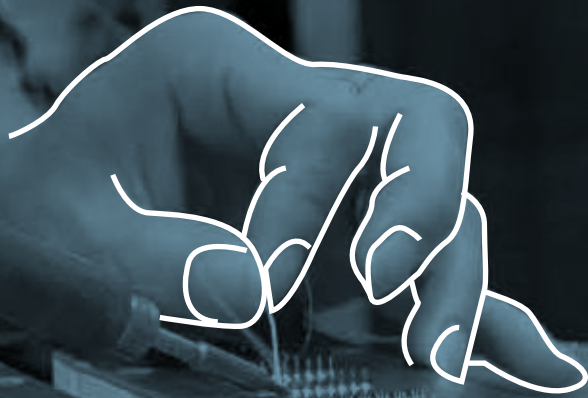


JERUSALEM מכון ירושלים  
INSTITUTE למחקרי מדיניות  
FOR POLICY معهد القدس  
RESEARCH لبحث السياسات



## ידיים אובדות:

המחסור בהון אנושי להיי-טק בירושלים ובישראל -  
ניתוח והמלצות לשוק התעסוקה ולמערכת החינוך וההשכלה

ימית נפתלי, ד"ר מאיה חושן, נדב כספי, עומר יניב,  
ליאור רגב, יאיר אסף-שפירא, נדן פלדמן



תוכנית היובל

# ידיים אובדות:

המחסור בהון אנושי להיי־טק בירושלים ובישראל –  
ניתוח והמלצות לשוק התעסוקה ולמערכת החינוך  
וההשכלה

ימית נפתלי, ד"ר מאיה חושן

צוות המחקר: ליאור רגב, עומר יניב, יאיר אסף־שפירא, נדן פלדמן,  
נדב כספי

ירושלים, 2019

## הוצאת הפרסום לאור התאפשרה הודות לתמיכה של שותפינו:



מכון ירושלים למחקרי מדיניות | פרסום מספר 519

תוכנית היובל

### ידיים אובדות:

**המחסור בהון אנושי להייטק בירושלים ובישראל - ניתוח והמלצות לשוק התעסוקה ולמערכת החינוך וההשכלה**

ימית נפתלי, ד"ר מאיה חושן

צוות המחקר: ליאור רגב, עומר יניב, יאיר אסף-שפירא, נדן פלדמן, נדב כספי

עורך המסמך: גיא רוזן

© 2019, מכון ירושלים למחקרי מדיניות

בית חי אלישר

רח' רד"ק 20, ירושלים 9218604

[www.jerusalemstitute.org.il](http://www.jerusalemstitute.org.il)

[www.en.jerusalemstitute.org.il](http://www.en.jerusalemstitute.org.il)

E-mail: [info@jerusalemstitute.org.il](mailto:info@jerusalemstitute.org.il)

# תוכן העניינים

4	תקציר מנהלים.....
1	1. רקע.....
8	2. המחסור בעובדים מיומנים להיי־טק: תמונת מצב.....
11	2.1 תעשיית ההיי־טק בירושלים.....
16	3. ההון האנושי בהיי־טק: נתונים עדכניים ותחזיות.....
17	3.1 שבר בהיי־טק בירושלים בהשוואה לשאר הארץ.....
20	3.2 תחזית 2018-2022.....
22	3.3 היצע העובדים שיצטרפו לענף.....
25	4. שרשרת הערך: הקשר בין חינוך והשכלה לתעסוקה.....
25	4.1 תוכניות לחינוך טכנולוגי בגיל בית ספר.....
28	4.2 העל יסודי כבסיס הפירמידה לתעשייה.....
31	4.3 לימודים על־תיכוניים.....
32	4.3.1 היי־טק במה"ט.....
33	4.4 הצבא כמכשיר להיי־טק.....
33	4.5 השכלה גבוהה.....
37	4.6 הסבות והכשרות – הבוטקאמפ.....
40	4.6.1 תוכניות הכשרה אחרות של משרד העבודה והרווחה.....
42	סיכום והמלצות.....
46	מקורות.....
48	רשימת מרואיינים.....

## תקציר מנהלים

המחסור בהון אנושי מקצועי ומיומן לתעשיית ההיי־טק, שהפכה לעמוד התווך של המשק ולסמל ההצלחה של הכלכלה הישראלית, מוערך בכ־12 אלף מהנדסים ומתכנתים וצפוי עוד לגדול בשנים הקרובות. בירושלים מדובר באתגר משמעותי – עם אוכלוסיות שבאופן מסורתי ממעטות להשתלב בתחום; ריבוי של חברות קטנות ובינוניות, נעדרות אמצעים להכשרת עובדים חדשים; ומספר חברות גדולות, בדגש על מובילאיי ורפאל, המדווחות על צורך עתידי גדל בעובדים. לפי הערכה שמרנית, התחזית לגידול במשרות בירושלים עומדת על כ־2,800 בחמש השנים הבאות.

רמות השכר הגבוהות מבטאות אף הן את המחסור בעובדים לתעשיית ההיי־טק. לפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה<sup>1</sup> לשנת 2017, השכר הממוצע לשכיר בהיי־טק בירושלים עמד על 15,000 ש"ח לעומת 23,700 ש"ח בתל־אביב. נתון זה מייצג את השכר של כלל המועסקים בענף ההיי־טק ולא רק עובדים מקצועיים. כלומר, השכר מחושב גם עבור עובדים לא מקצועיים ובכלל זה, מזכירות, עובדי תחזוקה וכו'. לפיכך, ניתן להניח כי בירושלים מועסקים יותר עובדים לא מקצועיים בהשוואה לחברות בתל אביב. הסבר חלקי נוסף להבדל ברמות השכר טמון בכך שרמות השכר בירושלים, נמוכות יותר גם עבור מהנדסים בתעשייה.

במחקר זה עמדנו על הקשר ההדוק בין היצע ההון האנושי לתעשייה לבין שרשרת החינוך שמוביל אליו. ביחס למגוון המקצועות הרחב שבתחום, המצריכים מיומנויות וכישורים מיוחדים, המחסור בעובדים מורגש בעיקר במשרות שבראש הפירמידה: חוקרים־מפתחים ואלגוריתמיקאים. החולייה בשרשרת החינוך, שיש בידיה לתת מענה למחסור במשרות אלו, היא מערכת ההשכלה הגבוהה.

<sup>1</sup> החישוב נעשה בממוצע ממוצעים על כל משרות העבודה בענף ההיי־טק (ללא קשר לאורך המשרה בחודשים), ממוצע חודשי בש"ח שוטפים. ענף ההיי־טק לטובת עיבוד זה כולל את הענפים הכלכליים – 21, 26, 303, 61, 62, 631, 720, 721. על פי נתוני הלמ"ס.

לירושלים כעיר אקדמיה יש יתרון יחסי: ממוקמים בה מספר מוסדות אקדמיים מובילים, שהם בין מנועי הצמיחה הכלכליים שלה.<sup>2</sup> על מנת להגדיל את ההון האנושי להיי־טק יש להשקיע בהרחבת תוכניות ומסלולי לימוד של מקצועות הרלוונטיים לתעשייה. החלטות בנושא זה התקבלו במסגרת תוכנית החומש של המל"ג, אך לא לקחו בחשבון את מערך המכללות.

כ־15% מהסטודנטים בתחומים הרלוונטיים למקצועות ההיי־טק הם בוגרי מוסדות ירושלמיים. מימוש פוטנציאל ההון האנושי על־ידי הנגשת סטודנטים לחברות ירושלמיות עשוי לסייע. סטודנטים מציינים כי כיום, היצע המשרות בירושלים דל, ולכן רוב חבריהם בוחרים לעבוד במרכז. גם ביריד התעסוקה, שנערך באוניברסיטאות אחת לשנה, שבו חברות מציעות משרות לסטודנטים, אין כמעט חברות ירושלמיות. לכך תורם גם מבנה האקו־סיסטם בעיר, המורכב בעיקר מחברות קטנות המשוועות לכוח אדם מוכשר ומנוסה ונעדרות משאבים להשקיע בהכשרת עובדים ללא ניסיון. אחת הדרכים להנגיש כוח אדם מוכשר לחברות היא לסייע במימון של תוכניות התנסות בתעשייה, למשל: התמחויות קיץ שבמסגרתן הסטודנטים עובדים על פרויקט בחברה. הבניית תוכנית שכזאת, בשיתוף מספר חברות קטנות ותמיכה במימון הפרויקט, עשויה לחשוף את החברה לסטודנטים מוכשרים, להקנות לסטודנטים ניסיון רלוונטי ולפתוח פתח להשתלבותם בחברות ירושלמיות.

בטווח הארוך, הפוטנציאל הגדול של ישראל בכלל ושל ירושלים בפרט טמון בקבוצות אוכלוסייה שלא פונות היום למקצועות הרלוונטיים לתעשייה – נשים, ערבים וחרדים. הקו המנחה בפתרונות לאוכלוסיות אלו ברמה העירונית הוא התאמה תרבותית־חברתית ויצירת מסגרות לימוד מאפשרות.

בקבוצה, הנשים החרדיות נוטות לבחור בלימוד ובעיסוק במקצוע ההוראה, וברובן מעדיפות מסגרות קיימות כמו סמינרים. לפיכך אנו ממליצים על הבניית תוכניות הכשרה לתעשיית היי־טק ושילובן במסגרות המסורתיות הקיימות ללימודי הוראה. כמו כן, מומלץ לבסס תוכניות משותפות לסמינרים ולמוסדות אקדמיים בעיר, שיבטיחו איכות גבוהה של הכשרה ויקנו נקודות זכות להמשך הלימודים באקדמיה. כך תתאפשר, בעתיד, השתלבות של אוכלוסייה זו גם במשרות שבראש הפירמידה.

<sup>2</sup> במסגרת מחקר J-RIS – אסטרטגיית חדשנות אזורית לעידוד צמיחה בירושלים, זוהתה האקדמיה כמנוע צמיחה לעיר. בהתאם להחלטות ממשלה, הושקעו תקציבים בפיתוח ירושלים כעיר אקדמיה בתוכניות 'מרום' ו'היובל'. קאופמן ד., מלחי א. ואח', מכון ירושלים לחקר ישראל, 2007.

באשר לאוכלוסייה הערבית, בקרבה קיימת נטייה ללמוד מקצועות מסוימים הנתפסים כמכובדים ומקנים ביטחון תעסוקתי.<sup>3</sup> יש לפעול על מנת לחשוף בפניה תחומי מקצוע נוספים, דרך הגדלת מספר בתי הספר המעודדים לימודים טכנולוגיים וייעוץ לתלמידי תיכון על אפשרויות הלימודים והתעסוקה בתחום. כן יש ליישם מודל של קורסי הכשרה מקצועית לבוגרי מוסדות אקדמיים עם כישורים להיי־טק.

עבור בוגרי מוסדות אקדמיים שלא למדו את מקצועות ההיי־טק, הן מקרב האוכלוסייה הכללית והן הערבית והחרדית, יישום מודל של קורסי הכשרה בדומה לבוטקאמפ עשוי לאפשר השתלבות בתעשייה ולתת פתרון למחסור בעובדים במשרות מהרמה הנמוכה יותר בפירמידה (שלישית ומטה). בירושלים פועלות מעט תוכניות מסוג זה, ולכן פתרונות כתמיכה כספית במימון הכשרת עובדים עשויים לתת מענה לחברות בעיר. בהקשר זה יש לציין שני חסמים לכניסה לקורסים אלו: רמת האנגלית הנדרשת ושכר הלימוד הגבוה. יישום התוכניות חייב, לפיכך, לבוא לצד תגבור מובנה של לימודי אנגלית ומלגות תמיכה. על האחרונות לכלול גם מלגות מחיה ולא רק השתתפות בשכר הלימוד.

חסם נוסף שזוהה הוא רמת המתמטיקה, כאשר איכות ירודה של לימודי חשבון כבר בגיל צעיר עלולה למנוע השכלה גבוהה. בעיה זו חריפה יותר בקרב אוכלוסיית הערבים והחרדים. תוכניות המחברות בין האקדמיה לבתי ספר בעיר בהקשר של תגבור לימודי מתמטיקה וחשיפה ללימודים גבוהים עשויות לשפר את הישגי התלמידים. בנוסף, לאורך השנים חלה ירידה של כ-40% במספר התלמידים הלומדים מקצועות טכנולוגיים בתיכונים בירושלים. הגדלת היצע הלימודים הטכנולוגיים עשויה להגדיל את מספר התלמידים שיבחרו להמשיך ללימודים טכנולוגיים גבוהים.

בשנים האחרונות התקבלו כמה החלטות ברמת העיר והמדינה בנושא. סיכום הממצאים מעלה כי מגמת ההתפתחות בתעשייה היא חיובית. מגמה זו באה לידי ביטוי בגידול במספר הסטרטאפים בירושלים, בעלייה בהיקף גיוסי ההון ובמספר אירועי ה-networking של קהילת ההיי־טק בעיר. נוכח הגידול הצפוי במספר המשרות הפנויות יש להתמיד בתוכניות, להעמיק אותן ולהוסיף עליהן מסלולים חדשים, שיאפשרו למצות את פוטנציאל התעסוקה וימנעו פגיעה במנוע צמיחה מרכזי של ירושלים ושל ישראל כולה.

<sup>3</sup> נפתלי י. ושטרן מ., 2018.

# 1. רקע

מחקר זה נערך במסגרת תוכנית 'היובל' לפיתוח וצמיחה כלכלית של העיר ירושלים. זוהי תוכנית חומש והיא המשכה של תוכנית 'מרום', אשר נולדו בהתבסס על מחקר שעסק באסטרטגיות חדשנות לירושלים. במסגרת זו זוהו שלושה מנועי צמיחה כלכליים לעיר, בשניים מהם עוסק נייר זה: היי־טק ואקדמיה (השכלה גבוהה). המנוע השלישי הוא תיירות.

מכון ירושלים למחקרי מדיניות ליווה והעריך את השפעת מדיניות הצמיחה, המיושמת במסגרת 'מרום' וכעת 'היובל'. במסגרת עבודה זו, כחלק מאתגר חיזוק תעשיית ההיי־טק בירושלים וחיזוק מעמדה של ירושלים כעיר אקדמיה, נולד מחקר זה העוסק בחינוך, בהשכלה ובלימודים מוכוונים תעסוקת היי־טק.

אתגר המחסור בעובדים לתעשיית ההיי־טק בירושלים הוא חלק מהאתגר הארצי שעמו מתמודדת התעשייה בישראל. מהערכה שביצענו, בהתבסס על נתוני הלמ"ס, בשנת 2017 היו בירושלים 476 משרות פנויות בתחום. בהתאם, סך הגידול במשרות חדשות צפוי לעמוד על 2,800-4,500 משרות<sup>4</sup> בחמש השנים הבאות בהתאם לתחזיות.

לפיכך, מטרת המחקר הן:

1. לבחון את שרשרת החינוך – החל מבית הספר התיכון, המשך בהשכלה על־תיכונית וכלה בהשכלה גבוהה ובחינוך מקצועי;
2. לזהות את הדרכים בהן יש לנקוט כדי לספק מענה מתאים למחסור בכוח אדם מיומן לתעשיית ההיי־טק בירושלים.

<sup>4</sup> ההערכה מתבססת על ניתוח נתוני הלמ"ס, ראיונות עם חברות היי־טק גדולות בעיר ושיחות עם מנהלי הרל"י בתחום ההיי־טק. ראו פרק 4 להלן.



## 2. המחסור בעובדים מיומנים להייטק: תמונת מצב

תעשיית ההייטק הפכה, בעשור האחרון, לעמוד התווך של המשק ולסמל הצלחה של כלכלת ישראל, והיא מקיפה, כיום, יותר מ-10% מהתוצר הלאומי של המדינה.<sup>5</sup> אולם לצד שגשוגה המתמשך, גובר המחסור בעובדים – בישראל בכלל ובירושלים בפרט – והוא עלול להיות איום ממשי על עתיד ההייטק הישראלי.

לפי הרשות לחדשנות, המחסור בהון אנושי מוערך כיום בכ-12 אלף מהנדסים ומתכנתים (על נתון זה ואחרים, בפרק הבא). מצוקת העובדים מורגשת גם בירושלים, שבה התפתחה, בעשור האחרון, תעשיית הייטק מגוונת. לאורך השנים חברות הייטק ירושלמיות מדווחות על קושי גדול במציאת עובדים מוכשרים ומנוסים המתאימים למשרות הפנויות. דבר זה בא לידי ביטוי בשיעור משמעותי, כ-35%, של עובדים המתגוררים מחוץ למטרופולין ירושלים.<sup>6</sup> בשנים הקרובות צפוי ביקוש גובר והולך לכוח אדם מיומן, בעיקר הודות לצמיחתן של מובילאיי ורפאל הפועלות בעיר.

לפי דו"ח ממשלתי שפורסם ב-2012,<sup>7</sup> בענף ההייטק בישראל מתווספות כ-7,000 משרות חדשות בשנה, בעוד שמערכת החינוך מעמידה בכל שנה כ-6,600 בוגרים בלבד עם בגרות במתמטיקה בהיקף של 5 יח"ל ובציון גבוה מ-85. חלק מבוגרים אלה פונים ללימודים אקדמיים במקצועות לא טכנולוגיים כגון רפואה, משפטים וכלכלה. מספר הסטודנטים בהנדסת מחשבים, אלקטרוניקה ומערכות מידע דורך במקום ואף מצטמצם: מספרם של בוגרי המקצועות הטכנולוגיים באקדמיה ב-2014 היה נמוך מאשר ב-2004.<sup>8</sup> כך שהמחסור מחריף לאורך זמן.

בספטמבר 2017, בהחלטת ממשלה 2292, אושרה תוכנית לאומית להגדלת כוח אדם מיומן לתעשיית ההייטק הן על-ידי שיפור ההון האנושי הקיים בישראל והן בהבאת עובדים

<sup>5</sup> מזוז י. וקריל ז., 2017.

<sup>6</sup> נפתלי י. ובר ש., 2018.

<sup>7</sup> המלצות הצוות הבין משרדי, 2012.

<sup>8</sup> סטארט אפ ניישן סנטרל, 2017.

מיומנים מחו"ל. במסגרת זו הוקם צוות מקצועי בראשות ראש המועצה הלאומית לכלכלה במשרד ראש הממשלה; הממונה על התעסוקה במשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים וכן רשות החדשנות.

חמש שנים קודם לכן, ב־2012, הגיש צוות בין־משרדי, בהובלת ראש המועצה הלאומית לכלכלה, דאז, יוג'ין קנדל, המלצות לממשלה בנוגע למחסור בכוח אדם מיומן בתחומי המחשוב, בדגש על תפקידי מחקר ופיתוח. הצוות דיווח כי לא זיהה מחסור גדול במגזר העסקי בתחומים אחרים לרבות מדעים מדויקים, תחומי הנדסה נוספים ומדעי החברה ואף זיהה עודף היצע בתחומי מדעי החיים. כמו כן זיהה הצוות מקרים רבים שבהם התעשייה הסתייגה מהעסקת בוגרי מכללות במקצועות הרלוונטיים. הוא סיכם כי רמת המחסור בעובדים "עדיין אינה במידה שגורמת נזק כבד לתפקוד החברות הקיימות, אולם נראה כי כבר כיום יש למחסור השפעות שליליות על המשק הישראלי, בהן עליית שכר הפוגעת ביתרון התחרותי של תחום ההיי־טק בישראל, האטת קצב הצמיחה של התחום ואובדן משרות פוטנציאליות לטובת מיקור חוץ בחו"ל". הדו"ח סיכם כי המשך התופעות הקיימות יביא להגברת המחסור בשנים הקרובות וליצירת חסם צמיחה משמעותי.

החלטת ממשלה 5080 מאוגוסט 2012 אימצה את עיקרי הדו"ח ומינתה ועדת היגוי, בראשות הממונה על התעסוקה במשרד הכלכלה, שתגבש כלי מדיניות פרטניים. ב־2014 פרסמה האחרונה דו"ח<sup>9</sup> הכולל פיתוח כלים בשלושה טווחי זמן – הקצר, הבינוני והארוך. בטווח הקצר נכללו כלים כמו גיבוש תוכנית לריענון מהנדסים בעלי ותק מעל גיל 45; השמת בוגרי תארים בקרב האוכלוסייה הערבית והבאת עובדים זרים וקיצור ההליכים הבירוקרטיים הנדרשים להעסקתם. בטווח הבינוני נכללו כלים כמו הרחבת תוכניות נגישות להשכלה גבוהה לאוכלוסיות שמתקשות לעמוד בתנאי הקבלה, כמו 'אופקים להיי־טק' שמאתר צעירים מהפריפריה למסלול אקדמי תוך ליווי והכוונה; המשך תוכניות של הות"ת לעידוד מקצועות חסרים; פיתוח תוכניות עבור חרדים וערבים להשתלבות בהשכלה הגבוהה ובהיי־טק הישראלי, המותאמות במיוחד למבנה הדמוגרפי בירושלים והגברת החשיפה למקצועות טכנולוגיים, בקרב חיילים שאינם משרתים ביחידות טכנולוגיות. בטווח הארוך ההמלצות כללו שינוי במודל תקצוב המוסדות להשכלה גבוהה כדי לעודד את מספר התלמידים הלומדים במקצועות מחשבים והנדסה, תגמול אוניברסיטאות על גידול במספר הבוגרים במקצועות אלה ופיתוח תוכניות היי־טק בהשכלה גבוהה לאוכלוסייה הערבית.

בספטמבר 2016 פרסמו פרופ' בנימין בנטל ופרופ' דן פלד מחקר שבדק את הביקוש לעובדי היי־טק בישראל, תחת הכותרת: "האם קיים מחסור בבעלי תארים אקדמיים במדע

<sup>9</sup> משרד הכלכלה, 2014.

ובטכנולוגיה".<sup>10</sup> המחקר, שפורסם על-ידי אוניברסיטת חיפה ומוסד שמואל נאמן והתבסס על נתוני הלמ"ס, קבע כי אין מחסור גורף במהנדסים בין מקבלי התארים בתחומים הרלוונטיים לתעסוקת היי-טק, כי אם מחסור נקודתי בתחומים שמתפתחים בעקביות, ולכן קיימות משרות שקשה לאיישן.

גם אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר בוחן בשנים האחרונות את סוגיית הלימודים הטכנולוגיים והשתלבותם של בוגרים בתעשיית היי-טק. מחקר זה לא כולל התייחסות לשירות הצבאי של עובדי היי-טק. הוא כן מנסה להבין מהם הכישורים והמיומנויות הנדרשים להשתלבות בתעשייה. במחצית השנייה של 2017 פרסמו יעל מזוז־הרפז וזאב קריל מחקר פנימי<sup>11</sup> בכותרת 'המקפצה להיי-טק', שבחן את החסמים המגבילים אוכלוסיות שונות מלהשתלב בלימודים טכנולוגיים ובהמשך בתעשיית היי-טק. מדובר באוכלוסיות המרכיבות חלק גדול מתושבי ירושלים. "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", נכתב בדברי הסיכום. "מצאנו כי יש קשר חזק בין רכישת כישורים מתמטיים וכישורי תכנות, הנרכשים במסגרת לימודי מחשבים בתיכון ובאקדמיה, לבין ההשתלבות בתעשיית היי-טק. 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".

במאי 2017 פרסמה המועצה הלאומית לכלכלה מחקר של הכלכלניות נילי בן טובים ונעם קוסט, שעוסק בעידוד השתלבות נשים בתעשיית היי-טק: 'סטודנטיות למקצועות ההיי-טק – יעד לאומי והמלצות מעשיות'.<sup>12</sup> לפי המחקר, נכון ל-2014, נשים מהוות 20% בלבד מסך הסטודנטים במקצועות טכנולוגיים ו-26% בלבד מהעובדים בליבת תעשיית היי-טק. המסמך פירט את החסמים הניצבים בפני השתלבות נשים בתעשייה, סקר מספר תוכניות להשתלבותן במוסדות גבוהים בארה"ב כמו אוניברסיטת סטנפורד ואוניברסיטת אילינוי, והציג שורה של המלצות. אלה כללו בין השאר: הצבת יעד של 40% נשים במקצועות טכנולוגיים ומתן תמריצים למוסדות אקדמיים; פיתוח תוכניות ייעודיות שימשכו סטודנטיות ומתן מלגות; חשיפה גבוהה יותר של לימודים טכנולוגיים במוסדות אקדמיים; ושינוי קורס המבוא בחוג למדעי המחשב, כך שיעניק חוויה חיובית

<sup>10</sup> בנטל ב. ופלד ד., 2016.

<sup>11</sup> מזוז י. וקריל ז., 2017.

<sup>12</sup> המועצה הלאומית לכלכלה, 2017.

ולא מרתיעה. כמו כן המליץ המסמך לפתח תוכניות הכוונה ייעודיות לסטודנטיות ערביות וחרדיות.

אחד הגופים הממשלתיים שנוקטים מאמץ משולב בפתרון המחסור בעובדי היי־טק הוא הרשות לחדשנות. הרשות מקצה סכום של מיליארד וחצי ש"ח בשנה לתמיכה בחברות. חלק מהתקציב מופנה, כעת, ליעד לאומי שקבעו הות"ת והמל"ג, במסגרת החלטת הממשלה 2292 מ־2017, להגדיל בכ־40% את מספר הלומדים במקצועות טכנולוגיים ואת מספר בוגרי 5 יחידות במתמטיקה בתיכונים.

בנוסף יש לציין כי הממשלה נוקטת מאמצים לעודד הבאת עובדי היי־טק זרים. בפברואר 2018 פרסמה רשות האוכלוסין וההגירה נוהל חדש המאפשר לחברות היי־טק וסייבר מקומיות להעסיק מומחים ממדינות אחרות שיקבלו אשרות עבודה מיוחדות בישראל.<sup>13</sup>

במקביל למאמץ הממשלתי להגדיל את מספר הסטודנטים והמועסקים במקצועות הטכנולוגיים, גופים שונים במגזר הפרטי החלו, בשנים האחרונות, לפתח תוכניות הכשרה, כדי להכשיר במהירות מספר גדול של עובדים חדשים.

## 2.1. תעשיית ההיי־טק בירושלים

בירושלים ממוקמים מוסדות מחקר ראשונים במעלה, כמו גם בתי חולים ומוסדות אקדמיים בהם האוניברסיטה העברית, המרכז הרפואי הדסה, המרכז הרפואי שערי צדק ומכללות טכנולוגיות, המעניקות תארים ספציפיים בתחומי הביוטכנולוגיה וההיי־טק. מדי שנה משלימים, בירושלים, יותר מ־3,700 סטודנטים תארים אקדמיים בתחום מדעי החיים וכ־2,700 בתחומי ההיי־טק, חלקם מזינים את התעשייה ואת מוסדות המחקר עצמם.<sup>14</sup>

ענף הטכנולוגיה מזוהה כמקור צמיחה משמעותי, כאשר סטרטאפים מהווים כוח מניע של ערים. בשל תפקידה הייחודי של תעשיית ההיי־טק בצמיחה הכלכלית של ירושלים, משקיעה הרל"י מאמצים רבים לחיזוק התעשייה בה, זאת במסגרת תוכנית 'היובל' ובעבר תוכנית 'מרום'. בין היעדים העיקריים שהוצבו: מיצוב מעמדה של בירת ישראל כבירת ההיי־טק ויצירת אקו־סיסטם המהווה מוקד משיכה לסטרטאפים ולחברות טכנולוגיה גדולות באחד.

<sup>13</sup> רשות האוכלוסין וההגירה, 2018.

<sup>14</sup> עיבוד של מכון ירושלים למחקרי מדיניות לנתוני מל"ג עבור שנת הלימודים תשע"ח, 2018.

במסגרת תוכנית 'מרום', זוהתה תעשיית הביוטכנולוגיה כמנוע צמיחה לעיר, שכן לירושלים יתרון יחסי בסקטור הודות למאפיינים שהוזכרו לעיל. כ-10% מחברות הביוטכנולוגיה בישראל ממקומות בעיר. במהלך יישום התוכנית הוחלט להרחיב את היריעה ולכלול השקעה בכלל תעשיית ההיי־טק כמנוע צמיחה, זאת מתוך ההבנה כי השקעה בפיתוחה לא ידרוש מאמצים גדולים, אלא הרחבה והפעלה של כלים דומים לאלו המכוונים לחזק את תעשיית הביוטכנולוגיה.

במסגרת התוכנית לפיתוח כלכלי של ירושלים, הרל"י מעודדת יזמים וחברות להקים פעילות חדשה, להרחיב או להעביר פעילות עסקית לעיר ולהנחות מהטבות כלכליות ומליווי מקצועי מול גורמים ממשלתיים ועירוניים שונים. הרל"י פועלת במתכונת של One stop shop ומספקת את כלל השירותים הנדרשים לחברות במקום אחד: הטבות פיננסיות, קישור בין האקדמיה לתעשייה והשקעה באקו־סיסטם. דהיינו, השקעה במעטפת הצרכים של חברת ההיי־טק, הכוללת בין השאר תשתיות (האבים ואקסלרטורים), קשרי משקיעים וסיוע מול גורמים עירוניים וממשלתיים. מגוון התוכניות שהרל"י מפעילה כולל: מענקים לחברות המעסיקות עובדים חדשים, מענק שכירות למשרד חדש לסטרטאפים חדשים, תמיכה באקסלרטורים דרך תוכניות יזמות שונות, גישה למנטורינג איכותי יחד עם חיבור ללקוחות ולמשקיעים רלוונטיים וכן תמיכה במרחבי חדשנות מגוונים המיועדים לאוכלוסיות ספציפיות. סך המענקים שניתנו לחברות בשנים 2013-2018 עמד על כ-60 מיליון ש"ח.

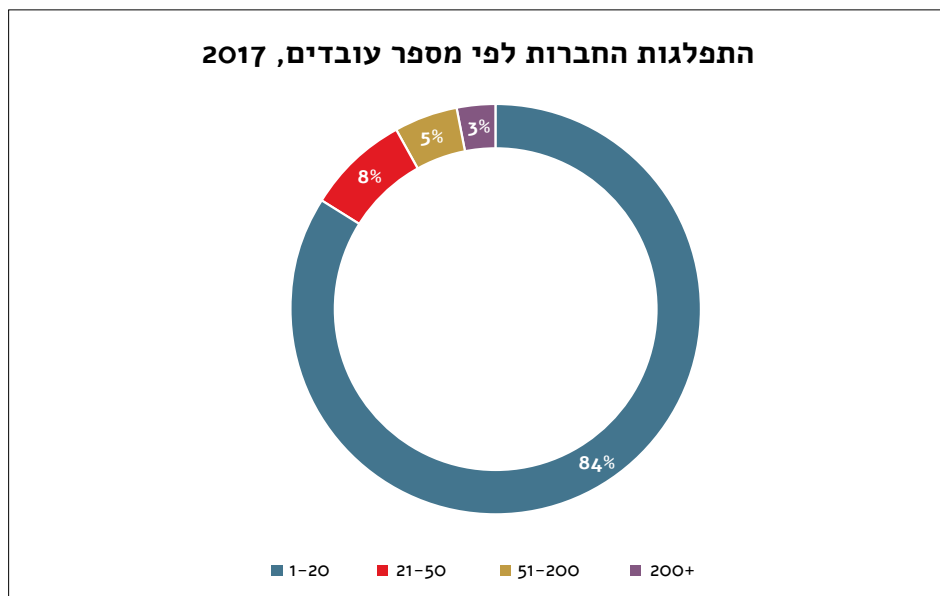
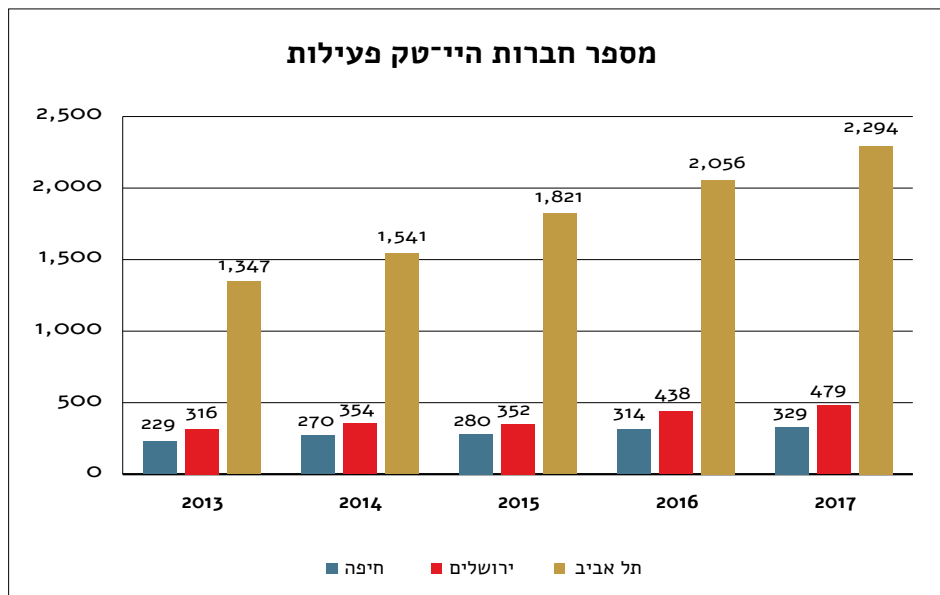
מכון ירושלים למחקרי מדיניות מלווה ומעריך את פעילות הרשות לפיתוח ירושלים (הרל"י) זה שש שנים. המכון מבצע מחקר להערכת התפתחות תעשיית ההיי־טק בעיר. לאורך השנים ניכרת מגמה חיובית בהתפתחות התעשייה. מספר חברות ההיי־טק גדל באופן רציף, עם גידול של 52% בשנים 2013-2017 ו-11% בממוצע שנתי. בתל־אביב, באותן שנים, עמד שיעור הגידול על כ-70%, ממוצע של 14% בשנה. בחיפה מדובר בממוצע שנתי של 11.5%. כיום מהוות חברות ההיי־טק בירושלים כ-6% מסך חברות ההיי־טק בישראל.

עוד עולה כי 44% מהמועסקים בחברות ההיי־טק בירושלים מתגוררים בה ועוד כ-21% גרים באזור ירושלים. כ-35% מהעובדים בתעשייה מגיעים מחוץ לאזור ירושלים, לרוב מהמרכז.<sup>15</sup> נתון זה אינו מפתיע, שכן מרבית חברות ההיי־טק בירושלים (84%) הן חברות קטנות המעסיקות אחד עד 20 עובדים<sup>16</sup> ושמונה עובדים בממוצע. כ-60% מהעובדים מועסקים בחברות בינוניות, המונות יותר מ־50 עובדים ורק כ-35% מהעובדים מועסקים בחברות גדולות המונות יותר מ־200 עובדים. לחברות הקטנות והבינוניות אין משאבים

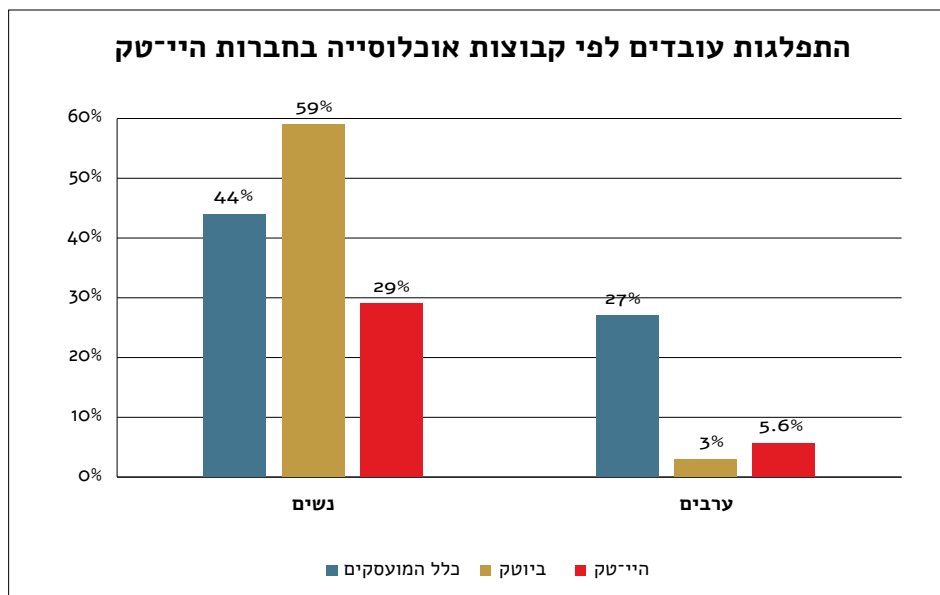
<sup>15</sup> נפתלי י. ובר ש., 2018.

<sup>16</sup> על פי נתוני מאגר IVC, 2017.

להשקיע בהכשרה של עובדים חדשים ולכן יעדיפו לשלם יותר לעובד מוכשר ובעל ניסיון המגיע ממרכז הארץ. התפלגות העובדים המגיעים מחוץ לעיר דומה בקרב חברות קטנות ובינוניות, כלומר בכל אחת מקבוצת החברות, במוצע, כ-35% מהמועסקים מגיעים מחוץ לאזור ירושלים.



מבחינת מאפייני העובדים בתעשיית ההייטק בעיר, שיעור המועסקים הערבים בה נמוך משמעותית משיעורם בשאר התעשייה. שיעור הנשים המועסקות בחברות ההייטק בעיר מתקרב לשיעורן בכלל התעשייה בעיר<sup>17</sup> (יש לציין כי מדובר במדגם חברות, והנתונים אינם כוללים את כלל חברות ההייטק שהוקמו בירושלים).



נמצא כי קיימת תנודתיות גבוהה של עובדים בקרב חברות ההייטק הירושלמיות בכלל והחדשות בפרט. מספר העובדים שנוספו לחברות ההייטק חדשות וותיקות גבוה משמעותית ממספר העובדים שעזבו. רוב העובדים שנוספו הגיעו מחברות ההייטק אחרות בעיר, ולא העתיקו את מקום מגוריהם על מנת לשנות את מקום עבודתם. עם הסיבות לעזיבה נמנו: אילוצי לימודים, מעבר בין חברות ומשכורות גבוהות יותר.

<sup>17</sup> המידע על חברות ההייטק נאסף בסקר טלפוני. המידע על כלל התעשייה מתוך השנתון הסטטיסטי לירושלים, מכון ירושלים למחקרי מדיניות, לשנת 2017.

מסיכום הממצאים עולה כי מגמת ההתפתחות בתעשייה היא חיובית. זו באה לידי ביטוי בגידול במספר הסטרטאפים, בעלייה בהיקף גיוסי ההון ובמספר אירועי ההיי־טק בעיר. בבחינת פתרונות למחסור כוח האדם לתעשיית ההיי־טק בירושלים, יש להתייחס למבנה האקו־סיסטם העירוני ובכלל זה לגודל החברות. אין להתעלם מהמאפיין הבולט ולפיו מרבית חברות ההיי־טק בירושלים הן קטנות ולכן מתקשות להתחרות על עובדים מיומנים ומוכשרים. כמו כן, הרכב אוכלוסיית העיר מהווה אתגר: מחד גיסא, חרדים וערבים אינם מרבים להשתלב בתעסוקה בענף ההיי־טק; מאידך גיסא, זוהי דווקא הזדמנות לממש את פוטנציאל התעסוקה בקרב אוכלוסיות אלו באמצעות הפעלת כלים לשילובם בהיי־טק. על כך נרחיב בהמשך.



## 3. ההון האנושי בהיי־טק: נתונים עדכניים ותחזיות

המחסור בהון האנושי לתעשיות ההיי־טק זוהה, לא מכבר, כאתגר לאומי, המחייב התמודדות לשימור יתרונה היחסי של ישראל. בפרק זה נבחן את הנתונים על תעשיית ההיי־טק בארץ בכלל ובירושלים בפרט – מספר החברות, מניין המועסקים והיקף המשרות הפנויות. על בסיס נתונים אלו נציע תחזית למספר המשרות הפנויות בחמש השנים הקרובות. בין היתר, ניעזר בנתוני מיקרו שקיבלנו מחברת *מובילאיי* הפועלת בעיר ומנתונים שקיבלנו מאיציק עוזר, מנהל פיתוח עסקי בהרל"י. נתייחס גם לגידול החזוי בהיצע העובדים, בהתבסס על הגידול במספר הסטודנטים במקצועות הרלוונטיים ובוגרי התוכניות המכשירות עובדים לתעשייה (בוטקאמפ).

חשוב, תחילה, להבין את הכישורים הנדרשים לתעשייה מגוונת זו. לפי סקר של עמותת *סטארט אפ ניישן סנטרל*, משנת 2017, המחסור בהון האנושי מורגש בעיקר ברמות הטכניות הגבוהות כמו פיתוח תוכנה, אלגוריתמיקה ואבטחת סייבר. בהתאם, בראיונות עם חברות היי־טק ירושלמיות עולה כי המחסור מורגש בעובדים מנוסים ומוכשרים בראש פירמידת המשרות. משיחות שערכנו עם מנהלי בוטקאמפים וחברות היי־טק בירושלים ועם מנהל גיוס בחברת *מובילאיי*, עולה כי חברות גדולות ומובילות מעדיפות להעסיק בוגרי אוניברסיטאות על פני בוגרי מכללות או בעלי תעודת מקצוע הנדסאי. כלומר, על מנת להשתלב במשרות שבראש המדרג נדרשת הסמכה ממוסד להשכלה גבוהה במדעי המחשב, הנדסת אלקטרוניקה או הנדסת מערכות מידע. למשרת מפתח תוכנה ניתן להתקבל גם באמצעות בוטקאמפ – מסגרת המכשירה גם בעלי תואר אקדמי מתחום לימודים אחר, ולא דווקא מדעי.

### 3.1. שכר בהייטק בירושלים בהשוואה לשאר הארץ

אחת ההשלכות של המחסור בהון אנושי היא רמות השכר הגבוהות, המאפיינות את המועסקים בתעשייה. בשנת 2017 עמד השכר הממוצע למשרת שכיר בהייטק על 21,542 ש"ח.<sup>18</sup>

בחלוקה לפי ערים, לפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה<sup>19</sup> לשנת 2017, השכר הממוצע לשכיר בהייטק בירושלים עמד על 15,000 ש"ח. בתל-אביב השכר הממוצע היה הגבוה ביותר ועמד על 23,700 ש"ח, בחיפה על 19,730 ש"ח ובבאר שבע על 12,500 ש"ח. נתון זה מייצג את השכר של כלל המועסקים בענף ההייטק ולא רק עובדים מקצועיים כדוגמת מתכנתים. כלומר, השכר מחושב גם עבור עובדים לא מקצועיים ובכלל זה, מזכירות, עובדי תחזוקה וכו'.

נתון זה מחזק את הסברה הרווחת בקרב סטודנטים וחברות בעיר, לפיה השכר הממוצע בתחום בירושלים נמוך ביחס למרכז. כמו כן, ניתן להניח כי בירושלים מועסקים יותר עובדים לא מקצועיים בהשוואה לערים תל אביב וחיפה. הסבר אפשרי לשכר הגבוה יותר בחיפה הוא הימצאותן של חברות חומרה רבות יותר בה, הנוהגות להעסיק מהנדסים ועובדים בעלי השכלה גבוהה יותר – תואר שני ומעלה. בחברות התוכנה שבאזורים האחרים נדרש תמהיל גדול יותר של עובדים.

#### שכר חודשי ממוצע למשרת שכיר, לפי מקום מגורים

2017	2016	2015	2014	
15,051	14,366	13,767	14,084	<b>ירושלים</b>
19,730	19,163	18,564	18,097	<b>חיפה</b>
23,738	22,469	21,289	20,466	<b>תל אביב</b>
12,519	11,947	11,575	11,166	<b>באר שבע</b>

<sup>18</sup> השנתון הסטטיסטי לישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2017.

<sup>19</sup> החישוב נעשה כממוצע ממוצע על כל משרות העבודה בענף ההייטק (ללא קשר לאורך המשרה בחודשים), ממוצע חודשי בש"ח שוטפים. ענף ההייטק לטובת עיבוד זה כולל את הענפים הכלכליים – 21, 26, 303, 61, 62, 631, 720, 721. על פי נתוני הלמ"ס.

## אומדן משרות פנויות בהיי־טק

קיימות הערכות שונות באשר להיקף המחסור בהון אנושי להיי־טק. הערכות אלו נעות מ־8,500 משרות פנויות עד 15,000. כך, ברשות לחדשנות מעריכים את המחסור בכ־12 אלף מהנדסים ומתכנתים.<sup>20</sup> לפי סקר שערכה, ברבעון השני של 2017, עמותת סטארט אפ ניישן סנטרל,<sup>21</sup> חסרים 9,500–15,000 עובדים לתחום. לפי סקר המשרות הפנויות החודשי של הלמ"ס, נכון ל־2017, קיים מחסור של 8,500 הנדסאים וטכנאים בישראל.

לפי סקר הלמ"ס, בשנת 2017 פעלו בתעשיית ההיי־טק בישראל 23,015 עסקים, והם העסיקו 315,800 עובדים, מהם 1,243 (5.4%) בירושלים, כ־8.3% מסך המועסקים בישראל. בירושלים הועסקו 17,200 עובדים בתעשיות ההיי־טק, שהם כ־5.4% מכלל המועסקים בהיי־טק בישראל.

## הגידול במספר החברות

בחמש השנים האחרונות חל גידול של כ־21% במספר חברות ההיי־טק בישראל ושל כ־13% במספר המועסקים בהיי־טק. באותן שנים חל גידול של כ־18% במספר החברות בירושלים, אך של כ־5.3% בלבד במספר המועסקים. נתון זה מוסבר בהיותן של רוב חברות ההיי־טק בירושלים קטנות.

## התפלגות עסקים ומועסקים בהיי־טק לפי ערים, 2017

חיפה	תל אביב־יפו	ירושלים	ישראל	
834	4,240	1,243	23,015	מספר עסקים
3.6%	18.4%	5.4%	100.0%	שיעור מהכלל
102	610	155	2,848	נפתחו
81	495	113	2,213	נסגרו
21	115	42	635	גידול שנתי
19,200	40,700	17,200	315,800	מועסקים בהיי־טק
6.1%	12.9%	5.4%	100.0%	שיעור מהכלל

<sup>20</sup> פגישה עם נעמי קריגר־כרמי, ראש הזירה החברתית ציבורית ברשות החדשנות, 2018.

<sup>21</sup> סטארט אפ ניישן סנטרל, 2017.

### חברות הייטק בישראל ובירושלים, 2012-2017

2012	2013	2014	2015	2016	2017	
<b>19,083</b>	<b>19,880</b>	<b>20,615</b>	<b>21,552</b>	<b>22,326</b>	<b>23,015</b>	<b>עסקים בישראל</b>
	4%	4%	5%	4%	3%	שיעור גידול שנתי
12,504	13,154	13,560	14,209	14,616	15,303	בעלי יותר מ-5 עובדים
2,731	2,628	2,753	2,866	2,894	2,848	נפתחו
1,729	2,032	2,076	2,007	2,108	2,213	נסגרו
1,002	596	677	859	786	635	גידול שנתי
<b>1,050</b>	<b>1,049</b>	<b>1,104</b>	<b>1,187</b>	<b>1,202</b>	<b>1,243</b>	<b>עסקים בירושלים</b>
	0%	5%	8%	1%	3%	שיעור גידול שנתי
700	705	729	799	787	816	בעלי יותר מ-5 עובדים
124	108	143	165	148	155	נפתחו
110	73	84	94	103	113	נסגרו
14	35	59	71	45	42	גידול שנתי

כפי שניתן לראות, בחמש השנים האחרונות גדל מספר חברות ההייטק בישראל גידול שנתי ממוצע של כ-4%, כאשר נפתחו 2,700 עסקים בשנה בממוצע ונסגרו כ-2,000. כלומר, מדי שנה נוספו כ-700 חברות הייטק לתעשייה.

### מועסקים בהייטק (באלפים) בישראל ובירושלים, 2012-2017

2012	2013	2014	2015	2016	2017	
278.1	279.4	295.1	302.3	310.3	315.8	ישראל
16.3	14.4	16.0	18.5	18.2	17.2	ירושלים
5.9%	5.1%	5.4%	6.1%	5.9%	5.4%	השיעור בישראל

## 3.2. תחזית 2018-2022

התחזית לשנים הקרובות נשענת על מודל כלכלי לינארי המתבסס על מספר הנחות יסוד:

1. הביקוש למשרות הוא חיבור של שני נתונים: משרות מאוישות ומשרות פנויות בתחום ההיי־טק;
2. התחזית נשענת על נתוני הלמ"ס של מועסקים ומשרות פנויות בתעשיית ההיי־טק בישראל ובירושלים (סיווג מהנדסים וטכנאים);
3. בשנים הקרובות יימשך קצב הגידול הנוכחי בביקוש למשרות בתחום ההיי־טק במשק. לצורך חישוב תחזית המשרות עשינו שימוש בחישוב קו מגמה לינארי לשנים 2012-2017. התחזית לשנים 2018-2022 התבססה על חישוב זה;
4. ירושלים תצעד בקצב דומה לשאר המשק ותשמור על חלקה היחסי הממוצע בענף מהשנים 2012-2017, עם 5.6% מכלל המשרות המאוישות והמשרות הפנויות בו.

### משרות פנויות לפי ענף כלכלי ומשלוח יד, הנדסאים וטכנאים<sup>22</sup>

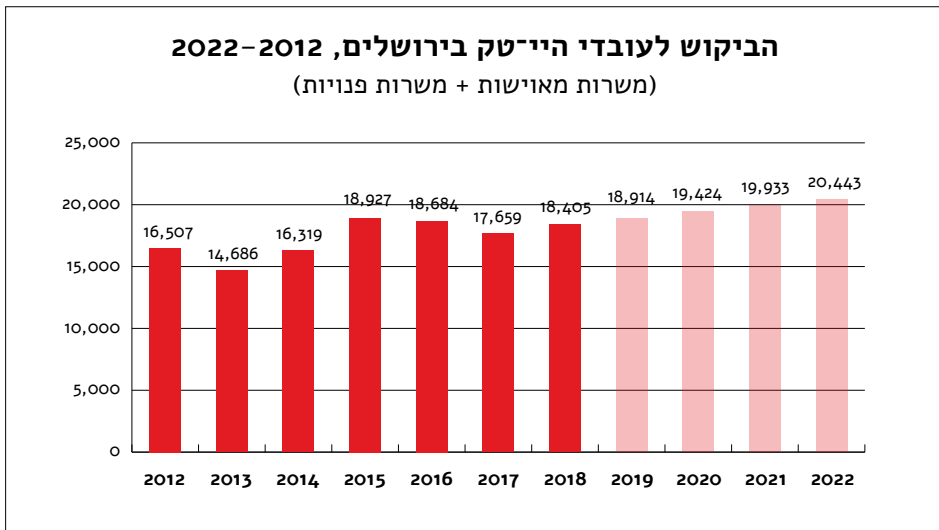
מועסקים	משרות פנויות	ביקוש ארצי למשרות (מועסקים + פנויות)	מועסקים בירושלים	משרות פנויות בירושלים	ביקוש למשרות בירושלים	
278,100	3,500	281,600	16,300	207	16,507	2012
279,400	5,600	285,000	14,400	286	14,686	2013
295,100	5,900	301,000	16,000	319	16,319	2014
302,300	7,000	309,300	18,500	427	18,927	2015
310,300	8,200	318,500	18,200	484	18,684	2016
315,800	8,500	324,300	17,200	459	17,659	2017

<sup>22</sup> הלשבה המרכזית לסטטיסטיקה, 2018.

### תחזית הביקוש לעובדים, הנדסאים וטכנאים

שנה	ביקוש ארצי לעובדי היי־טק (מועסקים + משרות פנויות)	ביקוש לעובדי היי־טק בירושלים (מועסקים + משרות פנויות)
2018	326,903	18,405
2019	335,953	18,914
2020	345,003	19,424
2021	354,053	19,933
2022	363,103	20,443

### תחזית הביקוש לעובדים בתעשיית ההיי־טק בירושלים



לפי המודל השמרני המוצג לעיל, עד 2022 יגדל מספר משרות ההיי־טק בירושלים בכ-2,800, מ-17,659 בשנת 2017 ל-20,443. קיים גם תרחיש נוסף.

שיחות עם גורמים ברשות לפיתוח ירושלים<sup>23</sup> מעלות כי הם צופים עלייה גבוהה אף יותר בביקוש לעובדים, וזאת ממספר סיבות:

1. הגידול הצפוי בחברת מובילאיי, שנרכשה לאחרונה בידי אינטל ביותר מ-15 מיליארד דולר ומכריזה כי תגייס כ-400 עובדים חדשים בכל שנה.<sup>24</sup> היות שגידול זה חריג בהיסטוריית חברות ההיי־טק בעיר, עולה אפשרות כי הגידול במספר המשרות הפנויות יצמח אף מעבר לקו המגמה ההיסטורי ששרטטנו כאן;

2. מעבר עתידי של יחידות טכנולוגיות ממשלתיות לירושלים, אשר יביא אליה עובדים מהמרכז ויגדיל את חלקה של העיר בשוק ההיי־טק אל מעבר לשיעור של 5.6%;

3. תוכניות גיוס של חברות נוספות הפועלות בירושלים, שדיווחו לרשות לפיתוח ירושלים על גידול עתידי של מאות עובדים בשנים הקרובות.

לאור ההערכות, התחזית אופטימית יותר, והביקוש לעובדים עשוי לגדול עד לכ-4,500 משרות (לאו דווקא משרות פנויות).<sup>25</sup>

כלומר, לפי התרחשים שהוצגו לעיל, התחזית היא כי בחמש שנים הקרובות יגדל הביקוש לעובדי ההיי־טק בירושלים וייווצרו בעיר 2,800 עד 4,500 משרות חדשות. האתגר המרכזי הניצב בפני שוק התעסוקה הירושלמי בתחום ההיי־טק הוא, כמובן, לאייש את המשרות הללו. זאת, לאור האתגרים של שוק התעסוקה בהיי־טק בשנים הקרובות והביקוש הארצי הגובר לכוח אדם איכותי בעל השכלה טכנולוגית המגובה בתנאי שכר משופרים.

### 3.3. היצע העובדים שיצטרפו לענף

נושא היצע העובדים שונה מהערכת הגידול בביקוש אליהם, כיוון שעובדים מגיעים ממערכת ההשכלה הגבוהה ונהנים מניידות יחסית. יש לזכור שישראל נחשבת מדינה קטנה יחסית, והחסם מפני מעבר של מקום עבודה מסיבות גיאוגרפיות, בעיקר בשלבים המוקדמים של הקריירה, אינו גבוה במיוחד. לכן יש לבחון את סוגיית היצע במבט כלל ארצי ורק אחר כך במבט מקומי.

<sup>23</sup> מתוך שיחה עם איציק עוזר, מנהל פיתוח עסקי ברשות לפיתוח ירושלים, 2019.

<sup>24</sup> מתוך ראיון עם יקי סקרן, מנהל הגיוס במובילאיי, 2019.

<sup>25</sup> החברות שדיווחו על גידול משמעותי הן מובילאיי, לייטריקס, אורקס, רפאל ומדינול.

## ישראל

ראשית, נבחן את מספר הבוגרים במוסדות האקדמיים במקצועות הרלוונטיים. בשנת הלימודים תשע"ז (2016-2017) עמד מספר מקבלי תואר ראשון בכלל המוסדות בארץ (אוניברסיטאות ומכללות) בתחומים כמו מדעי המחשב, הנדסת אלקטרוניקה והנדסת מערכות מידע על 4,990. בתשע"ח (2017-2018) עמד מספר הסטודנטים בשנה א' לתואר ראשון באותם מקצועות על 4,370. בהתחשב ביעד שהוגדר על-ידי המועצה להשכלה גבוהה, להגדיל ב-40% את מספר הסטודנטים במקצועות הללו, צפוי מספר הלומדים בשנה א' לגדול ל-6,120. בהנחה שהגידול יתרחש תוך שנתיים, נוכל להניח כי זה גם יהיה מספרם של בעלי תואר ראשון שיוכלו להשתלב בשוק העבודה תוך חמש שנים, כלומר: תוספת של כ-2,000 עובדים פוטנציאליים לתעשיית ההיי-טק בישראל.

רשות החדשנות מכוונת להכשרה של כ-280 בוגרים בשנה במסגרות הכשרה חוץ-אקדמיים, הבוטקאמפים, כלומר: 1,400 בוגרים תוך חמש שנים. לכך יש להוסיף את המסגרות המופעלות בידי חברות פרטיות, ובהן מוכשרים עוד מאות בוגרים בשנה. לענייננו, נניח תוספת של כ-600 בוגרים רלוונטיים.

כלומר, בהערכה שמרנית, ניתן לדבר על גידול של כ-4,000 איש במצבת כוח האדם המיומן לעבודה בהיי-טק. גידול זה עדיין אינו מספיק כדי לענות על המחסור הקיים כיום בכוח אדם לתעשייה; ניתן להניח כי המחסור ימשיך לגדול.

## ירושלים

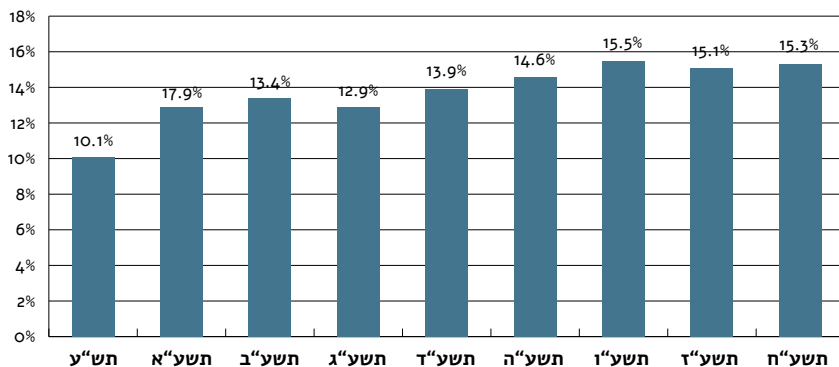
לירושלים יש יתרון יחסי בפוטנציאל של כוח עבודה מיומן להיי-טק, שכן כ-15% מהסטודנטים בתחומים הרלוונטיים הם בוגרי מוסדות ירושלמיים. בתשע"ח (2017-2018) למדו במכללות ובאוניברסיטאות בירושלים 2,749 סטודנטים באותם מקצועות.<sup>26</sup> תוכניות שיתמקדו בהקניית ניסיון רלוונטי לסטודנטים כבר בזמן הלימודים ובחשיפה שלהם לתעשיית ההיי-טק בעיר עשויות להגדיל את ההון האנושי לטובת החברות הפועלות בה.

בירושלים, המחסור בעובדים מתאימים לחברות הפועלות בה אינו חדש. במחקרים קודמים שערכנו לבחינת צרכיהן של חברות היי-טק בעיר, ובמסגרת ראיונות עם החברות עצמן, עלה כי הון אנושי הוא גורם חשוב מאוד בקביעת מיקומה של חברה. החברות דיווחו כי הן מתקשות בגיוס עובדים מוכשרים ובעלי ניסיון. לקושי זה תורם מבנה האקו-סיסטם של תעשיית ההיי-טק בעיר. כאמור לעיל, רוב החברות הפועלות בירושלים הן קטנות –

<sup>26</sup> עיבוד של מכון ירושלים למחקרי מדיניות לנתוני המל"ג לשנת הלימודים תשע"ח, 2019.



### שיעור הסטודנטים למקצועות היי-טק בירושלים מכלל הסטודנטים למקצועות היי-טק בישראל



כ-84% מהן מעסיקות 1-20 עובדים, או שמונה עובדים בממוצע. חברה קטנה נעדרת משאבים להכשרת עובדים ללא ניסיון. היא תעדיף לרוב עובד עם ניסיון רלוונטי, על מנת להתקדם בפיתוח המוצר במהירות ולשמור על היתרון ביחסי בשוק. בהתאם, חברות היי-טק ירושלמיות גם אינן נוטות להעסיק סטודנטים.

בראיונות שערכנו במסגרת קבוצת מיקוד של סטודנטים למדעי המחשב באוניברסיטה העברית עלה כי קשה מאוד למצוא עבודה בירושלים. ביריד התעסוקה שנערך מדי שנה בקמפוס בגבעת רם אפשר למצוא רק שתי חברות המציעות עבודה בירושלים – מובילאיי ואינטל (שכיום הן חברה אחת). הסטודנטים ציינו כי עקב הביקוש הגדול בתעשייה, בוגרי האוניברסיטאות יבחרו לעבוד באחת משתיהן רק אם העיסוק במסגרתן יעניין אותם מאוד. כלומר, היצע ומגוון המשרות, בעיקר במרכז הארץ, גדול מאוד, ואין לסטודנטים סיבה לוותר על מידת העניין. עוד עולה מהראיונות כי רבים מהסטודנטים אינם עובדים בירושלים אלא בחברות באזור המרכז. הסברה היא שהמשכורות במרכז גבוהות בהרבה.

## 4. שרשרת הערך: הקשר בין חינוך והשכלה לתעסוקה

הנחת היסוד למחקר זה היא שדרך המלך לעתיד אישי וכלכלי-חברתי טוב יותר היא רכישת חינוך והשכלה. פרק זה ייפתח בהבנת הנעשה בתחום בבתי הספר, ימשיך במכללות ובאוניברסיטאות ומשם יעבור למה"ט – המכון להכשרה בטכנולוגיה ובמדע שברשות לחדשנות במשרד הכלכלה. הפרק יחתום בסיכום ובשורת המלצות. הוא נשען על ראיונות עומק עם ראשי ארגונים ותוכניות הקשורים להשכלה מכוונת היי-טק, כמו גם עם סטודנטים למדע המחשב באוניברסיטה העברית.

### 4.1. תוכניות לחינוך טכנולוגי בגיל בית ספר

כישורים טכנולוגיים ניתן להנחיל מגיל צעיר מאוד. בשנים האחרונות חל גידול ניכר במספר תוכניות הלימוד, במקצועות טכנולוגיים, לילדים בבית הספר היסודי ובגן חובה וזאת כחלק ממגמה עולמית הבוחנת תמורות בשוק התעסוקה, שמקורן בהתפתחויות הטכנולוגיות, ומנסה לענות לאתגרים.<sup>27</sup>

למערכת החינוך בגילים הצעירים יש תפקיד נכבד בהקניית מיומנויות אישיות כגון עבודת צוות, יצירתיות ויכולת למידה. על פי מחקר שמצטט הפורום הכלכלי העולמי, כ-65 אחוזים מהתלמידים שנכנסים למערכת החינוך היסודית, כיום, יעבדו במקצוע שעדיין לא קיים.<sup>28</sup>

במטרה להקנות לילדים, מגיל צעיר, מערך כישורים בסיסי, פותחה בארה"ב תוכנית 'ליבה משותפת' (Common Core). תוכנית זו שואפת להנהיג סטנדרטים אשר יהוו בסיס להכנת התלמידים מגן חובה ועד כיתה י"ב ובהמשך, ללימודים מתקדמים וקריירה. גם ה-OECD מוביל פיתוח של מסגרת למידה רלוונטית וניתוח תוכניות לימודים במדינות השונות, על מנת לבנות מאגר ידע ולהתכוון לאתגרים העתידיים.<sup>29</sup>

<sup>27</sup> אבירם-ניצן ומרגלית, 2017.

<sup>28</sup> World Economic Forum, 2017.

<sup>29</sup> OECD, 2010.

מעבר לתוכניות אסטרטגיות אלו, כבר פועלות מספר תוכניות בתחום הקניית כישורים ומיומנויות בסביבה טכנולוגית. אחת המדינות המובילות בהיבט זה היא ארה"ב, ובפרט אזור עמק הסיליקון, שבו מרוכזות חברות הטכנולוגיה הגדולות בעולם. הנה כמה יוזמות בולטות שקמו בתחום מאז תחילת העשור בארה"ב ומחוץ לה:

### First Lego League

יצרנית הצעצועים העולמית לֶגו מפעילה יחד עם ארגון החינוך המדעי FIRST – For Inspiration and Recognition of Science and Technology – FLL את התוכנית First Lego League ללימודי רובוטיקה בלא פחות מ־98 מדינות ובהן ישראל. במסגרת התוכנית ילדים מפתחים רובוטים שימשו לפתרון בעיות בתחומים כמו בטיחות מזון, מחזור, אנרגיה ועוד. לפי אתר התוכנית, עד היום, השתתפו בה כ־320 אלף ילדים בני 6-14 ברחבי העולם. נמסר כי ההשפעה החיובית של תכני הלימוד על הילדים ניכרת בשיפור משמעותי ברצון להצליח בבית הספר ולרכוש השכלה גבוהה.<sup>30</sup>

ארגון FIRST, שהוקם ב־1989 על ידי הממציא והיזם מפתח הסגווידין קיימן, מארגן תחרויות בתחום הטכנולוגיה לתלמידים ממדינות שונות ובהן ישראל. בארץ נתמך הארגון על-ידי משרד החינוך, וב־2013 זכה להפוך לפרויקט רשמי של הטכניון.

### Khan Lab School

בליבו של עמק הסיליקון בקליפורניה פועל בית הספר למדעים Khan Lab School. זהו ארגון עצמאי ללא מטרת רווח, הפועל כחלק מאקדמיית קהאן (Khan Academy) ללימודים מקוונים בחינם, אשר ייסד ב־2006 היזם ואיש החינוך האמריקאי סלמן קהאן. בית הספר מכוון להוראה מדעית וטכנולוגית ומספק קורסים וסדנאות לילדים בני 5-16, ובהם קבוצות מחקר במעבדות מתקדמות בשילוב עם למידה מקוונת ותרגול דרך תוכנות באינטרנט.<sup>31</sup>

### Steve Jobs School

בשנת 2013 הוקם באמסטרדם בית הספר סטיב ג'ובס (Steve Jobs School), הקרוי על שם מייסד ומנכ"ל ענקית הטכנולוגיה אפל שהלך לעולמו ב־2011. את בית הספר הפרטי הקים מוריס דה הונד, חוקר ויזם הולנדי, שרצה לחולל מהפכה בשיטות הלימוד

<sup>30</sup> First Lego League, 2019

<sup>31</sup> Khan Labs School, 2019

המסורתיות ולאפשר לילדים ללמוד ברוח חופשית, בקצב שלהם, ללא כיתות וללא ספרים, כשבלי הלימוד המרכזי הוא האייד. "טכנולוגיה חדשה מביאה עימה מגוון הזדמנויות לימוד מעבר לגבולות הפיזיים של בית הספר. בה בעת, סביבות לימוד פתוחות וגמישות מאפשרות למידה מותאמת אישית, אינטראקטיבית ובזמן אמת", לשון אתר האינטרנט של בית הספר.<sup>32</sup>

בית הספר פועל מגיל גן חובה ועד תיכון ומספק קורסים וסדנאות בתכנות, רובוטיקה, הנדסת מחשבים ומדעים. מגזין הטכנולוגיה *טק אינטיידל* בחר בו כאחד החדשניים בעולם,<sup>33</sup> וב־2016 נפתחו בדרום־אפריקה שתי שלוחות של בית הספר.<sup>34</sup> לצד המוסד הפרטי, המיזם הציע לבתי ספר קיימים בהולנד לאמץ אלמנטים משיטת החינוך שלו – ובתוך ארבע שנים החלו 46 בתי ספר יסודיים ללמד בשיטות הוראה מבוססות אייד. עם זאת, ב־2017 תחקיר של העיתון ההולנדי *de Volkskrant* טען כי יותר ממחצית מבתי הספר חזרו לשיטות ההוראה הרגילות – 12 זנחו את השיטה לגמרי ו־13 החליטו, בסופו של דבר, שלא לאמץ. לפי העיתון, העלות הגבוהה של השיטה החדשה הייתה הגורם המרכזי לכך.<sup>35</sup>

## Girls Who Code

ב־2012 הקימה רשמה סאוג'ני (Reshma Saujani), עורכת דין ופעילה ציבורית בארה"ב, את Girls Who Code – ארגון ללא מטרת רווח שמטרתו להכשיר נערות בלימודי תכנות ומדעי המחשב, לאור מיעוט הנשים המועסקות בענף (18% בלבד מבוגרי תואר במדעי המחשב בארה"ב הן נשים). הארגון מפעיל מועדונים ברחבי ארה"ב, שבהם תלמידות תיכון זוכות להכשרה בקורסים כמו תכנות, רובוטיקה ועיצוב באינטרנט. נכון ל־2018 פועלים יותר מ־1,500 מועדונים, שעד כה הכשירו יותר מ־90 אלף נערות. הארגון זוכה לתמיכה פיננסית של כמה מהחברות המובילות בעמק הסיליקון ובהן: *גוגל*, *מיקרוסופט*, *AT&T* ו־*AOL* ומקיים קשרים מקצועיים עם חברות כמו *פייסבוק* ו־*טוויטר*.

המכנה המשותף של מגוון התוכניות המוזכרות לעיל הוא הדגש על הקניית מיומנויות ויכולות אישיות כגון: עבודת צוות, יצירתיות ויכולת למידה עצמאית. לאלו חשיבות גדולה בסביבה טכנולוגית משתנה. יחד עם זאת, יש לסייג ולציין כי האפקטיביות של תוכניות אלו בחינוך ובהכנה למקצועות העתיד עדיין לא ברורה.

<sup>32</sup> בית הספר על שם סטיב ג'ובס, 2019.

<sup>33</sup> School Suites, 2019.

<sup>34</sup> Brand South Africa, 2016.

<sup>35</sup> Dutch News, 2017.

## 4.2. העל יסודי כבסיס הפירמידה לתעשייה

במערכת החינוך, שמוביל ומתקצב משרד החינוך, החינוך הטכנולוגי ובבסיסו לימודי מדעים מתחיל בביתה ד' ומסתיים ב"ב ויש הלומדים גם י"ג וי"ד. במסגרות החינוך הטכנולוגי-מקצועי לתלמידים ולבני נוער בישראל למדו בשנת הלימודים תשע"ח (2017-2018) כ-165,500 תלמידים, מהם כ-155,000 תלמידי בתי ספר של משרד החינוך וכ-10,500 בבתי ספר מקצועיים של האגף להכשרה מקצועית במשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים.<sup>36</sup> בסך הכל למדו בחינוך המקצועי כ-39% מתלמידי החינוך העל יסודי, כ-30% מהם מקרב האוכלוסייה הערבית.<sup>37</sup>

החינוך הטכנולוגי מנסה לשלב בין טובת התלמיד לבין צורכי המדינה. הצורך הלאומי במקצועות עתירי התמחויות מדעיות כולל, בין היתר, איתור חוסרים בצבא. כך למשל, מחסור בחובלים לצוללות הביא את משרד החינוך לפתוח מגמות ממוקדות, אשר יגדילו את היצע מסיימי התיכון המתאימים לשירות ייחודי זה.

השאיפה היא שאוכלוסיית הצעירים בגיל תיכון כולה תלמד ותזכה בתעודת בגרות. זו מוענקת לכל בוגר בית ספר תיכון או נבחן חיצוני, שעמד בהצלחה בדרישות משרד החינוך. התעודה מוענקת על-ידי אגף הבחינות במינהל הפדגוגי האחראי על קיום מערכת הבחינות הממלכתיות-חיצוניות ועל-ידי בית הספר.<sup>38</sup>

במגמות הטכנולוגיות מקנה משרד החינוך לתלמידים ידע ויכולות בתחומי הטכנולוגיה וההנדסה, המאפשרים להם להשתלב בתעשיות העתיד. הלימודים המקצועיים הטכנולוגיים הם באחריות משרד החינוך, ואילו ההכשרות המקצועיות הן באחריות משרד הרווחה, האמון גם על חלוקת האסמכתאות המקצועיות.

החינוך הטכנולוגי בישראל כולל שלושה מסלולי לימוד עיקריים: הנדסי, טכנולוגי ותעסוקתי. במסלול הנדסי, הנחשב לאיכותי ביותר, מכינים את התלמידים לבחינות הבגרות ומכוונים ללימודים גבוהים במקצועות הנדסה, מדעי המחשב והביוטכנולוגיה. במסגרת המסלול הטכנולוגי מכינים את התלמידים לבגרות ולרכישת השכלה נוספת בתחומי הטכנולוגיה כהנדסאים או טכנאים, בכלל זה: מגמות אומנויות העיצוב, מדיה ופרסום, מערכות ייצור ממוחשבות, מערכות בקרה ואנרגיה, הנדסת בנייה ואדריכלות, תעשייה וניהול וטכנולוגיות תקשורת ותקשוב. המגמות התעסוקתיות ממוקמות בתחתית

<sup>36</sup> מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 2018.

<sup>37</sup> ש.ם.

<sup>38</sup> משרד החינוך, 2019.

המסלולים הטכנולוגיים ומטרתן לספק לתלמידים הכשרה מקצועית לצד השכלה עיונית: ניהול עסקי, חינוך, מערכות בריאות, תיירות ופנאי ומלונאות.<sup>39</sup>

נכון לשנת 2016, כ-90% מהתלמידים במגמות ההנדסיות היו זכאים לתעודת בגרות, לעומת 53% במגמות הטכנולוגיות ו-45% בלבד במגמות התעסוקתיות. בחינה כמותית של השפעת מסלולי החינוך הטכנולוגי על השכר, בהשוואה לחינוך העיוני, העלתה כי ללימודים במסלול ההנדסי השפעה חיובית על השכר, למסלול התעסוקתי השפעה שלילית ואילו למסלול הטכנולוגי השפעה ניטרלית. בשנת הלימודים תשע"ח למדו במגמות ההנדסיות 54 אלף תלמידים, שהם 35% מתלמידי החינוך הטכנולוגי.<sup>40</sup> מספר התלמידות במסלול ההנדסי נמוך יחסית.<sup>41</sup>

במשרד החינוך מועברים לימודי הטכנולוגיה בשבע רמות שונות המוגדרות ביחידות לימוד. רמת הלימוד מאפיינת את מידת ההעמקה במקצוע, את רמת הקושי של הבחינה ואת מספר שעות הלימוד המוקדשות למקצוע. טווח הרמות למקצועות השונים הוא בין 2 ל-5 יחידות לימוד. היקף הלימודים ליח"ל מוערך ב-90 שעות לימוד בביתה, קרי: מקצועות ברמה של 5 יח"ל כוללים 450 שעות לימוד.

הרמה הגבוהה ביותר מעניקה לבוגריה תעודת בגרות מדעית-עיונית: 5 יחידות אנגלית, 5 מתמטיקה, 5 פיזיקה, 5 בתחום הייעודי ועבודת גמר בהנדסת תוכנה. הרמה הנמוכה ביותר כוללת בסיס עיוני – תוכנית מינימלית במקצוע של 90 שעות (לימודי לשון ברמה בסיסית-פרקטית), לימודי מתמטיקה בהיקף דומה (כולל ריבית, משכנתא וכדומה) וכן 90 שעות אנגלית – ולצדו בסיס טכנולוגי הכולל: 90 שעות לימודים טכנולוגיים, ביולוגיה (תוכנית בסיסית), לימודי טכנולוגיה כלליים, 90 שעות במקצוע המוביל, למשל מחשבים, ו-90 שעות נוספות בהתמחות. כ-20 אלף תלמידים מקבלים תעודה כזו.

דויד גל, מנהל אגף בכיר בחינוך במשרד החינוך הצהיר כי בשל המחסור החמור בעובדים במקצועות ההיי-טק והצורך החיוני בהם, מחפשים דרכים להגדיל את מספר בוגרי התיכון שילמדו במסגרות לימוד טכנולוגיות ומדעיות. כמו כן, בתוכנית העבודה של משרד החינוך לשנים 2017-2018 נקבעו יעדים עבור החינוך הטכנולוגי ובהם גידול במספר התלמידים ל-176 אלף והגדלת היצע המסגרות והמגמות, ובפרט של אלו הדרושות לתעשיית ההיי-טק.<sup>42</sup> פוטנציאל לעובדי ההיי-טק קיים כמובן בקרב אותם מגזרים המשתתפים בשיעורים

<sup>39</sup> אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר, 2017.

<sup>40</sup> מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 2018.

<sup>41</sup> ש.ם.

<sup>42</sup> משרד ראש הממשלה, 2018.

נמוכים בתעשייה, הבולטים שבהם: נשים, חרדים וערבים. כדי לשלבם יש להגדיל את מספר מסיימי 5 יחידות במחשבים בתיכון בכלל, ולעודד ולתמך את קבוצות היעד בפרט.

**ההערכה האופטימית של פוטנציאל בוגרי החינוך המקצועי-טכנולוגי להשתלב ככוח מיומן בתעשיית היי־טק עומד על פחות ממחצית ממספר הבוגרים.** זאת בהתחשב בכך שרק 43.4% מבוגרים אלו ממשיכים ללימודים גבוהים.<sup>43</sup> הסיכוי של בוגר חינוך מקצועי ללא תואר אקדמי להשתלב בתעשיית היי־טק נמוך, שכן החברות מבקשות להעסיק את כוח האדם האיכותי ביותר, ותעודת השכלה גבוהה מהווה מבחינתן עדות לאיכות העובד.

בירושלים, מספר התלמידים (יהודים) במסלול הטכנולוגי עם תעודת בגרות מלאה עמד בתשע"ח על 1,406, כמחצית מהם המשיכו ללימודים מתקדמים.<sup>44</sup>

תשע"ח	תשע"ז	תשע"ו	תשע"ה	תשע"ד	יהודים
1,406	1,558	2,123	2,206	2,295	
52%	51%	58%	56%	57%	

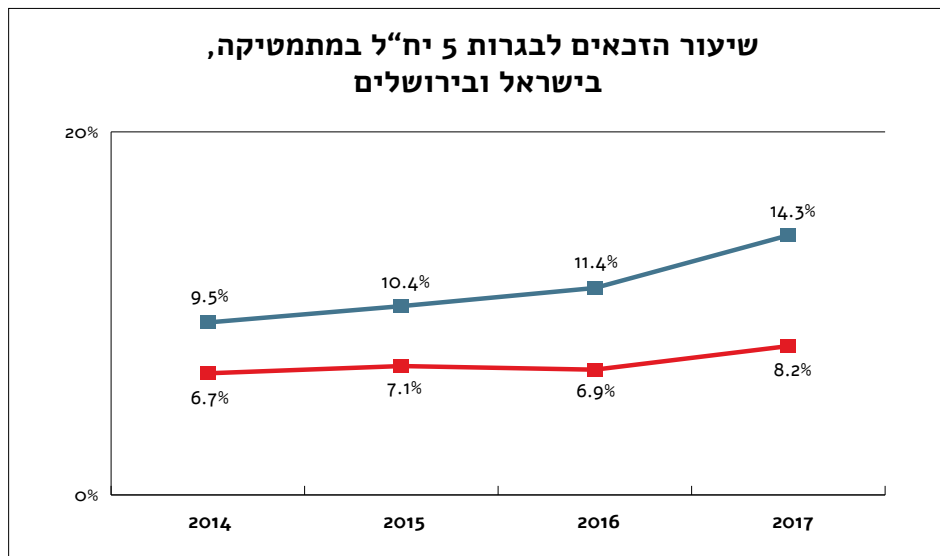
כפי שניתן לראות בטבלה, לאורך השנים חלה ירידה משמעותית, של כ־40%, במספר התלמידים הלומדים מקצועות טכנולוגיים בירושלים. על מנת להגדיל את פוטנציאל ההון האנושי לתעשיית היי־טק יש לפעול להגדלת מספרם.

כפי שצוין קודם לכן, אחד החסמים המשמעותיים ללימודי מקצועות היי־טק הוא רמת המתמטיקה של התלמידים. בגרות מורחבת במתמטיקה מאפשרת קבלה ללימודים גבוהים במקצועות מדעיים. לפי נתוני משרד החינוך, בירושלים שיעור התלמידים הזכאים לתעודת בגרות בהיקף של 5 יח"ל במתמטיקה עמד בשנת תשע"ז (2017) על 8.2% – נמוך מהמוצע הארצי, העומד על 14.3%.<sup>45</sup>

<sup>43</sup> הלשבה המרכזית לסטטיסטיקה, 2009-2017.

<sup>44</sup> עיבוד מכון ירושלים למחקרי מדיניות לנתוני משרד החינוך, 2019.

<sup>45</sup> משרד החינוך, 2019.



### 4.3 לימודים על-תיכוניים

ההכשרה לקראת לימודים על-תיכוניים בתחומי ההיי-טק בישראל ניתנת על-ידי משרד החינוך לתלמידים מהגן ועד י"ד, כאשר תלמידי שתי הכיתות העליונות מקבלים דחיית שירות ומוכשרים לצורכי הצבא. האחרון קובע את מכסת הנדסאים והטכנאים שלה הוא זקוק. בגילים הבוגרים יותר, בדרך כלל בני 20 ומעלה, הלימודים והתארים האקדמיים ניתנים על-ידי אוניברסיטאות ומכללות. את הלימודים והתארים העל-תיכוניים הלא אקדמיים מוביל מה"ט, המכון הממשלתי להכשרה מקצועית וטכנולוגית. זהו גוף ממשלתי המופקד על הכשרת הנדסאים וטכנאים מוסמכים בתחומי הטכנולוגיה ובהתמחויות ייחודיות ועדכניות, במטרה לתת מענה לצורכי המשק ולדרישותיו. כיום פועלים בישראל 61 מכללות טכנולוגיות ו-30 סמינרים – מרכזי לימוד לאוכלוסייה החרדית. אלו מכשירים הנדסאים וטכנאים מוסמכים בתקופה שנעה בין שנתיים לשלוש שנים. מגמות הליבה כוללות **הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, הנדסת תוכנה, הנדסה אזרחית, הנדסת מכונות, הנדסת כימיה והנדסה רפואית**.<sup>46</sup>

<sup>46</sup> אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר, 2018.



בשרשרת ההכשרה וההכנה לשוק התעסוקה, מה"ט נמצא אחרי ההכשרה המקצועית ולפני האקדמיה. הוא פועל כרגולטור המגדיר את תכני הלימוד, מפתח סטנדרטיזציה – מעניק הכרה למכללות ותעודות רשמיות, וכן מסבסד את הלימודים של כולם. בתחילת 2018 התקבלה החלטת ממשלה מספר 3419 לרפורמה במערכת ההשכלה הטכנולוגית בישראל למען פיתוח ההון האנושי ורמת הפריור במשק. במסגרת ההחלטה נקבעה תוספת תקצוב להכשרות מקצועיות של מה"ט – תקציב ההכשרות ללומד יעמוד על 20 אלף ש"ח ובכך ישווה לתקצובו של סטודנט במוסדות האקדמיים. נוסף על כך, ייעשה שינוי פדגוגי משמעותי עם חזרתם של לימודי הטכנאות למערכת. אלו יקבלו 1,100 שעות להכשרה בסיסית-מודולרית לטכנאי מוסמך, ומי שימשיך בהכשרה יקבל תעודת הנדסאי.

מבחינת התייחסות לאוכלוסיות מיוחדות, התקבלו שתי החלטות ממשלה שבמסגרתן הוגדרה מסגרת תקציבית גדולה יותר עבור הכשרות של המגזרים החרדים והערבים, הזכאים למלגות שכר לימוד מלאות. 20% מהסטודנטים במה"ט, כ-26 אלף תלמידים, הם חרדים הלומדים במוסדות ייעודיים עבור האוכלוסייה החרדית – מרכזי הכשרה לגברים חרדים בלבד או לנשים חרדיות מגיל 22 ומעלה, לאחר לימודי הסמינר. 80% מהלומדים במכללות הטכנולוגיות ובסמינרים לאוכלוסייה החרדית משתתפים בשמונה מגמות ליבה, בעיקר: הנדסת חשמל, אלקטרוניקה והנדסה אזרחית. זאת כאשר נשים חרדיות לומדות בעיקר בסמינרים להוראה, ובחלקן לומדות הנדסאות לצד הוראה. מגמת תוכנה היא המבוקשת ביותר: מנתוני מה"ט עולה כי מבין כ-2,000 נשים חרדיות בנות 19-20 הלומדות כיום, כ-75% לומדות הנדסת תוכנה.

יותר מ-20% מהתלמידים הלומדים במכללות הם ערבים. ישנן שלוש מכללות ייעודיות לאוכלוסייה הערבית: סכנין, אלקסאמי ולב הגליל בירושלים. בסכנין לומדים 1,200 את מקצועות המחשב. הלימודים בכל המכללות מתקיימים בשפה העברית.

### 4.3.1. הייטק במה"ט

נכון לתשע"ח, במסגרות השונות שבאחריות מה"ט לומדים 3,195 תלמידים בשנה במגמת תוכנה – המגמה השלישית בגודלה. הנתון העולה מסקר של משרד העבודה והרווחה שהתקיים בשנת 2017, שרק כמחצית מבוגרי המגמה אכן עובדים במקצוע, <sup>47</sup> תמוה, שכן אלו עוברים הכשרה ארוכה בתחומי ההנדסה ויש ביקוש בקרב התעשייה לבוגרים בתחומים הללו. כמו כן, מרבית בוגרי מה"ט במגמה משתלבים בעבודה במשרדי ממשלה, בנקים וכדומה. חשוב לציין כי לא ברור מהו היקף הבוגרים המצליחים להשתלב בחברות

<sup>47</sup> פורת והריס, 2017.

היִי־טק. ייתכן שכפי שצוין לעיל, אלו מעדיפות בוגרי אוניברסיטאות על פני הנדסאים ובכלל זה בוגרי מה"ט. העדפה זו קשורה כנראה לרמת המתמטיקה והאנגלית הנמוכה אשר לה נדרשים תלמידי מה"ט. עקב המחסור בעובדים במשק, מה"ט פונה גם לאוכלוסיות מוחלשות, ומחוסר ברירה מכוון כיום את הכשרותיו גם למי שפונה למקצועות מדעי הרוח והחברה ומציע לו רכישת מקצוע.

כפי שראינו קודם לכן, המחסור בהון אנושי להיִי־טק קיים בעיקר ברמת המשרות הגבוהות יותר. ככל הנראה, תלמידי מה"ט, ככל הנראה, לא מצליחים לענות על צורכי המשרות בענף ההיִי־טק. יחד עם זאת, יש לציין כי מה"ט משתף פעולה עם המועצה להשכלה גבוהה כדי להגשים את מטרותיו בקידום ההשכלה וההכשרה הטכנולוגית ולהעלות את רמת הלימודים ואת רמתן המקצועית של המכללות בתחום.

## 4.4. הצבא כמכשיר להיִי־טק

הצבא מכשיר, לצרכיו, חיילים וחיילות בנושאי מחשבים וסייבר, המתאימים להיקלט במקצועות ההיִי־טק בתעשייה מיד עם שחרורם או לאחר רכישת השכלה גבוהה. ניתן לשער שעיסוקם של לא מעט חיילים וחיילות במקצועות ההיִי־טק בצבא תורם לבחירתם בתחום כעיסוק מיד עם שחרורם, או בלימודים בתחום ובעיסוק בו לאחר מכן. שלא במפתיע, לא עלה בידנו להשיג נתונים ומידע רחב על הנעשה בצבא בתחומים אלו. נמסר רק שעיסוק בצבא בתחומי הטכנולוגיה והסייבר אכן מהווה מקפצה לקבלה לעבודה בהיִי־טק גם בלא תואר אקדמי. היתרון הבולט של הצבא הוא הקניית ניסיון מקצועי הרלוונטי לתעשיית היִי־טק לבוגרי המסלולים. זאת כאשר אחת הדרישות העיקריות של חברות סטארטאפ וחברות היִי־טק קטנות היא עובדים מוכשרים בעלי ניסיון. הכשרת עובדים חדשים ללא ניסיון כרוכה בהשקעת משאבים שכאמור, חברות קטנות נעדרות. הצבא נותן מענה לאתגר זה.

## 4.5. השכלה גבוהה

בניסיון להתמודד עם מחסור העובדים לתעשיית ההיִי־טק, גם המועצה להשכלה גבוהה נרתמת להרחבת המאגר בתחום. לשם כך הוקמה ועדה בראשות פרופ' יפה זילברשץ, יו"ר הוועדה לתכנון ולתקצוב במל"ג; פרופ' יוג'ין קנדל, מנכ"ל סטארט־אפ ניישן סנטרל; וישי פרנקל, בכיר באינטל, כנציג התעשייה (כיום מכהן פרנקל כמנכ"ל האוניברסיטה

העברית). הוועדה עסקה בזיהוי החסמים הקיימים ובגיבוש הכלים להסרתם, זאת במטרה להגדיל את מספר הסטודנטים הלומדים באוניברסיטאות במקצועות הרלוונטיים לתעשייה.

אחד האתגרים העיקריים שזוהו הוא המחסור בסגל ההוראה באוניברסיטאות ובתשתיות במקצועות ההיי־טק. הוועדה קבעה כי נדרשת הגדלה משמעותית של משאבים אלו על מנת לענות לביקושים של הון אנושי בתעשייה. לשם כך הגדילה ות"ת את התקציבים ללימודי מדעי המחשב במימון מיוחד של משרד האוצר.<sup>48</sup> כמו כן, ניתנו תמריצים גדולים למוסדות להשכלה גבוהה כדי לאפשר לחוקרים מתחומי ההיי־טק להיקלט במוסדות בארץ.

אתגר נוסף שזוהה הוא היקף הנשירה של סטודנטים. נמצא כי לימודי המתמטיקה הם המפתח להצלחה, וכי ללא הבסיס הנדרש, שיעורי הנשירה יגדלו. לפיכך מממנת ות"ת לימודי תגבור של מקצוע המתמטיקה באוניברסיטאות השונות במטרה להשלים לרמת מתמטיקה של 5 יחידות לימוד. את שיעורי התגבור ניתן להשלים לפני או במהלך השנה הראשונה ללימודי התואר הראשון.

הוועדה בחרה להתמקד במיצוי פוטנציאל ההתאמה ללימודי היי־טק בקרב נשים וערבים. מנתוני המל"ג עולה כי אף שמחצית מהתלמידות ניגשות לבחינות הבגרות ב־5 יח"ל מתמטיקה, רק 20%-30% מהסטודנטים בתארים הרלוונטיים להיי־טק הן נשים. לפיכך נקבע יעד להגדלת מספר הסטודנטיות הלומדות לתואר ראשון במקצועות הללו בשיעור של 40%-50% עד סוף החומש, החל משנת תשע"ו. לשם מימוש היעד התייחסה המל"ג להגדרה צרה של מקצועות הרלוונטיים לתעשיית היי־טק, אשר אינה כוללת מתמטיקה וסטטיסטיקה. אחד הכלים שאימצה הוועדה הוא פתיחת קורס ללימודי מדעי המחשב עבור נשים בלבד.<sup>49</sup> הוחלט גם על פתיחת תוכניות לימוד המשלבות ביולוגיה והיי־טק, לאור הנטייה של נשים ללימודי ביולוגיה.

קבוצת האוכלוסייה השנייה שבה הוחלט להתמקד היא החברה הערבית. בשנת 2017 עמד מספר המועסקים הערבים בהיי־טק בישראל (תעשייה ושירותים) על כ־6,600 – 2.1% בלבד מכלל המועסקים בהיי־טק בישראל.<sup>50</sup> זאת אף ששיעור התלמידים הערבים מסך התלמידים במקצועות הרלוונטיים להיי־טק עמד בשנה זו על 12.54%. כלומר, על אף שחלה עלייה בשנים האחרונות, במספר הסטודנטים הערבים הלומדים במקצועות ההיי־טק, רק חלק קטן ממנה בא לידי ביטוי בהשתלבות בתעסוקה. לשם עידוד אוכלוסייה זו

<sup>48</sup> ראיון עם מרב שביב, סמנכ"ל האגף לתכנון מדיניות במועצה להשכלה גבוהה, 2018.

<sup>49</sup> דוח הוועדה המלא צפוי להתפרסם בקרוב.

<sup>50</sup> עיבוד של מכון ירושלים למחקרי מדיניות לנתוני הלמ"ס, 2019.

ללמוד מקצועות הרלוונטיים לתעשיית ההיי־טק, הוקמה קרן מלגות לסטודנטים ערבים. הקרן מעניקה מלגה לאורך כל לימודי התואר, בהתאם לרקע הסוציו־אקונומי של הסטודנט, ובתנאי שבחר ללמוד באחד ממקצועות ההיי־טק.

הטבלה הבאה מציגה את מספר הסטודנטים הערבים בלימודי תואר ראשון בכלל האוניברסיטאות במקצועות מדעי הטבע, מתמטיקה, הנדסה ואדריכלות:<sup>51</sup>

תשע"ז	תשע"ו	תשע"ה	תשע"ד	תשע"ג	תשע"ב	
2016/17	2015/16	2014/15	2013/14	2012/13	2011/12	
4,178	3,714	3,463	3,044	2,758	2,518	מספר הסטודנטים הערבים
12.54%	11.59%	11.03%	10.00%	10.53%	9.64%	% מסך הסטודנטים במקצועות ההיי־טק

אתגר נוסף שזוהה על־ידי הוועדה הוא המספר הקטן של סטודנטים הבוחרים להמשיך ללימודי תואר שני. זאת משום שהבחירה במדעי המחשב מונעת, מראש, מרצון להשתלב בתעשייה לאור רמות השכר הגבוהות.<sup>52</sup> מסיבה זו קיים גם מחסור בדוקטורנטים. למגמה זו תורמת גם התעשייה עצמה, המקדמת מחקר ומאפשרת לעבוד במשרות מחקריות ובנושאים המשיקים לאלו שנחקרים באקדמיה – תמורת שכר גבוה בהרבה. תקציבי המחקר והפיתוח, לרוב, גדולים יותר בתעשייה. לפיכך, התוכנית הרב־שנתית החדשה של המל"ג כוללת תוספת תקציב של כשני מיליארד ש"ח לקידום תשתיות מחקר ולעידוד המצוינות המחקרית־מדעית. תקציב זה יוקצה להגדלת המשאבים למחקר תחרותי, תוך הגדלת התמיכה בקרן הלאומית למדע ובקרנות מחקר בינלאומיות, וכן להקמת תשתית על בתחומי מחקר מובילי שינוי כגון מדעי החיים (רפואה מותאמת אישית), פיזיקה (קוונטום) וכימיה (חומרים).

עוד הוחלט על הקמת מערכת של תשתיות וכוח אדם בנושא Big Data, במטרה להנגיש מידע מחקרי ולהביא לחיסכון בעלויות המחקר. כיום, לרוב נתוני המחקר של החוקרים באקדמיה אין שימוש מעשי. בשיטת מחקר שיתופית ופתוחה עשויים אותם ממצאים, שכיום נמצאים במעבדה ואינם נגישים, להיות משמעותיים מאוד לחוקר אחר.<sup>53</sup> החלטה

<sup>51</sup> נתוני המועצה להשכלה גבוהה (מל"ג).

<sup>52</sup> קבוצת מיקוד, סטודנטים למדעי המחשב באוניברסיטה העברית בירושלים.

<sup>53</sup> המועצה להשכלה גבוהה, 2017.

נוספת היא לבטל את המדיניות לפיה המלגה לדוקטורנט במעבדה, העומדת על סכום מירבי של 6,000 שקל, מופחתת אם הוא עובד במקביל מחוץ לאוניברסיטה. בתחום אחר, פורסם מכרז למימון קורסים מקוונים בתחומי היי־טק, כולל לימודי מתמטיקה ברמת 5 יח"ל, המקנים נקודות זכות אקדמיות.

אומנם, האקדמיה לא רואה את תפקידה בהכשרה, אבל היא החליטה להציע יותר קורסי בחירה מותאמים לתעשייה. אחד הכלים הנוספים שהוועדה אימצה הוא **חוג לאחר תואר**: הכשרה קצרה ומהירה, באיכות פחותה מתואר אקדמי, עבור בוגרי אקדמיה מתחומי מדעי המחשב, הנדסת תוכנה, הנדסת מחשבים, חשמל ואלקטרוניקה או הנדסת מדעי נתונים. הקורס נבנה על־ידי ועדה של נציגי אקדמיה ותעשייה ומקנה 40-60 נקודות זכות.

האוניברסיטה העברית בירושלים לא פתחה קורס מסוג זה בשל מחסור בסגל. עם זאת, נראה שהאוניברסיטה הפנימה כי סטודנטים בוחרים במדעי המחשב בשל רצונם להשתלב בתעשייה, וניכרת מגמה לכיוונים יישומיים יותר. בהתאם לה נפתחים קורסים חדשים המתייחסים ל'באזוורדס' המוכרים בתעשייה, כמו קורס בנושא ביטקוין. כמו כן, ניתנת אפשרות לסטודנטים כבר בזמן הלימודים לבחור קורסים כך שיכוונו לתחום שבו הם מעוניינים לעסוק בעתיד. אולם למרות זאת, אין עידוד ליזמות במסגרת הלימודים, אין קורס ליזמות בלימודי מדעי המחשב, אף שישנה אפשרות לבחור בקורס כזה בשת"פ עם הקמפוס בהר הצופים.

אחד הנושאים המשמעותיים שאליהם בחרה הוועדה שלא להתייחס הוא לימודים במכללות אקדמיות. הסיבה העיקרית לכך היא פרופיל הסטודנט בהן, המאופיין ברמה נמוכה יותר של מתמטיקה. זו כאמור זוהתה כמפתח להצלחה בלימודי מקצועות ההיי־טק. לכן הוחלט לרכז ולאגם משאבים בתוכניות הקיימות באוניברסיטאות, ולא לפתוח תוכניות נוספות. היעדר התייחסות למכללות בהקשר של אתגר המחסור בהון אנושי תמוהה, שכן כמחצית הסטודנטים בתחומי ההיי־טק לומדת במכללות.

**בירושלים**, האוניברסיטה העברית זוכה לקבל תמריצים במסגרת תוכנית לעידוד מקצועות ההיי־טק. כמו כן, למכללת עזריאלי, שבה נלמדת הנדסת תוכנה, אושר לפתוח תוכנית ללימודי מדעי המחשב, כיוון שזו מיועדת לאוכלוסייה החרדית. המוסדות האקדמיים הנוספים המציעים בעיר לימודים במקצועות ההיי־טק הם: מכון לב – לימודי מדעי המחשב ולימודי תוכנה, הנדסת פיזיקה ומתמטיקה לנשים ולגברים; מכללת הדסה – לימודי מדעי המחשב; והאוניברסיטה הפתוחה, העורכת פיילוט של שילוב לימודי הוראה למדעי המחשב במסגרת סמינרים.

## 4.6 הסבות והכשרות – הבוטקאמפ

אחת התופעות של השנים האחרונות, בניסיון לתת מענה למחסור בעובדים להיי־טק, היא תוכניות הכשרה מהירה או הסבה מקצועית המוכרות בשם 'סיירות תכנות', או בוטקאמפים (Bootcamps). אלו מהוות ערוץ כניסה מהיר להיי־טק, ביחס למסלול האקדמי, הכרוך בלימודים של שלוש שנים. הן מספקות הכשרה מהירה ואיכותית לתעשיית ההיי־טק עם רף קבלה גבוה, לימודים תובעניים, אינטנסיביים ומאוד מעשיים ומטרה אחת: לייצר מתכנתים.

בארה"ב הופיעו הבוטקאמפים הראשונים ב־2012 עם תוכנית Code Academy בשיקגו ו־Dev Bootcamp בעמק הסיליקון. בתוך שנתיים קמו עוד 30 תוכניות דומות, ועד סוף 2017 פעלו קרוב למאה, כששיעור הנשים בהן הוא 43% – כמעט פי שלושה משיעורן בקרב בוגרי התארים האקדמיים בארה"ב. הבוטקאמפים הפכו לנתיב הכשרה רווח למקצועות התכנות, שמספק כרבע מכוח האדם במחזור. 80% מחברות ההיי־טק האמריקאיות גייסו בוגרי בוטקאמפ, ושביעות הרצון מהם גבוהה: 84% מהמעסיקים קבעו כי הם מתאימים במידה דומה ומעלה בהשוואה לבוגרי אוניברסיטאות.<sup>54</sup>

בישראל פועלות כיום לפחות 15 תוכניות מהסוג, חלקן ללא עלות למשתתפים וחלקן בעלות מסובסדת, לעומת ארבע בלבד ב־2015. קיימות מספר תוכניות המיועדות לאוכלוסיות המודרות כמעט לחלוטין מענף ההיי־טק, למשל: עמותת *טק־קריירה*, שמציעה תוכנית הכשרה מיוחדת לקהילת יוצאי אתיופיה, ותוכנית של חברת Founders & Coders מלונדון שהחלה לפעול בנצרת בפברואר 2017 ומיועדת לערבים המתגוררים בישראל ובגדה המערבית.

בירושלים פועלות ארבע תוכניות כאלה: תוכנית הכשרה לגברים חרדים של בית התוכנה *לבטק*, במודל המשלב לימודי גמרא ותכנות; תוכנית להכשרת נשים חרדיות וערבים בשיתוף *מובילאיי*, SNC וחברת Elevation Academy;<sup>55</sup> ושתי תוכניות של בית הספר להכשרת עובדי היי־טק *ג'ון ברייס* (John Bryce). בתוכניות השונות לומדים מאות תלמידים בשנה, המצפים להשתלב בתעשיית ההיי־טק ולזכות במשרה עם שכר מתגמל ותנאים טובים.

<sup>54</sup> רשות החדשנות, 2018.

<sup>55</sup> ראיון עם יונתן פרש, מנהל Tech Education של חברת Elevation Academy, 2018.

נוסף על הנ"ל, חברות היי־טק גדולות ובתי תוכנה החלו לאחרונה לפתח בעצמם תוכניות הכשרה אינטנסיביות. כך, צ'ק פוינט, וויקס (WIX) ובית התוכנה טריינולוג'יק פיתחו תוכניות לשילוב עובדים. מובילאיי מכשירה בוגרים מצטיינים במקצועות ריאליים למשרות היי־טק בשיתוף עמותת Israel Tech Challenge, וחברת המו"פ Infinity Lab מפעילה מאז 2014 תוכנית הכשרה.<sup>56</sup>

המגוון האנושי הרחב שעולה מתוכניות ההכשרה השונות רלוונטי במיוחד לירושלים ולדמוגרפיה הייחודית שלה. מבחינה זו, הפוטנציאל המרכזי של ירושלים הוא למקד מאמצים בשילוב נשים, ערבים וחרדים בהיי־טק, כשבחלק מהמקרים נדרשת התאמה לצורכי האוכלוסיות – התמודדות עם מחסור עמוק בידע, היעדר לימודי ליב"ה בקרב חרדים או פערי שפה גדולים בקרב ערבים.

כחלק מהמאמץ הממשלתי, פירסמה רשות החדשנות בפברואר 2018 'קול קורא' לגופים המעוניינים להפעיל קורסים להכשרה טכנולוגית במודל בוטקאמפ. המטרה היא שתוך חמש שנים יוסיפו המסגרות הללו לשוק העבודה כ־2,000 מפתחי תוכנה. כבר בשנה הראשונה הן צפויות להניב כ־280 בוגרים, המהווים כ־10% ממספר בוגרי האוניברסיטאות במקצועות ההיי־טק בשנה.

שיטת התגמול של רשות החדשנות מבוססת 'תשלום על תוצאות' (Pay for Performance) כאשר סיירות התכנות יקבלו את עיקר התגמול עבור השמת הבוגרים בתעשיית ההיי־טק בתפקידי פיתוח תוכנה בשכר שמעל 14,000 ש"ח. גובה התגמול עולה עם גובה השכר, וסיירות התכנות יוכלו לקבל מענק, בתנאים מועדפים, עבור השמה מוצלחת של בוגרים מאוכלוסיות מגוונות: נשים, בני 45+, ערבים, חרדים, יוצאי אתיופיה ואנשים עם מוגבלות.

למכרז ענו 24 גופים, חלקם עמותות וחלקם חברות עסקיות פרטיות. שבעה מפעילים זכו ומכשירים עובדים לתעשייה החל משנת 2018. רשות החדשנות מקצה לכל גוף מכסה של 30 תלמידים בשנה, שעבורם היא מממנת את מלוא עלות ההכשרה. רוב הקורסים שייפתחו יתמקמו במרכז הארץ וייפתחו קורס גם בחיפה. בירושלים ובדרום לא ייפתחו קורסים.<sup>57</sup>

אחד מתנאי הסף שהוגדרו לתוכניות ההכשרה, הממומנות על־ידי רשות החדשנות, הוא שלפחות 50% מהלומדים בהן יהיו בעלי תואר מדעי מתחום אחר כגון: ביולוגיה, פיזיקה או מתמטיקה. מראיון עם נעמי קריגר־כרמי, ראש הזירה החברתית־ציבורית ברשות

<sup>56</sup> ראיון עם יקי סקרון, מנהל הגיוס במובילאיי, 2018.

<sup>57</sup> לטענת רשות החדשנות, לא ניגשו למכרז מועמדים מפעילי קורסים מירושלים.

החדשנות, עולה כי תנאי סף זה נקבע כדי להבנות סינון של רמת התלמידים ואיכותם. בנוסף, הוא מהווה איתות לתעשייה על איכות הבוגרים על מנת לעודד חברות להעסיקם. מעבר לו, כל אחד מהגופים הזוכים במכרז רשאי להפעיל מסלול סינון כפי שימצא לנכון. לדברי קריגר-כרמי, עדות לכך שהתעשייה מוכנה לקבל עובדים ללא תואר אקדמי היא בוגרי היחידות הצבאיות, בדגש על יוצאי 8200. בנוסף, אנו עדים לתופעה של חברות אשר עורכות מבחנים כלליים לבחינת אינטליגנציה ובחינת יכולות כמותיות של מועמדים פוטנציאליים ללא דרישה לתואר אקדמי.

היות שתופעת הבוטקאמפים היא חדשה, והיקפה בישראל מצומצם יחסית, קשה עדיין לבחון את השפעתה על התעשייה ועל היצע המועסקים, ולא ברור אם חברות ימשיכו בעתיד לקלוט את בוגרי הקורסים הללו. כמו כן, פוטנציאל היקף ההכשרה של עובדים חדשים לתעשיית הייטק באמצעות כלי זה מוטל בספק, שכן עיקר המיומנויות הנדרשות להשתלבות דורשות כישורים שיש לרכוש בשלב מוקדם של למידה – בבית הספר ובמסגרת אקדמית. לאור זאת, ניתן להעריך כי מסגרות אלו יתנו מענה למשרות הנמצאות בתחתית הפירמידה מבחינת הכישורים הנדרשים, וכי את המשרות שבראש ימשיכו לאייש בוגרי מקצועות מדעי המחשב וההנדסה באוניברסיטאות.

אין בנמצא מידע ונתונים ברורים על אודות מאפייני התלמידים במסגרת הבוטקאמפים בישראל, מידת הצלחתם במציאת עבודה ושיעורי הנשירה מקורסים אלו. יחד עם זאת, הבנק העולמי פרסם מחקר במהלך שנת 2018,<sup>58</sup> שבחן את מאפייני המשתתפים בבוטקאמפים. ממצאיו מראים כי שיעור הנשירה הנרשמות ללמידה בהם נמוך משמעותית, וכי שיעורי הנשירה בקרבן גבוהים יותר. יש לבחון אם המצב בישראל דומה, ולנקוט צעדים לעידוד נשים על מנת להגדיל את השתתפותן בתעסוקת הייטק. בין הכלים שהומלצו ליישום בדו"ח הבנק העולמי: מלגות שכר לימוד מוגדלות עבור נשים, סבסוד עלויות נסיעה ללימודים, הנגשת מחשבים לתלמידים מעבר לשעות הלימודים והקמת קהילה של תלמידי בוטקאמפ לתמיכה. יישום כלים אלו בהקשר של אוכלוסיות הערבים, החרדים והנשים בכלל, יש בהם כדי להסיר חסמים ולהנגיש בפניהן תעסוקת הייטק.

במסגרת ראיונות שערכנו עם שלושה מהזוכים במכרז עולים שלושה מאפיינים בולטים המשותפים להכשרות: שיתוף פעולה הדוק עם חברות הייטק; הצלחה בהתבסס על לימוד עצמאי והתנסות מעשית. שיתוף הפעולה עם החברות בא לידי ביטוי הן בהחלטה הראשונית על התחומים שבהם יש להכשיר עובדים, בהתאם לביקוש ולמשרות הפתוחות בשוק; הן בבניית התכנים הלימודיים ובהעברתם לתלמידים והן ביצירת פרויקטים משותפים להתנסות. מפעילות קורסי ההכשרה ציינו כי מרבית החברות שאיתן הן עובדות הן קטנות

<sup>58</sup> The World Bank Group, 2018.



ובינוניות, אשר לרוב נעדרות משאבים להכשיר עובדים ללא ניסיון. כך דיווח לנו מנהל ITC כי העבודה היא בעיקר עם חברות שלא מגייסות כלל נעדרי ניסיון, **כיוון שעלות ההכשרה יקרה ומתבטאת לרוב בשעות עבודה של מפתח מנוסה, בזמן ובסיכון לחוסר התאמה או לעזיבת עובדים למקום מתגמל יותר בתום ההכשרה.**

המאפיין השני – הצלחה בהתבסס על לימוד עצמאי – מתבטא בהפחתת היקף ומשך ההרצאות הפרונטליות. הקורס בנוי על שעת הרצאה בתחילת היום, לאחריה לימוד עצמאי של 3-4 שעות, שעת הרצאה נוספת ושוב 3-4 שעות למידה עצמאית או בקבוצות. הדגש על למידה עצמאית חשוב, שכן זהו אחד הכישורים הנדרשים בעולם התעסוקה המתקדם בכלל ובהיי־טק בפרט.

המאפיין השלישי המשותף הוא התנסות מעשית בעבודה על פרויקטים בצוות, זאת במטרה להקנות לתלמידים ניסיון תעסוקתי רלוונטי. כפי שצוין לעיל, חברות מייחסות חשיבות וערך רב לעובד בעל ניסיון. באמצעות עבודה על פרויקטים ומשימות שנבנו על־ידי חברות מהתעשייה, התלמידים רוכשים ניסיון והיכרות עם תחומי העיסוק השונים. כך הם מחזקים גם כישור נדרש של עבודה בצוות.

עוד מאפיין משותף חשוב הוא שהלימודים מתקיימים בשפה האנגלית, שללא ידיעתה ברמה מספקת, לא ניתן לצלוח בוטקאמפ. הדבר עלול להוות חסם כניסה משמעותי. חסם נוסף הוא העלות הגבוהה של קורסים פרטיים מסוג זה, שאינם במסגרת מימון של רשות החדשנות, עם שכר לימוד של 20-30 אלף ש"ח. יצוין כי השכר הממוצע של בוגר בוטקאמפ הוא 14-16 אלף ש"ח, הגבוה יחסית לשכר הממוצע במשק. נוסף לעלות הגבוהה של הקורס, משך הלימודים הוא חמישה עד שמונה חודשים אינטנסיביים שאינם מאפשרים שילוב עבודה. דבר זה עלול אף הוא להוות חסם משמעותי עבור אוכלוסיות מסוימות.

בירושלים, החולשה העיקרית בהקשרי ההון האנושי להיי־טק הוא העובדה שהאוניברסיטה העברית לא הציעה בעבר לימודי הנדסה. המשמעות היא חיבור צר יותר להיצע ומגוון של משרות. רוב הבוטקאמפים הפעילים בירושלים מיועדים לאוכלוסיות מיוחדות דוגמת נשים חרדיות. לאוכלוסייה הכללית לא מוצעות הכשרות בעיר מלבד בבית הספר של ג'ון ברייס.

#### 4.6.1. תוכניות הכשרה אחרות של משרד העבודה והרווחה

משרד העבודה והרווחה מקדם תוכניות שונות שמטרתן להגדיל את ליבת המועסקים בשכר גבוה של 16-20 אלף ש"ח בתפקידי פיתוח ותוכנה ולהרחיב את ההון האנושי

להיי־טק. תוכנית הדגל, כיום, היא שילוב ערבים בהיי־טק והיא מופעלת על־ידי צופן מרכזי טכנולוגיה עילית ומעוף לעסקים. התוכנית מעניקה כישורים ומסייעת בהשתלבות בעבודה כבר בשנה ב' או ג' בלימודים. היא הוקמה נוכח העובדה שבשנים האחרונות השלימו 1,100 סטודנטים ערבים לימודים אקדמיים רלוונטיים להיי־טק, אך חרף המחסור הגדול בעובדים, רק מעטים מהם הצליחו להשתלב בתעשייה.

תוכנית נוספת היא She Codes של גוגל בתמיכת משרד העבודה, במימון של 10 מיליון ש"ח על פני שלוש שנים. זו החלה כיוזמה חברתית במודל התנדבותי, ובמסגרתה קהילות של נשים לומדות יחד תכנות בסביבה של נשים בלבד. לתוכנית 25 סניפים בארץ.

תוכנית נוספת, המיועדת לאוכלוסיית בני 45+ בשיתוף פעולה עם הטכניון, מעניקה רענון טכנולוגי לעובדים עם ניסיון בתעשיית ההיי־טק שאינם רלוונטי עוד, כדי לסייע להם במציאת עבודה. התעשייה מפטרת לרוב עובדים בני 45, בעיקר בגלל רמות השכר הגבוהות שלהם על פני עובדים צעירים. עם קבוצה זו נמנים פחות מתכנתים, להם בדרך כלל קל יותר למצוא עבודה. בעיקר מדובר בבעלי משרות בתחומי השיווק והניהול או במבוגרים שעבדו בנישה מקצועית שכבר אינה רלוונטית. עד היום הופעלו שני מחזורים של התוכנית ועלה קושי לגייס מועמדים. כמו כן, נמצא כי הרענון הטכנולוגי לא הספיק על מנת לסייע במציאת עבודה.

תוכנית אחרת היא We Code בשיתוף המרכז הבינתחומי ובוטקאמפ Experis. התוכנית מיועדת לאנשים ללא רקע טכנולוגי או השכלה אקדמית. היא עושה שימוש בכלי של בוטקאמפ כדי להכשירם להשתלב בהיי־טק. ההכשרה היא בעיקר למשרות שבתחתית פירמידת המשרות בתעשייה, כמו בקרת איכות (QA) ופיתוח. המחזור הראשון של התוכנית עדיין פעיל ובו התחילו 25 תלמידים מהפריפריה, ערבים, חרדים, יוצאי אתיופיה ויוצאים בשאלה. משך התוכנית שמונה חודשים הכוללים שלושה קורסים אקדמיים מותאמים, אשר מקנים נקודות זכות אקדמיות. מודל התמיכה הוא 45 אלף ש"ח עבור כל משתתף, מותנה בהשמה.

## סיכום והמלצות

במחקר זה בחנו את המחסור בכוח אדם מיומן לתעשיית ההיי־טק בישראל ובירושלים בפרט. על מנת לבחון את האתגר לעומק, עמדנו על הקשר שבין השכלה לתעסוקה. בחנו את שרשרת הערך של חינוך והשכלה בהקשר של הון אנושי ותעסוקה בהיי־טק, מגיל הגן ועד לאקדמיה ולהכשרות המקצועיות. בירושלים צפוי אתגר המחסור בכוח אדם לתעשייה להחמיר, כאשר חברות גדולות כמו מובילאיי ורפאל מדווחות על צורך גובר בעובדים לשנים הקרובות. לפי ההערכה שביצענו, התחזית לגידול במשרות היי־טק בעיר עומדת על 2,800-4,500 תוך חמש שנים.

בהסתכלות ארוכת טווח, נראה שהמחסור בכוח אדם מיומן להיי־טק רק יילך ויגדל – זהו אחד האתגרים שמציב בפתחנו עולם התעסוקה המתקדם. כדי להיערך לתמורות בשוק התעסוקה ולדרישות התעסוקה המתקדמות, יש להשקיע משאבים בפיתוח כישורים מתקדמים כבר בראשית שרשרת החינוך. מחקרים מראים כי מיומנויות שלא פותחו בגיל צעיר, יהיה קשה יותר להשלים ולפתח בהמשך. זוהי לפיכך המגמה שאליה צועדות מערכות הכשרה וחינוך בעולם, המתמקדות בהקניית כישורים בסיסיים כמו לימודים מוגברים של מתמטיקה ושפה, למידה עצמאית ופתרון בעיות בסביבה מתקשבת.

כשנדרשים לאתגר העובדים להיי־טק, יש להתייחס להבדלים בין סוגי המשרות ולתת את הדעת על כך שעיקר המחסור הוא באלו שבראש הפירמידה, הדורשות מיומנויות גבוהות – מפתח־חוקר ואלגוריתמיקאי. החוליה בשרשרת החינוך, שיש בידיה לתת מענה למחסור במשרות אלו, היא מערכתה השכלה הגבוהה. **בהקשר של ירושלים כעיר אקדמיה**, יש לנצל את היתרון היחסי של הימצאות מוסדות להשכלה גבוהה איכותיים ובהם האוניברסיטה העברית, ולהשקיע בהרחבת התוכניות ומסלולי הלימוד של מקצועות הרלוונטיים לתעשיית ההיי־טק. כפי שהוצע בפרק השכלה גבוהה במחקר זה:

◀ יש להרחיב את תוכניות המל"ג וליישמן גם במכללות בירושלים, שאינן נכללות כיום בתוכנית. זאת באמצעות הרחבת התוכניות הקיימות ללימודי היי־טק; בניית מסלולים המאפשרים לימודים משולבים כמו מדעי המחשב וביולוגיה; ולימודי חוג לאחר התואר – הכשרה קצרה ומהירה באיכות פחותה מתואר אקדמי עבור בוגרי האקדמיה

מתחומי מדעי המחשב, הנדסת תוכנה, הנדסת מחשבים, חשמל ואלקטרוניקה והנדסת מדעי נתונים.

אחד החסמים העיקריים שזוהו להצלחה במקצועות ההיי־טק הוא רמת המתמטיקה, שמוקנית החל מגיל צעיר. בעיה זו חריפה יותר בקרב אוכלוסיית הערבים והחרדים, ולכן רלוונטית מאוד בירושלים. תוכניות המחברות בין האקדמיה לבין בתי הספר בעיר, בהקשר של תגבור לימודי המתמטיקה וחשיפה ללימודים גבוהים, עשויות לשפר את הישגי התלמידים. כמו כן, הגדלת היצע הלימודים הטכנולוגיים בבתי ספר תיכוניים, הן בקרב האוכלוסייה הכללית והן בקרב האוכלוסייה הערבית, עשויה להגדיל את מספר התלמידים שיבחרו להמשיך ללימודים טכנולוגיים גבוהים.

הפוטנציאל הגדול של ישראל בכלל ושל ירושלים בפרט טמון בקבוצות אוכלוסייה אשר אינן פונות כיום לעסוק או ללמוד מקצועות הרלוונטיים לתעשיית היי־טק – נשים, ערבים וחרדים. רוב המועסקים בתעשייה הם גברים, 30% מהם נשים, ושיעור הערבים והחרדים המשתלבים בתעשייה נמוך מאוד. לכן, סביר שמספר המתאימים להיי־טק מקרב אוכלוסיות אלו לא נוצל. הקו המנחה בפתרונות עבורם ברמה העירונית הוא התאמה תרבותית־חברתית ויצירת מסגרות לימוד מאפשרות.

**בהתייחס לאוכלוסייה החרדית**, מרבית הנשים החרדיות – 54% לפי נתוני המכון החרדי למחקרי מדיניות<sup>59</sup> – בוחרות ללמוד ולעסוק במקצוע ההוראה, וברובן מעדיפות מסגרות קיימות כגון סמינרים (י"ג-י"ד) על פני מסגרות ייעודיות להיי־טק. לאור זאת אנו ממליצים:

◀ לבנות תוכניות הכשרה לתעשיית היי־טק בדומה לבוטקאמפים, ולשלבן במסגרות המסורתיות הקיימות ובעיקר בסמינרים ללימודי הוראה. מהלך שכזה עשוי לסייע במימוש הפוטנציאל של אוכלוסייה זו כמתאימה לתעסוקה בהיי־טק;

◀ מאחר שמרבית הנשים החרדיות מופלות לרעה ברמות השכר גם בהיי־טק, כאשר הטענה היא כי הדבר נובע מרמת ההכשרה הלא אקדמית הנמוכה שלהן, אנו ממליצים לבנות תוכניות יחד עם מוסדות אקדמיים בעיר, אשר יבטיחו איכות גבוהה של לימודים ויקנו נקודות זכות להמשך הדרך באקדמיה. הדבר עשוי לעודד נשים חרדיות להמשיך ללימודים אקדמיים ולאותת למעסיקים על איכות ההכשרה והלימודים שלהן. כתוצאה מכך, בעתיד תתאפשר השתלבות שלהן גם במשרות שבראש הפירמידה. כאמור, את

<sup>59</sup> המכון החרדי למחקרי מדיניות, 2018.

התוכניות מומלץ ליישם במסגרות קיימות כמו סמינרים להוראה, המקובלות ומוכרות יותר לנשים החרדיות.

**בהתייחס לאוכלוסייה הערבית**, בקרבה יש נטייה ללמוד מקצועות מסוימים הנתפשים כבטוחים ומכובדים בקהילה. יש לפעול כדי לחשוף בפניה תחומי מקצוע מגוונים וביניהם היי־טק. אנו מציעים:

◀ לחשוף אוכלוסייה זו לתחומי היי־טק כבר במסגרת לימודי התיכון, זאת באמצעות תוספת אפשרות של לימודים טכנולוגיים מקצועיים ובאמצעות ייעוץ לתלמידי תיכון בנוגע לאפשרויות הלימודים והתעסוקה בתחום;

◀ להתמקד בבוגרי מוסדות אקדמיים, שבחרו בתחומים אחרים למרות פוטנציאל וכישורים המתאימים להיי־טק. כאמור, העדפה זו היא לא אחת תוצאה של הטיה חברתית, ללמוד תחומים הנתפשים כמעניקים ביטחון תעסוקתי. יש ליישם מודל של קורסי הכשרה מקצועית בדומה לבוטקאמפים, השמים דגש על הכשרה בשיתוף חברות מהתעשייה. כיום פועלות בירושלים תוכניות בוטקאמפ בודדות, ורק אחת מהן פונה לאוכלוסייה הערבית (תוכנית ייעודית בשיתוף חברת מובילאיי). לכן, אנו ממליצים לבחון הקמה של תוכניות ייעודית לאקדמאים מקרב האוכלוסייה הערבית.

**בהקשר של ירושלים**, בעיית המחסור בכוח אדם להיי־טק חמורה יותר, שכן מרבית חברות היי־טק בעיר קטנות ולפיכך נעדרות משאבים להשקעה בהכשרת עובדים. אלו משוועות לעובדים עם ניסיון והכשרה משמעותית. לכן, פתרונות בדמות תמיכה כספית לחברות במימון עלויות ההכשרה הם מפתח להצלחה. גישה זו אומצה ברמה הארצית על־ידי רשות החדשנות, המממנת בוטקאמפים ברחבי ישראל. בנקודה זו יש לזכור את החסמים המשמעותיים להשתלבות בקורסים מסוג זה, כמו שכר הלימוד הגבוה ורמת האנגלית הנדרשת. כאשר מדברים על האוכלוסייה הערבית והחרדית בירושלים, בעיקר הנשים החרדיות, יש לבחון מודלים לתמיכה כלכלית, בנוסף לסבסוד שכר הלימוד, למשל – מלגות מחיה במהלך הלימודים, וכן לימודי תגבור אנגלית מותאמים.

לירושלים יתרון יחסי במספר הסטודנטים הלומדים במוסדות אקדמיים בעיר: כ־15% מהבוגרים בתחומים הרלוונטיים למקצועות היי־טק הם בוגרי מוסדות ירושלמיים. בתשע"ח למדו במכללות ובאוניברסיטאות בירושלים 2,749 סטודנטים במקצועות היי־טק. נתון זה ממחיש את הפוטנציאל הטמון בעיר להכשרה של סטודנטים לתעסוקה בתעשייה. אלא שעד כה, הפוטנציאל אינו מתממש. כפי שראינו, גם ביריד התעסוקה באוניברסיטה העברית, שבו חברות מציעות משרות, כמעט שאין נציגות לחברות

ירושלמיות מלבד לגדולות. כלי שעשוי לתרום הוא סיוע לחברות קטנות בעיר בפיתוח, הפעלה ומימון תוכניות התנסות בתעשייה לסטודנטים, בדומה לאלו שמפעילות החברות הגדולות בהיי־טק. חברות בינלאומיות כמו *גוגל*, *פייסבוק* ו־*IBM* מאפשרות לסטודנטים התמחויות קיץ, שבמסגרתן הם עובדים על פרויקט למשך חודשיים. פרויקט זה מייצר ערך לחברה ומקנה לסטודנטים ניסיון. בירושלים אין כיום חברות המציעות מסלול שכזה. הבניית תוכנית דומה בשיתוף מספר חברות קטנות ותמיכה במימון הפרויקט עשויות לחשוף את החברה לסטודנטים מוכשרים לתעשייה, להקנות לסטודנטים ניסיון רלוונטי ואף להשאיר אותם לאחר הלימודים בחברות היי־טק בירושלים.

חשוב להתייחס למאפייני התעשייה בעיר וליתרונותיה היחסיים, כפי שזוהו במחקרים קודמים והובאו במחקר זה. פיתוח כלי מדיניות המתאימים לאקו־סיסטם הירושלמי, המורכב בעיקרו מחברות היי־טק קטנות, וניצול היתרון היחסי של ירושלים כעיר אקדמיה – כל אלה עשויים לסייע בצמצום הפער שבין הביקוש להיצע של הון אנושי לתעשיית ההיי־טק בבירה.

## מקורות

- אבירם-ניצן ד. ומרגלית י. (2017), **הערכות לשוק העבודה העתידי (דוח ביניים)**, המכון הישראלי לדמוקרטיה.
- אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר (2017), **המיקוד השבועי על החינוך המקצועי-טכנולוגי והשפעותיו ארוכות הטווח**.
- אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר (2018), **המיקוד השבועי על הכנסתם של הנדסאים הרוכשים את השכלתם במסגרת המכללות הטכנולוגיות הפועלות בפיקוח המכון הממשלתי להשכלה טכנולוגית (מה"ט)**.
- בן טובים נ. וקוסט נ. (2017), **סטודנטיות למקצועות ההיי-טק: יעד לאומי והמלצות מעשיות**, המועצה הלאומית לכלכלה, משרד ראש הממשלה.
- בנטל ב. ופלד ד. (2016), **האם קיים מחסור בבעלי תארים אקדמיים במדע וטכנולוגיה?**, מוסד שמואל נאמן, עמ' 83-80.
- המועצה להשכלה גבוהה (2016), **הישג בתכנית הרב שנתית החדשה: תוספת של כ־7 מיליארד ש"ח לתקציב מערכת ההשכלה הגבוהה**. <http://lang.che.org.il/he/?p=41866>
- המלצות הצוות הבין משרדי בהובלת משרד ראש הממשלה (2012), **המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית**.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2018), **סקר משרות פנויות**.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2009-2017), **השנתון הסטטיסטי**.
- המועצה הלאומית לכלכלה (2017), **סטודנטיות למקצועות ההיי-טק: יעד לאומי והמלצות מעשיות**.
- המכון החרדי למחקרי מדיניות (2018), **סקר בוגרות סמינרים**.
- ועדת ההיגוי (2014), **הגדלת היצע כוח אדם מיומן הנדרש לתעשייה עתירת הידע**, משרד הכלכלה.

מזוז י. וקריל ז. (2017), **המקפצה להיי-טק**, משרד העבודה והרווחה ואגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר.

מרכז המחקר והמידע של הכנסת (2018), **מבט על החינוך הטכנולוגי-מקצועי**.

משרד החינוך (2019), **חוקת הזכאות בתוכנית הלמידה המשמעותית (רפורמה) החל מבוגרי שנה"ל תשע"ז (2017)**. [www.edu.gov.il/minhalpedagogy/exams/matriculation-certificate/Pages/CompositionOfCertificate.aspx](http://www.edu.gov.il/minhalpedagogy/exams/matriculation-certificate/Pages/CompositionOfCertificate.aspx)

משרד החינוך, **שקיפות בחינוך (2019)** [www.shkifut.education.gov.il/city/30007/educationPicture](http://www.shkifut.education.gov.il/city/30007/educationPicture)

משרד ראש הממשלה, **ספר תוכניות עבודה לשנת 2018**.

נפתלי י. ובר ש. (2018), **דוח אינדיקטורים לתעשיית ההיי-טק בירושלים 2017**, מכון ירושלים למחקרי מדיניות, ירושלים.

נפתלי י. ושטרן מ. (2018), **הבשרות מקצועיות: כלי לשילוב תעסוקתי של אוכלוסיית נושבי מזרח ירושלים**, מכון ירושלים למחקרי מדיניות, ירושלים.

סטארטאפ ניישן סנטרל (2017), **דוח הון אנושי בתעשייה עתירת הידע**.

פורת א. והריס ר. (2017), **תעסוקה ושביעות רצון מלימודים בקרב בוגרי מסלול הנדסאים של מה"ט בשנתיים עד שלוש מסיום הלימודים (בוגרי 2013-2014)**, משרד העבודה והרווחה.

קאופמן ד., מלחי א. ואח' (2007), **J-RIS – תוכנית מחדשים – אסטרטגיית חדשנות אזורית לעידוד צמיחה בירושלים**, מכון ירושלים לחקר ישראל, ירושלים.

רשות האוכלוסין וההגירה (2018), **נוהל ניסויי לטיפול בבקשות חברות היי-טק וסייבר להעסקה והסדרת מעמדם של מומחים זרים בישראל**.

רשות החדשנות (2018), **הזוכים בהליך התחרותי לבחירת סיירות תכנות (Coding Bootcamps) להכשרת מפתחי תוכנה איכותיים לתעשיית ההיי-טק**. [https://innovationisrael.org.il/press\\_release/3771](https://innovationisrael.org.il/press_release/3771)

Avalon Steve Jobs School (2019), [www.avalons.co.za/](http://www.avalons.co.za/)

Brand South Africa (2016), **Two Steve Jobs Schools opened in South Africa**, <https://www.brandsouthafrica.com/play-your-part-category/play-your-part-news/other-news/two-steve-jobs-schools-opened-south-africa>



Dutch News (2017), **Steve Jobs school revolution fails to catch on in the Netherlands**, <https://www.dutchnews.nl/news/2017/06/steve-jobs-school-revolution-fails-to-catch-on-in-the-netherlands/>

First Lego League (2019), <http://www.firstlegoleague.org/>

International Labour Office (2011), OECD, **A Skilled Workforce for Strong, Sustainable and Balanced Growth**, Geneva

School Suites (2019), <https://www.schoolsuite.com/the-steve-jobsschool/?lang=en>

Khan Labs School (2019), <https://khanlabschool.org/what-lab-school>

The World Bank Group (2018), **Women wavemakers, practical strategic for recruiting and retaining women in coding bootcamps**

World Economic Forum (2017), **The Global Human Capital Report**, Geneva

## רשימת מרואיינים שפגשנו לצורך כתיבת המחקר

1. תום אחי דרור – סמנכ"ל פיתוח עסקי ומנהל בוטקאמפ ב-Israel Tech Challenge (ITC).
2. תאיר איפרגן – מנהלת המה"ט, משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים, האגף להכשרה מקצועית ופיתוח כוח אדם.
3. בוגר תואר ראשון במחשבים באוניברסיטה העברית, עובד בחברת היי־טק בתל־אביב.
4. מר אריה פטר בורסקי – המרכז החרדי להכשרה מקצועית, מינהל לימודי גברים.
5. דגני גל – מנכ"ל קומשוה.
6. דויד גל – מנהל אגף בכיר בחינות במשרד החינוך.
7. שמעון דוד – מנהל תחום אוכלוסיות מיוחדות ומחלקת פיקוח, משרד הכלכלה.
8. גיא הכהן – דוקטורנט במחשבים באוניברסיטה העברית.
9. דורון זוהר – ממלא מקום מפמ"ר מקצועות מדעי המחשב, תקשוב וגילוי ואיתור מידע.
10. לשם חושן – דוקטורנט במחשבים באוניברסיטה העברית ועובד משרה חלקית ב-IBM.

11. רועי לבנון – לאחרונה מונה למנהל תחום תעסוקה עתירת ידע – כוח אדם להיי־טק. לפני כן שימש באגף לאסטרטגיה של המשרד לשוויון חברתי.
12. יעל מזוז – עד לאחרונה מנהלת תחום תעסוקה עתירת ידע – כוח אדם להיי־טק.
13. עידו סופר – משרד האוצר, רכז מו"פ והשכלה גבוהה.
14. יקי סקרן – מנהל הגיוס במוזילאי.
15. יהודה סרוסי – מנהל מינהל תקשוב ומערכות מידע בביטוח לאומי.
16. איציק עוזר – מנהל פיתוח עסקי ברשות לפיתוח ירושלים.
17. חגית פרימן – מנהלת המרכז לניהול קריירה במכללת הדסה.
18. יונתן פרש – מנהל Tech Education של Elevation Academy.
19. אביתר ציון – רכז בתחום תכנון ומידע, האגף לתכנון ומדיניות במל"ג.
20. מיכאל קבנו – סטודנט למתמטיקה באוניברסיטה העברית שעבד במוזילאי.
21. עדי קייזר – סטודנטית למדעי המחשב.
22. גל קצהנדלר – סטודנט שנה ג' לתואר שני במחשבים באוניברסיטה העברית.
23. איציק קרומבי – מנכ"ל Bizmax.
24. נעמי קריגר כרמי – ראש הזירה החברתית ציבורית ברשות החדשנות.
25. תמר קרביץ – אגף תכנון ומדיניות במל"ג.
26. מורן רייכמן – משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים, האגף להכשרה מקצועית ופיתוח כוח אדם.
27. מרב שביב – סמנכ"ל האגף לתכנון ומדיניות במועצה להשכלה גבוהה.
28. נועה שוקרון – משרד האוצר, רפרנטית מו"פ והשכלה גבוהה.

המחסור בהון אנושי מקצועי ומיומן לתעשיית ההיי-טק, שהפכה לעמוד התווך של המשק ולסמל ההצלחה של הכלכלה הישראלית, מוערך בכ-12 אלף מהנדסים ומתכנתים וצפוי עוד לגדול בשנים הקרובות. בירושלים מדובר באתגר משמעותי - עם אוכלוסיות שבאופן מסורתי ממעטות להשתלב בתחום; ריבוי של חברות קטנות ובינוניות, נעדרות אמצעים להכשרת עובדים חדשים, ומספר חברות גדולות, בדגש על מובילאיי ורפאל, המדווחות על צורך עתידי גדל בעובדים. לפי הערכה, התחזית לגידול במשרות הפנויות בירושלים עומדת על בין 2,800 ל-4,500 משרות בחמש השנים הבאות. במחקר זה עמדנו על הקשר ההדוק בין היצע ההון האנושי לתעשייה לבין שרשרת החינוך שמובילה אליו. ביחס למגוון המקצועות הרחב שבתחום, המצריכים מיומנויות וכישורים מיוחדים.

**מכון ירושלים למחקרי מדיניות**, שהוקם בשנת 1978, הוא מכון מחקר וחיביה מוביל ומשפיע, המוציא מירושלים תורה חברתית, כלכלית ומרחבית בת קיימא. המכון הוא הכתובת אליה פונים מעצבי מציאות לביור, קידום והגדרת סוגיות מדיניות, בישראל בכלל ובירושלים בפרט. מחקריו ופעילותו של המכון מסייעים למוסדות ולגופים לעצב וליישם מדיניות חדשנית ואפקטיבית, ומביאים את ירושלים, על מגוון מרכיביה, אל העולם ואת העולם לירושלים. ירושלים מהווה עבור המכון מקור השראה, שדה מחקר, מעבדה ומרחב יעד להשפעה. פיתוח העיר לטובת מגוון תושביה, אוהביה ומאמיניה, חיזוק מעמדה הגלובלי ומינופה עומדים בראש סדר היום של המכון. עשייתו של המכון יוצאת מירושלים למעגלים רחבים יותר בישראל ובעולם וחוזרת אליה, על מנת לתרום לעיר ולתושביה. מחקר זה נערך במסגרת תוכנית היובל לפיתוח וצמיחה כלכלית של העיר ירושלים.

**מכון ירושלים למחקרי מדיניות**

רחוב רד"ק 20, ירושלים 9218604 **טל** 02-5630175 **פקס** 02-5639814

**דוא"ל** INFO@JERUSALEMINSTITUTE.ORG.IL

**JERUSALEMINSTITUTE.ORG.IL**