

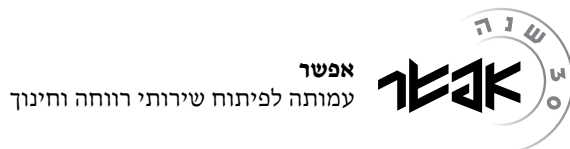
מבגש

לעבודה חינוכית-סוציאלית

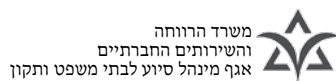
כרך כ"ד • גיליון 44

טבת תשע"ז – דצמבר 2016

יוצא לאור על ידי:



בשיתוף עם:



מה קובע הצלחה בית ספרית בתחום החינוך המדעי-טכנולוגי? למידה מהצלחות בפריפריה

עירית ששון

תקציר

לחינוך המדעי תפקיד חשוב בחברות מודרניות. הבנה של רעיונות מדעיים מסייעת בקבלת החלטות הקשורות לחיי היום-יום ומאפשרת השתתפות בדיונים ציבוריים רלוונטיים, תוך לקיחת חלק חברתי פעיל בתהליכי שינוי. חשיבות החינוך המדעי עולה, בשל ההכרה בערך היישומים המדעיים והטכנולוגיים בחברה בתחומים שונים. כמו כן, הצלחה בתחום המדעי-מתמטי מקושרת על ידי מספר חוקרים לתשואות בשוק העבודה וצמיחה לאומית. המחקר התמקד בתחום החינוך המדעי-טכנולוגי ב-16 בתי ספר בגליל המזרחי והגולן, ומטרתו הייתה אפיון וניתוח ארבעה מקרי הצלחה, במטרה לזהות מאפייני ליבה ולהבין את ההצלחה הבית ספרית בתחום זה. המחקר כלל שלב כמותי לבחירת מקרי הצלחה ושלב איכותני, שבו התקיימו 53 ראיונות עם אנשי חינוך ותלמידי יא-יב, לאפיון ההצלחה. הצלחה הוסברה על ידי איכות הניהול, מאפייני צוותי ההוראה, מאפייני הלומדים, משאבים פדגוגיים ומכוונות מפורשת למצוינות במדעים. בהתבסס על הממצאים, נבנה מודל לוגי להצלחה בית ספרית בחינוך המדעי-טכנולוגי. במסגרת הדיון נבחנים הממצאים אל מול הספרות ומוצגים כיווני המשך חקירה העוסקים בהבנת הסוגיה של פערים חינוכיים בין פריפריה ומרכז, לקראת שוויון הזדמנויות בחינוך.

מילות מפתח: חינוך מדעי-טכנולוגי, למידה מהצלחות, הערכה בחינוך, פריפריה

מבוא

חוקרים שונים עסקו בסוגיית הקשר בין חינוך, פיתוח הון אנושי וצמיחה כלכלית. חלקם טענו שקשר זה בא לידי ביטוי בכמה היבטים הקשורים לכמות החינוך ואיכותו. נמצא למשל קשר מובהק סטטיסטית בין מספר שנות הלימוד של בנים בבית ספר על-יסודי ומעלה למדד צמיחה כלכלית. הקשר למספר שנות הלימוד של בנות, לעומת זאת, לא נמצא מובהק סטטיסטית (Barro, 2001). חוקרים אחדים טענו שאיכות החינוך חשובה יותר ממספר שנות הלימוד. בניתוח המתבסס על מבחנים בין-לאומיים נמצא קשר חיובי ומובהק בין הישגי התלמידים במדעים למדד הצמיחה הכלכלית. קשר חיובי, מובהק פחות, נמצא גם בניתוח ציוני התלמידים במתמטיקה. כישורי התלמידים בקריאה נמצאו בעלי קשר חיובי למדד הצמיחה הכלכלית רק כאשר הוכנסו למודל יחד עם ציוני התלמידים במדעים

* המחקר בוצע בתמיכת משרד החינוך ובאישור לשכת המדען הראשי.

ומתמטיקה (Barro, 2001; Hanushek & Kimko, 2000). בניגוד לתפיסה הרווחת הזו, קליס (Klees, 2016) ביקר את התאוריה הקלסית של הון אנושי וטען שהיא אינה מאפשרת מציאת נתיבים הגיוניים לקביעת מדיניות חינוך או פרקטיקות חינוכיות. לחינוך המדעי תפקיד חשוב בנושאי קהילה, קיימות, צדק חברתי וצדק סביבתי. חינוך זה צריך לטפח הבנה מעמיקה של תכנים, שיטות ודרכים שבהן הידע המדעי יכול לשמש מגוון רחב של קהילות חברתיות. כדי להשיג זאת, על החינוך המדעי להתמקד בהוראת הדרכים לקשר שיטות מדעיות למשאבים תרבותיים וערכים מגוונים (Brickhouse & Kittleson, 2006). הבנה של רעיונות מדעיים מסייעת בקבלת החלטות הקשורות לחיי היום-יום, כמו בנושאי בריאות, תזונה ואורחות חיים, וליכולת להשתתף בדיונים ציבוריים בנושאי מדע ואף לקחת חלק חברתי פעיל בתהליכי שינוי. חשיבות החינוך המדעי עולה גם בשל ההכרה בערך היישומים המדעיים והטכנולוגיים בחברה בתחומי הרפואה, החקלאות, התקשורת ועוד (שפרלינג, 2016; Toh & Goh, 1998; Millar & Osbotne, 2000; DeBoer, 2003). חינוך מדעי נתפס יותר ויותר כגורם מפתח בחברות מודרניות, אשר מושפעות מיישומים מדעיים וטכנולוגיים. הכנת תלמידים בבתי הספר לקראת בחירת התמחות אקדמית וקריירה במדעים וטכנולוגיה חשובה לפיתוח הכלכלי של המדינות ולבריאות אזרחיהן. נוסף על כך, הבנה מדעית בסיסית בקרב האזרחים עשויה לקדם יישום של פתרונות טכנולוגיים החיוניים לחברה (Fensham, 2008) על אף ההכרה בחשיבות החינוך המדעי, ההישגים במדינות המערב, הנמדדים באמצעות מבחנים ארציים ובין-לאומיים, הם נמוכים יחסית. רמת העניין של תלמידים צעירים בתחום המדעים ורצונם ללמודו במסלול קריירה עתידי גם הם נמוכים (שפרלינג, 2016). במהלך השנים הושקעו מאמצים רבים בתוכניות פורמליות ובלתי פורמליות בתחומי המדעים והטכנולוגיה, אולם לרוב השינויים הם בקנה מידה קטן בלבד (Kearney, 2011).

המחקר המוצג במאמר זה התמקד בתחום החינוך המדעי ב-16 בתי ספר בצפון הארץ, ומטרתו הייתה לאפיין ולנתח ארבעה מקרי הצלחה בחינוך מדעי-טכנולוגי, במטרה לזהות מאפייני ליבה ולהבין את ההצלחה הבית ספרית בתחום זה.

הגורמים המשפיעים על הצלחה בית ספרית נחקרים במסגרת תחום המחקר של אפקטיביות בחינוך (EER – Educational Effectiveness Research). במסגרת זו נחקרים גורמים מגוונים, כמו: שיטות הוראה, מאפיינים ארגוניים ותכניות לימודים (Reynolds et al., 2014). מרכיבי מפתח בתוצאות חינוכיות אלו כוללים הישגים, דרכי חשיבה, הבנה ובניית משמעויות, ניהול עצמי, אינטראקציות בין-אישיות ומעורבות ותרומה (Hattie, 2009). לאורך השנים הוצעו כמה גורמים בית ספריים כלליים המשפיעים על תוצאות חיוביות בקרב הבוגרים. חמישה גורמים אופיינו על ידי אדמונדס (Edmonds, 1979): מנהיגות מנהל חזקה, דגש על רכישת מיומנויות בסיסיות, אקלים בית ספרי המעודד למידה, הערכה תכופה של התקדמות ברמות בית ספר, כיתה ותלמידים והגדרת ציפיות גבוהות מתלמידים ומורים. החוקרים טדלי ורינולדס (Teddle & Reynolds, 2000) הוסיפו גורמים

נוספים: מעורבות הורים, פיתוח פרקטיקות פדגוגיות מיטביות, התפתחות מקצועית של מורים ומעורבות תלמידים בתהליכי חינוך ופיתוח אחריות. שלושה גורמים נוספים המשפיעים על הצלחה בית ספרית אופיינו גם על ידי חוקרים נוספים: הפיכת בית הספר לקהילת למידה היכולה להגדיר ולהעביר באופן רחב פרקטיקות פדגוגיות מיטביות, בניית שיתופי פעולה תומכים בתחומי מפתח עם גורמים חוץ-בית ספריים ועידוד הגברת חדשנות ושינוי (Harris, Chapman, Muijs, Russ & Stoll, 2006).

רקע תאורטי

מאז שנות השישים של המאה הקודמת חלו שינויים בתפיסת תפקיד החינוך המדעי בבית הספר, אך השינוי בתכניות הלימודים החל רק שנים רבות לאחר מכן. במהלך שנות השמונים החל מעבר מהצורך להדגיש ידע מדעי להדגשת התהליך המדעי. בשנים אלו תחום המדעים נתפס כהכרחי לכל תלמיד, ושיטת ההוראה והלמידה שהומלצה הייתה על ידי ביצוע ניסויי חקר. בהדרגה החלה ההכרה בבעיות הקיימות בתחום החינוך המדעי בבתי הספר – היעדר היכולת של תלמידים ליישם ידע מדעי בתופעות מחיי היום-יום וחוסר בתחושת פליאה וסקרנות בקרב תלמידים רבים בנוגע לעולם הטבע. לבעיות אלו נמצאו סיבות אחדות, כמו: אופי "קטלוגי" של תכנית לימודים, ללא רלוונטיות מספקת, שימת דגש רב על תוכן שנלמד לרוב בנפרד מהתנסות מעבדתית פעילה והערכה המתבססת בעיקרה על יכולת שינון מידע (Millar & Osbotne, 1998).

בתחילת שנות השבעים הוכרז יעד חדש לחינוך המדעי, העוסק בקשר שבין מדע, טכנולוגיה וחברה (STS – Science, Technology and Society). המטרה הייתה להגביר תחושת עניין ורלוונטיות בקרב תלמידים וכן להעמיק את ההבנה המדעית. ממצאים מצביעים על השפעה חיובית של גישת STS על העניין בתחום המדעים, אך לא על ההבנה המדעית (Bennett & Lubben, 2006; Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Gallagher, 1971; Hurd, 1975).

החל מסוף שנות השמונים חלו במדינות שונות בעולם רפורמות שונות בתחום החינוך המדעי. רפורמות אלו עסקו בהיבטים שונים, כמו: היקף לימודי המדעים, דגש על אוריינות מדעית, הוראה המבוססת על חקר, הוראה המבוססת על פתרון בעיות ושיתוף פעולה, למידה המבוססת על הקשר, הוראה לפיתוח חשיבה ביקורתית, שינוי בדרכי הערכה וחיזוק תשתיות טכנולוגיות. מחקרים שבחנו את האפקטיביות של הרפורמות מצביעים על קשיים בהטמעת השינויים בקרב מורים והיעדר תרומה להישגי התלמידים (שפרלינג, 2016).

על אף כל המאמצים המושקעים בתחום החינוך המדעי, מחקרים מראים שישנה ירידה בעניין של תלמידים בלימודי מדעים ובבחירת קריירה בתחום. לירידה זו בעניין ישנן סיבות שונות: חוסר היכרות של הורים עם אפשרויות התעסוקה במדעים וטכנולוגיה, תחושת התלמידים כי הסיכויים להצלחה הם נמוכים ותדמית שלילית של תחום זה. להתנסויות לימודיות בבית הספר ישנה השפעה משמעותית על

תפיסת התחום בקרב התלמידים (Aschbacher, Li & Roth, 2010; Fensham, 2008; (Gonzales et al., 2008; OECD, 2014; Rocard et al., 2007).

נגישות ושוויון הזדמנויות בחינוך מדעי

במדינות רבות יש עדיין הגבלות המונעות מקבוצות מסוימות של תלמידים גישה לחינוך מדעי איכותי. אי-שוויון בחינוך מדעי עלול להתבטא בכמה היבטים: מגדר, מצב סוציו-אקונומי או תרבות. התכנים ודרכי הלימוד בתכנית המסורתית לרוב אינם כוללים התייחסות להבדלים תרבותיים בין קבוצות מיעוט שונות בחברה. חשוב לעצב את סביבת הלמידה באופן שיאפשר לכלל התלמידים לעסוק במדע מודרני, מבלי שיחושו שהם חייבים לנטוש את המורשת התרבותית שלהם (Fensham, 2008). לפערים חינוכיים ייתכנו השלכות חברתיות, משום שהשיגים לימודיים גבוהים, במיוחד בתחומי המתמטיקה והמדעים, נתפסים לרוב כמקושרים לתשואות בשוק העבודה ולצמיחה לאומית (Hanushek & Kimko, 2000; Hanushek & Woessmann, 2008; Murnane, Willett, Braatz & Duhaldeborde, 2001; Neal & Johnson, 1996).

התנסויותיהן של בנות בלימודי מדעים ומתמטיקה שונות מאלו של בנים, והן מביאות לרוב לתחושת מסוגלות עצמית נמוכה. במהלך תקופת הלימודים בבית הספר היסודי נוצר פער משמעותי ברמת העניין שמגלות בנות בתחומי STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). הפערים בין בנים ובנות בתחומי המדעים גדלים עם העלייה בגיל, והם גבוהים במיוחד בתחום לימודי הפיזיקה (Baram-Tsabari & Yarden, 2010; Krapp & Prenzel, 2011; Linn & Osborn, Simon & Collins, 2003; Pulos, 1983). גורמים שונים הוצעו על ידי חוקרים להסברת הפערים המגדריים בתחום: גורם מרכזי אחד קשור לתפיסות סטראוטיפיות בקרב הורים, מורים ותלמידים (Bouchey & Harter, 2005; Furnham, Reeves & Budhani, 2002; Kelly, 1987; Kiefer & Sekaquaptewa, 2007; Li, 1999; Nosek et al., 2009); גורם שני קשור לתכנית לימודים ותהליכי הוראה ולמידה (Häussler & Hoffmann, 2002; Lorenzo, Crouch & Mazur, 2006; Marshall & Reihartz, 1997; Sasson & Cohen, 2013; Sasson & Dori, 2015).

ממוצע תלמידי ישראל במבחן הבין-לאומי PISA נמוך מהממוצע של מדינות ה-OECD, אך בניתוח הישגי תלמידי הערים הגדולות בלבד נמצא שהם דומים לאלו של סינגפור, אחת המדינות בעלת הביצועים הטוב ביותר¹. עובדה זו מחזקת את הקשר בין אזור המגורים להצלחה חינוכית.

על אף התרחבות מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל לאורך השנים, עדיין ניכרת השפעתם של המוצא העדתי, השכלת ההורים, יישוב המגורים והמצב הסוציו-אקונומי על הישגי התלמידים בתיכון ונגישותם לאקדמיה. למגורים בפריפריה ישנה השפעה שלילית על השגת תעודת בגרות איכותית, שתשמש כתנאי קבלה למוסדות

1 זמין באתר ראמ"ה <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/MivchanimBenLeumiyim/OdotPisa.htm>

אקדמיים (אדלר, לוי-אפשטיין ושבט, 2003; הישראלי, 2008; לב-ארי וגן, 2011; סואן, 2004; פניגר, איילון ומקדוסי, 2013; קונור-אטיאס ואבו-חלא, 2009). פערים חינוכיים בין פריפריה למרכז עולים גם בבחינת תחום החינוך המדעי. על פי נתוני ראמ"ה – הרשות הארצית למדידה והערכה,² נמצאו פערים גדולים במבחנים הבין-לאומיים ובמבחני המיצ"ב הארציים בין תלמידים מיישובים בעלי רקע חברתי-כלכלי נמוך לבין תלמידים מיישובים בעלי רקע חברתי-כלכלי גבוה.

מתודולוגיה

שאלת המחקר הייתה: מהם המאפיינים המרכזיים הנתפסים בעיני מורים ותלמידים כתורמים להצלחה בית ספרית בתחום החינוך המדעי? המחקר התבסס על שלוש גישות, או שיטות, מרכזיות: (א) גישת המחקר המשולבת (mixed method), גישה המבוססת על שילוב שיטתי של שיטות המחקר הכמותית והאיכותנית לצורך הבנה מעמיקה של התופעה, ניצול נקודות החוזק וצמצום המגבלות של כל שיטה. שילוב כזה מספק רמה גבוהה של תוקף, מהימנות ויכולת הכללה, כמו גם העמקה וגמישות (Johnson, Onwuegbuzie & Turne, 2007); (ב) למידה מהצלחות, מתודה מיוחדת המתבססת על תהליך למידה שמטרתו לזהות את הפעילויות ואת עקרונות הפעולה אשר תרמו להצלחות בעבר, למען השימוש בהם בהווה ובעתיד. ההנחה היא שהידע נמצא בשדה, ושפעילויות למידה הקשורות ללמידה מהצלחות הן מועילות ואף חיוניות. המוקד במתודה זו הוא זיהוי הידע הסמוי הטמון בהפעלה והפיכתו לידע גלוי המכוון לפעולה משופרת (רוזנפלד, 2009; רוזנפלד, וייס, סייקס ודולב, 2002; רוזנפלד וסייקס, 2000; רוזנפלד, סייקס וייס, 2006); (ג) המודל הלוגי, מודל המשמש כמסגרת הערכה המתארת את הדרך שבה סדרת פעולות צפויה להביא לתוצאות רצויות (בטווחים קצר, בינוני ורחוק) בתקופת זמן מוגדרת, ואת הסיבות לכך (Funnell & Rogers, 2011).

המחקר בוצע בשני שלבים: (א) ניתוח הישגים לימודיים ב-16 בתי הספר בתחומי מדעים וטכנולוגיה (מבחני מיצ"ב ובחינות בגרות); (ב) אפיון וניתוח של ארבעה מקרים נבחרים, במטרה לזהות מאפייני ליבה, לקראת גיבוש מודל יעיל של שימוש במשאבים פדגוגיים. ממצאי הניתוח הכמותי שהתקיימו בשלב הראשון של המחקר שימשו בסיס למחקר האיכותני שהתקיים בשלב השני. בדרך זו נעשה שילוב בין שתי הגישות המחקריות באופן רציף, שמעצים את ההבנה והלמידה בנושא הנחקר, בהתאם לשיטת המחקר המשולבת הרציפה (Teddle (sequential mixed method) (& Tashakkori, 2009).

מדגם המחקר

המחקר התמקד בבתי הספר העל-יסודיים ב-14 רשויות בגליל המזרחי ובגולן: טבריה, מועצה אזורית גליל עליון, מועצה אזורית גולן, קריית שמונה, מועצה

2 המידע נדלה ב-10 אוקטובר 2016 מאתר ראמ"ה <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/OdotRama/>

אזורית עמק הירדן, יסוד המעלה, צפת, מטולה, חצור, מועצה אזורית מבואות חרמון, קצרין, ראש פינה, טובא זנגריה ומועצה אזורית מרום גליל. בשנים האחרונות חברו יחדיו רשויות בגליל המזרחי לכדי פורום משותף, המבקש לקדם יחד תהליכים ומיזמים החוצים את המסגרות המקומיות של הרשויות ולהביא לידי ביטוי את היתרונות לפעולה במישור האזורי. הפורום שם לו למטרה לקדם ולהוביל תהליכי פיתוח כלכלי וחברתי ולייצר מנופי שינוי חדשניים לטובת עתיד האזור. בשנת הלימודים תשע"ב החלה פעילות הפורום האזורי לקידום מצוינות בתחום החינוך המדעי.

במרחב 14 הרשויות שנכללו במחקר פועלים 32 בתי ספר על-יסודיים. בחמישה מהם אין לימודי מדעים (למשל בבית הספר של החינוך המיוחד "רננים" בקריית שמונה או בבתי ספר לנוער בסיכון של ברנקו וייס). נותחו מבחני מיצ"ב ובגרות של 16 בתי ספר על-יסודיים. בתי ספר אלו מייצגים את החינוך הממלכתי היהודי, הממלכתי הדתי והממלכתי הערבי. חלק מבתי הספר משויכים למחוז צפון, וחלק – לחינוך ההתיישבותי.

כלי המחקר

נתוני מיצ"ב ובחינות בגרות הועברו ממשרד החינוך באמצעות דוא"ל בקובצי אקסל. מועדי בחינות המיצ"ב שנשלפו היו של שנות הלימודים תש"ע עד תשע"ב. תוצאות בחינות הבגרות שנשלפו היו של מועדי הבחינות תשע"ב ותשע"ג. בשלב ראשון נעשה ניתוח סטטיסטי על הישגי התלמידים בכל אחד מבתי הספר. בשלב השני במחקר נבדקו לעומק המאפיינים הארגוניים והפדגוגיים, וזהו הקריטריונים המרכזיים לחלוקת המשאבים והפעלת התכניות המדעיות בארבעת בתי הספר שנמצאו, על פי הניתוח הסטטיסטי, מקרי הצלחה. כל מקרה נלמד בכלי מחקר איכותניים, שכללו ראיונות עם דמויות מובילות בבתי הספר ועם קבוצות מיקוד של תלמידים. באמצעות ניתוח תוכן איכותני זוהו תמות מרכזיות המאפיינות את המקרים הנבחרים להצלחה בלימודי המדעים.

ניתוח ציוני בחינות הבגרות הסופיים (הבחינות עצמן, בחינות המגן ושני סוגי הבחינות יחדיו) של התלמידים מבתי הספר השונים נערך בכמה פילוחים: תוצאות הבחינות במקצועות המדעיים בלבד, תוצאות הבחינות במקצועות שאינם מדעיים ותוצאות הבחינות בכלל המקצועות. לכל בית ספר חושב ממוצע של אוסף הציונים הללו. הציונים הסופיים של המיצ"ב ושל בחינות הבגרות (במקצועות המדעיים בלבד) הומרו, כל אחד בנפרד, לציוני תקן. מאחר שברוב המקרים לכל בית ספר היו ציונים של שני המדדים, חושב ממוצע בין ציוני התקן של ציוני בית הספר בבגרות ובמיצ"ב. במקרים שבהם לא היה ציון בשניהם, נשלף רק הערך הקיים. כך נוצר המדד הכללי להישגי התלמידים במדעים לבית הספר (להלן "הישגי התלמידים במדעים"), אשר מתחשב הן בציוני בחינות הבגרות והן בציוני המיצ"ב, בסולם משותף ואחיד של ציוני תקן.

תוצאות המחקר

בהתאם לשני השלבים המרכזיים במחקר, גם הצגת התוצאות תיעשה בשני חלקים מרכזיים: סטטיסטיקה תיאורית המתייחסת למאפייני בתי הספר וממצאים איכותניים של ניתוח ארבעת חקרי המקרה.

מאפייני בתי הספר במחקר

במחקר השתתפו תשעה בתי ספר ממחוז צפון (56.2%) ושבעה בתי ספר מהחינוך ההתיישבותי (43.8%). עשרה בתי ספר (62.5%) הם בתי ספר שש-שנתיים, חמישה (31.3%) – בתי ספר תיכוניים, ובית ספר אחד (6.2%) הוא חטיבת ביניים. 11 בתי ספר (68.8%) שייכים לחינוך הממלכתי היהודי, ארבעה (25.0%) לממלכתי הדתי, ורק בית ספר אחד (6.2%) שייך לחינוך הממלכתי הערבי. מהנתונים עולה כי קיים ייצוג לבתי ספר משני המחוזות (מחוז צפון וחינוך התיישבותי) וייצוג מכריע לבתי הספר היהודיים (רק בית ספר ערבי אחד).

הישגי התלמידים

נמצא כי ציוני בחינות הבגרות במקצועות המדעיים בבתי הספר במחקר הנוכחי הציגו ציון הגבוה ב-0.27 נקודות מן הציון הארצי. אחוז הניגשים לבחינת המיצ"ב היה גבוה יחסית (86%). מספר הניגשים לבחינת הבגרות לכל נוסח שאלון בכל בית ספר נע מחמישה תלמידים עד מספר מרבי של 30 תלמידים, ומספר הניגשים עמד במוצע על 18 תלמידים לכל נוסח שאלון בכל בתי הספר (לא ניתנו נתונים ממשרד החינוך לצורך השוואת נתון זה ברמה ארצית). התוצאות מוצגות בלוח 1.

לוח 1: התפלגות הישגי התלמידים

משתנה	n	MIN	MAX	M	SD
השוואת ציוני הבגרות לממוצע הארצי ¹	16	-11.81	6.92	0.27	4.10
מספר ניגשים לבחינת הבגרות	16	5.43	30.30	17.99	6.27
אחוז הניגשים לבחינת המיצ"ב ²	11	76.19	94.55	86.17	6.50

קשר בין הישגי התלמידים במדעים ובין הדירוג הסוציו-אקונומי

נבדק הקשר בין הדירוג הסוציו-אקונומי של סביבת בית הספר ובין ההישגים בכלל ובתחום המדעים בפרט. לצורך כך התמקדתי ב-15 בתי ספר אשר היו להם נתוני בחינות הבגרות (לבית ספר אחד היו נתוני מיצ"ב בלבד, והוא לא נכלל בבדיקה זו). על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, נקבע עבור כל בית ספר דירוג סוציו-אקונומי, בהתאם לסביבתו. הדירוג נע מאשכול 2 עד 6 (בית ספר אחד

1 בנקודות (0-100).

2 עבור 11 בתי ספר ניתנו ציוני מיצ"ב. עבור חמישה בתי ספר ניתנו ציוני בגרות בלבד.

בדירוג סוציו-אקונומי 2, בית ספר אחד בדירוג 3, ארבעה בתי ספר בדירוג 4, שלושה בדירוג 5 ושישה בדירוג 6. במסגרת הבדיקה נערכו מתאמי פירסון. נמצא קשר חיובי בין המשתנים, כך שככל שהדירוג הסוציו-אקונומי גבוה יותר, כך הציון הכללי שהתקבל בבחינות הבגרות היה גבוה יותר ($r_p = .54, p < .05$). קשר מובהק וחיובי נמצא גם בבדיקת הקשר בין הישגי התלמידים במדעים לבין דירוג סוציו-אקונומי ($r_p = .51, p < .1$).

בחירת מקרי ההצלחה

הסוגיה הראשונה שבה עסק המחקר הנוכחי הייתה בחירה של בתי ספר מצטיינים בתחום המדעים, לצורך מחקר איכותני מעמיק. אותרו שלושה בתי ספר בעלי ציוני הבגרות הגבוהים ביותר בבגרויות המדעיות (הקריטריון שנבחר היה "ממוצע ציון סופי"). שני בתי ספר שייכים לחינוך ההתיישבותי (אחד ממלכתי והשני ממלכתי-דתי), ואחד – למחוז צפון. כמו כן אותרו שלושה בתי ספר בעלי ציון המיצ"ב הגבוה ביותר (הקריטריון שנבחר היה "ציון כולל ממוצע"). שלושת בתי הספר שייכים למחוז צפון. מתוך רשימת בתי ספר אלו נבחרו ארבעה לשלב הבא של המחקר, שכלל חקר איכותני מעמיק למאפייני בתי הספר העשויים להסביר את ההצלחה בחינוך המדעי. נתון נוסף אשר השפיע על הבחירה הוא מספר המגמות המדעיות בבית הספר. מספר המגמות הממוצע בבית ספר, כפי שנמצא במסגרת מחקרית זו, הוא ארבע (חציון 3.5). המספר המרבי של מגמות מדעיות בהיקף 5 יחידות לימוד בבית ספר הוא שבע (וכולל, נוסף על המקצועות המדעיים המרכזיים – ביולוגיה, כימיה ופיזיקה – גם לימודי מדעי בריאות, חקלאות, ביוטכנולוגיה, אלקטרוניקה, מדעי המחשב ועוד), והמספר המזערי הוא שתי מגמות. פרטים בנוגע למספר המגמות בבית הספר נאספו באמצעות שיחה עם מנהל בית הספר או רכז המדעים. לשלב הבא במחקר נבחרו שני בתי ספר ממחוז צפון ושניים מהחינוך ההתיישבותי (אחד ממלכתי-דתי ושלושה ממלכתיים, שני בתי ספר בדירוג סוציו-אקונומי 6, בית ספר אחד בדירוג 5 ואחד בדירוג 4).

ניתוח איכותני

במחקר האיכותני השתתפו 53 משתתפים. התקיימו 33 ראיונות עומק עם אנשי צוות שונים מארבעת בתי הספר. בצוות הבית ספרי נכללו מנהלי בתי הספר וסגניהם, רכזי מדעים ומורי מדעים (17 גברים ו-16 נשים). נוסף על כך התקיים איסוף נתונים באמצעות ארבע קבוצות מיקוד בקרב 20 תלמידים. הראיונות ואיסוף הנתונים באמצעות קבוצות המיקוד בוצעו על ידי שלוש עוזרות מחקר שעברו הכשרה מוקדמת, לאחר אישור מנהלי בתי הספר ובתיאום עמם. המידע תומלל ונותח, תוך איתור תמות מרכזיות.

מתוך 33 אנשי צוות חינוכי, 27 היו בעלי רקע מדעי-טכנולוגי ושישה ללא התמחות בתחום המדעים; ארבעה מנהלים (מתוכם שניים בעלי רקע בהוראת המדעים), שלושה רכזים פדגוגיים, 14 רכזי מקצועות מדעים (שני רכזי פיזיקה,

שני רכזי מתמטיקה, שני רכזי מדעי המחשב, שני רכזי כימיה, שני רכזי מדעים וטכנולוגיה, רכז אלקטרוניקה, רכזת עבודות גמר, רכזת מערכות בריאות ורכזת מדעי הסביבה), תשעה מורי מדעים (שלושה מורי ביולוגיה, שלושה מורי מדעים וטכנולוגיה, מורה למתמטיקה, מורה לפיזיקה ומורה לכימיה), מחנכת כיתה מדעית ושני בעלי תפקידים ניהוליים בבית הספר.

תפיסות אנשי החינוך והתלמידים ביחס לגורמים המסבירים את הצלחת בית הספר בתחום המדעים

אנשי הצוות הבית ספרי נשאלו במסגרת הראיון, כיצד היו מסבירים את הצלחת בית ספרם בתחום המדעים. בניית תשובותיהם אותרו חמש תמות מרכזיות המסבירות את ההצלחה: מאפייני צוותי ההוראה, מכוונות מפורשת למצוינות במדעים, גישתה של הנהלת בית הספר – מנהיגות חינוכית, משאבים פדגוגיים ומאפייני הלומדים ותפיסותיהם.

מאפייני צוותי ההוראה

התמה השכיחה ביותר בקרב המרואיינים עסקה במאפייני צוותי ההוראה. מורי המדעים נתפסו כמחויבים ומסורים מאוד לתהליך ההוראה. הם מקנים יחס אישי לתלמידיהם, הצלחת התלמידים חשובה להם מאוד, והם רואים עצמם כמקצועיים ושואפים להיות דוגמה (role model) לתלמידיהם. כמו כן עלתה חשיבות עבודת הצוות של מורי המדעים בבית הספר.

המחויבות והמסירות להוראה עולה למשל מדבריו של גונן,³ אחד מאנשי הצוות: "הצוות שלי מחובר ומחויב, צוות מטורף, אין דברים כאלו. זה צוות, זה רוח". הרבה אמירות של אנשי צוות עסקו בנושא זה: "אני מייחסת את ההצלחה לצוות מורים שהוא מאוד מחויב ומאוד אוהב את התלמידים וחשובה לו ההצלחה שלהם" (אורנה). המחויבות באה לידי ביטוי בעבודה קשה ומאומצת של המורים, כפי שעולה למשל מהתייחסותה של בתיה: "בוודאי שאנחנו משקיעים את הנשמה, ובוודאי שזו התוצאה. אם אתה משקיע, אתה מגיע להישגים".

נוסף על ההשקעה והמסירות הדגישו חלק מאנשי הצוות את הדרישה מהלומדים: "אני חושב שמורים מהסוג הזה שמשקיעים המון גם מבחינת שעות – התלמיד מרגיש ויודע שיש לו למי לפנות. זה כולל את המנהל – יש ספסל מחוץ לחדר של המנהל ואפשר לראות כל הזמן תור של קופת חולים. אז תלמידים מרגישים פה טוב מצד אחד, ומצד שני יש פה דרישות" (צביקה); "אני חושבת שזה היחס האישי שנתנו להם, ושהם מרגישים שבאמת אכפת מהם. שהם חשובים" (ליאורה). ההשקעה הרבה והיחס האישי באים לידי ביטוי גם בדבריה של דבי, וגם היא ציינה שלצד נתינה גבוהה מצד המורים, יש דרישות לימודיות גבוהות מהתלמידים: "אני חושבת שהמורים שלנו, הם מחויבים לא 100% אלא 150%. אני הרבה מההצלחה

תולה במורים, אני חושבת שאנחנו מאוד משתדלים שיהיה פה קשר אישי – זה מאוד חשוב לנו. אבל מצד שני אנחנו לא מתפשרים, אנחנו כן דורשים".

במיוחד הודגש היחס האישי שניתן על ידי המורים לתלמידים: "הקשר האישי בסופו של דבר בעיניי הוא הגורם להצלחה. כשילד מרגיש שיש לו גאווה מקצוע ושיש לו קשר טוב עם המורה והלבורנט ומרגיש בבית במעבדה – מכאן מקור ההצלחה. התלמידים שורצים כאן שעות אם צריך ואם לא. הם מרגישים פה בבית. אם אני צריכה להצביע על משהו שמסביר את ההצלחה אז זה" (מירי); "היחס האישי. ברגע שיש קשר אישי בין המורה לתלמיד. זה כבר האלף-ב"ת" (גדי).

אנשי הצוות הדגישו גם את חשיבות המקצועיות הגבוהה של מורי המדעים: "זה שהצוות שלנו, לרוב, צוות מקצועי זה נורא חשוב" (בתיה); רון אמר:

אני משוחד, אבל אני חושב שהמורים שיש לנו בבית הספר הם מורים מאוד מאוד טובים. אני לא לימדתי בהרבה בתי ספר, אז אני לא יודע להשוות למקום אחר, אבל המורים הם מאוד מאוד איכותיים, וכשיש לך מורה איכותי, ההישגים הם גבוהים. אני יכול להגיד שבתוך צוות מתמטיקה שלנו, שהמורים היותר טובים, מביאים את התלמידים שלהם להישגים יותר טובים מאשר מורים שמלמדים את אותה רמה בדיוק. יש כאן שילוב – מה זה מורה טוב – מורה שיודע ללמד טוב. יכולות הוראה זה משהו שאת חלקו אפשר ללמוד ואת חלקו יש לך או אין לך. יש מורים עם יכולות הוראה מאוד גבוהות. יש גם מורים שיוצרים אווירה יותר טובה בכיתה, מורים שיותר כיף אתם. אני מניח שגם זה משפיע על ההצלחה של התלמידים. בגלל שיש לנו הרבה מורים כאלה, שיוצרים אווירה טובה – אז מצליחים.

לדברי דורית, "יש צוות שמאמין באותה הדרך, צוות שעובד לפי הנחיות של משרד החינוך כאשר כל אחד מוצא את עצמו בגמישות שלו. הצוות ותיק שמבין אחד את השני".

בחלק מהמקרים הודגשה השאיפה להיות מודל לתלמידים ובכך להשפיע על הצלחתם: "אני יכולה להסביר את הציונים הגבוהים של התלמידים שלי בכימיה, אני מאוד יסודית, אני דורשת מהתלמידים ועוקבת אחריהם. לי יש שאיפות מאוד גבוהות מעצמי, ואני מעבירה להם את השאיפה" (חמדה); "אני חושבת שזה חשוב מאוד, שתלמידים רואים אותנו עושים חשיבה רפלקטיבית. כי מבחינתנו זה נאה דורש, נאה מקיים. זאת אומרת, אנחנו עושים מודלינג – מה היה טוב, מה היה לא טוב" (יפעת).

גם נושא עבודת הצוות עלה כמאפיין חשוב בעבודת המורים: "אחד הדברים הכי משמעותיים שיכולים להשפיע על איכות ההוראה, היא עד כמה הצוות עובד כצוות נכון ועסוק בשאלות של שיעור טוב ולמידה פעילה" (ספי); "יש עבודת צוות מאוד נחמדה. אנחנו הרבה פעמים צופים אחד בשני. אתה לומד מהצוות הרבה דברים, ובמיוחד בצד המקצועי. אם אני לא הולך להרבה השתלמויות, אז המורות משלימות לי את זה. אני מפיך יותר את התועלת מהצוותיות" (טל); "אנחנו משתפים פעולה בחקר – סיכמנו שהיא [הכוונה למורה עמיתה] תלמד את כל הקשור בהבנה של חקר דרך המעבדה, ואני עושה אתם את עבודת החקר עצמה, שהיא יכולה להיות כמעבדה מורחבת. היא תלמד אותם את כל העקרונות והטכניקות, ואני אעשה אתם את

העבודה עצמה" (צביקה); "יש לנו עשרה מורים. [אם] יש לנו שאלה שאין לה תשובה, אנחנו תמיד מתלבטים יחד" (רענן).

מכוונות מפורשת למצוינות במדעים

התמה השנייה בשכיחותה בתשובות אנשי הצוות הייתה מכוונות מפורשות למצוינות במדעים. מכוונות זו באה לידי ביטוי בדרך שבה המורים תופסים את חשיבות תחום המדעים, את תפקידם ואחריותם בעידוד התלמידים ללמוד מדעים כתנאי להצלחתם העתידית כבוגרים או בבניית מבנים ארגוניים בית ספריים לטיפוח מצוינות מדעית.

אנשי הצוות מאמינים בחשיבות תחום המדעים והשפעתו על הצלחת התלמידים כבוגרים בחברה: "ההצלחה קשורה לאווירה שמעודדת למידה מדעית, קשורה לכך שאנו שואפים להצטיין מדעית. כל זה עוזר לתלמידים לרצות להצליח" (ספי); "זה העידוד שלנו כצוותים לעודד להצלחה שלהם בעתיד במדעים" (עפרה); "מדעים זה מאוד חשוב. מאוד מאוד חשוב. זה העתיד של כל המדינה, ולמעשה, הילדים חייבים לקבל השכלה. אם הילדים לא יקבלו השכלה במדעים, אני לא רוצה לתאר איזה אזרחים של מחר הם יהיו" (דנה); "תפקידנו כמה שיותר להדליק בילדים את הניצוץ של האהבה למדע, וזה לא מובן מאליו... להדליק בהם איזו שהיא אהבה למקצוע, זו הצלחה בעיניי" (ברכה).

בחלק מהמקרים הודגשו מאפייני תחום המדעים כמפתחים דרכי חשיבה ומיומנויות רחבות:

אני רואה בלימודי מדעים אינדיקציה לאיכויות, הצלחה ומנבאי הצלחה, גם אם בסוף תלמיד שלמד 5 [יח"ל] פיזיקה, כימיה וביולוגיה יבחר ללמוד לימודי ממשל, פוליטיקה, יחסים בין-לאומים או משפטים, יש משהו ביסודות האנליטיים מהלימודים האלו המשתיתים בתלמיד ובחשיבה שנכונים לכל תחום דעת. לכן לא מהמקום של לקדש את הפיזיקה-מתמטיקה, אלא כן לקדש שיטות מחקר או יסודות נכונים לחשיבה (פנחס).

לדברי שושי: "מקצוע המדעים מאוד מאוד חשוב. קודם כול, כי הוא מאוד רחב, והוא מעשיר גם את השפה, את המערכת המושגית של הבן אדם, שאחר כך הוא מדבר בצורה אחרת, ואז הוא נכנס לחברה אחרת, ליחסי אנוש עם אנשים אחרים. זה גם מפתח חשיבה אנליטית, וחשיבה ביקורתית".

מקצוע המדעים נתפס כרלוונטי לחיים וכאמצעי קידום: "מדעים זה חשוב מאוד מאוד. היום חייב להיות לכל אחד בישראל איזשהו ידע בסיסי במדע ובטכנולוגיה. אם אתה רוצה להתקדם בחיים, להתפתח ולהבין דברים עד הסוף, אתה חייב שתהיה לך אוריינטציה בסיסית במדע עצמו" (מעין); "מבחינתי זה 'שלח לחמך על פני המים'. כי יכול מאוד להיות, שלא אני אקצור את הפירות, אלא בעוד עשר שנים באוניברסיטה יקצרו את הפירות, אבל אנחנו רוצים שזוכי פרס הנובל שיש לנו היום, יהיו גם עוד 30 ו-40 שנה" (יסמין). "אני חושב שמדעים זה לא 'must', זה האבא של ה-'must'!!! (תמיר). לדברי טל:

חשוב שהלימוד כאן ישפיע על הבחירות האקדמאיות של התלמידים. לפיזיקה ולמקצועות המדע יש הילה שהם מקצועות חשובים, והם נקשרים להצלחה בחיים, ואם תהיה מהנדס או מדען, תשתכר טוב, או אם תהיה בהייטק – זה הדימוי. זה הכשרת לבבות של המהנדסים והמדענים הבאים. צריך לחבב עליהם את המקצוע וירצו לעסוק בזה בחייהם הבוגרים – זה יתרום להם באופן אישי, יתרום למדינה, והנושא של מדע וטכנולוגיה זה חוצה מקצועות וחוצה גבולות – זה מתחיל בהייטק, לפני זה התעשייה הביטחונית”.

אורנה הוסיפה:

יש הבנה כי האחריות של איתור תלמידים והכוונתם ללימודי מדעים היא על צוות בית הספר: “מי שיכול ללמוד שני מקצועות מדעים, זה מאוד חשוב להעצים אותו להסביר לו גם למה זה חשוב... אנו מאתרים כבר מכיתה ט ומתחילים לטפח לתלמידים. אנחנו מובילים אותם לכיוון המקום הזה... בעיניי זה מאוד חשוב שתהיה פונקצייה כזו בבית הספר, כי לא תמיד ההורים מודעים לזה, וזה נורא חשוב שבית ספר מאתר את התלמידים ויודע מי יכול וכן מכווין אותו לכיוון המקום הזה. זה לא מה שילד בחר, זה מה יהיה. אם הילד בחר משהו שלא מספיק ממצה את היכולות שלו, אני אשב אתו ועם ההורים שלו ואסביר להם. אני לא אשאיר את זה במקום הזה.

בכמה מקרים הועלה על ידי המרואיינים הקשר בין רפורמות כלליות בבית הספר ושינוי תדמיתי אזורי לבין מכוונות מפורשת להוראת המדעים:

המנהל הקודם של התיכון החליט לבצע מהפכה בבית הספר. האמירה שלו הייתה שאם הוא ימשוך את התלמידים החזקים כלפי מעלה, זה ימשוך את כל בית הספר כלפי מעלה. הוא פעל רבות להחזיר תלמידים מצוינים שיצאו לבתי ספר בקיבוצים. מורים למתמטיקה, מדעים ואנגלית של התיכון ירדו ללמד בכיתה ז. אין לי גיבוי סטטיסטי, אבל מאז שהיו לי תשעה תלמידים בשנה ראשונה, היום ב-י יש לנו 41 תלמידים במגמת פיזיקה, ושנה הבאה אותו דבר. ב-יב השנה מסיימים 31 תלמידים” (ניר).

גם בבית ספר אחר עלתה טענה דומה: “אפשר לומר שבחמש שנים האחרונות אנחנו עשינו פה מהפך מבחינת לימודי המדעים, כי אני באמת מאמינה שתעודת בגרות איכותית זו תעודת בגרות שכוללת 4 או 5 יחידות מתמטיקה לפחות. אני מאוד אשמח שכל תלמיד יצא עם מקצוע מדעי אחד לפחות” (אדווה).

לפי תפיסות חלק מאנשי הצוות, חשיבות תחום המדעים עולה דווקא בגלל המיקום הפריפריאלי, בגליל המזרחי: “אני רוצה שכל ילדי העיר, עם החתך הסוציו-אקונומי הלא כל כך גבוה, שיגיעו לעמדות האלה. לכן אני מאמין בתחום הזה, כי רק בתחום הזה בעצם יכולים באמת הילדים, לא ילדי ויצמן, ילדים שיכולים לפרוץ את דרכם החוצה לאזרחות, וגם בתחום הצבא, אבל מי שבאמת רוצה להמשיך ולהתפתח בתחום המקצועי הזה, יש לו כרטיס כניסה ליחידות מובחרות בצה”ל” (תמיר).

בבתי הספר נבנו מנגנונים ברורים לשיווק המגמות המדעיות ונעשים מאמצים רבים: “כל רכז כבר יודע מה לעשות כדי להביא אל המגמה תלמידים, הוא יודע שזה תלוי בו ובצוות שלו. יש לנו יריד מגמות בדרך כלל, אבל זה לא מספיק. יש סרט שיווקי שמשווק את המגמות. מעבר לזה, כל רכז עושה עבודה בתוך הכיתות שלו, אז בכיתות המצוינות – פיזיקה, כימיה, ביולוגיה – הם נחשפים לזה, אז העבודה

נעשית מכיתה ז" (אורנה). מאמצי השיווק נעשים לא רק מול התלמידים, אלא גם מול הוריהם: "אנחנו עשינו את הדרך אל התלמידים דרך ההורים. היינו ממש הולכים הביתה להורה ומסבירים לו מה האופציות שפתוחות לילד אחרי המגמה, והיינו עובדים קשה באמת, עד שהיינו מגייסים את ה-15–17 תלמידים למגמה" (תומר).

"כוח הדחיפה" לתחום המדעים מתחיל כבר בשלב חטיבת הביניים: "יש התלהבות של המורים, התלמידים וההורים מהמגמות המדעיות, אנחנו כבר מכיתה ז דוחפים לשם. בימי שיא – לכל שכבה יש את יום השיא שלה בתחום המדעים, אנחנו כל הזמן עושים פעילויות מיוחדות בשיעור עצמו ומנסים לעודד כמה שיותר את האהבה למקצוע" (טל); "פה קבור הכלב. מכיתה ז מטפחים אותם, מכוונים אותם גבוה, רותמים אותם להצלחות במקצועות הנחשבים [מדעים], ואת זה אנחנו ממשיכים הלאה, ואני מקווה שזה ימשיך ככה, ותמיד יתנו לנו את האפשרויות האלו. אם החינוך יהיה מגיל צעיר, אנחנו על הסוס" (נדב).

המכוונות היא גלויה או סמויה ומחלחלת לאורך הארגון: "זה עניין של מנטרה של בית ספר – המסר הגלוי והסמוי. זה מחלחל לבתי הספר היסודיים ולחטיבת הביניים, וילדים רוצים להגיע, וזה מה שצריך לעשות, כי אתה מהפריפריה, והקשרים והכישורים לא הולכים בקו ישר. אם ההחלטות של ההנהלה שזה מספיק חשוב, אז הולכים על זה, וכל השותפים תורמים בצורה זו או אחרת" (דנה).

אנשי חינוך התייחסו באופן חיובי למבנה מסלולי המצוינות המדעית כתורם להצלחה הבית ספרית במדעים:

ההצלחה קשורה להבניה של כיתות מצוינות שלא היו פעם. בית הספר היה במין משבר כזה לפני כן. תלמידים יצאו ללמוד בחוץ, בקיבוצים. כיום מגיעים תלמידים ללמוד מבחוץ. הרבה כי הצלחנו לבנות "פלטפורמה" מתאימה לכל תלמיד. סוג של מוגנות. תלמידי מצוינות יש להם את הסביבה שלהם, אך לא מנותקים מהשכבה, יש להם את ההווי שלהם וגם את המסגרת של מה הם לומדים בכיתות האלו ומקבלים את לימודי המדעים ברמה טובה מכיתה ז. זה שמלמדים פה כימיה ופיזיקה מכיתה ז, זה משהו מאוד משמעותי. זה הצמיח את המספרים של התלמידים שלומדים את המקצועות האלו בחטיבה העליונה. זה בעיניי עושה את ההצלחה הגדולה (אדווה).

עוד הוסיפה בנושא שושי: "זה עשה גם טוב שמיינו את התלמידים, שארגנו כיתת מופ"ת וכיתה מדעית. בכיתות האלה יש אווירה לימודית, שמאפשרת לתלמידים שאוהבים מדעים ללמוד, להבין ולממש את עצמם".

גישתה של הנהלת בית הספר – מנהיגות חינוכית

אנשי הצוות החינוכי הדגישו את החשיבות שהנהלת בית הספר מייחסת לתחום המדעים. ההצלחה הבית ספרית נתפסת כתוצאה של מדיניות ניהול ברורה, אחידה, עקיבה ותומכת: "ההנהלה מאוד מאוחדת, יודעת מה היא רוצה מעצמה ויודעת לשדר החוצה. יש עמדה מאוד ברורה. אז גם בדברים למטה זה כמו שצריך" (אילנה); "בחמש השנים האחרונות הקמנו צוות פרטני [...] בית הספר אוהב לעשות החלטות ארגוניות, כלליות, שכבתיות, מחזוריות" (כרמי); "אני חושבת שזה תלוי הרבה

במנהל בית הספר, בחזון הבית ספרי. ההצלחה היא תוצאה של כלל המערך, השינוי הארגוני, האווירה הבית ספרית" (עפרה).

מניתוח הראיונות עולה כי טיפוח המחויבות והמסירות בקרב המורים כלל אמצעים שונים של בניית תחושת זהות וייחודיות בית ספרית, טיפוח תחושת גאווה יחידה ופיתוח מקצועי והעצמה של המורים. מדבריהם של אנשי הצוות עולה כי התחושה החיובית של צוותי ההוראה חשובה להם מאוד: "חשוב כל הזמן להעצים אנשים בתוך הצוות. התחזוק הזה של חדר המורים, שיהיה טוב להם, זה נורא חשוב, כי כשמורה מרגיש שטוב לו הוא נותן מעצמו" (אילנה); פלג אמר:

כל בית ספר מלחין לעצמו מנגינה אחרת. את תשמעי פה מנגינה מאוד נעימה. זה סיפור של הלחן של בית הספר. אני אראה לך משהו [מראה דיסק-און-קי, כוס עם שם, עט אישי ויומן עם תמונות מאירועים בבית הספר שכל מורה קיבל]. ההקפדה הזו על הייחודיות הבית ספרית היא קריטית לבית ספר ולכל מורה. יש פה את הדיסק-און-קי שלו, של בית הספר, ואם יש לו את העט שלו, זו גאווה יחידה, ואם בחדר המורים יש כוס עם השם שלו, הוא קיבל הערכה".

עמיתים אחרים הוסיפו: "אני חושבת שמה שקורה בבית הספר שלנו זו גאווה יחידה, כל הנושא של מצוינות להפוך את התלמידים לתלמידים משמעותיים, לומדים ורציניים, יש לנו מורים מחויבים" (בתיה); "יש כאן תרבות ארגונית שנותנת למורה גם כלים וגם חופש לפעולה" (צדי).

המנהיגות החינוכית באה לידי ביטוי גם ביצירת מוטיבציה בקרב המורים על ידי המנהלים: "מוטיבציה באנלוגיה היא כמו חמצן. כל הזמן צריך להזרים אותו, ויש כל כך הרבה דברים שאפשר לעשות בזה, ואני כמנהל עושה כל הזמן כדי לייצר בתוך הצוות [את] רוח ההתלהבות, מזכיר להם ומחדד להם את הסיבות שבגינן שכל אחד בחר את הדבר הזה" (פלג); "למנהל בית הספר יש יעדים, והוא מציב לו מטרות, וכל האנשים שסביבו נוהרים אחריו. בעיניי זו הצלחה של הארגון. יש איזשהו יעד מרכזי, וכל האנשים שנמצאים – וזה לא משנה מי, זה יכול להיות המורים, המנהלים, אנשי ההנהלה, העובדים, כל מי שבארגון עצמו, שותף ולוקח חלק בעשייה, ולא משנה מה תפקידו בעשייה" (יסמין).

שניים מתוך ארבעה מנהלים הם בעלי רקע בהוראת המדעים. הזיקה של מנהלים אלו לתחום המדעים הוצגה על ידי אנשי הצוות כיתרון וכגורם מסביר להצלחת בית הספר: "ההצלחה קשורה לזה שאני כמנהל בא מהתחום המדעי (סער); "העובדה שאני מגיע מתחום המדעים זה גורם מארגן מאוד קריטי, שמשפיע על ההצלחה של בית הספר" (פנחס); "המקצוע שלנו חשוב למנהל. הוא בעצמו מורה לפיזיקה" (זיו); "בבית הספר מקדמים, נותנים משאבים, תמיד הם נותנים תגבורים, עזרה. וגם המסר – מכיתה ז לומדים פיזיקה וגם מדעי מחשב, וגם המנהל שלנו מורה למתמטיקה" (דנה).

משאבים פדגוגיים

המשאבים הפדגוגיים שבאו לידי ביטוי בראיונות עם אנשי הצוות התמקדו בשני נושאים מרכזיים: משאבים פנים-בית ספריים, שכללו תוספת שעות הוראה

לתגבורים קבוצתיים או פרטניים, ומשאבים חוץ-בית ספריים, שכללו מיזמים מדעיים המתקיימים בשיתופי פעולה עם גורמים חיצוניים, כמו מוסדות אקדמיים ועמותות הפועלות לקידום החינוך המדעי.

חלק גדול מהתייחסויות המרואיינים עסקו בנכונות בית הספר להשקיע שעות הוראה לקידום הישגי התלמידים במדעים: "בבית הספר יש השקעה מאוד גדולה של משאבים יחסית: פיצולי כיתות ועוד שעות אקסטרה אחר הצהריים" (יפעת); אדווה אמרה:

יש לי תחושה שיש לבית הספר משאבים בלתי נדלים, זה שאני על כל דבר מקבלת "כן". לדוגמה, בכיתה ט אני מלמדת חצי כיתה כדי לעזור להם להדביק את הפער, שהם לא יהיו קבוצה שהולכת לאיבוד בתוך כיתה של 30 תלמידים. כיתות מתפצלות – אז זו השקעה של משאבים. גם למידה פרטנית – תלמידים שמקבלים שיעורים פרטניים. יש לי תלמידים שמקבלים כל כך הרבה תגבורים – משקיעים בהם המון".

אחרים הוסיפו: "בית הספר מאפשר לי לתת תגבורים לתלמידים מתקשים" (חמדה); "אצלנו כל אחד לומד ארבע שעות שבועיות מדעים. ב-ז-ט עושים את לימוד המדעים בשתי קבוצות, כלומר שני מורים לכיתה, כדי שיוכלו לעשות מעבדה כמו שצריך" (סער); "בית הספר מרווח, מטופח, עונה על כל הצרכים של התלמידים. התנאים הפיזיים משפיעים על האווירה והלמידה, האבזור, התקשוב" (עפרה).

כמו כן התייחסו המרואיינים לשיתופי פעולה עם גופים מחוץ לבית הספר: "יש לנו קשר עם מכללת תל-חי, קשר צמוד. אנחנו יושבים אתם ומתכננים את תכנית הלימודים שלנו ואת פעילויות העשרה שהם יכולים לספק לאורך השנה. יש מספר מפגשים שהם מפגשי חשיפה, שבהם התלמידים לומדים דברים שאי-אפשר ללמד פה, ויש מפגשי חקר לקראת סוף שנה, שאנו מקבלים ליווי וציוד שאין לנו כאן בבית הספר מהמכללה. הפעילות תורמת מאוד" (טל); "אנחנו בקשר עם הטכניון בהוראת המדעים, הפקולטה לכימיה, מכון ויצמן, דוידסון, ביקורים של מגמות יא ויב. יש משאבים חיצוניים. אני שמח על שיתוף הפעולה עם מכללת תל-חי ומיג"ל. במכון ויצמן עושים כמה פעילויות כי יש להם את המכשור והציוד, פעילות בנושא חוקי הגזים, עושים ניסויים במחשוב משהו מתקדם. אני בעד. זה גם משדרג את המקצוע וגם נותן לתלמידים מוטיבציה" (גונן); "אני נעזרת בבית חולים עד כמה שאפשר ובהרצאות של מומחים שאפשר. השנה מתוכננים אצלנו גם סיורים למפעל שמייצר מכשור רפואי" (שושי).

מאפייני הלומדים ותפיסותיהם

אנשי צוות רבים הדגישו את חשיבות האחריות של הלומדים לתהליך הלמידה. אחריות זו הכרחית, על פי תפיסתם, להצלחה לימודית: "הרבה פעמים אני נותנת שיעורי בית שלא אעבור עליהם בכיתה, והם יודעים שזו אחריות שלהם. אני לא מהמורים שרודפים אחרי תלמידים. הגישה שלי כמו אוניברסיטה. אני אומרת לתלמיד: 'זו האחריות שלך'. אני אעשה מבחן חוזר רק למי שראיתי שהוא מתאמץ. זה סגנון ואמון" (ליאורה); "מי שבא למגמות מדעיות הם תלמידים יחסית אחראים,

גם אכפת להם מהצלחה" (יסמין); "בשורה התחתונה – הם בוחרים ללמוד – וזה הכוח המניע – רצון פנימי. אני חושבת שבסופו של דבר תלמיד צריך ללמוד, כי זה בוער בתוכו" (דנה).

בניתוח תשובות התלמידים בקבוצות המיקוד הושם דגש על שני מוקדים מרכזיים: (א) איתור הסיבות המרכזיות אשר השפיעו על בחירת לימודי מדעים בכיתה י'; (ב) ההסבר שלהם להצלחת בית ספרם בתחום המדעים. מדברי התלמידים עולות שתי סיבות מרכזיות לבחירת לימודי מדעים – עניין בתחום המדעי ואהבתו והבנת חשיבות התחום לעתידם האקדמי או התעסוקתי: "בחרתי ללמוד ביולוגיה כי עניין אותי לפני שהתחלנו. עכשיו גם, פשוט קצת נשחקנו מכל העומס. צריך להשקיע. זה עדיין מעניין" (דן); "אני אוהבת את כל תחום המדעים, אני לומדת גם כימיה וגם ביולוגיה. זה נורא מושך אותי מדעים, וכימיה במיוחד" (מיטל); "אני בחרתי בפיזיקה כי אני ידעתי שאני רוצה גם מקצוע מדעי, והבחירה בפיזיקה באמת כי זה פוגש אותנו בכל תחום בחיים בסופו של דבר. כבר כאשר בבית הספר נתנו לנו להכיר את המגמות לפני שבחרנו, אז בכיתה ט למדנו קצת, וזה הדבר שהכי תפס אותי והכי אהבתי והכי השקעתי בו, ואז החלטתי להרחיב את המקצוע הזה. בחרתי בזה כי זה גם המקצוע הכי מאתגר לדעתי, ורציתי אתגר ורציתי חשיבה" (שי); "התלבטתי בהתחלה בין פיזיקה למחשבים. בסוף, בחרתי מחשבים – ידעתי שזה יכול לעניין יותר מפיזיקה, וזה עניין אותי מאוד" (ליאור); "בחרתי במגמת ביולוגיה כי עניין אותי בהתחלה איך שהציגו את זה – דיברו על גוף האדם, וזה נראה לי מאוד מעניין. זה עדיין מעניין, למרות שקצת הותשנו במהלך השנה" (ארז).

כאמור, סיבה שכיחה נוספת בתשובות התלמידים היא חשיבות התחום לעתידם האקדמי והתעסוקתי: "בחרתי במגמת פיזיקה בעיקר כי טוענים שזה פותח אפשרויות בעתיד" (אלעד); "הבחירה במגמת מחשבים הייתה כי יש בזה הרבה יחידות, 10 יחידות, ובטכניון ובאוניברסיטאות רבות זה המקצוע שהכי מקבל בונוס" (שלומי); "בחרתי בפיזיקה, גם בגלל שאומרים שזה מועיל לעתיד מבחינת אוניברסיטה" (ירדן); "בחרתי במגמת כימיה בשביל הבונוס באקדמיה" (גיא); "בחרתי במגמת פיזיקה כדי שאחר כך יהיו לי אפשרויות" (שמרית); "בחרתי ללמוד פיזיקה כי ידעתי שאני רוצה להיות מהנדס או לעסוק בתחום" (רמי); "בחרתי במגמות ביולוגיה וכימיה כי חשבתי שזה יפתח לי דלתות בעתיד" (נועה).

תפיסות פדגוגיות

אנשי הצוות החינוכי נשאלו במסגרת הראיונות על התפיסות החינוכיות המנחות את הוראתם בתחומי המדעים והטכנולוגיה. בתשובותיהם עלו תפיסות חינוכיות כלליות הקשורות לחינוך ערכי וכן תפיסות פדגוגיות ספציפיות המעצבות שיטות הוראה. כרמי התייחס לחינוך ערכי המדגיש כבוד הדדי בין מורים לתלמידים כבסיס ללמידה:

העיקר זה כבוד הדדי – אני, המורה, מכבד אותך כאדם, אתה, תלמיד, מכבד אותי כאדם. אתה לומד ממני, ואני לומד ממך – אנחנו שנינו מתפתחים במקום הזה. לשנינו טוב במקום הזה. זה לא ברית של אינטרסים, זו הדדיות אנושית פשוטה של אנשים שרוצים לגדול באותו מקום. למשל, הפדגוגיה הרגילה הקלסית לא מכבדת תלמידים – ממש לא. מתייחסת אליו כאל חלל ריק, כאל איזה מכל חסר כול שצריך למלא אותו בתוכן. אין כבוד לתלמיד. זו התפיסה החינוכית שלי – כבוד בין כל החלקים שמשיקים זה לזה. כשאני מכבד אותך, אני לומד ממך. אני מזהה ערך. אני לא יודע אם אני צודק, אבל כדרישה זה ודאי נכון. המילה "כבוד", אני מזהה את הכבודה שלך – "כבודה" זה התוכן שלך, זה מי שאתה. אז אם אני מכבד אותך, אני יודע שיש בכך כבודה-תוכן מאוד גדול. אז תלמיד הוא תוכן, ומורה הוא תוכן, אז כבוד היא נקודת ההשקפה."

דורית הוסיפה: "בעיניי דרך ארץ קדמה לתורה, ובעיניי נושא הערכים מאוד חשוב. אנחנו שמים דגש, גם אני באופן אישי, ואני חושבת שאם התלמיד מבין את החזון הבית ספרי ואת הצורך של להיות אדם, זה הדגשה הכי גדולה בעיניי."

במסגרת החינוך המדעי מודגשת חשיבות החיבור בין אהבת התלמידים לאהבת התחום המדעי: "אני חושבת שזה העניין – הלומד הוא במרכז. אנחנו רואים את הצרכים שלו. אנחנו ממש נערכים פה לעזרה הזו, לקדם את התלמיד. אתה בא לכאן עם אהבה גדולה לילדים ועוד יותר אהבה ותשוקה לטבע ולמדע, ואתה מחבר ביניהם" (מעייין).

התפיסות הפדגוגיות המרכזיות שהועלו על ידי אנשי הצוות עסקו בפיתוח לומד עצמאי ופעיל: "התפיסה שלי היא שתלמידים ילמדו מתוך הנעה והנאה, על בסיס של למידה עצמאית. לי ממש קריטי שנפחית את כמות המלל שמורה אומר וניתן לתלמידים ללמוד, לעשות דברים ולהיות פעילים. לא רק אני" (ספי); "חווית הלמידה זה מעטפת. צריך מצד אחד לפתח מיומנויות של למידה עצמית ומצד שני לא להביא אותו לרמת התסכול. אני מנחה פרויקטים וצריך למצוא את נקודת השבר, שהתלמיד עלול להיכשל. כלומר, לתת לו משימה, אבל שיתמודד אתה לא עד כדי תסכול. למשל, בפרויקטים, אני במתכוון נותן להם לעשות שגיאה, למרות שאני רואה אותה, וזה כדי שהוא ילמד מהשגיאה" (טל); "חשוב שתלמיד יהיה אוטוידקט, כדי שבחיים עצמם זה יעזור לו" (גונן).

נוסף על כך מודגש תהליך פיתוח החשיבה העצמאית והביקורתית של הלומדים, ולא רק העברת מידע על ידי המורה: "אין ספק שיש פה מקום של להעביר את החומר. אבל להעביר את החומר, זה יכול להיעשות לא כשאני מרצה 1, 2, 3, 4 והולכת, אלא במקום שיכול לעורר להם את המחשבה, שיצטרכו לחשוב לצורך העניין על פתרונות לבד, על ההשלכות של כל פתרון לבד. לתת להם לחשוב על הצעד הבא, ומקסימום אני מרכזת לנקודות שהם צריכים לדעת" (ברכה); "המורה צריך ללמד את התלמיד לחשוב – זה ללא ספק. לחשוב, להביא מבט ביקורתי, לשאול שאלות ולא לקבל שום דבר כמובן מאלי" (דבי); "המורה חייב לתת לתלמידים שלו כלים. אני אלמד אותם, כדי שהם יוכלו בפעם הבאה לחשוב. אם אני מלמדת אותם לשאול שאלות, זה בשביל שהם ישאלו בפעם הבאה" (מירי).

למידת חקר במדעים, המבוססת על מיומנויות חשיבה, נתפסת כשיטת הוראה יעילה וחשובה ביותר: "חקר – אני משתדלת מאוד כשאני בונה שיעור, שזה יהיה נוכח שם. אם אני יכולה, אני מעמידה את התלמידים בפני הניסויים הקלסיים בכיתה. לפעמים אני מציגה תוצאות, ואז הם צריכים להתמודד עם זה" (יפעת); "בקטע הפדגוגי כן חשוב לי שהלומד יהיה במרכז, ולכן הכנסנו בשנים האחרונות את כל התכניות של למידה באמצעות חקר, ובכיתות ז-ח עברנו ללמד באשכולות – אשכול מדעי, אשכול מתמטיקה ואשכול הומניסטיקה, שבו נלמדים בצורה ספירלית תנ"ך, ספרות והיסטוריה" (אורנה). לדברי רון:

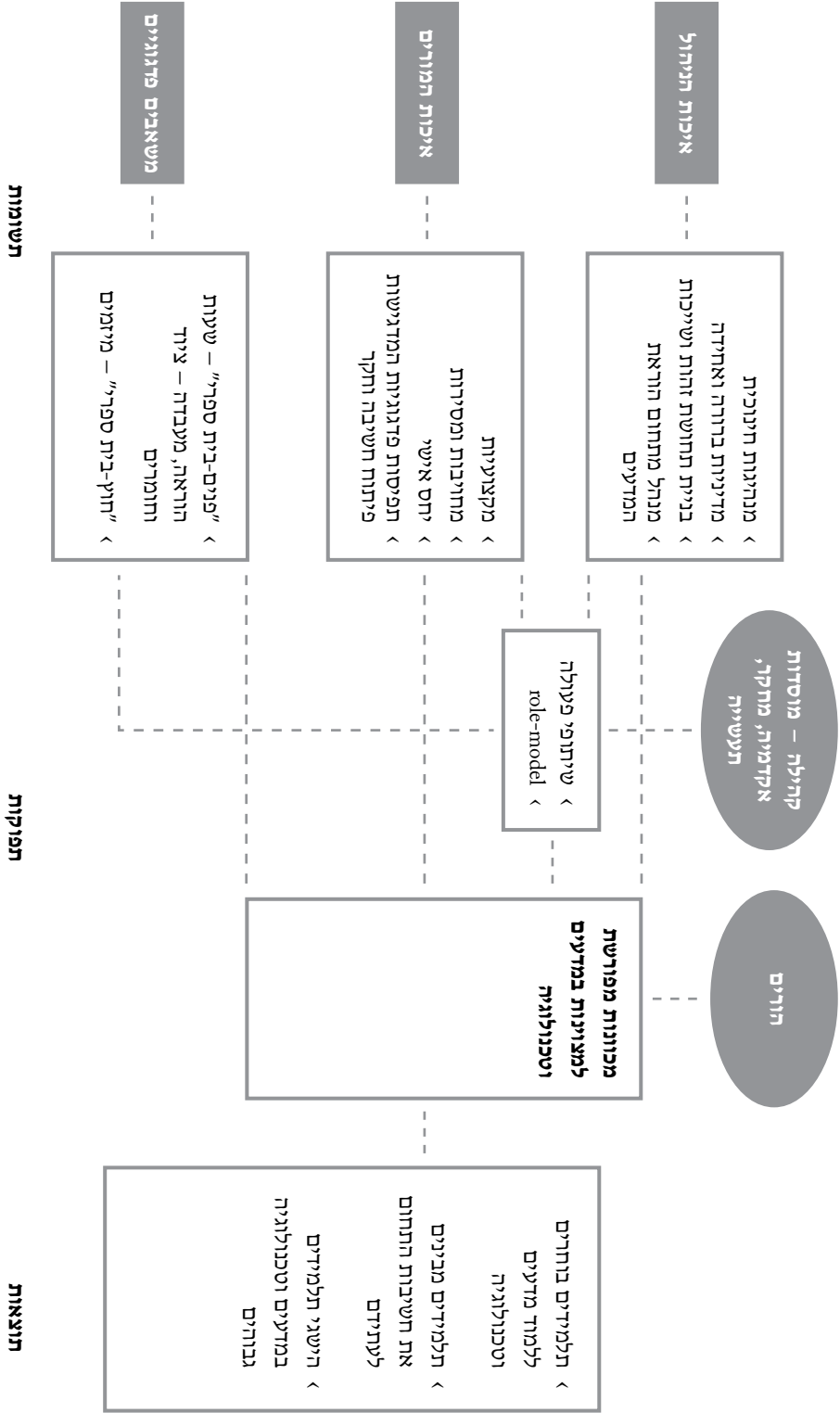
בשנים האחרונות אנחנו מאוד משתדלים לעשות את זה יותר מעניין. לשלב עם התקדמות הטכנולוגיה, מצגות, יש תוכנה במתמטיקה – "גאוגברה" – תוכנה אינטראקטיבית שממחישה וגורמת להבנה יותר עמוקה, וגם זה יותר חוויה לתלמידים. אני משתמש בה לא מעט. משתדלים לתת לתלמידים יותר לגלות בעצמם דברים במתמטיקה, ולא איזה הכתבה של המורה. זה מצליח. אנחנו רואים תוצאות, אנחנו מרגישים שהתלמידים מבינים יותר".

מודל לוגי להצלחה בית ספרית בחינוך המדעי

על בסיס הניתוח האיכותני נבנה מודל לוגי להצלחה בית ספרית בחינוך המדעי. המודל מתייחס לתשומות, תפוקות ותוצאות. במסגרת התשומות זוהו שלושה מרכיבים מרכזיים: **איכות הניהול, איכות המורים ומשאבים פדגוגיים**. מרכיבים אלו מעצבים את התפוקות – תכניות לימודים פנים-בית ספריות וחץ-בית ספריות, על בסיס מדיניות בית ספרית ברורה ואחידה, השואפת לטיפוח תחושת זהות ושייכות, טיפוח מקצועיות בקרב מורים, מחויבות, מסירות ויחס אישי. מאפייני הניהול וההוראה קובעים את דרך ניצול המשאבים הפדגוגיים בתחומי המדעים והטכנולוגיה. התכניות מעודדות פיתוח חשיבה והתנסות בחקר מדעי, תוך שיתופי פעולה פנים-בית ספריים וחץ-בית ספריים עם דמויות המהוות דגם לחיקוי (role-model) עבור התלמידים.

אחד המרכיבים המרכזיים במודל המשפיעים על התוצאות בתחום החינוך המדעי הוא **מכוונות מפורשת למצוינות במדעים וטכנולוגיה**. מכוונות זו נבנית על בסיס המרכיבים השונים המעצבים את התפוקות ומהווה מרכיב מתווך משמעותי ביותר, המשפיע על התוצאות. היא בולטת מאוד באווירה הבית ספרית ובאה לידי ביטוי בקרב מנהלים, מורים ותלמידים. התוצאה היא השפעה על הלומדים לבחור להתמחות בהיקף 5 יחידות לימוד בתחומי המדעים והטכנולוגיה. התלמידים מבינים את החשיבות של תחומי המדע והטכנולוגיה על עתידם האקדמי והתעסוקתי, ומכאן אפשר להסביר את התוצאות החיוביות – **הישגים גבוהים במדעים וטכנולוגיה**. להלן איור 1, המציג באופן חזותי את המודל הלוגי להצלחה בית ספרית בחינוך המדעי.

איור 1: מודל לוגי להצלחה בחינוך המדעי



דין מסכם

המחקר התמקד בחינוך המדעי בקרב אוכלוסיית הפריפריה בגליל המזרחי והגולן, בתחום 14 רשויות, ומטרתו הייתה אפיון וניתוח של ארבעה מקרי הצלחה בחינוך מדעי-טכנולוגי, במטרה לזהות מאפייני ליבה ולהבין את ההצלחה הבית ספרית בתחום זה. לצורך כך נערך בשלב הראשון במחקר ניתוח הישגים במדעים וטכנולוגיה (נתוני מיצ"ב ומבחני בגרות) ב-16 בתי ספר על-יסודיים. בתי ספר אלו מייצגים את החינוך הממלכתי-יהודי, הממלכתי-דתי והממלכתי-ערבי. חלק מבתי הספר משויכים למחוז צפון, וחלקם – לחינוך ההתיישבותי. אותרו ארבעה בתי ספר המבטאים הצלחה בהישגי תלמידיהם במדעים. בתי ספר אלה נבדקו לעומק, וזוהו הקריטריונים המרכזיים לחלוקת המשאבים והפעלת התכניות המדעיות בבתי הספר. כל מקרה נלמד בכלי מחקר איכותניים, שכללו ראיונות עם מובילים בבתי הספר וקבוצות מיקוד של תלמידים. באמצעות ניתוח תוכן איכותני, זוהו תמות מרכזיות שאפיינו את המקרים הנבחרים של הצלחה בלימודי המדעים.

לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין ציוני בחינות הבגרות במקצועות המדעיים בבתי הספר במחקר הנוכחי ובין הציונים הארציים. אחוז הניגשים לבחינת המיצ"ב היו גבוהים יחסית (86%). מספר הניגשים לבחינת הבגרות לכל נוסח שאלון בכל בית ספר נע בין חמישה תלמידים ל-30 תלמידים, 18 תלמידים בממוצע לכל נוסח שאלון בכל בתי הספר. חסרים נתונים השוואתיים ברמה ארצית לממצא זה, ומומלץ לקיים מחקר המשך בתחום.

ניתוח איכותני המבוסס על ראיונות אשר התקיים במסגרת בתי הספר שאופיינו בשלב הכמותי במחקר כמצליחים ביותר במדעים, תרם להבנת תפיסות אנשי חינוך ותלמידים ביחס לגורמי ההצלחה. מחויבות ומסירות המורים לתהליך ההוראה נתפס כחשוב ביותר בהצלחה. המורים תפסו את עצמם כמקצועיים ושאוּפו להוות דוגמה לתלמידיהם. לצד ההשקעה הרבה של המורים בתהליך, היו דרישות לימודיות גבוהות מהתלמידים. התמה השנייה בשכיחותה בקרב הנבדקים הייתה מכוונות מפורשת למצוינות במדעים. מכוונות זו באה לידי ביטוי בדרך שבה המורים תפסו את חשיבות תחום המדעים ואת תפקידם ואחריותם לעודד את התלמידים ללמוד מדעים כתנאי להצלחתם העתידית כבוגרים או לבנות מבנים ארגוניים בית ספריים לטיפוח מצוינות מדעית. מקצוע המדעים נתפס כרלוונטי לחיים וכאמצעי קידום חשוב בהם, ואנשי החינוך הדגישו את אחריותם בהבלטת היבטים אלו בפני התלמידים בשלבים מוקדמים ככל האפשר.

גורם נוסף להצלחה הוא החשיבות שהנהלת בית הספר מייחסת לתחום המדעים. ההצלחה הבית ספרית נתפסת כתוצאה ממדיניות ניהול ברורה, אחידה, עקיבה ותומכת. נמצא יתרון במקרים שבהם מנהל בית הספר היה בעל הכשרה מקצועית בתחום המדעים. המנהיגות החינוכית של מנהל בית הספר באה לידי ביטוי בפיתוח תחושת זהות וייחודיות בית ספרית, טיפוח תחושת גאווה יחידה, מוטיבציה גבוהה לפעולה ופיתוח מקצועי והעצמה של המורים.

בבחינת גורם המשאבים הפדגוגיים בתחום המדעים, שבאו לידי ביטוי בראיונות עם אנשי הצוות, עלו שני מוקדים מרכזיים: משאבים פנים-בית ספריים, שכללו תוספת שעות הוראה לתגבורים קבוצתיים או פרטניים, ומשאבים חוץ-בית ספריים, שכללו מיזמים מדעיים המתקיימים בשיתופי פעולה עם גורמים חיצוניים, כמו מוסדות אקדמיים ועמותות הפועלות לקידום החינוך המדעי. נכונות בית הספר להשקיע משאבים לקידום הישגי התלמידים במדעים נתפסה כגורם הצלחה חשוב. אנשי החינוך החשיבו תפיסות פדגוגיות שונות כתורמות להצלחה במדעים: חינוך ערכי המדגיש כבוד הדדי בין מורים לתלמידים כבסיס ללמידה, פיתוח החשיבה העצמאית, החוקרת והביקורתית של הלומדים (בניגוד להעברת מידע בלבד) ולמידה פעילה.

בחירתם של התלמידים ללמוד מדעים וטכנולוגיה נבעה משתי סיבות מרכזיות: עניין בתחום המדעי ואהבתו והבנת חשיבות התחום לעתידם האקדמי או התעסוקתי. הממצאים הבוחנים את תפיסות צוותי החינוך, לצד תפיסות התלמידים, מדגישים את הקשר בין פעולות ההוראה לתוצאות, המתבטאות בעלייה במספר לומדי המדעים בבית הספר.

ממצאי המחקר האיכותני מסייעים להבין את הקשר בין מאפייני ניהול המשאבים הפדגוגיים להצלחה במדעים וטכנולוגיה. מאפיינים אלו מדגישים את החשיבות בעיצוב תכניות הלימודים הפנים-בית ספריות והחוץ-בית ספריות על בסיס מדיניות בית ספרית ברורה ואחידה, תחושת זהות ושייכות, טיפוח מקצועיות בקרב מורים, מחויבות, מסירות ויחס אישי. התכניות המדעיות צריכות לעודד פיתוח חשיבה והתנסות בחקר מדעי, תוך שיתופי פעולה פנים-בית ספריים וחוץ-בית ספריים עם דמויות המהוות דגם לחיקוי (role-model) עבור התלמידים. עוד עולה מן המחקר האיכותני שאחד המרכיבים המרכזיים במודל המשפיעים על התוצאות בתחום החינוך המדעי הוא מכוונות מפורשת למצוינות במדעים וטכנולוגיה. התוצאה של ניצול מיטבי של משאבים פדגוגיים היא השפעה על הלומדים לבחור להתמחות בהיקף 5 יחידות לימוד בתחומי המדעים והטכנולוגיה ולהגיע להישגים גבוהים בתחומים אלו; זאת על בסיס הבנת החשיבות של תחומי המדע והטכנולוגיה לעתידם האקדמי והתעסוקתי. על בסיס הבנות אלו נבנה המודל הלוגי להצלחה בית ספרית בחינוך המדעי.

בבחינת ממצאי המחקר אל מול מחקרים קודמים בתחום הערכת אפקטיביות בחינוך (EER – Educational Effectiveness Research), עולה כי ישנה הלימה בין הספרות לממצאי המחקר הנוכחי ביחס לגורם המנהיגות הבית ספרית, לתרבות עידוד הלמידה תוך הגדרת דרישות לימודיות גבוהות, לפיתוח המקצועי של מורי המדעים ולשיתופי פעולה עם גורמים חוץ-בית ספריים (Edmonds, 1979; Harris et al., 2006; Hattie, 2009; Reynolds et al., 2014; Teddlie & Reynolds, 2000). מחקר זה מוסיף על גורמים אלו את המכוונות הבית ספרית **המפורשת** הנדרשת לטיפוח מצוינות במדעים וטכנולוגיה.

ממצאי מחקר זה מוסיפים למחקרים קודמים בתחום החינוך המדעי אשר עסקו בזיהוי גורמים מנבאים מגוונים להצלחה לימודית, את הגורמים הבאים: השכלת הורים (Anil, 2009), עמדות כלפי מדעים וטכנולוגיה (Abu-Hilal, 2000; Alomar, 2006; House, 1997; McCoy, 2005; McLean, 1997; OECD, 2007, 2014), תרבות בית ספרית (Schoen & Teddie, 2008) ומצב סוציו-אקונומי (Abbott & Fouts, 2003; Anil, 2009; McCoy, 2005).

לממצאי המחקר פוטנציאל משמעותי כנתוני בסיס להמשך מחקרי בתחום אפיון פערים בחינוך בכלל ובחינוך מדעי בפרט. חשוב ורצוי לערוך השוואה בין ממצאי המחקר הנוכחי בבתי ספר בפרופריה לבין בתי ספר במרכז הארץ ולבחון אם קיימים גורמים ייחודיים להצלחה בית ספרית בכל אזור, ואם כן מהם. הבנת הגורמים האלו, אם הם אכן קיימים, עשויה לתרום להבנת מקור הפערים החינוכיים ולעיצוב תכניות התערבות מתאימות לצמצומם. כמו כן חשוב לכלול במחקר המשך בכל אזור מקרי כשל, לצד מקרי הצלחה. חקירה השוואתית מסוג זה עשויה לתאר במדויק את ההבדלים בין בתי הספר ולמקד את גורמי ההצלחה.

מקורות

- אדלר, א', לוין-אפשטיין, נ' ושבטי, י' (2003). ריבוד חברתי וערי הפיתוח בישראל: דיון מחודש בשאלות ישנות. **סוציולוגיה ישראלית**, 2(2), 365–380.
- הישראלי, א' (2008). ציונים זה לא הכול: מרכז, פריפריה ונגישות להשכלה גבוהה. **חברה – כתב עת סוציאלי**, 32, 11–13.
- לב-ארי, ל' וגץ, ש' (2011). **בחירות לימודיות של תושבי פריפריה ומרכז במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל**. המכללה האקדמית לחינוך, אורנים והמכללה האקדמית עמק יזרעאל.
- סואן, ד' (2004). מרכז ופריפריה בהשכלה הגבוהה בישראל – הזדמנות שנייה למי? **החינוך וסביבו**, 26, 153–166.
- פניגר, י', איילון, ח' ומקדוסי, ע' (2013). **דו"ח מחקר: נגישות להשכלה גבוהה בקרב צעירים מהפריפריה החברתית בישראל**. זמין באתר <http://www.gandy.com/wp-content/uploads/2013/11/%D7%A0%D7%92%D7%99%D7%A9%D7%95%D7%AA-%D7%9C%D7%94%D7%A9%D7%9B%D7%9C%D7%94-%D7%92%D7%91%D7%95%D7%94%D7%94.pdf>
- קונור-אטיאס, א' ואבר-חלא, ה' (2009). **זכאות לתעודת בגרות לפי יישוב**. תל אביב: מכון אדוה.
- רוזנפלד, י"מ (2009). למידה מהצלחות – מהי ומה בינה לבין מצוינות. **ירחון מכון מופת**, 3, 36.
- רוזנפלד, י"מ, וייס, צ', סייקס, י"י ודולב, ט' (2002). **למידה מהצלחות כמנוף ללמידה בית-ספרית**. ירושלים: משרד החינוך וג'וינט-מכון ברוקדייל.
- רוזנפלד, י"מ וסייקס, י"י (2000). "היינו הולמים" – לקראת שירותים טובים דיים בעבור משפחות וילדים. **חברה ורווחה**, 4(4), 421–443.
- רוזנפלד, י"מ, סייקס, י"י ווייס, צ' (2006). **למידה מהצלחות כמנוף ללמידה בית ספרית: המתודה הראשונה: למידה מהצלחות העבר** – הלמידה הרטרופקטיבית. ירושלים: משרד החינוך וג'וינט-מכון ברוקדייל.
- שפרלינג, ד' (2016). **סקירה מדעית בנושא הצלחות וכישלונות של רפורמות בחינוך מדעי בחו"ל**. תל אביב: מכון מופ"ת.

- Abbott, M. L., & Fouts, J. T. (2003). *Constructivist teaching and student achievement: The results of a school-level classroom observation study in Washington*. Lynnwood, WA: Seattle Pacific University. Available at <http://www.spu.edu/orgs/research/ObservationStudy-2-13-03.pdf>
- Abu-Hilal, M. M. (2000). A structural model of attitudes toward school subjects, academic aspirations, and achievement. *Educational Psychology*, 20, 75–84.
- Alomar, B. O. (2006). Personal and family paths to pupil achievement. *Social Behavior and Personality*, 34(8), 907–922.
- Anil, D. (2009). Factors affecting science achievement of science students in Programme for International Students' Achievement (PISA) in Turkey. *Education and Science*, 34(152), 87–100.
- Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation, and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582.
- Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2010). Quantifying the gender gap in science interests. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 523–550.
- Barro, J. R. (2001). Human capital: Growth, history, and policy. *The American Economic Review*, 91(2), 12–17.
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999–1015.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347–370.
- Bouchey, H. A., & Harter, S. (2005). Reflected appraisals, academic self-perceptions, and math/science performance during early adolescence. *Journal of Educational Psychology*, 97, 673–686.
- Brickhouse, N. W., & Kittleson, J. M. (2006). Visions of curriculum, community and science. *Educational Theory*, 56(2), 191–204.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601.
- Edmonds, R. (1979). Effective schools for the urban poor. *Educational Leadership*, 37, 15–27.
- Fensham, P. J. (2008). *Science education policy-making*. Paris: UNESCO.
- Funnell, S. C., & Rogers, P. J. (2011). *Purposeful program theory: Effective use of theories of change and logic models*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Furnham, A., Reeves, E., & Budhani, S. (2002). Parents think their sons are brighter than their daughters: Sex differences in parental self-estimations and estimations of their children's multiple intelligences. *Journal of General Psychology*, 163, 24–39.
- Gallagher, J. J. (1971). A broad base for science education. *Science Education*, 55, 329–338.
- Gonzales, P., Williams, T., Jocelyn, L., Roey, S., Kastberg, D., & Brenwald, S. (2008). *Highlights from TIMSS: Mathematics and science achievement of U.S. fourth- and eighth-grade students in an international context* (NCES 2009-001 Revised). Washington, DC: U.S. Department of Education.

- Hanushek, E., & Kimko, D. D. (2000). Schooling labor-force quality and the growth of nations. *The American Economic Review*, 90(5), 1208–1184.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2008). The role of cognitive skills in economic development. *Journal of Economic Literature*, 46(3), 607–668.
- Harris, A., Chapman, C., Muijs, D., Russ, J., & Stoll, L. (2006). Improving schools in challenging contexts: Exploring the possible. *School Effectiveness and School Improvement*, 17, 409–424.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 870–888.
- House, J. D. (1997). The relationship between self-beliefs, academic background, and achievement of adolescent Asian-American students. *Child Study Journal*, 27, 95–111.
- Hurd, P. D. (1975). Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2), 27–30.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turne, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133.
- Kearney, C. (2011). *Efforts to increase students' interest in pursuing mathematics, science and technology studies and careers*. European schoolnet (EUN partnership AISBL) Brussels. Available at http://spice.eun.org/c/document_library/get_file?p_l_id=16292&folderId=16435&name=DLFE-9323.pdf
- Kelly, A. (Ed.). (1987). *Science for girls?* Milton Keynes, England, and Philadelphia: Open University Press.
- Kiefer, A., & Sekaquaptewa, D. (2007). Implicit stereotypes, gender identification, and math-related outcomes: A prospective study of female college students. *Psychological Science*, 18, 13–18.
- Klees, S. J. (2016). Human capital and rates of return: Brilliant ideas or ideological dead ends? *Comparative Education Review*, 60(4), 644–672.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33, 27–50.
- Li, Q. (1999). Teachers' beliefs and gender differences in mathematics: A review. *Education Research*, 41, 63–76.
- Linn, M. C., & Pulos, S. (1983). Male-female differences in predicting displaced volume: Strategy usage, aptitude relationships and experience influences. *Journal of Educational Psychology*, 75, 86–96.
- Lorenzo, M., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2006). Reducing the gender gap in the physics classroom. *American Journal of Physics*, 74, 118–122.
- Marshall, C. S., & Reihartz, J. (1997). Gender issues in the classroom. *Clearinghouse*, 70(6), 333–338.
- McCoy, L. (2005). Effect of demographic and personal variables on achievement in eighth-grade Algebra. *The Journal of Educational Research*, 98(3), 131–135.

- McLean, R. (1997). Selected attitudinal factors related to students' success in high school. *Alberta Journal of Educational Research*, 43, 165–168.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Murnane, R. J., Willett, J. B., Braatz, M. J., & Duhaldeborde, Y. (2001). Do different dimensions of male high school students' skills predict labor market success a decade later? Evidence from the NLSY. *Economics of Education Review*, 20(4), 311–320.
- Neal, D. A., & Johnson, W. R. (1996). The role of premarket factors in black–white wage differences. *Journal of Political Economy*, 104(5), 869–95.
- Nosek, B., Smyth, F. L., Sriram, N., Lindner, N. M., Devos, T., Ayala, A., et al. (2009). National differences in gender-science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. *Proceeding of the National Academy of Sciences*. 106, 10593–10597.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world*. Paris: OECD.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2014). PISA 2012 Results: *What students know and can do. Vol. I: Student Performance in mathematics, reading and science*. Available at http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2012-results-what-students-know-and-can-do-volume-i_9789264201118-en
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049–1079.
- Reynolds, D., Sammons, P., De Fraine, B., Damme, J. V., Townsend, T., Teddlie, C., & Stringfield, S. (2014). Educational effectiveness research (EER): A state-of-the-art review. *School Effectiveness and School Improvement*, 25(2), 197–230.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Heriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Rocard report: Science education now: A new pedagogy for the future of Europe*. Brussels: CECE – Spanish Confederation of Education and Training Centre.
- Sasson, I., & Cohen, D. (2013). Assessment for effective intervention: Enrichment science academic program. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 718–728.
- Sasson, I., & Dori, Y. (2015). A three-attribute transfer skills framework, part II: Applying and assessing the model in science education. *Chemistry Education Research and Practice (CERP)*, 16, 154–167.
- Schoen, L. T., & Teddlie, C. (2008). A new model of culture: A response to call for conceptual clarity. *School Effectiveness and School Improvement*, 19(2), 129–153.
- Teddlie, C., & Reynolds, D. (2000). *The international handbook of school effectiveness research*. London: Falmer Press.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research*. Thousands Oaks, CA: Sage.
- Toh, K. A., & Goh, N. K. (2003). Reform in science and technology curricula. In J. P. Keeves & R. Watanabe (Eds.), *International handbook of educational research in the Asia-Pacific region*. (pp. 1243–1256). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.