי	נושא משנה	רעיונות והדגשים	ציוני דרך
מערכות ותהליכים ביצורים חיים	3. בריאות האדם, איכות החיים ודרכים לשמירתן	אורח חיים בריא הוא מכלול התנהגויות מקדמות בריאות שהאדם יכול לשלוט בהן והן מאפשרות לו להגיע לאיכות חיים מיטבית במסגרת יכולתו ותנאיו.	בריאות ומערכת הדם 3 שעות גורמי סיכון למחלות במערכת הדם: תורשתיים, התנהגותיים: עישון, השמנה, העדר פעילות גופנית, מתח נפשי
	2. תפקודים של מערכות/ תהליכים ביצורים חיים: מאזן מים ומאזן חום 3. בריאות האדם, איכות החיים ודרכים לשמירתן	אורח חיים בריא הוא מכלול התנהגויות מקדמות בריאות שהאדם יכול לשלוט בהן והן מאפשרות לו להגיע לאיכות חיים מיטבית במסגרת יכולתו ותנאיו. בין המערכות השונות בגוף היצור מתקיימים קשרים החיוניים לתפקודו התקין של הגוף.	הגוף כמערכת על (4 שעות) חשיבות הקשר בין מערכות בגוף: מעבר חומרים בין מערכות הנשימה והעיכול לבין מערכת הדם פעילות מערכת הדם, מערכת הנשימה והעור לשמירה על מאזן מים ומאזן חום תקינים פעילות מוגברת של מערכת הדם ומערכת הנשימה לאספקת חמצן במאמץ גופני

איור 4: מיפוי פרויקט השינה והתאמתו לתכנית הלימודים (קישור למסמך המלא, כאן)

ממצאי המחקר

ממצא חשוב שעלה ממחקרים שונים שבוצעו במרכז TCSS מדגיש תרומה מרכזית של השתתפות במדע אזרחי בבית הספר. לעיתים קרובות, מתפתחת תחושת משמעות ואחריות בקרב השותפים השונים מעבר להקשר הפרטי/המקומי ולתחום הפעילות האופיינית שלהם. בספרות המחקרית נהוג

להתייחס לכך כאל "מקגור מורחב" של התרומה. המסגור המורחב מעודד התעמקות, לקיחת אחריות ויזמות (איור 1). בכל אחד מבעלי העניין משמעות המסגור המורחב מעט שונה:

- **תלמידים:** הבנה שהפעילות בבית הספר היא לא רק בשביל הציון או המורה אלא יכולה לתרום גם לקהילה והחברה.
- **מורים:** תפיסה שמומחיות ההוראה חשובה מעבר להקשר הבית-ספרי, כחלק משותפויות עם מדענים וחוקרי חינוך, וקידום יעדים חוץ בית-ספריים.
- **מדענים:** ראיית מומחיות המחקר וההכרות העמוקה עם הנושא המדעי כחשובה מעבר לעולם האקדמי ותורמת לחינוך ולשינוי חברתי.

מקורות למחקרים שנערכו במרכז TCSS לגבי מסגור מורחב:

Benichou, M., Kali, Y., & Hod, Y. (2022). Teachers' expansive framing in school-based citizen science partnerships. In A. Castro Superfine, S. R. Goldman, M-L Ko (Eds.). *Teacher learning in changing contexts: Perspectives from the learning sciences* (pp. 256-276). Routledge.

Atias, O., Baram-Tsabari, A., Kali, Y., & Shavit, A. (2023). In pursuit of mutual benefits in school-based citizen science: Who wins what in a win-win situation? *Instructional Science*.

מעבר למסגור המורחב שנמצא אצל כלל בעלי העניין, מרבית ממצאי המחקר במרכז TCSS התייחסו להיבטים קוגניטיביים, חברתיים, ורגשיים של למידה בקבוצות מצומצמות יותר:

ממצאי המרכז העיקריים בנוגע לתלמידים

בהקשרים מסויימים, תלמידים:

- רכשו ידע ומיומנויות של המאה ה-21 (למשל הבנה של ביג דאטה)
 - הבינו מה זה אומר לעשות מחקר מדעי
 - פיתחו עמדות חיוביות כלפי מדע
- בכלל המחקרים תלמידים:
- נהנו להשתתף במדע אזרחי ונטו להמליץ על כך לחבריהם
 - הרגישו שהם פיתחו מיומנויות וידע חשובים, תוך שהם גם מקדמים את המדע

מקורות TCSS לגבי למידה של תלמידים:

Atias O., Benichou M., Sagy O., Ben-David, A., Kali Y., Baram-Tsabari A. (2020, February). "Sometimes you're not wrong, you're just not right": The impact of

- an in-school citizen science program on students' epistemic thinking about science, Paper presentation at the 15th Chais Conference on the Study of Innovation and Learning Technologies, Ra'anana
- Dvir, M., & Ben-Zvi, D. (2022). Students' actual purposes when engaging with a computerized simulation in the context of citizen science. *British Journal of Educational Technology*
- Oren, L., Tal, T., Lavie Alon, N. (2022). The contribution of citizen science in an outdoor environment to improving achievements and attitudes towards science of students from low socio-economic status. 13th conference of European Researchers In Didactics of Biology (ERIDOB), University of Cyprus, Nicosia, Cyprus
- Shefet, H., Lavie Alon, N. & Tal, T. (2020). Do the Irises still flower? Learning authentic science through citizen science. The Israel Society of Ecology & Environmental Sciences annual conference, Israel, June. Poster presentation.
- Tal, T., Shefet, H., Lavie Alon, N. (2020). Why don't the Irises make seeds? Protecting rare endangered species in our community. The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Portland, OR

ממצאי המרכז העיקריים בנוגע למורים

במחקרים שונים נמצא כי מורים:

- קידמו את כישוריהם המקצועיים, לרבות עיצוב שיתופי של רצפי פעילויות והתאמתם לצורכי תלמידיהם, כמו גם לסדר היום של בית ספר, ולכיתות הטרטוגניות עם דרישות מגוונות.
- הצליחו ליישם חינוך עכשווי, כגון הוראה מבוססת מקום, אפילו עם תלמידים בעלי הישגים נמוכים.
- פיתחו את התפיסה שלהשתתפות בפרויקטים של מדע אזרחי יש פוטנציאל לקדם יעדי למידה של המאה ה-21, מעורבות קהילתית, ויעדי חינוך לקיימות.

מקורות TCSS לגבי למידה וצמיחה מקצועית של מורים:

- Atias O., Benichou M., Levin-Peled, R., Sagy O., Hod Y., Baram-Tsabari A., Kali Y. (2018, February). Citizen Science in Schools: Fostering Mutualism Between Citizen Science and Science Education, Poster presented at the 13th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies, Raanana, Israel
- Benichou, M., Kali, Y., & Hod, Y. (2022). Teachers' expansive framing in school-based citizen science partnerships. In A. Castro Superfine, S. R. Goldman, M-L Ko (Eds.). *Teacher learning in changing contexts: Perspectives from the learning sciences* (pp. 256-276). Routledge.
- Kali, Y., Sagy, O., Benichou, M., Atias, O., & Levin-Peled, R. (2019). Teaching expertise reconsidered: The technology, pedagogy, content and space

(TPeCS) knowledge framework. British Journal of Educational Technology, 50(5), 2162-2177.

ממצאי המרכז העיקריים בנוגע לרשתות של שותפויות:

לדרכי הפעולה של מרכז TCSS כרשת שותפויות יש פוטנציאל:

- לאפשר לכל בית ספר שמתעניין, לרבות אלה שבפריפריה חברתית-גיאוגרפית, להוביל חדשנות חינוכית איכותית יחד עם אקדמאים
- לקדם למידה של צוותים הכוללים תחומי מומחיות מגוונים בתוך ובין שותפויות בקהילת מרכז TCSS
- לפתח ידע ייחודי בתוך קהילת המרכז כיצד לשלב מדע אזרחי בבית הספר, ולהפיץ אותו לעולם

מימוש פוטנציאל זה דורש:

- צוותים יזמיים בקרב בתי ספר ובקרב המדענים
- הערכה וכבוד למומחיות של הן מורים והן של מדענים בשותפויות של עיצוב שיתופי
- הכרה באג'נדות של בעלי העניין השונים
- התייחסות מפורשת להיבטים חברתיים-סביבתיים בפעילויות המשלבות מדע אזרחי

מקורות TCSS לגבי רשת השותפויות:

- Aridor, K., Dulev-Shaham, R., Lavie-Alon, N., Valin, G., Sagy, O., Kali Y. (2022). Coalescing Knowledge Within Networks of Research Practice Partnerships: The Case of a School-Based Citizen Science Network. International Conference of the Learning Sciences (ICLS). Hiroshima, Japan
- Atias, O., Baram-Tsabari, A., Kali, Y., & Shavit, A. (2022, March). Motivations of Scientists and Teachers to Collaborate in School-Based Citizen Science Projects. 2022 NARST Annual International Conference, Vancouver, BC, Canada.
- Hod, Y., Sagy, O., Kali, Y., & Taking Citizen Science to School (2018). The opportunities of networks of research-practice partnerships and why CSCL should not give up on large-scale educational change. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 13(4), 457-466.
- Kali, Sagy, Lavie-Alon, Dolev, & TCSS (2020). From a network of research-practice partnerships to a multi-expertise learning and design community. In Gresalfi, & I., Horn (Eds.). The interdisciplinarity of the learning sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS). Nashville, Tennessee
- Sagy, O., Kali, Y., Baram-Tsabari, A., Tal, T., & Ben-Zvi, D. (2020). Taking citizen science to school: A mutualistic ecology of science learning. Paper presented

at the online conference for citizen and participatory science 2020. Trieste, Italy

השלכות על מדיניות חינוכית

- המרכז לקידום מדע אזרחי בבית הספר שם למטרה להתמודד עם מספר אתגרים מעשיים:
1. שמירה על חדוות העשייה והלמידה המאפיינת את ההשתתפות במדע אזרחי, המאפיינת את הסביבה הוולונטרית, גם כאשר משלבים את המדע האזרחי בסביבות בית ספריות שבהן ההשתתפות היא חובה.
 2. פיתוח אקולוגית למידה שתטפח תועלת הדדית לתלמידים, אנשי חינוך, מדענים ולעיתים כלל הקהילה כאשר האג'נדות ודרכי העבודה שלהם שונות ואף לעיתים מתחרות זו בזו.
 3. תמיכה במורים בהתאמת חומרי הלמידה של המדע האזרחי, שאינם חלק מתכנית הלימודים הלאומית, כך שיתאימו להקשר החינוכי הספציפי שלהם.

על מנת להתמודד עם האתגרים הללו, דרכי הפעולה של מרכז TCSS מתבססות על ארבעה מרכיבים עיקריים:

1. אנו פועלים כרשת של שותפויות מחקר-פרקטיקה המהווה את קהילת מרכז TCSS.
2. אנו מציעים מספר פרויקטי מדע אזרחי שהדרך לשלבם בבית הספר עוצבה באמצעות צוותים בעלי מומחיות מגוונת.
3. אנו מספקים מערכת תמיכה מודולרית למורים.
4. פיתחנו את פלטפורמת Insights, ללמידה שיתופית בין חברי קהילת TCSS לגבי האופן בו ניתן וכדאי לשלב מדע אזרחי בבית הספר. בהמשך חלק זה, נרחיב על כל אחד מהרכיבים הללו.

רשת של שותפויות מחקר-פרקטיקה

תיאור הרשת

רשת השותפויות של מחקר-פרקטיקה המהווה את קהילת TCSS כוללת כיום יותר מ-100 בתי ספר, 180 מורים ו-10 צוותי מדענים (שכל אחד מציע פרויקט מדע אזרחי מסוים). השותפויות ברשת, כוללות שותפים משלושה תחומי מומחיות:

- צוות של אנשי חינוך (כגון מורים, מנהלים, רכזי מקצוע)
- מדען, או צוות של מדענים
- חוקר חינוך, בדרך כלל סטודנט ללימודים מתקדמים, שלעתים קרובות פועל כ"מתווך" או "חוצה גבולות", כדי לעזור לגשר בין עולם בית הספר לעולם המדענים.

בכל אחת מהשותפויות הללו, מיישמים פרויקט מדעי אזרחי יחיד, בהתאם לעניין של בתי הספר ולזמינות המדענים. מאחר ורוב המורים והמנהלים בישראל אינם בקיאים במדע אזרחי, לא ניתן ליצור שותפויות ארוכות טווח מבלי לאפשר התקשרויות פחות מחייבות. לשם כך, פיתחנו מודל של השתתפות הכולל מספר רמות מעורבות (איור 5).



איור 5: רמות מעורבות ברשת TCSS

כנסי קהילה

אנו מקיימים שניים או שלושה כנסים בשנה לכלל חברי הקהילה. כנסים אילו כוללים:

- הצגת שיטות עבודה מומלצות (Best practices)
- שיתוף ממצאי מחקר
- דיון באתגרי יישום
- היכרות עם מדיניות חינוכית רלוונטית
- למידה על מחקר עדכני בפרויקטי המדע אזרחי

אסופה של פרויקטי מדע אזרחי שעוצבו במסגרת שותפויות מחקר-פרקטיקה מרכז TCSS מציע רצפי למידה עבור מספר פרויקטים של מדע אזרחי. כל רצפי הלמידה המוצעים פותחו במסגרת שותפויות מחקר-פרקטיקה, והם נגישים לציבור (ראו את הפרויקטים באיור 6 למשל).



איור 6: פרויקטי מדע אזרחי שמציע המרכז לקהל הרחב באמצעות פלטפורמת הרחב"ה (tcss.center/learning-environments)

דוגמה לאחד מהפרויקטים הללו הוא הפרויקט 'שינה - שלישי מהחיים'. בפרויקט זה, התלמידים לוקחים חלק במחקר מדעי על השפעות אורח החיים של בני נוער על דפוסי השינה שלהם. עבור כל אחד מהפרויקטים, פיתחנו פלטפורמה המספקת את כל המידע וחומרי הלימוד הדרושים למורים על מנת ליישם את הפרויקט בכיתותיהם, וכלים להתאמה אישית של חומרים אלו להקשר החינוכי הספציפי שלהם כמתואר למעלה (כיצד ניתן לשלב מדע אזרחי בבית הספר).

מחזור החיים של פרויקט מדע אזרחי

מחזור חיי פרויקט כולל לרוב חמישה שלבים. שלושת השלבים הראשונים דורשים השקעה רבה יותר ולכן הם מומלצים רק למורים הנלהבים לשלב מדע אזרחי בהוראתם. בשלב הרביעי והחמישי הפרויקטים בשלים יותר ונדרשות פחות התאמות מהמורים ולכן הם מוצעים לכל. השלבים הם: (1)

אתחול, (2) ביסוס, (3) הכנה לעצמאות, (4) פרויקט עצמאי מתחיל, ו-(5) פרויקט ותיק. להלן הפעילויות הנדרשות בכל אחד מהשלבים.

שלב 1: אתחול

- איתור מדענים, חוקרי חינוך, בתי ספר וצוותי הובלה לפיתוח הפרויקט
- למידה מעמיקה של האתגר המדעי והפדגוגי
- תכנון משותף של משאבים פדגוגיים מודולריים הניתנים להתאמה להקשרים שונים
- ניסוי ראשוני של פעילויות בכיתה
- הכנות לקראת יישום בשלב 2, גיבוש צוות ליווי ומחקר
- יצירת הרחב"ה ראשונית עבור הפרויקט

שלב 2: ביסוס

- יישום בבתי ספר ניסויים עם שלושה מורים
- שיפור חומרי הלמידה וההרחב"ה
- פיתוח חומרי לימוד אודיו-ויזואליים יחד עם המדענים (על מנת לצמצם את מעורבותם בהמשך)
- העלאת סיפורי יישום מנקודות מבט שונות לפלטפורמת Insights כדי לאפשר למידה בין בתי ספר ובין פרויקטים
- הכנה לקראת הרחבת הפעלת הפרויקט

שלב 3: הכנה לעצמאות

- יישום נרחב יותר של הפרויקט
- מוביל הפרויקט עובד עם המורים והמדען כהכנה לעצמאות הפרויקט בשלב 4

שלב 4: פרויקט עצמאי מתחיל

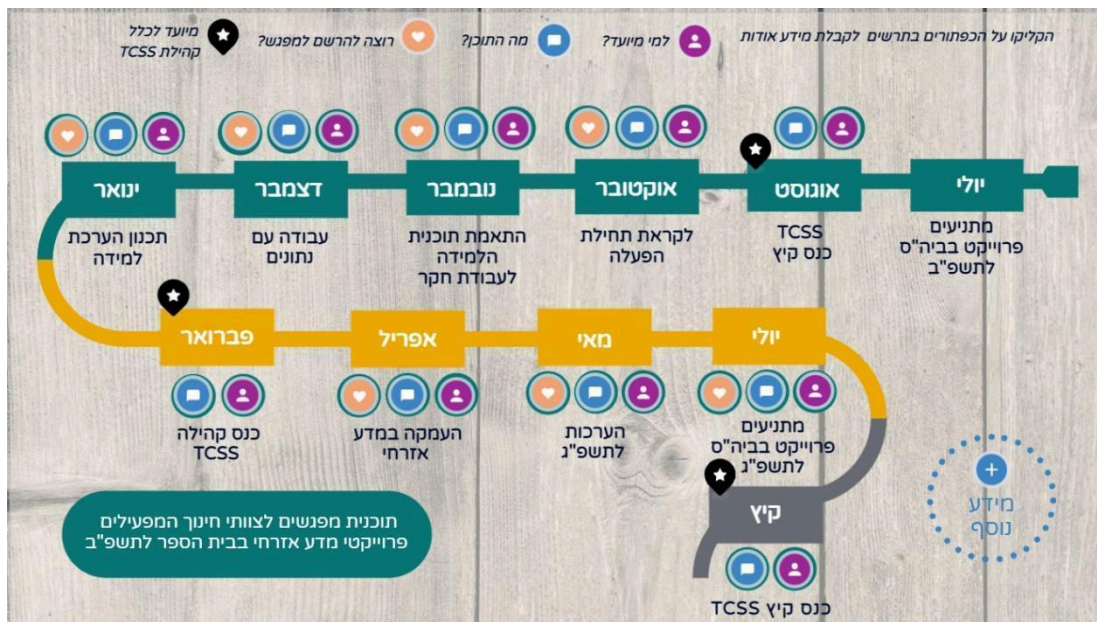
- המרכז מספק תמיכה כלל מערכתית ומשמר קשר פעיל עם המדענים.

שלב 5: פרויקט עצמאי ותיק

- מרכז TCSS ממשיך לספק תמיכה מערכתית ומשמר קשר עם המדענים בעת הצורך

מערכת תמיכה מודולרית למורים

מערכת התמיכה המודולרית למורים, כוללת מספר מפגשים לאורך השנה המיועדים לספק מענה לצרכי מורים המשלבים מדע אזרחי בכיתותיהם. מורים מוזמנים להשתתף במפגשים השונים בהתאם לרצונם. איור 7 מדגים את סידרת מפגשי התמיכה שתוכננו בשנת בתשע"ב.



איור 7 : רצף מוצע ליישום פרויקט מדע אזרחי בבית הספר, כולל סדרת מפגשי התמיכה בצוותי הוראה בתשפ"ב

סדרת המפגשים משלבת נושאים שצוות המרכז צפה שיעניינו את המורים עם נושאים שעולים מחברי הקהילה. לדוגמה, מורים רבים ביקשו סיוע בתמיכה בתהליך החקר המדעי של תלמידיהם; הם התחבטו בשאלה כיצד להתייחס למחקר אותו מוביל מדען הפרויקט, ובמקביל לעודד את התלמידים להעלות ולבחון שאלות מחקר משל עצמם. בקשה זו סיפקה הזדמנות לדון בגישה של שימוש ב"נתונים מקוננים במדע אזרחי" (איור 8).



איור 8: שילוב בין שימושים של נתונים (נתונים מקוננים) במדע אזרחי³

הגישה של נתונים מקוננים מתייחסת לשלושה סוגי נתונים שתלמידים אוספים במסגרת תרומתם למחקר בפרויקט. איסוף הנתונים יכול לכלול, מעבר לנתונים שנדרשים עבור המחקר של המדען גם נתונים שמטרתם היא לענות על שאלות מחקר אישיות או כאלו שמעניינות קבוצה מסויימת (הקהילה המקומית למשל). באופן זה מאגר הנתונים משמש בסיס לשיתוף פעולה בין התלמידים, המורים והמדענים.

פלטפורמה ליצירה משותפת של ידע עיצובי Insights

המטרה בפיתוח Insights

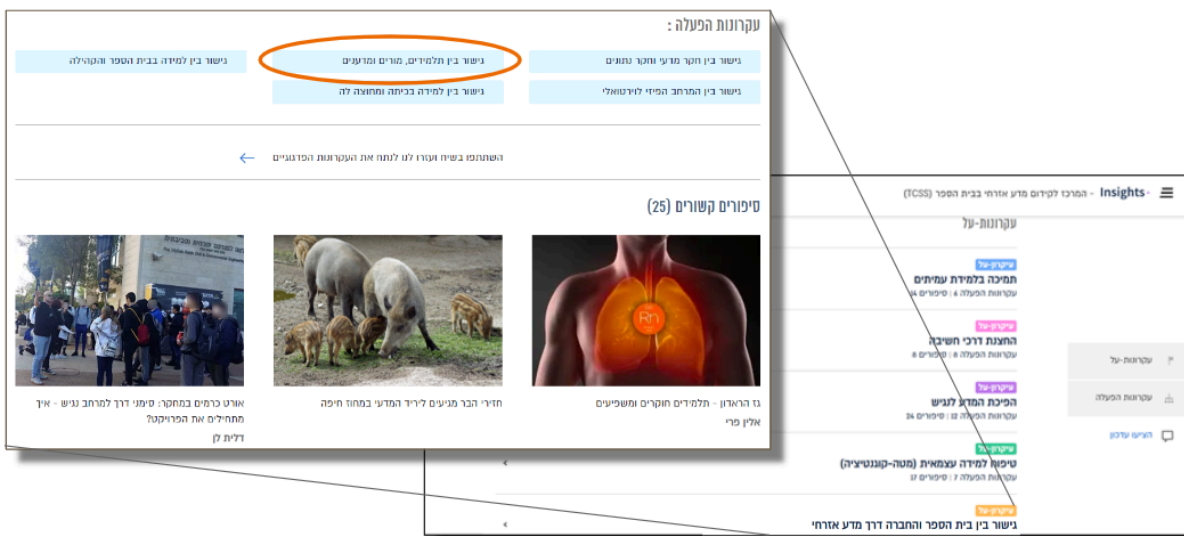
אחד האתגרים הגדולים ביותר שעמדו בפנינו הייתה שכל אחת מהשותפויות במרכז סובבת סביב פרויקט מדע אזרחי מסוים, המותאם אישית להקשר בית ספרי מסוים. לדוגמה, שותפות אחת עשויה להתמקד ביישום פרויקט הראדון עם תלמידים במגמות מדעים בכיתה ט', ושותפות אחרת עשויה להתמקד ביישום פרויקט מיפוי רחוב שיתופי עם תלמידים במגמות גיאוגרפיה בכיתה י'. הגיוון הזה מעלה את השאלות הבאות:

- איך לרכז החוכמה שהתפתחה בכל אחת מהשותפויות?
- כיצד לפתח תובנות חוצות פרויקטים?

³ Harris, Emily M., Colin GH Dixon, Erin Bridges Bird, and Heidi L. Ballard. "For science and self: Youth interactions with data in community and citizen science." *Journal of the Learning Sciences* 29, no. 2 (2020): 224-263.

- כיצד לעשות אינטגרציה בין תובנות מעשיות והידע התאורטי הקיים לגבי למידה והוראה מיטביים?
פלטפורמת Insights פותחה על מנת לתת מענה לסוגיות אלו ולאפשר למידה משותפת של כלל חברי קהילת TCSS.

המרכיב הבסיסי של Insights הוא "סיפור הפעלה". איור 9 מציג שלושה סיפורים שנתרמו על ידי צוותים שונים של אנשי חינוך. סיפורים יכולים להיכתב גם על ידי תלמידים, מדענים או צוותים משולבים בעלי תחומי מומחיות מגוונים (למשל מדענים ומורים). חברי הקהילה מוזמנים להעלות לפלטפורמה סיפורים ותמונות המתארים היבטים שונים של ההתנסות שלהם בשילוב מדע אזרחי בבית הספר. הסיפורים השונים מקושרים בהמשך למאגר עקרונות הפעלה של מדע אזרחי בבית הספר.



איור 9: שלושה סיפורי יישום בפלטפורמת (<https://insights.edu.haifa.ac.il>), וחיבורם לעקרונות עיצוב רלוונטיים הקישור בין סיפורים לעקרונות הפעלה מעלה לעיתים רעיונות לעקרונות חדשים ומחדד או מרחיב עקרונות קיימים. בדרך זו, חברי הקהילה יוצרים יחד ידע המקשר בין תובנות מעשיות לבין תאוריות למידה והוראה. דוגמה לעקרון שעלה מתהליך זה היא חשיבות האחריותיות (Accountability); תלמידים מפתחים לעתים קרובות תחושת אחריותיות כשהם מבינים שהמשוב שלהם לפרויקט מדע אזרחי אכן ישמש את המדענים.

משאבים פדגוגיים

ניתן למצוא את כלל המשאבים שפותחו כמתואר בסעיף 'כיצד ניתן לשלב מדע אזרחי בבית הספר', עבור פרויקטי מדע אזרחי שונים באתר מרכז TCSS - <https://www.tcss.center> בלשונית 'משאבי הקהילה' תחת '[מדע אזרחי אצלך בכתה](#)'.

פרסומים

קישור	פרטים נוספים	כותרת
tcss.center/media	הרצאות, ראיונות, סרטונים ומאמרים	פרסומים דיגיטליים במדיה
tcss.center/publications	פרסומים בכתבי עת, כנסים וספרים מקצועיים	ספרות מקצועית
tcss.center/cs-research	פירות של מחקרים בהם מרכז TCSS היה שותף	מחקרי מדע אזרחי
tcss.center/scientific-reports	ההתקדמות וההישגים המדעיים של TCSS	דוחות מדעיים

משאבים נוספים

קישור	פרטים נוספים	כותרת
insights.edu.haifa.ac.il	(1) סיפורי יישום (2) מאגר של עקרונות עיצוב פדגוגי, המחברים בין תובנות מעשיות לתורת הלמידה	פלטפורמת Insights לשיתוף תובנות מהפעלת מדע אזרחי בבית הספר
tcss.center/partner-projects	פרויקטים המופעלים על ידי TCSS או משתפים פעולה עם המרכז	רשימת פרויקטי מדע אזרחי
tcss.center/cs-projects	ללא שיוך ל-TCSS	רשימה של פרויקטי מדע אזרחי זמינים ברשת
tcss.center/cs-principles	באופן כללי, לא במיוחד עבור פרויקטים של מדע אזרחי המיושמים בבתי ספר	עקרונות של מדע אזרחי
tcss.center/more-resources		משאבים נוספים ללמידה על TCSS ומדע אזרחי