

בקשה בנושא:

מדע אזרחי בבית הספר: פריצת גבולות בין בית הספר והחברה

מגישים:

פרופסור קלי יעל, אוניברסיטת חיפה
פרופסור בן-צבי דני, אוניברסיטת חיפה
פרופסור ברעם צברי אילת, הטכניון-מכון טכנולוגי לישראל
ד"ר הוד יותם, אוניברסיטת חיפה
פרופסור טל טלי, הטכניון-מכון טכנולוגי לישראל

#

מדע אזרחי בבית הספר : פריצת גבולות בין בית הספר והחברה

חוקרת מובילה : פרופ' יעל קלי (הצעה מס' 2678/17)

ביוזמה זו, אנו מציעים לבחון כיצד פריצה של גבולות מסורתיים בתוך בית הספר ובין בית הספר והחברה מעודדת למידה משמעותית. אנו מציעים לעשות זאת בגישה היוצרת קשרים עמוקים בין תלמידים, מורים, מדענים ואזרחים, למידה פורמאלית ובלתי פורמאלית, אוריינות מדעית ומתמטית, סביבות למידה בית ספריות וחוץ בית ספריות, מרחבי למידה פיזיים ודיגיטאליים, עובדי הוראה וחוקרי חינוך.

רציונאל מדעי

מדע אזרחי (Citizen Science), המשלב אזרחים בביצוע מחקר מדעי בנושאים ובתחומים מגוונים מעולם המדע, מהווה התפתחות חדשה בנוף המדע המודרני. מיזמי מדע אזרחי מכוונים לכלל הציבור, ובהם מתנדבים מרחבי העולם משתתפים בפעילויות כמו ניטור תופעות אקלימיות, איכות מים, תפוצת ציפורים וגילוי כוכבי לכת וגלקסיות חדשות. הרעיון בבסיס המחקר והעשייה הוא כי המדע אינו נחלתם של יחידים סגולה, אלא נגיש לכלל הציבור.

יתרונם של מחקרי מדע אזרחי הוא בתרומתם הן למדע והן לאזרחים. המדענים זוכים לעזרה באיסוף נתונים או בניתוחם - תרומה מהותית, במיוחד כאשר מדובר במחקר סביבתי הדורש איסוף כמויות גדולות של נתוני שדה, משטח גאוגרפי נרחב. האזרחים זוכים להשתתף באופן פעיל במחקר, לתרום למדע, ללמוד נושאים חדשים ולהצטרף למעגל חברתי של העוסקים במדע. פעמים רבות, הנושאים קרובים לליבם, והם מוצאים בהם חשיבות לחייהם. התועלת ההדדית יוצרת שיתופי פעולה חדשים בין החוקרים לציבור, ומחקרים הראו, ששותפות ארוכת טווח היא בעלת יתרונות רבים אף להגנת הסביבה, לחברה ולממשל. כיום, מתנהלים מאות מחקרים, המשלבים את הציבור בביצוע מחקר מדעי, באוניברסיטאות ובמכוני מחקר ברחבי העולם. התפתחויות טכנולוגיות חדשות, ובייחוד האינטרנט, תרמו רבות ליכולת איסוף נתונים ועיבודם על ידי הציבור הרחב. לטכנולוגיות נידות חדשניות, כגון טלפונים חכמים, טאבלטים עם חיישנים, מתקני לאבדיסק (labdisc) המכילים חיישנים מובנים, יש יתרונות במיזמים מסוג זה, שכן הן מאפשרות איסוף והזנה של נתונים בזמן אמת ובכל מקום. כל אזרח שברשותו טלפון חכם נעשה משתתף פוטנציאלי, ויכול בלחיצת כפתור להשתתף במחקרים העוסקים בניטור בעלי חיים, צמחים, מזג אוויר ועוד.

אנשי חינוך מדעי חלוצים ברחבי העולם אשר זיהו את הפוטנציאל הגלום במדע אזרחי החלו לשלב בשנים האחרונות פרויקטים ותוכניות של מדע אזרחי בהוראת המדעים במטרה לקשור את לימודי המדעים הפורמאליים עם העשייה הגלובאלית המרתקת הזו, ולאפשר לתלמידים בגילאים שונים לקחת חלק בתרומה למדע ברמות שונות. השתתפות בפרויקטים של מדע אזרחי עשויה לענות גם על צורך ברלוונטיות, בלמידה פעילה ובמעורבות, החשובים לתלמידים רבים. אחת הדוגמאות לתכנית לה שותפה גם מערכת החינוך בישראל, מזה שנים רבות, ובהיקף נרחב של בתי ספר, היא תכנית GLOBE. דוגמה נוספת היא תכנית "חקר הציפורים" במסגרת למידה בדרך החקר בבתי ספר יסודיים וחטי"ב.

מרכז המצוינות המחקרית "מדע אזרחי בבית הספר" יפתח את התשתית הרעיונית, הפדגוגית והפרקטית שתאפשר למורים וצוותים בית ספריים לפתח את הידע והמימונויות הנדרשות על מנת לממש גישה חדשנית של הפוטנציאל, תוך שיתוף פעולה הדוק עם חוקרי חינוך, אנשי הוראת המדעים והמתמטיקה ומדעני מדע אזרחי. השותפות תכלול הקמה של רשת למידה רב-דורית שתתרחב עם שנות המחקר, ותכלול צוותים של מורים למדע ומתמטיקה, רכזי תקשוב וטכנולוגיות למידה, תלמידים ומנהלים. שותפי המחקר הם בעלי ניסיון מוכח במחקר ברמה לאומית ובינלאומית בתחומי STEM¹ מגוונים (ביולוגיה, מדעי כדור הארץ, מדעי סביבה, מתמטיקה, חינוך סטטיסטי), בפרספקטיבות תיאורטיות חדשניות, ובמתודולוגיות מחקר המשלימות זו את זו ומאפשרות ביצוע מחקר פורץ דרך זה.

תפיסתנו מבוססת על שלושה רעיונות מרכזיים (א) אוריינות מדעית כמדע עבור האזרחים, שמשמעותו היא מיקוד במה האזרח צריך לדעת ולהיות מסוגל לעשות כדי לקחת חלק בקבלת החלטות דמוקרטית בנושאים מדעיים-חברתיים (ב) גישת שלושת הממדים בחינוך מדעי, שהוצעה במסגרת לחינוך מדעי², המשלבת לימוד של עקרונות ליבה מדעיים, פרקטיקות מדעיות ומושגים חוצי-תחומים - להבנה של תופעות מדעיות (ג) קהילות לומדים מקושרות, שמתבטאות בביטול הפרדות מסורתיות בין מרחבי זמן, מקום, ולומדים.

¹ STEM - Science, Technology, Engineering, Mathematics

² Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012)

מטרות ושאלות מחקר

על מנת לבחון כיצד פריצה של גבולות מסורתיים בתוך בית הספר ובין בית הספר והחברה מעודדת למידה משמעותית, נוסחו מטרות בשלושה היבטים: בהיבט התאורטי - לפתח מסגרת רעיונית, בהתבסס על מחקר אמפירי בבתי ספר, שתסביר ותבסס למידה משמעותית של STEM במאה ה-21; בהיבט היישומי - לשלב תלמידים בחינוך העל יסודי במיזמים מדעיים, באמצעות סביבות למידה "מוגברות טכנולוגיה", המעוצבות על ידי רשת שותפויות בין אנשי חינוך מדעי, חוקרי חינוך ומדענים; ובהיבט של מדיניות - לייצר ידע פרקטי, שיאפשר להרחיב את המודלים ולהפיצם במערכת החינוך המגוונת של ישראל, ושינחה מדיניות חינוכית ארוכת טווח. המטרות הללו קשורות זו לזו ומזינות זו את זו, כך שהתפתחות באחת מקדמת את האחרות. שאלות המחקר הבאות מתייחסות לשלושה היבטים אלה: (1) באיזה אופן תורמים יישומים שונים של שלושת המודלים לתוצאות הלמידה בהיבטים של הבנת מורכבות, אוריינות מדעית וסטטיסטית ומעורבות בלמידה? (2) מה מאפיין את תהליכי הלמידה האינדיבידואליים ואת תרבות הלמידה במודלים השונים המאפשרים את התוצאות שלעיל? (3) כיצד ניתן לתמוך במורים על מנת שירחיבו את המודל החינוכי המסורתי לפרקטיקות שמאפשרות לתלמידים להיות מעורבים ופעילים בחקירה של תופעות מורכבות כחלק מיוזמות של מדע אזרחי? (4) מהם המנגנונים והתנאים המאפשרים את תהליכי הלמידה הנ"ל ומאפשרים לקיימם לאורך זמן ולהרחיבם? (5) מה התרומות של מעורבות של מורים, תלמידים וחברי קהילה בתכנון משותף של תוכנית לימודים מבוססת מדע אזרחי?

עיקרי שיטות המחקר והדגימה

מתודולוגיית המחקר תהיה מסוג מחקר עיצוב מבוסס הפעלה (design-based implementation research-DBIR) הנערך בגישת מחקר משולב (mixed method). מתודולוגיית ה-DBIR נועדה במיוחד לגישור בין מחקר לפרקטיקה חינוכית, תוך ביסוס שיתופי פעולה בין חוקרים ועובדי הוראה בעריכת מחקר בבתי ספר. DBIR מאפשר בחינה שיטתית, של תהליכי למידה ותוצאות התערבות באמצעות סביבות למידה חדשניות. זהו מחקר הנערך במספר סבבים, המאפשרים הגעה לתובנות תאורטיות מחד, ושיפור והתאמה של חומרי הלמידה מאידך, תוך שילוב של ידע פרקטי ותאורטי. הגישה המערבת, העושה שימוש בכלי מחקר איכותניים וכמותיים, נבחרה מפאת המורכבות הרבה של הסביבה הנחקרת, המחייבת גישה פרגמטית: איסוף נתוני עומק ממספר קטן יחסית של פרויקטים בנוסף לאיסוף נתונים ממספר רב של משתתפים, מקבוצות שונות וניתוחם באופן כמותי. כלי המחקר יכללו: שאלונים וראיונות לתלמידים, למורים ולשותפים נוספים, כמו גם ניתוח של תוצרי הלמידה, מסמכי עיצוב סביבות הלמידה, יומני מורים וחוקרים ודיונים מקוונים. השאלונים לתלמידים יכללו משימות הדורשות הנמקה סוציו-מדעית, ניתוח כמותי של נתונים והבנה מושגית, כמו גם מעורבות בלמידה (engagement).

אופי שיתוף הפעולה עם צוותי ההוראה, ותיאור תמציתי של דרכי הפעולה בשטח

אוכלוסיית היעד אליה אנו מכוונים כוללת תלמידים ועובדי הוראה בבתי ספר על יסודיים שש שנתיים מן הפריפריה הגאוגרפית והחברתית בצפון הארץ, במטרה לתרום להקטנת הפערים בהישגים בין תלמידים מאזורים וקהילות מבוססים לבין תלמידי הפריפריה. אנו מצפים, שהפרויקטים יתחילו בכיתות חטיבת הביניים, תוך שילוב בתכנית לימודי המדעים בחט"ב שהיא בחלקה בינתחומית, וימשיכו לכיתות י', וכך יוכלו לתת מענה גם לצורך בתכניות להערכה בית ספרית (תוך שילוב במדיניות 70%/30%). המורים יגיעו ממגוון תחומי דעת במדעים ומתמטיקה. העבודה עם המורים תהיה לפי העקרונות של רשתות מקצועיות צומחות לאורך שנות המחקר. במהלך הפיתוח המקצועי, יבחרו המשתתפים אחד משלושה מודלים שאנו מציעים עבור שילוב מדע אזרחי בבתי ספר, ויתאימו אותו לצורכיהם הספציפיים, הקשורים למאפייני בית הספר, המורים והקהילה, כמו גם לערכים, החזון וההתפתחות המקצועית של המורים. הפעילות במודל הנבחר תתבצע בתמיכת חוקרי המרכז המובילים גישת פיתוח מקצועי זו בארץ ובעולם. שלושת המודלים המוצעים הם בבחינת בסיס הניתן לפיתוח והתאמה מקומיים: (1) תוכניות גלובאליות ביוזמת מדענים; (2) תוכניות מקומיות ביוזמת מדענים; ו-(3) תוכניות מקומיות ביוזמת קהילה. בכל המודלים תלמידים יעשו שימוש במאגרי ידע דיגיטאליים המשמשים לקידום המדע, תוך מעורבות אזרחית; הם יעסקו בפרקטיקות מדעיות כגון איסוף וניתוח של נתונים (כולל "נתוני עתק" – big data), בניית הסברים, וטעינון מבוסס עדויות; הלמידה תתרחש במגוון מרחבי למידה (כולל הכיתה, סביבות חוץ-כיתתיות, קהילות מקוונות ולמידה מהבית); הלמידה תתרחש בסביבות למידה שיתופיות שיפותחו בשותפויות בין עובדי הוראה וחוקרי חינוך.

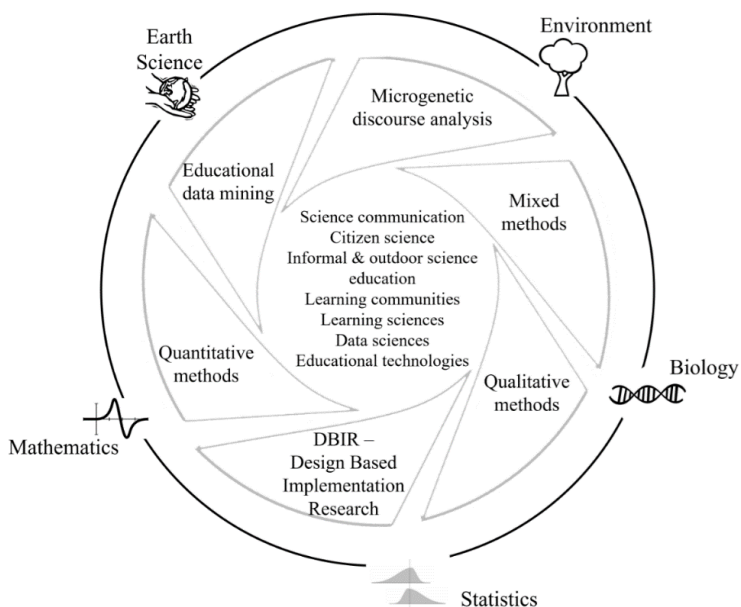
אנו מתכננים לעבוד עם כ-180 מורים ועובדי הוראה נוספים מכ-45 בתי ספר באופן המוצג בטבלה 1. התוכנית המוצעת, כוללת גם מרכיב של יציאה הדרגתית (fade-out) מן השדה. מתוך 45 בתי הספר, אנו מעריכים שכשליש יישמו את המודלים המקומיים המאתגרים יותר. ההתפתחות המקצועית של המורים תהיה לפי הגישה התלת-שלבית של שיתוף חוקרים-אנשי מעשה בלמידה מבוססת עיצוב (Design-Centric Research-Practice Partnership). שלושת השלבים הם: (1) מורים כלומדים (2) מורים כמעצבים (3) מורים כמיישמים ומתאימים.

טבלה 1: תכנית ההפעלה, הפיתוח המקצועי ושיתוף הפעולה בין חוקרים ואנשי חינוך לאורך שנות פעילות המרכז

שנה	אנשי חינוך שותפים (3-5 מורים, 1-2 בתי"ס)	אנשי חינוך שלב 1 40 מורים, 15 בתי"ס; ½ "גלובלי", ½ מקומי ו/או קהילתי	אנשי חינוך שלב 2 40 מורים, 15 בתי"ס; ½ "גלובלי", ½ מקומי ו/או קהילתי	אנשי חינוך שלב 3 40 מורים, 15 בתי"ס; ½ "גלובלי", ½ מקומי ו/או קהילתי
1	<input checked="" type="checkbox"/> פילוט לבחינת כלי מחקר ופעילויות			
2		פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')		
3		פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')	פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')	
4		הסרה הדרגתית של התמיכה בביה"ס (30 ש')	פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')	פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')
5		הסרה הדרגתית של הליווי והתמיכה בביה"ס (30 ש')	פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')	פיתוח מקצועי במרכז פסג"ה: הדגמה (60 ש'), ליווי ותמיכה בבי"ס (30 ש')

בנוסף לפיתוח המקצועי של המורים, כדי לקדם את שיתוף הפעולה הרב-ממדי שאנו מציעים, נקיים גם, פעמיים בשנה, יום של למידה הדדית של כל הרשת הרב דורית הכוללת חוקרי חינוך, מדענים, מורים ונציגי תלמידים. המפגש, שיתקיים במרכז Future Learning Spaces באוניברסיטת חיפה או באחד מבתי הספר, יהיה פעיל ודינאמי ויקדם את כל השותפויות, במטרה להעצים את השותפים, ליצור ולבסס את הידע המקומי והגלובלי שיבנה בפרויקטים של מדע אזרחי, כמו גם את תחושת השייכות והבעלות של השותפים, לאור משנתו של לי שולמן. יתרה מכך, בהצעה המלאה אנו מציעים דרך חדשנית להרחבה והפצה של המודלים של מדע אזרחי, הידע הפרקטי והתיאורטי שיווצר במרכז.

במטרה לשפר את התהליך, ולסנכרן אותו עם יעדי מערכת החינוך, יתקיים שיח מעמיק עם נציגות המזכירות הפדגוגית ועם מובילת אשכול המדעים דר' גילמור קשת שתומכת ומאמינה בגישה המשלבת מדע אזרחי בתוכניות הלימודים. אסטרטגיית ההפעלה ותהליך הפיתוח המקצועי של המורים יערכו בשיתוף פעולה עם 'WORLD ORT קדימה מדע' - ארגון חינוכי ללא מטרת רווח המקדם תוכניות הכשרה מדעית-טכנולוגית בפריפריה החברתית והגאוגרפית בישראל. לשותפיו בקדימה מדע היסטוריה מרשימה של ייזום, פיתוח והטמעה של תוכניות כגון: תוכנית הכיתות החכמות, PBL, הבנה בינתחומית, מב"ט, מדענע, הל"ל, פתרון בעיות שיתופי ועוד, והם הצהירו על כוונתם למצוא מימון מקביל (matching) במידה והמרכז ימומן (ראו מכתב תמיכה). בנוסף, אנו כבר משתפים פעולה עם מדענים ובתי ספר בפרויקטים בהם התחלנו לבחון את הגישה המתוארת בהצעה זו, כמו גם עם חוקרי חינוך המובילים מרכזי מחקר רלוונטיים ברחבי העולם (ראו מכתבי תמיכה). כמו כן, אנחנו מתכננים שיתופי פעולה עם גופי חינוך בלתי-פורמאליים כגון 'מונא' - מרחב Makers במגיד אל כרום שבגליל, המעודד שיתופי פעולה בין משתתפים ממגוון רקעים ומגזרים בחברה הישראלית ומפעיל מספר תוכניות של יצירה ולמידה עם טכנולוגיות בתחומי הרובוטיקה, רחפנים, הדפסת תלת-מימד ו-Internet of Things (ראו מכתב ממנכ"ל ומייסד מונא - אסף ברימר).



איור 1: תחומי המומחיות של שותפי המחקר

לבסוף, שותפי המחקר הם בעלי ניסיון מוכח במחקר ברמה לאומית ובינלאומית בתחומי STEM מגוונים (ביולוגיה, מדעי כדור הארץ, מדעי סביבה, מתמטיקה, חינוך סטטיסטי), בפרספקטיבות תיאורטיות חדשניות, ובמתודולוגיות מחקר המשלמות זו את זו ומאפשרות ביצוע מחקר פורץ דרך זה (איור 1). אנו צופים כי המחקר ותכנית ההפעלה החדשניים יובילו את החינוך המדעי והמתמטי בישראל לשיאים חדשים, ולמצאים פורצי דרך במחקר הבינלאומי.