

המקפצה להייטק¹

יעל מזוז הרפז² וזאב קריל³

תמצית העבודה

צבירת הון אנושי רלוונטי לרבים באוכלוסייה העובדת היא המפתח לצמיחה של תעשיית ההייטק. בעבודה זו אנו מאפיינים מהו אותו הון אנושי רלוונטי תוך שימוש בקובץ נתונים מנהלי לכל ילידי 1975-1985. אנו מוצאים כי אוכלוסיית ה- "הייטקיסטים" מאופיינת בשיעורים גבוהים במיוחד של אקדמאים ובמיוחד של בוגרי תארים במדעי המחשב והנדסת חשמל ואלקטרוניקה. זאת כאשר קיים קשר חזק בין למידה של תחום מדעי המחשב עוד בתיכון, לבין הסיכוי להשתלב מאוחר יותר בתחומים הרלוונטיים באקדמיה; וכאשר שיעור הלומדים מדעי המחשב באקדמיה אינו גבוה בהשוואה בינלאומית, דבר שעשוי להסביר את השכר הגבוה במיוחד של מתכנתים בישראל.

כמו כן, אנו מוצאים כי שיעור הנשים והערבים בתעשייה נמוך יחסית, כאשר בפני שתי האוכלוסיות ניצבים חסמים להשתלבות. כך, אנו מוצאים כי ערבים שלמדו את התחומים הרלוונטיים באקדמיה משתלבים בתעשיית ההייטק בשיעורים נמוכים יותר מאשר יהודים שלמדו אותם תחומים; וכי שיעורי הנשים בעלות הכישורים הרלוונטיים הבוחרות ללמוד מדעי המחשב או הנדסת חשמל נמוכים וגם מקרבו, שיעור העובדות בתעשייה נמוך ביחס לשיעור המקביל בקרב גברים. פער זה בין המינים מתרחב ככל שמתקרבים לגיל 40.

אנו אף מוצאים ראיות לכך שחסם כלכלי מונע מילדים בעלי כישורים מתמטיים גבוהים להורים עם הכנסה נמוכה לסיים תואר במדעי המחשב או הנדסת חשמל. זאת כאשר הפער איננו בקבלה או בתחילת הלימודים, אלא נובע משיעורי נשירה גבוהים יותר בקרב סטודנטים מוכשרים להורים ממעמד נמוך.

למרות שעבודה זו היא תיאורית באופייה ואינה מתיימרת להציג קשרים סיבתיים, היא עשויה לסייע בגיבוש מדיניות מושכלת יותר. שכן ההתמקדות בצבירת הון אנושי רלוונטי היא המפתח לגיבוש מדיניות ארוכת טווח שתביא לצמיחה בת קיימא של התעשייה, זאת, בניגוד אולי, לצעדים קצרי טווח שננקטים כדי להפיק יותר ממלאי ההון האנושי הקיים.

מילות מפתח – שכר, הייטק, פרויקט העבודה, השכלה גבוהה, בגרות במתמטיקה, מדעי המחשב

¹ הדעות המופיעות בנייר זה הינן דעות המחברים בלבד, והן אינן משקפות בהכרח את עמדת משרד האוצר ו/או משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים. אנו מודים למיכאל ריטוב על הערותיו המועילות. כמו כן, ליובל פושר, אסטפניה ברזיל, צליל אלוני ואמיר גבעון בעזרה בנייתוח ועיבוד הנתונים.

² תחום תעסוקה עתירת ידע, משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים.

³ אגף הכלכלן הראשי, משרד האוצר.

הקדמה

תעשיית ההייטק היא גורם דומיננטי במיוחד בכלכלה הישראלית, זאת כאשר תוצר ההייטק היווה בשנת 2014 כ- 11.5 אחוזים מסך התוצר במשק. עם זאת, על פי נתוני הלמ"ס שיעור העובדים בתעשייה נותר ללא שינוי בשנים האחרונות, כאשר גורמים רבים בתעשיית ההייטק ובממשלה (ראו דוח "המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית", 2012; דוח "הגדלת היצע כוח אדם מיומן הנדרש לתעשייה עתירת הידע", 2014; הכלכלן הראשי באוצר, 2016) מציינים את המחסור בהון אנושי מיומן כחסם עיקרי להתפתחות התעשייה, ומכאן לצמיחה של המשק.

בעבודה זו נבחן מלמטה-למעלה את השלבים המאפיינים את הפיכתו של אדם ל- "הייטקיסט". ובמיוחד ננסה לחשוף מהם המיומנויות והכישורים הרלוונטיים להשתלבות בתעשייה, ולזהות חסמים מבניים ואחרים המצמצמים את צבירת ההון האנושי הדרוש להשתלבות.

למרות שעבודה זו היא תיאורית באופייה ואינה מתיימרת להציג קשרים סיבתיים, היא עשויה לסייע בגיבוש מדיניות מושכלת יותר. זאת, שכן ההתמקדות בצבירת הון אנושי רלוונטי היא המפתח בגיבוש מדיניות לצמיחה בת קיימא של התעשייה ושל המשק בכלל. זאת, בניגוד אולי, לצעדים קצרי טווח שננקטים כדי להפיק יותר ממלאי ההון האנושי הקיים. כך למשל, הפחתות מס להשקעה במחקר ופיתוח או לבעלי שכר גבוה עשויים לעודד יזמות והשקעות בטווח הקצר והבינוני, אולם הם צעדים המתמקדים בהפקה של יותר מהמשאבים הקיימים, ולכן עשויים להיות צעדים מוגבלים. למעשה, בהינתן היצע קשיח של כישורים רלוונטיים, ייתכן כי צעדים אלה יביאו לגידול בשכר של אותם בעלי כישורים, ללא הגדלה של היוזמות הטכנולוגיות באופן כללי (ראו לדוגמה Goolsbee, 1998). מנגד, צעדים שיביאו להרחבה של מעגל הכישורונות הרלוונטי עשויים להביא לגידול התעשייה והמשק בכללותו. (Bell ועמיתים, 2016)

בסיס הנתונים

עבודה זו מבוססת על קובץ נתונים משולב עבור ילידי השנים 1975-1985. הקובץ נבנה בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה באמצעות מיזוג קבצים על פי מספרי זהות והועמד לרשותנו בחדר המחקר של הלמ"ס. הקובץ כולל נתונים על בחינות הבגרות (מספר יחידות לימוד וציון בכל מקצוע), הציונים במבחן הפסיכומטרי (לניגשים), אינדיקציה להשתתפות במערכת ההשכלה הגבוהה (תחום ומוסד בכל שנת לימוד), תארים אקדמיים (מוסד ותחום לימוד לכל רמת תואר), נתוני שכר וענף כלכלי (ברמת שתי ספרות) לפרטים ולהוריהם על פי קבצי מס הכנסה ונתונים דמוגרפיים ממרשם האוכלוסין וממפקדי האוכלוסין לשנים 1995 ו- 2008. גיל הפרטים בעת מדידת השכר בשנת 2014 נע בין 29 ל-39, כאשר גיל זה נמצא בספרות כגיל המייצג בצורה טובה יחסית את פוטנציאל השכר של הפרט לאורך כל הקריירה (Haider & Solon, 2006; Böhlmark & Linqvist, 2006).

הקובץ אינו כולל נתונים לגבי השירות הצבאי של הפרטים, ועל כן לא היה ביכולתנו להתייחס להשפעת השירות כחלק מניתוח הנתונים. כמו כן, הקובץ אינו כולל הכנסות הוניות, ומכאן שנתוני הכנסות העובדים בתחום ההייטק עשויים להיות מוטים כלפי מטה, שכן מימוש אופציות נחשב לעיתים כהכנסה הונית. בסה"כ כולל הקובץ נתונים על כ- 1.4 מיליון פרטים, כאשר לצורך הניתוח השמטנו פרטים להם לא קיים נתון לגבי ענף העבודה בשנת 2014 וכן סטודנטים. לכן, מדגם הבסיס לניתוח כלל 910,835 פרטים בסך הכל.

יתר המסמך מאורגן כדלהלן: ראשית, נגדיר את מי מהעובדים במשק ניתן לאפיין כ"הייטקיסט"; שנית, נתאר את המאפיינים של אותה תת קבוצת אוכלוסייה; אחר כך, נבחן את מידת ההשפעה שיש למאפייני רקע שונים על הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט"; ונדון בחסמים להשתלבות של נשים וערבים בתעשייה; לבסוף נסכם ונדון בצעדי מדיניות.

הגדרות

כאמור, בעבודה זו אנו מעוניינים לאפיין את עובדי תעשיית ההייטק. לצורך כך יש לענות על שתי שאלות: אילו מענפי המשק הינם ענפי הייטק? ומי מבין העובדים בענפים הנ"ל יוגדר כ"הייטקיסט"?

בעוד שעשויות להיות מספר הגדרות לתעשייה עתירת הידע ככלל ולתחום ההייטק בפרט (להרחבה ראו את המלצות ועדת המשנה לסיווג רשמי של ענפי ההיי-טק של הלמ"ס), בעבודה זו בחרנו להגדיר את תעשיית ההייטק כמורכבת מהענפים (לפי סיווג 2011) הבאים (רמת שתי ספרות): תכנות מחשבים, ייעוץ בתחום המחשבים ושירותים נלווים; מחקר מדעי ופיתוח; ייצור מחשבים, מכשור אלקטרוני ואופטי; שירותי מידע; ייצור כלי תחבורה והובלה אחרים; ייצור תרופות קונבנציונליות ותרופות הומאופתיות. הלמ"ס מכלילה גם את ענף שירותי תקשורת (66) בתחום ההייטק, אולם בעבודה זו החלטנו (בדומה לפרידמן, 2017) שלא לכלול את הענף, שכן דרכי ההעסקה בו שונות, כמו גם אופי פעילות המתאפיין פחות במחקר ופיתוח.

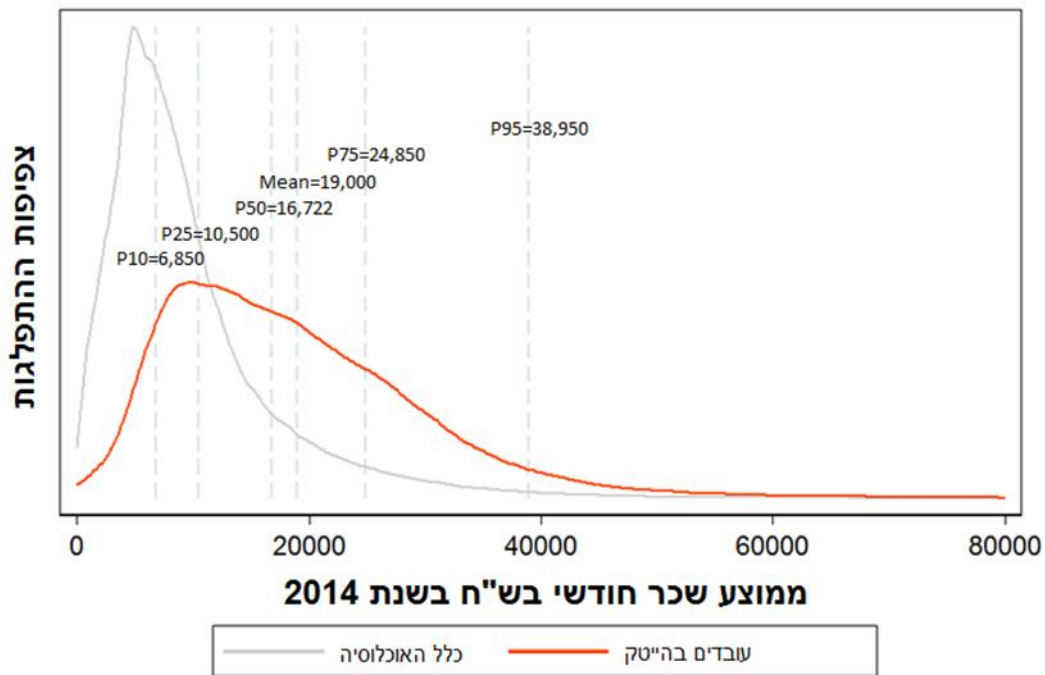
בסך הכל ישנם במדגם 101,819 פרטים העובדים בענפי ההייטק, שהם כ- 11% מסך העובדים במדגם. עם זאת, ברור שלא כל העובדים בענפי ההייטק הם אכן "הייטקיסטים", שהרי רבים מהעובדים בענף אינם לוקחים חלק ישיר בייצור ופיתוח הטכנולוגיות המתקדמות, אלא עובדים במעטפת של התחום (תקציבאים, בתחום משאבי אנוש, אנשי תחזוקה וכדומה). לכן, בחרנו בעבודה זו להגדיר "הייטקיסט" כפרט העובד באחד מענפי ההייטק בשכר שהינו לפחות 16,772 שקלים בחודש (בשנת 2014), שהוא השכר החציוני של העובדים בענפי ההייטק. בחירה בהגדרה זו מביאה לכך שבמדגם 50,510 פרטים שהם "הייטקיסטים", כאשר אלו מהווים 5.6% מסך העובדים.

הבחירה להגדיר עובד כ- "הייטקיסט" באמצעות השכר בלבד נובעת ממגבלת נתונים, שכן אין בקבצים המנהליים מידע לגבי משלח היד (תחום העיסוק בפועל) של העובדים, אלא רק מידע לגבי השכלתם ולגבי הענף בו הם מועסקים. עם זאת, בהינתן שהשכר הוא כנראה הביטוי הטוב ביותר לתרומתו השולית של העובד לארגון, לדידנו זוהי הגדרה מספקת שתאפשר לזהות את הכישורים והמיומנויות להם ביקוש רב יחסית. יתרה מכך, מטרתנו בעבודה זו אינה להבין מי יכול להפוך למתכנת, שאלה שהתשובה לה טמונה בהכשרה ובהשכלה, אלא מי האנשים שמצליחים להפוך לעובדים מבוקשים בעלי תרומה משמעותית לתעשיית ההייטק – כשהשכר הוא האינדיקציה הטובה ביותר לזיהוי עובדים אלו.

מה מאפיין את ה- "הייטקיסטים" – רקע וכישורים

תרשים 1 מציג את התפלגות השכר של כלל העובדים בענפי ההייטק ובכלל האוכלוסייה. שלא במפתיע, מהתרשים עולה ששיעור גבוה של עובדים בענפי ההייטק מרוויח שכר גבוה יחסית. כך למשל, מתוך המרוויחים שכר של לפחות 16,772 שקלים בחודש בכלל האוכלוסייה המדגם (כ-14.8% מהעובדים), כ-41% הם "הייטקיסטים" (כלומר מועסקים בתעשיית ההייטק). זאת כאשר, כפי שצוין מעלה, שיעור העובדים בענפי ההייטק מכלל העובדים עומד על 11% בלבד.

תרשים 1. התפלגות השכר החודשי הממוצע, שנת 2014



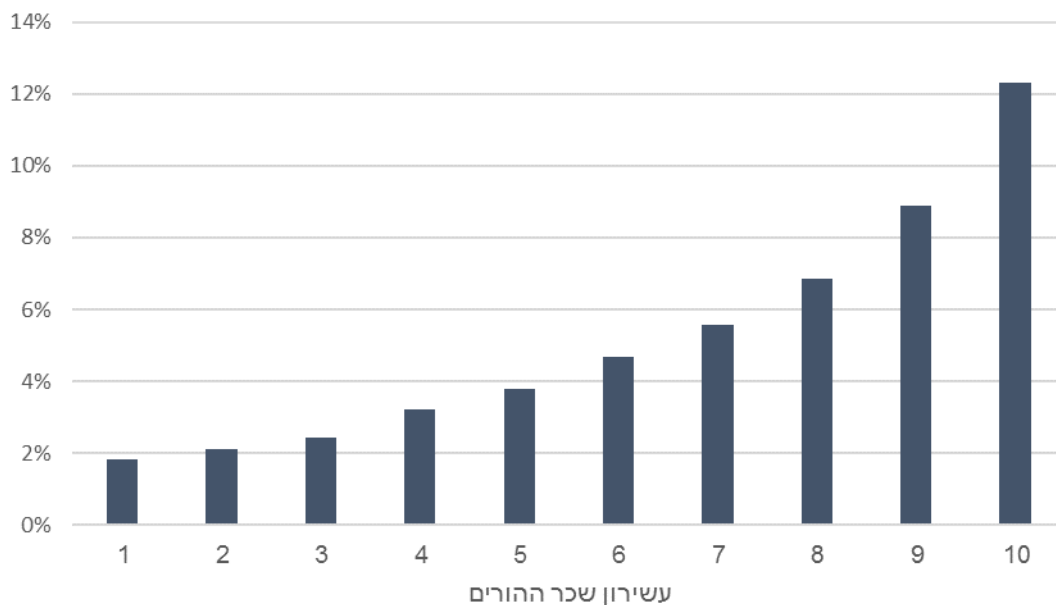
לוח 1 מציג את מאפייני הרקע וההשכלה לשלוש קבוצות באוכלוסייה העובדת: קבוצת ה- "הייטקיסטים", עובדים בתעשיית ההייטק שאינם "הייטקיסטים" (בעלי שכר נמוך מהחציון) ושאר העובדים במשק. מהלוח עולה כי ה- "הייטקיסטים" מאופיינים ברקע משפחתי חזק יחסית, דבר המתבטא בשנות ההשכלה ובשכר ההורים. כמו כן, עולה מהלוח כי שיעור גבוה מבין ה- "הייטקיסטים" הם בעלי בגרות ברמת 5 יחידות במתמטיקה.

לוח 1. מאפייני רקע והשכלה

מספר תצפיות	שכר חודשי ממוצע	אחוזון שכר של ההורים	שנות השכלת אם	שנות השכלת אב	בעלי בגרות ברמת 5 יח' מתמטיקה	בוגרי תואר ראשון לפחות	
50,911	10,334	58.7	12.9	13	12.30%	41.4%	עובדים בענפי ההייטק - לא "הייטקיסטים"
50,908	27,610	68.5	13.7	13.9	31.10%	74.9%	עובדים בענפי ההייטק - "הייטקיסטים"
859,299	8,765	50.5	11.7	12	5.10%	28.3%	שאר העובדים במדגם

תרשים 2 מציג בצורה מפורטת יותר את הקשר בין שכר ההורים לסיכוי להשתייך לקבוצת ה-"הייטקיסטים". מהתרשים עולה קשר חיובי ברור וחזק, ובמיוחד בחלק הימני של התפלגות שכר ההורים. כך, בעוד הסיכוי של ילד להורים ששכרם המצרפי הוא בעשירון העליון של ההתפלגות להיות "הייטקיסט" עומד על כ- 12%, הסיכוי של ילד להורים ששכרם המצרפי הוא בעשירון החמישי הוא כ- 3.8% ובעשירון התחתון כ- 1.8%. קשר זה אינו ייחודי להייטק כמובן, שכן באופן כללי קיים קשר חיובי בין שכר הילדים לשכר הוריהם. תיבה 1 שבהמשך המסמך מרחיבה על הקשר בין שכר ההורים והסיכוי להשתלב במקצועות הרלוונטיים להייטק באקדמיה.

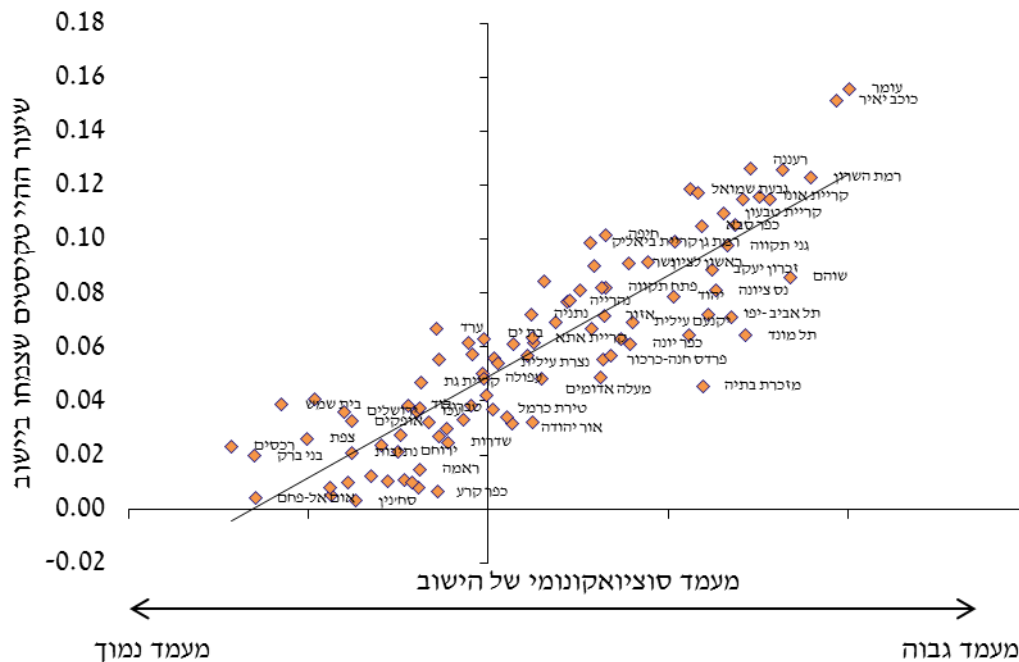
תרשים 2. הקשר בין שכר ההורים והסיכוי להפוך ל-"הייטקיסט"



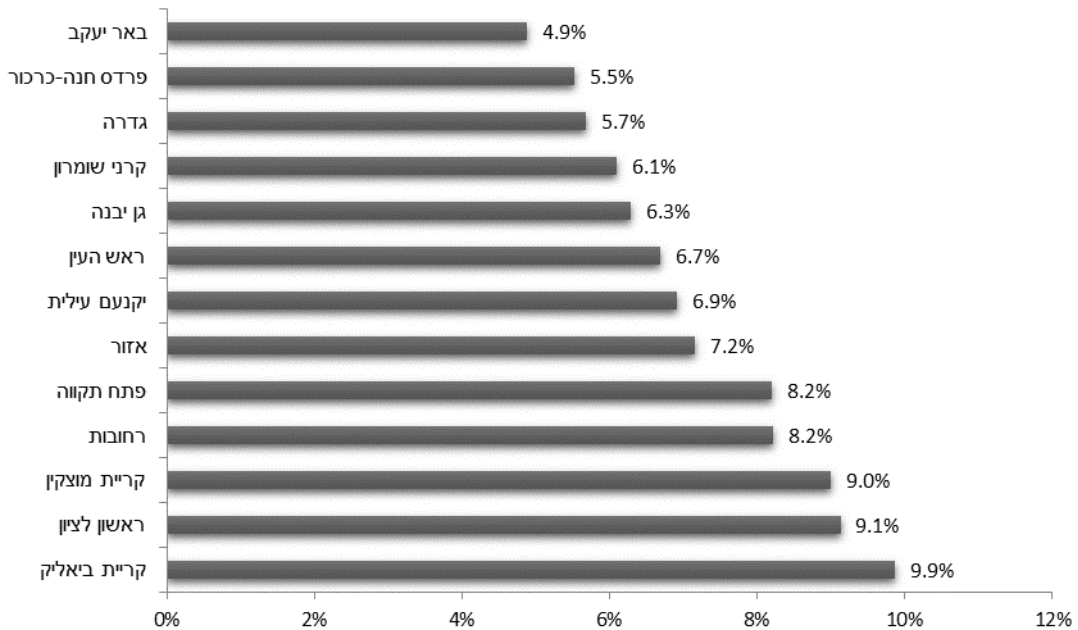
שונות נוספת היא השונות הגיאוגרפית. תרשים 3 מציג את שיעור ה- "הייטקיסטים" שגדלו ביישובים שונים בישראל (ישוב הפרט נדגם בהיותו בן 17), כאשר היישובים מסודרים משמאל לימין על פי המעמד הסוציאקונומי של הישוב. כפי שלימד גם התרשים הקודם, יש קשר ברור בין מעמד סוציאקונומי (הפעם ברמת הישוב) לבין הסיכוי להשתלב בהייטק בשכר גבוה.

עם זאת, יש לשים לב גם לשונות הקיימת בין יישובים במעמד סוציו-אקונומי דומה. כך למשל, תרשים 4 מציג את שיעור ה- "הייטקיסטים" שגדלו ביישובים במעמד סוציו-אקונומי 6. בתרשים נראית שונות גדולה יחסית בשיעור ה- "הייטקיסטים", זאת כאשר שיעור ה- "הייטקיסטים" שגדלו ביישובים כמו ראשון לציון וקריית ביאליק גבוה משמעותית מהשיעור המקביל בבאר יעקב ופרדס חנה. ניתן הסיבות לשונות הרבה בין היישובים בישראל חורג ממטרת עבודה זו, אך הוא בהחלט עשוי להיות מעניין למחקר המשך בנושא.

תרשים 3. שיעור ההייטקיסטים לפי יישוב מגורים בגיל 17 ומעמד סוציאקונומי של היישוב

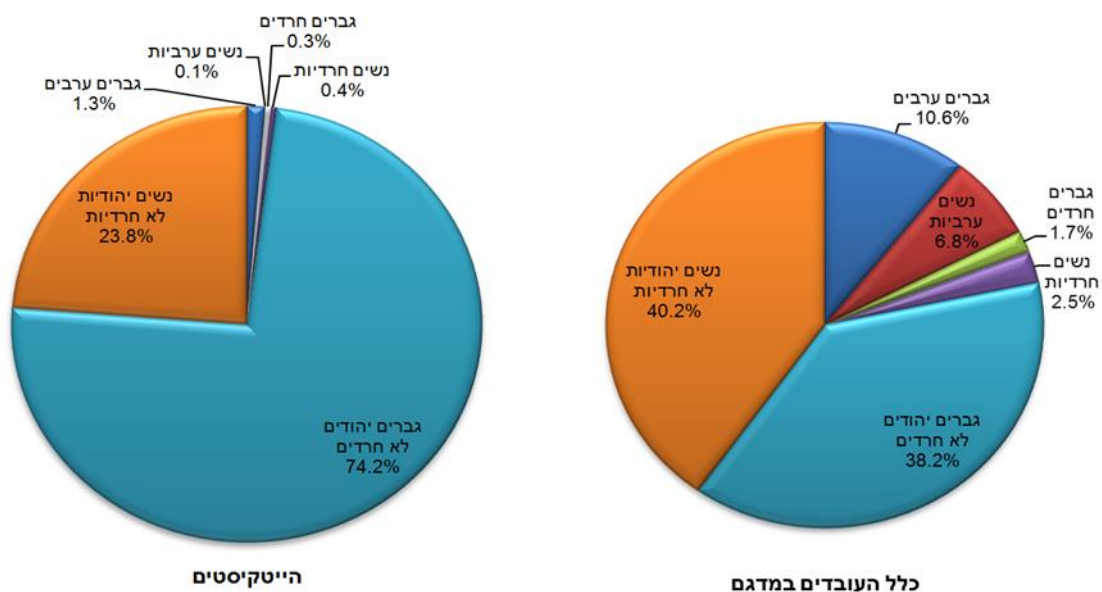


תרשים 4. שיעור ה-"הייטקיסטים" שגדלו בישובים ממעמד סוציו-אקונומי דומה (דרגה 6)



דרך נוספת לאפיין את ה-"הייטקיסטים" היא על פי קבוצות אוכלוסייה, מגדר וארץ מוצא. תרשים 5 מציג את שיעור הנשים והגברים היהודים שאינם חרדים, שיעור הערבים ושיעור החרדים בקרב ה-"הייטקיסטים" (תרשים פאי שמאל) ובקרב כלל העובדים במדגם (תרשים פאי ימני). השוואה בין שני התרשימים מאפשרת לבחון את המגוון (ולמעשה, חוסר המגוון) בהייטק, לעומת המגוון בשוק העבודה באופן כללי. בתרשימים קל להבחין בשיעור הגבוה מאוד של גברים יהודים לא חרדים העובדים בתחום ומיעוט הנשים, הערבים והחרדים לעומת ייצוגם בקרב כלל העובדים.

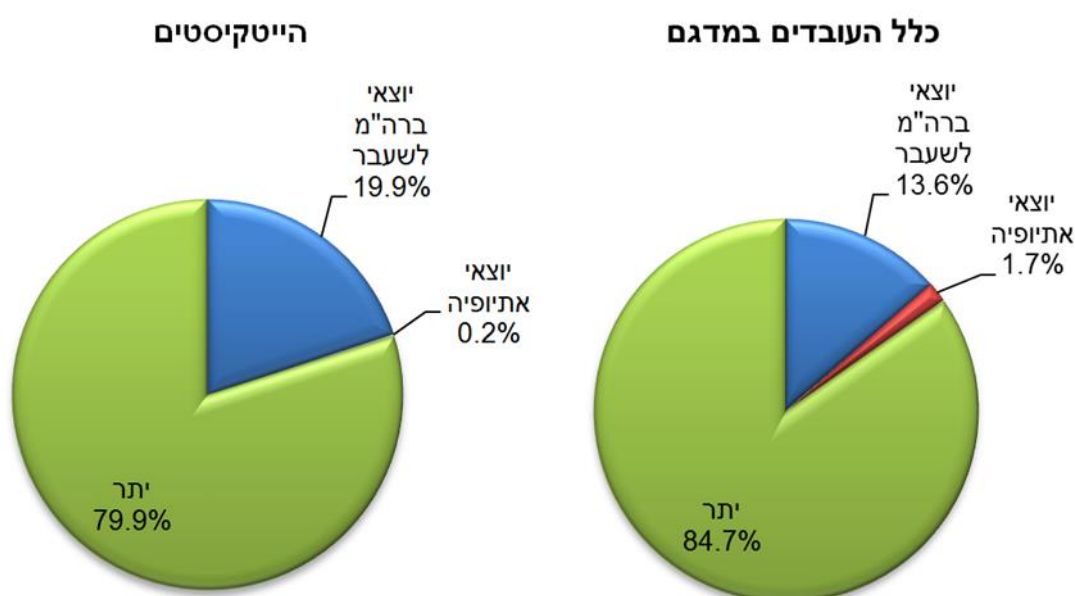
תרשים 5. פילוח העובדים במדגם וה-"הייטקיסטים", לפי קבוצות אוכלוסייה



באופן דומה תרשים 6 מציג את התפלגות העובדים בהייטק ובאוכלוסיית המדגם בחלוקה ליוצאי ברה"מ, יוצאי אתיופיה ושאר האוכלוסייה. מהתרשים ניתן להבחין כי שיעור יוצאי ברה"מ בקרב ה- "הייטקיסטים" גבוה בכ- 40% משיעורם באוכלוסיית המדגם. ממצא זה משתלב עם הניתוח של פניגר, איילון ומקדוסי (2013) שהראו שליוצאי ברה"מ לשעבר יש את הסיכוי הגבוה ביותר ללמוד בתכניות אקדמיות המובילות להכנסה הגבוהה ביותר בשוק העבודה, דוגמת הנדסה, כאשר - כפי שנראה בהמשך - יש קשר חזק בין תחום הלימוד באקדמיה לסיכוי להשתלב בתעשייה.

כמו כן, התרשים מבליט את שיעורם הנמוך של יוצאי אתיופיה מקרב ה- "הייטקיסטים" – כחמישית משיעורם באוכלוסייה העובדת. סביר כי שיעור נמוך זה נובע בעיקר ממוכנות נמוכה יותר ללימודים אקדמאים. כך למשל, באוכלוסייה הנחקרת שיעור בעלי בגרות ברמת 5 יחידות לימוד במתמטיקה מקרב יוצאי אתיופיה שלהם תעודת בגרות עומד על 2.3%,⁴ זאת כאשר השיעור בשאר האוכלוסייה עומד על 21.2%.⁵

תרשים 6. שיעור יוצאי אתיופיה וחבר העמים לשעבר מכלל ה- "הייטקיסטים"



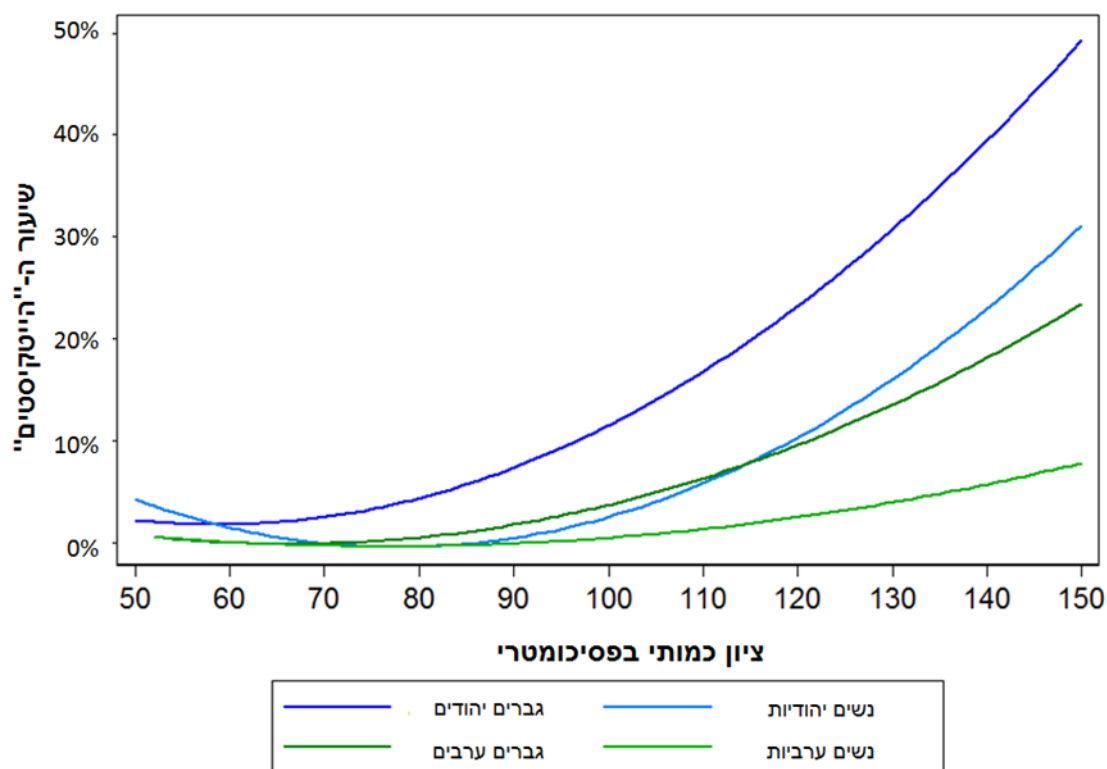
נבחן כעת מהו הקשר בין רמת המוכנות של הפרט ללימודים אקדמיים, כפי שמשתקפת בציון הכמותי בבחינה הפסיכומטרית, לבין הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט". קשר זה חשוב במיוחד, שכן מעבר לרמת המוכנות ללימודים, ניתן לראות בציון הפסיכומטרי גם כאומדן ליכולות (המולדות והנרכשות בגילאים הצעירים) של הפרטים השונים. תרשים 7 מציג את הקשר בין הציון הפסיכומטרי לבין הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט" בחלוקה לגברים, נשים, ערבים ויהודים.

⁴ שיעור יוצאי אתיופיה מקרב המדגם שנבחנו ברמת 5 יח"ל מתמטיקה (לעומת בעלי בגרות) עומד על 1.78%, וזאת לעומת שיעור נבחנים ברמת 5 יח' של 17.59% בקרב יתר האוכלוסייה.

⁵ כאשר קיים קשר חזק בין בגרות מורחבת במתמטיקה לסיכוי להתקבל וללמוד מקצועות הייטק בהשכלה הגבוהה ולהיות "הייטקיסט".

בעוד שקיים קשר חיובי חזק יחסית בין הציון הכמותי בפסיכומטרי לבין הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט" בקרב גברים יהודים, הקשר חלש בהרבה בקרב ערבים ונשים. כך, בקרב גברים יהודים עם ציון פסיכומטרי כמותי קרוב למקסימלי (סביב ה- 150 נקודות), הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט" עומד על כמעט 50% ; כאשר לנשים יהודיות הנתון המקביל הוא כ- 30% ; לגברים ערבים 28% ; ולנשים ערביות הנתון עומד על פחות מ- 10%. במילים אחרות, הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט" עולה ככל שהיכולות, ובמיוחד היכולות המתמטיות של הפרט, גבוהות יותר (משתקף גם בבחינת הלומדים 5 יח' מתמטיקה), אולם היכולות אינן משקפות את כל הסיפור.

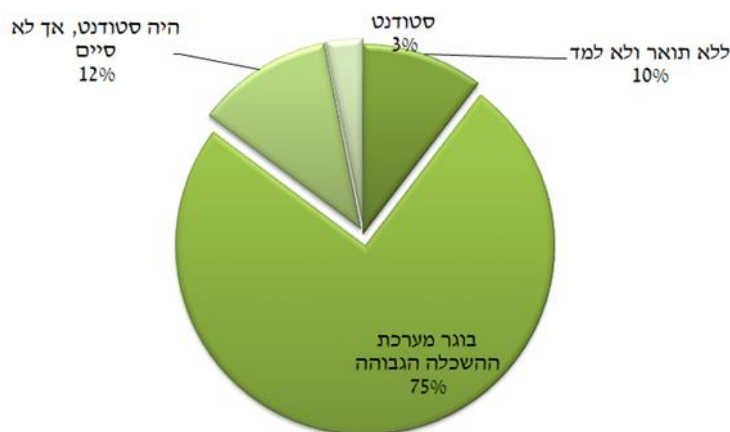
תרשים 7. הקשר בין הציון בחלק הכמותי בבחינה הפסיכומטרית והסיכוי להיות "הייטקיסט"



הפער בין נשים לגברים לבין ערבים ליהודים מלמד כי חלק מהפערים בסיכויי ההשתלבות בתעשייה נובעים גם מחסמים כמו סטראוטיפים מגדריים, מחסור בדמויות חיקוי, מיעוט בקשרים בתעשייה וכיוצא ב (ראו למשל Kahn & Ginther, 2017). לתובנה זו משמעות רבה למדיניות, שכן במקביל למאמצים לשפר את המוכנות של כלל הצעירים הישראלים ללימודים האקדמיים, אם באמצעות שיפור מערכת החינוך ואם באמצעים אחרים ; גם לכלי מדינות ספציפיים שימוקדו בהסרת חסמים להשתלבות של אותן קבוצות בתעשייה, עשויה להיות תרומה להרחבת ההון האנושי הרלוונטי. באופן כללי יותר, לצעדים אלה גם עשויה להיות תרומה לשיפור הקצאת המקורות במשק ומכאן לצמיחה ולפריון. Hsieh ועמיתיו (2013) למשל, טוענים כי 15%-20% מהצמיחה בפריון לעובד בארה"ב מאז שנות ה-60 נבעה משיפור בהקצאת הכישרונות על ידי צמצום הסרגציה בשוק העבודה בין שחורים ללבנים ובין נשים לגברים.

בכל הנוגע לרכישת השכלה, מבין ה- "הייטקיטיסטים" 75% הם אקדמאים, ואילו 22% הם אינם בוגרי תואר (3% הנותרים הם עודם סטודנטים) – אם מכיוון שלא השלימו את לימודיהם, אם מכיוון שרכשו השכלה אקדמית בחו"ל (נתוני ההשכלה כוללים רק את הלומדים בישראל) ואם מכיוון שכלל לא פנו למערכת ההשכלה הגבוהה (תרשים 8). נדגיש כי בהשוואה ליתר העובדים במשק בעלי שכר גבוה (מעל השכר החציוני בהייטק- 16,772 ש"ח) מדובר בשיעורים גבוהים יחסית של אקדמאים, וזאת בניגוד אולי לסברה הרווחת שרבים מבין העובדים בהייטק אינם פונים להשכלה גבוהה, אלא רוכשים את הכישורים הרלוונטיים לגמרי בעצמם, או בזמן השירות הצבאי. כך, מקרב הלא "הייטקיטיסטים" בעלי שכר גבוה, שיעור העובדים שאינם בוגרי תואר עומד על 43%, כמעט פי שניים משיעורם בקרב ה- "הייטקיטיסטים".

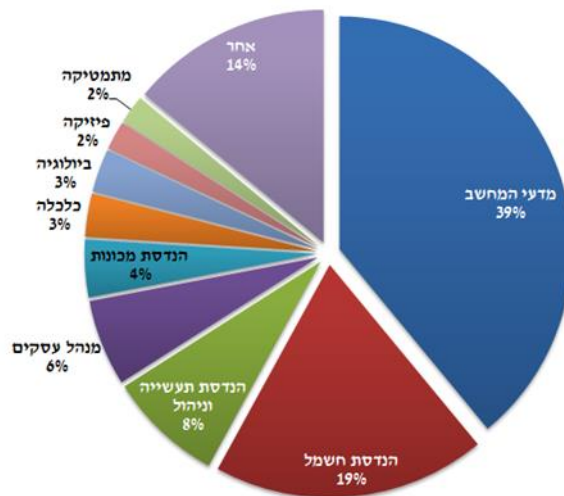
תרשים 8. התפלגות רמת ההשכלה בקרב ה- "הייטקיטיסטים"



מבין ה- "הייטקיטיסטים" האקדמאים, 70.2% הם בוגרי תארים מהאוניברסיטאות השונות ואילו 29.8% הם בוגרי מכללות (21% במכללות המתוקצבות ו-8.75% במכללות שאינן מתוקצבות). התואר הנפוץ ביותר בקרב ה- "הייטקיטיסטים", ובפער ניכר, הוא תואר במדעי המחשב (כולל הנדסת מחשבים או תוכנה), ולאחריו תואר בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה (תרשים 9) (להלן יחד: "מקצועות ההייטק"). מבין כלל בוגרי "מקצועות ההייטק" במדגם, ללא תלות בענף התעסוקה שלהם, 60% הם בוגרי האוניברסיטאות (יורחב בהמשך).

עוד בולט מהתרשים הוא השיעור הנמוך יחסית של בוגרי תואר בביולוגיה מבין ה- "הייטקיטיסטים", זאת למרות ש-70% מלומדי ביולוגיה לומדים באוניברסיטאות והציון הפסיכומטרי הממוצע של לומדי התחום גבוה יחסית ודומה לציון הממוצע של הלומדים הנדסה (קריל, גבע ואלוני, 2016). מיעוט הביולוגים מקרב ה- "הייטקיטיסטים" מתיישב גם עם נתונים אחרים המצביעים על גודלו הקטן יחסית של שוק הביוטכנולוגיה בישראל (הייטק הממוקד בפיתוחים ביולוגיים), כאשר על פי נתוני הלמ"ס, סך העובדים בתעשייה הנ"ל עמד, נכון לשנת 2013, על כ-6,300 עובדים בלבד (למ"ס, 2015).

תרשים 9. התפלגות תחומי הלימוד של ה- "הייטקיסטים"



תיבה 1: על הקשר שבין המעמד הכלכלי והנגישות ל- "מקצועות ההייטק" באקדמיה

אחד החסמים לצבירת הון אנושי רלוונטי עשוי להיות חסם כלכלי. שהרי בהינתן שוק הון שאינו משוכלל לחלוטין, ילדים להורים ממעמד נמוך המקבלים פחות סיוע מההורים לרכישת התואר, עשויים לבחור מקצועות אקדמיים פחות תובעניים אשר יאפשרו להם לעבוד במקביל ללימודים. בנוסף, גם אם אותם ילדים להורים ממעמד נמוך כן בחרו ללמוד את אותם מקצועות, ייתכן שהקושי לשלב לימודים ועבודה יגרור שיעורי נשירה גבוהים יותר בקרבם. כמו כן, בהינתן שהסבירות שההורים (או האחים) של אותם ילדים הינם אקדמאים/"הייטקיסטים" נמוכה יותר, אזי לילדים אלה פחות דמויות לחיקוי ואולי גם פחות מידע לגבי היתרונות שבלמודי התחומים הרלוונטיים. בתיבה זו נבחן אם קיימות עדויות אמפיריות לחסם הכלכלי המתואר לעיל.

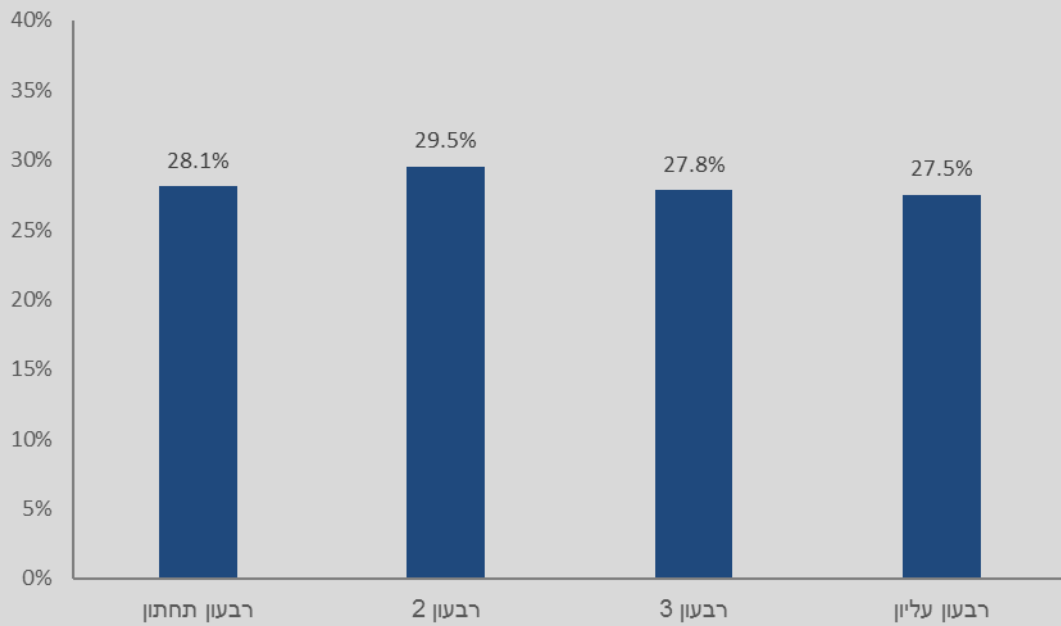
ממצא ראשון הוא כי בהינתן רמת כישורים מתמטיים גבוהים, שיעור המתחילים (תלמידי שנה א') ללמוד "לימודי ההייטק" באקדמיה אינו עולה עם העלייה בהכנסות ההורים, כפי שמשקף בתרשים 1. כלומר, איננו מוצאים קשר בין שכר ההורים והסיכוי ללמוד את המקצועות הרלוונטיים. בתרשים מוצג שיעור המתחילים ללמוד את התחומים הנ"ל מקרב גברים יהודים שהציון הפסיכומטרי הכמותי שקיבלו עמד על 120⁶ לפחות (מתוך סקאלה של 50-150), וזאת כתלות ברבעון ההכנסה של ההורים. ההתמקדות בגברים יהודים נובעת מהרצון לבחון את השפעת הכנסת ההורים ולא השפעות תרבותיות, חברתיות ואחרות הקשורות לבחירת מקצועות הלימוד באקדמיה (ראו תיבות 2 ו-3 להעמקה בבחירותיהם של נשים ושל ערבים ללמוד את "מקצועות ההייטק").

העובדה שאיננו מוצאים השפעה ישירה לשכר ההורים על הסיכוי לבחור ללמוד את מקצועות ההייטק, אינה מלמדת כי למעמד הסוציאקונומי אין השפעה על הסיכוי להשתלב בתחום, שכן קיים קשר חזק בין המעמד הכלכלי של הפרט לבין המוכנות האקדמית המתבטאת, בין היתר, בציון

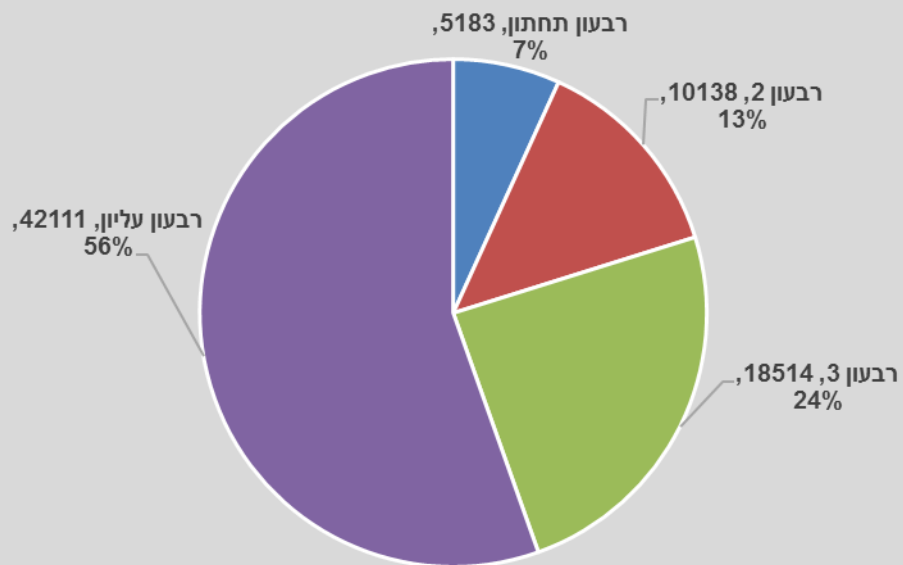
⁶ אחוזון 75 פחות או יותר. כלומר, כ- 75 אחוזים מהנבחנים מקבלים ציון נמוך יותר ו- 25 אחוזים ציון גבוה יותר.

הפסיכומטרי ובבגרויות (תרשים 2). כך, כ-80% מסך בעלי הציונים הגבוהים הם ילדים להורים מהחציון העליון. לכן, נראה שעל מנת לשלב יותר ילדים להורים ממעמד כלכלי נמוך בתעשיית ההייטק, ובכך לתרום למוביליות החברתית כלפי מעלה, כדאי למקד את ההשקעה בגילאים הצעירים. השקעה זו (למשל, על ידי תקצוב דיפרנציאלי במערכת החינוך) עשויה לתרום למוכנות האקדמית של אותם ילדים, להעלות את ציוני הבגרויות והפסיכומטרי שלהם, ובכך לשפר את סיכוייהם להשתלב במקצועות האקדמיים היוקרתיים והרווחיים ביותר.

תרשים א1. שיעור לומדי מקצועות ההייטק בקרב סטודנטים יהודים בעלי פסיכומטרי כמותי גבוה מ-120, כתלות ברבעון שכר ההורים



תרשים א2. גברים יהודים בעלי פסיכומטרי כמותי גבוה מ- 120, בחלוקה לפי שכר ההורים

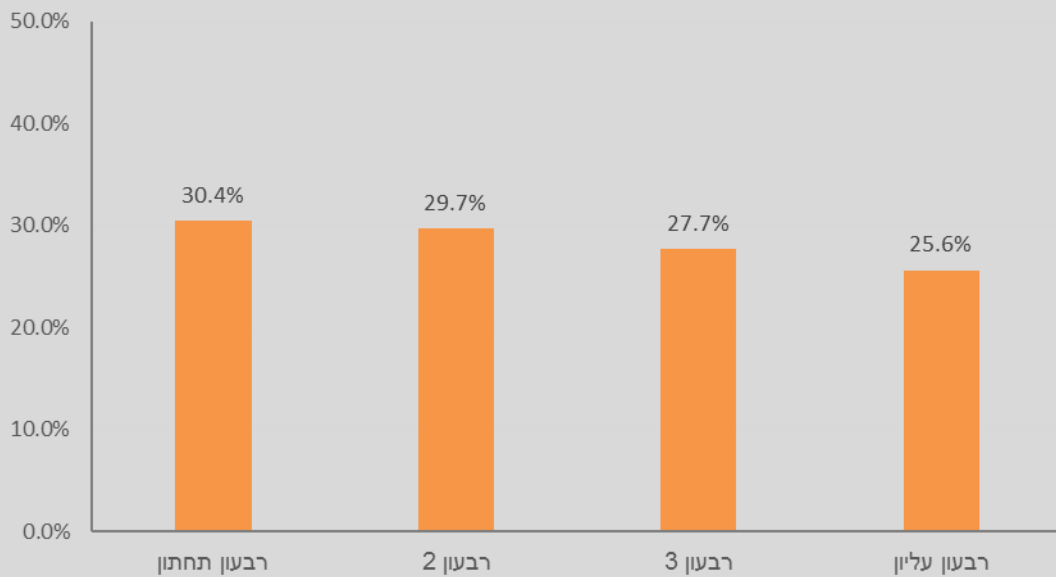


כאמור, השפעה נוספת שעשויה להיות לשכר ההורים היא ההשפעה על שיעורי הנשירה מהמקצועות הרלוונטיים. ואכן, כפי שמראה תרשים א3, שיעור הנשירה⁷ מהתארים הנ"ל, בקרב סטודנטים שהוריהם בעלי שכר גבוה יחסית, נמוך מהשיעור המקביל בקרב סטודנטים שהוריהם ממעמד כלכלי נמוך יותר. כך, שיעור הנשירה בקרב סטודנטים להורים "עניים" יחסית גבוה פי 1.19 מהשיעור המקביל לסטודנטים להורים "עשירים".

⁷ מוגדר כפרט אשר התחיל ללמוד תואר במדעי המחשב או הנדסת חשמל במוסד מסוים ואשר אין נתון המצביע על כך שאותו פרט סיים את התואר הנ"ל.

נציין כי מבין אלה שהוגדרו כ"נושרים", רבים יחסית (כ- 50%) למדו את המקצועות הרלוונטיים למעלה משנתיים, ובכל זאת הם לא סיימו את התואר. כלומר, ייתכן והנשירה של חלק מהסטודנטים היא נשירה מרצון, אם בשל תעסוקה בזמן הלימודים ואם בשל גורמים אחרים.

תרשים א3. שיעורי הנשירה מלימודי ההייטק, כתלות בשכר ההורים



למרות המוצג בתרשים א3, מאפיינים נוספים עשויים להשפיע על הסיכוי לסיים תואר בתחומים הרלוונטיים. לכן, לוח א1 מציג תוצאות של אמידה בעזרת רגרסיה לוגיסטית בה נבחן מה הסיכוי שפרט (המדגם כלל רק גברים יהודים בעלי פסיכומטרי כמותי גבוה מ-120) שהתחיל ללמוד את מקצועות ההייטק במוסד מסוים, יסיים את לימודיו, זאת כתלות בשכר ההורים ולאחר פיקוח על שנת הלידה, הציונים בפרקים השונים בבחינה הפסיכומטרית, מספר יחידות הברורות במתמטיקה קבוצת האוכלוסייה אליה הפרט משתייך (ערבים, יוצאי ברה"מ לשעבר, יוצאי אתיופיה וכיוצ"ב), סוג מוסד הלימוד ורמת ההשכלה של הורי הפרט.

מהלוח עולה כי לאחר פיקוח על כלל המשתנים שצוינו, הסיכוי של סטודנטים להורים מהרבעון העליון לסיים את הלימודים גבוה, באופן מובהק, מהסיכוי המקביל של סטודנטים להורים מהרבעון הראשון. כלומר, קיימת אינדיקציה לכך שלשכר ההורים כשלעצמו ("החסם הכלכלי") השפעה ישירה על הסיכוי לסיים את הלימודים. הסיכוי של סטודנטים להורים מהרבעון השלישי גם הוא גבוה מהסיכוי של סטודנטים להורים מהרבעון הראשון, אולם הבדל זה אינו מובהק סטטיסטית. ייתכן והשפעת "החסם הכלכלי" ממותנת יחסית בזכות קיומה של מערכת תמיכה (ממשלתית או פילנטרופית) המסייעת לבני המעמד הנמוך, בעלי כישורים גבוהים, במהלך הלימודים.

יצוין כי בקובץ עליו נערך הניתוח לא קיימים נתונים לגבי הציונים שמקבלים הסטודנטים במהלך התואר, כאשר ייתכן ובנוסף לסיכוי להשלים את התואר, גם משתני תוצאה אחרים מושפעים משכר ההורים.

לוח א1. יחס הסיכויים^א לסיים לימודים (1 פחות שיעור הנשירה) במקצועות ההייטק

רבעון תחתון = 1

(4)	(3)	(2)	(1)	
1	1.01	1.01	1.03	רבעון 2
(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	
1.11	1.11	1.12	1.13*	רבעון 3
(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	
1.22***	1.22***	1.25***	1.26***	רבעון עליון
(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	
				פיקוח על:
כן	כן	כן	כן	שנתון לידה
כן	כן	כן	לא	פסיכומטרי ^ב
כן	כן	כן	לא	קבוצת אובלוסייה
כן	כן	לא	לא	יח' בגרות במתמטיקה
כן	לא	לא	לא	רמת השכלת הורים
כן	לא	לא	לא	סוג מוסד הלימודים
17,686	17,686	17,686	17,686	מספר תצפיות

^א יחס של 1 מבטא חוסר השפעה של רבעון שכר ההורים על הסיכוי לסיים את הלימודים בתארי ההייטק וזאת ביחס לילדים להורים מהרבעון התחתון, מהווים את נקודת הייחוס להשוואה. יחס נמוך מ-1 מבטא השפעה שלילית של שכר ההורים ויחס גבוה מ-1 מבטא השפעה חיובית של מעמד ההורים. מהלוח עולה כי הסיכוי של פרט להורים מהרבעון העליון לסיים גבוה פי 1.26 מפרט להורים מהרבעון הראשון ללא פיקוח על משתני רקע נוספים (העמודה הראשונה בלוח), ושאתרי הפיקוח ההשפעה של רבעון העליון של שכר ההורים עומדת על 1.22 והינה מובהקת.

^ב הציון בשלושת הפרקים בבחינה הפסיכומטרית הוכנסו בנפרד.

(*) רמת מובהקות של 90%, (**) רמת מובהקות של 95%, (***) רמת מובהקות של 99%.

לסיכום, לא נראה כי חסם כלכלי הוא גורם ישיר ודומיננטי במיעוט היחסי של בני המעמדות הנמוכים המתחילים ללמוד את התארים "המסלילים" להשתלבות בתעשיית ההייטק. מנגד, מהניתוח כן עולה בבירור כי רמת המוכנות של ילדים להורים מהעשירונים התחתונים לאקדמיה נמוכה ביחס לזו של בני המעמדות הגבוהים. מכאן נובע כי אתגר המדיניות המרכזי הוא לאפשר ליותר ילדים להורים ממעמד נמוך נגישות ועזרה בלימודים כבר בגילאים הצעירים.

עוד עולה מהניתוח שלהכנסת ההורים השפעה על שיעורי הנשירה, זאת כאשר סטודנטים להורים ממעמד נמוך נוטים לנשור מהלימודים בשיעורים גבוהים יותר מאשר סטודנטים, בעלי כישורים דומים, שהוריהם ממעמד כלכלי גבוה. מכאן נובע כי תמיכה רבה יותר (כספית או אחרת) במהלך הלימודים לסטודנטים מוכשרים ממעמד נמוך, עשויה להיות חיובית הן לפרטים עצמם והן למשק בכללותו, שכן היא עשויה להביא לגידול במספר הבוגרים ב-"תארי ההייטק".

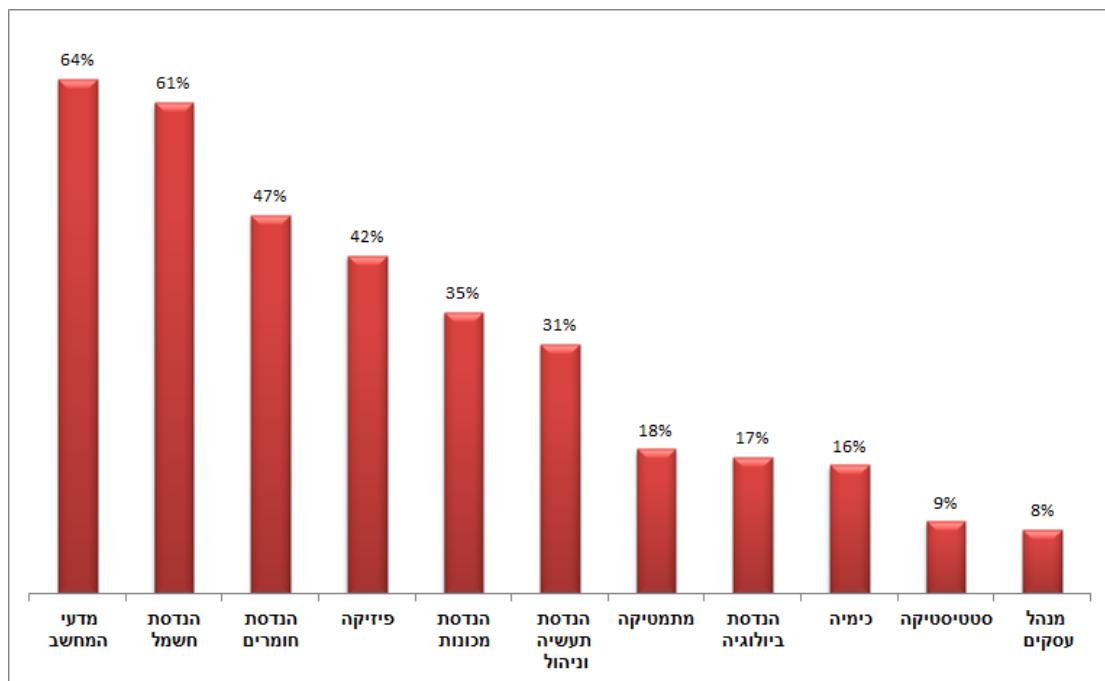
עם זאת, יש להביא בחשבון שהיקף ההשפעה של תמיכה באותם סטודנטים מוכשרים שהוריהם ממעמד נמוך עשוי להיות מוגבל. כך, אם נניח שמתוך 4,600 המסיימים ללמוד את מקצועות ההייטק בשנת תשנ"ה, כ-322 (7%) הם ילדים להורים ממעמד נמוך (הורים מהרבעון התחתון), וכי תמיכה כספית באותם סטודנטים תביא לשיעור מסיימים הגבוה בכ-11% מהשיעור הקיים (בדומה לסיכויי סיום התואר של סטודנטים להורים מרבעון ההכנסות השלישי); אזי כמות בוגרי המקצועות הרלוונטיים תגדל בכ-35 בוגרים בשנה.

מה הם תחומי הלימוד האקדמיים ש"הופכים" עובד ל- "הייטקיסט"?

עד כה הוצג אפיון העובדים בתעשיית ההייטק, וספציפית של ה- "הייטקיטים". כעת, נפנה לנתח את הקשרים שבין מאפייני הפרטים השונים ובעיקר בחירותיהם ההשכלתיות, לבין הסיכוי להפוך ל- "הייטקיט".

מבחינת רכישת כישורים ספציפיים, נראה כי על מנת להפוך ל"הייטקיט" כדאי לפרט ללמוד תואר במדעי המחשב, הנדסת מחשבים, הנדסת תוכנה, הנדסת חשמל או אלקטרוניקה (כאמור – מקצועות ההייטק). כפי שעולה מתרשים 10, מעל 60% מהלומדים מקצועות אלו במערכת ההשכלה הגבוהה הצליחו להשתלב בהייטק בחציון העליון של התפלגות השכר, כלומר הפכו ל- "הייטקיטים". לעומתם, רק כ-17% ממי שלמד הנדסת ביולוגיה ו-16% ממי שלמד כימיה הפך ל- "הייטקיט".

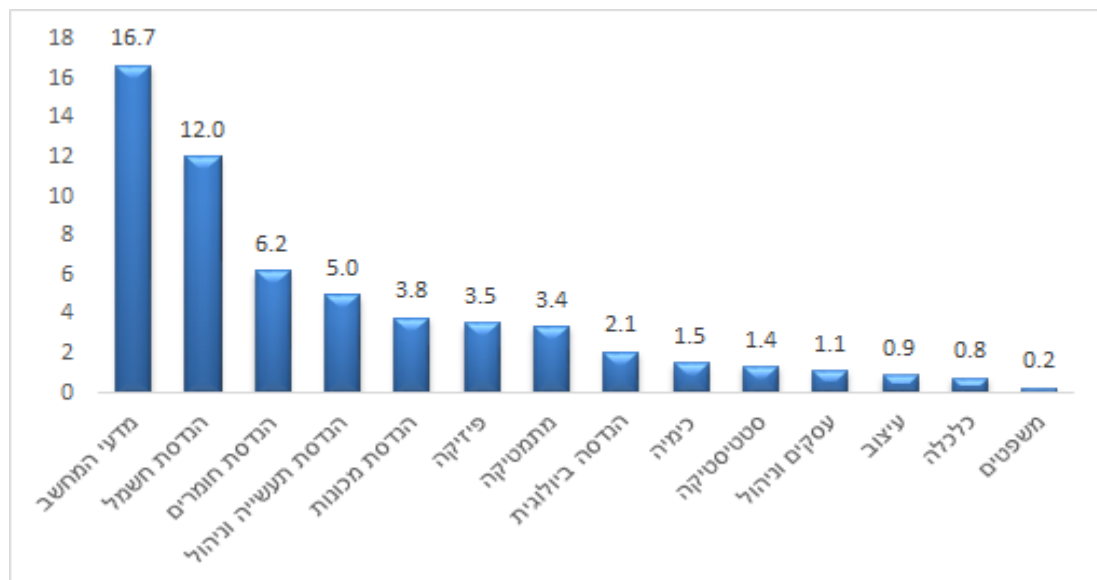
תרשים 10. שיעור ה- "הייטקיטים" מקרב בוגרי תחומי הלימוד השונים באקדמיה



ללא שליטה על מאפיינים אחרים, נדמה כי אין הבדל משמעותי בין בחירה בלימודי מדעי המחשב לעומת הבחירה בלימודי הנדסת חשמל מבחינת הסיכוי להפוך ל- "הייטקיט", אולם לא כך הדבר. זאת, שכן הלומדים מדעי המחשב שונים במספר פרמטרים מהלומדים הנדסת חשמל (לדוגמא, בשיעור הלומדים מאוכלוסיות הנמצאות בתת ייצוג בתעשיית ההייטק) ואי לקיחת הדבר בחשבון עשויה להטות את הניתוח. ואכן, ניתוח באמצעות רגרסיה המנכה את השפעת מאפייני הרקע של הלומדים את המקצועות הללו (כגון מגדר, מגזר, ציון פסיכומטרי, השכלת הורים וכו'), מעלה כי הבחירה בלימודי מדעי המחשב מעלה באופן ניכר את הסיכוי להפוך ל- "הייטקיט", גם בהשוואה להנדסת חשמל.

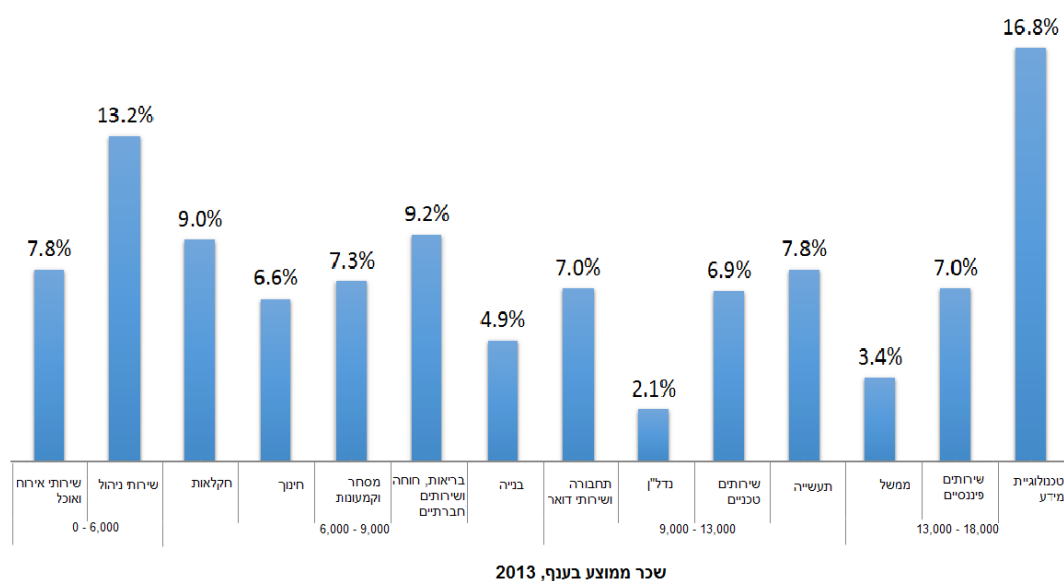
תרשים 11 מציג את תוצאות הרגרסיה הני"ל באמצעות הצגת יחס הסיכוי להשתלב בתעשיית ההייטק כתלות בתחום הלימוד באקדמיה. את הרגרסיה הרצנו רק על בוגרי מערכת ההשכלה הגבוהה מבין ילידי 1985-1979 שכן לגביהם נתוני ההשכלה שבקובץ מפורטים יותר (219 אלף תצפיות בסה"כ). היחס מבטא פי כמה גדולה ההסתברות של פרט להיות "הייטקיסט" אם למד תחום מסוים, כשכל שאר המשתנים קבועים. יחס של 1 מבטא חוסר השפעה של התחום ביחס ללימודי ביולוגיה שנבחרו לשמש כנקודת הייחוס, יחס נמוך מ-1 מבטא השפעה שלילית של תחום הלימוד ויחס גבוה מ-1 מבטא השפעה חיובית של תחום הלימוד. מהתרשים עולה כי הסיכוי של פרט שלמד מדעי המחשב להפוך ל-"הייטקיסט" גבוה פי כמעט 17 מפרט שלמד ביולוגיה, ופי כמעט 1.4 ביחס למי שלמד הנדסת חשמל.

תרשים 11. יחס הסיכויים – הסיכוי שפרט שלמד תחום מסוים יהפוך ל-"הייטקיסט", ביחס למי שלמד ביולוגיה (ילידי 1985-1979); בפיקוח על מגדר, מגזר, ציון פסיכומטרי, סוג מוסד לימודים, השכלת הורים, הכנסת הורים, ישוב מגורים בגיל 17, זכאות לבגרות ומורחב בגרות בתיכון



הנתונים לעיל מעידים על ביקוש ער לבוגרי תארים אלו בתעשייה. זאת כאשר ייתכן וקיימת אי הלימה מסוימת בין הביקוש הני"ל למספר הבוגרים ממערכת ההשכלה הגבוהה, דבר המתבטא בעלייה מהירה יחסית בשכר בענף ההייטק בשנים האחרונות, עלייה שהיא הגבוהה ביותר מכלל ענפי המשק (תרשים 12).

תרשים 12. שיעור עליית השכר בענפי המשק השונים, 2013-2016

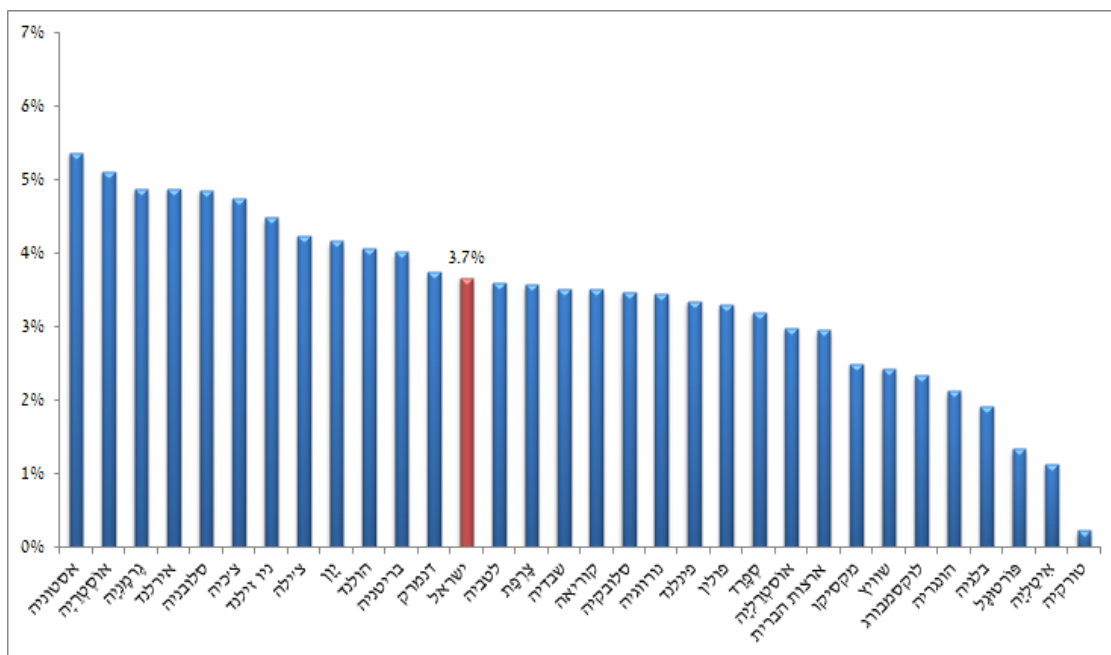


מקור: עיבודי אגף הכלכלן הראשי לנתוני הלמ"ס.

*נתוני השכר לשנת 2016 הם ממוצע עבור החודשים ינואר-נובמבר.

בהקשר זה, תרשים 13 מציג את שיעור בוגרי מדעי המחשב מסך בוגרי תואר ראשון במדינות ה-OECD להן נתונים זמינים. ההשוואה היא של תחום מדעי המחשב, שכן לתחום נתונים זמינים וכן בשל העובדה שסביר וזהו תחום הומוגני יחסית מבחינת חומרי הלימוד במדינות השונות. מהתרשים עולה כי למרות חשיבותו של תחום מדעי המחשב לתעשיית ההייטק בישראל, שיעור הלומדים מדעי המחשב אינו גבוה בהשוואה בינלאומית. זאת כאשר מנגד ישראל כן בולטת בהשקעות של קרנות הון סיכון בתעשייה ובשיעור השקעה גבוה במיוחד במחקר ופיתוח. סביר וההשקעות הרבות (צד הביקוש) לצד היצע שאינו גבוה בהשוואה בינלאומית של בוגרי תואר מדעי המחשב, מוביל לשכר גבוה יחסית גם בהשוואה בינלאומית לבוגרי התחום בישראל, כפי שגם ניכר מתרשים 14. לצד היתרונות שבשכר גבוה, המבטא פרוץ גבוה של המתכנתים הישראלים ואמון בתעשייה המקומית; השכר הגבוה לבוגרי מדעי המחשב גם מקשה על התעשייה להמשיך לצמוח ולהיות תחרותית בשווקים הבינלאומיים.

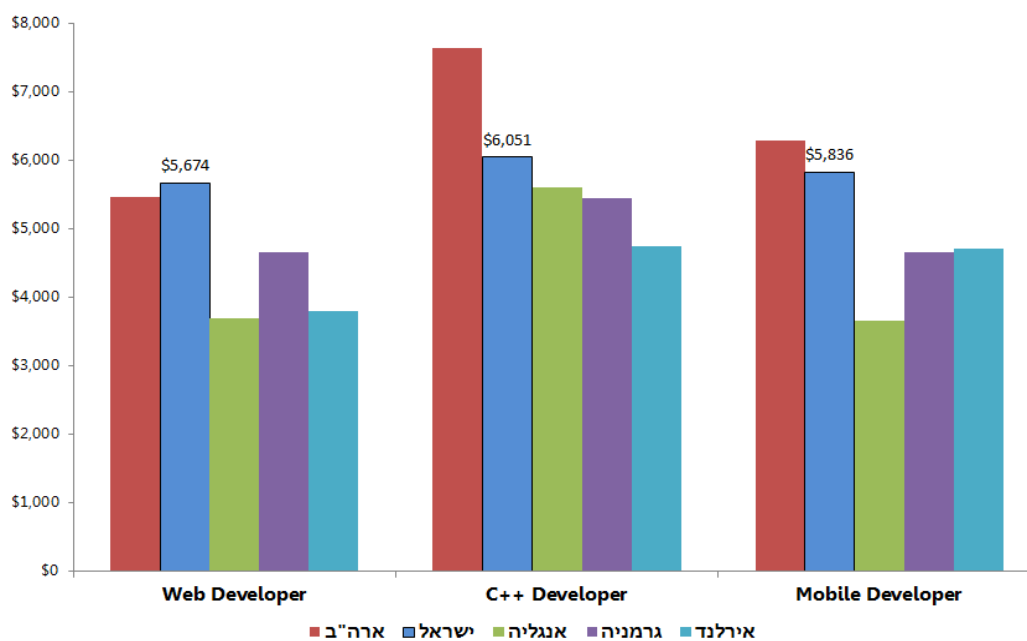
תרשים 13. שיעור בוגרי תואר ראשון (ISCED2011 level 6) במדעי המחשב מסך הבוגרים, השוואה בינלאומית*, 2014



מקור: OECD.

*יש לקחת את ההשוואה הבינלאומית בערבון מוגבל, שכן יש שוני רב יחסית במבנה מערכות ההשכלה הגבוהה ובמבנה שוק העבודה במדינות השונות. כשבנוסף, המדינות נבדלות מאוד במידת הנגישות להשכלה גבוהה ובשיעור הצעירים מחו"ל הלומדים בכל מדינה.

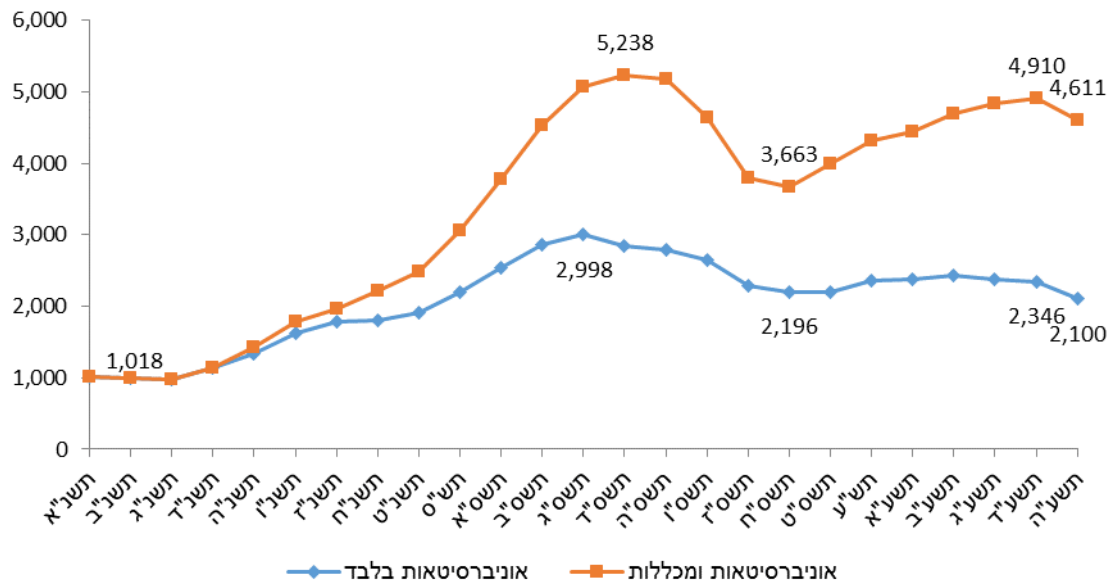
תרשים 14. שכר חודשי בתפקידים שונים בהייטק, השוואה בינלאומית, 2016



מקור: CPS Jobs, 2016

תרשים 15 מציג את המגמה במספר בוגרי מקצועות ההייטק, מתמטיקה וסטטיסטיקה⁸ לאורך זמן, ובו נראה כי קיימת מגמת עלייה במספר הבוגרים בשנים האחרונות, וזאת לאחר שפל שנרשם בשנת תשס"ח. עם זאת, מספר מקבלי התארים במקצועות ההייטק בשנת תשע"ה עדיין נמוך בכ-600 ממספרם בשנת השיא של תשס"ד. כמו כן, אמנם בשמונה השנים האחרונות ניכר גידול של בין 1,000 ל-1,300 מקבלי תארים רלוונטיים בשנה לאחר השפל של שנת תשס"ח, אולם גידול זה מקורו באופן כמעט בלעדי במכללות, בעוד הגידול באוניברסיטאות מתון ביותר ובשנת תשע"ה אף ניכרה ירידה במספר מקבלי התארים (ראו תרשים 16).

תרשים 15. מספר מקבלי תארים במקצועות ההייטק (הגדרה רחבה*) במערכת ההשכלה הגבוהה, תשנ"א-תשע"ה

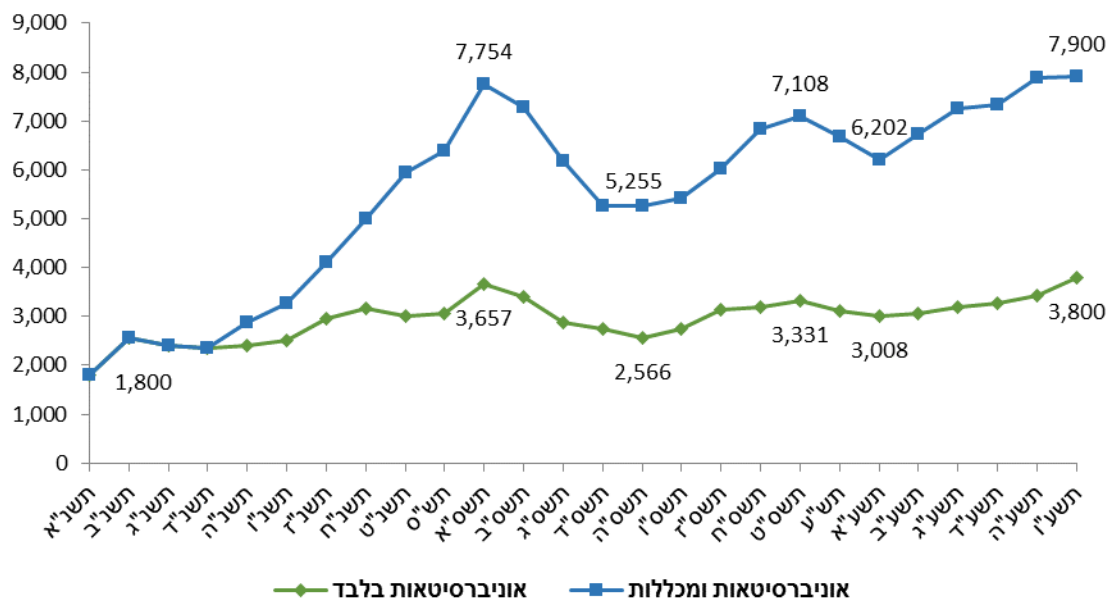


*הנתונים כוללים את הלומדים מדעי המחשב, מתמטיקה, סטטיסטיקה, הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, מחשבים, תקשורת, תוכנה והנדסת מערכות מידע באוניברסיטאות, באו"פ ובמכללות האקדמיות.

עם זאת, שנת תשע"ו היא שנת שיא מבחינת מספר הסטודנטים בשנה א', לאחר גידול של 27% במספר הסטודנטים במקצועות ההייטק בכלל מערכת ההשכלה הגבוהה בחמש השנים שבין תשע"א לתשע"ו, כאשר הגידול נרשם הן במכללות והן באוניברסיטאות. כלומר, ניתן לצפות שבשנים הקרובות נחזה בגידול גם במספר בעלי התארים.

⁸ אין בידינו את הנתונים בחלוקה למקצועות ההייטק בלבד ולכן ההגדרה המוצגת רחבה יותר.

תרשים 16. מספר הסטודנטים בשנה א' במקצועות ההייטק (הגדרה רחבה*) במערכת ההשכלה הגבוהה, תשנ"א-תשע"ו



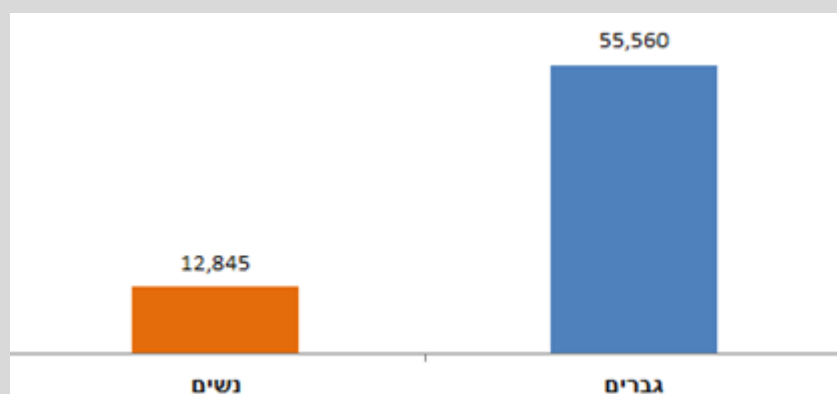
*הנתונים כוללים את הלומדים מדעי המחשב, מתמטיקה, סטטיסטיקה, הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, מחשבים, תקשורת, תוכנה והנדסת מערכות מידע באוניברסיטאות, באו"פ ובמכללות האקדמיות.

על השתלבותן של נשים בתעשיית ההייטק

כאמור, הניתוח העלה כי אחוז הנשים מבין ה- "הייטקיסטים" - 24.3% - נמוך בהרבה משיעורן מקרב כלל העובדים, וכי הסיכוי של נשים להפוך ל- "הייטקיסטיות" נמוך משמעותית מהסיכוי של גברים להפוך ל- "הייטקיסטים", וזאת גם לאחר פיקוח על הרקע המשפחתי והיכולות, כפי שמשקפות מצויני הבגרות והבחינה הפסיכומטרית. הסיכוי הנמוך יחסית שאישה תהפוך ל- "הייטקיסטית" נובע בעיקר מבחירת תחומי הלימוד ורכישת הכישורים הרלוונטיים (להרחבה ראו את הסקירה של הכלכלן הראשי והממונה על התעסוקה בנושא ממרץ 2016). כך לדוגמא, תרשים 16 מציג את כמות מקבלי ומקבלות התארים הראשוניים במקצועות ההייטק בהשכלה הגבוהה בין השנים 1985-2014. בתרשים בולט הפער הגדול בכמות מקבלי התארים הנ"ל באותן שנים. הפער עומד על כ- 42.5 אלף, וניתן אולי לפרשו כאומדן כמותי להיקף הפוטנציאל האנושי הלא ממומש⁹.

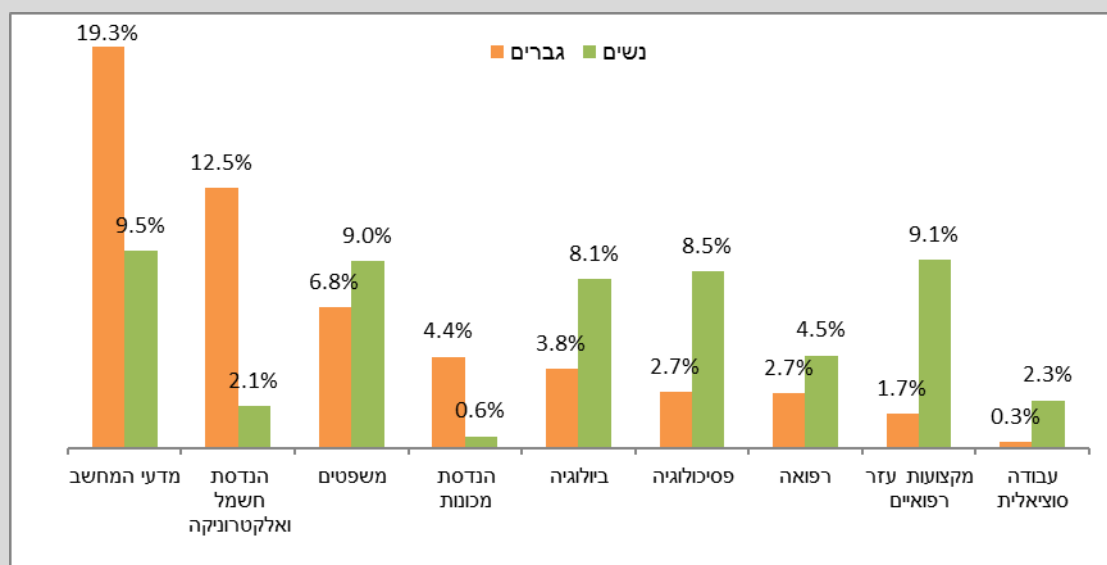
⁹ בקרב אוכלוסיית המדגם (ילידי 1975-1985) שיעור הבגרות מבין כלל בוגרי מקצועות ההייטק עומד על 21.4% (21.4% 6402 בוגרות לעומת 23525 בוגרים).

תרשים ב1. סך מקבלי תואר ראשון במקצועות ההייטק, 1985-2014



אמנם קיים פער (קטן) לטובת הגברים בציון הכמותי בבחינה הפסיכומטרית¹⁰, אולם מספר הנשים הנמוך שלומדות את התחומים הרלוונטיים איננו עניין של כישורים, אלא של בחירות שונות. כך, ניתן לראות בתרשים ב2 כי ישנו שוני ממשי בין הבחירות בתחומי הלימוד של נשים הנמצאות ברבעון העליון בפסיכומטרי הכמותי לעומת בחירותיהם של גברים מאותו הרבעון. מהתרשים עולה כי 11.6% מהנשים מהרבעון העליון של הפסיכומטרי הכמותי בוחרות ללמוד את מקצועות ההייטק, לעומת 31.8% מהגברים. מנגד, נשים בעלות יכולות מתמטיות גבוהות נוטות יותר לתחומים כמו ביולוגיה, מקצועות עזר רפואיים, פסיכולוגיה, משפטים וכלכלה.

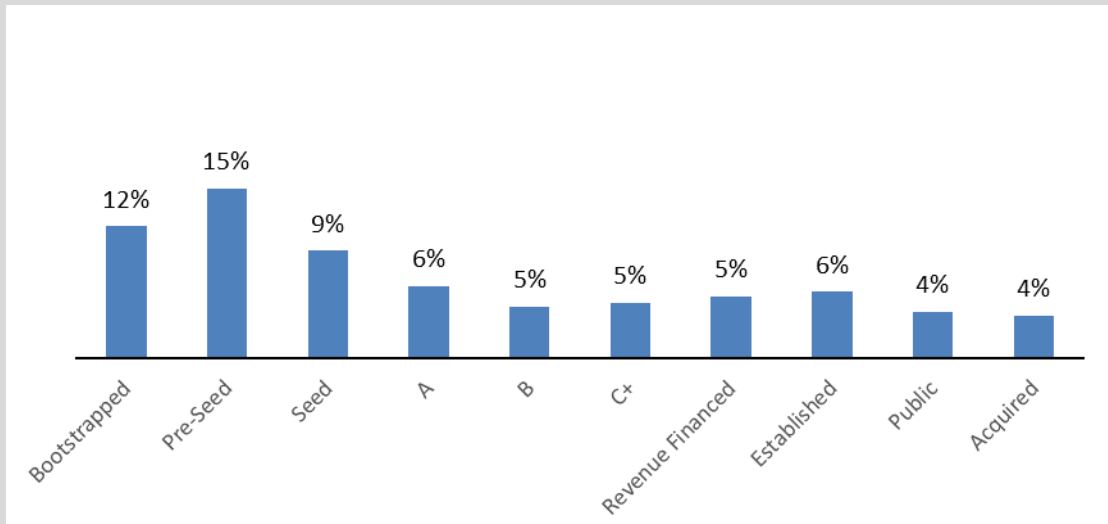
תרשים ב2. תחומי הלימוד באקדמיה של מקבלי ציונים בחמישון העליון של הפסיכומטרי הכמותי



¹⁰ הפער הממוצע בין נשים לגברים בציון הכמותי בפסיכומטרי עמד על 9 נקודות בשנת 2015 לטובת הגברים. אולם נשים לב כי פער זה אינו משקף רק הבדלים ביכולות אלא גם את העובדה ששיעור הנשים הנבחנות בפסיכומטרי גבוה בהרבה משיעור הגברים הנבחנים (פי 1.4). כלומר הנשים הנבחנות מייצגות חלק גדול יותר מאוכלוסיית הנשים הכללית - כולל כאלו עם יכולות נמוכות יותר - בניגוד לגברים הנבחנים, אשר מייצגים חלק קטן יותר מאוכלוסיית הגברים הכללית ([המרכז הארצי לבחינות והערכה](#), 2015).

רכישת הכישורים הרלוונטיים לתעשיית ההייטק על ידי נשים לא מתבטאת רק בפחות עובדות שכירות בתחומי ההייטק, אלא גם בפחות יזמיות. כך למשל, על פי נתוני סטארט-אפ ניישן סנטרל, שיעור הסטארטאפיסטיות עומד בממוצע על 9% (842 יזמיות מתוך 8,957 יזמים בסה"כ); זאת כאשר שיעור היזמיות מסך היזמים יורד ככל כשמתקדמים בתהליך גיוס הכספים לחברה. כך, שיעור היזמיות בשלב ה-Seed וה-Pre-seed גבוה מ-10%, אך שיעור הנשים מבין היזמים בשלבים המאוחרים יותר של גיוסי הכספים יורד משמעותית ונע סביב ה-5% בלבד.

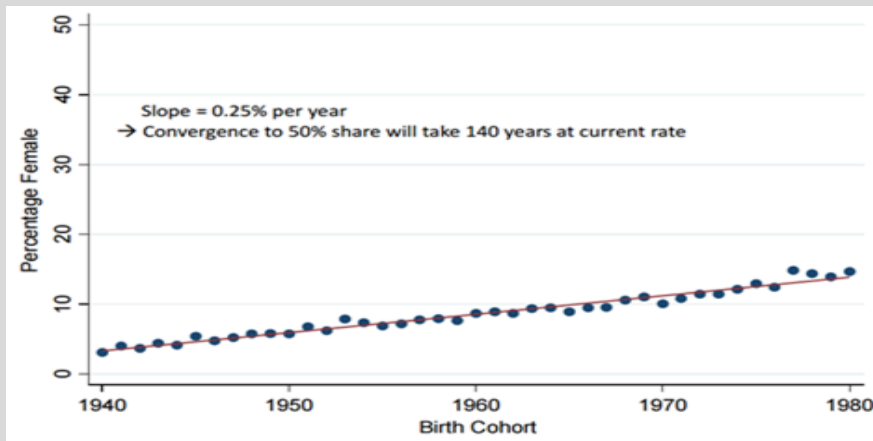
תרשים ב3. שיעור היזמיות, בחלוקה לשלבי גיוס הכספים השונים



מקור: Start-Up Nation Central.

מיעוט יזמיות וממציאות אינה תופעה ייחודית לישראל כמובן. Bell ועמיתים (2016) מראים כי בארה"ב שיעור הנשים שמחזיקות פטנט רשום מסך המחזיקים עומד על כ-10%, זאת כאשר בקצב הגידול הנוכחי נשים יגיעו ל-50% ממחזיקי הפטנטים החדשים רק בעוד 140 שנה (!) (תרשים ב4). בהינתן שצמיחה כלכלית בעת הנוכחית מובלת פעמים רבות על ידי חדשנות, ברור מאליו כי מימוש הפוטנציאל הגלום בנשים והשתלבות רבות יותר כיזמיות וממציאות עשוי לתרום משמעותית לשגשוג המשק.

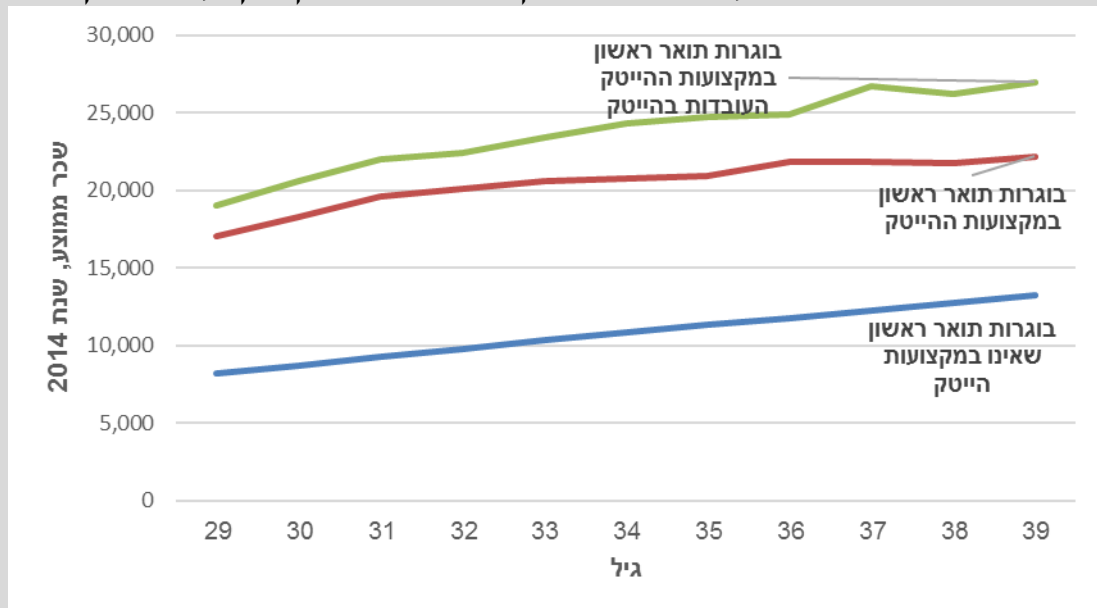
תרשים ב4 : שיעור מחזיקות הפטנטים לפי שנתון לידה



מקור: Bell ועמיתים (2016)

מלבד לאי מימוש פוטנציאל הצמיחה, מיעוט הלומדות מדעי המחשב והנדסת חשמל (והנדסה באופן כללי) הוא גורם משמעותי באי השוויון המגדרי בשכר (לאינדיקציות לכך מישראל ראו גבע, 2015 ופוקס, 2016), שהרי לבוגרי תחומים אלה תשואה גבוהה יחסית ללימודיהם. כפי שמראה תרשים 5, הפער בשכר בין בוגרות תואר ראשון באופן כללי, לבין בוגרות תואר ראשון במקצועות ההייטק הוא משמעותי, זאת כאשר בוגרות התארים הרלוונטיים מרוויחות פחות או יותר פי 2 מבוגרות התארים האחרים (כאשר הפער קטן עם העלייה בגיל) ובוגרות התארים הרלוונטיים המשתלבות בתעשייה מרוויחות אף יותר.

תרשים 5: השכר הממוצע לבוגרות תואר ראשון ולבוגרות תואר ראשון במקצועות ההייטק

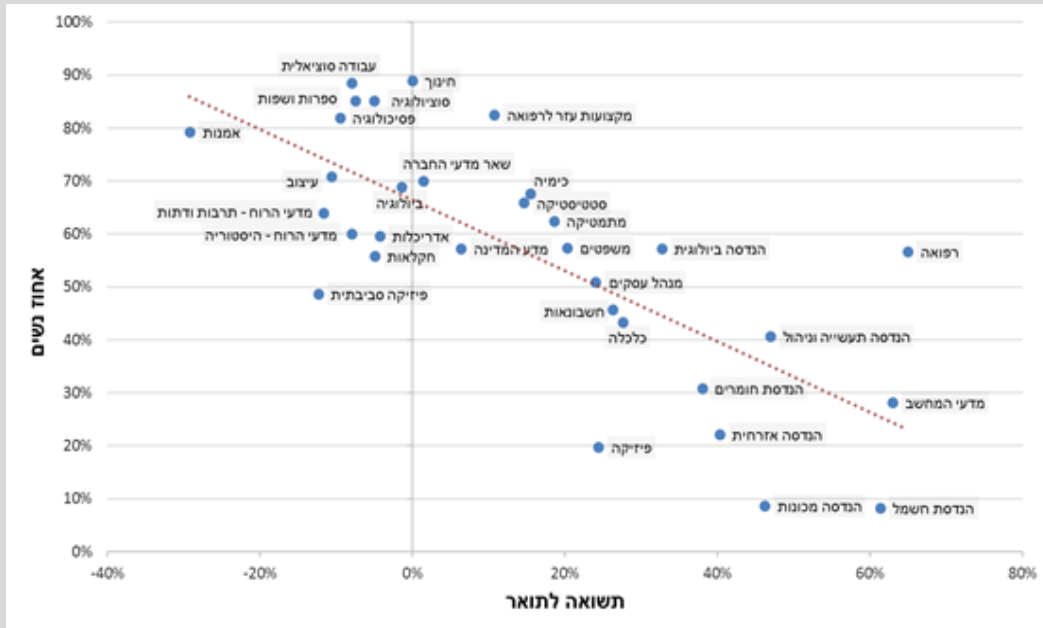


תרשים 6 מלמד עוד על הפערים המגדריים בבחירת מקצועות הלימוד. התרשים מראה את הקשר בין שיעור הנשים בתחום לימוד מסוים לבין הפרמיה ללימודי התחום על ידי נשים, כפי שחושבה על ידי קריל, גבע ואלוני (2016). מהתרשים בולט כי ככל שיותר נשים לומדות תחום מסוים, כך הפרמיה לשכר הנובעת מתחום הלימוד נמוכה יותר, ולהיפך. במיוחד בולט הפער בין הפרמיה הגבוהה ללימודי הנדסת חשמל, לבין השיעור הנמוך מאוד של הלומדות את המקצוע (כ-11%).

שאלה חשובה לגבי הקשר הנ"ל הוא כיוון הסיבתיות – האם נשים בוחרות ללמוד תחומי לימוד פחות רווחיים, או שמא הקשר הנ"ל בעצם מצביע על כך שרוב נשי במקצועות מסוימים הוא הגורם לשכר נמוך באותם תחומים? בעוד שקשה לענות על שאלה זו באמצעים אמפיריים, כן ניתן לחשוב כי במידה והזרם הנוכחי של המתחילות ללמוד מתאפיין בשיעורים נמוכים יחסית של נשים הבוחרות ללמוד תחומים בעלי פרמיה גבוהה (כשהבדלי השכר בין התחומים ידועים), אזי סביר כי חלק ארי מהסבר לשיעור הגבוה של נשים במקצועות הפחות מתגמלים הוא בחירותיהן של נשים, הנותנות משקל נמוך יותר לשיקולי שכר בעת בחירת תחום הלימוד (ומשקל גבוה יותר להיבטים הלא כספיים של הלימודים כמו מידת העניין). במילים אחרות, נשים בוחרות ללמוד מקצועות שידוע כי השכר לבוגריהם פחות מתגמל, וזו אחת הסיבות לכך שהשכר של נשים בעלות כישורים גבוהים נמוך משל גברים עם כישורים דומים.

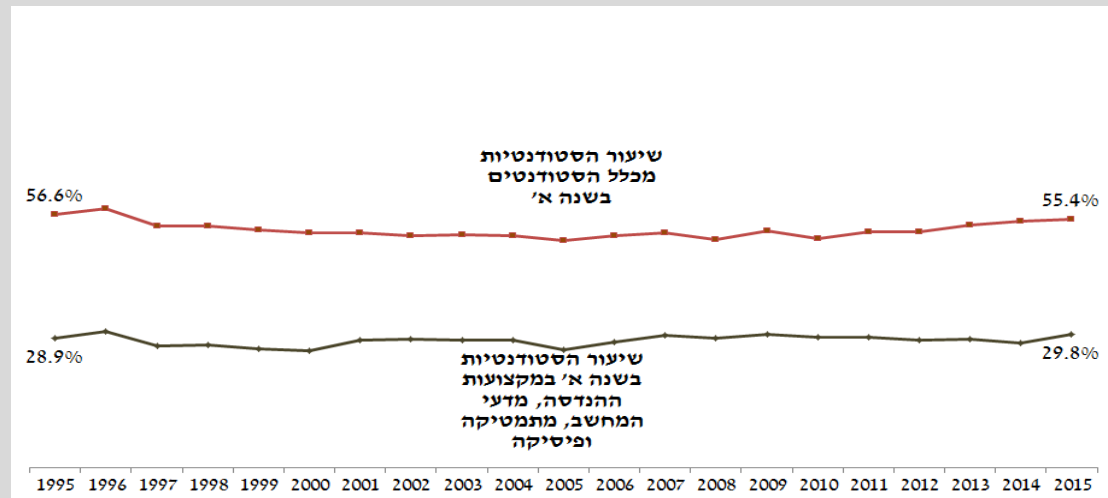
עם זאת, אין כמובן לראות את המיעוט הנשי במקצועות הרווחיים כגזירת גורל, שכן המצב בעבר היה קיצוני אף יותר, זאת כאשר נשים לא השתלבו במקצועות רווחיים אחרים כמו רפואה ועריכת דין בעוד שכיום נשים מהוות כ- 50% מהלומדים את המקצועות הנ"ל. למעשה, צמצום הסגרגציה המגדרית במקצועות ובענפי המשק השונים הוא בין הסיבות לכך שבשנות ה-80' בארה"ב הצטמצמו גם פערי השכר בין גברים ונשים (Blau & Kahn, 2016), כאשר ניתן בקלות לדמיין כי סגירת הפערים בתחומי ההייטק בעתיד תסייע לסגירת הפערים המגדריים בשכר.

תרשים ב6. הקשר שבין שיעור הנשים בתחום הלימוד והפרמיה ללימודי התחום



ניתן אולי לחשוב כי בהקשר זה "הזמן עושה את שלו" והפערים בין נשים לגברים בתחום כבר מצטמצמים (כמו שקורה בשיעורי התעסוקה הכלליים, וכבר קרה ברכישת השכלה). אולם, **לא ניכר כי זה המצב**. תרשים ב7 מציג את שיעור הנשים מכלל הסטודנטים במוסדות להשכלה גבוהה ומהסטודנטים במקצועות ההנדסה, מתמטיקה, פיזיקה ומדעי המחשב. מהתרשים עולה כי לא חל כמעט שינוי בשיעור הסטודנטיות במקצועות הנ"ל, וזאת למרות שנשים מהוות למעלה מ- 50% מהלומדים במערכת ההשכלה הגבוהה.

**תרשים 7. שיעור הנשים מכלל הסטודנטים במוסדות להשכלה גבוהה ומהסטודנטים
במקצועות ההנדסה, מתמטיקה, פיזיקה ומדעי המחשב; 2015-1995**

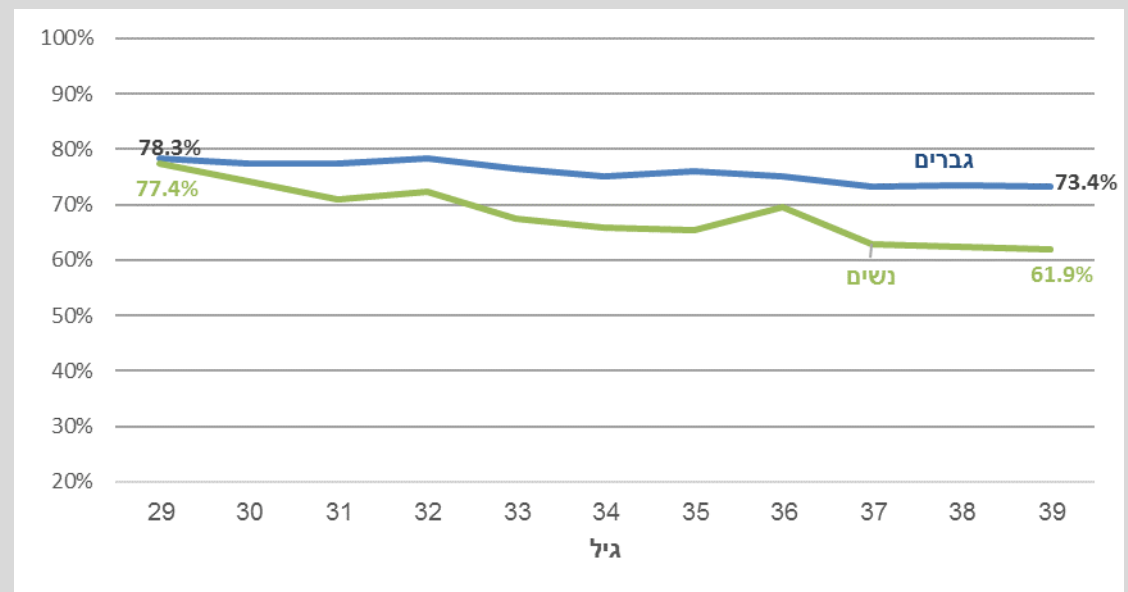


סיבה אפשרית נוספת שנשים ממעטות לבחור ללמוד את "מקצועות ההייטק" היא קושי של נשים שכבר רכשו את הכישורים הרלוונטיים להשתלב בתעשייה או להישאר בה לאורך זמן, אם בשל קושי בשילוב בין חיי משפחה וקריירה ואם בשל גורמים אחרים. ואכן, כפי שמראה תרשים 8 שיעור העובדות בתעשייה מתוך בוגרות התחומים הרלוונטיים באקדמיה נמוך מהשיעור המקביל לגברים. כך, במוצע לכל שנתוני המדגם, שיעור הבוגרות העובדות בתעשייה עומד על 68%, כאשר השיעור המקביל לגברים הוא 76%.

הממוצע הכללי הנ"ל מסתיר מורכבות שעולה מהבחינה לפי גיל. כך, בתרשים 8 נראה כי בעוד שיעור ההשתלבות של הבוגרות הצעירות דומה לשיעור ההשתלבות של הבוגרים; ככל שעולים בגיל הפער בין המינים גדל, ושיעור נמוך יותר של בוגרות עובדות בתעשייה. במילים אחרות, בעוד ששיעור העובדות בהייטק מבין בוגרות "מקצועות ההייטק" גבוה באופן כללי, והרוב הגדול של הבוגרות כן משתלבות בתעשייה, בכל זאת ישנה אינדיקציה לפערים בין המינים גם בשוק העבודה.

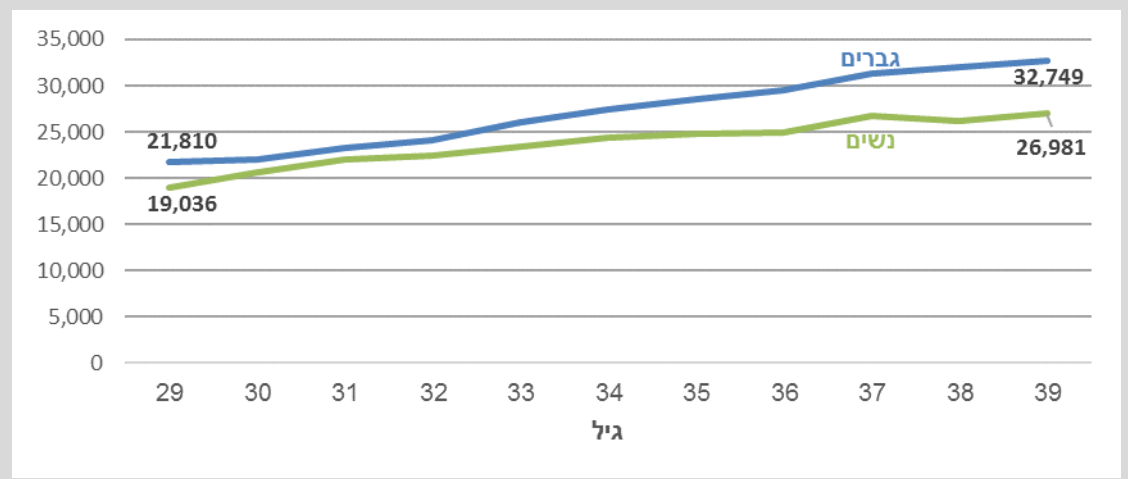
עם זאת, קשה ללמוד מתרשים 8 ממה בדיוק נובעים הפערים בשיעורי העובדים בתעשייה, שכן ייתכן שילידות 1975 שהינן בנות 39 בשנת 2014 השתלבו בשיעורים נמוכים בתעשייה מלכתחילה, כאשר במקרה כזה נייחס את הפער המתקבל בתרשים כנובע מאפקט השנתון (Cohort effect). אם זה אכן המקרה, אזי שיעורי ההשתלבות הדומים של ילידי 1985 מעודדים ועשויים להצביע על מגמה של צמצום הפערים המגדריים בתעשייה. עם זאת, הסבר זה נראה פחות משכנע אם לוקחים בחשבון את הממצאים הרבים המלמדים על פערים בין המינים הנפתחים סביב השנים בהן המשפחה מתרחבת (ראו למשל: Blau & Kahn, 2016; Sigle-Rushton & Waldfogel, 2007). ולכן, לטעמנו, סביר יותר שהתרשים מלמד על הקושי של חלק מהנשים להישאר בתעשייה לאורך זמן ולשלב את העבודה בתעשייה עם חיי המשפחה.

תרשים ב8. שיעור העובדים בתעשיית ההייטק מבין בוגרי מקצועות ההייטק, בחלוקה לפי גיל ומין



עדות נוספת להתרחבות הפערים המגדריים עם התקרבות לגילאי ה-40 נחשפת כאשר בוחנים את השכר הממוצע לבוגרי התארים הרלוונטיים, בחלוקה לפי מין (תרשים ב9). כך, בעוד שהבוגרות הצעירות המשתלבות בתעשייה מרוויחות בממוצע שכר נמוך בכ-7% משכר הבוגרים הצעירים, פער זה מתרחב לכדי 18% לקראת גיל 40. הגידול בפער הנ"ל יכול לנבוע מגורמים רבים, ובהם שוני בשעות העבודה, השתלבות של נשים בתתי ענפים שונים בתעשייה, הבדלים בכושר המיקוח ועוד; בעבודה זו איננו מתיימרים להסביר מהי העוצמה של כל אחד מהגורמים הנ"ל להבנת פער השכר.

תרשים ב9. שכר העובדים בתעשיית ההייטק מבין בוגרי מקצועות ההייטק, בחלוקה לפי גיל ומין



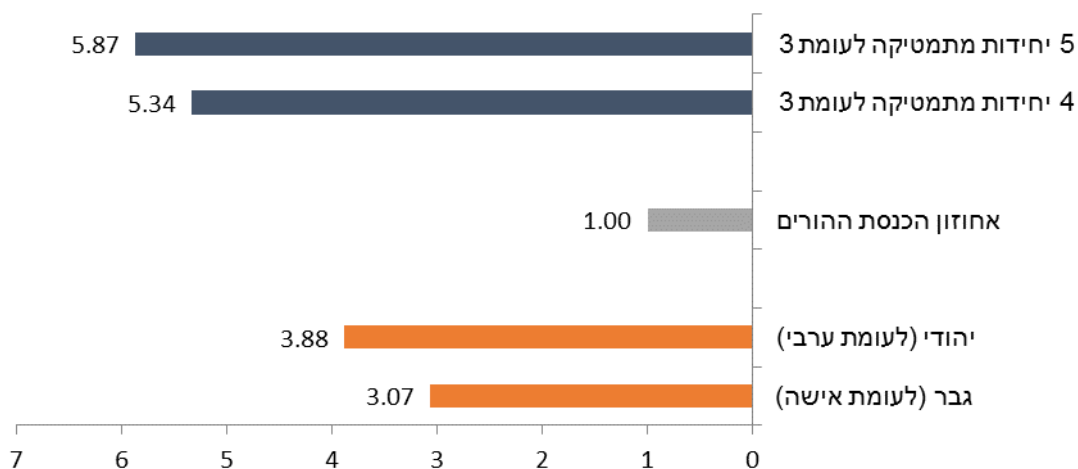
לאור החלקים הקודמים של הנייר, עולה השאלה **מה מכין ל- "לימודי הייטק"?**

על מנת לענות על שאלה זו, תרשים 17 מציג את יחס הסיכויים המתקבל מהרצת רגרסית Logit הבוחנת מה הסיכוי של פרט ללמוד את "מקצועות ההייטק". את הרגרסיה הרצנו רק על ילידי 1979-1985 שכן לגביהם נתוני ההשכלה שבקובץ מפורטים יותר (546 אלף תצפיות בסה"כ). יחס הסיכויים המוצג בתרשים מבטא פי כמה גדולה ההסתברות של פרט ללמוד את מקצועות ההייטק בהינתן שוני במשתנה יחיד, כשכל שאר המשתנים קבועים. יחס של 1 מבטא חוסר השפעה של המשתנה, יחס נמוך מ-1 מבטא השפעה שלילית של המשתנה ויחס גבוה מ-1 מבטא השפעה חיובית של המשתנה. המשתנים שנכללו בניתוח הם מספר היחידות במתמטיקה והציון בבגרות, המקצועות המורחבים בבגרות, קבוצת אוכלוסייה, מגדר, הכנסת והשכלת הורים, אפקט קבוע לשנת לידה ומספר אחים. לא כללנו את הציון הפסיכומטרי בניתוח זה, בשל שהציון הוא למעשה משתנה תוצאה של הבחירות והכישורים הנרכשים במערכת החינוך, שהם נושא חלק זה.

שלא במפתיע, מספר היחידות בבגרות במתמטיקה הן מנבא טוב לסיכוי שפרט ילמד את מקצועות ההייטק, זאת כאשר הסיכוי של בוגר 5 יחידות לימוד במתמטיקה גבוה פי 5.9 ללמוד את התחומים הרלוונטיים מבוגר 3 יחידות מתמטיקה ופי 1.1 מבוגר 4 יחידות (5.87 חלקי 5.34). לאור נתונים אלו (ובהנחה שלפחות חלק מהקשר הינו סיבתי), נראה כי הגידול הניכר במספר הנבחנים בבגרות 5 יחידות מתמטיקה בשנתיים האחרונות, לאחר ירידה משמעותית שחלה במספר הנבחנים עד לשנת 2012, עשוי להשפיע לטובה על מספר הסטודנטים למקצועות ההייטק בשנים הקרובות.

הסיכוי של גבר ללמוד את מקצועות ההייטק הוא למעלה מפי 3 מאשר הסיכוי של אישה בעלת מאפיינים דומים, כאשר לא נראה שבהיבט זה חל שינוי משמעותי בעשורים האחרונים (ראה הרחבה בתיבה 2). כמו כן, בקרב הפרטים במדגם הסיכוי של יהודי ללמוד את מקצועות ההייטק היה גבוה בכמעט פי 4 מהסיכוי שערבי למד את מקצועות ההייטק, גם אחרי פיקוח על מאפייני הרקע וההשכלה של הפרטים. עם זאת, נראה שבשנים האחרונות חל שינוי משמעותי בשיעורי הערבים הלומדים את מקצועות ההייטק (ראה תיבה 3), ולכן סביר מאוד שתוצאה זו אינה משקפת בצורה מהימנה את המצב כיום. מבחינת הכנסת הורים, נראה כי למשתנה זה אין השפעה ישירה על הסיכוי ללמוד את מקצועות ההייטק (הסיכוי אינו שונה מ-1 בצורה מובהקת), וזאת אחרי שליטה על המשתנים האחרים. להרחבה על השפעת שכר ההורים על הסיכוי ללמוד את המקצועות הרלוונטיים ראה תיבה 1.

תרשים 17. הגידול בסיכוי שפרט ילמד את "מקצועות ההייטק", כתלות במגדר, שכר הורים ומספר היחידות בבגרות במתמטיקה*

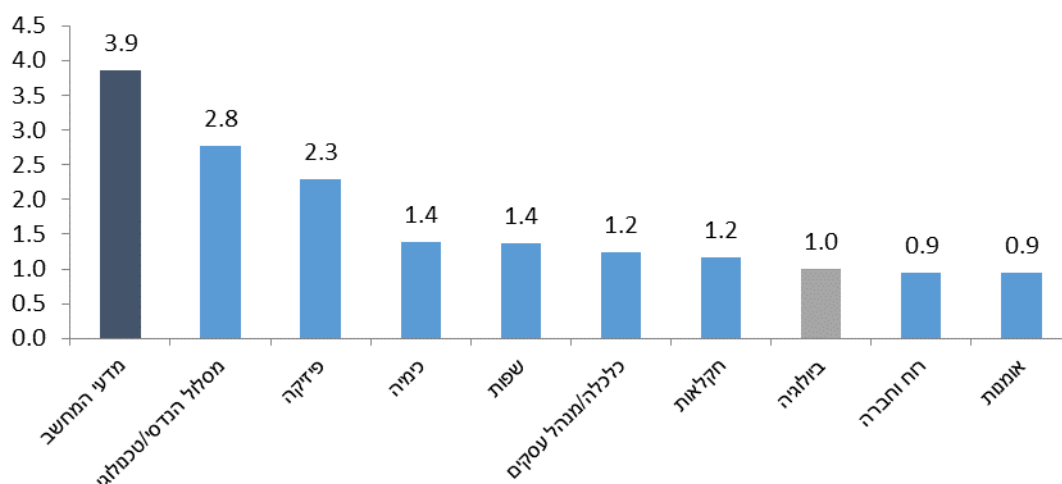


*בפיקוח על השכלת הורים (השכלת אב ואם בנפרד), ישוב מגורים בגיל 17, זכאות לבגרות, מקצועות הבגרות בתיכון, שנת לידה של הפרט, קבוצת אוכלוסייה ומספר אחים.

תרשים 18 מציג, בהתבסס על הרגרסיה הנ"ל, את יחס הסיכויים ללמוד לימודי הייטק בהשכלה הגבוהה לגבי מקצועות מורחבים שונים בבגרות (מקצועות הנלמדים ברמת 5 יחידות), זאת בהשוואה למרחיבים ביולוגיה (מגמה שנבחרה לשמש כנקודת ייחוס). מהתרשים ניתן ללמוד על שוני רב בין המורחבים השונים, ובכלל זה בין המורחבים המדעיים. כך למשל, הסיכוי שפרט שלמד מדעי המחשב בתיכון ילמד את מקצועות ההייטק במסגרת ההשכלה הגבוהה, גבוה פי 4 מפרט שלמד ביולוגיה ופי 1.7 מפרט שלמד פיזיקה. ממצא זה עשוי ללמד על החשיבות שבחשיפה לתחום מדעי המחשב כבר בתיכון (על השפעת החשיפה על יזמות וחדשנות ראה Bell ועמיתים, 2016).

תרשים 18. הגידול/קיטון בסיכוי שפרט ילמד את "מקצועות ההייטק", כתלות במורחב בתיכון

1 = מורחב ביולוגיה

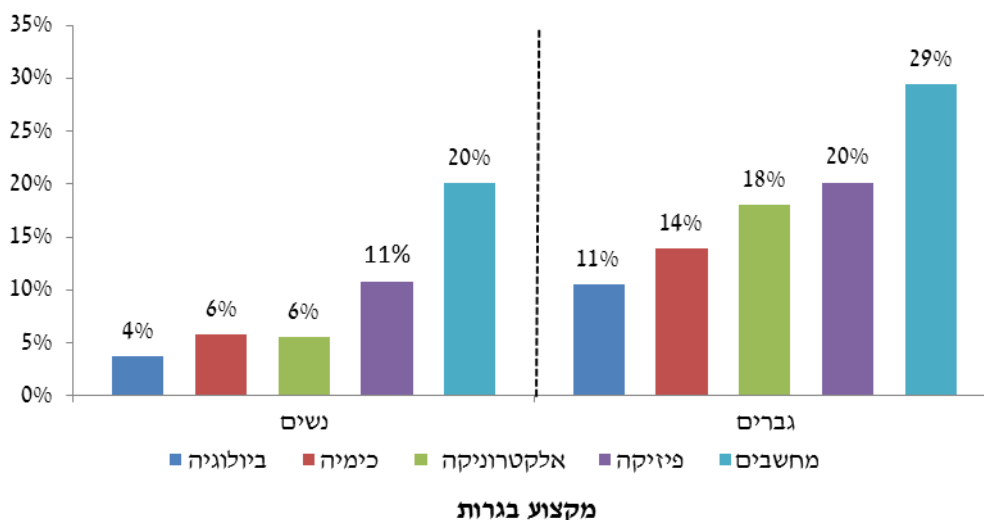


*בפיקוח על השכלת הורים (השכלת אב ואם בנפרד), ישוב מגורים בגיל 17, זכאות לבגרות, מגדר, מספר יחידות בבגרות במתמטיקה, שכר הורים, שנת לידה של הפרט, קבוצת אוכלוסייה ומספר אחים.

תרשים 19 מציג בצורה אינטואיטיבית יותר את הקשר החזק יחסית שבין בחירת המגמה לבגרות והסיכוי ללמוד את מקצועות ההייטק (במקרה הזה מדעי המחשב). מהתרשים ניתן לראות שהסיכוי של מי שנבחן/ה בבגרות במחשבים ללמוד לתואר במדעי המחשב גבוה בערך פי 5 מהסיכוי של מי שנבחן/ה בבגרות בביולוגיה בקרב הבנות, וכמעט פי 3 בקרב הבנים. הקשר המוצג בתרשים הוא לאלה שלמדו מתמטיקה ברמת 5 יחידות, אולם גם לאלה שלמדו מתמטיקה ברמת 4 יחידות הקשר דומה (הכלכלן הראשי, 2017). הנתונים לגבי בעלי 4 יח' במתמטיקה הם משמעותיים, מכיוון שהם מעידים על כך כי גם בקרב קבוצה זו בהחלט קיים פוטנציאל ללימודים אקדמיים בתחומי ההייטק.

תרשים 19. הסיכוי ללימודי מדעי מחשב לתואר ראשון בהינתן מקצוע הבחירה בבגרות

(יילידי 1985-1989, בעלי 5 יח' לימוד במתמטיקה)



מקור: נתוני מ"ס ועיבודי הכלכלן הראשי

לאור נתונים אלו, מטרידה המגמה ב-15 השנים האחרונות של עליה משמעותית דווקא במספר הנבחנים בבגרות מורחבת בביולוגיה – תחום מדעי שתורם מעט מאוד לסיכוי להשתלב בהייטק (ראו תרשים 18 למעלה) ושהשכר של בוגריו באקדמיה נמוך באופן ניכר משכר בוגרי מקצועות ההייטק – לעומת קיפאון במספר (האבסולוטי) של הנבחנים במדעי המחשב ובפיזיקה (להרחבה ראה סקירת הכלכלן הראשי בנושא ממרץ 2017). ואכן, מבין כלל תלמידי כיתה יב' בשנת 2016, רק 6.6% ניגשו לבגרות 5 יח' במדעי המחשב, וזאת לעומת 15.6% מהתלמידים שניגשו לבגרות 5 יח' לביולוגיה (ול-11.5% שניגשו לבגרות במתמטיקה ברמת 5 יח' ל).

סיבה אפשרית אחת לריבוי הלומדים בביולוגיה ומיעוט הלומדים מדעי המחשב היא שהתלמידים מעריכים את מקצוע הביולוגיה כקל יותר. הסבר זה עולה בקנה אחד עם העובדה ששיעור הלומדים בביולוגיה גבוה הרבה יותר בקרב לומדי 3 ו-4 יח' לימוד מתמטיקה מאשר בקרב לומדי 5 יח' מתמטיקה. הטענה כי לימודי הביולוגיה קלים יותר כמובן טעונה בדיקה, אך ככל שיימצא שיש בה גרעין של אמת, רצוי לבחון דרכים להבטיח מערכת תמריצים נכונה יותר לתלמידים. זאת למשל באמצעות צמצום ההבדלים מבחינת רמת הקושי בין המקצועות המדעיים השונים שנלמדים באותה רמה של יחידות בגרות (הן מבחינת עומס מטלות שוטף והן מבחינת סיכויי ההצלחה בבחינות), ו/או על ידי שיקוף נכון יותר של רמת הקושי במערכת הבונוסים לבגרויות השונות בעת הרישום למוסדות

להשכלה גבוהה. כאשר נכון להיום, בחלק מהמוסדות האקדמיים הבונוס הניתן לבגרות ברמת 5 יח' בביולוגיה גבוה מהבונוס הניתן לבגרות ברמת 5 יח' במדעי המחשב.

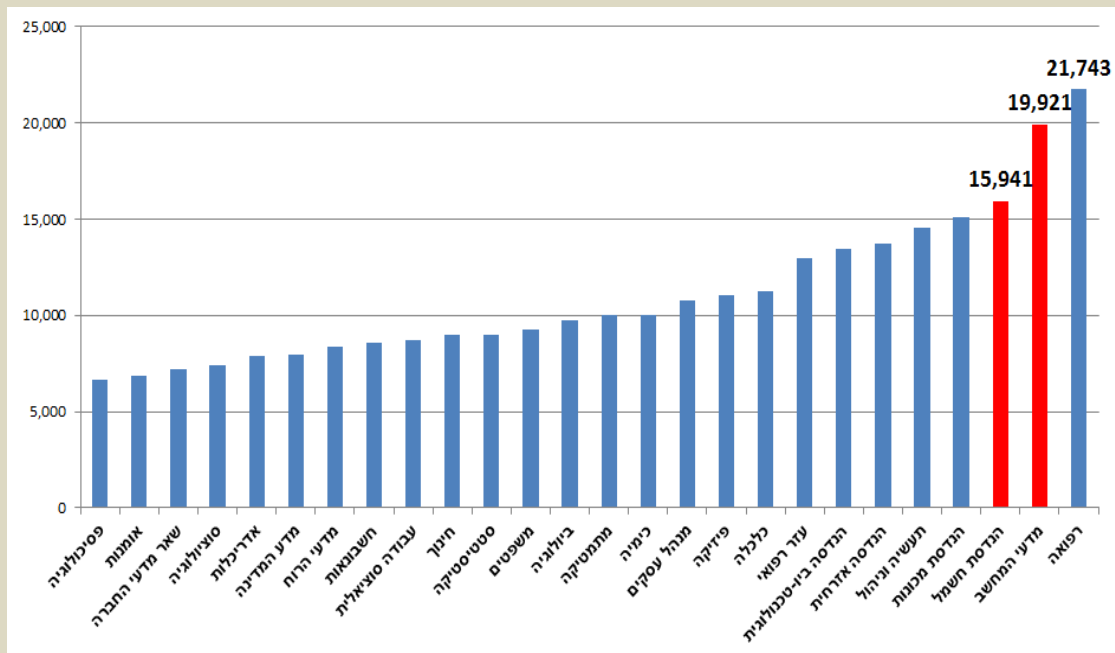
סיבה אפשרית נוספת היא הקושי למשוך מורים טובים למדעי המחשב, וזאת בשל השכר הגבוה של בעלי כישורי תכנות בשוק הפרטי. מנגד, השכר בשוק הפרטי של בוגרי תחומי הביולוגיה נמוך יחסית. ולכן, סביר שקל הרבה יותר לגייס מורים לביולוגיה מאשר מורים בתחומים מדעיים אחרים, ובמיוחד מדעי המחשב ופיזיקה.

כמו כן, יתכן שהסיבה למיעוט התלמידים הניגשים לבגרות במדעי המחשב טמונה בנגישות לבגרות זו. ואכן, בעוד שבשנת 2016 52.5% מבתי הספר הגישו תלמידים לבגרות בביולוגיה, רק 35.9% מבתי הספר הגישו תלמידים לבגרות במדעי המחשב.

על השתלבות ערבים בתעשיית ההייטק

בדומה לנשים, אך בעצמה גבוהה יותר, ראינו כי שיעור הערבים מבין ה- "הייטקיסטים" נמוך מאוד (1.4% בלבד) וכי הסיכוי של ערבים להפוך ל- "הייטקיסטים" קטן בהרבה משל יהודים, וזאת גם לאחר פיקוח על הרקע המשפחתי והיכולות. עולה השאלה, מה הגורם למצב זה? האם אטרקטיביות נמוכה של התחום לערבים המתבטאת בשכר נמוך? האם, בדומה לנשים, העדפה לתחומי לימוד אחרים? או שמא קושי בהשתלבות בעבודה בתעשיית ההייטק? ראשית, בכל הנוגע לשכר, נראה כי גם בקרב המגזר הערבי מדובר בשכר אטרקטיבי מאוד – שכר בוגרי מקצועות ההייטק בתחילת הקריירה הוא הגבוה ביותר (לאחר רפואה) מבין כלל המקצועות האקדמיים. כמו כן, פערי השכר בין ערבים ליהודים בוגרי מקצועות ההייטק העובדים בתעשיית ההייטק אינם גבוהים ועומדים על 6.6% בלבד (26,749 ש"ח בחודש לעומת 25,085 ש"ח בחודש בהתאמה) – פער שעשוי להיות מוסבר, בין היתר, באמצעות העדפות העובדים, למשל לגבי מיקומו הגיאוגרפי של המעסיק.

תרשים ג1. שכר ממוצע לפי תחום לימוד, מגזר ערבי, 2014 (ילידי 1981-1985)



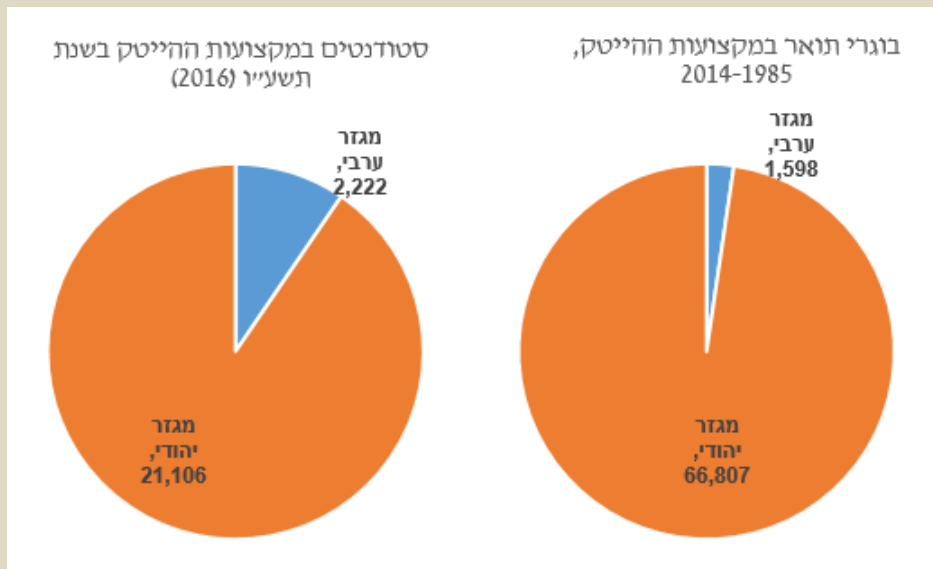
שנית, בכל הנוגע להעדפת תחומי הלימוד, נראה כי עד לאחרונה רק מעטים מקרב המגזר הערבי בחרו ללמוד את מקצועות ההייטק. תרשים ג2 מראה כי במשך שלושים השנה שבין 1985-2014, מבין סך 68,405 בוגרי תואר ראשון במקצועות ההייטק רק 1,598 הם ערבים - 2.3% מבין הבוגרים. המשמעות היא שבממוצע במשך שלושים השנה האלו היו רק כ- 50 בוגרים ערבים בשנה במקצועות ההייטק, באוניברסיטאות ובמכללות גם יחד. שיעור זה תואם גם לנתונים העולים מקרב האוכלוסייה הנחקרת (שהינה צעירה יותר כאמור, ילידי 1975-1985), בה שיעור הערבים מקרב בעלי תואר במקצועות ההייטק עומד על כ-2.4%.

כיוון שלמרבית ה- "הייטקיסטים" תואר או בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה או במדעי המחשב (כולל הנדסת תוכנה), סביר כי שיעור הערבים הנמוך במקצועות אלו מהווה סיבה מרכזית למיעוט ה- "הייטקיסטים" הערבים.

עם זאת, בשנים האחרונות אנו עדים לשינוי מגמה. בשנת הלימודים תשע"ו (2016) שיעור הערבים מקרב לומדי מקצועות ההייטק במערכת השכלה הגבוהה גדל לכמעט פי 4 מבעבר, והוא עמד על כ-9.5%, שהם 2,222 סטודנטים. כלומר, בשנת תשע"ו לבדה למדו יותר ערבים את מקצועות ההייטק מאשר כלל מקבלי התארים הערבים במקצועות ההייטק בשנים 1985-2014(!). נוסף על כך, מבין סטודנטים אלו 60% למדו את מקצועות ההייטק באוניברסיטאות, וספציפית מבין הסטודנטים למדעי המחשב כ-80% למדו באוניברסיטאות.

בהינתן הגידול המשמעותי בשיעור הסטודנטים הערבים במקצועות הרלוונטיים, סביר לצפות כי שיעור הערבים מקרב ה- "הייטקיסטים" יעלה בשנים הבאות.

תרשים ג3.

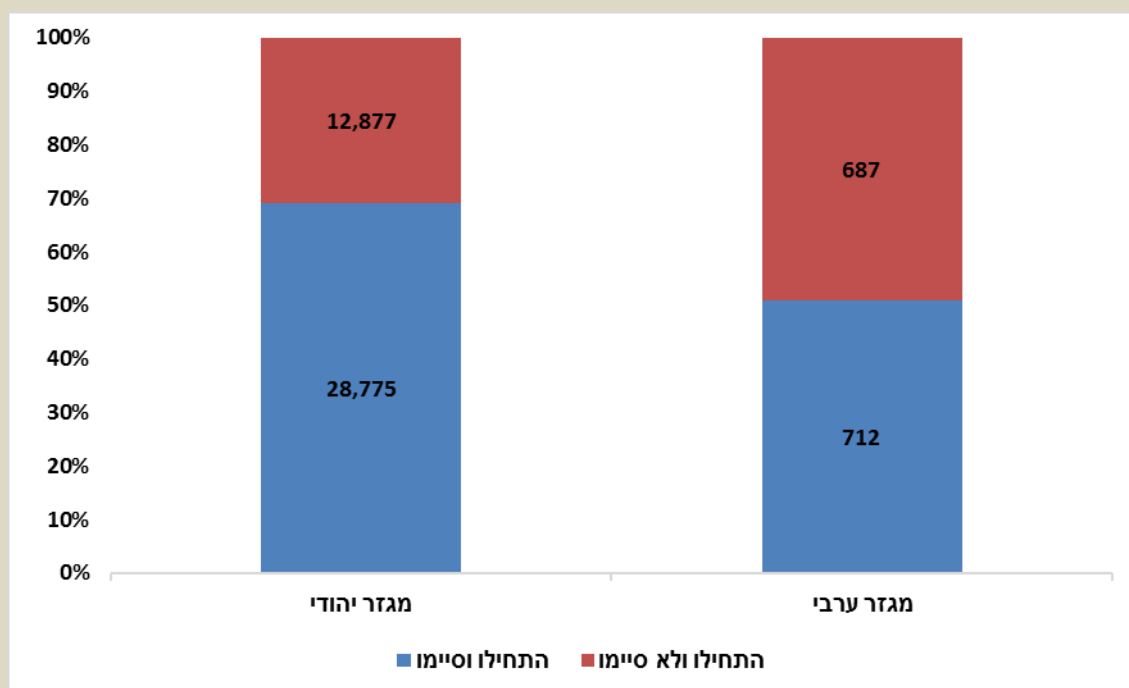


עם זאת, בכדי שהגידול בשיעור הסטודנטים הערבים במקצועות ההייטק יתרגם בפועל לגידול בשיעור ה- "הייטקיסטים" הערבים, על מי שבחר ללמוד את מקצועות ההייטק (א) להצליח לסיים את לימודיו ולהיות זכאי לתואר, ו- (ב) להצליח להשתלב בתעשייה ובשכר גבוה. ואכן, בחינה של שתי סוגיות אלו מעלה תמונה בעייתית.

מבין ילידי 1975-1985, 68% מהסטודנטים שהתחילו ללמוד מקצועות הייטק סיימו את לימודיהם בהצלחה באותו התחום והיו זכאים לתואר ראשון. עם זאת, מקרב הסטודנטים הערבים שהתחילו ללמוד מקצועות אלו, רק 51% היו זכאים לתואר. שיעורי הנשירה של ערבים מהתארים אקדמיים הם גבוהים יותר משל יהודים בכל המקצועות, אולם נראה כי הנשירה ממקצועות ההייטק (שהם תובעניים וכנראה שגם קשים יחסית) גבוהה במיוחד.

לנשירה זו עשויים להיות הסברים רבים, ואין זה המקום להיכנס לבחינה מעמיקה של הסוגיה. אולם, ניתן לחשוב לפחות על חלק מפער זה בשיעור המסיימים כהיקף ה"פוטנציאל המבוזבז" של בוגרי מקצועות הייטק מהמגזר הערבי.

תרשים ג4. מתחילי ומסיימי תואר במקצועות ההייטק (ילידי 1975-1985)

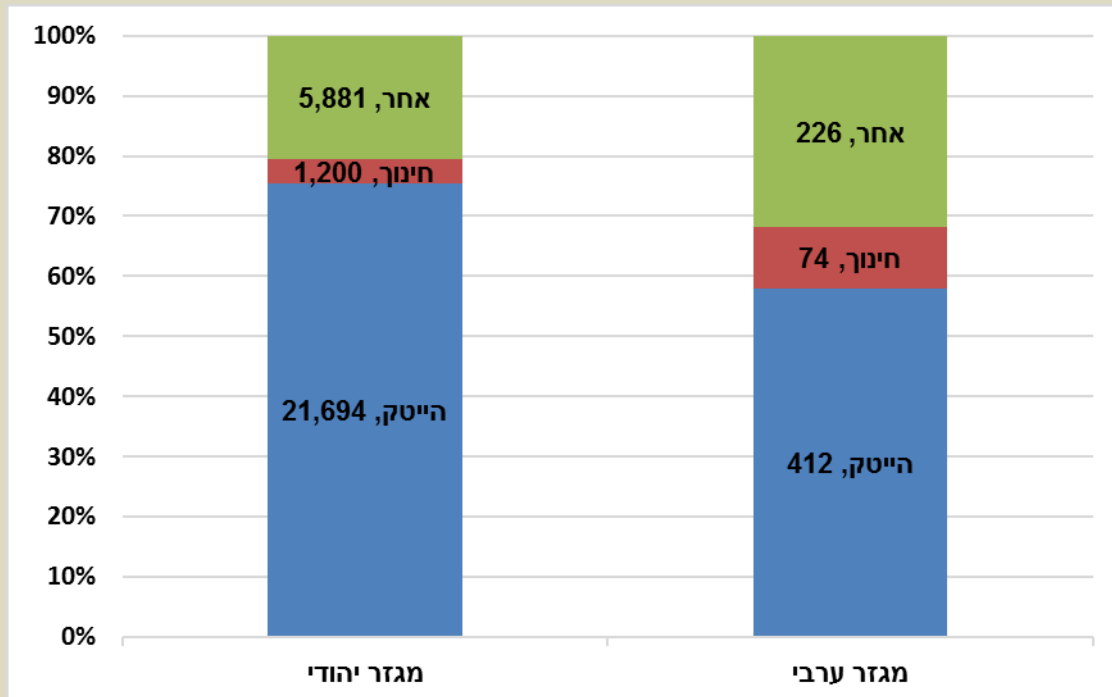


סוגיה נוספת היא, כאמור, מידת הצלחתם של בוגרי מקצועות ההייטק הערבים להשתלב בתעשיית ההייטק, לעומת מקביליהם מהמגזר היהודי. תרשים ג5 מעלה כי בעוד ש-75% מבוגרי מקצועות ההייטק היהודים השתלבו בתעשיית ההייטק, רק 58% מהבוגרים הערבים הצליחו להשתלב בתעשייה זו.¹¹ כלומר, לבוגר מהמגזר היהודי סיכוי גבוה פי 1.3 מלעמיתו הערבי להשתלב בתעשיית ההייטק.

יתרה מכך, שיעור הערבים בוגרי מקצועות הייטק שהשתלבו בעבודה בענף החינוך עומד על 10.6% - ענף שהשכר בו נמוך באופן משמעותי מהשכר בתעשיית ההייטק. שיעור זה אמנם נמוך מממצאים קודמים לגבי העובדים בתחום החינוך מבין ערבים בוגרי תארים מתחום ההייטק (ראו פפרמן, 2011 שמצא כי מקרב לומדי מקצועות מדעים מדויקים, מדעי החיים וההנדסות - כלומר קבוצה רחבה מזו הנבדקת בעבודה זו - 44.4% השתלבו בתפקידי הוראה) אולם עדיין גבוה פי 2.5 משיעור היהודים. עם זאת, גם תופעה זו נמצאת במגמת שיפור, ובעוד ששיעור המשתלבים בעבודה בתחום החינוך מקרב ילידי 1975-1978 בוגרי מקצועות ההייטק עמד על 18%, השיעור המקביל מקרב ילידי 1983-1985 עמד על 5% בלבד.

¹¹ נעיר כי פער זה בהשתלבות בתעשייה נשמר בקרב כל קבוצות הגיל במדגם (בניגוד למצב בקרב הנשים, שם ראינו כי הפער בשיעור ההשתלבות הולך ועולה עם הגיל - להרחבה, ראו תיבה 2)

תרשים ג5. פילוח ענפי התעסוקה של בוגרי מקצועות הייטק (ילידי 1975-1985)



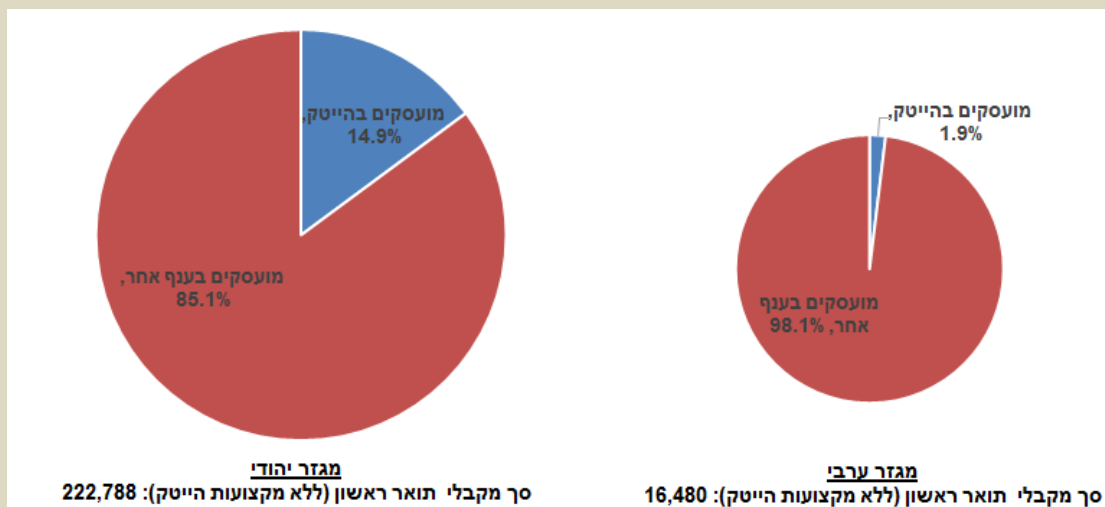
התבוננות גם ביכולות הפרטים, כפי שהן מקבלות ביטוי בציון הפסיכומטרי הכמותי שלהם, מעלה תמונה מורכבת יותר. כשמשווים בין גברים¹² יהודים וערבים שלהם ציון פסיכומטרי כמותי גבוה מ-110 (44% העליונים), הפערים בהשתלבות בתעשיית ההייטק מצטמצמים, אך עדיין גבוהים – 78.2% ו-63.6% בהתאמה. לעומת זאת, כשמתמקדים בגברים שלהם ציון כמותי מעל 130 (13% העליונים), שיעורי ההשתלבות שלהם בתעשיית ההייטק עומדים על 80.3% לעומת 75.6% בהתאמה, כלומר הפרש קטן יחסית של פחות מ-5 נקודות האחוז.

כלומר, נראה שבפני הערבים ה"מצטיינים", חסמי הכניסה לתעשיית ההייטק נמוכים יחסית והם משתלבים בתעשייה בהצלחה. לעומתם, בפני פרטים בעלי כישורים "ממוצעים", ניצבים חסמי כניסה משמעותיים יותר אשר מובילים לפער ניכר בשיעורי ההשתלבות בתעשייה.

חסמי ההשתלבות באים לידי ביטוי גם במישורים נוספים. כך למשל, מבחינת אוכלוסיית האקדמאים הכללית (שאינם אקדמאים במקצועות ההייטק), עולה כי בעוד ש-1 מכל 6.5 אקדמאים יהודים השתלב בתעשיית ההייטק, רק 1 מכל 50 אקדמאים ערבים השתלב בתעשייה זו. כלומר, חסמי הכניסה לתעשיית ההייטק הניצבים בפני ערבים גבוהים אף יותר כאשר מדובר בתפקידים שאינם תפקידי ה"ליבה", כגון כלכלנים, עובדים בתחום משאבי האנוש וכד'.

¹² הבחירה להתמקד בגברים בלבד נובעת מהרצון להתמקד בהבדלים בין ערבים ליהודים ולהקטין את אפקט ההשפעות החברתיות והתרבותיות הקשורות לבחירת תחומי העיסוק ומקומות העבודה של נשים.

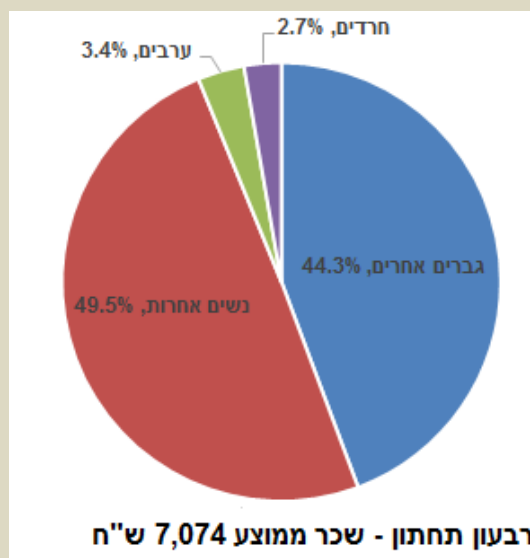
תרשים 6. שיעור המועסקים בתעשיית ההייטק מקרב מקבלי תואר ראשון שאינו במקצועות ההייטק (ילידי 1985-1975)



* ללא מכללות לחינוך

יתרה מכך, גם ברבעון התחתון בהייטק, בו השכר הממוצע עומד על כ-7,000 ש"ח בלבד והוא מורכב מתפקידים שבעיקרם אינם דורשים מיומנויות כה גבוהות כמו של ה- "הייטקיסטים", שיעור הערבים עומד על 3.4% בלבד – וזאת לעומת 17.4% עובדים ערבים בכלל המשק. כלומר, ניתן לומר ש"דלתות" תעשיית ההייטק אינן פתוחות בפני המגזר הערבי באותו האופן שבו הן פתוחות בפני המגזר היהודי.

תרשים 7. התפלגות העובדים בהייטק ברבעון התחתון של השכר, 2014, לפי מגזר



להבדל בשיעור ההשתלבות בין המגזרים עשויות להיות סיבות מגוונות וביניהן פער בכישורים הנרכשים בגילאים המוקדמים המשתקפים במיצ"ב, בשיעורי הזכאות לבגרות ובבחינה הפסיכומטרית; בניסיון (שנצבר בשירות הצבאי למשל); בידיעת השפה האנגלית והעברית; בהעדפות שונות בנוגע למיקום הגאוגרפי של מקום העבודה; דעות קדומות ואפליה מצד המעסיקים ועוד. קושי נוסף שעשוי להסביר

את שיעור ההשתלבות הנמוך טמון במיעוט קשרים לעובדים בתעשייה שבמקרים רבים שיטת הגיוס בה מבוססת על "חבר מביא חבר"¹³. בהתחשב בנתוני ההשתלבות הנמוכים של ערבים בהייטק כפי שהוצגו לעיל, ובכך שבכלל תעשיית ההייטק מועסקים רק כ-2% ערבים, אין זה מפתיע כי שיטת גיוס המבוססת על היכרות מוקדמת של עובדים בתוך התעשייה תייצר מגבלה נוספת על מגוון המשרות אשר פתוחות בפני מועמד ערבי. ואכן, סקר שנערך ע"י ארגון MasarUp בשנת 2016 העלה כי רק כ-20% מהערבים פגשו או מכירים באופן אישי מישהו שעובד בתעשיית ההייטק, זאת לעומת 43% מהיהודים.

לסיכום האמור לעיל, סימולציה פשוטה מעלה כי במידה ושיעורי סיום התואר וההשתלבות של ערבים בתעשייה יישארו כפי שהיו, אזי מקרב 2,222 הסטודנטים הערבים שלמדו את מקצועות הייטק בשנת תשע"ו, רק 657 ישתלבו בעבודה בתעשיית ההייטק (51% - שהם 1,133 סטודנטים - יהיו זכאים לתואר, ומתוכם 58% ישתלבו בתעשייה). לעומת זאת, במידה ושיעורי הנשירה וההשתלבות של ערבים יהיו זהים לאלו של היהודים, אזי מבין 2,222 הסטודנטים הנ"ל, 1,150 ישתלבו בעבודה בתעשייה. הפרש של כמעט 500 עובדים.

אין בכך כדי לומר שהשוואת השיעורים בין המגזרים היא פשוטה וקלה לביצוע, שכן שתי הקבוצות שונות במאפיינים רבים (מקום המגורים, כישורי השפה ועוד). אולם, בהחלט נראה כי השקעה של יותר מאמצים ומשאבים להסרת החסמים להשתלבות בני האוכלוסייה הערבית בתעשיית ההייטק עשויים לתרום הן לבני המגזר הערבי והן למשק בכללותו.

מהי ההשפעה של סוג המוסד על הסיכוי לעבוד בהייטק?

מלבד ההשפעה של תחומי הלימוד במערכת ההשכלה הגבוהה, והתרומה של החשיפה והכישורים הנרכשים עוד בתיכון לבחירה ללמוד את תחומים אלה; גם למוסד הלימודים עשויה להיות השפעה על הסיכוי להשתלב בתעשייה ועל רמות השכר (והפריז).

כך, כפי שצוין לעיל, מבין ה-"הייטקיסטים" האקדמאים, 70% הם בוגרי אוניברסיטאות, זאת כאשר שיעור הלומדים את מקצועות ההייטק באוניברסיטאות נמוך יותר בד"כ: 64% מבוגרי מדעי המחשב במדגם הם בוגרי האוניברסיטאות ו-52% מבוגרי הנדסת חשמל ואלקטרוניקה¹⁴. עם זאת, קיימים פערים רבים נוספים בין בוגרי מכללות ואוניברסיטאות, כמו פערים ברמת הכישורים והמוכנות האקדמית הנמדדת באמצעות הבחינה הפסיכומטרית, שכר ההורים וכו'. כמו כן, גם בין המוסדות השונים בכל קטגוריית על (מכללות/אוניברסיטאות) קיימת שונות רבה.

תרשים 20 מציג את שיעור העובדים בענפי ההייטק (ללא התייחסות לשכר) מבין בוגרי התחומים הרלוונטיים באקדמיה, בחלוקה ל-4 קטגוריות של מוסדות: אוניברסיטאות סלקטיביות (31% מבוגרי "מקצועות ההייטק"), אוניברסיטאות פחות סלקטיביות (29%), מכללות מתוקצבות (33%) ומכללות פרטיות (7%). זאת כאשר מידת הסלקטיביות של האוניברסיטאות נקבעה על פי הציון

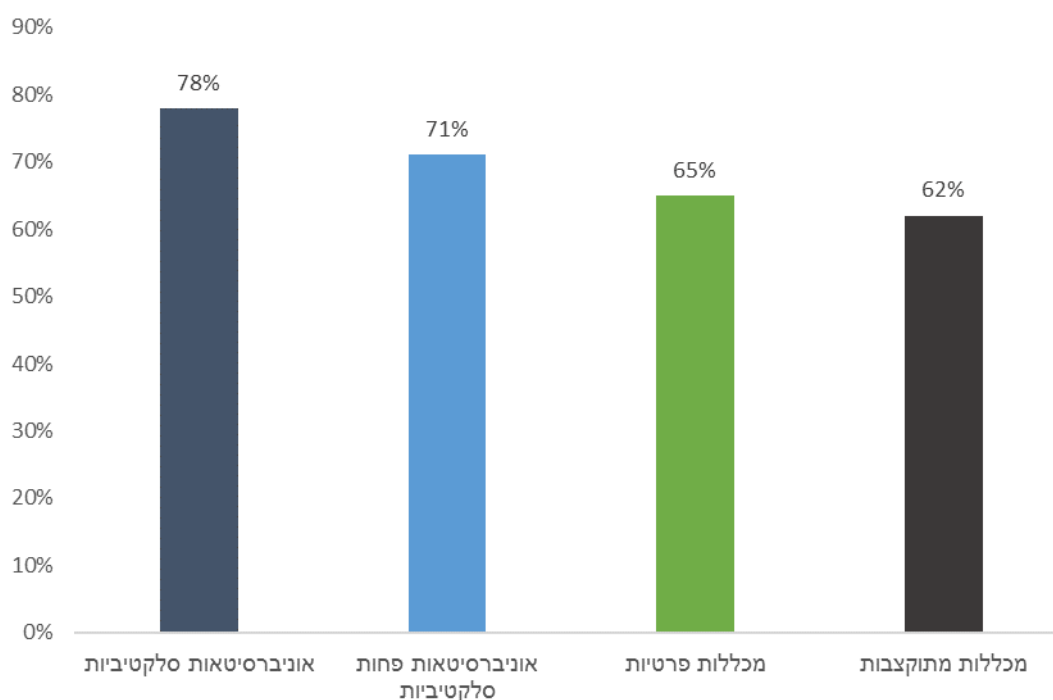
¹³ ראו למשל [כתבה מהעת האחרונה](#) לפיה היקף הגיוסים בשיטה זו מקיף בין 25% ל-50% מכלל הגיוסים.

¹⁴ כמו גם 91% מבוגרי הנדסת חומרים, 45% מבוגרי הנדסת תעשייה וניהול, 68% מבוגרי הנדסת מכונות וכמעט כל בוגרי פיזיקה. הנתונים הנ"ל הם לילידי 1975-1985.

הפסיכומטרי הממוצע של בוגרי המוסד – מוסדות שציון בוגריהן מעל לחציון הוגדרו כסלקטיביות ומתחת לחציון כפחות סלקטיביות.

הממצא המרכזי העולה מהתרשים הוא כי רוב בוגרי התחומים הרלוונטיים, הן מהמכללות והן מהאוניברסיטאות משתלבים בתעשייה. כאשר הפערים בין סוגי המוסדות קיימים, אך הם אולי פחות דרמטיים ממה שנהוג לחשוב. כך, שיעור העובדים בתעשייה מקרב בוגרי המוסדות היוקרתיים ביותר עומד על כ- 80%, והשיעור המקביל לבוגרי המכללות המתוקצבות עומד על 62%. עם זאת, בין המכללות המתוקצבות עצמן יש שונות לא מבוטלת, כאשר בוגרי חלק מהמוסדות משתלבים בשיעור גבוה יותר, הנע סביב ה- 70 אחוזים. הדבר נכון במיוחד לבוגרי תואר במדעי המחשב. כך, בקרב בוגרי התחום במכללות המתוקצבות, שיעור העובדים בתעשייה עומד על 70%, זאת כאשר השיעור המקביל בקרב האוניברסיטאות הפחות סלקטיביות עומד על 72%. ממצא זה מחזק את ההבנה כי ידע בתכנות הוא כישור ספציפי אשר הדרישה לו בתעשייה גבוהה במיוחד¹⁵.

תרשים 20. שיעור העובדים בהייטק מסך בוגרי "מקצועות ההייטק", בחלוקה לפי סוגי המוסדות האקדמיים

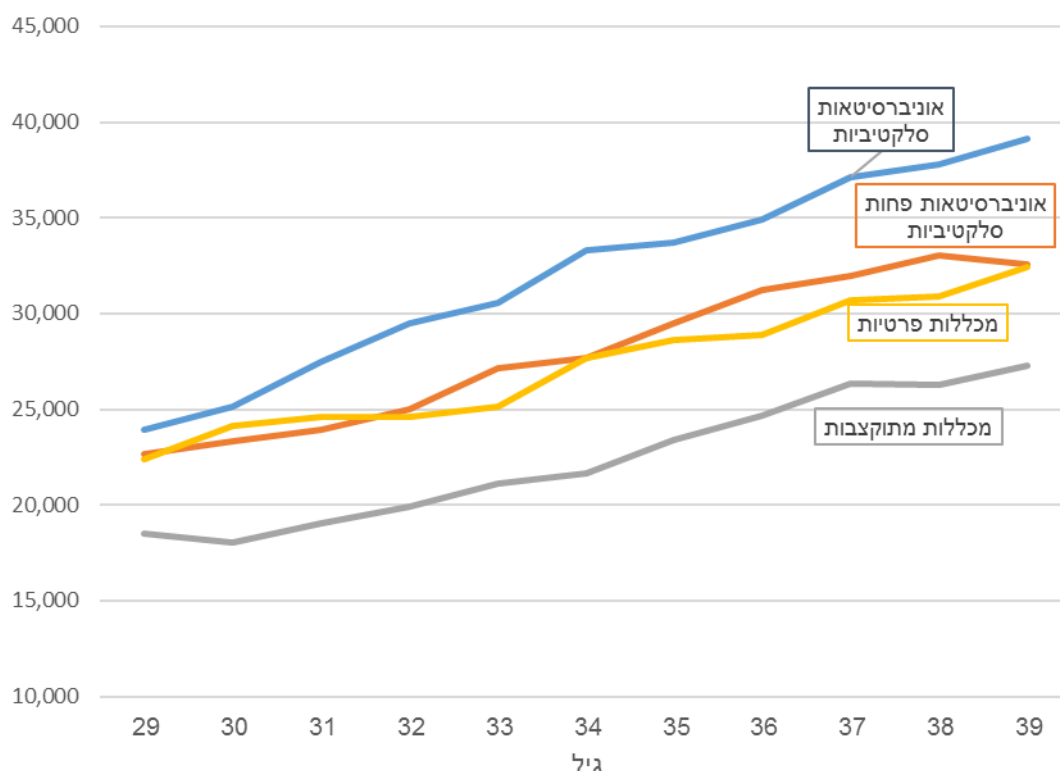


מבחינת השכר לעובדים בתעשייה, התמונה דומה. לבוגרי מקצועות ההייטק מהאוניברסיטאות הסלקטיביות שכר גבוה ביחס לשכר של בוגרי שאר המוסדות (תרשים 21), כאשר אין פער משמעותי בשכר הממוצע של בוגרי שאר האוניברסיטאות ביחס לשכר בוגרי המכללות הפרטיות. שכר בוגרי המכללות המתוקצבות נמוך יותר, אולם הוא עדיין גבוה יחסית. כך, שכר בוגרי התארים הרלוונטיים מהמכללות המתוקצבות גבוה מהשכר הממוצע של רוב בוגרי האוניברסיטאות (תרשים 22).

¹⁵ אמידה, שאינה מוצגת, הבוחנת באיזו מידה סוג המוסד מנבא את הסיכוי של בוגר מקצועות ההייטק להשתלב בתעשייה, וזאת לאחר פיקוח על משתני היכולות והרקע השונים, הובילה למסקנות זהות.

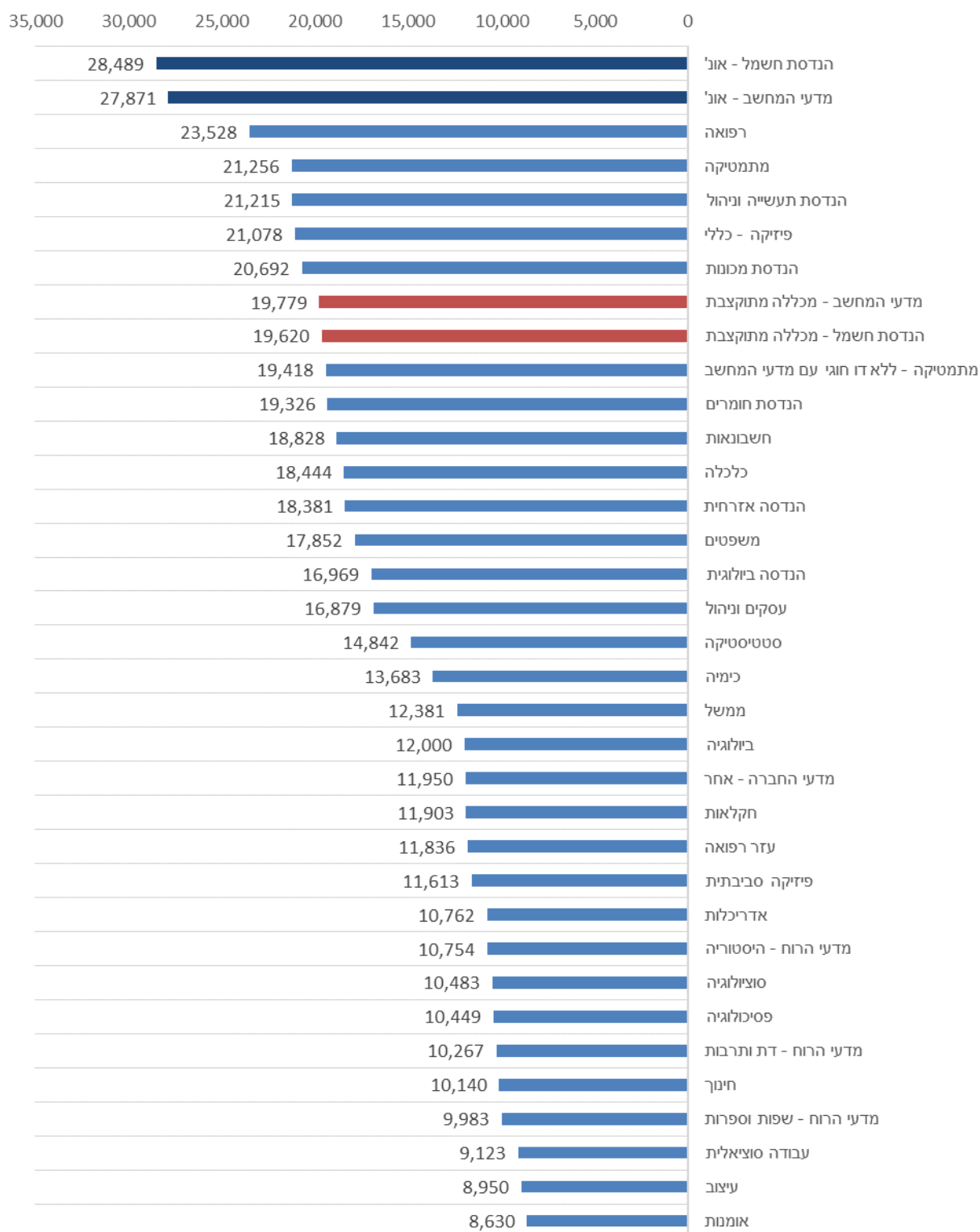
לאור כל זאת, נראה כי בעוד שבין בחירת לימודי מדעי המחשב או הנדסת חשמל באוניברסיטאות או במכללות, הבחירה באוניברסיטאות, ובמיוחד בסלקטיביות שבהן, עשויה לשפר את הסיכוי להשתלב בהייטק ובשכר גבוה (בהנחה, הסבירה יחסית, שלפחות חלק מהקשר המוצג הוא סיבתי); גם למי שסיכוייו להתקבל ללימודים באוניברסיטאות נמוך, לימודי התארים הנ"ל במכללות עשויים לשפר משמעותית את הסיכוי להשתלב בתעשייה ואת פוטנציאל ההשתכרות. במילים אחרות, תעשיית ההייטק בהחלט פתוחה לבוגרי המקצועות הרלוונטיים מהמכללות.

תרשים 21. שכר ממוצע לגברים יהודים¹⁶ בוגרי "מקצועות ההייטק" כתלות בסוג המוסד האקדמי, לפי גיל, שנת 2014



¹⁶ ההשוואה היא בין גברים יהודים בלבד, וזאת על מנת לנטרל השפעות הנובעות משיעורים שונים של נשים וערבים במוסדות השונים.

תרשים 22. שכר בשנת 2014 לבוגרי תחומים הלימוד השונים באוניברסיטאות, בהשוואה לבוגרי מדעי המחשב והנדסת חשמל במכללות המתוקצבות



*כיוון שרבים מבין לומדי תואר במתמטיקה באוניברסיטאות משלבים את הלימודים עם תואר במדעי המחשב (כדו-חוגי), בתרשים מוצג השכר הממוצע הן של בוגרי מתמטיקה באופן כללי והן ללא פרטים ששילבו את התואר עם מדעי המחשב.

בעבודה זו בחנו את המאפיינים של העובדים בהייטק בשכר גבוה, אותם הגדרנו כ- "הייטקיסטים". מצאנו כי בכל הנוגע לרכישת השכלה, שיעור גבוה מבין ה- "הייטקיסטים" הם אקדמאים, וזאת בניגוד אולי לסברה הרווחת שרבים מבין העובדים בהייטק אינם פונים להשכלה גבוהה, אלא רוכשים את הכישורים הרלוונטיים לגמרי בעצמם, או בזמן השירות הצבאי. כמו כן, מצאנו כי יש קשר חזק בין רכישת כישורים מתמטיים וכישורי תכנות הנרכשים במסגרת לימודי מחשבים בתיכון ובאקדמיה, לבין ההשתלבות בתעשיית ההייטק. זאת כאשר בהשוואה בינלאומית שיעור הלומדים מדעי המחשב בישראל אינו גבוה. מכאן כי השקעה רבה יותר בתחום המחשבים במערכת החינוך וההשכלה הגבוהה נדרשת להמשך חיזוק התעשייה והמשק.

מצאנו עוד כי הסיכוי להפוך ל"הייטקיסט" עולה ככל שהיכולות, ובמיוחד היכולות המתמטיות של הפרט, גבוהות יותר, אולם היכולות אינן משקפות את כל הסיפור. מהניתוח עולה כי מספר קבוצות באוכלוסייה – ובעיקר נשים, ערבים וסטודנטים להורים ממעמד נמוך – אינן ממצות את פוטנציאל ההשתלבות בתעשייה, אם בגלל חסמים כמו סטריאוטיפיים מגדריים, אם בגלל מיעוט בקשרים לעובדים בתעשייה, אם בגלל גורמים מוסדיים ואם בגלל גורמים אחרים. לתובנה זו משמעות רבה למדיניות, שכן במקביל למאמצים לשפר את המיומנויות המתמטיות של כלל הצעירים בישראל, אם באמצעות שיפור מערכת החינוך ואם באמצעים אחרים; גם לכלי מדינות ספציפיים שימוקדו בהסרת חסמים להשתלבות של אותן קבוצות בתעשייה, עשויה להיות תרומה להרחבת ההון האנושי הרלוונטי. באופן כללי יותר, לצעדים אלה גם עשויה להיות תרומה לשיפור הקצאת המקורות במשק ומכאן על הצמיחה והפריון.

מקורות

- גבע, אסף (2015). [על פערי השכר בין גברים לנשים](#). נייר עבודה, אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר. הגדלת היצע כוח אדם מיומן הנדרש לתעשייה עתירת הידע. [דוח ועדת ההיגוי](#) (אוגוסט 2014). המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית. [המלצות הצוות הבין משרדי](#) (2012).
- אגף הכלכלן הראשי (2016). מגזר ההייטק הישראלי. מיקוד שבועי בסקירת האגף. [14 בפברואר 2016](#).
- אגף הכלכלן הראשי (2016). מגמות בבחירת מקצועות לבגרות מורחבת (5 יח') בקרב תלמידי תיכון. מיקוד שבועי בסקירת האגף. [26 במרץ 2017](#).
- אגף הכלכלן הראשי (2017). השתתפותן של נשים בתעשיית ההיי טק. מיקוד שבועי בסקירת האגף. [6 במרץ 2016](#).
- פוקס, הדס (2016). [פערים מגדריים בשוק העבודה](#): שכר וקיטוב תעסוקתי. מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל.
- פניגר, יריב, איילון, חנה, מקדוסי, עודד. (2013) נגישות להשכלה גבוהה ב קרב צעירי מהפריפריה החברתית בישראל. דוח מחקר שהוגש לקרן גנדיר.
- פרידמן, יואב (2017). ענפי טכנולוגיות המידע: עובדים, שכר והתמודדות עם זעזועים. הרבעון הישראלי לכלכלה, מרץ-יוני 2017.
- קריל, זאב, גבע, אסף, אלוני, צליל. (2016) לא כל התארים נולדו שווים: בחינת הפרמיה בשכר מרכישת השכלה גבוהה, כפונקציה של תחום הלימוד. נייר עבודה, אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר.
- משרד הכלכלה (2011). האקדמאים הערבים בישראל דיוקן האוכלוסייה, מאפייני תעסוקה, רמת חיים והכנסות 2008-2.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2015). תעשיית הביוטכנולוגיה בישראל: 2010-2013.

Sigle-Rushton, W., & Waldfogel, J. (2007). Motherhood and women's earnings in Anglo-American, Continental European, and Nordic countries. *Feminist Economics*, 13(2), 55-91.

Goolsbee, A. (1998). *Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers?* (No. w6532). National bureau of economic research.

Bell, A., Chetty, R., Jaravel, X., Petkova, N., & Van Reenen, J. (2016). The lifecycle of inventors.

Blau, F. D., & Kahn, L. M. (2016). The gender wage gap: Extent, trends, and explanations (No. w21913). National Bureau of Economic Research.

Haider, S., & Solon, G. (2006). Life-cycle variation in the association between current and lifetime earnings. *The American Economic Review*, 96(4), 1308-1320.

Böhlmark, A., & Lindquist, M. J. (2006). Life-cycle variations in the association between current and lifetime income: Replication and extension for Sweden. *Journal of Labor Economics*, 24(4), 879-896.

Kahn, S., & Ginther, D. (2017). Women and STEM (No. w23525). National Bureau of Economic Research.

Hsieh, C. T., Hurst, E., Jones, C. I., & Klenow, P. J. (2013). The allocation of talent and us economic growth (No. w18693). National Bureau of Economic Research.

MasarUp, Survey of Arab Society on Entrepreneurship in Israel, 2016; www.masarup.com/survey-results.html