

הצעה למושב עבור הכנס השנתי לחינוך סביבתי:

השתתפות בפרוייקטים אקולוגיים של מדע אזרחי כדרך ללמידה משמעותית של חינוך סביבתי ולקידום מיומנויות להתמודדות עם שינויי אקלים

דברי פתיחה:

בפרוייקטים של מדע אזרחי אזרחים מן השורה מסייעים באיסוף או ניתוח נתונים עבור מחקר מדעי. בשנים האחרונות עולה ומתרחב השימוש במדע אזרחי בעולם וגם בארץ. מחקרים רבים של מדע אזרחי הם מחקרים אקולוגיים. התפתחויות טכנולוגיות עדכניות מרחיבות את מגוון האפשרויות של תקשורת והעברת נתונים, ואת השימוש במדע אזרחי כדרך לערב אזרחים בתהליכים מדעיים בתחום האקולוגיה. ההשתתפות בפרוייקטים של מדע אזרחי היא בעלת פוטנציאל ייחודי לקידום מטרות למידה של חינוך סביבתי ובתוכן קידום אוריינות מדעית, קידום הבנה אודות תופעות סביבתיות, קידום הבנה על הקשרים בין תהליכים שונים בסביבה הטבעית והאנושית והתנסות חווייתית בפעילות לימודית בסביבה הטבעית. בהקשר של שינויי אקלים, באמצעות השתתפות פעילה בתהליכי חקירה מדעית המשתתפים מקבלים הזדמנות להבין טוב יותר את האופן בו שינויי אקלים משפיעים על סביבתם הקרובה, ולכן מדע אזרחי יכול לשמש כלי חשוב לבניית חוסן קהילתי להתמודדות עם שינויי אקלים. המושב שלהלן יציג מחקרים העוסקים במדע אזרחי אקולוגי בקרב אזרחים ובבתי ספר. המשתתפות הינן חלק מצוות המרכז לקידום מדע אזרחי בבית ספר, שהינו מרכז מצוינות ללמידה משמעותית הפועל בשיתוף פעולה של אוניברסיטת חיפה והטכניון.

פיתוח והטמעה של סביבות למידה מבוססות מדע אזרחי באמצעות שותפויות עיצוב של חוקרים וצוותי חינוך

מאיה בנישו, אסנת אטיאס, ד"ר אורנית שגיא, פרופ' יעל קלי

אוניברסיטת חיפה, מרכז TCSS לקידום מדע אזרחי בבית הספר

מבוא ורקע עיוני

השאפה הגוברת למעורבות ילדים ובני נוער בפעילות משמעותית להתמודדות עם האתגרים הסביבתיים בפתחה של המאה ה-21, הינה משותפת לצוותי חינוך ולחוקרים באקדמיה. פיתוח סביבות למידה חדשניות המשלבות תלמידים בפרוייקטי מדע אזרחי במסגרת בית הספר יכולות לעודד מעורבות כזו. במדע האזרחי, בעלי עניין מתחומי מומחיות שונים—מדענים ושאינם מדענים, משתפים פעולה לקידום הידע המדעי כמענה לאתגרים סביבתיים (Shirk et al., 2012). שיתוף פעולה מסוג זה התגלה בשנים האחרונות כבעל פוטנציאל לקידום לימודי מדעים וסביבה בבתי ספר (Bonney, Phillips, Enck, Shirk, & Trautmann, 2015) עם זאת, הכנסת מדע אזרחי לבית ספר באופן שיקדם ידע מדעי לצד שאיפות חינוכיות וסביבתיות הינה אתגר מורכב המערב היבטים פדגוגיים, ארגוניים ותרבותיים. מחקר זה בוחן כיצד שותפויות עיצוב ארוכות טווח של חוקרים וצוותי חינוך (Design-Centric Research-Practice Partnerships: DC-RPPs) הפועלים יחד לעיצוב והטמעה של סביבות למידה חדשניות (Kali, Eylon, McKenney, & Kidron, 2018) עשויות לתמוך באתגר זה.

תכנון והליך עבודה

המחקר נערך בגישת ניתוח מקרי חקר מרובים על שלוש שותפויות עיצוב, בשלושה בתי-ספר, שנערכו במסגרת המרכז לקידום מדע אזרחי בבית-הספר. תכנית ההתערבות שילבה: (א) עקרונות תהליכיים המיישמים גישת מחקר-הטמעה מבוסס-עיצוב (Design-Based Implementation Research: DBIR), (ב) עקרונות פדגוגיים לעיצוב סביבות למידה מבוססות מדע אזרחי בגישת "אקולוגיה של הדדיות" (Mutualistic Ecology of Citizen Science: MECS). טבלה מספר 1 מציגה דוגמאות לשני סוגי העקרונות, ואת ההלימה ביניהם. מקורות המידע לאיסוף הנתונים כללו בכל שותפות: תכתובות מתמשכות בין המשתתפים, חומרי ההוראה שפותחו, רפלקציות אישיות וצוותיות, ראיונות חצי מובנים ויומן חוקר.

דוגמאות לעקרונות פדגוגיים לקידום מדע אזרחי בגישת MECS (Kali, in press)	דוגמאות לעקרונות תהליכיים לקידום שותפויות עיצוב בגישת DBIR (Penuel, 2019)
חיבור בין למידה של תלמידים, צוותי חינוך ומדענים באופן הדדי שמייצר ערך עבור כל בעלי העניין	הנכחת המטרות של הגורמים המעורבים בשותפות וקיום שיח מתמשך עליהם לאורך תהליך הפיתוח
תמיכה ב"חברות (enculturation)" של תלמידים לנורמות ולפרקטיקות של מדע אזרחי, (למשל קידום ידע במשותף, תרומה ושימוש במאגרי מידע שיתופיים)	קיום אינטראקציות לקידום בנייה של ידע משותף בתוך השותפות תוך שימוש בפלטפורמות טכנולוגיות שיתופיות
אימוץ גישה המקדמת סוגיות שיש בהן עניין חברתי ולעיתים אף מחלוקת חברתית	עידוד שיח ישיר ומתעמת כצעד מקדם או כפעולת מנע

טבלה 1: דוגמאות לעקרונות תהליכיים ופדגוגיים משותפים המצויים בהלימה ששימשו בתוכנית ההתערבות שהופעלה על השותפויות

ניתוח וממצאים ראשוניים

ממצאים ראשוניים של המחקר מעידים כי העקרונות התהליכיים ששימשו לפיתוח השותפויות בשילוב עקרונות פדגוגיים משותפים, אפשרו לכל אחד מבתי הספר לממש את שאיפותיו החינוכיות והסביבתיות באמצעות עיצוב ויישום של סביבת למידה ייחודית (דוגמאות בטבלה מספר 2). בנוסף, כל צוותי החינוך בחרו להמשיך ולהרחיב את עיצוב והפעלת סביבות הלמידה מעבר לשנה הראשונה. אנו מייחסים ממצא זה לתחושת הערך והמשמעות החזקה שנוצרה בקרב צוותי החינוך המובילים. אנחנו מעריכים שתחושה זו בחלקה נובעת מההלימה שבין העקרונות התהליכיים שחוו כחלק מפיתוח השותפות לבין העקרונות הפדגוגיים שיישמו בעיצוב הסביבות ובעבודתם עם התלמידים.

מספר מקרה	מאפייני המקרה	השאיפות החינוכיות והסביבתיות שהוגדרו* ע"י הצוות החינוכי והנהלת בית הספר	אפיון סביבת הלמידה שפותחה ותוצרי הלמידה
1	<u>סוג הפרוייקט</u> : ניטור מדוזות בחופים <u>תלמידים</u> : 60, 1 : כיתות ה', ו'. <u>משך זמן פיתוח השותפות</u> : כשנתיים	קידום למידת חקר בגישת PBL ושיטות הוראה חדשניות ללמידה פעילה ומשמעותית בשותפות עם האקדמיה פיתוח מעורבות חברתית ומנהיגות סביבתית בקרב התלמידים ולמול הקהילה	חשיפה לעולם המדוזות ולאטגרים הסביבתיים במפגש עם האדם דרך למידה פעילה וחקר בביה"ס ומחוצה לו איסוף וניתוח נתונים מידעי בשיתוף האקולוגים יזימת פעילויות לחיזוק המודעות בקרב קהילת ביה"ס ותושבי העיר
2	<u>סוג הפרוייקט</u> : ניטור עקבות יונקים קטנים <u>תלמידים</u> : 70, 3 : כיתות ד' <u>משך זמן פיתוח השותפות</u> : 10 חודשים	חיזוק הכרות והחיבור הערכי-רגשי של התלמידים עם האקולוגיה בסביבת ביה"ס חיזוק מעורבות הקהילה (בשיתוף התלמידים) והנעה לפעולה	הכרות עם היונקים הקטנים בסביבת ביה"ס והאתגר במפגש עם האדם דרך למידה פעילה בביה"ס ומחוצה לו פעילות קהילתית הכוללת הכרות עם המרחב האקולוגי והאיומים הסביבתיים ואיסוף נתונים מידעי רחב במרחב עיבוד נתונים ע"י התלמידים בשיתוף האקולוג
3	<u>סוג הפרוייקט</u> : ניטור עקבות יונקים קטנים <u>תלמידים</u> : 60, 2 : כיתות ט' <u>משך זמן פיתוח השותפות</u> : 10 חודשים	חיזוק החיבור ערכי ורגשי של התלמידים לסביבתם חשיפה לאתגרים הסביבתיים הרלוונטיים לחיי הקהילה	הכרות עם מושגים אקולוגיים מרכזיים והאתגרים הפוטנציאליים בסביבתם חשיפה לתהליך חקר אקולוגי ויישום מעשי על מרחבים פתוחים מחוץ לביה"ס

כתיבה שיתופית של עבודת חקר והצגתה במחוז	למידת חקר "אחרת", משמעותית ופעילה ה"פורצת את קירות ביה"ס"	
---	---	--

טבלה 2: דוגמאות להלימה בין שאיפות חינוכיות וסביבתיות ברמת בית הספר לסביבות ותוצרי הלמידה שפותחו

דיון ומסקנות

הממצאים הראשוניים ממחישים כיצד שותפויות עיצוב יכולות לקדם פיתוח והטמעה של סביבות למידה חדשניות מבוססות מדע אזרחי בהלימה למטרות החינוכיות והסביבתיות של בית הספר. יתר על כן, המחקר מעיד על חשיבותן של שותפויות עיצוב בחיזוק תחושת הערך והיכולת של אנשי החינוך לפעול בסביבתם לקידום למידה פעילה ומשמעותית נוכח האתגר הסביבתי המאיים על כולנו.

מקורות

Bonney, R., Phillips, T. B., Enck, J., Shirk, J. L., & Trautmann, N. (2015). Citizen science and youth education. *National Research Council Committee on Out-of-School Time STEM*. Washington, DC.

Kali, Y. (in press). Guiding frameworks for the design of inquiry learning environments. In K. Chinn, R. Golan-Duncan, S. Goldman, M. Kapur (Eds.), *International Handbook on Inquiry and Learning*. Routledge.

Kali, Y., Eylon, B-S., McKenney, S. & Kidron, A. (2018). Design-centric research-practice partnerships: Three key lenses for building productive bridges between theory and practice. In J. M. Spector., B. Lockee., & M. Childress (Eds.), *Learning, design, and technology* (pp.1-30). Cham: Springer.

Penuel, W. R (2019). Co-design as Infrastructuring with Attention to Power: Building Collective Capacity for Equitable Teaching and Learning Through Design-Based Implementation Research. In Pieters, J., Voogt, J. & Roblin, N. P. (Eds.), *Collaborative Curriculum Design for Sustainable Innovation and Teacher Learning* (pp. 387-401). SpringerOpen.

Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., Phillips, ... Bonney, R. (2012). Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society*, 17(2), 29.

סקר גז הראדון: פרויקט מדע אזרחי לשיתוף הציבור בסוגיות אותנטיות המשלבות מדע וחברה

יעלה גולומביק^{1,2}, אלן פרי³, מקסים שפאק⁴, אנדריי צפאלוב⁵, קוסטה (קונסטנטין) קובלר⁵, דני בן-צבי³, אילת ברעם-צברי¹

¹ הפקולטה לחינוך למדע ולטכנולוגיה, הטכניון

² האוניברסיטה הלאומית של אוסטרליה (ANU)

³ החוג ללמידה, הוראה והדרכה, הפקולטה לחינוך, אוניברסיטת חיפה

⁴ הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, טכניון

⁵ המכון הלאומי לחקר הבנייה, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, טכניון

מדע אזרחי הוא סוגת מחקר המתפתחת במהירות בעולם בעשור האחרון, אשר יוצר הזדמנות לערב את הציבור במדע ומשתף אזרחים-מתנדבים באופן פעיל במחקר מדעי ובסוגיות מדעיות אותנטיות המשלבות מדע וחברה. בכך, למדע האזרחי השלכות חשובות למדע ולחברה כאחד, בשל שינוי הדרך בה נוצר ידע מדעי והפיכתו לרלוונטי, שקוף ונגיש לאנשים שאינם מומחים. יחד עם זאת, הפעלת פרויקט שכזה הוא תהליך מורכב שלא תמיד מגשים את הפוטנציאל הצפון בו.

מחקר זה מסביר ומדגים כיצד עקרונות המדע האזרחי פועלים לקידום המחקר המדעי לצד העלאת מודעות סביבתית ומעורבות חברתית במסגרת סקר הראדון - פרויקט מדע אזרחי לזיהוי ולמידת ריכוזי ראדון (גז רדיואקטיבי מסוכן, שעלול לגרום לסרטן ריאות) במבנים בישראל. המחקר בוחן את השתתפותם של תלמידים משבעה בתי ספר ברחבי הארץ בסקר הראדון ולו שתי מטרות, האחת מדעית והשנייה חינוכית. מטרתו המדעית היא למדוד את ריכוזי הראדון במבנים במדינת ישראל ולבחון את ההיתכנות של מיפוי ראדון באמצעות מדע אזרחי. מטרתו החינוכית היא להבין את התהליכים, שעברו תלמידים במסגרת השתתפותם, אשר כללה עריכת מדידות והתנסות בחקר מדעי וחקר נתונים של ריכוז הראדון. באמצעות ראיונות עם המורים המפעילים את סקר הראדון בבית ספרם ($n=8$), ושאלוני משוב של התלמידים ($n=112$), נתאר את התהליך שעברו התלמידים במהלך השתתפותם בפרויקט.

תוצרי הלמידה והתהליך שעברו התלמידים במהלכה נחלקים לשלושה תהליכי משנה: לימודי, חברתי וסביבתי. **התהליך הלימודי** מתבטא בלמידת תוכן ומיומנויות. מורים ותלמידים כאחד הדגישו את הלמידה על גז הראדון, שניזונה מהחוויה שבביצוע ניסוי עצמאי ומשיטות ההוראה. אלה תרמו להנעת התלמידים ללמידה עצמאית ולהבנתם את הנושא. **התהליך החברתי** החל בזיהוי חוסר המודעות לנושא הראדון אצל התלמידים, ועלייה בתחושת אי צדק. תחושות אלו הובילו לדאגה לחברה, לשינוי אישי- התנהגותי, ולשינוי חברתי- ניסיון להשפיע על הסביבה הקרובה. **התהליך הסביבתי** מרחיב את התהליך החברתי ומתבטא בהכללה, שנעשתה על ידי תלמידים, מנושא הראדון לנושאים של איכות הסביבה ובריאות הציבור. התהליך כלל לקיחת אחריות אישית על הסביבה לקידום שינוי, על ידי העברת שאלונים בקהילה, כתיבת מכתבים לעיתונות, ועוד. תוך כדי ההשתתפות בפרויקט, התלמידים פיתחו את ההבנה, כי גם להם אחריות על הסביבה וגם הם יכולים לפעול בעניין ולתרום לשינוי.

ההתייחסות ללמידה כתהליך ולא כתוצר סופי מרחיבה את הדיון על תוצרי השתתפות במדע אזרחי ומבהירה את הגורמים המעורבים בתהליכי הלמידה של התלמידים: רלוונטיות הנושא, זיהוי חוסר המודעות, גיבוש עניין, חוויה, למידה והפיכה לסוכני שינוי. גורמים אלו הם בעלי חשיבות גם בהקשרים נוספים ועשויים לתרום להבנה של תוצרי למידה ועיצוב סביבות למידה מיטביות. ממצאים אלו מדגישים את חשיבות המיזם, כמו גם את האתגרים שבו, למיפוי ראדון בישראל, להעלאת המודעות לראדון בקרב תושבים, לקידום מודעות סביבתית וללקיחת אחריות אישית.

פרוייקט מדע אזרחי כאמצעי לערב את הקהילה במחקר על המגוון הביולוגי: המקרה של תצפיטבע

קרן קפלן מינץ^{1,2}, עפר ארזי², דן מלקינסון^{1,2}

1. מכון שמיר למחקר

2. אוניברסיטת חיפה

השתתפות בפרוייקט מדע אזרחי נחשבת לסוג של חינוך בלתי פורמאלי שכן היא מאפשרת רכישת ידע בנושאים מדעיים וסביבתיים ומיומנויות שונות. בהקשר של שינויי אקלים, באמצעות השתתפות פעילה בתהליכי חקירה מדעית המשתתפים מקבלים הזדמנות להבין טוב יותר את האופן בו שינויי אקלים משפיעים על סביבתם הקרובה, ולכן מדע אזרחי יכול לשמש כלי חשוב לבניית חוסן קהילתי להתמודדות עם שינויי אקלים (Posthumus et al., 2017). כשחברי קהילה מודעים להיבטים סביבתיים באזורם, הדבר מסייע להשפיע על מקבלי החלטות ברמה השכונתית, מקומית ואזורית, ביחס לצעדים נדרשים להתמודדות, וכן לקחת החלטות אישיות מודעות בהקשר של שינויי אקלים. מחקר זה עוסק במעורבות ומוטיבציה בפרוייקט מדע אזרחי אקולוגי תצפיטבע ברמת הגולן. במסגרת הפרוייקט תושבי האזור מתבקשים להעלות תצפיות של החי והצומח באזור באמצעות אפליקציה שפותחה לצורך הפרוייקט. הפרוייקט נערך במסגרת הקהילה ומערכת החינוך. מטרתו הינן ליצור מאגר מידע על המגוון הביולוגי באזור, ולקדם מעורבות קהילתית בטבע המקומי. מחקר זה מתמקד במטרה השניה.

מרכיב חשוב של פרוייקטי מדע אזרחי הוא תרומתם לקידום מעורבות במדע ובסביבה בקרב המשתתפים (Bonney et al., 2009). מעורבות (engagement) בתהליכים לימודיים ובתהליכים אחרים כגון התנדבות ועבודה, מוגדרת בספרות כמידה בה האדם מעורב באופן פעיל במשימה, ונחשבת למושג רב ממדי הכולל בתוכו היבטים התנהגותיים, רגשיים, חברתיים וקוגניטיביים (Reeve, 2018). ואולם, על אף שמעורבות כמושג רב מימדי הינו נושא מוכר בספרות בתחום החינוך, הנושא כמעט ולא נחקר עד היום בתחום המדע האזרחי (Phillips et al., 2019). מטרה מרכזית של מחקר זה הינה לפיכך לחקור את מגוון הדרכים בהן משתתפים בפרוייקט מדע אזרחי סביבתי מעורבים בפרוייקט, ואת הקשר בין מעורבות לבין מוטיבציה להשתתף לאורך זמן.

גישת המחקר היא גישה מעורבת המשלבת שיטות מחקר איכותניות וכמותניות. בשלב הראשון נערכו ראיונות עם 34 מהמשתתפים, ונותחו בהתאם לעקרונות ניתוח תוכן. בשלב השני פותחו שאלונים סגורים המבוססים על הקטגוריות של מעורבות ושל מוטיבציה שהתקבלו בחלק הראשון והם מועברים כיום לכלל המשתתפים בפרוייקט.

הממצאים העיקריים שהתקבלו הינם: (א) למרות שרבים מצטרפים מתוך רצון לתרום לסביבה, הגורם המרכזי להתמדה מתמשכת הוא הרצון ללמוד אודות הטבע, המקבל מענה במסגרת ההשתתפות. (ב) תוארו מגוון דרכי מעורבות בפרוייקט (ג) נמצאה חפיפה בין המעורבות בפרוייקט לבין מוטיבציה להמשיך ולהשתתף: ככל שאדם יותר מעורב כך הוא בעל מוטיבציה גבוהה יותר ולהיפך. (ד) פעילויות של למידה במסגרת חברתית תוארו כגורם מוטיבציוני חשוב.

לממצאים חשיבות בהבנת האופן בו ניתן להבנות סביבות למידה המלוות פרוייקטים של מדע אזרחי לתלמידים ומבוגרים, באופן שיוביל לרמות מעורבות ומוטיבציה גבוהות.

דברי סיכום:

פרוייקטים של מדע אזרחי הינם בעלי פוטנציאל לתרומה הן לקידום המדע, והן להעצמת האזרחים המשתתפים בהם. בהרצאות שבמושב ראינו כיצד שילוב של פרוייקטים של מדע אזרחי בבתי ספר פורץ את גבולות הלמידה ופותח אפשרות ייחודית לתלמידים המשתתפים ללמידה משמעותית, התנסותית, ושיתופית. באמצעות איסוף הנתונים והניתוח שלהם מתאפשר עבור התלמידים מגע ישיר ובלתי אמצעי עם תופעות הטבע שאחריהן הם עוקבים, תוך קבלת תיווך לגבי הניתוח המדעי של הנתונים. במקביל, ראינו ששילוב של מדע אזרחי במסגרת הקהילה מהווה הזדמנות ייחודית ליצירת שותפויות חדשות וכן ללמידה לאורך החיים באופן בלתי פורמאלי ולהיכרות קרובה עם הסביבה הקרובה, תוך יצירת קשרים והעצמה קהילתית.