



חינוך

חינוך כימי לאן ?

פרופ' יהודית דורי
ד"ר גבי שוורץ
אור שב-ארצה



כלכלה

מדע
וטכנולוגיה

סביבה
ואנרגיה

תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך כימי לאן?

כתבו וערכו:

פרופ' יהודית דורי, ד"ר גבי שוורץ ואור שב-ארצה

הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, טכניון

מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות

חיפה

מאי 2020

תוכן עניינים

7	תקציר
8	רציונל
10	1. רקע תיאורטי
10	1.1 התאוריה החברתית-קוגניטיבית SCT
10	1.2 תיאוריית הקריירה הקוגניטיבית-חברתית SCCT – Social Cognitive Career Theory
12	1.3 גורמים מעודדי בחירה בקריירה בהוראת הכימיה
14	1.4 שאלות המחקר
16	2. מתודולוגיה – חלק א'
16	2.1 מדגם
21	2.2 כלי המחקר
21	2.2.1 שאלון סגור מקוון
21	2.2.2 ראיון מובנה
21	2.3 עיבוד וניתוח הנתונים
22	3. ממצאים – חלק א'
22	3.1 הגורמים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה
28	3.2 הגורמים השכיחים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה והבדלים בין בעלי העניין השונים
33	4. מתודולוגיה – חלק ב'
33	4.1 מדגם
34	4.2 איסוף הנתונים
34	4.3 עיבוד וניתוח הנתונים
35	5. ממצאים – חלק ב'
35	5.1 מגמת הבחירה בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה ברמה של 3-5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות
35	5.2 מגמת הבחירה בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות
35	5.3 מגמת הבחירה בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM בהשכלה הגבוהה
38	5.4 מגמת הבחירה בקרב בוגרי תואר ראשון במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM בהשכלה הגבוהה
39	5.5 נתוני רוחב – בחירה במקצועות כימיה, STEM אחרים ו-NonSTEM בקרב תלמידי תיכון, סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ובוגרי תואר ראשון בהשכלה הגבוהה
39	5.5.1 מגדר
41	5.5.2 מגזר
45	5.6 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגדר, בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות
46	5.7 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגדר, בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון במסלולי הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM

5.8	מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, בקרב בוגרי תואר ראשון במסלולי הכימיה
49	לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM.....
5.9	מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, של כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה באוכלוסייה,
51	בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות
5.10	מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, של כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה
53	באוכלוסייה, בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות.....
5.11	מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, של כל תת-אוכלוסייה ביחס לעצמה, בקרב
56	בוגרי תואר ראשון במסלולי הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM.....
60	6. נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים
78	7. סיכום תוצאות המחקר – חלק ג'
78	7.1 עיקרי ממצאי חלק א'
78	7.1.1 מדענים :
78	7.1.2 תעשיינים :
78	7.1.3 מורים :
79	7.1.4 סטודנטים :
79	7.2 עיקרי ממצאי חלק ב'
79	7.2.1 ממצאי בדיקת רוחב
80	7.2.2 ממצאי בדיקת אורך
80	8. פעולות יישומיות.....
83	8.1 פעולות מומלצות : מדברי המדענים
84	9. מגבלות ותרומות המחקר.....
84	10. תודות
85	11. ביבליוגרפיה.....

רשימת איורים

- 12 **איור 1.** הגורמים המשפיעים על מרכיבי קבלת החלטות
- 30 **איור 2.** אחוז השכיחות הגבוה ביותר בכל גורם, בקרב בעלי העניין השונים
- 31 **איור 3.** שכיחות (באחוזים) הקטגוריות בתימה הסביבתית, בקרב המדענים ($N = 618$)
- 31 **איור 4.** שכיחות הקטגוריות בתימה האישית, בקרב המדענים ($N = 405$)
- 31 **איור 5.** שכיחות הקטגוריות בתימה ההתנהגותית, בקרב המדענים ($N = 211$)
- **איור 6.** התפלגות מסיימי תיכון במגמת כימיה ברמה של 3-5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות ($N=415,942$)
- 35 **איור 7.** התפלגות מסיימי תיכון במגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות ($N=406,867$)
- 36 **איור 8.** התפלגות הסטודנטים בשנה א' במוסדות להשכלה גבוהה במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM ($N=182,344$)
- 37 **איור 9.** התפלגות בוגרי תואר ראשון במוסדות להשכלה הגבוהה במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM ($N=119,628$)
- 38 **איור 10.** התפלגות תלמידי תיכון, בנים ($N=191,366$) לעומת בנות ($N=224,576$), בבחירה במגמת כימיה לעומת מגמה מדעית אחרת ושאינה מדעית
- 40 **איור 11.** התפלגות סטודנטים בשנה א' תיכון, גברים ($N=76,771$) לעומת נשים ($N=108,802$) בבחירה במסלול לימודים בכימיה לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM
- 40 **איור 12.** התפלגות בוגרי תואר ראשון, גברים ($N=47,952$) לעומת נשים ($N=71,688$), בסיום לימודי כימיה לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM
- 41 **איור 13.** התפלגות תלמידי תיכון, יהודים ($N=326,064$), ערבים ($N=78,821$), ו"אחרים", בבחירה במגמה מדעית ושאינה מדעית
- 43 **איור 14.** התפלגות סטודנטים בשנה א', יהודים ($N=159,640$), ערבים ($N=22,671$) ו"אחרים", בבחירה במסלול לימודים מדעי ושאינו מדעי
- 43 **איור 15.** התפלגות בוגרי תואר ראשון, יהודים ($N=106,535$), ערבים ($N=11,730$), ו"אחרים", בסיום מסלול לימודים מדעי ושאינו מדעי
- 44 **איור 16.** התפלגות (באחוזים) הלומדים במגמת כימיה בתיכון לפי מגדר לאורך השנים. בנים ($N=19,668$) ; בנות ($N=28,756$)
- 45 **איור 17.** התפלגות (באחוזים) הלומדים במגמות מדעיות אחרות בתיכון לפי מגדר. בנים ($N=74,040$) ; בנות ($N=63,204$)
- 46 **איור 18.** התפלגות (באחוזים) הלומדים במגמות שאינן מדעיות בתיכון לפי מגדר. בנים ($N=97,658$) ; בנות ($N=132,616$)
- 46 **איור 19.** התפלגות אחוז המתחילים לימודי כימיה בשנה א' לתואר ראשון לפי מגדר. גברים ($N=1,396$) ; נשים ($N=2,278$)
- 47 **איור 20.** התפלגות אחוז המתחילים לימודי STEM אחרים בשנה א' לתואר ראשון לפי מגדר. גברים ($N=33,186$) ; נשים ($N=18,477$)
- 48 **איור 21.** התפלגות אחוז המתחילים לימודי NonSTEM בשנה א' לתואר ראשון לפי מגדר. גברים ($N=42,189$) ; נשים ($N=88,047$)
- 48

איור 22. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול כימי לפי מגדר. גברים (N=944); נשים (N=1,563).....	49
איור 23. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר לפי מגדר. גברים (N=19,852); נשים (N=11,119).....	50
איור 24. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול NonSTEM לפי מגדר. גברים (N=27,145); נשים (N=59,005).....	50
איור 25. התפלגות בחירה במגמת כימיה בקרב לומדים ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה תלמידים יהודים פנו למגמת כימיה מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=31,505); ערבים (N=15,767); אחרים (N=1,152).....	52
איור 26. התפלגות בחירה במגמה מדעית אחרת בקרב לומדים ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה תלמידים יהודים פנו למגמה מדעית אחרת מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=104,309); ערבים (N=29,776); אחרים (N=3,159).....	52
איור 27. התפלגות בחירה במגמה שאינה מדעית בקרב לומדים ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה תלמידים יהודים פנו למגמה שאינה מדעית מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=190,250); ערבים (N=33,278); אחרים (N=6,746).....	53
איור 28. התפלגות בחירה במסלול כימי בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה סטודנטים יהודים פנו למסלול כימי מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=3,039); ערבים (N=520); אחרים (N=115).....	54
איור 29. התפלגות בחירה במסלול STEM אחר בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה סטודנטים יהודים פנו למסלול STEM אחר מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=45,366); ערבים (N=4,980); אחרים (N=1,317).....	55
איור 30. התפלגות בחירה במסלול NonSTEM אחר בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה סטודנטים יהודים פנו למסלול STEM אחר מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235); ערבים (N=17,171); אחרים (N=1,830).....	55
איור 31. התפלגות בוגרי תואר ראשון במסלול כימי ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה בוגרים יהודים סיימו מסלול כימי מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235); ערבים (N=17,171); אחרים (N=1,830).....	57
איור 32. התפלגות בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה בוגרים יהודים סיימו מסלול STEM אחר מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235); ערבים (N=17,171); אחרים (N=1,830).....	57
איור 33. התפלגות בוגרי תואר ראשון במסלול NonSTEM ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה בוגרים יהודים סיימו מסלול NonSTEM מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235); ערבים (N=17,171); אחרים (N=1,830).....	58
איור 34. התפלגות הנתונים לפי סוגי המגמות והמסלולים לאורך כל תקופות הלימוד.....	63
איור 35. התפלגות הבחירה במקצועות הכימיה והמדעים לאורך כל תקופות הלימוד (תיכון, שנה א' וסיום תואר), בקרב בוגרי מגמת כימיה בתיכון.....	70

איור 36. התפלגות הבחירה במקצועות הכימיה והמדעים לאורך כל תקופות הלימוד (תיכון, שנה א' וסיום תואר), בקרב בוגרי מגמה מדעית אחרת בתיכון.....	72
איור 37. התפלגות הבחירה במקצועות הכימיה והמדעים לאורך כל תקופות הלימוד (תיכון, שנה א' וסיום תואר), בקרב בוגרי מגמה שאינה מדעית בתיכון.....	74
איור 38. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון (בכימיה, ב-STEM אחר, וב-NonSTEM) לפי סוג המגמה בתיכון (כימיה, מדעית אחרת, לא מדעית), N=118,801.....	76
איור 39. מודל הגדלת מספר לומדי הכימיה בתיכון, באקדמיה, המשתלבים בהוראה ובתעשייה הכימית.....	81

רשימת טבלאות

טבלה 1. התפלגות קבוצות העניין לפי כלי המחקר, בכירים, נשים ומיעוטים.....	16
טבלה 2. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי גיל (מקובץ).....	17
טבלה 3. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי מגזר.....	17
טבלה 4. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי רמת ההשכלה.....	17
טבלה 5. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי סוג ההתמחות בכימיה בהשכלה הגבוהה.....	18
טבלה 6. התפלגות קבוצות העניין לפי מספר שנות הותק בעבודה הנוכחית.....	20
טבלה 7. התפלגות קבוצת הסטודנטים לפי תכנון קריירה עתידית (לגבי תעשיינים ומורים נתון זה אינו רלוונטי).....	20
טבלה 8. מהימנות אלפא של קרונבך עבור כל אחד מגורמי השאלון.....	22
טבלה 9. גורמים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה, על בסיס ניתוח גורמים לשאלון וניתוח תוכן לראיונות.....	24
טבלה 10. אחוז השכיחות של הרמה הגבוהה בכל גורם (מהגבוה לנמוך) בקרב התעשיינים.....	28
טבלה 11. אחוז השכיחות של הרמה הגבוהה בכל גורם (מהגבוה לנמוך) בקרב המורים.....	28
טבלה 12. אחוז השכיחות של הרמה הגבוהה בכל גורם (מהגבוה לנמוך) בקרב הסטודנטים.....	29
טבלה 13. התפלגות המדגם (באחוזים) ביחס למגדר ומגזר.....	34
טבלה 14. התפלגות הלומדים לפי סוג המגמה בתיכון וסוג המסלול בשנה א' לתואר ראשון.....	60
טבלה 15. התפלגות הלומדים אשר למדו במגמת כימיה בתיכון, לפי סוג המסלול בשנה א' לתואר ראשון בהשכלה גבוהה וסוג המסלול אותו סיימו.....	64
טבלה 16. התפלגות הלומדים אשר למדו במגמה מדעית אחרת בתיכון, לפי סוג המסלול.....	66
טבלה 17. התפלגות הלומדים אשר לא למדו במגמה מדעית בתיכון, לפי סוג המסלול.....	68

תקציר

לפני למעלה מעשור קבוצות עבודה במוסד נאמן בחנו את עתיד תעשיות הכימיה בישראל. אחת מארבע קבוצות העבודה התמקדה בשאלה 'חינוך כימי לאן?'. בהובלתה של פרופ' דורי נחקרו כימאים, מהנדסי כימיה, אנשי אקדמיה ומורים בדגש על מצב הכימיה בישראל ולאן מועדות פני החינוך הכימי. כיום, חלו שינויים במערכת החינוך בתיכונים ובהשכלה הגבוהה ומספר התלמידים בתיכון והסטודנטים באוניברסיטאות הבוחרים ללמוד כימיה הולך ומצטמצם. כמו כן, מספר מורי הכימיה בישראל הלך והצטמצם עקב פרישת מורים רבים וסגירת מגמות מדעיות בבית הספר התיכונים.

פרויקט מחקרי זה נועד לתת מענה לשאלות המחקר הבאות:

- א. מהם הגורמים המשפיעים על תהליכי בחירה והתמדה במקצוע של מדענים, כימאים ומהנדסי כימיה, מורים לכימיה וסטודנטים לעסוק במקצוע הכימיה באקדמיה או בתעשייה הכימית, ללמד וללמוד כימיה?
- ב. האם חלו שינויים, ואם כן מהם, בשני העשורים האחרונים בהיבט הבחירה בלימודי הכימיה בתיכונים ובאוניברסיטאות?
- ג. מהן הפעולות המומלצות לעידוד בחירה והתמדה במקצוע הכימיה, הנדסה כימית ותחומים קרובים?

המחקר כלל כ-200 משתתפים ומשתתפות, מתוכם כ-25 חברי וחברות סגל העוסקים במחקר בתחום הכימיה באקדמיה הישראלית, כ-70 כימאים, כימאיות, ביוכימאים ומהנדסי כימיה, כ-60 מורים ומורות לכימיה בקריירה ראשונה ושנייה וכ-60 סטודנטים הלומדים כימיה בשנתם השלישית. חלק מהמורים המשתתפים למדו בתכנית לימודים דו-שנתית – "מבטים", הפועלת להגדלת מספר המורים לכימיה בתקווה להשפיע הן על הבחירה בתיכון והן על הגדלת מספר הסטודנטים הבוחרים ללמוד כימיה באוניברסיטאות, ואילו במסלול להוראת הכימיה בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון. המחקר הינו מחקר משולב ומתבסס על ראיונות עומק ושאלונים.

ממצאי המחקר העלו כי תהליכי הבחירה במקצוע הכימיה מתייחסים לגורמים שונים מעודדי בחירה במקצוע: אישי, סביבתי והתנהגותי. בהיבט האישי – נמצאו לדוגמה תכונות אישיות כגון שאיפה למצוינות או ענין בתחום; בהיבט הסביבתי – דמויות בעלות השפעה כגון מורה לכימיה בתיכון או מנחה לדוקטורט, חשיפה למדע במהלך לימודי מגמה בתיכון או מסרים סוציו-תרבותיים כגון יוקרת המקצוע או הכוונה במשפחה; בהיבט ההתנהגותי – אתגרים וחסמים אשר התרחשו בפועל בתהליך בנית הקריירה או הדילמה בקרב נשים במיוחד כיצד לשלב קריירה ומשפחה. כל אילו הם הגורמים המשפיעים על בחירה ללמוד כימיה בתיכון ובאוניברסיטה וכן התמדה בתעסוקה כבוגרים באותו תחום מקצועי אשר למדו כסטודנטים.

בהתייחס לפעולות מעודדות בחירה והתמדה במקצוע הכימיה, עולה כי להשתתפות בתכנית "מבטים" פוטנציאל לעידוד הבחירה וההתמדה בקרב מורים משתתפי התכנית. המורים לכימיה הללו מביעים תחושות של יעוד ורצון לתרום ולשרת כסוכני שינוי במקצוע ההוראה. כמו כן, נמצא שלתכנית גמישות בשילוב בין הניסיון המקצועי הקודם של המשתתפים, הציפיות שלהם ממקצוע ההוראה, וצרכי הלמידה שלהם.

למחקר זה השלכות יישומיות שנועדו להגדיל את מספר התלמידים והסטודנטים הבוחרים ללמוד כימיה בתיכון ובאוניברסיטאות ולעסוק בכימיה כמקצוע עתידי. כמו כן, ההמלצות עשויות לסייע בהגדלת מספר המורים לכימיה והחזרת עטרה ליושנה במגמות בתיכון, בתקווה שבכך נשפיע על הגדלת הבחירה במקצוע מדעי בתיכון ובאוניברסיטה בדגש על כימיה.

רציונל

הכימיה הנה צומת בסיסית המהווה תשתית עבור שאר תחומי המדעים, הן ברמה האקדמית והן ברמה הטכנולוגית והתעשייתית (Aikenhead, 2003). הידע הכימי הבסיסי הנו מרכיב בלתי נפרד ממקצועות המוגדרים כמקצועות כימיים קלאסיים – כימאים, מהנדסי חומרים, ביוכימאים הנדסאי כימיה וטכנאי כימיה, והן כבסיס ומסייע חיוני למגוון רחב של מקצועות אחרים החל ממקצועות ההנדסה ועד למגוון מקצועות הרפואה. כ-20% מהתוצר הלאומי הגולמי מגיע מעיסוק בכימיה משמע, כל משפחה חמישית מתפרנסת מתעשיות הכימיה ותחומים קרובים. בשני העשורים האחרונים ששה מדענים ישראליים זכו בפרסי נובל מתוכם ארבעה זכו בתחום הכימיה ושלושה מתוכם הם פרופסורים בטכניון: **פרופ' אהרן צ'חנובר ופרופ' אברהם הרשקו** מהטכניון זכו בפרס נובל בכימיה בשנת 2004, **פרופ' עדה יונת** ממכון ויצמן למדע זכתה בפרס נובל בכימיה בשנת 2009 ו**פרופ' דן שכטמן** מהטכניון זכה בפרס נובל בכימיה בשנת 2011.

על כן, מקצוע הכימיה הוא בעל חשיבות לאומית כלכלית למדינת ישראל ולעולם בכלל. עם זאת, מדינות מפותחות רבות מתמודדות עם מיעוט סטודנטים הבוחרים להמשיך בקריירה בתחומי המדעים השונים בכלל, ובכימיה בפרט (Jacobs & Simpkins, 2005). גם בישראל, הביקוש לכימאים ולמהנדסי כימיה בתעשייה ובמחקר הינו גדול. אך תמונת המצב כיום אינה מצביעה על יכולת לספק לאקדמיה, לתעשייה הישראלית ולמערכת החינוך את כוח האדם הנדרש לו. במוסדות האקדמיים, ובעיקר באוניברסיטאות השונות, מספר לומדי הכימיה הינו נמוך ביחס לשנים קודמות (דו"ח הוועדה לקידום וייצוג נשים במוסדות להשכלה גבוהה, 2015). הנתונים העומדים לפנינו מצביעים על משבר קשה במאגר הכימאים בשנים הבאות, בכל הרבדים, ביחס לצרכי המשק. לכן אם לא יחול שינוי, מצב זה ישפיע לרעה בעתיד על כלל המערכות: תעשייה, אקדמיה וחינוך, והמחסור יבוא לידי ביטוי בהעדר כוח אדם מתאים לאיוש כימאים בתעסוקה שונה ומגוונת במשק.

לפני למעלה מעשור (2005) קבוצות עבודה במוסד נאמן בחנו את עתיד תעשיות הכימיה בישראל. אחת מארבע קבוצות העבודה התמקדה בשאלה חינוך כימי לאן. בהובלתה של פרופ' דורי נחקרו כימאים, מהנדסי כימיה, אנשי אקדמיה ומורים בדגש על מצב הכימיה בישראל ולאן מועדות פני החינוך הכימי. **בהיבט של חינוך והוראה**, מהדו"ח עלה כי יש להגדיל את מספר הלומדים כימיה החל מחטיבת הביניים, היות ואחוז הנבחנים בבחינת הבגרות בכימיה עמד על כ-10% בלבד. כמו כן, לעודד לומדים לבחור בכימיה בהיקף מוגבר על ידי הגדלת הבונוס שהם מקבלים באוניברסיטאות ובטכניון והשוואתו לזה הניתן בפיזיקה. בהתאם, יש להגדיל את מספר השעות המוקצות ללימודי המדעים הן בבתי הספר (כבר ביסודי) והן בחינוך הבלתי פורמאלי, ולתגמל מורי כימיה המשתלמים בתכניות לימודים חדשות. שכן תכניות הלימודים החדשות נכתבו ברוח חדשנית ועומדות על הקשר בין הכימיה והעולם הסובב אותנו. בנוסף, כיוון שתדמית הכימיה בקהל הרחב ובקרב ילדים ונוער הינה של הכימיה הקלאסית "המזהמת", יש להטמיע את מושג הכימיה, כבר בגיל צעיר כמושג מדעי, יצירתי המתחבר כמעט לכל מוצר ופיתוח: תעשייה, מזון, מיחשוב, תרופות,

ספורט, ביגוד ואומנות. כמו כן, עלתה תמונת מצב עגומה בנוגע למצבם הרעוע של המעבדות במרבית בתי הספר, מצב המצריך השקעת תקציבים רבים יותר לשם ריענון ציוד ושדרוג המעבדות, כולל רכישה ערכות חיישנים ומולטילוגים, כמו כן, עלה הצורך לעודד חיבור בין התעשייה, האקדמיה, ותחום הוראת הכימיה בתיכון ע"י הקמת פורום משותף וקרן מלגות לעידוד בחירה בכימיה, להדגיש כבר מגיל צעיר את היופי שבכימיה ולשבור את התמידות של הכימיה הקלאסית ע"י עידוד מקומות עבודה לבנות מרכזי מבקרים, ופיילוטס קטנים וידידותיים לציבור הרחב.

בבחינת מצב הכימיה בחינוך, באקדמיה ובתעשייה כיום, מספר התלמידים בתיכון והסטודנטים באוניברסיטאות הבוחרים ללמוד כימיה הולך ומצטמצם. נתונים על הוראת הכימיה בתיכון בישראל מתייחסים לירידה במספר שעות ההוראה בכימיה, אשר יש להם השפעה ישירה על הבחירה במגמת כימיה בתיכון. ואכן, נתונים מצביעים על כך שבחינוך העברי ירד שיעור בתי הספר המלמדים כימיה, כאשר בפרט ביישובי הפריפריה בדרום, תלמידים כלל אינם ניגשים לבחינת הבגרות במגמת כימיה. עם זאת, יש לציין כי בחינוך הערבי מספר שעות הוראת הכימיה נמצא במגמת עלייה (דו"ח מוסד נאמן, 2013). כמו כן, מספר מורי הכימיה בישראל הלך והצטמצם עקב פרישת מורים רבים ואי-כניסה של מספר גדול דיו ליצירת כוח הוראה צעיר לתחומי הוראת הכימיה. על-פי דו"ח אודות החינוך המדעי והטכנולוגי בישראל שנערך במוסד נאמן למחקר מדיניות לאומית (2013), מספר המורים להוראת הכימיה ירד ב-18 אחוז, מ-891 בשנת 1998 ל-729 בשנת 2010.

פרויקט מחקרי זה נועד לבחון את תהליכי הבחירה בלימודים ובקריירה בתחום הכימיה על-פי עמדות בעלי עניין שונים, את השינויים שחלו בהיבט הבחירה בשני העשורים האחרונים ולהציע פעולות שניתן לבצע בעתיד במטרה לעודד בחירה והתמדה במקצוע הכימיה.

1. רקע תיאורטי

הבנת הרציונל העומד מאחורי בחירת קריירה, הפך לנושא מחקרי חשוב בהוראת המדעים והכימיה בפרט. בהתאם לכך, קיים צורך להבין כיצד הפרט בוחר ומתמיד בעניין שלו בכימיה ואפשרויות הקריירה העומדות בפניו.

1.1 התאוריה החברתית-קוגניטיבית SCT

במהלך כ-40 השנים האחרונות נערכו מחקרים רבים לבחינת הגורמים המשפיעים על בחירת קריירה. בנדורה (Bandura, 1978, 1991) דיבר על שלושה גורמים עיקריים המשפיעים על תהליכי קבלת החלטות וכתוצאה מכך, התנהגות. לפי התיאוריה של בנדורה, התנהגותו של הפרט מושפעת מן הסביבה ונוצרת מערכת של יחסי גומלין בין הפרט והסביבה. בהתאם לכך, בנדורה הציג מודל של מנגנון אינטראקציה הנקרא "triadic reciprocally". מנגנון זה כולל שלושה גורמים: אישיים, סביבתיים והתנהגותיים.

ההנחה היא כי הבחירה במקצועות המדעים מורכבת מסדרה של בחירות והישגים אשר מתחילים כבר בתקופת הילדות והבגרות. הישגים הקשורים להתנהגות כמו בחירה בחינוך או קריירה, קשורים בצורה ישירה במסוגלות העצמית והציפיות להצלחה (self-efficacy) ולערך המוסף של האופציות השונות הנתפסות כזמינות. היכולות והאמונות להצלחה במקצועות המדעים, מושפעים מנורמות תרבותיות, גנטיקה התנהגותית, התנסויות חברתיות, כישורים, ותגובות רגשיות לחוויות קודמות במהלך ההתבגרות (Eccles, Wigfield, & Schiefele, 1998). במילים אחרות, המאפיינים האישיותיים והתנסויות קודמות הקשורים למקצועות המדעים, מעצבים את תחושת המסוגלות העצמית, העניין, ערכי המשימה, והמטרות לטווח רחוק, אשר משפיעים בסופו של דבר על בחירה בחינוך מדעי וקריירה בתחום זה, או בכל תחום אחר.

לכן ניתן לומר כי הפרט (ללא הבדל מגדרי) שוקל באופן רציונאלי את היתרונות והחסרונות של בחירות חינוכיות ומקצועיות שונות, תוך התחשבות בתחושת המסוגלות שלו, כך שיוכל להביא לידי מיצוי את היכולות שלו. לכן, הבחירה בקריירה בתחום זה או אחר, מושפעת מההיררכיה הפנימית שקיימת אצל הפרט לגבי הציפיות שלו להצלחה וערכי המשימה הסובייקטיביים שלו (Eccles et al., 1998). לכן, ניתן להניח כי הבדלים בין נשים וגברים בבחירה במקצועות ה-STEM, קשורים להבדלים באמונות המוטיבציוניות (כמו: מסוגלות עצמית, עניין וערך המשימה) הקיימים לעיתים כאשר מוצאים הבדלים במגדר (Wang & Degol, 2013).

1.2 תיאוריית הקריירה הקוגניטיבית-חברתית SCCT – Social Cognitive Career Theory

תיאוריית הקריירה הקוגניטיבית החברתית (SCCT) שהוצגה על-ידי לנט ועמיתיו (Lent, Brown, & Hackett, 1994), מציגה מודל אינטגרטיבי לתהליך של בחירת קריירה, ומבוססת על התיאוריה הקוגניטיבית חברתית של בנדורה (Bandura, 1978).

מבחינת הגורמים האישיים ניתן למנות: יכולות והישגים אקדמיים, מסוגלות עצמית, מוטיבציה פנימית, ושאיפות לקריירה בתחום המדעים בגיל צעיר (Glynn, Brickman, Armstrong, & Taasobshirazi, 2011; Wild, 2015). נמצא כי סטודנטים אשר מפגינים בגיל צעיר עניין ושאיפות לבחור בקריירה בתחום המדעים הם בעלי סיכוי גדול יותר לבחור בתחום מדעי כקריירה לעתיד.

ובפרט בכימיה (Mahdi, 2014). בנוסף, מוטיבציה פנימית, כמו עניין וסקרנות לגבי מקצוע הכימיה, נמצא כגורם מרכזי לבחירה במסלול אקדמי בכימיה (Ogunde, Overton, Thompson, Mewis, 2017).

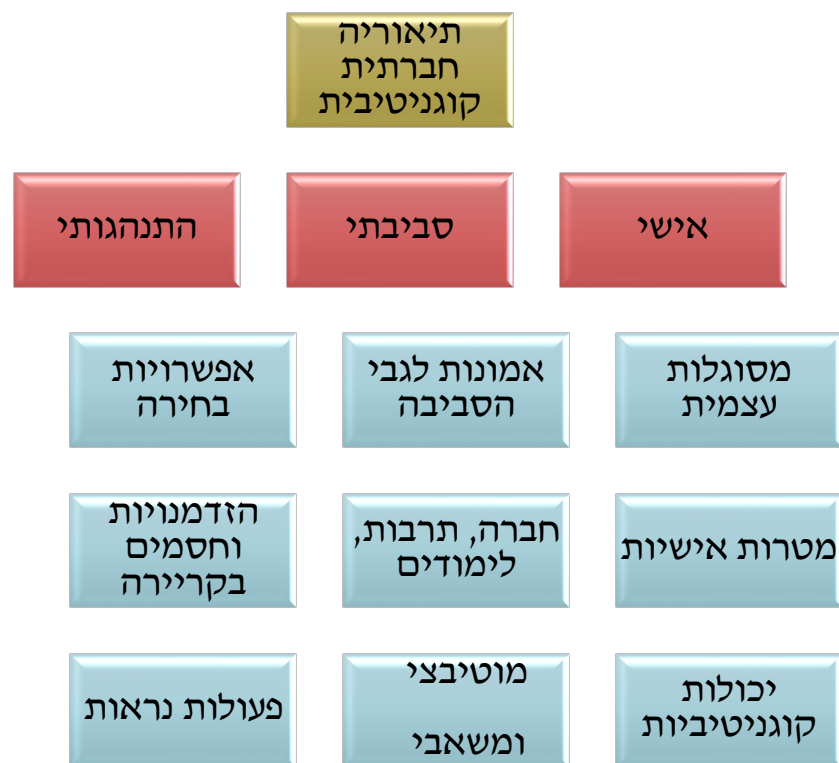
מבחינת הגורמים הסביבתיים, השאלה כיצד ה"כימיה" נתפסת וכיצד היא מוצגת על ידי החברה, נמצאה כבעלת השפעה רבה על הבחירה בכימיה. שכן, ה"כימיה" נוטה להיתפס בעיניי הסביבה כמקצוע מסוכן. למעשה, נוטים לקשר אותה עם תהליכים שליליים כגון זיהום הסביבה. לתלמידים יש סטיגמה ותדמית לגבי מדענים בכימיה שהם משעממים, חנונים, עובדים קשה ועוד. החברה מתחזקת תדמית זו, מה שעלול להשפיע לרעה על הסיכוי שתלמידים יבחרו בכימיה כקריירה עתידית. גורם סביבתי משמעותי נוסף שמודגש על ידי הספרות הוא תפקיד המורה ותהליך ההוראה עצמו שהמורה מוביל. לבסוף, מבחינה התנהגותית, חשיפה והתנסויות קודמות לתחום הכימיה עשוי להוביל לבחירה בתחום הכימיה (Kniveton, 2004). שכן, בחירת קריירה מושפעת מניסיון קודם בתחום באחד משלבי החיים של הפרט (Lent & Brown, 2013).

שלושת גורמים אלו פועלים כמנגנון משולב המשפיעים זה על זה באופן דו-כיווני. לדוגמה, אם מורה מבקש מתלמידו להקדיש יותר תשומת לב לשיעור והתלמיד משנה את התנהגותו כתוצאה מכך, זה מראה כיצד גורם חיצוני סביבתי יכול להשפיע על התנהגותו של התלמיד (Schunk & Usher, 2012). המושג מסוגלות עצמית שפותח ע"י Bandura (1978) מכיל שני מרכיבים שהם תפיסה עצמית והערכה עצמית. כאשר, תפיסת המסוגלות האישית משפיעה על התנהגות הפרט, המוטיבציה והמעורבות בלמידה. לכן, הערכה עצמית נמוכה של הפרט ביחס ליכולתו תגביל את מידת השתתפותו בפעילות מסוימת והסיכוי שיותר עליה יהיה גבוה. לפיכך, הערכה עצמית נמוכה יכולה להוות מחסום לפיתוח קריירה. כמו כן, גורמים סביבתיים חיצוניים משפיעים גם הם על בחירת קריירה ולעיתים מונעים את השגת הקריירה הרצויה. אלו יכולים להיחשב כמחסומי קריירה חיצוניים או פנימיים. דוגמאות למחסומים חיצוניים: סטראוטיפים חברתיים, יחס כלפי נשים, היעדר סביבה תומכת ועוד (Creed & Patton, 2004). מחסומי קריירה עלולים למנוע מהפרט בחירה מסוימת אפילו אם רמת מסוגלותו גבוהה. אמונתו של הפרט בנוגע ליכולת שלו להצליח בהתמודדות עם המטלות הנדרשות לצורך קבלת החלטות קריירה, תפחית את רמת מחסומי הקריירה ותגרום לו לפעול לקראת בחירת קריירה באופן ממוקד, מתמיד ויציב (Creed, 2006). Patton, & Prideaux, 2006). לכן, הפרט יפתח עניין בקריירה כאשר יהיה בטוח בכישוריו וביכולותיו. פיתוח העניין בקריירה יוביל להגדרת מטרות להשגת קריירה ובסופו של דבר לביצוע פעולות המובילות לבחירה ולהשגה של הקריירה (Lent et al., 1994).

בהתאם לכך, תיאוריית ה-SCCT מתייחסת לגורמים אשר יוצרים ומפתחים עניין בקריירה ובאקדמיה, לאופן בו נבחנות אופציות שונות לבחירת קריירה וכיצד הן הופכות ממחשבה לפעולה, תוך דגש על המסוגלות העצמית של הפרט. בפרט, התיאוריה נשענת על ההנחה כי התפתחות אקדמית ומקצועית מתרחשות במקביל, ומציגה שלושה שלבים מרכזיים בתהליך של בחירה ותחזוקת קריירה: (א) פיתוח עניין מקצועי, (ב) ביסוס הבחירה במקצוע הרלוונטי, ו- (ג) ביסוס בפועל של הבחירה המקצועית (Lent et al., 1994). בהמשך, לנט ובראון (Lent & Brown, 2013) הוסיפו שלב רביעי לתהליך של בחירת קריירה, והוא שביעות רצון מהבחירה.

לנט ועמיתיו (Lent et al., 1994), מתארים שני סוגים בסיסיים של גורמים קונטקסטואליים: (א) המרוחקים, הקשורים לרקע ממנו הפרט הגיע. (ב) הקרובים, הקשורים לאירועים שקרו סמוך למועד ההחלטה של בחירת הקריירה. גורמים קונטקסטואליים אלה, קרובים ורחוקים כאחד, מושפעים מהתרבות, מהמצב הסוציאקונומי, מהציפיות החברתיות של תפקידים מגדריים מהסביבה וכדומה. גורמים קונטקסטואליים אלו יכולים לתמוך בבחירה של הפרט בקריירה מסוימת או להיות עכשווי למכשול לקראת היעד הרצוי עבורו. לרוב, התמיכות והחסמים בבחירת קריירה, מיוחסים להשפעות הפרוקסימליות (האחרונות), ולא לגורמים המרוחקים בזמן. הן התמיכות והן החסמים יכולים להשפיע על המסוגלות עצמית, אשר משפיעה על היעדים והפעולות לבחירת הקריירה (Lent, Brown, Schmidt, Brenner, Lyons, & Treistman, 2003).

לסיכום (ראה איור 1-1), תיאוריית SCCT מציגה מודל מורכב המערב אינטראקציות רבות הנוגעות למסוגלות עצמית, ציפיות מהתוצאה, עניין בקריירה, בחירה בקריירה וגורמים קונטקסטואליים שונים. המודל קשור לפיתוח עניין בבחירת קריירה, לביצועים אקדמיים ולסיפוק בעבודה ובחיים. המודל הני"ל הוא מעגלי במובן זה שהוא משפיע באופן עקיף או ישיר על הפרט לאורך כל תקופת החיים בנוגע לבחירותיו (Lent et al., 1994).



איור 1. הגורמים המשפיעים על מרכיבי קבלת החלטות

Bandura, 1978; 1991; Lent, Brown, and Hackett, 2002

1.3 גורמים מעודדי בחירה בקריירה בהוראת הכימיה

המוטיבציה של מורה לבחור בקריירה בהוראה בכלל ובהוראת הכימיה בפרט זוהתה כמרכיב ללמידה והוראה משמעותית ולהובלתם של תלמידים להצלחה (Heinz, 2015). הגורמים

המרכזיים שזוהו בספרות הינם גורמים אישיים אשר כוללים מוטיבציה פנימית, מוטיבציה חיצונית וגורמים אלטרואיסטים (Richardson & Watt, 2016).

מוטיבציה חיצונית, מתייחסת לגורמים כגון סביבת עבודה גמישה שמאפשרת שילוב בין קריירה למשפחה, תנאי עבודה נוחים, בטחון כלכלי, תנאים ושעות עבודה נוחות, חופשות, סטטוס, ויוקרה (Klassen, AlDhafri, Hannok, & Betts, 2011). מוטיבציה פנימית, כוללת בתוכה יכולות טבעיות להוראה ומסוגלות עצמית גבוהה, אהבה לתלמידים ובני נוער, הנאה ממקצוע ההוראה, זיקה למקצוע, יכולות אקדמיות, תכונות מנהיגות ואתגר אינטלקטואלי (Heinz, 2015). מניעים אלטרואיסטים, מתייחסים לתחושת השליחות של המורה והרצון שלו לעשות שינוי במערכת החינוכית ולהשפיע על בני נוער. כמו כן הרצון לשרת כסוכן שינוי אשר תורם לקהילה באמצעות העבודה החינוכית בהוראה (Friedman, 2016; Kass & Miller, 2018). בנוסף לגורמים האישיים, ניתן למצוא בספרות גם עדות לגורמים מוטיבציוניים התנהגותיים. לדוגמא, במחקר שבדק את המניעים של 278 מורי כימיה, פיסיקה וביולוגיה לבחור בקריירה בהוראה, נמצא כי 35% מהמשתתפים בחרו במקצוע מכיוון שרצו לעסוק בהוראה, בעוד ש 21% ציינו שהגיעו במקרה להוראה ולא תכננו מלכתחילה להיות מורים אך לאחר החוויה החיובית וההנאה בכיתה החליטו להישאר ולהמשיך ללמד (Dawes, 2017).

מתוך מחקרם של יאסין ויוגין (Yasin & Yueying, 2017), סטודנטים טוענים כי יש לקיים אינטראקציה יותר משמעותית עם סביבות עבודה שונות בתחום הכימיה, כבר בשלבים מוקדמים של הלימודים, שכן יש אי התאמה בין המיומנויות שנרכשות על ידי סטודנטים לתואר ראשון לבין המיומנויות הנדרשות על ידי המעסיקים. לאור הנוף הכלכלי המשתנה, ניתן לעשות יותר כדי להבטיח מעבר חלק יותר למקום העבודה על ידי טיפוח תקשורת ושיתוף פעולה הדוק יותר בין האקדמיה והתעשייה. תכנית הלימודים יכולה להיות מותאמת למאה ה-21 ולכלול אסטרטגיות נוספות כדי לשפר את כישורי ההעסקה ההכרחיים לסטודנטים עם כניסתם לשוק העבודה.

הדו"ח הנוכחי בוחן את המצב כיום ואת התמורות שחלו בעשור האחרון, בהשוואה לממצאי הדו"ח הקודם משנת 2005, ומציע פעולות מומלצות לעתיד לשיפור וחיזוק מקצוע הכימיה במערכת החינוך בתיכון ובהשכלה הגבוהה ועד בכלל. מחקר זה מבוסס על התאוריה הקוגניטיבית-חברתית (Social Cognitive Theory – SCT) והתיאוריה של הקריירה הקוגניטיבית-חברתית (Social Cognitive Career Theory – SCCT), אשר עוסקות בשאלה כיצד נוצרת התנהגות או כיצד מבשילה ההחלטה על כיוון אקדמי ומקצועי, על סמך מה החלטות קריירה מתבצעות וכיצד החלטות אלו הופכות למציאות בפועל. מטרת המחקר היא לזהות את הגורמים אשר השפיעו ו/או עלולים להשפיע על בחירה והתמדה בקריירה בתחום הכימיה על בסיס עמדות בעלי עניין שונים בתחום הכימיה: מדענים, תעשיינים, סטודנטים ומורים.

1.4 שאלות המחקר

- א. מהם הגורמים המשפיעים על תהליכי בחירה והתמדה במקצוע של מדענים, כימאים ומהנדסי כימיה, מורים לכימיה וסטודנטים לעסוק במקצוע הכימיה באקדמיה או בתעשייה הכימית, ללמד וללמוד כימיה?
- ב. האם חלו שינויים, ואם כן מהם, בשני העשורים האחרונים בהיבט הבחירה בלימודי הכימיה בתיכונים ובאוניברסיטאות?
- ג. מהן הפעולות המומלצות לעידוד בחירה והתמדה במקצוע הכימיה, הנדסה כימית ותחומים קרובים?

בהתאם לכך, הדו"ח מורכב משלושה חלקים עיקריים: **חלק א'** – תהליכי הבחירה במקצוע הכימיה בשלבי לימוד וקריירה שונים; **חלק ב'** – השינויים שחלו בשני העשורים האחרונים בהיבט הבחירה; **חלק ג'** – פעולות מומלצות לעידוד בחירה והתמדה במקצועות הכימיה.

חלק א':

**תהליכי הבחירה במקצוע
הכימיה בשלבי לימוד וקריירה
שונים**

2. מתודולוגיה – חלק א'

2.1 מדגם

במחקר נחקרו 221 משתתפים, המשוויכים לאחת מארבע קבוצות עניין, על בסיס רצף רחב היקף של רמת מומחיות וניסיון בתחום הכימיה. ארבע הקבוצות היו: (1) מדענים, (2) כימאים ומהנדסי כימיה או בקצרה תעשיינים, (3) מורי כימיה בקריירה ראשונה ושניה או בקצרה מורים ו-(4) סטודנטים הלומדים כימיה או מקצועות קרובים. להלן נרחיב לגבי כל קבוצה.

1. **מדענים (N = 25)**, המונח מדען מתייחס לתיאור חוקרים ומרצים באוניברסיטאות ומכוני מחקר. הנבדקים בקטגוריה נבחרו ממגוון אוניברסיטאות גדולות ושני מכוני מחקר בישראל. מדענים אלה נחשבים מומחים בתחומי הכימיה השונים. מתוכם 48% נשים, 40% בכירים ו-8% מיעוטים. נבדקים אלו הביעו הסכמה להשתתף במחקר ורואיינו באופן אישי.
2. **תעשיינים (N = 70)**. עובדי תעשייה ומחקר מתחום הכימיה, ביוכימיה וההנדסה הכימית מתוכם 56.1% נשים.
3. **מורים (N = 72)**. מורים המלמדים את מקצוע הכימיה בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה בישראל, מתוכם כ-80% נשים.
4. **סטודנטים (N = 54)**. סטודנטים לתואר ראשון בתחום הכימיה, ממגוון אוניברסיטאות ומכוני מחקר בישראל, מתוכם כ-70% נשים.

להלן תיאור דמוגרפי של הנבדקים מכל קבוצות העניין – מדענים, תעשיינים, מורים וסטודנטים (ראה טבלה 1-7, 2).

טבלה 1. התפלגות קבוצות העניין לפי כלי המחקר, בכירים, נשים ומיעוטים

קבוצת מחקר	N	ראיונות ¹	שאלונים	% בכירים	% נשים	% מיעוטים
סה"כ	219	48	190	-	50%	24%
חברי סגל	25	25	-	40%	48%	8%
תעשיינים	70	7	66	50%	54%	20%
מורים קריירה ראשונה	46	5	46	76%	78%	33%
מורים קריירה שניה	26	5	24	-	83%	44%
סטודנטים	54	11	54	-	72%	20%

¹ נערכו ראיונות גם עם נציגים מקבוצות העניין הנוספות – תעשיינים, מורים וסטודנטים

טבלה 2. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי גיל (מקובץ)

קבוצת גיל	אחוז הנבדקים	
20-30	30.3%	תעשיינים (N=66)
31-40	45.5%	
41-50	19.7%	
+51	4.5%	
20-30	21.4%	מורים (N=70)
31-40	24.3%	
41-50	21.4%	
+51	32.9%	
20-30	100%	סטודנטים (N=54)

טבלה 3. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי מגזר

מגזר	אחוז הנבדקים	
יהודי	80.3%	תעשיינים (N=66)
אחר	19.7%	
יהודי	62.9%	מורים (N=70)
אחר	35.7%	
יהודי	77.8%	סטודנטים (N=54)
אחר	22.2%	

טבלה 4. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי רמת ההשכלה

רמת השכלה	אחוז הנבדקים	
תואר ראשון	47%	תעשיינים (N=66)
תואר שני	31.8%	
PhD	13.6%	
Post Doc	7.6%	
תואר ראשון	40%	מורים (N=70)
תואר שני	50%	
PhD	7.1%	
Post Doc	2.9%	
סטודנט לתואר ראשון	100%	סטודנטים (N=54)

טבלה 5. התפלגות קבוצות העניין שהשיבו לשאלונים לפי סוג ההתמחות בכימיה בהשכלה הגבוהה

תחום התמחות	אחוז הנבדקים	
כימיה פיזיקאלית	7.6%	תעשיינים (N=66)
כימיה אורגנית	31.8%	
ננו-כימיה	6.1%	
תעשיית התרופות	15.2%	
סביבתי	4.5%	
ביוכימיה	10.6%	
אנליטיים	4.5%	
פולימרים	6.1%	
הנדסת כימיה	7.6%	
חומרים	6.1%	
תיכון	65.7%	מורים (N=70)
חטיבת ביניים	5.7%	
תיכון + חטיבת ביניים	12.9%	
יסודי	1.4%	
אחר	4.3%	
כימיה פיזיקאלית	20.4%	סטודנטים (N=54)
כימיה אורגנית	13%	
ננו-כימיה	1.9%	
תעשיית התרופות	24.1%	
סביבתי	1.9	
ביוכימיה	9.3	
חומרים	13	
אחר	14.8	

טבלה 6. התפלגות קבוצות העניין לפי מספר שנות הותק בעבודה הנוכחית

שנות ותק בעבודה נוכחית	אחוז הנבדקים	
0-5	7.6%	תעשיינים (N=66)
6-10	31.8%	
11-15	6.1%	
+16	15.2%	
מלמדים, אך לא כימיה	65.7%	מורים (N=70)
לא מלמדים	5.7%	
0-5	12.9%	
6-10	1.4%	
11-15	4.3%	
+16		

טבלה 7. התפלגות קבוצת הסטודנטים לפי תכנון קריירה עתידית (לגבי תעשיינים ומורים נתון זה אינו רלוונטי)

תכנון קריירה עתידית	אחוז הנבדקים	
מחקר	14.8%	סטודנטים (N=54)
תעשייה	18.5%	
הוראה	3.7%	
מחקר / תעשייה / הוראה	53.7%	
לא בטוח	9.3%	

2.2 כלי המחקר

במחקר זה נעשה שימוש בשאלון מקוון סגור – עבור קבוצות העניין: תעשיינים, מורים וסטודנטים; וראיונות מובנים – עבור קבוצת העניין: מדענים ומדגם מתוך שלש הקבוצות האחרות. השימוש בכלי מחקר שונים נעשה משום שאוכלוסיית המדענים הייתה הקשה לגיוס למחקר מבין המשתתפים, ועל כן על מנת להבטיח את השתתפותם, קיימנו איתם ראיון, באופן אישי, פנים מול פנים או בטלפון, בעוד שאר בעלי העניין הגיבו לשאלון המקוון. כדי להבין לעומק חלק מגורמי הבחירה ולהשיג משנה תוקף לממצאי השאלון נערכו מספר ראיונות (5-8) עם נציגים משלש קבוצות העניין הנוספות.

2.2.1 שאלון סגור מקוון

השאלון הורכב מ-38 היגדים לבחינת גורמים אשר משפיעים על בחירת קריירה בתחום הכימיה. ההיגדים נלקחו מתוך כלי מחקר אשר היו בשימוש בשני מחקרים שונים: (1) אדדוקון ועמיתיו (Adedokun, Bessenbacher, Parker, Kirkham, & Burgess, 2013), אשר בדקו את ההשפעה של מודל הערכה של הערכה עצמית. מחקר זה בדק את הקשר בין יכולת חקירה עצמית והרצון להמשיך לעסוק במדע. (2) הולנד (Holland, Daiger, & Power, 1980), אשר הציג שאלון אשר הניב שתי סקאלות להערכת הזהות המקצועית האישית וקשיים מקצועיים בקבלת החלטות. התשובות לשאלון במחקר זה ניתנו על הסקאלה של ליקרט, בטווח בין 1 ל-5, כאשר 1 מייצג "לחלוטין לא מסכים" ועד 5 המייצג "מסכים מאוד". כגון: "החלטה בדבר המשך הקריירה בכימיה הינה תהליך מתמשך וקשה עבורי"; "המורה / מרצה גרם לי להרגיש שיש לי את היכולת להמשיך במדע".

2.2.2 ראיון מובנה

הראיון הורכב מ-17 שאלות לבחינת גורמים אשר משפיעים על בחירת קריירה בתחום הכימיה, כגון: "האם היה אדם מסוים שהוביל אותך לבחור בתחום הכימיה כקריירה עתידית?"; או "האם ואילו אירוע/אירועים או ציוני דרך הובילו אותך לבחור בקריירה בתחום הכימיה?".

2.3 עיבוד וניתוח הנתונים

ניתוח כמותי של השאלונים, נערך באמצעות מבחנים סטטיסטיים בהתאם לשאלות מסוג ליקרט שנשאלו. בהתייחס לשאלת המחקר הראשונה, על מנת לזהות את הקטגוריות העיקריות אשר משפיעות על ההחלטה לבחור בקריירה בתחום הכימיה, נערכו ניתוחי גורמים לשאלון. לאחר מכן נערכו ניתוחים סטטיסטיים נוספים, מבוססי descriptive statistics על מנת לבחון את שכיחות הגורמים השונים, ואת השונות בגורמים בין בעלי העניין השונים.

ניתוח הראיונות התבצע על ידי תמלול הראיונות, חלוקת הראיונות להצהרות לקידוד, קידוד כל הצהרה לתמה וקטגוריה מתאימה (ראה פירוט להלן בממצאים), ספירת מספר ההצהרות המשויכות לכל קטגוריה וחישוב אחוז ההצהרות עבור כל קטגוריה בכל תימה, על מנת לבחון את שכיחות כל קטגוריה בקרב בעלי העניין השונים

3. ממצאים – חלק א'

ממצאי המחקר יוצגו בהתאם לשלוש התימות וארבע הקבוצות בעלי העניין – מדענים, תעשיינים, סטודנטים ומורים. ראשית, נציג את הגורמים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה, כפי שהתקבלו: א. מתוך השאלונים הסגורים, ו- ב. מתוך הראיונות. שנית, נציג את שכיחות כל אחד מהגורמים בקרב כל אחד מבעלי העניין; לבסוף, נציג השוואה המתייחסת לשכיחות הגורמים וההבדל ביניהם בין בעלי העניין השונים.

3.1 הגורמים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה

ניתוח הגורמים עבור 38 הפריטים בשאלון הסגור המקוון, חשף 6 גורמים, באמצעות ניתוח מרכיבים עיקריים (principal component analysis) בטכניקה של רוטציית Oblique. מהימנות הגורמים לפי מדד אלפא של קרונברך נעה בין $\alpha = .600$ ל- $\alpha = .882$ (ראה טבלה 3-1). כמו כן, נמצאה מהימנות כללית גבוהה של השאלון, $\alpha = .875$.

טבלה 8. מהימנות אלפא של קרונברך עבור כל אחד מגורמי השאלון.

הגורם	מהימנות (אלפא של קרונברך)
סביבתי – איכות המורים	$\alpha = .871$
סביבתי – מוטיבציה חיצונית	$\alpha = .859$
סביבתי – משפחה וחברים	$\alpha = .600$
אישי – מסוגלות ללמוד כימיה/מדע	$\alpha = .882$
אישי – מסוגלות מכוונת משימה	$\alpha = .857$
אישי – מסוגלות בטחון בקריירה	$\alpha = .630$

על מנת לזהות את הגורמים אשר משפיעים על סטודנטים לבחור ולפתח קריירה בתחום הכימיה בישראל מתוך הראיונות הרטרופקטיביים בוצעו השלבים הבאים: ראשית, לאחר תמלול הראיונות, חולקו 2 ראיונות להצהרות, כאשר כל הצהרה קודדה באופן נפרד על ידי שתי חוקרות בכירות מתחום הוראת המדעים; שנית, ההצהרות קודדו לשלוש תמות מרכזיות (על בסיס תיאורית ה-SCCT): אישי, סביבתי, התנהגותי; לבסוף ייצרנו רשימת קטגוריות נוספות בכל תימה בצורה אינדוקטיבית.

לצורך בחינת מהימנות ותוקף של קטגוריות אלו, שלוש שופטות נוספות מתחום הוראת המדעים הוכשרו לקידוד הצהרות אלו על בסיס 2 הראיונות המוזכרים לעיל. בסיום תהליך ההכשרה, 2 החוקרות ו-3 השופטות קודדו באופן נפרד 2 ראיונות נוספים. בתהליך זה, התבצע עידון של הגדרת הקטגוריות על ידי השוואה הקטגוריות, כתיבת תזכירים, איחוד קטגוריות ועוד, עד להגעה להסכמה של מעל 90% בין השופטות השונות עבור מחוון קידוד מלא. בתהליך זה, בחינת המהימנות התבצעה לפי מדד ה- Kappa's Cohen (Cohen, 1960), מדד הבוחן את מידת ההסכמה בין מספר

שופטים. ערך המדד נע בין 0 ל-1, ככל שהערך המתקבל גבוה יותר, הוא מורה על מידת הסכמה גבוהה יותר בין השופטים. ערך ה-kappa שהתקבל נע בין 0.897 ל-0.952. עבור הקטגוריות השונות.

ניתוח נוסף של השאלון הסגור המקוון באמצעות שיטת הניתוח ההשוואתי (Glaser & Strauss, 1967) אפשר לבצע תיקוף נוסף של השאלון באמצעות השוואה בין הקטגוריות שעלו מתוך הראיונות עם הגורמים אשר עלו מתוך השאלונים. הניתוח בחן אם אכן גורמים אלו עלו גם מתוך הראיונות שנערכו. התייחסות לגורמים אלו אכן נמצאו. הגורמים שנמצאו מתוארים בטבלה 2-3, עם תיאור ודוגמא מתאימה מתוך השאלונים והראיונות עבור כל גורם.

טבלה 9. גורמים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה, על בסיס ניתוח גורמים לשאלון וניתוח תוכן לראיונות

תימות	קטגוריות	תעשיינים, מורים וסטודנטים - שאלונים	מספר היגדים בקטגוריה	מדענים - ראיונות
אוטוביוגרפיה - קריירה	תולדות חיים - קריירה ותחומי עיסוק			
סביבתי - איכות המורים / מורים כמעודדי בחירה	איכות המורה כמעודד בחירה במקצוע הכימיה	המורה/מרצה שלי התעניין בהתקדמות שלי בכימיה (QN29) המורה/מרצה שלי גרם לי להרגיש שיש לי את היכולת להמשיך במדע (QN31) המורה/מרצה שלי עודד אותי לקרוא חומר מתקדם/מאמרים בכימיה (QN30)	3	...יש לנו שם בוגר שלנו שמועסק אצלנו כאחראי מעבדה והוא מורה כריזמטי. רוב התלמידים שם בסופו של דבר יפנו כנראה להשלמת תואר בכימיה ולא במדעי החיים. שזה הצלחה. 3097211_22
סביבתי - תפיסות וסטיגמות כלפי מקצוע הכימיה	תפיסות וסטיגמות של מקצוע הכימיה אשר מעודדות / מעכבות בחירה בתחום הכימיה	לא נחקר היבט זה בשאלונים		...הבחירה זה להנגיש את המקצוע למועמדים, היה פה איזה רעיון להביא את אלה של פינוי פצצות, הנדסה קרבית שמתעסקים עם פצצות, ככימיה וחומרי נפץ. 3097211_72
סביבתי - מוטיבציה חיצונית	תגמולים/סטטוס/יוקרה	יש לי עבודה המאפשרת ביטחון כלכלי (QN34) יש לי עבודה המאפשרת ביטחון תעסוקתי (QN35)	7	והיה לנו המון צעירים בתחום הזה וכל שאר המחלקות בארץ קלטו כבר יותר מאחד בתחום הזה

תימות	קטגוריות	תעשייתיים, מורים וסטודנטים - שאלונים	מספר היגדים בקטגוריה	מדענים - ראיונות
3097211_95	יש לי עבודה שמעניקה סטטוס חברתי גבוה (QN36)			
סביבתי – משפחה וחברים	השפעת המשפחה והחברים הקרובים על בחירה במקצוע הכימיה	ההזגמות במעבדה בתיכון/באוניברסיטה גרמו לי להרגיש שאני מסוגל להמשיך במדע (QN26)	5	...אני חושב שלרוב הסביבה זה היה מוזר יחסית, ז"א ההורים ודאי עודדו, אבל בגדול אני חושב שרוב הסביבה התייחסה לזה בצורה קצת מוזרה.
3097211_13	אני מעוניין/ת בעבודה שתתחשב במצבי המשפחתי (נשואה, ילדים...) (QN25)	הניסויים במעבדה בתיכון/באוניברסיטה היו מאוד מעניינים (QN27)		
אישי – מוטיבציה פנימית	אני מאמין של המרואיין לגבי מקצוע הכימיה / גורמים פנימיים אשר משפיעים על הבחירה במקצוע הכימיה.	לא נחקר היבט זה בשאלונים		...ממש מילדותי התעניינתי במדע באופן כללי, ואני חושב שכימיה באופן בולט עניינה אותי יותר.
3097211_9				
אישי – מסוגלות ללימוד כימיה/מדע	תחושת המסוגלות של המרואיין והשפעתה על הבחירה במקצוע הכימיה	יש לי יכולות לעקוב אחר חידושים מדעיים (QN13)	10	...אם פירסמת כמה מאמרים, חצי ממישהו אחר, אבל שיש לכל אחד מהם ראיון מקורי, פורץ דרך, אז לא צריך
	אני מסוגל לעזור לעמיתי למקצוע (QN15)			

תימות	קטגוריות	תעשייתיים, מורים וסטודנטים - שאלונים	מספר היגדים בקטגוריה	מדענים - ראיונות
		יש לי יכולת חשיבה יצירתית (QN14)		לפרסם הרבה מהדברים האלה. אנשים יכירו בתרומה שלך.
				3097211_52
אישי – מסוגלות מכוונת משימה		יש לי יכולת לבצע הערכה ביקורתית ולחצוץ דרך פעולה (QN8)	4	...אני בפרוש מדען ניסיוני כי אני אוהב לעשות דברים במעבדה ולבנות מכשירים. יש קטע כזה של עבודת ידדים, של לבנות דברים.
		יש לי יכולת להתמודד עם משימות מאתגרות בעבודתי (QN5)		
		יש לי יכולת לעמוד בלוחות זמנים מוגדרים (QN7)		3097211_20
אישי – מסוגלות בטחון בקריירה		אני לא בטוח/ה ביכולת שלי להצליח לאזן בין קריירה עתידית בתחום הכימיה למשפחה (QN22)	5	...עשיתי בחירות ספציפיות לתחומי מחקר שפחות הצליחו מדעית, אבל זה אופיו של המדע, הרבה דברים מצליחים והרבה לא מצליחים, ובגדול אני די מבסוט ונהניתי מרוב הבחירות שעשיתי.
		חבר/קרוב משפחה אינו מעודד את בחירתי בתחום הכימיה (QN21)		
		החלטה בדבר המשך הקריירה בכימיה הינה תהליך מתמשך וקשה עבורי (QN18)		3097211_87

תזמורת	קטגוריות	תעשיית, מורים וסטודנטים - שאלונים	מספר היגדים בקטגוריה	מדענים - ראיונות
		החלטה בדבר המשך הקריירה בכימיה הינה תהליך מתמשך וקשה עבורי (QN18)		3097211_87
התנהגותי - חשיפה	המרוואיין מתייחס באופן מפורש לחשיפה לכימיה בשלבים מוקדמים כגורם אשר הוביל לבחירה במקצוע / המרוואיין מתייחס באופן מפורש לחשיפה למשאבים חינוכיים אשר השפיעו על בחירה בכימיה בפועל.	לא נחקר היבט זה בשאלונים	...הייתי גם בתיכון בחוג של נוער שוחר מדע, כזה בבר אילן.	3097211_9
התנהגותי - חשיפה	באילו הזדמנויות / מגבלות נתקל המרוואיין אשר הובילו אותו לבחור בתחום הכימיה	לא נחקר היבט זה בשאלונים	...עד לא מזמן חשבתי שבעיקר שם [בפוסט-דוק] נתקעים, ברור שלנשים יותר קשה, אנחנו מכירים את הבעיה.	3097211_59

3.2 הגורמים השכיחים לבחירה בקריירה בתחום הכימיה והבדלים בין בעלי העניין השונים
 עבור כל אחד מששת הגורמים של השאלון הסגור נערכה בדיקת שכיחויות, כדי לבחון את היחס של הנבדקים לגורמים השונים. עבור כל גורם, חישובנו את השכיחות של הנבדקים שהביעו יחס חיובי ברמה גבוהה (ציון 4 או 5) ביחס לגורם. להלן יוצגו השכיחויות השונות, על פי עמדות בעלי העניין השונים: תעשיינים (טבלה 3-3), מורים (טבלה 3-4) וסטודנטים (טבלה 3-5).

מטבלאות אלו, ניתן לראות כי אין אחידות בחשיבות הגורמים השונים על-פי בעלי העניין השונים. ועל כן, נתייחס לגורמים השכיחים באופן פרטני עבור כל אחד מבעלי העניין.

נמצא כי בעוד שהגורם האישי הינו בעל ההשפעה הרבה ביותר על בחירת קריירה בקרב תעשיינים, הגורם הסביבתי הוא בעל ההשפעה הרבה ביותר על בחירת קריירה בקרב המורים, כאשר הסטודנטים הינם בעלי העדפה שווה לשני גורמים אלו.

בהתייחס לגורמים המייצגים את הקטגוריות בכל אחת מהתמות, נמצא כי בקרב התעשיינים והסטודנטים המסוגלות ללימוד כימיה/מדע הינו הגורם האישי המשפיע ביותר, בעוד בקרב המורים המסוגלות לביטחון בקריירה הינו המשפיע ביותר.

כמו כן, נמצא כי המוטיבציה חיצונית הינו הגורם הסביבתי המשפיע ביותר בקרב תעשיינים ומורים, בעוד שמשפחה וחברים הינם המשפיעים ביותר מבחינה סביבתית על תהליך הבחירה בכימיה בקרב סטודנטים.

טבלה 10. אחוז השכיחות של הרמה הגבוהה בכל גורם (מהגבוה לנמוך) בקרב התעשיינים

שכיחות (מהגבוה לנמוך) תעשיינים	גורם
89.4%	אישי – מסוגלות ללימוד כימיה/מדע
89.4%	אישי – מסוגלות מכוונת משימה
71.2%	אישי – מסוגלות בטחון בקריירה
54.5%	סביבתי – מוטיבציה חיצונית
48.5%	סביבתי - איכות המורים / מורים כמעודדי בחירה
36.4%	סביבתי – משפחה וחברים

טבלה 11. אחוז השכיחות של הרמה הגבוהה בכל גורם (מהגבוה לנמוך) בקרב המורים

שכיחות (מהגבוה לנמוך) מורים	גורם
97.1%	סביבתי – מוטיבציה חיצונית
95.7%	סביבתי – איכות המורים / מורים כמעודדי בחירה
78.6%	סביבתי – משפחה וחברים
55.7%	אישי – מסוגלות בטחון בקריירה
38.6%	אישי – מסוגלות ללימוד כימיה/מדע
32.9%	אישי – מסוגלות מכוונת משימה

טבלה 12. אחוז השכיחות של הרמה הגבוהה בכל גורם (מהגבוה לנמוך) בקרב הסטודנטים

שכיחות (מהגבוה לנמוך) סטודנטים	גורם
87%	אישי – מסוגלות ללימוד כימיה/מדע
79.6%	סביבתי – משפחה וחברים
79.6%	אישי – מסוגלות בטחון בקריירה
74.1%	סביבתי – איכות המורים / מורים כמעודדי בחירה
66.7%	אישי – מסוגלות מכוונת משימה
50%	סביבתי – מוטיבציה חיצונית

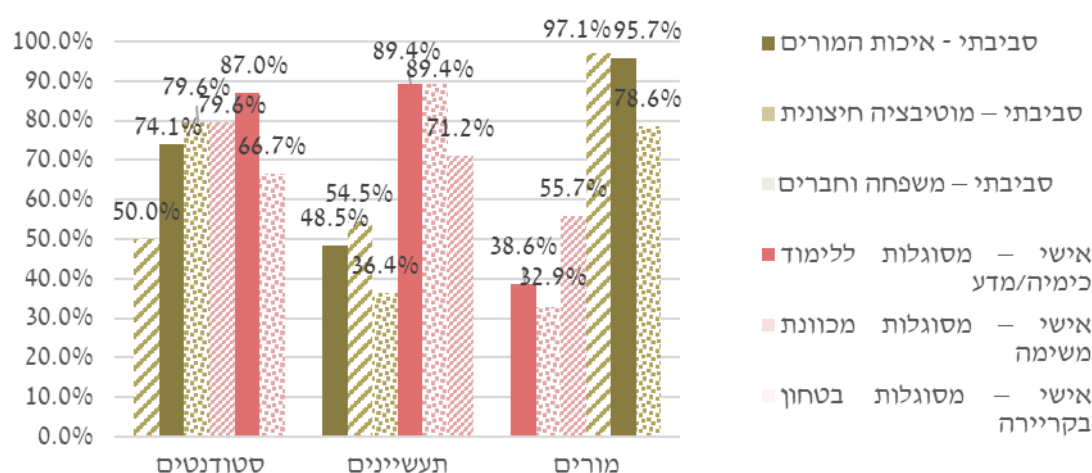
נראה, אם כן, כי קיימים הבדלים בעמדותיהם של בעלי העניין השונים בנוגע לתהליך הבחירה בקריירה בתחום הכימיה. כדי לתקף אבחנה זו, בוצעו ניתוחי חי בריבוע לאי-תלות, לבחינת הקשר

בין עמדותיהם של המשתתפים כלפי הגורם (רמה נמוכה, בינונית וגבוהה²) ובין בעלי העניין השונים (תעשיינים, מורים, סטודנטים), עבור כל אחד מהגורמים בנפרד.

הניתוח העלה מובהקות ביחס לתלות בין רמת עמדות המשתתפים וסוג בעל העניין, עבור הגורמים הבאים: סביבתי- מוטיבציה חיצונית ($\chi^2=22.25, p<.0001$); סביבתי- משפחה וחברים ($\chi^2=12.14, p<.05$); ואישי- מסוגלות ללימוד כימיה/מדע ($\chi^2=27.09, p<.0001$).

כלומר, מורים נטו לתפוס את הגורם הסביבתי של מוטיבציה חיצונית כחשוב יותר בתהליך בחירת קריירה לעומת תעשיינים וסטודנטים; מורים וסטודנטים נטו לתפוס את הגורם הסביבתי של משפחה וחברים כחשוב יותר לעומת תעשיינים; ותעשיינים וסטודנטים נטו לתפוס את הגורם האישי של מסוגלות ללימוד כימיה/מדע כחשוב יותר בתהליך הבחירה לעומת מורים.

איור 1-3 מציג את השכיחות בה צוין כל גורם כחשוב במידה רבה או רבה מאוד (רמה גבוהה), בקרב כל אחד מבעלי העניין.

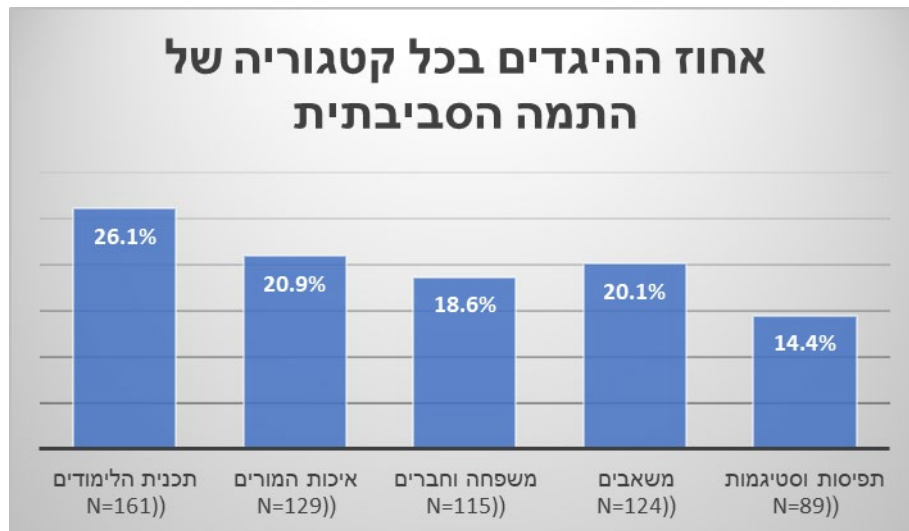


איור 2. אחוז השכיחות הגבוה ביותר בכל גורם, בקרב בעלי העניין השונים

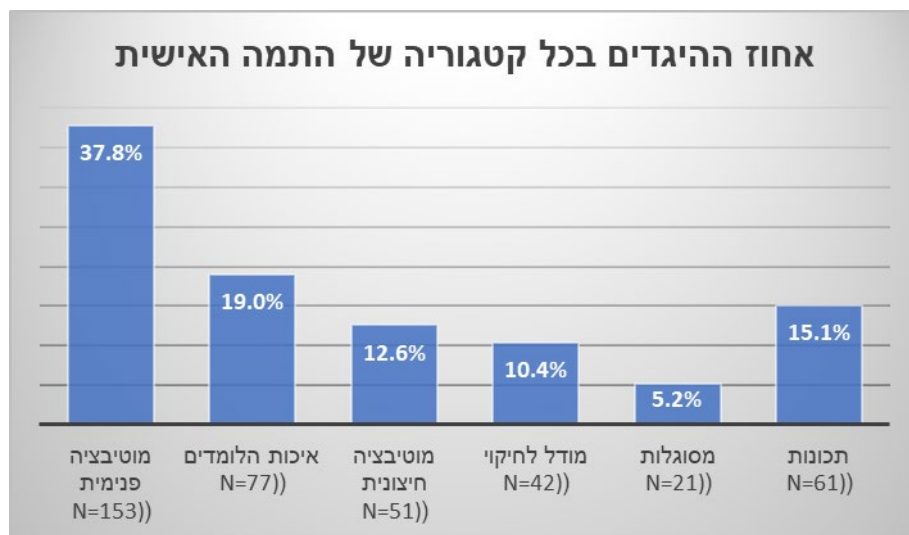
בהתייחס לבעלי עניין מדענים, בוצע חישוב אחוז ההצהרות עבור כל קטגוריה בכל תימה: אישי, סביבתי, התנהגותי. איורים 3-2, 3-3, 3-4 מציגים את שכיחויות הקטגוריות השונות. אחוזים אלו חושבו מתוך סך ההיגדים בכלל התמות ($N=1234$), על מנת לאפשר השוואה של שכיחות הקטגוריה הן ביחס לקטגוריות אחרות באותה התמה, והן ביחס לכלל הקטגוריות.

נראה כי הגורם הסביבתי הינו בעל ההשפעה הרבה ביותר בקרב מדענים בנוגע לבחירת קריירה, כאשר לתכנית הלימודים ההשפעה הרבה ביותר. הגורם המשפיע לאחריו הינו הגורם האישי, כאשר למוטיבציה הפנימית של המדענים הייתה ההשפעה הרבה ביותר על הבחירה. לבסוף, הגורם ההתנהגותי היווה גורם לבחירה, בפרט בהתייחס לאפשרויות ולמגבלות בחירה.

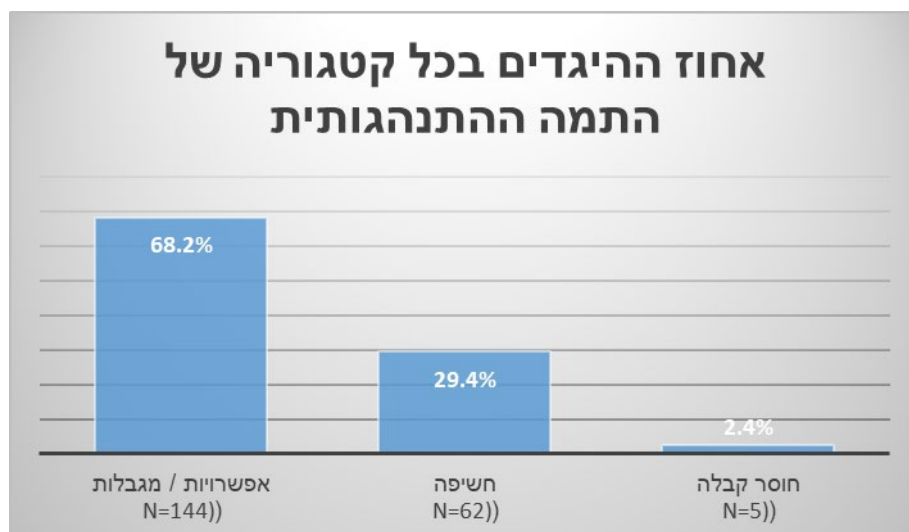
² רמה נמוכה הוגדרה כהסכמה עם הגורם ברמה נמוכה או נמוכה מאוד (סקאלה 1-2 בשאלון); רמה בינונית הוגדרה כהסכמה ברמה בינונית (סקאלה 3 בשאלון); רמה גבוהה הוגדרה כהסכמה ברמה גבוהה או גבוהה מאוד (סקאלה 4-5 בשאלון).



איור 3. שכיחות (באחוזים) הקטגוריות בתימה הסביבתית, בקרב המדענים (N = 618)



איור 4. שכיחות הקטגוריות בתימה האישית, בקרב המדענים (N = 405)



איור 5. שכיחות הקטגוריות בתימה ההתנהגותית, בקרב המדענים (N = 211)

חלק ב':
שינויים שחלו בשני
העשורים האחרונים
בהיבט הבחירה וההתמדה
במקצוע הכימיה

4. מתודולוגיה – חלק ב'

4.1 מדגם

- מדגם המחקר כלל 415,942 רשומות על בסיס נתוני מסיימי תיכון בשנים: 1992, 1996, 2001, 2006, 2011 ו-2015, אשר התקבלו מהלמ"ס, הכוללות:
- ❖ 415,942 זכאי בגרות שנחשפו למגמות מדעיות (לא כולל מתמטיקה) ושאינו מדעיות ברמת 3 – 5 יחדות לימוד, בישראל בין השנים 1992 – 2015 (לא ברצף). רשומות אלו התקבלו מרשומות כל התיכונים בישראל מהמגזר היהודי ומהמגזר הערבי.
 - ❖ 185,573 סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון, אשר סיימו תיכון במחזורים 1992 – 2015, במסלולי לימוד של STEM (כולל מתמטיקה) ו-NonSTEM. רשומות אלו התקבלו מרשומות של סטודנטים מכלל האוניברסיטאות והמכללות בישראל.
 - ❖ 119,628 בוגרי תואר ראשון, אשר סיימו תיכון במחזורים 1992 – 2011, במסלולי לימוד של STEM (כולל מתמטיקה) ו-NonSTEM. רשומות אלו התקבלו מרשומות של בוגרים מכל האוניברסיטאות והמכללות בישראל.

הערה: בהתייחס לגודל המדגם עבור סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ועבור בוגרי תואר ראשון בהשכלה הגבוהה, לפי נתוני הלמ"ס באופן כללי לוקח כ-14 שנים מרגע סיום התיכון ועד לקבלת תמונה מלאה יחסית של בוגרי תואר ראשון של מחזור לימודים מסוים (כפי שיוסבר בהמשך).

באופן כללי, הנתונים בדו"ח זה נאספו החל מבוגרי תיכון בשנת 1992, היות והחל משנה זו החלו לאסוף בלמ"ס נתונים מדויקים יותר של ציוני בגרות של כלל האוכלוסייה. כמו כן, כדי לקבל תמונה מלאה יחסית של מצב ההשכלה ומגמות הבחירה לאורך השנים, התחלנו את הניתוחים עבור בוגרי 1992, כך קיבלנו מעקב של לפחות 14 שנים קדימה.

כאשר באופן עקרוני, לוקח כ-8 שנים מסיום התיכון להתחיל לימודים בהשכלה הגבוהה (לכן עבור בוגרי תיכון של שנת 1992 נתוני ההשכלה הגבוהה יהיו נכונים רק משנת 2001). בנוסף, רק כ-50% מהסטודנטים מסיימים את התואר הראשון באופן תקני תוך 3-4 שנים (לכן עבור בוגרי תיכון של שנת 1992 נתוני סיום התואר יהיו נכונים רק משנת 2006 ועבור 50% מכלל בוגרי התיכון). לבסוף, רק אחרי כ-3 שנים נוספות נקבל נתונים עבור 30%-50% של בוגרי התיכון של שנתון מסוים (כלומר, נתונים מלאים עבור בוגרי תיכון של שנת 1992 נוכל לקבל רק בשנת 2011). לכן, עבור רוב השנים אשר נדגמו בדו"ח זה (1996, 2001, 2006, 2011, 2015) יש נתונים מאוד חלקיים של פחות מ-50% של בוגרי תיכון אשר המשיכו להשכלה הגבוהה בכל שנתון.

עם זאת, נקודה חשובה נוספת שיש לקחת בחשבון בבחינת גודל המדגם בהשכלה הגבוהה של בוגרי 1992, היא כניסה של המכללות האקדמיות רק משנת 1995. לכן, בוגרי תיכון רבים של שנת 1992 (לגביהם היה ניתן לאסוף נתונים כמעט מלאים) לא פנו כלל להשכלה הגבוהה, מסיבות אלו ואחרות, ככל הנראה בגלל אפשרויות מוגבלות של מוסדות לימוד אקדמיים בתקופה זו.

התפלגות המדגם ביחס למגדר ומגזר, כפי שנתקבל לאורך שנות המדידה השונות, מוצגת בטבלה

4-1.

טבלה 13. התפלגות המדגם (באחוזים) ביחס למגדר ומגזר.

מאפיין	שנה	1992	1996	2001	2006	2011	2015
		גודל המדגם (N)*	54,116	68,385	79,231	80,417	91,458
מגדר	גברים	46.0	45.8	45.9	46.6	45.9	45.8
%	נשים	54.0	54.2	54.1	53.4	54.1	54.2
מגזר	יהודי	86.9	84.8	82.5	77.9	73.8	72.0
	ערבי	12.8	14.2	15.4	18.7	22.5	24.3
	%						
	אחר	0.2	1.1	2.0	3.4	3.6	3.7

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).
 * גודל המדגם (N) הינו הנתון היחיד בטבלה בו מוצגים נתונים מספריים, שאר הנתונים בטבלה מוצגים באחוזים (ביחס לגודל המדגם).

4.2 איסוף הנתונים

הנתונים נאספו בחדר המחקר של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה³ (בסניף חיפה) על ידי חוקרות בעלות מומחיות בסטטיסטיקה. בכדי לשמור על חיסיון הפרט, כל הנתונים שנאספו הומרו למספר זהות פיקטיביים.

4.3 עיבוד וניתוח הנתונים

ניתוח בדיקות רוחב ואורך

על מנת לבחון את המגמות בבחירה והתמדה בתחום הכמיה לעומת תחומי STEM אחרים ותחומי NonSTEM, נערכו בדיקות אורך ובדיקות רוחב על המשתנים השונים. בבדיקת רוחב, בחנו את המגמות בבחירה במקצוע הכמיה ביחס לשאר המקצועות (STEM אחר ו-NonSTEM) לאורך השנים לפי שנת סיום תיכון בשני העשורים האחרונים (1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015). בבדיקת אורך, בחנו את ההתמדה בבחירה במקצוע כימיה כתחום לימודי מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון. לשם כך התייחסנו למדגם הכללי לאורך תקופות הלימודים השונות (תיכון, שנה א' באקדמיה, סיום תואר ראשון), בין השנים 1992-2015 (לא ברצף). ניתוח בדיקות הרוחב והאורך נעשו תוך שימוש במתודות הסטטיסטיות הבאות:

❖ חישוב שכיחויות

❖ מבחני חי בריבוע

³ מידע על חדר המחקר של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה זמין באתר: http://www.cbs.gov.il/mucpuf/muc_puf_h.htm

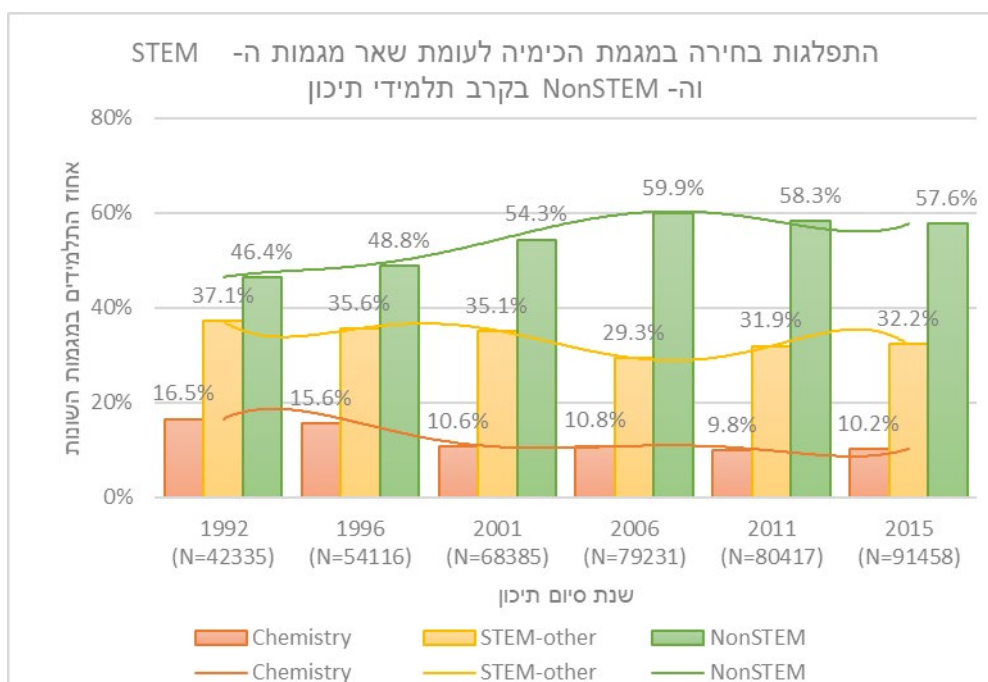
- ❖ ניתוח מבחני T ומתאמי פירסון
- ❖ ניתוח מגמות לפי ניתוחי שונות ANOVA
- ❖ ניתוחי רגרסיות לוגיסטיות לניבוי סיום תואר ראשון בכימיה.

5. ממצאים – חלק ב'

5.1 מגמת הבחירה בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה ברמה של 3-5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות

משנת 2001 ועד לשנת 2015 (כפי שניתן לראות איור 5-1), נרשמה מגמה יציבה יחסית באחוז הפונים למגמת כימיה בתיכון העומדת על כ-10% במוצק בלבד, ביחס לשאר המגמות (מדעיות ושאין מדעיות). אחוז זה מצביע על ירידה של כ-6% בפנייה למגמת כימיה בתיכון ביחס לשנים 1992 ו-1996. ביחס לפניה למגמות מדעיות אחרות, ניתן להבחין במגמה דומה לאורך השנים, כאשר במוצק, כשליש מהתלמידים פונים למגמות אלו בתיכון. לעומת זאת, התפלגות הפונים למגמות שאינן מדעיות מצביע על מגמות שונות לאורך השנים, כאשר עד לשנת 2006 קיימת עליה של כ-13.5% באחוז הפונים למגמות שאינן מדעיות, והחל משנת 2006 ניתן להבחין בירידה קלה של כ-2% באחוז הפונים למגמות שאינן מדעיות.

באופן כללי, בשני העשורים האחרונים, במוצק כ-12% פנו למגמת כימיה, לעומת 33.5% אשר פנו למגמה מדעית אחרת, פי 2.7 יותר ביחס לפונים למגמת כימיה, וכ-54% במוצק פנו למגמה שאינה מדעית כלל, פי 4.4 יותר ביחס לפונים למגמת כימיה (Avargil, Kohen, & Dori, 2020).



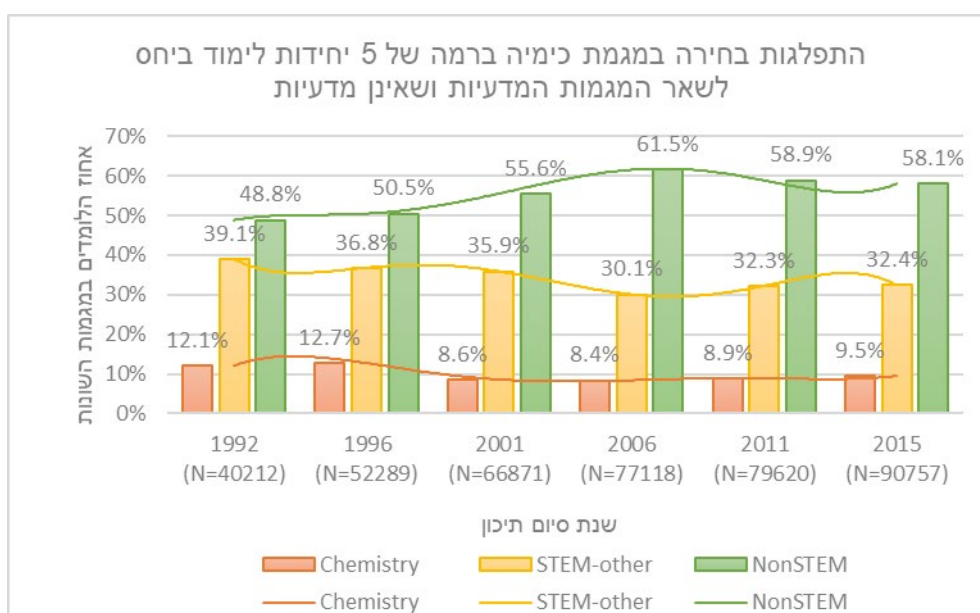
איור 6. התפלגות מסיימי תיכון במגמת כימיה ברמה של 3-5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות (N=415,942).

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף). בשנת 1992 ו-1996 הנתונים הנם נתונים חלקיים. במגמת כימיה נכללו גם תלמידי 3 יחידות, 4 יחידות ו-5 יחידות לימוד. לכן קיימת הטיה באחוז הניגשים לבגרות בכימיה.

5.2 מגמת הבחירה בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות

כפי שניתן לראות באיור 5-2, בעשור וחצי האחרונים (משנת 2001 ועד לשנת 2015), נרשמה מגמה יציבה יחסית באחוז הפונים למגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד בתיכון העומדת על כ-9% בממוצע בלבד, ביחס לשאר המגמות (מדעיות ושאינן מדעיות). אחוז זה מצביע על ירידה של כ-3.5% בפנייה למגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד בתיכון ביחס לשנים 1992 ו-1996. ביחס לפניה למגמות מדעיות אחרות, ניתן להבחין בירידה קלה במחצית הראשונה של שני העשורים האחרונים, והתייצבות בעשור האחרון באחוז הפונים למגמות מדעיות אחרות, העומד על כ-31% בממוצע. לעומת זאת, התפלגות הפונים למגמות שאינן מדעיות מצביע על מגמות שונות לאורך השנים, כאשר עד לשנת 2006 קיימת עליה של כ-12.5% באחוז הפונים למגמות שאינן מדעיות, והחל משנת 2006 ניתן להבחין בירידה קלה של כ-3% באחוז הפונים למגמות שאינן מדעיות.

באופן כללי, בשני העשורים האחרונים, בממוצע כ-10% פנו למגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד, לעומת כ-34.5% אשר פנו למגמה מדעית אחרת (פי 3.5 יותר ביחס לפונים למגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד), וכ-55.5% בממוצע פנו למגמה שאינה מדעית כלל (פי 5.5 יותר ביחס לפונים למגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד).



איור 7. התפלגות מסיימי תיכון במגמת כימיה ברמה של 5 יחידות לימוד לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות (N=406,867).

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).

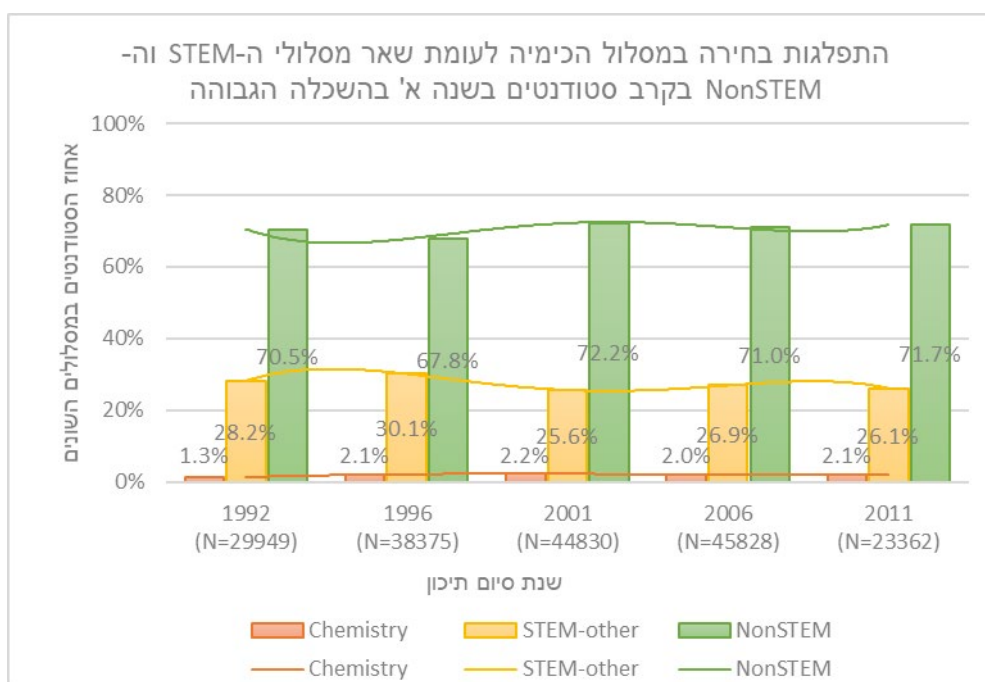
המלצה: במידה ונחזיר את האפשרות לגשת ברמה של 3 יחידות בכימיה, נוכל להגדיל את מספר התלמידים הנחשפים למקצוע זה.

5.3 מגמת הבחירה בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM בהשכלה הגבוהה.

כפי שניתן לראות איור 5-3, בשני העשורים האחרונים קיימת יציבות יחסית באחוז המתחילים בשנה א' בהשכלה הגבוהה במסלול כימיה, אחוז העומד על כ-2% בלבד. לעומת זאת, ניתן להבחין בתמורות שונות באחוז המתחילים לימודי STEM אחרים.

באופן כללי, בשני העשורים האחרונים ניתן להבחין במגמת ירידה בפנייה למסלולי STEM אחרים. כאשר בבחינת העשור וחצי האחרונים (החל משנת 2001), כ-26% במוצא התחילו במסלול STEM אחר בשנה א', לעומת כ-30% בשנים 1992 ו-1996. לעומת זאת, ניתן להבחין במגמת יציבה יחסית, של כ-70% המתחילים לימודיהם בהשכלה הגבוהה במסלולי NonSTEM בשני העשורים האחרונים.

באופן כללי, בשני העשורים האחרונים, במוצא כ-2% פנו למסלול כימיה, לעומת כ-27% אשר פנו למסלול STEM אחר (כמעט פי 14.5 יותר ביחס לפונים למסלול בכימיה), וכ-70.5% אשר פנו למסלול NonSTEM (פי 37 יותר ביחס לפונים למסלול בכימיה).



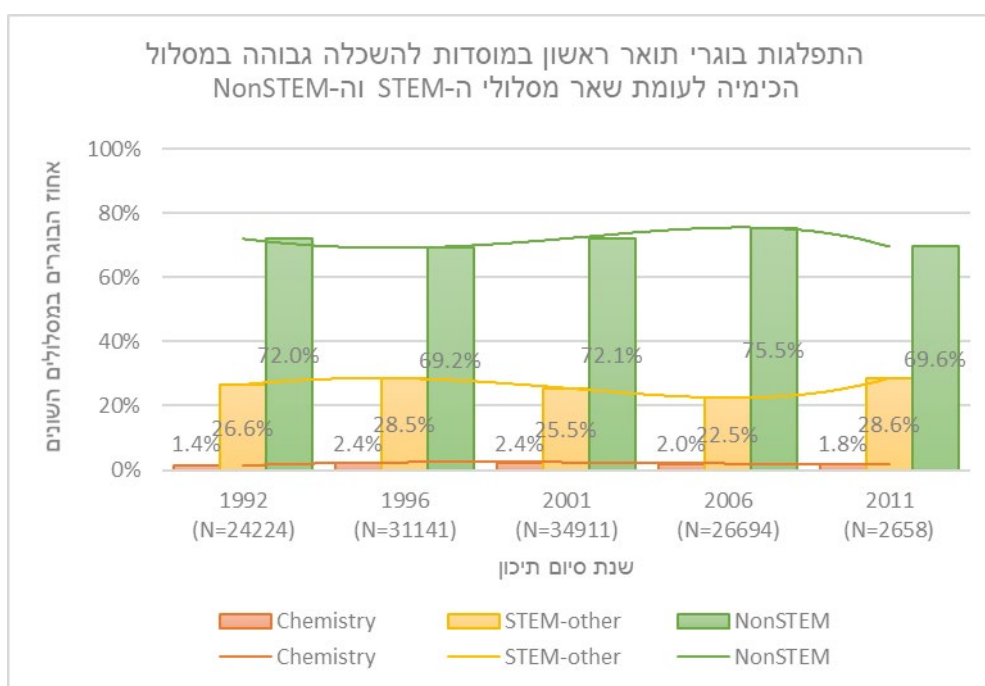
איור 8. התפלגות הסטודנטים בשנה א' במוסדות להשכלה גבוהה במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM (N=182,344).

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף).

5.4 מגמת הבחירה בקרב בוגרי תואר ראשון במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM בהשכלה הגבוהה.

כפי שניתן לראות באיור 5-4, מבחינת אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול כימיה, קיימת ירידה קלה של כ-0.5% לאורך שני העשורים האחרונים בסיום תואר ראשון בכימיה. מבחינת מסלולי STEM אחרים, עד לשנת 2006 ניכרת מגמת ירידה, כאשר בין 2006 ל-2011 נרשמה עליה של כ-6%, באחוז בוגרי STEM אחרים. לעומת זאת, ניכרת מגמה יציבה יחסית, של כ-70% באחוז בוגרי מסלולי NonSTEM לאורך שני העשורים האחרונים.

באופן כללי, בשני העשורים האחרונים, בממוצע כ-2% הם בוגרי מסלול כימיה (בהתאם לאחוז המתחילים מסלול זה), לעומת כ-26% בוגרי מסלול STEM אחר (פי 13 יותר ביחס לבוגרי מסלול כימיה), וכ-72% בוגרי מסלול NonSTEM (פי 36 יותר ביחס לבוגרי מסלול כימיה).



איור 9. התפלגות בוגרי תואר ראשון במוסדות להשכלה הגבוהה במסלול הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM (N=119,628).

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף).

סיכום עיקרי מגמות הבחירה לאורך שלושת תקופות הלימוד

- ❖ בבחינת בחירה בכימיה: בתיכון, אחוז הפונים למגמת כימיה בשני העשורים האחרונים עמד על כ-12% בממוצע, נתון זה קטן פי 6.3 בהשכלה הגבוהה. כאשר בשני העשורים האחרונים, רק כ-2% מכלל הסטודנטים בחרו להתחיל ללמוד כימיה בשנה א'. ובבחינת הבוגרים, בדומה לאחוז המתחילים מסלול כימי בהשכלה הגבוהה, כ-2% גם סיימו תואר ראשון בכימיה.
- ❖ בבחינת בחירה ב-STEM אחר: כשליש מהתלמידים בחרו במגמות מדעיות אחרות. בשנה א' בתואר ראשון אחוז הסטודנטים אשר בוחרים להתחיל ללמוד STEM אחר נמצא במגמת ירידה. בשנת 2011 כרבע מהסטודנטים בחרו להתחיל ללמוד STEM אחר. בבחינת הבוגרים נמצאה מגמה דומה לזו שנצפתה בשנה א'.
- ❖ בבחינת בחירה ב-NonSTEM: כמחצית התלמידים פנו למגמות שאינן מדעיות בתיכון. נתון אשר בממוצע גדל פי 1.3 בהשכלה הגבוהה. כאשר אחוז הפונים למסלולים אלו שווה ליותר משני שלישי הסטודנטים. מגמה דומה נמצאה גם בקרב מסיימי תואר ראשון במסלול NonSTEM.

5.5 נתוני רוחב – בחירה במקצועות כימיה, STEM אחרים ו-NonSTEM בקרב תלמידי תיכון,

סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ובוגרי תואר ראשון בהשכלה הגבוהה

כעת נבחן את ההבדלים במגמות הבחירה במקצוע הכימיה לעומת מקצועות STEM אחרים ומקצועות NonSTEM לאורך כל השנים (בין 1992 ועד 2015, לא ברצף) בקרב לומדים בעלי מאפיינים דמוגרפים שונים (מגדר: נשים / גברים; מגזר: יהודים / ערבים / אחר), בין שלוש תקופות הלימוד השונות.

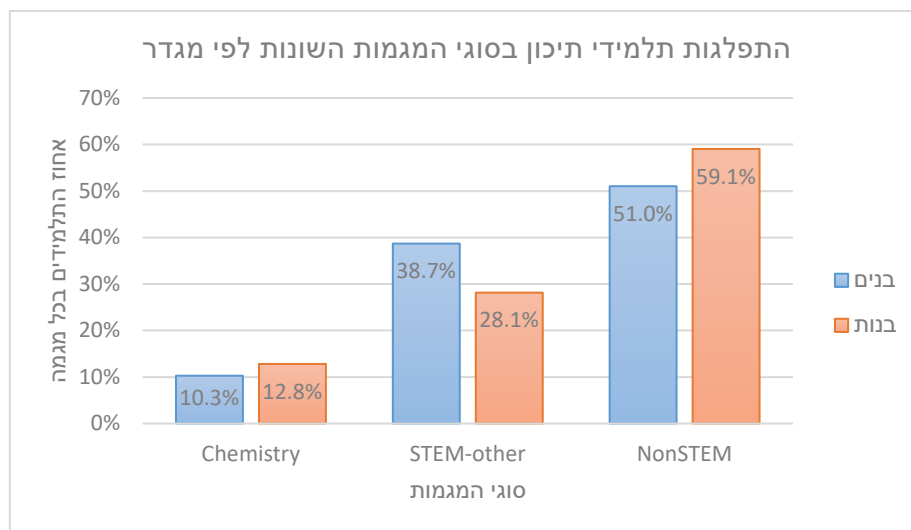
5.5.1 מגדר

בתיכון, מבחינת המגדר, ניתן לראות כי בפניה למגמות כימיה ומגמות שאינן מדעיות יש פי 1.2 יותר בנות ביחס לבנים. עם זאת, בפניה למגמות מדעיות אחרות, המגמה מתהפכת לטובת הבנים, כאשר בפניה למגמות מדעיות אחרות יש פי 1.4 יותר בנים ביחס לבנות (ראו איור 5-5).

בשנה א', ניתן לראות כי המגמה שנצפתה בתיכון מבחינת היחס בין גברים ונשים במסלולי הלימוד השונים נשמרה יחסית. כאשר בפניה למסלול בכימיה בשנה א' בהשכלה הגבוהה, יש פי 1.2 יותר נשים ביחס לגברים. כמו כן, בפניה למסלול NonSTEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה, יש פי 1.5 יותר נשים ביחס לגברים. במסלולי STEM אחרים לעומת זאת, יש פי 2.5 יותר גברים ביחס לנשים (ראו איור 5-6).

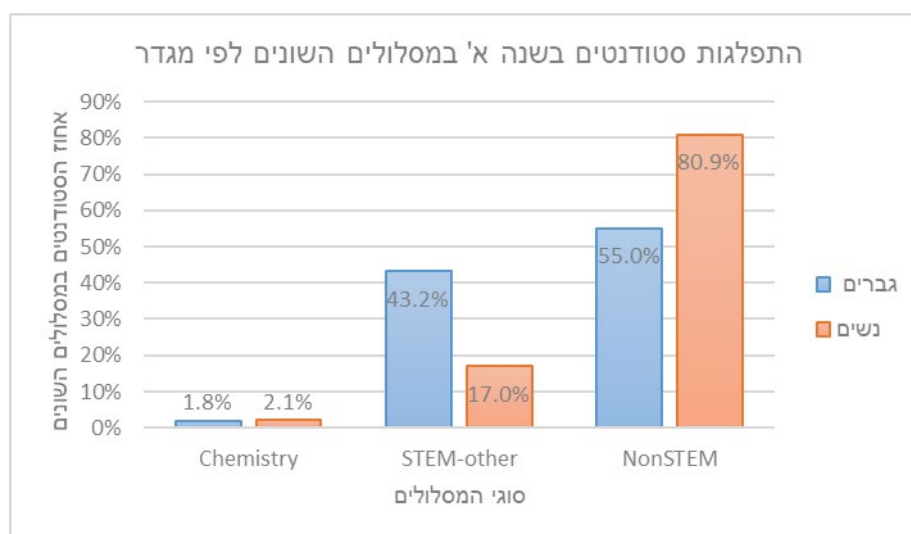
בוגרים, ניתן לראות כי אותן מגמות אשר נצפו בשנה א' ובתיכון, נצפו גם בקרב הבוגרים. כאשר בקרב בוגרי המסלול הכימי, יש פי 1.1 יותר נשים מגברים. במסלולי ה-NonSTEM, יש פי 1.5 יותר

נשים ביחס לגברים. ובקרב בוגרי STEM אחרים, יש פי 2.7 יותר גברים ביחס לנשים (ראו איור 5-7).



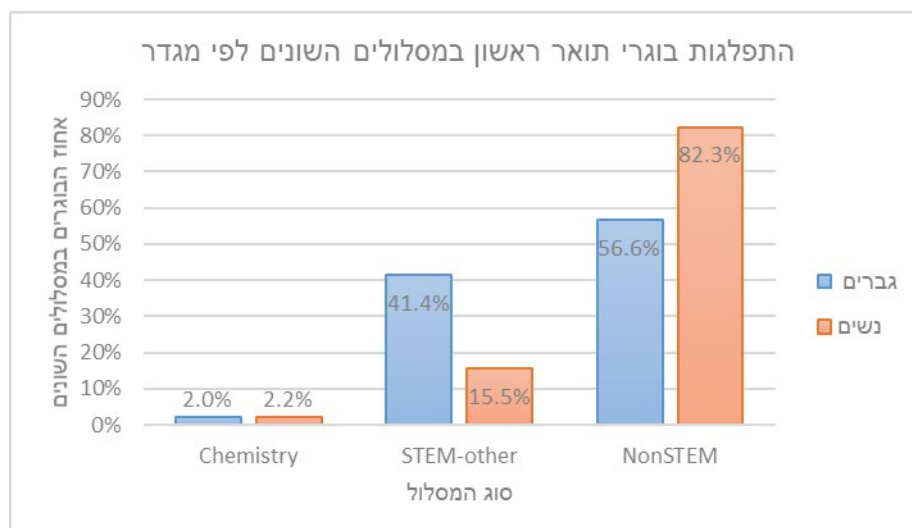
איור 10. התפלגות תלמידי תיכון, בנים ($N=191,366$) לעומת בנות ($N=224,576$), בבחירה במגמת כימיה לעומת מגמה מדעית אחרת ושאינה מדעית.

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 11. התפלגות סטודנטים בשנה א' תיכון, גברים ($N=76,771$) לעומת נשים ($N=108,802$) בבחירה במסלול לימודים בכימיה לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM.

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 12. התפלגות בוגרי תואר ראשון, גברים ($N=47,952$) לעומת נשים ($N=71,688$), בסיום לימודי כימיה לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM.

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).

סיכום ההבדלים במגמות הבחירה לאורך שלושת תקופות הלימוד לפי מגדר

- ❖ לאורך כל תקופות הלימוד ניתן להבחין במגמות דומות ביחס שבין אחוז הבנות ואחוז הבנים הניגשים לסוגי המסלולים השונים.
- ❖ בכימיה, בתיכון יש פי 1.2 יותר בנות הלומדות כימיה ביחס לבנים. פער זה מצטמצם במעט בהשכלה הגבוהה, כאשר הפער בקרב הבוגרים עומד על 1.1 לטובת הבנות.
- ❖ במקצועות STEM אחרים, בתיכון אחוז הבנים הלומד במגמות מדעיות אחרות גדול פי 1.4 ביחס לבנות. פער זה גדל לכדי פי 2.5 יותר גברים בשנה א' המתחילים במסלולי STEM אחרים ביחס לנשים. ופי 2.7 יותר בוגרים במסלולי STEM אחרים ביחס לנשים.
- ❖ בתחומי ה-NonSTEM, בתיכון יש פי 1.2 יותר בנות הלומדות NonSTEM ביחס לבנים. פער זה גדל בהשכלה הגבוהה, כאשר בשנה א' ובסיום תואר ראשון במסלולי NonSTEM יש פי 1.5 יותר נשים מגברים.

5.5.2 מגזר

בתיכון, מבחינת המגזרים השונים, ניתן להבחין כי תלמידים בקרב המגזר הערבי פונים יותר למגמות מדעיות (כימיה ואחרות) ופחות למגמות שאינן מדעיות, ביחס לתלמידים מהמגזר היהודי ואחרים. בכימיה, יש בממוצע פי 2 יותר לומדים מהמגזר הערבי ביחס לשאר המגזרים. ובשאר המדעים, יש בממוצע פי 1.2 יותר לומדים מהמגזר הערבי ביחס לשאר המגזרים. בפניה למגמות שאינן מדעיות, המגמה מתהפכת, כך שאחוז הלומדים במגמות אלו בקרב המגזר הערבי קטן פי 1.4

ביחס לשאר המגזרים. בהשוואה בין לומדים מהמגזר היהודי ו"אחרים", לא היו הבדלים מהותיים באחוז הלומדים במגמות השונות.

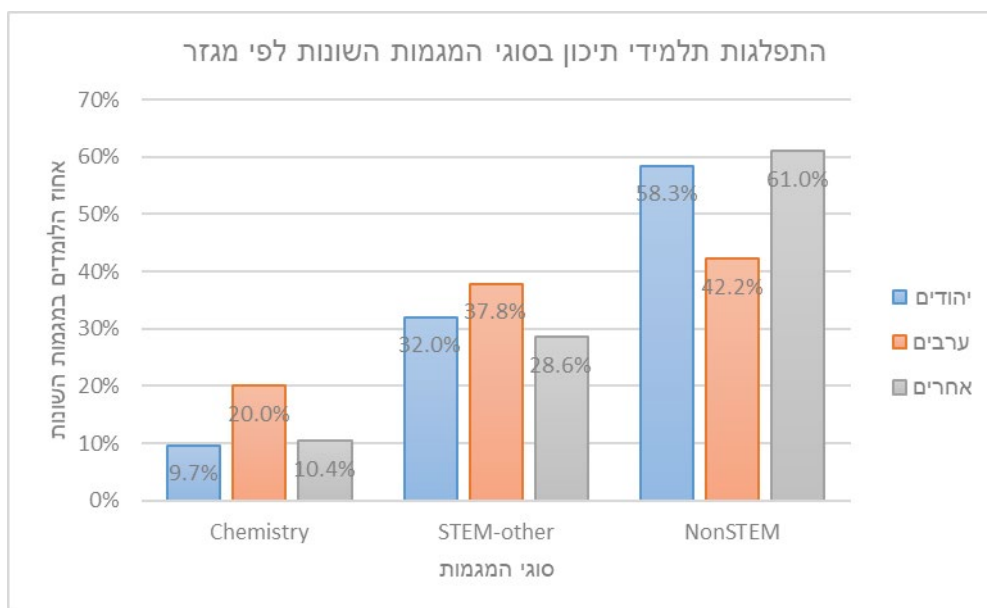
בבחינת כל אוכלוסייה בנפרד, בקרב המגזר היהודי ו"אחרים", כעשירית פונים למגמת כימיה, קצת פחות משליש למגמות מדעיות אחרות, וכ-60% פונים למגמות שאינן מדעיות. לעומת זאת, בקרב המגזר הערבי, פחות מרבע פונים למגמת כימיה, קצת יותר משליש פונים למגמות מדעיות אחרות, וכ-40% פונים למגמות שאינן מדעיות (ראו איור 5-8).

בשנה א', באופן כללי, ניתן להבחין במגמות שונות בקרב האוכלוסיות השונות ביחס למסלול הלימודים, אשר שונות מהמגמות אשר נצפו בתיכון. כאשר מבחינת אחוז המתחילים במסלול כימי בקרב המגזר הערבי קטן פי 1.2 ביחס למגזר היהודי וקטן פי 1.8 ביחס ל"אחרים". מבחינת התחלת לימודים במסלולי STEM אחרים, אחוז היהודים גדול פי 1.3 ביחס לסטודנטים מהמגזר הערבי, וקטן פי 1.4 ביחס ל"אחרים". מגמה זו מתהפכת בפניה למסלולי NonSTEM, כאשר אחוז היהודים קטן פי 1.1 ביחס לסטודנטים מהמגזר הערבי, וגדול פי 1.2 ביחס ל"אחרים".

בבחינת כל אוכלוסייה בנפרד, בקרב המגזר היהודי, 2.3% מתחילים לימודיהם במסלול כימי, יותר מרבע במסלול STEM אחר, ויותר משני שליש מתחילים את לימודיהם במסלול NonSTEM. לעומת זאת, בקרב המגזר הערבי, כ-2% מתחילים את לימודיהם בכימיה, פחות מרבע במסלול STEM אחר, וכ-75% במסלול NonSTEM. לבסוף, בקרב ה"אחרים", 3.5% מתחילים לימודיהם במסלול כימי, כ-40% במסלול STEM אחר, וכמחציתם מתחילים את לימודיהם במסלול NonSTEM (ראו איור 5-9).

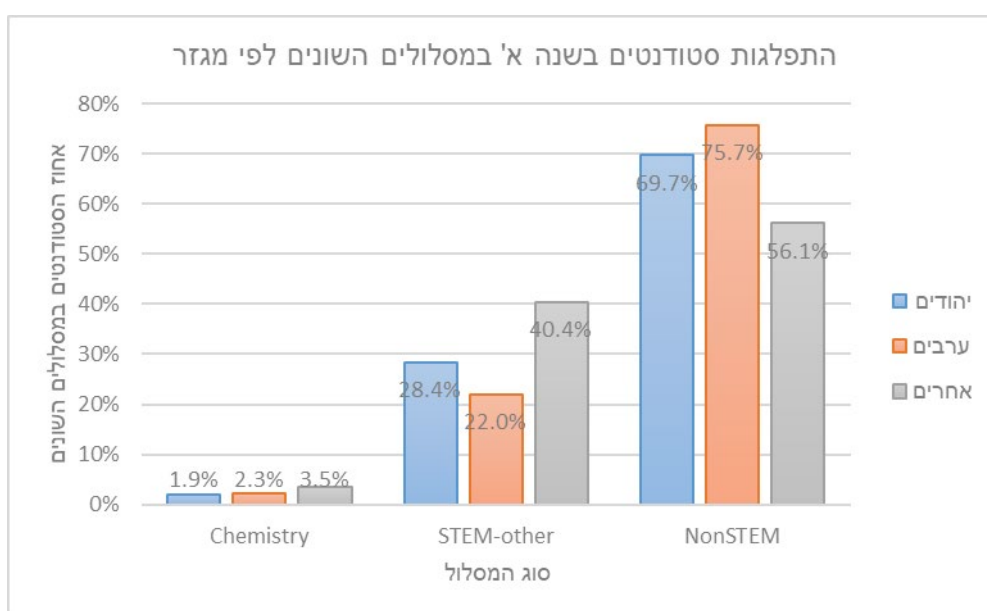
בוגרים, באופן כללי ניתן להבחין במגמה דומה לזו שנצפתה בשנה א' לתואר ראשון. כאשר אחוז בוגרי המסלול הכימי בקרב המגזר היהודי קטן פי 2.1 ביחס ל"אחרים" וגדול פי 1.3 ביחס לבוגרי המגזר הערבי. מבחינת סיום לימודים במסלולי STEM אחרים, אחוז הבוגרים היהודים גדול פי 1.5 ביחס לבוגרי המגזר הערבי, וקטן פי 1.5 ביחס ל"אחרים". מגמה זו מתהפכת בסיום מסלולי NonSTEM, כאשר אחוז היהודים קטן פי 1.1 ביחס לבוגרי המגזר הערבי, וגדול פי 1.3 ביחס ל"אחרים".

בבחינת כל אוכלוסייה בנפרד, בקרב המגזר היהודי, כ-2% מסיימים לימודיהם במסלול כימי, כרבע במסלול STEM אחר, וכ-70% מסיימים את לימודיהם במסלול NonSTEM. לעומת זאת, בקרב המגזר הערבי, כ-1.5% מסיימים את לימודיהם בכימיה, פחות מ-20% במסלול STEM אחר, וכ-80% במסלול NonSTEM. לבסוף, בקרב ה"אחרים", כ-4.5% מסיימים לימודיהם במסלול כימי, כ-40% במסלול STEM אחר, וכמחצית מסיימים את לימודיהם במסלול NonSTEM (ראו איור 5-10).



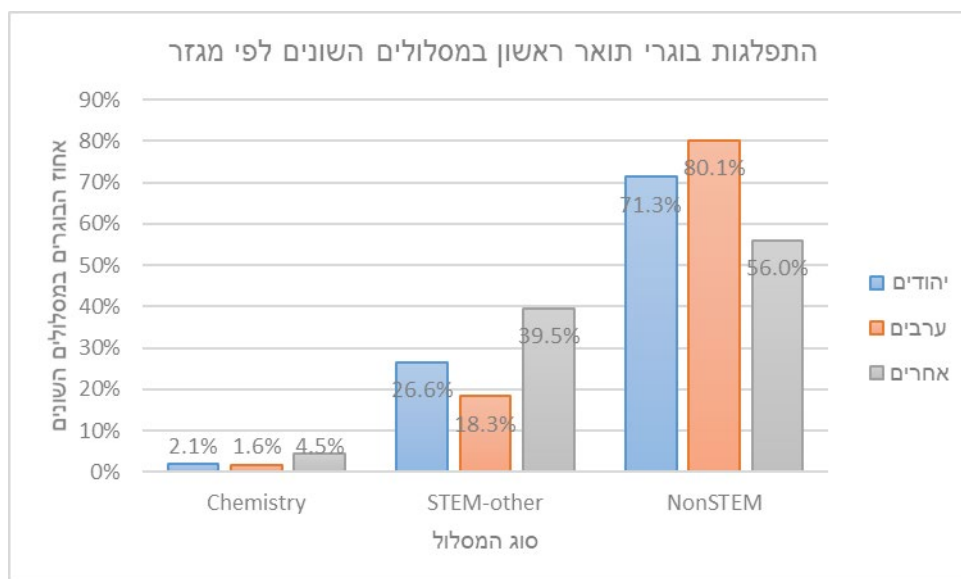
איור 13. התפלגות תלמידי תיכון, יהודים ($N=326,064$), ערבים ($N=78,821$), ו"אחרים", בבחירה במגמה מדעית ושאינה מדעית. ($N=11,057$)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 14. התפלגות סטודנטים בשנה א', יהודים ($N=159,640$), ערבים ($N=22,671$) ו"אחרים", בבחירה במסלול לימודים מדעי ושאינו מדעי. ($N=3,262$)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 15. התפלגות בוגרי תואר ראשון, יהודים (N=106,535), ערבים (N=11,730), ו"אחרים", בסיום מסלול לימודים מדעי ושאינו מדעי.

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1996 ועד 2015 (לא ברצף).

סיכום ההבדלים במגמות הבחירה לאורך שלושת תקופות הלימוד לפי מגזר

- ❖ מבחינת המגזרים השונים, ניתן להבחין במגמות דומות בהשכלה הגבוהה אשר שונות ממגמות הבחירה בשלב התיכון.
- ❖ בתחום הכימיה, בתיכון קיים פער משמעותי (פי 2) לטובת לומדים מהמגזר הערבי. לעומת זאת, בשנה א', קיים פער של פי 1.2 לטובת הסטודנטים היהודים ביחס לערבים. בקרב הבוגרים, הפער גדל לכדי פי 1.3 לטובת הסטודנטים היהודים ביחס לסטודנטים מהמגזר הערבי.
- ❖ במקצועת STEM אחרים, בתיכון שוב ניתן להבחין בפער קל לטובת לומדים מהמגזר הערבי (פי 1.2 לטובת לומדים מהמגזר הערבי ביחס ללומדים מהמגזר היהודי). לעומת זאת, בהשכלה הגבוהה (שנה א' וסיום תואר), מגמה זו מתהפכת ונרשם פער לטובת לומדים מהמגזר היהודי ביחס ללומדים מהמגזר הערבי (פי 1.3 בשנה א', ופי 1.5 בסיום תואר ראשון).
- ❖ בתחומי ה-NonSTEM, רואים מגמה הפוכה למגמה שנצפתה בתחומי ה-STEM השונים. כאשר בתיכון נרשם פער לטובת לומדים מהמגזר היהודי ו"אחרים" (כמעט פי 1.4) ביחס ללומדים מהמגזר הערבי. ואילו בהשכלה הגבוהה (שנה א' וסיום תואר), נרשם פער לטובת לומדים מהמגזר הערבי ביחס ללומדים מהמגזר היהודי (פי 1.1 בשנה א' ובסיום תואר ראשון).

כעת נבחן את ההבדלים במגמות הבחירה במקצועות הכימיה לעומת מקצועות STEM אחרים ומקצועות NonSTEM, בחלוקה לפי השנים אשר נדגמו במחקר (1992, 1996, 2001, 2006, 2011, 2015), בקרב לומדים בעלי מאפיינים דמוגרפים שונים (מגדר: נשים / גברים; מגזר: יהודים / ערבים / אחר), בין שלוש תקופות הלימוד.

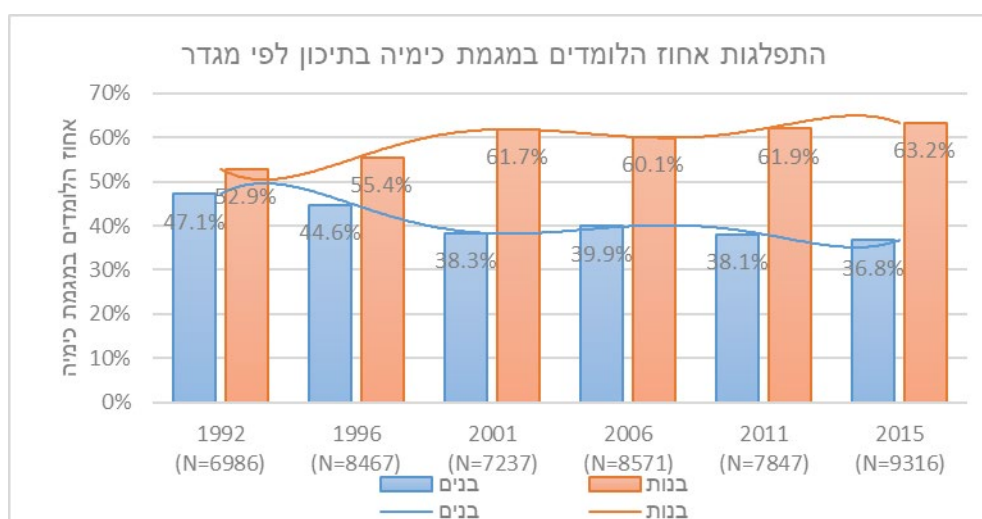
תחילה נציג את ההבדלים במגמות הבחירה בין גברים ונשים, לאורך תקופות הלימוד השונות. לאחר מכן, נציג את ההבדלים במגמות הבחירה בין המגזרים השונים לאורך תקופות הלימוד השונות. כאשר, הניתוחים הסטטיסטיים עבור המגזר בוצעו לפי כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה. כיוון שקיימים פערים גדולים במספר הנבדקים בכל תת-אוכלוסייה, היה חשוב לבחון את מגמות השינוי שעברה כל תת-אוכלוסייה לאורך השנים ביחס לעצמה ולא ביחס לכלל האוכלוסייה.

5.6 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגדר, בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות

כפי שניתן לראות איור 5-11, לאורך כל השנים אחוז הבנות אשר למדו במגמת כימיה בתיכון היה גבוה ביחס לאחוז הבנים. בנוסף, לאורך השנים הפערים בעיקר הלכו וגדלו, מפער של 5.8% בשנת 1992 ועד לפער של כ-26.5% בשנת 2015.

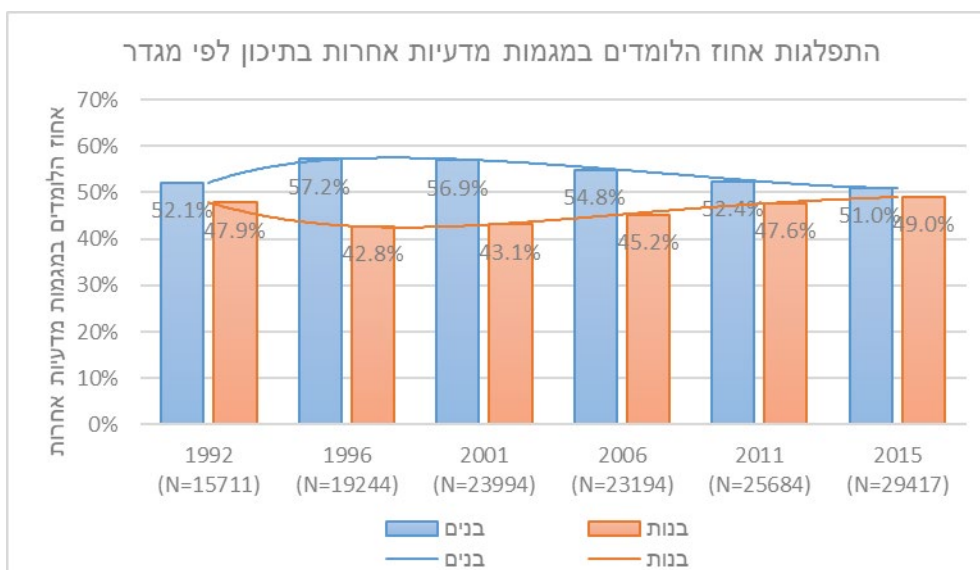
בהתייחס למגמות המדעיות האחרות בתיכון, כפי שניתן לראות באיור 5-12, הפערים בין אחוז הבנים ובין אחוז הבנות הפונים למגמות מדעיות אחרות בתיכון הולכים ומצטמצמים, מפער של כ-14.5% בשנת 1996 עד לפער של 2% בלבד בשנת 2015.

לבסוף, בהתייחס למגמות שאינן מדעיות ניתן להבחין בשינוי בפערים בין המחצית הראשונה של שני העשורים האחרונים ובין המחצית השנייה. כאשר בין שנת 1992 לשנת 2001 נרשם פער של 21% בממוצע לטובת אחוז הבנות אשר למדו במגמות שאינן מדעיות ביחס לאחוז הבנים במגמות אלו. והחל משנת 2006 פער זה מצטמצם לכדי 12% בממוצע (ירידה של פי 1.7 ביחס למחצית הראשונה) לטובת אחוז הבנות אשר פונות למגמות שאינן מדעיות ביחס לאחוז הבנים (ראו איור 5-13).



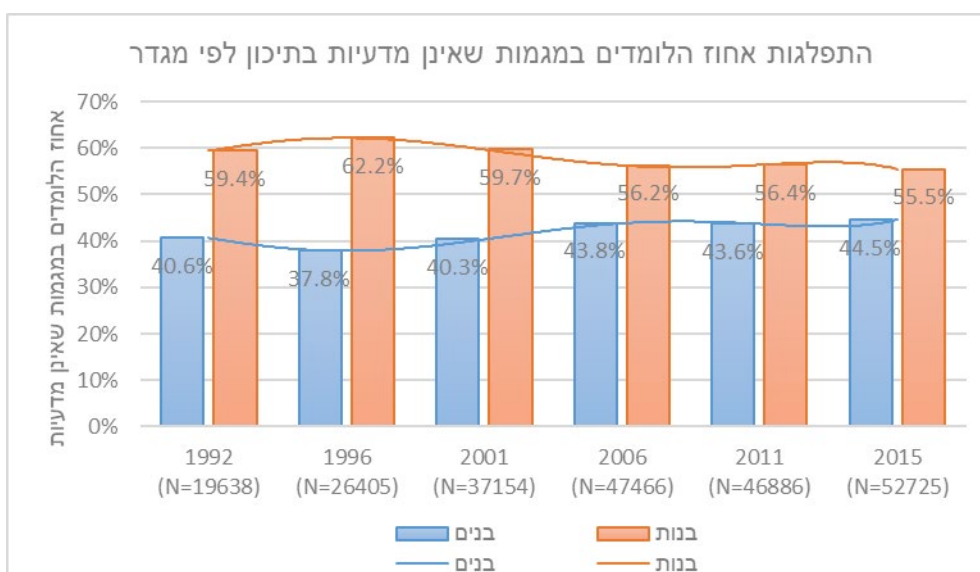
איור 16. התפלגות (באחוזים) הלומדים במגמת כימיה בתיכון לפי מגדר לאורך השנים. בנים (N=19,668); בנות (N=28,756)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 17. התפלגות (באחוזים) הלומדים במגמות מדעיות אחרות בתיכון לפי מגדר. בנים (N=74,040) ; בנות (N=63,204)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 18. התפלגות (באחוזים) הלומדים במגמות שאינן מדעיות בתיכון לפי מגדר. בנים (N=97,658) ; בנות (N=132,616)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).

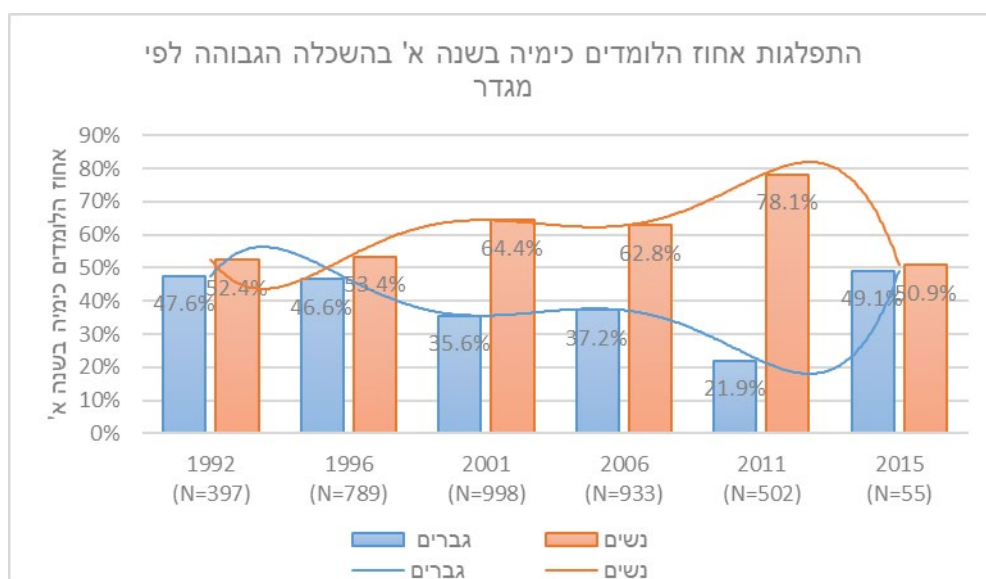
5.7 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגדר, בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון במסלולי הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM

בבחינת מגמות הבחירה במסלול כימיה בשנה א' בהשכלה הגבוהה, ניכרת מגמה הפוכה בין המגדרים לאורך השנים. כאשר באופן כללי ניכרת ירידה של פי 2.2 באחוז הבנים המתחילים במסלול כימיה בשנת 2011 לעומת שנת 1992. זאת לעומת עליה באחוז של פי 1.5 באחוז הבנות המתחילות לימודי כימיה בתואר ראשון בשנת 2011 לעומת שנת 1992 (ראו איור 14-5). בנוסף, קיים

שוויון באחוז הבנים ובאחוז הבנות הפונים למסלול כימיה בשנה א' לתואר ראשון בשנת 2015. עם זאת, מדובר בסטודנטים אשר גם סיימו את לימודיהם בתיכון בשנת 2015, לכן ככל הנראה מדובר באוכלוסייה מיוחדת, כמו סטודנטים בעתודה צבאית, בתוכנית של מחוננים, או אוכלוסייה אשר לא מתגייסת לשירות צבאי / לאומי אחרי התיכון. לכן נתונים אלו אינם מייצגים את כלל האוכלוסייה, ולא ניתן להסיק מכך על שינוי במגמה בבחירה בכימיה בשנה א' בהשכלה הגבוהה.

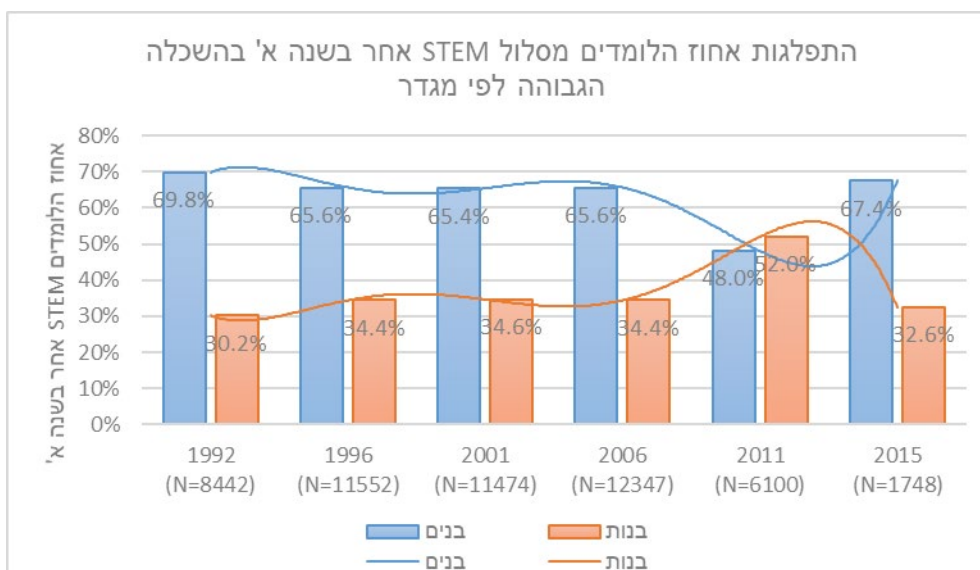
עם זאת, מבחינת פנייה למסלולי STEM אחרים בשנה א' לתואר ראשון, באופן כללי ניכרת מגמה יציבה יחסית באחוז הבנים (כשני שליש מכלל הסטודנטים) ובאחוז הבנות (כשליש מכלל הסטודנטים) הפונים למסלולים אלו. עם זאת, בשנת 2011 ניכר צמצום בפערים בין באחוז הגברים והנשים במסלול זה. (ראו איור 5-15).

בבחינת פנייה למסלולי NonSTEM בשנה א' לתואר ראשון, ניתן להבחין במגמה דומה לזו שנצפתה בפנייה למסלול STEM אחר בשנה א' לתואר ראשון. כאשר עד לשנת 2006 ניכרת מגמה יציבה יחסית באחוז הבנים (כשני שליש מכלל הסטודנטים) ובאחוז הבנות (כשליש מכלל הסטודנטים) הפונים למסלולים אלו. כמו כן, החל משנת 2011, הפערים גדלו כך שאחוז הבנות עמד על כ-79% לעומת אחוז הבנים שעמד על כ-21% בלבד (ראו איור 5-16).



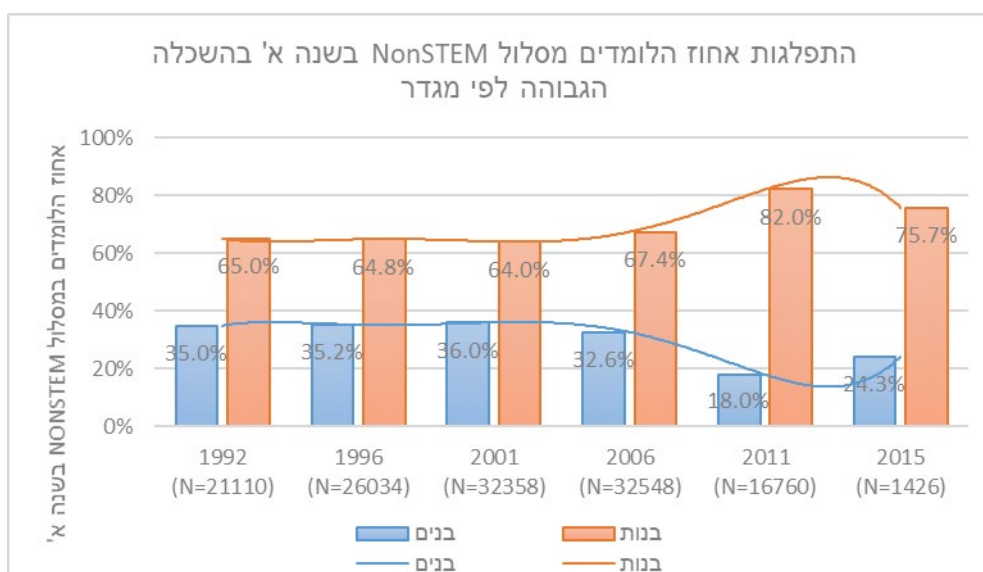
איור 19. התפלגות אחוז המתחילים לימודי כימיה בשנה א' לתואר ראשון לפי מגדר. גברים (N=1,396) ; נשים (N=2,278)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 20. התפלגות אחוז המתחילים לימודי STEM אחרים בשנה א' לתואר ראשון לפי מגדר. גברים (N=33,186) ; נשים (N=18,477)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף)



איור 21. התפלגות אחוז המתחילים לימודי NonSTEM בשנה א' לתואר ראשון לפי מגדר. גברים (N=88,047) ; נשים (N=42,189)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).

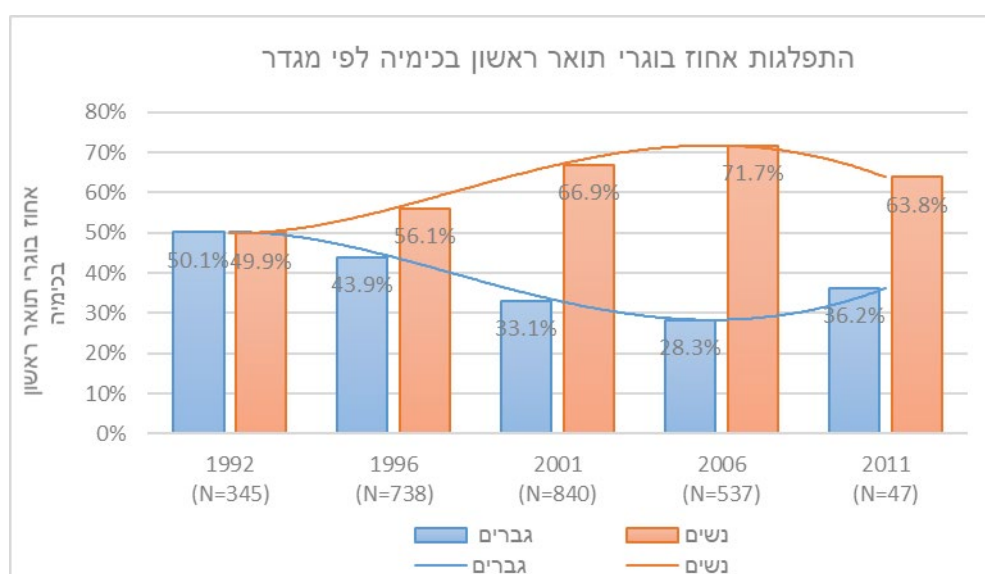
5.8 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגדר, בקרב בוגרי תואר ראשון במסלולי הכימיה לעומת

שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM

בבחינת התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון בכימיה לפי מגדר, עד לשנת 2006, אחוז הגברים אשר סיימו תואר ראשון בכימיה בהשכלה הגבוהה היה במגמת ירידה ביחס לאחוז הבנות במסלול זה. כאשר מכ-50% גברים אשר סיימו תואר בכימיה בשנת 1992 ועד לפחות מ-30% בשנת 2006. כאשר בשנת 2011 ניכרת עליה קלה של כ-8% באחוז הבנים המסיימים תואר בכימיה (ראו איור 5-17).

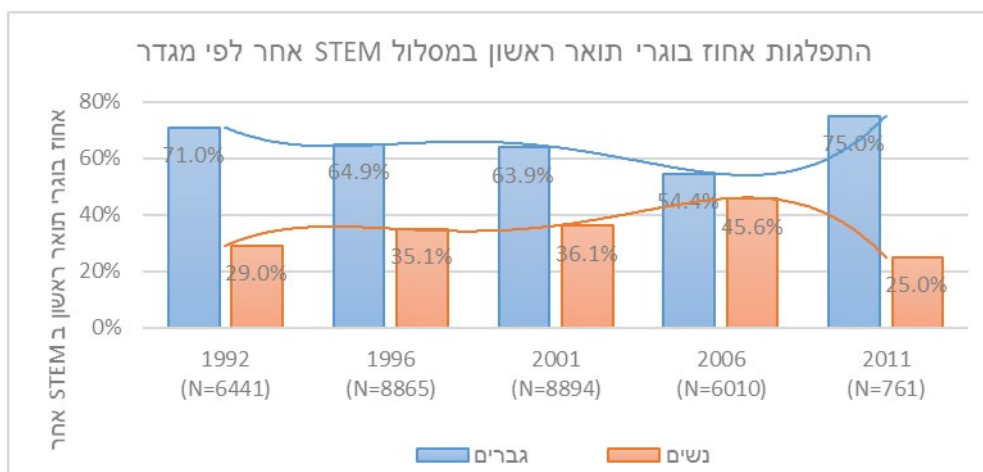
בבחינת התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר לפי מגדר, עד לשנת 2006 אחוז הגברים אשר סיימו תואר ראשון במסלול STEM אחר היה במגמת ירידה ביחס לאחוז הבנות המסיימות תואר ראשון במסלול זה. כאשר בשנת 1992 אחוז הגברים עמד על כ-70% לעומת כ-55% בשנת 2006. עם זאת, בשנת 2011, הפער בין אחוז הבוגרים ובין אחוז הבוגרות גדל, כאשר כ-75% מהבוגרים היו גברים (ראו איור 5-18).

בבחינת התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול NonSTEM לפי מגדר, עד לשנת 2001 כשני שליש ממסיימי תואר ראשון NonSTEM היו נשים. החל משנת 2001 והלאה, אחוז הנשים שסיימו מסלול זה הלך ועלה עד לכ-80% בשנת 2011 (ראו איור 5-19).



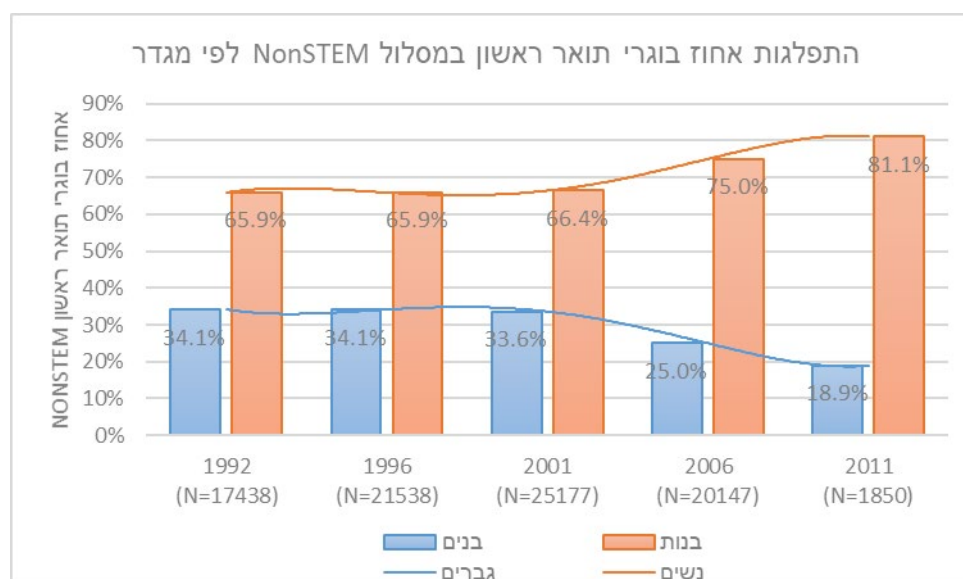
איור 22. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול כימי לפי מגדר. גברים (N=944); נשים (N=1,563)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף).



איור 23. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר לפי מגדר. גברים (N=19,852); נשים (N=11,119)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף).



איור 24. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון במסלול NonSTEM לפי מגדר. גברים (N=27,145); נשים (N=59,005)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1996 ועד 2015 (לא ברצף).

סיכום ההבדלים לאורך השנים במגמות הבחירה לאורך שלושת תקופות הלימוד לפי מגדר:

- ❖ במסלול הכימי באופן כללי, נראה כי ישנה מגמה דומה ביחס שבין אחוזי הבנות ובין אחוזי הבנים הבוחרים במסלול כימיה בתיכון ובהשכלה הגבוהה. כאשר באופן כללי, אחוזי הבנות גבוה מאחוזי הבנים, כאשר לאורך השנים הפערים הולכים וגדלים.
- ❖ בתחומי STEM אחרים, באופן כללי, הן בתיכון והן בהשכלה הגבוהה ניכרת מגמה של צמצום פערים ביחס שבין אחוזי הבנות ובין אחוזי הבנים הפונים למסלולים אלו. עם זאת, בתיכון הפערים בין אחוזי הבנות הפונות למגמות מדעיות אחרות הנו קטן משמעותית בהשוואה למצבן בהשכלה הגבוהה, כ-45% בממוצע בתיכון לעומת כשליש בלבד בהשכלה הגבוהה.
- ❖ בתחומי NonSTEM, לאורך כל תקופות הלימוד אחוזי הבנות הפונות למסלולים אלו גבוה מאחוזי הבנים. עם זאת, בתיכון בעשור האחרון ניכרת מגמה של צמצום פערים ביחס בין אחוזי הבנות (כ-56%) ובין אחוזי הבנים (כ-44%) הפונים למגמות שאינן מדעיות. לעומת זאת, בהשכלה הגבוהה בעשור האחרון הפערים הולכים וגדלים. כאשר אחוזי הנשים אשר פונות למסלולי NonSTEM (כ-80%) גבוה באופן משמעותי מאחוזי הבנים הפונים למסלולים אלו (כ-20%).

כעת, נעבור לבחון את ההבדלים במגמות הבחירה השונות בקרב המגזרים השונים, לפי היחס של כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה באוכלוסייה, לאורך תקופות הלימוד השונות.

5.9 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, של כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה באוכלוסייה,

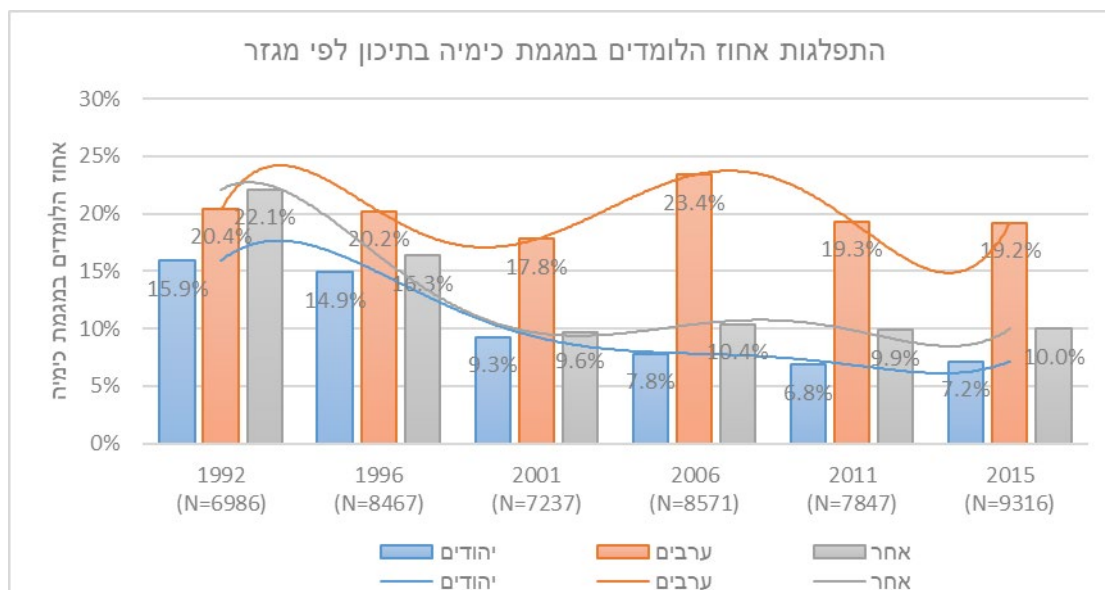
בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות

ניתן לראות כי בקרב היהודים, באופן כללי בשני העשורים האחרונים קיימת מגמת ירידה בפניה למגמת כימיה, כאשר בשנת 1992 כ-16% למדו במגמת כימיה, לעומת כ-7% בלבד בשנת 2015. בקרב הלומדים הערבים, קיימת יציבות יחסית בפניה למגמת כימיה בתיכון אשר עומדת על כ-20% בממוצע. לגבי ה"אחרים", עד לשנת 2001 ניכרת מגמת ירידה באחוזי הפונים למגמת כימיה, כאשר בעשור האחרון קיימת יציבות באחוזי הפונים למגמת כימיה העומדת על כ-10% (ראו איור 5-20).

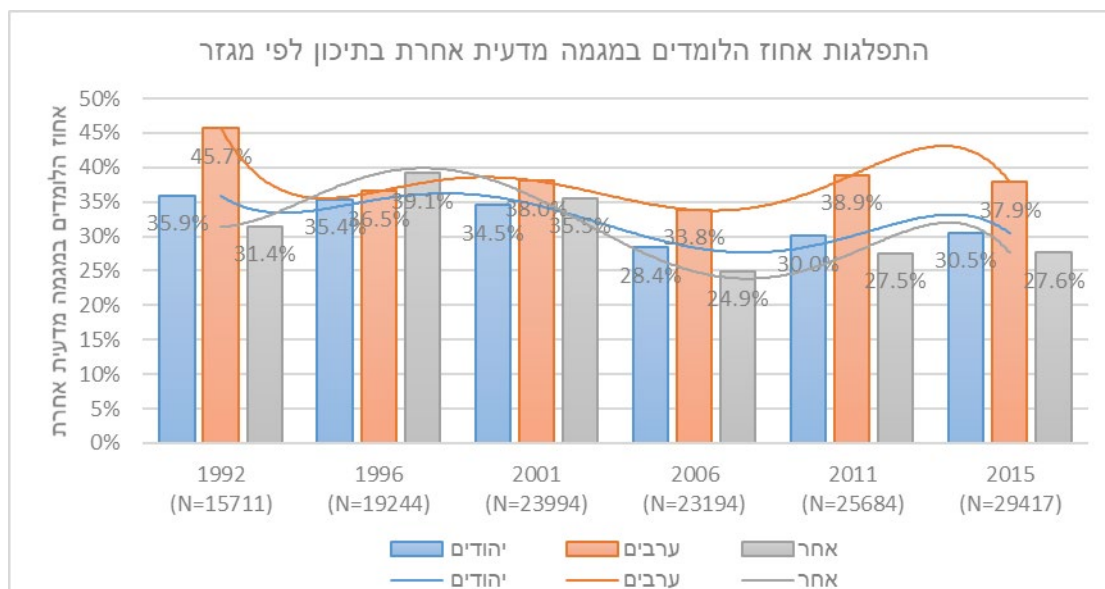
כמו כן, בפנייה למגמה מדעית אחרת בתיכון ניכרת מגמה דומה בין המגזרים השונים, עם פער לטובת לומדים מהמגזר הערבי, שהולך וגדל לאורך השנים (ביחס למגזר היהודי, בין כ-1% ועד לכ-8%). באופן כללי, אחוזי הלומדים מהמגזר הערבי אשר פונה למגמות מדעיות אחרות עומד על כ-38% בממוצע לאורך שני העשורים האחרונים. ואילו בקרב הלומדים מהמגזר היהודי, אחוזי הפונים למגמות אלו ירד בעשור האחרון לכ-27% (ראו איור 5-21).

לבסוף, ניתן להבחין כי אחוזי הלומדים היהודים ואחוזי ה"אחרים" הפונים למגמות שאינן מדעיות דומה לאורך שני העשורים האחרונים. כאשר בעשור האחרון כ-63% מהם למדו במגמות שאינן מדעיות ביחס לכ-50% לפני כשני עשורים. עם זאת, בבחינת לומדים מהמגזר הערבי, באופן כללי

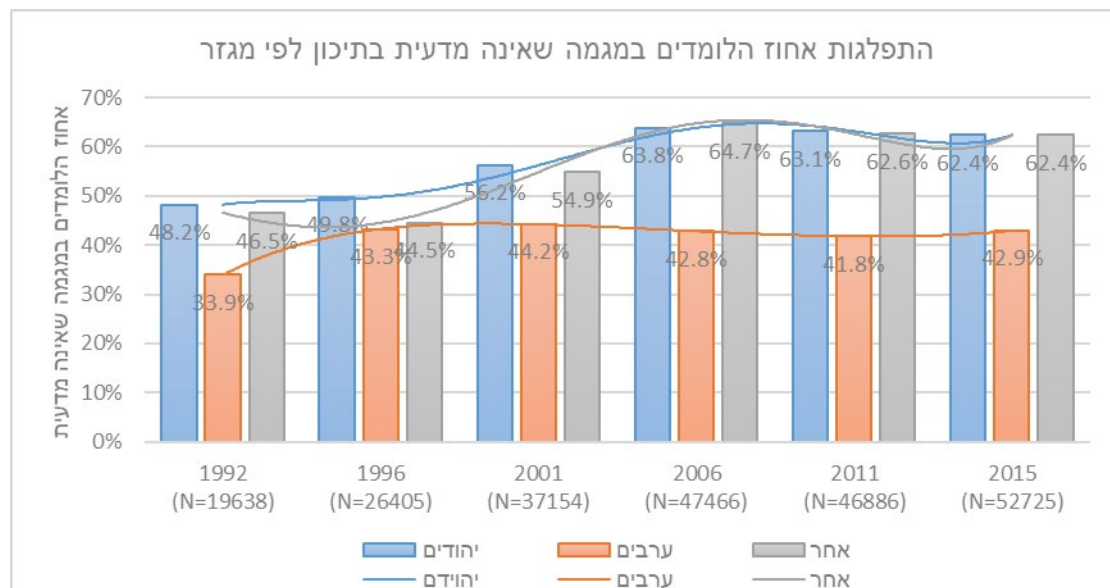
קיימת מגמה יציבה באחוז הפונים למגמות שאינן מדעיות בתיכון העומד על כ-42% (ראו איור 5-20).



איור 25. התפלגות בחירה במגמת כימיה בקרב לומדים ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה תלמידים יהודים פנו למגמת כימיה מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=31,505) ; ערבים (N=15,767) ; אחרים (N=1,152) הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 26. התפלגות בחירה במגמה מדעית אחרת בקרב לומדים ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה תלמידים יהודים פנו למגמה מדעית אחרת מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=104,309) ; ערבים (N=29,776) ; אחרים (N=3,159) הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 27. התפלגות בחירה במגמה שאינה מדעית בקרב לומדים ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה תלמידים יהודים פנו למגמה שאינה מדעית מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=190,250); ערבים (N=33,278); אחרים (N=6,746)

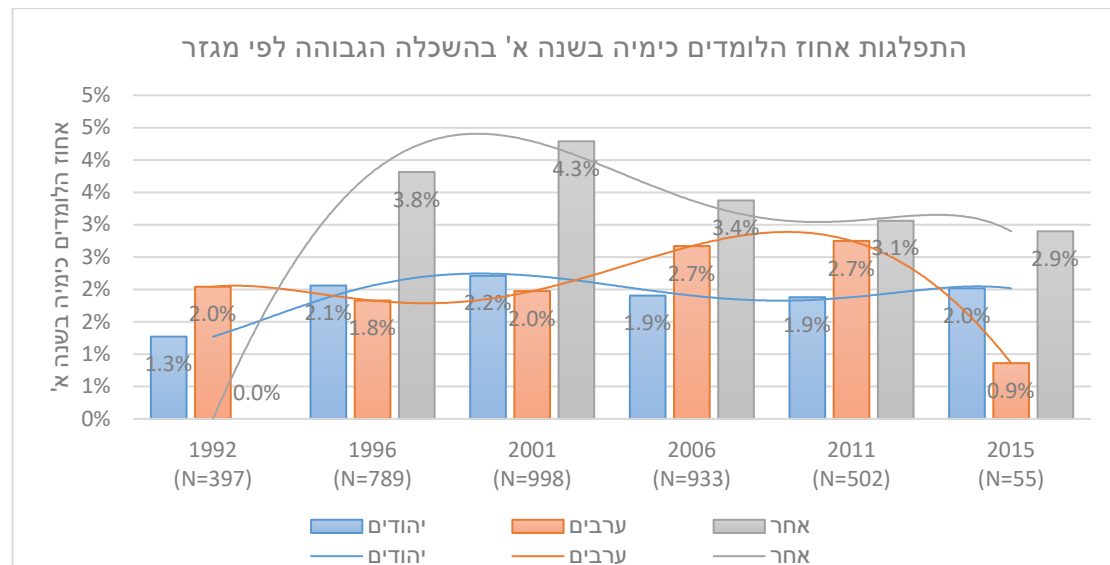
הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).

5.10 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, של כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה באוכלוסייה, בקרב תלמידי תיכון במגמת כימיה לעומת שאר המגמות המדעיות ומגמות שאינן מדעיות

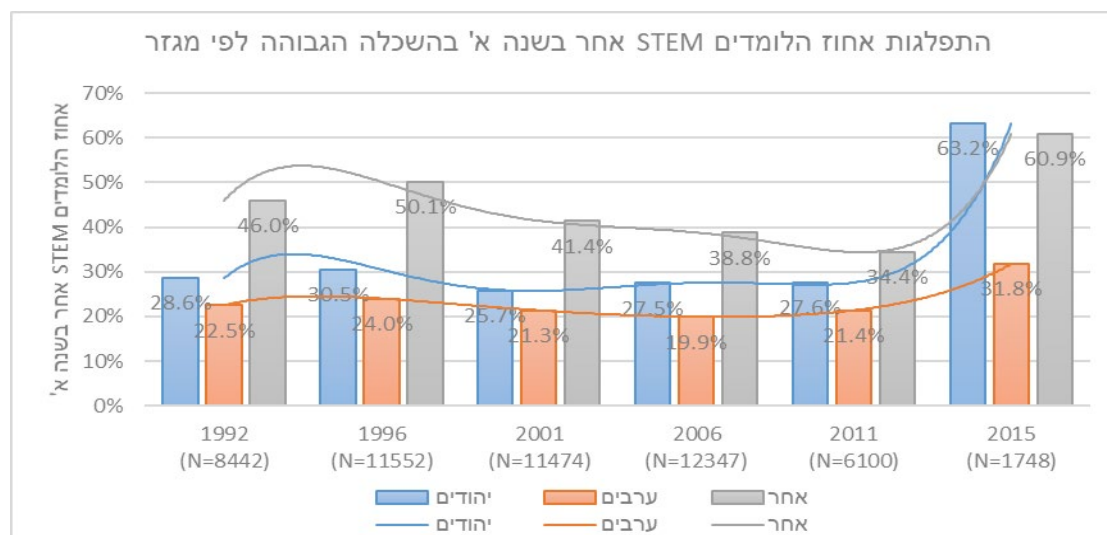
במסלול הכימיה ניתן להבחין במגמה יציבה יחסית של כ-2% בקרב הסטודנטים מהמגזר היהודי המתחילים ללמוד במסלול כימי בשנה א'. לעומת זאת, בקרב לומדי המגזר הערבי, קיימות מגמות שונות לאורך שני העשורים האחרונים, כאשר עד לשנת 2001, אחוז המתחילים מסלול כימי בקרב הלומדים מהמגזר הערבי היה דומה לאחוז הלומדים מהמגזר היהודי ועמד על כ-2%. בין 2006 ל-2011, אחוז הלומדים מהמגזר הערבי עלה פי 1.3 ביחס לנתון הקודם, ובשנת 2015 יש ירידה חדה, כאשר רק כ-1% בלבד התחילו לימודיהם במסלול כימי. בנוסף, בקרב הלומדים ה"אחרים", בעשור האחרון נרשמה מגמת ירידה באחוז המתחילים מסלול כימי, מ-4.3% בשנת 2001 ועד לכ-3% בשנת 2015 (ראו איור 5-23).

כמו כן, בבחינת פנייה למסלול STEM אחר, באופן כללי, ניתן להבחין במגמה יציבה יחסית באחוז הלומדים מהמגזר היהודים לאורך השנים, העומד על כ-28% בממוצע. גם בקרב לומדים מהמגזר הערבי קיימת יציבות יחסית, כאשר כ-22% בממוצע מתחילים לימודי STEM אחרים בשנה א'. לעומת זאת, בקרב לומדים מהמגזר "אחר", קיימת מגמת ירידה, כאשר בשנת 1996 כמחציתם התחילו במסלול STEM אחר ובשנת 2011 רק כשליש התחילו לימודיהם במסלול זה. בשנת 2015 ניתן להבחין במגמה שונה, כיוון שמדובר בסטודנטים אשר סיימו תיכון בשנה זו, ככל הנראה הם שייכים לקבוצות מיוחדות כמו עתודה או מסלול מחוננים אשר פונים למסלולים טכנולוגיים, ולכן ניתן להבחין בקפיצה של עשרות אחוזים בקרב לומדים מהמגזר היהודי ו"אחר" בפנייה למסלולי STEM אחרים בשנה זו (ראו איור 5-23).

לבסוף, בבחינת פנייה למסלול NonSTEM בשנה א', ניתן להבחין במגמה יציבה ודומה יחסית בשני העשורים האחרונים בקרב לומדים מהמגזר היהודי והערבי אשר התחילו לימודיהם במסלול NonSTEM. כאשר בממוצע כ-70% מהלומדים מהמגזר היהודי וכ-76% מהלומדים מהמגזר הערבי, התחילו לימודיהם במסלול NonSTEM. לעומת זאת, בקרב לומדים מהמגזר "אחר", ניכרת מגמת עליה בפנייה למסלולים אלו בשנה א', כאשר בשנת 1996 כ-45% התחילו לימודיהם במסלול זה, לעומת כ-62% בשנת 2011. גם כאן, ניתן לראות כי בשנת 2015 לומדים מהמגזר היהודי ו"אחר" אשר סיימו תיכון בשנה זו, פנו פחות למסלול NonSTEM (ראו איור 25-5).

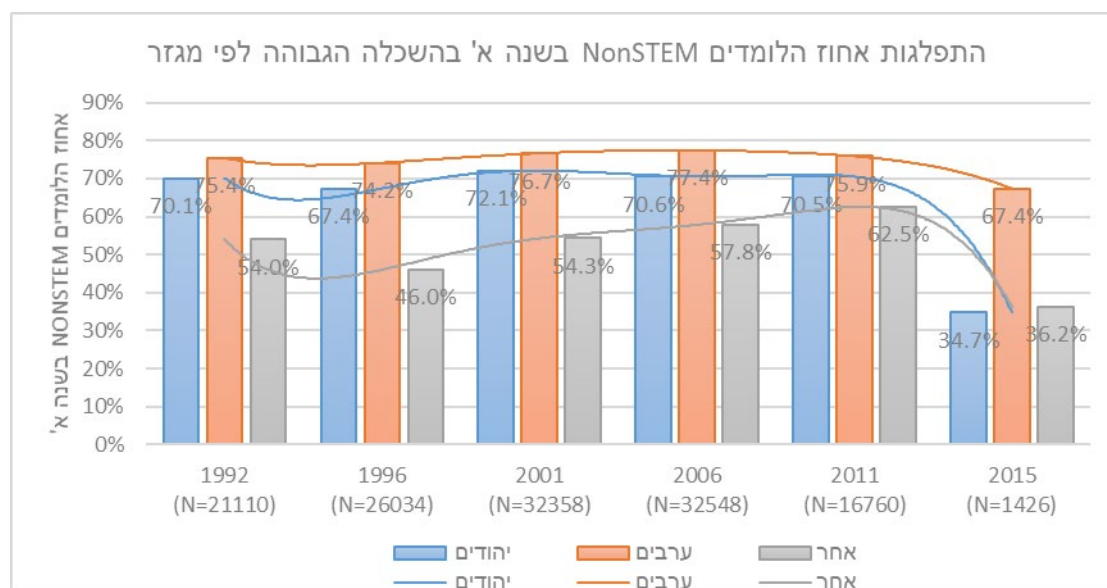


איור 28. התפלגות בחירה במסלול כימי בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה סטודנטים יהודים פנו למסלול כימי מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=3,039); ערבים (N=520); אחרים (N=115). הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 29. התפלגות בחירה במסלול STEM אחר בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה סטודנטים יהודים פנו למסלול STEM אחר מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=45,366); ערבים (N=4,980); אחרים (N=1,317)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).



איור 30. התפלגות בחירה במסלול NonSTEM אחר בקרב סטודנטים בשנה א' לתואר ראשון ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה סטודנטים יהודים פנו למסלול STEM אחר מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235); ערבים (N=17,171); אחרים (N=1,830)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015 (לא ברצף).

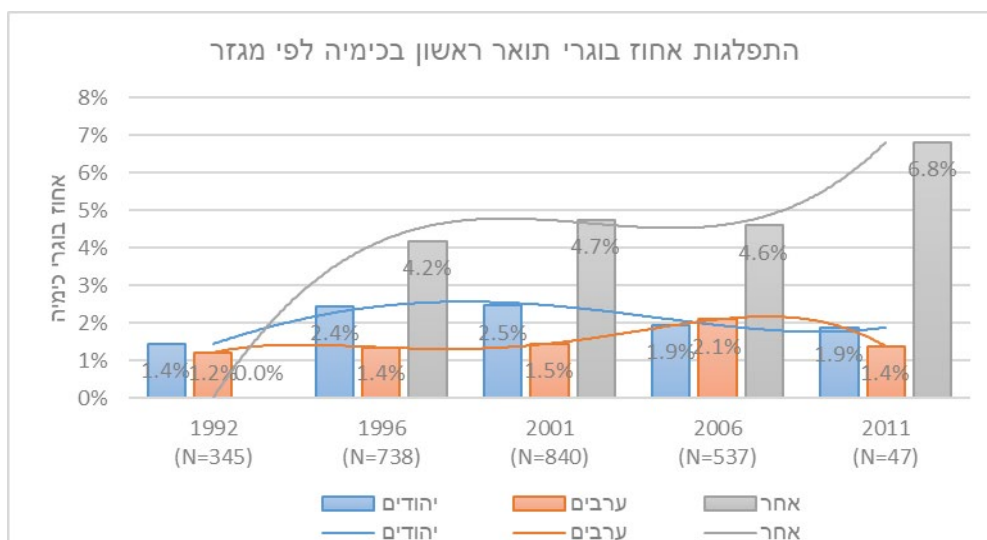
5.11 מגמת הבחירה בהתייחס להבדלים במגזר, של כל תת-אוכלוסייה ביחס לעצמה, בקרב בוגרי

תואר ראשון במסלולי הכימיה לעומת שאר מסלולי ה-STEM וה-NonSTEM

ביחס לסיום תואר ראשון בכימיה, ניתן להבחין כי בעשור האחרון קיימת ירידה של כ-0.5% באחוז הבוגרים מהמגזר היהודי אשר מסיימים תואר ראשון בכימיה, אחוז שעומד על כ-2% בלבד מכלל הבוגרים מהמגזר היהודי. בבחינת הבוגרים בקרב המגזר הערבי, עד לשנת 2006 נרשמה מגמת עליה באחוז הבוגרים במסלול כימי, אחוז העומד על כ-2%. עם זאת, בשנת 2011 נרשמה ירידה באחוז בוגרי תואר ראשון בכימיה בקרב לומדים מהמגזר הערבי. בבחינת בוגרי המגזר "אחר", קיימת מגמת עליה באחוז הבוגרים במגמת כימיה לאורך השנים, כאשר בשנת 2011, כ-7% מכלל הבוגרים מהמגזר ה"אחר" סיימו תואר ראשון בכימיה (ראו איור 5-26).

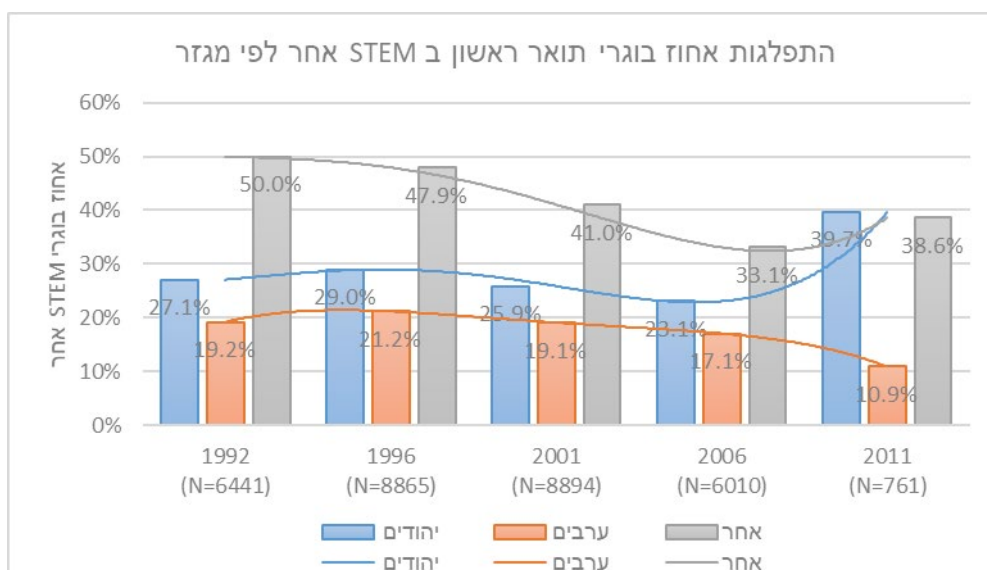
כמו כן, בבחינת בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר, ניתן להבחין כי עד לשנת 2006, כשליש מהבוגרים היהודים הם בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר עם עליה של כ-10% בשנת 2011. אצל הבוגרים מהמגזר הערבי, עד לשנת 2001 נרשמה מגמה יציבה יחסית, כאשר כ-20% מהבוגרים מהמגזר הערבי סיימו תואר ראשון STEM אחר. עם זאת, החל משנת 2001, חלה ירידה באחוז הבוגרים מהמגזר הערבי במסלול זה, כאשר בשנת 2011 רק כ-11% סיימו תואר ראשון STEM אחר. בקרב בוגרי המגזר "אחר", עד לשנת 2006 ניכרת מגמת ירידה באחוז בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר, כאשר בשנת 1992 כמחציתם סיימו תואר ראשון במסלול זה, לעומת כשליש בשנת 2006. בין 2006 ל-2011 חלה מגמת עליה קלה (ראו איור 5-27).

לבסוף, בבחינת התמורות בקרב בוגרי תואר ראשון NonSTEM, ניתן להבחין ביציבות יחסית בקרב המגזרים השונים. כאשר עד לשנת 2006 אחוז הבוגרים מהמגזר היהודי אשר סיימו תואר ראשון NonSTEM עמד על כ-70%, לעומת כ-80% בקרב לומדים מהמגזר הערבי. בשנת 2011 נרשמה ירידה באחוז הבוגרים במסלול זה בקרב בוגרי המגזר היהודי, לעומת עליה באחוז בוגרי מסלול זה בקרב בוגרי המגזר הערבי. ביחס לבוגרי המגזר "אחר", באופן כללי, כמחציתם מסיימים תואר ראשון במסלול NonSTEM (ראו איור 5-28).



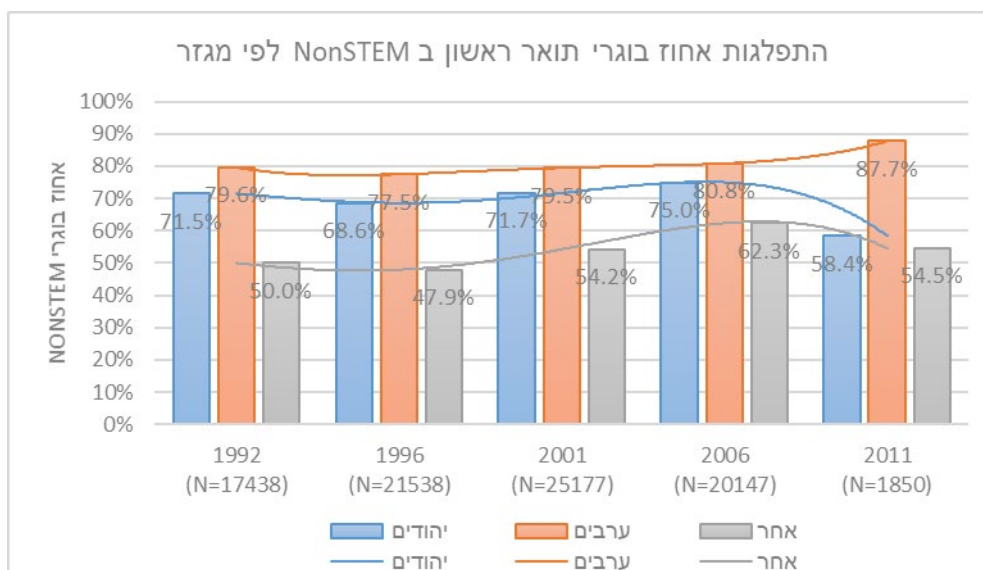
איור 31. התפלגות בוגרי תואר ראשון במסלול כימי ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה בוגרים יהודים סיימו מסלול כימי מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235) ; ערבים (N=17,171) ; אחרים (N=1,830)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף).



איור 32. התפלגות בוגרי תואר ראשון במסלול STEM אחר ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה בוגרים יהודים סיימו מסלול STEM אחר מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235) ; ערבים (N=17,171) ; אחרים (N=1,830)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף).



איור 33. התפלגות בוגרי תואר ראשון במסלול NonSTEM ביחס לתת-האוכלוסייה אליה שייכים. כלומר, כמה בוגרים יהודים סיימו מסלול NonSTEM מתוך כלל האוכלוסייה היהודית לאורך השנים. יהודים (N=111,235); ערבים (N=17,171); אחרים (N=1,830)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף)

סיכום ההבדלים לאורך השנים במגמות הבחירה לאורך שלושת תקופות הלימוד לפי מגזר, תמונת מצב של כל תת-אוכלוסייה ביחס לגודלה באוכלוסייה הכללית:

- ❖ במסלול הכימי בתיכון ניכר כי לאורך כל השנים אחוז הלומדים הערבים אשר בוחרים במגמת כימיה (כ-20% בממוצע מכלל הלומדים הערבים), גדול מאחוז הלומדים היהודים (כ-10% בממוצע מכלל הלומדים היהודים), וה"אחרים" (כ-13% בממוצע מכלל הלומדים ה"אחרים"). כלומר, בממוצע, אחוז הערבים הבוחרים במגמת כימיה גדול פי 2 מאחוז היהודים הבוחרים במגמת כימיה, ופי 1.5 מאחוז ה"אחרים". בהשכלה הגבוהה תמונת המצב משתנה. כאשר אחוז הסטודנטים הערבים (2% בממוצע) אשר מתחילים לימודי כימיה בהשכלה הגבוהה, שווה לאחוז הסטודנטים היהודים (1.9% בממוצע) המתחילים לימודיהם במסלול זה. לעומת זאת, בבחינת הבוגרים, המגמה מתהפכת כאשר אחוז הבוגרים הערבים (1.5% בממוצע) אשר סיימו תואר ראשון בכימיה נמוך מאחוז הבוגרים היהודים (2% בממוצע) במסלול זה.
- ❖ בתחומי STEM אחרים, ניכרת מגמה שונה בין המצב בתיכון ובין המצב בהשכלה הגבוהה. בתיכון ניכרת מגמה דומה במספר הלומדים במגמה מדעית אחרת במגזרים השונים, עם פער קל לטובת לומדים מהמגזר הערבי. כאשר לאורך כל השנים כשליש מהלומדים במגזרים השונים בוחרים במגמה מדעית אחרת בתיכון. לעומת זאת, בהשכלה הגבוהה, אחוז הסטודנטים מהמגזר הערבי (23% בממוצע) המתחילים לימודי STEM אחרים נמוך בהשוואה לאחוז הסטודנטים היהודים (34% בממוצע) והאחרים (45% בממוצע). מבחינת הבוגרים, המגמה דומה לזו שנצפתה בשנה א', כאשר בממוצע, 17% מהבוגרים הערבים, כ-29% מהבוגרים היהודים, וכ-42% מהבוגרים ה"אחרים", הם בוגרי תואר ראשון STEM אחר.
- ❖ בתחומי NonSTEM, שוב ניכרת מגמה שונה בין המצב בתיכון ובין המצב בהשכלה הגבוהה. בתיכון אחוז הלומדים במגמות שאינן מדעיות מהמגזר הערבי (41% בממוצע) היה נמוך בהשוואה ללומדים מהמגזר היהודי (57% בממוצע) וה"אחרים" (56% בממוצע). עם זאת, בהשכלה הגבוהה תמונת המצב משתנה. כאשר אחוז הסטודנטים המתחילים לימודי NonSTEM בשנה א' בקרב לומדים מהמגזר הערבי (75% בממוצע), היה גבוה ביחס לסטודנטים מהמגזר היהודי (64% בממוצע) או "אחר" (52% בממוצע) אשר התחילו לימודיהם במסלול זה. מגמה דומה לזו שנצפתה בשנה א' ניתן לראות גם בקרב הבוגרים. כאשר אחוז הבוגרים מהמגזר הערבי (81% בממוצע), היה גבוה ביחס לאחוז הבוגרים מהמגזר היהודי (69% בממוצע) או "אחר" (54% בממוצע), בסיום תואר ראשון במסלול NonSTEM.

6. נתוני אורך – מאפייני הלומדים השונים

ניתוח כללי לאורך השנים מהתיכון ועד לסיום תואר ראשון : 3126 : 3. : 2:

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בוגרי מגמת כימיה לעומת בוגרי מגמה מדעית ושאינה מדעית בתיכון ובין בחירה במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות (ראו 1-6) ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $p < .000$, $x^2(4) = 22936.4$. **טבלה 14.** התפלגות הלומדים לפי סוג המגמה בתיכון וסוג המסלול בשנה א' לתואר ראשון בהשכלה הגבוהה.

סיכום עיקרי הטבלה:

- ❖ מתוך כלל התלמידים, הסיכוי שלומד יתחיל במסלול כימיה בהשכלה הגבוהה גבוה יותר בקרב לומדים שלמדו במגמת כימיה בתיכון, פי 1.7 יותר ממי שלמד מדעי אחר, ופי 5 יותר ממי שלא למד במגמה מדעית כלל.
- ❖ באופן כללי, רק כ-2% מכלל הסטודנטים בשנה א' בהשכלה הגבוהה פונים למסלול כימיה. מתוכם, כ-56% למדו במגמת כימיה בתיכון, 33% למדו במגמה מדעית אחרת, ורק כ-11% לא למדו במגמה מדעית כלל.
- ❖ הסיכוי של לומד להתחיל במסלול STEM אחר בהשכלה הגבוהה, גדול פי 1.1 בקרב לומדים שלמדו במגמת כימיה בתיכון, ופי 3 יותר בקרב בוגרי מגמה מדעית אחרת, ביחס למי שלא למד במגמה מדעית כלל.
- ❖ באופן כללי, כ-28% מכלל הסטודנטים בשנה א' בהשכלה הגבוהה פונים למסלול STEM אחר. מתוכם כ-22% למדו במגמת כימיה, כ-58% למדו במגמה מדעית אחרת, וכ-19.5% לא למדו במגמה מדעית.

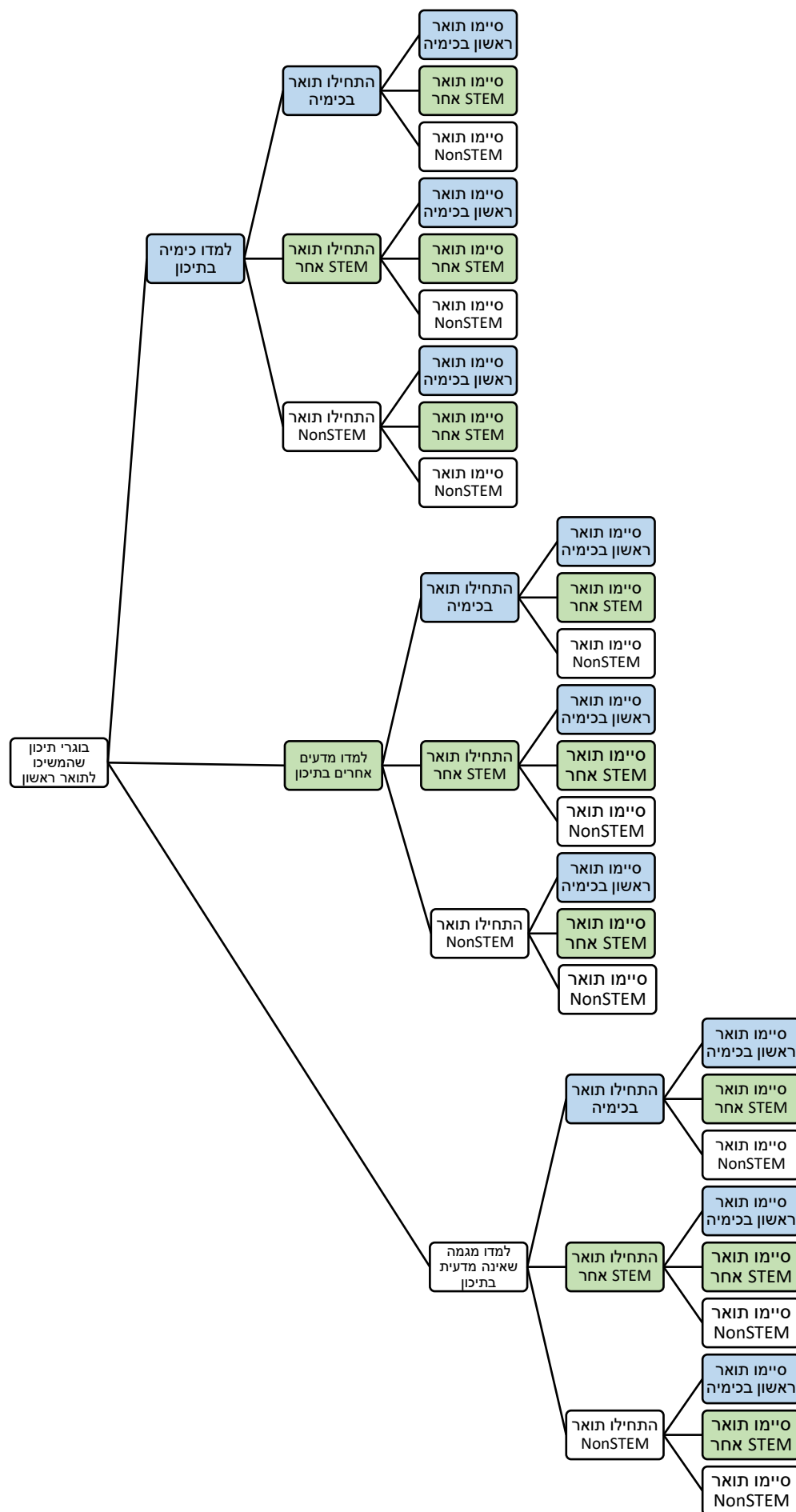
סוג מסלול לימוד שנה א' באקדמיה				סה"כ
כימיה	NonSTEM	STEM אחר	סה"כ	(% מתוך כלל התלמידים)
2047	17018	11485	30550	
כימיה				
6.7%	55.7%	37.6%	16.5%	
1219	41940	30006	73165	
מודעי אחר				
1.7%	57.3%	41.0%	39.4%	
408	71278	10172	81858	
לא מדעי				
0.5%	87.1%	12.4%	44.1%	
3674	130236	51663	185573	
סה"כ				
(% מתוך כלל הסטודנטים בשנה א')	70.2%	27.8%		

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015

(לא ברציף).

כדי לבחון המשך בחירה במסלול כימי או אחר בהשכלה הגבוהה, הן בשנה א' לתואר ראשון והן בסיום תואר ראשון, כתלות בסוג המגמה בתיכון, נערך ניתוח חי-בריבוע לאי תלות עם Split-file של מסד הנתונים לפי סוג המגמה בתיכון : כימיה, מדעית אחרת, לא מדעית. איור 1-6 מתאר את התפלגות מסד הנתונים לפי סוגי המגמות והמסלולים לאורך כל תקופות הלימוד.

על כן הניתוחים הבאים יוצגו בשלושה חלקים בהתאם לכל אחת משלוש סוגי המגמות בתיכון. כלומר, תיערך בדיקת אורך של המשך לימודים בהשכלה הגבוהה לפי מסלולי הלימוד השונים עבור כל סוג מגמה בנפרד.



איור 34. התפלגות הנתונים לפי סוגי המגמות והמסלולים לאורך כל תקופות הלימוד.

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בחירה במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה ובין סיום תואר במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM, עבור נבדקים שלמדו במגמת כימיה בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות (ראו טבלה 2-6, ראו איור 2-6) ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $p < 0.000$, $x^2(4) = 31337.4$.

טבלה 15. התפלגות הלומדים אשר למדו במגמת כימיה בתיכון, לפי סוג המסלול בשנה א' לתואר ראשון בהשכלה גבוהה וסוג המסלול אותו סיימו

סיכום עיקרי הטבלה:

- ❖ מתוך כלל התלמידים שלמדו כימיה בתיכון, הסיכוי שלומד יסיים תואר ראשון במסלול בו החל בשנה א' גבוה מאוד בעיקר בקרב אלו שלמדו במסלול NonSTEM (96.5%), לאחר מכן במסלול STEM אחר (85.5%) ולבסוף בכימיה (82.3%).
- ❖ סך הכל, מתוך כלל לומדי כימיה בתיכון, 6.5% גם סיימו תואר ראשון בכימיה. מתוכם, כ-85% גם התחילו במסלול כימיה, כ-12% התחילו את לימודיהם במסלול STEM אחר, וכ-2% בלבד התחילו את לימודיהם במסלול NonSTEM.
- ❖ כמו כן, מתוך כלל לומדי כימיה בתיכון, כ-34% סיימו תואר ראשון במסלול STEM אחר. מתוכם, כ-1.5% התחילו במסלול כימיה, כ-93% גם התחילו את לימודיהם במסלול STEM אחר, וכ-5% התחילו את לימודיהם במסלול NonSTEM.
- ❖ באופן כללי, כ-41% מכלל לומדי הכימיה בתיכון, סיימו את לימודיהם במסלול מדעי כלשהו.

סוג מסלול בסיום תואר ראשון				סה"כ
כימיה	NonSTEM	STEM אחר	סה"כ	
			סה"כ	(% מתוך כלל הסטודנטים בשנה א')
כימיה	151	116	1243	1510
	10.0%	7.7%	82.3%	6.7%
מדעי אחר	1049	7241	182	8472
	12.4%	85.5%	2.1%	37.7%
לא מדעי	12074	412	32	12518
	96.5%	3.3%	0.3%	55.6%
סה"כ	13274	7769	1457	22500
	59.0%	34.5%	6.5%	(% מתוך כלל הבוגרים)

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015

(לא ברציף).

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בחירה במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה ובין סיום תואר במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM, עבור נבדקים שלמדו במגמה מדעית אחרת בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות (ראו טבלה 3-6, ראו איור 3-6) ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $x^2(4) = 63584.3, p < .000$.

טבלה 16. התפלגות הלומדים אשר למדו במגמה מדעית אחרת בתיכון, לפי סוג המסלול בשנה א'

סיכום עיקרי הטבלה:

- ❖ מתוך כלל התלמידים שלמדו במגמה מדעית אחרת בתיכון, הסיכוי שלומד יסיים תואר ראשון במסלול בו החל בשנה א' גבוה מאוד בעיקר בקרב אלו שלמדו במסלול NonSTEM (96%) ובמסלול STEM אחר (88%). לעומת זאת, מי שלא למד כימיה בתיכון, והחל במסלול כימי בשנה א', הסיכוי שגם יסיים תואר בכימיה עומד על כ-76% בלבד.
- ❖ סך הכל, מתוך כלל לומדי מגמה מדעית אחרת בתיכון, רק 1.7% סיימו תואר ראשון בכימיה. מתוכם, כ-85% גם התחילו במסלול כימיה, כ-12% התחילו את לימודיהם במסלול STEM אחר, וכ-2% התחילו את לימודיהם במסלול NonSTEM.
- ❖ כמו כן, מתוך כלל לומדי מגמה מדעית אחרת בתיכון, 38% סיימו תואר ראשון במסלול STEM אחר. מתוכם, אחוז אפסי של כ-0.6% התחילו במסלול כימיה, כ-93% גם התחילו את לימודיהם במסלול STEM אחר, וכ-8% התחילו את לימודיהם במסלול NonSTEM.
- ❖ באופן כללי, כ-40% מכלל לומדי מגמה מדעית אחרת בתיכון, סיימו את לימודיהם במסלול מדעי כלשהו.

סוג מסלול בסיום תואר ראשון				סה"כ
כימיה	NonSTEM	STEM אחר	סה"כ	
			(% מתוך כלל הסטודנטים בשנה א')	(% מתוך כלל הבוגרים)
כימיה	81	115	833	637
	9.7%	13.8%	1.7%	76.5%
מדעי אחר	2176	16950	19260	134
	11.3%	88.0%	40.4%	0.7%
לא מדעי	26522	1070	27617	25
	96.0%	3.9%	57.9%	0.1%
סה"כ	28779	18135	47710	796
	60.3%	38.0%		1.7%

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015

(לא ברציף).

על מנת לבחון האם קיים קשר בין בחירה במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM בשנה א' בהשכלה הגבוהה ובין סיום תואר במסלול כימי לעומת מסלול STEM אחר ו-NonSTEM, עבור נבדקים שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, נערך מבחן חי-בריבוע לאי תלות (ראו טבלה 4-6, ראו איור 4-6) ונמצא כי קיימת תלות מובהקת בין המשתנים, $p < 0.000$, $\chi^2(4) = 61742.1$.

טבלה 17. התפלגות הלומדים אשר לא למדו במגמה מדעית בתיכון, לפי סוג המסלול בשנה א' לתואר ראשון בהשכלה הגבוהה וסוג המסלול אותו סיימו.

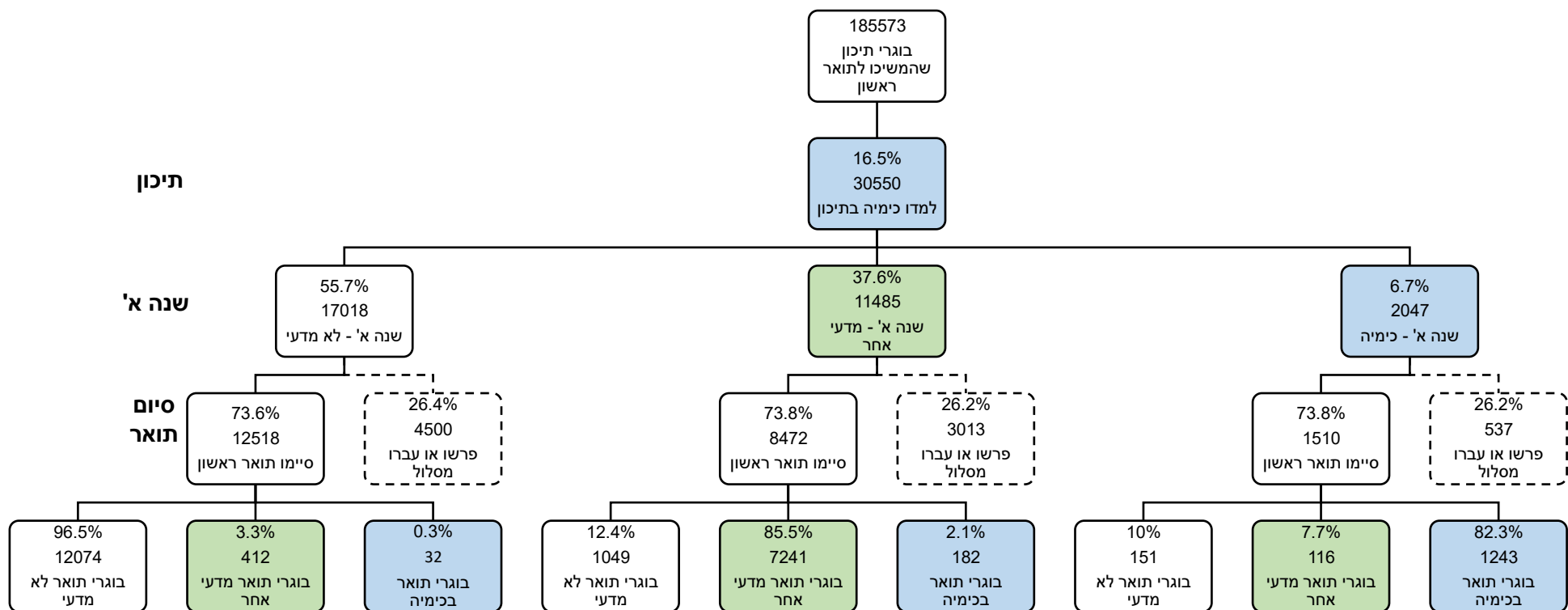
סיכום עיקרי הטבלה:

- ❖ מתוך כלל התלמידים שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, הסיכוי שלומד יסיים תואר ראשון במסלול בו החל בשנה א' גבוה מאוד בעיקר בקרב אלו שלמדו במסלול NonSTEM (8.98%). לעומת זאת, מי שלא למד מדעי בתיכון, הסיכוי שגם יתחיל וגם יסיים תואר מדעי נמוך יחסית (כ-77% בלבד).
- ❖ סך הכל, מתוך כלל אלו שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, אחוז אפסי של 0.5% סיימו תואר ראשון בכימיה. מתוכם, כ-79% גם התחילו במסלול כימיה, כ-19% התחילו את לימודיהם במסלול STEM אחר, וכ-2% התחילו לימודיהם במסלול NonSTEM.
- ❖ כמו כן, מתוך כלל אלו שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, רק 10% סיימו תואר ראשון במסלול STEM אחר. מתוכם, אחוז אפסי של כ-0.6% התחילו במסלול כימיה, כ-89% התחילו את לימודיהם במסלול STEM אחר, וכ-10% התחילו את לימודיהם במסלול NonSTEM.
- ❖ באופן כללי, כעשירית מכלל אלו שלא למדו במגמה מדעית בתיכון, סיימו את לימודיהם במסלול מדעי כלשהו.

סוג מסלול בסיום תואר ראשון				סה"כ
כימיה	NonSTEM	STEM אחר	סה"כ	
			(% מתוך כלל הסטודנטים בשנה א')	(% מתוך כלל הבוגרים)
כימיה	28	31	258	199
	10.9%	12%	0.5%	77.1%
מדעי אחר	1218	4407	5673	48
	21.5%	77.7%	11.7%	0.8%
לא מדעי	42150	508	42663	<10
	98.8%	1.2%	87.8%	0.0%
סה"כ	43396	4946	48594	252
	89.3%	10.2%		0.5%

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2015

(לא ברצף).



איור 35. התפלגות הבחירה במקצועות הכימיה והמדעים לאורך כל תקופות הלימוד (תיכון, שנה א' וסיום תואר), בקרב בוגרי מגמת כימיה בתיכון

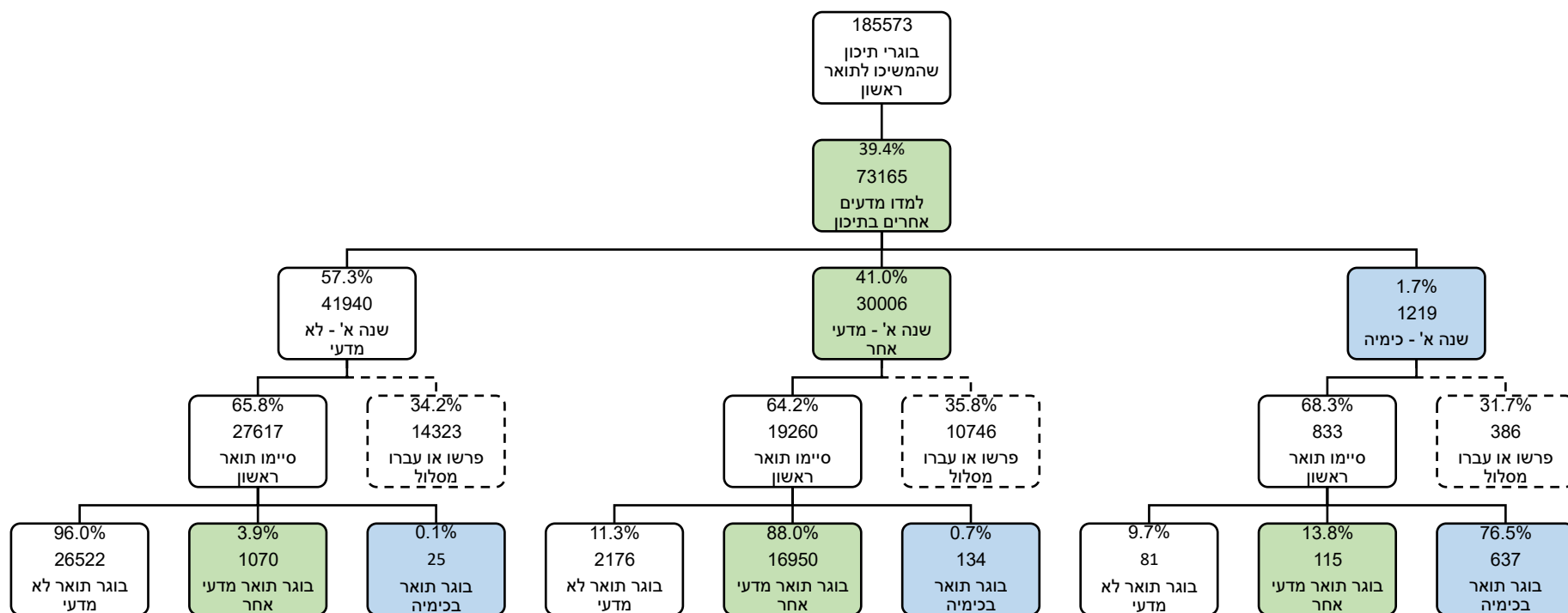
סיכום עיקרי איור 2-6

מתוך כלל התלמידים שלמדו כימיה בתיכון :

- ❖ 73.6% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה סיימו תואר כלשהו.
- ❖ 4.8% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה סיימו תואר בכימיה
- ❖ 25.4% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה סיימו תואר STEM אחר
- ❖ 43.5% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה סיימו תואר NonSTEM

מתוך כלל התלמידים שלמדו כימיה בתיכון וסיימו תואר ראשון :

- ❖ 6.5% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר בכימיה
- ❖ 34.5% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר STEM אחר
- ❖ 59.0% מתוך התלמידים שלמדו במגמת כימיה וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר NonSTEM.



איור 36. התפלגות הבחירה במקצועות הכימיה והמדעים לאורך כל תקופות הלימוד (תיכון, שנה א' וסיים תואר), בקרב בוגרי מגמה מדעית אחרת בתיכון

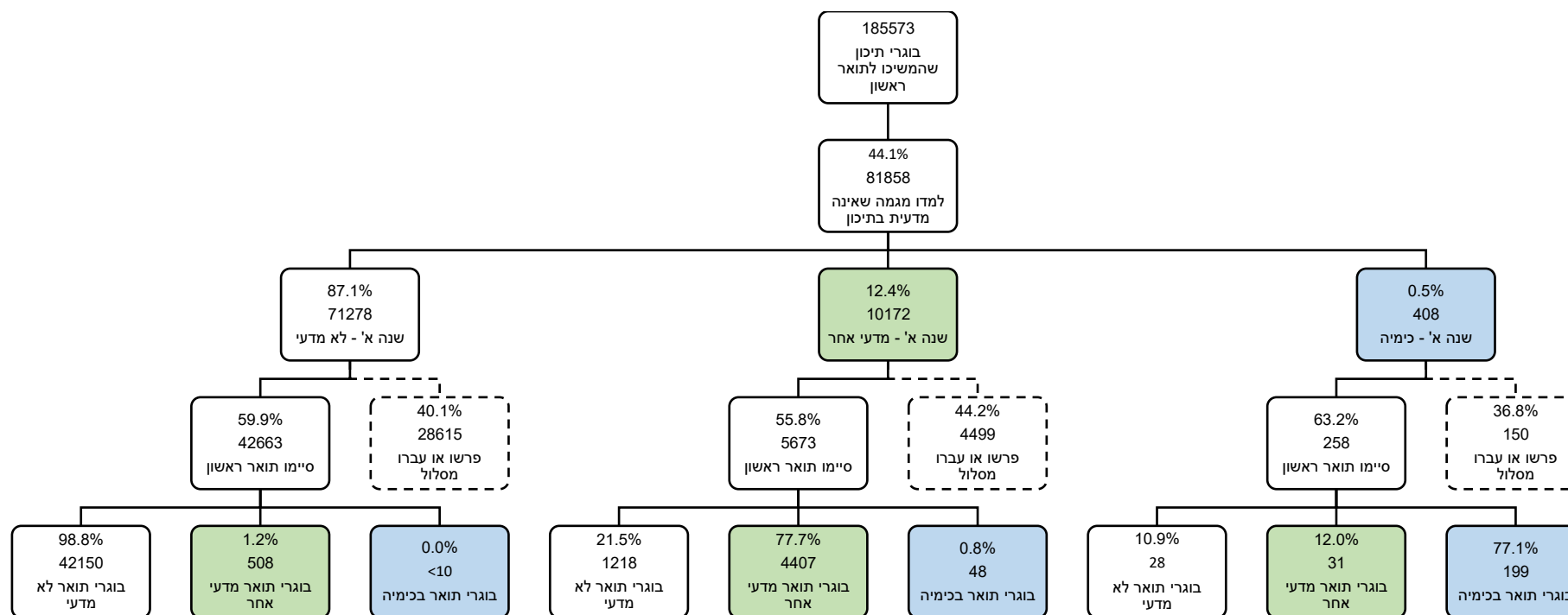
סיכום עיקרי איור 3-6

מתוך כלל התלמידים שלמדו מדעים אחרים בתיכון :

- ❖ 65.2% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות סיימו תואר כלשהו.
- ❖ 1.1% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות סיימו תואר בכימיה
- ❖ 24.8% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות סיימו תואר STEM אחר.
- ❖ 39.3% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות סיימו תואר NonSTEM

מתוך כלל התלמידים שלמדו מדעים אחרים בתיכון וסיימו תואר ראשון :

- ❖ 1.7% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר בכימיה
- ❖ 38% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר STEM אחר
- ❖ 60.3% מתוך התלמידים שלמדו במגמות מדעיות אחרות וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר NonSTEM



איור 37. התפלגות הבחירה במקצועות הכימיה והמדעים לאורך כל תקופות הלימוד (תיכון, שנה א' וסיום תואר), בקרב בוגרי מגמה שאינה מדעית בתיכון

סיכום עיקרי איור 6-4

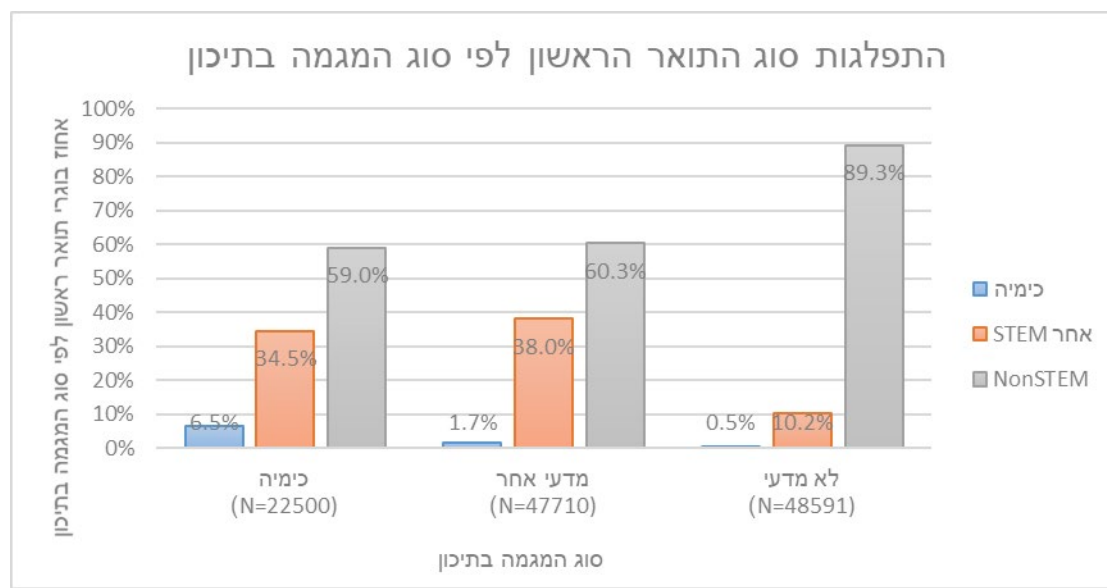
מתוך כלל התלמידים שלא למדו מדעים בתיכון:

- ❖ 59.4% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית סיימו תואר כלשהו.
- ❖ 0.3% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית סיימו תואר בכימיה
- ❖ 6% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית סיימו תואר STEM אחר
- ❖ 53% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית סיימו תואר NonSTEM

מתוך כלל התלמידים שלא למדו מדעים בתיכון וסיימו תואר ראשון:

- ❖ 0.5% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר בכימיה
- ❖ 10.2% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר STEM אחר
- ❖ 89.3% מתוך התלמידים שלא למדו במגמה מדעית וסיימו תואר ראשון, סיימו תואר NonSTEM

לסיכום ממצאי ניתוח אורך, מתוך כלל בוגרי תואר ראשון, אחוז בוגרי מגמת כימיה אשר סיימו תואר ראשון בכימיה, גבוה פי 3.8 ביחס לבוגרי מגמה מדעית אחרת, ופי 13 יותר ביחס לבוגרי מגמה שאינה מדעית. בנוסף, כשליש מבוגרי מגמת כימיה ובוגרי מגמה מדעית אחרת סיימו מסלול STEM אחר, זאת לעומת כ-10% בלבד בקרב בוגרי מגמות שאינן מדעיות. כמו כן, באופן דומה לבוגרי מגמה מדעית אחרת בתיכון, אחוז בוגרי כימיה אשר סיימו תואר NonSTEM עומד על כ-60%, לעומת כ-90% בקרב בוגרי המגמות שאינן מדעיות. באופן כללי, הסיכוי של לומד במגמת כימיה לסיים מסלול מדעי כלשהו דומה לסיכוי של בוגרי מגמה מדעית אחרת בתיכון לסיים תואר מדעי כלשהו, וגדול כמעט פי 4 יותר ביחס לבוגרי מגמות שאינן מדעיות בתיכון (ראו איור 6-5).



איור 38. התפלגות אחוז בוגרי תואר ראשון (בכימיה, ב-STEM אחר, וב-NonSTEM) לפי סוג המגמה בתיכון (כימיה, מדעית אחרת, לא מדעית), N=118,801.

הנתונים נלקחו מתוך נתוני הלמ"ס, בין השנים 1992 ועד 2011 (לא ברצף)

חלק ג':
פעולות מומלצות לעידוד
בחירה והתמדה במקצועות
הכימיה

7. סיכום תוצאות המחקר – חלק ג'

בהתאם לשלוש שאלות המחקר אשר הוצגו בתקציר, הדו"ח הנוכחי מורכב משלושה חלקים עיקריים: מטרת החלק הראשון הייתה לבחון את תהליכי הבחירה הן בלימודים והן בקריירה בתחום הכימיה בתקופות חיים שונות, על-פי עמדות של בעלי עניין שונים; מטרת החלק השני הייתה לבחון את מגמות הבחירה וההתמדה במקצוע הכימיה לאורך תקופות החיים השונות בשני העשורים האחרונים, תוך בחינת הבדלים בין המגדרים והמגזרים השונים באוכלוסייה. לבסוף, בחלק הנוכחי, יועלו מגוון פעולות מומלצות לעידוד בחירה והתמדה במקצוע הכימיה לאורך תקופות החיים השונות.

7.1 עיקרי ממצאי חלק א'

ממצאי חלק זה יוצגו בהתאם לשלוש התמות: אישי, סביבתי, והתנהגותי (Bandura, 1978, 1991) עבור מדענים בתחום הכימיה. ובהתאם לשתי התמות: אישי וסביבתי (Lent et al., 2002) עבור תעשיינים, מורים, וסטודנטים בתחום הכימיה.

7.1.1 מדענים:

בהתאם לשלוש התמות השונות לפי ה-SCT, ממצאי המחקר הראו כי בנוגע לבחירת קריירה בתחום הכימיה, לגורם *הסביבתי* הייתה ההשפעה הגדולה ביותר, ובפרט לתכנית הלימודים. לאחר מכן, למוטיבציה הפנימית, אשר שייכת לגורם *האישי*, הייתה השפעה רבה על הבחירה. לבסוף, הקטגוריה המשפיעה ביותר על הבחירה בהיבט *ההתנהגותי* הייתה ההתייחסות לאפשרויות ולמגבלות בתהליך הבחירה.

7.1.2 תעשיינים:

ה-SCCT מבוסס על שני משתנים אישיים עיקריים אשר עוזרים להגיע להחלטת קריירה: מסוגלות עצמית וציפיות לתוצאה רצויה (Lent, Brown & Hackett, 1994). בהתאם לכך, הממצאים הראו כי הקטגוריה "מסוגלות עצמית" של הגורם *האישי* הייתה המשפיע ביותר על בחירה בקריירה בכימיה בקרב התעשיינים.

בנוסף, גורם זה נמצא במתאם חיובי עם שאר הגורמים, כמו הגורם *הסביבתי*. ממצא זה נמצא בהלימה עם ממצאי המחקר של סטאק (Stake, 2006), אשר הדגיש את התפקיד החשוב שיש לסוכני חיברות, כמו מורים, בעידוד ופיתוח המוטיבציה והאמונה של המתבגרים להצליח במדעים ולהמשיך בקריירה בתחום הכימיה (Salta, Gekos, Petsimeri, & Koulougliotis, 2012). ואכן נמצא כי המוטיבציה החיצונית הנה הגורם *הסביבתי* בעל השפעה רבה על הבחירה של התעשיינים.

7.1.3 מורים:

נמצא כי בניגוד לתעשיינים, לגורם *הסביבתי* לפי תיאוריית ה-SCCT הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על בחירה בכימיה בקרב המורים. עם זאת, בבחינת הגורם *הסביבתי*, הן המורים והן התעשיינים ציינו כי למוטיבציה החיצונית הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על הבחירה שלהם

בכימיה. לאחר מכן, בבחינת הגורם האישי, לתחושת המסוגלות לביטחון בקריירה הייתה השפעה רבה על הבחירה בקריירה בכימיה.

7.1.4 סטודנטים :

מבחינת הסטודנטים, לא נמצאה העדפה ברורה לאחד משני הגורמים אישי וסביבתי, לפי תיאוריית ה-SCCT. זאת בניגוד להעדפות הברורות לגורם זה או אחר, אשר נמצאו בקרב התעשיינים והמורים. באופן כללי, תחושת המסוגלות העצמית של הסטודנטים ללמוד כימיה בגורם האישי, נמצאה כבעלת ההשפעה הרבה ביותר על הבחירה בתחום הכימיה. ובבחינת הגורם הסביבתי, למשפחה ולחברים הייתה השפעה רבה על הבחירה של הסטודנטים בכימיה.

לסיכום, בבחינת ההשפעה של כל אחת מהתמות על בעלי העניין השונים, הן המדענים והן המורים ציינו כי לגורם הסביבתי הייתה ההשפעה הגדולה ביותר בבחירת קריירה בתחום הכימיה. זאת בניגוד לתעשיינים אשר ציינו כי לגורם האישי הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על בחירת הקריירה. עם זאת, בקרב הסטודנטים, לשני הגורמים הייתה השפעה שווה על בחירתם בכימיה.

כמו כן, בבחינת ההשפעה של הקטגוריות השונות בכל תמה: בגורם אישי, למוטיבציה הפנימית הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על המדענים. לעומת זאת, לתחושת המסוגלות ללמוד כימיה/מדע הייתה השפעה גדולה יותר על התעשיינים והסטודנטים. לבסוף, למסוגלות לביטחון בקריירה, הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על הבחירה של המורים; בגורם סביבתי, לתכנית הלימודים הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על הבחירה של המדענים. לעומת זאת, למוטיבציה החיצונית הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על הבחירה של התעשיינים והמורים. לבסוף, למשפחה ולחברים הייתה השפעה גדולה על הבחירה של הסטודנטים; בגורם ההתנהגותי, לאפשרויות ולמגבלות בבחירת קריירה בכימיה הייתה ההשפעה הגדולה ביותר על המדענים.

7.2 עיקרי ממצאי חלק ב'

ממצאי חלק זה יתמקדו על הבחירה במקצוע הכימיה, ויוצגו בשני חלקים. האחד יתמקד בבדיקת רוחב, בבחינת מגמות השינוי בבחירה בתחום הכימיה בשני העשורים האחרונים (בין 1992 ל-2015), לא ברצף) לאורך תקופות לימוד שונות, תוך התייחסות להבדלים במגדר ובמגזר. השני יתמקד בבדיקת אורך (בין 1992 ל-2015, לא ברצף), בבחינת המאפיינים המשפיעים על בחירה והתמדה בכימיה לאורך תקופות לימוד שונות.

7.2.1 ממצאי בדיקת רוחב

בתיכון, בשני העשורים האחרונים, אחוז הפונים למגמת כימיה עמד על כ-12% בלבד ביחס לשאר המגמות. נתון אשר קטן יותר מפי 6.3 בהשכלה הגבוהה. כאשר בשני העשורים האחרונים, רק כ-2% מכלל הסטודנטים בחרו להתחיל ללמוד כימיה בשנה א'. ובבחינת הבוגרים, בדומה לאחוז המתחילים מסלול כימי בהשכלה הגבוהה, כ-2% גם מסיימים תואר ראשון בכימיה.

בבחינת ההבדלים בין בנים ובנות בבחירה בכימיה, לאורך כל תקופות הלימוד ניתן להבחין כי קיים רוב לטובת אחוז הבנות הפונות לכימיה ביחס לבנים. בבחינת ההתפלגות לאורך השנים, לאורך כל תקופות הלימוד ניכר כי הפערים בין אחוז הבנות ובין אחוז הבנים הניגשים למגמת כימיה הולכים וגדלים. באופן כללי, הפערים מצטמצמים מתקופת התיכון ועד ללימודים בהשכלה הגבוהה (פי 1.2

בתיכון ועד לפי-1.1 בממוצע בהשכלה הגבוהה). נתון זה נמצא בהלימה עם ממצאי מחקרים קודמים לפיהם, קיימים הבדלים מגדריים בקרב הבוחרים בלימודי המדעים השונים, כך שגברים פונות יותר ללימודי הכימיה והביולוגיה, בעוד שהגברים פונים יותר למקצועות ההנדסה ומדעי המחשב (Cheryan, Ziegler, Montoya, & Jiang, 2016).

בבחינת המגזרים השונים, ניתן להבחין במגמות דומות בהשכלה הגבוהה אשר שונות ממגמות הבחירה בשלב התיכון. בתיכון קיים פער משמעותי (של פי 2) לטובת אחוז הלומדים במגמת כימיה מהמגזר הערבי ביחס ללומדים מהמגזר היהודי ו"אחרים". נתון זה נמצא בהלימה עם מציאת דו"ח האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים (2017), לפיו אחוזים גבוהים יותר של בני נוער מהמגזר הערבי לומדים במגמת כימיה או ביולוגיה, בהשוואה ללומדים מהמגזר היהודי. לעומת זאת, בהשכלה הגבוהה מגמה זו מתהפכת, כאשר אחוז הסטודנטים מהמגזר היהודי אשר מתחילים לימודי כימיה בשנה א' בתואר הראשון גדול פי 1.2 מאחוז הסטודנטים מהמגזר הערבי. פער זה גדל בקרב הבוגרים לכדי פי 1.3 יותר בוגרי תואר ראשון בכימיה מהמגזר היהודי ביחס לבוגרי המגזר הערבי. כלומר, הלומדים מהמגזר הערבי פונים יותר למקצוע הכימיה בתיכון, ולמרות החשיפה המוקדמת שלהם למקצוע הכימיה בתיכון, הם פחות פונים ללימודי הכימיה בהשכלה הגבוהה.

7.2.2 ממצאי בדיקת אורד

באופן כללי ניכר כי לבחירה במגמת כימיה בתיכון יש השפעה חיובית על המשך לימודים בהשכלה הגבוהה, בהשוואה לבוגרי שאר המגמות. נמצא כי אחוז גדול יותר של בוגרי מגמת כימיה בתיכון מסיימים תואר ראשון כלשהו, ביחס לאחוז בוגרי מגמות מדעיות אחרות (פי 1.13) ושאינן מדעיות (פי 1.24). כמו כן, בבחינת סיום תואר ראשון בכימיה, יותר בוגרי מגמת כימיה מסיימים גם תואר ראשון בכימיה, ביחס לבוגרי המגמות המדעיות (פי 3.8) והמגמות שאינן מדעיות (פי 13). לבסוף, בבחינת סיום תואר STEM כלשהו (כולל כימיה), אין הבדלים מהותיים בין בוגרי מגמת כימיה ובין בוגרי מגמות מדעיות אחרות. עם זאת, אחוז בוגרי המגמות שאינן מדעיות המסיימים תואר STEM כלשהו (כולל כימיה), קטן כמעט פי 4 ביחס לבוגרי מגמות כימיה ומדעיות אחרות.

כלומר, ללימודי כימיה בתיכון יש השפעה על בחירה בכימיה כתחום לימודים בהשכלה הגבוהה. מה שעשוי להשפיע על בחירה בקריירה בתחום הכימיה. ממצא זה נמצא בהלימה עם הטענה של לנט ועמיתיו (Lent et al., 1994), כי לניסיון אשר רוכשים הלומדים בתחום כלשהו, עוד בתקופת הלימודים בתיכון, עשויה להיות השפעה על בחירה בתחום זה כקריירה עתידית. באופן כללי, ממצאי הדו"ח נוכחי מראים כי לבוגרי המגמות המדעיות בתיכון, יש סיכוי גדול יותר לסיים תואר ראשון STEM אשר נחשב כבעל השתכרות גבוהה יותר ביחס לשאר המקצועות (UNESCO, 2008).

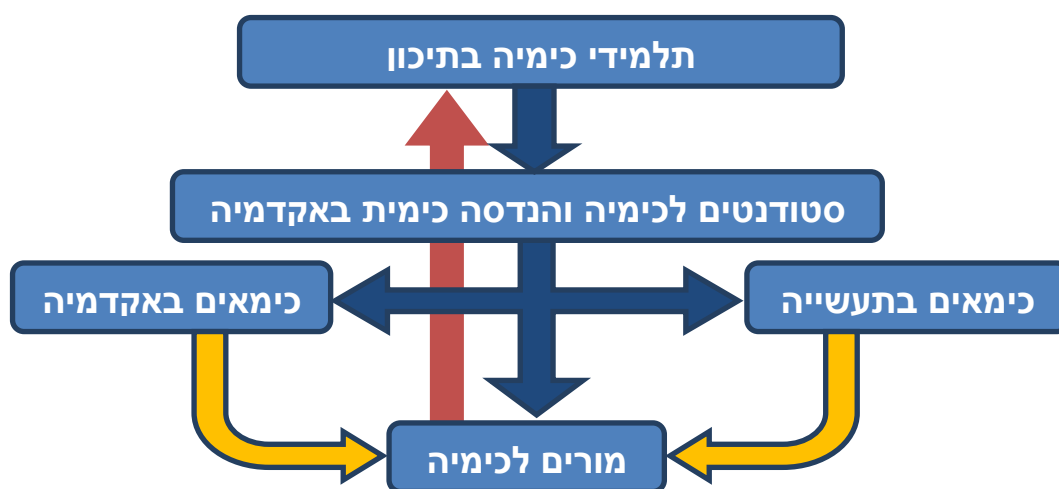
לבסוף, ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם ממצאי [דו"ח הוועדה הבינלאומית מטעם המל"ג שבדקה את לימודי הכימיה באקדמיה בארץ](#), לפי דו"ח זה ניתן ללמוד כי מרבית לומדי הכימיה באקדמיה,

⁴ 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.

למדו כימיה בתיכון. בהיעדר לימודי כימיה בתיכון, לא ניתן יהיה להתגבר על המחסור הצפוי במשק לכימאים ועל המחסור הצפוי במורי כימיה. היעדר סטודנטים באקדמיה, תרם ליצירת פעולות שונות לחיזוק הקשר בין האוניברסיטאות לבין בתי הספר, בסיוע ועידוד הפיקוח על הוראת הכימיה.

בנוסף, החשיפה ללימודי כימיה בהיקף של 3-5 יחידות לימוד הגדיל את אחוז לומדי הכימיה לאורך השנים בכ-2% בממוצע (גידול של פי 1.23). בעקבות הקשר בין החשיפה המוקדמת בתיכון ללימודי הכימיה ובין המשך בחירה בכימיה בהשכלה הגבוהה בפרט, והמשך למסלול לימודים STEM כלשהו בכלל, יש לשקול לשוב ולאפשר לגשת לבגרות בכימיה גם ברמה של 3-4 יחידות לימוד, ולא רק ברמה של 5 יחידות, כפי שקורה היום.

המודל הבא מתאר כי הגדלת מספר לומדי הכימיה בתיכון יסייע במישורים רבים: בתעשייה, באקדמיה ובהוראה. ניתן לראות לפי המודל כי הגדלת מספר תלמידי הכימיה בתיכון יסייע בהגדלת הסטודנטים שיילמדו כימיה והנדסה כימית במוסדות להשכלה גבוהה וכתוצאה מכך יגדיל את מספר הכימאים שמשלבים בתעשייה ובאקדמיה. בנוסף לכך, יגדל מספר המורים לכימיה אשר יעודד וישפיע על תלמידים בתיכון לבחור בתחום הכימיה.



איור 39. מודל הגדלת מספר לומדי הכימיה בתיכון, באקדמיה, המשתלבים בהוראה ובתעשייה הכימית

מכאן עולה תמונה מדאיגה וניכר שיש צורך בפעילות בעלת משמעות במטרה להבטיח את עתיד היכולות של מדינת ישראל בתחום זה. נקודת ההתחלה לצורך זה, היא תחילה להתמקד בלימודי הכימיה בתיכון. כיום, תלמידים יכולים לבחור בלימודי הכימיה במסגרת לימוד מקצועות הבחירה בהיקף של 5 יחידות לימוד. במערכת החינוך פעילים כ-600 מורים המכשירים את התלמידים לעמוד בבחינות הבגרות. בכ-450 בתי ספר תיכוניים, בוחרים התלמידים לגשת לבחינת הבגרות במקצוע. מניסיון ההווה והעבר עולה כי מורים מיומנים לכימיה בעלי כישורי הובלה ומנהיגות יכולים לסחוף אחריהם את התלמידים, להתמודד עם קשיים בהוראת ובלמוד הכימיה ולפתח בהם את היכולות הנדרשות בהמשך דרכם ואת הרצון להתפתח בתחום המדעי. בזאת לא די ויש ליצור את התנאים שיגרמו למנהלים ולתלמידים להעדיף את מסלול הלימודים הכימי על אלטרנטיבות הנראות היום יותר אטרקטיביות. שכן, לימודי כימיה בתיכון הם נקודת התחלה ללימודי כימיה באקדמיה,

ללימודי הנדסה, ללימודי רפואה ועוד. מדו"ח מוסד נאמן למחקר מדיניות לאומית שפורסם בנובמבר 2013⁵ מספר מורי הכימיה ירד ב- 18 אחוז, מ-891 בשנת 1998 ל-729 בשנת 2010. נתון חשוב נוסף שנמצא בשנים אלו הוא אחוז המורים שלהם תואר ראשון בכימיה ו/או תעודת הוראה במקצוע. רק 31.3% מהמורים לכימיה היו בעלי תואר ראשון במקצוע ותעודת הוראה, כאשר 21.6% ממורי הכימיה היו בעלי תואר ראשון במקצוע ללא תעודת הוראה ו-47.2% היו בעלי תואר ראשון במקצוע אחר, בו בזמן שבשנת 2009 היו 22.4% מהמורים לכימיה בעלי תואר שני לפחות. עיקר הפעולות שנעשו עד היום התמקדו ב: (1) הגדלת מספר הלומדים כימיה בתיכון, (2) הגדלת מספר מורי הכימיה.

8. פעולות יישומיות

- ✓ גישתו הפרואקטיבית של הטכניון - תכנית "מבטים" – תכנית "מבטים" הוקמה בשנת 2011 בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה 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 לחוג 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. בפרט, קיימת עלייה במספר הסטודנטים הבוחרים במסלול הוראת הכימיה בתכנית "מבטים 1" בשנים האחרונות (חזן, הרשקוביץ ודורי, 2015). קורסי הוראת הכימיה שמים דגש על שילוב חידושים מחקריים כגון אוריינות כימית, הוראת כימיה מבוססת הקשר ועוד. זאת על בסיס פיתוח יחידות לימוד במסגרת תכנית הלימודים החדשה בכימיה, פיתוח מקצועי של מורי כימיה וסיוע במחקרים של משתלמים לתארים מתקדמים בכימיה.
- ✓ על מנת להגדיל את מספר הלומדים בכימיה בתיכון הושקה תכנית "כימיה ברשת" המאפשרת לתלמידי תיכון שבבית ספרם לא קיימת מגמת כימיה והם מעוניינים בלימודי כימיה, ללמוד לבגרות בהיקף 5 יח"ל בכימיה, בשותפות עם מכון דוידסון לחינוך מדעי, במכון ויצמן למדע.
- ✓ נעשה מאמץ במספר בתי ספר, לעודד את ההנהלה והמורים לכימיה להתחיל ללמד כימיה כבר בכיתה ט', כדי לעודד בחירה במגמת כימיה בתיכון. עם זאת, מדובר במספר קטן של בתי ספר אשר מובילים פרויקטים לעידוד מצוינות.
- ✓ בנוסף לכך, איגוד התעשיינים, התעשיות הכימיות והמחלקות לכימיה באוניברסיטאות פועלים לחיזוק הקשר עם תלמידים, מורים ובתי ספר, על ידי קיום פעילויות מגוונות כגון סיורים לימודיים, הרצאות, ימי עיון, ביקורים ועוד כהנה וכהנה. עם זאת, דרושות פעולות נוספות לקידום שיתוף פעולה בין האקדמיה ובין התעשייה, כדי לעודד מורים וסטודנטים לבחור בכימיה. שיתוף פעולה כזה קיים במקצועות STEM אחרים, כמו מתמטיקה ומצוינות. בכימיה לא עושים מספיק בעניין.

⁵ החינוך המדעי והטכנולוגי בישראל: מדדים נבחרים לקראת בניית אסטרטגיה לניהול סיכונים בשל המחסור הצפוי במורים למדע וטכנולוגיה בחטיבה עליונה

- ✓ נעשה ניסיון להגדיל את מספר המורים לכימיה בוצעה על ידי תכנית "הרחבת הסמכה להוראת כימיה של מורי ביולוגיה" בשותפות עם "טבע תעשיות פרמצבטיות". במקרים רבים מורים אילו ממשיכים ללמד ביולוגיה אבל חל שיפור ביכולתם לשלב כימיה בהוראת הביולוגיה וכן בעידוד שלהם את תלמידיהם לבחור כימיה.
- ✓ בכדי להתגבר על המחסור במשק במומחים בתחום הכימיה, משרד הכלכלה פתח הכשרות למומחי כימיה במסגרת מה"ט (המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע) כגון: [הנדסת כימיה - מגמת משנה טכנולוגיה של המזון, הנדסת כימיה – מגמת משנה מעבדתית תעשייתית, הנדסת כימיה מגמת משנה כימיה תרופתית \(פרמצבטית\), טכנולוגיות מים](#) – בכולם נדרשים לימודי כימיה.

8.1 פעולות מומלצות: מדברי המדענים

1. הדבר החשוב ביותר הוא להחזיר את חשיבותה של המעבדה לתכנית הלימודים, מאחר ולא ניתן ללמוד כימיה בהתכתבות.
2. להפוך את הכימיה והמדעים לחווייתית בעיני הילדים. למשל: מעבדות שהן בגישת חקר; בעיות וסיטואציות בתחום הכימיה בחיי יום-יום.
3. אחת ממסקנות הועדה של יוזמה למחקר יישומי בחינוך היא, שהכיוון האינטגרטיבי של מדעים פגע בבחירה בחטיבה העליונה. בחטיבת ביניים מלמדים מורים מהמכללות שרוב תכנית הלימודים שלהם היא מביולוגיה וגם היא מאוד מיושנת, כך שהם מלמדים כימיה עם חשש מסויים, ומלמדים בעיקר ביולוגיה. לכן חייבים לעודד מורים מהתיכון שילמדו את הכימיה בכיתה ט' ובכך יגדילו את מספר הבוחרים במקצוע בכתה י'.
4. תלמידים בוחרים כיום בכימיה בגלל אפקט של מורה. הוא לא חייב להיות לאורך כל השנה. זה יכול להיות גם בהכשרה מעניינת ומאתגרת בקיץ.
5. שינוי הקצאת השעות להוראת המדעים בתיכון, בהם ילמדו 2-2-2 כימיה-ביולוגיה-פיסיקה. כיום יש רק 5 שעות בתכנית הלימודים למדעים, ולימודי הכימיה הם הנפגעים העיקריים.
6. להעלות את אפשרויות הבחירה, ע"י שינוי תכנית הלימודים. לשלב את הכימיה עם מקצועות STEM אחרים. למשל: כימיה ומדעי המחשב; כימיה רפואית וכד'.
7. שילוב של מעבדה אוטומטית, רובוטית בכימיה. שכן כיום הנושא של הרובוטים הוא נתפס כנושא עדכני וצריך להתאים את לימודי הכימיה למה שקורה בעולם במעבדות מתקדמות הן בתעשייה והן במחקר.
8. התעשייה הכימית מהווה מעל מרבע מכלל התעשייה היצרנית הישראלית. זו תעשייה עם השקעת הון גדולה, במרבית התעשייה הצמודה היא יקר, ולכן יש להשקיע בחינוך, באיכות ובניסיון של העובדים, מכיוון שיש צורך בשימוש נכון ומדויק בצידוד היקר.
9. יש להגביר את המודעת הציבורית לגודל תרומתה של הכימיה למשק הלאומי. בשנים האחרונות, מתקיים דיאלוג המיועד לחזק את המחויבות של התעשייה הכימית לשמר את סביבתה באפקטיביות כאשר הטכנולוגיות לכך קיימות, ומקווים שהמודעות הציבורית לחיוניותה הכלכלית ולעניין המדעי שיש בה תגדל ותאפשר מימוש היתרונות הרבים ארוכי הטווח.

10. מירב האתגרים של המאה ה-21 מחייבים העמקה של היכולות הכימיות והיכולות הרב תחומיות המשלבות כימיה עם המדעים האחרים כמו ביולוגיה, פיסיקה, חומרים, בשילוב הטכנולוגיות החדשות המתעוררות.

9. מגבלות ותרומויות המחקר

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מעודדת שימוש בנתונים שלה לצרכי מחקר. עם זאת, ממצאי מחקר זה אינם ממצאים רשמיים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, ולא עברו אישור ושיפוט רשמי של ההוצאה לאור של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. הממצאים והמסקנות אשר הובאו בדו"ח זה ניתנו על-ידי כותבי הדו"ח ואינם בהכרח משקפים את התפיסה של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בעניין זה.

תוצאות המחקר עשויות לספק למקבלי ההחלטות ואנשי חינוך מתחום הכימיה, המלצות לעידוד: א. תלמידי תיכון, ילדים וילדות כאחד, לבחור בכימיה במקצוע בחירה מדעי

ב. סטודנטים לתואר ראשון (נשים וגברים) לבחור ולהתמיד בקריירה בתחום הכימיה על מגוון האפשרויות הגלומות בו.

10. תודות

1. תודות למוסד שמואל נאמן למחקרי מדיניות, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, על מימון חלקי של המחקר הנוכחי
2. תודות לאקדמיה הלאומית למדעים, ISF על תמיכה חלקית במחקר ולד"ר שירלי אברג'ל, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, על שותפות בפרויקט המחקרי של ISF
3. תודות למרכז הארצי לבחינות והערכה (מאל"ו) על מימון חלקי של ניתוח הנתונים ולד"ר זהבית כהן וד"ר אורטל ניצן, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל על ניתוח ויעוץ סטטיסטי של הממצאים הכמותיים במחקר
4. תודות לד"ר דפנה אשר-שורץ ולגרטה סטרימבאום על עזרתן באיסוף וניתוח הנתונים
5. תודות לד"ר אורית הרשקוביץ, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, על קריאה ביקורתית ומתן משוב לשיפור.

11. ביבליוגרפיה

חזן, א', הרשקוביץ, א' ודורי, יי (2015). תכנית "מבטים" בטכניון להכשרת מורים לכימיה בדגש על "הפנים לעתיד". "על כימיה", כתב עת למורי הכימיה, משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית (עמ' 21-13).

דו"ח האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, 2017 – [האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים](#)
דו"ח הוועדה לקידום וייצוג נשים במוסדות להשכלה גבוהה, 2015 – [קידום וייצוג נשים במוסדות להשכלה גבוהה](#)

דו"ח מוסד נאמן למחקר מדיניות לאומית שפורסם בנומבר 2013 - [החינוך המדעי והטכנולוגי בישראל: מדדים נבחרים לקראת בניית אסטרטגיה לניהול סיכונים בשל המחסור הצפוי במורים למדע וטכנולוגיה בחטיבה עליונה](#)

Adedokun, O. A., Bessenbacher, A. B., Parker, L. C., Kirkham, L. L., & Burgess, W. D. (2013). Research skills and STEM undergraduate research students' aspirations for research careers: Mediating effects of research self-efficacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(8), 940-951.

Aikenhead, G. S. (2003). Chemistry and physics instruction: Integration, ideologies, and choices. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 115-130.

Avargil, S., Kohen, Z., & Dori, Y. J. (2020). Trends and perceptions of choosing chemistry as a major and a career. *Chemistry Education Research and Practice – CERP*, 21(2), 668-684.

Bandura, A. (1978). The self-system in reciprocal determinism. *American Psychologist*, 33 (4), 358-344.

Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50 (2), 287-248.

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>

Cohen J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46.

Creed, P. A. & Patton, W. (2004). The development and validation of a short form of the Australian version of the career development inventory. *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, 14(2), 125-138.

- Creed, P. A., Patton, W., & Prideaux, L. A. (2006). Causal relationship between career indecision and career decision-making self-efficacy a longitudinal cross-lagged analysis. *Journal of Career Development, 33* (1), 47-65.
- Dawes, A. (2017). *Why chemistry teaching? A narrative approach* (Doctoral dissertation), UCL (University College London).
- Eccles, J. S., Wigfield, A., & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In W. Damon & N. Eisenberg (Eds.), *Handbook of Child Psychology: Social, emotional, and personality development* (pp. 1017-1095). John Wiley & Sons Inc.: Washington, DC., USA.
- Friedman, I. A. (2016). Being a teacher: altruistic and narcissistic expectations of pre-service teachers. *Teachers and Teaching, 22*(5), 625-648.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). The discovery of grounded theory. 1967. *Weidenfield & Nicolson, London*, 1-19.
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasoobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of research in science teaching, 48*(10), 1159-1176.
- Heinz, M. (2015). Why choose teaching? An international review of empirical studies exploring student teachers' career motivations and levels of commitment to teaching. *Educational Research and Evaluation, 21*(3), 258-297.
- Holland, J. L., Daiger, D. C., & Power, P. G. (1980). *My vocational situation*. Consulting psychologists Press, Incorporated.
- Jacobs, J. E., & Simpkins, S. D. (2005). Mapping leaks in the math, science, and technology pipeline. *New Directions for Child and Adolescent Development, 2005*(110), 3-6.
- Kass, E. & Miller, E. C. (2018). Career choice among academically excellent students: Choosing teaching career as a corrective experience. *Teaching and Teacher Education, 73*, 90-98.
- Klassen, R. M., Al-Dhafri, S., Hannok, W., & Betts, S. M. (2011). Investigating pre-service teacher motivation across cultures using the Teachers' Ten Statements Test. *Teaching and Teacher Education, 27*(3), 579-588.

- Kniveton, B. H. (2004). The influences and motivations on which students base their choice of career. *Research in Education*, 72(1), 47-59.
- 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.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (2002). Social cognitive career theory. *Career choice and development*, 4, 255-311.
- Lent, R. W., Brown, S. D., Schmidt, J., Brenner, B., Lyons, H., & Treistman, D. (2003). Relation of contextual supports and barriers to choice behavior in engineering majors: Test of alternative social cognitive models. *Journal of Counseling Psychology*, 50(4), 458.
- Mahdi, J. G. (2014). Student attitudes towards chemistry: An examination of choices and preferences. *American Journal of Educational Research*, 2(6), 351-356.
- Ogunde, J. C., Overton, T. L., Thompson, C. D., Mewis, R., & Boniface, S. (2017). Beyond graduation: motivations and career aspirations of undergraduate chemistry students. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(3), 457-471.
- Richardson, P. W. & Watt, H. M. (2016). Factors Influencing Teaching Choice: Why Do Future Teachers Choose the Career?. In *International handbook of teacher education* (pp. 275-304). Springer, Singapore.
- Salta, K., Gekos, M., Petsimeri, I., & Koulougliotis, D. (2012). Discovering factors that influence the decision to pursue a chemistry-related career: A comparative analysis of the experiences of non scientist adults and chemistry teachers in Greece. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 437-446.
- Schunk, D. H. & Usher, E. L. (2012). *Social cognitive theory and motivation*. In R. M. Ryan (Ed.), *The Oxford Handbook of Human Motivation* (pp. 13–27). Oxford, UK: Oxford University Press.

- Stake, J. E. (2006). The Critical Mediating Role of Social Encouragement for Science Motivation and Confidence Among High School Girls and Boys 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 36(4), 1017-1045.
- Wang, M. & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy–value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304-340.
- Wild, A. (2015). Relationships between high school chemistry students’ perceptions of a constructivist learning environment and their STEM career expectations. *International Journal of Science Education*, 37(14), 2284-2305.
- Yasin, N. Y. B. M. & Yueying, O. (2017). Evaluating the Relevance of the Chemistry Curriculum to the Workplace: Keeping Tertiary Education Relevant. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1443-1449.

Abstract

In view of the decline in popularity of chemistry in high schools and the decrease in the number of teachers and schools in which chemistry is taught, the current research has examined trends in motivation and reasons for choosing a career in chemistry, biochemistry, chemical engineering, or chemical education and recommend ways to foster these career choices.

The study group included about 200 participants, of whom 25 were chemistry faculty members engaged in research in universities in Israel, about 70 chemists, biochemists, chemical engineers, and other chemistry-related fields in the industry, about 60 first- and second-career chemistry teachers, and about 60 chemistry undergraduate students. Most of the participating pre-service teachers studied in the Chemistry Teaching track of the two-year Views ("Mabatim") program at the Faculty of Education in Science and Technology at the Technion. The study applied a mixed-methods research approach, based on in-depth interviews and questionnaires.

The findings indicate that the process of choosing chemistry as a major study field and as a career is related to various external and internal motivational factors. These include influential role models, such as a Ph.D. advisor or a high school teacher, personal qualities, such as striving for excellence, exposure to science during middle and high school, and socio-cultural norms, such as the prestige of the profession or family guidance.

The research has practical implications, as its findings can be used to potentially increase the number of students choosing to study chemistry in high schools and universities and to pursue chemistry as a future profession and career. The study recommendations may help increase the number of chemistry teachers, countering the dramatic drop over the past decade in the number of chemistry teachers, which has been commensurate with the decline in the number of the high school and undergraduate students who study chemistry as a major.

Chemistry Education: Where Are We Headed?

Authors and Editors:

Prof. Yehudit Judy Dori, Dr. Gabriella Shwartz, & Or Shav-Artza

Faculty of Education in Technology and Science, Technion

Samuel Neaman Institute for National Policy Research

Technion City, Haifa, Israel



Samuel Neaman Institute
for National Policy Research

Education

Economy

Science
& Technology

Environment
& Energy

Long-term
Planning

Industry
& Innovation

Physical
Infrastructure

Health

Human
Capital

Higher
Education

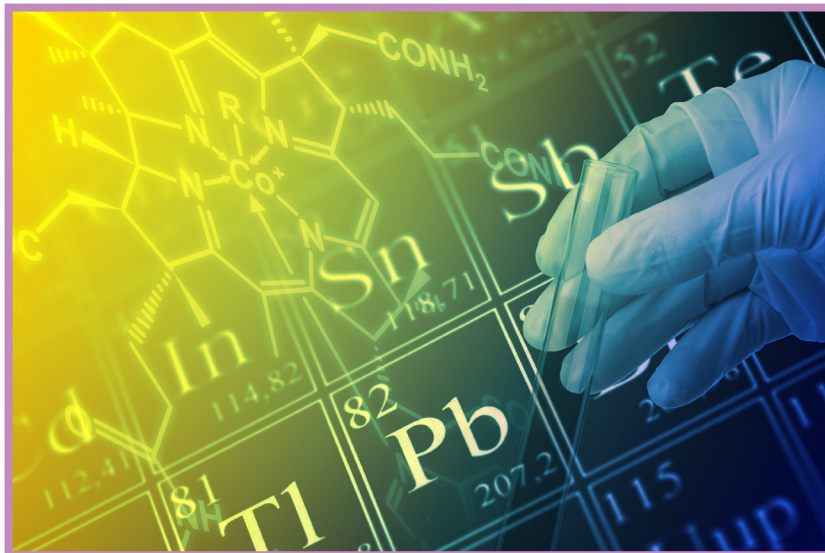
Society

Chemistry education: Where are we headed ?

Prof. Yehudit Judy Dori

Dr. Gabriella Shwartz

Or Shav-Artza



May
2020