

**הערכת האפקטיביות של התוכניות
"עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש"**

נעם זוסמן* ודוד מעגן*

סדרת מאמרים לדיון 2019.10
ספטמבר 2019

בנק ישראל <http://www.boi.org.il>

* חטיבת המחקר, בנק ישראל: דוא"ל – noam.zussman@boi.org.il, טל' – 02-6552602.

* אגף בכיר חינוך וחברה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה: דוא"ל – maagan@cbs.gov.il, טל' – 02-6592517.

המחקר התבצע בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה והתבסס על מאגרי נתונים הנמצאים ברשותה. תודה ליגאל דור ולמוהנא פארס ממשד החינוך על העמדת נתוני בתי הספר המשתתפים בתוכניות, חומרי רקע על התוכניות ודברי הסבר. תודה לעדי ברנדר מבנק ישראל, ליוסי מחלוף מהרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך ולצבי אריכא ולגילמור קשת-מאור ממשד החינוך על ההערות לגרסה מוקדמת של המאמר. תודה לדן בן חור מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה על הייעוץ הסטטיסטי.

הדעות המובעות במאמר זה אינן משקפות בהכרח את עמדתו של בנק ישראל

חטיבת המחקר, בנק ישראל ת"ז 780 ירושלים 91007

Research Department, Bank of Israel, POB 780, 91007 Jerusalem, Israel

הערכת האפקטיביות של התוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש"

נעם זוסמן ודוד מעגן

תקציר

משרד החינוך מפעיל בחלק מחטיבות הביניים והתיכונים מאז 2011 את התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" (להלן תוכנית העתודה) במטרה להעלות את שיעור הניגשים לבחינות הבגרות ב-5 יחידות לימוד (יח"ל) במתמטיקה ובשני מקצועות מדעיים-טכנולוגיים נוספים (להלן מצרף מקצועות העתודה); מאז 2015 הוא מפעיל בתיכונים גם את התוכנית "לתת חמש" לשם חיזוק לימודי המתמטיקה בהיקף של 5 יח"ל. המחקר בחן את השפעת שתי התוכניות על הסיכוי לגשת לבחינות הבגרות במקצועות אלה ועל תוצאותיהן, וכן את הסיכוי של בוגרי החינוך הערבי להתחיל ללמוד מקצועות מדעיים במוסדות להשכלה גבוהה. האמידות התבססו על מגוון נתונים מנהליים ונערכו בשיטת הפרש ההפרשים.

תוכנית העתודה הביאה עד 2017 לגידול של 4–5 נקודות אחוז בשיעור תלמידי בתי הספר של העתודה הנבחרים ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות העתודה בהשוואה לתלמידי בתי הספר שלא השתתפו בשתי התוכניות. (שיעור הנבחרים ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף עמד בבתי הספר של העתודה ערב התוכנית על 13% ו-8%, בהתאמה). השפעתה על התלמידות הייתה גדולה ב-1–2 נקודות אחוז מאשר על התלמידים, וכך גם על אלו שציוניהם במבחני המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח' היו גבוהים מהממוצע. תוכנית "לתת חמש" העלתה את שיעור הנבחרים ב-5 יח"ל במתמטיקה בקרוב ל-3 נקודות אחוז (שיעור הנבחרים ערב התוכנית עמד על 14%), והשפיעה רק על הבנים. העלייה של שיעור הנבחרים ב-5 יח"ל במתמטיקה בזכות שתי התוכניות לא לוותה בירידה של ממש בשיעור העוברים את הבחינה ובציוניהם.

תוכנית העתודה העלתה את הסיכוי של בוגרי החינוך הערבי להתחיל (עד 2018) בלימודים לתואר ראשון במדעים בסדר גודל של 2 נקודות אחוז (בהשוואה ל-5% ערב התוכנית) ואת הסיכוי ללמוד את מקצועות ההייטק בכ-1 נקודות אחוז (בהשוואה ל-4%), בשני המקרים רק לבעלי מיצ"ב גבוה מהממוצע. בשלב זה הנתונים אינם מאפשרים לבחון את הסוגיה גם לגבי התוכנית "לתת חמש" ובקרב בוגרי החינוך העברי.

Assessing the effectiveness of the "Scientific-Technological Reserves" And "Give Five" programs

David Maagan and Noam Zussman

Abstract

Since 2011, the Ministry of Education has been running the "Scientific-Technological Reserves" program (hereinafter "the Reserves program") in part of the middle and high schools with the aim of raising the rate of those taking the 5-unit matriculation exams in mathematics and two other scientific-technological subjects (hereinafter the reserves subjects aggregate). Since 2015, it has also been running the "Give Five" program in high schools to strengthen mathematics studies at the 5-unit level.

This study examined the effect of the programs on the probability of taking matriculation exams in these subjects, and their results, as well as the probability of Arab high school graduates beginning to study scientific subjects in institutes of higher education. The estimations were based on a variety of administrative data, and were conducted using the difference-in-differences method.

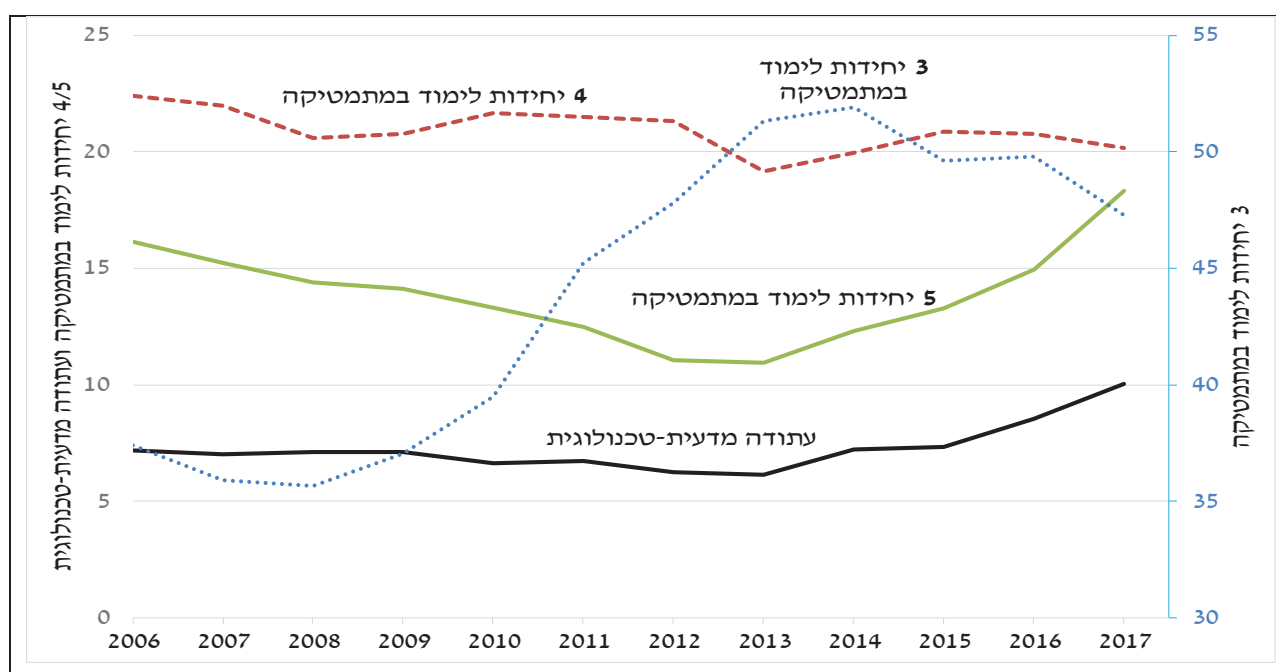
Until 2017, the Reserves program led to an increase of 4–5 percentage points in the rate of students taking the 5-unit test in mathematics and in the Reserves subjects aggregate in schools where the Reserves program was implemented, compared with students in schools that did not participate in either program. (Prior to the programs, 13 percent of students in the Reserves schools took the 5-unit test in mathematics, and 8 percent took the 5-unit tests in the Reserve subjects aggregate.) The effect on female students was 1–2 percentage points higher than on male students, as was the effect on those whose scores were higher than average on the Meitzav mathematics test in 8th grade. The "Give Five" program increased the rate of those taking the 5-unit test in mathematics by almost 3 percentage points (the rate prior to the program was 14 percent), and had an effect only on male students. The increase in the rate of those taking the 5-unit test in mathematics thanks to the programs was not accompanied by a noticeable decline in the rate of those passing the tests or in their scores.

The Reserves program increased the probability of graduates from the Arab school system starting Bachelor's studies in sciences (up to 2018) by an order of 2 percentage points (compared with 5 percent prior to the program), and the probability of studying high-tech subjects by about 1 percentage point (compared with 4 percent). In both cases, the effect was only on those with higher-than-average scores on the Meitzav tests. It is currently impossible to examine the issue regarding the "Give Five" program, or among graduates of the Jewish school system.

א. הקדמה

צמיחתו המהירה של המשק הישראלי נשענת בין השאר על השבחת ההון האנושי ועל שיפור פריון העבודה. הענפים עתירי הידע הם מקטרי הצמיחה, וזקוקים לעובדים מיומנים בתחומי המדע והטכנולוגיה. דוחות אחדים הצביעו על מחסור בעובדים כאלו, המהווה חסם בפני התרחבותם של אותם ענפים (קנדל, 2012; צוק, 2014; שביב, 2018).¹ המחסור יכול להיווצר, בין השאר, בגלל שיעור נמוך של תלמידי מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM) בהיקף מוגבר בבתי הספר ובמוסדות על-תיכוניים ואקדמיים, ובגלל רמת לימודים לא מספקת במוסדות החינוך לסוגיהם. מספר הניגשים לבחינת הבגרות² ב-5 יחידות לימוד (יח"ל) במתמטיקה, באוכלוסיית המחקר (המוצגת בהמשך) ירד בשנים 2006–2013 בכשליש, ושיעורם מכלל התלמידים בכיתה י"ב פחת מ-16.1% ל-10.9%, במקביל ליציבות של שיעור הנבחנים ב-4 יח"ל במתמטיקה ועלייה חדה בחלקם של אלו הנבחנים ב-3 יח"ל (איור 1).³ מגמות דומות נרשמו אצל התלמידים והתלמידות, בחינוך העברי ובחינוך הערבי, ובקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי חזק ומרקע חלש. שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה היה נמוך יחסית בקרב בנות, ערבים ותלמידים מרקע חלש. שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במקצועות המדעיים-טכנולוגיים האחרים (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה וכן מחשבים, אלקטרוניקה ועוד) נותר באותה תקופה כמעט ללא שינוי, כך שבסיכומו של דבר חלקם של הנבחנים בהיקף מוגבר במתמטיקה ובשני מקצועות מדעיים-טכנולוגיים נוספים (להלן מצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית") פחת מעט (איור 1).

איור 1. שיעור הנבחנים¹ במתמטיקה ובמצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית"² מתלמידי י"ב (אחוזים)



המקור: משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחברים.

(1) באוכלוסיית המחקר.

(2) 5 יח"ל במתמטיקה, 5 יח"ל בפיזיקה/כימיה/ביולוגיה ו-5 יח"ל נוספות בפיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב/אלקטרוניקה.

¹ לעומת זאת טוענים בנטל ופלד (2016) שאין מחסור בבעלי תארים אקדמיים במדע ובטכנולוגיה, למעט אולי לאחרונה בתחום פיתוח תוכנה במו"פ. לטענתם ייתכן שבוגרי המכללות בתחומים אלו אינם ברמה הנדרשת, ומכאן תחושת המחסור. (רמז לכך ניתן למצוא אצל אחדות ואחרים [2018], המראים שהשכר של בוגרי תואר ראשון במחשבים במכללות נמוך בהרבה מזה של בוגרי אוניברסיטאות, וזאת לאחר פיקוח על הבדלים בכישורים); ברנד (2018) מעריך שלא צפויה עלייה משמעותית בחלקו של ענף ההייטק במועסקים מהסיבות הבאות: בהשוואה בין-לאומית הוא מעסיק שיעור גבוה מהמועסקים במשק וקולט שיעור גבוה מבעלי המיומנויות הגבוהות, וחלק ניכר מאלה בענפים האחרים מועסקים במשלחי יד יוקרתיים ולכן הסיכוי שיעברו להייטק קטן.

² המחקר מתייחס אך ורק לנבחנים בבחינות הבגרות במועד הקיץ (כלומר לא כולל נבחנים אקסטראניים).

³ תמונה דומה מתקבלת לא רק באוכלוסיית המחקר, אלא גם בכלל מערכת החינוך – ראו איור נ"1 בנספח.

רימון ורומנוב (2012) טענו כי מערכת החינוך הציבה לעצמה בעבר יעד של העלאת שיעור הזכאות לתעודת בגרות, ולא בהכרח השגת תעודה איכותית⁴, ולכן בתי הספר לא עודדו את התלמידים לבחור במקצועות ה-STEM בהיקף מוגבר. יתר על כן, דרישות הקבלה של האוניברסיטאות היו זכאות לתעודת בגרות העומדת בדרישות סף שכמעט אינן מעודדות לימודים מוגברים של מקצועות אלו⁵. עוד הראו המחקרים, כי בתחילת העשור הנוכחי היה פוטנציאל של ממש להרחבת נתח הלומדים את מקצועות ה-STEM. כך, למשל, רק כשליש מהתלמידים שהישגיהם בבחינות המיצ"ב במדעים ובמתמטיקה בכיתה ח' היו גבוהים השיגו תעודת בגרות מדעית-טכנולוגית; שיעור הבנות הזכאיות לתעודת בגרות מדעית-טכנולוגית היה נמוך ביותר משליש מזה של הבנים, אף שההבדלים המגדריים בציוני המיצ"ב היו קטנים – ממצא המרמז על פוטנציאל לגידול שיעור הזכאות של בנות לאותה תעודה. ראייה לאפשרות של העלאת שיעור תלמידי התיכון בישראל הלומדים מתמטיקה בהיקף נרחב היה ניתן למצוא בעובדה שבעשור שעבר השיעור היה בשליש התחתון של המדינות המערביות (השליש בו השיעור קטן מ-15% מהתלמידים) – ראו Hodgen ואחרים (2010).

הצורך בהרחבת לימודי ה-STEM בבתי הספר בא לידי ביטוי גם בהישגים הנמוכים של תלמידי ישראל באותם תחומים בהשוואה בין-לאומית. האוריינות המתמטית והמדעית של תלמידי ישראל בני 15 נמצאת בתחתית המדרג של מדינות ה-OECD, כפי שעולה ממבחני PISA הנערכים זה כשני עשורים, והפערים בהישגים לפי הרקע החברתי-כלכלי בארץ רחבים (הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2017א). נוסף על כך שיעור התלמידים המצטיינים בתחומים אלו נמוך מאוד, בפרט בקרב תלמידי החינוך הערבי. התבוננות בהישגי התלמידים הישראלים במתמטיקה ובמדעים במבחני TIMSS מעלה תמונה מעודדת מעט יותר: ציונם הממוצע במבחנים נמצא בחלק העליון של השליש התחתון מבין מדינות ה-OECD, ושיעור התלמידים המצטיינים, שהיה נמוך מאוד עד המבחן של 2011, עלה מאז מאוד (הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2017ב). בהשוואה למדינות ה-OECD מקומה של ישראל באוריינות מתמטית ומדעית ב-PISA וב-TIMSS השתפר במקצת במרוצת שני העשורים האחרונים אך עדיין נותר בשליש התחתון.

לעומת זאת השתפרו במידה ניכרת ההישגים של תלמידי ישראל במבחנים הלאומיים במתמטיקה ובמדעים. בזכות כיוול הציונים במבחני המיצ"ב ניתן לבחון זאת מאז 2008. במבחנים במתמטיקה בכיתות ה' ו' ובמדע וטכנולוגיה בכיתה ח' הייתה עד 2017 עלייה מתמשכת נאה (כ-13%, כ-7% וכ-17%, בהתאמה); היא הקיפה בנים ובנות, תלמידי החינוך העברי והערבי ותלמידים מרקע חברתי-כלכלי חזק וחלש כאחד (הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2017ג).

לבסוף, מחקרים הראו שלימודי מתמטיקה ומדעים בהיקף נרחב בתיכון בישראל מתואמים עם הסיכוי להמשיך ללימודים גבוהים בתחומים מדעיים-טכנולוגיים, ובפרט במדעי המחשב ובהנדסה, ובסיכוי של דבר משפרים מאוד את השתכרות הפרטים (קמחי והורוביץ, 2015; הרפז-מזוז וקריל, 2017; אחדות ואחרים, 2018). קמחי והורוביץ הראו שמעבר היפותטי של תלמידי תיכון ממסלול של 4 יח"ל במתמטיקה ל-5 יח"ל מתואם עם גידול של כ-8% בממוצע בשכרם השעתי⁶: 3% באופן עקיף (בזכות עליית הסיכוי ללימודים אקדמיים בתחומים

⁴ החל משנת 2015 מעביר משרד החינוך לכל אחד מבתי הספר התיכוניים את "התמונה החינוכית" שלו (ומפרסם אותה ברבים ברמת הרשות המקומית). היא כוללת מגוון מדדים בתחומים הבאים: ערכים ואקלים חינוכי, נשירה והתמדה, הצוות החינוכי והישגים. בהישגים כלולים (החל משנת 2017) לא רק שיעור הזכאים לתעודת בגרות, אלא גם המדדים הבאים: שיעור הזכאים לתעודת בגרות ברמה של 4/5 יח"ל במתמטיקה וכך גם באנגלית וכן שיעור הזכאים לתעודת בגרות מצטיינת (5 יח"ל באנגלית ולפחות 4 יח"ל במתמטיקה, וציון ממוצע בכלל המקצועות של לפחות 90 יחיד עם הצטיינות בתוכנית התפתחות אישית ומעורבות חברתית-קהילתית).

⁵ תנאי הסף הם בגרות ב-3 ומעלה יח"ל במתמטיקה, ב-4 ומעלה יח"ל באנגלית ובמקצוע מוגבר נוסף, כולל בציון עובר. התוספת לציון (הבונוסים) הייתה כדלקמן: 10 נקודות ל-4 יח"ל בכל מקצוע (ו-12.5 נקודות במתמטיקה ובאנגלית) ו-20 נקודות ל-5 יח"ל בכל מקצוע (25 נקודות במתמטיקה ובאנגלית).

⁶ תוצאה דומה מתקבלת גם כאשר מגבילים את הבדיקה לתלמידים שקיבלו ציון 80 ומעלה בבחינת הבגרות ב-4 יח"ל במתמטיקה.

רלוונטיים, המעניקים תשואה נאה בשוק העבודה) ו-5% באופן ישיר. העלייה הצפויה בשכר הנשים כפולה מאשר בשכר הגברים.

כפועל יוצא מהירידה המתמשכת של שיעור התלמידים הזכאים לתעודת בגרות מדעית-טכנולוגית בעשור הקודם, מההישגים הנמוכים של תלמידי ישראל במבחנים הבין-לאומיים באותם תחומים, מהצורך של המשק, ובפרט של הענפים עתירי הידע, בכוח אדם מיומן בתחומי המדע והטכנולוגיה, מצורכי צה"ל, וכמובן הרצון להעלות את כושר ההשתכרות של בוגרי מערכת החינוך – יזם משרד החינוך שתי תוכניות לתגבור לימודי המתמטיקה והמדעים בבתי הספר: "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש".

המחקר שלפנינו בוחן את השפעת התוכניות על הסיכוי לגשת לבחינות הבגרות במתמטיקה ובמדעים בהיקף מוגבר ואת ההצלחה בהן, וכן על הנטייה להתחיל ללמוד תואר ראשון במדעים במוסדות להשכלה גבוהה. סדר העבודה הוא כדלקמן. פרק ב' מתאר את התוכניות, פרק ג' מציג את בסיס הנתונים, אוכלוסיית המחקר ומאפייני תלמידי בתי הספר המשתתפים בתוכניות, פרק ד' מביא סטטיסטיקה תיאורית, פרק ה' מתאר את שיטת האמידה והתוצאות, ופרק ו' מסכם.

ב. תוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש"⁷

"עתודה מדעית-טכנולוגית" נועדה להגדיל במידה משמעותית את שיעורם של לומדי מצרף המקצועות הבאים: מתמטיקה בהיקף 5 יח"ל, מקצוע במדעי הטבע (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה) בהיקף של 5 יח"ל, וכן מקצוע מדעי נוסף (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב) או מגמה טכנולוגית (הנדסת תוכנה/אלקטרוניקה/מכונות/ביוטכנולוגיה ועוד) בהיקף של 5 יח"ל; כל זאת בלי להוריד את רמת הלימודים⁸. עם עקרונות התוכנית, כפי שהגדירו אותה הוגיה, נמנים חשיפה של תלמידים בעלי פוטנציאל הצטיינות בתחומים דלעיל לתוכנית מאתגרת וברמה לימודית גבוהה, מתן הזדמנות שווה לכל התלמידים תוך גישור על פערים חברתיים-כלכליים וכן עידוד בנות להשתלב בה.

במסגרת התוכנית מאותרים התלמידים בעלי הפוטנציאל עוד בכיתה ז', והם זוכים לתוספת שעות להעמקה של התכנים המדעיים-טכנולוגיים. הלימודים בחטיבת הביניים מתקיימים בכיתה/קבוצה ייעודית של לפחות 25 תלמידים⁹. בחטיבת הביניים נוספות במצטבר 20 שעות שבועיות לכיתה/קבוצה ייעודית, מעל ומעבר לשעות המוענקות לכל התלמידים, ובחטיבה העליונה מדובר בתוספת מצטברת של 15–24 שעות (תלוי במספר התלמידים המשתתפים בתוכנית) לתגבור הלימודים ולמניעת נשירה¹⁰. כמו כן מוקצים משאבים לרכישת ציוד לסדנאות ומעבדות. המשך ההשתתפות של תלמיד חטיבת הביניים בתוכנית תלוי בציוניו בשנה החולפת (לרבות במבחני מעבר לאחר מכינת קיץ המיועדת לאלו שציוניהם נמוכים מאלה של תנאי המעבר). ההוצאה של תוכנית העתודה הסתכמה בשנת 2018 בכ-107 מיליוני ש"ח¹¹. העלות המצטברת של השעות הנוספות לתלמיד בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" במהלך הלימודים בכיתות ז' עד י"ב עמדה בשנת 2018, לפי חישובנו, על כ-10.3 אלפי ש"ח¹².

התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" החלה לפעול כפיילוט בשנת 2010, ומשנת 2011 (תשע"א) – כתוכנית מן המניין. תלמידי י"ב הראשונים שהשלימו 3 שנים מלאות בתיכון שהופעלה בו תוכנית העתודה סיימו אפוא את לימודיהם ב-2013, ועל כן שנת 2012 משמשת שנת בסיס לצורך הסטטיסטיקה התיאורית והאמידות שיוצגו

⁷ לצעדים שנקטה המועצה להשכלה גבוהה החל מתשע"ג לשם הגדלת שיעור הסטודנטים הלומדים מקצועות מדעיים-טכנולוגיים, לרבות מדעי המחשב, ראו שביב (2018). חשוב להדגיש שהיכולת של מערכת ההשכלה הגבוהה לעשות כן תלויה במידה רבה בהיצע בוגרי בתי הספר בעלי ידע בסיסי בתחומים אלו וברצונם להמשיך ללמוד אותם.

⁸ להרחבה ראו משרד החינוך (2018).

⁹ ובבתי ספר עם פחות מ-100 תלמידים לפחות 20% מכלל תלמידי השכבה.

¹⁰ הלימודים בתוכנית העתודה בחטיבה העליונה לא נערכים בכיתה/קבוצה ייעודית, בניגוד למצב בחטיבת הביניים. תלמיד יכול להצטרף לתוכנית העתודה בחטיבה העליונה בלי להשתתף בה בחטיבת הביניים (לאחר הפעלת התוכנית בבית ספר שש-שנתי התופעה זניחה).

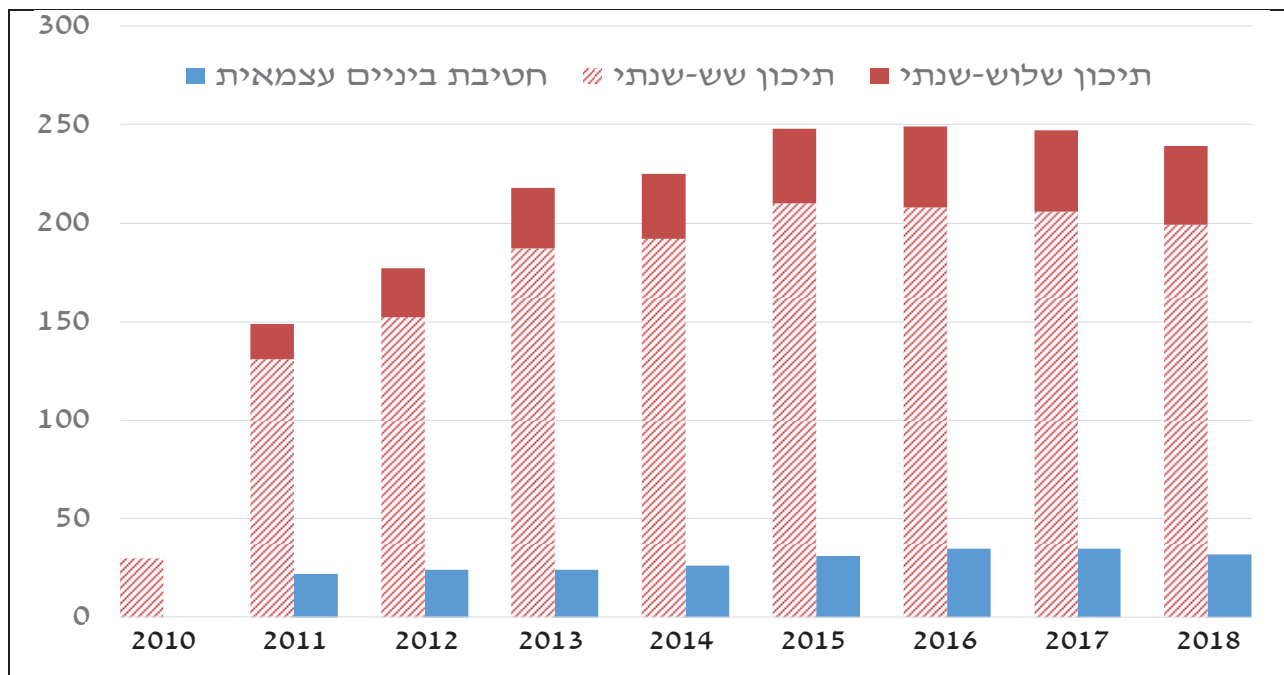
¹¹ המקור: מינהל כלכלה ותקציבים, משרד החינוך.

¹² מבוסס על כך שבשנת 2018 עלות שעה לכיתה בחטיבת הביניים הייתה כ-4.7 אלפי ש"ח, ובתיכון – כ-10.0 אלפי ש"ח, ובהנחה שבכיתה עתודה בחטיבה 30 תלמידים ובשכבת עתודה בתיכון 25 תלמידים.

בהמשך. יש להדגיש שבוגרי י"ב בשנת 2016 הם הראשונים שהשלימו לימודים בתוכנית העתודה ברציפות מכיתה ז'.

בשנת 2018 השתתפו בתוכנית 32 חטיבות ביניים עצמאיות ו-239 תיכונים (לרבות שש-שנתיים), שהם כ-23% מסך התיכונים (שאינם של תלמידי החינוך המיוחד או החינוך החרדי). מספר בתי הספר המשתתפים בתוכנית בכל שנה מוצג באיור 2. בשנת 2018 השתתפו בתוכנית כ-7.1 אלף תלמידי כיתה ז' וכ-7.1 אלף תלמידי כיתה י"ב, שהם כ-6.0% וכ-6.7% מסך התלמידים בשכבה (שאינם של החינוך המיוחד או של החינוך החרדי).

איור 2. בתי ספר בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית"¹³



המקור: משרד החינוך ועיבודי המחברים.

(1) לא כולל 2 בתי ספר שהשתתפו בפילוט והשנה שבה הם נגרעו מהתוכנית אינה ידועה.

התוכנית הלאומית לקידום המתמטיקה "לתת חמש" (שכונתה בראשיתה "מתמטיקה תחילה" או "2פ5" – על שם היוזמה המעורבת בתוכנית) נועדה להגדיל את שיעור התלמידים הניגשים לבחינת הבגרות במתמטיקה בהיקף של 5 יח"ל, להעלות את קרנו ומעמדו של המקצוע בקרב כלל התלמידים ולשפר את איכות הוראתו.¹³ (להרחבה ראו: משרד החינוך, 2015; הרשות הארצית למחקר והערכה בחינוך, 2016, 2018א ו-2018ב). היעד של התוכנית, לפי משרד החינוך, הוא להכפיל את מספר הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בתוך ארבע שנים מכ-9.7 אלפים בשנת 2014 (בשנת 2017 הוא עמד על כ-16.1 אלף) – ולפי יוזמת 2פ5 להגיע לכך שבתוך 10 שנים 18% מהנבחנים ייגשו ל-5 יח"ל במתמטיקה (לעומת כ-10.8% בשנת 2014 ו-16.1% בשנת 2017) – בהדגשת תלמידות, ערבים ותלמידים מרקע חברתי-כלכלי חלש.

במסגרת התוכנית הוענקו לבתי הספר המשתתפים בתוכנית 15 שעות תקן שבועיות, שהיו אמורות להיות מופנות לתלמידי י"ב, אך בפועל פוזרו ברבים מבתי הספר בין תלמידי י" עד י"ב, וכן שימשו לפתיחת כיתות קטנות ל-5 יח"ל במתמטיקה ולתגבור לימודי¹⁴. כן הונהגו בכלל מערכת החינוך מרתונים לתלמידים לקראת בחינות

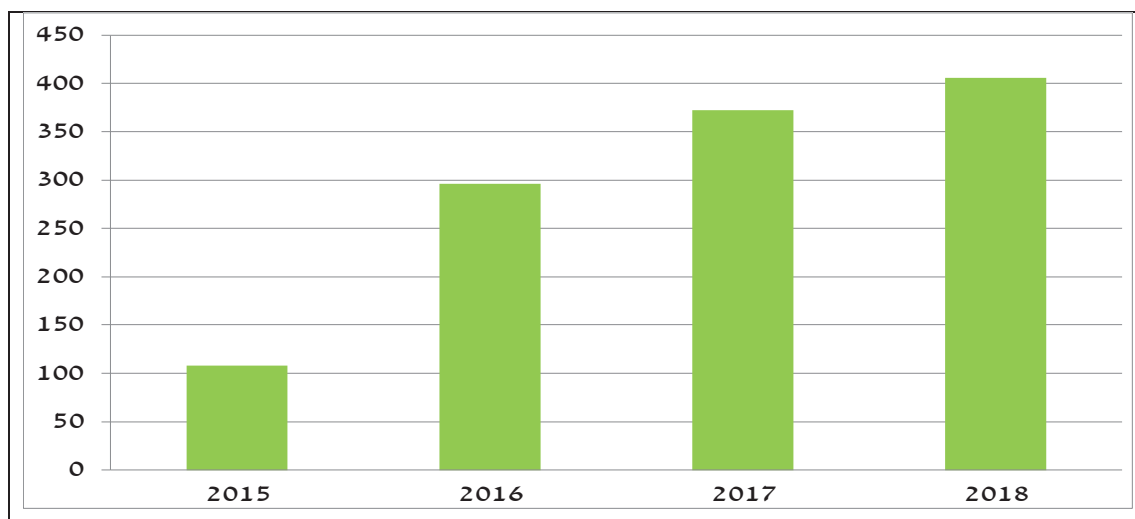
¹³ שביב (2018) מצביעה על מחסור במורים איכותיים למתמטיקה. (לרבים ממורי המתמטיקה תואר B.Ed., והם לא למדו במוסדות להשכלה גבוהה את תחום הדעת). מחסור דומה שורר גם במורים למדעים.

¹⁴ נוספו גם כ-5 אלפים שעות בשנה לתגבור לימודי המתמטיקה בכיתות ט' בכלל מערכת החינוך, כדי לסייע לעולים לכיתה י' ללמוד 5 יח"ל מתמטיקה.

הבגרות והשתלמויות למנהלים ולמורים, וננקטו צעדים נוספים להעלאת איכות המורים (הסמכת מורים למתמטיקה, הענקת מלגות לסטודנטים למתמטיקה ולבוגרי מכללות בתחומים אחרים שיפנו להוראת מתמטיקה, הסבת אקדמאים ועוד)¹⁵. הופעלה גם תוכנית למעורבות התנדבותית של חברות הייטק בבתי הספר, לרבות ליווי מורים ותלמידים.

התוכנית "לתת חמש" מופעלת בבתי ספר (שקיבלו את תוספת שעות התקן האמורה) אשר לא נוטלים חלק בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית". היא החלה בשנת 2015 (תשע"ה) ב-108 בתי ספר תיכוניים והתרחבה במהירות – איור 3. בשנת 2018 השתתפו בתוכנית 406 תיכוניים, שהם כ-39% מסך התיכוניים (שאינם של החינוך המיוחד או של החינוך החרדי). ההוצאה על התוכנית "לתת חמש" הסתכמה בשנת 2018 בכ-33 מיליוני ש"ח¹¹. מסקרי מעקב אחר התוכנית עולים קשיים ביישומה (הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2018), לרבות קבוצות לימוד הטרוגניות המקשות על ההוראה, פגיעה בתלמידים שאינם מתאימים או מעוניינים להשתלב בתוכנית, ובפרט אצל אלו שנשרו ממנה, פיחות גדול במעמדן של המגמות ל-4 ול-3 יח"ל במתמטיקה ותחושה של השארת המקצועות ההומניים הרחק מאחור.

איור 3. בתי ספר בתוכנית "לתת חמש"



המקור: משרד החינוך ועיבודי המחברים.

ג. בסיס הנתונים, אוכלוסיית המחקר ומאפייני תלמידי בתי הספר המשתתפים בתוכניות

בסיס הנתונים למחקר מבוסס על זיווג של מגוון קבצים מנהליים הנמצאים בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ונוגעים לתלמידים, להוריהם ולבתי הספר. נתונים דמוגרפיים שמקורם במרשם התושבים; מהלך הלימודים בבית הספר, המבוסס על קובצי תלמידים, מוסדות חינוך ומורים; ההישגים הלימודיים על פי תוצאות מבחני המיצ"ב בכיתה ח' וקובצי בחינות הבגרות; מידע על לימודים אקדמיים שנגזר מקובצי תלמידים במוסדות להשכלה גבוהה; מספר שנות הלימוד של ההורים והכנסתם, שנלקח ממרשם ההשכלה של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומקובצי רשות המסים בישראל, בהתאמה. משרד החינוך העמיד לרשותנו מידע על מועדי ההצטרפות של בתי הספר לתוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" ועל מועדי הפרישה מהתוכניות¹⁶.

¹⁵ נוסף על כך הוגדל, בשנת 2016, הבונוס שמעניקים המוסדות להשכלה גבוהה לציון (עובר) בבחינת הבגרות ב-5 יח"ל במתמטיקה מ-25 ל-30 נקודות, ונבנתה "רשת ביטחון", המאפשרת לתלמידים להיבחן ב-4 יח"ל במתמטיקה במקרה של כישלון ב-5 יח"ל.

¹⁶ משרד החינוך לא מנהל רישום של התלמידים שהשתתפו בתוכניות; לכן האמידות שיוצגו בהמשך מתייחסות רק להשפעה הממוצעת של התוכניות על כלל התלמידים בבתי הספר שבהם הן הופעלו (intention to treat), ולא להשפעה הישירה על התלמידים שהשתתפו בהן. לפיכך ייתכן שתוצאות האמידות אשר יוצגו בהמשך הן אומדן חסר להשפעת התוכניות על המשתתפים בהן.

אוכלוסיית המחקר כללה את בתי הספר התיכוניים בישראל שפעלו ברציפות בשנים 2006–2017¹⁷, למעט אלו בחינוך החרדי, בתי ספר של החינוך המיוחד, בתי ספר חקלאיים ובתי ספר קטנים¹⁸. מהמחקר הושמטו התלמידים הבאים: תלמידי "שילוב" (תלמידי חינוך מיוחד בבתי ספר רגילים); אלו שנשרו מהתיכון, משום שנשירה אינה רלוונטית לאוכלוסיית היעד של התוכניות; ותלמידים שהחליפו בית ספר במעבר מכיתה י' ל"ב, משום שהדבר יוצר קושי לזהות את החשיפה לתוכניות. בלוח נ"1-1 בנספח מוצגים נתונים על מספרי בתי הספר והתלמידים שהושמטו מהמחקר.

בסיכומם של דבר הקיפה אוכלוסיית המחקר 404 בתי ספר תיכוניים שפעלו ברציפות בשנים 2006–2017 ובהם כ-718 אלף תלמידי כיתה י"ב באוכלוסיית המחקר, שהם כ-88% מכלל התלמידים בבתי הספר שבמחקר. בשנת 2017 השתתפו בתוכנית העתודה 174 בתי ספר תיכוניים באוכלוסיית המחקר (142 בחינוך העברי ו-32 בחינוך הערבי), שהם כ-70% מבתי הספר של העתודה באותה שנה; בתוכנית "לתת חמש" נטלו חלק 134 בתי ספר תיכוניים באוכלוסיית המחקר (78 בחינוך העברי ו-56 בחינוך הערבי), שהם כ-36% מבתי הספר שבתוכנית זו באותו מועד¹⁹. בתי הספר שהצטרפו לתוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" נבדלו במאפייניהם מבתי ספר אחרים. בלוח 1 מוצגים המאפיינים החברתיים-כלכליים של התלמידים בבתי הספר לפני הצטרפותם לתוכניות ובמהלכן. לתוכנית הצטרפו בתי ספר גדולים יחסית וכאלו שהיו בהם מגמות טכנולוגיות (לא מוצג). תלמידי בתי הספר שהצטרפו לתוכניות (לרבות התלמידים שלא השתתפו בהן) הם בממוצע מרקע חברתי-כלכלי הרבה יותר חזק מתלמידי בתי הספר האחרים, וציוניהם במתמטיקה במיצ"ב כיתה ח' גבוהים יותר; כך גם שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה ושיעור הזכאים לתעודת בגרות. הבדלים אלו אינם צריכים להפתיע, שכן שתי התוכניות מיועדות לתלמידים שיש להם סיכויים טובים להצליח בלימודי מתמטיקה ומקצועות מדעיים-טכנולוגיים בהיקף מוגבר. תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" הם מרקע חזק במקצת מזה של תלמידי בתי הספר של "לתת חמש".

באשר לשינויים במאפייני הרקע של התלמידים במהלך השנים, בין שנת 2009 (לפני הנהגת התוכניות) לשנת 2017 חל ברוב המאפיינים שיפור, ובסדרי גודל דומים (במונחים מוחלטים) בכל קבוצות בתי הספר. כמו כן נרשמה עלייה חדה יחסית של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" (5.5 נקודות אחוז)²⁰.

הרקע החברתי-כלכלי של תלמידי בתי הספר (שנמדד למשל לפי מספר שנות הלימוד של האימהות) אשר הצטרפו לשתי התוכניות מייד עם הפעלתן היה חזק יותר מהרקע של אלו שהצטרפו בשלב מאוחר יותר, בפרט בבתי הספר של "לתת חמש", והיה גבוה יותר מזה של תלמידי בתי הספר האחרים – ראו איור נ"2 בנספח. כדי לאפשר יישום מוצלח של התוכניות והרחבתן נדרשים מורים בעלי הכשרה הולמת. כך, למשל, יש מקום למורים למתמטיקה בוגרי תואר אקדמי במתמטיקה או בתחום דעת קרוב (בנוסף להכשרה להוראה). מלוח 1 (השורה התחתונה) אנו למדים שבבתי הספר של העתודה ו"לתת חמש" שיעור שעות ההוראה של מורים למתמטיקה

¹⁷ במועד עריכת המחקר נתוני בחינות הבגרות לשנת 2018 טרם התקבלו בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. ההתמקדות באוכלוסייה קבועה של בתי ספר פוטרת אותנו מהצורך להתמודד עם השפעת השינוי שהתחולל במהלך השנים בהרכב בתי הספר (והתלמידים) על משתני התוצאה.

¹⁸ בתי הספר הללו הושמטו מהמחקר מהטעמים הבאים: תלמידי בתי ספר של החינוך החרדי ושל החינוך המיוחד ניגשים לבחינות הבגרות בשיעורים נמוכים, אם בכלל; ובתי ספר חקלאיים (ופנימיות) הם בעלי מאפיינים ייחודיים. כמו כן נגרעו בתי ספר תיכוניים שבאחת או יותר מהשנים 2006–2017 היו בהם פחות מ-30 תלמידים בשכבה י' כיוון שיש קושי לערוך אמידות של סדרות עיתיות עם מספר מועט של תלמידים בבית הספר, וגם רצוי לשמור באמידות על אותם בתי ספר בכל השנים ("פאנל מאוזן").

¹⁹ הסיבות המרכזיות לשיעור הייצוג הנמוך של בתי הספר של לתת חמש במחקר הן שרבים מבתי הספר הללו לא התקיימו ברציפות מאז 2006 או לא היו בהם יותר מ-30 תלמידי י"ב בכל אחד מהמחזורים.

²⁰ העלייה בשיעור הזכאות לתעודת בגרות בבתי הספר האחרים הייתה פחותה (במונחים מוחלטים) מאשר בבתי הספר של העתודה ו"לתת חמש", ותופעה הפוכה התרחשה ביחס לציון המתוקן בבחינת המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח'. ואולם, כאשר אומדים את ההסתברות של תלמיד י"ב להשיג תעודת בגרות או את הציון המתוקן בבחינת המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח', תוך פיקוח על הרקע שלו ושל בית הספר והמורים (בשיטה המתוארת בהמשך) לא מוצאים הבדלים בין שלושת סוגי בתי הספר בהתפתחות משתני התוצאה הללו.

העומדים בקריטריון זה מסך שעות ההוראה של המורים למתמטיקה עמד על מחצית עד שני שלישים בשנת 2009, והוא אף ירד מעט במרוצת השנים²¹.

יישום התוכניות היה עשוי להביא בין השאר למעבר של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי חלש ללימודי 5 יח"ל במתמטיקה ומצרף מקצועות העתודה – יחסית לרקע של התלמידים שעשו כך קודם לכן. מהשוואה של לוח 2 ללוח 1 אנו למדים שכצפוי, התלמידים הנבחרים ב-5 יח"ל במתמטיקה הם מרקע הרבה יותר חזק מאשר יתר התלמידים באותם בתי ספר. מתברר כי לאחר הנהגת התוכניות, הפונים ללימודי 5 יח"ל במתמטיקה אינם מרקע חלש יותר מאשר התלמידים שפנו ללימודים אלה לפני התוכניות באותם בתי ספר; זאת גם כאשר מביאים בחשבון שינויים שהתרחשו במאפייני הרקע של התלמידים שלמדו 5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר האחרים (ראו טורי הפרש-ההפרשים), העשויים לשקף בין השאר את העלייה הכללית ברמות ההשכלה וההכנסה של ההורים על פני זמן. תלמידי מצרף מקצועות העתודה הם מרקע חברתי-כלכלי דומה לזה של תלמידי 5 יח"ל במתמטיקה, והרקע החברתי-כלכלי של תלמידי המצרף בבתי הספר שבהם הופעלו שתי התוכניות לא היה לאחר הפעלתן חלש מזה של תלמידי המצרף בבתי הספר האחרים (לא מוצג).

²¹ נראה ששיעור המורים ל-5 יח"ל במתמטיקה בעלי הכשרה הולמת גבוה יותר (מני-איקן ורוזן, 2015; הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך, 2016).

לוח 1. מאפיינים חברתיים-כלכליים של תלמידי בתי הספר התיכוניים המשתתפים בתוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" ובבתי ספר אחרים¹, לפני ואחרי הפעלת התוכניות

המאפיין		"עתודה מדעית-טכנולוגית"		"לתת חמש"		אחרים	
(שנה בכיתה י"ב:)		לפני (2009)	אחרי (2017)	לפני (2009)	אחרי (2017)	(2009)	(2017)
שנות הלימוד של האם		12.5	12.9	12.4	12.9	11.2	11.9
שנות הלימוד של האב		12.6	12.8	12.3	12.7	11.5	11.9
מספר האחים והאחיות		2.5	2.4	2.8	2.5	3.3	3.2
הכנסת ההורים ² לנפש תקנית (אלפי ש"ח לחודש)		4.9	5.9	4.1	5.5	3.0	3.9
הציון במיצ"ב כיתה ח' במתמטיקה (סטיות תקן)		0.21	0.16	0.17	0.11	-0.17	-0.03
שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה מהתלמידים (%)		16.2	21.7	16.5	19.8	11.0	13.0
שיעור הזכאים לתעודת בגרות מהתלמידים (%)		71.9	86.1	66.9	83.3	63.5	74.6
מספר התלמידים בבית הספר ³		239	227	251	239	200	177
שיעור המורים למתמטיקה בעלי תואר במתמטיקה או בתחום דעת קרוב ⁴ (%)		55.7	55.1	70.9	66.9	54.5	51.6

המקור: משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחקרים.

- (1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" וב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהן ברציפות לפחות בשנים 2015–2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהן "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.
- (2) הכנסה של הורי התלמידים (או האם במקרה שאינה נשואה) מעבודה שכירה ועצמאית, במחירי 2015.
- (3) תלמידי כיתה י'.
- (4) שיעור שעות ההוראה של המורים למתמטיקה בעלי תואר אקדמי במתמטיקה או בתחום דעת קרוב (מדעים פיזיקליים, סטטיסטיקה, מדעי המחשב והנדסה) מסך שעות ההוראה של המורים למתמטיקה. נכללו רק מורים שקיים עבורם מידע על התארים שרכשו במוסדות להשכלה גבוהה בארץ; מכאן שלא נכללו מורים מבוגרים וכאלו שרכשו את השכלתם במוסדות להשכלה גבוהה בחו"ל.

לוח 2. מאפייני תלמידי י"ב הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה:

בתי הספר המשתתפים בתוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" ובתי ספר אחרים¹,

לפני ואחרי הפעלת התוכניות

המאפיין		"עתודה מדעית-טכנולוגית"		"לתת חמש"		אחרים		הפרש-ההפרשים ²	
(שנה בכיתה י"ב:)		לפני (2009)	אחרי (2017)	לפני (2009)	אחרי (2017)	(2009)	(2017)	"עתודה" פחות האחרים	"לתת חמש" פחות האחרים
שנות הלימוד של האם		14.5	14.6	14.1	14.7	14.1	14.5	-0.2	0.2
שנות הלימוד של האב		14.6	14.5	14.1	14.6	14.3	14.4	-0.2	0.4
מספר האחים והאחיות		2.2	2.1	2.6	2.3	2.3	2.4	-0.2	-0.4
הכנסת ההורים ³ לנפש תקנית (אלפי ש"ח לחודש)		7.1	8.3	6.1	8.1	6.0	7.5	-0.2	0.5
הציון במיצ"ב כיתה ח' במתמטיקה (סטיות תקן)		0.97	1.02	0.89	0.96	0.87	0.97	-0.1	0.0

המקור: משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחקרים.

- (1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" וב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהן ברציפות לפחות בשנים 2015–2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהן "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.
- (2) ההפרש בין ערכי "עתודה מדעית-טכנולוגית"/"לתת חמש" בשנת 2017 לערכים בשנת 2009, פחות ההפרש המקביל בבתי הספר האחרים.
- (3) ההכנסה של הורי התלמידים (או האם במקרה שאינה נשואה) מעבודה שכירה ועצמאית, במחירי 2015.

ד. סטטיסטיקה תיאורית

מאיו 1 לעיל אנו למדים שלאחר הפעלת תוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" נרשם באוכלוסיית המחקר (המורכבת, כאמור, מבתי ספר שהשתתפו באחת משתי התוכניות ומכאלו שלא השתתפו אף באחת מהן) גידול ניכר של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה, והוא נמשך לאחר הפעלת תוכנית "לתת חמש" – מ-11.1% מכלל תלמידי י"ב בשנת 2012 (השנה האחרונה לפני שתלמידי י"ב יכלו להיחשף לראשונה לתוכנית העתודה) ל-18.3% בשנת 2017²²; במקביל ירד מעט שיעור הנבחנים ב-4 יח"ל במתמטיקה וצנח שיעור הנבחנים ב-3 יח"ל במתמטיקה. כפי הנראה, חלק מהתלמידים שאלמלא התוכנית היו לומדים 4 יח"ל בחרו ללמוד 5 יח"ל, וחלק מאלו שהיו לומדים 3 יח"ל בחרו ב-4 יח"ל; זאת בשעה שסך הנבחנים בהיקף של 3–5 יח"ל במתמטיקה עלה מאז שנת 2012 בקרוב ל-5 נקודות אחוז. גם שיעור הנבחנים במצרף מקצועות העתודה עלה עלייה ניכרת – מ-6.3% בשנת 2012 ל-10.0% בשנת 2017. שיעור הנבחנים בכל אחד ממקצועות העתודה עלה באותה תקופה בפחות מ-4 נקודות אחוז (לא מוצג), ולכן רוב עליית חלקם של הנבחנים במצרף מקצועות העתודה נובע כנראה מהעלייה של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה.

באיו 4 מוצגת התפתחות שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה במהלך השנים, בחלוקה בין בתי ספר תיכוניים שנכנסו לתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" בשנתה הראשונה (2011 או בפילוט), ולא עזבו אותה עד סוף 2017, בתי ספר שנכנסו לתוכנית "לתת חמש" בשנתה הראשונה (2015), ולא עזבו אותה עד סוף 2017, ובתי ספר אחרים שלא השתתפו אף באחת משתי התוכניות (עד סוף 2017). לפני הפעלת התוכניות נרשמה ירידה מתמשכת של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה – דומה בכל שלושת סוגי בתי הספר – ואילו לאחר הפעלת התהפכה המגמה. העלייה מאז 2015 בשיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר האחרים עשויה לנבוע בין היתר מהשפעת החלקים בתוכנית "לתת חמש" שהופעלו בכלל מערכת החינוך (ראו פרק ב' לעיל). באיו 4 מוצג ההפרש בשיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בין בתי ספר של העתודה לבתי הספר האחרים ביחס להפרש בשנת 2012, שהייתה כאמור השנה האחרונה לפני תחילת יישומה של התוכנית בכיתות י"ב בבתי הספר של העתודה. בשנים הקודמות והסמוכות לכניסת התוכנית ההפרש לא רשם מגמה ומכל מקום לא היה מובהק, ואילו לאחר מכן ניכרה עלייה חדה ומובהקת של למעלה מ-5 נקודות אחוז בהפרש יחסית לרמתו לפני הפעלת תוכנית העתודה. העובדה שהעלייה המוחלטת והיחסית בשיעור היא הדרגתית נובעת כנראה משני גורמים – הגעת תלמידי חטיבות ביניים שלמדו בהן במסלול העתודה לכיתה י"ב, וכנראה גם הטמעת התוכנית בבתי הספר.

באיו 4 מוצג שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר של "לתת חמש" לעומת השיעור בבתי הספר האחרים בהשוואה להפרש בשנת 2014 ערב השקת התוכנית. בשנים הקודמות והסמוכות לכניסת התוכנית הייתה יציבות בשיעור הנבחנים היחסי, ולאחר מכן הייתה עלייה יחסית קלה, כמעט מובהקת.

שיעור הנבחנים במצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית" לפי תוכנית מוצג באיו 5. הוא מצביע על התפתחויות דומות לאלו שתוארו לעיל בעניין שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה. לפני כניסת תוכנית העתודה שיעור הנבחנים במצרף המקצועות בבתי הספר של העתודה היה יציב, ולאחר מכן הוא עלה במצטבר בכ-6 נקודות אחוז (איו 5א), וכך גם בהשוואה לשיעור בבתי הספר האחרים (איו 5ב) – בדומה לעלייה המצטברת של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה (איו 4 לעיל). בבתי הספר של תוכנית "לתת חמש" נרשם גידול יחסי מצטבר של למעלה מ-2 נקודות אחוז בשיעור הנבחנים במצרף מקצועות העתודה (איו 5ג); ההסבר לכך כפול: גידולו של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה הביא באופן מכני לכניסת חלק מהנבחנים למצרף העתודה (אלו שלמדו קודם לכן שני מקצועות מדעיים-טכנולוגיים בהיקף מוגבר אבל לא 5 יח"ל במתמטיקה), והבחירה ללמוד מתמטיקה בהיקף מוגבר כנראה הניעה חלק מהם לתגבר גם את הלימודים במקצועות המדעיים-טכנולוגיים.

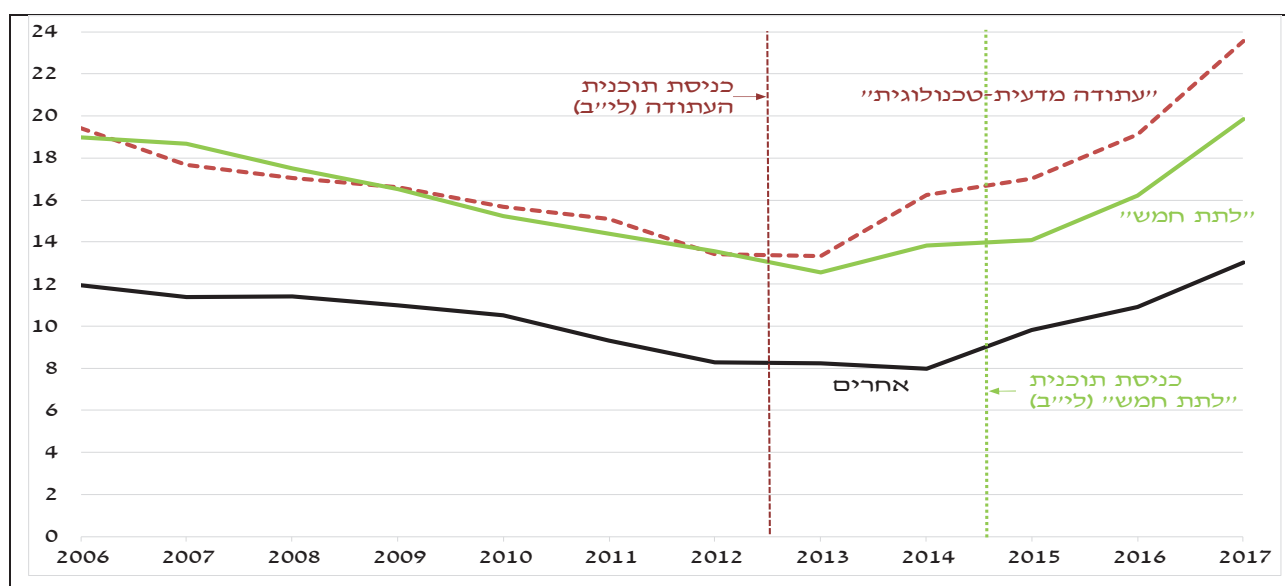
²² כמו כן שיעור בתי הספר המגישים ל-5 יח"ל במתמטיקה, שירד בהתמדה מכ-86% בשנת 2009 לכ-79% בשנת 2014, חזר מאז לשיעור בשנת 2009.

עד כה הממצאים הגולמיים הצביעו על כך ששיעור הלומדים 5 יח"ל מתמטיקה ומצרף מקצועות העתודה בבתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" גדל לאחר הפעלת התוכניות יחסית לשיעור בבתי הספר האחרים. ואולם, על מנת לבחון באופן מדויק את השפעתן של התוכניות על משתני התוצאה הללו יש להביא בחשבון את המאפיינים החברתיים-כלכליים של התלמידים ושל בתי הספר והמורים במהלך השנים, שכן שינויים בהם – כגון מעבר של תלמידים בעלי מאפיינים חזקים אל בתי הספר המשתתפים בתוכניות – יכולים בפני עצמם להשפיע על משתני התוצאה. זאת נעשה בסעיף הבא.

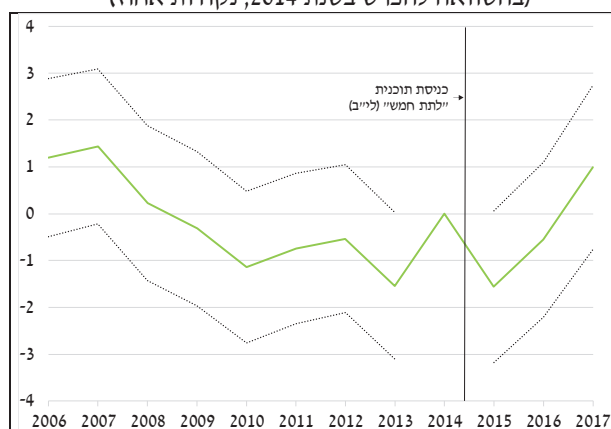
איור 4. שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה מתלמידי י"ב:

תלמידי בתי ספר בתוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" ואחרים¹

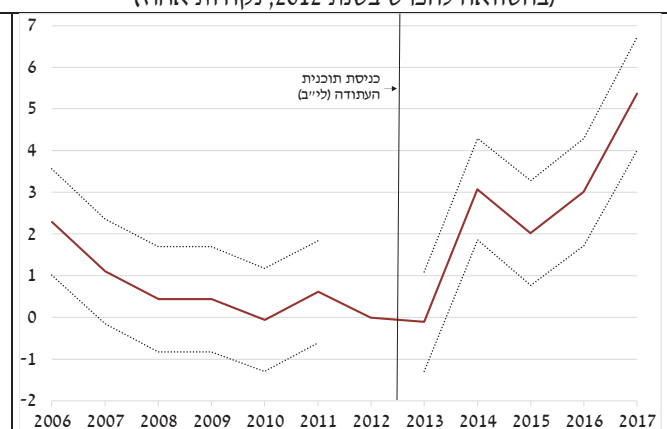
א. שיעור הנבחנים (אחוזים)



ג. "לתת חמש" פחות אחרים²
(בהשוואה להפרש בשנת 2014, נקודות אחוז)



ב. "עתודה מדעית-טכנולוגית" פחות אחרים²
(בהשוואה להפרש בשנת 2012, נקודות אחוז)

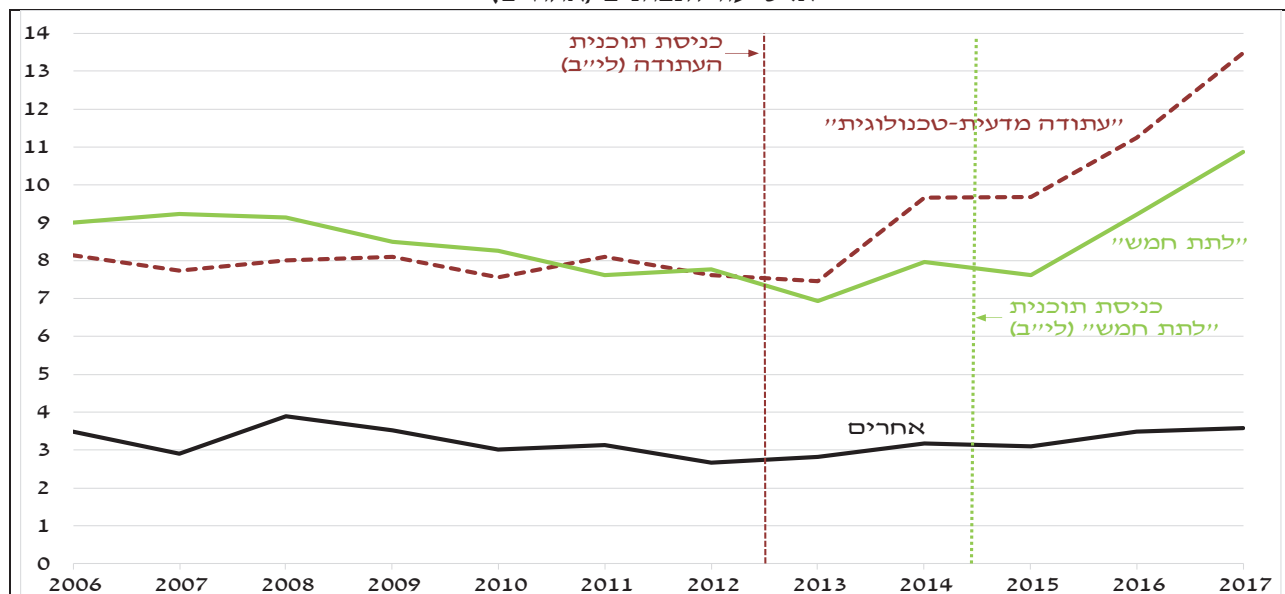


המקור: משרד החינוך ועיבודי המחברים.

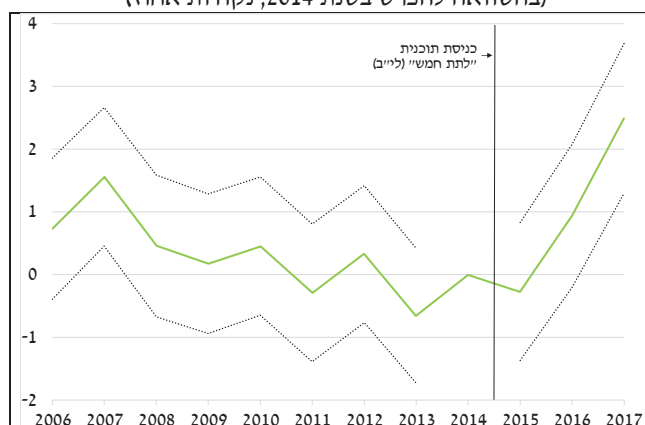
- (1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 ועד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.
- (2) מבוסס על אומדי משתני האינטראקציה של דמי לתוכנית $\times$ דמי לשנה, באמידות LPM של דמי לנבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה, כתלות בדמי לתוכנית, דמייים לשנים ומשתני האינטראקציה. הקווים המקווקווים הם רווחי סמך (ברמת ביטחון של 95%). שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית", ושנת 2014 היא השנה האחרונה לפני יישום התוכנית "לתת חמש".

איור 5. שיעור הנבחנים במצרך מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית"¹ מתלמידי י"ב:
תלמידי בתי ספר בתוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית", "לתת חמש" ואחרים²

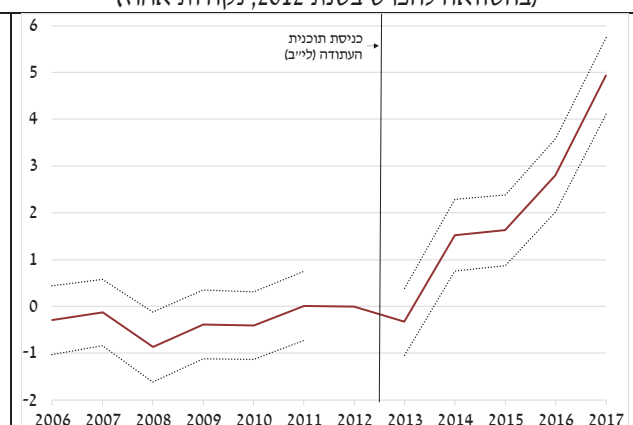
א. שיעור הנבחנים (אחוזים)



ג. "לתת חמש" פחות אחרים³
(בהשוואה להפרש בשנת 2014, נקודות אחוז)



ב. "עתודה מדעית-טכנולוגית" פחות אחרים³
(בהשוואה להפרש בשנת 2012, נקודות אחוז)



המקור: משרד החינוך ועיבודי המחברים.

- (1) מתמטיקה בהיקף 5 יח"ל, מקצוע במדעי הטבע (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה) בהיקף של 5 יח"ל, וכן מקצוע מדעי נוסף (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב) או מגמה טכנולוגית (הנדסת תוכנה/אלקטרוניקה/מכונות/ביוטכנולוגיה ועוד) בהיקף של 5 יח"ל.
- (2) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.
- (3) מבוסס על אומדי משתני האינטראקציה של דמי לתוכנית $\times$ דמי לשנה, באמידות LPM של דמי לנבחן במצרך מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית" כתלות בדמי לתוכנית, דמיים לשנים ומשתני האינטראקציה. הקווים המקווקווים הם רווחי סמך (ברמת ביטחון של 95%). שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית", ושנת 2014 היא השנה האחרונה לפני יישום תוכנית "לתת חמש".

ה. שיטת האמידה והתוצאות

השפעות התוכניות "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש" על משתני התוצאה נאמדו בשיטת "הפרש ההפרשים" (Difference in Differences): בבתי הספר שבהם הופעלו התוכניות (בתי הספר של הטיפול) נבחן ההפרש בין משתני התוצאה לאחר פתיחת התוכניות לבין משתני התוצאה קודם לכן לעומת ההפרש בבתי הספר האחרים (אלו שלא השתתפו אף פעם בתוכניות – בתי הספר של ההשוואה) באותו פרק זמן. כפי שהראינו קודם לכן באיורים 4 ו-5 (החלק התחתון), התקיימו מגמות דומות (common trends) במשתני התוצאה בבתי הספר של הטיפול ובאלה של ההשוואה זמן קצר לפני פתיחת התוכניות. הנחת הזיהוי העומדת מאחורי השיטה היא אפוא שאלמלא פתיחת התוכניות, השינוי במשתני התוצאה אחרי פתיחתן בבתי הספר של הטיפול היה דומה לשינוי באלה של ההשוואה²³. האמידות נערכו תוך פיקוח על מאפייני הרקע של התלמידים ובתי הספר ועל תכונות קבועות של בתי הספר (Fixed Effects), המגלמות למשל את הזרם החינוכי ואת מקומו של בית הספר. עם מאפייני הרקע נמנה גם הציון של התלמיד במבחן המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח', ולכן ניתן לראות במשוואה הנאמדת מעין מודל של ערך מוסף²⁴. תיאור מפורט של המשוואה הנאמדת מוצג בנספח. האמידות נערכו בשיטת LPM, אלא אם כן צוין אחרת²⁵. האמידות נסובו על 114 בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" שהצטרפו לתוכנית בשנת 2011 (או בפיילוט של 2010) ולא עזבו אותה עד 2017, 38 בתי הספר של "לתת-חמש" שנכנסו בשנת 2015 ולא עזבו עד 2017, ו-85 בתי ספר אחרים שלא השתתפו בתוכניות עד 2017 (ראו לוח נ"1-בנספח). מכאן שמהאמידות הושמטו בתי ספר שנכנסו לתוכניות לאחר השנה הראשונה להפעלתן במערכת החינוך, וכן מספר מצומצם של בתי ספר שהצטרפו לתוכניות בשנתן הראשונה אך נשרו עד 2017.

1. היבחות במתמטיקה ובמקצועות מדעיים-טכנולוגיים בהיקף של 5 יח"ל

ניגש עתה לתיאור תוצאות האמידות של השפעת התוכניות על ההסתברות להשיג את משתני התוצאה הבאים: להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה; להיבחן במצרף מקצועות העתודה; להיבחן בהיקף של 5 יח"ל בכל אחד מהמקצועות המדעיים-טכנולוגיים; לעבור את הבחינה ב-5 יח"ל במתמטיקה והציון בה.

בלוח 3 (החלק הימני) מוצגות תוצאות האמידות של הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר של "עתודה מדעית טכנולוגית" בהשוואה לבתי הספר האחרים. במודל 1 לא נכלל פיקוח על החשיפה לתוכנית העתודה בחטיבת הביניים, ובמודל 2 המשתנה משולב באמידה. בתקופה שלפני הפעלת תוכנית העתודה הפער בין הסיכוי של תלמיד בבית ספר של העתודה להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה לבין הסיכוי של תלמיד בבית ספר אחר לא היה שונה באופן מובהק מהפער בשנת 2012 (השנה האחרונה לפני שתלמידי י"ב נחשפו לתוכנית העתודה), כלומר היו מגמות דומות בסיכוי ההיבחנות. ממודל 1 עולה שבשנים 2014–2016 עלה הסיכוי היחסי לטובת בתי הספר של העתודה בכ-2 נקודות אחוז, ובשנת 2017 הוא קפץ לכ-5 נקודות אחוז (בהשוואה לשיעור נבחנים של יותר מ-13% בבתי הספר של העתודה בשנת 2012). ניתן להעריך שההסתברות להשפעה של תוכנית העתודה בשנת 2017 נבעה מסיום י"ב (משנת 2016 ואילך) של תלמידים שהשתתפו בתוכנית החל מכיתה ז', וכן מתהליכי הטמעתה. האומדן של משתנה העתודה שלילי, דהיינו סיכוייהם של תלמידי בתי הספר של העתודה להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה היו

²³ בתוכנית "לתת חמש" אמנם הוענקו בעיקר שעות הוראה לבתי הספר המשתתפים בתוכנית, אך הוקצו גם משאבים נוספים לכלל בתי הספר. זאת ועוד, ההזדהות של התוכנית היה עשוי לעודד תלמידים ביתר בתי הספר לתגבר את לימודי המתמטיקה. בנוסף, אפשר שחלק מהמורים אשר השתתפו בשתי התוכניות לימדו גם בבתי ספר אחרים. רמז להשפעה חיובית אפשרית של תוכנית "לתת חמש" על בתי הספר האחרים עשוי להיות הגידול של שיעור תלמידיהם הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה (ראו איור 4 לעיל). ניתן אפוא לומר שאנו אומדים אך ורק את ההשפעה של הקצאת שעות ההוראה הייעודיות לתוכניות (ובפרט ל"לתת חמש") על משתני התוצאה.

²⁴ תוכנית העתודה מתחילה בכיתה ז' ובחינת המיצ"ב נערכת במהלך כיתה ח', ולכן תוצאותיה עשויות להיות מושפעות במידת מה מהתוכנית.

²⁵ אמידות לוגיסטיות (GLIMMIX ב-SAS) הניבו תוצאות דומות.

לפני יישום התוכנית נמוכים מסיכוייהם של תלמידי בתי הספר אחרים, וזאת לאחר שמביאים בחשבון את ההבדלים במאפייני התלמידים, המורים ובתי הספר; מכאן שתוכנית העתודה הביאה לניצול טוב יותר של פוטנציאל התלמידים המסוגלים לגשת לבחינת הבגרות ב-5 יח"ל במתמטיקה. כל סטיית תקן בציון המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח' (השקול ל-100 נקודות) מעלה את הסיכוי להיבחן בכ-16 נקודות אחוז. הוספת המשתנה של חשיפה לתוכנית העתודה בחטיבת הביניים (מודל 2) כמעט לא משנה את התוצאות, וגם האומד של המשתנה אינו מובהק. לכאורה הדבר מעיד שהשתתפות בתוכנית העתודה בחטיבת הביניים (הרלוונטית רק לתלמידי י"ב בשנים 2015–2017) אינה מעלה את הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה. ואולם יש לסייג ממצא זה, משום שהרוב המכריע של התלמידים בבתי הספר של העתודה למדו בתיכונים שש-שנתיים, שבהם תוכנית העתודה הופעלה בו-זמנית בחטיבת הביניים ובתיכון ולכן לא ניתן להפריד בין התרומות של הפעלתה בכל אחד מדרגי החינוך לסיכוי ההיבחנות.

אמידות נפרדות לפי המגדר, המגזר, השכלת האם והציון בבחינת המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח' העלו את התובנות הבאות (לוח נ-2 בנספח): תרומת התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" להעלאת שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה אצל תלמידות ואלו שציוניהם במיצ"ב גבוהים מהמוצע גדולה בכ-1–2 נקודות אחוז מזו בקבוצות המשלימות. לא נמצאו הבדלים בולטים בין תלמידי החינוך העברי לערבי, ובחינוך העברי – לפי השכלת האם (מתחת/ מעל ל-12 שנות לימוד).

התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" העלתה עד 2017 את הסיכוי להיבחן במצרף מקצועות העתודה בכ-4 נקודות אחוז (לוח 3, החלק השמאלי); ערב הפעלת התוכנית שיעור הנבחנים במצרף עמד על כ-8%, ולכן מדובר על עלייה של כמחצית בסיכוי. חלק ממנה נבע מגידול של שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר של העתודה יחסית לבתי הספר האחרים, כפי שהראינו לעיל; ואולם גם השיעור של הנבחנים בפיזיקה ובמדעי המחשב בהיקף של 5 יח"ל בבתי הספר של העתודה עלה ב-2–3 נקודות אחוז יחסית לשיעורם בבתי הספר האחרים, בעוד שביתר המקצועות נרשמה יציבות יחסית (לא מוצג). העלייה היחסית בסיכוי של תלמידי בתי הספר של העתודה להיבחן במצרף מקצועות העתודה לפי מאפייני התלמידים דומה לעלייה היחסית בסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה.

עד עתה אמדנו את השפעת תוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" על שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות העתודה באמצעות השוואה של משתני התוצאה האלה בין תלמידי בתי הספר של העתודה (קבוצת הטיפול) לבין תלמידי בתי הספר האחרים (קבוצת ההשוואה). אמנם המגמות של משתני התוצאה לפני הפעלת התוכנית היו דומות, אולם כפי שהראינו לעיל, תלמידי בתי הספר האחרים הם מרקע חברתי-כלכלי חלש יחסית, וכך גם שיעור הנבחנים באותם מקצועות. לפיכך חזרנו על האמידות כאשר קבוצת ההשוואה היא תלמידי בתי הספר של "לתת חמש". יש לשים לב שבשנים 2013–2014 פעלה תוכנית העתודה וטרם הופעלה התוכנית "לתת חמש", כך שלגבי אותה תקופה נמדדת רק השפעת תוכנית העתודה, ואילו לגבי השנים שלאחר מכן מדובר על השוואה בין השפעות שתי התוכניות.

בלוח 4 מוצגות תוצאות האמידות. כבר בשנת 2014 הייתה בבתי הספר של העתודה עלייה של כ-3 נקודות אחוז בשיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה, ושל כ-2 נקודות אחוז בשיעור הנבחנים במצרף מקצועות העתודה בהשוואה לבתי הספר של "לתת חמש"; פער זה נשמר גם לאחר הפעלת התוכנית "לתת חמש". אשר להטרוגניות אפשרית של השפעת תוכנית העתודה (לא מוצג), היא תרמה לתלמידות (עלייה של למעלה מ-4 נקודות אחוז) אך לא באופן מובהק לתלמידים, ותרמה לאלה שציוניהם במיצ"ב גבוהים מהמוצע (כ-5 נקודות אחוז) הרבה יותר מאשר לאלה שציוניהם נמוכים מהמוצע (כ-2 נקודות אחוז). ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם התוצאות שהתקבלו כאשר קבוצת ההשוואה הייתה בתי הספר האחרים. לא נמצאה השפעה מובהקת של תוכנית העתודה על הסיכוי ללמוד כל אחד מהמקצועות המדעיים-טכנולוגיים (לא מוצג).

בחנו גם את ההבדלים בהשפעת תוכנית העתודה על בתי ספר "משיגים" ו"תת-משיגים". בתי ספר "משיגים" הוגדרו כאלו שבשנת 2009 (השנה האחרונה לפני הפעלת הפיילוט) שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה/ במצרף מקצועות העתודה היה בהם גבוה מהצפוי על פי מאפייני הרקע של התלמידים, המורים ובית הספר²⁶. נמצאו הבדלים קלים מאוד בהשפעת תוכנית העתודה לטובת בתי הספר "משיגים" (לא מוצג). מכאן שהתוכנית סייעה לתלמידים בעלי כישורים גבוהים יחסית למצות את הפוטנציאל שלהם גם בבתי ספר המצליחים פחות.

תוצאות אמידות של השפעת תוכנית "לתת חמש" על הסיכויים להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות העתודה בהשוואה לסיכויים של תלמידי בתי הספר האחרים מוצגות בלוח 5. בשנת 2017, היא השנה הראשונה שבה בוגרי י"ב נחשפו לתוכנית במהלך כל לימודיהם בתיכון, העלתה התוכנית את הסיכוי היחסי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה בקרוב ל-3 נקודות אחוז (בהשוואה לכ-13% בשנת 2012, ערב הפעלת התוכנית). השפעת התוכנית התמקדה בבנים (כ-4 נקודות אחוז), ולא הורגשה אצל הבנות, ובחינוך הערבי היא הייתה גבוהה במקצת מאשר בחינוך העברי – לוח נ"3-3 בנספח. הסיכוי היחסי להיבחן במצרף מקצועות העתודה עלה בקרוב ל-4 נקודות אחוז (בהשוואה לכ-8% בשנת 2014, ערב הפעלת התוכנית), רובו ככולו בזכות העלייה בשיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה.

השתלבות תלמידים מרקע חברתי-כלכלי ובעלי הישגים קודמים נמוכים יחסית בלימודי 5 יח"ל במתמטיקה הייתה עלולה להפחית את שיעור העוברים את הבחינה (מקבלי ציון 55 ומעלה) ולהוריד את הציון בה – ראו גם הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2018). מבדיקה שערכנו (לא מוצגת) עולה שבשנים שלאחר יישום התוכניות שיעור העוברים בבתי הספר שבהן הופעלו התוכניות ירד ב-1–2 נקודות אחוז, לאחר שיעור יציב (של למעלה מ-98%) לפני כן. ואולם תופעה דומה נרשמה גם בבתי הספר האחרים, כך שאת הירידה בשיעורי המעבר לא ניתן לתלות בהכרח בתוכניות. סיבה אפשרית לממצא זה היא שחלק מתלמידי התיכון (כ-29% על סמך סקר שנערך בשנים 2012–2014) נושרים מלימודי 5 יח"ל במתמטיקה עוד לפני בחינות הבגרות, בעיקר בשל הישגים נמוכים בהם (מני-איקן ורוזן, 2015).

תוכנית העתודה הביאה לירידה של 2–3 נקודות בציון בחינת הבגרות ב-5 יח"ל במתמטיקה יחסית לציון של בוגרי בתי הספר האחרים (לוח 6), בפרט אצל בנות (לא מוצג) – תוצאה לא מפתיעה, שכן שיעור הנבחנות ב-5 יח"ל במתמטיקה עלה בעקבות תוכנית העתודה יותר מאשר שיעור הנבחנים. מכל מקום מדובר בירידה כללית קטנה, כי הציון ב-5 יח"ל במתמטיקה בבתי הספר של העתודה עמד בשנת 2012 על כ-84. יתר על כן, בהשוואה לציון של תלמידי בתי הספר של "לתת חמש" לא נרשמה הרעה (לרבות לפי המגדר). הציון של תלמידי בתי הספר של "לתת חמש" לא השתנה יחסית לציון של תלמידי בתי הספר האחרים.

לבסוף בדקנו אם לתוכנית העתודה הייתה השפעה על שיעור הלומדים 4 ו-3 יח"ל במתמטיקה. מלוח נ"4-4 בנספח עולה כי שיעור תלמידי בתי הספר של העתודה הנבחנים ב-4 יח"ל במתמטיקה יחסית לשיעורם בבתי הספר האחרים, ובאלה של "לתת חמש" לא השתנה. שיעור הנבחנים ב-3 יח"ל פחת ב-6 נקודות אחוז ביחס לשיעור המקביל בבתי הספר האחרים (אבל לא ביחס לבתי הספר של "לתת חמש"). מכאן ניתן לשער שהיה מעבר מלימודי 3 יח"ל מתמטיקה ללימודי 4 יח"ל, במקביל למעבר מ-4 יח"ל ל-5 יח"ל.

²⁶ אמדנו לגבי תלמידי בתי הספר של העתודה ב-2009 את הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל מתמטיקה/ במצרף מקצועות העתודה בהתאם למשוואה המוצגת בנספח, וללא דמי לבית הספר; לאחר מכן חישבנו את הפער בין הממוצע הבית-ספרי של הסיכוי החזוי לבין שיעור הנבחנים בפועל. בתי ספר "משיגים" הוגדרו כאלו שבהם הפער חיובי וגדול מ-0.1 סטיית תקן של שיעור הנבחנים בפועל, ובתי ספר "תת-משיגים" – כאלו שבהם הפער הוא מספר שלילי הקטן מ-0.1.

לוח 3. הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית"¹:

בתי הספר בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" בהשוואה לבתי הספר האחרים²

המשתנה המסביר ³		5 יח"ל במתמטיקה		מצרף מקצועות העתודה	
		מודל 1	מודל 2	מודל 3	מודל 4
עתודה		-0.048***	-0.048***	0.013	0.013
עתודה × 2006 ⁴		-0.006	-0.007	-0.017	-0.017
עתודה × 2007 ⁴		0.003	0.003	-0.026	-0.026**
עתודה × 2008 ⁴		-0.008	-0.009	-0.019**	-0.019*
עתודה × 2009 ⁴		0.002	0.002	-0.013*	-0.013
עתודה × 2010 ⁴		-0.007	-0.007	-0.008	-0.008
עתודה × 2011 ⁴		-0.003	-0.003	-0.001	-0.001
עתודה × 2013 ⁴		-0.004	-0.004	-0.003	-0.003
עתודה × 2014 ⁴		0.026*	0.026*	0.008	0.008
עתודה × 2015 ⁴		0.020*	0.020*	0.013	0.013
עתודה × 2016 ⁴		0.022*	0.018	0.015	0.020**
עתודה × 2017 ⁴		0.052***	0.048***	0.040***	0.045***
חשיפה לעתודה בחטיבת הביניים ⁵			0.005	0.007	
הציון המתוקן של התלמיד בבחינת המיצ"ב בכיתה ח'		0.162***	0.162***	0.090***	0.090***
המאפיינים של התלמיד והוריו		V	V	V	V
המאפיינים של המורים ובית הספר		V	V	V	V
מגמת הזמן לפי מחוז		V	V	V	V
דמי לבית הספר		V	V	V	V
מספר התצפיות		213,889	213,889	213,889	213,889
מספר בתי הספר (מזה: בעתודה)		199	199	199	199
Adjusted R ²		0.207	0.207	0.135	0.135

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5% ו-1%, בהתאמה.

(1) מתמטיקה בהיקף 5 יח"ל, מקצוע במדעי הטבע (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה) בהיקף של 5 יח"ל, וכן מקצוע מדעי נוסף (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב) או מגמה טכנולוגית (הנדסת תוכנה/אלקטרוניקה/מכונות/ביוטכנולוגיה ועוד) בהיקף של 5 יח"ל.

(2) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(3) רשימת המשתנים המסבירים מובאת בנספח. באמידות נכללים גם שיעור החשיפה של בתי הספר ל"עוז לתמורה" ומספר השנים שהתלמיד נחשף ל"אופק חדש".

(4) בהשוואה להפרש בסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה בין תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לתלמידי בתי הספר האחרים בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

(5) משתנה דמי המקבל את הערך 1 כאשר בבית הספר בו למד התלמיד בכיתות ז' עד ט' הונהגה תוכנית העתודה ו-0 אחרת.

לוח 4. הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית"¹:
 בתי ספר בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" בהשוואה לבתי ספר בתוכנית "לתת חמש"²

המשתנה המסביר ³	5 יח"ל במתמטיקה	מצרף מקצועות העתודה
עתודה	-0.039***	-0.008
עתודה × 2006 ⁴	0.004	-0.012
עתודה × 2007 ⁴	-0.016	-0.003
עתודה × 2008 ⁴	-0.007	-0.019
עתודה × 2009 ⁴	0.010	0.000
עתודה × 2010 ⁴	0.001	-0.007
עתודה × 2011 ⁴	0.029**	0.014
עתודה × 2013 ⁴	0.018	0.011
עתודה × 2014 ⁴	0.031***	0.024***
עתודה × 2015 ⁴	0.032**	0.021**
עתודה × 2016 ⁴	0.019	0.012
עתודה × 2017 ⁴	0.035**	0.021*
המאפיינים של התלמיד והוריו	V	V
המאפיינים של המורים ובית הספר	V	V
מגמת הזמן לפי מחוז	V	V
דמי לבית הספר	V	V
מספר התצפיות	221,873	221,873
מספר בתי הספר	152	152
(מזה: בעתודה)	(114)	(114)
Adjusted R ²	0.211	0.133

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5% ו-1%, בהתאמה.

(1) מתמטיקה בהיקף 5 יח"ל, מקצוע במדעי הטבע (פיזיקה/כימיה/ ביולוגיה) בהיקף של 5 יח"ל, וכן מקצוע מדעי נוסף (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב) או מגמה טכנולוגית (הנדסת תוכנה/אלקטרוניקה/מכונות/ ביוטכנולוגיה ועוד) בהיקף של 5 יח"ל.

(2) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017.

(3) רשימת המשתנים המסבירים מובאת בנספח. באמידות נכללים גם שיעור החשיפה של התלמיד לחטיבות הביניים שבהן הונהגה תוכנית העתודה, שיעור החשיפה של בתי הספר ל"עוז לתמורה" ומספר השנים שבהן התלמיד נחשף ל"אופק חדש".

(4) בהשוואה להפרש בסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה או במצרף מקצועות העתודה בין תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לתלמידי בתי הספר של "לתת חמש" בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

לוח 5. הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית"¹:

בתי הספר בתוכנית "לתת חמש" בהשוואה לבתי הספר האחרים²

המשתנה המסביר ³	5 יח"ל במתמטיקה	מצרף מקצועות העתודה
לתת חמש	0.015	0.044**
לתת חמש × 2006 ⁴	-0.009	0.007
לתת חמש × 2007 ⁴	0.031	0.002
לתת חמש × 2008 ⁴	-0.006	0.013
לתת חמש × 2009 ⁴	0.001	0.003
לתת חמש × 2010 ⁴	-0.003	0.013
לתת חמש × 2011 ⁴	-0.017	0.006
לתת חמש × 2012 ⁴	0.011	0.021**
לתת חמש × 2013 ⁴	-0.008	0.003
לתת חמש × 2015 ⁴	-0.003	0.012
לתת חמש × 2016 ⁴	0.006	0.022**
לתת חמש × 2017 ⁴	0.028*	0.037**
המאפיינים של התלמיד והוריו	V	V
המאפיינים של המורים ובית הספר	V	V
מגמת הזמן לפי מחוז	V	V
דמי לבית הספר	V	V
מספר התצפיות	98,540	98,540
מספר בתי הספר	123	123
(מזה: ב"לתת חמש")	(38)	(38)
Adjusted R ²	0.206	0.144

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5% ו-1%, בהתאמה.

(1) מתמטיקה בהיקף 5 יח"ל, מקצוע במדעי הטבע (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה) בהיקף של 5 יח"ל, וכן מקצוע מדעי נוסף (פיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב) או מגמה טכנולוגית (הנדסת תוכנה/אלקטרוניקה/מכונות/ביוטכנולוגיה ועוד) בהיקף של 5 יח"ל.

(2) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(3) רשימת המשתנים המסבירים מובאת בנספח. באמידות נכללים גם שיעור החשיפה של התלמיד לחטיבות הביניים שבהן הונהגה תוכנית העתודה, שיעור החשיפה של בתי הספר ל"עוז לתמורה" ומספר השנים שבהן התלמיד נחשף ל"אופק חדש".

(4) בהשוואה להפרש בסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה/ במצרף מקצועות העתודה בין תלמידי בתי הספר של "לתת חמש" לתלמידי בתי הספר האחרים בשנת 2014. שנת 2014 היא השנה האחרונה לפני הפעלת התוכנית "לתת חמש".

לוח 6. הציון ב-5 יח"ל במתמטיקה¹

המשתנה המסביר ²	עתודה מול אחרים	עתודה מול "לתת חמש"	המשתנה המסביר ²	"לתת חמש" מול אחרים
עתודה	11.41***	-1.59	לתת חמש	7.98***
עתודה × 2006 ³	-2.62*	3.13	לתת חמש × 2006 ⁴	-2.67
עתודה × 2007 ³	-2.69	-1.78	לתת חמש × 2007 ⁴	0.84
עתודה × 2008 ³	-0.49	1.07	לתת חמש × 2008 ⁴	1.32
עתודה × 2009 ³	-1.16	0.83	לתת חמש × 2009 ⁴	0.52
עתודה × 2010 ³	1.47	0.72	לתת חמש × 2010 ⁴	3.48***
עתודה × 2011 ³	-1.47	1.62	לתת חמש × 2011 ⁴	-0.38
עתודה × 2013 ³	-1.68	-0.00	לתת חמש × 2012 ⁴	3.00**
עתודה × 2014 ³	-3.56***	-0.85	לתת חמש × 2013 ⁴	1.17
עתודה × 2015 ³	-3.23**	-1.67	לתת חמש × 2015 ⁴	0.98
עתודה × 2016 ³	-2.13*	0.60	לתת חמש × 2016 ⁴	0.95
עתודה × 2017 ³	-1.75*	-0.14	לתת חמש × 2017 ⁴	1.24
המאפיינים של התלמיד והוריו	V	V		V
המאפיינים של המורים ובית הספר	V	V		V
מגמת הזמן לפי מחוז	V	V		V
דמי לבית הספר	V	V		V
מספר התצפיות	33,875	37,171		13,392
מספר בתי הספר	199	152	מספר בתי הספר	123
(מזה: בעתודה)	(114)	(114)	(מזה: ב"לתת חמש")	(38)
Adjusted R ²	0.196	0.171		0.173

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5% ו-1%, בהתאמה.

(1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(2) רשימת המשתנים המסבירים מובאת בנספח. באמידות נכללים גם שיעור החשיפה של התלמיד לחטיבות הביניים שבהן הונהגה תוכנית העתודה, שיעור החשיפה של בתי הספר ל"עוז לתמורה" ומספר השנים שבהן התלמיד נחשף ל"אופק חדש".

(3) בהשוואה להפרש בציון ב-5 יח"ל במתמטיקה בין תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לתלמידי בתי הספר האחרים/של "לתת חמש" בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

(4) בהשוואה להפרש בציון ב-5 יח"ל במתמטיקה בשנת 2014 בין תלמידי בתי הספר של "לתת חמש" לתלמידי בתי הספר האחרים בשנת 2012. שנת 2014 היא השנה האחרונה לפני הפעלת תוכנית "לתת חמש".

2. כניסה ללימודי תואר ראשון במדעים

שתי התוכניות נועדו בעקיפין להעלות את שיעור הפונים ללימודים אקדמיים של המקצועות המדעיים-טכנולוגיים (STEM), העשויים להוביל להשתלבות מוצלחת בשוק העבודה, לרבות בענף ההייטק. כך, למשל, Kohen (2019) הראתה שבקרב בוגרי 5 יח"ל במתמטיקה שיעור הלומדים לתואר ראשון את מקצועות ה-STEM גבוה יחסית; בנטל ואחרים (2019) מצאו שכשליש מעובדי ההייטק בני 30–37 (בשנת 2015) הם בעלי תעודת בגרות מדעית²⁷ ותואר אקדמי במקצועות ה-STEM, ולחמישית מהם תעודת בגרות מדעית בלי תואר אקדמי או תואר אקדמי שאינו ב-STEM²⁸. סקר השכלה גבוהה תשע"ח (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2019) שנערך בקרב אלו שהחלו את לימודי התואר הראשון בתשע"א (2010/2011) מלמד שכמחצית מהמועסקים במשלחי יד של הייטק למדו במוסדות להשכלה גבוהה הנדסה וכרבע מהם למדו מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; כצפוי, יותר ממחצית מבוגרי אותם מקצועות נהנו מהכנסה גבוהה (מעל 13 אלף ש"ח נטו במומוצע לחודש).

²⁷ 5 יח"ל במתמטיקה, בפיזיקה או מחשבים.

²⁸ הממצאים לעיל אינם בהכרח מעידים על השפעה סיבתית של לימודי מתמטיקה ומדעים בתיכון על בחירת מקצועות הלימוד במוסדות להשכלה גבוהה (ועל משלח היד), אלא מדובר במתאם בלבד, שכן הכישורים האישיים והעדפות משפיעים על שניהם.

אמדנו אפוא את ההסתברות להתחיל שנה א' לתואר ראשון (עד 2018) במדעים, הכוללים אחד או יותר מהמקצועות הבאים: מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; מדעים פיזיקליים (לרבות כימיה); מדעים ביולוגיים וחקלאות; הנדסה. כמו כן אמדנו את ההסתברות ללמוד את המקצועות שיש להם זיקה לענף ההייטק: מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; פיזיקה והנדסה.

הבוגרים הראשונים של תוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" סיימו כיתה י"ב בשנת 2013 והיו בני 23 בלבד בשנת 2018; חלק גדול מאותה קוהורטה – אלה ששירתו בצבא ומעוניינים להמשיך ללימודים גבוהים – טרם הספיקו לעשות כן. לפיכך הגבלנו את האמידות לבוגרי החינוך הערבי (למעט גברים דרוזים) שסיימו י"ב עד 2016. באיור נ"3-3 בנספח מוצג שיעור מסיימי י"ב שהחלו ללמוד את המקצועות המדעיים. האיור מראה שיותר משני שלישים מהם מתחילים את הלימודים בתוך שנתיים מסיום התיכון (ועוד כרבע בשנה השלישית מסיומו), ולכן הגבלת האמידות לאלו שסיימו י"ב עד 2016 הולמת (ובכל מקרה האמידות מפקחות על שנת סיום כיתה י"ב). עוד אנו למדים מהאיור, שבתוך תקופה של עד שנתיים או שלוש שנים מסיום י"ב בשנים 2015–2016 השיעור עלה בסדר גודל של נקודת אחוז אצל בוגרי בתי הספר של העתודה בהשוואה למסיימים בשנים הקודמות, ואילו אצל בוגרי בתי הספר של "לתת חמש" והאחרים השיעור היה פחות או יותר יציב במהלך השנים האמורות. יצוין כי מבין מסיימי י"ב בשנת 2012 (ערב יישום תוכנית העתודה) אשר השתייכו לאוכלוסייה שעליה נסבה האמידה והיו זכאים לתעודת בגרות, 5.3% החלו שנה א' לתואר ראשון במדעים עד 2018, והשיעור הגיע ל-43.2% בקרב הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה ול-44.3% אצל נבחני מצרף מקצועות העתודה.

תוצאות האמידות מובאות בלוח 7. סיכוייהם של בוגרי בתי ספר ערביים של העתודה בשנים 2015–2016 להתחיל תואר ראשון במדעים (עד 2018) עלו בסדר גודל של 2 נקודות אחוז (לעומת כ-4.7% מבוגרי בתי הספר הערביים של העתודה ב-2012 שהחלו ללמוד מדעים), וזאת בהשוואה לבוגרי בתי הספר הערביים האחרים. תמונה דומה מתקבלת גם בהשוואה לבוגרי בתי הספר של "לתת חמש". בדיקות הטרוגניות (לא מוצגות) מלמדות שההשפעות אצל הבנים והבנות דומות, והן מורגשות רק בקרב אלו שציוניהם בבחינת המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח' מעל הממוצע (2.6 נקודות אחוז). תוכנית העתודה הגדילה בכ-1 נקודת אחוז את הסיכוי להתחיל ללמוד את המקצועות שיש להם זיקה להייטק. (כ-3.7% מבוגרי בתי הספר של העתודה ב-2012 החלו ללמוד את מקצועות ההייטק).

יש לסייג את הממצאים לעיל: מספר בתי הספר בחינוך הערבי שהשתתפו באמידות קטן, ומספר תלמידיהם שהשלימו שלוש שנות תיכון בבתי הספר של העתודה (כלומר בוגרי י"ב בשנים 2013–2016) אינו גדול; מובן אפוא שקטן עוד יותר מספרם בוגרי תוכנית העתודה בחטיבה ובתיכון גם יחד (חלק מבוגרי י"ב ב-2016 בלבד), שהתוכנית פעלה עליהם במלואה. על כל פנים, בעתיד יהיה מקום לערוך אמידות גם בקרב תלמידי בתי הספר של "לתת חמש" וכן בקרב בוגרי החינוך העברי, עם הגעתם לגיל השכיח להתחלת לימודים גבוהים.

לוח 7. הסיכוי של בוגרי החינוך הערבי¹ להתחיל ללמוד (עד 2018) לתואר ראשון

מקצועות מדעיים² ומקצועות בזיקה לענף ההייטק³:

בתי הספר בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית"

בהשוואה לבתי הספר האחרים ולאלו בתוכנית "לתת חמש"^{4,5}

המשתנה המסביר ⁶		מקצועות מדעיים		מזה: בזיקה להייטק	
עתודה	מול	עתודה	מול	עתודה	מול
אחרים	אחרים	אחרים	אחרים	אחרים	אחרים
לתת חמש"	לתת חמש"	לתת חמש"	לתת חמש"	לתת חמש"	לתת חמש"
-0.001	-0.011#	0.002	-0.010**	0.002	-0.008
0.009*	-0.018**	-0.005	0.023**	-0.008	0.020**
0.026***	0.030**	-0.002	-0.008	-0.002	0.002
-0.003	-0.013	-0.001	-0.008#	-0.005*	-0.002
0.007	0.008	0.000	-0.002	0.006	-0.002
-0.014	-0.011*	-0.003	-0.002	-0.004	-0.002
0.007	0.006	-0.003	-0.006	0.000	0.009*
-0.001	-0.004	0.000	0.016**	0.009*	0.011**
0.001	-0.004	0.000	0.009	0.011**	0.014#
0.018***	0.034***	0.009*	0.016**	0.009*	0.014#
0.024***	0.014#	0.011**	0.009	0.011**	0.014#
המאפיינים של התלמיד והוריו	V	V	V	V	V
המאפיינים של המורים ובית הספר	V	V	V	V	V
מגמת הזמן	V	V	V	V	V
דמי לבית הספר	V	V	V	V	V
מספר התצפיות	33,750	31,888	33,750	31,888	33,750
מספר בתי הספר	29	50	29	50	29
(מזה: בעתודה)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
Pseudo R ²	0.366	0.469	0.368	0.471	0.366

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5%, 1%, בהתאמה.

(1) ערבים וערביות (ונשים דרוזיות) שסיימו י"ב עד 2016.

(2) מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; מדעים פיזיקליים (לרבות כימיה); מדעים ביולוגיים וחקלאות; הנדסה.

(3) מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; פיזיקה, והנדסה.

(4) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(5) נערכו אמידות לוגיסטיות (SAS-ב GLIMMIX). בלוח מוצגות ההשפעות השוליות בנקודת הממוצעים של הערכים המסבירים.

(6) רשימת המשתנים המסבירים מובאת בנספח. באמידות נכללים גם שיעור החשיפה של התלמיד לחטיבות הביניים שבהן הופעלה תוכנית העתודה, שיעור החשיפה של בתי הספר ל"עוז לתמורה" ומספר השנים שבהן התלמיד נחשף ל"אופק חדש".

(7) בהשוואה להפרש בסיכוי להתחיל ללמוד לתואר ראשון בין בוגרי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לבוגרי בתי הספר של "לתת חמש" בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

ו. סיכום

בעשור הקודם נרשמה ירידה מתמשכת של שיעור התלמידים הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף של מקצועות מדעיים-טכנולוגיים. מגמה זו, ועמה ההישגים הנמוכים של תלמידי ישראל במבחנים הבין-לאומיים באותם תחומים, הצורך של המשק ובפרט של הענפים עתירי הידע בכוח אדם מיומן בתחומי המדע והטכנולוגיה והרצון להעלות את כושר ההשתכרות של בוגרי מערכת החינוך, הניעו את משרד החינוך ליזום שתי תוכניות לתגבור לימודי המתמטיקה והמדעים בבתי הספר – "עתודה מדעית-טכנולוגית" ו"לתת חמש".

התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" מופעלת מאז 2011 בחלק מחטיבות הביניים והתיכונים במטרה להעלות את שיעור הניגשים לבחינות הבגרות ב-5 יחידות לימוד (יח"ל) במתמטיקה ובשני מקצועות מדעיים-טכנולוגיים (להלן מצרף מקצועות העתודה), והתוכנית "לתת חמש" מופעלת מאז 2015 בתיכונים לחיזוק לימודי המתמטיקה בהיקף של 5 יח"ל (תוספת שעות התקן מוענקת לחלק מבתי הספר שאינם בתוכנית העתודה). יוצא אפוא שתלמידי חטיבות הביניים שהשתתפו בתוכנית העתודה בריצפות מכיתה ז' הגיעו לכיתה י"ב החל ממחזור 2016 ותלמידי תיכון שנטלו חלק ב"לתת חמש" בכיתות י' עד י"ב – החל ממחזור 2017.

המחקר מלמד שתוכנית העתודה הביאה עד 2017 לגידול של 4–5 נקודות אחוז בשיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף מקצועות העתודה בהשוואה לתלמידי בתי הספר שלא השתתפו בשתי התוכניות (שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה ובמצרף עמד בבתי הספר של העתודה ערב התוכנית על 13% ו-8%, בהתאמה). תוכנית "לתת חמש" העלתה את שיעור הנבחנים ב-5 יח"ל במתמטיקה בקרוב ל-3 נקודות אחוז (שיעור הנבחנים ערב התוכנית עמד על 14%). בעקבות הפעלתן של שתי התוכניות לא הייתה ירידה של ממש בשיעור העוברים את הבחינה ב-5 יח"ל במתמטיקה ובציוניהם, משמע שגידול בכמות הנבחנים לא הביא להרעה בתוצאות הבחינות.

תוכנית העתודה העלתה את הסיכוי של בוגרי החינוך הערבי להתחיל (עד 2018) תואר ראשון במדעים בסדר גודל של 2 נקודות אחוז (בהשוואה ל-5% ערב התוכנית) ואת הסיכוי ללמוד את מקצועות ההייטק בכ-1 נקודת אחוז (בהשוואה ל-4%). ייתכן שמדובר באומדן חסר, שכן עמדו לרשותנו רק שנתיים מסיום י"ב אשר בהן ניתן לבדוק האם בוגרי תוכנית העתודה במלואה (כלומר מכיתה ז' עד י"ב) החלו בלימודים אקדמיים. בעתיד יהיה מקום לבחון את הסוגיה בהתייחס לתוכנית "לתת חמש" ובקרב בוגרי החינוך העברי.

שתי התוכניות נועדו בין השאר לחזק את לימודי המתמטיקה והמקצועות המדעיים-טכנולוגיים של תלמידות ולשפר את ההישגים הלימודיים של תלמידים מרקע חברתי-כלכלי חלש בתחומים אלו. המטרה הראשונה הושגה בתוכנית העתודה בלבד (ולמעט בכניסה להשכלה גבוהה במדעים), אך המטרה השנייה לא הושגה בשתייהן. מכאן עולה הצורך להשקיע מאמצים נוספים בחיזוק לימודי המקצועות הנדונים בקרב תלמידים מרקע חברתי-כלכלי חלש, במיוחד לאור העובדה שהישגיהם במבחנים הבין-לאומיים, ובפרט של תלמידי החינוך הערבי, נופלים בהרבה מאלו של עמיתיהם במדינות ה-OECD.

קשה לערוך חישוב עלות-תועלת של התוכניות, במיוחד של "לתת חמש", שבוגריה טרם הספיקו לבוא בשערי מערכת ההשכלה הגבוהה, וקשה עוד יותר להשוות לחישובים מקבילים של תוכניות התערבות אחרות. בכל זאת נערוך חישוב גס לגבי תוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית". עלות התוכנית למשתתף היא כ-10.3 אלפי ש"ח, ובהתחשב ביחס בין מספר התלמידים הממוצע בתיכון של העתודה למספר הממוצע של תלמידי העתודה בתיכון העלות הממוצעת לתלמיד בבית ספר שהשתתף בתוכנית העתודה

מכיתה ז' עד י"ב היא כ-1.1 אלפי ש"ח. התוכנית הביאה כאמור לגידול של כ-2 (כ-1) נקודות אחוז בסיכוי של תלמידי בתי הספר של העתודה בחינוך הערבי להתחיל לימודים אקדמיים במדעים (במקצועות ההייטק); אמידת משוואת שכר, בדומה לאמידתה אצל אחדות ואחרים (2018), מלמדת ששכרם השנתי ברוטו של ערבים בוגרי תואר ראשון במדעים (במקצועות ההייטק) היה בשנים 2008–2015 (כשהם בני 23–37) גבוה בכ-32 (בכ-39) אלפי ש"ח (במחירי 2017) משכרם של בוגרי מדעי החברה, כשיתר הדברים, לרבות הכישורים האישיים, קבועים. מכאן שבוגר מדעים (מקצוע הייטק) ערבי ישתכר במהלך חיי עבודתו קרוב ל-700 (למעלה מ-800) אלפי ש"ח יותר מאשר בוגר מדעי החברה (במונחים נוכחיים, כלומר לאחר היוון). בהינתן גידול הסיכויים האמור כל בוגר בית ספר שבו נהוגה תוכנית העתודה ייהנה מתוספת שכר של כ-14 אלפי ש"ח (כ-8 אלפים ש"ח במקצועות ההייטק). מכאן שהתועלת של תוכנית העתודה גדולה בסדר גודל של פי עשרה מעלותה. במידה ומעגל המשתתפים בתוכניות העתודה ו"לתת חמש" יורחב, כך שיכלול גם תלמידים בעלי יכולות נמוכות מאלו שהצטרפו אליהן, קרוב לוודאי שיהיה צורך להגדיל את העלות לתלמיד אם מעוניינים לאפשר לאותם תלמידים להצליח בלימודים כמו התלמידים הנוכחיים בתוכניות. גם התועלת, במונחי השתכרות עתידית, עשויה להיות נמוכה יותר.

ביבליוגרפיה

- אחדות, ל', א' גוטמן, א', זוסמן, נ', ליפניר, וע' מעין (2018). *התשואה במונחי שכר להשכלה הנרכשת באוניברסיטאות ובמכללות*, סדרת מאמרים לדיון 2018.11, חטיבת המחקר, בנק ישראל, ירושלים.
- בנטל, ב', ס' סומקין ודי פלד (2019). *האם מגזר ההייטק יכול למשוך את הכלכלה הישראלית?* מכון אהרון למדיניות כלכלית, המרכז הבינתחומי הרצליה.
- בנטל, ב' ודי פלד (2016). *האם קיים מחסור בבעלי תארים אקדמיים במדע וטכנולוגיה?* מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית.
- ברנד, ג' (2018). "באיזה מידה מדינת הסטארט-אפ יכולה לגדול?", בתוך: א' וייס (עורך), *דוח מצב המדינה 2018*, עמ' 87-120, מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, ירושלים.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2019). *היי-טק: השכלה גבוהה, תעסוקה והכנסה, נתונים מתוך סקר השכלה גבוהה תשע"ח*, הודעה לעיתונות 223/2019, 23 ביולי 2019.
- הרפז-מזוז, י' וז' קריל (2017). *המקפצה להייטק*, סדרת מאמרים לדיון, אגף הכלכלן הראשי, משרד האוצר, 10/09/2017, ירושלים.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2016). *הערכת התוכנית "מתמטיקה תחילה" בשנה"ל תשע"ה: דוח הערכה*, משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2017א). *פיז"ה 2015: אוריינות בקרב תלמידים בני 15 במדעים, בקריאה ובמתמטיקה – מבט ישראלי*, משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2017ב). *טימס 2015: מחקר בין-לאומי להערכת הידע והמיומנויות של תלמידי כיתה ח' במתמטיקה ובמדעים – מבט ישראלי*, משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2017ג). *מיצ"ב תשע"ז – מדדי יעילות וצמיחה בית ספרית, מבחני הישגים*, משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2018א). *הערכת התוכנית הלאומית למצוינות במתמטיקה בשנת הלימודים תשע"ז*, משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (2018ב). *הערכת התוכנית הלאומית למצוינות במתמטיקה בשנת הלימודים תשע"ז*, משרד החינוך.
- מני-איקן, ע' ודי רוזן (2015). *הוראת המתמטיקה בישראל ברמת 5 יחידות לימוד*, מכון הנרייטה סאלד, ירושלים.
- משרד החינוך (2015). *תכנית לקידום המתמטיקה והמצוינות המדעית*, הוראת קבע מס' 0054 – חדש, חוזר מנכ"ל משרד החינוך, 1 ספטמבר 2015.
- משרד החינוך (2018). *עתודה מדעית טכנולוגית – מסמך אב*, המינהל למדע וטכנולוגיה, תשע"ט.
- צוק, מ' (עורכת) (2014). *הגדלת היצע כוח אדם מיון הנדרש לתעשייה עתירת הידע*, דוח ועדת ההיגוי.
- קמחי, א' וא' הורוביץ (2015). *החשיבות של היקף לימודי המתמטיקה בתיכון ללימודים אקדמיים ולקריירה העתידית של התלמידים בישראל*, נייר מדיניות מס' 2015.01, מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, ירושלים.
- קנדל, י' (עורך) (2012). *המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית*, המלצות הצוות הבינמשרדי.
- רימון, ע' ודי רומנוב (2012). *דורכים על יהלומים: פוטנציאל המצוינות הלא ממומש של ישראל*, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סדרת ניירות עבודה מס' 67, ירושלים.
- שביב, מ' (עורכת) (2018). *דוח הוועדה להגדלת כוח אדם אקדמי במקצועות טכנולוגיה עילית (היי-טק)*, המועצה להשכלה גבוהה.
- Hodgen, J., D. Pepper, G. Ruddock, and L. Sturman, (2010). *Is the UK an Outlier? An International Comparison of Upper Secondary Mathematics Education*, Nuffield Foundation, London.
- Kohen, Z. (2019). *Trends in Education and Professional Career in Science and Technology: From Choice of Major in High School to Career Choice*, מנגת מכנס הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בנושא מבט על החינוך בישראל, ספטמבר.

נספחים

המשוואה הנאמדת

האמידות נערכו לגבי השנים 2006–2017 בקרב בתי הספר והתלמידים באוכלוסיית המחקר (כפי שאלו הוגדרו בגוף העבודה), על פי הפירוט הבא: בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד 2017 (כולל); בתי ספר ב"לתת חמש" שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד 2017 (כולל); בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהן "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד 2017 (כולל).

נאמדה משוואת "הפרש ההפרשים" הבאה:

$$Y_{ist} = \alpha_0 + \alpha_2 ATUDA_s + \alpha_3 LATET5_s + \vec{\alpha_4} y_t \times ATUDA_{is} + \vec{\alpha_5} y_t \times LATET5_{is} + \alpha_6 ATUDA_lower_secondary_{ist-5} + \alpha_7 REFORM_{ist} + \vec{\alpha_8} X_{it-2} + \alpha_9 M_{it-4} + \alpha_{10} NH_{it-3} + \vec{\alpha_{11}} S_{ist-2} + \vec{\alpha_{12}} y_t \times D_s + \theta_s + \epsilon_{ist}$$

כאשר:

משתנה התוצאה של תלמיד i בבית ספר s בשנה t (השנה בה התלמיד בכיתה י"ב).	Y_{ist}
משתנה דמי המקבל את הערך 1 אם בית הספר השתתף בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית", ו-0 אחרת.	$ATUDA_s$
משתנה דמי המקבל את הערך 1 אם בית הספר השתתף בתוכנית "לתת חמש", ו-0 אחרת.	$LATET5_s$
משתנה דמי המקבל את הערך 1 בשנה שבה התלמיד למד בכיתה י"ב, ו-0 אחרת.	y_t
משתנה דמי המקבל את הערך 1 אם בבית הספר שבו למד התלמיד בכיתות ז' עד ט' פעלה התוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית", ו-0 אחרת.	$ATUDA_lower_secondary_{ist-5}$
שיעור החשיפה המצטבר של רפורמת "עוז לתמורה" בבית הספר שבו למד התלמיד (בכיתות י' עד י"ב), במונחי שעות העבודה של המורים.	$REFORM_{ist}$
מערך המאפיינים האישיים של התלמיד והוריו (בהיותו בכיתה י'): דמי לגבר, מספר שנות הלימוד של האם והאב, מספר האחים והאחיות; המוצא: יהודי – דמי ליליד מדינות חבר העמים, דמי ליוצא אתיופיה (התלמיד או לפחות אחד מהוריו נולד במדינות קרן אפריקה), דמי ליליד חו"ל אחר; ערבי – מוסלמי (שאינו בדואי), בדואי, ערבי-נוצרי, דרוזי; קבוצת הבסיס – יהודי יליד ישראל; הכנסה מעבודה שכירה ועצמאית ברוטו של ההורים	X_{it-2}

(הכנסת האם בלבד כשהיא רווקה או אלמנה, הכנסת האב כשהוא אלמן) לנפש תקנית ; משתני דמי לתאריכי הלידה של התלמיד יחסית לתאריכים התואמים לשנת הלימודים בכיתה י' (להלן שנת התקן), העשויים להעיד על כישרון או היעדרו, ולכן על הקפצת/ הישארות כיתה – נולד אחרי דצמבר של שנת התקן, נולד באוקטובר עד דצמבר בשנה שקדמה לשנת התקן ; נולד בינואר עד ספטמבר בשנה שקדמה לשנת התקן, נולד לפני ינואר של השנה שקדמה לשנת התקן, וקבוצת הבסיס היא ילידי ינואר עד דצמבר של שנת התקן.	
הציון המתוקן של התלמיד בבחינת המיצ"ב במתמטיקה בכיתה ח' (ואם אין אז בחשבון בכיתה ה').	M_{it-4}
מספר השנים המצטבר שהתלמיד למד ב"אופק חדש" בבית ספר יסודי ובחטיבת ביניים.	NH_{it-3}
מערך מאפיינים משתנים של המורים ובית הספר (כאשר התלמיד היה בכיתה י') : שיעור הגברים, שיעור בעלי תואר שני, ותק ממוצע בהוראה ; הציון המתוקן בבחינות הבגרות של המורים עד גיל 31, שיעור שעות ההוראה של המורים למתמטיקה בעלי תואר אקדמי במתמטיקה או בתחום דעת קרוב (מדעים פיזיקליים, סטטיסטיקה, מדעי המחשב והנדסה) מסך שעות ההוראה של המורים למתמטיקה. מספר התלמידים בשכבת י', ממוצע התלמידים למורה בתיכון.	S_{t-2}
המחוז (לפי הגדרת משרד החינוך) של בית הספר.	D_s
Fixed Effects לבית הספר שבו למד התלמיד בכיתה י"ב. (סטיות התקן באמידות מקובצות לפי בית ספר).	θ_s
שארית בלתי מוסברת.	ϵ_{ist}

לוח נ-1. מספר בתי הספר התיכוניים והתלמידים בשנת 2017: סה"כ ובאוכלוסיית המחקר

תלמידי כיתה י"ב	בתי ספר	
121,249	1,566	סה"כ תיכוניים
102,643	¹ 1,133	מזה: תיכוניים שהיו פעילים גם בשנת 2006
12,414	249	מזה: בתי ספר של החינוך החרדי
2,957	149	בתי ספר של החינוך המיוחד
3,570	26	בתי ספר חקלאיים
19,314	532	בתי ספר קטנים ²
64,278	404	סה"כ בתי ספר באוכלוסיית המחקר ³
⁵ 3,699	404	מזה: תלמידי שילוב ⁴
⁵ 2,546	404	תלמידים שנשרו בין י' ל"י"ב
⁵ 2,488	404	תלמידים שהחליפו בית ספר בין י' ל"י"ב
⁵ 55,915	404	סה"כ בתי ספר ותלמידים באוכלוסיית המחקר ⁶
⁵ 33,684	237	מזה: השתתפו באמידות
⁵ 20,225	114	מזה: בתי ספר של עתודה מדעית-טכנולוגית ⁷
⁵ 6,102	38	בתי ספר של "לתת חמש" ⁸
⁵ 7,357	85	בתי ספר אחרים ⁹

- המקור:** משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחברים.
- (1) השיעור הגבוה של בתי הספר התיכוניים שלא היו פעילים גם בשנת 2006 נובע בחלקו מפתיחה וסגירה תכופה של מוסדות הרשומים כבתי ספר של החינוך המיוחד (המאכלסים מעט תלמידים) ומבעיות רישום.
 - (2) בתי ספר שהיו בהם פחות מ-30 תלמידים בשכבת י"ב באחת או יותר מהשנים 2006–2017.
 - (3) לאחר השמטת פנימיות (שהזיהוי שלהן בעייתי) ובתי ספר שלא ניתן היה לקשרם לקובצי מורים.
 - (4) תלמידי חינוך מיוחד בבתי ספר רגילים.
 - (5) תלמידי כיתה י' בשנת 2015.
 - (6) לאחר השמטת תלמידים שנפטרו במהלך התיכון ועד שנה לאחר מכן, ותלמידים שלא שהו בארץ שנה ומעלה בתקופת התיכון.
 - (7) בתי ספר שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד סוף 2017.
 - (8) בתי ספר שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 ועד סוף 2017.
 - (9) בתי ספר שלא פעלה בהן "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

לוח נ"2. הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה לפי קבוצות אוכלוסייה:
בתי ספר בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" בהשוואה לבתי ספר אחרים¹

המשתנה המסביר ²		מגדר		מגזר		השכלת אם ³ (חינוך עברי)		ציון במיצ"ב ⁴	
		בנים	בנות	חינוך עברי	חינוך ערבי	נמוכה	גבוהה	נמוך	גבוה
עתודה × 2006 ⁵		-0.025	0.007	0.005	-0.050	-0.008	0.022	0.006	-0.053*
עתודה × 2007 ⁵		-0.022	0.027	0.000	0.023	-0.001	0.000	0.010*	-0.049*
עתודה × 2008 ⁵		-0.022	0.002	-0.00	-0.047	-0.016	0.020	0.005	-0.022
עתודה × 2009 ⁵		-0.021	0.022	0.013	0.014	0.008	0.021	0.007	-0.017
עתודה × 2010 ⁵		-0.018	0.002	0.006	0.009	0.012	0.004	-0.007	-0.020
עתודה × 2011 ⁵		-0.010	0.005	-0.005	0.031	-0.005	-0.007	0.011	-0.007
עתודה × 2013 ⁵		-0.006	-0.003	-0.004	-0.007	-0.000	0.001	0.006	-0.026
עתודה × 2014 ⁵		0.026*	0.027*	0.037**	0.019	0.016	0.060**	0.009**	0.043*
עתודה × 2015 ⁵		0.012	0.026*	0.020	0.008	0.013	0.032*	0.011**	0.015
עתודה × 2016 ⁵		0.026	0.012	0.013	0.022	0.026	-0.002	0.019***	0.019
עתודה × 2017 ⁵		0.041**	0.054***	0.044***	0.034	0.047	0.048**	0.026***	0.047**
מספר התצפיות		96,236	117,653	177,588	36,301	92,396	85,192	78,257	135,632
מספר בתי הספר		172	179	148	36	148	148	184	184
Adjusted R ²		0.234	0.314	0.210	0.194	0.139	0.221	0.030	0.224

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5%-1%, בהתאמה.

(1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(2) באמידות נכללו המשתנים המסבירים מלוח 3.

(3) השכלת אם גבוהה – יותר מ-12 שנות לימוד.

(4) הציון במיצ"ב כיתה ח' במתמטיקה, במונחי סטיות תקן. ציון גבוה – סטית התקן חיובית.

(5) בהשוואה להפרש בסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה בין תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לתלמידי בתי הספר האחרים בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

לוח נ' 3. הסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה לפי קבוצות אוכלוסייה:

בתי ספר בתוכנית "לתת חמש" בהשוואה לבתי ספר אחרים¹

המשתנה המסביר ²		מגדר		מגזר		השכלת אם ³ (חינוך עברי)		ציון במיצ"ב	
		בנים	בנות	חינוך עברי	חינוך ערבי	נמוכה	גבוהה	נמוך	גבוה
לתת חמש × 2006 ⁵		-0.039	0.017	0.000	-0.008	-0.003	0.016	-0.004	-0.057
לתת חמש × 2007 ⁵		0.028	0.034	0.002	0.110***	0.021	-0.013	0.002	-0.006
לתת חמש × 2008 ⁵		0.005	-0.013	-0.011	-0.004	-0.017	0.006	-0.010	-0.016
לתת חמש × 2009 ⁵		0.004	0.001	-0.009	0.048**	0.007	-0.021	-0.004	-0.014
לתת חמש × 2010 ⁵		-0.010	0.002	0.005	0.028	0.005	0.010	-0.008	-0.015
לתת חמש × 2011 ⁵		-0.027	-0.008	-0.038**	0.048	-0.005	-0.060**	-0.009	-0.035
לתת חמש × 2012 ⁵		0.020	0.004	-0.003	0.052**	0.006	-0.009	0.001	0.010
לתת חמש × 2013 ⁵		0.016	-0.024	0.005	0.024	0.024*	-0.003	-0.011	-0.029
לתת חמש × 2015 ⁵		0.004	-0.005	0.007	0.004	0.011	0.012	0.008	-0.018
לתת חמש × 2016 ⁵		0.018	-0.002	0.000	0.040*	0.013	-0.016	-0.010	0.003
לתת חמש × 2017 ⁵		0.046*	0.014	0.032*	0.046**	0.034*	0.033	0.002	0.014
מספר התצפיות		42,894	55,646	57,889	40,651	29,463	28,426	42,155	56,385
מספר בתי הספר		98	105	73	36	73	73	109	109
Adjusted R ²		0.234	0.188	0.201	0.228	0.130	0.213	0.050	0.223

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5% ו-1%, בהתאמה.

(1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(2) באמידות נכללו המשתנים המסבירים מלוח 5.

(3) השכלת אם גבוהה – יותר מ-12 שנות לימוד.

(4) הציון במיצ"ב כיתה ח' במתמטיקה, במונחי סטיות תקן. ציון גבוה – סטית התקן חיובית.

(5) בהשוואה להפרש בסיכוי להיבחן ב-5 יח"ל במתמטיקה בין תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לתלמידי בתי הספר האחרים בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

לוח נ' 4. הסיכוי להיבחן ב-4 וב-3 יח"ל במתמטיקה:

בתי ספר בתוכנית "עתודה מדעית-טכנולוגית" בהשוואה לבתי ספר אחרים ו"לתת חמש"¹

המשתנה המסביר ²		עתודה בהשוואה לאחרים		עתודה בהשוואה ל"לתת חמש"	
		4 יח"ל	3 יח"ל	4 יח"ל	3 יח"ל
עתודה		0.026	-0.025	-0.107***	-0.013
עתודה × 2006 ³		0.008	-0.036	0.026	0.016
עתודה × 2007 ³		0.032**	-0.057**	0.014	0.038
עתודה × 2008 ³		0.011	-0.021	-0.004	0.059
עתודה × 2009 ³		0.002	-0.046*	-0.013	0.039*
עתודה × 2010 ³		0.006	0.013	-0.022	0.047**
עתודה × 2011 ³		0.000	0.004	-0.013	0.019
עתודה × 2013 ³		0.022	-0.010	-0.006	0.006
עתודה × 2014 ³		-0.010	-0.015	-0.032	0.021
עתודה × 2015 ³		0.015	-0.022	-0.012	0.022
עתודה × 2016 ³		0.015	-0.041**	-0.013	0.018
עתודה × 2017 ³		0.008	-0.061***	-0.007	-0.002
המאפיינים של התלמיד והוריו		V	V	V	V
המאפיינים של המורים ובית הספר		V	V	V	V
מגמת הזמן לפי מחוז		V	V	V	V
דמי לבית הספר		V	V	V	V
מספר התצפיות		221,873	221,873	213,889	213,889
מספר בתי הספר (מזה: בעתודה)		142	142	199	199
Adjusted R ²		0.095	0.127	0.087	0.131

*, **, *** מובהק ברמה של 10%, 5% ו-1%, בהתאמה.

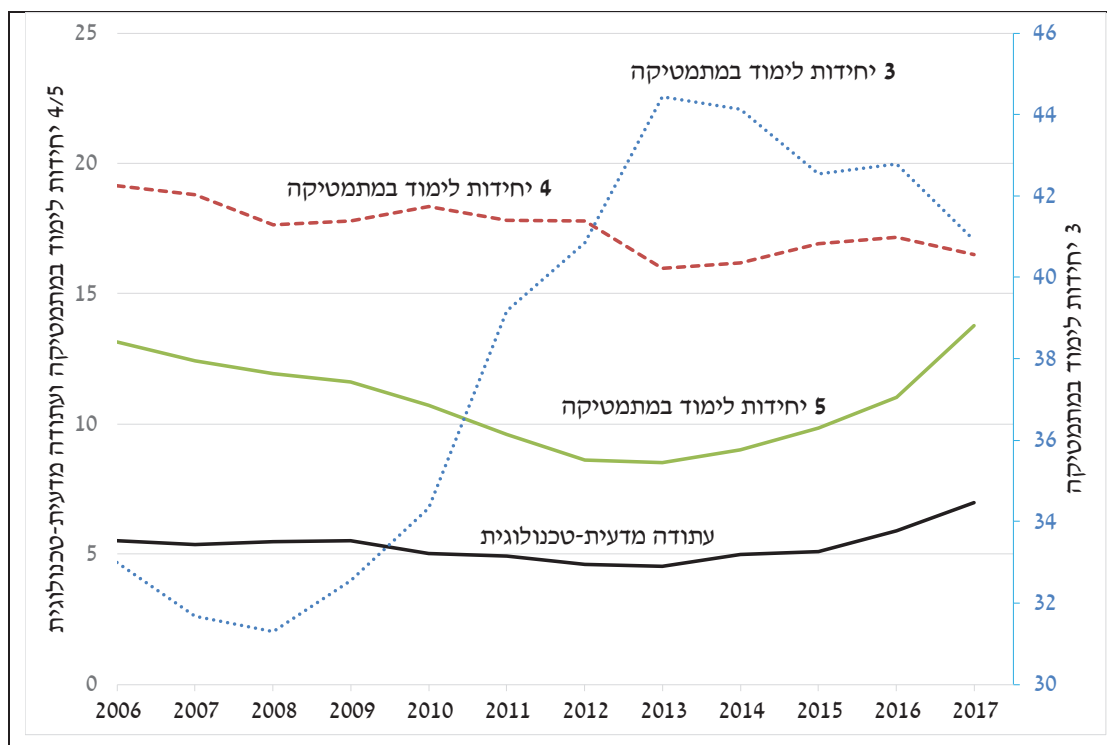
(1) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 עד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.

(2) לרשימת המשתנים המסבירים ראו נספח. באמידות נכללים גם שיעור החשיפה של התלמיד לחטיבות הביניים שבהן הונהגה תוכנית העתודה, שיעור החשיפה של בתי הספר ל"עוז לתמורה" ומספר השנים שבהן התלמיד נחשף ל"אופק חדש".

(3) בהשוואה להפרש בסיכוי להיבחן ב-4/3 יח"ל במתמטיקה בין תלמידי בתי הספר של "עתודה מדעית-טכנולוגית" לתלמידי בתי הספר האחרים או של "לתת חמש" בשנת 2012. שנת 2012 היא השנה האחרונה שבה תלמידי י"ב טרם השלימו 3 שנים בתוכנית העתודה.

איור נ' 1. שיעור הנבחנים במתמטיקה ובמצרף מקצועות "עתודה מדעית-טכנולוגית"¹

מכלל תלמידי י"ב במערכת החינוך² (אחוזים)



המקור: משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחברים.

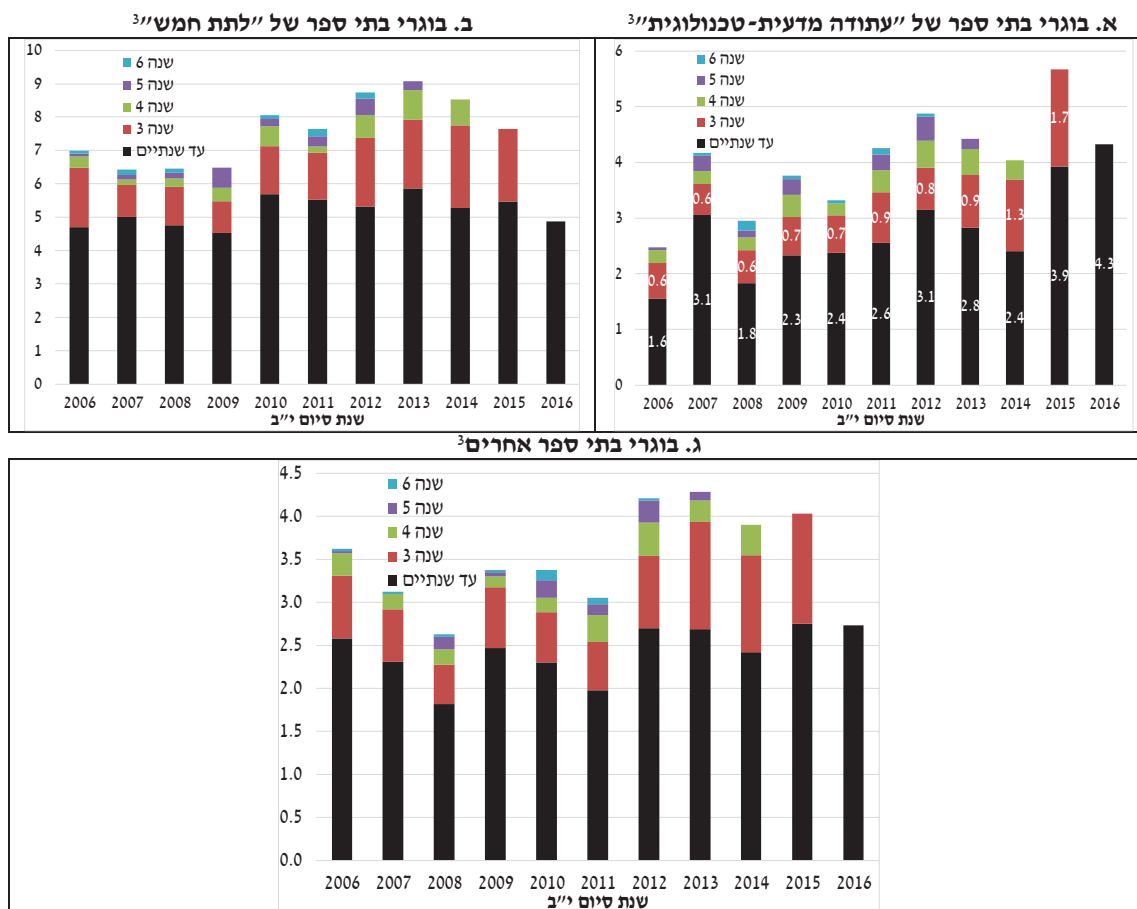
- (1) תלמידים בפקוח משרד החינוך (למעט בבתי ספר של החינוך המיוחד). לפיכך לא נכללים תלמידים בשיבות קטנות, בבתי הספר המקצועיים לנוער (המכונים גם בתי ספר תעשייתיים/לחניכים) וברשות חסות הנוער (שני האחרונים בפקוח משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים) ותלמידי מזרח ירושלים הניגשים למבחן המסכם של הלימודים בתיכון בשטחי הרשות הפלסטינית וירדן (מבחן התאגויה).
- (2) 5 יח"ל במתמטיקה, 5 יח"ל בפיזיקה/כימיה/ביולוגיה ו-5 יח"ל נוספות בפיזיקה/כימיה/ביולוגיה/מדעי המחשב/אלקטרוניקה.

איור נ' 2. התפלגות מספר שנות הלימוד של אימהות התלמידים בשנת 2009, לפי שנת ההשתתפות של בית הספר בתוכנית¹ (אחוזים)



המקור: משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחברים.
(1) באוכלוסיית המחקר.

איור נ' 3. שיעור הכניסה של ערבים¹ בוגרי י"ב ללימודי מדעים² במוסדות להשכלה גבוהה, לפי התוכנית ומספר השנים שחלפו מאז סיום כיתה י"ב (אחוזים)



המקור: משרד החינוך, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועיבודי המחברים.

- (1) ערבים וערביות (ונשים דרוזיות).
- (2) מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב; מדעים פיזיקליים (לרבות כימיה); מדעים ביולוגיים וחקלאות; הנדסה.
- (3) בתי הספר באוכלוסיית המחקר. בתי ספר ב"עתודה מדעית-טכנולוגית" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2011 (או מהפיילוט של 2010) עד סוף 2017; בתי ספר ב"לתת חמש" – רק אלו שהתוכנית פעלה בהם ברציפות משנת 2015 ועד סוף 2017; בתי ספר אחרים – בתי ספר שלא פעלה בהם "עתודה מדעית-טכנולוגית" או "לתת חמש" עד סוף 2017.