



## חינוך

# מחקר בוגרים וסטודנטים של הטכניון: מיומנויות המאה ה-21, תעסוקה והחוויה הטכניונית דו"ח סופי

פרופ' יהודית דורי  
ד"ר רע לביא  
ד"ר מרינה טל  
הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, טכניון



כלכלה

מדע  
וטכנולוגיה

סביבה  
ואנרגיה

תכנון  
ארוך טווח

תעשייה  
וחדשנות

תשתיות

בריאות

הון  
אנושי

השכלה  
גבוהה

חברה



# מחקר בוגרים וסטודנטים של

## הטכניון:

מיומנויות המאה ה-21, תעסוקה והחוויה

הטכניונית

דו"ח סופי

חוקרים:

פרופ' יהודית דורי

ד"ר רע לביא

ד"ר מרינה טל

הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, טכניון

יוני, 2020

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

פרופ' אדם שורץ – משנה בכיר לנשיא הטכניון בעת עריכת המחקר בשנת הלימודים האקדמית תשע"ט, על הזמנת המחקר וסיוע בפיתוח השאלון

פרופ' אורית חזן – דיקנית לימודי הסמכה, על סיוע בגיוס משיבים ופיתוח השאלון, ועל מתן משוב על המצגת המסכמת

פרופ' בני נתן – דיקן הסטודנטים, על מתן משוב לשאלון שפותח

פרופ' אורי פסקין – סגן דיקן בית הספר לתארים מתקדמים, על סיוע בפיתוח השאלון

גב' סיגל פירסט – מנכ"לית כצ"ט ויו"ר ארגון הבוגרים של הטכניון, על סיוע בפיתוח השאלון ומתן משוב על המצגת המסכמת

גב' רותי דונג – מנכ"לית ארגון הבוגרים של הטכניון, על סיוע בגיוס משיבים ובפיתוח השאלון

לכל בוגרי הטכניון והסטודנטים בשנתם האחרונה אשר השיבו על השאלונים בתשומת לב מליאה.

## תוכן עניינים

1	תוכן עניינים.....
3	רשימת איורים.....
4	רשימת טבלאות.....
5	תקציר מנהלים.....
9	1. מבוא.....
10	1.1 הטכניון ותרומתו היחודית למשק הישראלי.....
11	1.2 הטכניון כמוסד מוביל בעולם.....
12	1.3 חשיבותן של מיומנויות המאה ה-21 והתפתחותן בחינוך הגבוה ל-STEM.....
13	1.4 שיטות הוראה ולמידה המעודדות פיתוח של מיומנויות המאה ה-21.....
15	2. מערך המחקר.....
15	2.1 מתודולוגיה ומהלך המחקר.....
16	2.2 אוכלוסיית המחקר.....
20	2.3 כלי המחקר ופיתוח השאלון.....
25	3. ממצאים.....
25	3.1 ממצאים תעסוקתיים.....
29	3.2 התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים בטכניון.....
40	3.3 דמויות לחיקוי במהלך הלימודים בטכניון.....
43	4. סיכום ודיון.....
43	4.1 סיכום הממצאים העיקריים.....
44	4.2 התפתחות מיומנויות המאה ה-21 בקרב אנשי תעשייה.....
44	4.3 שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה בעולם המפותח.....
45	4.4 שיטות הוראה ולמידה בחינוך הגבוה התורמות להתפתחות מיומנויות המאה ה-21.....
46	4.5 תובנות והמלצות.....
49	מקורות.....

52	.....נספחים. 5
52	.....נספח 1. דואר אלקטרוני שהופץ לגיוס משיבים לשאלון המקוון.
53	.....נספח 2. חלוקת המשיבים לפי פקולטות.
54	.....נספח 3. היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית.
56	.....נספח 4. השתתפות משיבים בארגון הבוגרים.
58	.....נספח 5. ממצאים לגבי מיומנויות המאה ה-21 לפי מגדר ושפת אם.
61	.....נספח 6. אופי התפקיד הבכיר ביותר שמילאו המשיבים.
62	.....Abstract

- 17.....איור 1. התפלגות משיבים לפי שנת סיום תואר ראשון.
- 18.....איור 2. מגדר הבוגרים שהשתתפו במחקר לפי תקופת סיום תואר ראשון.
- 22.....איור 3. שאלה בנושא פיתוח מיומנויות המאה ה-21.
- 23.....איור 4. שאלה בנושא תעסוקה.
- 23.....איור 5. שאלה פתוחה למקום העבודה הנכחי או האחרון.
- 23.....איור 6. בחירה ללמוד בטכניון.
- 24.....איור 7. פיתוח מיומנויות.
- 26.....איור 8. חיפוש אחר עבודה אחרת.
- איור 9. אחוז משיבים אשר העידו כי הינם נמצאים בחיפושים אחר עבודה אחרת, לפי תקופת סיום תואר ראשון – בוגרים. 26.....
- 27.....איור 10. אופי התפקיד הבכיר ביותר של משיבים.
- 28.....איור 11. מידת שביעות הרצון של משיבים מדירוגם המקצועי.
- 28.....איור 12. שיפור בהיבטים הבאים של שהות בטכניון המסייעים בקידום מעמד מקצועי – בוגרים.
- 38.....איור 13. קשרים בין שיטות הוראה ולמידה לבין המיומנויות.
- 38.....איור 14. קשרים בין שיטות הוראה ולמידה לבין המיומנויות – צוינו מעט.
- 41.....איור 15. פיתוח מיומנויות המאה ה-21 דרך אינטראקציה עם דמויות לחיקוי.
- 54.....איור 16. היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית – בוגרים.
- 54.....איור 17. היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית – סטודנטים לתואר ראשון.
- 55.....איור 18. היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית – סטודנטים לתואר מתקדם.
- 56.....איור 19. היכרות עם ארגון הבוגרים – בוגרים וסטודנטים לתארים מתקדמים.
- איור 20. השתתפות באירועים של ארגון הבוגרים: אחוז שהשיבו 'כן', לפי תקופת סיום תואר ראשון – בוגרים. 56.....
- איור 21. השתתפות באירועים של ארגון הבוגרים: אחוז שהשיבו 'כן' לפי תקופת סיום תואר ראשון – סטודנטים לתארים מתקדמים. 57.....

- טבלה 1. המיומנויות שהופיעו בשאלון והמסגרות רעיוניות למיומנויות המאה ה-21 שעמדו מאחוריהן. 13.....
- טבלה 2. מאפיינים דמוגרפיים של אוכלוסיית המחקר. 16.....
- טבלה 3. חלוקת כלל משתתפי המחקר לפי תואר נלמד ומגדר. 18.....
- טבלה 4. חלוקת שפת האם של כלל המשיבים לפי סוג האוכלוסייה. 19.....
- טבלה 5. התפלגות כלל המשיבים לפי סוג ההתמחות. 20.....
- טבלה 6. הבדלים בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – בוגרים. 30.....
- טבלה 7. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – סטודנטים. 31.....
- טבלה 8. הבדלים בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – בוגרים וסטודנטים לתואר ראשון. 32.....
- טבלה 9. הבדלים בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – בוגרים וסטודנטים לתואר מתקדם. 33.....
- טבלה 10. דוגמאות של הסברים שנתנו המשיבים לגבי התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך לימודיהם בטכניון. 34.....
- טבלה 11. דוגמאות לתשובות המתארות את שיטות ההוראה והלמידה דרכן משיבים פיתחו מיומנויות. 36.....
- טבלה 12. דוגמאות לתשובות המתארות כיצד התפתחה מיומנות הלמידה העצמית (N = 307). 36.....
- טבלה 13. שכיחות המשיבים שהעידו כי התנסו בעבודה מחקרית ושיטות למידה מתקדמות. 40.....
- טבלה 14. משיבים ודמויות לחיקוי. 40.....
- טבלה 15. ציטוטים של משיבים לגבי דמויות לחיקוי בטכניון. 42.....
- טבלה 16. חלוקת המשיבים שלמדו/לומדים בטכניון לתואר ראשון לפי פקולטות. 57.....
- טבלה 17. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי מגדר – בוגרים. 58.....
- טבלה 18. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי מגדר – סטודנטים. 59.....
- טבלה 19. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי שפת אם – בוגרים. 59.....
- טבלה 20. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי שפת אם – סטודנטים. 60.....
- טבלה 21. חלוקת אופי התפקיד הבכיר ביותר שמלאו המשיבים לפי מגדר. 61.....



### מבוא

הדוח נועד לשמש כחומר רקע לצורך גיבוש מדיניות טכניונית בתחום הכנת בוגרי הטכניון לעולם העבודה והיזמות. דוח זה מהווה חלק ממאמצי עדכון ושיפור ההוראה בטכניון. הטכניון הוקם בשנת 1924 כמוסד האקדמי הראשון בארץ ישראל העוסק במדעים ובהנדסה, ונמצא באופן תמידי בחוד החנית של המוסדות האקדמיים במדינת ישראל. מעבדות הטכניון מספקות פתרונות חדשניים לבעיות כלל-עולמיות, ורבים מבוגריו היוו אנשי מפתח בהקמת תעשיית טכנולוגיית העילית (הי-טק) במדינת ישראל. המאה ה-21 על אתגריה השונים חידדה את הצורך בתרומתו של הטכניון למדע, לטכנולוגיה ולכלכלה. ארגונים שונים הכירו בצורך של מוסדות להשכלה גבוהה מדעית וטכנולוגית לבצע שינויים מהותיים בתכניות הלימודים ובהוראה. חזונו של הטכניון הוא להיות אחת מעשרת אוניברסיטאות המחקר במדע וטכנולוגיה המובילות בעולם. ההנהלה הבכירה של הטכניון זיהתה את הצורך בשינוי תכניות הלימודים בטכניון, על מנת להתאימן לאתגרים הנוכחיים. חלק מהשינוי הזה כולל שימת דגש על מיומנויות שנחשבות כהכרחיות למאה ה-21. כחלק מהכנת הדוח, נפגשנו עם בכירים, דיקנים ונציגי ארגון הבוגרים של הטכניון. הם ציינו בפנינו את הצורך לפתח את מיומנויות המאה ה-21 כחלק מתוכניות הלימודים בטכניון.

### רקע

מחקרים קודמים בחנו את הקשרים בין שיטות הוראה ולמידה לבין התפתחותן של מיומנות המאה ה-21 בחינוך הגבוה למדע והנדסה. מחקרים אלו מצאו כי שיטות של למידה פעילה (active learning), המתמקדות בעבודת צוות עם בעיות אותנטיות, מספקות הזדמנויות לביטוי ולהתפתחות של מיומנויות המאה ה-21. אולם, המחקר אותו ערכנו הוא הראשון, למיטב ידיעתנו, המתבסס על התרשמותם של סטודנטים ובוגרים—בעלי תארים ראשונים ומתקדמים מכל הפקולטות בטכניון—אשר ביחד מכסים טווח של עשרות שנים, החל מ-1970 ועד ל-2018. המחקר כולו כלל אוכלוסייה של סטודנטים ובוגרים של הטכניון. ביצענו ניתוחים סטטיסטיים על פריטים סגורים בשאלון, וניתוח תוכן על פריטים פתוחים בשאלון. המחקר קיבל את אישור ועדת האתיקה לניסויים בבני אדם של הטכניון, 2018-48. המשתתפים במחקר כללו בוגרים וסטודנטים, גברים ונשים, דוברי עברית ושפות אחרות כשפת אם, ובעלי תואר ראשון ומתקדם מהטכניון, עם ייצוג הולם לכל תת-אוכלוסייה.

### מהלך וכלי המחקר

פיתחנו שאלון מקוון לחקר תפיסותיהם של סטודנטים ובוגרים של הטכניון בנוגע להתפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים בטכניון. לצורך השאלון, בחרנו 14 מיומנויות מגוונות על סמך סקירה של מסגרות רעיוניות ופגישות עם בכירים בטכניון. שלחנו את הגרסה הראשונית של השאלון לצורך קבלת משוב אל חמישה בכירים וחמישה סטודנטים לתואר מתקדם בטכניון. מלבד פריטים דמוגרפיים, השאלון כלל פריטים רבים הנוגעים ללימודים בטכניון, לתעסוקה ולחוויה הטכניונית. לאחר קבלת המשוב, יצרנו שתי גרסאות סופיות של שאלונים: גרסה לבוגרים, וגרסה לסטודנטים. פריטי השאלונים ברובם היו זהים בין שתי הגרסאות. השאלון הופץ באמצעות ארגון הבוגרים של הטכניון, לימודי הסמכה ובית הספר לתארים מתקדמים ובנוסף באמצעות הרשתות החברתיות. הוא היה פתוח למשיבים במשך שלושה חודשים, אחריהם נסגר המענה לשאלונים וניתחנו את הנתונים שהתקבלו.

## משתתפי המחקר

מעל 1,500 בוגרים וסטודנטים מכל הפקולטות בטכניון השיבו על השאלון. המשיבים כללו 928 בוגרים מארבעת העשורים האחרונים ו-647 סטודנטים בשנת הלימודים האחרונה בטכניון. שני שלישי מסך המשיבים הזדהו כגברים, ושליש הזדהו כנשים. מרבית המשיבים היו דוברי עברית כשפת אם והשאר כללו דוברי שפות אחרות. הרוב הגדול של המשיבים למד או לומד בפקולטות הנדסיות בטכניון.

## ממצאים

לפי תפיסותיהם של המשיבים לשאלון, שלש מיומנויות המוגדרות כמיומנויות חשיבה כלליות – למידה עצמית, פתרון בעיות, וחשיבה ביקורתית, התפתחו יותר ממיומנויות אחרות. שתי מיומנויות אשר התפתחו בתואר ראשון יותר מאשר בתארים מתקדמים היו: א. תכן הנדסי אשר הוגדר מיומנות STEM התפתח הן בקרב הבוגרים והן בקרב הסטודנטים; ו-ב. למידה עצמית – מיומנות חשיבה כללית והתפתחה לפי דיווח המשיבים בקרב סטודנטים בלבד. המיומנויות שהתפתחו פחות מכל האחרות היו מיומנויות רכות והן התפתחו יותר בתארים מתקדמים מאשר בתואר ראשון. בנוסף, המשיבים דיווחו על שלוש שיטות הוראה ולמידה אשר מפתחות (לטענתם) את המספר הרב ביותר של מיומנויות: מטלות בקורס, פרויקט ומחקר. כ-260 משיבים דיווחו כי הם נחשפו במהלך לימודיהם בטכניון לדמויות שהיוו עבורם מודל לחיקוי ושדרך החשיפה אליהם/ התפתחו מיומנויות המאה ה-21; כמחציתם הזכירו מיומנות רכה – בעיקר תקשורת בעל-פה ויצירתיות. ממצא זה מצביע על כך שאותם משיבים פיתחו מיומנויות רכות בעזרתם של מרצים וחוקרים ששימשו כמנטורים עבור אותם משיבים בזמן היותם סטודנטים בטכניון.

המחקר מעלה כי לפי תפיסתם של המשיבים ממגוון פקולטות, תארים ומחזורים בטכניון, ארבע שיטות הוראה ולמידה פיתחו את רוב המיומנויות. לפי המשיבים, מרבית המיומנויות שפותחו בלימודיהם בטכניון הן מיומנויות חשיבה כלליות, כגון למידה עצמית ופתרון בעיות; אחריהן פותחו מיומנויות מדעיות והנדסיות, כגון תכנון ניסויים, תכן הנדסי וחשיבה מערכתית; לבסוף, המיומנויות הרכות הן אלו שהמשיבים דירגו ככאלה שהתפתחו פחות מהאחרות, כגון חשיבה יצירתית ותקשורת בעל-פה ובכתב. מממצאי המחקר עולה כי שיטות ההוראה של מטלות בקורס, פרויקט, מחקר וניסוי מעבדה הן אלה שפיתחו את מרבית מיומנויות המאה ה-21 לפי הצהרת המשיבים. אף כי חלו שיפורים בשיטות ההוראה והלמידה בטכניון בשנים האחרונות, יש חשיבות רבה להרחבת שיפורים אלו מאיים קטנים בכל פקולטה לשינוי כלל טכניוני מערכתי.

אנו ממליצים לשלב מטלות מורכבות במסגרת צוותים או יחידים בקורסים קיימים של תואר ראשון, על מנת לעודד מגוון מיומנויות חשיבה כלליות ומבוססות STEM. לצורך כך מומלץ לקיים סדנאות בפקולטות השונות כדי להכשיר מתרגלים ומרצים בפיתוח מטלות מסוג זה. בנוסף, אנו ממליצים על שילוב של פרויקטים העוסקים בבעיות מהעולם האמיתי בקורסים הקיימים כבר היום בתכנית הלימודים. הדבר חשוב במיוחד בתואר הראשון, שם נראה כי המיומנויות הרכות מתפתחות פחות מאשר בתארים מתקדמים, לפי ממצאי הדוח הנוכחי. על מנת לשפר את היחס הכמותי בין מנחי פרויקטים לבין סטודנטים, ניתן להכשיר מרצים בשיטות הוראה מתקדמות המבוססות למידה פעילה והנחייה, להעסיק יותר אנשי תעשייה כמרצים נלווים שינחו פרויקטים, ולצרף סטודנטים (לתואר מתקדם או בסוף התואר הראשון) בעלי ניסיון בתעשייה כעוזרי מנחים או אף כמנחים, בהתאם לרמת הידע והנסיון הנדרשת. כמו כן, אנו ממליצים לשלב ניסיון מעשי בתעשייה בתכניות הלימודים לתואר ראשון (לא רק כפרויקט סיום), ולהקנות על כך נקודות זכות ותעודה לסטודנטים המשתתפים בתכנית שכזו. על שילוב שכזה להתבצע בשיתוף עם גורמים בתעשייה ובאקדמיה, כבר בשלבי התכנון המוקדמים, ועליו לכלול מערכת השמה המחברת בין מעסיקים לבין סטודנטים כנהוג באוניברסיטאות בעולם, כגון MIT. המלצות נוספות העולות ממצאי הדוח הן לשלב פעילות מחקרית במסגרת התואר הראשון, בין אם במתכונת מצומצמת של שאלת מחקר אחת ובין אם כפרויקט מחקר מקיף, תוך פיתוח תכניות הנחיה – מנטורינג לסטודנטים בתואר ראשון. המנטור יכול להיות לא רק מרצה, אלא גם סטודנט לתואר מתקדם מצטיין ו/או בוגר טכניון בעל ניסיון בתעשייה. ניתן להכשיר מרצים ומתרגלים בהקניית מיומנויות המאה ה-

21 בקרב סטודנטים. מעבר לתקופת ההכשרה, יש להוסיף ולתמוך במרצים ובמתרגלים במהלך ההוראה בשנתם הראשונה בתהליך השינוי או אף מעבר לכך. מתוך הבנה שהתעשייה במאה ה-21 מציבה דרישות חדשות מבוגרי הטכניון, ומתוך רצון לשמר על ההובלה של הטכניון במקצועות המדע וההנדסה, אנו מקווים כי הממצאים, התובנות וההמלצות המפורטים בדוח ייסיעו למקבלי ההחלטות בטכניון וכי ההטמעה של מיומנויות המאה ה-21 בקרב הסטודנטים, הן בתואר הראשון והן בתארים מתקדמים, תקדם באמצעות פתרון מערכתי את הקשר בין עולם העבודה בתעשייה ובמחקר והלימודים בטכניון.

התאמת החינוך למדעים והנדסה לעולם התעסוקה של המאה ה-21 נמצא על סדר היום של מרבית המדינות המפותחות בעולם, דבר המתבטא בבניית תוכניות אסטרטגיות לשיפור החינוך באוניברסיטאות. לפי מעסיקים בתעשייה, לחלק מהבוגרים של מקצועות ההנדסה באקדמיה אין את הכישורים המעשיים ברמה מספקת להצלחה בתעשייה. לדעתם, הקורסים הנלמדים אינם תואמים את הנעשה בתעשייה, והסטודנטים לא מקבלים מספיק הזדמנויות להתנסות בעולם ה'אמיתי' שמחכה להם שם בחוץ. חוסר נוסף הוא במיומנויות 'רכות' כגון עבודת צוות ותקשורת בעל-פה. בדומה לעמיתיהם בחוץ לארץ, גם מעסיקים בישראל סבורים כי יש צורך בשינוי תוכנית הלימודים במוסדות להשכלה הגבוהה, ובעיקר מעבר ללימודים רב תחומיים, הכשרה מעשית מעבר ללימודי הליבה התיאורטיים, ושיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה (בנטור, זונשטיין, ותמר, 2018).

שיתוף פעולה אפקטיבי בין האקדמיה לתעשייה עלה גם בפורום לחינוך מהנדסים של הטכניון, אשר תוצאותיו מפורטות בדוח של בנטור, זונשטיין, נוה, ודיין (2019). מחברי הדוח מפרטים את העקרונות העשויים להניע פרויקטים מוצלחים המשלבים לימודי הנדסה ועבודה בתעשייה. מתוך הנחה כי המטרה העיקרית של גופים בתעשייה הינה רווחיות כלכלית, חשוב כי בין המוסד האקדמי לגוף התעשייתי יהיה בסיס הסכמות למטרות ויעדים משותפים ברמת ההנהלה הבכירה. קיימת חשיבות עליונה להנחיה משותפת של חברי סגל ואנשי תעשייה מהארגון ולהגדרת התגמול לעוסקים במלאכה, על מנת ליצור מוטיבציה לעשייה משני הצדדים (אקדמיה ותעשייה).

בחלק זה של הדוח נתייחס תחילה לרקע ולהיסטוריה של הטכניון ולתרומתו היחודית לכלכלה הישראלית. נציג נתונים המלמדים שמאז ומתמיד הטכניון נמצא בשכבה העליונה של המוסדות האקדמיים במדינת ישראל ורבים מבוגרי הטכניון היוו אנשי מפתח בהקמת תעשיית טכנולוגיית העילית (הי-טק) במדינת ישראל. בחלקו השני של הדוח נתייחס לשינויים שחלו במאה ה-21 ולאתגרים השונים אשר חידדו אף יותר, את הצורך בתרומתו של הטכניון למדע, לטכנולוגיה ולכלכלה אף יותר. נדון במגמות כלל עולמיות ונתייחס לעובדה כי ארגונים שונים הכירו בצורך של מוסדות להשכלה גבוהה מדעית וטכנולוגית בכל העולם, לבצע שינויים מהותיים בתכניות הלימודים ובהוראה. נציג מחקרים מהעשור האחרון המלמדים כי שינויים אלו כוללים שימת דגש רב יותר על מיומנויות שנחשבות הנחשבות כהכרחיות למאה ה-21. בחלקו האחרון של הדוח, נדון במיומנויות המאה ה-21 ונסביר את חשיבותן ודרכים לפיתוחן. נציג את המסגרת הרעיונית העומדת מאחורי מושג זה ונסביר כיצד נבחרו המיומנויות אשר הופיעו בסופו של דבר בשאלון המקוון.

## 1.1 הטכניון ותרומתו היחודית למשק הישראלי

הטכניון הוקם בשנת 1924, ומהווה אחת מהאוניברסיטאות הראשונות בישראל, יחד עם האוניברסיטה העברית בירושלים. הוא המוסד הוותיק בתחום ההנדסה והמדעים בישראלמהקמתו ועד היום, הטכניון נמצא בשכבה העליונה של המוסדות האקדמיים במדינת ישראל. הטכניון הוא המוסד הוותיק בתחום ההנדסה והמדעים בישראל, הוא ונחשב למוביל בתחום זה ומעבדות הטכניון מספקות פתרונות חדשניים לבעיות כלל-עולמיות. כיום פועלות הטכניון הוא אחת מהאוניברסיטאות הראשונות בישראל, יחד עם האוניברסיטה העברית בירושלים. נכון להיום, בטכניון 17 פקולטות. ותחומי הלימוד בטכניון בהן כוללים את מדעי הטבע, מדעים מדויקים, הנדסה על ענפיה השונים, ארכיטקטורה, חינוך למדע וטכנולוגיה, ורפואה. מיום הקמתו ועד תום העשור הראשון של המאה ה-21, הטכניון הסמיך קרוב ל-80,000 בוגרים. על פי נתוני המועצה להשכלה גבוהה, נכון לשנת 2018 לומדים בטכניון 14,054 סטודנטים לכל התארים, מתוכם 9,601 לתואר ראשון, 3,296 לתואר שני ו-1,149 לתואר שלישי. מהקמתו ועד היום, הטכניון נמצא בשכבה העליונה של המוסדות האקדמיים במדינת ישראל. מעבדות הטכניון מספקות פתרונות חדשניים לבעיות כלל-עולמיות, ו המאה ה-21 על אתגריה השונים חידדה את הצורך בתרומתו של הטכניון למדע, לטכנולוגיה ולכלכלה, בשל העובדה שרבים מבוגרי הטכניון, היוו אנשי מפתח בהקמת תעשיית טכנולוגיית העילית (הי-טק) במדינת ישראל (Frenkel, Maital, & DeBare, 2012). יתר על כן, המאה ה-21 על אתגריה השונים חידדה את הצורך בתרומתו של הטכניון למדע, לטכנולוגיה ולכלכלה, בעיקר בשל העובדה כי יותר מ-70% ממיסדי תעשיות ההיי-טק בישראל וממנהליהן הם בוגרי הטכניון. כמו כן, הטכניון והוא נמצא במקום ה-7 בעולם ברשימת האוניברסיטאות שבוגריהן מנהלים חברות טכנולוגיות גדולות<sup>1</sup>.

הרמה הגבוהה של בוגרי הטכניון (כ-30% בעלי תארים מתקדמים) והשתלבותם בענפי המשק השונים היא מרשימה, בייחוד בענפי התעסוקה מובילים במשק ובתפקידים בהם רמת השכר היא גבוהה בהרבה מהממוצע. היקף בוגרי הטכניון בולט בעיקר בתעשיות הטכנולוגיה העילית שנאמד בכ-13 אלף בוגרים, המאיישים 14% מכלל המשרות במשק בענפים אלו. כ-14 אלף מהבוגרים משמשים בתפקידי הניהול הבכירים ביותר (מנכ"לים וסמנכ"לים) בחברות בהן הם עובדים.

אין זה סוד כי מדינת ישראל ידועה בכינוי סטארט אפ ניישן, פריחת ההיי-טק בישראל והסטארט-אפים בפרט, נחישותם ומאפייניהם יוצאי הדופן של העוסקים בהם, הם תופעה ייחודית המעוררת עניין רב בעולם. דן סינור ושאל זינגר מתארים בספרם באופן יוצא דופן תופעה יחודית זו, Senor & Singer (2011). גם בתחום זה זוכה הטכניון ליצוג יוצא דופן, כ-18% מבוגרי הטכניון עובדים או עבדו בחברות סטארט-אפ (שיעור שהוא פי שלושה מהשיעור הממוצע במשק כשגם לו אין דומה בעולם המפותח כולו) וכ-40% מהם משמשים בתפקידי ניהול בכיר (מנכ"ל או סמנכ"ל).

חלק ניכר מבוגרי הטכניון היו מעורבים בפיתוח של מוצרים חדשים ותהליכים חדשים, הדבר בא גם לידי ביטוי בכמות הגדולה של בקשות לרישום פטנטים ופטנטים רשומים של בוגרי הטכניון אשר בהם מעורבים כרבע מהבוגרים (פרנקל ומי-טל, 2013).

## 1.2 הטכניון כמוסד מוביל בעולם

מוסדות רבים להשכלה גבוהה עוברים שינויים גדולים על מנת להתאים את אופי ותוכן הלימודים למאה ה-21. ארגונים שונים הכירו בצורך של מוסדות להשכלה גבוהה מדעית וטכנולוגית לבצע שינויים מהותיים בתכניות הלימודים ובהוראה: ה-OECD (Ananiadou & Claro, 2009); ה-National Research Council בארה"ב (NRC, 2013); הגוף שעוסק באקרדיטציה של תכניות לימודים בחינוך הגבוה להנדסה בארה"ב, ABET (2018); והטכניון (בנטור, זוננשטיין, ודיין, 2018).

הטכניון, הממוקם כבר למעלה מעשור בין מאת האוניברסיטאות הראשונות בעולם<sup>1</sup> (לפי מדד שנחאי) ושואף להיות אחת מעשרת אוניברסיטאות המחקר במדע וטכנולוגיה המובילות בעולם<sup>2</sup>, לא נותר אדיש לשינויים המתרחשים בעולם הגלובלי. שדרת הניהול הבכירה של הטכניון זיהתה את הצורך לשנות את תכניות הלימודים בטכניון על מנת להתאימן לאתגרים הנוכחיים. שינויים אלו כוללים שימת דגש רב יותר על מיומנויות שנחשבות כהכרחיות למאה ה-21 (בנטור, זוננשטיין, נוה, ודיין, 2018; Frenkel et al., 2012).

בעיקר, לאור השינויים שחלו בשני העשורים האחרונים בארץ ובעולם, תרמו משמעותית להחלטה הוחלט על ידו של הנהלת הטכניון, כי יש מקום לפתיחת דיון מעמיק ולפעולה מחודשת בנושא חינוך מהנדסים. בדוח שהכינו עבור הטכניון, פרופ' בנטור ועמיתיו (2018) דנו בהרחבה בפרופיל המהנדס במאה ה-21 אשר יוביל את התפתחות המדע והטכנולוגיה לטובת החברה והכלכלה, במגוון התעשיות הקיימות בישראל. החוקרים מעידים כי מטרת הדוח היתה להוות בסיס לסיעור מוחות, לצורך העמקה ולימוד הנושא של חינוך טיפוח מנהיגות מיקצועית המבוססת על מדע והנדסה, תוך אפיון ותיעודף הסוגיות המרכזיות אשר אליהן צריך להתייחס ולגביהן להציע דרכי פעולה. (בנטור, זוננשטיין, ודיין, 2018).

דוח מקיף ומעמיק זה תרם רבות לביסוס הרקע התאורטי למחקר שלנו. במסגרת הכנת הדוח נערכו ראינות עם תעשיינים על דמות המהנדס במאה ה-21. לדברי בנטור ועמיתיו רוב המרואינים הדגישו כי "האקדמיה צריכה לענות על אתגר השינויים כהזדמנות גדולה לשינוי מהותי בתכנים של הלימודים, בשיטות ההוראה ובקשרים עם התעשייה והעולם הטכנולוגי היזמי. האקדמיה נדרשת ל"חשיבה מחוץ לקופסה" כדי להישאר רלוונטית להכשרת מהנדסים במאה ה-21".

השנה (2019), בהתבסס על דוח זה, הוקם הפורום לחינוך מהנדסים שבו השתתפו מגוון בעלי עניין (אוניברסיטאות, מכללות, גופי ממשל ורגולטורים, תעשיית טכנולוגיה עילית, תעשייה מסורתית, מהנדסים צעירים וסטודנטים). מטרת הפורום הייתה קידום שינוי תפיסתי בכל הנוגע לחינוך מהנדסים וגיבוש תובנות ודרכי פעולה לחינוך דור המהנדסים הבא אשר יתפסו תפקידי מנהיגות ויביאו לידי מימוש את ההתקדמויות המדעיות בישראל.

<sup>1</sup> <http://www.shanghairanking.com/ARWU2019.html>

<sup>2</sup> <https://int.technion.ac.il/about/technion-facts/technion-at-a-glance/>

דיוני הפורום התמקדו במספר תחומים: א. כישורים וידע הנדרשים למהנדס העתיד ב. הדרכים להקניית כישורים למהנדסי העתיד ג. בניית מנגנונים פרקטיים וביצוע שינויים מערכתיים. בפני הפורום הוצגו נתונים ודוחות עדכניים מאוניברסיטאות מובילות בעולם. בעקבות הדיונים בפורום התגבשו תובנות בארבע תחומים מרכזיים: ידע וכישורים הנדרשים למהנדס, יצירת הקשר לעולם האמיתי ושיתוף פעולה עם התעשייה, התמקדות באוכלוסיית הסטודנטים ותפקיד הסגל האקדמי (בנטור, זונשטיין, נוה, ודיין, 2019).

### 1.3 חשיבותן של מיומנויות המאה ה-21 והתפתחותן בחינוך הגבוה ל-STEM

אין זה סוד כי קידום מדעי וטכנולוגי הינו מרכיב מרכזי בקידום כלכלי וחברתי של מדינה מודרנית במאה השנים האחרונות. עם זאת, מחקרים מצאו כי פעמים רבות סטודנטים ללימודי מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM) אינם מוכנים די הצורך לדרישות של מקצועות ה-STEM בעולם המודרני (Jang, 2016). לעיתים רחוקות קיימת התאמה בין ציוני הסטודנטים למוכנותם לעולם העבודה בפועל (Badcock, Pattison, & Harris, 2010). מכאן ברור כי אין מנוס משינויים בהוראת מקצועות ה-STEM, במטרה להכין את הסטודנטים כראוי לעולם העבודה בעידן הנוכחי. סוגיות אלו מעסיקות חוקרים רבים ברחבי העולם אשר הגיעו למסקנה כי בעידן הנוכחי, חלק ניכר מההצלחה במקום העבודה מותנה ברכישת קבוצת מיומנויות הנקראות 'מיומנויות המאה ה-21', ולעיתים גם 'מיומנויות הכרחיות' (בנטור, זונשטיין, נוה, ודיין, 2018; Marbach-Ad, Egan, & Thompson, 2015). קרברט ועמיתיו (Crebert et al., 2004) חקרו תפיסות של בוגרים משלוש מחלקות שונות מאוניברסיטת גריפית שבאוסטרליה, בנוגע לתרומה של הלימודים באוניברסיטה לפיתוח כישוריהם הגנריים וכיצד אלו השפיעו על מציאת מקום עבודה ויכולת התמודדות עם האתגרים בעולם התעסוקה לאחר סיום הלימודים. הצורך ברכישת המיומנות האלה זוהה הן על ידי חוקרים וארגונים בארה"ב העוסקים בהשכלה על-יסודית וגבוהה (ABET, 2018; Ananiadou & NGSS Lead States, 2013; NRC, 2013), והן ארגונים בינלאומיים העוסקים בכלכלה (Claro, 2009; World Economic Forum, 2016). בהתבסס על המסגרת הרעיונית שהוצגה לעיל, גיבשנו רשימה של 14 מיומנויות שנראו לדעתנו כהכרחיות לבוגרי מקצועות ה-STEM בעולם התעסוקה העכשווי כל אחת מה-14 המיומנויות שנבחרו ונכללו בשאלון זוהתה כחיונית הן על ידי מספר ארגונים בארה"ב העוסקים בהשכלה על-יסודית והשכלה גבוהה והן על ידי הבכירים שהשתתפו בפיתוח השאלון (ראו הרחבה בסעיף 2.3). טבלה 1 מציגה את כל 14 המיומנויות שנכללו בדוח הנוכחי, ואת המקורות הספרותיים (מסגרות רעיונית) שהתייחסו למיומנות זו מתוך ארבעת המסגרות הרעיוניות למיומנויות המאה ה-21 עליהן התבססנו בביצוע מחקר זה.



טבלה 1. המיומנויות שהופיעו בשאלון והמסגרות רעיוניות למיומנויות המאה ה-21 שעמדו מאחוריהן

מסגרת רעיונית				מיומנות המאה ה-21
OECD 21 <sup>st</sup> century competencies and skills <sup>4</sup>	NRC 21 <sup>st</sup> century skills <sup>3</sup>	ABET Student outcomes <sup>2</sup>	משרד התעסוקה של ארה"ב Critically important 21 <sup>st</sup> century skills for STEM disciplines <sup>1</sup>	
V	V		V	חשיבה ביקורתית
		V	V	חשיבה מערכתית
	V			יזמות
V	V			יצירתיות
V		V		ישום ידע נלמד בסביבה מקצועית
	V	V		למידה עצמית
V	V	V		עבודה בצוות רב תחומי
V	V		V	פתרון בעיות
V				שאלת שאלות
		V	V	תכן הנדסי
		V	V	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
	V			תקשורת בין-תרבותית
V	V	V	V	תקשורת בכתב
V	V	V		תקשורת בע"פ

Ananiadou and Claro, 2009<sup>4</sup> NRC, 2013<sup>3</sup>, ABET, 2018<sup>2</sup> Jang, 2016<sup>1</sup>

#### 1.4 שיטות הוראה ולמידה המעודדות פיתוח של מיומנויות המאה ה-21

מספר מחקרים בחינוך להשכלה גבוהה ב-STEM, כולל כאלו שנערכו בטכניון, עסקו בשיטות ההוראה והלמידה הקשורות בפיתוח מיומנויות המאה ה-21 בקרב סטודנטים. ניתן לחלק את המחקרים הבולטים בנושא זה לשני סוגים: מחקרים שעסקו בתפיסות של סטודנטים לגבי פיתוחן של אותן מיומנויות, ומחקרים שעסקו בהערכה של מוטיבציה והישגים לימודיים כתוצאה מפיתוח של מיומנויות המאה ה-21.

חוקרים שעסקו בתפיסותיהם של סטודנטים בנוגע לפיתוח מיומנויות המאה ה-21 עשו שימוש בשאלונים אותם העבירו בקרב סטודנטים. וירטנן וטינג'אלה (Virtanen & Tynjälä, 2018) ערכו את המחקר המעמיק ביותר שמצאנו בנושא זה. המחקר עסק בקשרים בין התפתחות מיומנויות המאה ה-21 בקרב סטודנטים לתארים ראשונים בכימיה או הוראה לבין הרגלי הוראה ולמידה (teaching and learning practices). החוקרים סיווגו 18 הרגלים לארבע קבוצות: (א) 12 צורות הוראה ולמידה, (ב) שלוש תכונות של סביבת למידה קונסטרוקטיביסטית, (ג) שלוש תכונות של סביבה אינטגרטיבית, ו-(ד) שתי תכונות של אווירה במהלך הקורס. החוקרים העבירו שאלון מקוון בקרב הסטודנטים, אשר שאל אותם לגבי תפיסותיהם. המחברים דיווחו כי הרגלי הוראה ולמידה אשר כללו שיתוף פעולה

בין הסטודנטים ואינטראקציות בין הסטודנטים לבין המרצים, ותכונות של סביבת למידה קונסטרוקטיביסטית והוראה אינטגרטיבית ניבאו פיתוח של מיומנויות כגון קבלת החלטות, יצירתיות ופתרון בעיות. לעומת זאת, ההרגלים המסורתיים של הוראה בהשכלה הגבוהה, כגון הרצאות וקריאת חומר עצמאית נמצאו כבעלי השפעה שלילית או אפסית על פיתוח אותן מיומנויות. מינץ וטל (Mintz & Tal, 2018) חקרו התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במגוון פקולטות בטכניון באמצעות שאלונים, תצפיות בכיתה, וראיונות עם מרצים. קלברט ועמיתיו (Crebert et al., 2004) העבירו סקרים בקרב בוגרים של חינוך גבוה להנדסה אשר נגעו בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך לימודי התואר הראשון. קמבר ולונג (Kember & Leung, 2005) בדקו את השפעת סביבת ההוראה והלמידה על פיתוח 'יכולות גנריות' (מושג נרדף למיומנויות המאה ה-21) באמצעות סקר שנערך בקרב סטודנטים לתארים מתקדמים באוניברסיטה בהונג קונג. בשלושת המחקרים הללו נמצא כי לדעת הסטודנטים שיטות הוראה של למידה פעילה (active learning), המתבססות על עבודת צוות ופתרון בעיות אותנטיות, פיתחו את המיומנויות שנחקרו. הם מצאו גם כי סביבת הוראה שכללה פעילה התאפינה בשיפור בהבנת הנלמד.

מחקרים אחרים חקרו שיפור במוטיבציה או בהישגים הלימודיים של סטודנטים כתוצאה מפיתוח של מיומנויות המאה ה-21. במחקר אשר התבצע במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT) חקרו דורי ובלצ'ר (Dori & Belcher, 2005) שיטות הוראה פעילות המשלבות ויזאליזציות בנושא שדות אלקטרומגנטיים. החוקרים הובילו את פרויקט ה-Technology-Enabled Active Learning (TEAL) בעקבותיו שיעורי הפיזיקה במכון הטכנולוגי במסצ'וסטס עברו משיטת ההוראה המסורתית לשיטת הוראה בלמידה פעילה בכיתה הנקראת Studio Physics. ממצאי המחקר העלו כי הסטודנטים שהשתתפו בפרויקט TEAL שיפרו את ההבנה הרעיונית שלהם בנושאים שנלמדו במידה גבוהה משמעותית מעמיתיהם בקבוצת הביקורת. תלמי, חזן, וכץ (Talmi, Hazzan, & Katz, 2018) בדקו את הקשר בין מתן ביטוי למיומנויות של המאה ה-21 בקרב סטודנטים לבין מוטיבציה ללמידה. מחקרם עסק בפרויקט פורמולה בטכניון, שהיא תחרות בינלאומית בה משתתפים, מתכננים ובונים מכונית מרוץ תוך התמודדות עם אתגרים כמו למידה עצמאית, תכנון וביצוע. בפרויקט הפורמולה אותו חקרו השתתפו 11 מנחים ו-57 סטודנטים ממגוון רחב של פקולטות בטכניון. המחקר מצא כי השתתפות הסטודנטים בפרויקט פורמולה מאפשרת להם לתרגל את מיומנויות מאה ה-21 להם זקוקים במקום העבודה העתידי שלהם. חוויה זו, עוזרת להם לענות על הצורך הפסיכולוגי באוטונומיה, מסוגלות ותקשורת שהם הבסיס ליצירת מוטיבציה מהותית.

## 2. מערך המחקר

בפרק זה יוצג מערך המחקר. תחילה נסביר לקורא על המתודולוגיה בה השתמשנו לניתוח הנתונים ונפרט על מהלך המחקר. לאחר מכן, נציג את אוכלוסיית המחקר כפי שעלתה מניתוח השאלונים. לבסוף, נתייחס לכלי המחקר בהם השתמשנו ונדון בהרחבה בשלבי הפיתוח של השאלון.

### 2.1 מתודולוגיה ומהלך המחקר

שיטת המחקר בה השתמשנו במחקר זה היא שיטת שיטת המחקר המשולב (Mixed-Methods). שיטה זו משלבת שיטות וכלי מחקר כמותיים עם שיטות וכלי מחקר איכותניים. מטרת השילוב של שתי פרדיגמות מחקריות אלו היא נטרול החסרונות של כל אחת מהן ומנגד ניצול היתרונות של שתיהן במקביל.

במחקר כמותי משתמשים לרוב להוכחת חוקיות מסוימת המתבססת על ניתוח ממצאים כמותיים. נעזרנו בשיטה זו על מנת להגיע להבנה מעמיקה של הממצאים, בהתבסס על ניתוח נתונים כמותיים ועיבודים סטטיסטיים על הפריטים הסגורים בשאלון. החיסרון הבולט של שיטה זו טמון בכך שאינה נותנת פרשנות לממצאים המתקבלים. מנגד, במחקר איכותני משתמשים במטרה לחקור תופעות לעומק. מחקר מסוג זה דורש איסוף נתונים ועיבודם בשיטה של ניתוח תוכן מעמיק. במחקר זה ביצענו ניתוח תוכן על הפריטים הפתוחים שהופיעו בשאלון. החיסרון הבולט של שיטה זו הינו חיסרון החוקיות (המתבטא לרוב בהעדר נתונים מספרים) עליה החוקר יכול להישען. השאלון אותו פיתחנו למחקר זה הכיל שאלות רבות, חלקן סגורות וחלקן פתוחות (פרוט בסעיף 1.3). מכיוון שמטרת המחקר הייתה להוכיח חוקיות מסוימת מחד ולחקור לעומק סיבות ותופעות שונות מנגד בחרנו להשתמש בשיטת המחקר המשולב (Creswell, Shope, Plano, Clark, & Green, 2006). השימוש בשיטת המחקר המשולב עוזר לתיקוף וחיזוק הממצאים המתקבלים בכל אחת מהשיטות בנפרד.

ראשית, פיתחנו שאלון מקוון בהתבסס על מקורות מהספרות בדגש על המסגרת הרעיונית שהוצגה בסעיפים 1.3 ו-1.4. בנוסף, ערכנו פגישות עם מספר בכירים בטכניון במטרה להבין לעומק את המערכת הטכניונית ועל מנת להחליט על מטרות המחקר ותוכן השאלון. את הפגישה הראשונה ערכנו עם המשנה הבכיר לנשיא הטכניון, פרופ' אדם שורץ. לאור הדברים שעלו מפגישות אלה (פרוט בסעיף 2.3), פיתחנו את הגרסה ההתחלתית של השאלון, אותה העברנו לחמישה בכירים וחמישה סטודנטים לתארים מתקדמים בטכניון. לאחר קבלת משוב, יצרנו שתי גרסאות סופיות של השאלונים: גרסה לבוגרים, וגרסה לסטודנטים. פריטי השאלונים ברובם המוחלט היו זהים בין הגרסאות.

אחרי הגשת המסמכים הדרושים לוועדת האתיקה לניסויים בבני אדם של הטכניון, התקבל אישור שמספרו 2018-48.

לאחר קבלת האישור לעריכת המחקר מועדת האתיקה, ב-21 ליולי, 2019 התחלנו בהפצת השאלונים במספר ערוצים מקבילים, במטרה להגיע למספר גבוה ככל האפשר של בוגרים וסטודנטים. השאלון הופץ בדואר אלקטרוני לכל בוגרי הטכניון וסטודנטים בשנתם האחרונה. נוסח המייל אשר הופץ לבוגרי הטכניון ולסטודנטים מצורף בנספח 1.

הפצת השאלון נעשתה דרך מספר גורמים:

- סטודנטים לתואר ראשון דרך מזכירות לימודי הסמכה, בסיועה של הדיקנית פרופ' אורית חזן;
- סטודנטים לתואר מתקדם דרך מזכירות בית הספר לתארים מתקדמים, בסיועה של הדיקן פרופ' דן גבעולי;
- בוגרי הטכניון דרך ארגון הבוגרים, בסיועה של גב' סיגל פירסט וגב' רותי דונג;
- בוגרים וסטודנטים דרך מזכירות הפקולטות השונות, בהנחייתם של הדיקנים השונים;
- בוגרים וסטודנטים דרך קבוצות פייסבוק המיועדות לסטודנטים בטכניון.

בעת הצגת הניתוח ראשוני של הממצאים לפרופ' חזן, היא העלתה רעיון לשוב ולשלוח שאלות למשיבים אשר ציינו את המיומנויות שהתפתחו אצלם במהלך הלימודים בטכניון אך לא פירטו מה סייע להתפתחות מיומנויות אלו. בשלב זה עברנו על הממצאים ושלפנו מקבוצה זו את המשיבים אשר הסכימו לענות על שאלות נוספות והשאירו כתובת מייל לשם כך. בנוסף, החלטנו לשלוח שאלה נוספת גם לקבוצת המשיבים אשר תארו את תהליך פיתוח המיומנויות, אך לא ציינו לאלו מיומנויות הם מתכוונים.

## 2.2 אוכלוסיית המחקר

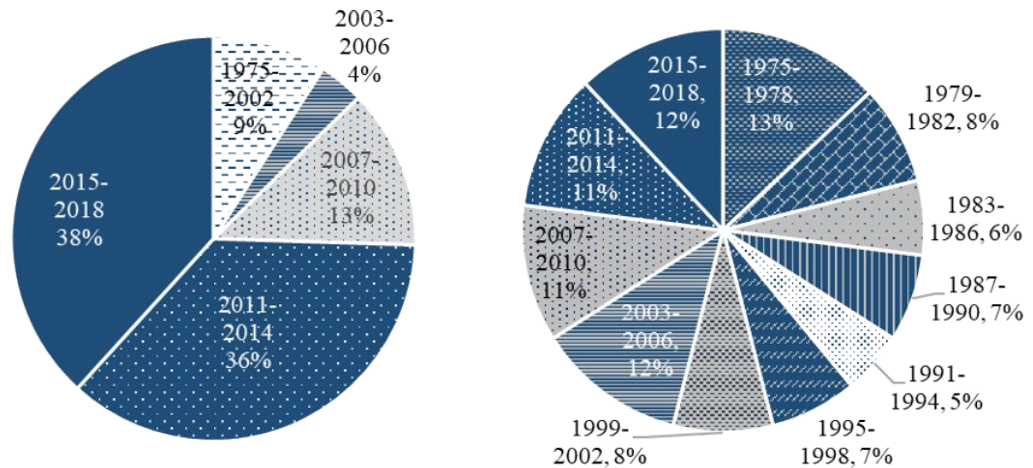
השאלונים הופצו לבוגרי הטכניון וסטודנטים בשנתם האחרונה. בחלק זה נציג את אוכלוסיית המחקר כפי שעלתה מניתוח השאלונים עצמם. תחילה נתייחס למאפיינים הדמוגרפיים הכלליים של המשיבים עונים ולאחר מכן נציג פילוח נתונים רחב יותר על פי שנת סיום התואר ראשון, מגדר, שפת אם והפקולטות בהם למדו בטכניון. להתפלגות של משיבים לפי פקולטות בטכניון, ראו נספח 2. השיבו על השאלון ענו 928 בוגרי טכניון ו-647 סטודנטים בשנתם האחרונה בטכניון (בזמן המחקר). המשתתפים במחקר כללו גברים ונשים, דוברי עברית ושפות אחרות כשפת אם, ובעלי תואר ראשון ומתקדם מהטכניון. המאפיינים הדמוגרפיים של אוכלוסיית המחקר מוצגים בטבלה 2.

טבלה 2: מאפיינים דמוגרפיים של אוכלוסיית המחקר

מאפיינים דמוגרפיים	בוגרים	סטודנטים	כלל המשיבים
מגדר	גבר	647	412
	אישה	281	519
שפת אם	עברית	796	554
	אחר	133	228
תואר מהטכניון	תואר ראשון בלבד	511	342
	תואר מתקדם בלבד	71	102
	תואר ראשון ומתקדם	347	205
סך הכול	939	649	1,578

משתתפי המחקר נתבקשו לציין באיזו שנה סיימו את התואר הראשון, על מנת שנוכל לקבל אינדיקציה לגילם. ציון שנת סיום התואר בשאלון שהיה מיועד לסטודנטים התייחס רק לסטודנטים הלומדים כעת לתואר מתקדם. תשובות העונים מוצגות באיור מס' 1

איור 1: התפלגות משיבים לפי שנת סיום תואר ראשון



ב. סטודנטים לתואר מתקדם (N = 306)

א. בוגרים (N = 880)

מהתבוננות באיור 1 עולה כי אוכלוסיית המחקר כוללת בוגרי טכניון ממגוון מחזורי סיום החל משנת 1975 ועד לאחרונה (2018). הטווח הרחב של השנים בהן סיימו המשיבים תואר ראשון איפשר לנו לבצע מגוון השוואות בין ההבוגרים שהשתתפו במחקר לפי תקופת סיום התואר הראשון. בדוח זה בחרנו להתייחס לשתיים, מגדר ולדירוג מיומנויות המאה ה-21 אצל המחזורים השונים, לפי תקופת סיום תואר ראשון.

עבור הסטודנטים לתארים מתקדמים ניתן לראות (איור 1) כי רובם המוחלט סיימו את התואר הראשון בעשור האחרון. ממצא זה אינו מפתיע בהתחשב בעובדה שרוב הלומדים בוחרים להמשיך לתואר מתקדם מיד לאחר סיום התואר הראשון או לאחר שנים בודדות בהם התנסו בשוק העבודה והחליטו להמשיך בלימודים לצורך ביסוס הקריירה.

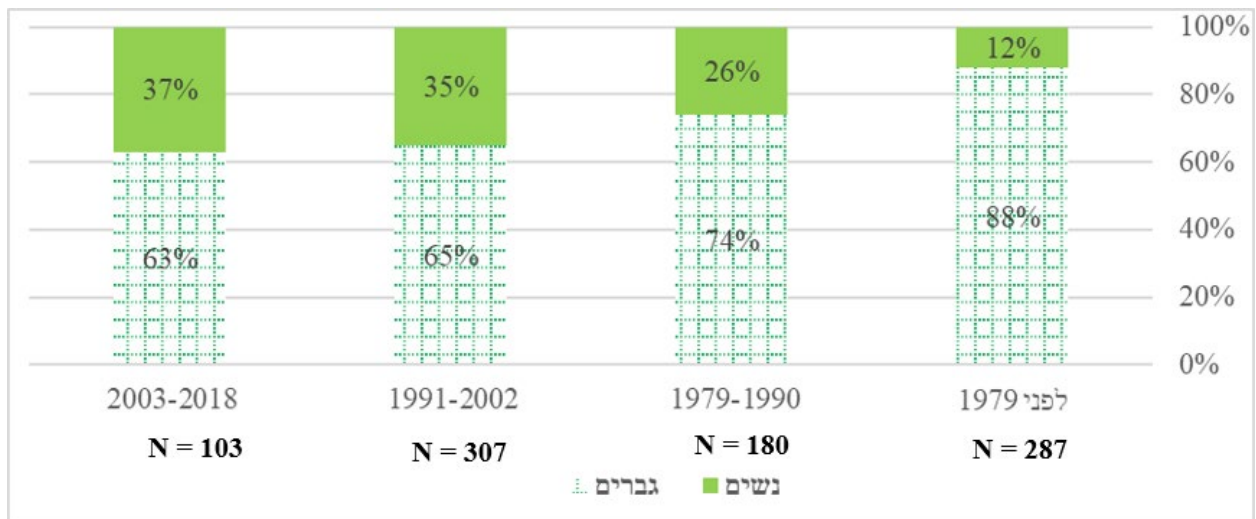
טבלה 3 מציגה את חלוקת משתתפי המחקר, בוגרים וסטודנטים לפי מגדר.

טבלה 3: חלוקת כלל משתתפי המחקר לפי תואר נלמד ומגדר

סטודנטים		בוגרים (N = 928)	מגדר
תואר מתקדם (N = 306)	תואר ראשון (N = 342)		
62%	63%	70%	גברים
38%	37%	30%	נשים

מטבלה 3 עולה כי אחוז הנשים בקרב הסטודנטים גבוה יותר מהאחוזן בקרב הבוגרים. בנוסף, ניתן לראות כי לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין אחוזי הנשים והגברים בין הסטודנטים הלומדים לתואר ראשון לסטודנטים הלומדים לתארים מתקדמים. במטרה ללמוד על קידום ויצוג נשים בקרב הסטודנטים הלומדים בטכניון לאורך השנים ביצענו פילוח נתונים של מגדר הבוגרים לפי שנת סיום התואר הראשון (איור 2).

איור 2: מגדר הבוגרים שהשתתפו במחקר לפי תקופת סיום תואר ראשון



מאיור 2 עולה כי במהלך השנים חלה עלייה הדרגתית באחוז הנשים שלמדו בטכניון. ניתן לראות כי עד שנת 1979 אחוז הנשים המשיבות היה קרוב ל 10% בעוד שב-15 שנים האחרונות אחוז הנשים המשיבות התייצב על כ-37% (ראה גם טבלה 3). ערך זה דומה לאחוז הנשים בקרב הסטודנטים הלומדים כיום בטכניון. בבדיקה שנעשתה בהתבסס על נתונים רשמיים מלימודי ההסמכה בטכניון (N = 46,705), עולה כי אחוז הנשים בין השנים 1994-2003 עמד על 29% ובין השנים 2004-2018 עמד על 36%. אחוז הנשים בקרב הסטודנטים (N = 9100) לתואר ראשון, נכון לשנת 2018, עמד על 39%. בבדיקה שנעשתה לאור נתונים רשמיים שהתקבלו מבית הספר לתארים מתקדמים בטכניון עולה כי אחוז הנשים בקרב בוגרי תארים מתקדמים (מגיטר ודוקטורט) בין השנים 1994-

2003 (N = 5,600), עמד על כ- 39% ובין השנים 2004-2018 (N = 13,440), עמד על כ- 36%. אחוז הנשים בקרב הסטודנטים לתוארים מתקדמים נכון לשנת 2018 (N = 960) עמד על 35%. בהשוואה של נתוני המשיבים ביחס לנתוני הטכניון ניתן לראות כי ייצוג המשיבים לשאלון לפי חלוקה מגדרית דומה להתפלגותם בטכניון.

ניתוח טבלה 3 ואיור 2 מלמדים על מגמה של שיפור ביצוג הנשי בטכניון שחלה במאה הקודמת והתייצבות באחוז הנשים הלומדות בטכניון במאה ה-21 והדבר בא לידי ביטוי גם בהתפלגותם בקרב המשיבים לשאלון.

בשל היותה של האוכלוסייה במדינת ישראל מאוד מגוונת ביקשנו מהנשאלים לציין את שפת אימם. ניתוח התשובות של משתתפי המחקר מוצג בטבלה 4. מעיון בטבלה ניתן להבחין בברור כי שפת האם של 85-86% מהמשיבים לשאלון היא עברית, אולם, גם משתתפים בעלי שפות אם אחרות היו מיוצגים. בקטגוריית 'אחרת' נכללו שפות שייצוגן של כל אחת מהן היה נמוך מ-1%. דיווח מדיקנית לימודי הסמכה, פרופ' אורית חזן, מלמד כי שיעור המשיבים על סקרים בטכניון המצהיר כי שפת אמו שונה מעברית הוא כ-20%, ולא 14-15% כפי שאנו מצאנו. יתכן כי יותר סטודנטים ובוגרים שעברית אינה שפת אמם מאשר חלקם באוכלוסיית הלומדים בטכניון אשר נחשפו לשאלון בחרו שלא לענות עליו, מכיוון שהשאלון כולו בעברית.

טבלה 4. חלוקת שפת האם של כלל המשיבים לפי סוג האוכלוסייה

שפת אם	סטודנטים		בוגרים
	תואר מתקדם (N = 305)	תואר ראשון (N = 342)	כלל המשיבים (N = 928)
עברית	85%	85%	86%
רוסית	6%	4%	7%
ערבית	6%	7%	2%
אנגלית	2%	2%	2%
אחרת	1%	1%	3%

הנשאלים התבקשו לציין את תחום ההתמחות של התואר אותו הם למדו או לומדים כעת. פילוח הנתונים בקרב הבוגרים והסטודנטים מוצג בטבלה 5.

בניתוח פיזור לפי תחומי התארים בטכניון בוצעה חלוקת 18 היחידות האקדמיות ושיוכם לתדיסיפלינות לפי החלוקה המקובלת בטכניון שהיא:

- פקולטות הנדסיות: אזרחית, חשמל, מכונות, כימית, ביוטכנולוגיה ומזון, אירונאוטית וחלל, תעשייה וניהול, חומרים, ביורפואה
- פקולטות מדעיות: מתמטיקה, פיזיקה, כימיה, ביולוגיה, מדעי המחשב
- הפקולטה לארכיטקטורה
- הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה
- הפקולטה לרפואה

טבלה 5. התפלגות כלל המשיבים לפי סוג ההתמחות

תחום התואר	סטודנטים לתואר בטכניון		בוגרים בעלי תואר מהטכניון	
	מתקדם (N = 301)	ראשון (N = 336)	מתקדם (N = 506)	ראשון בלבד (N = 333)
הנדסה	60%	66%	69%	65%
מדעים	26%	28%	20%	27%
רפואה	5%	2%	3%	2%
ארכיטקטורה ובינוי ערים	6%	3%	3%	5%
חינוך למדע וטכנולוגיה	3%	1%	5%	1%

בבדיקה בהשוואה לנתונים רשמיים שהתקבלו מלימודי ההסמכה בטכניון (N = 46,705), עבור השנים 1994-2018, עולה כי חלוקת הבוגרים לתואר ראשון, לפי סוג ההתמחות היא: הנדסה 59%, מדעים 24%, ארכיטקטורה 5%, חינוך למדע וטכנולוגיה 2% ורפואה 10%. חלוקת הסטודנטים לתואר ראשון (N = 9,100), בשנת 2018, לפי סוג ההתמחות היא: הנדסה 61%, מדעים 24%, ארכיטקטורה 5%, חינוך למדע וטכנולוגיה 1% ורפואה 9%. בבדיקה שבוצעה לאור נתונים רשמיים שהתקבלו מבית הספר לתארים מתקדמים בטכניון (N = 19,240), עולה כי חלוקת הבוגרים לתארים מתקדמים (מגיסטר ודוקטורט) לפי סוג ההתמחות היא: הנדסה 64%, מדעים 19%, ארכיטקטורה 8%, חינוך למדע וטכנולוגיה 2% ורפואה 7%. חלוקת הסטודנטים (N = 960) לתארים מתקדמים (מגיסטר ודוקטורט) לפי סוג ההתמחות, עבור שנת 2018, לפי סוג ההתמחות היא: הנדסה 62%, מדעים 19%, ארכיטקטורה 9%, חינוך למדע וטכנולוגיה 3% ורפואה 7%. מנתונים אלו עולה כי הייצוג של המשיבים לשאלון לפי חלוקה לתחומי התארים הינו דומה להתפלגותם בטכניון. קיימים מעט הבדלים שיתכן ונובעים מפוזר שונה במעט בין אלו שבחרו להשיב על השאלון לבין פיזור הבוגרים והסטודנטים בפועל. חשוב לציין, כי מניתוח הנתונים עלה כי בקרב משתתפי המחקר קיים ייצוג לכל הפקולטות בטכניון.

מטבלה 5 עולה כי מרבית המשיבים על השאלון הם בוגרים ומרביתם למדו או לומדים הנדסה. מבין הבוגרים והסטודנטים קיים רוב בתחומי הנדסה. טבלה מפורטת של כלל הפקולטות אליהם השתייכו משתתפי המחקר ניתן למצוא בנספח 2, טבלה 16. בטבלה זו ניתן לראות כי פיזור משיבי השאלון מייצג את הבוגרים והסטודנטים בטכניון. בטבלה 16 מודגשות הפקולטות בהן אחוז המשיבים היה גבוה מ-10%. הפקולטה בעלת אחוז המשיבים הגבוה ביותר הייתה הנדסת חשמל (20% מתואר ראשון ו-16% מתואר מתקדם), במקום השני הפקולטה למדעי המחשב (13% מתואר ראשון ו-12% מתואר מתקדם), ובמקום השלישי הפקולטה להנדסת מכונות (11% מתואר ראשון ו-12% מתואר מתקדם).

### 2.3 כלי המחקר ופיתוח השאלון

כלי המחקר העיקרי בו השתמשנו לצורך מחקר זה הינו שאלון מקוון, אך בנוסף נעזרנו בפגישות עם בכירים לקבלת משוב על השאלון. פיתחנו שאלון זה במטרה לחקור את תפיסותיהם של בוגרים וסטודנטים של הטכניון



בנוגע למגוון תחומים הקשורים ללימודיהם בטכניון ובעיקר להתפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים. בנוסף, השאלון כלל פריטים רבים הנוגעים לפרטים דמוגרפיים, מהלך הלימודים בטכניון, לתעסוקה, לחוויה הטכניונית וכן לדמויות לחיקוי. איורים 2–7 מוצגות דוגמאות לשאלות סגורות ופתוחות אשר הופיעו בשאלון. כשלב מקדים לפיתוח השאלון, נערכו פגישות עם המשנה הבכיר לנשיא הטכניון פרופ' אדם שורץ ועם דיקן הסטודנטים פרופ' בני נתן. בוגרי טכניון בכירים. תובנות מראיונות אלו סייעו לנו בשיפור השאלונים. ציטוטים לדוגמה: "חינוך הנדסי טוב מאפשר ליצור דברים חדשים ולפתור בעיות"; "יש ללמד את הרכיב האמנותי או היצירתי [של החשיבה] בטכניון באופן ברור ומובנה".

לאחר שערכנו סקירה ספרותית אשר מוצגת בפרק המבוא בחלק 1.3, בחרנו 14 מיומנויות לבדיקה בשאלון. בחרנו את המיומנויות בהתבססות על המסגרות הרעיוניות המוצגת בטבלה 1, על דוחות קודמים שנגעו לטכניון (בנטור ועמיתיו, 2018), ועל ראיונות עם בכירים בשדרת ההנהלה בטכניון.

באיור 3 ובאיור 4 מוצגות דוגמאות לשאלון סגורות שהופיעו בשאלון הבוגרים.

איור 3: שאלה בנושא פיתוח מיומנויות המאה ה-21

3. האם לדעתך ניסיוןך בטכניון הקנה לך את המיומנויות הבאות:

	במידה רבה - 5 מאוד	4	3	2	במידה - 1 מועטה מאוד
יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
תקשורת בין-תרבותית	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
שאלת שאלות	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
חשיבה ביקורתית	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
יזמות	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
יצירתיות	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
למידה עצמית	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
פתרון בעיות	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
עבודה בצוות רב-תחומי	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
תקשורת אפקטיבית בכתב	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
תקשורת אפקטיבית בעל-פה	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
תכנון וביצוע ניסויים/בדיקות	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
חשיבה מערכתית	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
תכן הנדסי	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

איור 4: שאלה בנושא תעסוקה

5. אנא סמן עד כמה אתה מסכים עם האמירות הבאות

	במידה רבה - 5 מאוד	4	3	2	במידה מועטה - 1 מאוד
אני משפיע על הארגון (מקום העבודה) בו אני נמצא היום	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
אני מרוצה מדירוגי המקצועי	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
אני בחיפוש אחר עבודה אחרת	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

דוגמאות לשאלון פתוחות:

איור 5: שאלה פתוחה למקום העבודה הנוכחי או האחרון

אנא פרט: מה אתה עושה/עשית בתפקיד הנוכחי או האחרון שלך?

Your answer

איור 6: בחירה ללמוד בטכניון

אם גילית דמויות לחיקוי בטכניון, אנא תאר דמות או שתיים ופרט שתי תכונות בולטות בכל אחד מהאנשים הללו.

Your answer

אנא בחר מיומנות אחת שדירגת 4 או 5 ופרט כיצד היא התפתחה בטכניון.

Your answer

שלחנו את הגרסה הראשונית של השאלון לחמישה בכירים בטכניון: המשנה הבכיר לנשיא פרופ' אדם שורץ, דיקן בית הספר לתארים מתקדמים פרופ' דן גבעולי, דיקנית לימודי הסמכה פרופ' אורית חזן, פרופ' ח אורי פסקין מהפקולטה לכימיה, וגב' סיגל פירסט יו"ר ארגון בוגרי הטכניון. בנוסף, שלחנו את הגרסה הראשונית של השאלון לחמישה סטודנטים לתואר מתקדם בטכניון. לאחר משובים שקיבלנו מאותם משיבים, יצרנו את שתי הגרסאות הסופיות של השאלון – אחת לבוגרים והשנייה לסטודנטים.

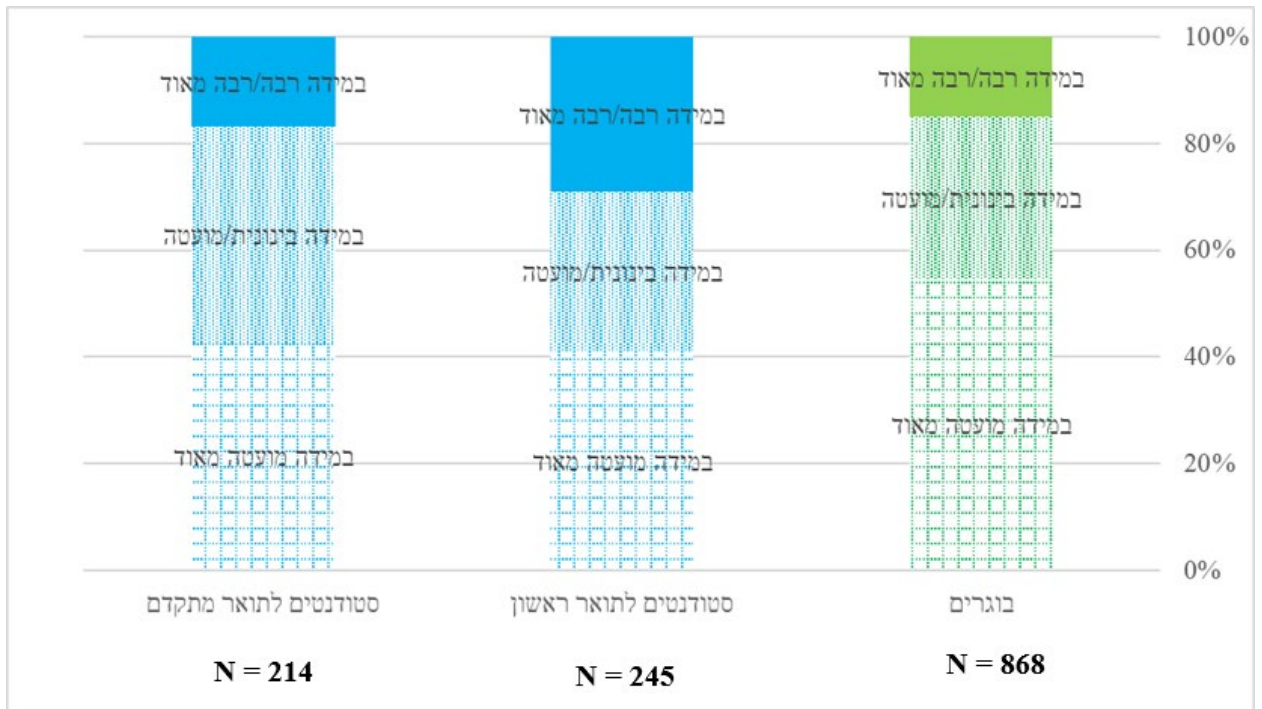
בחלק זה מוצגים ממצאי המחקר. מבנה השאלון וניתוח הנתונים הובילו לחלוקת חלק הממצאים לשלושה תת-חלקים. בחלק הראשון נציג את הממצאים לגבי תפיסות המשתתפים בנוגע להיבטים התעסוקתיים והמקצועיים שלהם. החלק השני יוקדש לניתוח ודיון בתפיסות המשתתפים בנוגע למיומנויות המאה ה-21 שרכשו במהלך לימודיהם בטכניון, וכיצד המיומנויות האלה התפתחו דרך אינטרקציה עם דמויות לחיקוי במהלך הלימודים בטכניון. בחלק האחרון יוצגו הממצאים העיקריים על החוויה הטכניונית של משתתפי המחקר.

#### 3.1 ממצאים תעסוקתיים

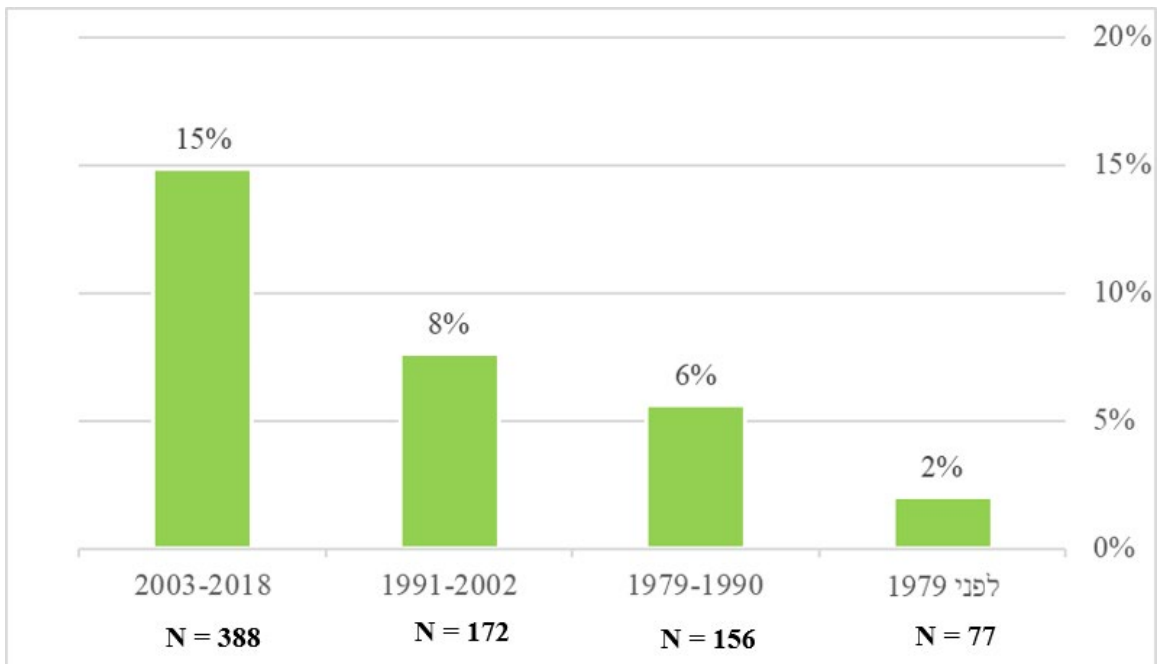
בחלק זה יובאו ממצאים שעלו מניתוח השאלות הנוגעות לרקע התעסוקתי של המשיבים לשאלון. משתתפי המחקר נשאלו "האם אתה עובד כעת?". מתוך כלל המשיבים לשאלון, בחרו לענות על שאלה זו 868 בוגרים ו-459 סטודנטים. 82% ו-77% מהבוגרים והסטודנטים בהתאמה העידו כי הינם עובדים כעת. על מנת ללמוד על מידת שביעות הרצון המקצועית של העונים לשאלון, הם התבקשו להעיד על היקף החיפוש אחר עבודה אחרת. המשיבים התבקשו לדרג באיזו מידה הם נמצאים בחיפוש אחר עבודה אחרת בסקלה מ-1-5 (1—במידה מועטה מאוד, 5—במידה רבה מאוד). איור 8 מציג את ניתוח הנתונים עבור שאלה זו לפי חלוקת המשתתפים לבוגרים, סטודנטים לתואר ראשון וסטודנטים לתואר מתקדם. ניתן לראות כי אחוז הבוגרים המחפשים עבודה אחרת הינו נמוך יותר מאחוז הסטודנטים. בחלוקת הסטודנטים לאלו הלומדים ותואר ראשון ואלו הלומדים לתואר מתקדם ניתן לראות כי אחוז הסטודנטים המחפשים עבודה אחרת בקרב הלומדים לתואר ראשון הינו גבוה יותר. ממצא זה ניתן להסביר על ידי העובדה ששאלון זה הופנה רק עבור סטודנטים הנמצאים בשנתם אחרונה ללימודים ומתחילים כבר לחפש תעסוקה מתאימה לאחר סיום הלימודים. על מנת להתרשם ממצבם התעסוקתי של בוגרי הטכניון במחזורי סיום שונים, בכל הנוגע לחיפוש אחר עבודה אחרת. ביצענו פילוח של תשובות המשיבים לשאלה זו לפי שנת סיום התואר הראשון. איור 9 מציג את אחוז הבוגרים שהעידו כי הינם נמצאים בחיפוש אחר עבודה אחרת במידה רבה ורבה מאוד לפי תקופת סיום התואר.

איור 9 מעלה כי רק 2% הבוגרים אשר סיימו את התואר הראשון לפני שנת 1979 מחפשים עבודה אחרת. אנו מניחים כי שנת סיום התואר הראשון נמצאת במתאם חיובי גבוה עם גיל המשיבים; לפיכך, מרבית הבוגרים בקבוצה זו ככל הנראה הגיעו לגיל הפרישה. מניתוח הנתונים ניתן לראות בברור כי הבוגרים הצעירים יותר נוטים הרבה יותר לחפש עבודה אחרת מהמבוגרים: שיעור מחפשי העבודה הינו הגבוה ביותר בקרב הבוגרים שסיימו את התואר הראשון לאחר שנת 2003 (15%). ניתן להסביר ממצא זה על ידי כך שעולם התעסוקה נעשה דינמי יותר מאשר בעבר, ולכן גוברת הנטייה להחליף מקומות עבודה לעתים תכופות יותר. במטרה לבדוק אלו משרות בכירות מאוישות על ידי הסטודנטים ובוגרי הטכניון, נשאלה נוספת הנוגעת לאופי התפקיד הבכיר ביותר שמלאו הנשאלים. בשאלה זו ניתן היה לסמן יותר מתשובה אחת מבין שלושת האפשרויות הבאות: ניהולי, הנדסי מחקרי.

איור 8: חיפוש אחר עבודה אחרת

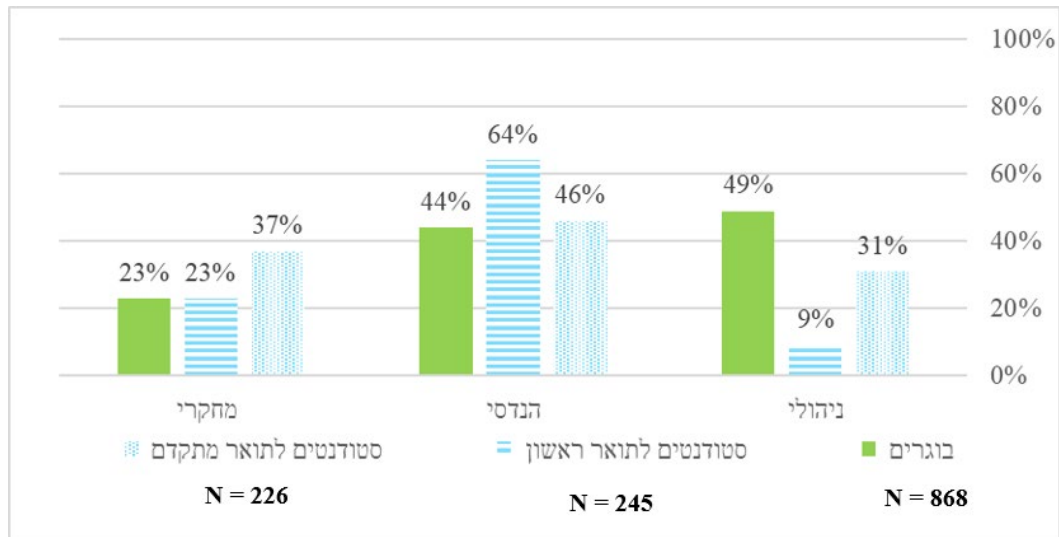


איור 9: משיבים בוגרים אשר העידו כי הינם נמצאים בחיפושים אחר עבודה אחרת, לפי תקופת סיום תואר ראשון (N = 793)



איור 10 מציג את תשובות משתתפי במחקר לפי סוג האוכלוסייה: בוגרים, סטודנטים לתואר ראשון וסטודנטים לתואר מתקדם\*.

איור 10: אופי התפקיד הבכיר ביותר של משיבים

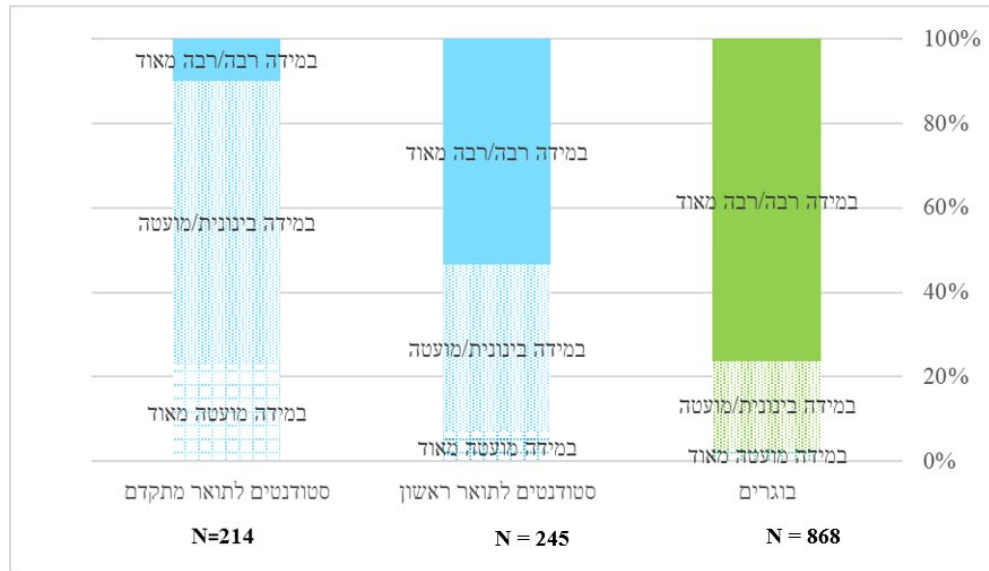


\*סכום העמודות גדול מ-100%, מכיוון שכל נבדק יכל לסמן יותר מתשובה אחת

איור 10 מעלה כי שיעור הבוגרים שתפקידם הבכיר ניהולי (49%) הינו גבוה מזה של סטודנטים. אחוז גבוה יחסית של סטודנטים לתואר ראשון (64%) מעידים כי תפקידם הבכיר הנדסי, בעוד ש-23% מהסטודנטים לתואר ראשון מעידים כי תפקידם הבכיר מחקרי. ממצאים אלו נתמכים על ידי נתונים טכניוניים המעידים כי רבים מהסטודנטים עובדים בתעשייה כבר במהלך התואר הראשון (Hazzan & Levontin, 2009).  
 בנייתו של אופי תפקיד בכיר ביותר לפי מגדר, מצאנו כי אחוז גבוה יותר של גברים מאיישים או איישו משרות הנדסיות לעומת נשים (48% לעומת 33%) ו/או ניהוליות (54% לעומת 41%). לממצאים נוספים הנוגעים לאופי התפקיד הבכיר ביותר שמלאו המשתתפים כתלות במגדר, ראו נספח 6, טבלה 21.  
 שאלה נוספת שנשאלה בנושא התעסוקה מלמדת אותנו על מידת שביעות הרצון של המשיבים מדירוגם המקצועי. המשיבים התבקשו לדרג את מידת שביעות רצונם מדירוגם המקצועי בסולם של 1 (מידה מועטה מאוד) עד 5 (מידה רבה מאוד).

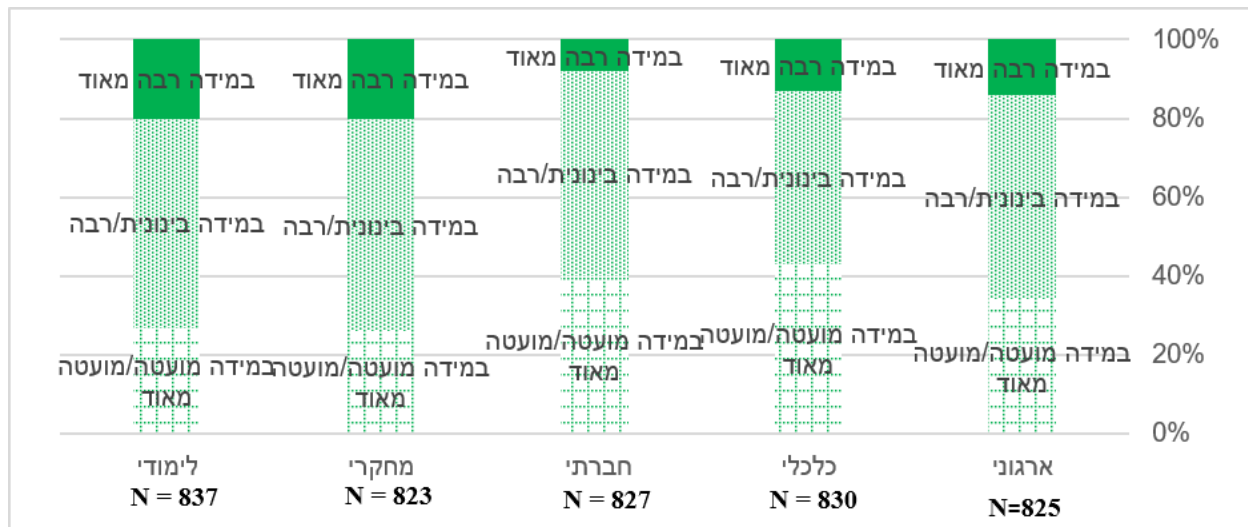
איור 11 מעלה כי אחוז גבוה מהבוגרים (76%) שבע רצון במידה רבה מדירוגם המקצועי, בעוד שפחות מ-3% מהבוגרים העידו כי אינם שבעי רצון כלל מדירוגם המקצועי. עבור הסטודנטים, מידת שביעות הרצון מהדירוג המקצועי נמוכה הרבה יותר. הדבר ניכר בעיקר אצל הסטודנטים לתארים מתקדמים. 10% בלבד מהסטודנטים לתארים מתקדמים העידו כי הם שבעי רצון מדירוגם המקצועי. אנו מעריכים כי הסטודנטים הנמצאים בשנת לימודיהם האחרונה הינם בעלי שאיפות גדולות לעלות את דרגם המקצועי לאחר סיום הלימודים. הפער בין הדירוג המקצועי בו הם נמצאים כיום בשל היותם סטודנטים לדירוג הרצוי יוצר חוסר שביעות רצון מהמצב הנוכחי. הדבר נכון אף יותר עבור הסטודנטים לתארים מתקדמים אשר מצפים לזינוק בקריירה עם קבלת התואר הגבוה.

איור 11: מידת שביעות הרצון של משיבים מדירוגם המקצועי



שאלה חשובה נוספת שהוצגה למשתתפים התמקדה בהשפעת השיפור בהיבטים שונים של השהות בטכניון השפיעה על קידום מעמדם המקצועי כיום (איור 12). אחוז גבוה מהמשיבים העידו כי יתכן ושיפור בהיבט הלימודי והמחקרי היו מסייעים במידה רבה בשיפור מעמדם המקצועי כיום. איור 12 מעלה כי לתפיסת המשיבים להיבט הכלכלי והחברתי בזמן לימודיהם בטכניון לא הייתה השפעה על מעמדם המקצועי כיום.

איור 12: שיפור בהיבטים הבאים של שהות בטכניון המסייעים בקידום מעמד מקצועי – בוגרים



על מנת ללמוד בעקפין על יחסם של המשיבים לטכניון כמוסד ולחוויה הטכניונית שחוו בפרסקטיבה של זמן, הם נשאלו האם היו ממליצים לקרובים וחברים ללמוד בטכניון. לשאלה זו השיבו 848 בוגרים ו-430 סטודנטים. רוב



המשיבים לשאלה הן הבוגרים (78%) והן הסטודנטים (70%) העידו כי בהחלט היו ממליצים לקרוביהם ללמוד בטכניון.

להלן מספר דוגמאות לתשובות של בוגרים שהעידו שבהחלט ימליצו לקרוביהם ללמוד בטכניון:

- בוגרת מס' #90810 "כן. לדעתי הטכניון הוא המוסד האקדמי המוביל בארץ. הטכניון נתן לי בסיס איתן וקשרים חברתיים מצוינים. לכל מי ששוקל ללמוד מדעים או הנדסה אני ממליצה להתקבל לטכניון"
- בוגרת מס' #79909 "הייתי ממליצה כי לדעתי הטכניון הוא המקום הטוב ביותר לרכוש בו ידע מדעי-הנדסי ומחקרי"
- בוגר מס' #18046 "ממליץ, תעודת בוגר ממוסד זה נחשבת מאד, רמת לימוד גבוהה מאד ומעידה על הבוגר כי לא "חיפש חיים קלים", אישית אני מעדיף בוגרי טכניון במיון כ"א לעבודה"

להערכתנו, מתשובות המשיבים ניתן ללמוד כי בפרספקטיבה של זמן ההערכה של הלומדים לטכניון עולה. לחילופין, ניתן לשער כי כיום ישנה תחרות גדולה יותר מצד מוסדות אחרים להשכלה גבוהה מאשר בעבר. שתי ההשערות נזקקות למחקרי המשך על מנת לתמוך בהן או להפריך.

#### היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית

רוב הבוגרים והסטודנטים העידו כי הם נהנו מהשהיה בטכניון ולא חוו קשיים כלכליים במהלך הלימודים. למידע מקיף יותר לגבי היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית, ראו נספח 3, איורים 16-18.

#### השתתפות משיבים בארגון הבוגרים

רוב מוחלט של הבוגרים (86%) העידו כי הם מכירים את ארגון הבוגרים אך פחות משליש (28%) העידו כי הם נוהגים להשתתף בארועים שמארגן ארגון הבוגרים. מתשובות הבוגרים עולה כי בוגרים ממחוזרים ותיקים משתתפים יותר בארועים אלו מבוגרים חדשים יחסית. למידע לגבי השתתפות של משיבים בארגון הבוגרים, ראו נספח 4.

### 3.2 התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים בטכניון

בחלק זה של הממצאים נתאר תחילה את תפיסות המשיבים בנוגע למידת התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך לימודיהם בטכניון ולאחר מכן נבחן את תפיסות המשיבים בנוגע לדרכי הוראה ולמידה בעזרתן התפתחו מיומנויות אלו.

בשלב הראשון התבקשו המשיבים לדרג באיזה מידה התפתחו אצלם 14 מיומנויות שונות במהלך הלימודים בטכניון.

ניסוח השאלה: האם לדעתך ניסיוןך בטכניון הקנה לך את המיומנויות הבאות?

בסולם מ-1-5 (1 משמעו 'במידה מועטה מאוד' ו-5 משמעו 'במידה רבה מאוד').

על השאלה השיבו 891-911 בוגרים ו-476-497 סטודנטים. רשימת המיומנויות המלאה הופיעה בטבלה 1.

טבלה 6 מציגה את הדירוג שנתנו הבוגרים למיומנויות השונות, בחלוקה לבוגרים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון ובוגרים בעלי תואר מתקדם מהטכניון.

טבלה 6. הבדלים בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – בוגרים

t-value	בוגרים בעלי תואר מתקדם מהטכניון (N = 387-397)		בוגרים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון (N = 504-514)		מיומנות המאה ה-21
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
-1.109	0.74	4.56	0.63	4.61	למידה עצמית
-0.236	0.76	4.42	0.72	4.43	פתרון בעיות
-0.436	1.05	4.01	0.94	4.04	חשיבה ביקורתית
1.920	1.03	4.03	1.00	3.90	יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית
-0.103	1.05	3.85	0.99	3.86	שאלת שאלות
-3.438*	1.27	3.56	1.11	3.83	תכן הנדסי
0.730	1.19	3.70	1.05	3.75	חשיבה מערכתית
2.227*	1.12	3.82	1.04	3.66	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
1.613	1.11	3.61	1.10	3.49	יצירתיות
0.371	1.21	3.22	1.14	3.19	עבודה בצוות רב-תחומי
0.922	1.22	3.18	1.14	3.10	יזמות
5.227*	1.17	3.41	1.10	3.01	תקשורת אפקטיבית בכתב
4.270*	1.17	3.26	1.10	2.93	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
0.983	1.20	2.80	1.12	2.72	תקשורת בין-תרבותית

\*p < 0.05

טבלה 7 מציגה את הדירוג שנתנו הסטודנטים למיומנויות השונות, בחלוקה לסטודנטים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון וסטודנטים בעלי תואר מתקדם מהטכניון.

טבלה 7. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – סטודנטים

t-value	סטודנטים לתארים מתקדמים (N = 228-241)		סטודנטים לתואר ראשון (N = 248-256)		מיומנות המאה ה-21
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
<b>-2.140*</b>	0.85	4.52	0.68	4.65	<b>למידה עצמית</b>
<b>1.388</b>	0.96	4.18	0.88	4.28	פתרון בעיות
<b>1.499</b>	1.09	3.93	1.13	3.80	חשיבה ביקורתית
<b>0.498</b>	1.17	3.64	1.07	3.60	יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית
<b>1.250</b>	1.14	3.71	1.10	3.60	שאלת שאלות
<b>-5.619*</b>	1.36	3.07	1.16	3.64	<b>תכן הנדסי</b>
<b>0.966</b>	1.23	3.34	1.18	3.43	חשיבה מערכתית
<b>2.179*</b>	1.27	3.53	1.21	3.32	<b>תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות</b>
<b>3.286*</b>	1.17	3.50	1.17	3.19	<b>יצירתיות</b>
<b>0.526</b>	1.27	3.04	1.17	2.98	עבודה בצוות רב-תחומי
<b>3.535*</b>	1.18	3.07	1.11	2.75	<b>יזמות</b>
<b>4.681*</b>	1.25	3.37	1.25	2.90	<b>תקשורת אפקטיבית בכתב</b>
<b>4.441*</b>	1.24	3.26	1.22	2.82	<b>תקשורת אפקטיבית בעל-פה</b>
<b>1.087</b>	1.27	2.89	1.21	2.78	תקשורת בין-תרבותית

\* $p < 0.05$

במטרה להבין טוב יותר את תשובות המשיבים במהלך ניתוח שאלה זו, ביצענו פילוח נתונים של אוכלוסיית הבוגרים לפי שנת סיום התואר ראשון. ההנחה הייתה שתפיסותיהם של אוכלוסיית הסטודנטים בנוגע להתפתחות המיומנויות יהיו דומים יותר לאוכלוסיית הבוגרים שסיימו את לימודיהם בטכניון בעשור האחרון (2007-2018). כפי שניתן לראות בטבלאות 6 ו-7, התגלו הבדלים מובהקים בין הדירוג שניתן לחלק מהמיומנויות על ידי בוגרים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון לעומת כאלו שיש להם תואר מתקדם מהטכניון, וכן התגלו הבדלים בין סטודנטים לתואר ראשון בהשוואה לסטודנטים לתואר מתקדם. מכיוון שכך, בחרנו להפריד בין אוכלוסיות אלו (תואר ראשון לעומת תואר מתקדם) בניתוח הנתונים.

טבלה 8 מציגה את תפיסות הבוגרים בעלי תואר ראשון בלבד וסטודנטים לתואר ראשון לפי חלוקה לאוכלוסיות הבאות: סטודנטים, בוגרים חדשים (סיימו את הלימודים לתואר בין השנים 2007-2018) ובוגרים ותיקים (סיימו את הלימודים לתואר לפני שנת 2007).

טבלה 8. הבדלים בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – בוגרים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון וסטודנטים לתואר ראשון

ערך F	בוגרים 2007-2018 (N = 193)		בוגרים לפני שנת 2007 (N = 262)		סטודנטים לתואר ראשון (N = 329)		מיומנות המאה ה-21
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
<b>2.03</b>	0.60	4.69	0.64	4.58	0.68	4.65	למידה עצמית
<b>4.41*</b>	0.74	4.39	0.68	4.48*	0.88	4.28	פתרון בעיות
<b>4.96**</b>	0.89	4.09**	0.98	4.00	1.13	3.80	חשיבה ביקורתית
<b>5.61**</b>	0.99	3.88**	1.01	3.84*	1.10	3.60	יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית
<b>12.65**</b>	1.00	3.74	0.97	4.02*,**	1.07	3.60	שאלת שאלות
<b>9.00**</b>	1.21	3.60	1.00	4.01**,**	1.16	3.64	תכן הנדסי
<b>9.54**</b>	1.08	3.58	1.02	3.88*,**	1.18	3.43	חשיבה מערכתית
<b>10.87**</b>	1.06	3.55	1.05	3.75*	1.21	3.32	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
<b>8.88**</b>	1.08	3.31	1.12	3.61*,**	1.17	3.19	יצירתיות
<b>4.43*</b>	1.09	3.08	1.18	3.27*	1.18	2.98	עבודה בצוות רב-תחומי
<b>11.05**</b>	1.11	2.92	1.17	3.21*,**	1.11	2.75	יזמות
<b>1.36</b>	1.09	2.88	1.12	3.08	1.25	2.90	תקשורת אפקטיבית בכתב
<b>1.69</b>	1.03	2.78	1.16	3.01	1.22	2.82	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
<b>1.01</b>	1.03	2.63	1.19	2.74	1.21	2.78	תקשורת בין-תרבותית

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

טבלה 9 מציגה את תפיסות הבוגרים בעלי תואר מתקדם מהטכניון וסטודנטים לתואר מתקדם לפי חלוקה לאוכלוסיות הבאות: סטודנטים, בוגרים חדשים יחסית (סיימו את הלימודים לתואר בין השנים 2007-2018) בוגרים ותיקים (סיימו את הלימודים לתואר לפני שנת 2007).

טבלה 9. הבדלים בהתפתחות מיומנויות המאה ה-21 של משיבים במהלך לימודיהם בטכניון – בוגרים בעלי תואר מתקדם מהטכניון וסטודנטים לתואר מתקדם

ערך F	בוגרים 2007-2018 (N = 253)		בוגרים לפני שנת 2007 (N = 93)		סטודנטים לתואר מתקדם (N = 286)		מיומנות המאה ה-21
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
1.39	4.66	0.73	4.55	0.74	4.52	0.85	למידה עצמית
6.34**	4.36	0.81	4.44**	0.75	4.18	0.97	פתרון בעיות
0.41	4.05	1.10	3.99	1.04	3.93	1.09	חשיבה ביקורתית
0.70	3.85	1.08	3.85	1.05	3.71	1.14	יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית
8.68**	3.85	1.16	4.06**	1.00	3.64	1.17	שאלת שאלות
12.25* *	3.28	1.40	3.63**	1.21	3.08	1.36	תכן הנדסי
9.58**	3.45	1.21	3.76**	1.17	3.34	1.23	חשיבה מערכתית
5.23**	3.89*	1.12	3.79*	1.15	3.53	1.27	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
1.46	3.43	1.14	3.65	1.11	3.49	1.18	יצירתיות
1.42	3.18	1.20	3.22	1.22	3.03	1.28	עבודה בצוות רב-תחומי
0.12	3.13	1.18	3.16	1.24	3.07	1.18	יזמות
0.17	3.44	1.24	3.40	1.15	3.38	1.24	תקשורת אפקטיבית בכתב
0.14	3.20	1.23	3.27	1.15	3.26	1.24	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
1.66	2.68	1.14	2.79	1.21	2.89	1.27	תקשורת בין-תרבותית

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

לממצאים נוספים הנוגעים להתפתחות מיומנויות המאה ה-21 בטכניון כתלות במגדר ושפת אם של המשתתפים, ראו נספח 5. מהממצאים המופיעים בנספח 5, טבלאות 16-19, עולה כי צמצום בפער הכמותי בין גברים לנשים בטכניון (איור 2) בא בד בבד עם צמצום השוני בין שני המגדרים בתפיסתם לגבי פיתוח המיומנויות במהלך הלימודים בטכניון. בקרב הבוגרים נמצא כי מספר מיומנויות—תכן הנדסי, פתרון בעיות, יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית, יצירתיות ויזמות—התפתחו במידה רבה יותר אצל הגברים לעומת הנשים, בעוד שעבור הסטודנטים נמצא כי רק תכן הנדסי התפתח בצורה מובהקת טוב יותר אצל הגברים. בניגוד לכך, נמצא כי תקשורת בעל פה ותקשורת בין-תרבותית התפתחו יותר בקרב סטודנטיות מאשר בקרב סטודנטים.

ייתכן כי בשל העובדה כי אחוז גבוה יותר של בוגרים (גברים) העידו כי הם מאיישים משרות הנדסיות ו/או ניהוליות לעומת בוגרות (48% לעומת 33% ו-54% לעומת 41%), המודעות של אותם גברים לגבי התפתחותן של מיומנויות מסוימות הייתה גבוהה יותר. כשבחנו את התפתחות המיומנויות כתלות בשפת אם, גילינו כי מיומנויות התקשורת התפתחו טוב יותר אצל הסטודנטים ששפת אימם עברית. ממצא מעניין המעיד על התהליך החיובי שעובר הטכניון לאורך השנים מתבטא בהתפתחות המיומנות של עבודת צוות. בעוד שבקרב הבוגרים שהשיבו לשאלון,

מיומנות זו התפתחה פחות אצל אלו שעברית אינה שפת אימם, הסטודנטים שהשיבו לשאלון מעידים על מגמה הפוכה. ניתן לטעון כי במהלך השנים, השיתוף של סטודנטים שאינם דוברי עברית כשפת אם בעבודות צוות עלה. במטרה להבין טוב יותר מה תרם להתפתחות המיומנויות השונות אצל המשיבים, הם התבקשו לבחור מיומנות אחת מתוך רשימת המיומנויות בשאלה הקודמת שהתפתחה אצלם ברמה גבוהה במהלך הלימודים ( דירוג 4 או 5), ולהסביר באופן חופשי כיצד מיומנות זו התפתחה. בטבלה 10 מוצגות דוגמאות לציטוטים של תשובות המשיבים, מהן ניתן להתרשם לגבי תפיסות המשיבים בנוגע למיומנויות שאת התפתחותן הם בחרו לתאר.

טבלה 10. דוגמאות של הסברים שנתנו המשיבים לגבי התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך לימודיהם בטכניון

מיומנות	ציטוטים – דוגמאות של הסברים שנתנו המשיבים לשאלון אולי להוסיף עמדה עם מזהה המשיב?
יצירתיות	חשיבה מקורית ויציאה מהקופסה
חשיבה ביקורתית	לא לקבל שום דבר כמובן מאליו. תמיד לשאול למה זה נקבע ככה או למה החליטו לעשות ככה
תכן הנדסי	תכנון מערכות הנדסיות תוך כדי הבנת המגבלות והשיקולים כמו גודל ועלות
יזמות	יש לי מספר רעיונות והתחלתי תהליך להביאם לידי מימוש
תכנון ניסויים או בדיקות	הבנתי את חשיבות הפרדת המשתנים השונים על הניסוי
למידה עצמית	יכולת ללמוד דברים חדשים ומורכבים לבד
תקשורת בין-תרבותית	בטכניון אני נחשף לתרבויות ואנשים מרקע מגוון
יישום ידע (בסביבה מקצועית)	על מנת להשלים את לימודיי אני חייבת לבצע אינטגרציה של החומר שלמדתי בשנים הפרה-קליניות עם זה הנלמד בהרצאות הקליניות וליישם אותו בבתי החולים
עבודה בצוות רב-תחומי	עבודות רבות במסגרת התואר מתבצעות בצוותים כאשר לרוב הרקע של חברי הצוות שונה ומגוון
תקשורת בעל-פה	לעמוד מול קהל ולהציג את הרעיון שלנו בצורה ברורה ובהירה
פתרון בעיות מורכבות	הבנת הבעיה, איתור נתונים וסימוכין, עיבוד וניתוח, הצבת פתרונות ובחינת נכונותם
חשיבה מערכתית	היכולת לבחון השפעות ממס' גורמים על עבודת מערכת הכוללת מכלולים רבים מכניים ואלקטרוניים בסביבה רוויה משתמשים
שאלת שאלות	שאלות מקצועיות, שיצרות הבנה
תקשורת בכתב	להעביר את המידע הנחוץ בתמציתיות ודיוק

בניתוח תוכן של תשובות המשיבים בנוגע לדרכים בהם התפתחו המיומנויות השונות, נמצא כי ניתן לסווג את התשובות לפי שיטות הוראה ולמידה. טבלה 11 מציגה דוגמאות לניתוח תוכן של תשובות המשיבים בנוגע להתפתחות המיומנויות וזיהוי שיטת ההוראה או הלמידה שדרכה התפתחה המיומנות. בטבלה 12 מוצגים

ההסברים שנתנו כלל המשיבים למיומנות למידה עצמית מאחר וזו המיומנות שהמשיבים ציינו כי התפתחה ברמה הגבוהה ביותר במהלך לימודיהם. בנוסף להיות הנפוצה ביותר רבים הסבירו מה משמעותה של מיומנות זו.

טבלה 11. דוגמאות לתשובות המתארות את שיטות ההוראה והלמידה דרכן משיבים פיתחו מיומנויות

שיטה שזוהתה	מיומנות שנבחרה	ציטוט (מזהה משיב)
מטלה בקורס	למידה עצמית	תרגילי הבית ברמה גבוה מאוד דבר שמכריח למידה עצמית מרובה
התעמקות בחומר	פתרון בעיות	כדי לפתור בעיות צריך לחפש חומר רב במקורות מידע מגוונים תוך עזרה של חברי הסגל
הכנה לבחינה	למידה עצמית	לא תמיד אפשר ללמוד את כל הקורסים במהלך ההרצאות והתרגולים, והרבה פעמים צריך ללמוד קורס לחלוטין בעצמך לקראת המבחן
שיעור מעבדה	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות	המעבדות שעשיתי בתואר היו מאוד מובנות וניתן היה ללמוד מהן איך לתכנן ניסויים בעצמי
הרצאה	חשיבה ביקורתית	במהלך ההרצאות ניתנו הסברים על דעות שונות והובהר כיצד יש לקבל החלטות במצב של ריבוי דעות
פרויקט	עבודה בצוות רב-תחומי	בפרויקטים וקורסים בטכניון נדרש להבין קצת מעבר לעולם התוכן של התואר ויש קשר לתחומים רבים. למשל, בפרויקט גמר בפקולטה להנדסת מכונות התייעצתי עם מרצה מהפקולטה להנדסת חשמל
תרגול	פתרון בעיות	בקורסים בטכניון שמים דגש על פתרון בעיות חדשות שהסטודנטים לא ראו מעולם לפני כן
מחקר	יצירתיות	במהלך התואר המחקרי נתקלים בבעיות שדורשות חשיבה יצירתית וחדשנית
חזרה על חומר	למידה עצמית	גיליתי שאני קולט מידע שמועבר בעל פה בהרצאות מכיוון וגם אם אני מצליח לשמור על הריכוז למשך כל ההרצאה אז אינני מצליח לזכור את המידע הזה אחר כך. לכן רוב הלימודי למדתי מסיכומים כתובים שלי ולא של סטודנטים אחרים ומספרי קורס



טבלה 12. דוגמאות לתשובות המתארות כיצד התפתחה מיומנות הלמידה העצמית (N = 307)

דוגמאות – הסבר כיצד / מדוע התפתחה למידה עצמית	קטגוריה ושכיחות (כיוון)
בטכניון פשוט לא מלמדים, התלמידים הם העשירון העליון בארץ ולכן מצליחים ללמוד לבד	<b>איכות הוראה</b> <b>29%</b>
לא היתה ברירה, המרצים לא הצטיינו בלשון המעטה ביכולת הדרכה	<b>(-)</b>
למידה עצמית באה לידי ביטוי גדול בלימודים בטכניון מכיוון שרמת הקורסים גבוהה, ולמרות עזרת סגל הקורס עדיין קיים צורך ללמוד לבד.	<b>רמה גבוהה, דרישות ואתגרים</b>
למידה עצמית [התפתחה] כי החומר קשה וחייבים להשקיע כדי להצליח	<b>29%</b> <b>(+)</b>
יש המון עומס על הסטודנטים ומעט שעות לימוד - מה שמוביל להמון לימוד עצמי	<b>עומס</b> <b>11%</b>
העומס הרב של הלימודים, בשילוב [עם] חומרי לימוד טובים, תורמים מאוד לכך שניתן ללמוד לבד חומר ואף להצליח	<b>(+/-)</b>
הרבה פעמים המרצים דורשים מעבר למה שהם מספיקים בכיתה בשיעור. הרבה פעמים צריך להשלים את החומר לבד. היו לי פעמים שהמבחן בכלל לא שיקף את מה שנלמד ורק במבחן עצמו הבנתי אל מה המרצה חתר כול הקורס (אבל לא באמת הסביר או הגיע לשם...)	<b>אי הלימה בין ההרצאות לבחינה</b> <b>11%</b>
למידה עצמאית [התפתחה] בשל הפער בין מה שמלמדים בצורה פרונטלית לבין מה שנדרש ל... מבחנים והעבודות. נדרשתי ללמוד בצורה עצמאית בדרכים מגוונות כדי להשלים את ההבנה ואת הידע.	<b>(+/-)</b>
למידה עצמית [התפתחה] כתוצאה מלימוד בטכניון ועבודה במקביל שאילצה אותי ללמוד עצמאית את מירב המקצועות בתואר ראשון.	<b>אי נוכחות בהרצאות</b> <b>6%</b>
בלית ברירה עקב מילואים רבים ששרתתי	<b>(+/-)</b>
הרבה מהלימודים בטכניון לא מוגשים לסטודנטים בצורה ברורה ונוחה לפתרון, ויש לחקור ולחפש תשובות לבד. אפשר לומר שלפעמים איכות הוראה ירודה מחזקת את היכולות האוטודידקטיות של הסטודנטים.	<b>אי התחשבות בלומד</b> <b>6%</b>
מכיוון שהטכניון בזמני מאוד זלזל בסטודנטים, נדרשנו ללמידה עצמית ולפתרון בעיות עצמאית יצירתי	<b>(+/-)</b>
לומדים הרבה לבד	<b>אחר</b>
אין ברירה כדי להצליח בתואר...	<b>(+/-)</b>

שים לב כי הסימנים (+/-) מעידים על משוב חיובי או שלילי או אמביוולנטי

מטבלה 12 עולה כי כ-28% מהנימוקים השתייכו למצב חיובי – סומן בטבלה כ (+) - רמה גבוהה, דרישות ואתגרים

וכ-29% מהנימוקים השתייכו למצב שאינו חיובי – סומן בטבלה כ (-) - איכות הוראה. כמחצית מהנימוקים השתייכו למצב שבו לבוגרים והסטודנטים היתה ביקורת על דרך ההוראה אבל הם הפיקו מהמצב את המיטב ("עשו מהלימון לימונדה") – סומן בטבלה כ (+/-) - אי הלימה בין ההרצאה לבחינה, אי נוכחות בהרצאות, אי התחשבות בלומד ואחר.

בהתבסס על ניתוח כל תשובות המשיבים לשאלה הפתוחה בנוגע לפיתוח המיומנויות, יצרנו מפת חום המציגה את החיתוכים בין המיומנויות שהתפתחו לשיטות ההוראה והלמידה אשר פיתחו אותם. מפת חום זו מוצגת באיורים 13 ו-14. באיור 13 מוצגים הקשרים בין שיטות ההוראה והמיומנויות אותן בחרו להסביר מעל 50 משיבים בעוד שבאיור 14 מוצגים הקשרים בין שיטות ההוראה והמיומנויות אותן בחרו להסביר מעל 20 משיבים. האחוזים במפת החום מראים את שיעור המשתתפים שבחרו לענות כיצד התפתחה מיומנות מסוימת באמצעות שיטה ספציפית להוראה ולמידה. האחוזים לכל מיומנות, כלומר בכל שורה, מסתכמים ב-100%.

### איור 13: קשרים בין שיטות הוראה ולמידה לבין המיומנויות

מיומנות/ שיטה	חזרה על החומר	מטלה בקורס	פרויקט	התעמקות בחומר	מחקר	הכנה לבחינה	מעבדות	הרצאות	תרגול
N	305	192	166	110	99	87	49	22	22
למידה עצמית	549	55%	10%	4%	19%	3%	9%		
פתרון בעיות	134	1%	33%	19%	3%	5%	18%	1%	13%
תכנון ניסויים ובדיקות	67		1%	12%	48%		37%	1%	
חשיבה ביקורתית	52		23%	8%	4%	27%	4%	22%	2%

אדום: 40-60%; ירוק: 20-39%; אפור: 1-19%; פחות מחצי אחוז לא נכלל

איור 14: קשרים בין שיטות הוראה ולמידה לבין המיומנויות – צוינו מעט

מיומנות/ שיטה	חזרה על החומר	מטלה בקורס	פרויקט	התעמקות בחומר	מחקר	הכנה לבחינה	מעבדות	הרצאות	תרגול
N	305	192	166	110	99	87	49	22	22
תכן הנדסי	43	14%	58%			2%	5%		
תקשורת בעל-פה	38	50%	39%		8%			3%	
יצירתיות	33	42%	24%		6%	18%	3%	3%	3%
תקשורת בכתב	26	31%	15%		35%		19%	12%	
יישום ידע	26	19%	35%	4%	19%		8%		4%
שאלת שאלות	20	10%	25%	5%	15%			37%	5%
חשיבה מערכתית	20	10%	25%		25%	10%	10%		

אדום: 40-60%; ירוק: 20-39%; אפור: 1-19%; פחות מחצי אחוז לא נכלל

לדוגמה: 55% (N = 305) מהמשתתפים אשר בחרו להסביר על התפתחות הלמידה העצמית תיארו את החזרה על החומר כשיטה דרכה פיתחו מיומנות זו.

באורים 13 ו-14 לא מוצגות המיומנויות הרכות יזמות ותקשורת בין תרבותית, בשל העובדה כי מספר משיבים נמוך מאוד (N = 16 ו-N = 6, בהתאמה) בחרו להסביר את דרך ההתפתחות של שני מיומנויות אלו. עם זאת, המשתתפים אשר בחרו להרחיב על מיומנויות אלו העידו כי הן התפתחו אך ורק באמצעות פרויקטים.

חשוב להדגיש כי בעת ניתוח איורים 13 ו-14 יש לשים לב לא רק האם מיומנות מסוימת התפתחה על ידי שיטת למידה זו או אחרת, אלא גם לאחוז המשיבים אשר העידו כי השיטה פיתחה מיומנות ספציפית זו. הדוגמאות הבאות ידגימו כיצד ניתן להעריך את היקף התרומה של פעילויות ההוראה והלמידה השונות לפיתוח המיומנויות שנבדקו.

איור 13 מראה כי 50% מהמשתתפים אשר בחרו להסביר כיצד התפתחה המיומנות של תקשורת בעל פה העידו כי מטלות הקורס סייעו בפיתוח מיומנות זו.

עם זאת, רק 1% מהמשתתפים שבחרו להרחיב על תכנון ניסויים או בדיקות העידו כי מטלות הקורס פיתחו מיומנות זו. מהתבוננות באיור 13 ניתן לראות שתי שיטות ההוראה והלמידה שתועדו כי פיתחו במידה הרבה ביותר את המיומנות של תכנון ניסויים או בדיקות היו ביצוע מחקר (48%) וכן ביצוע מעבדות בקורסים שונים (37%). לפיכך ניתן להסיק כי בעוד שביצוע מטלות בקורסים אינה שיטה יעילה לפיתוח מיומנות זו ביצוע מחקר ומעבדות סטודנטים הן שיטות ההוראה היעילות ביותר לפיתוח המיומנות. באופן כללי, אם נרצה על בסיס איורים 13 ו-14 להתמקד במספר מצומצם של פעילויות הוראה ולמידה שפיתחו את מספר המיומנויות הרב ביותר נוכל להצביע על פרויקטים, מטלות קורס וביצוע מחקר.

כפי שעלה מהממצאים הקשורים לשיטות הוראה ולמידה שפתחו את המיומנויות השונות, אנו למדים כי התנסות בעבודה מחקרית מפתחת מגוון רחב של מיומנויות. על מנת ללמוד באיזה היקף משתתפים הסטודנטים בטכניון בעבודה מחקרית מסוג כלשהו כבר במהלך התואר הראשון, נשאלה השאלה הבאה:

ניסוח השאלה: האם במסגרת התואר השתתפת בעבודה מחקרית?

בדומה להשתתפות בעבודה מחקרית נמצא כי גם שיטות למידה מתקדמות מפתחות מגוון של מיומנויות. תחילה נשאלו המשתתפים האם התנסו בעבודה מחקרית ושיטות למידה מתקדמות במהלך לימודיהם.

ניסוח השאלה: האם במסגרת התואר התנסית בשיטות למידה מתקדמות, כגון למידה מקוונת, למידה מרחוק, כיתה הפוכה, קורס היברידי, למידה מבוססת-פרויקטים, וכולי?

טבלה 13 מסכמת את אחוז המשיבים שהעידו כי התנסו בעבודה מחקרית ובשיטות למידה מתקדמות במהלך לימודיהם בטכניון.

טבלה 13. שכיחות המשיבים שהעידו כי התנסו בעבודה מחקרית ושיטות למידה מתקדמות

השאלה שנשאלה	בוגרים (N = 628)	סטודנטים לתואר ראשון (N = 243)	סטודנטים לתואר מתקדם (N = 189)
האם התנסית בעבודה מחקרית בטכניון?	44%	31%	69%
האם התנסית בשיטות למידה מתקדמות בטכניון?	23%	36%	38%

מתשובות המשיבים עולה כי פחות ממחצית הבוגרים (44%) ורק כשליש מהסטודנטים לתואר ראשון העידו כי התנסו בעבודה מחקרית. מהסטודנטים לתארים מתקדמים אחוז גבוה יחסית (כ-70%) העידו כי התנסו במחקר. תשובות אלו אינן מפתיעות לאור העובדה כי סטודנטים רבים לתארים מתקדמים לומדים לתואר מחקרי (ביצוע מחקר וכתובת תזה).

רק 23% מהבוגרים העידו כי התנסו בשיטות למידה מתקדמות במהלך לימודיהם עם זאת אנו רואים עליה מעודדת בהיקף הסטודנטים (מעל לשליש) שהתנסו בשיטות למידה מתקדמות במהלך לימודיהם (טבלה 14). ממצאים אלו מעידים כי הטכניון נמצא בתהליך של שינוי חיובי בשיטות ההוראה והלמידה ממש בימים אלו.

### 3.3 דמויות לחיקוי במהלך הלימודים בטכניון

המשיבים נשאלו על שתי דמויות לחיקוי במהלך לימודיהם בטכניון. אחוז הנשאלים שבחרו לענות על השאלה ואחוז העונים שהעידו כי מצאו דמות לחיקוי מופיעים בטבלה 14.

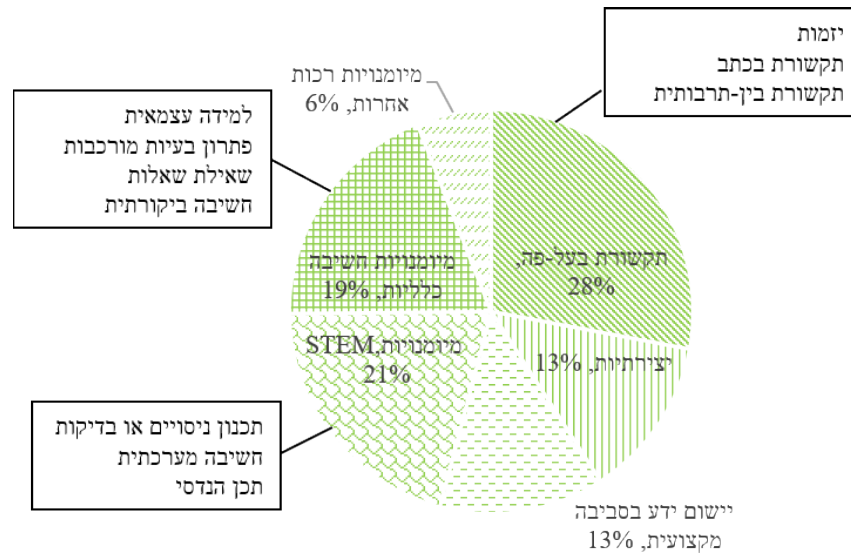
טבלה 14. משיבים ודמויות לחיקוי

מצאו מודל לחיקוי	השיבו לשאלה זו מסך המשיבים של אותה קבוצה	משיבים לשאלון	אוקלוסייה	
80%	58%	521	תואר ראשון בלבד בטכניון	בוגרים
	63%	410	תואר מתקדם בטכניון	
58%	34%	342	תואר ראשון	סטודנטים
	36%	306	תואר מתקדם	

מטבלה 14 עולה כי רוב המשתתפים שבחרו לענות על השאלה העידו כי מצאו דמות לחיקוי במהלך לימודיהם בטכניון. אחוז הבוגרים שמצאו דמות לחיקוי גבוה משמעותית מאחוז הסטודנטים. ממצא זה מלמד לדעתנו על פרספקטיבה של זמן העוזרת להבין ולהעריך טוב יותר את תרומת הלמידה בטכניון עם חלוף השנים. חלק מהמשיבים אף ציינו שמות של מרצים או מנחים (גם מהתעשייה). מניתוח תוכן של תשובות המגיבים עלו גם המיומנויות שהתפתחו אצל המשיבים במהלך האינטראקציה עם הדמויות לחיקוי (איור 12). ממצאים איכותיים אלו (טבלה 14) מחזקים את הממצאים בנושא פיתוח המיומנויות שעלו בסעיף הקודם.

איור 15 מלמד כי 28% מהנשאלים העידו כי אינטרקציה עם דמויות לחיקוי גרמה להם להעריך אצלם את המיומנות של תקשורת בע"פ. לדעתנו ממצא זה משמח ומלמד כי למרות העובדה שהן הבוגרים והן הסטודנטים דרגו מיומנות חשובה זו נמוך יחסית (טבלאות 6 ו-7) ניכר כי היא עשויה להתפתח אצלם בעקפין הודות לאינטרקציה עם הדמויות לחיקוי. הדבר נכון גם לגבי היצירתיות, 13% מהנשאלים העידו כי העריכו מאוד תכונה זו אצל הדמות לחיקוי. בנוסף אנו רואים כי משתתפים רבים העידו כי גם מיומנויות STEM שונות ומגוון מיומנויות חשיבה כלליות (פרוט ניתן לראות באיור 15) באו לידי ביטוי אצל הדמויות לחיקוי. ממצאים אלו מלמדים כי תהליך הלמידה בטכניון ככלל ופיתוח מיומנויות המאה ה-21 בפרט אינם מתבססים רק על פעילויות הוראה ולמידה שונות (כפי שעולה מסיכום הממצאים איורים 13 ו-14) אלא גם מתקשורת בין-אישית עם מגוון אנשים שונים בטכניון. המשתתפים אשר בחרו לענות על שאלה זו העידו כי מצאו דמות לחיקוי בעיקר מבין חברי הסגל והמנחים להם נחשפו במהלך הלימודים וכן מתרגלים, מדריכי מעבדות וכן עמיתיהם ללימודים ולמחקר.

איור 15: פיתוח מיומנויות המאה ה-21 דרך אינטראקציה עם דמויות לחיקוי (N = 216)



טבלה 15 מציגה דוגמאות לציטוטים שעלו מתשובות המשיבים בנוגע לדמויות לחיקוי והמיומנויות שהתפתחו דרכן.

טבלה 15. ציטוטים של משיבים לגבי דמויות לחיקוי בטכניון

מיומנות	ציטוט של בוגר (מזהה)	ציטוט של סטודנט (מזהה)
<b>תקשורת אפקטיבית בעל-פה</b>	פרופ' ש' - מרצה בחסד, סוחף אחריו סטודנטים ברמת ההוראה הגבוהה שלו" פרופ' פ', אדם משכמו ומעלה גם מבחינת הידע המקצועי שלו בתחומי אבל במיוחד באופן בו הוא נואם ושובה את הקהל שלו	ד', זכיתי ללמוד תחתי. סבלנות ויכולת להסביר מורכבות בצורה פשוטה ואלגנטית
<b>יצירתיות</b>	המהנדס צחי [שם בדוי], ממנו למדתי יצירתיות בפתרון בעיות וחשיבה ביקורתית	מלמד בצורה מחוץ לקופסא כך שהחומר הנלמד לא ישמש רק עכשיו אלא גם מחוץ לקורס ובעתיד
<b>יישום ידע נלמד בסביבה מקצועית</b>	מרצה שהשעורים שלו זכורים לי כחוויה מיוחדת, ידע לשלב את החומר התאורטי עם דוגמאות מהשטח באופן נגיש ומרתק.	חוקרת בפקולטה אשר משלבת מחקר עם פרקטיקה יומיומית בתחום התכנון.
<b>תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות</b>	חברי סגל מבצעים מחקר פורץ דרך, משקיעים לילות כימים כדי לקדם את המחקרים ויש בהם את הרצון ללמד את הסטודנטים ולהכיר להם את העולם של המחקר	פרופ' ח' - באופן ההנחיה שלה, בידע העשיר, במקצועיות ובראייה המחקרית
<b>חשיבה מערכתית</b>	א' הנחיל לי את האמונה בכך שגם אני יכול לעשות דברים לעצמי, ואת הראייה המערכתית הרחבה	תכנון בסקאלה רחבה תוך הדגשת העיצוב ברמת הפרטים של הפרויקט. כלומר יכולת לחשוב מהמאקרו עד למיקרו ולהגשים בכל הרמות האלו את החזון.

בחלק זה נציג תחילה את סיכום הממצאים העיקריים שעלו מניתוח השאלונים. נמשיך בהשוואה של ממצאים הנוגעים להתפתחות מיומנויות המאה ה-21 בשאלון שלנו עם ממצאים בשאלון שהועבר לתעשיינים. לאחר מכן, נדון בתכניות במספר מדינות מפותחות המשלבות בין לימודים אקדמיים לבין ניסיון מעשי בתעשייה. לבסוף, נדון בשיטות הוראה ולמידה המפתחות את מיומנויות המאה ה-21 בחינוך הגבוה ל-STEM, ונספק תובנות והמלצות שעלו כתוצאה מממצאי ומסקנות המחקר.

### 4.1 סיכום הממצאים העיקריים

- לפי תפיסותיהם של המשיבים לשאלון, המיומנויות של למידה עצמית, פתרון בעיות, וחשיבה ביקורתית התפתחו יותר ממיומנויות אחרות במהלך לימודיהם. המיומנויות שהתפתחו פחות מכל האחרות היו מיומנויות רכות. אותן מיומנויות התפתחו יותר בתארים מתקדמים מאשר בתארים ראשונים. רק שתי מיומנויות התפתחו בתואר ראשון יותר מאשר בתארים מתקדמים: תכן הנדסי (בקרב בוגרים וסטודנטים) ולמידה עצמית (בקרב סטודנטים בלבד).
- מצאנו כי ארבע שיטות הוראה ולמידה מסוג של למידה פעילה מפתחות את המספר הרב ביותר של מיומנויות: מטלות בקורס, פרויקט, ניסויי מעבדה ומחקר. מחקרים קודמים מצאו כי שיטות למידה פעילה מסייעות לפתח את מיומנויות המאה ה-21, ובייחוד מיומנויות רכות (Crebert et al., 2004; Holmes, et al., 2018; Ogilvie, 2009; Talmi Wieman, & Bonn, 2015; Kember & Leung, 2005; Mintz et al., 2018; Virtanen & Tynjälä, 2018).
- 261 משיבים דיווחו כי הם מצאו דמויות לחיקוי שדרך התפתחו מיומנויות המאה ה-21. 47% מאותם משיבים הזכירו מיומנות רכה, ובייחוד תקשורת בעל-פה ויצירתיות. ממצא זה מצביע על כך שאותם משיבים פיתחו את מיומנויות המאה ה-21 בעזרתם של מרצים וחוקרים שנטלו על עצמם תפקיד של מנטור. ניתן להניח במידה של סבירות כי אינטראקציה קרובה עם מרצה או חוקר מתבצעת בעיקר דרך שיטות ההוראה והלמידה של מחקר או פרויקט. חוקרים הדגישו את תפקידם של מרצים וחוקרים כמנטורים כדמויות לחיקוי (Lindén, Ohlinb, & Brodina, 2013; Macfarlane, 2011).
- מסתמן כי אחוז גדול מהסטודנטים עובדים במהלך הלימודים לתואר, רוב הסטודנטים לתואר הראשון עובדים בתפקיד הנדסי הקשור ככל הנראה לתחום לימודיהם.
- מספר הנשים הלומדות בטכניון גדל בהדרגה לאורך השנים. נכון לעכשיו, מספר הלומדות מהווה 37% מכלל הסטודנטים. נתון זה הינו רחוק מאחוז הסטודנטיות הממוצע באוניברסיטאות בישראל, שהוא 57% לפי נתוני המל"ג לשנת הלימודים תשע"ח<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> נתוני המל"ג: <https://che.org.il/wp-content/uploads/2018/10/%d7%94%d7%95%d7%93%d7%a2%d7%94-%d7%9c%d7%a2%d7%99%d7%aa%d7%95%d7%a0%d7%95%d7%aa-%d7%9c%d7%a7%d7%98-%d7%a0%d7%aa%d7%95%d7%a0%d7%99%d7%9d-%d7%9c%d7%a4%d7%aa%d7%99%d7%97%d7%aa-%d7%94%d7%a9%d7%a0%d7%94.pdf>

## 4.2 התפתחות מיומנויות המאה ה-21 בקבב אנשי תעשייה

מחקרים שנעשו בעולם מצביעים על כך שמצד אחד סטודנטים להנדסה מודעים לצורך במיומנות המאה ה-21 להצלחה בתעשייה, וכי מצד שני, מוסדות להשכלה גבוהה אינם מקנים את אותם כישורים לסטודנטים שלומדים אצלם (Ahmed, Capretz, Bouktif, & Campbell, 2015; Crebert et al., 2004; Itani & Srour, 2015). בנטור ועמיתיו (2018) קיימו ראיונות עם שמונה מנהלים ומהנדסים ישראליים שלהם תפקידי מפתח בתעשייה בארץ. גם כאן, עלה כי למרות היתרונות הבולטים של המהנדסים החדשים, ביניהם חוכמה, ידע טכנולוגי, תעוזה ונקודת מבט אופטימית ויחודית על המציאות, קיימים גם חסרונות בכל הנוגע למיומנויות הנוגעות ישירות לתחום ההנדסה: ידע הנדסי, ביצוע בדיקות הנדסיות, חשיבה מערכתית, ופתרון בעיות. מהנדסים חדשים נוטים שלא לקחת בחשבון את המכשולים בדרך לפיתוח ויישום של הפתרונות אותם הם מציעים. ממצאיהם אלו אינם מתיישבים עם תשובות המשיבים בשאלון שלנו, אשר הציונים שהם נתנו עבור אותן מיומנויות נעו בין 3.66–4.43 אצל בוגרים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון ובין 3.32–4.28 אצל סטודנטים לתואר ראשון בטכניון, מה שהעיד על תפיסה של התפתחות הרבה מעל לממוצע האפשרי של 2.5. לדעתנו, אצל חלק מהמשיבים לשאלון קיים פער בין הידע המוצהר לבין הידע והיכולת בפועל לפתור בעיות אמיתיות ומורכבות במקום העבודה, אשר פעמים רבות שונות מבעיות הניתנות לסטודנטים במהלך בחינה. בנוסף למיומנויות הנוגעות ישירות לתחום ההנדסה, אנשי התעשייה שראיינו במחקרם של בנטור ועמיתיו (2018) ציינו כי קיימות מיומנויות רכות שאף-הן לוקות בחסר בקרב סטודנטים המשתלבים בתעשייה: יצירתיות, עבודת צוות, ותקשורת בכתב ובעל-פה. בניגוד למיומנויות הקשורות ישירות לתחום ההנדסה, כאן אנו רואים הלימה מסויימת בין דעותיהם של אנשי התעשייה לבין תפיסותיהם של המשיבים לשאלון שלנו: משיבים נטו לתת את הציונים הנמוכים ביותר למיומנות הרכות: בין 2.93–3.49 אצל בוגרים בעלי תואר ראשון בלבד מהטכניון, ובין 2.82–3.19 אצל סטודנטים הלומדים לתואר ראשון בטכניון. טווח ציונים זה קרוב יותר לממוצע האפשרי של 2.5. כאן חשוב לציין כי אותן מיומנויות רכות, לפי תפיסות המשיבים לשאלון, התפתחו באופן טוב יותר באופן מובהק במהלך התואר המתקדם בטכניון מאשר במהלך בתואר הראשון בטכניון (ראו טבלאות 6 ו-7).

## 4.3 שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה בעולם המפותח

בעולם המפותח קיימות יוזמות רבות לשיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה. נביא כאן מספר דוגמאות מייצגות. בארצות הברית תכניות CO-OP (cooperative education)<sup>4</sup> מתקיימות זה כמאה שנים בשיתוף עם מעסיקים פרטיים. תכניות אלה משלבות לימודים באקדמיה עם התנסות מעשית בעבודה. באוניברסיטת וטרלו (University of Waterloo) מופעלות מספר התוכניות לשיתוף פעולה הגדול ביותר בעולם: כמעט 20,000 סטודנטים נרשמו ללמעלה מ-120 תוכניות<sup>5</sup>.

באוסטרליה, התנסות מעשית משולבת בקורסים אקדמיים רבים כחלק מהרכב הציון הסופי. תכניות כאלה נקראות Placement Work (Hofman & König, 2017). הן כוללות סטודנטים הרשומים למסלולי התמחות לקראת סיום הלימודים ומשלבות מספר שבועות קבוע בעבודה ללא תמורה כספית. שעות עבודה אלה משמשות לצבירת נקודות

<sup>4</sup> <https://uwaterloo.ca/co-operative-education/about-co-op>



זכות ללימודי תואר שני באוניברסיטאות באוסטרליה. חברות נוטות להעדיף סטודנטים אשר סיימו תכניות כאלה על פני סטודנטים שלא סיימו אותן.

בגרמניה קיים דגש משמעותי בשנים האחרונות על שילוב של התנסות בתעשייה במהלך הלימודים האקדמיים (OECD, 2017). בתוכניות אלו ההכשרה המקצועית מתמקדת בחינוך מעשי, ולא בהקניית השכלה אקדמית. בתי ספר מקצועיים (trade schools) מתמקדים בחינוך עובדים מיומנים, כאשר בשנת 2004 אישרה ועידת שר החינוך בגרמניה תואר אוניברסיטאי מקצועי כשווה ערך לתואר ראשון באוניברסיטה. תכניות אלה הצליחו ומספר הסטודנטים שנרשמים אליהן גדל – וביחד איתם עוד חברות מסחריות הצטרפו כמעסיקים בתכנית (Krone, 2015). למרות היתרונות רבים לתכניות המשלבות בין לימודים אקדמיים לבין ניסיון מעשי בתעשייה, קיימים גם קשיים, והראשון שבהם הוא הנטל הכלכלי של אותן תכניות על הקופה הציבורית. בגרמניה, מאבקים תקציביים בין בתי הספר והאוניברסיטאות (משרד החינוך) לבין משרד האוצר ניטשים בגין היקף ההשתתפות של כל משרד במימון תוכניות אלה. בעיה נוספת הנוצרת בחינוך מסוג זה, היא בעיית נשירה בקרב הסטודנטים. סטודנטים אשר נאלצים להפסיד מספר ימי לימודים מפסידים גם מספר ימי עבודה. מעסיקים רבים לא רואים זאת בעין יפה והסטודנטים נאלצים לפרוש במהלך התוכנית (Bundesinstitut für Berufsbildung, 2013).

#### 4.4 שיטות הוראה ולמידה בחינוך הגבוה התורמות להתפתחות מיומנויות המאה ה-21

מחקרים קודמים מצאו כי שיטות למידה פעילה מסייעות לפתח את מיומנויות המאה ה-21, ובייחוד מיומנויות רכות (Mintz et al., 2018; Ogilvie, 2009; Talmi et Crebert et al., 2004; Holmes, Wieman, & Bonn, 2015; al., 2018; Virtanen & Tynjälä, 2018).

החוקרים קמבר ולאונג (Kember & Leung, 2005) ערכו מחקר בשיטה דומה לזו המתוארת בדוח הנוכחי. החוקרים בדקו את השפעת סביבת ההוראה והלמידה על פיתוח כישורים גנריים באמצעות סקר שנערך בקרב 1,756 סטודנטים לתארים מתקדמים באוניברסיטה בהונג קונג. הסקר העריך את תפיסות המשתתפים לגבי התפתחות שש מיומנויות חשובות של חשיבה ביקורתית, למידה עצמית, יכולת הסתגלות, פתרון בעיות, כישורי תקשורת שונים ועבודה קבוצתית. החוקרים קראו למיומנויות אלו כישורים גנריים וביקשו מהסטודנטים לדרג גם את ההשפעתם של תשע שיטות הוראה ולמידה על התפתחותן של מיומנויות אלו במהלך הלימודים. נמצא כי שיטות ההוראה הן אלו אשר השפיעו בצורה החזקה ביותר על פיתוח כל ששת הכישורים. שימוש בסביבת הוראה מתאימה הביאה לשיפור בהבנת הנלמד ולהשתתפותם האקטיבית של הלומדים בתהליך הלמידה. כמו כן, סביבת הוראה אפקטיבית התאפיינה ביישום של תכנית לימודים ייעודית ושימוש בשיטות הערכה מתקדמות שהתמקדו בכישורי אנליזה, יכולת למידה עצמית, ועבודה בצוות. החוקרים מציינים כי כל אלו הביאו לפיתוח כישורים רבים בהם תקשורת בינאישית. ממצאים אלו מחזקים את תוצאות המחקר שביצענו אשר מעידים כי מטלות בקורס, פרויקט, ומחקר, שלושן שיטות למידה פעילות, המפתחות את המספר הרב ביותר של מיומנויות בדגש על מיומנויות רכות.

מחקר נוסף בנושא התפתחות מיומנויות המאה ה-21 בחינוך הגבוה ל-STEM (Virtanen & Tynjälä, 2018) ניסה לזהות אלו שיטות הוראה עומדות מאחורי למידה שמפתחת את מיומנויות המאה ה-21, או כישורים גנריים. בדומה למחקר שלנו, גם במחקר זה הנתונים נאספו מסטודנטים הלומדים באוניברסיטה באמצעות שאלונים מקוונים, אם כי מספר המשתתפים היה נמוך בהרבה ולא כלל את בוגרי האוניברסיטה. הממצאים הראו כי שיטות הוראה הכוללות שיתוף פעולה ואינטראקציה בין הסטודנטים ניבאו פיתוח של מיומנויות כגון מיומנות קבלת החלטות, יצירתיות

ופיתרון בעיות. לעומת זאת, הצורות המסורתיות של הוראת באוניברסיטאות - כמו קריאה, הרצאה ועבודה עצמאית - נקשרו דווקא באופן שלילי לפיתוח מיומנויות גנריות. מחברי המאמר מציעים מידע מפורט על שיטות ההוראה המעודדות רכישת מיומנויות גנריות במהלך הלימודים באוניברסיטה. תוצאות מחקר זה תומכות חלקית בממצאי המחקר שלנו המעידים כי שיטות הוראה ולמידה מסורתיות פיתחו מספר מצומצם מאוד של מיומנויות אף כי חלקן בעלי חשיבות קריטית. חזרה על חומר הלימוד למשל פיתחה לרוב את היכולת ללמידה עצמית (55%), ובמידה פחותה את מיומנות שאלת השאלות (10%) ובצורה מזערית מיומנות של פתרון בעיות (1%). שיטת ההוראה הפרונטלית (המכונה הרצאה) פיתחה גם היא מיומנויות מועטות אך חשובות ביותר: תודות לשיטה זו, התפתחו העיקר המיומנויות של חשיבה ביקורתית (22%) ושאלת שאלות (37%).

מחקרים נוספים בחנו את הקשרים בין שיטות הוראה ולמידה לבין התפתחותן של מיומנות המאה ה-21 בחינוך הגבוה למדע והנדסה (Kember & Leung, 2005; Lindén, Ohlinb, & Crodina, 2013; Macfarlane, 2011). אולם, המחקר אותו ערכנו הוא הראשון, למיטב ידיעתנו, המתבסס על התרשמותם הן של סטודנטים והן של בוגרים—בעלי תארים ראשונים ומתקדמים מכל הפקולטות שבטכניון—אשר ביחד מכסים טווח של עשרות שנים עד לשנת-2018.

ניתוח הנתונים מעלה כי לתפיסת המשיבים, השתתפות הלומדים בפרויקטים תרמה להתפתחות כל 14 המיומנויות שנבדקו במחקר זה, הן המיומנויות ההנדסיות והן המיומנויות הקשורות לכישורים רכים. אולם, בכל הנוגע ליזמות ולתקשורת בין תרבותית, אלה התפתחו אך ורק באמצעות פרויקטים, ומעט מאוד משיבים בחרו לפרט כיצד התפתחו (פחות מ-1%). ממצאים אלו אינם מפתיעים לאור מחקרים רבים המעידים על חשיבות הפרויקטים להתפתחות שלל המיומנויות.

אחת הדוגמאות ללמידה חווייתית באמצעות פרויקט הינה השתתפות בפרויקט פורמולה. פרויקט פורמולה היא תחרות בינלאומית בה משתתפים, מתכננים ובונים מכונת מירוץ תוך התמודדות עם אתגרים כמו למידה עצמאית, תכנון וביצוע בפועל. בשנת 2018 השתתפו בפרויקט הפורמולה 11 מנחים ו-57 סטודנטים מהפקולטות להנדסת מכונות, אווירונטיקה, ארכיטקטורה, הנדסת תעשייה וניהול, הנדסת חשמל והמחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה. בקבוצה אף היו חברות שש סטודנטיות – מספר שיא בהיסטוריה של המשלחות הישראליות למירוץ. דבר המעיד על עלייה מתמדת במספר הסטודנטיות בטכניון המחזק את הממצאים אשר עלו מפילוח אוכלוסיית העונים לשאלון שפיתחנו (טבלה 3). ציטוט של אחד המשתתפים בתחרות פורמולה היה כי "יש דברים ששוים יותר מכמה נקודות בציון, והניסיון המעשי שאנחנו מקבלים כאן הוא אחד מהם". המחקר מצא כי השתתפות הסטודנטים בפרויקט פורמולה מאפשרת להם לתרגל את מיומנויות מאה ה-21 להם זקוקים במקום העבודה העתידי שלהם. חוויה זו, עוזרת להם לענות על הצורך הפסיכולוגי באוטונומיה, מסוגלות ותקשורת שהם הבסיס ליצירת מוטיבציה מהותית (Talmi, Hazzan, & Katz, 2018).

## 4.5 תובנות והמלצות

ממצאי הדוח מצביעים בבירור כי לפי תפיסתם של בוגרים וסטודנטים של הטכניון ממגוון פקולטות, תארים ומחזורי לימוד, ישנן ארבע שיטות הוראה ולמידה המשלבות למידה פעילה המפתחות את מיומנויות המאה ה-21 בכלל, ומיומנויות רכות בפרט: פרויקט, מטלות בקורס, ניסוי מעבדה ומחקר. בימים אלו, הטכניון מבצע מאמצים רבים על מנת להמשיך ולייצר הון אנושי אשר יוביל את המשק הישראלי גם ב-70 השנים הבאות. הנהלת הטכניון והסגל

האקדמי נמצאים בקשר מתמיד עם עולם התעשייה ויוזמים דיונים, מחקרים וסקרים במטרה לקבל משוב ולעדכן בהתאם את שיטות ההוראה והלמידה הנהוגות בטכניון על מנת להתאימם לצורכי התעשייה במאה ה-21. אמנם, שיטות כאלה יושמו בטכניון בשנים האחרונות, כדוגמת הקורס המקוון<sup>6</sup> Nanotechnology and Nanosensors המבוסס על הקורס הטכניוני 056391 – חיישנים מבוסס-ננו-ביו) חומרים (Bark, Watted, & Haick, 2016), הקורס 094222 – אפיון וניתוח מערכות מידע (Wengrowicz, Dori, & Dori, 2017), תכנית BizTEC<sup>7</sup>, התחרות הבינלאומית Formula Student<sup>8</sup> (Talmi et al. 2015), ודוגמאות נוספות (Barak, 2015; Barak, Kastelan, ), אולם במרבית המקרים, הדברים נעשו באופן מקומי, כפרויקטים או קורסים נפרדים, ולא באופן מערכתי. מתוך הבנה זו של הצורך בשינוי דרכי ההוראה והלמידה בחינוך הגבוה ל-STEM, ובהתבסס על ממצאי הדוח הנוכחי, ריכזנו מספר המלצות עבור הסגל האקדמי והנהלת הטכניון:

- שילוב מטלות מורכבות במסגרת צוותים או יחידים בקורסים קיימים של תואר ראשון (ולא רק בבחינות), על מנת לעודד מגוון מיומנויות חשיבה. לצורך כך מומלץ לקיים סדנאות בפקולטות שונות כדי להכשיר מתרגלים ומרצים בפיתוח מטלות מסוג זה.
- שילוב של פרויקטים העוסקים בבעיות מהעולם האמיתי בקורסים הקיימים כיום בתכנית הלימודים. הדבר חשוב במיוחד בתואר הראשון, שם עלה כי המיומנויות הרכות מתפתחות פחות מאשר בתארים מתקדמים, לפי ממצאי הדוח הנוכחי.
- שילוב ניסיון מעשי בתעשייה בתכניות הלימודים לתואר ראשון, במתכונת דומה לאלה שתוארו בפרק 4.3. מומלץ לתת לסטודנטים נקודות זכות ותעודה המעידה על כך כי רכשו ניסיון מעשי במהלך התואר. על השילוב להתבצע, כבר בשלבי התכנון המוקדמים, בשיתוף עם גורמים בתעשייה ובאקדמיה ומומלץ שיכלול מערכת השמה המחברת בין מעסיקים לבין סטודנטים.
- על מנת לשפר את היחס הכמותי בין מנחי פרויקטים לבין סטודנטים, מומלץ להכשיר מרצים בשיטות הוראה מתקדמות הנוגעות ללמידה פעילה והנחייה, להעסיק יותר אנשי תעשייה כמרצים, ולצרף סטודנטים מצטיינים או בולטים (לתואר מתקדם או בסוף התואר הראשון) בעלי ניסיון בתעשייה כעוזרי מנחים או אף כמנחים, בהתאם לרמת הידע והניסיון הנדרשת.
- יש להכשיר מרצים ומתרגלים בהקניית מיומנויות המאה ה-21 בקרב סטודנטים. מעבר לתקופת ההכשרה, יש להוסיף ולתמוך במרצים ובמתרגלים במהלך ההוראה כאשר הם משלבים את הקניית המיומנויות בשנתם הראשונה או אף מעבר לכך.
- שילוב פעילות מחקרית במסגרת התואר הראשון, בין אם במתכונת מצומצמת של שאלת מחקר אחת ובין אם כחלק מפרויקט מחקר מקיף.
- הרחבת למידה פעילה במסגרת שעורי מעבדה בהם תשולב למידה של חומר תאורטי עם ביצוע ניסויים במעבדה ומתן מטלות מורכבות.

<sup>6</sup> <https://www.coursera.org/learn/nanotechnology1>

<sup>7</sup> <https://www.technion.ac.il/en/2018/05/biztec-2018/>

<sup>8</sup> <https://www.imeche.org/events/formula-student>

- בפקולטות הרלוונטיות, לקדם שילוב מגוון פעילויות מחקר במעבדות כבר בתואר הראשון, כלומר לא רק ניסויים מאשרים (Cook book).
- פיתוח תכניות מנטורינג שתכשיר דמויות לחיקוי עבור סטודנטים בתואר ראשון, כאשר המנטור יכול להיות לא רק מרצה אלא איש תעשייה, רצוי בוגר טכניון או סטודנט לתואר מתקדם רצוי בעל ניסיון בתעשייה או במחקר.

- בנטור ארנון, זוננשיין אביגדור, דיין תמר. חינוך מהנדסים במאה ה-21: היבטים גלובליים ונגזרות למדינת ישראל. חיפה, ישראל: מוסד שמואל נאמן, 2018.
- בנטור ארנון, זוננשיין אביגדור, נווה רפי, ודיין תמר. הפורום לחינוך מהנדסים במאה ה-21: תובנות, דרכי פעולה ושינויי פרדיגמות. חיפה, ישראל: מוסד שמואל נאמן, 2019.
- פרנקל אמנון ומי-טל שלמה. תרומת הטכניון למשק בישראל באמצעות בוגריו. חיפה, ישראל: מוסד שמואל נאמן, 2013.
- ABET. 2019. "General criterion 3. Student outcomes". Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2018–2019. Retrieved from <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2018-2019/#GC3>
- Ahmed, Faheem, Luiz Fernando Capretz, Salah Bouktif, and Piers Campbell. "Soft skills and software development: A reflection from the software industry." arXiv preprint arXiv:1507.06873 (2015).
- Ananiadou, Katerina, and Magdalen Claro. "21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries." (2009).
- Badcock, Paul BT, Philippa E. Pattison, and Kerri-Lee Harris. "Developing generic skills through university study: a study of arts, science and engineering in Australia." *Higher Education* 60, no. 4 (2010): 441-458.
- Barak, Miri., Ivan Kastelan, and Zvi Azia. 2016. "Exploring aspects of self-regulated learning among engineering students learning digital system design in the FPGA environment—methodology and findings." In *Embedded Engineering Education*, edited by Roman Szewczyk, Ivan Kaštelan, Miodrag Temerinac, Moshe Barak, and Vlado Struk, 139-160. Cham: Springer.
- Barak, Miri, Abeer Watted, and Hossam Haick. "Motivation to learn in massive open online courses: Examining aspects of language and social engagement." *Computers & Education* 94 (2016): 49-60.
- Crebert, Gay, Merrelyn Bates, Barry Bell, Carol-Joy Patrick, and Vanda Cragnolini. "Developing generic skills at university, during work placement and in employment: graduates' perceptions." *Higher Education Research & Development* 23, no. 2 (2004): 147-165.
- Creswell, John W., Ron Shope, Vicki L. Plano Clark, and Denise O. Green. "How interpretive qualitative research extends mixed methods research." *Research in the Schools* 13, no. 1 (2006): 1-11.
- Dori, Yehudit Judy, and John Belcher. "How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts?." *The Journal of the Learning Sciences* 14, no. 2 (2005): 243-279.
- Dori, Yehudit Judy, Vered Dangur, Shirly Avargil, and Uri Peskin. "Assessing Advanced High School and Undergraduate Students' Thinking Skills: The Chemistry—From the Nanoscale to Microelectronics Module." *Journal of Chemical Education* 91, no. 9 (2014): 1306-1317.
- Dori, Yehudit J., and Orit Herscovitz. "Question-posing capability as an alternative evaluation method: Analysis of an environmental case study." *Journal of Research in Science Teaching* 36, no. 4 (1999): 411-430.
- Frenkel, Amnon, Shlomo Maital, and Ilana DeBare. 2009. *Technion Nation: Technion's Contribution to Israel and the World*. Haifa: Technion—Israel Institute of Technology.
- Gero, Aharon, Yinnon Stav, and Netanel Yamin. "Increasing Motivation of Engineering Students: Combining "Real World" Examples in a Basic Electric Circuits Course." *International Journal of Engineering Education* 32, no. 6 (2016): 2460-2469.

- Hazzan, Orit, and Liat A. Levontin. 2009. Multifaceted Analysis of the Study-Work Conflict in Science and Engineering Higher Education: The Case of the Technion. Haifa: Technion—Israel Institute of Technology. Retrieved from: <https://orithazzan.net.technion.ac.il/files/2018/08/Ladders-Tomorrows-Professor-Hazzan-and-Levontin-May-30-2018.pdf>
- Herscovitz, Orit, Zvia Kaberman, Liora Saar, and Yehudit Judy Dori. 2012. "The relationship between metacognition and the ability to pose questions in chemical education." In *Metacognition in Science Education*, edited by Anat Zohar and Yehudit Judy Dori, 165-195. Dordrecht: Springer.
- Hofman, S., and König, M. (2017). AusbildungPlus—Duales Studium in Zahlen 2016. *Trends und Analysen. Bonn.*
- Holmes, N. G., Carl E. Wieman, and D. A. Bonn. "Teaching critical thinking." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, no. 36 (2015): 11199-11204.
- Itani, Mona, and Issam Srour. "Engineering students' perceptions of soft skills, industry expectations, and career aspirations." *Journal of professional issues in engineering education and practice* 142, no. 1 (2015): 04015005.
- Jang, Hyewon. "Identifying 21<sup>st</sup> century STEM competencies using workplace data." *Journal of Science Education and Technology* 25, no. 2 (2016): 284-301.
- Kember, David, and Doris YP Leung. "The influence of active learning experiences on the development of graduate capabilities." *Studies in Higher Education* 30, no. 2 (2005): 155-170.
- Krone, Sirikit (2015). *Dual Studieren im Blick*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. pp. 26–51
- Lindén, Jitka, Mats Ohlin, and Eva M. Brodin. "Mentorship, supervision and learning experience in PhD education." *Studies in Higher Education* 38, no. 5 (2013): 639-662.
- Macfarlane, Bruce. "Professors as intellectual leaders: Formation, identity and role." *Studies in Higher Education* 36, no. 1 (2011): 57-73.
- Marbach-Ad, Gili, Laura C. Egan, and Katerina V. Thompson. 2016. "Concluding thoughts." In *A Discipline-Based Teaching and Learning Center*, edited by Gili Marbach-Ad, Laura C. Egan, and Katerina V. Thompson, 223-226. Cham: Springer.
- Mintz, Keren, and Tali Tal. "The place of content and pedagogy in shaping sustainability learning outcomes in higher education." *Environmental Education Research* 24, no. 2 (2018): 207-229.
- National Research Council. 2013. *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21<sup>st</sup> century*. Washington, DC: National Academies Press.
- NGSS Lead States. 2013. *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ogilvie, Craig A. "Changes in students' problem-solving strategies in a course that includes context-rich, multifaceted problems." *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 5, no. 2 (2009): 020102.
- Talmi, Iris, Orit Hazzan, and Reuven Katz. "Intrinsic Motivation and 21<sup>st</sup>-Century Skills in an Undergraduate Engineering Project: The Formula Student Project." *Higher Education Studies* 8, no. 4 (2018): 46-58.
- Virtanen, Anne, and Päivi Tynjälä. "Factors explaining the learning of generic skills: a study of university students' experiences." *Teaching in Higher Education* (2018): 1-15.
- Wengrowicz, Niva, Yehudit J. Dori, and Dov Dori. "Meta-assessment in a project-based systems engineering course," *Assessment & Evaluation in Higher Education* 42, no. 4 (2017): 607–624.
- World Economic Forum. "The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution." In *Global Challenge Insight Report, World Economic Forum*, Geneva. 2016.

Senor, Dan, and Saul Singer. Start-up nation: The story of Israel's economic miracle. Random House Digital, Inc., 2011.

נספח 1. דואר אלקטרוני שהופץ לגיוס משיבים לשאלון המקוון

בוגר/ת יקר/ה שלום רב,

אנו בטכניון משקיעים כעת מאמץ רב בדרגים שונים בחשיבה על הכנת מהנדסים ומדענים לעולם העבודה והיזמות של המאה ה-21. חלק מהותי ממאמץ זה כולל משוב על הלימודים בטכניון ועל החוויה הטכניונית מכם/ן - בוגרי ובוגרות הטכניון. ביכולתכם/ן להשפיע על עיצוב דמותו של הטכניון בעשרות השנים הבאות על ידי מילוי השאלון.

להלן הקישור לשאלון:

[קישור לשאלון](#)

בתודה

פרופ' אדם שורץ, משנה בכיר לנשיא הטכניון



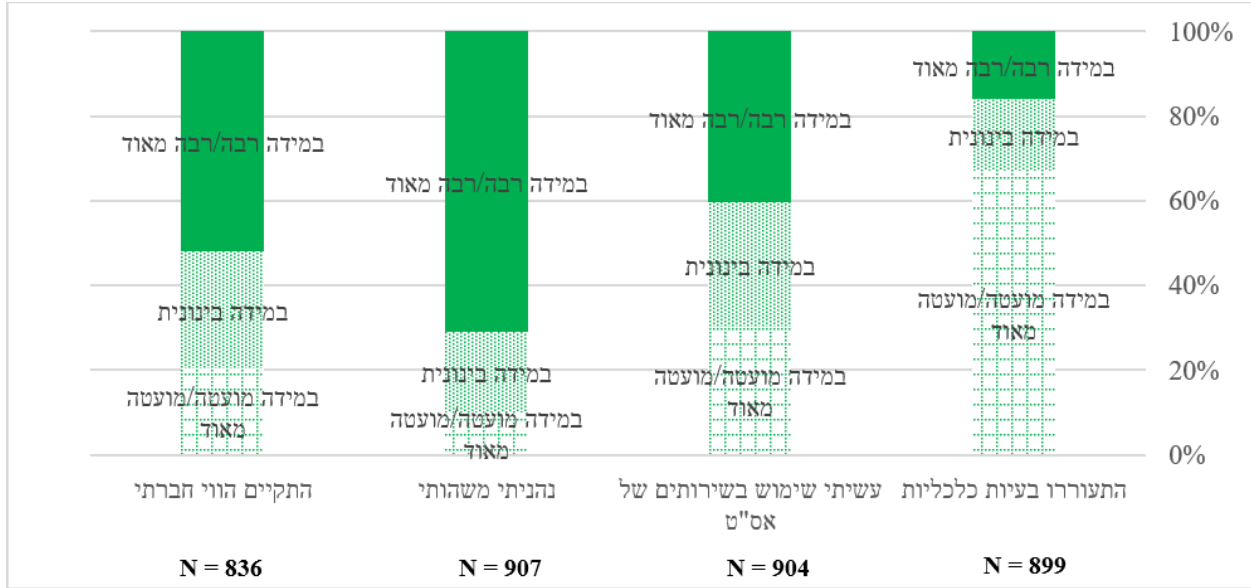
## נספח 2. חלוקת המשיבים לפי פקולטות

טבלה 16. חלוקת המשיבים שלמדו/לומדים בטכניון לתואר ראשון לפי פקולטות

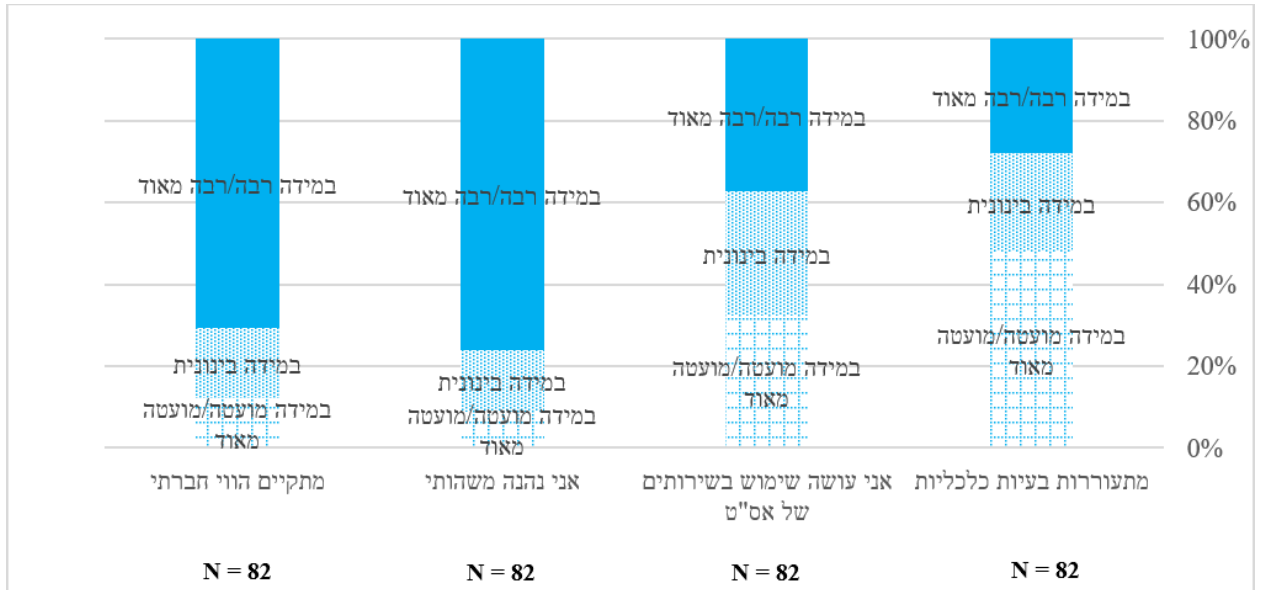
פקולטה בה נלמד התואר	בוגרים (N = 777)	סטודנטים (N = 516)
הנדסת חשמל	15.8%	20.2%
מדעי המחשב	11.7%	11.0%
הנדסת מכונות	11.7%	13.0%
הנדסה אזרחית וסביבתית	7.3%	4.1%
ארכיטקטורה ובינוי ערים	7.1%	4.8%
מתמטיקה	6.6%	4.7%
הנדסת אווירונאוטיקה וחלל	6.4%	8.3%
הנדסת ביוטכנולוגיה ומזון	6.0%	4.5%
הנדסת תעשייה וניהול	4.2%	1.9%
כימיה	4.2%	4.8%
הנדסה כימית	3.9%	3.3%
מדע והנדסה של חומרים	3.3%	2.5%
הנדסה ביו-רפואית	3.1%	0.8%
פיסיקה	3.1%	3.9%
ביולוגיה	3.1%	5.0%
רפואה	1.4%	1.9%
חינוך למדע וטכנולוגיה	0.9%	5.2%

### נספח 3. היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית

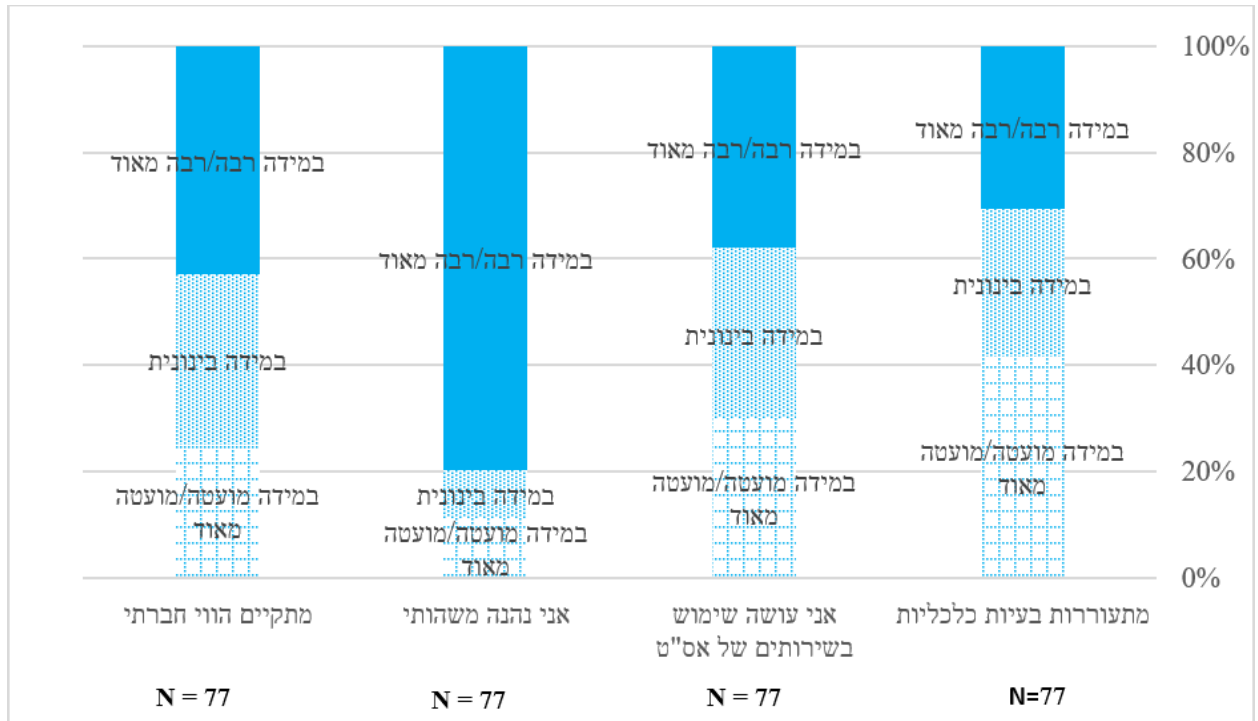
איור 16: היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית – בוגרים



איור 17: היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית – סטודנטים לתואר ראשון

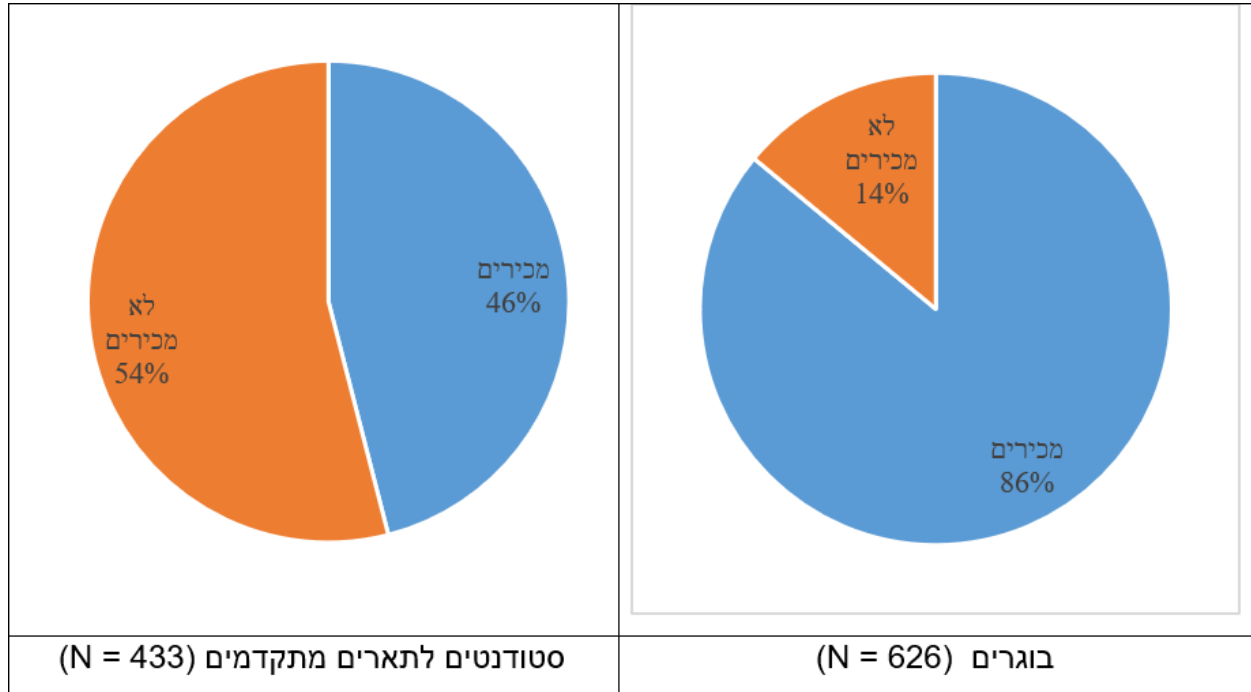


איור 18: היבטים חברתיים וכלכליים של החוויה הטכניונית – סטודנטים לתואר מתקדם

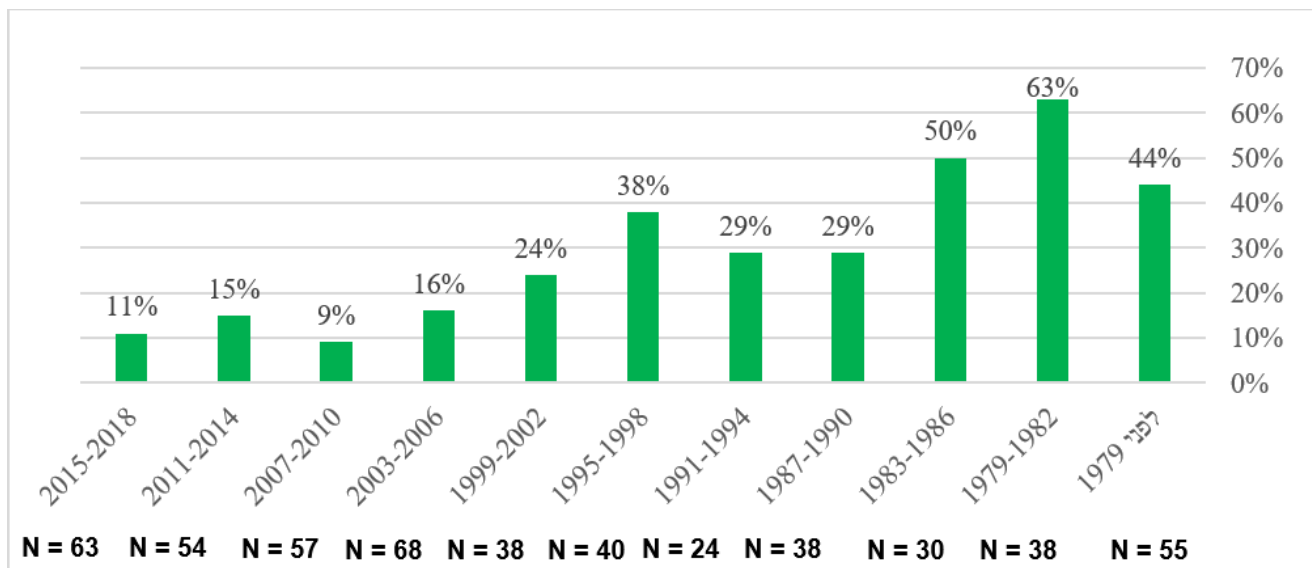


## נספח 4. השתתפות משיבים בארגון הבוגרים

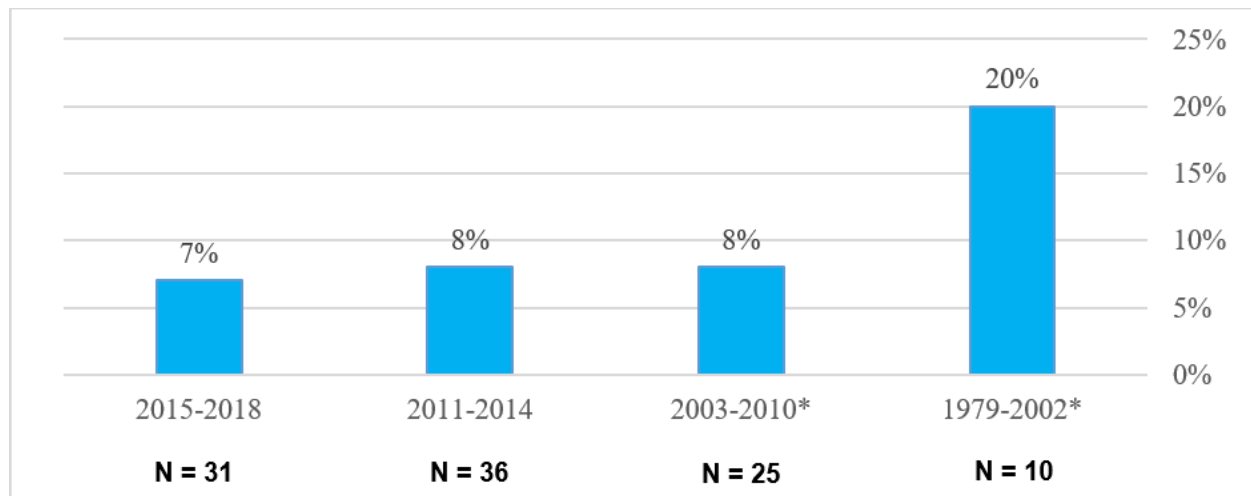
איור 19: היכרות עם ארגון הבוגרים – בוגרים וסטודנטים לתארים מתקדמים



איור 20: השתתפות באירועים של ארגון הבוגרים: אחוז שהשיבו 'כן', לפי תקופת סיום תואר ראשון – בוגרים



איור 21: השתתפות באירועים של ארגון הבוגרים: אחוז שהשיבו 'כן' לפי תקופת סיום תואר ראשון – סטודנטים לתארים מתקדמים



נספח 5. ממצאים לגבי מיומנויות המאה ה-21 לפי מגדר ושפת אם

טבלה 17: התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי מגדר – בוגרים

t-value	נשים (N = 280)		גברים (N = 647)		מיומנות המאה ה-21
	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	
1.065	0.68	4.63	0.67	4.58	למידה עצמית
2.697**	0.79	4.33	0.70	4.48	פתרון בעיות
0.704	1.04	3.99	0.96	4.04	חשיבה ביקורתית
4.542**	1.12	3.71	0.95	4.07	יישום ידע
1.546	1.06	3.78	0.99	3.89	שאלת שאלות
5.446**	1.29	3.36	1.11	3.86	תכן הנדסי
1.720	1.13	3.63	1.10	3.77	חשיבה מערכתית
1.476	1.15	3.65	1.05	3.77	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
3.692**	1.16	3.33	1.07	3.64	יצירתיות
1.021	1.20	3.27	1.16	3.18	עבודה בצוות רב-תחומי
2.054*	1.20	3.01	1.16	3.19	יזמות
1.064	1.16	3.13	1.14	3.22	תקשורת אפקטיבית בכתב
0.888	1.17	3.02	1.13	3.10	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
0.297	1.13	2.74	1.17	2.76	תקשורת בין-תרבותית

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

טבלה 18. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי מגדר – סטודנטים

t-value	נשים (N = 235)		גברים (N = 407)		מיומנות המאה ה-21
	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	
0.553	0.80	4.56	0.74	4.60	למידה עצמית
1.614	1.01	4.15	0.86	4.28	פתרון בעיות
0.244	1.12	3.88	1.10	3.86	חשיבה ביקורתית
0.227	1.14	3.62	1.10	3.64	יישום ידע
0.824	1.13	3.71	1.11	3.63	שאלת שאלות
3.509**	1.37	3.14	1.23	3.52	תכן הנדסי
1.816	1.21	3.51	1.20	3.33	חשיבה מערכתית
0.818	1.29	3.48	1.21	3.39	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
0.812	1.22	3.40	1.15	3.32	יצירתיות
1.736	1.27	3.13	1.19	2.96	עבודה בצוות רב-תחומי
0.488	1.19	2.94	1.15	2.90	יזמות
0.731	1.34	3.18	1.23	3.11	תקשורת אפקטיבית בכתב
2.517*	1.31	3.21	1.20	2.95	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
2.344*	1.27	3.00	1.23	2.76	תקשורת בין-תרבותית

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05

טבלה 19. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי שפת אם – בוגרים

t-value	שפה אחרת (N = 143)		עברית (N = 796)		מיומנות המאה ה-21
	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	
1.376	0.68	4.67	0.68	4.58	למידה עצמית
0.198	0.78	4.44	0.73	4.43	פתרון בעיות
0.684	1.07	4.09	0.97	4.02	חשיבה ביקורתית
0.003	1.03	3.96	1.01	3.96	יישום ידע
1.400	1.13	3.73	0.99	3.88	שאלת שאלות
0.618	1.18	3.67	1.10	3.74	חשיבה מערכתית
0.842	1.04	3.66	1.09	3.75	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
0.764	1.21	3.62	1.09	3.53	יצירתיות
2.293*	1.21	2.98	1.16	3.24	עבודה בצוות רב-תחומי
0.148	1.24	3.15	1.16	3.13	יזמות
0.033	1.18	3.18	1.15	3.19	תקשורת אפקטיבית בכתב
0.479	1.20	3.02	1.14	3.08	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
0.404	1.15	2.71	1.16	2.76	תקשורת בין-תרבותית

\*p < 0.05

טבלה 20. התפתחות מיומנויות המאה ה-21 במהלך הלימודים, לפי שפת אם – סטודנטים

t-value	שפה אחרת (N = 95)		עברית (N = 547)		מיומנות המאה ה-21
	סטיית תקן	ממוצע	סטיית תקן	ממוצע	
<b>1.619</b>	0.70	4.70	0.77	4.57	למידה עצמית
<b>2.046*</b>	0.80	4.40	0.94	4.21	פתרון בעיות
<b>2.559*</b>	0.93	4.11	1.13	3.83	חשיבה ביקורתית
<b>1.366</b>	1.09	3.77	1.12	3.61	יישום ידע
<b>0.515</b>	1.15	3.72	1.11	3.65	שאלת שאלות
<b>2.615**</b>	1.22	3.70	1.30	3.33	תכן הנדסי
<b>3.034**</b>	1.08	3.70	1.21	3.35	חשיבה מערכתית
<b>2.905**</b>	1.12	3.75	1.26	3.37	תכנון וביצוע ניסויים או בדיקות
<b>2.361*</b>	1.14	3.61	1.18	3.31	יצירתיות
<b>2.405*</b>	1.15	3.29	1.23	2.97	עבודה בצוות רב-תחומי
<b>3.003**</b>	1.18	3.26	1.15	2.85	יזמות
<b>2.266*</b>	1.30	3.42	1.26	3.09	תקשורת אפקטיבית בכתב
<b>1.703</b>	1.33	3.26	1.23	3.01	תקשורת אפקטיבית בעל-פה
<b>2.715**</b>	1.22	3.17	1.24	2.79	תקשורת בין-תרבותית

\*\*p < 0.01, \*p < 0.05



## נספח 6. אופי התפקיד הבכיר ביותר שמילאו המשיבים

טבלה 21. חלוקת אופי התפקיד הבכיר ביותר שמילאו המשיבים, לפי מגדר

סוג התפקיד	אחוז הנשים (N = 264)	אחוז הגברים (N = 631)
ניהולי	41%	54%
מחקרי	30%	20%
הנדסי	33%	48%
הוראה	3%	1%

## Abstract

---

The 21<sup>st</sup> century skills are essential for career readiness. We investigated the development of those skills in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) higher education, as reported by students and alumni of a top-tier research university. Involving senior management at the Institute, we designed a questionnaire aimed at investigating 14 skills and administered it to 1,578 participants. We divided the skills into (1) domain-general thinking skills, (2) STEM-specific skills, and (3) soft skills. Respondents reported that the first group of skills developed more than the second, which, in turn, developed more than the third. Soft skills of participants with a graduate degree from the Institute developed more than those of participants with only an undergraduate degree from that Institute. Content analysis revealed nine methods of teaching and learning that helped participants develop their 21<sup>st</sup> century skills. Course assignments, projects, laboratory experiments, and research helped to develop the largest number of skills. The methodological contribution is the approach for identifying the methods through which students' 21<sup>st</sup> century skills had developed, and the matching of those methods to the skills they helped develop. Based on the findings, we provide recommendations to instructors, researchers, and policy makers.

---

---

# Perceptions of Technion Alumni and Students on Developing Their 21st Century Skills

Final Report



Reserchers:

Prof. Yehudit Judy Dori

Dr. Rea Lavi

Dr. Marina Tal

Faculty of Education in Science and Technology

Technion, Israel Institute of Technology

June, 2020



**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

# Perceptions of Technion Alumni and Students on Developing Their 21st Century Skills

## Final Report

Prof. Yehudit Judy Dori

Dr. Rea Lavi

Dr. Marina Tal

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



June  
2020