



מרכז ארצי לבחינות ולהערכה (ע"ר)
NATIONAL INSTITUTE FOR TESTING & EVALUATION
المركز القطري للامتحانات والتقييم
מיסודן של האוניברסיטאות בישראל

מגמות בחינוך, בהשכלה ובעיסוק בתחומי מדע
וטכנולוגיה: מהבחירה במקצוע מורחב בתיכון
ועד לבחירת קריירה

דוח מחקר

RR
19-03

דצמבר 2019

ד"ר זהבית כהן¹, ד"ר אורטל ניצן¹, ד"ר נעמי גפני²

1 הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה
2 המרכז הארצי לבחינות ולהערכה (מאל"ו), ירושלים

דוח מחקר

RR-19-03

ISBN 978-965-502-216-2

מגמות בחינוך, בהשכלה ובעיסוק בתחומי מדע וטכנולוגיה: מהבחירה במקצוע מורחב בתיכון ועד לבחירת קריירה

ד"ר זהבית כהן¹, ד"ר אורטל ניצן¹, ד"ר נעמי גפני²

1 הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה

2 המרכז הארצי לבחינות ולהערכה (מאל"ו), ירושלים

דצמבר 2019

מוגש למרכז הארצי לבחינות ולהערכה

תודות

1. תודות לפרופ' יהודית דורי, דיקנית הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, אשר הייתה החוקרת הראשית של פרויקט זה בתחילת דרכו, על יעוץ אקדמי למחקר.
2. תודות לקרן המחקר של מאל"ו (מרכז ארצי לבחינות והערכה) על מימון חלקי של המחקר הנוכחי.
3. תודות למוסד שמואל נאמן למחקרי מדיניות, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, על מימון חלקי של המחקר הנוכחי.
4. תודות לעובדי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה על תרומתם לקבלת נתוני המחקר.
5. תודות לשני המבקרים האנונימיים מטעם המרכז הארצי לבחינות והערכה על ההערות המפורטות אשר סייעו בשיפור ודיוק הבהירות של הדו"ח הנוכחי.

תוכן

א.....	תקציר	1
ב.....	תקציר מנהלים	1
1.....	מבוא	1.1
2.....	מטרת המחקר	2
2.....	סקירה תיאורטית	2.1
2.....	גורמים המשפיעים על בחירת קריירה	2.2
3.....	בחירת קריירה בישראל	2.3
4.....	תהליך בחירה במקצועות ה-STEM בלימודים ובקריירה בקרב נשים ומגזרים מוחלשים	3
7.....	מהלך המחקר והשיטה	3.1
7.....	שאלות המחקר	3.2
8.....	מדגם המחקר	3.3
10.....	איסוף הנתונים	3.4
12.....	עיבוד וניתוח הנתונים	4
17.....	ממצאים	4.1
17.....	התפלגות רוחבית – מגמת הבחירה במקצועות STEM בתקופות הלימוד השונות	4.2
20.....	ניתוח רוחבי – הבדלים דמוגרפים ואקדמיים בבחירה במקצועות STEM בתקופות הלימוד השונות: תיכון, שנה א' לתואר ראשון ובוגרי תואר ראשון	4.3
33.....	נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים: מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון	4.4
37.....	נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים: מהתיכון ועד לסיום תואר מתקדם	4.5
41.....	מאפייני הלומדים השונים לפי שמונת מסלולי הבחירה וההתמדה בלימודים – מדרג 8	4.6
45.....	מאפייני הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM – מסלול 8 במדרג 8	4.7
50.....	נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים מהתיכון ועד לעיסוק בענף כלכלי בשנת 2015	4.8
52.....	מאפייני הלומדים השונים לפי ארבעת מסלולי הבחירה של הענף הכלכלי – מדרג 4	4.9
56.....	מאפייני העוסק המתמיד במקצועות ה-STEM – מסלול 4 במדרג 4	4.10
60.....	ממצאי ניתוחי רגרסיה לוגיסטית	4.11
66.....	ממצאי ניתוחי רגרסיה לוגיסטית – ענף כלכלי	5
69.....	דיון	5.1
69.....	סיכום ממצאים ודיון	5.2
75.....	תרומת המחקר	5.3
76.....	פעולות מומלצות לעידוד הבחירה בהשכלה ועיסוק בתחומי מדע וטכנולוגיה	6
78.....	מקורות	נספח 1 – אישור ועדת האתיקה של רשות האוכלוסין
83.....	נספח 2 – אישור ועדת האתיקה של רשות המיסים	84
84.....	נספח 3 – אישור ועדת האתיקה של משרד החינוך	85
85.....	נספח 4 – מקצועות STEM בהשכלה הגבוהה	86
86.....	נספח 5 – רשימת ענפים כלכליים השייכים לתחומי STEM	89
89.....	Abstract	I
I.....	Executive Summary	III

רשימת טבלאות

טבלה 1. שכיחויות לפי שישה מחזורים ושכיחויות באחוזים לפי מגדר, מגזר, מוצא ופיקוח עבור אוכלוסיית הבסיס.....	9
טבלה 2. התפלגות המדגם לפי מחזורים ולפי מגמה מדעית, מתוך סך כל הלומדים באותה שנה עבור אוכלוסיית הבסיס.....	10
טבלה 3. תיאור המשתנים ונתוני המדגם.....	11
טבלה 4. התפלגות המדגם לפי סוג המגמה בתיכון ומסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה...33	33
טבלה 5. התפלגות המדגם לפי מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה ומסלול הלימוד בסיום תואר.....	34
טבלה 6. התפלגות המדגם לפי מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה ומסלול הלימוד בסיום תואר.....	34
טבלה 7. התפלגות הלומדים לפי סוג המגמה בתיכון ומסלול הלימוד בסיום תואר ראשון.....	37
טבלה 8. התפלגות הלומדים לפי מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון ומסלול הלימוד בתואר מתקדם – עבור תלמידים שלמדו במגמה מדעית בתיכון.....	38
טבלה 9. התפלגות הלומדים לפי מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון ומסלול הלימוד בתואר מתקדם – עבור תלמידים שלא למדו במגמה מדעית.....	38
טבלה 10. מתאמים בין מדרג 8 ובין משתני רקע – הישגים בפסיכומטריה.....	44
טבלה 11. התפלגות הלומדים לפי סוג מגמה בתיכון וסוג ענף כלכלי בשנת 2015.....	50
טבלה 12. מתאמים בין מדרג 4 ובין משתני רקע – בשנת 2015.....	56
טבלה 13. רגרסיה לוגיסטית לניבוי בחירה במגמה מדעית בהתייחס למשתנים דמוגרפיים ו, N=309,864.....	61
טבלה 14. רגרסיה לוגיסטית לניבוי התחלה במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה, בהתייחס למשתנים דמוגרפיים, סוגי מגמות בתיכון ורמה אקדמית, N=100,607.....	62
טבלה 15. רגרסיה לוגיסטית לניבוי סיום תואר ראשון STEM בהשכלה הגבוהה, בהתייחס למשתנים דמוגרפיים, סוגי מגמות בתיכון ורמה אקדמית, N=67,421.....	64
טבלה 16. רגרסיה לוגיסטית לניבוי עיסוק בענף כלכלי STEM בקרב בוגרי תואר ראשון STEM, בהתייחס למשתנים דמוגרפיים, סוגי מגמות בתיכון ורמה אקדמית, N=16,995.....	67

רשימת תרשימים

- תרשים 1.** הצפי במספר הנכנסים לשוק העבודה העתידי. מקור: למ"ס. תחזית 2009-2029.....2
- תרשים 2.** התפלגות תלמידי תיכון לפי המגמות המדעיות השונות בהתאם למספר יחידות הלימוד, בין השנים 1992-2015. פיזיקה N=49,871; כימיה N=48,424; ביולוגיה N=89,241; מחשבים N=46,455; ואלקטרוניקה N=15,483.....13
- תרשים 3.** התפלגות מסיימי תיכון במגמות מדעיות ושאינן מדעיות בין השנים 1992-2015 (N=415,942).....17
- תרשים 4.** התפלגות הסטודנטים בשנה א' במוסדות להשכלה גבוהה במסלולי STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011 (N=185,573).....18
- תרשים 5.** התפלגות בוגרי תואר ראשון במוסדות להשכלה גבוהה במסלולי STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015 (N=119,628).....19
- תרשים 6.** התפלגות תלמידי תיכון לפי סוג המגמה מתוך סך הבנים (100%) והבנות (100%), בין השנים 1992-2015. בנים N=191,366; בנות N=224,576.....20
- תרשים 7.** התפלגות סטודנטים בשנה א' לפי סוג מסלול לימודים STEM ו-Non-STEM מתוך סך הגברים (100%) והנשים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. גברים N=76,771; נשים N=108,802.....21
- תרשים 8.** התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי סוג מסלול לימודים STEM ו-Non-STEM מתוך סך הגברים (100%) והנשים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. גברים N=47,952; נשים N=71,688.....21
- תרשים 9.** התפלגות תלמידי תיכון לפי מגזר בקרב הלומדים במגמה מדעית ושאינה מדעית, בין השנים 1992-2015. יהודים N=326,064; ערבים N=78,821; אחרים N=11,057.....22
- תרשים 10.** התפלגות סטודנטים בשנה א' לפי מגזר בקרב הלומדים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יהודים N=159,640; ערבים N=22,671; אחרים N=3,262.....23
- תרשים 11.** התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי מגזר בקרב הבוגרים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יהודים N=106,535; ערבים N=11,730; אחרים N=1,375.....23
- תרשים 12.** התפלגות תלמידי תיכון בקרב הלומדים במגמה מדעית ושאינה מדעית לפי סוג הפיקוח, בין השנים 1992-2015. ממלכתי N=339,409; ממלכתי-דתי N=65,753; אחר N=10,703.....25
- תרשים 13.** התפלגות סטודנטים בשנה א' בקרב הלומדים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM לפי סוג הפיקוח, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. ממלכתי N=151,633; ממלכתי-דתי N=31,517; אחר N=2,380.....25
- תרשים 14.** התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי מסלול לימודים STEM ו-Non-STEM ולפי סוג הפיקוח, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. ממלכתי N=98,846; ממלכתי-דתי N=19,743; אחר N=1,019.....25
- תרשים 15.** התפלגות תלמידי תיכון לפי סוג המגמה מתוך ילידי הארץ (100%) ועולים (100%), בין השנים 1992-2015. ילידי הארץ N=362,835; עולים N=47,869.....27
- תרשים 16.** התפלגות סטודנטים בשנה א' לפי סוג מסלול הלימודים מתוך ילידי הארץ (100%) ועולים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. ילידי הארץ N=157,361; עולים N=22,990.....27
- תרשים 17.** התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי סוג מסלול הלימודים מתוך ילידי הארץ (100%) ועולים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. ילידי הארץ N=100,093; עולים N=14,309.....27
- תרשים 18.** התפלגות תלמידי תיכון ממוצא אתיופי בקרב הלומדים במגמה מדעית ושאינה מדעית, בין השנים 1992-2015. יוצאי אתיופיה N=8,245; שאינם יוצאי אתיופיה N=407,697.....28
- תרשים 19.** התפלגות סטודנטים בשנה א' ממוצא אתיופי בקרב הלומדים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יוצאי אתיופיה N=1,525; שאינם יוצאי אתיופיה N=184,048.....29

תרשים 20. התפלגות בוגרי תואר ראשון ממוצא אתיופי בקרב הבוגרים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יוצאי אתיופיה N=713; שאינם יוצאי אתיופיה N=118,927..... 29

תרשים 21. התפלגות סטודנטים בשנה א' במוסדות לימוד אקדמיים שונים מתוך סך הלומדים במסלול לימודים STEM (100%) ו-Non-STEM (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. אוניברסיטאות N=111,617; מכללות אקדמיות N=53,115; מכללות אקדמיות לחינוך N=20,841..... 30

רשימת איורים

איור 1. תיאור ההפריה ההדדית בין האקדמיה-התעשייה-מערכת החינוך והקהילה.....	1
איור 2. אופן חלוקת הניקוד לכל מסלול בחירה מתיכון ועד לסיום תואר ראשון – מדרג 8.....	14
איור 3. אופן חלוקת הניקוד לכל מסלול עיסוק מתיכון ועד לענף כלכלי – מדרג 4.....	15
איור 4. התפלגות לפי בחירה במקצועות STEM לעומת Non-STEM לאורך כל תקופות הלימוד : תיכון, שנה א' לתואר ראשון וסיום תואר ראשון.....	35
איור 5. התפלגות לפי בחירה במקצועות STEM לעומת Non-STEM בתארים מתקדמים : תיכון, סיום תואר ראשון וסיום תואר מתקדם.....	39
איור 6. התפלגות לפי בחירה בענף כלכלי בתחומי STEM לעומת Non-STEM – מהתיכון ועד לבחירת קריירה בשנת 2015.....	51
Figure 1. Description of the cross-fertilization between academia-industry-education system and community.....	IX

תקציר

למרות העלייה בדרישה בשוק העבודה לבוגרים בתחומי מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM—Science, Technology, Engineering, and Mathematics) בעולם בכלל ובישראל בפרט, הבחירה בלימודי המקצועות המדעיים וההנדסיים נמצאת בירידה. משבר זה בא לידי ביטוי בירידה בבחירה במקצועות אלו ברמה המוגברת בתיכון (5 יחידות לימוד) ובמספר נמוך יחסית של לומדים הבוחרים להמשיך בלימודים גבוהים ובעיסוק במקצועות מדעיים-הנדסיים. בחירות מעין אלו קטנות אף יותר כאשר מדובר בנשים וכן במגזרים מוחלשים במדינת ישראל, בכללם ערבים, עולים חדשים, ויוצאי אתיופיה. מטרת המחקר המוצג בדו"ח זה הינה לבחון את מגמות הבחירה לאורך שני העשורים האחרונים בהשכלה ועיסוק בתחומי STEM בישראל בכלל האוכלוסייה, ובפרט בקרב נשים ומגזרים מוחלשים, תוך התייחסות לתקופות חיים משמעותיות בבחירת קריירה, מהתיכון ועד לעיסוק בפועל במקצועות STEM.

מדגם המחקר כלל כ-415,000 רשומות של זכאים לתעודת בגרות בין השנים 1992 – 2015 (לא ברצף, אלא במקטעים של כ-5 שנים). מתוכם כ-185,000 התחילו לימודיהם לתואר ראשון; כ-120,000 סטודנטים אשר התחילו תואר ראשון גם סיימו תואר ראשון; וכ-33,500 בוגרי תואר ראשון במסלול STEM, העוסקים בתחום לפי ענף כלכלי בתעשייה בישראל. הנתונים התקבלו מרשומות הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל ונותחו בעיבוד סטטיסטי כמותי, שכלל תיאור התפלגויות וניתוחי שונות בין משתנים דמוגרפים ונתוני השכלה. כמו כן, נערכה רגרסיה לוגיסטית לבדיקה של השפעת המשתנים הדמוגרפיים השונים ורמת ההשכלה על בחירה בלימודי STEM ועיסוק בענף כלכלי בתחומי ה-STEM לאחר סיום התואר הראשון.

הממצאים העיקריים מראים כי חלה ירידה בבחירה במגמה מדעית בתיכון בשני העשורים האחרונים, בעוד שבהשכלה הגבוהה נשמרת יציבות יחסית בשיעור הפונים למסלולי STEM. בבחינת מגמות הבחירה לאורך תקופות החיים השונות, נמצא כי קיימת תלות בין בחירה במגמה מדעית בתיכון לבין בחירה בתחומי STEM בהשכלה הגבוהה, הן בתואר ראשון והן בתארים מתקדמים ואף בעיסוק בענף כלכלי בתחומי STEM בעתיד. מגמה זו מקבלת חיזוק בניתוחי רגרסיה אשר הראו כי השתייכות למגמה מדעית בתיכון מנבאת בחירה וסיום מסלול STEM בהשכלה הגבוהה, ובפרט הבחירה במגמת פיזיקה נמצאה כמנבאת הטובה ביותר מבין המגמות המדעיות בתיכון. ניתוחי הרגרסיה הצביעו בנוסף על שיעור גבוה יותר של גברים ביחס לנשים שבוחרים במקצועות ה-STEM לאורך כל תקופות הלימוד, וכן כי ללומד מהמגזר הערבי סיכוי גבוה יותר לבחור במגמה מדעית בתיכון ביחס ללומד מהמגזר היהודי. עם זאת, סיכוי זה מתהפך כאשר בוחנים את המצב בהשכלה הגבוהה, שבה ללומד מהמגזר היהודי סיכוי גדול יותר להתחיל ולסיים את לימודיו במסלול STEM.

למחקר זה תרומה משמעותית להבנה מעמיקה של המצב הקיים בישראל בהשכלה ובעיסוק בתחומי ה-STEM השונים, והוא בעל חשיבות עליונה עבור קובעי מדיניות השואפים להשפיע על בחירה בעיסוק במקצועות אלו. ניתוח אורך של הממצאים העלה את ההשפעה החיובית של בחירה במגמה מדעית בתיכון על בחירה בתחומי STEM בהשכלה הגבוהה, ובהתמדה בעיסוק במקצועות STEM כקריירה עתידית. ממצאים אלו מדגישים את החשיבות של עידוד תלמידי תיכון להשתלב במגמות מדעיות. בנוסף, ניתוח הממצאים בהיבט של נשים ואוכלוסיות מוחלשות מעמיק את הבנת הפערים הקיימים בחברה הישראלית, ומספק הצדקה כלכלית להשקעת משאבים בפיתוח ההון האנושי, בדגש על קידום נשים ואוכלוסיות מוחלשות. השקעה זו יכולה להוות מנוף חברתי וכלכלי, להקטין את אי-הודאות הכלכלית-חברתית ואת הפערים בין המגזרים ותבטיח את המשך הפיתוח והחיזוק של חוסנה המדעי, הנדסי וטכנולוגי של מדינת ישראל.

תקציר מנהלים

❖ הדו"ח מציג את מגמות הבחירה בתחומי מדע וטכנולוגיה (STEM – Science, Technology, Engineering, and Mathematics) בתקופות שונות: **מהבחירה במקצוע מורחב בתיכון, לבחירה בשנה א' בהשכלה גבוהה, סיום תואר ראשון בהשכלה גבוהה ועד לבחירת קריירה** (על בסיס ענף כלכלי). תחומי STEM עבור כל אחת מהתקופות השונות הוגדרו באופן הבא: **בתיכון**, המשתנה STEM כלל את המקצועות המדעיים-הנדסיים הבאים בלבד: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב ואלקטרוניקה¹; **בהשכלה הגבוהה**, המשתנה STEM כלל את המקצועות הבאים: מתמטיקה, סטטיסטיקה, מדעי המחשב, מדעים פיסיקליים, המדעים הביולוגיים, מדעי הניהול, רפואה, חקלאות (רפואה ווטרינרית), הנדסה ואדריכלות, וכן חינוך מתמטי והוראת המדעים; **בענף כלכלי**, המשתנה STEM הוגדר כמי שסיים תואר ראשון בתחומי ה-STEM ועובד באחד מהתחומים הבאים: תעשייה, בינוי, מידע ותקשורת, שירותים מקצועיים-מדעיים וטכניים, חינוך למדע וטכנולוגיה, שירותי בריאות, רווחה וסעד.

❖ בחינת תקופות משמעותיות אלו אפשרו ביצוע של ניתוחי רוחב וניתוחי אורך (כפי שיפורט בהמשך) על סמך נתונים של שתי אוכלוסיות בסיס² עיקריות: האחת, באמצעותה נבחנו תקופות הלימוד מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון, וכללה את כל מסיימי התיכון בשנים הנבחרות (1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015). כאשר מתוך מדגם זה נגזרו שני תתי-מדגמים נוספים: נבדקים אשר גם התחילו שנה א' לתואר ראשון ונבדקים אשר סיימו תואר ראשון. השנייה, באמצעותה נבחנה תקופת הקריירה (ענף כלכלי), וכללה את כל מסיימי תואר ראשון STEM (בשנים הנבחרות: 1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015) אשר עוסקים בתחומי STEM בשנת 2015.

❖ הניתוחים השונים אשר בוצעו במסגרת דו"ח מחקר זה כללו מגוון רחב של משתני רקע אשר כללו משתנים דמוגרפיים ונתוני השכלה של הנבדקים במדגמים השונים. בבחינת אוכלוסיית תלמידי התיכון נלקחו בחשבון **המשתנים הדמוגרפיים-השכלתיים** הבאים: מגדר (גברים לעומת נשים), מגזר (יהודי, ערבי, ואחר), פיקוח ממשלתי בית-ספרי (ממלכתי, ממלכתי-דתי, ואחר), ארץ מוצא (ילידי הארץ לעומת עולים), מוצא אתיופי (יוצאי אתיופיה לעומת שאינם יוצאי אתיופיה); סוג המגמה בתיכון (מדעית לעומת שאינה מדעית), וציוני בחינת הבגרות במגמות המדעיות השונות. בבחינת אוכלוסיית הסטודנטים בשנה א' לתואר ראשון וסיום תואר ראשון **נוספו נתוני ההשכלה** הבאים המאפיינים את הרמה האקדמית של הלומד: סוג המקצוע בתעסוקה (STEM לעומת Non-STEM), ציון כללי בבחינה הפסיכומטרית וציון בכל אחד מחלקי המבחן הפסיכומטרי (כמותי, מילולי, ואנגלית), סוג המוסד בהשכלה הגבוהה (אוניברסיטה, מכללה אקדמית, ומכללה אקדמית לחינוך), וסוג התואר הגבוה ביותר (תואר ראשון, שני, או שלישי). לבסוף, בבחינת אוכלוסיית העוסקים במקצועות STEM בשנת 2015 נוספו **נתוני ההשכלה-תעסוקה** הבאים: סוג התעודה הגבוהה ביותר (תואר ראשון, תואר שני, ותואר שלישי), וסוג המקצוע בתעסוקה (STEM לעומת Non-STEM).

¹ מקצוע המתמטיקה לא הוכנס כאחד ממקצועות ה-STEM בתיכון משום שהינו מקצוע חובה עבור כלל הלומדים על-פי דרישת משרד החינוך בישראל.

² אוכלוסיית בסיס = מדגם מחקר עיקרי אשר ממנו נגזרו תתי-מדגמים.

❖ **בניתוחי הרוחב** נבחנו מגמות הבחירה בתחומי STEM לאורך שני העשורים האחרונים (כמפורט לעיל) עבור כל אחת משלוש תקופות הלימוד (פרט לתעסוקה) בנפרד. בדיקת הרוחב העלתה כי הבחירה בתחומי לימוד STEM בשני העשורים האחרונים בתיכון נמצאת בעיקר במגמת ירידה, לעומת המצב בהשכלה הגבוהה אשר שומר על יציבות יחסית באחוז הפונים למסלולי STEM. ממצאים אלו נמצאו מובהקים סטטיסטית. כמו כן, בבחינת הבדלים במשתני הרקע בהשוואה בין תקופות הלימוד השונות, נמצא כי: בבחינת **המגזר**, לאורך כל תקופות הלימוד והתעסוקה אחוז הבנים הפונים למקצועות STEM גבוה ביחס לאחוז הבנות הפונות למקצועות אלו. עם זאת, בהשכלה הגבוהה הפערים גבוהים פי 3.2 ביחס לפערים שנצפו בתיכון לטובת אחוז הבנים במסלול STEM. בבחינת **המגזר**, בתיכון אחוז הפונים למגמות מדעיות בקרב לומדים מהמגזר הערבי גבוה פי-1.4 ביחס ללומד מהמגזר היהודי. עם זאת, בהשכלה הגבוהה המגמה מתהפכת, כאשר אחוז הסטודנטים היהודים בשנה א' כמו גם אחוז הבוגרים אשר סיימו את לימודיהם בתחומי ה-STEM גבוה פי-1.2 ופי-1.4 ביחס ללומד מהמגזר הערבי, בהתאמה. בבחינת סוג **הפיקוח הבית-ספרי**, בתיכון אחוז הפונים למגמות מדעיות בקרב לומדים בפיקוח ממלכתי-דתי גבוה פי-1.1 ביחס ללומד בפיקוח ממלכתי. בהשכלה הגבוהה המגמה מתהפכת, אחוז הסטודנטים בשנה א' כמו גם אחוז הבוגרים אשר למדו בפיקוח ממלכתי וסיימו את לימודיהם בתחומי ה-STEM גבוה פי-1.3 ופי-1.2 ביחס ללומדי הפיקוח הממלכתי-דתי, בהתאמה. בבחינת **ארץ המוצא**, בתיכון לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין ילידי הארץ ובין עולים בפניה לסוגי המגמות השונות. לעומת זאת, בהשכלה הגבוהה נמצא כי בממוצע יש פי-1.4 יותר עולים הבוחרים במסלול STEM בשנה א' וגם מסיימים תואר ראשון במסלול STEM ביחס לילידי הארץ. בבחינת **יוצאי אתיופיה**, ניכרת עקביות לאורך כל תקופות הלימוד בבחירה במסלול STEM, כך שבממוצע כ-16.5% בלבד בוחרים במסלול זה לאורך כל תקופות הלימוד. לעומת זאת בקרב שאר הלומדים, בתיכון כ-45.4% פונים למגמה מדעית, ובהשכלה הגבוהה שיעור הבוחרים במסלול STEM עומד על כ-29.0%. בבחינת **סוג מוסד אקדמי**, האוניברסיטאות מובילות בפער ניכר באחוז הסטודנטים בשנה א' במסלולי STEM (פי-2.1 יותר) ובאחוז בוגרי תואר ראשון STEM (פי-2.4 יותר) ביחס למצב במכללות. בבחינת **הציון הכללי בפסיכומטרי**, לומדים ובוגרים של מסלולי ה-STEM השיגו בממוצע ציונים גבוהים יותר באופן משמעותי $(d = .75)$ $(M = 628.0, SD = 86.6)$ ביחס לאלו שבחרו במסלול Non-STEM $(M = 556.4, SD = 98.4)$, פער של כ-72 נקודות לטובת בוגרי מסלול STEM.

❖ **בדיקת האורך** אפשרה מעקב אחר בחירה בתחומי STEM לאורך התקופות השונות, ונערכה עבור שתי אוכלוסיות הבסיס העיקריות בנפרד. כלומר, עבור אוכלוסיית בסיס של מסיימי תיכון נערך מעקב אחר בחירה ב-STEM מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון. כמו כן, התאפשר ביצוע אפיון של "הלומד המתמיד" על-פי נתוני הרקע השונים (כפי שיפורט בהמשך), ובחינת ניבוי עתידי של הסיכוי לבחור במקצועות STEM בכל אחת מתקופות הלימוד על-פי נתוני הרקע השונים.

³ גודל האפקט (Effect Size) הינו מדד סטטיסטי מקובל לבחינת עוצמת ההפרש בין שני ממוצעים, ללא תלות ברמת המובהקות של ההבדלים בממוצעי הקבוצות. גודל האפקט מתקבל מחישוב ההפרשים בין ממוצעים במדדים של סטיות תקן.

עבור אוכלוסיית בסיס של מסיימי תואר ראשון STEM, נערך מעקב רטרואקטיבי של סוג המגמה בתיכון ועד לעיסוק בתחומי STEM. בנוסף ביצענו אפיון של "העוסק המתמיד" על-פי נתוני הרקע השונים (כפי שיפורט בהמשך), ובחינת ניבוי עתידי של הסיכוי לבחור במקצועות STEM כתחום עיסוק עתידי על-פי נתוני הרקע השונים. באופן כללי, בדיקת האורך העלתה כי קיימת תלות בין בחירה בתחומי STEM בהשכלה הגבוהה ובין בחירה במגמה מדעית בתיכון, כאשר אחוז הסטודנטים המתחילים מסלול STEM בשנה א' גדול פי 3.3 לטובת בוגרי מגמה מדעית בתיכון ביחס לבוגרי מגמה שאינה מדעית בתיכון, והסיכוי לסיום תואר ראשון בתחומי STEM הינו גדול פי 4 בקרב בוגרי מגמה מדעית בתיכון, ביחס לבוגרי מגמה שאינה מדעית בתיכון (40% לעומת 11% בהתאמה). בהתייחס לתארים מתקדמים, אחוז בוגרי מגמות מדעיות בתיכון אשר המשיכו ללימודים מתקדמים (תואר שני ושלישי) במקצועות ה-STEM, הינו גדול פי 6 ביחס לבוגרי המגמות שאינן מדעיות (8% לעומת 1.3% בהתאמה). בהתייחס לבחירה בענף כלכלי בתחומי ה-STEM אשר נבחן מתוך בוגרי תואר ראשון בתחומי STEM, נמצא כי מתוך כלל העובדים, אחוז בוגרי מגמה מדעית בתיכון אשר סיימו תואר ראשון STEM ועסקו בשנת 2015 בענף כלכלי בתחומי STEM, גדול רק במעט (ב-5%) ביחס לעובדים בוגרי מגמות שאינן מדעיות אשר סיימו תואר ראשון STEM. ממצאים אלו נמצאו מובהקים סטטיסטית על-פי תוצאות מבחני רגרסיה לוגיסטית, אשר מאפשרת בחינת ניבוי משתנה נומינלי כגון בחירה בתחום מדעי או לא מדעי.

❖ בדיקת אורך שבוצעה עד לסיום תואר ראשון, אפשרה לנו לאפיין את דמות "הלומד המתמיד"

במקצועות ה-STEM, דהיינו בוגר מסלול STEM הן בתיכון, הן בשנה א' והן בסיום תואר ראשון בהשכלה הגבוהה. נמצא כי מאפייניו הדמוגרפיים מתייחסים לרוב של בנים, בוגרי בתי ספר ממלכתיים מהמגזר היהודי, ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי. בהתייחס להישגים לימודיים, כמחצית מהלומדים המתמידים למדו במגמת פיזיקה, כשליש למדו במגמות כימיה ומחשבים, וכרבע למדו במגמת ביולוגיה ברמה של 5 יחידות לימוד. רובם (93.2% בממוצע) היו ברמה בינונית-חזקה⁴ מבחינת הישגיהם במגמות אלו. ממוצע ציוניהם במבחן הפסיכומטרי עמד על 642.5 ($SD = 79.8$), והציון הממוצע בחלק הכמותי ($M = 129.3$, $SD = 13.9$) היה גבוה ביחס לחלקים האחרים. מבחינת רמה אקדמית, כשלושה רבעים הנם בוגרי אוניברסיטאות, וכשליש בעלי תואר מתקדם (שני או שלישי).

❖ בדיקת אורך שבוצעה עד לעיסוק בתחומי STEM, אפשרה לנו לאפיין את דמות "העוסק

המתמיד" במקצועות ה-STEM, דהיינו בוגר מסלול מדעי בתיכון, בוגר תואר ראשון בתחומי STEM בהשכלה גבוהה ועוסק בענף כלכלי בתחום ה-STEM. נמצא כי רובם בנים, מהמגזר היהודי, בוגרי בתי ספר בפקוח ממלכתי, ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי. כ-40% למדו במגמת פיזיקה, כרבע במגמת מחשבים וביולוגיה, ופחות מרבע למדו כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד. רובם (82.0% בממוצע) היו ברמה בינונית-חזקה מבחינת הישגיהם במגמות אלו. ממוצע ציוניהם במבחן הפסיכומטרי עמד על 624.9 ($SD = 87.9$), והציון הממוצע בחלק הכמותי ($M = 125.5$,

⁴ רמת הלימודים חושבה לפי קיבוץ ציוני בחינת הבגרות: "חלשים" ציון בין 0 ועד 70, "בינוניים" ציון בין 71 ועד 90, "חזקים" ציון בין 91 ועד 100.

16.1) SD היה גבוה ביחס לחלקים האחרים. מבחינת רמה אקדמית, כשלושה רבעים הנם בוגרי אוניברסיטאות; וכשליש בעלי תואר מתקדם (שני או שלישי). בהתייחס לענף כלכלי, מעל 50% עסקו בשנת 2015 בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM.

❖ בדיקת אורך על אוכלוסיית בסיס תיכון, שבוצעה לצורך ניבוי בחירה במקצועות STEM בתקופות הלימוד השונות על-פי נתונים דמוגרפיים, העלתה כי בשלב התיכון לא נמצאו הבדלים בין האוכלוסייה המהווה את רוב התושבים בישראל (יהודים; בפיקוח ממלכתי; לא ממוצא אתיופי) ובין אוכלוסיות המהוות מיעוט באופן יחסי בארץ (ערבים; בפיקוח ממלכתי-דתי; ממוצא אתיופי), כמו גם חוסר הבדלי מגדר, בפניה למגמות מדעיות ובבחינת המגזר. הלומדים הערבים אף פונים יותר למגמות מדעיות ביחס ליהודים. לעומת זאת בבחינת אוכלוסייה זו אשר המשיכה להשכלה הגבוהה היחסים המתוארים לעיל מראים מגמה שונה כמפורט להלן:

- לגברים סיכוי גבוה יותר לבחור במקצועות ה-STEM לאורך כל תקופות הלימוד (בתיכון פי 1.4 ועד לכמעט פי 2 בהשכלה הגבוהה).

- השתייכות למגזר הערבי יכולה להגדיל פי 3 את הסיכוי ללמוד במגמה מדעית בתיכון, ואילו בהשכלה הגבוהה השתייכות למגזר היהודי מגדילה את הסיכוי לבחור במסלול STEM (פי 1.5 בשנה א' ופי 2.3 בסיום תואר ראשון).

- השתייכות לבית-ספר ממלכתי מעלה את הסיכוי לבחור במסלול STEM ביחס לבוגר בית-ספר ממלכתי-דתי (בתיכון פי 1.4, ואת הסיכוי לסיים תואר במסלול STEM פי 1.1).

- לאורך כל תקופות הלימוד, הסיכוי של עולה לבחור במסלול STEM גדול פי 1.4 בממוצע ביחס לילידי הארץ. ממצא זה נמצא שונה בהתייחס ללומדים ממוצא אתיופי, שאחוז קטן מהם פונה למגמות מדעיות ביחס למגמות שאינן מדעיות בתיכון (פי 2.2 פחות ביחס לשאר האוכלוסייה). בבחינת המצב בהשכלה הגבוהה נמצאה מגמה דומה, כאשר ביחס לכלל האוכלוסייה, סטודנטים ובוגרים יוצאי אתיופיה פונים פי 2 פחות למסלולי STEM.

- מגמת פיזיקה נמצאה כמנבאת בצורה הטובה ביותר לימודי STEM בהשכלה הגבוהה (פי 2.8 בממוצע בקרב לומדים בשנה א' ובסיום תואר ראשון). כאשר מגמת ביולוגיה וכימיה נמצאו כפחות מנבאות פניה למסלולי STEM בקרב לומדים בשנה א' ובסיום תואר ראשון מבין שאר המגמות המדעיות (פי 1.4 בממוצע ופי 1.5 בממוצע, בהתאמה). באופן כללי, הסיכוי של לומד אשר למד במגמה מדעית בתיכון לבחור במסלול STEM בהשכלה הגבוהה גדול פי 1.6 ביחס ללומד שלא למד במגמה מדעית בתיכון.

- נמצא כי ככל שהציון הפסיכומטרי גבוה יותר, כך הסיכוי שהלומד יתחיל ויסיים במסלול STEM גבוה יותר. עם זאת, התחומים השונים של המבחן הפסיכומטרי לא נמצאו כמנבאים בחירה במסלול STEM בהשכלה הגבוהה.

❖ **הפעולות המומלצות לעידוד הבחירה בהשכלה ועיסוק בתחומי מדע וטכנולוגיה הן:**

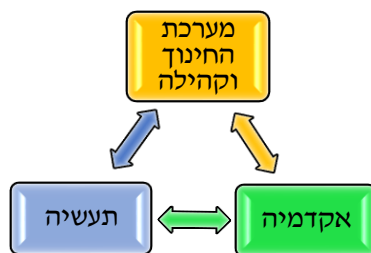
- **השקעה בעידוד בחירה במגמות מדעיות בתיכון:** ממצאי הדו"ח הנוכחי מצביעים על כך שלבחירה במגמה מדעית בתיכון השפעה חשובה על בחירה עתידית במקצוע STEM הן בהשכלה הגבוהה והן בעיסוק עתידי, על-כן בעלות פוטנציאל עתידי לשכר גבוה והשתלבות בנקודות מפתח

בפיתוח הכלכלה ולביטחון המדינה. בחירה זו טומנת בחובה פוטנציאל לכל המגזרים בחברה הישראלית - ובמיוחד למגזרים המוחלשים – לשילוב מיטבי בחברה הישראלית.

○ **השקעה בהכשרת מורים מקצועיים איכותיים בתחומי המדעים:** לדוגמא תכנית "מבטים" בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון אשר מאפשרת לבוגרי טכניון—מדענים ומהנדסים הכשרה לקריירה שנייה בהוראה על בסיס תואר ראשון (מבטים 1) או תואר שני (מבטים 2). בשל הרקע האקדמי והמקצועי החזק והמגוון של סטודנטים אלו, הם מאופיינים בחזון ומוטיבציה רבה להוראה, בפרט בתחומי המתמטיקה, המדעים וההנדסה ולכן בעלי פוטנציאל להוות כוח הוראה איכותי.

○ **השקעה בפיתוח מקצועי של מורים איכותיים בתחומי המדעים:** קידום מומחיות בהוראת STEM, באמצעות שימוש בחומרי הוראה חדשניים ועדכניים כגון למידת חקר ולמידה מבוססת פרויקטים, וכן באמצעות שילוב המורים בקהילת מורים לומדת ומפתחת רעיונות פדגוגיים חדשים.

○ **שיתוף פעולה לצורך הפרייה הדדית בין אקדמיה ותעשייה, אקדמיה ותיכון, ותיכון ותעשייה.** חשיבות התקשורת הדו-צדדית בין בעלי עניין שונים, אנשי אקדמיה ואנשי חינוך, בתחום המדעים נמצא כתורם לקידום ועידוד הבחירה בתחומי מדעים (Kohen & Dori, 2019). שיתוף פעולה מתייחס לעידוד קיום פעילויות מגוונות כבר בחטיבת הביניים, ואף קודם לכן, הן במסגרת האקדמיה כגון סיורים לימודיים, הרצאות, ימי עיון, וביקורים במעבדות באוניברסיטה; והן במסגרת התעשייה, כגון ביקורים בחברות טכנולוגיות שונות, הינו בעל פוטנציאל לעידוד תלמידים לבחור במגמה מדעית בתיכון ולאחר מכן כתחום לימוד ו/או עיסוק עתידי. במקביל לשיתופי הפעולה עם מערכת החינוך, על האקדמיה והתעשייה לקדם פעילות הסברה ומודעות למקצועות ה-STEM גם לקהילה. לדוגמה: הרצאות לקהל הרחב (של מדענים, תעשיינים, יזמים וכדומה). זאת במטרה לקדם הפרייה הדדית. חשיפה הדדית של האקדמיה והתעשייה יעודדו מחקר פרודוקטיבי ויישומי המותאם לצרכי התעשייה. שיתוף פעולה זה ביחד עם מערכת החינוך והקהילה הינו בעל פוטנציאל לעידוד תלמידים נוספים לבחור במקצועות STEM בעתיד ולתרומה הן לאקדמיה והן לתעשייה הישראלית (ראו איור 1).



איור 1. תיאור ההפרייה ההדדית בין האקדמיה-התעשייה-מערכת החינוך והקהילה

1. מבוא

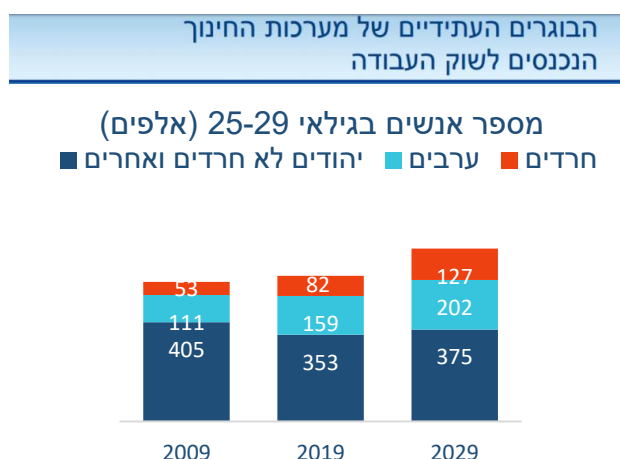
בשנים האחרונות, ישנה דרישה גוברת והולכת למקצועות מדעיים-הנדסיים (European Centre for the Development of Vocational Training, 2016). המושג מדע-הנדסה המתואר בדו"ח זה מכוון למושג STEM⁵ (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) שהוגדר בשנת 2003 על ידי ה-National Science Foundation, ומתייחס ללימודי מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (Sanders, 2008). על-פי דו"ח שהוכן ל-Committee on Employment and Social Affairs of the European Parliament על אף המשבר הכלכלי בשנת 2000, גדלה הדרישה לעובדים ותעסוקה במקצועות ה-STEM באיחוד האירופאי (EU) והביקוש צפוי להמשיך ולעלות עד לשנת 2025 (Caprile, Palmén, Sanz, & Dente, 2015).

עם זאת, מדענים, אנשי ציבור ומעסיקים ערים לעובדה כי לימודי המקצועות המדעיים, הן בתיכון והן באקדמיה, נמצאים במשבר, באירופה בכלל (Holdren, Lander, & Varmus, 2010; Osborne & Dillon, 2008; Wieman, 2012), ובישראל בפרט (נשר, 2011, 2012). לפי מחקרים בינלאומיים בתחומי המדע, ביצועי התלמידים בבתי הספר בישראל נמוכים באופן משמעותי ממוצע ה-OECD. בשנת 2015 למשל, מתוך 70 המדינות שהשתתפו במבחני PISA, ישראל דורגה במקום ה-40 במתמטיקה ובמדעים.

ראוי לציין כי החל משנת 2015 נכנסה לתוקפה התכנית הלאומית "לתת 5" של משרד החינוך שמטרתה להכפיל את מספר הלומדים מתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד (Fares, 2018). בעקבות החלת תכנית זו, ניכרת עליה באחוז הלומדים 5 יחידות לימוד במתמטיקה בשנים האחרונות (על-פי דו"ח הערכת התכנית הלאומית למצוינות במתמטיקה בשנת הלימודים תשע"ז). עם זאת, רק כ-17% מכלל הלומדים בוחרים לימודים מתקדמים במתמטיקה, כאשר האחוזים נמוכים יותר בקרב אוכלוסיות מוחלשות.

אם כך, יש להתאים את מערכת החינוך והאקדמיה בישראל לצרכי השוק הכלכלי המתפתח, תוך ניסיון לשילוב מיטבי של אוכלוסיות מוחלשות, כפי שאכן עלה גם מסקירת המועצה הלאומית לכלכלה במשרד ראש הממשלה (2015) שהמליצה להתבונן בראייה ארוכת טווח על תמונת המצב של שוק העבודה העכשווי ולשער צפי עתידי של השינויים שיחולו, בפרט בהתייחס לפער בין אוכלוסיות מבוססות לאוכלוסיות מוחלשות, כפי שמוצג בתרשים 1. בתרשים היהודים שאינם חרדים כוללים יהודים אשר הגדירו עצמם כחילונים, מסורתיים, או דתיים-לאומיים.

⁵ בדו"ח הנוכחי מקצוע המתמטיקה לא נלקח בניתוחים הסטטיסטיים תחת ההגדרה של STEM בתקופת התיכון, היות ומתמטיקה הנו מקצוע חובה ולא בחירה, וההנחה היא שכל התלמידים שהינם בעלי זכאות לתעודת בגרות למדו מתמטיקה בתיכון ברמה זו או אחרת. לעומת זאת, בהתייחס למקצועות ה-STEM באקדמיה/תעשייה, מקצוע המתמטיקה נכנס לניתוחים הסטטיסטיים, שכן בשלב זה הבחירה במתמטיקה הינה אינדיקציה לבחירה ישירה במקצוע זה.



מתוך : הערכת מצב אסטרטגית כלכלית חברתית : הצגה לממשלה ה-34, יוני 2015.

לבסוף, לצד ההכרה בצורך בחיזוק החינוך המדעי בארץ, בסקירה מדעית על מודלים חינוכיים מיטביים להתמודדות מערכתית או מקומית עם שונות תלמידים (Dori & Kohen, 2013), נמצאו מדדים רבים אשר מעידים על פערים הקיימים במערכת החינוך, ואף משקפים את החברה הישראלית בכללותה: פערים חברתיים (מגדר, מגזר, פיקוח, עולים) ופערים על רקע השכלתי (הן בתיכון והן בהשכלה הגבוהה). כאשר מבין המדינות המפותחות, ישראל מובילה בפערים בהישגים לימודיים על רקע חברתי-כלכלי.

1.1. מטרת המחקר

מטרת המחקר המוצג בדו"ח זה הינה לבחון את מגמות הבחירה בהשכלה ועיסוק בתחומי מדע והנדסה בישראל כאשר המיקוד הוא בתחומי המתמטיקה⁶, המדעים המדויקים, מדעי הטבע וההנדסה. בחינת מגמת הבחירה נבחנה תוך התייחסות לתקופות חיים משמעותיות בבחירת קריירה : בחירת מגמה בתיכון, לימודים בשנה א' בהשכלה גבוהה, סיום תואר בהשכלה גבוהה (הן תואר ראשון והן תואר מתקדם) ותעסוקה. המחקר בוחן את מגמות השינוי בשני העשורים האחרונים הן כבדיקה רוחבית עבור כל תקופת חיים בנפרד, והן כבדיקת אורך של מגמות הבחירה משלב התיכון ועד להשכלה הגבוהה ותעסוקה בפועל. מגמות אלו נבחנו על פי המאפיינים הדמוגרפים הבאים : מגדר, מגזר, עולה למול יליד הארץ, מוצא אתיופי, זרם החינוך של מוסד הלימודים, ונתוני השכלה של התלמיד או הסטודנט.

2. סקירה תיאורטית

בסקירה להלן, נתייחס לגורמים המשפיעים על בחירה בהשכלה ועיסוק (להלן, בחירת קריירה), תוך התייחסות למאפיינים דמוגרפים שונים, נתוני השכלה, ולתקופות לימוד שונות, החל מתיכון ועד שלב ההשכלה הגבוהה ותעסוקה.

2.1. גורמים המשפיעים על בחירת קריירה

תיאורית הקריירה הקוגניטיבית החברתית (SCCT- Social Cognitive Career Theory: Lent, Brown, & Hackett, 1994), המבוססת על התאוריה החברתית קוגניטיבית של בנדורה (SCT: Bandura, 1986, 1997), מציגה מודל אינטגרטיבי לתהליך של בחירת קריירה. התיאוריה מבוססת על

⁶ בהשכלה גבוהה ובעיסוק כלכלי בלבד.

ההנחה כי התפתחות אקדמית מתרחשת במקביל להתפתחות קריירה, ומתמקדת בשלושה שלבים מרכזיים בתהליך של בחירה ותחזוקת קריירה: (א) פיתוח עניין אקדמי ומקצועי; (ב) ביסוס הבחירה בקריירה הרלוונטית; (ג) ביצועים והשגת תוצאות. בהמשך, לנט ובראון (Lent & Brown, 2013) הרחיבו מודל זה והוסיפו שלב רביעי בתהליך של בחירת קריירה, והוא (ד) שביעות רצון מהבחירה. בהתאם לתיאורית הקריירה הקוגניטיבית חברתית, התיאוריה של סופר ועמיתיו (Super, Savickas, & Super, 1996) מתייחסת לבחירת קריירה כתהליך מתמשך אשר תלוי בתקופות חיים משמעותיות בתהליך הבגרות של הלומד: שלב הצמיחה האקדמית – השכלה תיכונית, שלב החקירה – השכלה גבוהה, ושלב הביסוס – תעסוקה בפועל.

לנט ועמיתיו (Lent et al., 1994) ציינו כי הבחירה בקריירה מושפעת מניסיון קודם בתחום באחד משלבי החיים של הלומד, ועל כן העניין והמיומנויות אשר מתפתחים בשנות התיכון עשויים להוות גורם משפיע על בחירת קריירה בעתיד. ואכן, אחת הסיבות למשבר בלימודי המדעים נובעת מתהליך שחיקה בעמדות כלפי לימודי המדעים ומחוסר עניין במקצועות אלו בקרב תלמידי תיכון (Hill, Corbett, & St Rose, 2010). נמצא כי, תלמידים מגבשים עמדה כלפי לימודי המדעים טרם הכניסה לתיכון, אך גם אם היא חיובית, במהלך התיכון עמדה זו נשחקת.

2.2. בחירת קריירה בישראל

למרות קולות בינלאומיים הקוראים להגברת האוריינות המדעית של כלל התלמידים (Hofstein, Eilks, 2011, & Bybee), נרשמת בעולם ובישראל ירידה בפנייה של תלמידים למקצועות מדעיים, בעיקר בקרב הבנות, ובמיוחד במגמות של מדעי המחשב והנדסת מחשבים. לפי דו"ח מצב המדע בישראל (2013) של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, רוב תלמידי התיכון בישראל לא בוחרים באחד מתחומי המדעים כמקצוע ראשי. רק כ-40.0% מתלמידי החינוך היהודי וכ-30.0% מתלמידי החינוך הערבי בוחרים במקצוע מדעי מוגבר. זאת ועוד, בניגוד למדינות אחרות, כמו ארה"ב, התלמידים בישראל לא נדרשים ללמוד כחלק מלימודי הליבה מקצועות מדעיים מעבר לכיתה י'. מערכת החינוך בישראל דורשת כי התלמידים יבחנו ברמה בסיסית במקצועות החובה (מתמטיקה, שפה-עברית/ערבית, היסטוריה, אנגלית, וכד'), ויתמחו ברמה גבוהה (5 יחידות לימוד) בנושא אחד או יותר, כאשר קיים מגוון רחב של נושאי התמחות אפשריים. אלה כוללים את המדעים (ביולוגיה, כימיה, פיזיקה, מדעי המחשב, ואלקטרוניקה), מדעי החברה והרוח (ספרות, פסיכולוגיה וסוציולוגיה, כלכלה, וכד'), מקצועות טכנולוגיים (טכנולוגיות מידע, מכאניקה, חשמל וכד'), ואומנות (אומנויות במה, מוזיקה, תקשורת המונים וכד'). בנוסף, בהשוואה למדינות ה-OECD שבהן ביולוגיה, כימיה ופיזיקה מקבלות תשומת לב שווה (מני-איקן ורוזן, 2013), ישראל שמה דגש רב יותר על לימודי ביולוגיה בחטיבת ביניים בהשוואה לשאר לימודי המדעים (בחישוב ממוצע שעות הלימוד המוקצות ללימודי המדעים בחטיבות הביניים, כ-42.0% מוקדשים ללימודי הביולוגיה, בהשוואה לכ-24.0% לפיזיקה, כ-27.0% לכימיה, וכ-6.0% להוראת הטכנולוגיה - על-פי תכנית הלימודים המעודכנת, תשע"ז).

בישראל נמצא כי עמדות התלמידים כלפי מקצועות המדעים פחות חיוביות מהממוצע של מדינות המשתתפות בהערכת TIMSS הבינלאומית: שיעור התלמידים בעלי עמדות חיוביות כלפי מדעים בישראל הינו 51.0% לעומת שיעור התלמידים הכללי שעומד על 65.0% (Martin, Mullis, Foy, & Stanco, 2012).

בהתאם לכך, כותבי דו"ח מצב המדע בישראל בשנת 2013, מצביעים על הצורך בחיזוק החינוך המדעי כאחד האמצעים לחיזוק מעמדו של המדע בישראל. באופן ספציפי יותר, הדו"ח קורא להגדיל את מספר התלמידים במגמות מדעיות בתיכון, וכך להוביל לעלייה במספר הסטודנטים במסלול המדעי-הנדסי בהשכלה הגבוהה, מתוך הבנה כי בחירת מסלול לימודים אקדמיים נעשית קודם הכניסה להשכלה הגבוהה – בשלב התיכון. התיכון מהווה גורם מרכזי המשפיע ומעצב את הבחירות של המסלול האקדמי בעתיד, שכן הוא מהווה פלטפורמה להיכרות מוקדמת עם מגמות הלימוד ועם תחושת הצלחה בהתאם למגמות הלימוד הנבחרות (Wang, 2013).

כאמור, למסלול הלימודים בתיכון יש השפעה ישירה על המשך הלימודים בהשכלה הגבוהה. לפי פניגר ועמיתיו (פניגר, איילון, ומקדוסי, 2013), כ-76.0% מבוגרי המגמות המדעיות ממשיכים ללימודים גבוהים, לעומת כ-60.0% בלבד בקרב בוגרי המגמות שאינן מדעיות. חשוב לציין בהקשר זה כי לבוגרי מגמות מדעיות ברמה של חמש יחידות לימוד, יש בונוס מוגדל בחישוב ציון הקבלה לאוניברסיטאות. יתר על כן, לסוג המגמה בתיכון יש קשר לסוג המסלול הלימודי בהשכלה הגבוהה. כאשר בוגרי מגמה מדעית בתיכון, בהשוואה לבוגרי מגמות שאינן מדעיות, בוחרים במידה רבה יותר במסלולי STEM, אשר נחשבים לבעלי אופק הכנסה גבוה יותר ביחס לשאר מסלולי הלימוד (פניגר ועמיתיו, 2013). בבחינת מסלולי Non-STEM (בעלי אופק הכנסה נמוך יותר), בהשכלה הגבוהה ניתן לראות שיעור דומה של בוגרי מגמות מדעיות ושאיןן מדעיות, וזאת ככל הנראה בשל שיעור גבוה יחסית של לומדים מהמגזר הערבי הלומדים במגמות מדעיות בתיכון ביחס ללומדים מהמגזר היהודי, אשר אינם ממשיכים במסלול מדעי בהשכלה הגבוהה (Ayalon, 2002).

נט ועמיתיו (Lent et al., 1994) הדגישו כי לגורמים שונים, כגון תרבות, מגדר ועוד יש השפעה ייחודית על בחירת קריירה. לדוגמא, בפני נשים נצבים אתגרים ייחודיים, המשפיעים על תהליך בחירת הקריירה והישארות בה, כשהמרכזי שבהם הוא איזון בין קריירה ומשפחה. להלן נרחיב על גורמים שונים המשפיעים על בחירה בקריירה מדעית אשר באים לידי ביטוי בחברה הישראלית המגוונת.

2.3. תהליך בחירה במקצועות ה-STEM בלימודים ובקריירה בקרב נשים ומגזרים מוחלשים

בדו"ח של האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מסכמים הכותבים: "יכן יש לפעול כך שהתשתית החינוכית תאפשר לקהלים שעד כה לא הפגינו נוכחות בולטת במערכת האקדמית (חרדים, ערבים וכדומה) להגיע בעתיד לחזית העשייה המדעית הבינלאומית, ולהעלות תרומה מוחשית לתעשיות עתירות הידע ולכלכלת המדינה" (האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, 2016 עמ' 13).

ככל שמתקדמים לעבר בחירת מסלול לימודים בהשכלה הגבוהה ובחירת קריירה, העמדות כלפי מקצועות ה-STEM פחות חיוביות (Hill et al., 2010). בד בבד, מחקרים מעידים כי הבחירה במדעים כתחום לימוד ובהמשך כמקצוע מצטמצמת עוד יותר בקרב נשים (Castambis, 2006; Sadler, Gerhard, Hazari, & Tai, 2012) ותושבים בפריפריה גיאוגרפית וכלכלית (פינקלשטיין, 2012; Offir & Wengrowicz, 2012). במחקר שנערך בקרב 6,000 תלמידי תיכון בארה"ב על-ידי סדלר ועמיתיו (Sadler et al., 2012) נמצא כי במהלך שנות בית הספר התיכון, עמדות הבנות נשחקות יותר ביחס לעמדות הבנים, מה שמצמצם עוד יותר את אחוז הבנות בעלות פוטנציאל לבחור לעסוק במדעים ובהנדסה בהמשך. ממחקר זה עולה עוד, כי גם בקרב הבוחרים בלימודי מדעים קיימים הבדלים מגדריים בתחום המדעי הנבחר, כך שנשים פונות יותר

ללימודי הכימיה והביולוגיה, בעוד שהבנים פונים יותר למקצועות ההנדסה ומדעי המחשב (Cheryan, Ziegler, Montoya, & Jiang, 2016).

ניתן לראות כי בישראל קיימת מגמה דומה. מבחינת אחוז הנבחרים במגמות המדעיות השונות. לפי וינינגר (2014), בשנת 2012 רק כ-40.0% מכלל הניגשים לבגרות נבחנו במדעים (ביולוגיה 15.3%, פיזיקה 8.7%, כימיה 8.3%, ו-7.7% במדעי המחשב). אחוזים גבוהים יותר של בנים מאשר בנות בחרו ללמוד מדעים בכל דיסציפלינה (31.7% לעומת 26.4%, בהתאמה). כמו כן, בדו"ח שהוגש לוועדה לקידום מעמד האישה בכנסת ישראל במאי 2015, נמצא כי בין השנים 2001-2012 לא חל שינוי באיזון המגדרי ביחס ללימוד מקצועות ה-STEM בתיכון. בעוד ששיעור הבנות והבנים הלומדים מתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד (מסלול עיוני-מדעי) כמעט שווה, שיעור הבנים הלומדים את מקצועות הפיזיקה ומדעי המחשב הינו גדול ביחס לשיעור הבנות הלומדות מקצועות אלו. פער מגדרי דומה נמצא בהקשר לזכאות לתעודת בגרות בקרב הלומדים במגמה הנדסית. כך למשל, על-פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2013), בנים מתעניינים יותר בקריירה בתחומי הנדסה ואילו בנות בוחרות בקריירה בתחומים של בריאות ורפואה (מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, 2016).

לפי דו"ח שהוכן לוועדה לקידום מעמד האישה בכנסת ישראל בינואר 2014, בין השנים 2000-2011 עלה שיעור הנשים המקבלות תואר ראשון ברוב מקצועות ה-STEM. עם זאת, למרות העלייה באחוז הנשים הפונות למקצועות ה-STEM בהשכלה הגבוהה, בשנת 2014 שיעור הנשים במקצועות ה-STEM בתואר הראשון עמד על 32.0%, לעומת 36.0% בתואר השני ו-46.0% בלימודי הדוקטורט, ומהוות רק 13.0% מהסגל האקדמי במקצועות ה-STEM.

לפי נתוני הלמ"ס (2015), שיעור הנשים בתחום ההיי-טק עומד על 6.7% (מכלל הנשים השכירות) לעומת 11.3% בקרב הגברים השכירים. באופן כללי, אחוז הנשים המועסקות בתחומי ההיי-טק מכלל המועסקים בתחום זה עמד על כ-35.5%. כמו כן, על-פי נתוני ה-OECD (מתוך: נשים באקדמיה – נתונים על לימודי נשים באקדמיה ועל נשים בסגל האקדמי, 2013), הסיכוי שנשים הבוחרות ללמוד מקצועות STEM ימשיכו לעבוד במקצועות אלו, קטן מסיכוייהם של גברים הלומדים במסלולי STEM בהשכלה הגבוהה.

בבחינת השונויות בין המגזרים השונים באוכלוסיה, לפי הדו"ח 'תמונת מצב: לימודי המתמטיקה בישראל' לשנת 2017 (של ראמ"ה), בשנת 2015 כ-10.0% מכלל התלמידים בישראל אשר זכאים לתעודת בגרות, נבחנו במתמטיקה ברמה של 5 יחידות לימוד. כאשר קיים פער בין לומדים מהמגזר היהודי (11.0%) לעומת לומדים מהמגזר הערבי (7.0%). כמו כן, גם מבחינת המגדר בקרב האוכלוסיה היהודית, נרשם פער בין אחוז הבנים (14.0%) ובין אחוז הבנות (9.0%) אשר נבחנו ברמה זו. לעומת זאת, בקרב האוכלוסיה הערבית נרשם פער הפוך, כלומר לטובת הבנות (9.0% מהבנות לעומת 6.0% מהבנים).

לפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018), מתוך דו"ח "מגמות במתמטיקה ובמדעים בחטיבה העליונה", בשנת 2016 נמצא כי אחוזים גבוהים יותר של בני נוער מהמגזר הערבי לומדים במגמת ביולוגיה (פער של כ-19.0%) וכימיה (פער של כ-9.0%) יחסית לבני נוער מהמגזר היהודי. עם זאת, בפיזיקה ובמדעי המחשב נרשם פער לטובת לומדים מהמגזר היהודי (פער של כ-2.0% וכ-6.0%, בהתאמה). לפי בלס (2017), במגזר היהודי שיעור הזכאים לתעודת בגרות בקרב הלומדים בכלל המגמות המדעיות השונות ברמה של חמש יחידות לימוד נמצא במגמת עליה. לעומת זאת, במגזר הערבי נצפו מגמות שונות בהתאם לסוג

המגמה. כאשר בכימיה ובביולוגיה שיעורי הזכאים נמצא במגמת עליה, ואילו בפיזיקה ובמדעי המחשב נצפתה מגמת ירידה באחוז הזכאים לתעודת בגרות.

בהתייחס ללימודי תואר ראשון, בדיקה של הוגנות תהליך הברירה לאוניברסיטאות מתבצעות באופן שוטף במאלי"ו ביחס לקבוצות אוכלוסייה שונות. הדו"ח האחרון שפורסם בנושא התבצע בשנת 2011 (קנת-כהן, טורוול, ואורן, 2011), ובו נבחנה שאלת ההוגנות על-פי שונות מגדרית ומגזרית. ממצאי הדו"ח מלמדים על הטיה בברירה⁷ לטובת קבוצות מיעוט אתניות, כמו לומדים מהמגזר הערבי. למשל, ציון הסכם המשמש חזאי למיון מועמדים להשכלה הגבוהה, מוטה לטובת נבחנים בשפה הערבית. עם זאת, בתעשייה, שיעור הערבים המועסקים במקצועות ההיי-טק בין השנים 2000-2005 עמד על 4.0% בקירוב (מתוך: פערים חברתיים כלכליים בין ערבים לבין יהודים, 2013).

מבחינת סוג הפיקוח, בין השנים 2000-2011 שיעור הזכאים לתעודת בגרות בקרב לומדים בחינוך הממלכתי-דתי היה גבוה במקצת בהשוואה לאחוז הזכאים בחינוך הממלכתי (מתוך: נתונים על החינוך הממלכתי-דתי, 2012). לפי דו"ח פני החברה בישראל (2013) בשנת 2011, אחוז הניגשים לבחינות הבגרות במגמות המדעיות מתוך לומדים בחינוך הממלכתי-דתי, נמוך בהשוואה ללומדים בחינוך הממלכתי (11.6% לעומת 15.5%). בשנת 2009, הפער המשמעותי ביותר נרשם במגמת כימיה עם 2.4% של לומדים מתוך החינוך הממלכתי-דתי לעומת 8.1% בקרב לומדים בחינוך הממלכתי (לפי דו"ח פני החברה בישראל, 2013). כמו כן, הישגי הלומדים במבחן PISA בחלק המדעי בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי היו גבוהים מהישגי הלומדים בבתי ספר שבפיקוח הממלכתי-דתי (מתוך: נתוני דו"ח PISA, 2017; דיון, 2014). ובהשכלה הגבוהה, אחוז גדול יותר של בוגרי החינוך הממלכתי מתחילים לימודים במסלול STEM, בהשוואה לבוגרי החינוך הממלכתי-דתי.

לבסוף, מבחינת הישגים לימודיים בקרב אוכלוסיית העולים בישראל, מצבם של עולים מחבר המדינות הוא הטוב ביותר. לעומתם, מצבם של יוצאי אתיופיה ילידי ישראל פחות טוב בהשוואה לעולים מקבוצות מוצא אחרות (קוך דבדוביץ', 2011). לפי דו"ח "בני נוער עולים בישראל – תמונת מצב עדכנית" (2010), בשנת 2008, שיעור הזכאות לתעודת בגרות בקרב עולים דוברי אנגלית היה גבוה ביחס לכלל האוכלוסייה היהודית ועמד על 63.0%. בקרב עולים דוברי רוסית, צרפתית וספרדית, אחוז הזכאים לתעודת בגרות דומים לאחוז הזכאים בחברה היהודית ועומד על כ-60.0%. לעומתם, אחוז הזכאים בקרב יוצאי אתיופיה עמד על כ-37.0% בלבד. ביחס ללימודי מקצועות ה-STEM, עולים מהעליה הרוסית השתלבו במסלולי STEM בהשכלה הגבוהה בשיעורים גבוהים יחסית לגודלם באוכלוסייה. לעומתם, העולים מאתיופיה בחרים בעיקר במסלולי Non-STEM, ובודדים בחרים בלימודי STEM בהשכלה הגבוהה (פניגר ועמיתיו, 2013). כאשר סטודנטים ממוצא אתיופי מהווים רק 1.1% מכלל הסטודנטים בישראל, בעוד שיעורם היחסי מתוך כלל האוכלוסייה עומד על 1.7%. אחוז זה הולך וקטן בבחינת תארים מתקדמים וכמעט אפסי כאשר בוחנים אנשי סגל יוצאי אתיופיה (מתוך: דו"ח מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, 2016).

⁷ הטיה בברירה הוא אי-שוויון בין קבוצות בהפרש בין פרופורציית המועמדים מן הקבוצה שמתקבלים ללימודים על סמך החזאי (כלי מיון) לבין הפרופורציה שהייתה מתקבלת על סמך קריטריון (כלי הערכה) (Cahan & Gamliel, 2006).

3. מהלך המחקר והשיטה

מחקר זה בוחן את מגמות הבחירה בתיכון, בהשכלה הגבוהה ובשוק העבודה בתחומי המתמטיקה, מדעים מדויקים, מדעי הטבע והנדסה (STEM) בישראל לאורך שני העשורים האחרונים (1992-2015)⁸ על-פי מאפיינים דמוגרפים שונים ונתוני השכלה.

3.1. שאלות המחקר

מחקר זה ייתן מענה לשאלות הבאות:

RQ1. מהן מגמות הבחירה בתחומי לימוד STEM לעומת תחומי לימוד שאינם STEM להלן יקרא Non-STEM, בשני העשורים האחרונים, בקרב בוגרי תיכון בשנים: 1992, 1996, 2002, 2006, 2011, 2015, תוך התייחסות לתקופות לימוד שונות: תיכון, שנה א' בהשכלה גבוהה, וסיום תואר ראשון בהשכלה גבוהה (בדיקת רוחב)?

RQ1.1. האם ובאיזו מידה קיימים הבדלים בשיעורי הבחירה בתחומי לימוד STEM לעומת תחומי לימוד Non-STEM, על-פי המשתנים הדמוגרפים: מגדר, מגזר, פיקוח, עולה (כולל מוצא אתיופי)?

RQ2. מהן מגמות הבחירה לאורך תקופות חיים שונות: תיכון, שנה א', וסיום תואר ראשון, בתחומי STEM לעומת תחומי Non-STEM בהתבסס על **בדיקת אורך** מתוך כלל נתוני השכלה בשני העשורים האחרונים (בין 1992-2015) – בדיקת מעקב (Follow-Up) על אותם נבדקים מהתיכון ועד להשכלה הגבוהה

RQ2.1. מהן מגמות הבחירה לאורך תקופות חיים שונות: תיכון, סיום תואר ראשון, וסיום תואר מתקדם בתחומי STEM לעומת תואר מתקדם בתחומי Non-STEM?

RQ2.2. האם קיימים הבדלים במסלולי הבחירה וההתמדה במקצועות ה-STEM (מדרג 8), א. על-פי המשתנים הדמוגרפים: מגדר, מגזר, פיקוח, עולה (כולל מוצא אתיופי); ב. על-פי מאפייני השכלה שונים: מגמה בתיכון, מספר יחידות וציון במקצועות ה-STEM, ציון פסיכומטרי והמשך לתארים מתקדמים?

RQ2.3. מהם מאפייני הלומד "המתמיד" (מסלול 8 במדרג 8), על-פי משתנים דמוגרפים שונים, ועל-פי מאפייני השכלה שונים?

RQ3. מהן מגמות הבחירה מסיום תואר ראשון בתחומי STEM ועד לעיסוק בענף כלכלי בתחומי STEM לעומת תחומי Non-STEM בקרב בוגרי תואר ראשון באחד ממסלולי ה-STEM בהתבסס על **בדיקת אורך**?

RQ3.1. האם קיימים הבדלים במסלולי הבחירה וההתמדה במקצועות ה-STEM (מדרג 4**), על-פי משתנים דמוגרפים שונים, ועל-פי מאפייני השכלה שונים?

8 אם לא היו מספיק נתונים עבור שנתון מסוים, המדידה החלה בשנתון הבא אשר לגביו היו מספיק נתונים לבצוע ניתוחים סטטיסטיים.

* הסבר על מדרג 8 מופיע בהמשך בסעיף 3.4.2

** הסבר על מדרג בחירה 4 מופיע בהמשך בסעיף 3.4.3

RQ3.2. מהם מאפייני העוסק "המתמיד" (מסלול 4 במדרג 4), על פי נתונים דמוגרפים שונים, ועל-פי מאפייני השכלה שונים?

RQ4. אילו משתנים מנבאים בצורה הטובה ביותר את הסיכוי לבחירה במקצועות STEM לעומת מקצועות Non-STEM על-פי משתנים דמוגרפיים ורמת השכלה, בכל אחד משלבי הבחירה: תיכון, שנה א' וסיום תואר ראשון?

RQ4.1. אילו משתנים מנבאים בצורה הטובה ביותר את הסיכוי לבחירה בעיסוק במקצועות STEM לעומת מקצועות Non-STEM על-פי משתנים דמוגרפיים ורמת השכלה?

3.2. מדגם המחקר

מדגם המחקר כלל 415,942 רשומות, אשר התקבלו מהלמ"ס וקיבלו את אישורי ועדות האתיקה של הגופים הרלוונטיים: רשות האוכלוסין (נספח 1), רשות המיסים (נספח 2), ומשרד החינוך (נספח 3). הרשומות כוללות:

- ❖ 415,942 זכאי בגרות שלמדו במגמות מדעיות ושאינו מדעיות בישראל בין השנים 1992-2015. המחזוריים שנבחרו היו מסיימי תיכון בשנים: 1992, 1996, 2002, 2006, 2011, 2015. תלמיד הוגדר כלומד במגמה מדעית אם ניגש לבגרות ברמה של 3 עד 5 יחידות לימוד במקצועות: פיסיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב, או אלקטרוניקה. כל התלמידים לומדים מתמטיקה כמקצוע חובה לפחות ברמה של 3 יחידות לימוד, ולכן לא הוכנס מקצוע זה כמאפיין. רשומות אלו התקבלו מרשומות כל התיכונים בישראל מהמגזר היהודי ומהמגזר הערבי.
- ❖ 185,573 סטודנטים לתואר ראשון, אשר סיימו תיכון במחזוריים 1992-2015, במסלולי לימוד של STEM (כולל מתמטיקה) ו-Non-STEM. רשומות אלו התקבלו מרשומות של סטודנטים מכלל האוניברסיטאות והמכללות בישראל.
- ❖ 119,640 בוגרי תואר ראשון אשר סיימו תיכון במחזוריים 1992-2015, במסלולי לימוד של STEM (כולל מתמטיקה) ו-Non-STEM. רשומות אלו התקבלו מרשומות של בוגרים מכל האוניברסיטאות והמכללות בישראל.
- ❖ 31,577 בוגרי תארים מתקדמים אשר סיימו תיכון במחזוריים 1992-2015, במסלול STEM ו-Non-STEM (כולל מתמטיקה). רשומות אלו התקבלו מרשומות של בוגרים מכל האוניברסיטאות והמכללות בישראל.
- ❖ 33,487 עובדים אשר סיימו תואר ראשון באחד ממסלולי ה-STEM, ומועסקים בענף כלכלי באחד ממקצועות ה-STEM וה-Non-STEM בתעשייה בישראל, וסיימו תיכון בין השנים 1992-2015.

התפלגות המדגם של אוכלוסיית הבסיס לפי מגדר, מגזר, ארץ המוצא וסוג הפיקוח, כפי שנתקבל לאורך שנות המדידה השונות, מופיעה בטבלה 1. התפלגות המדגם לפי המגמות המדעיות מופיעה בטבלה 2.

טבלה 1. שכירויות לפי שישה מחזורים ושכירויות באחוזים לפי מגדר, מגזר, מוצא ופיקוח עבור אוכלוסיית הבסיס

שנה מאפיין	1992	1996	2001	2006	2011	2015
	N	42,335	54,116	68,385	79,231	80,417
מגדר	גברים	46.0	45.8	45.9	46.6	45.8
	נשים	54.0	54.2	54.1	53.4	54.2
מגזר ⁹	יהודים	86.9	84.8	82.5	77.9	72.0
	ערבים	12.8	14.2	15.4	18.7	24.3
	אחרים	0.2	1.1	2.0	3.4	3.7
ארץ מוצא	ילידי הארץ	92.7	87.2	85.3	82.7	93.1
	עולים	7.3	12.8	14.7	17.3	6.9
מוצא אתיופי	כן	0.2	0.9	1.6	2.1	2.7
	לא	99.8	99.1	98.4	97.9	97.3
פיקוח ¹⁰	ממלכתי	84.4	82.4	81.9	82.1	79.9
	ממלכתי-דתי	15.0	16.4	16.3	15.4	15.8
	אחר	0.7	1.1	1.8	2.4	4.3

⁹ המגזר הערבי כולל: ערבים מוסלמים, ערבים נוצרים ודרוזים. המגזר האחר כולל: נוצרים (לא ערבים), ואנשים ללא סיווג דת.

¹⁰ פיקוח ממשלתי כולל בתי ספר ממלכתיים וממלכתיים-דתיים. בתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי נכנסו תחת ההגדרה "אחר".

טבלה 2. התפלגות המדגם לפי מחזורים ולפי מגמה מדעית, מתוך סך כל הלומדים באותה שנה עבור אוכלוסיית הבסיס

שנה מאפיין	1992	1996	2001	2006	2011	2015
N	42,335	54,116	68,385	79,231	80,417	91,458
פיזיקה	7,578 (17.9%)	7,583 (14.0%)	7,916 (11.6%)	8,744 (11.0%)	8,411 (10.5%)	9,639 (10.5%)
כימיה	6,986 (16.5%)	8,467 (15.6%)	7,237 (10.6%)	8,571 (10.8%)	7,847 (9.8%)	9,316 (10.2%)
ביולוגיה	11,738 (27.7%)	10,717 (19.8%)	12,293 (18.0%)	14,719 (18.6%)	17,865 (22.2%)	21,909 (24.0%)
מדעי המחשב	2,298 (5.4%)	7,282 (13.5%)	11,462 (16.8%)	7,903 (10.0%)	8,168 (10.2%)	9,342 (10.2%)
אלקטרוניקה	0 (0.0%)	2,888 (5.3%)	3,226 (4.7%)	2,782 (3.5%)	3,076 (3.8%)	3,511 (3.8%)

3.3. איסוף הנתונים

הנתונים נאספו בחדר המחקר של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (בסניף חיפה) ונותחו על-ידי שתי חוקרות בעלות מומחיות בסטטיסטיקה ועיבוד נתונים מתקדם. הממצאים והמסקנות שהופקו מהניתוח נבחנו ותוקפו על-ידי שתי חוקרות בכירות נוספות. בכדי לשמור על חיסיון הפרט, כל הנתונים שנאספו הומרו למספרי זהות פיקטיביים. מידע על חדר המחקר של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה זמין באתר: http://www.cbs.gov.il/mucpuf/muc_puf_h.htm. כלל המשתנים שנאספו רוכזו בשני קבצים, כמתואר

בטבלה 3.

טבלה 3. תיאור המשתנים ונתוני המדגם

גודל הקובץ	תת קובץ	משתנים
20 שדות (משתנים) ו-415,942 רשומות	קובץ בגרריות רב שנתי	מחזור לימודים: 1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015 זכאות לתעודת בגרות מספר יחידות במתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב ואלקטרוניקה ציון מקובץ במתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב ואלקטרוניקה ציון מפורט במתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב ואלקטרוניקה ציון בגרות משוקלל
	קובץ מרשם האוכלוסין לשנת 2016	פיקוח בית ספר מין שנת לידה קבוצת אוכלוסייה יבשת לידה מוצא אתיופי
	קובץ פסיכומטרי	הציון הכללי הגבוה ביותר במבחן הפסיכומטרי ציון בפרק אנגלית ציון בפרק המילולי ציון בפרק הכמותי
	מרשם השכלה	סוג מוסד אקדמי מקצוע לימוד התואר הגבוה ביותר סוג התעודה ברמה הגבוהה ביותר מספר שנות לימוד
4 שדות (משתנים) ו-905,555 רשומות	קובץ סטודנטים לתואר ראשון רב שנתי	סוג מוסד אקדמי שנת התחלת לימודים מקצוע לימוד ¹¹ מקצוע לימוד ²
	קובץ מקבלי תארים רב שנתי	שנת קבלת התואר סוג מוסד אקדמי התואר האקדמי שהפרט קיבל מקצוע לימוד ¹² מקצוע לימוד ²
	קובץ ענף כלכלי ¹³	ענף כלכלי של המשרה בה הפרט מועסק החל משנת 1996 ועד 2014 ענף כלכלי של המשרה בה הפרט מועסק החל משנת 2001 ועד 2014 ענף כלכלי של המשרה בה הפרט מועסק החל משנת 2006 ועד 2014 ענף כלכלי של המשרה בה הפרט מועסק החל משנת 2011 ועד 2014

¹¹ עבור משתנה "מקצוע לימוד" בשנה א' בהשכלה הגבוהה, נערך ניתוח OR, כך שלומד שלמד מקצוע STEM באחד המקצועות (מקצוע 1 או מקצוע 2) או בשני המקצועות יחד, בהשכלה הגבוהה קודד כלומד שלמד במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה.

¹² עבור משתנה "מקצוע לימוד" בהתייחס לבוגרי תואר ראשון, נערך ניתוח OR דומה לזה שנערך עבור משתנה "מקצוע לימוד" בשנה א' בהשכלה הגבוהה.

¹³ ההחלטה לגבי מהו ענף כלכלי בתחומי STEM נערכה בין שני שופטים, חוקרי חינוך מדעי, אשר ביצעו ביניהם איטרציה על כלל הענפים הכלכליים (כפי שהתקבלו מהלמ"ס, ראהנספח 2) עד להסכמה מלאה לגבי איזה ענף כלכלי שייך לאחד ממקצועות STEM-ה.

3.4. עיבוד וניתוח הנתונים

בחלק זה נציג את העיבודים הסטטיסטיים אשר בוצעו במסגרת המחקר הנוכחי, וכוללים את: אופן יצירת המשתנים העיקריים; פירוט מדרג הבחירה במסלולי STEM בהשכלה וכתחום עיסוק; פירוט הניתוחים הסטטיסטיים אשר שימוש לבדיקות אורך ורוחב בהתאם לשאלות המחקר.

3.4.1. יצירת משתנה STEM ו-Non-STEM בכל אחת מתקופות הלימוד והתעסוקה

בתיכון – המשתנה STEM כלל בחירה בלפחות אחד מהמקצועות המדעיים-הנדסיים הבאים בלבד: פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב ואלקטרוניקה¹⁴, ברמה של 3-5 יחידות לימוד. בחירה בשאר מגמות הלימוד נכללו תחת המשתנה Non-STEM.

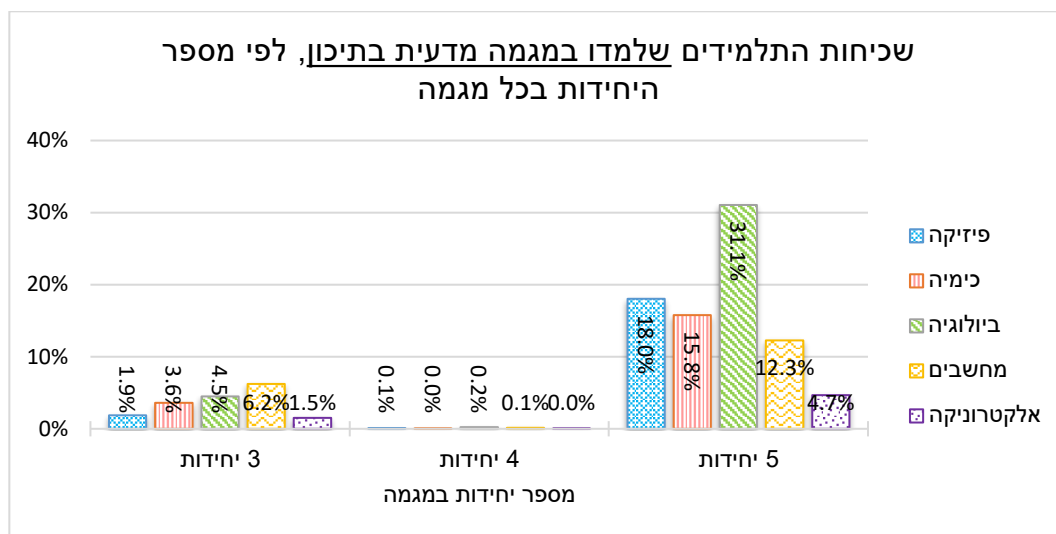
הערה חשובה

מקצוע המתמטיקה לא נלקח בניתוחים הסטטיסטיים תחת ההגדרה של STEM, היות ומתמטיקה הנו מקצוע חובה ולא בחירה. ההנחה היא, שכל התלמידים שהינם בעלי זכאות לתעודת בגרות למדו מתמטיקה בתיכון ברמה זו או אחרת. על כן, בהתייחס למקצועות STEM ו-Non-STEM בתיכון, ייעשה שימוש במונחים מגמה מדעית ולא מדעית. היות ובהשכלה הגבוהה ובתעשייה, הבחירה במתמטיקה הינה אינדיקציה לבחירה מכוונת במקצוע זה, מקצוע המתמטיקה כן ייכלל תחת המשתנה STEM.

בתרשים 2 ניתן לראות את התפלגות הבחירה לפי מספר היחידות בקרב לומדי המגמות המדעיות לפי סוגי המגמות המדעיות השונות. כאשר בחירה במגמה מדעית יכולה להיות ברמה של 3-5 יחידות לימוד. חשוב לציין, שבהשפעת החלטות שהתקבלו במשרד החינוך עם השנים, האפשרות לגשת לבחינות הבגרות ברמה של 3 יחידות בלבד הצטמצמה. כתוצאה מכך, לאורך השנים, אחוז קטן מתלמידי המגמות המדעיות נחשף לסוגי המגמות המדעיות השונות ברמה של 3 יחידות לימוד, ואחוז אפסי למד ברמה של 4 יחידות לימוד, אם בכלל. כאשר מתוך המקצועות המדעיים, רק במתמטיקה קיימות גם היום שלוש רמות של בחינה. תלמידים הניגשים לבחינות של 3 יחידות לימוד במתמטיקה הנם תלמידים הלומדים בעיקר במגמות שאינן מדעיות, לעומת תלמידים הניגשים לבחינות של 5 יחידות לימוד במתמטיקה אשר לומדים בעיקר במגמות מדעיות. ברמת 5 יחידות לימוד, ניתן לראות כי רוב התלמידים בוחרים במגמת ביולוגיה (31.1%), לאחר מכן בפיזיקה (18.0%), בכימיה (15.8%), במחשבים (12.3%), ולבסוף באלקטרוניקה (4.7%).

¹⁴ אלקטרוניקה נבחר כמייצג מקצוע הנדסי, כמו הנדסת חשמל בטכניון. לא הוכנסו לניתוח הנדסות נוספות הנלמדות בתיכון, כמו מכאניקה, מאחר ומקצועות אלו הם בעלי אוריינטציה טכנולוגית הנלמדות בעיקר בבתי ספר מקצועיים, ונדרשים בעיקר ללימודי תעודה, למשל הנדסאי.

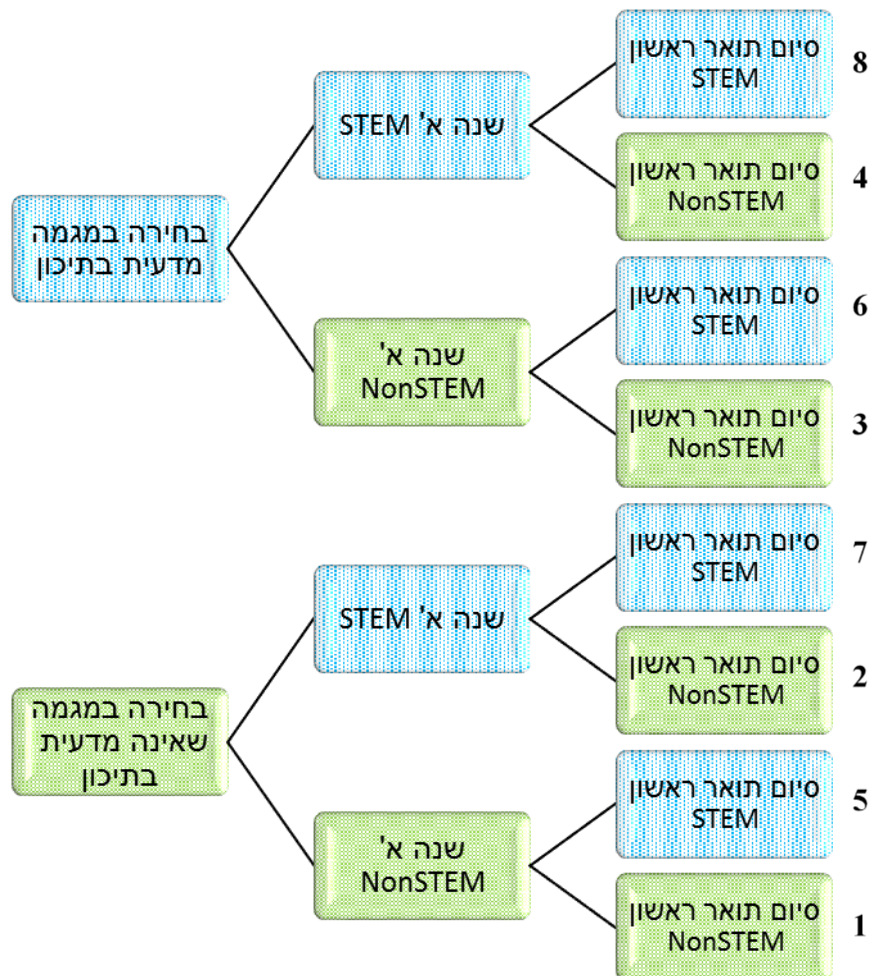
תרשים 2. התפלגות תלמידי תיכון לפי המגמות המדעיות השונות בהתאם למספר יחידות הלימוד, בין השנים 1992-2015. פיזיקה $N=49,871$; כימיה $N=48,424$; ביולוגיה $N=89,241$; מחשבים $N=46,455$; ואלקטרוניקה $N=15,483$



בהשכלה הגבוהה המשתנה STEM כלל את המקצועות הבאים: חינוך (מתמטי והוראת המדעים), מדעי הניהול, רפואה, מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב, מדעים פיסיקליים, המדעים הביולוגיים, חקלאות (רפואה ווטרינרית), והנדסה ואדריכלות (לפירוט המקצועות ראה נספח 4). בענף כלכלי המשתנה STEM כלל את התחומים הבאים: תעשייה, בינוי, מידע ותקשורת, שירותים מקצועיים-מדעיים וטכניים, חינוך למדע וטכנולוגיה, שירותי בריאות, רווחה וסעד (לפירוט המקצועות, ראה נספח 5).

3.4.2. יצירת משתנה – מסלולי בחירה והתמדה בלימודי STEM – מדרג 8

בכדי להגדיר מסלולים שונים של תהליכי בחירה והתמדה במקצועות STEM ו-Non-STEM, לאורך תקופות הלימוד השונות, מתיכון ועד סיום תואר ראשון, הוגדרו ונוקדו שמונה מסלולים אפשריים כמתואר באיור 2, להלן יקרא "מדרג 8". המשתנה מדרג 8 הנו משתנה רווחי תלוי המייצג סולם בחירה בין שמונה מסלולים שונים לפי בחירה והתמדה במקצועות STEM ו-Non-STEM לאורך השנים. הניקוד חושב על-פי תיעדוף לרצף בבחירה ולנקודת סיום תואר ראשון במקצוע STEM. לפיכך, המסלולים שקיבלו ניקוד גבוה (5-8), הם המסלולים שהסתיימו בקבלת תואר ראשון במקצוע STEM, ואילו מסלולים שהסתיימו בקבלת תואר ראשון במקצוע Non-STEM, קיבלו ניקוד נמוך יותר (1-4).



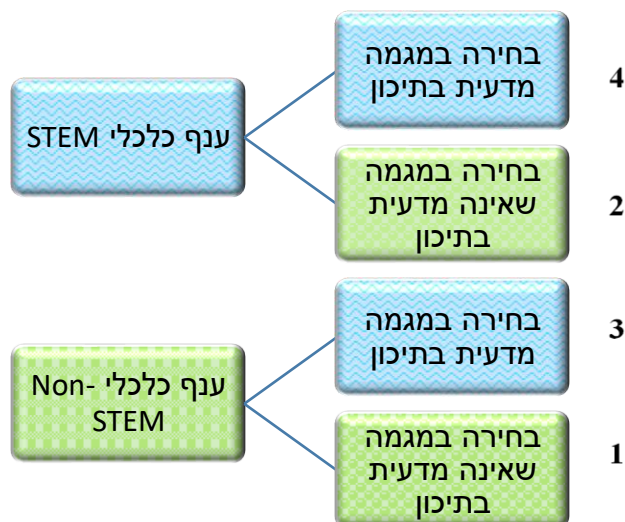
איור 2. אופן חלוקת הניקוד לכל מסלול בחירה מתיכון ועד לסיום תואר ראשון – מדרג 8

3.4.3. יצירת משתנה - מסלולי בחירה והתמדה בעיסוק בתחומי STEM – מדרג 4

כיוון שענף כלכלי אינו מספק נתונים של משלח יד, הוא לא עומד בפני עצמו ותלוי בסוג התואר אותו סיים העובד, בניתוחים הסטטיסטיים בדו"ח זה התמקדנו בעובדים אשר סיימו תואר ראשון במסלול STEM, מתוך הנחה כי בוגר מסלול STEM אשר עובד בתעשייה בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM, אכן עובד במשלח יד בתחומי ה-STEM. לדוגמא, עובד אשר סיים תואר ראשון במסלול STEM ועובד בענף כלכלי של בינוי, ההנחה היא כי משלח היד שלו אכן מתחום ה-STEM. לכן, בשל המחסור בנתוני משלח יד, לא היה באפשרותנו לקבוע את תחום העיסוק באופן ודאי. לבסוף, כיוון שקיימת הצלבה בין נתוני ענף כלכלי ובין נתוני סוג המסלול בהשכלה הגבוהה, הנתונים אשר יוצגו במסלול העיסוק כוללים נתונים עבור סוג המגמה בתיכון וסוג ענף כלכלי בלבד.

בכדי להגדיר מסלולים שונים של תהליכי בחירה והתמדה בעיסוק במקצועות STEM, לאורך תקופות הלימוד והעיסוק השונים, מתיכון ועד לתעסוקה, הוגדרו ונוקדו ארבעה מסלולים אפשריים כמתואר באיור 3, להלן יקרא "מדרג 4". המשתנה מדרג 4 הנו משתנה רווחי תלוי המייצג סולם בחירה בין ארבעה מסלולים שונים לפי בחירה והתמדה בעיסוק במקצועות STEM ו-Non-STEM לאורך השנים. הניקוד חושב על-פי

תיעדוף לרצף בחירה ולנקודת סיום בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM. המסלולים שקיבלו ניקוד גבוה (3 ו-4), הם המסלולים שהסתיימו בעיסוק בענף כלכלי במקצוע STEM, ואילו מסלולים שהסתיימו בעיסוק בענף כלכלי Non-STEM, קיבלו ניקוד נמוך (1 ו-2).



איור 3. אופן חלוקת הניקוד לכל מסלול עיסוק מתיכון ועד לענף כלכלי – מדרג 4

3.4.4. ניתוח בדיקות רוחב ואורך

על מנת לבחון את המגמות בבחירה והתמדה בלימודים ובתעסוקה במקצועות ה-STEM, נערכו בדיקות רוחב (תלוי אוכלוסיית בסיס לפי שנתון סיום תיכון) ואורך על המשתנים השונים: סוג המגמה בתיכון (מדעית/לא מדעית), סוג מסלול לימודים בשנה א' בהשכלה הגבוהה (Non-STEM/STEM), סוג מסלול לימודים בתואר ראשון (Non-STEM/STEM), וסוג ענף כלכלי (Non-STEM/STEM). בבדיקת רוחב, בחנו את המגמות בבחירה במקצועות ה-STEM לאורך השנים עבור כל תקופות הלימודים והתעסוקה (עבור מסיימי תיכון בשנים: 1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015). בבדיקת אורך, בחנו את ההתמדה בבחירת מקצוע STEM כתחום לימודי לאורך כל תקופות הלימוד, ובהמשך בתעסוקה. לשם כך התייחסנו למדגם הכללי לאורך תקופות הלימודים השונות (תיכון, שנה א' בהשכלה הגבוהה, סיום תואר ראשון, המשך לתארים מתקדמים וענף כלכלי), בין השנים 1992-2015 (לא ברצף, כמפורט לעיל).

ניתוח בדיקות הרוחב והאורך נעשו תוך שימוש במתודות הסטטיסטיות הבאות:

- ❖ חישוב שכיחויות לבדיקת התפלגות בחירה במסלול STEM על-פי תקופות החיים השונות, הן בהשכלה והן בתעסוקה.
- ❖ מבחני חי בריבוע לבדיקת הקשרים בין בחירה במסלול STEM ו-Non-STEM לאורך כל תקופות החיים, הן בהשכלה והן בתעסוקה.
- ❖ מתאמי פירסון לבחינת הקשר בין נתוני ההשכלה של הלומדים במסלולים השונים של מדרג 8 ומדרג 4.

- ❖ ניתוחי מבחני t למדגמים בלתי תלויים וניתוחי שונות ANOVA, לבדיקת ההבדלים בין לומדים במסלולים השונים של מדרג 8 ומדרג 4, במשתנים הדמוגרפיים השונים ובנתוני ההשכלה והתעסוקה.
- ❖ רגרסיה לוגיסטית לניבוי סיום תואר ראשון במסלול STEM, ובחירת קריירה במקצועו ה-STEM, על-פי משתני רקע שונים.

הערה חשובה

הנתונים נדגמו בדגימה שיטתית, של מעקב אחרי אותו מחזור לימודים, על-פי אוכלוסיית הבסיס הבאה: תלמידי תיכון הזכאים לבחינת בגרות בשנתונים הבאים: 1992; 1996; 2001; 2006; 2011; 2015.

על כן, בדיקות הרוחב והאורך המוצגות להלן בפרק הממצאים מתייחסות לאוכלוסיית בסיס זו בתקופות הלימוד השונות. לדוגמא, נתוני הרוחב המתייחסים לבוגרי תואר ראשון ומוצגים בתרשים 5 (להלן), הינם עבור הבוגרים שקיבלו זכאות לבגרות בשנתונים המוזכרים לעיל בלבד.

באופן דומה, נתוני האורך המוצגים להלן בפרק הממצאים, מתייחסים לנתוני אוכלוסיית בסיס זו בלבד.

4. ממצאים

ממצאי המחקר מוצגים בהתאם ולפי סדר שאלות המחקר שהוגדרו בסעיף 3.1 (עמ' 8). הממצאים כוללים: בדיקת רוחב עבור נתוני השכלה בתיכון ובאקדמיה; ממצאי בדיקת אורך עבור בחירה והתמדה במקצועות STEM ואפיון הלומדים על פי מסלולי מדרג 8. לאחר מכן, יוצגו ממצאי בדיקת אורך עבור בחירה והתמדה בענף כלכלי STEM בקרב בוגרי תואר ראשון STEM, ואפיון העוסקים על פי מסלולי מדרג 4. לבסוף, יוצגו ניתוחי הרגרסיה לניבוי בחירה והתמדה במקצועות STEM בהשכלה ובקריירה.

4.1. התפלגות רוחבית – מגמת הבחירה במקצועות STEM בתקופות לימוד השונות



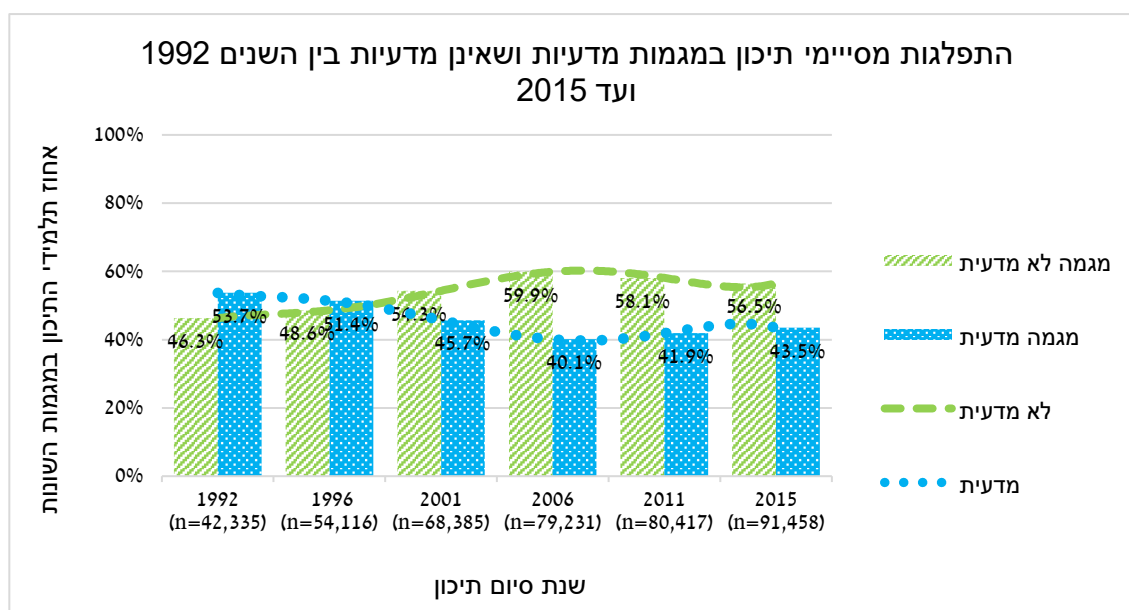
RQ1. מהן מגמות הבחירה בתחומי לימוד STEM בשני העשורים האחרונים (בקרב מסיימי תיכון בין השנים 1992 ועד 2015, לא ברצף), תוך התייחסות לתקופות לימוד שונות: תיכון, שנה א' בהשכלה הגבוהה, וסיום תואר ראשון?

בסעיף זה נתאר את מגמת הבחירה בחלוקה לפי שלבי הבחירה בתיכון, בשנה א' בהשכלה הגבוהה ובסיום התואר הראשון.

4.1.1. מגמת הבחירה בקרב תלמידי תיכון במגמות מדעיות

כפי שעולה מתרשים 3, עד לשנת 2006 ניתן להבחין במגמת ירידה של כ-13.5% בבחירה במגמות מדעיות, עם זאת החל משנת 2006 ועד לשנת 2015, מגמה זו מתהפכת, כך שנרשמה עליה מתונה של כ-3.5% בבחירה במגמות מדעיות ביחס לבחירה במגמות שאינן מדעיות.

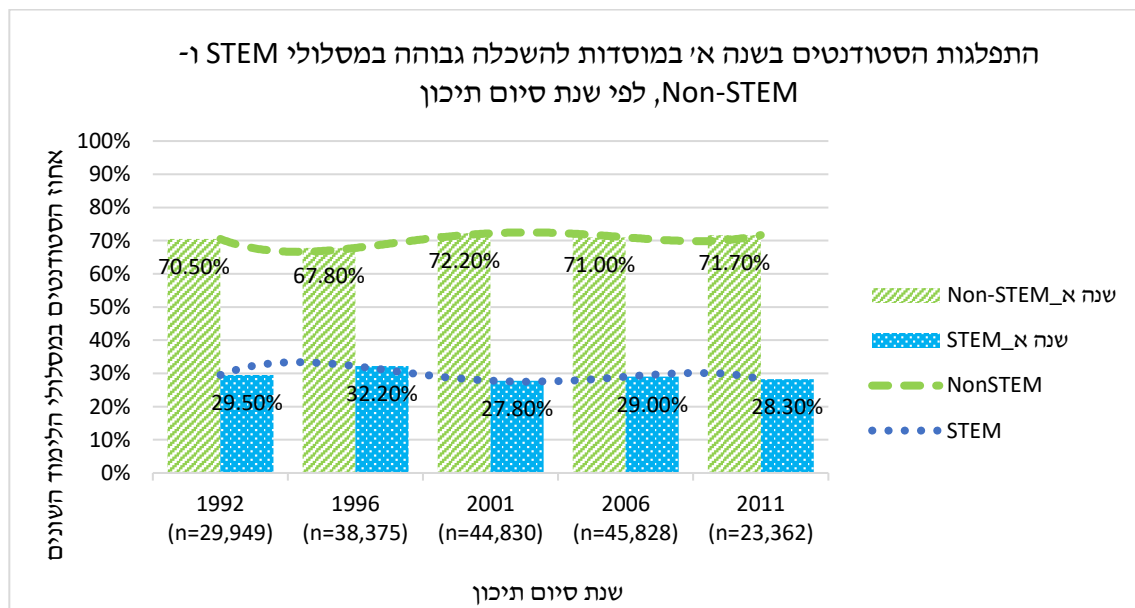
תרשים 3. התפלגות מסיימי תיכון במגמות מדעיות ושאין מדעיות בין השנים 1992-2015 (N=415,942)



4.1.2 מגמת הבחירה בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון במסלול STEM

בתרשים 4, ניתן להבחין במגמה יציבה לאורך שני העשורים האחרונים בבחירה במסלול STEM ו-Non-STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה. לאורך כל השנים, אחוז המתחילים לימודי STEM עמד על קרוב ל-29.4%, לעומת כ-70.6% אשר התחילו לימודי Non-STEM בשנה א'. יש לציין כי נתוני שנת 2015 לא מוצגים בגרף זה משום שבשנה זו נמצא שכ-55.8% מהסטודנטים אשר סיימו תיכון בשנת 2015 והתחילו לימודיהם מיד לאחר סיום התיכון, התחילו לימודי STEM. ככל הנראה מדובר באוכלוסיות מיוחדות, כגון לומדי עתודה, לומדים מחוננים, ומגזר ערבי, אשר לא פונות לשירות צבאי מיד בסיום התיכון, וחלקם מלכתחילה פונים למסלולים מדעיים ייעודיים (כמו לומדי עתודה צבאית).

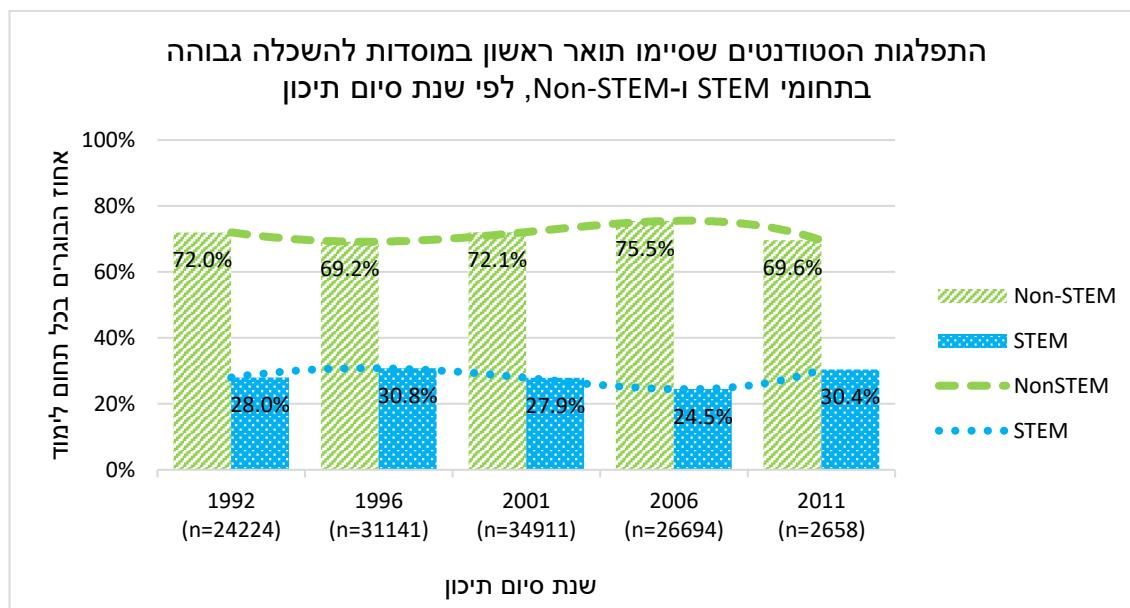
תרשים 4. התפלגות הסטודנטים בשנה א' במוסדות להשכלה גבוהה במסלולי STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011 (N=185,573)



4.1.3 מגמת הבחירה בקרב בוגרי תואר ראשון במסלול STEM

בתרשים 5 בהתייחס למסיימי תואר ראשון, ניתן להבחין במגמה דומה למגמת הבחירה במסלול STEM כמו בשנה א' בתואר הראשון. כ-28.3% בלבד סיימו תואר ראשון במסלול STEM. כמו כן, חלה ירידה קלה של כ-6.3% באחוז בוגרי מסלול STEM בקרב מסיימי תיכון בין השנים 1996 ל-2006; מגמה זו מתהפכת בבחינת בוגרי תואר ראשון שסיימו תיכון בשנת 2011.

תרשים 5. התפלגות בוגרי תואר ראשון במוסדות להשכלה גבוהה במסלולי STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015 ($N=119,628$)



לסיכום שאלת מחקר 1 :

- ❖ אחוז הבחירה במגמה מדעית או לא מדעית בתיכון, שונה מאחוז הבחירה במסלול STEM ו-Non-STEM בהשכלה הגבוהה. בתיכון, בעשור האחרון יש בממוצע פי 1.4 יותר לומדים במגמות שאינן מדעיות לעומת מגמות מדעיות. בהשכלה הגבוהה (הן בשנה א' והן בסיום תואר ראשון), יש בממוצע פי 2.5 יותר סטודנטים אשר בוחרים במסלול Non-STEM לעומת מסלול STEM.
- ❖ מבחינת מגמות הבחירה, ניכרת מגמה דומה בכל תקופות הלימוד, כאשר החל משנת 1996 קיימת ירידה באחוז הבוחרים במסלול STEM הן בתיכון והן בהשכלה הגבוהה.

4.2. ניתוח רוחבי – הבדלים דמוגרפיים ואקדמיים בבחירה במקצועות STEM בתקופות הלימוד

השונות: תיכון, שנה א' לתואר ראשון ובוגרי תואר ראשון



RQ1.1. האם ובאיזו מידה קיימים הבדלים בשיעורי הבחירה בתחומי לימוד STEM על פי נתונים דמוגרפיים שונים: מגדר, מגזר, פיקוח, עולה (כולל מוצא אתיופי) ורמת השכלה?

סעיף זה יכלול ניתוח על-פי משתנים דמוגרפיים ורמה אקדמית.

4.2.1 התפלגות לפי משתנים דמוגרפיים

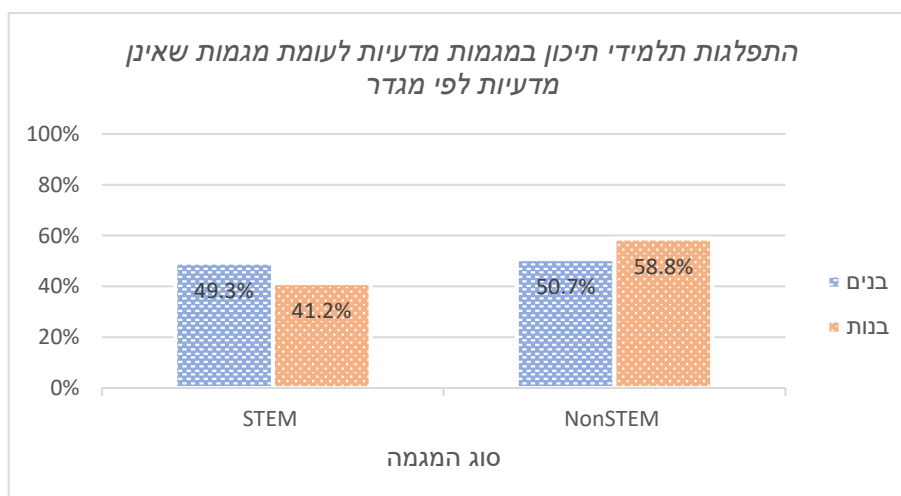
מגדר

בתיכון – מבחינת המגדר, ניתן לראות כי קיימים הבדלים קלים בין שיעורי הבנים והבנות הפונים למגמות מדעיות, כך שיש פי 1.2 יותר בנים הבוחרים במגמה מדעית לעומת בנות. כאשר בפניה למגמות שאינן מדעיות המגמה מתהפכת והפער מצטמצם במעט, כך שכמעט פי 1.2 יותר בנות בוחרות במגמות שאינן מדעיות ביחס לבנים (ראה תרשים 6).

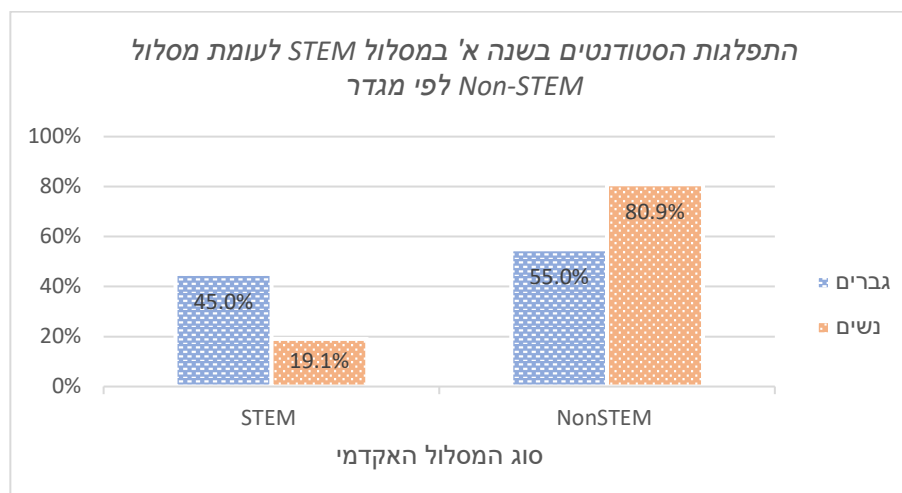
בשנה א' – בשונה מהמגמה בתיכון, ניתן לראות כי קיימים הבדלים משמעותיים בין אחוז הבנים ובין אחוז הבנות המתחילים במסלול STEM באקדמיה, כך שיש פי 2.4 יותר בנים המתחילים במסלולי ה-STEM השונים לעומת בנות אשר מתחילות לימודיהן במסלול STEM. לעומת זאת, בפניה למסלולי Non-STEM, קיימת מגמה הפוכה, כאשר יש פי 1.5 בנות פונות למסלולי Non-STEM בהשוואה לבנים (ראה תרשים 7).

בוגרים – כמו בשנה א', גם בקרב הבוגרים ניתן לראות כי קיימים הבדלים משמעותיים בשיעורי הבנים והבנות שמסיימים תואר ראשון במסלולים השונים בהשכלה הגבוהה, כך שיש פי 2.5 יותר בנים המסיימים מסלולי STEM לעומת בנות. לעומת זאת, יש פי 1.5 יותר בנות בוגרות תואר ראשון במסלול Non-STEM בהשוואה לבנים (ראה תרשים 8).

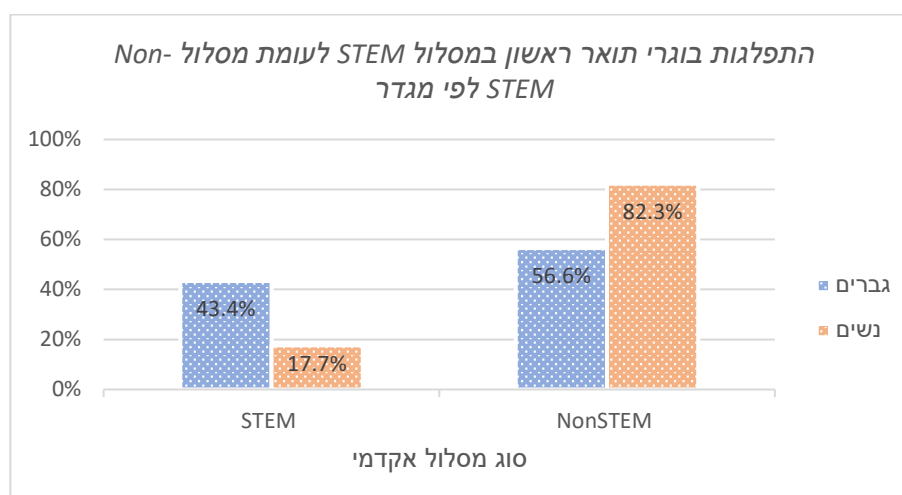
תרשים 6. התפלגות תלמידי תיכון לפי סוג המגמה מתוך סך הבנים (100%) והבנות (100%), בין השנים 1992-2015. בנים $N=191,366$; בנות $N=224,576$.



תרשים 7. התפלגות הסטודנטים בשנה א' לפי סוג מסלול לימודים STEM ו-Non-STEM מתוך סך הגברים (100%) והנשים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 2015-1992. גברים N=76,771; נשים N=108,802



תרשים 8. התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי סוג מסלול לימודים STEM ו-Non-STEM מתוך סך הגברים (100%) והנשים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 2015-1992. גברים N=47,952; נשים N=71,688



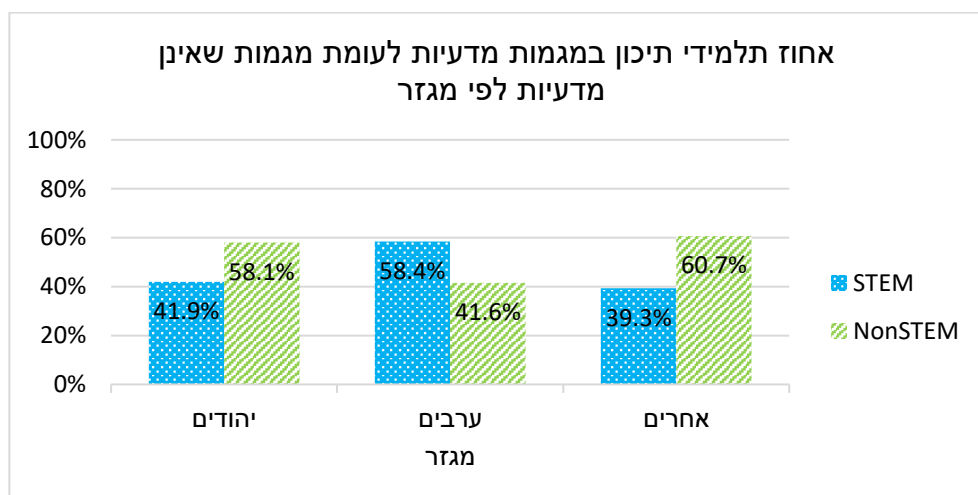
- ❖ בהתבוננות על הבדלים במגדר במקצועות ה-STEM, לאורך כל תקופות הלימוד אחוז הבנים גבוה מאחוז הבנות הפונות למקצועות אלו. כאשר הפערים בתיכון קטנים יחסית לאלו שנמצאו בהשכלה הגבוהה (8.1% לעומת 25.8% בממוצע, בהתאמה).
- ❖ גם בקרב נשים וגם בקרב הגברים קיימת ירידה משמעותית במספר הלומדים אשר ממשיכים ללמוד בהשכלה הגבוהה. הירידה המשמעותית ביותר מתרחשת משלב התיכון לשנה א' באקדמיה. כ-40.1% מהגברים וכ-48.4% מהנשים, ממשיכים ללימודים באקדמיה. פערים אלו מצטמצמים כאשר בוחנים את הבוגרים. כ-62.5% מהגברים וכ-65.9% מהנשים, גם מסיימים תואר ראשון.

בתיכון – ניתן להבחין במגמה הפוכה בפניה לסוגי המגמות השונות בקרב יהודים וערבים. בעוד שבקרב לומדים מהמגזר היהודי, אחוז הפונים למגמות שאינן מדעיות גדול פי 1.4 מאחוז הפונים למגמות מדעיות, במגזר הערבי שיעור הלומדים במגמות שאינן מדעיות נמוך פי 1.4 משיעורם במגמות המדעיות. במגזר שאינו יהודי ואינו ערבי (אחרים), ניתן להבחין במגמה דומה לזו של המגזר היהודי, כאשר פי 1.5 יותר פונים למגמה שאינה מדעית בהשוואה לשיעור הפונים למגמה מדעית (ראה תרשים 9).

בשנה א' – המגמה שונה מזו שנמצאה בתיכון. באופן כללי, ניתן להבחין במגמה דומה בפניה לסוגי המסלולים השונים. שיעור גדול יותר מכלל הסטודנטים היהודים (פי 2.3) ומכלל הסטודנטים הערבים (פי 3.1) מתחילים את לימודיהם במסלול Non-STEM בהשוואה למסלולי ה-STEM. במגזר שאינו יהודי ואינו ערבי (אחרים), ניתן להבחין במגמה דומה עם פער קטן יותר, כאשר גם כאן אחוז גדול יותר (פי 1.3) מתחילים מסלול Non-STEM ביחס למסלול STEM (ראה תרשים 10).

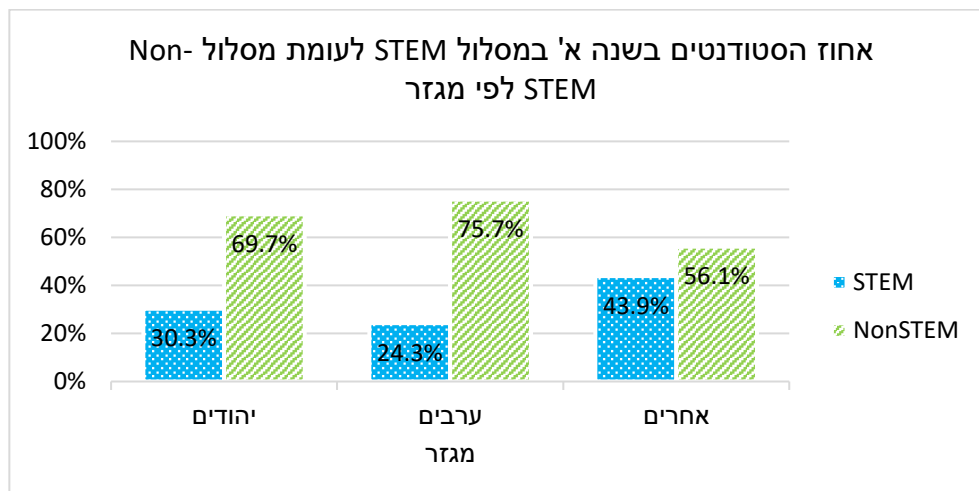
בוגרים – מגמה דומה נמצאה גם בסיום תואר ראשון. אחוז גדול יותר מכלל הבוגרים היהודים (פי 2.5) ומכלל הבוגרים הערבים (פי 4) מסיימים תואר ראשון במסלול Non-STEM בהשוואה למסלולי ה-STEM. במגזר שאינו יהודי ואינו ערבי (אחרים), ניתן להבחין במגמה דומה עם פער קטן יותר, כאשר גם כאן אחוז גדול יותר (פי 1.3) מסיימים תואר ראשון במסלול Non-STEM ביחס למסלול STEM (ראה תרשים 11).

תרשים 9. התפלגות תלמידי תיכון לפי מגזר בקרב הלומדים במגמה מדעית ושאינה מדעית, בין השנים 1992-2015. יהודים $N=326,064$; ערבים $N=78,821$; אחרים $N=11,057$

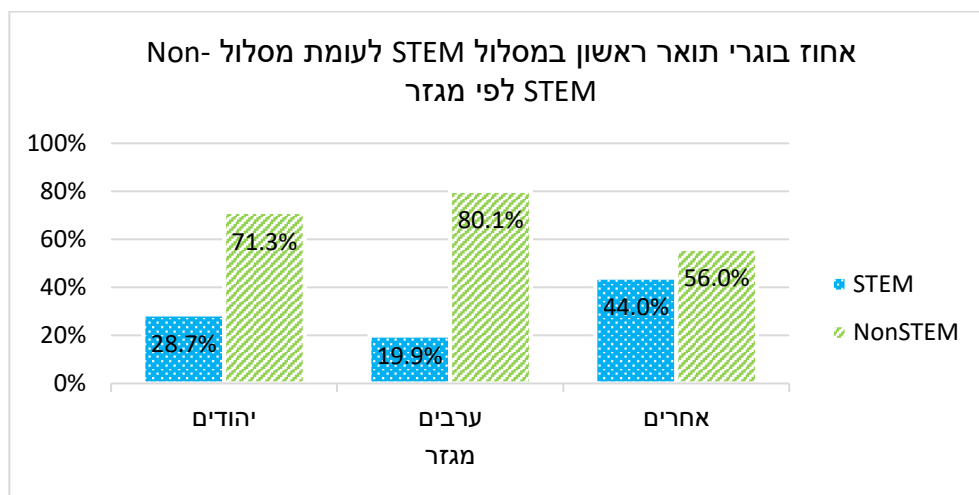


¹⁵ יש לשים לב להבדלים הגדולים בגודל הקבוצות (פי 4 יותר יהודים לעומת ערבים, ופי 7 יותר ערבים לעומת אחרים) אשר יכולים להשפיע על השוואת בין הקבוצות.

תרשים 10. התפלגות סטודנטים בשנה א' לפי מגזר בקרב הלומדים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יהודים N=159,640 ערבים N=22,671 ; אחרים N=3,262



תרשים 11. התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי מגזר בקרב הבוגרים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יהודים N=106,535 ערבים N=11,730 ; אחרים N=1,375



- ❖ בתיכון, כ-40.6% בממוצע מהלומדים היהודים והאחרים, ו-58.4% מהלומדים הערבים פונים למגמות מדעיות.
- ❖ בהשכלה הגבוהה, בשנה א', 30.3% מהיהודים מתחילים לימודי STEM ו-28.7% גם מסיימים מסלול זה. לעומת זאת, 24.3% מהערבים מתחילים ללמוד במסלול STEM, ורק 19.9% גם מסיימים תואר ראשון במסלול זה. בקרב הלומדים האחרים, 44.0% מתחילים ומסיימים מסלול STEM.
- ❖ בשלושת המגזרים קיימת ירידה משמעותית במספר הלומדים אשר ממשיכים ללמוד בהשכלה הגבוהה. הירידה המשמעותית ביותר מתרחשת משלב התיכון לשנה א' באקדמיה. כמחצית מהלומדים היהודים (בהפרש גדול ביחס לשאר המגזרים) ממשיכים ללימודים באקדמיה, לעומת 28.7% בלבד מהלומדים הערבים, ו-29.5% מהלומדים האחרים. פערים אלו מצטמצמים כאשר בוחנים את הבוגרים. כשני שלישי מהסטודנטים היהודים גם מסיימים תואר ראשון, לעומת 51.7% מהסטודנטים הערבים, ו-42.2% מהסטודנטים האחרים.
- ❖ ניתן להבחין במגמות שונות בבחירה במסלול STEM ו-Non-STEM בתיכון ובהשכלה הגבוהה. כאשר בקרב הלומדים הערבים המגמה מתהפכת, לעומת לומדים מהמגזר היהודי ו"אחר" שם המגמה נשמרת אך הפערים בין המסלולים גדלים.

סוג הפיקוח¹⁶

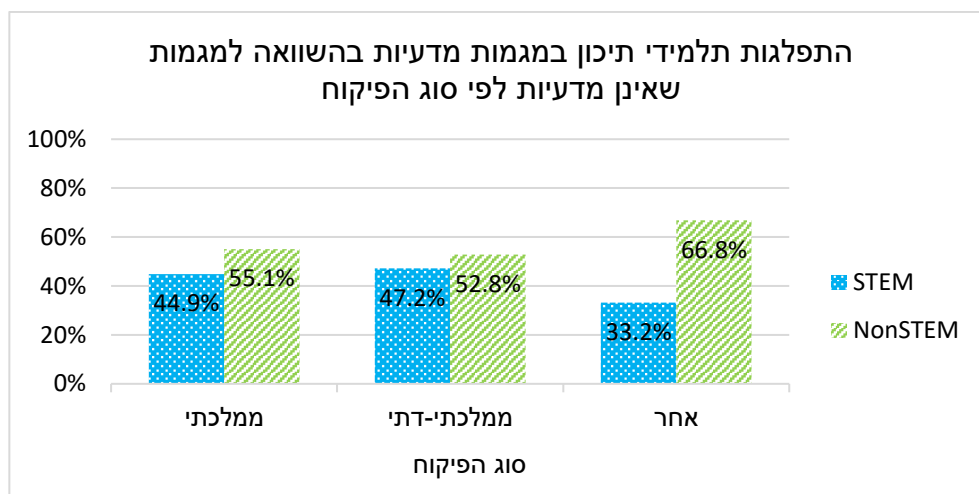
בתיכון – (ממלכתי בהשוואה לממלכתי-דתי), לא נמצאו הבדלים בין זרמי החינוך בשיעורי הפונים למגמות מדעיות לעומת מגמות שאינן מדעיות, ובשניהם שיעור גדול יותר של התלמידים פונה למגמות שאינן מדעיות. עם זאת, פער זה גדל משמעותית בבתי ספר שאינם נמצאים בפיקוח ממשלתי, בהם קיים פער של כ-33.6% בין הפונים למגמה מדעית ושאינה מדעית, בהשוואה לפער של 10.2% בלבד בבתי ספר ממלכתיים ו-5.6% בבתי ספר ממלכתיים-דתיים (ראה תרשים 12).

בשנה א' – לא נמצאו הבדלים מבחינת אחוזי הפונים למסלול STEM לעומת מסלול Non-STEM, כך שבכולם אחוז גדול יותר של סטודנטים מתחיל מסלול אקדמי במקצועות ה-Non-STEM. כ-31.2% מהסטודנטים אשר למדו בתיכון בפיקוח ממלכתי מתחילים מסלול STEM, לעומת כרבע מכלל הסטודנטים אשר למדו בתיכון בפיקוח ממלכתי-דתי ו-18.7% מכלל הלומדים שלמדו בתיכון בפיקוח שאיננו ממשלתי (ראה תרשים 13).

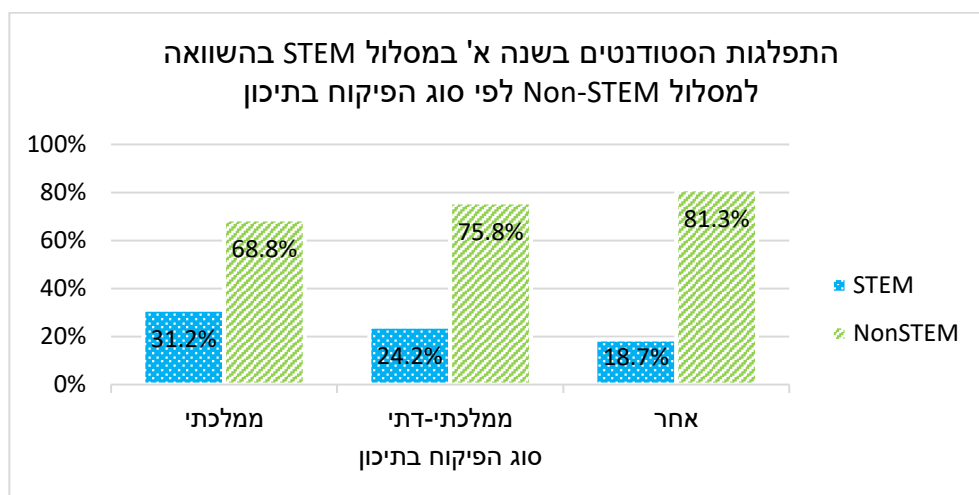
בוגרים – אותה המגמה אשר נצפתה בשנה א' קיימת גם בקרב הבוגרים, עם פערים גדולים יותר בכל הזרמים, כך שאחוז גדול יותר מסיימים תואר ראשון במסלול Non-STEM. כאשר כ-29.1% מכלל הסטודנטים אשר למדו בתיכון בפיקוח ממלכתי סיימו מסלול STEM, לעומת כ-23.3% מכלל הסטודנטים אשר למדו בתיכון בפיקוח ממלכתי-דתי וכ-14.8% בלבד מכלל הסטודנטים אשר למדו בתיכון בפיקוח שאיננו ממשלתי (ראה תרשים 14).

¹⁶ יש לשים לב להבדלים הגדולים בגודל הקבוצות (פי 5 יותר לומדים מבתי ספר ממלכתיים לעומת לומדים מבתי ספר ממלכתיים-דתיים, ופי 6 יותר לומדים מבתי ספר ממלכתיים-דתיים לעומת לומדים מבתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי) אשר יכולים להשפיע על השוואת בין הקבוצות.

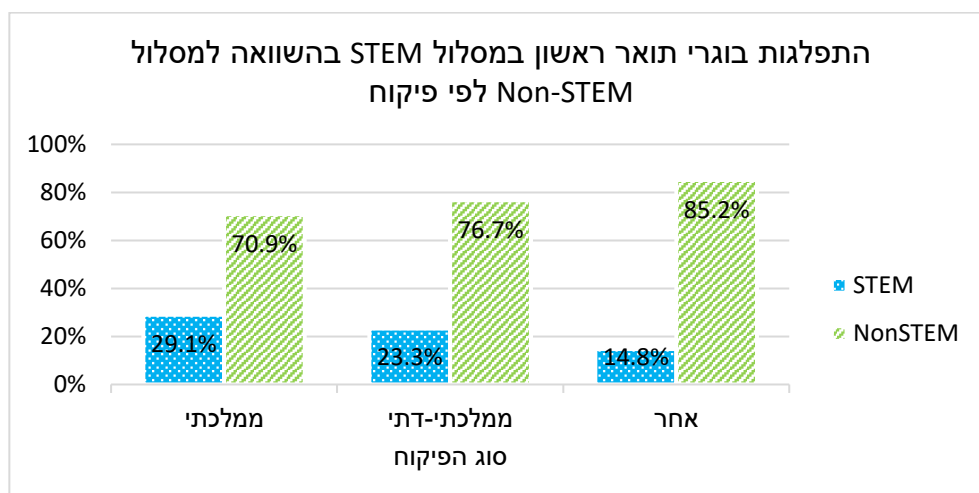
תרשים 12. התפלגות תלמידי תיכון בקרב הלומדים במגמה מדעית ושאינה מדעית לפי סוג הפיקוח, בין השנים 1992-2015. ממלכתי $N=339,409$; ממלכתי-דתי $N=65,753$; אחר $N=10,703$



תרשים 13. התפלגות הסטודנטים בשנה א' בקרב הלומדים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM לפי סוג הפיקוח, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. ממלכתי $N=151,633$; ממלכתי-דתי $N=31,517$; אחר $N=2,380$



תרשים 14. התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי מסלול לימודים STEM ו-Non-STEM ולפי סוג הפיקוח, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. ממלכתי $N=98,846$; ממלכתי-דתי $N=19,743$; אחר $N=1,019$



- ❖ באופן כללי, ללא קשר לסוג הפיקוח, רוב הלומדים בוחרים במסלול Non-STEM גם בתיכון וגם בהשכלה הגבוהה.
- ❖ מבחינת לומדים בפיקוח ממלכתי, 44.9% בוחרים במגמה מדעית בתיכון, נתון אשר קטן פי 1.5 בשנה א' בתואר הראשון. מתוך 31.2% אשר מתחילים מסלול STEM כ-29.1% גם מסיימים תואר ראשון STEM.
- ❖ מבחינת לומדים בפיקוח ממלכתי-דתי, 47.2% בוחרים במגמה מדעית בתיכון, נתון אשר קטן פי 1.9 בשנה א' בתואר הראשון. מתוך 24.2% אשר מתחילים מסלול STEM כ-23.3% גם מסיימים תואר ראשון STEM.
- ❖ מבחינת לומדים שאינם בפיקוח ממשלתי, 33.2% בוחרים במגמה מדעית בתיכון, נתון אשר קטן פי 1.8 בשנה א' בתואר הראשון. מתוך 18.7% אשר מתחילים מסלול STEM כ-14.8% גם מסיימים תואר ראשון STEM.
- ❖ בכל סוגי בתי הספר נצפתה ירידה משמעותית במספר הלומדים אשר ממשיכים ללמוד בהשכלה הגבוהה. הירידה המשמעותית ביותר מתרחשת משלב התיכון לשנה א' באקדמיה. כ-44.7% מהלומדים בבתי ספר ממלכתיים, ו-47.9% מהלומדים בבתי ספר ממלכתיים-דתיים ממשיכים ללימודים באקדמיה, לעומת 22.2% בלבד מהלומדים בבתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי. פערים אלו מצטמצמים כאשר בוחנים את הבוגרים. כשני שליש מהסטודנטים שלמדו בבתי ספר ממלכתיים גם מסיימים תואר ראשון, לעומת 62.6% מהסטודנטים שלמדו בבתי ספר ממלכתיים-דתיים, ו-42.8% בלבד מהסטודנטים שלמדו בבתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי.

ארץ מוצא¹⁷

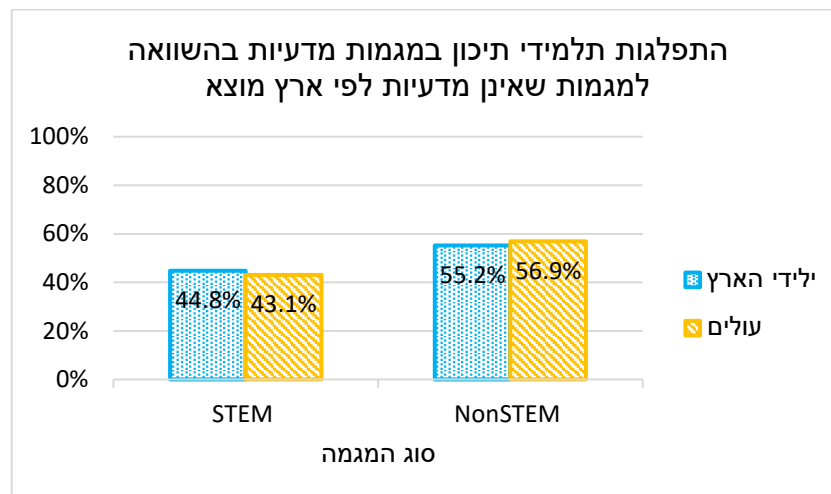
בתיכון – בבחינת ארץ המוצא, נראה כי אין הבדלים גדולים, פער של כ-1.5% בלבד, בין ילידי הארץ ובין עולים בפניה למגמות מדעיות. עם זאת, בממוצע ניתן לראות כי רוב תלמידי התיכון ללא קשר לארץ המוצא פונים למגמות שאינן מדעיות (כ-56.1%) לעומת מגמות מדעיות (כ-43.9%) (ראה תרשים 15).

בשנה א' – יותר משליש מהעולים מתחילים את לימודיהם האקדמיים במסלולי ה-STEM השונים. לעומתם, כ-28.3% בלבד מילידי הארץ מתחילים שנה א' במסלול זה (פער של כ-8.9% לטובת העולים) (ראה תרשים 16).

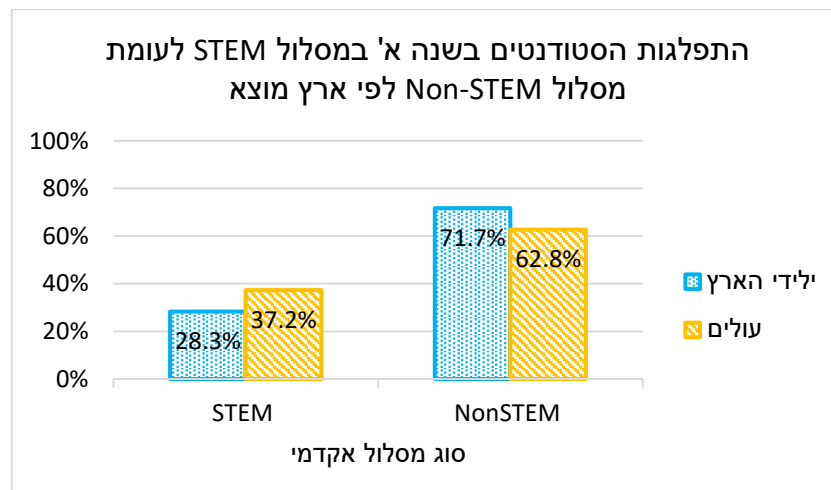
בוגרים – ניכרת מגמה דומה לזו שנצפתה בשנה א', כאשר יש פי 1.4 יותר עולים אשר מסיימים את לימודיהם האקדמיים במסלולי STEM לעומת ילידי הארץ (ראה תרשים 17).

¹⁷ יש לשים לב להבדלים הגדולים בגודל הקבוצות (פי 7.6 יותר לומדים ילידי הארץ לעומת עולים) אשר יכולים להשפיע על השונות בין הקבוצות.

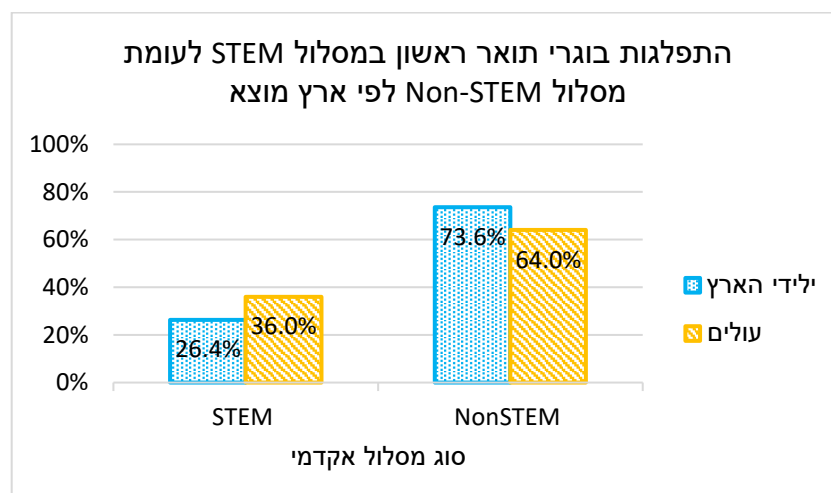
תרשים 15. התפלגות תלמידי תיכון לפי סוג המגמה מתוך ילידי הארץ (100%) ועולים (100%), בין השנים 2015-1992. ילידי הארץ $N=362,835$; עולים $N=47,869$



תרשים 16. התפלגות הסטודנטים בשנה א' לפי סוג מסלול הלימודים מתוך ילידי הארץ (100%) ועולים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 2015-1992. ילידי הארץ $N=157,361$; עולים $N=22,990$



תרשים 17. התפלגות בוגרי תואר ראשון לפי סוג מסלול הלימודים מתוך ילידי הארץ (100%) ועולים (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 2015-1992. ילידי הארץ $N=100,093$; עולים $N=14,309$



- ❖ בהתבוננות על הבדלים בארץ המוצא, בתיכון אין הבדלים משמעותיים בין ילידי הארץ ובין עולים בפניה לסוגי המגמות השונות.
- ❖ בשתי האוכלוסיות קיימת ירידה משמעותית במספר הלומדים אשר ממשיכים ללמוד בהשכלה הגבוהה. הירידה המשמעותית ביותר מתרחשת משלב התיכון לשנה א' באקדמיה. כ-43.4% מהלומדים ילידי הארץ ממשיכים ללימודים באקדמיה, לעומת כ-48.0% מהלומדים העולים. פערים אלו מצטמצמים כאשר בוחנים את הבוגרים. כשני שליש מהסטודנטים ילידי הארץ והעולים גם מסיימים תואר ראשון.
- ❖ בהתבוננות על הבדלים בארץ המוצא בהשכלה הגבוהה, פי 1.4 יותר עולים בוחרים במסלול STEM בשנה א' וגם מסיימים תואר ראשון במסלול STEM ביחס לילידי הארץ.

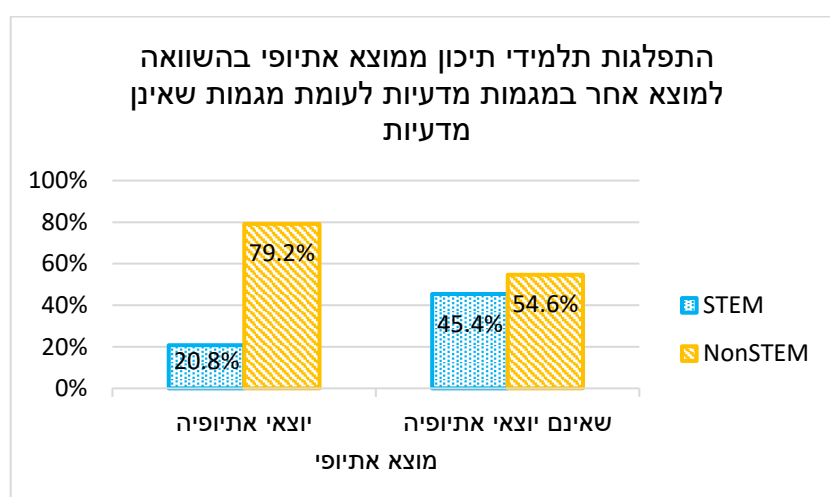
יוצאי אתיופיה¹⁸

בתיכון – כפי שניתן לראות בתרשים 18, רק כ-20.8% מהתלמידים ממוצא אתיופי בוחרים במגמות מדעיות בתיכון, כמחצית משיעור הבוחרים במגמות מדעיות בקרב לומדים שאינם יוצאי אתיופיה. לעומת זאת, פי 1.5 יותר תלמידים ממוצא אתיופי בוחרים במגמות שאינן מדעיות ביחס לשאר התלמידים.

שנה א' – מתרשים 19 עולה כי התפלגות הבחירה במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה בקרב יוצאי אתיופיה, דומה למגמת הבחירה בתיכון. כאשר מתוך כלל הסטודנטים ממוצא אתיופי, כ-15.5% בלבד בוחרים במסלול STEM, כמחצית משיעור הפונים למסלול STEM בקרב שאר הסטודנטים העומד על כ-29.9%. בפנייה למסלולי Non-STEM הפערים מצטמצמים מעט, כאשר פי 1.2 יותר מכלל הסטודנטים ממוצא אתיופי מתחילים במסלול זה ביחס לשאר הסטודנטים.

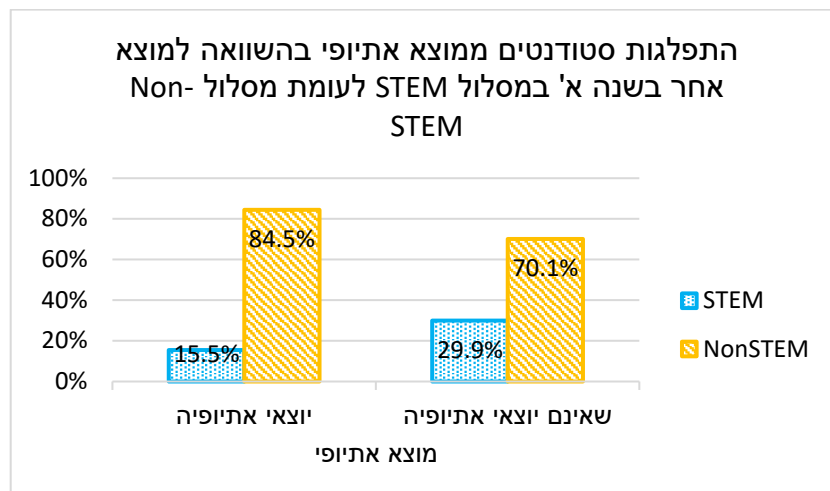
בוגרים – כפי שניתן לראות בתרשים 20, קיימת מגמה דומה לזו שנצפתה בשנה א'. כאשר רק כ-13.3% מכלל הבוגרים יוצאי אתיופיה מסיימים תואר ראשון STEM, כמחצית ביחס לשאר הבוגרים.

תרשים 18. התפלגות תלמידי תיכון ממוצא אתיופי בקרב הלומדים במגמה מדעית ושאינה מדעית, בין השנים 1992-2015. יוצאי אתיופיה N=8,245; שאינם יוצאי אתיופיה N=407,697

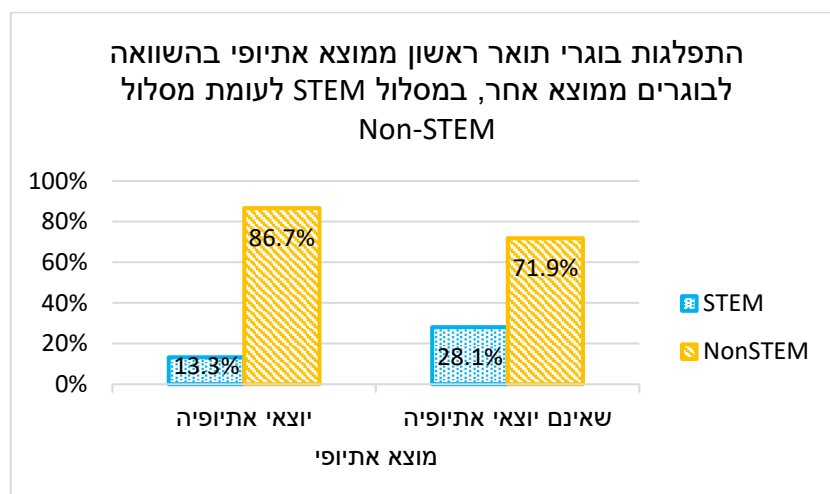


¹⁸ יש לשים לב להבדלים הגדולים בגודל הקבוצות (כמעט פי 50 יותר לומדים שאינם ממוצא אתיופי לעומת לומדים ממוצא אתיופי) אשר יכולים להשפיע על השוואת בין הקבוצות.

תרשים 19. התפלגות סטודנטים בשנה א' ממוצא אתיופי בקרב הלומדים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יוצאי אתיופיה N=1,525; שאינם יוצאי אתיופיה N=184,048



תרשים 20. התפלגות בוגרי תואר ראשון ממוצא אתיופי בקרב הבוגרים במסלול לימודים STEM ו-Non-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. יוצאי אתיופיה N=713; שאינם יוצאי אתיופיה N=118,927



- ❖ בהתבוננות על לומדים ממוצא אתיופי, ניכרת עקביות לאורך כל תקופות הלימוד בבחירה במסלול STEM, כך שבממוצע 16.5% בלבד בוחרים במסלול זה לאורך כל תקופות הלימוד. לעומת זאת בקרב שאר הלומדים, ניכרת מגמה שונה ביחס לבחירה ב-STEM בהשכלה הגבוהה ובין הבחירה ב-STEM בתיכון. כאשר בהשכלה הגבוהה שיעור הבוחרים במסלול STEM עומד על 29.0% בלבד לעומת 45.4% בתיכון.
- ❖ בשתי האוכלוסיות קיימת ירידה משמעותית במספר הלומדים אשר ממשיכים ללמוד בהשכלה הגבוהה. הירידה המשמעותית ביותר מתרחשת משלב התיכון לשנה א' באקדמיה. כ-45.1% מהלומדים שאינם ממוצא אתיופי ממשיכים ללימודים באקדמיה, לעומת כ-18.5% בלבד מהלומדים יוצאי אתיופיה. פער זה אלו מצטמצמים כאשר בוחנים את הבוגרים. כשני שליש מהסטודנטים שאינם ממוצא אתיופי גם מסיימים תואר ראשון, לעומת כ-46.7% בלבד בקרב הסטודנטים ממוצא אתיופי אשר גם מסיימים תואר ראשון.

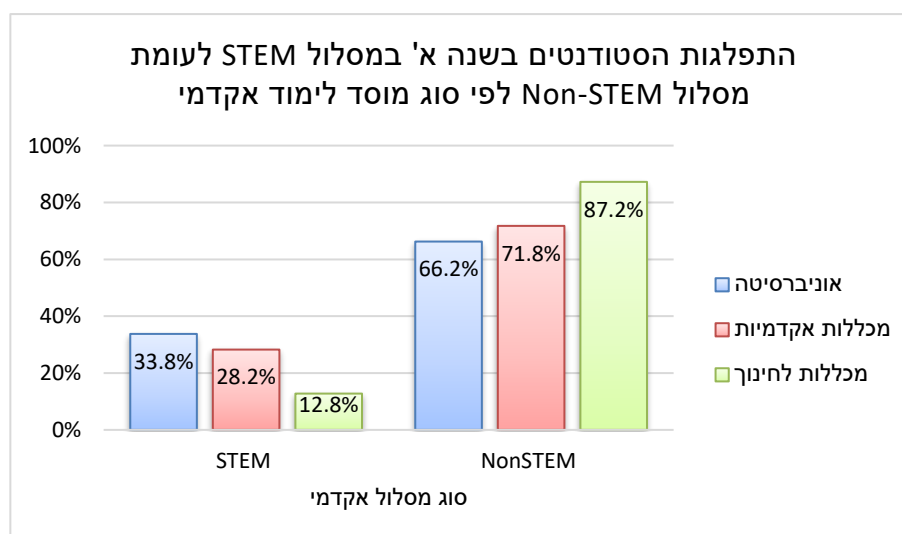
4.2.3 התפלגות לפי רמה אקדמית – שנה א' לתואר ראשון ובוגרי תואר ראשון

סוג מוסד אקדמי¹⁹

בשנה א' – כפי שניתן לראות בתרשים 21, אחוז הלומדים במסלול STEM באוניברסיטאות גדול ב-5.6% ביחס ללומדים במסלול STEM במכללות האקדמיות, וגדול ב-21% ביחס ללומדים במסלול STEM במכללות האקדמיות לחינוך. לעומת זאת, בבחינת מסלולי ה-Non-STEM המגמה מתהפכת, כך שאחוז הלומדים במסלול זה במכללות האקדמיות לחינוך גדול ב-15.4% ביחס ללומדים במכללות האקדמיות, וגדול ב-21% ביחס ללומדים במסלול זה באוניברסיטאות.

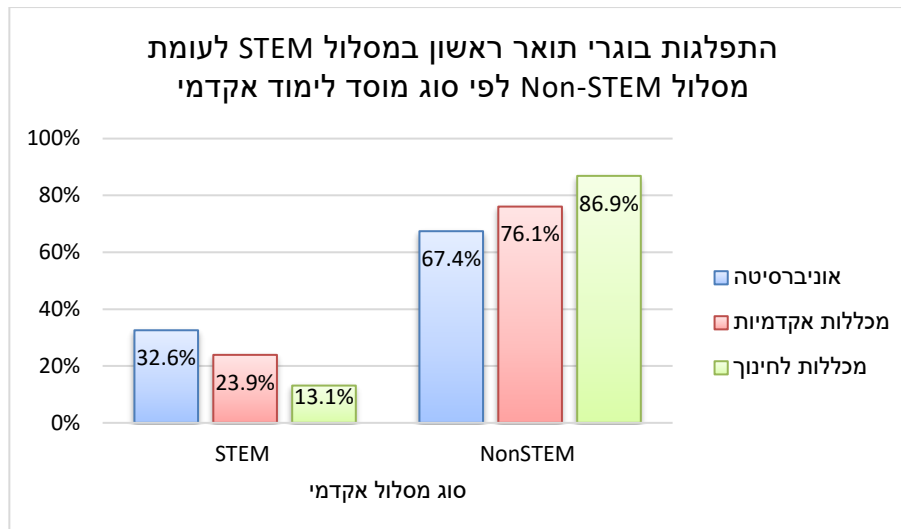
בוגרים – כפי שניתן לראות בתרשים 22, המגמה שנצפתה בשנה א' נשמרת, כאשר אחוז הלומדים במסלול STEM באוניברסיטאות גדול ב-8.7% ביחס ללומדים במסלול STEM במכללות האקדמיות, וגדול ב-19.5% ביחס ללומדים במסלול STEM במכללות האקדמיות לחינוך. לעומת זאת, בבחינת מסלולי ה-Non-STEM המגמה מתהפכת, כך שאחוז הלומדים במסלול זה במכללות האקדמיות לחינוך גדול ב-10.8% ביחס ללומדים במכללות האקדמיות, וגדול ב-19.5% ביחס ללומדים במסלול זה באוניברסיטאות.

תרשים 21. התפלגות סטודנטים בשנה א' במוסדות לימוד אקדמיים שונים מתוך סך הלומדים במסלול לימודים STEM (100%) ו-Non-STEM (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. אוניברסיטאות
N=111,617; מכללות אקדמיות N=53,115; מכללות אקדמיות לחינוך N=20,841



תרשים 22. התפלגות בוגרי תואר ראשון במוסדות לימוד אקדמיים מתוך סך הבוגרים במסלול לימודים STEM (100%) ו-Non-STEM (100%), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015. אוניברסיטאות
N=72,340; מכללות אקדמיות N=34,167; מכללות אקדמיות לחינוך N=12,329

¹⁹ יש לשים לב להבדלים הגדולים בגודל הקבוצות (פי 2 יותר לומדים באוניברסיטאות לעומת לומדים במכללות אקדמיות, ופי 2.5 יותר לומדים במכללות האקדמיות לעומת לומדים במכללות האקדמיות לחינוך) אשר יכולים להשפיע על השוואות בין הקבוצות.



- ❖ בבחינת המצב בהשכלה הגבוהה, רוב הלומדים והבוגרים במסלולי ה-STEM למדו באוניברסיטאות, פי 1.3 יותר בממוצע ביחס למכללות האקדמיות ופי 2.5 יותר בממוצע ביחס למכללות האקדמיות לחינוך. מגמה זו מתהפכת ביחס ללומדים ובוגרים במסלולי Non-STEM.
- ❖ בשלושת סוגי המוסדות קיימת ירידה משמעותית במספר הסטודנטים אשר מסיימים תואר ראשון. כשני שלישי מהסטודנטים באוניברסיטאות, ובמכללות האקדמיות מסיימים תואר ראשון, לעומת 59.1% מהסטודנטים הלומדים במכללות האקדמיות לחינוך.

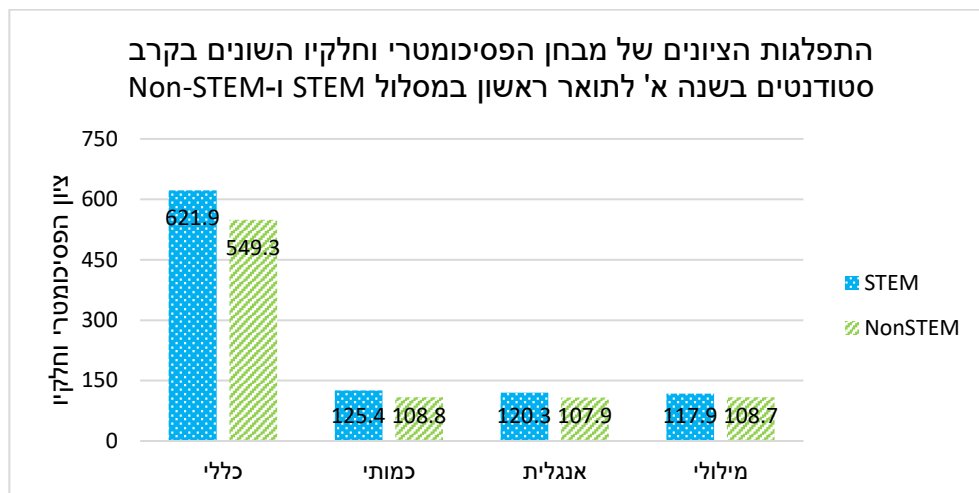
ממוצע ציוני המבחן הפסיכומטרי

בשנה א' – כפי שניתן לראות בתרשים 23, ממוצע הציון הכללי בפסיכומטרי בקרב סטודנטים בשנה א' במסלול STEM ($M = 621.9, SD = 88.9$) היה גבוה מממוצע הציון הפסיכומטרי של סטודנטים במסלול Non-STEM ($M = 549.3, SD = 100.6$). כמו כן, הפער הגדול ביותר בממוצע הציונים בחלקים השונים של המבחן הפסיכומטרי נצפה בחלק הכמותי (פער של 16.6 נקודות) לטובת מסלולי ה-STEM, כאשר הציון הממוצע בחלק הכמותי של סטודנטים במסלול STEM עמד על 125.4 לעומת 108.8 בלבד במסלול Non-STEM. בחלק באנגלית ובחלק המילולי הפערים לטובת מסלולי ה-STEM נמוכים יותר (12.4 נקודות באנגלית ו-9.2 נקודות במילולי).

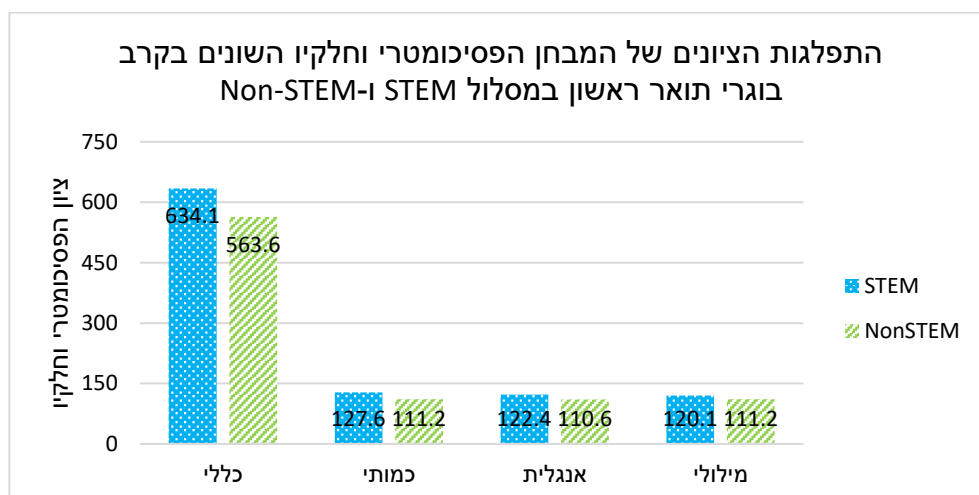
בוגרים – כפי שניתן לראות בתרשים 24, ממוצע הציון הכללי בפסיכומטרי בקרב בוגרי תואר ראשון במסלול STEM ($M = 621.9, SD = 88.9$) היה גבוה מהציון הפסיכומטרי של סטודנטים במסלול Non-STEM ($M = 563.6, SD = 96.1$). כמו כן, בדומה למצב בשנה א', הפער הגדול ביותר בממוצע הציונים בחלקים השונים של המבחן הפסיכומטרי נצפה בחלק הכמותי (פער של 16.4 נקודות) לטובת מסלולי ה-STEM, כאשר הציון הממוצע בחלק הכמותי של בוגרים במסלול STEM עמד על 127.6 לעומת 111.2

בלבד במסלול Non-STEM. בחלק באנגלית ובחלק המילולי הפערים לטובת מסלולי ה-STEM נמוכים יותר (11.8 נקודות באנגלית ו-8.9 נקודות במילולי).

תרשים 23. התפלגות ציון הפסיכומטרי בקרב סטודנטים בשנה א' במסלול לימודים STEM ($N=48,134$) ו-Non-STEM ($N=94,694$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



תרשים 24. התפלגות ציון הפסיכומטרי בקרב בוגרי תואר ראשון במסלול לימודים STEM ($N=30,863$) ו-Non-STEM ($N=70,545$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



- ❖ בהתבוננות על ממוצע הציון הכללי של הפסיכומטרי, לומדים ובוגרים של מסלולי ה-STEM השיגו ציונים גבוהים יותר (פער של כ-71.6 נקודות בממוצע) ביחס לאלו שבחרו במסלול Non-STEM.
- ❖ הן בשנה א' והן בקרב הבוגרים, פערים בולטים יותר נרשמו לטובת מסלולי ה-STEM בחלק הכמותי, עם פער של כ-16.5 נקודות בממוצע. לאחר מכן, נרשם פער של כ-12.1 נקודות בממוצע בחלק באנגלית לטובת מסלולי ה-STEM. לבסוף, בחלק המילולי נרשמו הפערים הנמוכים ביותר, של כ-9.1 נקודות בממוצע לטובת מסלולי ה-STEM.
- ❖ ביחס לציון הארצי הממוצע בעשור האחרון, ממוצע הציון הכללי בפסיכומטרי בקרב לומדי מסלולי ה-STEM היה גבוה כמעט פי 1.2 ביחס לציון הכללי הארצי שעמד על 536 בממוצע.

4.3. נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים: מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון



RQ2. מהן מגמות הבחירה לאורך תקופות חיים שונות: תיכון, שנה א', סיום תואר ראשון, בתחומי STEM לעומת תחומים שאינם STEM?

בסעיף זה נתאר את מגמת הבחירה במסלולי STEM לאורך השנים, החל מהבחירה של הפרט בסוג המגמה בתיכון ועד לסיום מסלול STEM בתואר ראשון.

4.3.1 מגמות בחירה – ניתוח לאורך השנים מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון: 1992-2015

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בוגרי מגמה מדעית בתיכון ובין בחירה במקצוע מדעי בשנה א' בהשכלה הגבוהה, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $x^2(1) = 20014.39, p < .000$.

טבלה 4. התפלגות המדגם לפי סוג המגמה בתיכון ומסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה

סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)	מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה				
	Non-STEM	STEM			
103,918	59,091	44,827	N	מדעית	סוג מגמה בתיכון
56%	56.9%	43.1%	%		
81,655	71,145	10,510	N	לא מדעית	
44%	87.1%	12.9%	%		
185,573	130,236	55,337	N	סה"כ	
	70.2%	29.8%	%	(% מתוך כלל התלמידים)	

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בחירה במקצוע STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה ובין סיום תואר ראשון במסלול STEM, עבור נבדקים שלמדו במגמה מדעית בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $x^2(1) = 51368.23, p < .000$.

טבלה 5. התפלגות המדגם לפי מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה ומסלול הלימוד בסיום תואר

ראשון – עבור נבדקים שלמדו במגמה מדעית בתיכון

סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)	מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון		סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)	STEM	Non-STEM	מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה
	Non-STEM	STEM				
30,099	3,459	26,640	N			
42.8%	11.5%	88.5%	%	STEM		
40,189	38,647	1542	N			
57.2%	96.2%	3.8%	%	Non-STEM		
70,288	11,738	25,982	N			
	59.9%	40.1%	%	סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)		

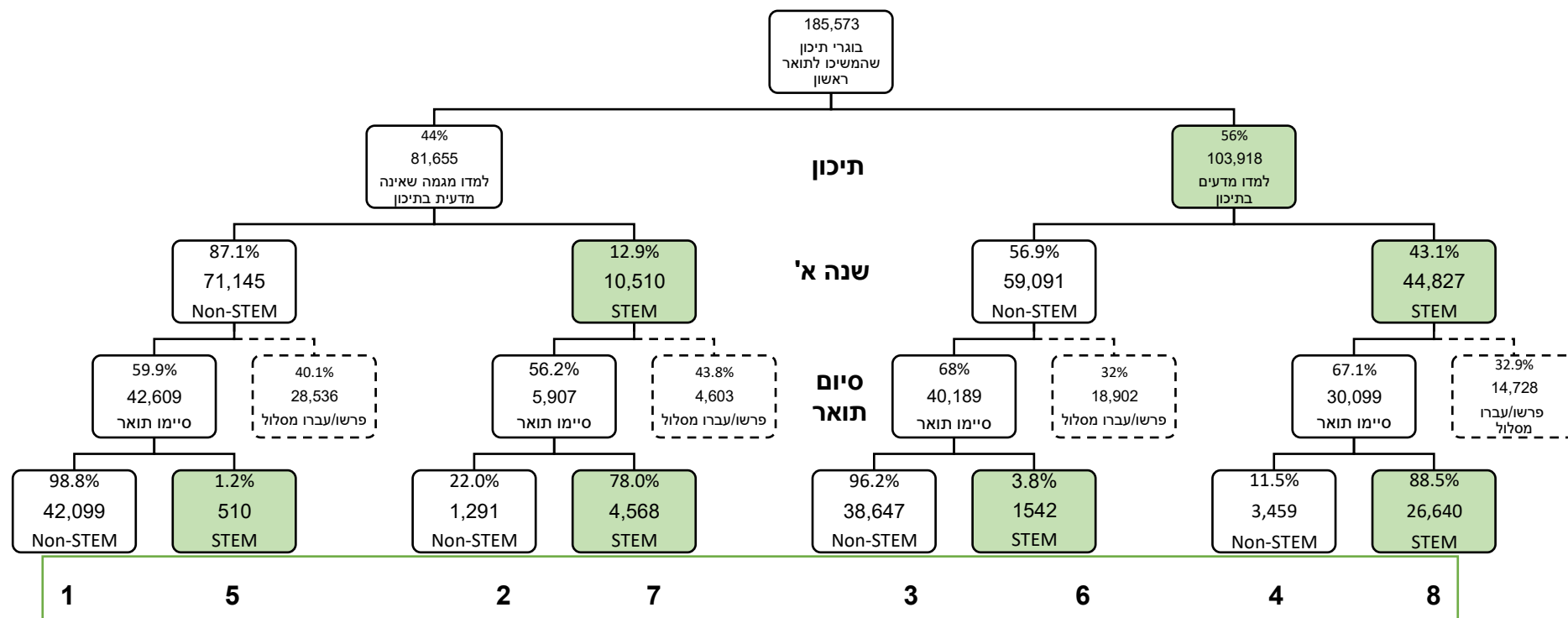
על מנת לבחון האם קיים קשר בין בחירה במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה ובין סיום תואר במסלול STEM, עבור נבדקים שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $p < .000$, $\chi^2(1) = 32916.82$.

טבלה 6. התפלגות המדגם לפי מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה ומסלול הלימוד בסיום תואר

ראשון – עבור נבדקים שלא למדו במגמה מדעית בתיכון

סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)	מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון		סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)	STEM	Non-STEM	מסלול הלימוד בשנה א' בהשכלה הגבוהה
	Non-STEM	STEM				
5,907	1,244	4,663	N			
12.2%	21.1%	78.9%	%	STEM		
42,609	42,099	510	N			
87.8%	98.8%	1.2%	%	Non-STEM		
48,516	43,343	5,173	N			
	89.3%	10.7%	%	סה"כ (% מתוך כלל התלמידים)		

באיור הבא (איור 4) תוצג התפלגות הבחירה במקצועות STEM לעומת Non-STEM לאורך כל תקופות הלימוד: החל מהתיכון, שנה א' לתואר ראשון ועד לסיום תואר ראשון. איור זה מציג את הממצאים של שמונת מסלולי הבחירה אשר תוארו באיור 3 בפרק המתודולוגיה.



איור 4. התפלגות לפי בחירה במקצועות STEM לעומת Non-STEM לאורך כל תקופות הלימוד : תיכון, שנה א' לתואר ראשון וסיים תואר ראשון

4.3.1.1 הרחבה לניתוח אורך כולל של תהליך הבחירה במקצועות STEM ו-Non-STEM, מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון, בהתאם לעץ הבחירה

לא למדו מדעים בתיכון	למדו מדעים בתיכון		מניתוח הממצאים, באיור 4 ניתן לראות כי, 43.1% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית התחילו את לימודי התואר הראשון במסלול STEM, מתוכם כ-59.4% גם סיימו תואר ראשון במסלול STEM. באופן כללי, כ-40.1% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית, וסיימו תואר ראשון (ללא התייחסות לפורשים), סיימו תואר ראשון במסלול STEM. בנוסף, כ-12.9% בלבד מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית התחילו את לימודי התואר הראשון במסלול STEM, מתוכם כ-43.5% גם סיימו תואר ראשון במסלול STEM. משמע, רק כ-10.5% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית, וסיימו תואר ראשון (ללא התייחסות לפורשים), סיימו תואר ראשון במסלול STEM (נמוך פי 4 בהשוואה לאחוז התלמידים שלמדו מדעים בתיכון).
12.9%	43.1%	התחילו תואר ראשון STEM	
10.7%	40.1%	סיימו תואר ראשון STEM (לא כולל פורשים)	

לא למדו מדעים בתיכון	למדו מדעים בתיכון		כמו כן, כ-56.9% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית התחילו את לימודי התואר הראשון במסלול Non-STEM, מתוכם כ-65.4% גם סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM. באופן כללי, כ-59.9% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית, וסיימו תואר ראשון (ללא התייחסות לפורשים), סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM. לעומת זאת, כ-87.1% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית התחילו את לימודי התואר הראשון במסלול Non-STEM, מתוכם כ-59.2% גם סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM. כלומר, כ-89.4% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית, וסיימו תואר ראשון (ללא התייחסות לפורשים), סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM (פי 1.5 יותר בהשוואה לאחוז התלמידים שלמדו מדעים בתיכון).
87.1%	56.9%	התחילו תואר ראשון Non-STEM	
89.3%	59.9%	סיימו תואר ראשון Non-STEM (לא כולל פורשים)	

4.4. נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים: מהתיכון ועד לסיום תואר מתקדם



RQ2.1. מהן מגמות הבחירה לאורך תקופות החיים השונות: תיכון, סיום תואר ראשון, וסיום תואר מתקדם בתחומי STEM לעומת תחומים שאינם STEM?

בסעיף זה נתאר את מגמת הבחירה במסלולי STEM לאורך השנים, החל מהבחירה של הפרט בסוג המגמה בתיכון ועד לסיום תואר מתקדם (שני או שלישי) במסלול STEM ו-Non-STEM.

4.4.1. ניתוח כללי לאורך השנים מהתיכון ועד לסיום תואר מתקדם: 2015-1992

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בוגרי מגמה מדעית בתיכון ובין סיום תואר ראשון STEM ו-Non-STEM, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $x^2(1) = 12326.15, p < .000$.

טבלה 7. התפלגות הלומדים לפי סוג המגמה בתיכון ומסלול הלימוד בסיום תואר ראשון

סוג מגמה בתיכון	מדעית	לא מדעית	סה"כ	מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון		סה"כ
				Non-STEM	STEM	(% מתוך כלל התלמידים)
				42,496	28,286	70,782
				60.0%	40.0%	59.2%
				43,657	5,201	48,858
				89.4%	10.6%	40.8%
				86,153	33,487	119,640
				72.0%	28.0%	

על מנת לבחון האם קיים קשר בין סיום תואר ראשון במסלול STEM ובין המשך לימודים גבוהים לתואר שני או שלישי (הגבוה מבניהם) במסלול STEM, עברו תלמידים שלמדו במגמה מדעית בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $x^2(1) = 7627.37, p < .000$.

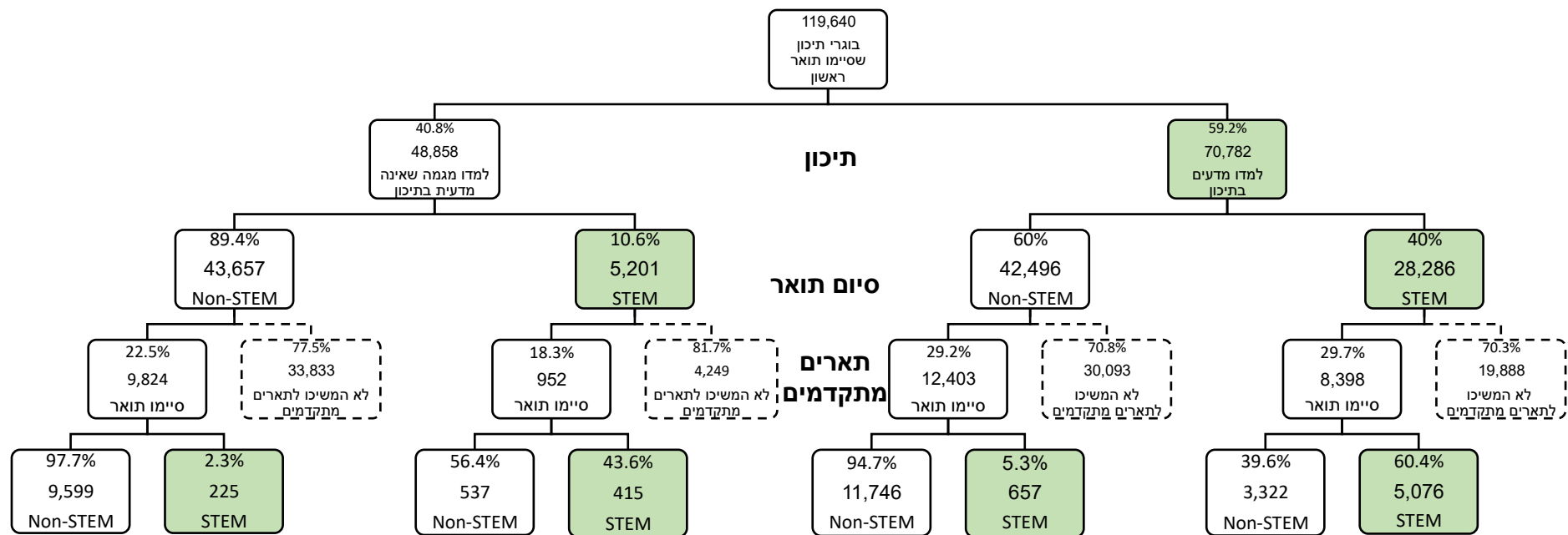
טבלה 8. התפלגות הלומדים לפי מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון ומסלול הלימוד בתואר מתקדם – עבור תלמידים שלמדו במגמה מדעית בתיכון

מסלול הלימוד בסיום תואר שני או שלישי (הגבוה מביניהם)				סה"כ (%) מתוך כלל התלמידים)	מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון
Non-STEM	STEM				
8,398	3,322	5,076	N		STEM
59.6%	39.6%	60.4%	%		
12,403	11,746	657	N		Non-STEM
40.4%	94.7%	5.3%	%		
20,801	15,068	5,733	N	סה"כ (%) מתוך כלל התלמידים)	
	72.4%	27.6%	%		

על מנת לבחון האם קיים קשר בין סיום תואר ראשון במסלול STEM ובין המשך לימודים גבוהים לתואר שני או שלישי (הגבוה מביניהם) במסלול STEM, עבור תלמידים שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $\chi^2(1) = 2650.22, p < .000$.

טבלה 9. התפלגות הלומדים לפי מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון ומסלול הלימוד בתואר מתקדם – עבור תלמידים שלא למדו במגמה מדעית

סה"כ (%) מתוך כלל התלמידים)		מסלול הלימוד בסיום תואר שני או שלישי (הגבוה מביניהם)			
		Non-STEM	STEM		
952	537	415	N	STEM	מסלול הלימוד בסיום תואר ראשון
8.8%	56.4%	43.6%	%		
9,824	9,599	225	N	Non-STEM	
91.2%	97.7%	2.3%	%		
10,776	10,136	640	N	סה"כ (%) מתוך כלל התלמידים)	
	94.1%	5.9%	%		



איור 5. התפלגות לפי בחירה במקצועות STEM לעומת Non-STEM בתארים מתקדמים : תיכון, סיום תואר ראשון וסיום תואר מתקדם

4.4.1.1 הרחבה לניתוח אורך כולל של תהליך הבחירה במקצועות STEM ו-Non-STEM, מהתיכון ועד לסיום תארים מתקדמים, בהתאם לעץ הבחירה

לא למדו מדעים בתיכון	למדו מדעים בתיכון	מניתוח הממצאים באיור 5, ניתן לראות כי, 40.0% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית סיימו תואר ראשון במסלול STEM, מתוכם כ-17.9% גם סיימו תואר מתקדם במסלול STEM. באופן כללי, כ-8.1% מהתלמידים
10.6%	40.0%	סיימו תואר ראשון STEM
1.3%	8.1%	סיימו תואר מתקדם STEM (ללא התייחסות לפורשים)

שלמדו בתיכון במגמה מדעית, וסיימו תואר מתקדם, סיימו תואר מתקדם במסלול STEM. בנוסף, רק כ-10.6% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית סיימו תואר ראשון במסלול STEM, מתוכם כ-7.9% גם סיימו תואר מתקדם במסלול STEM. משמע, רק כ-1.3% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית, וסיימו תואר מתקדם, סיימו תואר מתקדם במסלול STEM (נמוך פי 6 בהשוואה לאחוז התלמידים שלמדו מדעים בתיכון).

לא למדו מדעים בתיכון	למדו מדעים בתיכון	כמו כן, כ-60.0% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM, מתוכם כ-27.6% גם סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM. באופן כללי, כ-21.3% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית, וסיימו תואר מתקדם, סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM. בנוסף, כ-89.4% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM, מתוכם כ-21.9% גם סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM. כלומר, כ-20.7% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית, סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM (בדומה לאחוז התלמידים שלמדו מדעים בתיכון).
89.4%	60.0%	סיימו תואר ראשון Non-STEM
20.7%	21.3%	סיימו תואר מתקדם Non-STEM (ללא התייחסות לפורשים)

וסיימו תואר מתקדם, סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM. בנוסף, כ-89.4% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית סיימו תואר ראשון במסלול Non-STEM, מתוכם כ-21.9% גם סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM. כלומר, כ-20.7% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית, סיימו תואר מתקדם במסלול Non-STEM (בדומה לאחוז התלמידים שלמדו מדעים בתיכון).

(הערה, מספר הפורשים נלקחו בחשבון בחישוב האחוזים של הנתונים על בוגרי תארים מתקדמים בממצאים כלליים אלו)

4.5. מאפייני הלומדים השונים לפי שמונת מסלולי הבחירה וההתמדה בלימודים – מדרג 8

בסעיף זה נציג את ההבדלים במדרג 8 (ראה איור 2) על פי משתנים דמוגרפיים ומאפייני השכלה שונים. נזכיר כי ככל שהערך של המשתנה "מדרג 8" גבוה יותר, זה מעיד כי הלומד מתמיד יותר בבחירה במקצועות ה-STEM לאורך כל תקופות הלימוד השונות (ראה הגדרת משתנה זה באיור 2).

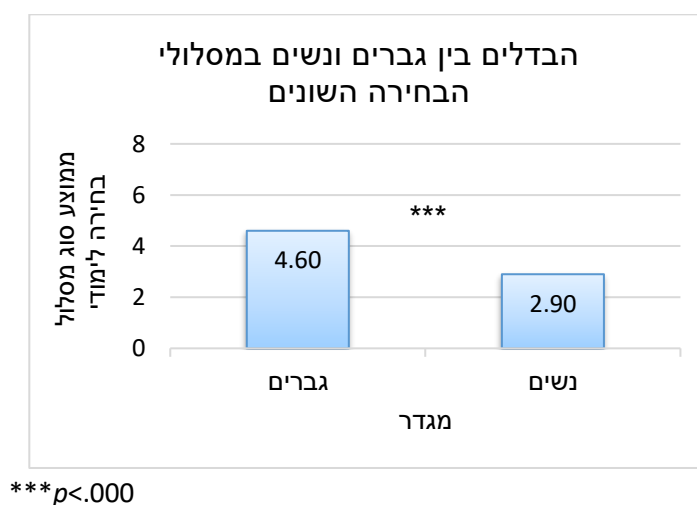


RQ2.2. האם קיימים הבדלים במסלולי הבחירה של מדרג 8, על-פי נתונים דמוגרפיים שונים, מאפייני השכלה שונים, ועל-פי המשך לתארים מתקדמים?

4.5.1. הבדלים על-פי משתנים דמוגרפיים במסלולים השונים

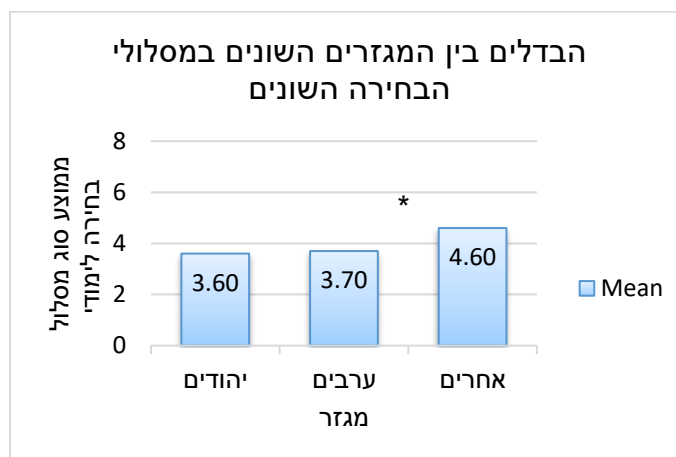
במטרה לבדוק האם קיים הבדל בין גברים לבין נשים ביחס למשתנה הבחירה "מדרג 8", נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. בניתוח נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים בין הקבוצות בבחירה במסלולי הלימוד השונים $t(118802)=108.5, p<.000$. כלומר, ממוצע הגברים ($M=4.6, SD=2.9$) הפונים למסלולים המסתיימים בלימודי STEM גבוה באופן מובהק מממוצע הנשים ($M=2.9, SD=2.4$) הפונות למסלולים אלו (ראה תרשים 25).

תרשים 25. ממוצעי הלומדים לפי מדרג 8 בקרב נשים ($N=71,255$) וגברים ($N=47,549$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



כדי לבדוק האם קיימים הבדלים על-פי המגזרים השונים ביחס למשתנה הבחירה "מדרג 8", נערך ניתוח שונות אנובה חד-כיווני. בניתוח נמצאו הבדלים מובהקים בין המגזרים השונים בבחירה במסלולי הלימוד השונים $F(2,118801)=87.9, p<.000$. עם זאת, בניתוחי המשך מסוג scheffe נמצא כי ההבדל נעוץ בהבדל בין ממוצע המגזר "האחר" ($M=4.6, SD=2.9$), המהווה מיעוט של האוכלוסייה ($>3.7\%$), לבין ממוצע היהודים ($M=3.6, SD=2.8$) והערבים ($M=3.7, SD=2.2$). כלומר, אין הבדלים בממוצע היהודים והערבים הפונים למסלולים המסתיימים במקצועות STEM (מדרג 8) (ראה תרשים 26). **תרשים 26.**

ממוצעי הלומדים לפי מדרג 8 בקרב המגזרים השונים, יהודים ($N=105,942$), ערבים ($N=11,493$), אחרים ($N=1,369$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



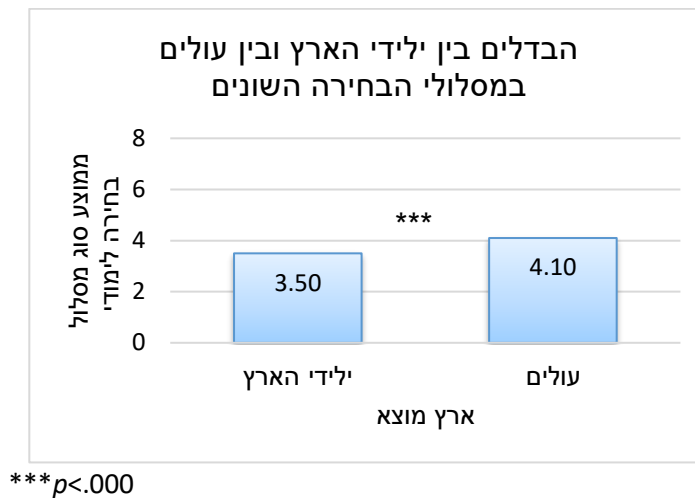
* $p < .05$

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים על-פי המגזרים השונים ביחס למשתנה הבחירה "מדרג 8", נערך ניתוח שונות אנובה חד-כיווני. בניתוח נמצאו הבדלים מובהקים בין המגזרים השונים בבחירה במסלולי הלימוד השונים $F(2,118801)=87.9$, $p < .000$. בניתוחי המשך מסוג scheffe לא נמצאו הבדלים מובהקים בממוצע היהודים והערבים הפונים למסלולים המסתיימים במקצועות STEM (ראה תרשים 26).

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים על-פי המגזרים השונים בין שמונת מסלולי הבחירה, נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. בניתוח לא נמצאו הבדלים מובהקים ($p > .05$) בממוצע היהודים והערבים הפונים למסלולים המסתיימים במקצועות STEM (ראה תרשים 26).

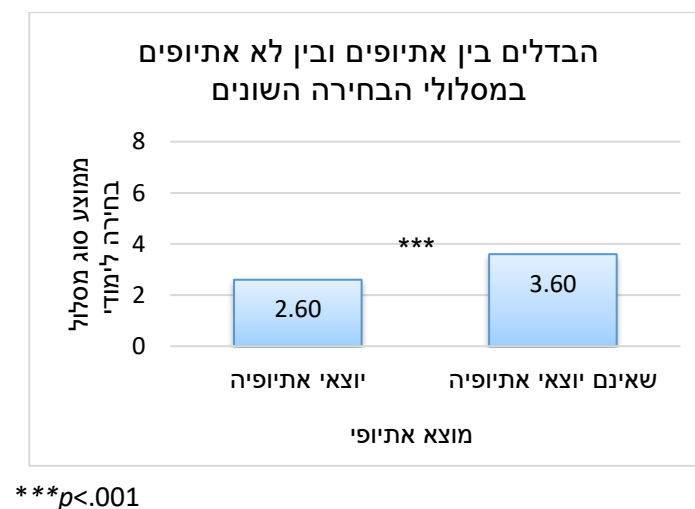
כדי לבדוק האם קיים הבדל בין ילידי הארץ לבין עולים ביחס למשתנה הבחירה "מדרג 8", נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. בניתוח נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים בין הקבוצות בבחירה במסלולי הלימוד השונים $t(113580)=24.4$, $p < .000$. כלומר, ממוצע ילידי הארץ ($M=3.5$, $SD=2.7$) הפונים למסלולים המסתיימים בלימודי STEM נמוך באופן מובהק מממוצע העולים ($M=4.1$, $SD=2.9$) הפונים למסלולים אלו (ראה תרשים 27).

תרשים 27. ממוצעי הלומדים לפי מדרג 8 בהתאם לארץ המוצא, ילידי הארץ ($N=99,343$) ועולים ($N=14,239$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



כדי לבדוק האם קיים הבדל בין יוצאי אתיופיה לבין שאר הלומדים ביחס למשתנה הבחירה "מדרג 8", נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. בניתוח נמצאה מגמה להבדלים מובהקים בין הקבוצות בבחירה במסלולי הלימוד השונים ($t(118802)=10.2, p<.001$). כלומר, ממוצע יוצאי אתיופיה ($M=2.6, SD=2.2$) הפונים למסלולים המסתיימים בלימודי STEM נמוך באופן מובהק מממוצע שאר הלומדים ($M=3.6, SD=2.7$) הפונים למסלולים אלו (ראה תרשים 28).

תרשים 28. ממוצעי הלומדים יוצאי אתיופיה לפי מדרג 8, יוצאי אתיופיה ($N=708$) ושאינם יוצאי אתיופיה ($N=118,096$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015

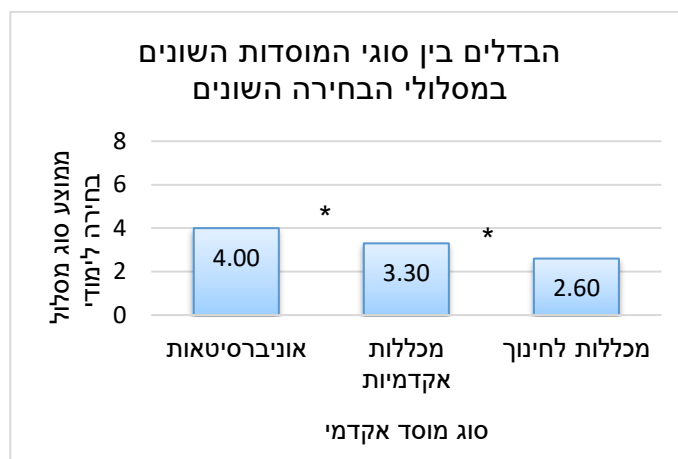


4.5.3. הבדלים בהישגים הלימודיים לפי מדרג 8

במטרה לבדוק האם קיימים הבדלים על-פי מוסדות הלימוד השונים ביחס למשתנה הבחירה "מדרג 8", נערך ניתוח שונות אנובה חד-כיווני. בניתוח נמצאו הבדלים מובהקים בין מוסדות הלימוד השונים בבחירה במסלולי הלימוד השונים ($F(2,118801)=1731.4, p<.000$). בניתוחי המשך מסוג scheffe נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים בממוצעי כל שלושת מוסדות הלימוד. כאשר ממוצע הפונים למסלולים

המסתיימים בתואר STEM גבוה יותר בקרב לומדי האוניברסיטאות ($M=3.9$, $SD=2.8$), לאחר מכן בקרב לומדי המכללות האקדמיות ($M=3.3$, $SD=2.6$), ולבסוף בקרב לומדי המכללות האקדמיות לחינוך ($M=2.6$, $SD=2.0$) STEM (ראה תרשים 29).

תרשים 29. ממוצעי הלומדים לפי מדרג 8 בין סוגי המוסדות להשכלה גבוהה, אוניברסיטאות ($N=72,340$), מכללות אקדמיות ($N=34,167$), מכללות אקדמיות לחינוך ($N=12,297$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



* $p<.05$

4.6.4. רמת הקשר בין מדרג 8 ובין מספר שנות לימוד והציון הפסיכומטרי הכללי וציוני חלקיו השונים בהמשך, בחרנו לבדוק האם קיימים מתאמים מובהקים בין המשתנה "מדרג 8" המייצג את שמונת מסלולי הבחירה ובין משתני הרקע השונים באמצעות מתאם פירסון. נמצא קשר חיובי בינוני מובהק "מדרג 8" ובין הציון של המבחן הכמותי בפסיכומטרי ($r = .46$, $p < 0.01$), ובין הציון הכללי של הפסיכומטרי ($r = .38$, $p < 0.01$). כמו כן, קשר חיובי חלש ומובהק נמצא בין "מדרג 8" ובין הציונים במבחן בחלק המילולי ($r = .26$, $p < 0.01$) והאנגלית ($r = .25$, $p < 0.01$) של הפסיכומטרי. כמו כן, קשר חיובי חלש ומובהק נמצא גם בין "מדרג 8" ובין מספר שנות הלימוד של הפרט ($r = .20$, $p < 0.01$). כלומר, ככל שהציון הכללי של הפסיכומטרי ושל חלקיו השונים גבוהים יותר, וכן מספר שנות הלימוד רב יותר, כך הסיכוי שיבחר במסלול לימודים המסתיים במקצועות ה-STEM גבוה יותר (ראה טבלה 10).

טבלה 10. מתאמים בין מדרג 8 ובין משתני רקע – הישגים בפסיכומטריה

מספר שנות לימוד	ציון כללי בפסיכומטרי	ציון חלקי בפסיכומטרי	ציון חלקי אנגלית בפסיכומטרי	ציון חלקי מילולי בפסיכומטרי	
r	.20**	.38**	.46**	.26**	.25**
N	118,804	100,950	100,950	100,950	100,950

** $p<.000$

לסיכום מאפייני הלומדים השונים לפי מדרג 8, בדגש על מסלולי הבחירה המסתיימים בתואר ראשון במסלול STEM.

- ❖ מבחינת משתנים דמוגרפיים, קיים סיכוי גדול יותר שהלומדים במסלולים ברמה הגבוהה ומסיימים תואר ראשון ב-STEM, הם בנים, עולים חדשים ואינם ממוצא אתיופי.
- ❖ מבחינת הציון הפסיכומטרי, ככל שהציון בחלק הכמותי והכללי היו גבוהים יותר, כך גם הסיכוי לסיים מסלול באחד ממקצועות ה-STEM גבוה יותר.
- ❖ מבחינת מספר שנות לימוד, ככל שהלומד רכש יותר שנות לימוד, כך הסיכוי שייסיים תואר STEM גבוה יותר.
- ❖ מבחינת רמה אקדמית, הסיכוי של לומדי האוניברסיטאות לסיים במסלול STEM גבוה בהשוואה ללומדי המכללות השונות.

4.6. מאפייני הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM – מסלול 8 במדרג 8

הלומד המתמיד במקצועות STEM לאורך כל תקופות הלימוד השונות, הוא לומד השייך למסלול 8 במדרג 8 (ראה איור 2). כלומר, הלומד המתמיד הנו לומד שלמד במגמה מדעית בתיכון, התחיל את לימודיו בהשכלה הגבוהה במסלול STEM, וגם סיים תואר ראשון במסלול STEM.



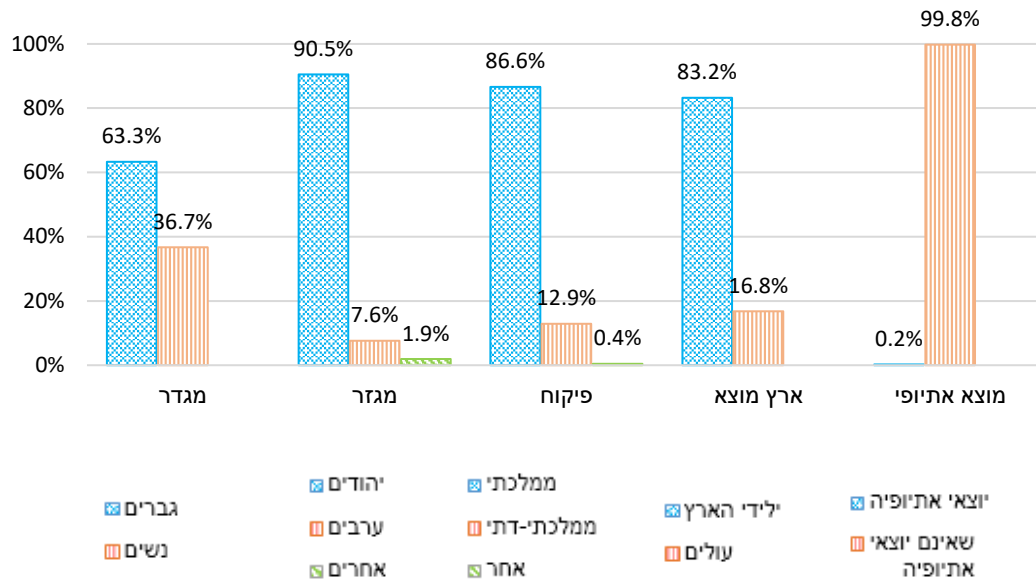
RQ2.3. מהם מאפייני הלומד "המתמיד" (מסלול 8 במדרג 8), על פי נתונים דמוגרפיים שונים, ועל-פי מאפייני השכלה שונים?

4.6.1. התפלגות לפי משתנים דמוגרפיים

ביחס למגדר, ניתן לראות כי אחוז הבנים במסלול הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM גבוה יותר פי 1.7 ביחס לאחוז הבנות במסלול זה (פער של 26.6% לטובת הבנים). ביחס למגזר, ניתן לראות כי רוב של 90.5% מתוך כלל הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם יהודים, לעומת הלומדים מהמגזר הערבי המהווים 7.6%, ושאינם יהודים או ערבים עם פחות מ-2.0%. ביחס לפיקוח, ניתן לראות כי רוב גדול, 86.6% מתוך כלל הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם בוגרי בתי ספר ממלכתיים, לעומת 12.9% בלבד בוגרי בתי ספר ממלכתיים-דתיים ואחוז זניח מתוך בתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי. ביחס לארץ המוצא, ניתן לראות כי רוב הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM הם ילידי הארץ ביחס לעולים חדשים. כאשר אחוז ילידי הארץ במסלול 8 גבוה כמעט פי חמש מאחוז העולים החדשים במסלול זה. ביחס ליוצאי אתיופיה, ניתן לראות כי הלומדים ממוצא אתיופי מהווים אחוז זניח ביותר (0.2%) מכלל הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM (ראה תרשים 30).

תרשים 30. התפלגות הלומד המתמיד במקצועות STEM לפי משתנים דמוגרפיים: מגדר, נשים (N=9,789) וגברים (N=16,851); מגזר, יהודים (N=24,106), ערבים (N=2,037), אחרים (N=497); סוג הפיקוח, ממלכתי (N=23,071), ממלכתי-דתי (N=3,442), אחר (N=119); ארץ מוצא, ילידי הארץ (N=20,746), עולים (N=4,202), מוצא אתיופי, יוצאי אתיופיה (N=62), שאינם יוצאי אתיופיה (N=26,578), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015

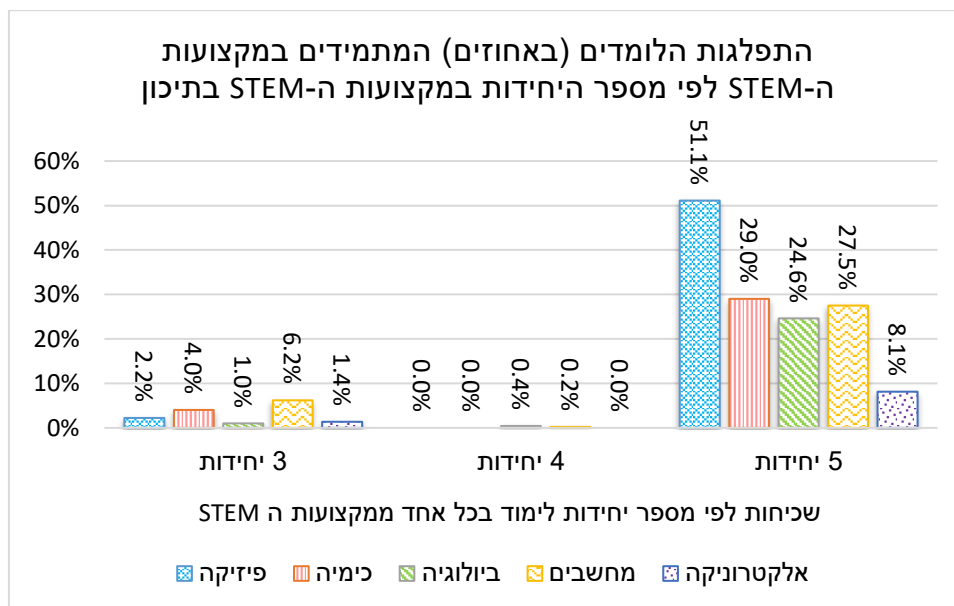
התפלגות הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM לפי משתנים דמוגרפיים



4.6.3. התפלגות לפי הישגים לימודיים, מהתיכון ועד לסיום התואר הראשון

בהתייחס למספר יחידות לימוד במקצועות המדעיים בתיכון, מהתרשים ניתן לראות כי כמחצית (51.1%) מהלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM למדו פיזיקה ברמה של 5 יחידות לימוד, 27.5% עד 29.0% למדו מחשבים או כימיה (בהתאמה), כרבע מהלומדים למדו ביולוגיה ברמה של 5 יחידות לימוד, ואחוז קטן, של 8.1% בלבד למדו אלקטרוניקה ברמה של 5 יחידות לימוד (ראה תרשים 31).

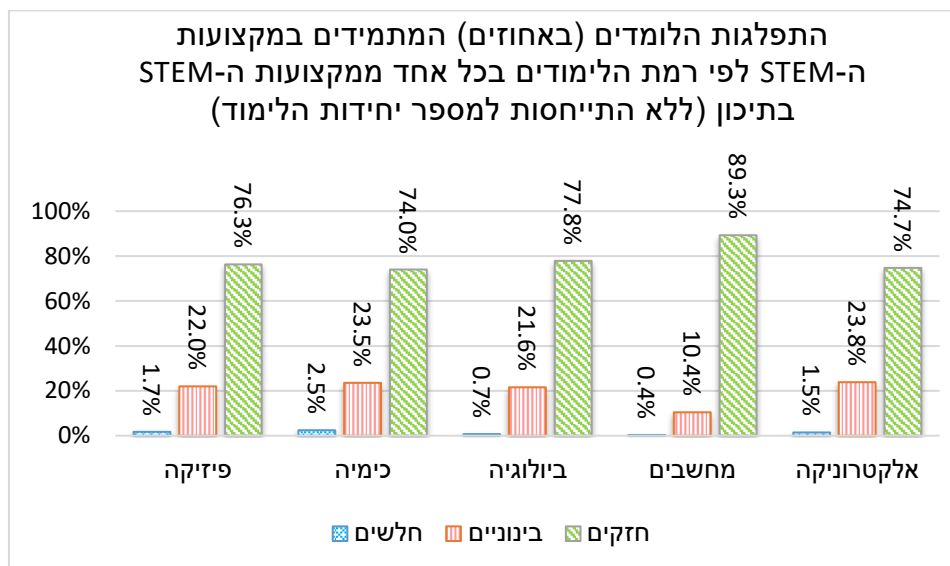
תרשים 31. התפלגות הלומד המתמיד במגמות מדעיות בתיכון לפי מספר יחידות לימוד, פיזיקה (N=14,196), כימיה (N=8,778), ביולוגיה (N=6,929), מחשבים (N=9,060), אלקטרוניקה (N=2,549), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



כמו כן, מבחינת הרמה הלימודית, ניתן לראות כי רוב הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM, בין 74.4% בממוצע (בכימיה ובאלקטרוניקה) ועד לכ-89.3% (במחשבים), נוטים להיות ברמת לימודים גבוהה

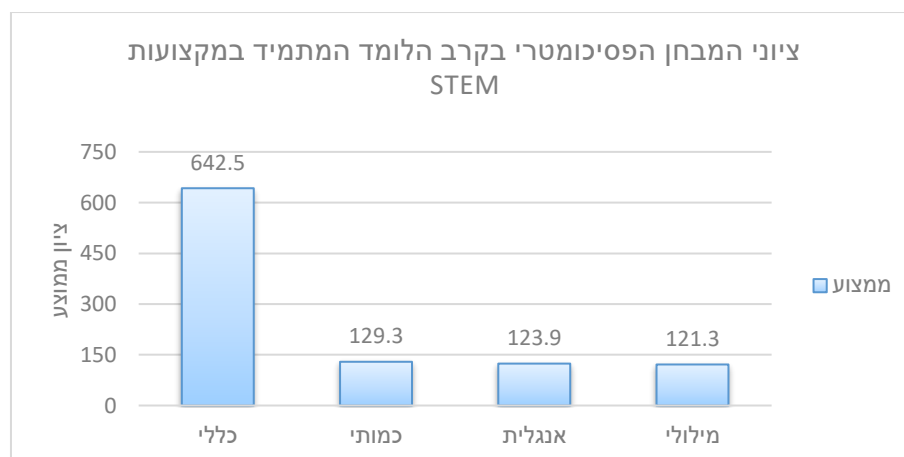
(ציון מעל 90 בבחינות הברורות) במגמות המדעיות השונות. לעומת אחוזים בודדים (בכימיה) ועד לאחוזים אפסיים (בביולוגיה ובמחשבים) אשר נמצאים ברמת לימודים חלשה (ציון מתחת ל-70 בבחינות הברורות) (ראה תרשים 32).

תרשים 32. התפלגות הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM (מתוך הלומדים באותה מגמה) לפי הרמה הלימודית²⁰ בתיכון בכל אחת מהמגמות המדעיות, רמה נמוכה ($N=1,561$) רמה בינונית ($N=13,596$), רמה גבוהה ($N=51,421$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



לפי תרשים 33, ניתן לראות כי ממוצע הציון הפסיכומטרי של הלומד המתמיד עומד על $SD = 642.5$ ($M = 79.8$). בחלק הכמותי נצפה ציון ממוצע גבוה ($M = 129.3$, $SD = 13.9$) ביחס לחלק באנגלית ($M = 123.9$, $SD = 19.7$) ולחלק המילולי ($M = 121.3$, $SD = 16.7$).

תרשים 33. התפלגות ממוצע הציונים במבחן הפסיכומטרי ($N=25,033$) בקרב הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



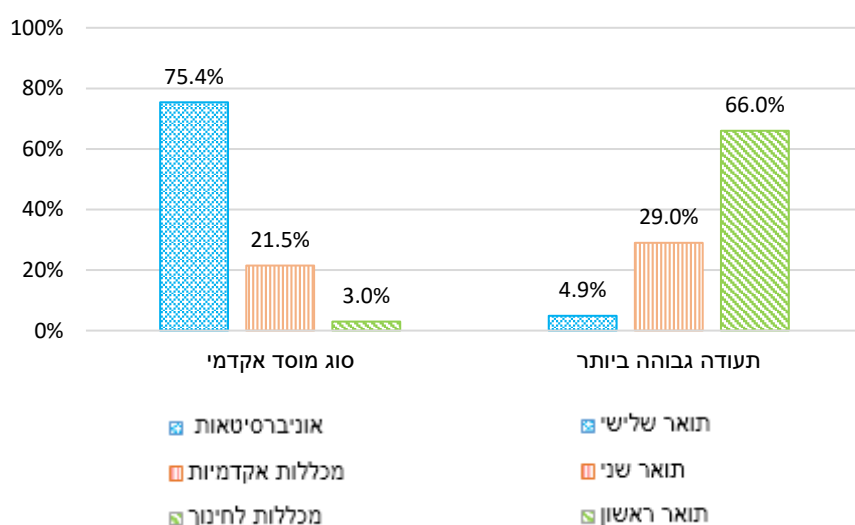
מבחינת סוג מוסד אקדמי, ניתן לראות כי כשלושה רבעים מתוך כלל הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם בוגרי אוניברסיטאות, לעומת כ-21.5% בוגרי מכללות אקדמיות ורק כ-3.0% בוגרי המכללות

²⁰ רמת הלימודים חושבה לפי קיבוץ הציונים: "חלשים" ציון בין 0 ועד 70, "בינוניים" ציון בין 71 ועד 90, "חזקים" ציון בין 91 ועד 100.

לחינוך. בבחינת פניה ללימודים גבוהים, ניתן לראות כי כשני שליש מכלל הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם בעלי תואר ראשון, וכשליש בעלי תואר מתקדם (29.0% בעלי תואר שני, ו-4.9% בעלי תואר שלישי) (ראה תרשים 34).

תרשים 34. התפלגות הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM לפי סוג המוסד האקדמי, אוניברסיטאות (N=20,093), מכללות אקדמיות (N=5,738), מכללות אקדמיות לחינוך (N=809); סוג התעודה הגבוהה ביותר, תואר ראשון (N=16,154), תואר שני (N=7,101), תואר שלישי (N=1,207), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015

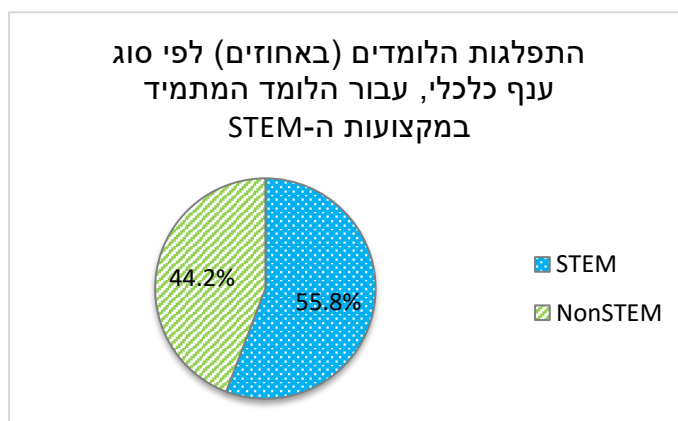
התפלגות הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM לפי סוג מוסד אקדמי וסוג התעודה הגבוהה ביותר.



4.6.4 התפלגות הלומד המתמיד לפי ענף כלכלי

ניתן לראות כי רוב הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM (כ-56%), גם עוסקים בענף כלכלי באחד ממקצועות ה-STEM. עם זאת, כ-44% מהלומדים התמידים בוחרים בענף כלכלי שאינו מתחומי ה-STEM (ראה תרשים 35).

תרשים 35. התפלגות הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM לפי סוג ענף כלכלי בשנת 2015, STEM (N=12,239) ו-Non-STEM (N=9,682), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2015



לסיכום מאפייני הלומד המתמיד במקצועות ה-STEM:

- ❖ מבחינת משתנים דמוגרפיים, כשני שליש בנים, רובם בוגרי בתי ספר ממלכתיים מהמגזר היהודי, ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי.
- ❖ מבחינת רמת לימודים בתיכון, כמחצית למדו פיזיקה ברמה של 5 יחידות לימוד, לאחר מכן (פחות משליש) כימיה ומחשבים, וכרבע למדו ביולוגיה ברמה של 5 יחידות לימוד. אחוז קטן למד אלקטרוניקה. כמו כן, מבחינת הישגים במגמות המדעיות השונות, רובם (כ-93.2%) סיימו תיכון בממוצע בגרות במקצועות מדעיים ברמה בינונית או חזקה.
- ❖ מבחינת הפסיכומטרי, הציון הממוצע שלהם עומד על 642.5 נקודות, גדול פי 1.2 ביחס לממוצע הציונים הארצי בעשור האחרון העומד על 536 נקודות. בחלק הכמותי הציון הממוצע שלהם עומד על 129.3 נקודות, גם הוא גדול פי 1.2 ביחס לממוצע הארצי בעשור האחרון העומד על 108.3 נקודות.
- ❖ מבחינת רמה אקדמית, כשלושה רבעים מכלל המתמידים הנם בוגרי אוניברסיטאות. כשני שליש בעלי תואר ראשון וכשליש בעלי תואר מתקדם (שני או שלישי).
- ❖ מבחינת ענף כלכלי, כ-55.8% מהלומדים המתמידים עוסקים בענף כלכלי במקצועות ה-STEM.

4.7. נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים מהתיכון ועד לעיסוק בענף כלכלי בשנת 2015

מאחר וענף כלכלי לא נותן מידע מדויק לגבי אופי התעסוקה בענף הנתון, כלומר אין מדובר במשלח היד של העובד, אלא נתון על מקום העבודה בלבד. התייחסנו רק לבוגרי תואר ראשון באחד ממקצועות STEM (כלומר, מסלולים 5-8 במדרג 8). זאת מתוך הנחה כי לומד שסיים תואר באחד ממקצועות ה-STEM ועובד בענף כלכלי מדעי, עוסק בפועל בעבודה בתחום המדעי. כלומר, הבחירה בענף כלכלי נבחנה על פי בדיקה מסוג Back-tracking.



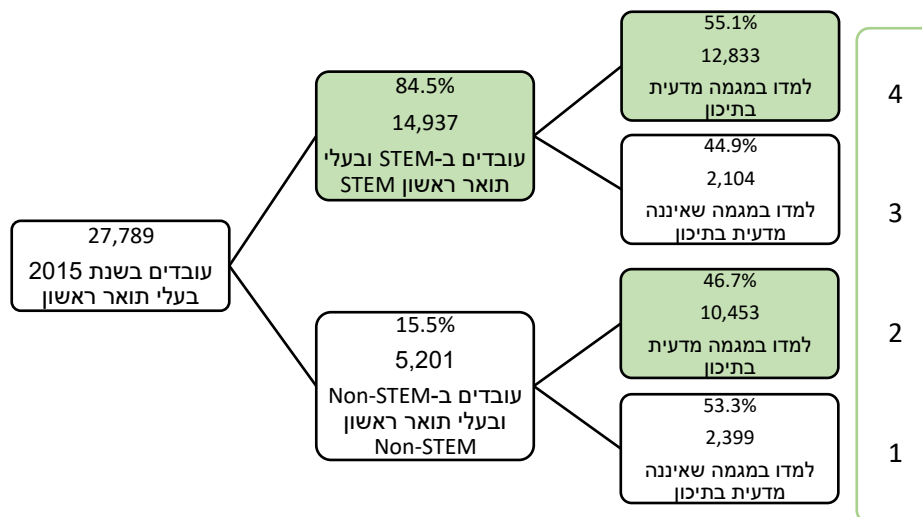
RQ3. מהן מגמות הבחירה מסיום תואר ראשון בתחומי STEM ועד לעיסוק בענף כלכלי בתחומי STEM לעומת תחומים שאינם STEM?

4.7.1. בדיקה בשנת 2015 בקרב בוגרי מסלול STEM לתואר ראשון

על מנת לבחון האם קשר בין בחירה במגמה מדעית בתיכון ובין המשך תעסוקה במקצוע STEM, בשנת 2015 בקרב בוגרי מסלול STEM לתואר ראשון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $x^2(2) = 548.62, p < .000$.

טבלה 11. התפלגות הלומדים לפי סוג מגמה בתיכון וסוג ענף כלכלי בשנת 2015

סוג ענף כלכלי	סה"כ (%) מתוך כלל התלמידים		סה"כ (%) מתוך כלל התלמידים	מדעית	לא מדעית	סוג מגמה בתיכון
	Non-STEM	STEM				
	23,286	10,453	12,833	N		
	62.3%	44.9%	55.1%	%		
	4,503	2,399	2,104	N		
	37.7%	53.3%	46.7%	%		
	27,789	12,852	14,937	N		
		46.2%	53.8%	%		



איור 6. התפלגות לפי בחירה בענף כלכלי בתחומי STEM לעומת Non-STEM – מהתיכון ועד לבחירת קריירה בשנת 2015

4.7.2. להלן נציג הרחבה לניתוח אורך כולל של תהליך הבחירה בעיסוק ב STEM ו-Non-STEM, מהתיכון ועד לענף כלכלי

לא למדו מדעים בתיכון	למדו מדעים בתיכון	
40.4%	45.4%	עוסקים בענף כלכלי STEM
46.1%	36.9%	עוסקים בענף כלכלי Non-STEM

מניתוח הממצאים באיור 6, ניתן לראות כי, כ-45.4% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה מדעית וסיימו תואר ראשון STEM, עוסקים בענף כלכלי STEM, וכ-36.9% עוסקים בענף כלכלי Non-STEM. לעומתם, כ-40.4% מהתלמידים שלמדו בתיכון במגמה שאינה מדעית וסיימו תואר ראשון STEM, עוסקים בענף כלכלי STEM, וכ-46.1% עוסקים בענף

כלכלי Non-STEM (פי 1.2 יותר בהשוואה לאחוז התלמידים שלמדו מדעים בתיכון).

4.8. מאפייני הלומדים השונים לפי ארבעת מסלולי הבחירה של הענף הכלכלי – מדרג 4

בסעיף זה נציג את ההבדלים במדרג 4 (ראה איור 3) על פי משתנים דמוגרפיים ומאפייני השכלה שונים. נזכיר כי ככל שהערך של המשתנה "מדרג 4" גבוה יותר, זה מעיד כי הלומד מתמיד יותר בבחירה ובעיסוק במקצועות ה-STEM לאורך כל תקופות החיים (ראה הגדרת משתנה זה באיור 3).



RQ3.1. האם קיימים הבדלים במסלולים השונים של מדרג 4 בעיסוק במקצועות ה-STEM, על פי נתונים דמוגרפיים שונים, ועל-פי מאפייני השכלה שונים?

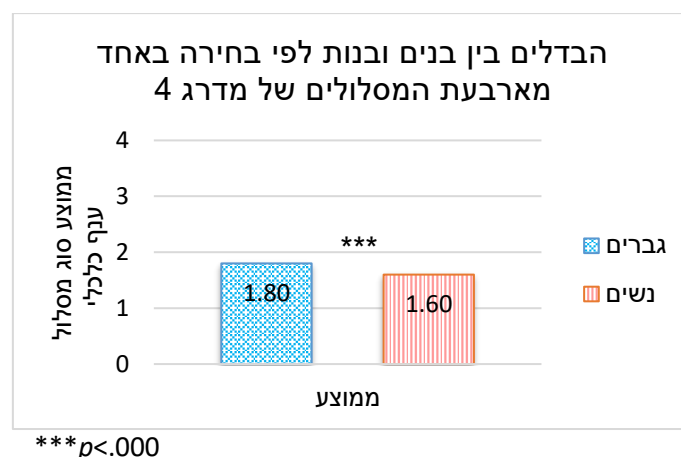
היות ובדקנו ענף כלכלי עבור מסיימי תואר ראשון במקצועות STEM בלבד, הניתוחים הסטטיסטיים בפסקה זו יתייחסו רק ללומדים במסלולים 5, 6, 7 ו-8 במדרג בחירה 8.

4.8.1. הבדלים בין המשתנים הדמוגרפיים השונים, במדרג 4 של הענף הכלכלי בשנת 2015

מגדר

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים בין גברים לבין נשים בהתייחס למשתנה "מדרג 4" המייצג את ארבעת מסלולי הבחירה עד ענף כלכלי, נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. בניתוח נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים בין הקבוצות בתחומי העיסוק השונים $t(328634)=78.4, p<.000$. כלומר, ממוצע הגברים ($M=1.8, SD=1.0$) העוסקים במסלולים המסתיימים בענף כלכלי בתחומי STEM גבוה באופן מובהק מממוצע הנשים ($M=1.6, SD=.8$) העוסקות במסלולים אלו (ראה תרשים 36).

תרשים 36. הבדלים בין גברים ($N=148,852$) ונשים ($N=179,784$) בוגרי תואר ראשון במקצועות STEM בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011

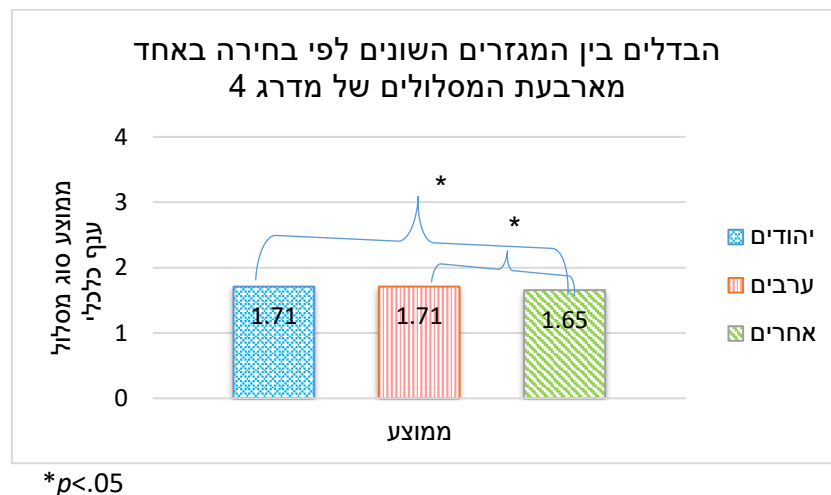


מגזר

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים על-פי המגזרים השונים בהתייחס למשתנה "מדרג 4" המייצג את ארבעת מסלולי הבחירה עד ענף כלכלי, נערך ניתוח שונות אנובה חד-כיווני. בניתוח נמצאו הבדלים

מובהקים בין המגזרים השונים בבחירה במסלולי הלימוד השונים $F(2,328633)=16.3, p<.000$. עם זאת, ניתוחי המשך מסוג scheffe נמצא כי ההבדל נעוץ בהבדל בין ממוצע המגזר "האחר" ($M=1.6, SD=0.9$), המהווה מיעוט של האוכלוסייה ($>3.7\%$), לבין ממוצע היהודים ($M=1.7, SD=0.9$) והערבים ($M=1.7, SD=0.7$). כלומר, אין הבדלים בממוצע היהודים והערבים הפונים למסלולים המסתיימים בענף כלכלי בתחום ה-STEM (מדרג 4) (ראה תרשים 37).

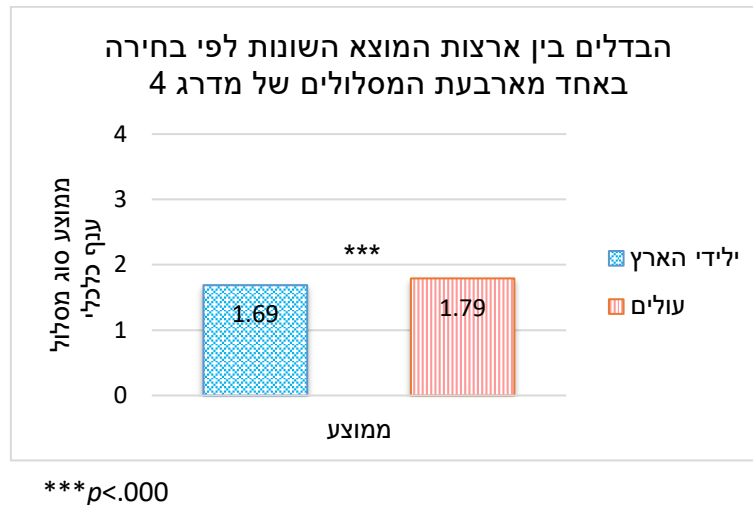
תרשים 37. הבדלים בין המגזרים השונים, יהודים ($N=262,885$), ערבים ($N=56,958$), אחרים ($N=8,793$), בוגרי תואר ראשון במקצועות STEM בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 2011-1992



ארץ מוצא

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים בין ילידי הארץ לבין עולים בעיסוק בהתייחס למשתנה "מדרג 4" המייצג את ארבעת מסלולי הבחירה עד ענף כלכלי, נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. ניתוח נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים בין הקבוצות בעיסוק בסוג ענף כלכלי $t(324390)=19.5, p<.001$. כלומר, ממוצע ילידי הארץ ($M=1.7, SD=0.9$) העוסקים בענף כלכלי בתחומי ה-STEM נמוך באופן מובהק מממוצע העולים ($M=1.8, SD=1.0$) העוסקים במסלולים אלו (ראה תרשים 38).

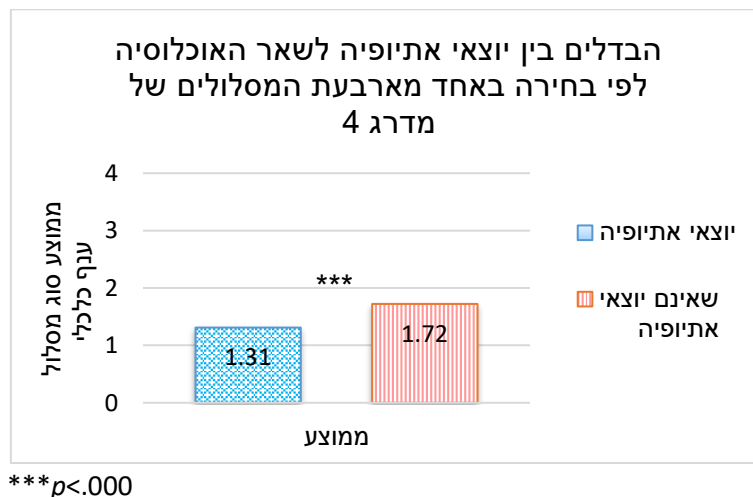
תרשים 38. הבדלים בין ילידי הארץ ($N=286,508$) ובין עולים ($N=37,884$), בוגרי תואר ראשון במקצועות STEM בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011



יוצאי אתיופיה

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים בין יוצאי אתיופיה לבין שאר האוכלוסייה בהתייחס למשתנה "מדרג 4" המייצג את ארבעת מסלולי הבחירה עד ענף כלכלי, נערך מבחן t למדגמים בלתי תלויים. בניתוח נמצאה הבדלים מובהקים בין הקבוצות בעיסוק בסוג ענף כלכלי, $t(328634)=38.7$, $p<.001$. כלומר, ממוצע יוצאי אתיופיה ($M=1.3$, $SD=0.6$) העוסקים בענף כלכלי בתחומי STEM נמוך באופן מובהק ממוצע שאר האוכלוסייה ($M=1.7$, $SD=1.0$) העוסקים במסלולים אלו (ראה תרשים 39).

תרשים 39. הבדלים בין יוצאי אתיופיה ($N=7,468$) ובין שאינם יוצאי אתיופיה ($N=321,168$), בוגרי תואר ראשון במקצועות STEM בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011

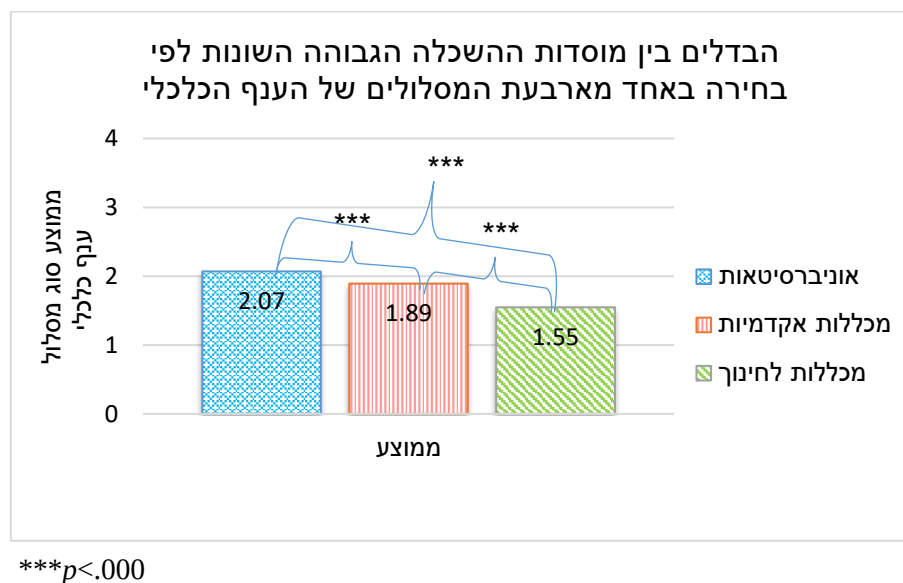


4.8.2. הבדלים לפי רמה אקדמית

כדי לבדוק האם קיימים הבדלים על-פי מוסדות הלימוד השונים בהתייחס למשתנה "מדרג 4" המייצג את ארבעת מסלולי הבחירה עד ענף כלכלי, נערך ניתוח שונות אנובה חד-כיווני. בניתוח

נמצאו הבדלים מובהקים בין מוסדות הלימוד השונים בין מסלולי העיסוק השונים $F(2,154411)=2257.1, p<.001$. בניתוחי המשך מסוג scheffe נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים בממוצע העוסקים בענף כלכלי בתחומי ה-STEM בין בוגרי האוניברסיטאות ($M=2.1, SD=1.1$), המכללות האקדמיות ($M=1.9, SD=1.0$), והמכללות האקדמיות לחינוך ($M=1.6, SD=0.6$). כלומר, יותר סטודנטים בוגרי אוניברסיטאות עוסקים בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM לעומת בוגרי המכללות השונות. כמו כן, יותר סטודנטים בוגרי מכללות אקדמיות עוסקים בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM לעומת בוגרי מכללות אקדמיות לחינוך (ראה תרשים 40).

תרשים 40. הבדלים בין סוגי המוסדות להשכלה גבוהה, אוניברסיטאות ($N=91,123$), מכללות אקדמיות ($N=44,662$), מכללות אקדמיות לחינוך ($N=18,629$), בקרב בוגרי תואר ראשון במקצועות STEM בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011



4.8.4. רמת הקשר בין מדרג 4 ובין מספר שנות הלימוד וציוני המבחן הפסיכומטרי

במטרה לבדוק אם קיימים מתאמים מובהקים בין המשתנה "מדרג 4" המייצג את ארבעת מסלולי הבחירה עד ענף כלכלי ובין משתני הרקע השונים, נערכו מבחני מתאם פירסון. נמצא קשר חיובי בינוני בין "מדרג 4" ובין החלק הכמותי של המבחן הפסיכומטרי ($r = .36, p<.001$) והציון הכללי של הפסיכומטרי ($r = .32, p<.001$). כמו כן, נמצא קשר חיובי חלש בין "מדרג 4" ובין מספר שנות הלימוד של הפרט ($r = .28, p<.001$), הציון במבחן באנגלית ($r = .26, p<.001$) ובמילולי ($r = .23, p<.001$) של הפסיכומטרי (ראה טבלה 12).

מספר שנות לימוד	ציון כללי בפסיכומטרי	ציון חלק כמותי בפסיכומטרי	ציון חלק אנגלית בפסיכומטרי	ציון חלק מילולי בפסיכומטרי
r	.281**	.316**	.357**	.263**
N	328,504	145,068	145,068	145,068

** $p < .000$

לסיכום מאפייני העוסקים השונים לפי ארבעת מסלולי הבחירה

- ❖ באופן כללי, כמחצית בוגרי תואר מדעי עוסקים בסופו של דבר בענף כלכלי בתחום מדעי.
- ❖ מבחינת משתנים דמוגרפיים, רוב הלומדים במסלולים ברמה הגבוהה הם בנים, אינם ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי.
- ❖ מבחינת הציון הפסיכומטרי, ככל שהציון בחלק הכמותי היה גבוה יותר, כך גם הסיכוי לסיים מסלול באחד ממקצועות ה-STEM גבוה יותר. כמו כן, גם לציון הכללי ולציון באנגלית ובמילולי יש קשר חיובי להמשך תעסוקה במקצוע מדעי.
- ❖ מבחינת רמה אקדמית, רוב לומדי האוניברסיטאות מסיימים מסלול ברמה הגבוה ביחס ללומדי המכללות האקדמיות והמכללות לחינוך.

4.9. מאפייני העוסק המתמיד במקצועות ה-STEM – מסלול 4 במדרג 4

העוסק המתמיד במקצועות STEM לאורך כל תקופות החיים, הוא עוסק השייך למסלול 4 של מדרג 4 (ראה איור 3). כלומר, העוסק המתמיד הנו בוגר תואר ראשון STEM שלמד במגמה מדעית בתיכון, ועוסק באחד מתחומי ה-STEM בתעשייה.



RQ3.2. מהם מאפייני העוסק "המתמיד" (מסלול 4 במדרג 4), על פי נתונים דמוגרפים שונים, ועל-פי מאפייני השכלה שונים?

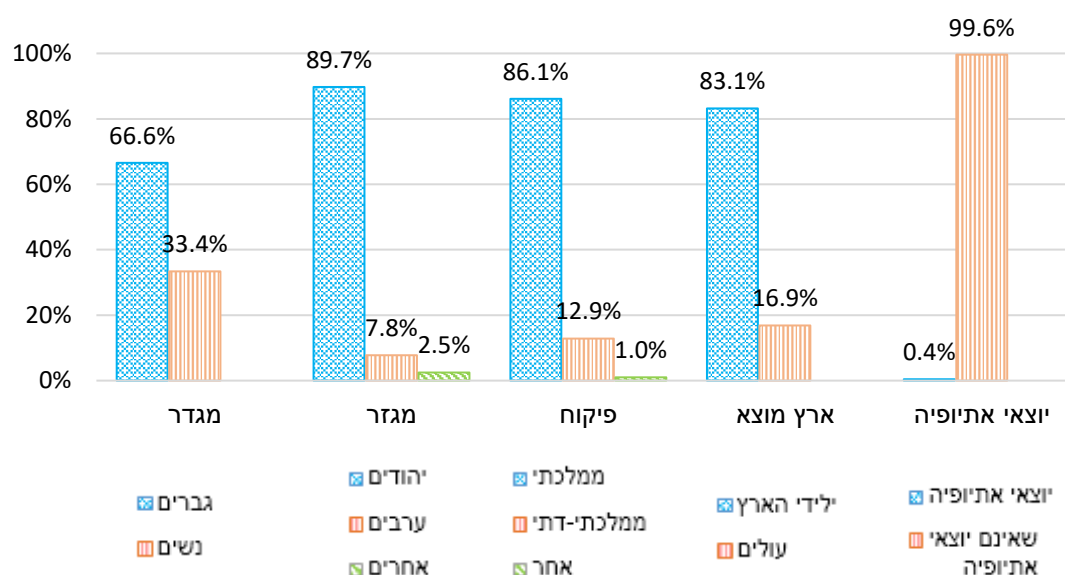
4.9.1 התפלגות לפי משתנים דמוגרפיים

ביחס למגדר, כשני שליש מהעוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM הם גברים, לעומת שליש בלבד נשים. מבחינת המגזר, ניתן לראות כי עוסקים מהמגזר היהודי מהווים 89.7% מכלל אחוז העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM. לעומת זאת, עוסקים מהמגזר הערבי מהווים רק 7.8% (נמוך פי 11 ביחס לעוסקים המתמידים מהמגזר היהודי), ועוסקים מהמגזר האחר מהווים כ-2.5% בלבד (נמוך פי 36 ביחס לעוסקים המתמידים מהמגזר היהודי), מכלל אחוז העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM. ביחס לפיקוח, ניתן לראות כי רוב העוסקים המתמידים במקצועות ה-

STEM למדו בבית ספר ממלכתי (כ-86.1%), לעומת זאת רק כ-12.9% מהעוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM למדו בבית ספר ממלכתי-דתי (נמוך פי 6.6 ביחס לעוסקים המתמידים אשר למדו בפיקוח ממלכתי), ואחוז בודד בלבד מהעוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM למדו בבית ספר שאינו בפיקוח ממלכתי. ביחס לארץ מוצא, ניתן לראות כי ילידי הארץ מהווים 83.1% מכלל הלומדים המתמידים במקצועות ה-STEM, לעומת העולים אשר מהווים כ-16.9% בלבד (נמוך פי 5 ביחס לעוסקים המתמידים). ביחס ליוצאי אתיופיה, ניתן לראות כי אחוז אפסי של פחות מ-0.5% מהעוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם לומדים יוצאי אתיופיה (ראה תרשים 41).

תרשים 41. התפלגות העוסק המתמיד במקצועות ה-STEM לפי משתנים דמוגרפיים: מגדר, גברים (N=17,845) ונשים (N=8,947); מגזר, יהודים (N=24,031), ערבים (N=2,086), אחרים (N=675); לפי סוג הפיקוח, ממלכתי (N=23,074), ממלכתי-דתי (N=3,447), אחר (N=268); לפי ארץ מוצא, ילידי הארץ (N=21,582) ועולים (N=4,375); יוצאי אתיופיה (N=115) ושאינם יוצאי אתיופיה (N=26,677), בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011

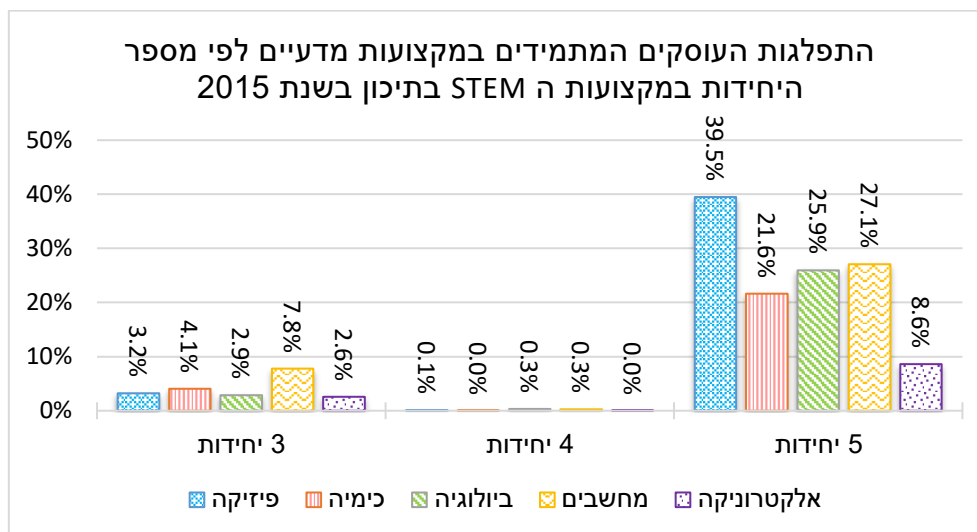
התפלגות העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM לפי מסלול 4 במדרג 4



4.9.3 התפלגות לפי הישגים לימודיים, מהתיכון ועד לסיום התואר הראשון

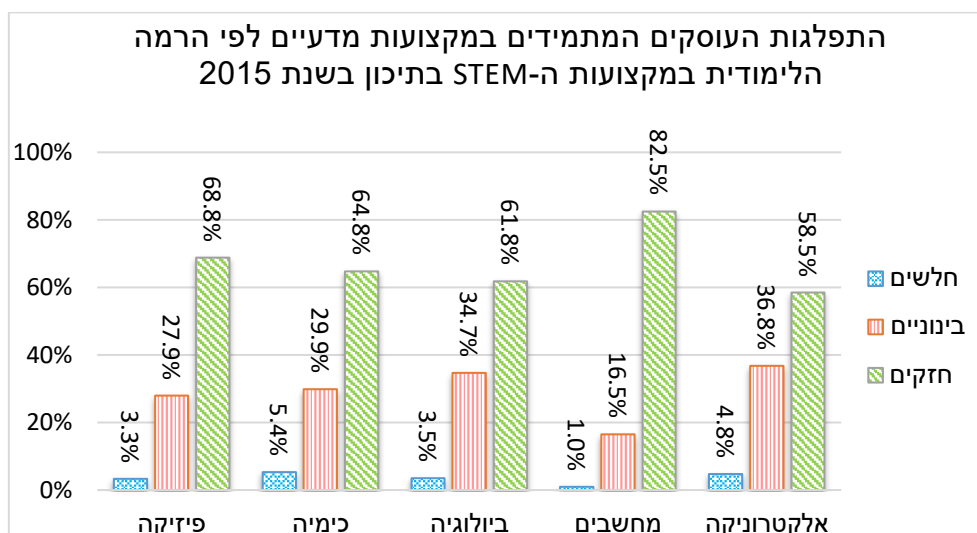
ניתן לראות כי בקרב העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM, מבחינת חשיפה למגמה ברמה של 5 יחידות לימוד, 39.5% למדו במגמת פיזיקה, כרבע למדו מחשבים או ביולוגיה, 21.6% למדו כימיה, ורק כ-8.6% למדו במגמת אלקטרוניקה. מבחינת חשיפה ל-3 יחידות לימוד בקרב העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM, פרט למגמת מחשבים אליה נחשפו כ-7.8% מהעוסקים המתמידים, בשאר המגמות נרשמה חשיפה של אחוזים בודדים בלבד (ראה תרשים 42).

תרשים 42. התפלגות העוסק המתמיד במקצועות STEM לפי מספר היחידות במקצועות המדעיים בתיכון, פיזיקה ($N=11,465$), כימיה ($N=6,888$), ביולוגיה ($N=7,803$), מחשבים ($N=9,416$), ואלקטרוניקה ($N=2,993$) בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011



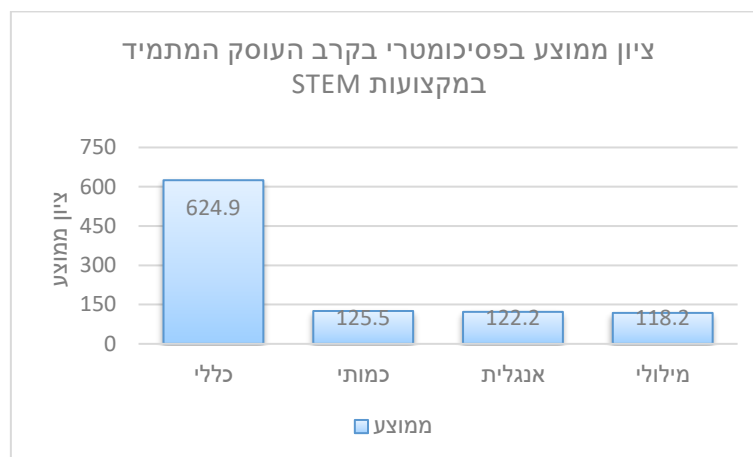
כמו כן, מבחינת הרמה הלימודית, ניתן לראות כי רוב העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM (כ-82.0%), הם ברמה בינונית או חזקה במקצועות ה-STEM השונים בתיכון (ראה תרשים 43).

תרשים 43. התפלגות העוסק המתמיד במקצועות STEM בשנת 2015 (מתוך הלומדים באותה מגמה) לפי הרמה הלימודית בתיכון בכל אחת מהמגמות המדעיות, פיזיקה ($N=10,805$), כימיה ($N=6,932$), ביולוגיה ($N=7,841$), מחשבים ($N=9,729$), ואלקטרוניקה ($N=3,092$) בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011



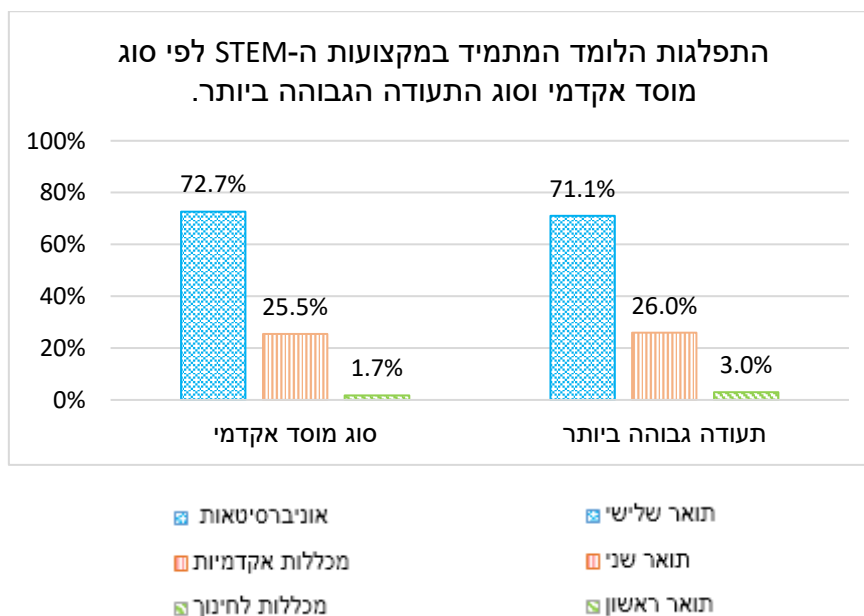
לפי תרשים 44, ניתן לראות כי ממוצע הציון הכללי בפסיכומטרי של העוסק המתמיד עומד על 624.9 ($SD = 87.9$). בחלק הכמותי נצפה ציון ממוצע גבוה ($M = 125.5$, $SD = 1619$) ביחס לחלק באנגלית ($M = 122.2$, $SD = 20.2$) ולחלק המילולי ($M = 118.2$, $SD = 17.8$).

תרשים 44. התפלגות ממוצע הציונים בבחינה הפסיכומטרית בקרב העוסק המתמיד במקצועות STEM בשנת 2015, אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011 ($N=21,409$)



מבחינת סוג מוסד אקדמי, ניתן לראות כי כמעט שלושה רבעים מכלל העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם בוגרי אוניברסיטאות, לעומת כרבע מכלל בוגרי המכללות האקדמיות ורק כ-1.5% מכלל בוגרי המכללות אקדמיות לחינוך. מבחינת הרמה האקדמית, ניתן לראות כי כ-71.1% מתוך כלל העוסקים המתמידים במקצועות ה-STEM הנם בעלי תואר ראשון בלבד, לעומת כרבע בעלי תואר שני ורק כ-3.0% בעלי תואר שלישי (ראה תרשים 45).

תרשים 45. התפלגות העוסק המתמיד במקצועות STEM בשנת 2015, לפי סוג המוסד האקדמי, אוניברסיטאות ($N=16,017$), מכללות אקדמיות ($N=5,621$), ומכללות אקדמיות לחינוך ($N=382$); סוג התעודה הגבוהה ביותר, תואר ראשון ($N=11,534$), תואר שני ($N=4,212$), ותואר שלישי ($N=483$), אשר סיימו תיכון בין השנים 1992-2011



- לסיכום מאפייני העוסק המתמיד במקצועות ה-STEM:
- ❖ מבחינת משתנים דמוגרפיים, רובם בנים, מהמגזר היהודי, בוגרי בתי ספר ממלכתיים, ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי.
 - ❖ מבחינת רמת לימודים בתיכון, רובם למדו פיזיקה ברמה של 5 יחידות לימוד, לאחר מכן (כרבע) מחשבים וביולוגיה, ו-21.6% למדו כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד. כמו כן, מבחינת הישגים במקצועות ה-STEM השונים, רובם (כ-82.0%) היו ברמה בינונית-חזקה.
 - ❖ מבחינת הפסיכומטרי, הציון הממוצע שלהם עומד על 624.9 נקודות, גדול כמעט פי 1.2 ביחס לממוצע הציונים הארצי בעשור האחרון העומד על 536 נקודות. בחלק הכמותי הציון הממוצע שלהם עומד על 125.5 נקודות, גם הוא גדול כמעט פי 1.2 ביחס לממוצע הארצי בעשור האחרון העומד על 108.3 נקודות.
 - ❖ מבחינת רמה אקדמית, כשלושה רבעים הנם בוגרי אוניברסיטאות. רובם בעלי תואר ראשון וכשליש בעלי תואר מתקדם (שני או שלישי).

4.10. ממצאי ניתוחי רגרסיה לוגיסטית

בכדי לבחון אילו משתנים עשויים לנבא בצורה הטובה ביותר את סיכוי הבחירה וההתמדה במסלול לימודים באחד ממקצועות ה-STEM בכל אחת מתקופות הלימוד: תיכון, שנה א' וסיום תואר ראשון, נערכו ניתוחי רגרסיה לוגיסטית.



RQ4. האם ניתן לנבא את הסיכוי לבחירה במקצועות STEM לעומת מקצועות Non-STEM על-פי משתנים דמוגרפיים ורמת השכלה, בכל אחד משלבי הבחירה: תיכון, שנה א' וסיום תואר ראשון?

בתיכון

במטרה לבחון את ההשפעה של כל אחד מהמשתנים הדמוגרפיים על הסיכוי של הנבדק לבחור במגמה מדעית בתיכון, ערכנו רגרסיה לוגיסטית רבת משתנים. מודל הרגרסיה נמצא מובהק $\chi^2(8) = 18392.5, p < .001$. כאשר המודל מסביר 7.7% מהשונות בבחירה במגמה מדעית.

מבחינת המשתנים הדמוגרפיים נמצא כי הסיכוי של בנים להשתייך למגמה מדעית גדול פי 1.4 ($p < .001$) ביחס לבנות. מגמה דומה נמצאה בהתייחס לארץ מוצא, לעולים סיכוי גדול פי 1.5 ($p < .001$) להשתייך למגמה מדעית ביחס לילידי הארץ. כמו כן, לומדים שאינם ממוצא אתיופי סיכויים להשתייך למגמה מדעית גדול כמעט פי 3 ($p < .001$) מלומדים יוצאי אתיופיה. לעומת זאת, השתייכות למגזר היהודי יכולה להקטין את הסיכוי להשתייך למגמה מדעית פי 3 ($p < .001$) ביחס ללומד מהמגזר הערבי. מגמה דומה נמצאה מבחינת סוג הפיקוח, הסיכוי של לומד בבית ספר ממלכתי-דתי להשתייך למגמה מדעית ביחס ללומד בבית ספר ממלכתי, נמוך פי 1.5 ($p < .001$)

(ראה טבלה 13).

טבלה 13. רגרסיה לוגיסטית לניבוי בחירה במגמה מדעית בהתייחס למשתנים דמוגרפיים ו, N=309,864

Predictor	B	Wald χ^2	Odds Ratio
מגדר	.36**	2349.19	1.44
מגזר	-1.11**	10966.51	.33
ארץ לידה	.42**	1015.10	1.52
מוצא אתיופי	1.10**	1011.63	2.98
פיקוח	-.39**	1433.53	.68

$P < .001$

שנה א'

במטרה לבחון את ההשפעה של כל אחד מהמשתנים הדמוגרפיים, סוגי המגמות שנלמדו בתיכון, הציון בפסיכומטרי, וסוג מוסד אקדמי, על הסיכוי של הנבדק לבחור במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה, ערכנו רגרסיה לוגיסטית רבת משתנים. מודל הרגרסיה נמצא מובהק $\chi^2(20) = 29869.6, p < .001$. כאשר המודל מסביר 35.6% מהשונות בבחירה במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה.

מבחינת המשתנים הדמוגרפיים נמצא כי, הסיכוי של גברים להשתייך למסלול STEM גדול כמעט פי 2 ($p < .001$) ביחס לנשים. השתייכות למגזר היהודי יכולה להעלות את הסיכוי להשתייך למסלול STEM פי 1.5 ($p < .001$) ביחס ללומד מהמגזר הערבי. כמו כן, לעולים סיכוי גדול פי 1.2 ($p < .001$) להשתייך למסלול STEM ביחס לילידי הארץ. בדומה לכך, לסטודנט אשר למד בבית ספר ממלכתי יש סיכוי הגדול פי 1.2 להתחיל במסלול STEM בשנה א' ביחס לסטודנט אשר למד בבית ספר ממלכתי-דתי ($p < .001$). עם זאת, ללומדים ממוצא אתיופי סיכוי נמוך פי 1.3 ($p < .05$) להתחיל במסלול STEM בשנה א' ביחס לשאר הלומדים.

מבחינת סוגי המגמות בתיכון, נמצא כי, השתייכות למגמה מדעית בתיכון מגדילה את הסיכוי להתחיל במסלול STEM בשנה א' פי 1.5 ($p < .001$) ביחס למי שלא למד במגמה מדעית בתיכון. מבחינת סוגי המגמות השונות, מגמת פיזיקה מנבאת בצורה הטובה ביותר לימוד STEM בשנה א', לאחר מכן מי שלמד במגמת אלקטרוניקה או מחשבים, ולבסוף מי שלמד כימיה או ביולוגיה. כלומר, לומד שלמד במגמת פיזיקה הסיכוי שיתחיל מסלול STEM הוא פי 2.7 יותר ($p < .001$) ביחס למי שלא למד פיזיקה. כמו כן, ביחס למי שלמד במגמות אלקטרוניקה ומחשבים, הסיכוי שיתחיל מסלול STEM הוא פי 1.9 ($p < .001$) ו-1.8 ($p < .001$) (בהתאמה) יותר, ביחס למי שלא למד במגמות

אלו. לבסוף, ביחס למי שלמד במגמות כימיה או ביולוגיה, הסיכוי שיתחיל מסלול STEM הוא פי 1.5 ($p<.001$) ו-1.4 ($p<.001$) (בהתאמה) יותר, ביחס למי שלא למד במגמות אלו.

מבחינת הציון הכללי של הפסיכומטרי, נמצא כי, ככל שהציון הפסיכומטרי גבוה יותר, כך הסיכוי שהלומד יתחיל במסלול STEM גבוה יותר ($B=.05$, $p<.001$). עם זאת, בבחינת חלקי הפסיכומטרי השונים, נמצאה השפעה שלילית מובהקת על הסיכוי להתחיל במסלול STEM ($p<.01$) בשנה א'. כלומר, ציון גבוה בכל אחד מחלקי המבחן הפסיכומטרי בנפרד, לא מנבא בצורה מובהקת התחלה במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה.

מבחינת סוג מוסד אקדמי, נמצא כי הסיכוי של לומד באוניברסיטה להתחיל במסלול STEM גדול פי 1.2 ($p<.001$) ביחס ללומד במכללות לחינוך. והסיכוי של לומד במכללה אקדמית להתחיל במסלול STEM גדול פי 1.4 ($p<.001$) ביחס ללומד במכללות לחינוך (ראה טבלה 14).

טבלה 14. רגרסיה לוגיסטית לניבוי התחלה במסלול STEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה, בהתייחס למשתנים דמוגרפיים, סוגי מגמות בתיכון ורמה אקדמית, $N=100,607$

Predictor	B	Wald χ^2	Odds Ratio
מגדר	.67***	1602.37	1.96
מגזר	.44***	226.39	1.55
ארץ לידה	.22***	76.24	1.24
מוצא אתיופי	-.24*	4.25	.79
פיקוח	.19***	67.17	1.22
סוג מגמה בתיכון	.44***	199.29	1.55
פיזיקה	.99***	1616.91	2.72
כימיה	.39***	283.62	1.49
ביולוגיה	.32***	146.19	1.37
מחשבים	.59***	593.06	1.81
אלקטרוניקה	.67***	303.30	1.95
ציון כללי בפסיכומטרי	.05***	16.59	1.05
ציון אנגלית	-.05***	15.46	.95
ציון מילולי	-.12***	20.06	.89
ציון כמותי	-.06**	6.11	.94
סוג מוסד		152.43	
אוניברסיטה ביחס למכללה לחינוך	.14***	16.14	1.15
מכללה אקדמית ביחס למכללה לחינוך	.34***	87.49	1.40

*** $p<.001$, ** $p<.01$, * $p<.05$

סיום תואר ראשון

במטרה לבחון את ההשפעה של כל אחד מהמשתנים הדמוגרפיים, סוגי המגמות שנלמדו בתיכון, הציון בפסיכומטרי, וסוג מוסד אקדמי, על הסיכוי של הנבדק לסיים תואר ראשון במסלול STEM, ערכנו רגרסיה לוגיסטית רבת משתנים. מודל הרגרסיה נמצא מובהק $\chi^2(20) = 19785.4, p < .001$. כאשר המודל מסביר 36.1% מהשונות בסיום תואר ראשון במסלול STEM.

מבחינת המשתנים הדמוגרפיים נמצא כי, הסיכוי של גברים לסיים תואר STEM גדול פי 1.8 ($p < .001$) ביחס לנשים.

השתייכות למגזר היהודי יכולה להעלות את הסיכוי לסיים תואר STEM פי 2.3 ($p < .001$) ביחס לבוגר מהמגזר הערבי. כמו כן, לעולים סיכוי גדול פי 1.3 ($p < .001$) לסיים תואר STEM ביחס לילידי הארץ. לבסוף, לבוגר שלמד בבית ספר ממלכתי סיכוי גבוה פי 1.1 ($p < .001$) לסיים תואר STEM ביחס לבוגר שלמד בבית ספר ממלכתי-דתי. עם זאת, מבחינת יוצאי אתיופה, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות בהשפעה על סיום תואר STEM (ככל הנראה בגלל מספר קטן מאוד של בוגרי מסלול STEM ממוצא אתיופי, סך הכל פחות מ-0.3% ביחס לשאר הבוגרים).

מבחינת סוג המגמה בתיכון, נמצאה השפעה חיובית מובהקת. כלומר, הסיכוי של בוגר אשר למד במגמה מדעית בתיכון לסיים תואר STEM גדול פי 1.7 ($p < .001$) ביחס לבוגר שלא למד במגמה מדעית בתיכון. מבחינת סוגי המגמות המדעיות השונות, נמצא כי מגמת פיזיקה מנבאת בצורה הטובה ביותר סיום תואר STEM, לאחר מכן מי שלמד במגמת אלקטרוניקה ולבסוף מי שלמד מחשבים, כימיה או ביולוגיה. כלומר, בוגר שלמד במגמת פיזיקה הסיכוי שייסיים תואר STEM גבוה פי 2.8 ($p < .001$) ביחס למי שלא למד פיזיקה. כמו כן, בוגר שלמד במגמת אלקטרוניקה, הסיכוי שייסיים תואר STEM הוא פי 2.2 ($p < .001$) יותר, ביחס למי שלא למד במגמה זו. לבסוף, מי שלמד במגמות מחשבים, כימיה או ביולוגיה, הסיכוי שייסיים תואר STEM הוא פי 1.8 ($p < .001$), 1.6 ($p < .001$) או 1.4 ($p < .001$) (בהתאמה) יותר, ביחס למי שלא למד במגמות אלו.

מבחינת הציון הכללי של הפסיכומטרי, נמצא כי, ככל שהציון הפסיכומטרי גבוה יותר, כך הסיכוי שהבוגר יסיים תואר STEM גבוה יותר ($B=.08, p < .001$). עם זאת, בבחינת חלקי הפסיכומטרי האחרים, נמצאה השפעה שלילית נמוכה ומובהקת על הסיכוי לסיים תואר STEM. כלומר, ציון גבוה בכל אחד מחלקי המבחן הפסיכומטרי בנפרד, לא מנבא סיום תואר ראשון במסלול STEM.

מבחינת סוג מוסד אקדמי, נמצא כי הסיכוי של בוגר באוניברסיטה לסיים תואר STEM נמוך פי 1.1 ($p < .01$) ביחס לבוגרי המכללות לחינוך. לעומת זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של בוגרי מכללות אקדמיות ביחס לבוגרי מכללות לחינוך בסיום תואר STEM (ראה טבלה 15).

טבלה 15. רגרסיה לוגיסטית לניבוי סיום תואר ראשון STEM בהשכלה הגבוהה, בהתייחס למשתנים דמוגרפיים, סוגי מגמות בתיכון ורמה אקדמית, $N=67,421$

Predictor	B	Wald χ^2	Odds Ratio
מגדר	.62***	815.67	1.85
מגזר	.83***	366.63	2.29
ארץ לידה	.24***	60.80	1.27
מוצא אתיופי	-.03	0.03	.97
פיקוח	.12***	15.92	1.13
סוג מגמה בתיכון	.51***	169.85	1.66
פיזיקה	1.03***	1175.04	2.81
כימיה	.44***	237.85	1.56
ביולוגיה	.31***	96.52	1.37
מחשבים	.59***	409.31	1.81
אלקטרוניקה	.77***	258.13	2.16
ציון כללי בפסיכומטרי	.08***	31.82	1.08
ציון אנגלית	-.08***	30.86	.91
ציון מילולי	-.18***	36.48	.83
ציון כמותי	-.13***	17.27	.88
סוג מוסד		29.85	
אוניברסיטה ביחס למכללה לחינוך	.15**	9.91	.86
מכללה אקדמית ביחס למכללה לחינוך	.03	0.31	.97

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$

לסיכום ממצאי הרגרסיה לניבוי בחירה במקצועות STEM

משתנים דמוגרפיים

- ❖ מבחינת המגדר, לאורך כל תקופות הלימוד, לגברים סיכוי גבוה יותר לבחור במקצועות ה-STEM. כאשר סיכוי זה עולה כאשר בוחנים את המצב בהשכלה הגבוהה (בממוצע פי 1.9) ביחס לתיכון (פי 1.4).
- ❖ מבחינת המגזר, בתיכון השתייכות למגזר הערבי יכולה להגדיל פי 3 את הסיכוי ללמוד במגמה מדעית, ביחס להשתייכות למגזר היהודי. מגמה זו מתהפכת כשמגיעים להשכלה הגבוהה, כאשר השתייכות למגזר היהודי מגדילה פי 1.5 את הסיכוי ללמוד במסלול STEM בשנה א', ופי 2.3 את הסיכוי לסיים מסלול STEM בתואר ראשון, ביחס להשתייכות למגזר הערבי.
- ❖ מבחינת הפיקוח, השתייכות לבית ספר ממלכתי מעלה את הסיכוי לבחור במגמה מדעית בתיכון פי 1.4, ואת הסיכוי לסיים תואר במסלול STEM פי 1.1, ביחס ללומד בבית ספר ממלכתי-דתי.
- ❖ מבחינת ארץ מוצא, לאורך כל תקופות הלימוד, לעולים סיכוי גדול (פי 1.5 בתיכון, ופי 1.3 בסיום תואר ראשון) לבחור במקצועות STEM ביחס ליליד הארץ.
- ❖ ללומדים שאינם ממוצא אתיופי, יש סיכוי של פי 3 יותר ללמוד במגמה מדעית בתיכון ביחס ללומד ממוצא אתיופי. האחוז הנמוך של לומדים ממוצא אתיופי במסלולי STEM בהשכלה הגבוהה, לא אפשר לערוך ניתוחי רגרסיה בצורה אמינה.

משתנים של השכלה

- ❖ הסיכוי של לומד אשר למד במגמה מדעית בתיכון לבחור במסלול STEM בהשכלה הגבוהה גדול (פי 1.6 בממוצע) ביחס ללומד שלא למד במגמה מדעית בתיכון.
- ❖ מגמת פיזיקה (פי 2.8 יותר בממוצע) מנבאת בצורה הטובה ביותר לימוד STEM בהשכלה הגבוהה, לאחר מכן מגמת אלקטרוניקה (פי 2 יותר בממוצע) או מחשבים (פי 1.8 יותר), ולבסוף מי שלמד כימיה (פי 1.6 יותר בממוצע) או ביולוגיה (פי 1.4 יותר), ביחס למי שלא למד במגמות אלו.
- ❖ מבחינת הציון הכללי של הפסיכומטרי, נמצא כי ככל שהציון הפסיכומטרי גבוה יותר, כך הסיכוי שהלומד יתחיל ויסיים תואר ראשון במסלול STEM גבוה יותר. עם זאת, ציון גבוה בכל אחד מחלקי המבחן הפסיכומטרי בנפרד, לא מנבא בצורה מובהקת בחירה במסלול STEM בהשכלה הגבוהה.
- ❖ מבחינת סוג מוסד אקדמי, ביחס ללומדים במכללות אקדמיות לחינוך, הסיכוי של לומד באוניברסיטה להתחיל במסלול STEM בשנה א' גדול פי 1.2, והסיכוי של לומד במכללה גדול פי 1.4. ובבחינת סיום תואר ראשון במסלול STEM, ביחס ללומד במכללה אקדמית לחינוך, הסיכוי של לומד באוניברסיטה נמוך פי 1.1.

4.11. ממצאי ניתוחי רגרסיה לוגיסטית – ענף כלכלי

כדי לבחון אילו משתנים עשויים לנבא בצורה הטובה ביותר את הסיכוי של בוגר תואר ראשון STEM לעסוק באחד ממקצועות ה-STEM בעתיד, נערכו ניתוחי רגרסיה לוגיסטית.



RQ4.1. אילו משתנים מנבאים בצורה הטובה ביותר את הסיכוי לבחירה בעיסוק במקצועות STEM לעומת מקצועות Non-STEM על-פי משתנים דמוגרפיים ורמת השכלה?

במטרה לבחון את ההשפעה של כל אחד מהמשתנים הדמוגרפיים, סוגי המגמות שנלמדו בתיכון, הציון בפסיכומטרי, וסוג מוסד אקדמי, על הסיכוי של הנבדק אשר סיים תואר ראשון במסלול STEM לעסוק בענף כלכלי בתחומי STEM, ערכנו רגרסיה לוגיסטית רבת משתנים. העיסוק בענף כלכלי בתחום ה-STEM הינו על-פי נתוני עיסוק נוכחי משנת 2015. מודל הרגרסיה נמצא מובהק $\chi^2(20) = 2025.1, p < .001$. כאשר המודל מסביר 15.1% מהשונות בסיום תואר ראשון במסלול STEM.

מבחינת המשתנים הדמוגרפיים נמצא כי, הסיכוי של גברים לעסוק בענף כלכלי STEM גדול פי 1.4 ($p < .001$) ביחס לנשים. השתייכות למגזר היהודי יכולה להעלות את הסיכוי לעסוק בענף כלכלי STEM פי 3 ($p < .001$) ביחס ללומד מהמגזר הערבי. לבסוף, נבדק שלמד בבית ספר ממלכתי סיכוייו לעסוק בענף כלכלי STEM גדול פי 1.3 ($p < .001$) ביחס לנבדק שלמד בבית ספר ממלכתי-דתי. עם זאת, מבחינת ארץ המוצא, עולים ויוצאי אתיופיה, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות בהשפעה על עיסוק בענף כלכלי STEM.

מבחינת סוג המגמה בתיכון, נמצאה השפעה חיובית מובהקת. כלומר, הסיכוי של בוגר אשר למד במגמה מדעית בתיכון לעסוק בענף כלכלי STEM גבוה פי 1.3 ($p < .01$) ביחס לבוגר מגמה שאינה מדעית בתיכון. מבחינת סוגי המגמות המדעיות השונות, נמצא כי מגמת מחשבים מנבאת בצורה הטובה ביותר עיסוק בענף כלכלי STEM, לאחר מכן מי שלמד במגמת אלקטרוניקה ולבסוף מי שלמד פיזיקה. כלומר, בוגר שלמד במגמת מחשבים הסיכוי שיעסוק בענף כלכלי STEM גבוה פי 1.5 ($p < .001$) ביחס למי שלא למד מחשבים. כמו כן, מי שלמד במגמת אלקטרוניקה, הסיכוי שיעסוק בענף כלכלי STEM גבוה פי 1.2 ($p < .01$), ביחס למי שלא למד במגמה זו. לבסוף, מי שלמד במגמת פיזיקה, הסיכוי שיעסוק בענף כלכלי STEM גבוה פי 1.2 ($p < .001$), ביחס למי שלא למד במגמה זו. לעומת זאת, הסיכוי של בוגר מגמת ביולוגיה לעסוק בענף כלכלי STEM נמוך פי 1.4 ביחס למי שלא למד במגמה זו. וביחס לבוגרי מגמת כימיה, לא נמצאו הבדלים מובהקים ביחס לשאר הנבדקים.

מבחינת הציון הכללי של הפסיכומטרי, נמצא כי ככל שהציון הפסיכומטרי גבוה יותר, כך הסיכוי שהנבדק יעסוק בענף כלכלי STEM קטן יותר ($B = -.08, p < .001$). עם זאת, בבחינת חלקי

הפסיכומטרי האחרים, נמצאה השפעה חיובית ומובהקת על הסיכוי לעסוק בענף כלכלי STEM. כלומר, ציון גבוה בכל אחד מחלקי המבחן הפסיכומטרי בנפרד (פי 1.1 יותר לפי החלק באנגלית ופי 1.2 יותר לפי החלק המילולי והכמותי), מנבאים עיסוק בענף כלכלי STEM.

מבחינת סוג מוסד אקדמי, נמצא כי הסיכוי של בוגר אוניברסיטה לעסוק בענף כלכלי STEM גבוה פי 3.7 ($p<.001$) ביחס לבוגרי המכללות לחינוך. כמו כן, הסיכוי של בוגרי המכללות האקדמיות לעסוק בענף כלכלי STEM גבוה פי 4.6 ($p<.001$) ביחס לבוגרי המכללות לחינוך (ראה טבלה 16).

טבלה 16. רגרסיה לוגיסטית לניבוי עיסוק בענף כלכלי STEM בקרב בוגרי תואר ראשון STEM, בהתייחס למשתנים דמוגרפיים, סוגי מגמות בתיכון ורמה אקדמית, $N=16,995$

Predictor	B	Wald χ^2	Odds Ratio
מגדר	.34***	84.82	1.40
מגזר	1.10***	174.75	3.01
ארץ לידה	.01	0.05	1.01
מוצא אתיופי	.50	1.76	1.65
פיקוח	.24***	21.78	1.27
סוג מגמה בתיכון	.20**	9.11	1.22
פיזיקה	.15***	10.87	1.16
כימיה	.03	0.53	1.03
ביולוגיה	-.33***	39.64	.72
מחשבים	.42***	93.24	1.52
אלקטרוניקה	.18**	7.57	1.20
ציון כללי בפסיכומטרי	-.08***	27.23	.93
ציון אנגלית	.10***	33.04	1.10
ציון מילולי	.17***	25.47	1.19
ציון כמותי	.19***	31.12	1.21
סוג מוסד		158.88	
אוניברסיטה ביחס למכללה לחינוך	1.30***	108.44	3.66
מכללה אקדמית ביחס למכללה לחינוך	1.53***	148.79	4.59

*** $p<.001$, ** $p<.01$, * $p<.05$

לסיכום ממצאי הרגרסיה לניבוי עיסוק בענף כלכלי STEM

משתנים דמוגרפיים

- ❖ לגברים לעומת הנשים, סיכוי גבוה פי 1.4 יותר לעסוק במקצועות STEM. כמו כן, השתייכות למגזר היהודי מגדילה פי 3 את הסיכוי לעסוק בענף כלכלי STEM, ביחס לעובדים מהמגזר הערבי. לבסוף, הסיכוי של בוגרי בית ספר ממלכתי לעסוק בענף כלכלי STEM גדול פי 1.3 ביחס לבוגרי בית ספר ממלכתי-דתי.

משתנים של השכלה

- ❖ הסיכוי של נבדק אשר למד במגמה מדעית בתיכון לעסוק בענף כלכלי STEM גבוה ביחס ללומד שלא למד במגמה מדעית בתיכון. מגמת מחשבים (פי 1.5 יותר) מנבאת בצורה הטובה ביותר עיסוק בענף כלכלי STEM, לאחר מכן מגמת אלקטרוניקה או פיזיקה (פי 1.2 יותר), ביחס למי שלא למד במגמות אלו.
- ❖ מבחינת הציון הכללי של הפסיכומטרי, נמצא כי ציון גבוה בכל אחד מחלקי המבחן הפסיכומטרי בנפרד, מנבא בצורה מובהקת עיסוק בענף כלכלי STEM.
- ❖ מבחינת סוג מוסד אקדמי, ביחס לבוגרי המכללות האקדמיות לחינוך, הסיכוי של לומד באוניברסיטה לעסוק בענף כלכלי STEM גדול פי 3.7, והסיכוי של בוגרי המכללות האקדמיות גדול פי 4.6.

5. דיון

5.1. סיכום ממצאים ודיון

מטרת המחקר המוצג בדו"ח זה הינה לבחון את מגמות הבחירה בהשכלה ועיסוק בתחומי STEM בתקופות חיים שונות: תיכון, שנה א' בהשכלה גבוהה, סיום תואר ראשון, ובחירה בענף כלכלי (תלוי סיום תואר בתחומי STEM). להלן, יובא דיון המתייחס למגמות בחירה בכל אחת מתקופות חיים אלו לאורך שני העשורים האחרונים (*בדיקת רוחב*), ולאחריו דיון המתייחס לבחירה והתמדה בתחומי STEM כתלות בלימודים קודמים (*בדיקת אורך*). נתייחס לבחינת מגמות אלו על-פי מאפיינים דמוגרפים ואתניים: מגדר, מגזר, עולה למול יליד הארץ, מוצא אתיופי, סוג פיקוח בית ספרי, תוך השוואה גם על פי נתוני השכלה שונים.

5.1.1. בדיקת רוחב

הבחירה בתחומי לימוד STEM בשני העשורים האחרונים בתיכון נמצאת בעיקר במגמת ירידה, לעומת המצב בהשכלה הגבוהה אשר שומר על יציבות יחסית באחוז הפונים למסלולי STEM. עם זאת, בהסתכלות ממוצעת על נתוני בחירה בתיכון – אחוז הבוחרים במגמות מדעיות בעשור האחרון עומד על כ-41.8%, לעומת כ-28.1% בממוצע בהשכלה הגבוהה. ממצאים אלו לגבי מגמות הבחירה במקצועות ה-STEM בתיכון, והאחוז הנמוך יחסית של לומדים מקצועות אלו בהשכלה הגבוהה, עולים בקנה אחד עם ממצאי מחקרים דומים באירופה (Wieman, 2012), ובישראל (פינקלשטיין, 2012; דוח מצב המדע בישראל, 2013).

5.1.2. בחינת שיעורי הבחירה בקריירה בתחום ה-STEM בשני העשורים האחרונים על-פי נתונים דמוגרפים-כלכליים

❖ **בהתייחס למגדר, לאורך כל תקופות הלימודים אחוז הבנים הפונים למקצועות STEM גבוה מאחוז הבנות הפונות למקצועות אלו.** עם זאת, בהשכלה הגבוהה הפערים במגדר גבוהים פי 3.2 ביחס לפערים בתיכון. בהתאם לכך, על-פי ממצאי הרגרסיה הלוגיסטית, לגברים סיכוי גבוה יותר לבחור במקצועות ה-STEM לאורך כל תקופות הלימוד (בתיכון פי 1.4 יותר ועד לכמעט פי 2 יותר בהשכלה הגבוהה). ממצא זה נמצא בהלימה עם ממצאי דו"ח מצב המדע בישראל לשנת 2013.

גורם אחד שיכול להסביר ממצא זה הינו האיזון בין קריירה ומשפחה. בתקופת התיכון, אין השפעה רבה על הבחירה של הבנות בפנייה למגמות מדעיות, לכן נראה כי לא נמצאו הבדלים בין בנים ובנות בשלב זה בבחירה של מגמה מדעית כמקצוע מורחב. לעומת זאת, נראה כי פחות נשים פונות למסלולי STEM בהשכלה הגבוהה. ייתכן ולגורם של איזון בין קריירה ומשפחה יש השפעה על הנשים בבחירת תחום הלימוד בהשכלה הגבוהה, בחירה אשר מסלילה את הדרך לעיסוק עתידי במקצוע הנלמד (Cheryan et al., 2016; Lent et al., 1994; Sadler et al., 2012).

מחקרים קודמים הראו כי קיימים הבדלים מגדריים בתחום המדעי הנבחר בתיכון, כאשר נשים פונות יותר ללימודי הכימיה והביולוגיה, לעומת הגברים אשר פונים יותר למקצועות

הפיזיקה, ההנדסה והמחשבים (ויניגר, 2014; Cheryan et al., 2016). ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם ממצאי הדו"ח הנוכחי, כאשר למגמות ביולוגיה וכימיה כושר ניבוי נמוך באשר להמשך לימודי STEM בהשכלה הגבוהה, לעומת לימודי פיזיקה ומחשבים, כפי שנמצא בניתוחי הרגרסיה בדו"ח זה. בהתאם לכך, ניתן לפרש את השיויון היחסי בפניה למגמות מדעיות בתיכון לפי מגדר, כפי שנמצא בדו"ח זה, בכך שבתוך תחום המדעים הנבחר יש הבדלים מגדריים, כאשר ככל הנראה, הבנות בוחרות במקצועות שאינם מנבאים המשך לימודי STEM בהשכלה הגבוהה לעומת הבנים, ועל כן קיימת ירידה באחוז הבנות הפונות ל-STEM באקדמיה, כפי שנמצא בדו"ח זה.

❖ **בהתייחס למגזר**, בהתבוננות על הבדלים בין יהודים וערבים, אחוז גדול יותר בקרב לומדים מהמגזר הערבי בתיכון פונים למגמות מדעיות ביחס למגמות שאינן מדעיות. כאשר אצל לומדים מהמגזר היהודי קיימת מגמה הפוכה. ניתן להסביר זאת בכך שברוב בתי-הספר במגזר הערבי יש בעיקר אפשרות להשתבץ למגמה בתחום ה-STEM, כלומר בית-הספר אינו מאפשר בחירה שאינה מתחומי ה-STEM. עם זאת, בבחינת המצב בהשכלה הגבוהה, התמונה משתנה וניתן לראות כי קיימת מגמה דומה בין המגזרים הערבי והיהודי בפניה למסלולי STEM ו-Non-STEM, עם רוב גדול יותר הפונה למסלול Non-STEM. כמו כן, בפנייה למסלולי STEM קיים פער של כ-6.0% בשנה א', ופער של כ-8.8% בסיום תואר ראשון, לטובת לומדים מהמגזר היהודי. בהתאם לכך, ממצאי הרגרסיה הלוגיסטית העלו כי בתיכון השתייכות למגזר הערבי יכולה להגדיל פי 3 את הסיכוי ללמוד במגמה מדעית, ואילו בהשכלה הגבוהה השתייכות למגזר היהודי מגדילה את הסיכוי לבחור במסלול STEM (פי 1.5 בשנה א' ופי 2.3 בסיום תואר ראשון). כלומר, מבין אילו שבחרו במגמה מדעית במגזר היהודי יש אחוז גבוה יותר הממשיכים ללימודים בהשכלה הגבוהה מאשר בקרב תלמידים במגזר הערבי. בנוסף, אחוז בתי הספר בפיקוח ממלכתי-ערבי אשר מאפשרים לגשת לבגרות במקצועות המדעיים, גבוה ביחס לבתי ספר בפיקוח עברי (ממלכתי-עברי וממלכתי-דתי): בביולוגיה, כ-74.0% בפיקוח ערבי לעומת כ-70.0% בפיקוח עברי; בפיזיקה, כ-70.0% בפיקוח ערבי לעומת כ-60.5% בפיקוח עברי; ובכימיה, כ-71.5% בפיקוח ערבי לעומת כ-33.5% בפיקוח עברי (מני-איקן ורוזן, 2013). ממצא זה יכול להסביר את ממצאי הדו"ח הנוכחי המציג שיעור גבוה יותר של לומדים מהמגזר הערבי הפונים למגמות מדעיות ביחס ללומדים מהמגזר היהודי. את המהפך שחל בהשכלה הגבוהה בפניה למסלולי STEM, ניתן להסביר בכך שבתוכן אין בידם אפשרות בחירה שיוצאת מגבולות מקצועות ה-STEM, ועל כן כשהם מגיעים להשכלה הגבוהה – בה מתאפשרת הבחירה מבחינתם ניכרת ירידה משמעותית בבחירה. בנוסף, ניתן לייחס זאת להבדלים במשתנים דמוגרפיים-כלכליים, רמת ההשכלה וטיבה במגזרים השונים. כאשר הפערים במשאבים ובהישגים בחינוך הערבי מצטמצמים עם השנים, אך עדיין נמוכים מאלו שבחינוך העברי (בלס, 2017).

במגזר הערבי בפרט, יש פניה מוגברת לתחומי הרפואה והרוקחות, ככל הנראה מתוך הבנה כי במקצועות אלו יוכלו למצוא עבודה עם אופק מקצועי, וכן כי קיים חשש שתחומי היי-טק מגוונים ככל הנראה יהיו סגורים בפניהם, כגון: תעשיות ביטחוניות (אוגדן מידע – החברה הערבית בישראל, 2013).

נתון חשוב נוסף, הנו העובדה כי מבחינת סוגי המגמות המדעיות, בדומה למצב הקיים מבחינה מגדרית, במגזר הערבי לומדים יותר במגמות ביולוגיה וכימיה ביחס למגזר היהודי, מגמות אשר להן כושר ניבוי נמוך באשר להמשך לימודי STEM בהשכלה הגבוהה, כפי שנמצא בניתוחי הרגרסיה בדו"ח זה. לעומת זאת, שיעור הלומדים בקרב המגזר הערבי במגמות פיזיקה (אשר נמצאה כבעלת כושר הניבוי הגבוה ביותר, מבין שאר המגמות המדעיות, להמשך לימודי STEM) ומדעי המחשב, נמוך ביחס ללומד מהמגזר היהודי (בלס, 2017).

❖ בהתייחס לפיקוח בית ספרי (ממלכתי לעומת ממלכתי-דתי), נמצאה מגמה דומה לפיה בתיכון יש פחות או יותר שוויון בבחירה במגמות מדעיות ושאינן מדעיות. לעומת זאת, בהשכלה הגבוהה, נראה כי הרוב הגדול בוחרים במסלול Non-STEM. בבחינת פנייה למסלולי STEM בהשכלה הגבוהה, קיים פער של כ-6.4% בממוצע לטובת לומדים בפיקוח ממלכתי לעומת לומדים בפיקוח ממלכתי-דתי. ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה לפי דו"ח השכלה גבוהה תשע"ז (2016/17). כמו כן, ממצאי הרגרסיה תומכים בממצאים אלו, כך שהשתייכות לבית ספר ממלכתי מעלה את הסיכוי לבחור במסלול STEM ביחס לבוגר בית ספר ממלכתי-דתי (בתיכון פי 1.4 יותר, ואת הסיכוי לסיים תואר במסלול STEM פי 1.1 יותר).

❖ בהתייחס לארץ מוצא, בתיכון אין הבדלים משמעותיים בין ילידי הארץ ובין שאינם ילידי הארץ בפניה לסוגי המגמות השונות. עם זאת, בהתבוננות על הבדלים בארץ המוצא בהשכלה הגבוהה, הבחירה במסלול STEM בשנה א' וסיום תואר STEM נמצאים בשיעור גבוה יותר בקרב העולים לעומת ילידי הארץ (כ-9.3% בממוצע יותר). ממצאי הרגרסיה הלוגיסטית מחדדים ממצא זה, כאשר לאורך כל תקופות הלימוד, הסיכוי של עולה לבחור במסלול STEM גדול פי 1.4 בממוצע ביחס לילידי הארץ. ממצא זה נמצא שונה בהתייחס ללומדים ממוצא אתיופי, שאחוז קטן מהם פונה למגמות מדעיות ביחס למגמות שאינן מדעיות בתיכון (נמוך פי 2.2 ביחס לשאר האוכלוסייה). בבחינת המצב בהשכלה הגבוהה נמצאה מגמה דומה, כאשר ביחס לכלל האוכלוסייה, סטודנטים ובוגרים יוצאי אתיופיה פונים פי 2 פחות למסלולי STEM. ממצאים אלו נמצאים בהלימה עם ממצאים קודמים, אשר הראו כי עולים מחבר העמים השתלבו במסלולי STEM בהשכלה הגבוהה בשיעורים גבוהים יחסית לגודלם באוכלוסייה. לעומתם, אחוזים בודדים בלבד בקרב יוצאי אתיופיה לומדים מקצוע STEM הן בתיכון והן בהשכלה הגבוהה (פניגר ועמיתיו, 2013).

5.1.3 בחינת שיעורי הבחירה בשני העשורים האחרונים על פי-נתוני השכלה

❖ נמצא כי בתיכון, מתוך הפונים למגמות המדעיות השונות ברמה של 5 יחידות לימוד, רוב התלמידים (כ-38.8%) בוחרים במגמת ביולוגיה, לאחר מכן פיזיקה (כ-21.9%), כימיה (כ-19.3%), מחשבים (כ-15.0%) ואלקטרוניקה (כ-5.7%). ממצא זה יכול להיות מוסבר בהתאם לנתון לפיו מערכת החינוך בישראל מקצה שעות רבות יותר ללימודי ביולוגיה בחטיבת הביניים (53.0% מכלל השעות המוקצות ללימודי המדעיים) (מני-איקן ורוזן, 2013), מגמה זו ממשיכה גם בתיכון, כאשר בשנת 2012, אחוז בתי הספר בהם ניתן לגשת לבגרות בביולוגיה (כ-70.5%) בפיקוח ממלכתי, וכ-70.0% בפיקוח ממלכתי-דתי) גבוה ביחס למגמות פיזיקה (כ-68.0%)

בפיקוח ממלכתי, וכ-53.5% בפיקוח ממלכתי-דתי, וכימיה (כ-51.0% בפיקוח ממלכתי, וכ-15.5% בפיקוח ממלכתי-דתי) (מני-איקן ורוזן, 2013). עם זאת, ממצאי הרגרסיה הלוגיסטית מראים כי דווקא מגמת פיזיקה (פי 2.8 יותר בממוצע בקרב לומדים בשנה א' ובסיום תואר ראשון) מנבאת בצורה הטובה ביותר המשך לימודי STEM בהשכלה הגבוהה. כאשר מגמת ביולוגיה וכימיה נמצאו כהכי פחות מנבאות פניה למסלולי STEM מבין שאר המגמות המדעיות (נמוך פי 1.4 ופי 1.5 בממוצע (בהתאמה), בקרב לומדים בשנה א' ובסיום תואר ראשון). כמו כן, באופן כללי, הסיכוי של לומד אשר למד במגמה מדעית בתיכון לבחור במסלול STEM בהשכלה הגבוהה גדול פי 1.6 ביחס ללומד שלא למד במגמה מדעית בתיכון. ממצא זה נמצא בהלימה לממצאי מחקרים קודמים (פניגר ועמיתיו, 2013).

לממצאים אלו חשיבות רבה שכן, ניתן להניח כי השקעה והקצאה של שעות הוראה בתחום מסוים (להלן ביולוגיה) עוד בחטיבת הביניים, מסלילה את הלומדים בבחירה עתידית של מקצוע מדעי מוגבר. כאשר, בשילוב עם ממצאי הרגרסיה, כדי לעודד ולהגדיל את מספר הסטודנטים בהשכלה הגבוהה במקצועות ה-STEM, כדאי להשקיע את מרב שעות ההוראה בפיזיקה ובמחשבים מתוך כלל תחומי המדעים, כבר בחטיבת הביניים. הנחה זו מתבססת על הטענה של לנט ועמיתיו (Lent et al., 1994), כי הניסיון אשר רוכשים הלומדים עוד בתקופת הלימודים בתיכון, ואף לפני כן, בתחום כלשהו, עשוי להשפיע על בחירה בתחום זה כקריירה עתידית.

❖ רוב הסטודנטים והבוגרים בוחרים ללמוד באוניברסיטאות על פני המכללות השונות. כאשר במסלולי ה-STEM וה-Non-STEM, ההתפלגות באחוזים בין מספר הסטודנטים בשנה א' ובין מספר הבוגרים בסוגי המוסדות השונים, נשאר יציב יחסית. רוב הלומדים והבוגרים במסלולי ה-STEM למדו באוניברסיטאות, פי 1.3 יותר בממוצע ביחס למכללות האקדמיות ופי 2.5 יותר בממוצע ביחס למכללות האקדמיות לחינוך.

❖ בהתבוננות על הציון הכללי והציון בחלקים השונים של הפסיכומטרי, לומדים ובוגרים של מסלולי ה-STEM השיגו ציונים גבוהים יותר ביחס לאלו שבחרו במסלול Non-STEM, בפרט של כ-71.6 נקודות בממוצע. ממצאי הרגרסיה הלוגיסטית תומכים בחלק מהממצאים הנ"ל, נמצא כי ככל שהציון הכללי של הפסיכומטרי גבוה יותר, כך הסיכוי שהלומד יתחיל ויסיים במסלול STEM גבוה יותר. עם זאת, החלקים השונים של מבחן הפסיכומטרי לא נמצאו כמנבאים בחירה במסלול STEM בהשכלה הגבוהה.

ממצא חשוב בבחינת שיעורי הבחירה על-פי הנתונים הדמוגרפים מעלה כי, למרות שבשלב התיכון לא נמצאו הבדלים בין האוכלוסייה ה"חזקה" (גברים; יהודים; פיקוח ממלכתי, לא ממוצא אתיופי) ובין האוכלוסייה ה"חלשה" (נשים; ערבים; פיקוח ממלכתי-דתי; מוצא אתיופי), בפניה למגמות מדעיות (ובבחינת המגזר, הלומדים הערבים אף פונים יותר למגמות מדעיות ביחס ליהודים), בהשכלה הגבוהה נתון זה מתהפך לטובת האוכלוסיות ה"חזקות" בבחירה במסלול STEM. ניתן להסביר ממצא זה בהתאם לממצאים קודמים אשר הראו כי נשים ואוכלוסיות מוחלשות, כגון ערבים, אמנם נוטים יותר לבחור במגמה מדעית בתיכון, עם זאת, הם פונים בעיקר למגמות ביולוגיה

וכימיה, להן כושר ניבוי חלש באשר להמשך לימודי STEM בהשכלה הגבוהה כפי שנמצא בניתוחי הרגרסיה במחקר זה.

5.1.4. בדיקת אורך בהתייחס לסיום תואר ראשון בתחומי STEM

בבחינת מגמות הבחירה לאורך תקופות חיים שונות – תיכון, שנה א' וסיום תואר ראשון, נמצא כי קיימת תלות בין בחירה בתחומי STEM בהשכלה הגבוהה ובין בחירה במגמה מדעית בתיכון, כאשר אחוז הסטודנטים המתחילים מסלול STEM בשנה א' גדול פי 3.3 לטובת בוגרי מגמה מדעית בתיכון ביחס לבוגרי מגמה שאינה מדעית בתיכון, והסיכוי לסיום תואר ראשון בתחומי STEM הינו גדול פי 4 בקרב בוגרי מגמה מדעית בתיכון, ביחס לבוגרי מגמה שאינה מדעית בתיכון (40.0% לעומת 11.0% בהתאמה). בהתייחס לתארים מתקדמים, אחוז בוגרי מגמות מדעיות בתיכון אשר המשיכו ללימודים מתקדמים (תואר שני ושלישי) במקצועות ה-STEM, הינו גדול פי 6 ביחס לבוגרי המגמות שאינן מדעיות (7.9% לעומת 1.3% בהתאמה). כלומר, לסוג המגמה בתיכון יש השפעה לטווח הארוך בהיבט של סיום תואר אקדמי מתקדם בעתיד. על כן, השקעה בעידוד מספר גבוה יותר של תלמידים ללמוד ולהיחשף ללימודי המדעים בתיכון הנו קריטי הן לפרט והן לחברה. ממצאים אלו נמצאים בהלימה לממצאי מחקרים קודמים, לפיהם, בוגרי מגמות מדעיות פונים יותר למסלולי STEM בהשכלה הגבוהה ביחס לבוגרי מגמות שאינן מדעיות (Wang, 2013; פניגר ועמיתיו, 2013).

התמקדות **במסיימי תואר ראשון בתחומי ה-STEM**, העלתה את תמונת המצב הבאה, לפיה מאפיינים דמוגרפים של הבוגר שסיכוייו לסיים תואר בתחומי STEM מתייחסים לבנים, מהמגזר היהודי, בוגרי בתי ספר ממלכתיים, עולים ואינם ממוצא אתיופי. מבחינת הישגים לימודיים, נמצא כי הסיכוי לסיום תואר בתחומי STEM הינו בעל תלות חיובית בלימודי מגמה מדעית בתיכון בכלל ובפרט במגמת פיזיקה, בציון הכללי של המבחן הפסיכומטרי.

ממצאים אלה, אשר מצביעים על הבדלים מגדריים בבחירה בלימודי STEM, נמצאים בהלימה עם ממצאי הדו"ח שהוגש לוועדה לקידום מעמד האישה בכנסת ישראל במאי 2015. לפי דו"ח זה, שיעור הבנים הלומדים את מקצועות הפיזיקה ומדעי המחשב הינו גדול ביחס לשיעור הבנות הלומדות מקצועות אלו, מקצועות אשר כושר הניבוי שלהם להמשך לימודי STEM בהשכלה הגבוהה גדול יותר ביחס לשאר המגמות המדעיות. כמו כן, על-פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2013), בנים מתעניינים יותר בקריירה בתחומי הנדסה ואילו בנות בוחרות בקריירה בתחומים של בריאות ורפואה.

מבחינת העולים (להוציא יוצאי אתיופיה) ביחס לילידי הארץ, ממצאי הדו"ח הנוכחי נמצאים בהלימה עם ממצאים קודמים, אשר הראו כי עולים מחבר העמים השתלבו במסלולי STEM בהשכלה הגבוהה בשיעורים גבוהים יחסית לגודלם באוכלוסייה (פניגר ועמיתיו, 2013). כמו כן, ממצאי הדו"ח הנוכחי לגבי יוצאי אתיופיה נמצא בהלימה גם כן לממצאים קודמים, אשר מראים כי אחוזים בודדים בלבד בקרב יוצאי אתיופיה לומדים מקצוע STEM הן בתיכון והן בהשכלה הגבוהה (פניגר ועמיתיו, 2013).

בהמשך, נבחנה דמות "הלומד המתמיד" במקצועות ה-STEM, דהיינו בוגר מסלול STEM הן בתיכון, הן בשנה א' והן בסיום תואר ראשון בהשכלה הגבוהה. מאפייניו הדמוגרפיים מתייחסים לרוב של בנים, בוגרי בתי ספר ממלכתיים מהמגזר היהודי, ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי. בהתייחס להישגים לימודיים, כמחצית מהלומדים המתמידים למדו במגמת פיזיקה, פחות משליש למדו במגמות כימיה ומחשבים, וכרבע למדו במגמת ביולוגיה ברמה של 5 יחידות לימוד. רובם (כ-93.2% בממוצע) היו ברמה בינונית-חזקה מבחינת הישגיהם במגמות אלו. הציון הכללי בפסיכומטרי עומד על 642.5 נקודות, גדול פי 1.2 ביחס לממוצע הציונים הארצי בעשור האחרון; העומד על 536 נקודות בלבד. מבחינת רמה אקדמית, כשלושה רבעים הנם בוגרי אוניברסיטאות; וכשליש בעלי תואר מתקדם (שני או שלישי). בהתייחס לענף כלכלי, 55.8% מועסקים בשנת 2015 בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM.

5.1.5. בדיקת אורך לבחירה בעיסוק בענף כלכלי בתחומי ה-STEM

בהתייחס לבחירה בענף כלכלי בתחומי ה-STEM נמצא כי, מתוך כלל העוסקים בענף כלכלי STEM אשר גם סיימו תואר ראשון בתחומי STEM, אחוז בוגרי מגמה מדעית בתיכון אשר סיימו תואר ראשון STEM ועסקו בשנת 2015 בענף כלכלי בתחומי STEM, גדול ב-5.1% ביחס לעובדים בוגרי מגמות שאינן מדעיות אשר סיימו תואר ראשון STEM.

התמקדות במסיימי תואר ראשון בתחומי ה-STEM ובמאפייני הבוגר שסיכויי גבוהים לעסוק בתחומי STEM, העלתה כי מבחינה דמוגרפית הסיכוי הגבוה הוא לרוב של בנים, מהמגזר היהודי, בוגרי בתי ספר ממלכתיים. מבחינת הישגים לימודיים, נמצא כי רובם הם בוגרי מכללות אקדמיות ואוניברסיטאות, וכי הסיכוי לעסוק בענף כלכלי STEM עולה בהתאם לעליה בציון במגמות מחשבים, אלקטרוניקה ופיזיקה בתיכון, והן בציון של כל אחד מחלקי הפסיכומטרי בנפרד.

ממצא זה נמצא בהלימה עם נתוני הלמ"ס לשנת 2015, לפיו אחוז הנשים המועסקות בהיי-טק נמוך ביחס לאחוז הגברים המועסקים בהיי-טק. כמו כן, לפי דו"ח מיוחד של 'נשים באקדמיה' – נתונים על לימודי נשים באקדמיה ועל נשים בסגל האקדמי משנת 2013, הסיכוי שנשים הלומדות מקצועות STEM ימשיכו לקריירה בתחומי STEM, קטן מזה של גברים. כמו כן, בשנת 2014 שיעור הנשים במקצועות ה-STEM בהשכלה הגבוהה הלך ועלה (32.0% בתואר הראשון ועד 46.0% בלימודי הדוקטורט), עם זאת בתעסוקה בהשכלה הגבוהה, הנשים מהוות רק 13.0% מהסגל האקדמי במקצועות ה-STEM. מגמה זו מציגה תמונה לא-שיוויונית בנוגע לתעסוקה של גברים ונשים במוסדות האקדמיים בתחומי STEM. שכן למרות אחוז גבוה יותר של נשים אשר לומדות לתארים מתקדמים בתחומים אלו, עדיין אין להן ייצוג הולם בעמדות המפתח באקדמיה.

בהתייחס לדמות "העוסק המתמיד" במקצועות ה-STEM, דהיינו בוגר מסלול מדעי בתיכון, בוגר תואר ראשון בתחומי STEM בהשכלה גבוהה ועוסק בענף כלכלי בתחום ה-STEM, נמצא כי רובם בנים, מהמגזר היהודי, בוגרי בתי ספר בפקוח ממלכתי, ילידי הארץ ואינם ממוצא אתיופי. כ-39.5% למדו במגמת פיזיקה, כרבע במגמת מחשבים וביולוגיה, ופחות מרבע למדו כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד. רובם (כ-82.0% בממוצע) היו ברמה בינונית-חזקה מבחינת הישגיהם במגמות אלו.

הציון הכללי בפסיכומטרי עומד על 624.9 נקודות, גדול כמעט פי 1.2 ביחס לממוצע הציונים הארצי בעשור האחרון העומד על 536 נקודות בלבד. מבחינת רמה אקדמית, כשלושה רבעים הנם בוגרי אוניברסיטאות; וכשליש בעלי תואר מתקדם (שני או שלישי).

ממצאים חשובים נוספים נוגעים למספר הלומדים הממשיכים ללמוד באקדמיה ומסיימים תואר ראשון, ללא תלות בסוג המסלול הנבחר. מבחינת המגדר, ביחס לבנים, נמצא כי פי 1.2 יותר בנות, ממשיכות ללימודים גבוהים מהתיכון לשנה א' בהשכלה הגבוהה, ופי 1.1 יותר בנות מסיימות תואר ראשון ביחס לבנים. מבחינת המגזר, כמחצית מהלומדים היהודים ממשיכים ללימודים באקדמיה, פי 1.7 יותר ביחס ללומדים מהמגזר הערבי. פער זה מצטמצם לכדי 1.3 יותר לומדים מהמגזר היהודי אשר גם מסיימים תואר ראשון, ביחס ללומדים מהמגזר הערבי. מבחינת פיקוח בית ספרי, פי 1.1 יותר לומדים מבתי ספר ממלכתיים-דתיים ממשיכים ללמוד באקדמיה ביחס ללומדים מבתי ספר ממלכתיים, ופי 2.2 יותר ביחס ללומדים מבתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי. עם זאת, לומדים מבתי ספר ממלכתיים גם מסיימים תואר ראשון פי 1.1 יותר ביחס ללומדים מבתי ספר ממלכתיים-דתיים, ופי 1.5 יותר ביחס ללומדים מבתי ספר שאינם בפיקוח ממשלתי. מבחינת ארץ מוצא, העולים ממשיכים ללימודים בהשכלה גבוהה פי 1.1 יותר ביחס ללומדים ילידי הארץ. בבחינת סיום תואר ראשון, הפערים על-פי ארץ מוצא מצטמצמים. מבחינת מוצא אתיופי, לומדים שאינם ממוצא אתיופי ממשיכים ללימודים בהשכלה הגבוהה פי 2.4 יותר ביחס ללומדים ממוצא אתיופי, ופי 1.4 יותר לומדים שאינם ממוצא אתיופי גם מסיימים תואר ראשון ביחס ללומדים יוצאי אתיופיה.

כלומר, בהיבט של מגדר ואוכלוסיות מוחלשות נצפו מדדים שונים פר-אוכלוסייה. יותר נשים מגברים ממשיכות ללימודים בהשכלה הגבוהה ואף מסיימות תואר ראשון באחוזים גבוהים יותר. לעומת זאת, לומדים מהמגזר הערבי ולומדים יוצאי אתיופיה ממשיכים פחות ללימודים בהשכלה הגבוהה ביחס ללומדים מהמגזר היהודי ולומדים שאינם יוצאי אתיופיה, בהתאמה. כמו כן, בבחינת כל המשתתפים הדמוגרפיים, ניכר כי הפערים מצטמצמים כאשר בוחנים את המעבר משנה א' לסיום תואר ראשון.

5.2. תרומת המחקר

המחקר המוצג בדו"ח הנוכחי בוחן מגמות בחינוך, בהשכלה ובעיסוק בתחומי מדע וטכנולוגיה, תוך מיקוד בתקופות חיים משמעותיות בבחירה של לימודים וקריירה – בחירה במקצוע מורחב בתיכון, לימודים בשנה א' בהשכלה גבוהה, סיום תואר בהשכלה גבוהה (הן תואר ראשון והן מתקדם), ובחירת קריירה. למחקר תרומה משמעותית להבנה מעמיקה של המצב הקיים בישראל בהשכלה ובעיסוק בתחומי ה-STEM השונים.

מתודולוגית המחקר המוצגת לבחינת נתוני המחקר הן בבדיקה רוחבית של מגמות השינוי לאורך שני עשורים ועבור כל תקופת חיים בנפרד, והן בבדיקת אורך של מגמות הבחירה משלב התיכון ועד להשכלה הגבוהה ותעסוקה בפועל, אפשרה נקודת מבט על תהליכי הבחירה באופן מקיף שטרם נחקר עד כה. נוסף על כך, המחקר מציג בחינת מגמות אלו על פי מאפיינים דמוגרפיים, זרם החינוך של מוסד הלימודים, ונתוני השכלה של התלמיד או הסטודנט, ובכך תורם להבנת תהליכי הבחירה בחברה הישראלית המגוונת.

למחקר הנוכחי תרומה תיאורטית בכך שהמחקר תורם לגוף הספרות שעוסק בתהליכי בחירה. ממצאי המחקר נמצאים בהלימה עם ההנחה עליה מבוססת תיאורית הקריירה הקוגניטיבית

החברתית (Lent et al., 1994), כי התפתחות אקדמית מתרחשת במקביל להתפתחות קריירה. אכן ניתן לראות כי לבחירות אקדמיות, כבר בשלב התיכון, ישנה השפעה ארוכת טווח גם על סיום תואר ראשון וגם על תחום העיסוק העתידי. עם זאת, נראה כי בנוסף לניסיון קודם, כמו בחירות מוקדמות כבר בשלב התיכון, גם להבדלים דמוגרפיים יש השפעה על בחירות עתידיות בלימודים ותעסוקה, כפי שעולה ממצאי דו"ח זה. עבור משתנים דמוגרפיים מסוימים (בפרט, מגדר וארץ מוצא) הבדלים בשיעורי הבחירה במקצועות ה-STEM אשר נצפו בהשכלה הגבוהה לא נצפו בשלב התיכון, כאשר עבור משתנים דמוגרפיים אחרים (בפרט, מגזר ופיקוח בית ספר), נצפו מגמות הפוכות בשיעורי הבחירה במקצועות ה-STEM בתיכון לעומת ההשכלה הגבוהה. על כן, בבואנו לבחון בחירת קריירה עתידית עלינו לקחת בחשבון משתני רקע דמוגרפיים שונים כמנבאי בחירה, מעבר לבחירת משתנים הקשורים ישירות לבחירת קריירה, כגון נתוני השכלה בתיכון ובאקדמיה.

בהיבט הפרקטי לשדה החינוך – ממצאי המחקר הינם בעלי חשיבות עליונה עבור קובעי מדיניות השואפים להשפיע על בחירה בעיסוק במקצועות מדע וטכנולוגיה. ניתוח אורך של הממצאים העלה את ההשפעה החיובית של בחירה במגמה מדעית בתיכון על בחירה בתחומי STEM בהשכלה הגבוהה, ובהתמדה בעיסוק במקצועות STEM כקריירה עתידית. ממצאים אלו מדגישים את החשיבות של עידוד תלמידי תיכון להשתלב במגמות מדעיות. ניתוח הממצאים בהיבט של אפיון דמות הלומד המתמיד ודמות העוסק המתמיד, מציג את הפערים הקיימים בחברה הישראלית, ומספק הצדקה כלכלית להשקעת משאבים בפיתוח ההון האנושי, בפרט בדגש על קידום נשים ואוכלוסיות מוחלשות. השקעה זו יכולה להוות מנוף חברתי וכלכלי, להקטין את אי-הודאות הכלכלית-חברתית ואת הפערים בין המגזרים ותבטיח את המשך הפיתוח והחיזוק של חוסנה המדעי, הנדסי וטכנולוגי של מדינת ישראל.

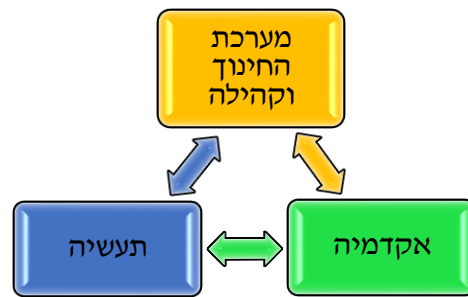
5.3. פעולות מומלצות לעידוד הבחירה בהשכלה ועיסוק בתחומי מדע וטכנולוגיה

❖ **השקעה במגמות מדעיות:** שינוי הקצאת השעות להוראת המדעים בתיכון, כגון חלוקה של 6 שעות שבועיות לשעתיים שבועיות לכל אחד מהמקצועות כימיה-ביולוגיה-פיסיקה, יאפשר חשיפה רבה יותר לתחומי מדע שונים. המצב בשנת 2015 הוא שמקצוע הביולוגיה מקבל את מרב שעות ההוראה המוקצות למדעים. יתרה מכך, רוב המורים המלמדים מדעים בחטיבת הביניים כיום הנם מורים לביולוגיה. על כן, יש לעודד יותר מורים לכימיה ולפיסיקה ללמד בחטיבת הביניים וכך לחשוף את התלמידים גם לתחומים אלו.

❖ **השקעה בהכשרת מורים מקצועיים איכותיים בתחומי המדעים:** יש להכשיר מורים ומורות רבים יותר בעלי/ות רקע אקדמי מתאים ותעודת הוראה. **תכנית "מבטים" בטכניון** הוקמה בשנת 2011 בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון במטרה לחולל שינוי בהוראת מקצועות STEM בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה במערכת החינוך הישראלית. תכנית זו מאפשרת לבוגרי טכניון—מדענים ומהנדסים—המעוניינים בקריירה שנייה בהוראה, ללמוד בחוג לאחר תואר ראשון (מבטים 1) או לתואר שני (מבטים 2) יחד עם לימודי תעודת הוראה. בשל הרקע האקדמי והמקצועי החזק והמגוון של סטודנטים אלו, הם מאופיינים בחזון ומוטיבציה רבה להוראה, בפרט בתחומי המתמטיקה, המדעים וההנדסה. תוכנית "מבטים" מהווה דוגמה המשקפת את החשיבות שמייחס הטכניון לחינוך למדע וטכנולוגיה בכלל ולהשתלבות בוגרי ובוגרות הטכניון גם במערכת החינוך, לצד מנהיגותם הכלכלית, הטכנולוגית וההנדסית.

❖ **השקעה בפיתוח מקצועי של מורים איכותיים בתחומי המדעים:** הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון מקיימת השתלמויות הן קצרות טווח והן מתמשכות לצורך פיתוח מקצועי של מתמחים, מורים חדשים ומורים ותיקים. מטרת השתלמויות אלו היא קידום מומחיות בהוראה, באמצעות שימוש בחומרי הוראה חדשניים ועדכניים כגון למידת חקר ולמידה מבוססת פרויקטים, וכן באמצעות שילוב המורים בקהילת מורים לומדת ומפתחת רעיונות פדגוגים חדשים.

❖ **שיתוף פעולה אקדמיה-תעשייה-בתי ספר:** חשיבות התקשורת הדו-צדדית בין בעלי עניין שונים, אנשי אקדמיה ואנשי חינוך, בתחום המדעים נמצא כתורם לקידום ועידוד הבחירה בתחומי מדעים (Kohen & Dori, 2019). עידוד קיום פעילויות מגוונות בזמן לימודי התיכון הן במסגרת האקדמיה כגון סיורים לימודיים, הרצאות, ימי עיון, וביקורים במעבדות באוניברסיטה; והן במסגרת התעשייה, כגון ביקורים בחברות טכנולוגיות שונות, הינם בעלי פוטנציאל לעידוד תלמידים לבחור במדעים כתחום לימוד ו/או עיסוק עתידי.



איור 1. תיאור ההפריה ההדדית בין האקדמיה-התעשייה-מערכת החינוך והקהילה

6. מקורות

- אוגדן מידע – החברה הערבית בישראל (2013). *פערים חברתיים כלכליים בין ערבים לבין יהודים*. יוזמות קרן אברהם.
- בלס, נ. (2017). *ההישגים הלימודיים של תלמידים ערבים*. מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, ירושלים. נייר מדיניות מס' 04.2017, עמ' 1-44.
- דוברין, נ. (2015). *שוויון הזדמנויות בהשכלה: חסמים דמוגרפיים וסוציו-אקונומיים, סדרת ניירות עבודה של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה – אגף המדען הראשי, מס' 91*.
- דיין, נ. (2014). *השתלבות יוצאי אתיופיה בישראל: תמונת מצב*. המכון להגירה ושילוב חברתי, המרכז האקדמי רופין.
- האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים (2013). *דו"ח מצב המדע בישראל*. ירושלים.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018). *מגמות במתמטיקה ובמדעים בחטיבה העליונה, 2006-2016*. הודעה לתקשורת.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2016/17). *השכלה גבוהה תשע"ז*, ירושלים.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2013). *פני החברה בישראל – ישראל מאין ולאן? דו"ח מספר 6*, פרק 4.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל, 2015.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון סטטיסטי לישראל, 2013.
- המועצה להשכלה גבוהה (2016). *מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל*. הוועדה לתכנון ולתקצוב, ירושלים.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה), (2018). *הערכת התוכנית הלאומית למצוינות במתמטיקה בשנת הלימודים תשע"ז*. משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה), (2017). *פיזה 2015, אוריינות בקרב תלמידים בני 15 – במדעים, בקריאה ובמתמטיקה*. משרד החינוך.
- הרשות הארצית למדידה והערכה בחינוך (ראמ"ה), (2017). *תמונת מצב: לימודי המתמטיקה בישראל*. משרד החינוך.
- וורגן, י. (2012). *נתונים על החינוך הממלכתי-דתי*. ירושלים: מרכז המחקר והמידע של הכנסת.
- ויניגר, א. (2014). *נתונים על לימודי מדעים בפריפריה*. מוגש לוועדת החינוך, התרבות והספורט, ירושלים: מרכז המחקר והמידע של הכנסת.
- טשנר, נ. (2014). *נשים במדע: תמונת מצב עדכנית*. מוגש לוועדה לקידום מעמד האישה, ירושלים: מרכז המחקר והמידע של הכנסת.

כאהן-סטרבצ'ינסקי, פ., לוי, ד., וקונסטנטינוב, צ' (2010). בני נוער עולים בישראל – תמונת מצב עדכנית. המשרד לקליטת העלייה, מאיירס ג'וינט-מכון ברוקדייל, ירושלים.

מזרחי סימון, ש. (2015). נשים בישראל: סוגיות מרכזיות. מוגש לוועדה לקידום מעמד האישה ולשוויון מגדרי, מסמך לקראת הכנסת ה-20, ירושלים: מרכז המחקר והמידע של הכנסת.

מזרחי סימון, ש. (2013). נשים באקדמיה – נתונים על לימודי נשים באקדמיה ועל נשים בסגל האקדמי. מוגש לדיון משותף של הוועדה לקידום מעמד האישה ושל ועדת החינוך, התרבות והספורט, ירושלים: מרכז המחקר והמידע של הכנסת.

מני-איקן, ע. ורוזן, ד. (2013). הוראת המדעים בישראל: מגמות, אתגרים ומנופים לשינוי. ירושלים: מכון הנרייטה סולד, המכון הארצי למחקר במדעי ההתנהגות.

משרד החינוך (2017). מדע וטכנולוגיה: תכנית לימודים מעודכנת לבית הספר היסודי ולחטיבת הביניים בכל המגזרים. המזכירות הפדגוגית-אגף מדעים, ירושלים.

משרד ראש הממשלה (2015). הערכת מצב אסטרטגית כלכלית חברתית. המועצה הלאומית לכלכלה, הצגה לממשלה ה-34.

פינקלשטיין, א. (2012). החינוך הממלכתי-דתי: תמונת מצב, מגמות והישגים. נאמני תורה ועבודה, קרן טראמפ.

פניגר, י., איילון, ח., ומקדוסי, ע. (2013). נגישות להשכלה גבוהה בקרב צעירים מהפריפריה החברתית בישראל. דו"ח מחקר, קרן גנדיר.

קוך דבדוביץ', פ. (2011). השתלבות יוצאי אתיופיה במערכת החינוך – מסמך עדכון. מרכז המחקר והמידע של כנסת, וועדת העלייה, הקליטה והתפוצות, ירושלים.

קליין, ש. (2016). סקירה מדעית בנושא: מחר 98 – הדוח ויישומיו. היזמה למחקר יישומי בחינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

קנת-כהן, ת., טורוול, א., ואורן, כ. (2011). הוגנות מערכת המיון לאוניברסיטאות לפי שפת היבחנות במכפ"ל (ערבית או עברית) ומגדר. המרכז הארצי לבחינות ולהערכה.

- Ayalon, H. (2002). Mathematics and sciences course taking among arab students in Israel: A case of unexpected gender equality. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 24, 63-80.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall, Inc
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Cahan, S., & Gamliel, E. (2006). Definition and measurement of selection bias: from constant ratio to constant difference. *Journal of Educational Measurement*, 43(2), 131-144.
- Caprile, M., Palmén, R., Sanz, P., & Dente, G. (2015). *Encouraging STEM studies: Labour market situation and comparison of practices targeted at young people in different member states*. European Parliament's Committee on Employment and Social Affairs.
- Catsambis, S. (2006). Gender, race, ethnicity, and science education in the middle grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 243–257.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2016). *Why are some STEM fields more gender balanced than others?*. Psychological Bulletin. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000052>
- Dori, Y. J. & Kohen, Z. (2013). Research review on heterogeneity: State of the art in educational models and best practices for coping with systemic or local student heterogeneity. The Israel Academy of Sciences and Humanities – The Initiative for Applicative Research in Education. Refereed publication by the committee of *An Education System for All and for Each and Every One*. <http://education.academy.ac.il/English/PublicationDetails.aspx?PublicationID=39&AreaID=&QuestionID=-1&FromHomepage=True>
- CEDEFOP (European Centre for the Development of Vocational Training) (2016). *European Sectoral Trends: The Next Decade*. Accessed January 2017.
- Fares, M. (2018). How did a crisis in mathematics education lead to a positive reform?. In N. Movshovitz-Hadar (Ed.), *K-12 mathematics education in Israel: Issues and Innovations* (pp. 21-28). World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. American association of university women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.
- Hofstein A., Eilks I., & Bybee R. (2011). Societal issues and their importance for

- contemporary science education: A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany and the USA, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1459–1483.
- Holdren, J. P., Lander, E. S., & Varmus, H. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future (Executive Report)*. Washington, DC: President's Council of Advisors on Science and Technology.
- Kohen, Z., & Dori, Y. J. (2019). Toward narrowing the gap between science communication and science education disciplines. *Review of Education*, 7(3), 525-566.
- Lent, R. W. & Brown, S. D. (2013). Social cognitive model of career self-management: Toward a unifying view of adaptive career behavior across the life span. *Journal of Counseling Psychology*, 60(4), 557–568.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79-122.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Offir, B., & Wengrowicz, N. (2012). Moving from “Flood Our School” to “Islands of Success” — Conception in the Process of Advancing Underprivileged Children. *International Journal of Cyber Ethics in Education (IJCEE)*, 2(1), 35-43.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
- Sadler P. M., Gerhard, S., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science education*, 96, 411–427.
- Sanders, M. E. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68, 20–26.
- Servaas van der Berg, Poverty and Education, UNESCO, The International Institute for Educational Planning (IIEP) and The International Academy of Education (IAE), Education policy series No. 10, 2008.
- Super, D., Savickas, M., & Super, C. (1996). The life-span, life-space approach to careers. In D. Brown, L. Brooks, & Associates (Eds.), *Career Choice and Development* (3rd ed.) (pp. 121-178). San Francisco: Jossey Bass.

- Wang, X. (2012). *Modeling Student Choice of STEM Fields of Study: Testing a Conceptual Framework of Motivation, High School Learning, and Postsecondary Context of Support*. WISCAPE Working Paper. Wisconsin Center for the Advancement of Postsecondary Education (NJ1).
- Wieman, C. (2012). Applying new research to improve science education. *Issues in Science and Technology*, 29(1), 25–32.

נספח 1 – אישור ועדת האתיקה של רשות האוכלוסין

תאריך: 28.11.2016

לכבוד
גבי טלי טל
יו"ר הוועדה להעברת מידע בין גופים ציבוריים
הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
רח' כנפי נשרים 66
פינת בקי
talit@cbs.gov.il
ירושלים 95464

הנדון: **בקשה להרשות שימוש לצורך מחקר
בנתוני פרט שהועברו ללשכה המרכזית לסטטיסטיקה**

1. הוועדה להעברת מידע בין גופים ציבוריים של מרשם האוכלוסין דנה בבקשה **המצ"ב** של החוקרת ד"ר זהבית כהן לעשות שימוש בנתונים **בלתי מזוהים** מתוך קובץ נתוני פרט, מרשם האוכלוסין, שהועבר אליכם מכוח חוק הגנת הפרטיות, לשם עריכת מחקר בנושא "מגמות בהשכלה ועיסוק בתחומי מדע וטכנולוגיה בקרב אוכלוסיות מוחלשות". לפי הבקשה, המחקר ייערך באמצעות מערכת גישה מרחוק של ה"למ"ס או חדר המחקר שלה, בתנאים שיבטיחו שמירת סודיות הנתונים.
2. הוועדה מאשרת את הבקשה בכפוף לתנאים שפורטו בה.

בכבוד רב,

עמית מירון
מנהל אגף מרשם ומעמד

העתק: ד"ר זהבית כהן, מוסד שמואל נאמן
zehavitkohen@gmail.com

נספח 2 – אישור ועדת האתיקה של רשות המיסים



חטיבת שירות לקוחות – פניות הציבור וחופש המידע

בס"ד

כ"ב כסלו תשע"ז
22 דצמבר 2016
MA50D1-4-396-16
מס' תיק: 207-16

לכבוד

ד"ר זהבית כהן

בדוא"ל: zehavitkohen@gmail.com

ג.נ.,

הנדון: בקשה להרשות שימוש לצורך מחקר בנתוני פרט שהועברו ללמ"ס
(סימוכין: מכתבך מיום 20.12.16)

בהמשך לפנייתך שבסימוכין, בבקשה לעבודה בחדר המחקר של הלמ"ס, על קובץ שכירים ועצמאים, להלן תשובתנו:

- בהתאם למכתבו של מר יואל פינקל - המשנה לסטטיסטיקן הממשלתי מתאריך 20.12.16 ואשר מהווה חלק בלתי נפרד מאישור זה, מאושר לכם בתנאים האמורים להשתמש בחדר המחקר של הלמ"ס על קובץ שכירים ועצמאים, אך בכפוף לכך שמחוקבץ שיועבר אליך לצורכי מחקר יושמטו מראש נתוני זיהוי אישיים, או כל נתון אחר שניתן באמצעותו או בשילוב עם נתונים אחרים לזהות את הפרט.
- נשמח לעמוד לרשותך בכל עת.

בברכה,

יהודה מונסוניגו
מנהל תחום בכיר פניות הציבור
וחופש המידע

העתקים:

- המשנה לסטטיסטיקן הממשלתי	מר יואל פינקל
- היועץ המשפטי למ"ס	מר בריאן ניגן, עו"ד
- יו"ר ועדת אבטחת מידע בלמ"ס	גב' טלי טל
- יו"ר ועדת הסודיות למ"ס	מר אחמד חליחל
- הממונה על אבטחת מידע בלמ"ס	מר חיים פלחצינסקי
- מרכז הועדה לאבטחת מידע בלמ"ס	מר דורון סייג

לתיק

נספח 3 – אישור ועדת האתיקה של משרד החינוך

מדינת ישראל משרד החינוך מינהל תקשוב טכנולוגיה ומערכות מידע

ירושלים: כ"א אדר תשע"ז
19 מרץ 2017

לכבוד:
גב' טלי טל
יו"ר הוועדה להעברת מידע בין גופים ציבוריים
הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
רח' כנפי נשרים 66
ירושלים

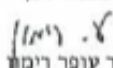
שלום רב,

הנדון: בקשת הרשאה לשימוש בנתונים בלתי מזוהים מתוך קובץ בחינות בגרות וגמר שהועבר ללמ"ס באישור הוועדה להעברת מידע בין גופים ציבוריים
(בקשת ד"ר זהבית כהן, מוסד שמואל נאמן - הטכניון)

במשרדנו התקבלה בקשתה של ד"ר זהבית כהן ממוסד שמואל נאמן בטכניון, לאשר ללשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) להרשות לה שימוש לצורך מחקר בנתונים בלתי מזוהים מתוך קובץ בחינות בגרות וגמר, שהועברו על ידינו כחוק ללמ"ס.

בקשתה לשימוש בנתונים מתוך הקבצים הנ"ל מאושרת, בכפוף לתנאים הבאים:

- א. נתוני התלמידים / הנבחנים יהיו ללא משתנים מזוהים
- ב. פרטי בתי הספר של התלמידים / הנבחנים יהיו ללא משתנים מזוהים.

בכבוד רב,

ד"ר עופר רימון
הממונה על תמאגרים/במשרד
ויו"ר הוועדה להעברת מידע
בין גופים ציבוריים

העתק: ד"ר זהבית כהן, מוסד שמואל נאמן zehavitkohen@gmail.com

נספח 4 – מקצועות STEM בהשכלה הגבוהה

להלן יפורטו מקצועות הלימוד בהשכלה הגבוהה, אשר נכנסו תחת הכותרת STEM, מתוך פירוט המקצועות בהשכלה הגבוהה של הלמ"ס.

קוד	תיאור	תחום הלימוד
208	חינוך מתמטי	חינוך
209	הוראת המדעים	חינוך
532	מדעי הנהול - מערכות מידע	עסקים ומדעי הניהול
533	מדעי הנהול - חקר בצועים	עסקים ומדעי הניהול
534	מדעי הנהול - התנהגות ארגונית	עסקים ומדעי הניהול
700	רפואה כללית	רפואה
701	רפואה תוכנית ניו יורק	רפואה
702	לימודי המשך ברפואה	רפואה
710	רפואת שיניים	רפואה
900	מתמטיקה	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
901	מתמטיקה - פיסיקה	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
903	מתמטיקה - מדעי המחשב	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
904	מתמטיקה במסלול הוראה	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
905	מתמטיקה ומקצוע אחר במח"ר	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
908	רב תחומי מדעים מדויקים	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
920	סטטיסטיקה	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
930	מדעי המחשב	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
931	מערכות מידע	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
933	ביו אינפורמטיקה	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
935	מערכות מידע ניהוליות	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
940	חקר ביצועים	מתמטיקה סטטיסטית ומדעי המחשב
1000	כימיה	מדעים הפיסקליים
1001	כימיה אנליטית	מדעים הפיסקליים
1002	כימיה אורגנית	מדעים הפיסקליים
1003	כימיה אי אורגנית	מדעים הפיסקליים
1004	כימיה פיסיקלית	מדעים הפיסקליים
1005	כימיה תעשיתית	מדעים הפיסקליים
1020	פיסיקה	מדעים הפיסקליים
1021	מכניקה	מדעים הפיסקליים
1024	פיסיקה גרעינית	מדעים הפיסקליים
1025	אנרגיה	מדעים הפיסקליים
1030	ננו-מדעים וננו-טכנולוגיה	מדעים הפיסקליים
1047	גאופיסיקה	מדעים הפיסקליים
1048	גאולוגיה	מדעים הפיסקליים
1053	גאוגרפיה, גאולוגיה, מטאורולוגיה	מדעים הפיסקליים
1100	ביולוגיה	מדעים הביולוגיים
1101	ביולוגיה אבולוציונית וסביבתית	מדעים הביולוגיים
1110	בוטניקה	מדעים הביולוגיים
1120	זואולוגיה	מדעים הביולוגיים
1130	מיקרוביולוגיה	מדעים הביולוגיים
1140	גנטיקה	מדעים הביולוגיים
1141	גנומיקה וביואינפורמטיקה	מדעים הביולוגיים

קוד	תיאור	תחום הלימוד
1150	פיסולוגיה	מדעים הביולוגיים
1151	נוירוביולוגיה	מדעים הביולוגיים
1154	גאולוגיה ימית	מדעים הביולוגיים
1160	ביוכימיה	מדעים הביולוגיים
1165	ביופיסיקה	מדעים הביולוגיים
1170	חישוב ועבוד מידע - מדע המח	מדעים הביולוגיים
1181	מדעי המזון (תל חי	מדעים הביולוגיים
1191	אקולוגיה	מדעים הביולוגיים
1195	מדעי הרפואה	מדעים הביולוגיים
1197	ביוטכנולוגיה	מדעים הביולוגיים
1198	אפידמיולוגיה	מדעים הביולוגיים
1210	רפואה ווטרינרית	חקלאות
1300	הנדסה אזרחית	הנדסה ואדריכלות
1301	הנדסת בנין	הנדסה ואדריכלות
1302	הנדסת תחבורה ותעבורה	הנדסה ואדריכלות
1303	הנדסת תחבורה ותעבורה	הנדסה ואדריכלות
1304	הנדסה סביבתית	הנדסה ואדריכלות
1305	הידרוטכניקה	הנדסה ואדריכלות
1306	הנדסה גאודטית	הנדסה ואדריכלות
1307	הנדסה וניהול משאבי מים	הנדסה ואדריכלות
1308	הנדסה עירונית	הנדסה ואדריכלות
1310	הנדסת מכונות	הנדסה ואדריכלות
1311	מכניקה	הנדסה ואדריכלות
1320	הנדסת חשמל	הנדסה ואדריכלות
1321	הנדסת מחשבים - חשמל	הנדסה ואדריכלות
1322	הנדסת מחשבים - מדעי המחשב	הנדסה ואדריכלות
1323	הנדסת אלקטרוניקה	הנדסה ואדריכלות
1324	הנדסת אלקטרו אופטיקה	הנדסה ואדריכלות
1325	הנדסת מערכות תקשורת	הנדסה ואדריכלות
1330	הנדסת אוירונאוטיקה וחלל	הנדסה ואדריכלות
1340	הנדסה כימית	הנדסה ואדריכלות
1341	הנדסת ביוכימית	הנדסה ואדריכלות
1342	הנדסת מזון וביוטכנולוגיה	הנדסה ואדריכלות
1343	הנדסת פלסטיקה	הנדסה ואדריכלות
1345	הנדסת פרומציבטיקה תרופות	הנדסה ואדריכלות
1350	הנדסת תעשיה וניהול	הנדסה ואדריכלות
1351	הנדסת מערכות מידע	הנדסה ואדריכלות
1352	הנדסת מערכות טכניון	הנדסה ואדריכלות
1353	הנדסת תוכן וייצור	הנדסה ואדריכלות
1355	ניהול והנדסת בטיחות	הנדסה ואדריכלות
1356	הנדסת איכות	הנדסה ואדריכלות
1361	ארכיטקטורה ובינוי ערים	הנדסה ואדריכלות
1363	תכנון ערים ואזורים	הנדסה ואדריכלות
1364	אדריכלות נוף	הנדסה ואדריכלות
1368	שימור המורשת הבנויה	הנדסה ואדריכלות
1369	עיצוב תעשייתי	הנדסה ואדריכלות
1370	אדריכלות פנים מכללות	הנדסה ואדריכלות

קוד	תיאור	תחום הלימוד
1382	הנדסת חומרים	הנדסה ואדריכלות
1383	הנדסה גרעינית	הנדסה ואדריכלות
1384	הנדסת מחצבים	הנדסה ואדריכלות
1385	הנדסה חקלאית	הנדסה ואדריכלות
1386	הנדסה ביו-רפואית	הנדסה ואדריכלות
1387	מדעי ההנדסה	הנדסה ואדריכלות
1388	לימודים בין-תחומים בהנדסה	הנדסה ואדריכלות
1389	מכניקה, חומרים ומבנים	הנדסה ואדריכלות
1390	מכניקה זרימה ומעבר חום	הנדסה ואדריכלות
1391	הנדסת פולימרים	הנדסה ואדריכלות
1393	הנדסה ביוטכנולוגית	הנדסה ואדריכלות
1394	ביו-הנדסה	הנדסה ואדריכלות
1395	אבטחת איכות המוצר ואיכותו	הנדסה ואדריכלות
1399	הנדסה ב.צ.נ.	הנדסה ואדריכלות
1700	מדעים ב.צ.נ.	מתמטיקה סטטיסטיקה ומדעי המחשב
1709	מדעי הטבע והמתמטיקה	מתמטיקה סטטיסטיקה ומדעי המחשב
1710	מדעי הטבע	מתמטיקה סטטיסטיקה ומדעי המחשב
1711	מדעי הטבע והחיים	מתמטיקה סטטיסטיקה ומדעי המחשב

נספח 5 – רשימת ענפים כלכליים השייכים לתחומי STEM

להלן יפורטו רשימת ענפים כלכליים בתעשייה, אשר נכנסו תחת הכותרת STEM²¹, מתוך פירוט הענפים הכלכליים של הלמ"ס.

סדר	מספר	תיאור
C	19	יצור מוצרי נפט מזוקק
	20	יצור כימיקלים ומוצריהם
	21	יצור תרופות, כולל תרופות הומאופטיות
	26	יצור מחשבים, מכשור אלקטרוני ואופטי
	27	יצור ציוד חשמלי
	28	יצור מכונות וציוד לנמ"א
	42	עבודות הנדסה אזרחית
F	61	שירותי תקשורת
	62	תכנות מחשבים, יעוץ בתחום המחשבים ושירותים נלווים אחרים
	63	שירותי מידע
	71	שירותי אדריכלות והנדסה : בדיקות טכניות וניתוח נתונים טכניים
J	72	מחקר מדעי ופיתוח
	74	סוגים אחרים של שירותים מקצועיים, מדעיים וטכניים
	75	שירותים וטרינריים
	8532	חינוך- מוסדות חינוך על-תיכוניים (לא אקדמיים) להכשרת טכנאים והנדסאים
M	855	חינוך- אוניברסיטאות
	861	שירותי בריאות- בתי חולים
P	862	שירותי בריאות- מרפאות כלליות ומקצועות ומרפאות שיניים
Q		

²¹ תזכורת: ענף כלכלי אינו מתייחס לנתוני משלח יד, ועל כן בדו"ח הנוכחי ההתייחסות לענף כלכלי אינה עומדת בפני עצמה, אלא תלויה בסיום תואר ראשון במסלול STEM (מתוך הנחה כי בוגר מסלול STEM אשר עובד בתעשייה בענף כלכלי באחד מתחומי ה-STEM, אכן עובד במשלח יד בתחומי ה-STEM). ראה פירוט נוסף בסעיף 3.4.3.

Abstract

Despite rising market demand for university graduates in the fields of science, technology, engineering and math (STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics) in the world in general and in Israel in particular, interest in science and engineering studies amongst future professionals has been on the decline. This crisis is reflected in the decrease of high level high school students' (5 study units) selection of these subject areas and in the relatively low amount of students choosing to pursue higher education and professional occupation in the science-engineering realms. Such choices are even more infrequent amongst women and disadvantaged sectors of Israeli society such as Arabs, new immigrants, Ethiopian émigrés and low-income earners. The purpose of the study presented in this report is to examine selection trends in STEM education and occupation within the general population in Israel, and especially amongst disadvantaged sectors of society over the past two decades, focusing on significant periods in life for career trajectories, from high school STEM studies to pursuit of STEM-related careers.

The study sample consisted of approximately 415,000 graduates eligible for high school diplomas from 1992 to 2015 (not sequentially, but in segments of about five years). Of these, about 185,000 began their undergraduate studies in STEM fields. About 120,000 of these also completed their bachelor's degrees, and approximately 33,500 STEM bachelor degree recipients are currently employed in the Israeli STEM market. The data employed in this study was obtained from the Israeli Central Bureau of Statistics and was analyzed using quantitative statistical analyses which included a frequencies distributions and analysis of variance by various demographic variables, as well as educational and income levels. In addition, logistic regressions were conducted to examine the effect of different demographic, educational, and income levels upon students' selection of STEM studies and career development in STEM fields.

The main findings indicate that there has been a decline in the selection of STEM tracks amongst high school students over the past two decades, while within higher education circles, the proportion of STEM applicants has remained relatively stable. In examining selection trends over different periods of the schooling trajectory, a correlation was identified between students' selecting a high school science track and majoring in STEM subjects in their higher education studies, be it undergraduate or graduate degrees, and even pursuing a career path within the STEM arena down the line.

This trend is reinforced by regression analysis that indicates that picking a STEM track in high school increases the likelihood of students selecting and completing STEM subjects in the higher education realm. In particular, selecting the physics track as a major in high school, was determined to be the best predictor compared to the other high school STEM tracks. Regression analysis also indicated that a higher proportion of men

than women choose STEM subjects throughout the span of their schooling, and that students from the Arab sector are more likely to select STEM majors in high school than their Jewish counterparts. This trend is reversed when it comes to higher education, where students from the Jewish sector have a greater chance of starting and graduating from the STEM track.

This study contributes significantly to a deep understanding of the current situation in Israel within the educational and employment arenas in the various STEM fields, and is of vital importance for policy makers seeking to make their influence felt in these arenas.

Longitudinal analysis of the findings in this study demonstrates the positive effect of students' selecting STEM tracks in high school on their continuing STEM studies on the higher education level, as well as their pursuit of STEM-related professions. These findings also highlight the importance of encouraging high school students to pick STEM-related tracks. In addition, analysis of research regarding women and underprivileged population groups deepens the understanding of gaps in Israeli society and provides economic justification for the investment of resources in human capital development, with an emphasis on promoting the above mentioned groups. This investment can serve as a social and economic leverage, reducing socio-economic uncertainty and gaps between sectors, and ensuring the continued development and reinforcement of Israel's scientific, engineering, and technological prowess.

Executive Summary

- The report presents selection trends in science and technology (STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics) at significant periods in life for career trajectories: From choosing a study track in high school to selecting a study track for the first year of higher education to completing a bachelor's degree and finally to choosing a career path. STEM fields for each of the different life periods were defined as follows: In high school, the STEM variable included only the following science-engineering subjects: Physics, Chemistry, Biology, Computer Science and Electronics²². Within the scope of higher education, it encompassed: Mathematics, Statistics, Computer Science, Physical Sciences, Biological Sciences, Management Sciences, Medicine, and Agriculture (Veterinary Medicine), Engineering and Architecture, as well as STEM education. Within the occupation arena, the STEM variable was defined as having completed a bachelor's degree in STEM and having working in one of the following areas: Industry, Construction, Information and Communications, Professional-Scientific and Technical Services, Education, Health Services, Welfare, and Caretaking.
- Examination of these significant periods allowed for cross-sectional and longitudinal analyses (as detailed below) based on data collected from two main baseline populations²³: the first referenced study periods from high school to the completion of students' bachelor degree and included all high school graduates in the years: 1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015. Two additional sub-samples were derived from this study group: subjects who began their first year of undergraduate studies in STEM subjects and those who completed a bachelor's degree. The second group examined individuals who pursued STEM professional fields for occupation and included all STEM bachelor degree graduates in: 1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015 who were employed in STEM-related fields in 2015.
- The various analyses performed within this research report included a wide range of background variables that consisted of demographic-economic variables and subjects' education data within different sample groups. The following demographic-economic-educational variables were taken into account: gender (men vs. women), sector (Jewish, Arab, and others), school government oversight (state, state-religious, and other), country of origin (indigenous vs. immigrant), Ethiopian origin (Ethiopian versus non-Ethiopian), parental income level (lower decile, below average, above average, and upper decile); type of high school track (STEM versus non-STEM); and matriculation exam scores in the various STEM study track. For first year undergraduate STEM students, educational data was supplemented with the following: General scores and

²² The math profession was not included as one of the STEM high school subjects since it is a compulsory subject for all students according to the Israeli Ministry of Education.

²³ Base population = a main study sample from which sub-samples were derived.

grade in each of the psychometric test parts (quantitative, literal, and English); type of higher education institution (university, academic college, or education college); and the highest degree (bachelor's, master's, or doctoral). Finally, when conducting an assessment of the population of STEM professionals in 2015, the following employment-education data was added to the variables list: highest educational level (bachelor's, master's, or doctoral), and type of profession (STEM vs. non-STEM).

- **In the cross-sectional analysis**, STEM selection trends over the past two decades (as described above) for each of the three study periods (except employment) were examined separately. The cross-examination demonstrates that the choice of STEM fields of study in high school has mostly declined over the last two decades as compared to higher education which has maintained a relatively stable percentage of applicants for STEM tracks. These findings were determined to be statistically significant. In addition, when examining differences in background variables compared to different study periods, it was found that according to a **gender** comparison, the percentage of high school males committed to a STEM track is equal to that of their female peers. However, when it comes to higher education, an average gap of 25.0% exists in favor of males within the STEM track. In the second part of the examination, it was determined that the percentage of students applying to STEM tracks in high school in the Arab **sector** is 1.4% higher than their Jewish counterparts. However, when it comes to higher education, the trend is reversed, with the percentage of Jewish first-year students as well as graduates who completed their STEM studies 1.2 and 1.4 times higher, respectively, than Arab ones. When examining the **type of school** system (state, religious or state-religious), the percentage of students applying for STEM tracks among students in state-supervised schools is 1.1 times higher than that of state-supervised students. Within the framework of higher education, the trend is reversed and the percentage of first-year undergraduate students and graduates who attended state schools and graduated the STEM track are 1.3 times and 1.2 times higher respectively than students from state-religious. With regards to **country of origin**, no significant differences were noted between native Israelis and immigrants with regards to applications to STEM tracks in high-school. In higher education, however, it was determined that on average there are 1.4 times more immigrants who select the STEM track in their first year of higher education studies and complete a bachelor's degree in STEM relative to native-born Israelis. For **Ethiopian immigrants**, consistency with regards to selection of STEM courses is evident throughout different school phases. An average of just 16.5% choose this course throughout their school lifetimes. In contrast, amongst other population groups, about 45.4% of all high schoolers select this track, with an approximate 29.0% of higher education students choosing STEM majors. In terms of **income level**, among STEM students in different periods (high school, undergraduate, and graduate studies), there are, on average, 1.4 times more students whose parents' income level is below average

(lower decile + below average) than those with parents earning above average (upper decile + above average). In examining the type of **academic institution**, universities held a significant edge in the percentage of first-year undergraduate students and graduates enrolled in STEM courses (2.1 and 2.4 times more, respectively) as compared to colleges. As far as **psychometric scores**, STEM undergraduate and graduate students achieved higher scores (8.9% higher on average) than their non-STEM counterparts.

- **The longitudinal test** enabled us to track students' selection of STEM subject areas throughout different periods of their career trajectories and was conducted separately for the two central baseline populations, so that for high school graduates, STEM selection was followed from the high school period to bachelor degree completion. It also allowed for the characterization of the "constant learner" according to various background data (as detailed below), and examination of the prospects of individuals selecting STEM subjects in each of their schooling stages. For a baseline population of STEM undergraduates, retroactive observation of the high school trend type was conducted, up to engagement in STEM fields. We also characterized the "constant worker" according to different background data (as will be explained below), and evaluated the probability of students choosing STEM subjects as their professional field for occupation. The longitudinal test revealed a connection between students' choosing STEM majors in higher education and high school. It indicated that the percentage of students starting a STEM track in their first year of undergraduate studies and the percentage of students graduating the STEM track is 3.3 and 4 times higher (respectively) for students who selected a STEM track during their high-school studies than those who chose non-STEM track. With regard to advanced degrees, the percentage of high schoolers with a STEM track who went on to advanced studies (master's and doctoral degrees) in STEM subjects was six times greater than non-STEM-tracked ones (8% versus 1.3%, respectively). As far as STEM career choices, it was found that out of all employees, the percentage of high school STEM graduates who completed STEM degrees and held STEM-related jobs in 2015 was 5% higher than non-STEM high-school graduates who graduated a STEM bachelor degree. These findings were found to be statistically significant based on the results of logistic regression analyses, which allow the examination of nominal predictive variables such as career choices in STEM or non-STEM fields.
- The longitudinal examination of students prior to their bachelor's degree graduation allowed us to define the character of the "**constant learner**" in STEM subjects, namely a graduate of the high school STEM track who also studied STEM the first year of their undergraduate studies and also graduated a bachelor's degree in a STEM subject. According to our study, demographic characteristics are relevant to a majority of boys, graduates of Jewish-state state schools, natives and not of Ethiopian origin. With regard to education data, about half of the students studied physics, about a third studied

chemistry and computer science, and about a quarter studied biology at the 5-unit level in high-school. Most of them (on average 93.2%) were medium-strong²⁴ in terms of their achievement in these tracks. Their scores in the psychometric exam were in the 80th percentile, while in the quantitative part they placed in the 86th percentile. Academically, about three-quarters are university graduates. About one-third also hold advanced degrees (masters or doctorate). In terms of parental income level, these graduates are characterized by an average annual income of parents who are either at an average earning level (with about 50% below average, about one third above average, or one tenth of the top decile).

- A longitudinal examination carried out up to STEM occupation, enabled us to characterize the character of the "**constant practitioner**" in the STEM subjects, namely a graduate of STEM track in high school, holds a bachelor's degree in STEM in higher education and works in the STEM industry. It was determined that most of them are males from the Jewish sector, graduates of state-controlled schools, native to the country and not of Ethiopian origin. About 40% studied physics at the 5 units level in high school, about a quarter computer and biology, and less than a quarter studied chemistry. Most of them (82.0% on average) were medium-strong in terms of their achievement in these areas. Their scores on the psychometric test are close to the 80th percentile, while in the quantitative part, the average score was approximately at the 84th percentile. Academically, about three-quarters are university graduates. About one-third hold advanced degrees (masters or doctorate). In terms of parental income level, these graduates are characterized by an average annual income of parents who are at an average earning level (with about 50% below average, about one third above average, or one tenth of the top decile). With regard to occupation, more than 50% were engaged in the STEM industry in 2015.
- A longitudinal study of the high school base population that was used to predict STEM career trajectories during the different study periods according to demographic and economic data revealed that, at the high school level there were no differences between the population that represents the majority of Israeli students (Jews; state-run; not Ethiopian) and the relative minority students (Arabs; state-religious-supervised schools; Ethiopian origin). Additionally, no gender differences were found, in relation to choosing the STEM track in high school. Regarding to sector – the Arab students are even more likely to choose STEM-related studies than their Jews counterparts. In contrast, an examination of individuals who continued pursuing STEM-related studies

²⁴ Level of study was calculated according to the matriculation exam grades: "weak" refers to a score ranging between 0 and 70, "medium" – to a score ranging between 71 and 90, and "strong" – to a score ranging between 91 and 100.

into their higher education years, the relationships differ from the one described above and is as follows:

- Males are more likely to choose STEM subjects throughout their school years (1.4 times as likely as females during their high school years to nearly two times more likely once they reach higher education).
- Affiliation to the Arab sector can increase the chances selecting a STEM track in high school by three, while in higher education, affiliation to the Jewish sector increases the chance of choosing the STEM track (1.5 times more likely in the first year of undergraduate studies and 2.3 times more likely to graduate a bachelor degree).
- Affiliation with a state school increases the chances of choosing a STEM track relative to state-religious school graduates (1.4 times more likely amongst high schoolers, and 1.1 higher probability of completing a STEM bachelor degree).
- Throughout the entirety of the different periods of the schooling trajectory, the chances of Israeli students selecting a STEM course are on average 1.4 times higher than their peers outside of the country. This outcome differs amongst Ethiopian Jews, who, as a whole, were found to select a lower percentage of STEM-related than non-STEM tracks in high school (2.2 times less than the rest of the population). A similar trend was noted in the higher education realm, where Ethiopian high school students and alumni are half as likely to select the STEM track compared to the general population.
- Students whose parents' income level is in the top decile have higher chances of choosing a high school STEM track relative to other students. This trend has been shifting at the higher education level, so socio-economic disparities do not affect students' choice-making with regards to selecting STEM as opposed to non-STEM tracks.
- Selection of the physics track in high school was found to be the best predictor of students' choice of STEM studies in higher education (2.8 times higher on average among first-year undergraduate and graduate students). Selection of Biology and Chemistry high school tracks were found to be less predictive of students continuing to pursue STEM subjects for first-year undergraduate and graduate studies than other STEM tracks in high school (on average 1.4 times and 1.5 times, respectively). In general, the likelihood of a high school student with a STEM track choosing a STEM track in higher education is 1.6 times greater than of a student who chose a Non-STEM track option.
- It was determined that the higher a student's psychometric grade, the more likely he/she is to start and complete a STEM bachelor degree. However, different parts of the

psychometric exam were not found to be indicators of students selecting a STEM trajectory in higher education.

Recommended actions for the encouragement of selection of science and technology-related education and career choice:

- **Investing resources to encourage students' selection of high school STEM tracks:** The findings in this report indicate that choosing a STEM track in high school bears a significant impact on students' choices in selecting STEM majors both in higher education and their future careers. It follows that this choice possesses potential for all sectors of society – and especially the less privileged ones – for optimal integration in Israeli society.
- **Investment in the training of high-quality teachers in STEM-related fields:** for example, the *Views* program at the Technion's Faculty of Science and Technology, which allows Technion graduates - scientists and engineers - to pursue a second degree in education on the basis of a bachelor's (*Views 1*) or master's degree (*Views 2*). Due to the strong and diverse academic and professional background of these students, they are characterized by great vision and motivation for teaching, especially in the fields of mathematics, science and engineering and therefore have the potential to become a quality teaching force.
- **Investment in the professional development of high-quality teachers in STEM-related fields:** Promoting STEM teaching expertise, using innovative and up-to-date teaching materials such as project-based and inquiry learning, as well as integrating teachers into a learning community that develops new pedagogical ideas.
- **Collaboration describing the reciprocal relationship between academia and industry, academia and high school, and high school and industry:** The importance of two-way communication between various stakeholders, academics and educators, in the field of science has been found to contribute to the promotion and choice of science for study and career (Kohen & Dori, 2019). Encouragement of a vast array of activities already in existence at the junior high school level and prior to junior high school years both within the academic context such as study tours, lectures, seminars, and university lab visits, as well as within the professional STEM industry. The latter may include visits to various technological companies. This has the potential to encourage students to choose a STEM track in high school and then as a field of study and/or future occupation. In conjunction with collaboration with the education system, academia and industry must promote awareness-raising activities involving the general community related to STEM subjects. Options include: lectures to the general public (scientists, industrialists, entrepreneurs, etc.). These collaborations will support one another, strengthening academia and industry exposure that will encourage productive, applied

research tailored to industry needs. This type of collaboration with the education system and the community at large has the potential to encourage more students to select STEM subjects in the future and to contribute to both academia and Israeli industry (Figure 1).

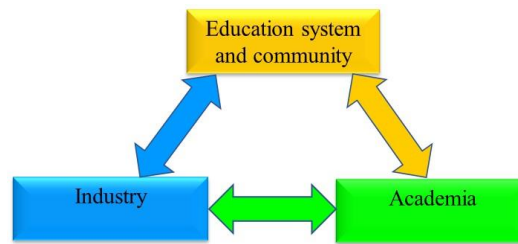


Figure 1. Description of the cross-fertilization between academia-industry-education system and community

Thanks

We would like to thank to:

1. Prof. Yehudit Judy Dori, Dean of the Faculty of Education in Science and Technology, Technion, Israel Institute of Technology, who served as the PI for this project at its beginning, for her academic advice for this research.
2. The Research Foundation of NITE (National Institute for Testing and Evaluation) for their partial funding of the current study.
3. The Samuel Neaman Institute at the Technion, Israel Institute of Technology, for their partial funding of the study.
4. The Central Bureau of Statistics staff for their contribution in the collection of data for this study.
5. Thanks to the two anonymous reviewers of the National Institute for Testing and Evaluation for the detailed comments that assisted in the improvement and clarity of this report.

Trends in Education and Professional Career in Science and Technology: From High School to Choosing a Career

Submitted to the National Institute for Testing and Evaluation (NITE)

Dr. Zehavit Kohen¹, Dr. Ortal Nitzan¹, and Dr. Naomi Gafni²

¹ Faculty of Education in Science and Technology, Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

² National Institute for Testing and Evaluation (NITE), Jerusalem, Israel

December, 2019

RR-19-03
דצמבר 2019