

סדרת ניירות עבודה WORKING PAPER SERIES

מס' 67 No.
דורכים על יהלומים:
פוטנציאל המצוינות הלא ממומש של ישראל

Treading on diamonds:
Israel's unrealized potential of excellence

עופר רימון* ודמיטרי רומנוב**
Ofer Rimon* and Dmitri Romanov**

אייר תשע"ב, אפריל 2012 April

* משרד החינוך, מינהל מדע וטכנולוגיה
** הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אגף המדען הראשי

* Ministry of Education, Science and Technology Directorate

**Central Bureau of Statistics, Chief Scientist Department



הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) מעודדת מחקר המבוסס על נתוני הלמ"ס, כדוגמת עבודה זו. עבודות מחקר אלו אינן פרסומים רשמיים של הלמ"ס, ומכאן שהדעות והמסקנות הבאות בהן לידי ביטוי, הן של המחברים עצמם ואינן משקפות בהכרח את הדעות והמסקנות של הלמ"ס.

הוצאת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, רח' כנפי נשרים 66, פינת רח' בקי,

ת"ד 34525, ירושלים 91342

טל': 02-6592666; פקס: 02-6521340

אתר הלמ"ס באינטרנט: www.cbs.gov.il

דואר אלקטרוני: info@cbs.gov.il

תקציר

השוואות בינלאומיות מלמדות שבכיתה ח' שיעור התלמידים הישראלים המצטיינים עומד על כ-4% במתמטיקה ו-5% במדעים -- שיעור נמוך מאוד בהשוואה למדינות המובילות ממזרח אסיה (מעל 30% במתמטיקה ובסביבות 20% במדעים), ואף אחרי מדינות חלשות מישראל ברמת פיתוח כלכלי.

לרמת ההישגים של תלמידי ישראל בתחומי מדע וטכנולוגיה יש השלכות לטווח הארוך שכן תעשיות עתירות הידע, המהוות קטר הצמיחה של המשק, נשענות בראש ובראשונה על כוח אדם איכותי בתחומים האלה.

במשך שנים לא התמודדה מערכת החינוך עם השאלה כיצד להגדיל את שיעור התלמידים המצטיינים בתחומים מדע וטכנולוגיה, מתוך הנחה שמצוינות היא ביטוי לכישרון טבעי.

עובדות אלה היו הרקע לצורך להגדיל באופן משמעותי את שיעור התלמידים המצטיינים בתחומי מדע וטכנולוגיה בישראל. לפני כשנתיים יצא שר החינוך במהלך אסטרטגי לחיזוק לימודי מדע וטכנולוגיה בקרב כלל התלמידים. כחלק ממהלך זה, פותחה תכנית "עתודה למצוינות מדעית טכנולוגית" והוגדרה "תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית". תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית נשענת על שלושה מקצועות מדויקים ברמה של 5 יחידות לימוד. מעבר ליצירת בסיס ידע מוצק, התוכנית נועדה לזהות תלמידים בעלי יכולות לימודיות והתמדה ויצאות דופן. הגדרת תעודה שכזו מהווה חידוש בגישה שעניינה לבחון את בית הספר לא רק מבחינת שיעור הזכאות לבגרות אלא גם מבחינת האיכות המדעית טכנולוגית של תעודות הבגרות. בכל בית ספר שמשתלב בתוכנית, נפתחות שתי קבוצות, האחת בכיתה ז' והשנייה בכיתה י' וזאת כדי להקים מסלול מצוינות רציף מכיתה ז' ועד כיתה י"ב, תוך שלוש שנים.

הניתוח מלמד שיעדי התוכנית, לפיהם אחוז התלמידים המסיימים עם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית צריך לעלות מ-6% ל-14% תוך 3-5 שנים, ולהגיע ל-20% תוך 6-9 שנים, נראים ישימים אם ינוצל פוטנציאל מצוינות מדעית טכנולוגית שלא ממומש כיום.

מטרתה של העבודה היא למפות את פוטנציאל התלמידים שאינו ממומש בתחומי המדע והטכנולוגיה, לזהות את החסמים ולהציע דרכים להסרתם.

הצבת יעדים כמותיים, תוספת משאבים ופעולות ממוקדות לאיתור, הכוונה ושיפור יכולת ההחזקה אמורים להגדיל באופן משמעותי את שיעור התלמידים המצטיינים. לפעולה מערכתית שכזו תהיה השפעה מכרעת על חיזוק היכולת התחרותית של מדינת ישראל בתחומים הללו כמו גם הגדלת שוויון הזדמנויות וצמצום הפערים בחברה בטווח הארוך.

מילות מפתח: תעודת בגרות, עתודה מדעית-טכנולוגית, מיצ"ב, רקע חברתי-כלכלי, השכלה גבוהה

לכל התלמידים ולשניים היקרים לנו במיוחד, זהר וגיא, תלמידי כיתה ח7

תוכן העניינים

5	1. מבוא
7	2. תיאור הבעיה
11	3. פוטנציאל לעתודה מדעית-טכנולוגית
22	4. שינוי פרדיגמה : התכנית "עתודה מדעית טכנולוגית"
25	5. עתודה מדעית טכנולוגית ולימודי השכלה גבוהה
26	5. סיכום הממצאים ודיון

דורכים על יהלומים:

פוטנציאל המצוינות הלא ממומש של ישראל*

1. מבוא

התעשיות עתירות הידע בישראל הינן קטר הצמיחה של המשק. שיעור יצוא הסחורות הנשען על תעשיות טכנולוגיה עילית הולך וגדל עם השנים ומהווה כיום כמחצית מהייצוא התעשייתי. יצוא שרותי מחשוב, מחקר ופיתוח מהווה כשליש מסך יצוא השירותים של ישראל; זאת, כאשר בענפי טכנולוגיה עילית בתעשייה ובשירותים עובדים רק כ-7% מהמועסקים במשק.

התעשיות עתירות הידע נשענות בראש ובראשונה על כוח אדם איכותי בתחומי המדע והטכנולוגיה. שיפור איכות המשאב האנושי המשולב בענפים אלה והגדלתו, משרתים אינטרסים לאומיים ופרטיים כאחד; המדינה נהנית מחיזוק חוסנה הכלכלי והפרט המשתלב בענפים אלה יכול לצפות להכנסה גבוהה בעבור שירותיו.

מדינת ישראל שואפת לאורך השנים לשמור על היתרון היחסי שלה בתחומי המדע והטכנולוגיה. זו הייתה המטרה המוצהרת בחוק לעידוד מחקר ופיתוח בתעשייה, התשמ"ד-1984, בהקמת ועדה בין-משרדית לעידוד עליית מדענים ואנשי מחקר בכירים בעלי תארים מתקדמים וקליטתם בישראל, בהחלטות ממשלה בעניין עידוד השקעות המוסדיים בתעשיות עתירות ידע ובעניין "מרכזי המצוינות" בהשכלה הגבוהה. מדובר בהשקעות של מיליארדי שקלים שמביאות לכך ששיעור ההשקעה במחקר ופיתוח מהתוצר בישראל הוא מהגבוהים בעולם.

ההשקעה הציבורית המסיבית בתחומים הללו נובעת מההבנה שהמשך הצמיחה הישראלית תלוי ביכולת של ענפי המשק המתקדמים להמשיך להתפתח ולעמוד בתחרות העולמית שהולכת ומחריפה, בעיקר אל מול מדינות המזרח הרחוק.

יחד עם זאת, ישראל עשויה לאבד את יתרונה היחסי לאורך זמן ללא טיפול ממוקד ומתוכנן בשלבי החינוך המוקדמים. למשל, שיעור התלמידים הישראלים המצטיינים, בכיתה ח', עומד על כ-4% במתמטיקה ו-5% במדעים; זהו שיעור נמוך מאוד בהשוואה למדינות המובילות ממזרח אסיה (מעל 30% במתמטיקה ובסביבות 20% במדעים), ואף מציב את ישראל אחרי מדינות חלשות ברמת פיתוח כלכלי.

עובדות אלה היו הרקע לצורך לחולל שינוי משמעותי בשיעור התלמידים המצטיינים בתחומי המדע והטכנולוגיה בישראל.

השינוי המרכזי שנדרש הוא בגישה. מנהלי בתי ספר נמדדו בעשורים האחרונים על פי שיעור הזכאים לתעודת בגרות. במצב שכזה, המשאבים והפעולות הוכוונו בעיקר להעלאת שיעור הזכאות ולא להגשמת יעדים של מצוינות בתחומי המדע והטכנולוגיה.

לפני כשנתיים יצא שר החינוך במהלך אסטרטגי לחיזוק לימודי מדע וטכנולוגיה בקרב כלל התלמידים. כחלק ממהלך זה, נבנתה תכנית לתגבור מצוינות מדעית-טכנולוגית - "עתודה למצוינות מדעית-טכנולוגית"

* דעות המובאות במאמר זה אינן בהכרח משקפות את עמדותיהם הרשמיות של משרד החינוך ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. המחברים מודים ליפה שיף ולעדנאן מנסור על עזרתם בהכנת נתוני המחקר.

(להלן- "תכנית העתודה" או "התכנית") תוכנית זו מהווה שינוי מהותי בגישה לנושא המצוינות. במסגרת התכנית הוגדרה "תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית" ונבנה מודל להגדלת שיעור התלמידים המצטיינים, המסיימים את לימודיהם התיכוניים עם תעודת בגרות זו.

התוכנית נשענת על הנחה שיש פוטנציאל גדול יותר של תלמידים מצוינים בתחומי המדע והטכנולוגיה משיעור התלמידים שמגיע לתעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית כיום. ברם, ללא יד מכוונת מצד מערכת החינוך, פוטנציאל התלמידים הללו לא ימומש. אשר על כן על מערכת החינוך לשפר את יכולת האיתור, ההכוונה וההחזקה של התלמידים בעלי הפוטנציאל. היעד שהוגדר במסגרת תוכנית העתודה הוא להשליש את שיעור המצטיינים ערב הפעלת התכנית, כלומר להגיע ל-20% תלמידים מצטיינים תוך תשע שנים.

מטרתה של עבודה זו היא ללמוד על פוטנציאל התלמידים שאינו ממומש בתחומי המדע והטכנולוגיה, לזהות את החסמים ולהציע דרכים להסרתם.

עבודה זו נשענת על חומר סטטיסטי עשיר העוזר למפות את האוכלוסיות הרלוונטיות מזוויות שונות כגון הישגים לימודיים, רקע חברתי-כלכלי והרכב לימודים תיכוניים ועל-תיכוניים אקדמיים. עבודה זאת הינה חלק ראשון אותו ישלים ניתוח עומק של הזיקה שבין מצוינות מדעית-טכנולוגית במערכת החינוך לבין הצלחה במערכת ההשכלה הגבוהה ובשוק העבודה, שיוצגו במחקר המשך.

מבנה העבודה הוא כדלקמן. בפרק הבא נציג את מושג המצוינות בתחומי המדע והטכנולוגיה בראייה לאומית ובינלאומית. בפרק שלאחריו נדון בפוטנציאל התלמידים הלא ממומש בתחומי המדע והטכנולוגיה ונציג חסמים למיצוי פוטנציאל זה. בפרק הרביעי נציג את תכנית העתודה שמוביל משרד החינוך, ונפרוט את מהותה של "תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית" שנמצאת בליבת התוכנית. בפרק החמישי נבחן את הקשר בין השגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית לבין סיכויי התלמיד להמשיך בלימודי מדע וטכנולוגיה במערכת ההשכלה הגבוהה. לבסוף נדון בממצאים והשלכותיהם לגבי המדיניות שמבקש לקדם משרד החינוך בעניין הגדלת שיעור התלמידים המצטיינים בתחומי המדע והטכנולוגיה.

2. תיאור הבעיה

שמירה על היתרון היחסי של ישראל בתחומי המדע והטכנולוגיה בטווח ארוך מחייבת להתבונן בשלבי החינוך המוקדמים. על מעמדם היחסי של תלמידי ישראל לעומת עמיתיהם ברחבי העולם ניתן ללמוד ממחקר בינלאומי ידוע, ה-TIMSS. המחקר בוחן את רמת השליטה של תלמידי כיתות ח' בתחומי המתמטיקה והמדעים, תוך התייחסות לתכנית הלימודים המיועדת, המופעלת והמושגת בכל אחת מהמדינות המשתתפות. המחקר מאפשר מעקב אחר מגמות ההתקדמות לאורך זמן בכל מדינה, וכן השוואה בין המדינות המשתתפות. מדובר במחקר מחזורי הנערך אחת לארבע שנים. ישראל השתתפה בו חמש פעמים, מתחילתו בשנת 1995 עד 2011. אנו מציגים כאן את נתוני המחקר שנערך ב-2007 (הנתונים של 2011 טרם פורסמו).

מתרשימים 1 ו-2 אפשר לראות כי שיעור התלמידים הישראלים המצטיינים ב-2007 עמד על כ-4% במתמטיקה ו-5% במדעים, נמוך מאוד בהשוואה למדינות המובילות ממזרח אסיה (מעל 30% במתמטיקה ובסביבות 20% במדעים), ואף אחרי מדינות חלשות מישראל ברמת פיתוח כלכלי כגון ארמניה, בולגריה, ליטא, מלטה וסלובניה. במדרג שיעור התלמידים המצטיינים, ישראל נמצאה במקום ה-19 במתמטיקה ובמקום ה-20 במדעים, מתוך 48 מדינות שהשתתפו במחקר.

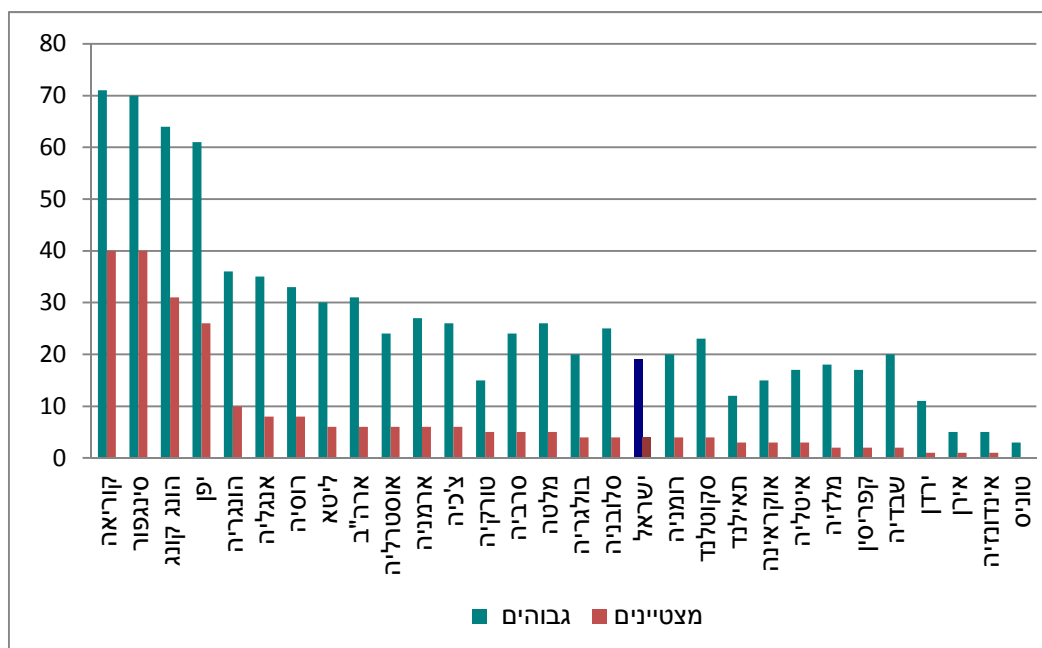
שיעור התלמידים הישראליים בעלי ההישגים הגבוהים, על פי הגדרת המחקר הבינלאומי, היה 19% במתמטיקה ו-21% במדעים, גם הוא נמוך מאוד בהשוואה למדינות המובילות במזרח אסיה (מעל 60% במתמטיקה ומעל 50% במדעים).

שיעור התלמידים המצטיינים במדעים ובמתמטיקה בכיתות ח' בישראל בהשוואה למדינות מזרח אסיה מרמז על כך שייטכן שבטווח הנראה לעין תתקשה מדינת ישראל לשמור על היתרון היחסי שלה בתחומי המדע והטכנולוגיה. זאת ועוד, ככל שגודלה של המדינה קטן יותר נראה שיש צורך בשיעור מצטיינים גדול יותר על מנת להחזיק ולטפח "מסה קריטית" של ענפי הטכנולוגיה המתקדמים. למשל, ב-2007, בדרום קוריאה גודל שכבת הגיל בכיתה ח' היה כ-700 אלף תלמידים מהם 40% מצטיינים במתמטיקה שהם כ-280 אלף תלמידים. בישראל גודל שכבת הגיל היה כ-97 אלף תלמידים (התלמידים החרדים וערביי מזרח ירושלים לא נכללו במבחן) מהם היו 4% תלמידים מצטיינים המהווים פחות מארבעת אלפים תלמידים.

כאמור, במדעים ישראל דורגה במקום ה-20 בשיעור המצטיינים עם 5% מצטיינים המהווים כחמשת אלפים תלמידים. לשם ההשוואה, איראן דורגה במקום ה-26 עם 2% תלמידים מצטיינים במדעים. ואולם, ב-2007 שכבת ח' באיראן מנתה כ-1.5 מיליון תלמידים. משמע, מדובר בכ-30 אלף תלמידים מצטיינים, פי שש מהכמות בישראל.

תרשים 1. שיעור התלמידים המצטיינים ובעלי הישגים הגבוהים במבחני TIMSS- 2007 במתמטיקה,

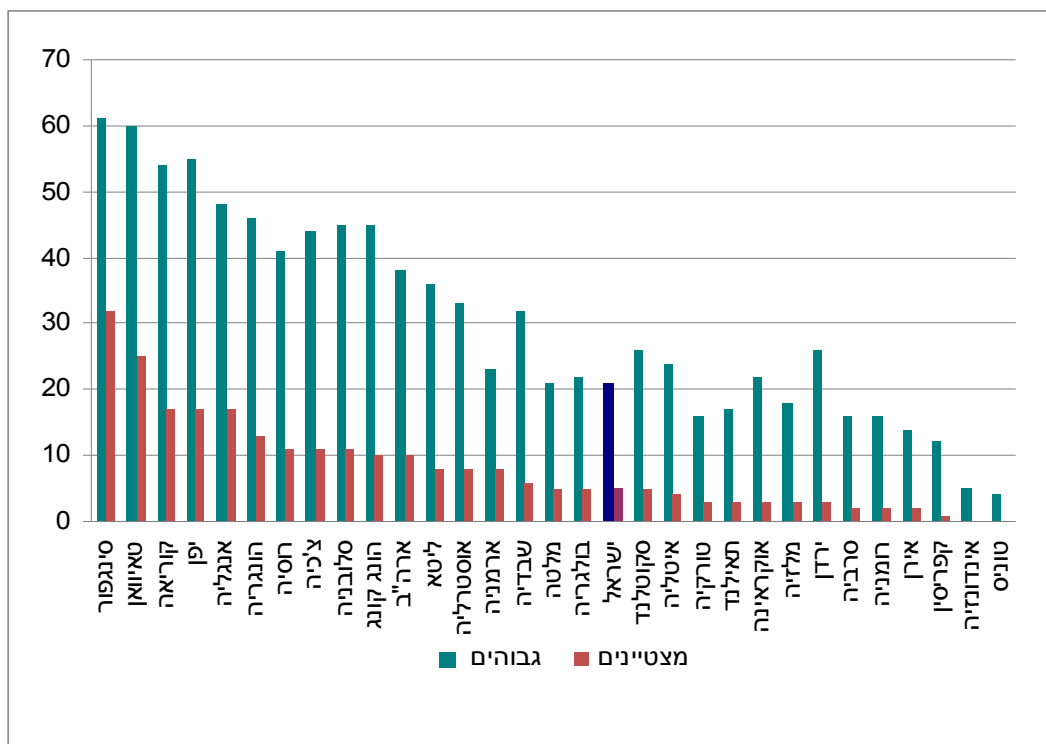
אחוזים



מקור: IEA, TIMSS 2007.

תרשים 2. שיעור התלמידים המצטיינים ובעלי הישגים הגבוהים במבחני TIMSS- 2007 במדעים,

אחוזים



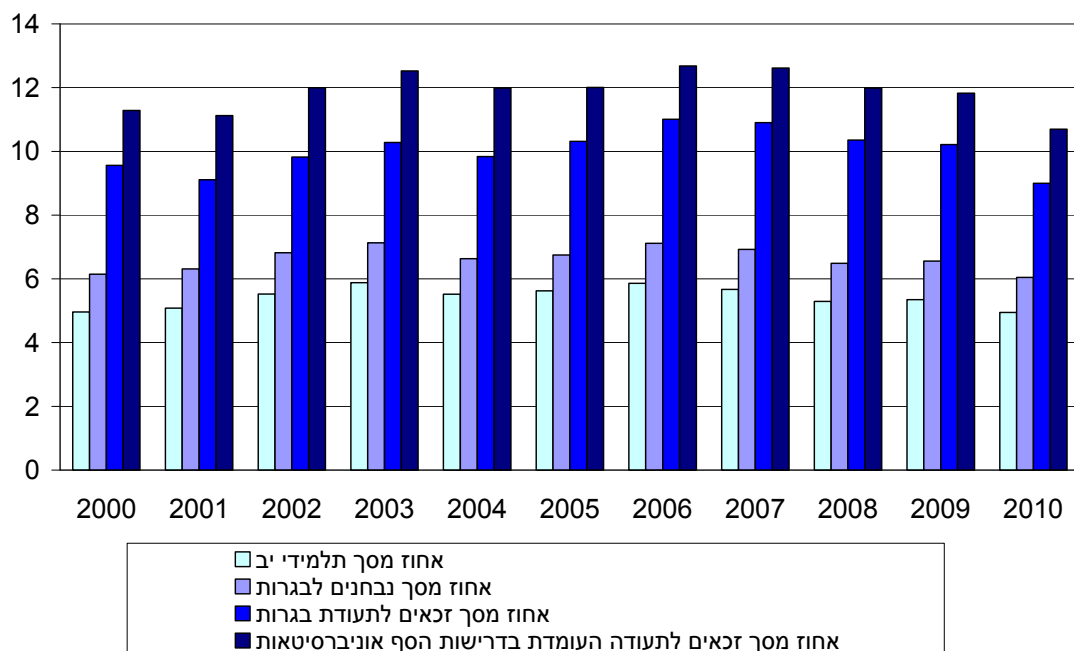
מקור: IEA, TIMSS 2007.

כדי לבחון את שיעור המצטיינים בתחומים הללו הוגדר המושג "תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית". מדובר בתעודת בגרות העומדת בשלוש הדרישות הבאות:

- א. 5 יחידות לימוד (יח"ל) מתמטיקה;
- ב. 5 יח"ל מדעי הטבע (כימיה, פיסיקה או ביולוגיה);
- ג. 5 יח"ל מדעיות/טכנולוגיות נוספות (בנתיב העיוני – כימיה, פיסיקה, ביולוגיה או מדעי המחשב; בנתיב הטכנולוגי – אלקטרוניקה, תוכנה, מכטרוניקה או ביוטכנולוגיה).

תרשים 3 מתאר את שיעור תלמידי יב שהיו זכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בעשור האחרון. מתרשים זה אפשר ללמוד ששיעור בוגרים הזכאים לתעודה מדעית טכנולוגית איכותית עמד על כ-5% מכלל תלמידי יב, כ-6% מקרב הנבחנים לבגרות, וכ-11% ומקרב הזכאים לתעודת בגרות העומדת בדרישות הסף של האוניברסיטאות בישראל.¹ התרשים מלמד גם על נסיגה קלה בשיעורים אלה בחלק האחרון של העשור הקודם.

תרשים 3. אחוז תלמידי י"ב הזכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, 2000-2010



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

בהינתן עובדות אלה נשאלת שאלה ערכית: האם שיעור של כ-5% תלמידים המסיימים עם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית מקרב תלמידי יב מספק?

מערכת החינוך לא התמודדה עם שאלה זו בעשור האחרון. הסברה הרווחת במערכת הייתה "רק גאונים לומדים ברמה של 5 יח"ל מתמטיקה ו-5 יח"ל פיסיקה". מנהלי בתי ספר נמדדו על פי שיעור הזכאים

¹ זכאות לתעודת בגרות, ציון עובר ברמה של 3 יח"ל במתמטיקה, 4 יח"ל באנגלית ומקצוע מוגבר אחד (בנוסף לאנגלית).

לתעודת הבגרות. המשאבים והאנרגיה כווננו להעלאת שיעור הזכאות, ובבתי הספר מיעטו לעודד תלמידים להגיע לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית. התמודדות עם מקצועות הלימוד הכמותיים ברמה מוגברת נתפשה לעיתים קרובות כהרפתקה, וכך החליטו תלמידים והוריהם, בהצעה של צוות ההוראה, "לא להסתכן". פרט לכך, לחלק ממורי המתמטיקה והפיסיקה המלמדים מקצועות אלה ברמה מוגברת, היה נוח לקבל תלמידים עם כישורים גבוהים ובעלי מוטיבציה גבוהה, דבר שהוסיף הילה למקצוע וגם לא הצריך מאמץ להתמודד עם תלמידים מאתגרים יותר. מערכת ההשכלה הגבוהה, תמכה אף היא בגישה זו כאשר בדרך כלל המרכיב המרכזי בקבלת תלמידים הוא הממוצע המשוקלל של תעודת הבגרות ולא ההרכב שלה.²

בספרו המפורסם "מצוינים"³ מציין מלקולם גולדוול שככל שמתעמקים בקריירות של אלה שהגיעו לפסגה נראה שהתפקיד שממלא הכישרון המולד הולך וקטן ואילו הגורם העיקרי הוא התמדה במאמץ:

"האנשים בפסגה אינם עובדים רק קשה יותר, או אפילו קשה הרבה יותר, מכל האחרים. הם עובדים קשה הרבה יותר. למעשה החוקרים הסיכמו על מה שלדעתם הוא מספר הקסם למומחיות אמיתית: עשרת אלפים שעות. הרעיון שהצטיינות בביצוע משימה מורכבת דורשת רמה מינימלית מכרעת של תרגול חוזר וצפוי שוב ושוב במחקרי מומחיות מקצועית".

אין אנו מתיימרים לטעון שכל תלמיד יכול או צריך לגשת ללימודים כמותיים מוגברים, אך במצב שנוצר כיום שיעור התלמידים שמגיע לתעודת בגרות שכזו הוא נמוך מאוד בהשוואה לפוטנציאל התלמידים שיכולים להגיע לתעודה שכזו. בהחלט ייתכן שבין 95% האחוזים הנותרים מתחבא ביל גייטס הבא, וראשיתן של עשרת אלפים שעות האימון נמנעה ממנו בשנות לימודיו בתיכון. שירות החובה הצבאי יכול לזמן את השלמת מסע העשרת אלפים שעות הדרושים להגיע לפסגה.

ברור לכל שהגדלת שיעור התלמידים הפונים לתחומים הללו הוא אינטרס של צה"ל, של התעשייה ושל המדינה כולה, אך אנו מעוניינים דווקא להדגיש את האינטרס של הפרט. במצב בו לא מעודדים תלמידים רבים ללמוד לימודי מדע וטכנולוגיה ברמה גבוהה, נפגעים סיכויים של התלמידים הללו להצטיין בעתיד ולהשתלב בתעשיות עתירות הידע; תעשיות שעשויות לזמן להן כר לפוריות ויצירתיות ואף צפויות לתגמל אותם גבוה יחסית לרמת השכר המקובלת במשק.

המאמץ של מערכת החינוך להשיא שיעור זכאות לבגרות עושה חסד עם תלמידים רבים הזוכים בשוויון הזדמנויות, שכן תעודת בגרות מקובלת היום כ"כרטיס כניסה" לשוק העבודה. ברם, בשעה ששיעור הזכאים לתעודת בגרות מסך תלמידי יב הולכים וגדלים ל-55%, ועוד ממשיכים לעלות אחרי סיום התיכון בזכות מסגרות הזדמנות שנייה, אסטרטגיה של הגדלת סיכויי זכאות לבגרות עבור תלמיד ממוצע פוגעת בתלמידים בעלי פוטנציאל בתחומי המדע והטכנולוגיה כאשר מערכת החינוך אינה מכוונת אותם לממשו.

אם כך מה הוא פוטנציאל המצוינות? מה הם החסמים כדי לממש פוטנציאל זה? ומה הן הדרכים להסיר חסמים אלה? על שתי השאלות הראשונות נענה בפרק הבא, ועל השאלה השלישית נענה בפרק שלאחריו הדין בשינוי פרדיגמה פדגוגית במסגרת תכנית העתודה המדעית-טכנולוגית.

² ציון תעודת הבגרות הוא ממוצע של ציוני כל מקצועות הבגרות, משוקלל במספר יחידות הלימוד. למידה של מקצוע ברמה מוגברת מזכה את התלמיד בבנוס לציון כדלקמן: למידה ברמה של 4 יח"ל ניתן בנוס של עשר נקודות פרט לאנגלית ומתמטיקה בהם מקבלים 12.5 נקודות; למידה ברמה של 5 יח"ל מזכה בבנוס של 20 נקודות לרוב המקצועות ו-25 נקודות לאנגלית ומתמטיקה. הבנוסים ניתנים רק אם הציון בבחינה הוא 60 ומעלה.
³ מלקולם גולדוול (2009), "מצוינים- ממה עשויה הצלחה". כנרת, זמורה ביתן, דביר- מוציאים לאור בע"מ.

3. פוטנציאל לעתודה מדעית-טכנולוגית

כדי להבין טוב יותר מהו הפוטנציאל הלא ממומש ומה הם החסמים למימוש, ביקשנו לעקוב אחרי תלמידי חטיבת הביניים וללמוד מי הם התלמידים שמגיעים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית ומי הם אלה שאינם מגיעים אליה, תוך התייחסות למספר מאפיינים – בסיס הידע במתמטיקה ובמדעים, מגדר, רקע חברתי – כלכלי, מגזר ומידת הקרבה לתעודה שכזו.

על הישגי התלמידים לפני בחינות הבגרות ניתן ללמוד ממבחני מיצ"ב (מדדי יעילות וצמיחה בית-ספרית) הנערכים מדי שנה, החל משנת תשס"ב (2001/2002), במקצועות שפה (עברית או ערבית), אנגלית, מתמטיקה ומדעים. המבחנים בשנים אלה נערכו כל שנה במדגם של כמחצית מבתי הספר בכיתה ה' ובכיתה ח' בכל הפיקוחים של מערכת החינוך, למעט בתי ספר בפיקוח עצמאי (חרדי)⁴. כדי לאפיין את כלל אוכלוסיית התלמידים, קישרנו בין תוצאות מבחני מיצ"ב בכיתה ח' שנערכו בשנתיים תשס"ב-תשס"ג, לבין תוצאות מבחני הבגרות של אותם התלמידים בשנים תשס"ו-תשס"ז, בהתאמה. לנתונים אלה נוספו מאפיינים חברתיים-כלכליים של הורי התלמידים (השכלה, מדד חברתי-כלכלי של יישוב מגוריהם, הכנסה מעבודה), פרטי בתי הספר בהם למד כל תלמיד בכיתה ח' ובכיתה י"ב (מגזר, פיקוח, יישוב בו נמצא בית הספר ועוד) ומידע אודות תעודת הבגרות של התלמיד (מגמה ונתיב לימודים, מקצועות בהם נבחן התלמיד, מספר יח"ל וציון בכל מקצוע). אוכלוסיית המחקר מונה כ-70 אלף תלמידים שנבחנו במבחני מיצ"ב בכיתה ח' בשנים האמורות, אחריהם נערך מעקב עד למבחני בגרות כעבור ארבע שנים.

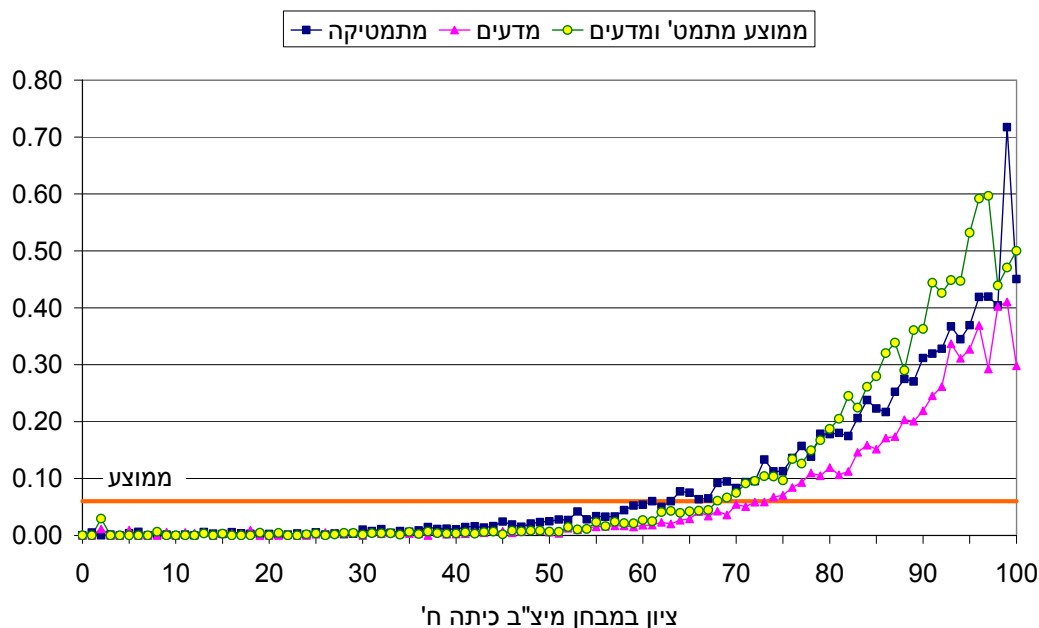
ידע במתמטיקה ומדעים: נפתח את הניתוח בהצגת הקשר בין הישגי התלמידים במתמטיקה ובמדעים בכיתה ח' לבין סיכויי השגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית (תרשים 4). בקרב כלל נבחני מיצ"ב, הסיכוי להשיג תעודה מדעית טכנולוגית איכותית עומד על 0.08 בערך, המסומן בתרשים כקו "ממוצע". הקשר בין הציון במתמטיקה ומדעים במבחני מיצ"ב בכיתה ח' לבין סיכויי השגת תעודה מדעית טכנולוגית איכותית אינו לינארי. הסיכוי מאמיר לבעלי ציון 70⁵ ומעלה, הן במתמטיקה והן במדעים.

כאשר בוחנים סיכוי קבלת תעודה מדעית טכנולוגית איכותית מול ממוצע (אריתמטי) של ציונים במתמטיקה ובמדעים, מוצאים כי ממוצע זה מנבא את סיכוי התלמיד להגיע לתעודה שכזו אף טוב יותר מציון במתמטיקה או במדעים לחוד.

כדי לבחון לעומק את הקשר שבין ההישגים בכיתה ח' וסיכויים להשגת תעודה בגרות איכותית, בחרנו (בהתבסס על ההתפלגות המוצגת בתרשים 4) לחלק את הכישורים הכמותיים, על פי ציוני המיצ"ב, לשלוש קבוצות: עד הציון הגולמי 70, בין הציון הגולמי 70 ל-85, ומעל הציון הגולמי 85. באופן שרירותי, לצורך עבודה זו, ניתן להתייחס לציון מעל 70 כהישגים גבוהים, ואילו ציון מעל 85 מסמן הישגים מצוינים. בלוח 1 ניתן למצוא את התפלגות ציוני המיצ"ב בכיתה ח' עבור שלוש קבוצות אלה, עבור כ-66 אלף תלמידים שנבחנו במדעים או במתמטיקה, מתוכם כ-59 אלף שנבחנו בשני המבחנים יחד.

⁴ משמע, בפיקוח הממלכתי והממלכתי-דתי בחינוך עברי, ובחינוך הממלכתי ערבי.
⁵ כאן מוצגים ציוני הגלם מכיוון שרק משנת תשס"ז מבחני המיצ"ב כילו וציוני הגלם הוצבו על פני סרגל חדש עם ממוצע 500 וציון תקן 100 (תשס"ח היא שנת הבסיס).

תרשים 4. סיכוי קבלת תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית לפי ציוני מיצ"ב בכיתה ח'*



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

* סיכוי קבלת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית מחושבים כשיעור בעלי תעודה זו מסך נבחני מיצ"ב במקצוע נתון בכיתה ח'.

בהסתכלות על הציון הממוצע במתמטיקה ומדעים, היו 70.5% תלמידים שקיבלו ציון גולמי 70 ומטה. ציון גבוה מ-70 קיבלו 29.5% מהתלמידים - תלמידים בעלי הישגים גבוהים, כהגדרתנו. 7.1% מהתלמידים קיבלו ציון 85 ומעלה ואלה לפי הגדרתנו תלמידים מצטיינים. להשלמת התמונה נציין כי 22.4% מהתלמידים קיבלו ציון גבוה, בין 71 ל-84, ואלה על פי הגדרתנו תלמידים בעלי הישגים גבוהים שלא הגיעו לידי הצטיינות במיצ"ב של כיתה ח'.

לוח 1 מציג את התפלגות נבחני המיצ"ב שהיו זכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בסוף כיתה י"ב. מבחינת הציון הממוצע במתמטיקה ומדעים אפשר ללמוד שמתוך 4,626 תלמידים שהיו זכאים לתעודה בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, רק ל- 20.9% היה במיצ"ב בכיתה ח' ציון הנמוך מ-70 (בממוצע של מתמטיקה ומדעים). כלומר 79.1% מהתלמידים שהשיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית היו הישגים גבוהים במיצ"ב בכיתה ח' (ציון גולמי 71 ומעלה בממוצע של מתמטיקה ומדעים). מתוך אלה שהגיעו לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, ל-44.4% היה ציון גולמי במיצ"ב כיתה ח' בין 71 ל-84 ואילו ל-34.8% מאלו שהגיעו לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, קיבלו ציון גולמי 85 ומעלה בממוצע של מתמטיקה ומדעים במיצ"ב של כיתה ח'. להשלמת התמונה נציין שהיו 858 תלמידים שהגיעו לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית אך לא נבחנו במיצ"ב כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים.

בנוסף, בלוח 1 מוצגים נתונים על סיכוי להגיע לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית לפי רמת ההישגים במתמטיקה ובמדעים בכיתה ח'. כך, למשל, אפשר לראות שהסיכוי להגיע לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בקרב נבחני מתמטיקה ומדעים במיצ"ב כיתה ח' עומד על 0.078. הסיכוי הולך ועולה ככל שציון בשני מקצועות המיצ"ב גבוה יותר: לאלה שקיבלו ציון גולמי 70 ומטה, הסיכוי להגיע לתעודת בגרות

מדעית טכנולוגית איכותית עומד על 0.023, לעומת 0.155 בקרב אלה שקיבלו במיצ"ב ציון גולמי בין 71 ל-84, והסיכוי מגיע ל-0.382 אצל המצטיינים שקיבלו ציון גולמי ממוצע במתמטיקה ומדעים 85 ומעלה.

לוח 1. התפלגות נבחני מיצ"ב כיתה ח' והשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, לפי ציוני מיצ"ב במקצוע

ממוצע מתמטיקה ומדעים		מדעים		מתמטיקה		
%	מספר	%	מספר	%	מספר	
100.0	59041	100.0	65205	100.0	66112	נבחננו* במקצוע במיצ"ב כיתה ח'
70.5	41606	56.7	36997	75.8	50144	קיבלו ציון גלמי 0-70
22.4	13225	30.4	19799	15.4	10173	קיבלו ציון גלמי 71-84
7.1	4210	12.9	8409	8.8	5795	קיבלו ציון גלמי 85 ומעלה
100.0	4626	100.0	4891	100.0	5099	השיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית**
20.9	965	16.5	809	30.4	1552	קיבלו ציון גלמי 0-70
44.4	2053	42.3	2069	31.6	1610	קיבלו ציון גלמי 71-84
34.8	1608	41.2	2013	38.0	1937	קיבלו ציון גלמי 85 ומעלה
858		593		385		השיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית שלא נבחנו במיצ"ב***
הסיכוי לקבל תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית						
0.078		0.075		0.077		סך הנבחנים**
0.023		0.022		0.031		קיבלו ציון גלמי 0-70
0.155		0.105		0.158		קיבלו ציון גלמי 71-84
0.382		0.239		0.334		קיבלו ציון גלמי 85 ומעלה

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

* נבחנו בשנים תשס"ב-תשס"ג.

** תלמידים שהשיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בשנים תשס"ז-תשס"ט, מתוך אלה שנבחנו במיצ"ב בכיתה ח' לפי מקצוע.

*** סך בעלי תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בשנתיים אלה בממוצע עומד על 5484 תלמידים.

הבה נביט בממצאים שהובאו, ונתמקד בשתי נקודות מעניינות: האחת, 79.1% מהתלמידים, להם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, היו בעלי הישגים גבוהים בכיתה ח' (ציון גבוה מ-70) מבחינת

הממוצע במתמטיקה ובמדעים. השנייה, מבין אלה שהיו בעלי הציון שבין 71 ל-84 רק 15.5% הגיעו לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, ואפילו בקרב המצטיינים (ציון של 85 ומעלה) רק 38.2% הגיעו לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

המסקנה היא שלהתמקדות בשלב חטיבת הביניים בתלמידי הרבעון העליון של ההישגים, תוך שיפור הידע והמיומנויות במתמטיקה ובמדעים, יש סיכוי להגדיל באופן משמעותי את מיצוי הפוטנציאל להשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

לעובדה שמקרב התלמידים המצטיינים, שהשיגו ציון ממוצע בשני המקצועות 85 ומעלה, רק 38% מגיעים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית יש בכדי להצביע על כך שמחד כושר הניבוי של המיצ"ב מוגבל, ומאידך שיתכן שהידע והמיומנויות הנלמדים בחטיבת הביניים, כפי שאלה משתקפים בבחינת המיצ"ב, לא מספקים כדי להוות בסיס ללימודי מדע וטכנולוגיה מוגברים בחטיבה העליונה.

בנוסף נתון זה מעלה את השאלה באם פעולות החשיפה, הגברת המוטיבציה וההכוונה של תלמידים בחטיבת הביניים ללימודי מדע וטכנולוגיה ממוקדות דיין.

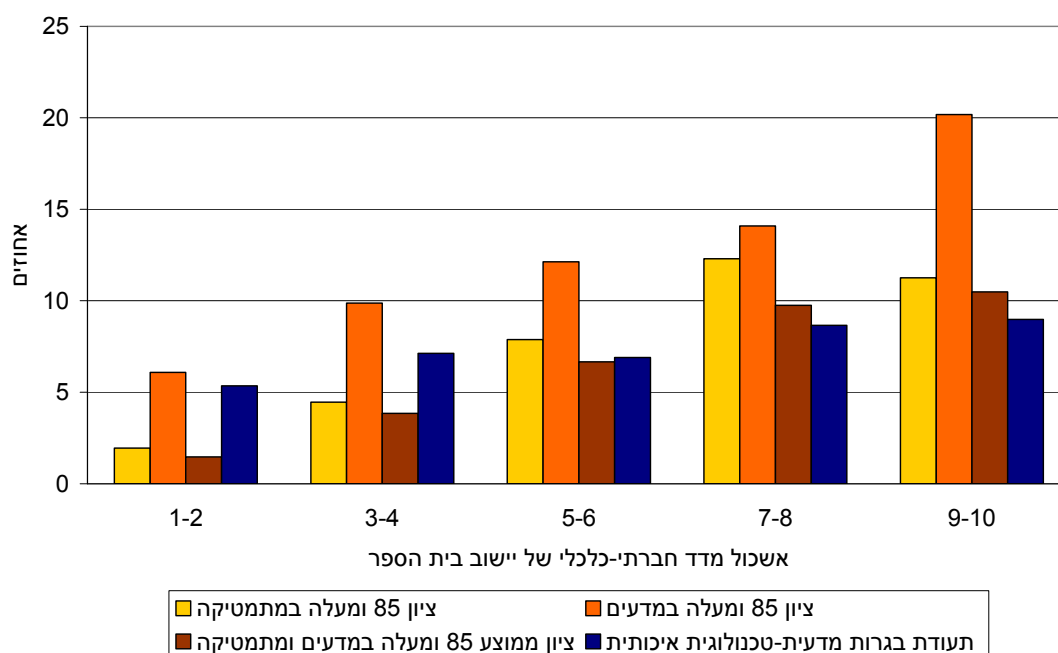
בהקשר זה יוזכר כי הרפורמה בלימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, שיושמה בעשור הקודם, הפכה את מקצועות המדעים (כימיה, פיסיקה וביולוגיה) למקצוע מאוחד הנלמד על ידי מורה אחד. העובדה שמרבית מורי המדעים באים מרקע ביולוגי ושלימודי המדעים לא נשענו על ידע כמותי יכולה להסביר את המתאם הנמוך של המדעים יחסית למתמטיקה מבחינת כושר הניבוי לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

רקע חברתי כלכלי: בנוסף למיפוי הקשר בין הישגי התלמידים בכיתה ח' וסיכויי קבלת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, בחנו את מידת השוויוניות של סיכויים אלה בקרב בעלי רקע חברתי-כלכלי שונה. מניתוח תוצאות מבחני המיצ"ב ובחינות הבגרות ידוע כי קיים קשר חיובי מובהק בין הישגי התלמידים ומאפייני רקע שלהם, כפי שמתבטא, למשל, בהכנסה והשכלה של ההורים, ורמה חברתית-כלכלית של יישוב המגורים של התלמיד⁶. תרשים 5 מציג קשר זה בצורת שכיחות נבחני מיצ"ב כיתה ח' אשר השיגו ציון 85 ומעלה במתמטיקה ובמדעים. שיעור זה עולה באופן חד עם עלייה ברמה החברתית-כלכלית של היישוב בו מתגורר התלמיד. ככלל, שכיחות התלמידים המצטיינים, בכל אחד ממקצועות אלה, ביישובים החזקים ביותר (אשכולות 9-10) גדולה פי ארבע משכיחותם ביישובים החלשים ביותר (אשכולות 1-2).

בניגוד לקשר החזק הקיים בין שיעור המצטיינים במבחני מיצ"ב כיתה ח' ורמה חברתית-כלכלית של היישובים, לשיעור התלמידים המשיגים תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית קיים קשר מתון יחסית עם רקע חברתי-כלכלי של בוגרי י"ב: ביישובים החלשים ביותר (אשכולות 1-2), השיעור עומד על 5.4%, לעומת 6.9% ביישובים במעמד חברתי-כלכלי בינוני (אשכולות 5-6), ועולה לרמה של 9% ביישובים החזקים ביותר (אשכולות 9-10). מכאן ניתן להסיק כי בחירה עצמית של התלמידים ומנגנוני הכנה והגשה לתעודת בגרות הם שוויוניים יחסית, כפועל יוצא מאופי מכוון מצוינות והישגיות של תעודה מדעית טכנולוגית איכותית, ואלה מצליחים לצמצם במידה ניכרת את הפערים המזוהים עם רקע חברתי-כלכלי של התלמידים במערכת החינוך הישראלית.

⁶ ראו, למשל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2010), תוצאות מבחני המיצ"ב בכיתות ה' ובכיתות ח', פרסום מיוחד מס' 1386; הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2011), פני החברה בישראל דוח מס' 4, פרק 4.

תרשים 5. שכיחות נבחני מיצ"ב עם ציון 85 ומעלה במתמטיקה ובמדעים ובעלי תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית לפי אשכול מדד חברתי-כלכלי



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

נתונים אלה מלמדים על כך שיש חשיבות מיוחדת להגדלת שיעור התלמידים המצטיינים בחטיבת הביניים בישובים מרקע חברתי-כלכלי חלש, דבר שיגדיל את חלקם בין המשיגים תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית ויתרום לצמצום פערים בטווח ארוך. בנוסף נראה שדווקא בישובים חזקים, בהם שיעור המצטיינים בחטיבת הביניים גבוה יחסית, נדרש מאמץ גדול בהכוננת תלמידים להשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

מגזר: הסתכלות על טיב תעודת בגרות לפי מגזר (לוח 2) מלמדת כי פערים גדולים קיימים בין המגזרים השונים כבר בשלב חטיבת הביניים, ייתכן ופערים אלה נפערים עוד קודם לכן, בשלב החינוך היסודי. לאור הדיון לעיל חשוב לזכור, בהשוואה בין תלמידי החינוך העברי (בפיקוח הממלכתי או הממלכתי-דתי) לבין תלמידי החינוך הערבי, כי רקע חברתי-כלכלי של האחרונים חלש יותר. לפיכך השוואת ההישגים הלימודיים בין החינוך העברי לחינוך הערבי, בכל שלב חינוך, מגלמת בתוכה פערים הנובעים גם מהבדלי רקע חברתי-כלכלי. לא כך לגבי תלמידי חינוך ממלכתי וממלכתי-דתי, אשר דומים אלה לאלה, בממוצע, מבחינת מאפייני רקע.

בהסתייגות זאת, ניתן לראות כי 8.4% מתלמידי הפיקוח הממלכתי בחינוך עברי הגיעו בכיתה ח' לציון גולמי 85 ומעלה במתמטיקה ובמדעים, 5.8% בממלכתי-דתי, לעומת 1.6% בלבד מתלמידי החינוך הערבי. לגבי הפער לטובת בתי ספר בפיקוח הממלכתי בהשוואה לפיקוח הממלכתי-דתי, נראה שחלק מהפער נובע מלימודי המדעים, בהם באופן יחסי ההישגים נמוכים יותר, כפועל יוצא מכמות נמוכה של שעות לימוד המדעים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי. לגבי החינוך הערבי הנתונים מלמדים על קושי בלימודי המתמטיקה בחטיבת הביניים שעשויים להיות חסם לטיפוח עתודה מדעית-טכנולוגית במגזר זה.

הפער בשכיחות המצטיינים בלימודי מתמטיקה ומדעים בין תלמידי הפיקוח הממלכתי לעמיתיהם בפיקוח הממלכתי-דתי, הולך וגדל עם הזמן: מפי 1.4 בכיתה ח' ליותר מפי שתיים בשיעור בעלי תעודה מדעית

טכנולוגית איכותית בסיום כיתה י"ב (7.6% לעומת 3.7%, בהתאמה). לעומת זאת, הפער של פי חמש בשיעור המצטיינים בכיתה ח' בפיקוח הממלכתי בחינוך העברי מול החינוך הערבי (10.1% לעומת 1.8% במתמטיקה) נעלם בחטיבה העליונה (7.7% לעומת 7.6%, בהתאמה) – עניין מפתיע זה דורש בדיקה מעמיקה יותר.

לוח 2. שיעור בעלי ציון 85 ומעלה במבחני מיצ"ב כיתה ח' לפי מקצוע ושיעור בעלי תעודת בגרות לפי סוג

תעודה, מגזר, פיקוח, ומגדר, אחוזים*

תעודת בגרות לפי סוג תעודה			ציון 85 ומעלה במיצ"ב לפי מקצוע			
תעודה מדעית-טכנולוגית איכותית	תעודה העומדת בדרישות הסף של אוניברסיטאות	תעודה רגילה	ממוצע מתמטיקה ומדעים	מדעים	מתמטיקה	
7.0	53.7	61.7	6.4	11.6	7.9	סך-הכל
7.6	58.9	65.4	8.4	13.7	10.1	פיקוח ממלכתי
3.7	59.3	68.4	5.8	9.8	7.8	פיקוח ממלכתי-דתי
7.7	32.9	45.5	1.6	7.3	1.8	חינוך ערבי
8.7	48.8	56.0	6.9	12.5	8.2	בנים, סה"כ
9.8	54.4	60.6	9.0	15.0	10.5	פיקוח ממלכתי
6.2	53.2	62.4	6.9	11.8	8.8	פיקוח ממלכתי-דתי
6.9	26.4	35.9	1.1	6.0	1.3	חינוך ערבי
5.5	58.2	67.0	6.0	10.8	7.7	בנות, סה"כ
5.5	63.4	70.0	7.9	12.4	9.8	פיקוח ממלכתי
1.6	64.5	73.5	4.7	7.8	6.9	פיקוח ממלכתי-דתי
8.4	38.3	53.4	2.1	8.5	2.4	חינוך ערבי

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

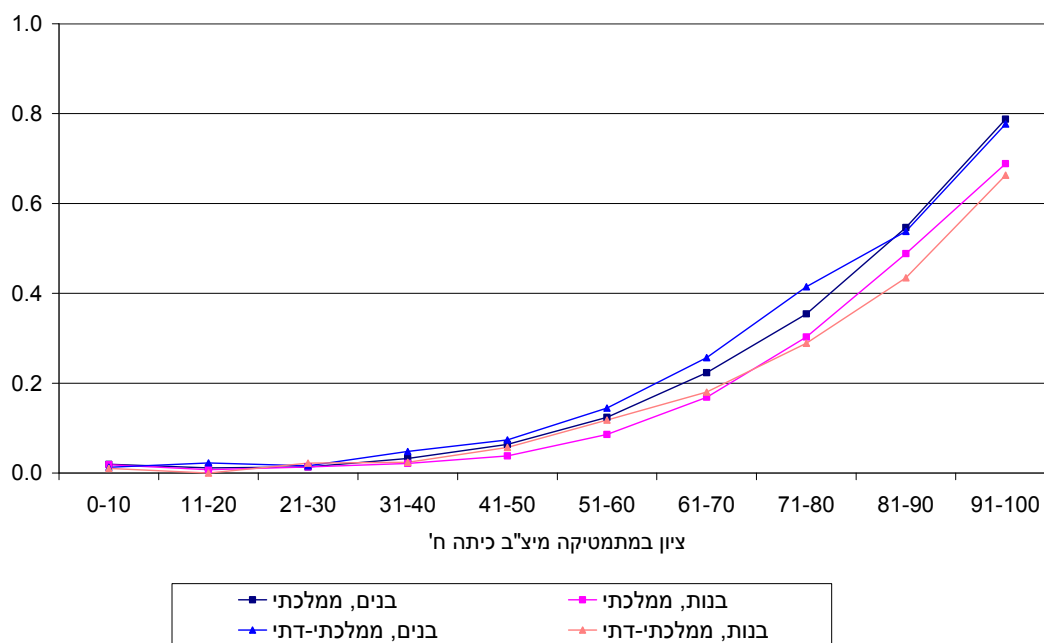
* שיעור בעלי ציון במבחני מיצ"ב כיתה ח' בשנים 2002-2003 מסך הנבחנים במקצוע. שיעור בעלי תעודת בגרות מסך תלמידי י"ב 2006-2007.

מגדר: הסתכלות על טיב תעודת הבגרות לפי מגדר (לוח 2) מלמדת כי שיעור בעלי תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בקרב בנים גבוה משמעותית משיעורם בקרב בנות (8.7% לעומת 5.5%). במבחני מיצ"ב כיתה ח' שיעור המצטיינים (בממוצע מתמטיקה ומדעים) בקרב הבנים היה גבוה במקצת לעומת השיעור בקרב הבנות (6.9% לעומת 6%, בהתאמה). כלומר, הפער המגדרי בהצטיינות במקצועות לימוד כמותיים בחטיבת הביניים מצומצם יחסית ומתרחב לכדי 60% בסוף התיכון. זאת אף על פי ששיעור בעלי תעודת בגרות "רגילה" ותעודה העומדת בדרישות הסף של אוניברסיטאות גבוה בקרב בנות ב-10 נקודות אחוז בממוצע לעומת הבנים.

נראה כי באשר לסיכויי השגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית יש אינטראקציה חזקה בין מגזר ומגדר. בבתי הספר של החינוך העברי בפיקוח הממלכתי בחטיבת הביניים שיעור התלמידים המצטיינים במתמטיקה ובמדעים הוא פי 1.1 בקרב הבנים לעומת הבנות, ויחס זה גדל בתיכון לפי 1.8. בפיקוח הממלכתי-דתי שיעור הבנים עם ציונים מעל 85 במתמטיקה ובמדעים בחטיבת הביניים גבוה פי 1.5 משיעור הבנות, ויחס זה מתרחב לפער של פי 3.9 בחטיבה העליונה. בחינוך הערבי נצפית מגמה הפוכה, בחטיבת הביניים שיעור המצטיינים במתמטיקה ובמדעים הוא פי 1.9 אצל הבנות בהשוואה לבנים, והפער מצטמצם בחטיבה העליונה ל-1.2.

תרשים 6 מראה כי בכל רמת הידע במתמטיקה, כפי שמתבטא בתוצאות מיצ"ב כיתה ח', בנות נוטות פחות ללמוד 5 יח"ל מתמטיקה בהשוואה לבנים. בקרב בעלי ציון 90 ומעלה הפער המגדרי בשיעור הלומדים 5 יח"ל מתמטיקה מגיע ל-10 נקודות אחוז. הדבר נכון הן לפיקוח ממלכתי והן לפיקוח ממלכתי-דתי.

תרשים 6: שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל מתמטיקה בבגרות לפי ציון מתמטיקה בכיתה ח', מין ופיקוח בחינוך העברי



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

מכאן אפשר להסיק כי בבתי הספר שבפיקוח הממלכתי נדרש מאמץ מיוחד במעבר מחטיבת הביניים לחטיבה העליונה בהכוננת בנות ללימודי מתמטיקה ברמה המוגברת. בפיקוח הממלכתי-דתי הפער המגדרי נפער כבר בחטיבת הביניים, שם יש להקדים את הטיפול ולעודד לימודי מקצועות כמותיים בקרב הבנות ביתר שאת החל מכיתה ז'.

נתיב: כפי שאפשר לראות בלוח 3, בנתיב הלימודים הטכנולוגי שיעור התלמידים שמגיעים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית גבוה פי 1.5 מהנתיב העיוני (9.6% לעומת 6.5%, בהתאמה). לכך מספר הסברים. ראשית כל, מאז הרפורמה בחינוך הטכנולוגי ב-2003, מבנה מגמה בחינוך הטכנולוגי מורכב משלושה מצרפים: מקצוע מדעי, מקצוע מוביל במגמה ומקצוע התמחות, כך שכל תלמידי החינוך הטכנולוגי

מחויבים לבחור במקצוע מדעי אחד בנוסף למקצוע הטכנולוגי. שנית, מקצועות הטכנולוגיה העלית בחינוך הטכנולוגי (אלקטרוניקה, מכטרוניקה, הנדסת תוכנה) נשענים על ידע מתמטי ופיסיקאלי ולכן ממילא המכוונים ללמוד מקצועות אלה מגיעים עם רקע מוגבר במתמטיקה.

קירבה לתעודה: מאחר ותעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית הוגדרה על ידי שלושה תנאים מצטברים, 5 יח"ל במתמטיקה, 5 יח"ל באחד המקצועות המדעים, ועוד 5 יח"ל במקצוע מדעי נוסף או מקצוע טכנולוגי, ניתן לבחון את שיעור התלמידים לפי מידת הקרבה שלהם לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית באמצעות חלוקת כל התלמידים, הזכאים לתעודת בגרות, לארבע קבוצות הבאות יחסית לדרישות התעודה האיכותית:

- א. לא עמדו בתנאי סף: מי שלא למד 5 יח"ל מתמטיקה, כתנאי הסף לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית;
- ב. למדו 5 יח"ל מתמטיקה בלבד, כלומר לא למדו אף מקצוע מדעי-טכנולוגי;
- ג. למדו 5 יח"ל מתמטיקה ו-5 יח"ל מקצוע מדעי אחד;
- ד. עמדו בכל התנאים, דהיינו השיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

לוח 3. פוטנציאל לתעודה מדעית טכנולוגית איכותית לפי נתיב לימודים*

נתיב טכנולוגי		נתיב עיוני		סה"כ		
אחוז	מספר	אחוז	מספר	אחוז	מספר	
100.0	24,272	100.0	48,303	100.0	72,575	סה"כ תלמידים שנבחנו לבגרות
82.9	20,122	84.4	40,752	83.9	60,874	קבוצה א': לא עמדו בתנאי סף לתעודה איכותית
1.7	416	2.3	1,121	2.1	1,537	קבוצה ב': למדו 5 יח"ל מתמטיקה בלבד
5.7	1,392	6.8	3,288	6.4	4,680	קבוצה ג': למדו 5 יח"ל מתמטיקה ו-5 יח"ל מקצוע מדעי אחד
9.6	2,342	6.5	3,142	7.6	5,484	קבוצה ד': עמדו בכל התנאים (השיגו תעודה איכותית)

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.
* האחוזים חושבו מסך תלמידי י"ב הזכאים לתעודת בגרות.

על פי הגדרה זו, אלה שלמדו לפחות 5 יח"ל במתמטיקה אך לא עמדו ביתר התנאים (קבוצות ב' ו-ג') הם בעלי פוטנציאל מוחשי להשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית. לוח 3 מציג את גודל קבוצות הפוטנציאל לתוכנית העתודה, תוך הבחנה בין תלמידי הנתיב העיוני ותלמידי הנתיב הטכנולוגי.

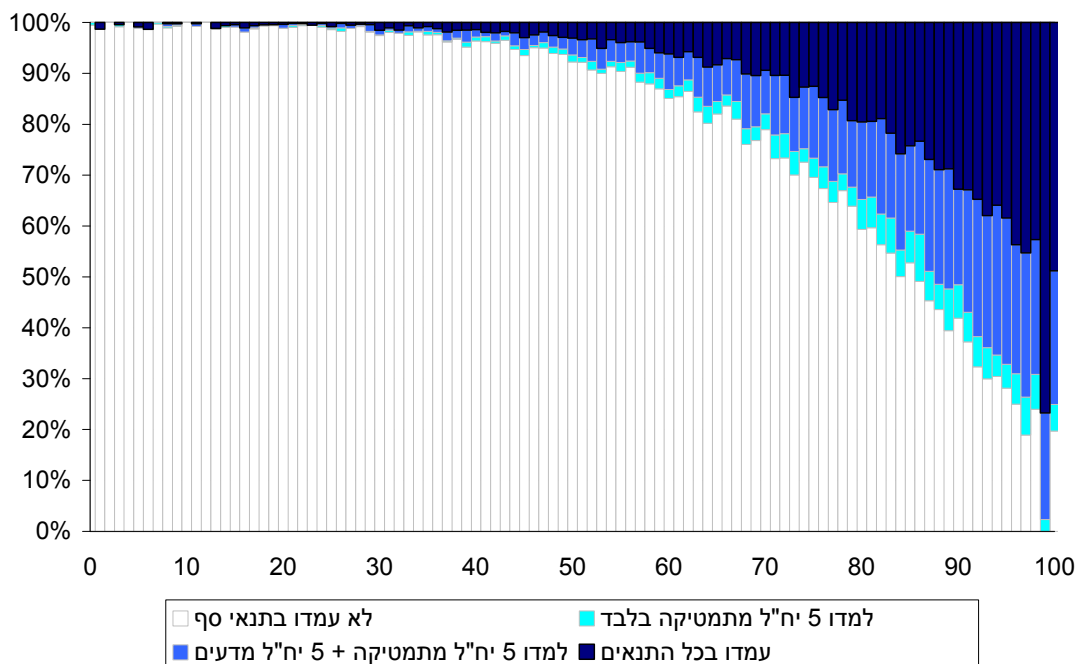
מלוח 3 אנו למדים כי בנתיב הטכנולוגי באופן יחסי יותר תלמידים מכוונים לכיוון של תעודה מדעית טכנולוגית איכותית כאשר 17% מהתלמידים הגיעו לתעודת בגרות הכוללת 5 יח"ל מתמטיקה לעומת 15.6% בנתיב העיוני. 15.3% מהתלמידים בנתיב הטכנולוגי הגיעו לתעודת בגרות הכוללת 5 יח"ל מתמטיקה ו-5 יח"ל

מקצוע מדעי בהשוואה ל-13.3% בנתיב העיוני, וכאמור 9.6% מהתלמידים בנתיב הטכנולוגי הגיעו לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית בהשוואה ל-6.5% שהגיעו לתעודה שכזו בנתיב העיוני.

כמו כן אנו למדים כי 6.2 אלף תלמידים המהווים 8.5% מהזכאים לתעודת בגרות קרובים להשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, ואם ימומש – פוטנציאל זה יש בו בכדי להכפיל את שיעור התלמידים הזכאים לתעודת בגרות שכזו. הפוטנציאל גדול יותר בקרב תלמידי הנתיב העיוני בהשוואה לתלמידי הנתיב הטכנולוגי (9.1% לעומת 7.4%, בהתאמה) וזאת כמובן תמונת ראי לאמור לעיל.

את מאפייני התלמידים הקרובים להשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית ניתן לבחון בהתאם לפרמטרים שבחנו קודם (ידע במתמטיקה ומדעים, פיקוח, מגזר ומגדר). תרשים 7 מציג התפלגות של ארבע הקבוצות לפי ציוני המיצ"ב בכיתה ח' במתמטיקה. מסתבר, כצפוי, כי שיעור בעלי פוטנציאל, יחסית לשיעור השייכים לתעודה מדעית טכנולוגית, הולך ופוחת עם עליית ציון המיצ"ב בכל מקצוע. למשל, בקרב בעלי ציון 51 עד 60 במתמטיקה, שיעור התלמידים שמילאו חלק מהדרישות לתעודה מדעית טכנולוגית איכותית עומד על 6.2% לעומת 4.4% שהשיגו את התעודה. ואילו בקרב בעלי ציון 91 עד 100 שיעור התלמידים שמילאו חלק מהדרישות היה 31.7% ושיעור התלמידים שמילאו את כל הדרישות היה 43.7%.

תרשים 7. התפלגות פוטנציאל לתעודה מדעית טכנולוגית לפי ציון במבחני מיצ"ב במתמטיקה כיתה ח'



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

מלוח 4 ניתן ללמוד על חסמים נוספים (לבד מהידע המתמטי-מדעי המוקדם) בהסתכלות לפי מין ופיקוח בית הספר. הפוטנציאל הלא ממומש בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי (בחינוך העברי) ותלמידי החינוך הערבי הוא מצומצם יחסית לגודל העתודה: 8.5% לעומת 10.7% אצל תלמידי הפיקוח הממלכתי, 3.7% לעומת 7.8% אצל תלמידי החינוך הערבי. לא כך בקרב תלמידי הפיקוח הממלכתי-דתי, שם הפוטנציאל כפול מגודל העתודה, 13.6% לעומת 6.6% בהתאמה.

לוח 4. פוטנציאל לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, לפי מאפיינים נבחרים,

כאחוז מסך הנבחנים לבגרות בקבוצה

השיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית	בעלי פוטנציאל שלא מומש		קבוצה
	למדו 5 יח"ל מתמטיקה ו-5 יח"ל מקצוע מדעי אחד	למדו 5 יח"ל מתמטיקה בלבד	
7.6	6.4	2.1	סך-הכל
9.5	6.7	1.6	בנים, סה"כ
10.7	6.8	1.7	פיקוח ממלכתי
6.6	10.7	2.9	פיקוח ממלכתי-דתי
7.8	3.3	0.4	חינוך ערבי
5.8	6.2	2.6	בנות, סה"כ
5.9	6.6	3.2	פיקוח ממלכתי
1.7	8.5	2.9	פיקוח ממלכתי-דתי
8.9	3.5	0.5	חינוך ערבי
אשכול מדד חברתי-כלכלי לאזור מגורים של תלמיד			
7.7	5.8	2.0	ללא שיוך לאשכול
4.2	3.9	1.5	1-2
6.2	4.0	1.3	3-4
7.5	6.3	1.9	5-6
8.3	7.9	2.4	7-8
8.9	11.9	4.0	9-10

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

בקרב בנות ישנו פער משמעותי במידת ניצול הפוטנציאל בחינוך העברי לעומת החינוך הערבי. בחינוך הערבי הפוטנציאל מהווה פחות מחצי משיעור התלמידים הזכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית (4% בהשוואה ל-8.9% בהתאמה). לעומת זאת, בקרב תלמידות בפיקוח הממלכתי הפוטנציאל הוא 9.8% לעומת 5.8%, ואילו בקרב תלמידות הפיקוח הממלכתי דתי, הפוטנציאל הלא ממומש גדול כמעט פי שבע, 11.4% לעומת 1.7% בהתאמה.

בהתייחס לפוטנציאל הלא ממומש לפי רמה חברתית-כלכלית של אזור מגורי התלמיד אנו מוצאים קשר ישיר מובהק בין שני הגורמים. כאשר משווים את גודל הפוטנציאל הלא ממומש יחסית לגודל העתודה ברוב היישובים, אלה הנמצאים באשכולות 1 עד 6, שיעור הפוטנציאל דומה לשיעור התלמידים הזכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית. התמונה שונה ביישובים המבוססים: ביישובים שבאשכולות 7-8 הפוטנציאל גדול ברבע מגודל העתודה (10.3% לעומת 8.3%), ואילו באשכולות 9-10 נמצא פוטנציאל כמעט כפול מגודל העתודה (15.6% לעומת 8.9%).

שלב מהותי להצלחת התוכנית הוא יעוץ והכוונה בבחירת הרכב והיקף מקצועות הלימוד לבגרות, בהינתן העדפות התלמיד וכישוריו. הרכב תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית מחייב שלושה מקצועות מדויקים ברמת 5 יח"ל - מדובר בתכנית לימודים תובענית ביותר.

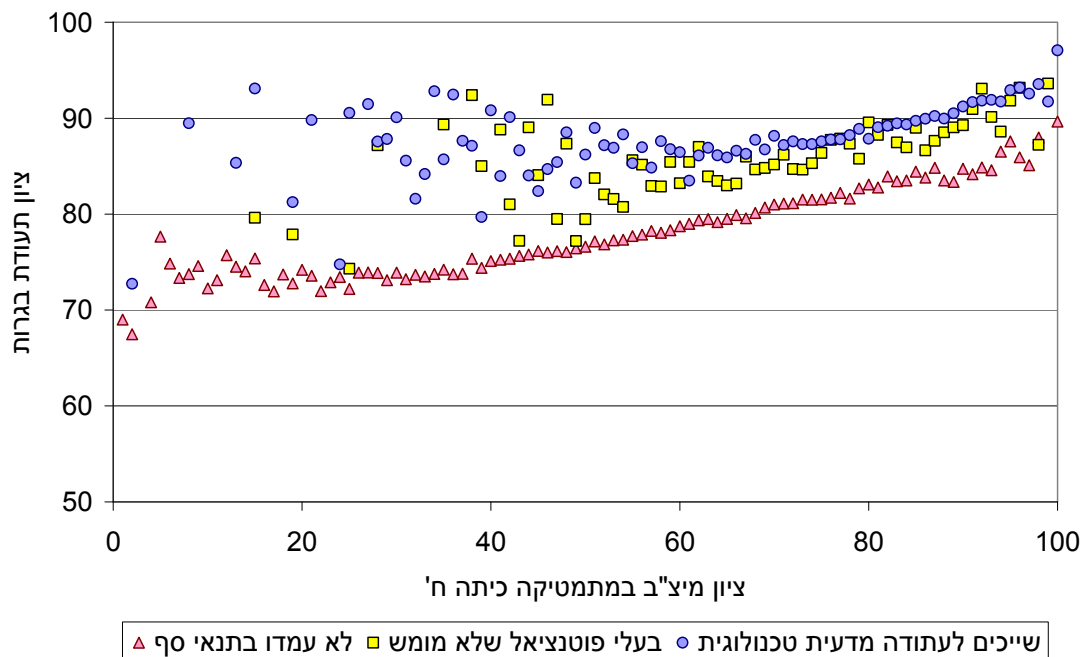
כיום, מערכת ההשכלה הגבוהה לא נותנת תמריץ מיוחד להשגת תעודת בגרות שכזו ומאידך גיסא, בגלל השקעה רבה במקצועות אלה, על חשבון מקצועות אחרים ובשל מורכבותם, תיתכן פגיעה בציון הממוצע של התעודה. האיזון בין הרכב תעודת הבגרות וציון התעודה אינו פשוט לאור העובדה שציון תעודת הבגרות מהווה מרכיב חשוב בכניסה למערכת ההשכלה הגבוהה.

תרשים 8 מציג את הקשר שבין ציוני המיצ"ב במתמטיקה לבין הציון הממוצע בתעודת הבגרות בחלוקה לשלוש קבוצות שהוגדרו לעיל: לא עברו את תנאי הסף, קרובים לתעודה מדעית טכנולוגית איכותית, זכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית. הנתונים מראים שככל שציון המיצ"ב גבוה יותר כך גם עולה הציון הממוצע של תעודת הבגרות. הקבוצה שלא עברה את תנאי הסף לתעודה מדעית-טכנולוגית (לפחות 5 יח"ל מתמטיקה) חלשה באופן מובהק מהקבוצות האחרות גם בציון הממוצע של תעודת הבגרות. זאת ועוד, כמעט ולא קיים פער בציון הממוצע של תעודת הבגרות בין אלה שקרובים לתעודה מדעית טכנולוגית איכותית ואלה שהשיגו אותה.

תרשים 8 מלמד דבר נוסף והוא שגם בקרב תלמידים בחטיבת הביניים עם ציונים נמוכים מאוד במיצ"ב במתמטיקה ובמדעים, קיימים תלמידים, אמנם בשיעורים נמוכים, שמגיעים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית (ראו לוח 1). יתרה מזאת, לחלק גדול מאלה, בהינתן שהם מגיעים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, הציון הממוצע בתעודת הבגרות גבוה מאוד.

ממצא זה תומך במסקנה כי כושר הניבוי של ציוני המיצ"ב מוגבל ויכול "לפספס" חלק מתלמידים בעלי פוטנציאל להשגת התעודה. מדובר בתלמידים שבגלל הישגים נמוכים בשלב חטיבת הביניים, מערכת החינוך לא רק שלא מעודדת להגיע לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית אלא לעיתים חוסמת את דרכם כאשר מסלילה אותם ללימודים חסרי אתגר.

תרשים 8. הקשר בין ציון במבחן מיצ"ב כיתה ח' במתמטיקה וציון ממוצע של תעודת הבגרות, לפי קבוצות פוטנציאל להשגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית



מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

4. שינוי פרדיגמה: התכנית "עתודה מדעית טכנולוגית"

בשנת הלימודים תש"ע (2010/2011) יצא משרד החינוך בתוכנית בשם "עתודה מדעית טכנולוגית", עניינה של התוכנית הוא בראש ובראשונה לשנות את הפרדיגמה ולהעמיד בפני מנהלי בתי הספר את היעד של הגדלת שיעור התלמידים המצטיינים בתחומי מדע וטכנולוגיה לצד היעד של הגדלת שיעור התלמידים שמסיימים עם תעודת בגרות.

כאמור הוגדרה לראשונה "תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית", שהיא תעודת בגרות העומדת

בשלוש הדרישות הבאות:

- א. 5 יחידות לימוד (יח"ל) מתמטיקה;
- ב. 5 יח"ל מדעי הטבע (כימיה, פיסיקה או ביולוגיה);
- ג. 5 יח"ל מדעיות/טכנולוגיות נוספות (בנתיב העיוני – כימיה, פיסיקה, ביולוגיה או מדעי המחשב; בנתיב הטכנולוגי – אלקטרוניקה, תוכנה, מכטרוניקה או ביוטכנולוגיה).

הרעיון שעומד מאחורי הגדרת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית הוא כדלקמן:

1. תנאי הכרחי הוא 5 יח"ל מתמטיקה המהווה בסיס ללימודי מדע וטכנולוגיה מתקדמים הנשענים על היבטים כמותיים.

2. התנאי השני הוא מקצוע מדעי, כאן נכללו המקצועות המדעיים הבסיסיים כדי להבטיח בסיס מדעי לתלמידים הללו.

3. תכליתו של התנאי השלישי - הרחבת בסיס הידע המדעי של התלמידים, תוך יצירת הגדרה סימטרית לחינוך העיוני ולחינוך הטכנולוגי. אדריכלי התכנית סברו שתעודת בגרות של תלמיד בנתיב העיוני שכוללת 5 יח"ל מתמטיקה + 5 יח"ל ביולוגיה איננה שוות ערך לתעודת בגרות בנתיב העיוני שכוללת 5 יח"ל מתמטיקה + 5 יח"ל ביולוגיה + 5 יח"ל פיסיקה, בדומה לכך שתעודת בגרות הכוללת 5 יח"ל מתמטיקה + 5 יח"ל אלקטרוניקה בנתיב הטכנולוגי איננה שוות ערך לתעודת בגרות שכוללת 5 יח"ל מתמטיקה + 5 יח"ל פיסיקה + 5 יח"ל אלקטרוניקה, למשל.

4. היקף לימודים מוגבר בתחומי המדע והטכנולוגיה, ברמה של 5 יח"ל בשלושה מקצועות, דורש מאמץ לימודי מיוחד לכשעצמו, כך שמעבר לבסיס ידע מוצק מדובר בכוונה לזהות תלמידים בעלי יכולות לימודיות והתמדה יוצאות דופן, המסוגלים לעמוד בהצלחה באתגרים רציניים ביותר, כפי שצפויים בהמשך דרכם לאלה שיבקשו להוביל את צמיחת המשק ולעמוד בתחרות בינלאומית עזה.

הגדרת תעודה שכזו מהווה חידוש בגישה של מערכת החינוך שעניינה לבחון את בית הספר לא רק מבחינת הפרמטר של הגשה ושיעור הזכאות לבגרות אלא גם מבחינת האיכות המדעית טכנולוגית של תעודות הבגרות שבית הספר מנפיק.

בכל בית ספר שמשלבת בתוכנית נפתחות שתי קבוצות, האחת בכיתה ז' והשנייה בכיתה י' וזאת כדי להקים מסלול למצוינות בבית הספר מכיתה ז' ועד כיתה י"ב תוך שלוש שנים. במידה וקיימות כבר תכניות מצוינות בבית הספר התוכנית הינה תוספתית, תוך הקפדה על הגדלת מספר התלמידים המצטיינים בתחומי המדע והטכנולוגיה. התוכנית כוללת מספר מרכיבים מרכזיים:

- איתור ומיון תלמידים מתאימים כבר מכיתה ז';
- העמדת יעד שאפתני לתלמידים שאותרו בכיתה ז' – להשיג תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית;
- העמדת יעד ספציפי לתלמידים מכיתה י' – הרכב תעודת הבגרות מעבר לדרישות החובה;
- תוספת לימודי מתמטיקה, מדעים בדגש על פיסיקה ומדעי המחשב מכיתה ז' עד כיתה ט';
- תוספת שעות למעקב ולטיפול בתלמידים מתקשים מכיתה י';
- תוספת שעות ריכוז בכדי לשפר את יכולת המעקב וההחזקה של תלמידים
- השתלמויות והדרכות למנהל בית הספר, לרכזי התוכנית ולצוות המורים.

לתוכנית נקבעו יעדים מדידים תוך שימת דגש על תפוקות. בחטיבת הביניים התלמידים נבחנים במבחנים אחידים בסוף כל שכבת גיל. בכל הבחינות הללו התלמידים נבחנים במבחן שמיועד לכל התלמידים; המבחן אליו ניגשים התלמידים המשתתפים בתכנית כולל בנוסף שאלות ברמה גבוהה יותר. בעניין זה המבחן במדעי המחשב שונה, שכן התלמידים שאינם משתתפים בתכנית העתודה לא לומדים מקצוע זה בחטיבת הביניים, ומכאן שרק תלמידי התכנית נבחנים על רכיב זה.

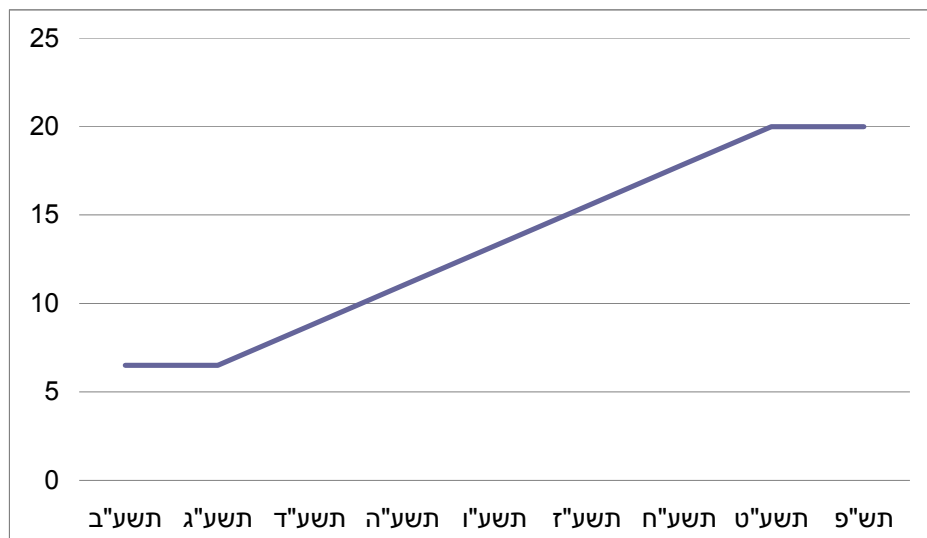
התכנית החלה לפעול בשנת הלימודים תשע"א (2010/2011) ב-30 בתי ספר והתרחבה בשנת הלימודים הנוכחית, תשע"ב (2011/2012), ל-200 בתי ספר לערך.

בתכנון המקורי התכנית אמורה הייתה לפעול כבר מכיתה ה' אבל מסיבות שונות הוחלט, בשלב זה, שהתוכנית תפעל מכיתה ז'. אשר על כן נקודות ההשוואה המרכזיות של התוכנית במתכונתה הנוכחית הינן הישגים במבחני המיצ"ב במדעים ובמתמטיקה בכיתה ח' ומבחני הבגרות. בשני אלה התוכנית מבקשת להראות גידול בשיעור התלמידים המצטיינים.

ערב כניסת התוכנית כ-6% מהניגשים לבגרות היו זכאים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית. המטרה של התוכנית להגדיל שיעור זה ל-20% תוך כ-9 שנים.

בשנתיים הראשונות להפעלת התכנית לא צפוי שינויי בשיעור המצטיינים, שכן התלמידים שנכנסו לתכנית בכיתה י' עדיין לא סיימו את לימודי התיכון. בסיום השנה השלישית יש לצפות לגידול בשיעור המצטיינים, שילך ויישאף ל-14% בשנה הרביעית ובשנה החמישית (בשל תהליך הטמעה והפנמה של התוכנית). עיקרו של גידול זה נובע מכך שכחלק מתנאי התוכנית נדרש בית הספר לכוון בכיתה י' יותר תלמידים ללימודים המובילים לתעודת בגרות מדעית, טכנולוגית איכותית; לצורך כך בית הספר מקבל שעות תוספתיות וזאת בכדי לשפר את יכולת ההחזקה של התלמידים שנוספו - מדובר בשעות תגבור שניתנות בקבוצות קטנות. בבית הספר מאותר רכז לתוכנית. מנהל בית הספר, הרכז ומורי התוכנית מקבלים תמיכה והדרכה שמטרתן לשפר את יכולת בית הספר לאתר, לכוון, לעקוב ולהחזיק יותר תלמידים בתוכנית העתודה. מסיום השנה השישית תלמידי כיתה ז' מסיימים לימודי יב, אז מצופה כי ההשקעות בחטיבת הביניים תביא לגידול נוסף, כך שתוך שלוש שנים נוספות שיעור המצטיינים יגיע ל-20% (תרשים 9).

תרשים 9. יעדי גידול בשיעור המצטיינים בבתי הספר המשתתפים בתוכנית העתודה



ההשקעות בחטיבת הביניים ממוקדות בתלמידי הרבעון העליון במתמטיקה ובמדעים. התלמידים הללו לומדים בקבוצות מצוינות מכיתה ז' ומקבלים שש שעות תוספתיות במתמטיקה, מדעים ומדעי המחשב. ללמידה בקבוצות מצוינות יש השפעה על רמת הלמידה ועל קצב הלמידה, דבר שיכול לשפר את רמת הידע והמיומנויות של תלמידי הרבעון העליון במתמטיקה ובמדעים. לפרקי הלימוד התוספתיים יש סיכוי להביא למצב בו התלמידים מגיעים לחטיבה העליונה עם ידע ומיומנויות משופרים דבר שיש בו בכדי להקל על השתלבות בלימודי העתודה בחטיבה העליונה.

5. עתודה מדעית טכנולוגית ולימודי השכלה גבוהה

בחלק זה נציג את ההשלכות של השגת תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית על המשך דרכם של בוגרי מערכת החינוך. בהמשך המחקר אנו מתכוונים להרחיב את היריעה ולבחון את מהלך לימודיהם והשתלבותם בשוק העבודה, אולם כאן נסתפק בצעד הראשון שבפיתוח הקריירה – מיפוי בחירת מקצוע לימוד וכניסה ללימודי תואר ראשון במוסדות האקדמיים בישראל⁷.

לשם כך, אנו בוחנים חמישה מחזורים של בוגרי יב (אלה שסיימו יב בשנים תשס"א עד תשס"ה) הזכאים לתעודת בגרות העומדת בדרישות הסף של אוניברסיטאות ובוחנים את שיעורי ההשתלבות של אלה בלימודי תואר ראשון, במשך שש שנים מקבלת תעודת הבגרות. תקופת המעקב בת שש שנים אחרי סיום התיכון נחוצה משום שחלק מהבוגרים מתעכבים בכניסתם לשערי ההשכלה הגבוהה בשל שירות צבאי, וידוע כי כ-90% מאלה שיפנו ללימודים אקדמיים אי-פעם, יעשו זאת בשש השנים הראשונות מסיום התיכון.

לוח 5. השתלבות בלימודים אקדמיים של בוגרי יב הזכאים לתעודת בגרות העומדים בדרישות הסף של אוניברסיטאות, לפי השתייכות לעתודה מדעית-טכנולוגית ומחזור סיום יב 2000-2004, אחוזים

2004	2003	2002	2001	2000	
54.7	55.5	55.5	56.8	57.5	סה"כ אחוז המשתלבים בלימודים אקדמיים
75.6	76.6	77.1	77.2	75.8	שייכים לעתודה מדעית-טכנולוגית
51.9	52.5	52.6	54.3	55.1	לא שייכים לעתודה מדעית-טכנולוגית
מזה: השתלבו בלימודים אקדמיים בתחום מדעי-טכנולוגי: מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; מדעי הטבע; הנדסה					
17.2	17.4	17.1	17.8	18.3	סה"כ אחוז המשתלבים בלימודים אקדמיים
48.8	49.8	50.9	53.6	52.9	שייכים לעתודה מדעית-טכנולוגית
12.9	12.8	12.5	13.3	13.9	לא שייכים לעתודה מדעית-טכנולוגית

מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, עיבודי המחברים.

כאמור, אנו מתמקדים כאן במסיימי יב, בעלי תעודת בגרות שעומדת בדרישות הסף של אוניברסיטאות. כהגדרתה, לאוכלוסייה זו הסיכויים הגבוהים ביותר להמשך לימודים אקדמיים, יחסית לבוגרי יב שלא זכאים לתעודת בגרות העומדת בדרישות הסף ובוגרי יב שלא זכאים לתעודת בגרות כלל. כדי לאתר

⁷ בחירת מקצוע לימוד "נכון", בהינתן כישורי הפרט וגורמים אחרים הקשורים הן להעדפותיו והן לאפשרויות רכישת השכלה גבוהה הזמינות לו, קובעת במידה רבה את השתלבותו בשוק העבודה ותואי קידום הקריירה בהמשך. לפרטים על משך לימודים, סיכוי השלמת הלימודים, תעסוקה והכנסה של מקבלי ואר ראשון לפי תחומי ומקצועות הלימוד ראו: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2012), מהלך לימודים והשתלבות בשוק העבודה של בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה בישראל 1999-2008, פרסום מיוחד מס' 1471.

ולאפיין את כניסתם של הבוגרים למערכת ההשכלה הגבוהה, קובץ בוגרי יב קושר לקובץ רב-שנתי של סטודנטים הלומדים לקראת תואר ראשון במוסדות אקדמיים המוכרים על ידי המועצה להשכלה גבוהה, ממנו ניתן ללמוד על מוסד הלימודים ותחום הלימוד.

אנו מחלקים אוכלוסייה זו לשתי קבוצות: בעלי תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית, וכל יתר הזכאים לתעודת בגרות העומדת בדרישות הסף של אוניברסיטאות.

מלוח 5 עולה כי בשנים הנחקרות, שיעור הניגשים ללימודי תואר ראשון בקבוצה הראשונה עולה באופן עקבי על 75% לעומת 52% עד 55% בקבוצה השנייה. הסתכלות על תחומי הלימוד של שתי הקבוצות במוסדות להשכלה הגבוהה מלמדת כי כמחצית המשתייכים לעתודה מדעית-טכנולוגית בחרו ללמוד אחד משלושת התחומים התואמים את כישוריהם הכמותיים ואת הרכב תעודת הבגרות האיכותית שהשיגו: מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי מחשב, מדעי טבע, הנדסה. זאת לעומת 13% בלבד מקרב הבוגרים שלא שייכים לעתודה מדעית-טכנולוגית. מכאן אפשר להסיק ששני שלישים מהתלמידים שלמדו במסלול עתודה מדעית-טכנולוגית בתיכון שנגשו ללימודי תואר ראשון, ממשיכים את השכלתם בתחום מדעי-טכנולוגי. לשם השוואה, הסיכוי המקביל של בוגרי התיכון ללא תעודה מדעית-טכנולוגית איכותית עומד על רבע בלבד.

ממצאים אלה מלמדים על החשיבות של השגת תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית כמנבא מדויק להשתלבות בלימודי השכלה גבוהה בתחומי המדע והטכנולוגיה. במחקר המשך נבחן את ההשפעה של תעודה מדעית-טכנולוגית איכותית על שיעור המסיימים את לימודי השכלה הגבוהה, על משך הזמן הנדרש להשיג את התואר הראשון ואת רמת ההישגים.

5. סיכום הממצאים ודין

במבוא לעבודה זו טעננו שהמשך הצמיחה של המשק הישראלי תלוי ביכולת של ענפי המשק המתקדמים להמשיך להתפתח ולעמוד בתחרות העולמית שהולכת ומחריפה, בעיקר אל מול מדינות המזרח הרחוק הכובשות את זירת הפיתוח המדעי-טכנולוגי העולמי. הנתונים מלמדים שאחוז הבוגרים המשתלבים בלימודים אקדמיים בתחומי מדע וטכנולוגיה מתוך התלמידים להם תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית גבוה פי ארבע מאלה שמסיימים עם תעודת בגרות שעומדת בדרישות הסף של האוניברסיטאות. מקרב בעלי תעודה מדעית-טכנולוגית איכותית כמעט מחצית השתלבו בלימודי מדע וטכנולוגיה בהשכלה הגבוהה (כל תלמיד שני) ואילו מקרב בעלי תעודת בגרות העומדת בדרישות הסף של האוניברסיטאות רק כ- 13% ממשיכים ללימודי מדע וטכנולוגיה בהשכלה הגבוהה (אחד משמונה).

הנתונים מלמדים שאם תצליח מערכת החינוך הישראלית להביא להכפלה של שיעור התלמידים המשיגים תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית איכותית, הדבר יגדיל באופן משמעותי את השיעור והאיכות של הפונים ללימודים אקדמיים בתחומי מדע וטכנולוגיה, דבר שיש בו בכדי להביא לתנופה בהמשך פיתוח תעשיות עתירות הידע בישראל. נראה גם שבחישוב של עלות-תועלת, טיפוח כישרונות אלה מהווה השקעה צנועה יחסית לתועלות שתצמח למשק בעוד מספר שנים, כאשר בוגריה ישתלבו בענפים המתקדמים.

הגדלת שיעור התלמידים הפונים לתחומים הללו הוא אינטרס לאומי, אך אנו מעוניינים להדגיש גם את האינטרס האישי. במצב בו לא מאפשרים לתלמידים רבים ללמוד לימודי מדע וטכנולוגיה ברמה גבוהה פוגעים בסיכויים של התלמידים האלה לעלות על תוואי קריירה מוצלחת.

עד להשקת התוכנית "עתודה מדעית טכנולוגית" מערכת החינוך לא הציבה יעד לגבי איכות תעודת הבגרות. בהעדר יעד שכזה מנהלי בית הספר והמורים לא עודדו, ולעיתים אף מנעו מתלמידים, לבחור בלימודי מדע וטכנולוגיה ברמה מוגברת. לכך הוסיפה גם העובדה שדרישות המוסדות להשכלה גבוהה התמקדו בעיקר בזכאות לתעודת בגרות שעומדת בתנאי הסף של האוניברסיטאות ובממוצע של תעודה שכזאת.

ערב כניסת התוכנית אנו מוצאים כי כ-80% מהתלמידים שמגיעים כיום לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית הם תלמידים שהיו בעלי הישגים גבוהים במקצועות לימוד כמותיים בכיתה ח' (התלמידים עם ציון גולמי מעל 70, בממוצע מתמטיקה ומדעים במיצ"ב בשנים תשס"ב-תשס"ג). יחד עם זאת, שיעור ניצול הפוטנציאל בקרב התלמידים בעלי ההישגים הגבוהים במיצ"ב בכיתה ח' הוא נמוך מאוד: רק חמישית מהם מגיעים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

הימצאות בעשירון העליון מבחינת הישגים במתמטיקה ובמדעים בכיתה ח' (ציון גולמי מעל 85 בשנים תשס"ב-תשס"ג), מכפילה את הסיכוי להגיע לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, שכן כ-40% מתלמידי העשירון העליון מגיעים לתעודה שכזו.

התוכנית עתודה מדעית טכנולוגית מתמקדת בתלמידי הרבעון העליון. תלמידי התוכנית לומדים מכיתה ז' את לימודי המדעים והמתמטיקה בקבוצות מצוינות בהן רמת הלימוד וקצב הלימוד גבוהים יותר.

מעבר לכך התלמידים בתוכנית העתודה לומדים שש שעות נוספות בתחומי המדע והטכנולוגיה. מדובר בתוספת שמטרתה בין השאר לבסס את הידע והמיומנויות הנדרשות ללימודי מדע וטכנולוגיה מוגברים בתיכון. תוספת זו כוללת גם הכוונה וחיפה לתחומי מדע וטכנולוגיה מעניינים מגיל צעיר. לשתי הפעולות המוזכרות – למידה בקבוצות מצוינות מכיתה ז' ותוספת שעות וחומר לימוד – יש בכדי להכפיל את שיעור התלמידים המסיימים לימודיהם עם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

גורם חשוב נוסף הוא הכוונת תלמידים בחטיבה העליונה למצדדים שמזכים בתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית. בחטיבה העליונה נמצאו יותר תלמידים הקרובים לתעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית מהזכאים לתעודה שכזו. לפעולה של הכוונת התלמידים הללו בתוספת שעות המיועדות ללימודים בקבוצות קטנות בכדי לשפר את יכולת ההחזקה יש פוטנציאל להכפלת שיעור התלמידים המסיימים עם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית.

הניתוח שנערך בעבודה זו מלמד שהשאפה להעלות את אחוז התלמידים המסיימים עם תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית מ-6% ל-14% תוך 3-5 שנים (התבססות על המהלכים הנעשים בחטיבה העליונה) והשאפה להעלות מ-14% ל-20% תוך 6-9 שנים (התבססות על המהלכים הנעשים בחטיבה העליונה בתוספת למהלכים שנעשים בחטיבת הביניים) נראית ישימה ומציאותית, בהתחשב בממדי הפוטנציאל לעתודה מדעית-טכנולוגית שלא ממומש.

לכך נוסף שהמאמר מכוון למספר פעולות ממוקדות שיש בהן להביא לצמצום נוסף של הפוטנציאל הלא ממומש:

1. מגדר - שיעור הבנות עם תעודה מדעית טכנולוגית איכותית מהווה רק שליש מהתלמידים שמסיימים עם תעודת בגרות שכזו, מכאן למגדר קשר הדוק עם היכולת לממש את הפוטנציאל. בעניין זה הפעולות צריכות להתמקד בחינוך העברי מאחר והתופעה לא נצפתה בחינוך הערבי. באופן כללי המאמץ צריך להתמקד בשלב הבחירה בסוף כיתה ט' ולפני כיתה י' משום שבשלב זה מתרחב הפער המגדרי בלימודי

מתמטיקה. בבתי הספר שבפיקוח הממלכתי-דתי נדרש מיקוד מאמץ כבר משלב מוקדם יותר (כיתה ז') מאחר שכבר בשלב זה נוצר פער משמעותי בידע המדעי והמתמטי לטובת הבנים.

2. רקע חברתי כלכלי - כדי לממש את הפוטנציאל יש לחזק את הידע המדעי והמתמטי בחטיבת הביניים הן בקרב תלמידים מרקע חלש והן בקרב תלמידים מרקע חזק. יחד עם זאת הנתונים מלמדים שנדרש מאמץ גדול יותר בישובים מרקע חברתי-כלכלי חלש. הכוונת תלמידים נדרשת גם בישובים מרקע חברתי-כלכלי חזק, לאור העובדה שדווקא בישובים אלה שיעור גבוה יחסית של תלמידים עם הישגים גבוהים במתמטיקה ובמדעים בחטיבת הביניים לא השיגו תעודת בגרות מדעית טכנולוגית איכותית, כי לא שאפו להגיע אליה, או שוויתרו מהר מדי.

3. מגזר - בשלב חטיבת הביניים יש חשיבות להגדיל את שיעור התלמידים המצטיינים במדע וטכנולוגיה בכל המגזרים. בעניין זה פעולה ממוקדת צריכה להיעשות בפיקוח הממלכתי-דתי בדגש על המדעים ובמגזר הערבי בדגש על מתמטיקה. בשלב החטיבה העליונה פעולה ממוקדת נדרשת בהכוונה של תלמידים לתחומים האלה בפיקוח הממלכתי-דתי.

4. שיפור כלי מדידה חינוכית - מהנתונים למדנו כי כושר הניבוי של מבחן המיצ"ב במתמטיקה טוב יותר מזה של מבחן במדעים ולמצרף של שני המקצועות יש אף כושר ניבוי גבוה יותר. עדיין, הנתונים מלמדים כי יש צורך לשפר את כושר הניבוי של מבחני המיצ"ב לאיתור המועמדים לתוכנית העתודה. בעניין זה נציין שבשנתיים האחרונות נעשה שינוי בהוראת לימודי המדעים בחטיבת הביניים, הושם דגש רב יותר על ידע דיסציפלינארי, למיצ"ב במדעים הוספו נושאי לימוד ובוטלה הבחירה בין נושאים שהייתה נהוגה. ייתכן שמהלכים אלה ישפרו את כושר הניבוי של מבחני המיצ"ב במדעים בהשוואה למיצ"ב במתמטיקה. בנוסף, הוספת פרקים ייעודיים, על פי תכנית לימוד תוספתית, יכולה אף היא לשפר את יכולת הניבוי של מבחני המיצ"ב; יש להמשיך לעקוב אחר ההשפעה של שינויים ותוספות אלה.

5. איתור תלמידים - נראה שמערכת החינוך צריכה לשפר את יכולת האיתור של תלמידים בסוף בית ספר יסודי, לתת משקל למוטיבציה ולא להישען על ציוני מיצ"ב בלבד. לפיכך, אנו מציעים לקלוט לתוכנית העתודה עוד 5% של תלמידים שלא השיגו ציונים גבוהים במיצ"ב, שיצורפו לתוכנית רק על בסיס מוטיבציה ורצון, כדי להשאיר פתח לכישרונות חבויים נוספים.

עבודה זו נשענת בעיקרה על סטטיסטיקה תיאורית ומהווה פתיח לבחינה מעמיקה יותר לגבי הפוטנציאל שאיננו מומש, והתייחסות להשלכות של אי מימוש זה לגבי המשך לימודי השכלה גבוהה בתחומים הללו, הסיכוי להגיע לתואר ראשון, איכות התואר וסיכויי ההשתלבות בתעשיות המתקדמות בישראל, היבטים אליהם נתייחס במחקר המשך.

אולם, כבר בשלב זה של החקירה ניתן להגיד בביטחון כי קיים פוטנציאל גדול של תלמידים מוכשרים בתחומי מדע וטכנולוגיה שאינם מנוצל. הצבת היעד, תוספת משאבים ופעולות ממוקדות לאיתור, הכוונה ושיפור יכולת ההחזקה יכולים להגדיל באופן משמעותי את שיעור התלמידים המצטיינים בתחומים אלה. לפעולה מערכתית שכזו תהיה השפעה מכרעת על חיזוק היכולת התחרותית של מדינת ישראל בתחומים הללו כמו גם הגדלת שוויון הזדמנויות וצמצום הפערים בחברה בטווח הארוך.

The Central Bureau of Statistics (CBS) encourages research based on CBS data, such as this work. Works of research of this sort are not official publications of the CBS, and therefore the opinions and conclusions expressed in these publications are those of the authors and do not necessarily represent those of the CBS.

Published by the Central Bureau of Statistics, 66 Kanfe Nesharim St.,

Corner Bachi St., P.O.B 34525, Jerusalem 91342, Israel

Tel. 972-2-6592666; Fax: 972-2-6521340

Internet Site: www.cbs.gov.il

E-Mail: info@cbs.gov.il

WORKING PAPER SERIES

NO. 67

**Treading on diamonds:
Israel's unrealized potential of excellence**

Ofer Rimon* and Dmitri Romanov**

April 2012