



2017 ←

חדשנות בישראל תמונת מצב

לפי

innovationisrael.org.il

דבר שר הכלכלה והתעשייה אלי כהן

צילום: יוסי אלוני



החדשנות הישראלית היא מודל לחיקוי בעולם כולו. משלחות מכל העולם באות חדשות לבקרים ללמוד מאיתנו על אקו-סיסטם החדשנות המופלא בישראל, ולהבין כיצד מדינה קטנה של כ-8.5 מיליון תושבים הפכה למובילה עולמית בתחום זה.

היזמות הטכנולוגית פורצת הדרך בישראל, שמימדיה ביחס לגודל הכלכלה כולה יוצאי דופן, זיכתה אותנו בצדק בכינוי אומת ההזנק (Start-up Nation). אכן, זו טבעה של החברה הישראלית – חדשנית, יזמית ובטוחה ביכולתה להוביל ולשנות את המציאות בה אנו פועלים.

ישראל אף הייתה חלוצה בהפנמת חשיבות המו"פ והחדשנות לשגשוג המדינה. כבר לפני כ-45 שנה, עם הקמת לשכת המדען הראשי במשרד הכלכלה, פעלנו ליצירת שיתוף פעולה בין הממשלה למגזר הפרטי במטרה לקדם תהליכי מו"פ וחדשנות במשק. כל זאת מתוך הבנה שהשקעה בחדשנות היא המפתח לצמיחה כלכלית בת קיימא וליצירת פריון וערך כלכלי אדיר. אולם, ערכה של חדשנות אינו כלכלי בלבד, אלא יש לה גם השפעה מדינית רבת ערך: עבור מדינות רבות בעולם, ישראל מייצגת יעד ראשון במעלה לשיתופי פעולה בנושאי מדע וטכנולוגיה.

דוח החדשנות אותו מפרסמת רשות החדשנות מדי שנה כבר הפך למסורת מבורכת. הוא מקיף את מכלול ההישגים והאתגרים של החדשנות בישראל ומסמן את הכיוון אליו אנחנו שואפים. בכך ממלאת הרשות את ייעודה כגוף האמון מחד על ייעוץ לגיבוש מדיניות חדשנות ומאידך על ביצוע יעיל ואיכותי של מדיניות זו. בדוח זה תוכלו לקרוא על ההישגים של אומת ההזנק בשנה האחרונה לצד האתגרים העומדים בפנינו.

רשות החדשנות מהווה נדבך חשוב ומרכזי בפעילות משרדי. אני משוכנע שבהובלת רשות החדשנות, משרד הכלכלה והממשלה כולה נעמוד בשנים הקרובות באתגרים המרכזיים העולים מהדוח ובפרט, נשמור על ההובלה הישראלית בחדשנות טכנולוגית במקביל לרתימתה לתעשייה בישראל בכללותה, ובמיוחד באזורי הפריפריה.

בברכה,

שר הכלכלה והתעשייה,
חה"כ אלי כהן



6 מגמות - התפתחויות בתעשייה ובממשלה 2017-2016
14 תהליך ההקמה נשלם - רשות החדשנות מעלה הילוך

תוכן עניינים



38 תחבורה חכמה - ההגה עובר לידי האינטליגנציה המלאכותית



28 הרחבת המעגל - מרכזי מו"פ של חברות רב לאומיות



18 מדיניות החדשנות בישראל - קידום חדשנות כמנוף לצמיחה כלכלית מכלילה ובת-קיימא



66 בינה מלאכותית - התפתחות חיובית או איום קיומי?



58 ניגודים משלימים - חדשנות בישראל וברפובליקה הקוריאנית



46 אתגר ההון האנושי - נתיבי השתלבות ושימור בהיי-טק



דבר מנכ"ל רשות החדשנות אהרן אהרן

צילום: שלומי אמסלם, לע"מ



כאשר החלטתי לפני כשנה להצטרף לרשות החדשנות כמנכ"ל הראשון ולוותר על אחד התפקידים הנחשקים במשק הישראלי (מנכ"ל אפל ישראל), הנסתר עבורי היה רב על הגלוי: כעבור מעט יותר מחצי שנה בה אני מקדיש את מלוא מרצי לעבודתי ברשות, תחושת המסתורין התחלפה בתחושת שליחות. אין דומה לעוצמת האחריות המלווה אותי יום ביום בבואי למלא את משימת הרשות - שימור וחיזוק עוצמת קטר ההיי-טק, בד בבד עם רתימתו לקרונות התעשייה והחברה האחרים.

המשימה שהוטלה עלינו אכן מאתגרת במיוחד. לא רק סיוע למאות חברות בשנה לפתח טכנולוגיות מתקדמות - על חלקן ניתן לקרוא חדשות לבקרים בסיפורי ההצלחה המדהימים של ההיי-טק הישראלי - כי אם גם שילוב מעגלים רחבים יותר של המשק הישראלי בעולמות החדשנות הטכנולוגית. מעגלים אלה נוגעים לאוכלוסיות שנמצאות בייצוג חסר בהיי-טק הישראלי, ובעיקר נשים, ערבים, חרדים ועובדים מבוגרים, אך גם בתעשיות מסורתיות שטרם אימצו חדשנות כאסטרטגיה עסקית.

כדי לעמוד במשימות אלה חולקה הרשות למבנה של זירות חדשות, לצד יחידות מטה, המופקדות על משימה וקהל לקוחות מוגדרים. זאת במטרה להתאים את כלי התמיכה לאתגרים ולצורכי החברות והיזמים, כמו גם לשפר את השירות ללקוחותינו. זירות החדשנות של הרשות משקפות את מעגל החיים המלא של היזמים והחברות - מהחוקר באקדמיה שמחפש את השותף התעשייתי להפיכת המחקר פורץ הדרך ליישום, דרך היזם הבוודד עם הרעיון והתעוזה להסתכן ולהצליח, עבור בעובדים בחברות הזנק שמשקיעים את מרצם ויכולותיהם בפיתוח טכנולוגיה חדשנית שתשנה את חיינו, או החברה שכבר פרצה אל השוק ונמצאת בשלבי הצמיחה וההתרחבות שלה, וכלה בחברות בינלאומיות מובילות המבקשות להשקיע ולהפיק את המיטב מהאקו-סיסטם החדשני, הייחודי והחזק של ישראל. תפקידנו הוא להעניק את התמיכה המיטבית לכל הגופים הללו ובכל התחומים הטכנולוגיים - תוכנה, אלקטרוניקה, מדעי החיים, אנרגיה, טכנולוגיות ייצור ועוד.

הרשות הינה גוף ציבורי, המשקיע את כספי המסים של תושבי ישראל במטרה לחזק את הכלכלה הישראלית. אני רואה חשיבות עליונה בשימוש חכם ויעיל בכל שקל של משלם המיסים הישראלי המושקע על ידינו. לכן, שמחתי למצוא ברשות קבוצה מקצועית ומסורה של משרתי ציבור, המשקיעה מאמץ ומבצעת עבודה באיכות גבוהה ומתוך תחושה עמוקה של שליחות. אני משוכנע שעם קבוצה איכותית זו של הרשות נצליח לעמוד במשימותינו בשנים הקרובות.

בשנה זו אף נפרדנו מכמה עובדים וזה המקום לציין שלושה מהם שפרשו לגמלאות: לידיה לזנס שכינה בתפקידה האחרון כסגנית המדען הראשי לתקצוב ופרשה לאחר 40 שנה בלשכת המדען הראשי; יעקב פישר, שניהל בעשור האחרון את תוכנית תנופה; ואילן פלד, שפורש לגמלאות לאחר כ-20 שנה שבהן הוביל את מנהלת מגנט (כיום זירת תשתיות טכנולוגיות). כולם היו משרתי ציבור מהמעלה הראשונה ותודתנו נתונה להם. בנוסף, השנה סיים אבי חסון, המדען הראשי היוצא, כהונה של שש שנים. לאבי שמורה מניית יסוד בהקמת הרשות ואנו מודים לו על כך.

לסיום, ברצוני להודות לחטיבת האסטרטגיה והכלכלה ולאגף שיווק ודוברות ברשות על הובלת תהליך הכתיבה, העריכה והפרסום של דוח זה. השתדלנו להגיש לקורא דוח נגיש, בהיר וממצה המפרט את האתגרים וההזדמנויות העומדים בפני מערכת החדשנות הישראלית. כולי תקווה שהצלחנו בכך.

בברכה,
אהרן אהרן
מנכ"ל רשות החדשנות

דבר המדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה וראש רשות החדשנות (בפועל) נחום איצקוביץ



אנחנו מתכבדים להגיש את דוח "חדשנות בישראל 2017 - תמונת מצב".

רשות החדשנות הוקמה לצורך קידום חדשנות ומו"פ בתעשייה הישראלית כולה, ובתעשיות עתירות ידע בפרט, תוך התאמה מתמדת של פעילותה וזמינותה לצרכים המשתנים של המשק. מנהלי ועובדי רשות החדשנות, ובראשם מנכ"ל הרשות אהרן אהרן, פועלים בערוצים רבים ומגוונים במסגרת זירות הרשות כדי להגשים מטרות אלה. הדוח המוגש לכם נותן ביטוי הולם לפעילות ברוכה וענפה זו.

בימים אלו עוסקים מנהלי ועובדי הרשות, יחד עם מועצת הרשות, בגיבוש אסטרטגיית הפעולה של רשות החדשנות לשנים הבאות. לנגד עינינו עומדים האתגרים הכרוכים בקפיצת מדרגה נוספת של מערכת החדשנות הישראלית, לצד הנכסים הרבים שבידינו וההזדמנויות החשובות שניתן למנף למען התעשייה כולה. מדינת ישראל ידעה בעבר לקבל החלטות משמעותיות שהביאו להישגים מרשימים והזניקו את תעשיית ההיי-טק קדימה. מיתוג מדינת ישראל כסטארט-אפ ניישן, שצמח בעקבות הישגים אלה, מהווה מודל לחיקוי לאומות העולם.

עלינו לשמור על מעמד זה ולהעמיד לרשות התעשייה את כל המשאבים הנדרשים לשם כך, בהיבטי מימון, מיסוי, הון אנושי, קשרים עם מוסדות אקדמיים ומכוני מחקר בישראל ובעולם ועוד. לצורך כך, על משרדי הממשלה האמונים על קידום החדשנות בישראל, ובפרט משרד האוצר ומשרד הכלכלה והתעשייה המופקד על רשות החדשנות, להירתם למשימה. במסגרת זו, שיתופי פעולה בין היחידות השונות במשרד הכלכלה והתעשייה, בניצוחם של שר הכלכלה והתעשייה והנהלת משרדו, הם חיוניים ביותר. בכלל זאת, על רשות החדשנות לפעול יחד עם הרשות להשקעות בקידום מינוף המו"פ בישראל לכדי ייצור מתקדם; לסייע במשותף עם מנהל סחר בקידום הזדמנויות ייצוא לתעשייה הישראלית, ולקדם מדיניות כוללת לעידוד חדשנות ומו"פ בישראל עם לשכת המדען הראשי, המכהן גם כיושב ראש רשות החדשנות. אני מאמין, כמצוין במקורותינו: הַזְרָעִים בְּדַמְעָה בְּרִנָּה יִקְצְרוּ (תהילים ככו, ה).

בהזדמנות חגיגית זאת אני גאה לברך את המדען הראשי ויו"ר רשות החדשנות הנכנס, ד"ר עמי אפלבוים. בחודשים האחרונים מאז "נקראתי לדגל" זכיתי לעמוד בראשו של גוף מרתק זה במקביל לתפקידי כמנהל רשות ההשקעות. לבקשת השר, נרתמתי למשימה זאת בשמחה והזדמן לי לתרום לא מעט מהניסיון הרב אותו צברתי לאורך השנים. אני מאחל לעמי, ידידי, הצלחה רבה בתפקידו החשוב וסמוך ובטוח כי התפקידים הרבים אותם מילא לאורך הקריירה שלו יהוו נכס אמיתי לתעשייה עתירת הידע הישראלית.

בברכת שנה טובה וברוכה,

נחום איצקוביץ

המדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה וראש רשות החדשנות (בפועל)

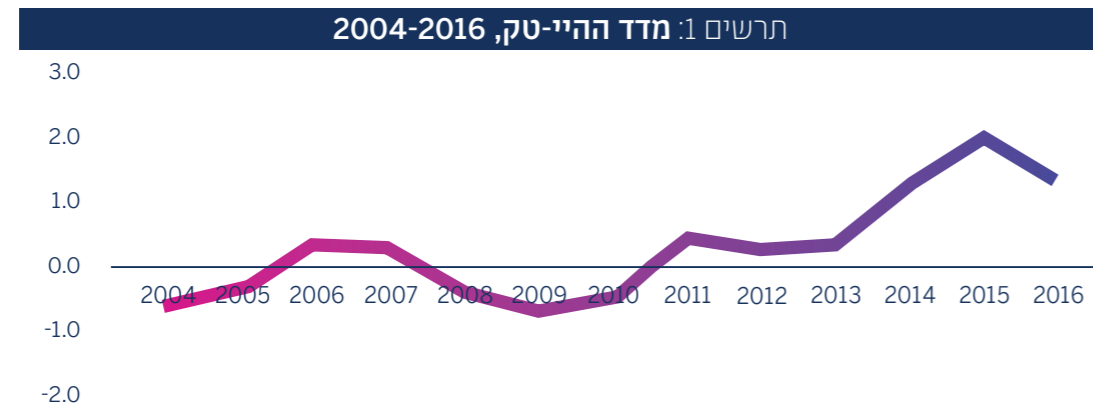
תעשיית ההיי-טק
הישראלית דינמית
ומשתנה. מה קרה
למדד ההיי-טק, מהן
המגמות המימוניות
הבולטות, ואילו שינויי
רגולציה התרחשו?
התפתחויות בהיי-טק
2017-2016

פרק 1

חדשנות בישראל התפתחויות בתעשייה ובמשלה 2017-2016

תעשיית ההיי-טק בישראל – הגאות ממשיכה

בשנת 2015 היינו עדים לשיא ביצועיה של תעשיית ההיי-טק הישראלית, כפי שהשתקף במדד ההיי-טק של רשות החדשנות (ראו מסגרת). בשנת 2016 נשמרה רמת הביצועים הגבוהה, אולם חלה ירידה קלה במספר אינדיקטורים, שהתבטאה הן בתת-מדד חברות ההזנק והן בתת-מדד החברות הבוגרות. מכאן עולה השאלה - האם רמה זו משקפת את תקרת הזכוכית של ביצועי התעשייה, בהינתן המגבלות הנוכחיות שלה (ובראשן המחסור בכוח האדם המיומן)? לצד דיון בביצועי התעשייה לשנים 2015 ו-2016 כפי שהם משתקפים באינדיקטורים השונים המשוקללים במדד ההיי-טק, נציג בחלק זה גם אינדיקציות ראשונות להישגי ההיי-טק בשנת 2017.



מהו מדד ההיי-טק?

מדד ההיי-טק הוא מדד סינתטי שנוצר על ידי חטיבת האסטרטגיה והכלכלה ברשות החדשנות. המדד נועד לשקף את הרבדים השונים של הפעילות בתעשיית ההיי-טק הישראלית. המדד מחולק לשני תתי-מדדים: תת-מדד חברות ההזנק ותת-מדד החברות הבוגרות, מתוך הבנת ההבדלים המהותיים בין החברות הגדולות והבוגרות לבין חברות ההזנק שפועלות בשוק המקומי (לפירוט האינדיקטורים המרכיבים את המדד וערכיהם לאורך שנות המדידה, ראו נספח בסוף החוברת). התוצאה המצרפית של המדד עצמו משקללת את שני תתי-המדדים הללו.

השנה עודכנה מתודולוגיית חישוב המדד, בשיתוף פעולה עם פרופ' קמיל פוקס. השינויים המרכזיים נסקרים בהרחבה בנספח המתודולוגיה שניתן למצוא באתר הרשות תחת פרסומי חטיבת אסטרטגיה וכלכלה.

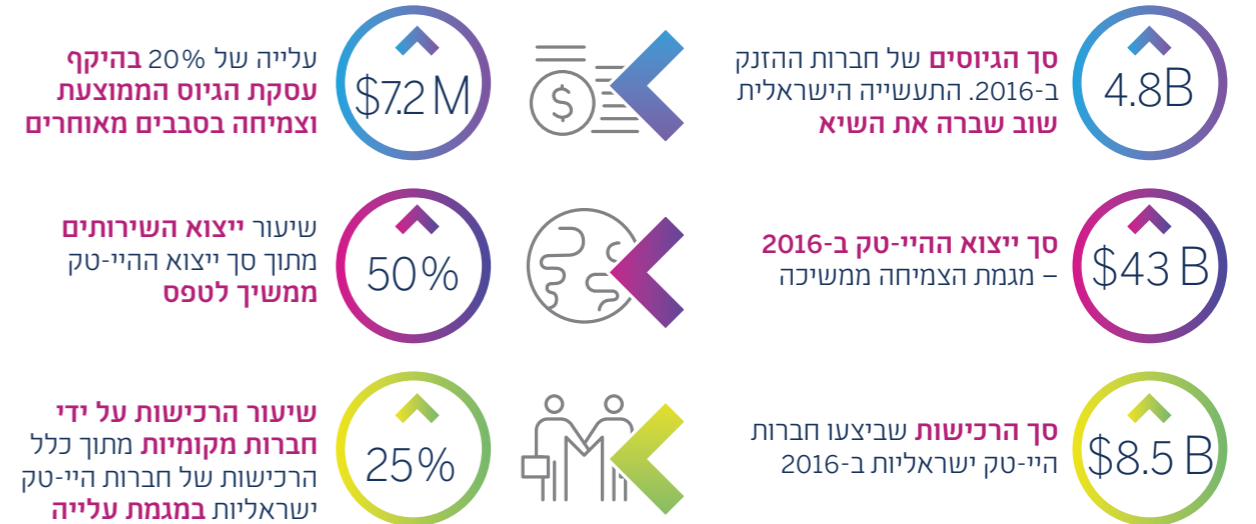
<http://economy.gov.il/RnD/Documents/HiTechIndex.pdf>

כפי שעשינו בשנים קודמות, אנו ממשיכים להבחין בין שתי קבוצות במסגרת הדיון במצבה של תעשיית ההיי-טק – קבוצת חברות ההזנק וקבוצת החברות הבוגרות. בקבוצת חברות ההזנק המשיכה המגמה החיובית והעקבית שהחלה עם היציאה מהמשבר הפיננסי העולמי, גם אם ברמה פחותה במעט מהשיא של שנה שעברה (ראו תרשים 2).

חדשנות בישראל – התפתחויות בתעשייה ובמשלה

2017-2016

המשך גאות בחברות ההזנק; מספר הישגים לחברות הבוגרות



2017 צפויה להפוך לשנה המוצלחת בהיסטוריה של ההיי-טק הישראלי מבחינת אקזיטים



\$0.5 B



\$1.1 B



\$15.3 B

פעילות ממשלתית: הקלות רגולטוריות לתעשייה ופתרון המחסור בהון אנושי



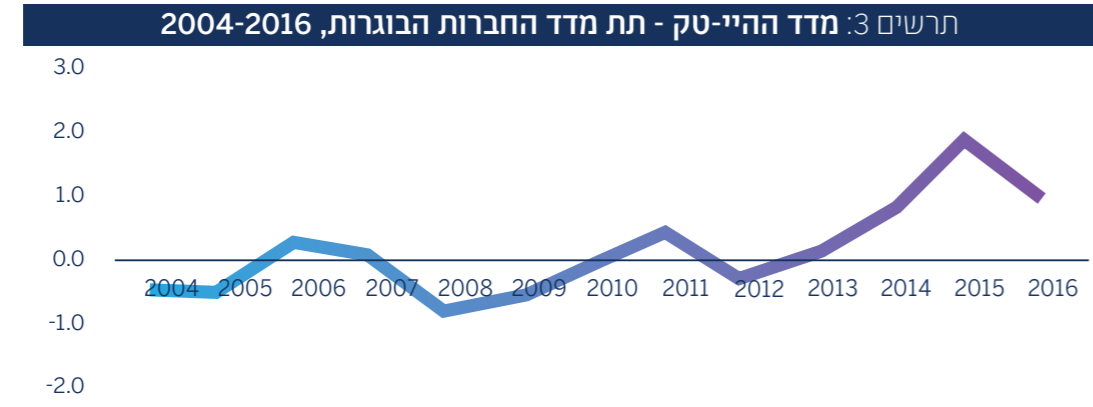
תהליך ההקמה נשלם – רשות החדשנות מעלה הילוך רשות החדשנות הוקמה ב-2016 והחלה בפעילות מלאה ב-2017

1.4 מיליון ש"ח - גובה המענק הממוצע בשנת 2016

1,115 פרויקטים של 650 חברות - היקף התמיכה של הרשות ב-2016

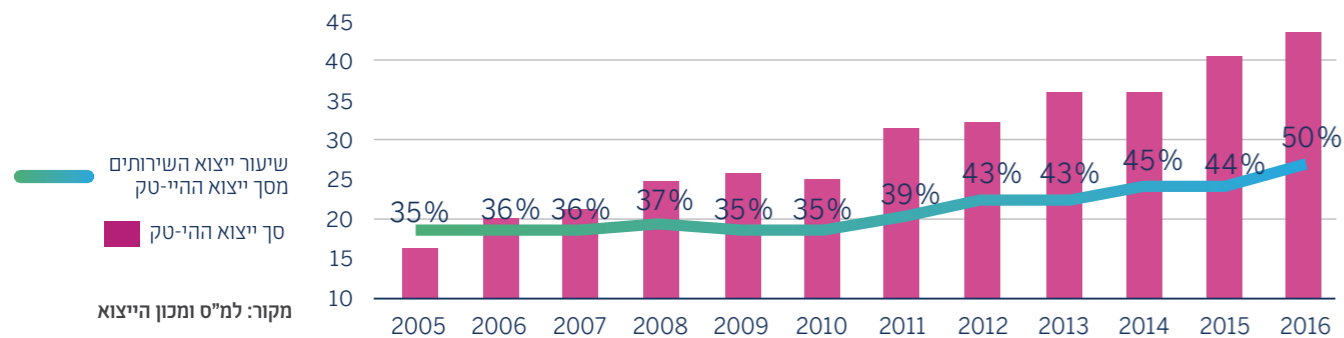
1.6 מיליארד ש"ח התקציב השנתי של רשות החדשנות

קבוצת החברות הבוגרות הציגה תמונה דומה, קרי, ביצועים חיוביים אך נמוכים מאלו של שנת 2015, דבר שהתבטא בירידה בתת-המדד הרלוונטי (ראו תרשים 3).



בשנת 2015 עלו כמעט כל האינדיקטורים המרכיבים את תת-מדד החברות הבוגרות, ועליות בולטות במיוחד ניכרו בסך שווי הרכישות שביצעו חברות היי-טק ישראליות⁷ ובסך ההנפקות השניוניות של חברות ישראליות⁸. הנפקות אלו שימשו, בין היתר, למימון אותן רכישות. בשנת 2016 ניכרו ירידות ברוב האינדיקטורים המרכיבים את תת-המדד, כפי שניתן לצפות לאחר שנת שיא, ובכל זאת מספר אינדיקטורים משקפים הישגים חשובים. בפרט, סך שווי הרכישות שביצעו חברות ישראליות המשיך לטפס והעפיל ל-8.5 מיליארד דולר⁹; שיעור השכירים בהיי-טק מסך השכירים במשק חזר לרמתו המקסימלית - 8.3 אחוזים - אליה הגיע ערב המשבר ב-2008¹⁰; וסך ייצוא ההיי-טק הגיע לשיא של כ-43 מיליארד דולר, המשקף גידול של כ-5 אחוזים (ראו תרשים 4)¹¹.

תרשים 4: ייצוא ההיי-טק בצמיחה; שיעור ייצוא השירותים בתוכו הולך ועולה
סך ייצוא ההיי-טק (במיליארדי דולרים) ושיעור ייצוא השירותים מסך ייצוא ההיי-טק (באחוזים), 2005-2016



הגידול בייצוא ההיי-טק נובע כולו מצמיחה של כ-20 אחוזים בייצוא שירותים (אשר כולל בעיקר שירותי מחשוב ותוכנה, וכן שירותי מו"פ, תקשורת ועוד). הייצוא התעשייתי, לעומת זאת, נחלש בכ-6 אחוזים. מגמת שינוי תמהיל ייצוא ההיי-טק והסדת המוקד מייצור לשירותים צפויה להימשך בשנים הקרובות, כפי שמשקף כבר בתוצאות המחצית הראשונה של 2017¹². גורם לדאגה הוא החולשה שהציגה לאחרונה חברת טבע, שעלולה להשפיע שלילית על סך הייצוא הישראלי כמו גם על הבורסה בתל אביב.



להיקף גיוס הכספים הגבוה על ידי חברות ההזנק היה משקל רב בתוצאה זו. לפי חברת המחקר IVC, כ-4.8 מיליארד דולר זרמו לקופות החברות, נתון המציין שיא שנתי חדש בישראל. זאת בעוד שבארצות הברית השקעות ההון סיכון דווקא הצטמצמו, לראשונה אחרי רצף של חמש שנות צמיחה. נוסף על כך, סבבי הגיוס עצמם היו גדולים מהרגיל: גובה הגיוס הממוצע עמד על 7.2 מיליון דולר, כ-20 אחוזים מעל הממוצע בחמש השנים האחרונות. בפרט, גובה הגיוס הממוצע בשלבים מתקדמים¹ עלה מכ-20 מיליון דולר ב-2015 ל-25 מיליון דולר ב-2016².

שנת 2017 נפתחה בקצב דומה, כאשר במחצית הראשונה גויסו 2.3 מיליארד דולר, 75 אחוזים מתוכם בעסקאות late stage ו-mid-stage (כולן בהיקף של למעלה מ-10 מיליון דולר לעסקה)³. תוצאות אלו מעידות ככל הנראה הן על בגרות ובשלות החברות הישראליות והן על מוכנות גבוהה מבעבר של המשקיעים להיות מעורבים בהשקעות המשך בשלבים מאוחרים.

ירידה קלה ביחס ל-2015 נרשמה בתוספת נטו של חברות הזנק חדשות (חברות שנפתחו בניכוי חברות שנסגרו), אך יש לציין כי תוספת נטו של מעל 600 חברות למניין חברות ההזנק היא תוספת משמעותית שמדינות רבות היו מתקנאות בה.

היקף האקזיטים בשנת 2016 היה מעט נמוך מבשנים קודמות, אולם חשוב לציין כי אין הסכמה מלאה לגבי נתון זה, ובפרט לגבי השאלה כיצד מגדירים "אקזיט ישראלי"⁴. עם זאת, היקף האקזיטים עשוי להגיע לשיא חדש ב-2017 לאור מספר עסקאות ענק שהתבצעו השנה: סגירת עסקת מכירת Mobileye לאינטל תמורת 15.3 מיליארד דולר⁵; מכירת נויורדרם, שנתמכה על ידי רשות החדשנות לאורך כל דרכה, לתאגיד מיצובישי תמורת 1.1 מיליארד דולר, ומכירת פלאריום לאריסטוקרט האוסטרלית תמורת חצי מיליארד דולר. נתון זה מעיד שוב על האטרקטיביות והרמה הטכנולוגית הגבוהה של חברות ההזנק הישראליות, אך גם מציב אתגר מדיניות - כיצד להשאיר עוד מפירות ההיי-טק בישראל כאשר ענקיות הטכנולוגיות צמאות לרכוש את הטכנולוגיה הישראלית בשלבים מוקדמים. סוגיה זו נידונה בפרק העוסק באסטרטגיית רשות החדשנות בדוח זה.

אקזיט ענק אחר שבלט ב-2017 מבטא את אי-מימוש הפוטנציאל הטמון בתעשיית הפארמה הישראלית. חברת Kite Pharma, שבבסיס המוצרים שלה עומדת טכנולוגיה שפותחה במכון וייצמן, נמכרה לאחרונה ב-12 מיליארד דולר ל-Gilead האמריקנית. Kite Pharma אמנם התחילה את דרכה במכון וייצמן והעומד בראשה הוא ישראלי, אולם כל פעילותה מתנהלת בארצות הברית: היא רשומה שם ומרבית המשקיעים והעובדים שלה הם אמריקנים. לפיכך, מדינת ישראל תיהנה מחלק זעום בלבד מהפירות הכלכליים של הטכנולוגיה שמקורה בישראל.

6 בדוח החדשנות 2016 הוצגה תמונה חלקית בלבד ביחס ל-2015 עבור תת-מדד החברות הבוגרות.
7 7.7 מיליארד דולר, לאחר השמטת עסקת טבע-אלרגן
8 9.4 מיליארד דולר, לעומת שיא קודם של 3.5 מיליארד דולר
9 לפי נתוני Start-up Nation Central, 24 אחוזים מכלל הרכישות של חברות היי-טק ישראליות ב-2016 התבצעו על ידי חברות מקומיות.
10 חושב על בסיס עיבוד שנעשה בחטיבת אסטרטגיה וכלכלה ברשות החדשנות לנתוני הלמ"ס. העיבוד כלל שיערוך והתאמה היסטורית של סך השכירים במשק על ידי הוספה רטרואקטיבית של מספר השכירים בצה"ל (בקבע ובסדיר) גם לפני 2012 (השנה בה הלמ"ס החלה לפרסם את הנתון הכולל).
11 לפי שילוב של נתוני מכון הייצוא (עבור ייצוא השירותים) ונתוני הלמ"ס (עבור ייצוא התעשייה).
12 דוח מגמות והתפתחויות ביצוא - מחצית ראשונה 2017, היחידה הכלכלית מכון הייצוא

1 Series B והלאה
2 Geektime (January 2017). Annual Report 2016: Startups and Venture Capital in Israel
3 נתוני IVC
4 IVC דיווחו על סכום כולל של 10 מיליארד דולר ב-2016 עוד ש-PWC דיווחו רק על 3.5 מיליארד דולר. ההבדל נובע מחילוקי דעות לגבי הכללת רכישת Playtika על ידי קונסורציום סיני בהשתתפות חברת המשחקים Giant Interactive מידי רוכשיה הקודמים - Caesars Interactive Entertainment, שאף הם לא היו ישראליים. לצורך חישוב המדד נעשה שימוש בדיווח IVC בהחסרת עסקת Playtika.
5 חברת מוביליי כבר חצתה את שלב ההזנק והפכה לחברה מבוססת עוד בטרם הרכישה. בהתאמה, ניתן לומר שמדובר בעסקת מיזוג ולא בעסקת מימוש.

מגמות גלובליות: האם האפשרויות לאקזיטים מצטמצמות?

מערכת החדשנות הגלובלית עדה בשנים האחרונות לשתי מגמות מימוניות בולטות, שעשויות להשפיע גם על תעשיית ההיי-טק הישראלית.

ראשית, תופעת "חדי הקרן" (חברות שמוערכות בשווי הגבוה ממיליארד דולר), שהחלה להתפשט בתעשיית החדשנות הגלובלית ב-2014, מייצרת לעיתים קושי בגיוס הון בשלבים מתקדמים או במימוש (אקזיט) עבור חברות הזנק. בימיה הראשונים של התופעה, חדי הקרן גייסו הון בהיקף מסיבי, לפי שווי של מיליארדים. כעת, משקיעים רבים שהשתתפו בעסקאות הגיוס האלו ממתינים לראות האם החברות הללו יצליחו להגדיל אף יותר את השווי שלהן ולהפוך מימוש לכדאי – לעיתים לשווא. דוגמה עדכנית לכך התפרסמה לאחרונה עם קריסתה של חברת Jawbone האמריקאית, שפיתחה טכנולוגיה לבישה (wearables), ובתקופת השיא שלה שוויה הוערך ב-3.3 מיליארד דולר. החברה קיבלה הצעת רכישה טרם קריסתה, אולם נאלצה לדחות אותה משום שזו שיקפה שווי נמוך בהרבה מהגיוס האחרון - 1.5 מיליארד דולר בלבד.

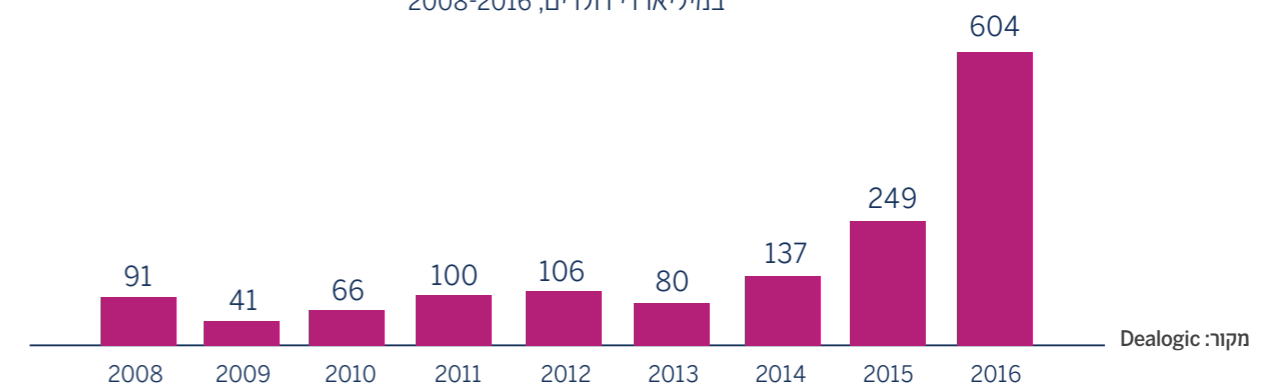
יש הטוענים כי ההאטה בהשקעות הון סיכון בארצות הברית ב-2016 נבעה, בין היתר, מתופעה זו. קרנות הון סיכון העדיפו השקעות המשך בשלבים מאוחרים בחברות הפורטפוליו שלהן על פני השקעה בחברות חדשות וצעירות, אך הערכות השווי הגבוהות לפיהן חברות גייסו מימון ב-2014 וב-2015 הקשו על יישום השקעות המשך מוצלחות. אולם, במחצית הראשונה של 2017 ניכרת מגמת התאוששות של תעשיית ההון סיכון העולמית. בפרט, ברבעון השני נפסקה מגמת הקיפאון בהערכות שווי לסבבים מאוחרים, ו-16 חברות הפכו לחדי קרן חדשים¹³. מכאן, ייתכן שעוד מוקדם להספיד את התופעה.

כך או כך, נראה שהקשיים שייצרה תופעת חדי הקרן פסחו עד כה על התעשייה הישראלית. אנו עדים, בדומה למתרחש בעולם, לדגש מוגבר על השקעות המשך בשלבים מאוחרים, ובמקביל לעלייה עקבית בשווי לפיו חברות מגייסות מימון. לפיכך, כנראה שהערכות השווי שניתנו לחברות ישראליות בגאות השיא שהתרחשה ב-2015 שיקפו את ערכן האמיתי.

מגמה גלובלית נוספת היא תהליך קונסולידציה (התמזגות) שמתרחש בקרב חברות הטכנולוגיה הגדולות. בשנת 2016 נרשם מספר שיא של עסקאות מיזוגים ורכישות בתעשיית ההיי-טק העולמית (ראה תרשים 5), בהן עסקאות ענק כגון רכישת NXP על ידי Qualcomm ב-47 מיליארד דולר ורכישת LinkedIn על ידי Microsoft ב-28 מיליארד דולר. יש הטוענים כי מגמה זו עשויה להקטין את היתכנות הרכישה האסטרטגית עבור חברות טכנולוגיה צעירות. זאת משום שריבוי מיזוגי הענק משמעותו קיטון במספר הרוכשות הפוטנציאליות, ובקרב אלו שנותרו – דילול קופת המזומנים והסטת הקשב הניהולי ליישום תהליכי האינטגרציה המלווים מיזוגים.

תרשים 5: זינוק בהיקף המיזוגים והרכישות בתעשיית ההיי-טק העולמית

במיליארדי דולרים, 2008-2016



בעוד שאפשרויות הרכישה על ידי חברות טכנולוגיה גדולות מצטמצמות, חברות ענק הפועלות בענפים שאינם טכנולוגיים מתחילות להתעניין ברכישה והטמעה של טכנולוגיות חדשניות. תופעה זו היא חלק מתהליך רחב יותר של טשטוש גבולות בין תעשיית ההיי-טק ובין ענפים "מסורתיים", כאשר האחרונים הופכים יותר ויותר למבוססי טכנולוגיה. כך, בשנת 2016, ענקית הקמעונאות האמריקנית Walmart רכשה טכנולוגיות בסך 3.3 מיליארד דולר, Unilever רכשה טכנולוגיות בסך כמיליארד דולר, וכמוה אף חברת Walmart.GM. אף השיקה בשנת 2017 חממה לחברות הזנק, במטרה להשקיע בטכנולוגיות פורצות דרך לעולם הקמעונאות. בצדה השני של התופעה, חברות טכנולוגיה מתעניינות ברכישת חברות מענפים "מסורתיים". כך, למשל, חברת Amazon רכשה השנה את רשת קמעונאות המזון Wholefoods. היקפה של מגמה זו עודנו מצומצם, אולם יש להמשיך ולעקוב אחר התפתחותה.

פעילות ממשלתית – הקלה בתנאי עשיית עסקים וקידום ההון האנושי לתעשייה

בשנים 2016 ו-2017 ננקטו מספר צעדים ממשלתיים שצפויים להועיל לתעשיית ההיי-טק הישראלית, ובכללם הקלות רגולטוריות ופעולות לחיזוק התשתיות הנדרשות לתעשייה.

ראשית, הממשלה עדכנה את סביבת המיסוי של חברות עתירות ידע בישראל בתגובה לפרסום תקנות ה-BEPS, שמטרתן למנוע ניווד רווחים של חברות עתירות ידע למדינות מיטיבות מיסוי ומקלטי מס ברחבי העולם. במסגרת זו, התקבל בשלהי 2016 **תיקון לחוק לעידוד השקעות הון שעיקרו הורדת מס החברות לחברות עתירות ידע מ-25 אחוזים ל-12-6 אחוזים**, כתלות באופי החברה, והטבות נוספות במס על דיבידנד ובמס על רווחי הון. התפתחות זו מוצגת בהרחבה בפרק העוסק במרכזי המו"פ של חברות רב-לאומיות בדוח זה.

שנית, באוגוסט 2017 **הכנסת אישרה הצעת חוק להסרת חסמים בירוקרטיים ולהקלה על ביצוע מיזוגים ורכישות בתחום ההיי-טק בישראל**. מטרת החוק היא להתאים את הרגולציה על שינויים מבניים בחברות לצורכיה של תעשיית ההיי-טק, אשר מאופיינת בשינויים עסקיים תכופים וצמיחה מהירה. במסגרת זו, החוק מרחיב את תחולתן של הקלות מס בשינויים מבניים שונים, דוגמת מיזוג ופיצול של חברות והעברת נכסים. בנוסף, הוא מסיר חסמים בירוקרטיים, כדוגמת הצורך באישור מנהל רשות המיסים לביצוע מיזוג בדרך של החלפת מניות ולפיצול אנכי. כך, הוא צפוי להגביר את האטרקטיביות של עסקאות מיזוגים ורכישות עבור משקיעים וחברות. שלישית, בתחילת שנת 2016 הכנסת אישרה תיקון לחוק האנגלים, אשר הרחיב את תחולת הטבת המס הניתנת למשקיעים יחידים (אנגלים) על השקעה בחברות ההיי-טק בשלבים התחלתיים של פעילותם.

בנוסף, בתחילת 2017, לאור המחסור במהנדסים ובמתכנתים בתעשיית ההיי-טק שהוצג בהרחבה בדוח החדשנות 2016, **התקבלה החלטת ממשלה להוציא לפועל תוכנית לאומית להגדלת כוח אדם מיומן לתעשיית ההיי-טק**. התוכנית מגייסת לפעולה את כלל השחקנים הרלוונטיים בממשלה, ומונה מגוון צעדים להגדלת היצע ההון האנושי לתעשייה. בין היתר, נקבע כי הוועדה לתכנון ותקצוב (ות"ת) תפעל לגידול של 40 אחוזים במספר הסטודנטים לתואר ראשון במקצועות ההיי-טק; הממונה על התעסוקה תפעל לשילוב אוכלוסיות בייצוג חסר בתעשיית ההיי-טק, בדגש על נשים, חרדים ואוכלוסיית המיעוטים; ורשות החדשנות תפעל לקידום הכשרות חוץ-אקדמיות הרלוונטיות לתעשיית ההיי-טק (ראה מסלול "סיירות תכנות" בפרק העוסק באתגר ההון האנושי בדוח זה). בנוסף, הוחלט לנקוט צעדים שונים להגדלת פוטנציאל ההון האנושי לתעשיית ההיי-טק באמצעות שילוב כוח אדם מחו"ל: ישראלים חוזרים, עולים חדשים ואזרחים זרים.

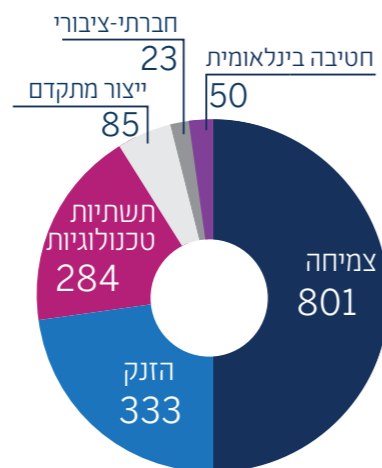
תרשים 2: מענקי הרשות לשנת 2016 במספרים



- 1,115 פרויקטים של 650 חברות קיבלו מענקים.
- 179 יזמים זכו לתמיכה במסגרת תוכנית תנופה.
- 135 חברות זכו לתמיכה במסגרת תוכנית חברות מתחילות.
- אחוז המענק מתוך התקציב המאושר עמד על 53 אחוזים.
- המענק הממוצע עמד על 1.4 מיליון שקלים.

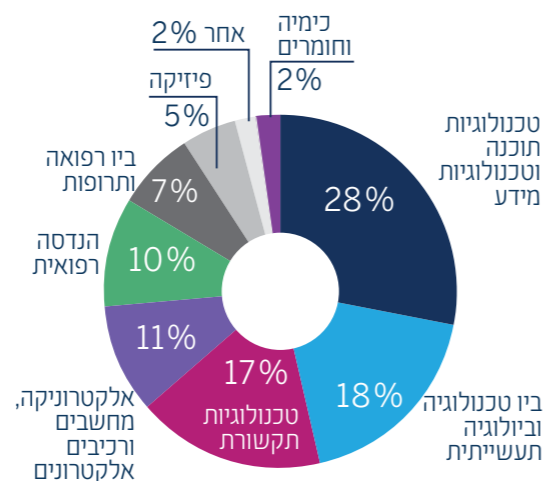
התפלגות המענקים לפי זירות ב-2016

(במיליוני שקלים)



התפלגות המענקים בזירת צמיחה ב-2016

לפי סיווג טכנולוגי



תהליך ההקמה נשלם – רשות החדשנות מעלה הילוך

החוק שמתוקפו הוקמה רשות החדשנות אושר בכנסת באוגוסט 2015¹, אולם הרשות עצמה החלה לפעול רק בתחילת 2017. כזכור, הרשות הוקמה על בסיס לשכת המדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה במטרה למלא באופן מיטבי אחר המשימות שהוטלו עליה בחוק המו"פ ולתת שירות יעיל ואיכותי למערכת החדשנות הישראלית. לשם כך פועלת הרשות במבנה של זירות חדשות (ראו תרשים 1) המקצות במצטבר תקציב של כ-1.6 מיליארד שקלים בשנה. הרשות תומכת בחברות בכל שלבי החיים ובכל ענפי החדשנות במגוון מסלולי תמיכה (ראו תרשים 2).

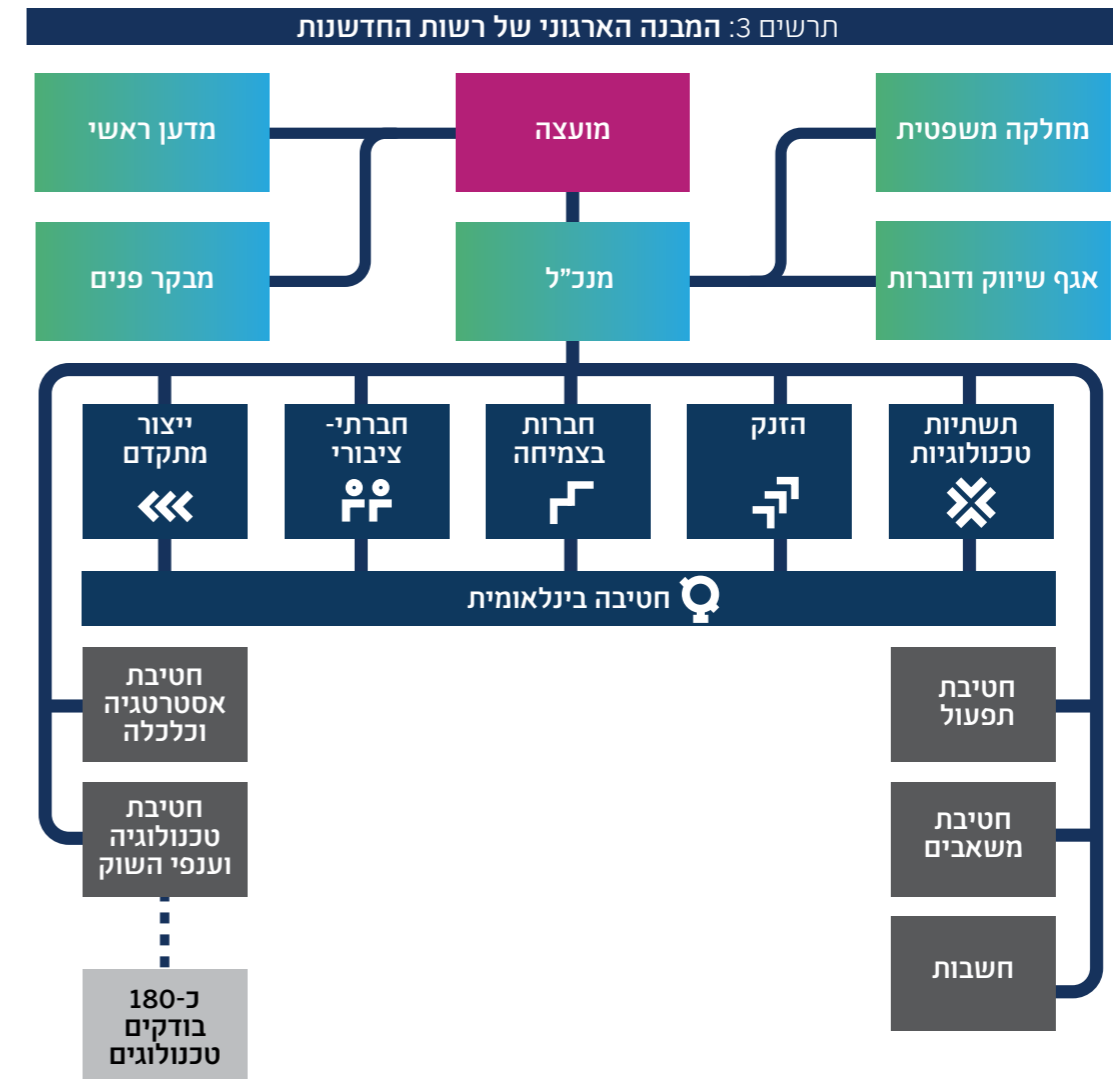
תרשים 1: רשות החדשנות פועלת במבנה של זירות חדשות

תשתיות מחקר, טכנולוגיות פורצות דרך וגשרים בין אקדמיה לתעשייה	תשתיות טכנולוגיות	
סיוע ביצירת dealflow בכמות מספקת של חברות הזנק טכנולוגיות והגעה לאבן דרך מימונית	הזנק	
סיוע לחברות לצמוח בישראל באמצעות חדשנות	חברות בצמיחה	
דחיפת תעשיית הייצור למסלול תחרותי בר קיימא על ידי חדשנות	ייצור מתקדם	
תמיכה בפתרונות טכנולוגיים למטרות חברתיות וציבוריות, הגדלה וגיוון היצע כוח אדם עתיר הידע במערכת החדשנות הישראלית	חברתי-ציבורי	
הנגשת חברות ישראליות לשווקים בינלאומיים, חיזוק ומימון שיתופי פעולה במו"פ עם חברות זרות	חטיבה בינלאומית	

1 חוק לעידוד מחקר ופיתוח בתעשייה (תיקון מס' 7), התשע"ה-2015

מבנה הרשות <

מצבת עובדי הרשות צמחה השנה לכ-120 איש, וצפויים להצטרף עוד כעשרה עובדים בחודשים הקרובים ביחידות השונות (ראו תרשים 3). נוסף על כך, אוישו בשנה האחרונה המשרות הבכירות ברשות ובכללן מנכ"ל הרשות, אהרן אהרן. בנוסף, הרשות מפעילה מערך של כ-180 בודקים טכנולוגיים האמונים על בדיקת הבקשות המוגשות לרשות ועל הגשת חוות דעת מקצועית לוועדות המחקר השונות.



פעילויות מרכזיות בשנה האחרונה <

מועצת הרשות, הגוף המפקח על פעולת הרשות והמתווה את התנהלותה, אישרה עד כה ארבעה מסלולי תמיכה חדשים, נוסף על מסלולי התמיכה האחרים שהועברו מלשכת המדען הראשי לרשות החדשנות: מעבדות לחדשנות וחממה ביו-טכנולוגית במסגרת זירת הזנק, סיירות תכנות במסגרת הזירה החברתית-ציבורית, ומסלול מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בזירת חברות בצמיחה.

מטרת מסלול **מעבדות לחדשנות** היא לעודד תאגידים תעשייתיים, בדגש על אלו העוסקים בייצור מתקדם, לשתף פעולה עם יזמים טכנולוגיים כמנוף לצמיחה ולבניית אסטרטגיה עתידית באמצעות השתתפות במימון הקמת תשתית טכנולוגית ייחודית ותפעול שוטף של המעבדה. המעבדות יפעלו

במודל של חדשנות פתוחה, המהווה כלי הכרחי להתפתחות תאגידים בעידן הדיגיטלי והתאמתם לשווקים מתוחכמים ומתפתחים תמידית. בחודש יולי הסתיים ההליך התחרותי הראשון, במסגרתו נבחרו חמישה זכיינים בתחומי תשתיות חכמות (שיכון ובינוי ו-ENEL), מפעל חכם (המ-לט), מזון (פרוטרם), תחבורה עירונית (רנו-ניסן) וחומרים חכמים (מרק חומרים מתקדמים ופלקס).

מסלול סיירות תכנות שהוקם במסגרת התוכנית הלאומית להגדלת כוח האדם המיומן לתעשיית ההיי-טק מיועד לשחקנים המבקשים להקים או להרחיב מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות לתכנות. פרטי מסלול זה מובאים בפרק העוסק באתגר ההון האנושי בדוח זה.

מסלול מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות הינו פיילוט שמטרתו לאפשר תאגידים רב-לאומיים בתחומי הביו-טכנולוגיה והרפואה להקים או להרחיב פעילות מו"פ, חדשנות טכנולוגית או ייצור במדינת ישראל. המסלול ממנף את השינויים הנערכים במשטר המיסוי של חברות עתירות ידע כדי להרחיב את הפעילות הכלכלית של תאגידים אלה בישראל. פרטי המסלול מצוינים בדוח זה בפרק אודות מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות.

בנוסף, לאחרונה הוצגה **האסטרטגיה של הרשות לשנים הקרובות** בפני מועצת הרשות. תמצית האסטרטגיה מובאת בדוח זה בפרק נפרד. המהלכים שנזכרו מבטאים כולם את המעבר שביצעה רשות החדשנות השנה משלב ההקמה לשלב הביצוע.

פעילות רשות החדשנות – הלכה למעשה

רשות החדשנות תומכת בחברות טכנולוגיה רבות בשלבי חיים שונים ובתחומים מגוונים, באמצעות המסלולים השונים המופעלים על ידה. הדוגמאות הבאות מייצגות את הפירות שנושאת השקעת הרשות בתעשייה הישראלית:

הצמיחה המואצת של חברת Yotpo: Yotpo נוסדה ב-2011 והחלה את דרכה בתוכנית החממות הטכנולוגיות של רשות החדשנות. החברה מפתחת פלטפורמת שיווק לעסקים מקוונים אשר עושה שימוש בתכני משתמשים. במסגרת מגמת צמיחה מואצת, Yotpo משרתת כעת 140 מיליון לקוחות מדי חודש, ומתגאה בשיתופי פעולה עם גוגל, אינסטגרם, פייסבוק ופינטרסט. ב-2016 גייסה החברה 22 מיליון דולר בסבב מימון C, והכריזה שבכוונתה להשתמש בסכום זה כדי להרחיב את פעילותה למספר סניפים ברחבי העולם ולבחון אפשרויות לרכישת חברות.

האקזיט הגדול של חברת Valtech: חברת המכשור הרפואי Valtech נוסדה ב-2005 והחלה את דרכה אף היא בתוכנית החממות של הרשות. החברה מפתחת טכנולוגיה מתקדמת המאפשרת לתקן ולהחליף מסתמים לבביים באמצעות צנתור, וללא צורך בניתוח לב פתוח. בשנת 2016, Valtech נרכשה על ידי ענקית המכשור הרפואי האמריקאית Edwards Lifesciences תמורת כמיליארד דולר, לאחר שהושקעו בה עד למועד הרכישה 70 מיליון דולר בלבד.

שיתוף הפעולה הבינלאומי של חברת Allium Medical: חברות Allium Medical מפתחת, מייצרת ומשווקת מכשור רפואי זעיר-פולשני למגוון יישומים. החברה הוקמה ב-2001 ונרשמה בבורסה בתל אביב ב-2007, והיא נתמכה על ידי רשות החדשנות לאורך דרכה במסגרת מסלולים שונים. בשנת 2014 חתמה Allium Medical על הסכם עם האוניברסיטה הלאומית של סינגפור (NUS) וחוקרים מובילים מטעמה, לפיתוח ולמסחור מוצר זעיר פולשני ייחודי לטיפול בסוכרת מסוג 2 ובהשמנת יתר. פרויקט הפיתוח והמסחור נתמך בהיקף של קרוב ל-50 אחוזים מעלותו על ידי הקרן הדו-לאומית סינגפור-ישראל (SIIRD) הפועלת במסגרת רשות החדשנות לקידום שיתוף פעולה במו"פ בין המדינות. הפרויקט מצוי כעת בשלבי פיתוח סופיים, והוא צפוי לעבור לשלב הניסויים הקליניים בבני אדם בסוף 2017.

מדיניות החדשנות בישראל: קידום חדשנות כמנוף לצמיחה כלכלית מכלילה ובת-קיימא

בעשורים האחרונים ישראל הפכה למוקד חדשנות גלובלי, אך חלקת ההיי-טק המשגשגת אינה פורצת את גבולותיה ומרבית ענפי המשק אינם נהנים מפירותיה. מצב זה מעמיד בפני רשות החדשנות משימה חשובה: לשמר ולחזק את ההובלה העולמית בחדשנות לצד הגדלת התשואה הכלכלית-חברתית ממנה

מאז המהפכה התעשייתית, חדשנות היא המפתח לצמיחה כלכלית בת קיימא. חדשנות היא רכיב משמעותי בשני הנתבים המרכזיים ליצירת יתרון תחרותי בשוק חופשי: פיתוח מוצרים ושירותים טובים יותר או ייצור מוצרים ושירותים קיימים בעלות נמוכה יותר. יתר על כן, חדשנות יכולה לשנות שווקים קיימים וליצור שווקים חדשים תחתיהם, תופעה שמתרחשת בעשורים האחרונים בקצב הולך וגובר. די לזכור שהאיפון, אב הטיפוס לטלפונים החכמים המודרניים ששינו את חיינו ללא היכר, חוגג השנה בסך הכל עשור.

חדשנות טכנולוגית היא גם מפתח לתעסוקה איכותית ומתגמלת. חברות הטכנולוגיה הגדולות, שהשכילו למנף את היתרון התחרותי שלהן, מעסיקות עשרות אלפי עובדים בסביבה חדשנית ומתגמלת. פריון העבודה (הנמדד בתוצר לשעת עבודה) גבוה יותר בענפים מוטי טכנולוגיה, ובהתאם לכך השכר הממוצע בענפים אלה גבוה מאשר באחרים. לראיה, השכר הממוצע בענפי ההיי-טק בישראל עמד בשנת 2016 על כ-21,000 שקלים, בעוד שהשכר הממוצע בכלל המשק עמד על כ-9,800 שקלים, פחות מחצי. יתר על כן, אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר הצביע על כך שניידות חברתית, כלומר היכולת לטפס במעלה עשירוני ההכנסה, עוברת במקרים רבים דרך לימודים רלוונטיים ולאחריהם השתלבות בענפי ההיי-טק².

לאור כל אלה, אין זה מפתיע שבשנים האחרונות אנו עדים לדגש מוגבר על חדשנות, בקרב חברות המתחרות בשווקים החופשיים, ובקרב כלכלות המעוניינות לעלות על מסלול של צמיחה בת קיימא, כאחת. בדוח החדשנות 2016 הבאנו כדוגמה לכך את מהפכת החדשנות בסין, המקבלת ביטוי רשמי בתוכניות החומש הממשלתיות במדינה. בדוח זה אנו דנים בקוריאה שהפכה ממדינה אגררית מוכת מלחמה לכלכלה מפותחת ומובילה באמצעות השקעה מסיבית בטכנולוגיה.

מערכת החדשנות הישראלית בשלה לקפוץ מדרגה נוספת

ישראל פרצה לזירה העולמית כמרכז חדשנות מוביל בשנות התשעים של המאה הקודמת, לאחר השקעה ממשלתית חכמה בבניית תשתית טכנולוגית בשנות השבעים והשמונים. הקפיצה שישראל ביצעה מכלכלה עם רמת חדשנות ממוצעת למרכז טכנולוגיה עולמי, הממותג בצדק כ-Startup Nation, היא מודל לחיקוי עבור מדינות מפותחות ומתפתחות כאחד, ואל לנו להקל ראש בהישג הגלום בכך.

כיום, ישראל ממוקמת גבוה מאוד ברוב מדדי החדשנות (ראו תרשים 1) והיא מצטיינת במיוחד בעצימות המו"פ האזרחי, 4.3% מהתמ"ג - ראשונה בעולם כמעט בכל שנה בעשור האחרון - ובפעילות היזמית שבה. הישגים אלו הם תולדת עשורים של מדיניות חדשנות מושכלת שבמרכזה שותפות פורייה בין המגזר הפרטי לממשלת.

תרשים 1: ישראל מובילה במדדי חדשנות



1 למ"ס, שנתון סטטיסטי 2017, לוח 12.33 (נתוני 2016)
2 אגף הכלכלן הראשי, משרד האוצר (16 ביולי 2017). הקשר בין לימודים אקדמיים לטיפוס בסולם הכלכלי-חברתי (בתוך סקירה שבועית).

אסטרטגיית רשות החדשנות

קידום חדשנות כמנוף לצמיחה כלכלית ומכלילה ובת-קיימא

ישראל היא מעצמת חדשנות טכנולוגית, במיוחד בתחום ה-ICT



חדשנות טכנולוגית היא מפתח לשגשוג כלכלי, אולם הפוטנציאל הכלכלי הגלום בחדשנות הישראלית אינו ממוצה



רשות החדשנות גיבשה אסטרטגיה לשימור המיצוב התחרותי העולמי והגדלת התשואה הכלכלית-חברתית מהחדשנות הטכנולוגית המשגשגת בישראל

1 הרחבת תחום הפעולה: פיתוח וחיזוק מערכות חדשנות שלמות



2 גיבוש מדיניות המבוססת על הבחנה בין מערכות חדשנות

במערכת החדשנות ב-ICT דגש על הגדלת הערך הכלכלי של הטכנולוגיה המפותחת ועל הרחבת היצע ההון אנושי, לצד שימור החוזקות במרכיבי המערכת האחרים.

בתעשיות הייצור דגש על עידוד מחקר ופיתוח וטיפוח התשתיות הדרושות לשם כך.

פיתוח מערכות חדשנות מובילות נוספות היכן שקיימים זרעי חדשנות איכותיים בישראל, ובחינת היכולת של ישראל לבנות יתרון תחרותי סביב העולמות המשיקים לעולמות ה-ICT

על אף כל אלה, עמדת רשות החדשנות היא כי הפוטנציאל הטכנולוגי והכלכלי הגלום במערכת החדשנות הישראלית רחוק ממיצוי, וכי ביכולתנו לבצע קפיצת מדרגה נוספת הדומה בעצמתה ובהשפעתה לפריצת ההיי-טק בשנות התשעים. **אנו סבורים כי ביכולתה של מערכת החדשנות הישראלית לשמר ולחזק את ההובלה הטכנולוגית והיזומית, ובד בבד להגדיל את הגדלת התשואה הכלכלית-חברתית מהחדשנות, כך שמעגלים נרחבים יותר מהמשק ייהנו ממנה.** לשם כך, עלינו להבין מה מונע מההיי-טק הישראלי לפרוץ את תקרת הזכוכית שבה הוא נתקל בשנים האחרונות, תוך הבחנה בין מספר מערכות חדשנות (ecosystems) המצויות בשלבי התפתחות שונים.

ICT - הרחבת ההשפעה הכלכלית

מערכת החדשנות ב-ICT (טכנולוגיות מידע, תקשורת ותוכנה), שהינה המתקדמת והמפותחת ביותר בישראל, נהנתה לאורך השנים מתשתית רחבה ומתקדמת הכוללת: עובדים מיומנים; מערכת צבאית המייצרת טכנולוגיות מתקדמות ומכשירה כוח אדם איכותי ומנוסה; תרבות יזמית המניבה מאות סטרטאפים חדשניים בשנה; חברות רב לאומיות עם ניסיון, ידע וחיבור לשווקים; ומערכת מימון ייעודית ומפותחת, ממשלתית ופרטית (בעיקר הון סיכון).

עם זאת, ה-ICT בישראל סובל בשנים האחרונות משתי חולשות מרכזיות אשר מונעות ממנו לפרוץ קדימה. הגורם הראשון הוא מחסור משמעותי בכוח אדם מיומן, המשמש כדלק המרכזי במנוע החדשנות. מחסור זה מהווה חסם בפני צמיחה עתידית, ואף עלול לפגוע בתחרותיות של תחום זה אל מול מערכות מקבילות בעולם. אינדיקציה לכך היא עלות ההעסקה הגבוהה של מהנדסים בישראל, המשקפת היצע נמוך ביחס לביקוש. להמחשה, בין השנים 2005 ו-2015, השכר הממוצע בהיי-טק עלה ב-38 אחוזים, נתון שמשמעותו חריפה אף יותר מבחינת החברות נוכח התחזקות השקל ב-13 אחוזים אל מול הדולר בשנים אלה.

החולשה השנייה במערכת זו היא הפער בין הערך הטכנולוגי הרב שהיא מייצרת ובין השפעתה הכלכלית המוגבלת יחסית על המשק הישראלי. מודל החדשנות הישראלי מבוסס ברובו על יצירת ערך טכנולוגי, בעיקר בחברות הזנק ובמרכזי מו"פ של חברות רב לאומיות. אולם, מערכת החדשנות הישראלית נמצאת עדיין בשלבים הראשונים של פיתוח מנגנונים יעילים ל"תפיסת" הערך הכלכלי הנובע מהערך הטכנולוגי שנוצר בה. התוצאה היא שכיום, פעילות מו"פ רבה שמבוצעת במשק - ובפרט במרכזי מו"פ של חברות רב לאומיות ובחברות הזנק - היא בסיס ליצירת ערך טכנולוגי רב בישראל, אך הערך הכלכלי נוצר דווקא מחוץ לישראל.

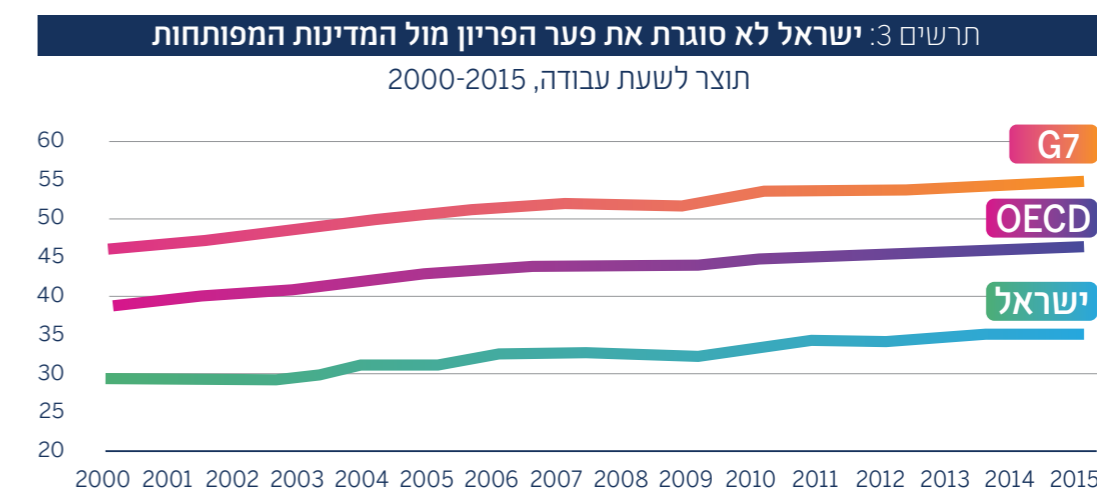
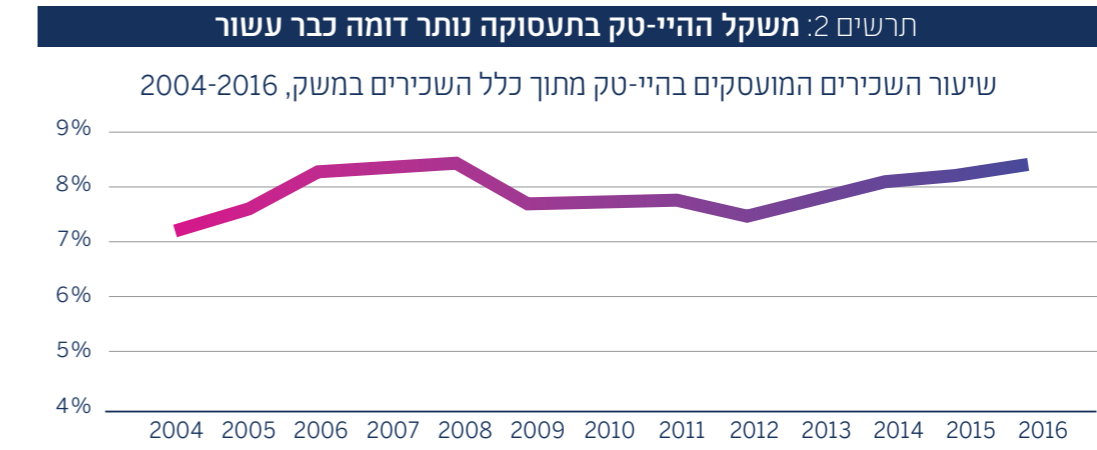
כפי שיפורט בהמשך פרק זה, עמדתנו היא כי מדובר במציאות הניתנת לשינוי. ניתן להרחיב את ההשפעה הכלכלית של ענף ה-ICT על המשק בשלושה מהלכים מרכזיים. המהלך הראשון ממוקד **בהרחבת היצע העובדים המיומנים בתחומי ההיי-טק (בעיקר בתחום התוכנה)** תוך ניצול כלל מאגרי כוח האדם הפוטנציאליים במשק הישראלי. מאגרי הון אנושי אלה קיימים בעיקר במגזרים שרמת ההשתתפות שלהם בהיי-טק נמוכה יחסית - נשים, ערבים, חרדים ועובדים מבוגרים.

המהלך השני הוא **סיוע לחברות מוטות חדשנות נוספות לגדול ולצמוח בישראל כ"חברות שלמות"**. בחברה שלמה מתקיימים לצד המו"פ גם ייצור של רכיבים מתקדמים, תמיכה טכנית גלובאלית, הנדסת מוצר וייצור, עיצוב, תפעול עולמי, חשבונות, כספים, לוגיסטיקה ועוד. ההשפעה הכלכלית הגדולה של חברות אלה מתבטאת בעיקר ביכולתן להעסיק עובדים רבים בעלי משלחי יד שונים בשכר גבוה, והיא הופכת את טיפוחן ליעד אסטרטגי מרכזי של רשות החדשנות. המגמה המבורכת של התפתחות חברות צמיחה, עליה דיווחנו בדוח החדשנות 2016, מעידה כי השאיפה להגדלת ההשפעה הכלכלית מהחדשנות הישראלית איננה בגדר משאלת לב בלבד.

המהלך השלישי הוא **הגדלת הערך הכלכלי שמניבים מרכזי הפיתוח של החברות הרב-לאומיות בתחום**. כפי שנציג בהמשך דוח זה, לחברות רב לאומיות ישנה השפעה חיובית גדולה על מערכת החדשנות הישראלית, בדגש על הידע והמומחיות שהן מביאות איתן, אשר "זולגים" לשאר מרכיבי מערכת החדשנות. אולם, גם פה הפוטנציאל הכלכלי הגלום בפעילות של החברות הרב לאומיות בישראל אינו ממוצה. חברות אלה, האחראיות על כמחצית מההשקעה במו"פ עסקי בישראל, פועלות

אולם, מבט רחב יותר בכלכלה הישראלית מעלה **כי חלקת ההיי-טק אינה פורצת את גבולותיה, וכי מרבית ענפי המשק אינם נהנים מפירותיה**. נתון חשוב המלמד על כך הוא שיעור העובדים בהיי-טק מתוך כלל השכירים במשק, אשר עומד כבר יותר מעשור על כ-8 אחוזים³ (ראו תרשים 2) לאחר עלייה מהירה שהתרחשה בשנות התשעים. בנוסף, על אף עצימות החדשנות הטכנולוגית הגבוהה שלה, תעשיית ההיי-טק אינה מסייעת מספיק למשק הישראלי בכללותו לצמצם את פער הפריון מהכלכלות המפותחות (ראו תרשים 3).

בנוסף, בדוח החדשנות 2016 הצבענו על כך שמערכת החדשנות הישראלית ניצבת, לאחר הובלה עולמית ארוכת שנים, בצומת דרכים. ההשקעה הגוברת של מדינות אחרות בחדשנות טכנולוגית, ביחד עם התחרות העזה בין חברות הטכנולוגיה בעולם וקצב השינויים המהיר בעולמות אלו, מחייבות פעולות לחידוש צמיחה מהירה של קטר ההיי-טק וחיבור חזק יותר לשאר קרונות המשק. דריכה במקום, ולו של שנים בודדות, עלולה לעלות לנו באובדן ההובלה שהושגה במאמץ רב בעשורים האחרונים, ובהרחבת הפערים אל מול הכלכלות המפותחות. עלינו ללמוד מההיסטוריה המודרנית על המהירות שבה כלכלות מובילות במדע וטכנולוגיה מאבדות את מעמדן התחרותי, בעיקר על רקע שחיקת ההסכמה החברתית-פוליטית בנוגע לחשיבותה של חדשנות והירידה בהשקעת המקורות הנדרשים לכך.



3 חושב לאחר עיבוד שנעשה בחטיבת האסטרטגיה וכלכלה ברשות החדשנות על נתוני הלמ"ס. עיבוד שכלל שיערוך והתאמה היסטורית של סך השכירים במשק על ידי הוספה רטרואקטיבית של מספר השכירים בצה"ל (בקבע ובסדיר) גם לפני 2012 (השנה בה הלמ"ס החלה לפרסם את הנתון הכולל).

בתחום המכשור הרפואי מתקיימת כיום פעילות נרחבת של כ-570 חברות ישראליות⁵, שאף הניבה מספר סיפורי הצלחה, בפרט בתת-מגזר האסתטיקה הרפואית בו חברות ישראליות מובילות את השוק העולמי. תחום נוסף המתעורר בשנים האחרונות בישראל הוא בריאות דיגיטלית. בתחום זה יש בידינו נכסים רבי ערך שניתן למנף: ראשית, המובילות הטכנולוגית הישראלית בתחום עיבוד המידע, ושנית, המידע הייחודי בהיקפו אשר מאוחסן בתיקים רפואיים בישראל. פעילויות ממשלתיות כדוגמת התוכנית הלאומית לבריאות דיגיטלית ומיזם פסיפס שואפות, בין השאר, לאפשר לתעשייה ולאקדמיה הישראלית למצות את מירב היתרונות מנכסים אלה.

בתחום הפארמה טמון פוטנציאל רב במצוינות המדעית הישראלית, שהיא רכיב הכרחי (אף כי לא מספיק) להצלחה בתחום. בישראל פועלים מספר מוסדות מחקר בעלי שם עולמי, ובראשם מכון ויצמן, אשר דורג במקום ה-6 בעולם בקרב מוסדות מחקר במדעי החיים על ידי המגזין הנחשב Nature⁶. אולם המצוינות המחקרית טרם התגבשה לכדי אקו-סיסטם תעשייתי שלם, וההצלחות המסחריות הן מעטות. עם זאת, בשנים האחרונות ישנם ניצנים המעידים על התבגרות תעשיית הפארמה הישראלית, ובפרט אנו עדים למספר לא מבוטל של חברות שהגיעו לשלבי הניסויים הקליניים, ויש לקוות שמגמה זו תמשיך ותתעצם.

תוכנית הפעולה: מערכות חדשנות שלמות – פיתוח תשתיות, השקעה במחקר ופיתוח ויצירת ערך כלכלי

הקמת רשות החדשנות בעת הזאת מסמנת הבנה כי קפיצת מדרגה מבוססת חדשנות מחייבת שינוי מדיניות. שינוי זה בא לידי ביטוי בייעודה של רשות החדשנות - **קידום חדשנות כמנוף לצמיחה כלכלית מכלילה בת קיימא**. בכך מוטלת עלינו משימה כפולה: שמירה וחיזוק נכסי החדשנות בד בבד עם מינוף טוב יותר של נכסים אלה להרחבת ההשפעה הכלכלית על כלל המשק.

לשיטתנו, הרחבת ההשפעה צריכה להתבטא בסופו של יום בהגדלת שיעור המועסקים בחברות חדשניות. כדי להגשים יעד זה עלינו לקדם ולפתח את כלל ענפי התעשייה, בין אם מדובר בענפי ההיי-טק ובין אם בתעשיות מסורתיות. אנו סבורים שפריצה משמעותית של גבולות ההיי-טק תתרחש רק אם נשכיל לפתח מערכות חדשנות מובילות לצד המערכות הקיימות כיום. בהתאם, החזון שלנו הוא שחברות רבות במשק, בכל הענפים, יאמצו אסטרטגיה של חדשנות טכנולוגית, יפתחו באמצעותה יתרונות תחרותיים, ויעסיקו עובדים בשכר ופריון גבוהים.

רשות החדשנות פועלת על מנת לממש את החזון המתואר. האסטרטגיה של הרשות, המבוססת על הניתוח שהוצג בפרק זה, מבוססת על שלושה רבדים - תשתית, טכנולוגיה וערך כלכלי - תוך הבחנה בין מערכות חדשנות שונות. יש לציין כי אסטרטגיה זו מהווה שינוי במדיניות החדשנות של ישראל, שעד כה התרכזה בעיקר ברובד השני, קרי, עידוד תהליכי מו"פ ויצירת ערך טכנולוגי.

רובד ראשון - תשתיות לחדשנות	רובד שני - יצירת ערך טכנולוגי	רובד שלישי - תפיסת ערך כלכלי
<ul style="list-style-type: none"> טיפוח הון אנושי מיומן השקעה בתשתיות מחקר פיתוח תשתיות מימון 	<ul style="list-style-type: none"> טיפול בכשלי שוק כמו"פ: השתתפות בסיכון גישור על עמקי מוות מימוניים 	<ul style="list-style-type: none"> צמיחת חברות שלמות מקסום הערך של חברות רב לאומיות

בישראל לרוב במתכונת של מרכזי מו"פ וההשפעה הכלכלית שלהם במעגלים נוספים במשק הישראלי מוגבלת. ככל שנשכיל ליצור תמריצים מתאימים עבור חברות אלה כדי שירחיבו את פעילותן בישראל לחלקים בשרשרת הערך מעבר למו"פ בלבד, כך תגדל ההשפעה שלהן על המשק הישראלי.

תעשיות הייצור – הזנקת החדשנות והפריון

אם במערכת החדשנות ב-ICT האתגר טמון במיצוי טוב יותר של הפוטנציאל הכלכלי מרמת החדשנות הגבוהה, הרי שבענפים אחרים במשק המשימה מורכבת אף יותר. בעוד שענפי ההיי-טק בישראל מציגים פריון עבודה גבוה מהממוצע במדינות ה-OECD, מרבית ענפי המשק האחרים סובלים מפריון נמוך בהשוואה למקביליהם במדינות אלו⁴. למרות שטחה הקטן של ישראל והרשתות החברתיות והמקצועיות הצפופות המאפיינות אותה, החדשנות והטכנולוגיה שנוצרים בענפי ההיי-טק אינם מחלחים מספיק לענפי התעשייה האחרים.

דגש מיוחד אנו שמים על תעשיות הייצור אשר מתקשות להתחרות אל מול עלויות הייצור הנמוכות בכלכלות המתפתחות (בעיקר במזרח), ומנגד לעתים אינן עומדות ברף האיכות הגבוה של חברות יצרניות במערב. כפי שפירטנו בהרחבה בדוח החדשנות 2016, סיבה מרכזית לכך היא עצימות טכנולוגית נמוכה והיעדר חדשנות ברמה מספקת, מאפיינים בעייתיים במיוחד בתעשייה שאיננה הניתה מקרבה לשווקים המרכזיים או מיתרונות לגודל.

אנו סבורים שגם תעשיות הייצור ניצבות בצומת דרכים. בהיעדר פעולות נחישות ואפקטיביות יימשכו המגמות הנוכחיות של שחיקה והגדלת פערים יחסית לענפים המקבילים בכלכלות המפותחות. נוכח היקף התעסוקה הנרחב בתעשיות אלה כיום, התממשות תרחיש זה נושאת השלכות חמורות ברמה הכלכלית-חברתית: רמת האי-שוויון תעלה והניתוק בין ה"כלכלה המסורתית" ו"כלכלת ההיי-טק" ילך ויחריף. לקיטוב המתואר יש גם היבט גיאוגרפי, שכן בעוד חברות ההיי-טק מרוכזות בגוש דן ובמטרופולינים הגדולים, הרי שרוב תעשיות הייצור ממוקמות בפריפריה.

מאידך, רתימת מנוע הטכנולוגיה והיזמות לתעשייה היצרנית יכולה להביא לעצירת השחיקה בתעשייה זו ולפתח עבורה יתרון תחרותי בר קיימא. **חשיבות מיוחדת יש להשתלבות התעשייה בישראל במגמות טכנולוגיות עדכניות, ובראשן מהפכת "המפעל החכם" (Industry 4.0) הממנפת התפתחויות בתחומי הרובוטיקה, Big Data ו-Internet of Things, Machine Learning**. **לייעול תהליכי ייצור והגדלת הפריון**. ההובלה הישראלית בטכנולוגיות אלו, יחד עם התרבות היזמית המפותחת בישראל, מייצרת תנאים לקפיצה משמעותית ברמת החדשנות והפריון בתעשייה היצרנית.

מדעי החיים, חקלאות ומזון: שכלול מערכות החדשנות

מערכת חדשנות נוספת עליה יש לתת את הדעת היא זאת העוסקת במדעי החיים, חקלאות ומזון. בתחומים אלה ישראל מחזיקה במגוון יתרונות ואף מתגאה במספר סיפורי הצלחה, אולם טרם הבשילה סביבם מערכת חדשנות משוכללת. בפרט, רכיבי מפתח שתורמים להצלחת מערכת ה-ICT בישראל, כגון תשתית מימונית ענפה ופעילות חברות רב-לאומיות, אינם מפותחים מספיק בתחומים אלו. ייתכן שבעזרת פיתוח החלקים החסרים ניתן יהיה למנף את היתרונות היחסיים הקיימים בתחומים אלו לכדי מערכת שלמה. בפרט, יש לבחון את היכולת של ישראל לבנות יתרון תחרותי המבוסס על השקה לחזקות טכנולוגיות בתחום ה-ICT, במיוחד בתחומים שמציגים כבר כעת פוטנציאל צמיחה כגון מכשור רפואי, בריאות דיגיטלית, רפואה מותאמת אישית וחקלאות מדייקת.

5 Israel's Life Sciences Industry IATI Report 2017

6 <https://wis-wander.weizmann.ac.il/weizmann-institute-science-ranked-6th-nature-innovation-index-2017-and-1st-outside-us>

4 "מימונית היסוד של העובדים בישראל והפריון בענפי המשק" מתוך: סקירה פסיקאלית תקופתית ולקט סוגיות מחקר, חטיבת המחקר, בנק ישראל, יולי 2016.

< רובד פעולה ראשון: תשתיות לחדשנות

הרובד הראשון פונה לפיתוח וחיזוק תשתיות הדרושות ליצירת טכנולוגיה ומערכת חדשנות מובילה, והוא צפוי לתפוס חלק משמעותי יותר מאשר בעבר במדיניות החדשנות הממשלתית. רובד זה, בו פועלת רשות החדשנות בשיתוף פעולה עם גופים ממשלתיים נוספים, בנוי על שלושה נדבכים מרכזיים. הראשון מתמקד בטיפוח הון אנושי מיומן – ליבת היתרון של המשק הישראלי והבסיס לכל פעילות מו"פ וחדשנות. גם כאן ההבחנה בין מערכות החדשנות השונות מועילה: בתחום ה-ICT ישנה חשיבות עליונה לפתרון המחסור בהון אנושי מיומן לתפקידי מו"פ, תוך הרחבת השתתפות קבוצות האוכלוסייה המיוצגות בחסר בעולמות ההיי-טק. בתחום מדעי החיים היצע עובדי מו"פ המיומנים מספק, אך ניכר כי תעשייה זו תניב רבות מטיפוח הידע והמיומנויות הדרושים לתרגום מחקר מדעי לפיתוח מסחרי מוביל, כדוגמת ניהול תהליכי רגולציה ומעבר מאב-טיפוס לייצור. בנוסף יש לשאוף ליצירת ניידות של עובדים מיומנים וידע בין מערכות חדשנות, שתועיל במיוחד לענפים בהם העצימות הטכנולוגית אינה גבוהה.

הנדבך השני מתרכז בהשקעה בתשתיות מחקר. תשתיות אלה הכרחיות במקרים רבים כדי לאפשר יעילות ושיתופי פעולה ביצירת טכנולוגיות מתקדמות. בתעשיות הייצור, לדוגמה, השקעה בתשתיות מחקר כדוגמת מעבדות חדשנות או מכוני מחקר ייעודיים היא קריטית לצורך טיפוח מערכת חדשנות מבוססת טכנולוגיה מתקדמת. לעתים המערכת הציבורית עצמה מחזיקה בתשתיות שניתן להנגישן לתעשייה, כדוגמת מידע רפואי רב ערך בתחום הבריאות הדיגיטלית.

הנדבך השלישי הוא פיתוח תשתיות מימון. בשוק משוכלל אין צורך בהתערבות ממשלתית בפעילות זו, אך בתעשייה קטנה כמו בישראל, התערבות ממשלתית ממוקדת עשויה לסייע לצמיחת מקורות מימון פרטיים המצויים במחסור. במסגרת זו אנו מזהים במערכת החדשנות הישראלית מחסור בכלי חוב, המגביל את יכולתן של חברות חדשניות לצמוח בישראל. בהתאם, אנו פועלים לעידוד פעילות זו במסגרת תוכנית ערבויות לבנקים שמטרתה להגביר את היקף האשראי לחברות היי-טק בצמיחה. כמו כן, אנו בוחנים את הצורך בקרן ייעודית לשלבי הניסויים הקליניים במדעי החיים.

רשות החדשנות – הלכה למעשה: תשתיות הון אנושי, מחקר ומימון

רשות החדשנות פועלת לפיתוח ולחיזוק התשתיות בשלושה היבטים – תשתיות הון אנושי, מחקר ומימון, והיא תמשיך להרחיב את פעילותה בעתיד הקרוב בהתאם לאסטרטגיה המתוארת בפרק זה. בהיבט ההון האנושי, הרשות מתחילה להפעיל את תוכנית "סיירות תכנות", שנועדה לקדם צמיחת מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות לתכנות, כדי להגדיל את היצע העובדים המיומנים לתעשיית ההיי-טק (לתיאור בהרחבה, ראו הפרק העוסק בהון אנושי בדוח זה). בהיבט תשתיות המחקר, רשות החדשנות מפעילה מגוון תוכניות במסגרת זירת תשתיות טכנולוגיות, לרבות תוכנית לתמיכה במכוני מחקר תעשייתיים, המספקים את התשתיות המחקריות לתעשיות הייצור. בהיבט תשתיות המימון, רשות החדשנות פועלת להגדלת היקף האשראי לחברות היי-טק בצמיחה דרך תוכנית ערבויות לבנקים המגובשת בימים אלו.

< רובד פעולה שני: יצירת ערך טכנולוגי

הרובד השני כולל טיפול בכשלי שוק בהשקעה במו"פ, ובפרט גישור על "עמקי מוות מימוניים" המונעים מחברות טובות להגיע לשווקים, והשתתפות בסיכון על מנת לעודד חברות לקחת סיכונים טכנולוגיים גדולים יותר. זה לא מכבר, פעילות זו הייתה ליבת התמיכה הממשלתית בחדשנות בישראל. היא ממשיכה גם כעת להוות רובד מרכזי באסטרטגיית רשות החדשנות, אך אם בעבר מטרתה העיקרית הייתה להגדיל את היקף פעילות המו"פ בתעשייה בישראל, הרי שכיום מיוחסת חשיבות גדולה יותר לחיזוק איכות המו"פ, ההשפעה המשקית שלו ויכולתו למנף את החברה לפעילות כלכלית משמעותית.

טיפול בכשלי שוק בהשקעה במו"פ נדרש ביתר שאת בתעשיות הייצור ובמערכות חדשנות אחרות שנמצאות בשלבי צמיחה, כדי לבסס עבורן יתרון תחרותי גלובלי. פעילות זו תמשיך להתקיים גם במערכת החדשנות של ה-ICT, תוך מיקוד בפרויקטים של מו"פ בסיכון הגבוה ביותר, ובתחומים טכנולוגיים נוספים המניבים חדשנות פורצת דרך.

רשות החדשנות – הלכה למעשה: טיפול בכשלי שוק בהשקעה במו"פ

רשות החדשנות משקיעה במחקר ובפיתוח במשק בכל שלבי הפיתוח הטכנולוגי ובכל ענפי החדשנות. בשנת 2016 עמד תקציב הרשות על כ-1.6 מיליארד שקלים. הרשות פועלת במבנה של זירות חדשנות מכוונות משימה המפעילות מגוון מסלולי תמיכה. מסלולים אלה מספקים מענה לאתגרים המתעוררים בשלבי חיים שונים של חברות המשקיעות במו"פ. כך, זירת תשתיות טכנולוגיות אמונה על תשתיות מחקר, טכנולוגיות פורצות דרך וגשרים בין אקדמיה ותעשייה; זירת הזנק מסייעת לחברות צעירות וחדשניות בהגעה לאבן דרך מימונית; זירת חברות בצמיחה מעודדת צמיחה של חברות טכנולוגיה באמצעות השקעה במו"פ ויצירת היצע מימון ייעודי; החטיבה הבינלאומית פועלת לחיזוק ולמימון שיתופי פעולה במו"פ עם חברות זרות; זירת ייצור מתקדם פועלת לעודד השקעה במו"פ בתעשיות הייצור ולסייע להפוך אותן לתעשיות חדשניות ומתקדמות; והזירה החברתית-ציבורית תומכת בהשקעה בטכנולוגיה למטרות חברתיות וציבוריות.

< רובד פעולה שלישי: תפיסת ערך כלכלי

הרובד השלישי, הרלוונטי כיום במיוחד לענף ה-ICT, מתמקד בתפיסת הערך הכלכלי, כלומר עידוד חברות להגדיל את הערך הכלכלי הנובע מליבת החדשנות שלהן. שני כיווני פעולה מרכזיים ברובד זה הינם עידוד צמיחת חברות שלמות בישראל באמצעות פיתוח תשתית מימונית ורגולטורית מתאימה, ויצירת תמריצים לחברות רב לאומיות להרחיב את היקף ומגוון פעילותיהן בישראל. גם במקרה זה נוצרה שעת כושר סביב ההערכות ליישום ההנחיות ה-BEPS7 של ארגון ה-OECD, כפי שיוסבר בהרחבה בהמשך הדוח. כיוון פעולה נוסף ברובד זה מתייחס למינוף הפעילות של חברות ישראליות חדשניות בשווקים הבינלאומיים. דגש מיוחד מושם בשנים האחרונות על בניית גשר אל שווקים מתעוררים וחיזוק שיתופי הפעולה עם חברות מובילות באירופה, באמריקה ובמזרח.

רשות החדשנות – הלכה למעשה: עידוד חברות טכנולוגיה להגדיל את הערך הכלכלי של פעילותן בישראל

רשות החדשנות החלה לאחרונה לפעול כדי לעודד חברות טכנולוגיות להגדיל את הערך הכלכלי של פעילותן בישראל, ותמשיך להרחיב את פעילותה בעתיד הקרוב בהתאם לאסטרטגיה המתוארת בפרק זה. בכלל זאת, השיקה הרשות בשנת 2017 מסלול לעידוד הקמת והרחבת מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בתחומי הבי-טכנולוגיה והרפואה, אשר שם דגש על התרומה הכלכלית הצפויה למשק כתוצאה מהרחבת פעילות המרכזים. לפירוט, ראו הפרק העוסק במרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בדוח זה. בנוסף, הרשות פועלת להרחבת היצע האשראי לחברות היי-טק בישראל. פעילות זו מכוונת לתמיכה בצמיחה של חברות והשאת הערך הכלכלי הנובע מהחדשנות הטכנולוגית שלהן.

אם כן, מדינת ישראל לא יכולה עוד להסתפק בהישגיה המופלאים של תעשיית ההיי-טק כמערכת סגורה. לפיכך, רשות החדשנות נטלה על עצמה משימה שאפתנית ומאתגרת: קפיצת מדרגה של מערכת החדשנות הישראלית. אנו פועלים לשימור ולחיזוק מעמדה של ישראל כמוקד חדשנות גלובלי; להפצת מנוע הבעירה של ההיי-טק – חדשנות טכנולוגית ויזמות – לענפים ומגזרים נוספים במשק; ולהגדלת הערך הכלכלי שמניבה הפעילות הטכנולוגית השוקקת בתחום ה-ICT. פעולה בכל חזיתות אלו דורשת תכנון אסטרטגי קפדני, הסכמה רחבה של כלל השחקנים הלאומיים הרלוונטיים, ועשייה נחושה ומתמשכת.

7 התקנות קובעות שרק המדינה שבה פותח קניין רוחני יכולה להעניק הטבות מס על הכנסות ממנו, ולכן הן מספקות הזדמנות עבור מדינות שאכלסו פעילות מו"פ של חברות רב-לאומיות עד כה לייצר משטר מיסוי תחרותי

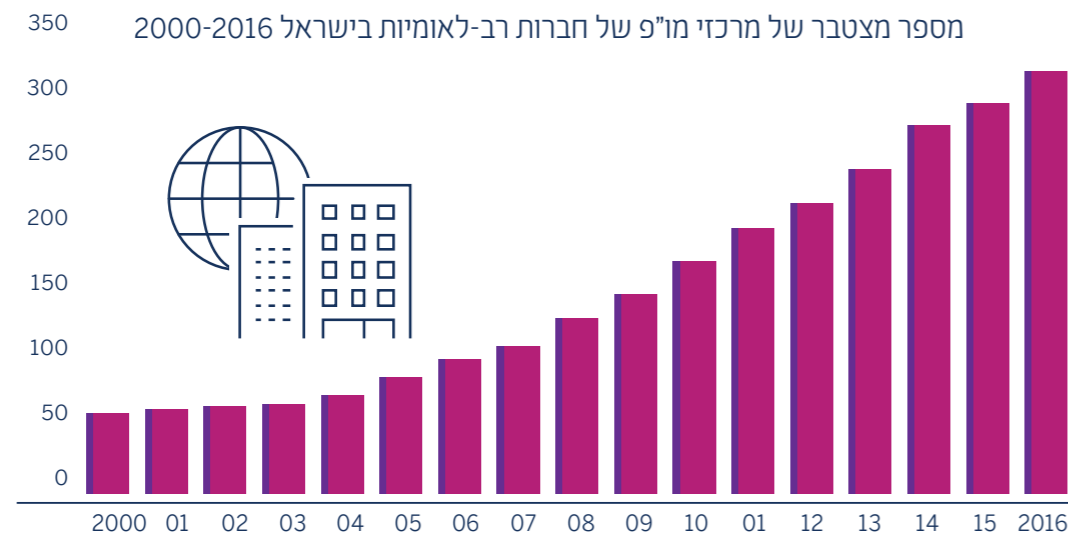
פרק 3

הרחבת המעגל: מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות

לצד זליגת הידע למשק הישראלי והפריון הגבוה של פעילות מרכזי המו"פ של החברות הרב-לאומיות, יש לייצר תמריצים שירחיבו את מעגלי הפעילות וההעסקה שלהן. אימוץ תקנות ה-BEPS על ידי המדינות המפותחות מציב בפני ישראל הזדמנות גדולה לעשות זאת

מערכת החדשנות הישראלית היא אבן שואבת לחברות הטכנולוגיה המתקדמות בעולם. במהלך העשורים האחרונים, למעלה מ-300 תאגידים רב-לאומיים הפועלים בחזית הטכנולוגיה בחרו להקים מרכזי מחקר ופיתוח בישראל, וחלקם אף מפעילים מספר מרכזים בתחומי פיתוח שונים. בעשור האחרון, חברות רב-לאומיות נוהרות לישראל ביתר שאת: בין 2007 ל-2016, הוקמו בממוצע 20 מרכזי מו"פ חדשים בכל שנה.

תרשים 1: חברות רב-לאומיות נוהרות לישראל בעשור האחרון



מקור: דן אנד ברדסטריט (ישראל) בע"מ

לעיתים קרובות הקמת המרכז או הרחבתו מתרחשת בעקבות רכישה של חברות ישראליות. לאורך השנים, חברות רב-לאומיות המפעילות מרכז מו"פ בישראל רכשו במצטבר מעל 100 חברות ישראליות. מספר תאגידים רב-לאומיים - אינטל, מיקרוסופט, ברודקום, סיסקו, IBM ו-EMC - אף רכשו יותר מעשר חברות מקומיות בשנות פעילותם בישראל. שיאה של תופעה זו הגיע השנה עת רכשה אינטל את מובילאיי בסכום של 15.3 מיליארד דולר, עסקת ענק אשר בעקבותיה צפויה להתרחב פעילות שתי החברות בישראל.

פעילות שוקקת זו ניזונה, כמובן, מנכסיה הרבים של מערכת החדשנות הישראלית: מחקר מוביל, כוח אדם מיומן, תרבות יזמית, מובילות טכנולוגית ומערכת חדשנות משגשגת בעיקר בתחומי מחשוב, תקשורת ותוכנה (ICT). מטבע הדברים מתעוררת השאלה מה תורמים מרכזים אלה, מצידם, למערכת החדשנות ולכלכלה הישראלית.

מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות – עת להרחיב את המעגל



מרכזי המו"פ מייצרים תעסוקה איכותית, אך במעגלים מצומצמים

כ-70% מכלל המשרות במרכזי מו"פ הן משרות במו"פ לעומת כ-20% בלבד מכלל המשרות בחברות מקומיות שעוסקות במו"פ

כל עוד עוגת המהנדסים אינה גדלה, ביקוש מרכזי המו"פ למהנדסים ולמתכנתים מיומנים מתבטא בעיקר בגיוס העובדים הטובים ביותר



יש לפעול להרחבת פעילות מרכזי המו"פ לחלקים נוספים בשרשרת הערך



הממשלה פועלת לביסוס והרחבת פעילותם של מרכזי מו"פ בישראל

- התאמת המיסוי על חברות עתירות ידע לסביבה הבינלאומית: **מס החברות על חברות עתירות ידע הופחת מ-25% ל-12-6%**, הטבות נוספות במס על דיבידנד ומס רווחי הון
- רשות החדשנות פותחת מסלול לעידוד הקמת והרחבת מרכזי מו"פ בביוטכנולוגיה ורפואה
- הרשות לשיתוף פעולה תעשייתי וקידום השקעות זרות פועלת למשוך השקעות של חברות רב-לאומיות העוסקות בייצור מתקדם

1 נתוני דן אנד ברדסטריט (ישראל) בע"מ
2 נתוני Start Up Nation Central

מרכזי המו"פ מייצרים ערך טכנולוגי רב

למרכזי המו"פ של חברות רב-לאומיות (להלן: מרכזי מו"פ) ישנו מקום של כבוד בהתפתחות ההיי-טק בישראל. החלוצות, IBM, National Semiconductors ואינטל, החלו לפעול בישראל כמרכזי מו"פ עוד בתחילת שנות השבעים וסימנו את הדרך למאות החברות שהלכו בעקבותיהן. כיום, **מרכזי המו"פ מהווים נדבך חשוב במערכת החדשנות הישראלית, ומייצרים ערך טכנולוגי רב.** להמחשה, הגידול בפעילותם היווה את מקור הצמיחה העיקרי של המו"פ העסקי בישראל בעשור האחרון: משנת 2005 גדל משקלם של מרכזי המו"פ בסך ההוצאות למו"פ במגזר העסקי מ-29 אחוזים ל-47 אחוזים³. מספר העובדים במרכזים אלה (כפי שנראה בהמשך, מדובר בעיקר בעובדי מו"פ) עלה בתקופה זו בקצב שנתי ממוצע של 14 אחוזים, בהשוואה לחמישה אחוזים בשנה בחברות אחרות במשק שעוסקות במו"פ.

בנוסף, מרכזי המו"פ **משפיעים באופן חיובי על הכלכלה הביטטי שר ופרייון.** ממחקר של אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר עלה כי שכרם של עובדים שהועסקו בחברות רב-לאומיות, צפוי להיות גבוה בעשרות אחוזים בהמשך הקריירה שלהם לעומת עובדים שהועסקו בחברות מקומיות בלבד⁴. אומדן אמפירי שנערך במסגרת המחקר העלה פער חיובי ומובהק של 8.4 אחוזים בשכר שחברה רב-לאומית משלמת על כל עובד נתון⁵. מחקר אחר שערכה חברת אפלייד אקונומיקס מצא שחברות הזנק, שהוקמו על ידי יזמים בוגרי חברות רב-לאומיות, צומחות בשיעור גבוה יותר בכוח אדם ובשכר, לעומת חברות הזנק שהוקמו על ידי יזמים שהועסקו בחברות מקומיות בלבד⁶. בוגרי מרכזי המו"פ שנעים לאורך הקריירה שלהם בין השחקנים השונים בתעשיית ההיי-טק מפיצים כך את המיומנויות הטכנולוגיות והניהוליות שצברו – תופעה הקרויה בספרות המקצועית spillover (זליגת ידע).

יש להרחיב את ההשפעה הכלכלית של מרכזי המו"פ

על אף האמור לעיל, וכפי שנכתב בפרק אסטרטגיית רשות החדשנות, ההשפעה הכלכלית המתוארת אינה ממצה את הפוטנציאל הטמון בערך הטכנולוגי שיוצרים מרכזי המו"פ. בפרט, **רובם המכריע של המרכזים עוסק בפעילות מו"פ בלבד, בעוד שחלקים אחרים בשרשרת הערך של התאגיד פועלים במדינות אחרות.** תופעה זו מתחדדת בבחינת ההיבט התעסוקתי של פעילותם. אמנם מרכזי המו"פ מייצרים כ-40 אחוזים מכלל המשרות במו"פ במגזר העסקי, אך כלל המשרות המוצעות על ידם, לרבות משרות מעטפת, מהווה 18 אחוזים בלבד מכלל המשרות בחברות שעוסקות במו"פ. הסיבה לכך היא שכ-68 אחוזים מהמשרות במרכזי המו"פ הן משרות בליבת המו"פ, ומרביתן מיועדות למהנדסים ולמתכנתים⁷. במילים אחרות: **מרכזים אלו מייצרים תעסוקה איכותית ביותר, אולם בקרב מעגלי תעסוקה מצומצמים בלבד.**

מיקוד זה במו"פ, ותמהיל ההעסקה המוטה מהנדסים הנגזר ממנו, מגבילים את פוטנציאל השפעתם של מרכזי המו"פ. זאת במיוחד על רקע העובדה שכלל השחקנים במערכת החדשנות - חברות רב-לאומיות, חברות הזנק, חברות קטנות ובינוניות, חברות הצמיחה וחברות גדולות וותיקות – מתחרים על אותו מאגר מצומצם של מהנדסים מיומנים. המחסור בהיצע מהנדסים ומתכנתים בתחומי ההיי-טק והביקוש הגדל לעובדים אלה מביא בראש ובראשונה לעליית שכרם ופגיעה בעקיפין בתחרותיות של ההיי-טק הישראלי. יתר על כן, בתחרות זו למרכזי המו"פ ישנם יתרונות משמעותיים שמתחריהם מתקשים להדביק. הם מסוגלים להציע לעובדים חבילת תגמול אטרקטיבית, מוניטין, ידע, ניסיון וגישה למרכזים בינלאומיים אחרים של התאגיד הרב-לאומי. לכן, כל עוד היצע המהנדסים אינו גדל משמעותית, הביקוש של מרכזי המו"פ לעובדים מיומנים מתבטא בעיקר ביכולתם למשוך אל שורותיהם את המהנדסים הטובים ביותר. בכך השפעתם על היקף התעסוקה האיכותית בישראל מוגבלת, ובפרט - הם אינם תורמים משמעותית להגדלת מכסת המשרות בערך מוסף גבוה במשק.

תרשים 2: רוב המשרות במרכזי המו"פ של חברות רב-לאומיות הן משרות במו"פ



מקור: נתוני למ"ס

הכלכלה הישראלית תניב תועלת רבה מהרחבת פעילותם של מרכזי המו"פ הקיימים גם לפעילויות אחרות בשרשרת הערך של התאגיד: ייצור, שיווק, תמיכה, עיצוב ועוד. כך, למשל, לפעילות ייצור מקומית רחבה של חברות רב-לאומיות עתירות ידע תהיה השפעה מרחיקת לכת על טיפוח כוח אדם טכנולוגי מיומן לתעשיות הייצור, על חיזוק תרבות של חדשנות טכנולוגית ועל צבירת ידע בתחום. פעילויות נוספות בשרשרת הערך ירחיבו את מעגל ההעסקה בשכר גבוה, שמייצרים סביבם מרכזי המו"פ, גם עבור עובדים בעלי משלחי יד שאינם טכנולוגיים אשר יוכלו ליהנות מהיתרונות הרבים של חברות רב-לאומיות. לפיכך, **הרחבת מעגלי הפעילות של מרכזי המו"פ בישראל לכדי חברות שלמות יותר היא מטרה אסטרטגית חשובה של מדיניות החדשנות בישראל.**

בהקשר זה יש לציין, שכבר כיום כ-20 אחוזים ממרכזי המו"פ עוסקים גם בפעילות ייצור בעצמות טכנולוגית גבוהה, בהיקפים משתנים, ובדרך כלל בפריפריה הגיאוגרפית⁸. בין החברות הרב-לאומיות שמפעילות בישראל פעילות ייצור נוסף על פעילות מו"פ, נמנות, למשל, KLA-Tenkor, HP Indigo, Applied Materials, וכמובן אינטל.

8 נתוני הרשות לשיתוף פעולה תעשייתי וקידום השקעות זרות.

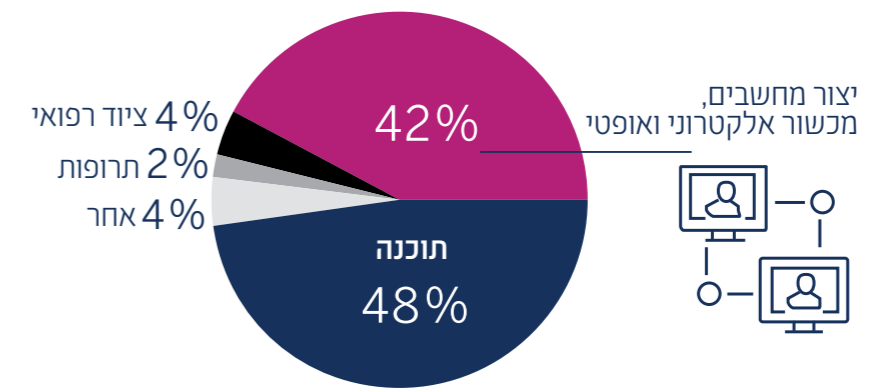
3 למ"ס, סקר מו"פ במגזר העסקי, 2014 ושנתון סטטיסטי, 2016.
4 במדגם של עובדים שהועסקו על ידי תאגידי רב-לאומיים בין 2005 ל-2010, השכר הממוצע של העובדים שהועסקו גם בסוף התקופה היה גבוה ב-43 אחוזים מהשכר של אלה שהועסקו באותו זמן בחברות מקומיות. הפער צומח ל-64 אחוזים כאשר בוחנים את הנשוא אל מול מדגם כללי של העובדים בחברות המקומיות (ללא דרישת ההעסקה הקודמת בתאגידי רב-לאומיים).
5 סלובודניצקי, דרוקר וגבע; "תרומת חברות רב-לאומיות לפרייון העבודה בישראל", ספטמבר 2016. אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר.
6 המחקר נערך עבור המועצה הלאומית למחקר ופיתוח על ידי חברת אפלייד אקונומיקס בע"מ, בליווי ועדת היגוי בראשות פרופ' צבי אקשטיין.
7 נתוני למ"ס, 2015. יצוין שהגדרת הלמ"ס למרכזים של חברות רב-לאומיות מעט יותר מצומצמת מהגדרות במאגרי נתונים אחרים.

יש לעודד פעילות מרכזי מו"פ בתחומים טכנולוגיים נוספים

פעילות החברות הרב-לאומיות אמנם ענפה מאוד בתחומי ה-ICT, אולם בתחומים אחרים, היקף פעילות המו"פ של חברות רב-לאומיות בישראל נמוך יחסית. כך, בעוד שתחומי ה-ICT אחראים ל-90 אחוזים מהוצאות המו"פ במרכזי מו"פ בחברות רב-לאומיות, ציוד רפואי אחראי לארבעה אחוזים, ותרופות – לשני אחוזים בלבד (ראה תרשים 3). ענפי ייצור שאינם בתחומי ה-ICT, כגון כימיקלים, פלסטיק ואחרים – תופסים נתח מזערי בלבד בהוצאות המו"פ של חברות רב-לאומיות.

תרשים 3: רובה המוחלט של פעילות המו"פ של חברות רב-לאומיות מרוכז בתקשורת, תוכנה ומחשוב (ICT)

הוצאות שוטפות למו"פ של חברות רב-לאומיות, לפי תחום פיתוח (2015)



מקור: למ"ס, סקר מו"פ במגזר העסקי, 2015

ענפי טכנולוגיה שסובלים מייצוג חסר של פעילות המו"פ עצמה בתאגידים רב-לאומיים אינם נהנים כיום מהיתרונות הטכנולוגיים שהם מביאים עימם לתחומי ה-ICT. לפיכך, ענפים אלו ירוויחו רבות ממשכת מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בתחומים לישראל. **טיפוח מערכות חדשנות משגשגות נוספות בענפים שבהם למשק הישראלי יתרונות שניתן למנף הוא נדבך מרכזי באסטרטגיה של רשות החדשנות.** בהתאם, מתן התמריצים המתאימים לחברות רב-לאומיות, שיבצעו בישראל פעילות מו"פ ופעילות אחרת בשרשרת הערך של התאגיד מחוץ לתחומי ה-ICT, הוא מטרה אסטרטגית ברורה עבור רשות החדשנות ועבור הממשלה כולה.

ואמנם, הממשלה החלה לפעול בכיוונים אלו: רשות החדשנות השיקה השנה תוכנית לעידוד הקמת או הרחבת פעילות מרכזי מו"פ בתחומי הביו-טכנולוגיה והרפואה. נוסף על כך, הרשות לשיתוף פעולה תעשייתי ועידוד השקעות זרות במשרד הכלכלה והתעשייה פועלת למשיכת השקעות בתחום הייצור המתקדם לישראל (להרחבה אודות שתי הפעילויות, ראו מסגרת).

מהלכים להרחבת פעילות מרכזי המו"פ בארץ

רשות החדשנות יוצאת בימים אלה בתוכנית הרצה לעידוד הקמת או הרחבת פעילות מרכזי מו"פ בתחומי הביו-טכנולוגיה והרפואה

רשות החדשנות יוצאת בימים אלה בתוכנית הרצה (פיילוט) למסלול שמטרתו לאפשר לתאגידים רב-לאומיים בתחומי הביו-טכנולוגיה והרפואה להקים או להרחיב פעילות מו"פ, חדשנות טכנולוגית או ייצור במדינת ישראל. המסלול ממנף את השינויים הנערכים במשטר המיסוי של חברות עתירות ידע כדי להרחיב את פעילותם הכלכלית של תאגידים אלו בישראל. למסלול שני נדבכים עיקריים:

1. **בחירת מרכזי מו"פ הפועלים בתחומי הביו-טכנולוגיה והרפואה:** הבחירה מקנה למרכזים זכאות להגיש בקשות למענקי רשות החדשנות במסגרת המסלול. באמות המידה לבחירת המרכזים מושם דגש על חדשנות טכנולוגית, כמו גם על התרומה הצפויה למשק מפעילותם. בפרט, יודגשו האפשרויות להרחבת מעגלי התעסוקה מעבר לעובדי מו"פ והתרומה לאקו-סיסטם הישראלי דרך פעילות בתחומים טכנולוגיים חדשים או בתחומים בהם פעילות המו"פ בישראל נמוכה יחסית אך בעלת פוטנציאל גבוה.
2. **מתן מענקי מו"פ לחברות שנבחרו כמרכזי מו"פ בתחומים אלו:** המרכזים שייבחרו כזכאים במסגרת המסלול יוכלו להגיש בקשות למענקים עבור תוכניות מו"פ, לרבות תוכניות רב-שנתיות, בסך כולל של עד 50 מיליון שקלים לתקופה של שש שנים. מרכזים שיקבלו מענק יהיו פטורים מתשלום תמלוגים לרשות החדשנות. גם בנדבך זה, אמות המידה לאישור תמיכה בפרויקט מו"פ, נוסף על מידת החדשנות והסיכון הטכנולוגיים, כוללות את התרומה הכלכלית המשקית הצפויה בהיבטי מיסוי ותעסוקה בפעילויות חדשניות שבהן חסר ניסיון במשק הישראלי, ופעילויות מעטפת למו"פ.

הרשות לשת"פ תעשייתי וקידום השקעות זרות פועלת לעודד השקעות של תאגידים רב-לאומיים בייצור מתקדם בישראל

הרשות לשת"פ תעשייתי וקידום השקעות זרות במשרד הכלכלה והתעשייה הוקמה לפני כשנתיים במתכונתה הנוכחית מתוך רצון להגביר השקעות זרות איכותיות בישראל. השקעות של תאגידים רב-לאומיים חדשניים בייצור מתקדם תופסות מקום מרכזי בהגדרה זו, כאשר המטרה היא הרחבת את חלקה של ישראל בשרשרת הערך של תאגידים רב-לאומיים חדשניים ממו"פ בלבד - גם לייצור בעצמות טכנולוגית גבוהה.

במסגרת זו, הרשות פועלת בשלושה צירים מרכזיים: ראשית, **הרשות ממקדת את מאמצי השיווק והפיתוח העסקי שלה בקידום מודל זה** באמצעות כנסים ייעודיים, קמפיילים עולמיים בכל סוגי המדיה, משלחות ופעילות מול חברות יעד תוך מינוף מערך הנספחים הגלובלי של המשרד, בהתבסס על יכולות מודיעין עסקי שפותחו ברשות. שנית, הרשות מציעה למשקיעים מודל של One-Stop-Shop, הכולל ליווי מקצה לקצה של ההשקעה באמצעות מנהלי מגזרים ייעודיים. בכלל זה, ומכיוון שהשקעה בייצור פעמים רבות גוררת "חיכוך" מוגבר של החברה עם רגולטורים ממשלתיים, הרשות הקימה **מרכז שירות למשקיעים** שמטרתו להקל על חיכוך זה.

שלישית, הקמת הרשות במתכונתה הנוכחית איחדה את פעילות עידוד השקעות הזרות עם פעילות ניהול חובת רכש הגומלין של חברות זרות בישראל. מכיוון שמרבית החברות המחויבות הן גם החברות התעשייתיות הגדולות בעולם, איחוד הפעילויות הללו מאפשר למנף את הפעילות המקומית ממחויבות להזדמנות להשקעה ולצמיחה בישראל של החברה הזרה, כולל בפעילות ייצור.

לאתר הרשות לשיתוף פעולה תעשייתי וקידום השקעות זרות: www.investinIsrael.gov.il

< תקנות ה-BEPS: הזדמנות להשיא את הערך הכלכלי

הגידול העקבי בפעילות של מרכזי המו"פ מונע, כאמור, מיתרונותיה היחסיים של ישראל בחדשנות. אולם, תכנון מס יעיל הוא תמריץ נוסף לפיזור הפעילויות השונות בשרשרת הערך של תאגידים רב-לאומיים בין מדינות. כך, בעוד שפעילות התאגידים בישראל מניבה תוצרי מו"פ בהיקף נרחב, הקניין הרוחני המפותח בפעילות זו היה נרשם עד כה במדינות אחרות, שבהן המיסוי על הכנסות מקניין רוחני נחשב לנוח יותר.

בהתאמה, פעילות מרכזי המו"פ בישראל ממוסה במרבית המקרים בשיטת cost plus⁹, שלא מגלמת את הרווח העסקי בפועל מפעילות המו"פ של החברה. פירוש הדבר הוא שתקבולי המיסים ממרכזי המו"פ בישראל אינם משקפים את הערך המוסף של פעילות המחקר והפיתוח שלהן, קרי להכנסות גבוהות ממכירות מוצרים ברחבי העולם.

סטטוס קוו זה של פיזור פעילות גלובלית על בסיס תכנון מס הופר במהלך 2016 עם פרסום תקנות ה-BEPS¹⁰ של ה-OECD. מטרת התקנות היא למנוע ניווד רווחים של חברות עתירות ידע למדינות מיטיבות מיסוי ומקלטי מס ברחבי העולם. התקנות מעודדות רישום של קניין רוחני במדינה שבה הוא מפותח. לפיכך, האימוץ הגורף של תקנות ה-BEPS על ידי המדינות המפותחות מציב בפני תאגידים רב-לאומיים שתי חלופות: האחת, להעביר את פעילות המו"פ שלהם למדינה שבה תנאי המס ותנאי עשיית העסקים הם אופטימליים עבורם. השנייה, להותיר את פעילות המו"פ במדינות שנושאות את היתרונות היחסיים הטכנולוגיים והמערכתיים לחדשנות, על אף השינוי הצפוי בתשלומי המס עם שיוך ההכנסות ממכירות למדינות אלו.

במקביל, מדינות מהסוג השני, עליהן נמנית ישראל - יידרשו להתאים את מערכת המס שלהן כדי למנוע מהתאגידים להעביר את פעילות המו"פ למדינות שיתרונן היחסי הוא במיסוי נוח. **התקנות קובעות שרק המדינה שבה פותח קניין רוחני יכולה להעניק הטבות מס על הכנסות ממנו, ולכן הן מספקות הזדמנות עבור מדינות שאכלסו פעילות מו"פ של חברות רב-לאומיות עד כה לייצר משטר מיסוי תחרותי.**

אם כן, תקנות ה-BEPS מציבות אתגר בשימור האטרקטיביות של מערכת החדשנות הישראלית עבור חברות רב-לאומיות. בראש ובראשונה, על מדינת ישראל לשמור על היתרונות היחסיים בעקבותיהם נוהרות החברות הרב-לאומיות – כוח אדם מיומן בעיקר בתחומי ה-ICT, חברות הזנק פורצות דרך, מובילות טכנולוגית עולמית ועוד. לצד זאת, הגבלת האפשרות להעניק הטבות מס על הכנסות מקניין רוחני מייצרת הזדמנות לתמרץ חברות רב-לאומיות לרשום כגון את הקניין הרוחני המפותח בגבולותיה. ניסיון העבר מלמד כי לעיתים קרובות ביסוס קניין רוחני במדינה גורר אחריו גם את הרחבת פעילות המטה של החברה במדינה. דינמיקה כזו צפויה להביא לגידול בתעסוקה בשכר גבוה גם של עובדים בתפקידי מעטפת, לרבות תפקידי ניהול. לפיכך, רישום הקניין הרוחני בישראל עשוי להביא בטווח הארוך להרחבת הפעילות הכלכלית של חברות רב-לאומיות עתירות ידע בארץ.

ואכן, **הממשלה פועלת בימים אלו להתאמת משטר המיסוי החל על חברות עתירות ידע לסביבת המס הבינלאומית ברוח השינויים האחרונים.** לאחר עבודת מטה בהובלת משרד האוצר, הכנסת אישרה בשלהי 2016 את תיקון 73 לחוק עידוד השקעות הון, ולאחרונה אישרה ועדת הכספים את התקנות למימוש. התיקון לחוק מייצר מסלול מיוחד לחברות עתירות ידע ומעניק להן במסגרת הטבות מיסוי משמעותיות על הכנסות הנובעות מפיתוחים טכנולוגיים. הטבות אלו כוללות הפחתה של מס החברות מ-25 אחוזים ל-6-12 אחוזים¹¹ והטבות משמעותיות בשיעורי המס על דיבידנדים ובשיעורי המס על רווחי הון.

במסגרת התיקון, רשות החדשנות קיבלה מספר סמכויות הכרעה וייעוץ שמטרתן להקל על יישום התיקון לחוק על חברות טכנולוגיה, על בסיס קרבתה לתעשייה והיכרותה המעמיקה עם תהליכי מחקר ופיתוח. ראשית, נקבע כי חברות שאינן עומדות בתנאי המסלול המיוחד הקבועים בחוק יכולות להגיש בקשה לרשות החדשנות להיכלל בהגדרה "מפעל המקדם חדשנות". הגדרה זו תאפשר להן לקבל את ההטבות הניתנות בתיקון לחוק. שנית, ניתנה לרשות החדשנות הסמכות לקבוע האם ידע טכנולוגי שפותח בישראל או הועבר לישראל מתאים לתחולת הטבות המס¹².

השינויים המתוארים יאפשרו לחברות רב-לאומיות להמשיך ולהרחיב את פעילות המו"פ שלהן תוך רישום הקניין הרוחני המפותח במסגרתה בישראל, ואף יהפכו את העברת קניין רוחני ממדינות אחרות לישראל לכדאית. שינויים כאלו אינם, כמובן, נחלתה הבלעדית של ישראל: עם פרסום תקנות ה-BEPS החל מעין מירוץ חימוש של התאמת משטרי מס בזירה הבינלאומית. האם השינויים שעושה ישראל יהיו אפקטיביים בשימור ובהרחבת פעילות מרכזי המו"פ של חברות רב-לאומיות? כיצד ישתנו תקבולי המיסים שלהם? אלו הן שאלות הרוות גורל עבור מערכת החדשנות הישראלית, נוכח מקומם המרכזי של תאגידים רב-לאומיים בתוכה.

רשות החדשנות – הלכה למעשה: תמיכה בשיתופי פעולה אסטרטגיים בין חברות ישראליות וחברות רב-לאומיות

חברות רב-לאומיות עתירות ידע יכולות להועיל למערכת החדשנות הישראלית לא רק באמצעות פעילות מרכזי המו"פ בתחומיה, אלא גם דרך שיתופי פעולה אסטרטגיים עם חברות הזנק ישראליות. שיתופי פעולה כאלה סוללים את דרכן של החברות הישראליות לשווקים ולערוצי פעילות בארץ ובעולם, ומפריים את התעשייה הישראלית בידע, בניסיון ובמיומנויות בכל שלבי שרשרת הערך של הפיתוח הטכנולוגי.

דוגמה מוצלחת לשיתוף פעולה כזה היא החיבור בין חברת קיו לייט הישראלית ובין תאגיד הפרמצבטיקה והכימיה הבינלאומי Merck. חברת קיו לייט הוקמה ב-2009, והיא מפתחת יישומים לתאורת LED ולמסכי טלוויזיה על בסיס טכנולוגיה של ננו-חלקיקים, שפותחה במקור באוניברסיטה העברית, המאפשרת שליטה מדויקת בצבע. Merck התעניינה בטכנולוגיה של קיו לייט מראשית דרכה, חברה אליה לפיתוח משותף והשקיעה בחברת הזנק בהיקפים הולכים וגדלים. תמיכת רשות החדשנות בקיו לייט במסגרת המסלול לשיתוף פעולה עם תאגידים רב-לאומיים סייעה לחזק את שיתוף הפעולה האסטרטגי בין החברות. הידע הרב של Merck סייע לקיו לייט להבין את צורכי השוק ולהתמקד בכיוונים חדשים.

בשנת 2015, לאחר שנים של עבודה משותפת, רכשה Merck את קיו לייט. בעקבות הרכישה, הורחבו משמעותית תשתיות הפיתוח של קיו לייט, הממשיכה את פעילותה בירושלים כמרכז מו"פ של Merck העולמית בתחום החומרים המתקדמים.

אנו מודים לרשות לשיתוף פעולה תעשייתי וקידום השקעות זרות במשרד הכלכלה על תרומתה לפרק.

12 הפרטים המלאים מתעדכנים באתר רשות החדשנות - <http://www.economy.gov.il/RnD/PublicParticipation/Pages/Capital-investment.aspx>

9 תמחור הערך המוסף לפי עלות הפעילות בתוספת מקדם רווח מקובל בענף, הנקבע על ידי רשויות המס. השיעור המקובל במרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות הוא 12-5 אחוזים.

10 Base Erosion and Profit Shifting
11 12 אחוזים עבור מפעל טכנולוגי מועדף, 7.5 אחוזים עבור מפעל טכנולוגי מועדף הממוקם באזור פיתוח א', ו-6 אחוזים עבור מפעל טכנולוגי מועדף מיוחד (חברות ענק)

פרק 4

ההגה עובר לידי האינטליגנציה המלאכותית

במהפכת הרכב האוטונומי הנהיגה עוברת מהאדם למכונה, וכלי הרכב הופכים למערכות חכמות מבוססות חיישנים, מחשוב ותקשורת. תעשיית הרכב הופכת לתעשיית היי-טק, ומגוון שווקים ופעילויות אנושיות צפויים להשתנות. שינויים אלה מייצרים הזדמנות אדירה לחברות טכנולוגיה ישראליות

בשנת 1903 החלה חברת פורד לשווק את המכונית המפורסמת מדגם T. מכונית זו סימנה את תחילת עידן הייצור ההמוני של כלי רכב לשימוש פרטי ושינתה את הכלכלה והתרבות ללא היכר. מאז, פיתוחים טכנולוגיים רבים שיפרו את חוויית הנסיעה בהיבטי בטיחות, מהירות ורווחה, וכלי הרכב עצמם הפכו אמינים יותר וקלים יותר לתפעול. עם זאת, לא התרחש שינוי משמעותי (disruption) בתחום התחבורה מאז תחילת המאה העשרים. **עתה, לראשונה מזה כמאה שנים, מתרחשים לנגד עינינו שני שינויים משמעותיים בעולם הרכב. השינוי הראשון הוא החלפת מנוע הבעירה הפנימי, סוס העבודה שהניע את המכוניות מאז תחילת המאה העשרים, במנוע חשמלי. כיום הטכנולוגיה המתקדמת כבר מאפשרת להתגבר על המגבלה העיקרית של כלי רכב חשמליים - משך הנסיעה המוגבל עד לטעינה חוזרת של הסוללה. להמחשה, מכונית "מודל 3" של חברת טסלה, שיצאה זה מכבר לשוק, מציגה טווח נסיעה של 350 קילומטרים בין ההטענות ודגמים אחרים אף מגיעים לכ-500 קילומטרים. לאור זאת, צפוי בשנים הקרובות גידול מתמיד בייצור ורכישת כלי רכב חשמליים. אך השינוי השני, מהפכת הרכב האוטונומי, הוא זה הצפוי להביא אותנו אל פתחו של עידן תחבורתי חדש. מהפכה זו כוללת שלבים שונים ואתגרים טכנולוגיים רבים, אבל היעד הסופי שלה ברור: העברת הנהיגה מהאדם למכונה.**

כבר כיום, כלי הרכב שעל הכביש משלבים סנסורים לבקרה ולשליטת הנהג ומערכות אלקטרוניות רבות. בעתיד הקרוב, רכב אוטונומי יבצע בעצמו את כל הפעולות הנדרשות לצורך נסיעה ויתאם אותן עם כלי רכב אחרים, תשתיות, הולכי רגל ושחקני תחבורה נוספים. **הרכב הופך למערכת חכמה ועתירת חיישנים, אמצעי מחשוב ומערכת תקשורת.** למהפכה זו צפויות להיות השלכות מרחיקות לכת במגוון תחומים: על תחום התחבורה ועל תרבות הניוד (mobility) העולמית; על תחומים משיקים כגון ביטוח, תחזוקה, תדלוק ושיטור תנועה; על תחומים המבוססים על תחבורה כגון תובלה ומשלוחים, ואפילו על תחומים רחוקים לכאורה כגון מלונאות, הסעדה, קמעונאות ונדל"ן. המעבר ממודל של בעלות על רכב למודל של תחבורה כשירות מותאם אישית ועתיר טכנולוגיות מידע וקישוריות, עשוי לשנות כליל מגוון של פעילויות אנושיות ולייצר הזדמנויות ואתגרים כלכליים וחברתיים שלא ניתן לחזות.

היעד: רכב אוטונומי שיעלה על הכביש בתוך כחמש שנים

כלי רכב בעלי יכולות אוטונומיות חלקיות נמכרים כבר היום ונעים על הכבישים. מכוניות בעלות יכולות אוטונומיות מפותחות הרבה יותר מצויות כיום בניסויי כביש, אך הן עדיין דורשות השגחת נהג ומסוגלות להתמודד עם מתארים מוגבלים. התחזיות של רוב יצרני המכוניות מציבות את תחילת שנות העשרים של המאה הנוכחית (2021-2022) כיעד ליציאה לשוק של מכוניות שניהגו אוטונומית ב-90-95 אחוזים מהתרחישים.

כמובן, כדי לאפשר שיווק המוני של כלי רכב אוטונומיים, יש לפתח סביבה רגולטורית מתאימה. כיום ישנן מספר מדינות שיצרו רגולציה תומכת לשלבי הניסויים, הבולטת שבהן היא קליפורניה, אך אין עדיין בנמצא מסגרת חוקית לפעילות מסחרית של כלי רכב אוטונומיים. המחוקקים (ובהם המחוקק הישראלי) יידרשו להתוות קווים מנחים בהיבטי בטיחות, תקני ייצור, רישוי, ביטוח, חוקי תנועה ועוד.

גם בהיבט הטכנולוגי, המאמץ הנדרש כדי לפתח כלי רכב שניהגו אוטונומית כמעט ב-100 אחוזים מהתרחישים גדול משמעותית מסך המשאבים שהושקעו עד עתה. כיום מרוכזים מאמצים רבים בפיתוח חיישנים ויכולות זיהוי ומיפוי מגוונות וטובות יותר, אולם ברקע עומדים גם פערים טכנולוגיים מרכזיים בתחום הבינה המלאכותית.

אתגר החישה: היתוך נתוני החיישנים

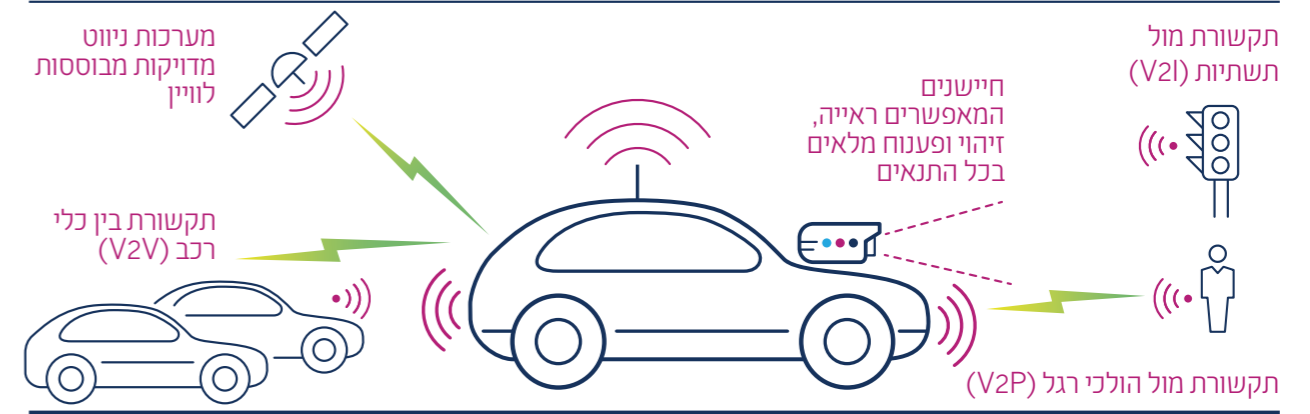
רכב אוטונומי דורש "עיניים", קרי חיישנים שיאפשרו לו לזהות ולפענח את סביבתו. הם ידמו ראייה היקפית מכל הכיוונים והטווחים הנדרשים ויאפשרו זיהוי מהיר של עצמים בסביבה - מכשולים, כלי רכב אחרים, סימונים ותמרורים - בכל תנאי התאורה ומזג האוויר ובכל המצבים בכביש.

1 CB Insights (July 31, 2017). 24 Industries Other Than Auto That Driverless Cars Could Turn Upside Down.

מהפכת הרכב האוטונומי

היעד הטכנולוגי: רכב אוטונומי שיעלה על הכביש בתוך 5 שנים

אתגרים טכנולוגיים בתחומי חישה, בינה מלאכותית, ניווט, ותקשורת מצויים בלב המירוץ לפיתוח הרכב האוטונומי



שירותי הניוד העתידיים: השמיים הם הגבול

חדירת הרכב האוטונומי לשווקים **תשנה את מודל הניוד הקיים**, וחינו צפויים להשתנות ללא היכר

<p>עלות הנסיעה 80% ↓ תרד דרמטית</p>	<p>בטיחות הנסיעה ⚠️ צפויה להשתפר</p>	<p>תחבורה כשירות מותאם אישית ועתיר טכנולוגיה</p>
<p>זמנו של הנוסע ⏱️ יתפנה לפנאי ועבודה</p>	<p>זמן הנסיעה צפוי 5x ↓ להתקצר משמעותית</p>	
	<p>הנגישות תגדל עבור אוכלוסיות המתקשות להתנייד באופן עצמאי</p>	

מהפכת הרכב האוטונומי – מגוון הזדמנויות טכנולוגיות וכלכליות לתעשיית ההיי-טק הישראלית

<p>הגידול הצפוי בהשקעות בחברות הזנק בתחום ה-Auto Tech מ-2016-2017</p> <p>3x</p>	<p>תעשיית הרכב הופכת לתעשיית היי-טק – ענקיות טכנולוגיה וחברות הזנק מובילות את המהפכה לצד יצרניות רכב מסורתיות</p>
<p>חברות ישראליות העוסקות כיום בתחבורה חכמה</p> <p>450</p> <p>היקף עסקת אינטל-מובילאיי \$15.3 B</p>	<p>שווקים טכנולוגיים חדשים נולדים – הזדמנות לצמיחה מהירה של חברות חדשניות וצעירות</p>
<p>שוק ביטוחי הרכב יתכווץ 60% ↓</p> <p>שוק המדיה הדיגיטלית יצמח 33% ↑</p>	<p>השינויים בעולם התחבורה ישפיעו על שווקים רבים – הזדמנות ליצור מודלים עסקיים חדשניים שיניבו ערך כלכלי רב למפתחיהם</p>

אתגר הגנת הסייבר

ככל שכלי הרכב האוטונומיים יהיו עתירים יותר במידע ובקישוריות, כך תגדל פגיעותם לאירועי סייבר. הסיכונים כוללים גניבת פרטי מידע, השתלת תוכנות כופר, חטיפת כלי רכב, מעקב אחר כלי רכב, הזרקת נתונים כוזבים לשיבוש פעילותם, יצירת תאונה רבת-נפגעים בזדון ועוד. בעבר הודגמו חדירות למערכות הרכב דרך אמצעי התקשורת שלו באמצעות השתלת תוכנה זדונית באמצעי הבקרה והדיאגנוסטיקה של הרכב ובאמצעות הונאת חיישנים.

הנזק הפוטנציאלי ממתקפות סייבר גדול במיוחד כשמתבצעת פגיעה במערכת שעומדת בבסיס פעילותם של כלי רכב רבים, כגון מערכת ניווט: מערכת ה-GNSS וסינגל ה-GPS רגישים מאוד לחסימות (Jamming) וכן להתחזויות ושיבושים (Spoofing). לפיכך, כיום מושקעים מאמצים רבים בטכנולוגיות Anti-Jamming ו-Anti-Spoofing, הן ברמת האנטנה, הן ברמת המערכת והן ברמת האלגוריתמים. ככלל, התמודדות עם סיכוני סייבר בתחום הרכב האוטונומי מבוססת על התאמת טכנולוגיות מקובלות בעולם הסייבר, כגון הפרדת רשתות קריטיות לבטיחות מרשתות שאינן קריטיות, זיהוי, טיפול ומניעה של חדירה למערכת, הצפנת מידע והצלבת מידע לצורך אימותו, וכינוס תקשורת עם העולם החיצון תחת ערוץ יחיד.



רשות החדשנות – הלכה למעשה: תמיכה במרכז המו"פ של General Motors בישראל

יצרנית הרכב הבינלאומית General Motors הקימה בשנת 2008 מרכז מו"פ בישראל, בתמיכת המסלול לעידוד הקמת מרכזי פרויקטים של חברות רב-לאומיות בישראל של רשות החדשנות. כיום, המרכז מונה קרוב ל-200 חוקרים ומהנדסים העוסקים באתגרים הטכנולוגיים המצויים בלב המירוץ לפיתוח הרכב האוטונומי: חישה מתקדמת, חיבוריות וקישוריות, הגנת סייבר לרכב, ממשק משתמש (לנהג ולנוסע), אקוסטיקה, זיהוי דיבור, אלגוריתמיקה ובינה מלאכותית לרכב אוטונומי, מודלים לנהיגה שיתופית ועוד. מרכז המו"פ משמש גם כמוקד ידע לתעשיית ההזנק המתפתחת בתחומי הרכב האוטונומי והתחבורה החכמה בישראל. המרכז מאתר חברות הזנק ופועל מולן בערוצים שונים - מנטורינג, סיוע בהכרת השוק, שיתופי פעולה מחקריים ומסחריים, וכן השקעות של קרן הסיכון התאגידית של General Motors. כמו כן, פיתח מרכז המו"פ לאורך השנים בסיס ספקים מקרב תעשיות הייצור בישראל, שהפכו, בהדרגה, למרכז, לספקים מורשים ל-General Motors ולחברות אחרות בתחום. כיום התאגיד מבצע רכש של כ-100 מיליון דולר בשנה בממוצע מחברות ישראליות.

שירותי הניוד העתידיים: השמיים הם הגבול

טיבה של חדשנות פורצת דרך היא שקשה לצפות בזמן אמת את היקף השפעתה. להמחשה, לאינטרנט הייתה השפעה דרמטית על חיינו במגוון אפיקים שאת רובם לא ניתן היה לצפות באמצע שנות התשעים, עת הרשת נפתחה לשימוש המוני. באופן דומה, מהפכת הרכב האוטונומי צפויה להשפיע במגוון כה גדול של תחומים, עד שכל ניסיון להתנבא לגבי מלוא השלכותיה עלול להתגלות בעתיד כמגוחך. עם זאת, ישנן כמה התפתחויות שניתנות לחיזוי ברמה גבוהה יחסית של ודאות, גם אם עוצמתן והתזמון בו יתרחשו אינם ברורים. חלקן ישפיעו ישירות על הצרכנים, כלומר המשתמשים הקיימים והפוטנציאליים בכלי הרכב, ואחרות ישפיעו עליהם בעקיפין דרך שינוי התשתיות והמנגנונים העומדים בבסיס עולם התחבורה והניידות כיום.

בראש ובראשונה, מכונות אוטונומיות **צפויות להיות בטוחות יותר**. מחקרים מצביעים על כך שכ-90 אחוזים מהתאונות נגרמות בגלל טעויות אנוש. כמובן, גם מכונות אוטונומיות "יטעו" לפעמים ויגרמו לתאונות, אולם תהליכי למידה ממוחשבים יביאו לצמצום טעויות אלו עד שיהפכו לזניחות. שנית, **זמן הנסיעה צפוי להתקצר משמעותית**. יכולת התגובה המהירה של כלי רכב אוטונומיים והתקשורת ביניהם יאפשרו קיצור של מרווחי הבטיחות ונסיעה מהירה יותר. בנוסף, ברגע שכל המכונות יהיו מחוברות לאותה רשת תקשורת מידע, ניתן יהיה לבצע אופטימיזציה למסלולי הנסיעה באופן שיקטין משמעותית את העומס בדרכים. כל אלה עשויים להביא להתייעלות של עד פי חמישה בנסועה על אותה תשתית כבישים³.

כבר כיום זמינות מערכות חישה, הקרויות ADAS, הכוללות חיישן יחיד - מצלמת וידאו אחת בקידמת הרכב. תוצרי המצלמה מנותחים על ידי יחידת עיבוד מבוססת אלגוריתמים, המתריעה מפני סכנות ומכשולים שונים. בעתיד הקרוב, כל חיישן יבוסס על טכנולוגיה שונה ויותאם במיוחד למטרות ולתנאים שונים. חיישני מצלמות, חיישני לייזר (LiDAR) וחיישני רדאר יפעלו לצד חיישנים שיממשו הדמיית תלת ממד (3D) לזיהוי משופר של סכנות ומידול מדויק יותר של אובייקטים במרחב, ולאומדן המרחקים ביניהם. כמו כן, חיישנים מסוגים שונים יאפשרו ראיית לילה. כדי למנוע טעויות העלולות להתרחש כתוצאה מתנאי הדרך או בעקבות כשל מערכתי, פריטי מידע הנדרשים לצורך הנסיעה יתקבלו דרך מספר טכנולוגיות במקביל.

כדי להשתמש במידע הרב שעתידיים לייצר החיישנים השונים, **דרושים פתרונות מתקדמים של היתוך מידע** ממקורות שונים ואלגוריתמים לעיבוד תמונה ומידע. כל אלו נדרשים לפעול במהירות תגובה גבוהה מאוד. בנוסף, **ישנם אתגרים בצמצום העלויות הגבוהות ובהגדלת טווחי הפעולה של מערכת חיישנים מלאה**, במיוחד בצידוד מבוסס לייזר (LiDAR).

אתגר הניווט: זיהוי מיקום בדיוק רב

מערכת הניווט של רכב אוטונומי מבוססת על זיהוי מיקום הרכב – אבסולוטית ויחסית לעצמים שסביבו - בדיוק של סנטימטרים, והיא נדרשת לתפקד באופן רציף גם בסביבה אורבנית מורכבת, לרבות בתוך מנהרות, קניונים וחניונים. לפיכך, קבוצה נוספת של חיישנים ומכשירים שעתידיים להשתלב בכלי הרכב האוטונומיים מיועדת לניווט עצמאי ומדויק של הרכב, ביניהם חיישני GNSS (Global Navigation Satellite System), הקולטים אותות ניווט ממערכים של לוויינים; חיישנים אופטיים המזהים מיקום מדויק יותר ושינויים בדרך; מצלמות הרכב ומערכת המכ"ם, שניתן להשוות את נתונין לנקודות ציון אבסולוטיות; וכן חיישני מהירות ותאוצה.

אין בנמצא כיום מערכת GNSS המאפשרת דיוק מיקום מספק בדינמיקה של כלי רכב, ועל כן תחום זה טומן בחובו פוטנציאל לחדשנות פורצת דרך. מספר חברות ישראליות פועלות בימים אלו, בשיתוף רשות החדשנות, להשגת דיוק של כעשרה עד עשרים ס"מ, בשאיפה להגיע לסנטימטרים בודדים.

אתגר התקשורת: הערוצים השונים ברכב המקושר (Connected Car)

עד לאחרונה, רוב מאמצי הפיתוח בתחום הרכב האוטונומי התמקדו במערכת הבקרה האוטונומית, וקישוריות אלחוטית לא נחשבה חיונית. אולם, ניסויים שבוצעו הדגישו את הצורך בפיתוח תשתיות תקשורת של הרכב עם סביבתו – גישה המכונה V2X (Vehicle to Everything). גישה זו מקיפה תקשורת בין כלי הרכב עצמם, בין כלי הרכב להולכי רגל, ובין כלי הרכב לתשתיות. תקשורת בין הרכב לתשתיות סביבו (V2I) שואפת לתת מענה למצבי נהיגה מורכבים, כגון ראות לקיחה הפוגעת בחישה מצלמות הרכב או היעדר תקשורת מול לווייני ניווט. תקשורת בין מכונות (V2V) מאפשרת להעביר נתונים אודות מהירות, כיוון ומסלול של מכונות אחרות. תקשורת בין מכונות להולכי רגל (V2P) יכולה, למשל, להתריע בפני הולכי הרגל על כלי רכב מתקרבים ולעזור להם לחצות בבטחה את הכביש.

האתגר הטכנולוגי המרכזי כיום בתחום ה-V2X הוא שידור נפחי מידע גדולים בהשיות נמוכות מאוד בין מיליוני מכונות ועצמים בסביבתן. תחום התקשורת האלחוטית עבור כלי רכב אוטונומיים מתפתח במספר כיוונים מקבילים. ראשית, נעשים מאמצים לפתח יישומי V2X בתקן DSRC² ובתקן Wi-Fi 802.11p, הפועלים באותו תחום תדר, ובפרט יישומי תקשורת מול תמרורי דרך. מאמצים אלו נתקלים בקשיים, הן בשל חוסר אחידות בהקצאת רצועות תדרים לתקנים אלו במקומות שונים בעולם, והן משום שלא הותקנו תמרורים המותאמים לתקשורת V2I בכמות מספקת.

מאמצים מקבילים מתבססים על תקשורת סלולרית. חברת קוואלקום, לדוגמה, הכריזה לאחרונה שהיא רותמת את טכנולוגיית 4G כדי לפתח תקשורת V2X טובה יותר. רוחב הסרט של הרשת הסלולרית יאפשר לתקשר עם מספר רב יותר של כלי רכב ולקבל התראות מהירות ומדויקות אודות התרחשויות כמו בלימה פתאומית. רשתות בטכנולוגיית 5G, שיוקמו בהמשך, יתמכו במהירויות ובנפח תקשורת גדולים יותר מאי פעם.

Dedicated Short-Range Communication - תקן ששימש עד כה לתקשורת לצורכי גביית תשלומים בכבישי אגרה.

יתרה מכך, מהפכות טכנולוגיות גדולות יוצרות לעיתים קרובות שווקים חדשים לגמרי, המאופיינים בצמיחה מהירה ביותר. לפיכך, חברות צעירות וחדשניות שמצויות בחזית המהפכה ניצבות בפני הזדמנות פז להפוך במהירות לגדולות ולרווחיות מאוד, כפי שענקיות האינטרנט הדגימו היטב בעשור האחרון. בנוסף, השינויים במבנה השווקים, שצפויים להיות מושפעים ממהפכת הרכב האוטונומי, והשינויים הכלכליים והחברתיים שהיא טומנת בחובה, עתידים לייצר הזדמנויות רבות לצמיחתם של מודלים עסקיים חדשים לגמרי, שיניבו ערך כלכלי גבוה למפתחיהם.

האתגרים הטכנולוגיים וההתפתחויות הכלכליות והחברתיות שהוזכרו לעיל מייצרות הזדמנות אדירה עבור התעשייה הישראלית להשתלב במירוץ הטכנולוגי ולתפוס עמדות מפתח בשווקים חדשים לגמרי. כבר כיום, כ-450 חברות בישראל עוסקות בתחבורה חכמה, בתחומים כגון שיתוף נסיעות, תקשורת, חיישנים ובקרה. רכישת מובילאי במרץ השנה על ידי אינטל ב-15.3 מיליארד דולר, שהייתה אחת העסקאות הגדולות בתחום טכנולוגיית הרכב ב-2017, מיקדה את תשומת הלב בקרב חברות גלובליות ומשקיעים בפוטנציאל האדיר הטמון בשילוב המובילות הטכנולוגית הישראלית במהפכת הרכב האוטונומי.

כדי להאיץ את התפתחות התעשייה הישראלית בתחום הרכב האוטונומי והתחבורה החכמה, יש חשיבות רבה בפיתוח תשתיות מקומיות שישמשו חברות ישראליות בפיתוח ובמסחר של טכנולוגיות ויאפשרו להן ליישם מודלים עסקיים חדשניים. בכלל זאת, יש להסדיר תשתית ניסויים פיזית ורגולטורית אשר תענה על צורכי התחום, ולפתוח את מערכי התחבורה המקומיים לחדשנות, כך שישראל תוכל לשמש כשוק ראשוני עבור מיזמים מקומיים במסלול הצמיחה הגלובלית שלהם. הממשלה בישראל השיקה השנה **תוכנית לאומית לקידום התחבורה חכמה, שמטרתה לעודד שילוב של טכנולוגיות מתקדמות בתחום התחבורה במערכי התחבורה בישראל ובתוך כך להאיץ את פיתוח התעשייה הטכנולוגית הישראלית בתחום**, בין היתר באמצעות הקמת מרכז ניסויים ייעודי והתאמת הסביבה הרגולטורית. רשות החדשנות ממלאת תפקיד פעיל במסגרת תוכנית זו (ראו מסגרת).

הממשלה פועלת לפיתוח התעשייה הישראלית בתחום הרכב האוטונומי והתחבורה החכמה

בינואר 2017 אישרה הממשלה תוכנית חומש לקידום התחבורה החכמה בישראל, בתקציב ייעודי של כ-240 מיליון שקלים, ובהובלת צוות בין-משרדי בראשות מנכ"ל משרד ראש הממשלה ומנכ"לית משרד התחבורה. רשות החדשנות יחד עם מנהלת תחליפי דלקים במשרד ראש הממשלה וגופים נוספים ייקחו חלק פעיל בישום תוכנית זו.

התוכנית תפעל לעידוד שילוב טכנולוגיות מתקדמות במערכי התחבורה בישראל ולפיתוח התעשייה הישראלית בתחום במספר ערוצים: יצירת תשתיות חיוניות לפיתוח ולניסויים, קידום שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה, עדכון הרגולציה באופן שיאפשר להטמיע טכנולוגיות תחבורתיות חדשניות ומודלים חדשים של ניוו, קידום סביבה עסקית תומכת בקהילה היזמית ועוד. בפרט, במסגרת התוכנית יוקם מרכז ניסויים לתחבורה חכמה ורכב אוטונומי, ויקודמו ניסויי שטח ומיזמי חלוץ של טכנולוגיות בתחום זה.

קהילת היזמים Ecomotion היא מסגרת נוספת לפעילות ממשלתית לפיתוח התעשייה הטכנולוגית הישראלית בתחום התחבורה החכמה. Ecomotion הוקמה בשנת 2012 בעקבות יוזמה משותפת של מנהלת תחליפי דלקים, משרד הכלכלה, המכון הישראלי לחדשנות והתעשייה הישראלית, במטרה לתמוך במגזר התחבורה החכמה ולהציב את ישראל כמרכז חדשנות עולמי בתחום. הקהילה מקיימת סדנאות ואירועים שונים המפגישים בין יזמים צעירים ומנוסים, מובילי שוק, חברות תעשייתיות בינלאומיות ומקומיות, אנשי טכנולוגיה, קובעי מדיניות, חוקרים אקדמיים ומשקיעים.

אנו מודים למוקד ידע לתחבורה חכמה ורכב אוטונומי ברשות החדשנות על תרומתם לפרק.

כמובן, גם **חויית הנסיעה תהיה טובה בהרבה** ברגע שהרכב יהיה אוטונומי ויפנה את תשומת הלב של הנוסעים לעבודה או לפנאי. זמנו הפנוי של הנוסע ינוצל באמצעות מערכות בידור ומערכות מידע ותקשורת המיועדות לנוסע. מערכות ה-Infotainment העתידיות יתבססו על קישוריות ויציעו שירותים משולבים כגון נגני מדיה, מציאות רבודה, והתאמת חויית הבידור בהיבטי אקוסטיקה, תאורה ועוד. יצרניות הרכב וחברות טכנולוגיה גדולות עובדות כבר כיום על מערכות כאלו.

עלות הנסיעה אף היא תרד דרמטית, בעיקר כתוצאה מהמעבר מרכב כמוצר צריכה לשירותי ניוו (Mobility as a Service) שיינתנו באמצעות ציי מכוניות אוטונומיות אשר יתחרו זה בזה במדדי יעילות ואיכות. ההערכות הן כי עלות הנסועה פר קילומטר תפחת ב-80 אחוזים כתוצאה ממעבר זה. חיסכון זה משקף את חוסר היעילות הגלום בניצול המצומצם של כלי רכב פרטיים כיום, אשר חונים רוב שעות היממה במצב סטטי מבלי לשרת את בעליהם. זאת לעומת מכוניות אוטונומיות אשר יפעלו בניצולת כמעט מלאה תוך שירות משתמשים רבים. פרמטר נוסף בו צפוי להיות שינוי משמעותי הוא **נגישות** – אנשים עם מוגבלויות, קשישים, ילדים ואוכלוסיות אחרות המתקשות להתנייד באופן עצמאי, יוכלו ליהנות מניידות זמינה, בטוחה וחולה. סביר גם כי להתפתחות זו יהיו השלכות נוספות על חיי היום יום שלנו. לדוגמה, נסיעות ההורים להביא ולהחזיר את הילדים ממוסדות החינוך יהיו מיותרות מכיוון שהילדים יוכלו להגיע בבטחה ובאופן עצמאי באמצעות שימוש במכונית אוטונומית.

אך גלי ההשפעה לא נעצרים בנהגים. ישנם מנגנונים רבים התומכים בכלי רכב כיום אשר יושפעו דרמטית מהמעבר לכלי רכב אוטונומיים. ערים, לדוגמה, מתוכננות כיום לספק חנייה למספר אדיר של כלי רכב. בחלק מהערים שטחי החנייה מצטברים לכדי רבע מכלל השטח. ניתן רק לשער מה תהיה ההשלכה של ניצול שטחים אלה לשימושים אחרים כאשר נפסיק להחזיק במכוניות פרטיות, והמכוניות נותנות השירות יוכלו לחנות בצפיפות וביעילות במקומות ייעודיים הרחק ממרכזי הערים.

בנוסף, ישתנו **מנגנוני הפעולה של גורמי האכיפה בתחום התנועה ושל חברות הביטוח**. חברות הביטוח ישנו את מודל הביטוח כך שהתשלום יבוסס על שימוש, ועל מאפייני ייצור כגון דירוג איכות הרכב, האלגוריתמיקה עליה הוא מבוסס, מערכות הבטיחות שלו וכמות התקלות הממוצעת בו. חקירת תאונה בין כלי רכב אוטונומיים תתבסס על נתונים שנאספו ושודרו מהרכב אל מרכזי הבקרה ואל חברות הביטוח, ובין חברות הביטוח יתפתחו תהליכי תביעה ממוחשבים ואוטומטיים. לקחי תאונות יצטרכו להיות מיושמים על ידי יצרניות הרכב האוטונומי לצורך מניעת תאונות. הרגולציה בתחום זה מתחילה להתפתח, וכללים מחייבים יתפתחו עם הזמן כדי להבטיח את איכות השירות והבטיחות.

להתפתחויות הדרמטיות שצוינו יש גם היבטים מדאיגים. למעלה מ-100 אלף אנשים בישראל מתפרנסים כנהגים, בין אם בתחבורה הציבורית ובין אם בציי משאיות ומערכי שליחויות⁴. מה יהיה גורלם של אלה כאשר המכוניות יהפכו לאוטונומיות? בפרט מתחדדת השאלה, האם השוק החופשי ידביק את קצב "הריסת" מקצועות אלה על ידי יצירת מקצועות חדשים?

כל אלו הן התפתחויות שניתן להעלות על הדעת. אולם אופק השינויים הטכנולוגיים והכלכליים-חברתיים שמייצרת מהפכת הרכב האוטונומי הוא רחב בהרבה משניתן לשער ולאמוד כרגע.

מהפכת הרכב האוטונומי: הזדמנות גדולה לתעשיית ההיי-טק הישראלית

השינויים הדרמטיים בתעשיית הרכב העולמית ובעולם הניוו מספקים הזדמנויות רבות לשחקנים חדשים שלא מגיעים מתחום הרכב להשתלב בתעשייה ולהשפיע על עיצוב המהפכה. חברות הטכנולוגיה הגדולות דוגמת אינטל, גוגל ואפל עמלות זה מכבר על פיתוח אב טיפוס של כלי רכב אוטונומיים, לצד יצרניות רכב כגון טויוטה, ג'נרל מוטורס וטסלה, ולעיתים ביחד איתן. ב-2016 הושקעו 1.1 מיליארד דולר בחברות הזנק בתחום טכנולוגיית הרכב (Auto Tech), וב-2017 סך ההשקעות צפוי להסתכם בפי שלושה מסכום זה⁵.

4 נתוני למ"ס לשנת 2016, מועסקים לפי קבוצות נבחרות של משלחי יד CB Insights (May 2017).The State of Auto Tech 3

3 KPMG (2012).Self-driving cars – the next revolution

פרק 5 אתגר ההון האנושי – נתיבי השתלבות ושימור בהיי-טק

הגדלת כוח האדם המיומן והמנוסה בתעשיית ההיי-טק היא יעד לאומי, והמדינה פועלת להגשמתו. במסגרת זו, רשות החדשנות תומכת בצמיחת "סיירות תכנות" כנתיב השתלבות נוסף בתעשייה, ובוחנת את בעיית התעסוקה בהיי-טק בגילאים המבוגרים

נוכח ההפנמה הגוברת של השלכות המחסור בעובדים מיומנים בתעשיית ההיי-טק הישראלית, עליו התרענו בדוחות החדשנות 2015 ו-2016, יצאה הממשלה בראשית 2017 בתוכנית לאומית להגדלת כוח האדם המיומן לתעשייה זו. התוכנית מציבה מטרה זו כיעד לאומי ומגייסת לפעולה את כלל הגופים הממשלתיים הרלוונטיים, בהם המועצה הלאומית לכלכלה, רשות החדשנות, הממונה על התעסוקה במשרד הרווחה, העבודה והשירותים החברתיים וגופים נוספים. התוכנית כוללת הן מאמצים ארוכי-טווח להגדלת פוטנציאל כוח האדם המיומן – בראש ובראשונה, הגדלת מספר הסטודנטים לתארים ראשונים במקצועות ההיי-טק ב-40 אחוזים, והן פעילויות קצרות-טווח למיצוי הפוטנציאל הקיים.

לרשות החדשנות תפקיד קריטי במסגרת מאמצים אלו, מתוקף היותה הגוף הקרוב ביותר לתעשיית ההיי-טק, והגוף האמון על המשך שגשוגה של תעשייה זו כמנוע צמיחה למשק הישראלי. הזירה החברתית-ציבורית ברשות, שהחלה לפעול השנה, תפתח פתרונות לצרכים ולאתגרים של התעשייה בתחום ההון האנושי ותפעל יחד איתה להטמעתם.

בהקשר זה, נבקש לכוון את הזרקור אל מאגרי הון אנושי זמינים, שניתן לשלבם (או לשמרם) בתעשיית ההיי-טק. המאגר הראשון הוא אקדמאים בעלי מיומנויות גבוהות, אשר מבקשים לעבור הסבה מקצועית, ובפרט בוגרי תארים במקצועות מדעיים. אוכלוסייה זו היא קהל המטרה של הכשרות חוץ-אקדמיות לתכנות (coding bootcamps) - מסלולים מהירים ואיכותיים להשתלבות בהיי-טק עבור מי שאינם בוגרי מקצועות ההיי-טק המובהקים. המאגר השני הוא עובדים ותיקים בתעשיית ההיי-טק, אשר מתקשים לשמור על מקומם במעגל התעסוקה בהיי-טק בגילאים המבוגרים (45+). בהמשך הפרק יובא דיון בסוגיה זו על בסיס תוצאות סקר ייחודי אודות תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק שנערך ברשות החדשנות בשיתוף עם לשכת המהנדסים.

< תעסוקה בהיי-טק: לימודי מדעי המחשב והנדסה אינם הדרך היחידה

שאלה מרכזית האופפת את הדיון בסוגיית המחסור בעובדים מיומנים לתעשיית ההיי-טק היא מדוע השכר הגבוה, המשקף כמובן ביקוש גבוה לעובדים, אינו מושך מספר רב יותר של עובדים לבחור במסלול קריירה זה. משמעות הפער בין השכר הממוצע בתעשיית ההיי-טק – 21 אלף שקלים בחודש – ובין השכר הממוצע במשק כולו – כ-9,800 שקלים² - מתחדדת על רקע השיח הציבורי הנרחב אודות יוקר המחייה בישראל. למרות כל אלה, הנתונים מצביעים על יציבות כבר למעלה מעשור בשיעור השכירים המועסקים בהיי-טק (ראה תרשים³), אל מול ביקוש גואה מצד החברות המתבטא בעלייה מתמדת של השכר.

1 להחלטת הממשלה ראה: <http://www.pmo.gov.il/Secretary/GovDecisions/2017/Pages/des2292.aspx>
2 למ"ס, שנתון סטטיסטי 2017, לוח 12.33 (נתוני 2016)
3 חושב על בסיס עיבוד שנעשה בחטיבת האסטרטגיה והכלכלה ברשות החדשנות לנתוני הלמ"ס. העיבוד כלל שיערוך והתאמה היסטורית של סך השכירים במשק על ידי הוספה רטרואקטיבית של מספר השכירים בצה"ל (בקבע ובסדיר) גם לפני 2012 (השנה בה הלמ"ס החלה לפרסם את הנתון הכולל).

אתגר ההון האנושי – נתיבי השתלבות ושימור בהיי-טק

הזדמנויות לשינוי קריירה חשובות מאוד בשוק התעסוקה המודרני



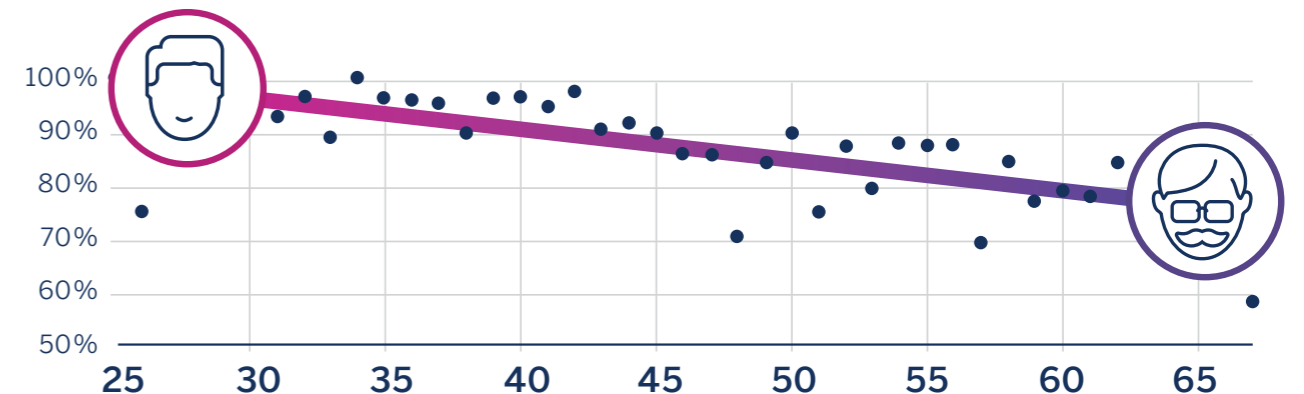
מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות עשויות להפוך לנתיב משמעותי להשתלבות בהיי-טק

בארה"ב – כ-25% מסך אנשי המחשבים שסיימו את לימודיהם ב-2016 הם בוגרי Coding Bootcamps. בישראל כלי זה החל להתפתח רק בשנתיים האחרונות.

רשות החדשנות השיקה השנה את מסלול "סיירות תכנות" כדי לעודד צמיחה של מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות איכותיות לתכנות בישראל

האם תעשיית ההיי-טק משמרת כהלכה את העובדים המיומנים הנקלטים בה?

סקר שערכה רשות החדשנות בשיתוף לשכת המהנדסים אודות תעסוקת עובדים ותיקים בתעשיית ההיי-טק מעלה אינדיקציות לירידה בשיעור התעסוקה בתחום ככל שהגיל עולה:



סיירות תכנות: נתיב חלופי להשתלבות בתעשיית ההיי-טק

על רקע נסיבות אלו החלו לפרוח מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות ללימודי מקצועות המחשוב. מתוך כלל סוגי המסגרות הפועלות, נתמקד באלו הקרויות "סיירות תכנות" - Coding Bootcamps. מסגרות אלו מבוססות במידה רבה על המודל של קורסים טכנולוגיים בצבא - הכשרה אינטנסיבית, מרוכזת ותובענית, המשלבת לימוד תיאורטי עם עבודה מעשית. מסגרות מסוג זה החלו להתפתח בארצות הברית ב-2012, על רקע אכזבה מאי-יכולתן של האוניברסיטאות לענות על הביקוש ההולך וגדל לעובדים בתחומי הטכנולוגיה. עם המסגרות הבולטות בארצות הברית נמנות, למשל, Le Wagon, Ironhack ו-General Assembly. הביקוש ללימודים במסגרות אלו מתרכז במידה רבה בקרב אקדמאים, שעבדו במקצוע אותו למדו ומתעניינים בהסבה לתחום מקצועי אחר בעל פוטנציאל השתכרות גבוה יותר.

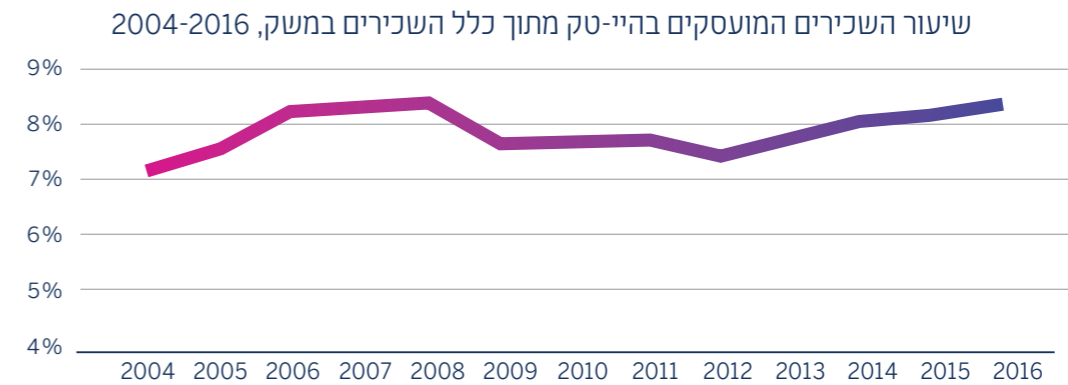
רוב המסגרות מלמדות שפות תכנות נפוצות, ומעדכנות את תוכנית הלימודים בהתאם לביקוש בשוק. לצדן מתפתחות מסגרות חדשות שמציעות הכשרות בתחומים כגון data science, סייבר, UI/UX, עיצוב ושיווק.⁵ נוסף על ידע בשפות תכנות, מסגרות אלו שואפות להקנות לבוגריהן מיומנויות רכות החיוניות לשוק העבודה המודרני כגון למידה עצמאית, עבודת צוות, עבודה בין-צוותית וכלים לפיתוח קריירה לאורך החיים.

מסגרות ההכשרה האיכותיות, ובמיוחד אלו שהמודל העסקי שלהן בנוי על תגמול על בסיס השמה מוצלחת בשוק העבודה, מקפידות על מיונים קפדניים ודרישות גבוהות לאורך ההכשרה. כתוצאה מכך, הפרופיל האופייני של האנשים המגיעים למסגרות אלה הוא בוגרי אקדמיה שסיימו תארים במקצועות מדעיים או טכנולוגיים ואשר יש להם רקע המקל עליהם את לימודי התכנות האינטנסיביים.

כדי שמסגרות אלו יצליחו לייצר זרם משמעותי של עובדים מיומנים לתעשיית ההיי-טק בישראל, עליהן להיות אטרקטיביות הן עבור מועמדים מוכשרים והן עבור מעסיקים התרים אחר עובדים מיומנים. בפרט, כדי שמסגרות אלה יתרחבו, נדרש גידול בביקוש אליהן מצד אקדמאים מצטיינים המעוניינים בהסבה מקצועית וכן גידול בביקוש לבוגרים מצד המעסיקים. כיום כלי זה עדיין אינו מפותח דיו בישראל, ולכן גם אינו מוכר יחסית - לצד מספר מצומצם מאוד של מסגרות ותיקות, החלו לצוץ מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות חדשות רק בשנתיים האחרונות. כתוצאה מכך, שורר בקרב מועמדים פוטנציאליים חוסר ודאות ביחס לתועלת הגלומה בהן, במיוחד אל מול ההשקעה הנדרשת כדי לצלוח את המסלול - במונחי עלות, זמן ומאמץ אינטלקטואלי.⁶ במקביל, היכרותם של מעסיקים עם מסגרות אלו והתועלת שהן יכולות להניב עדיין נמוכה.

אולם פריחת הכשרות אלו בארצות הברית משקפת את הפוטנציאל הגלום בהן: בוגרי Coding Bootcamps היוו כרבע מסך אנשי המחשבים שסיימו את לימודיהם ב-2016 במדינה, והם משתלבים בתעשיית ההיי-טק האמריקאית, לרבות בחברות מובילות. לפיכך, קידום האטרקטיביות של מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות לתכנות הן עבור מועמדים פוטנציאליים והן עבור מעסיקים עשויה להפוך אותן לנתיב השתלבות משמעותי בתעשיית ההיי-טק. ככל שיותר מועמדים איכותיים יפנו למסלול זה, כך ייווצר מוטיב חיובי לבוגרי המסגרות בתעשייה והם ישתלבו במשרות איכותיות ובשכר גבוה. התפתחות כזו תפתח אקדמאים מצטיינים נוספים המעוניינים בשינוי קריירה להצטרף למסלול, וחוזר חלילה. לצד זאת, חשוב ללמוד מסגרתן של מספר מסגרות בארצות הברית בחודשים האחרונים, אשר המודל העסקי שלהן לקה בחסר או שלא השכילו להתאים עצמן לצרכים המשתנים של מעסיקים בתעשיית ההיי-טק. לפיכך, רשות החדשנות מבקשת לעודד צמיחה של מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות איכותיות לתכנות בישראל. במסגרת זו, השיקה רשות החדשנות השנה מסלול סיירות תכנות (ראו מסגרת).

תרשים 1: שיעור השכירים המועסקים בהיי-טק נותר דומה כבר עשור



מקור: עיבוד רשות החדשנות לנתוני למ"ס

ישנם מספר הסברים לתופעה זו. ראשית, מסלולי קריירה בהיי-טק עוברים באופן מסורתי במספר מצומצם יחסית של שערי כניסה, המרכזיים בהם הינם לימודים גבוהים בפקולטות להנדסה ומדעי המחשב ושירות צבאי ביחידות טכנולוגיות. ספי הכניסה למסלולים אלה גבוהים יחסית, והם מסננים צעירים רבים שמעוניינים להשתלב בהם, ביניהם גם כאלה שניחנו בכישורים היסודיים הנדרשים להצלחה במקצועות ההיי-טק. בהקשר זה נזכיר כי במסגרת התוכנית הלאומית להגדלת כוח האדם המיומן לתעשיית ההיי-טק נקבע יעד גידול של 40 אחוזים במספר הסטודנטים בהשכלה הגבוהה במקצועות ההיי-טק. עיקר המאמץ להגדלה זו ייעשה באוניברסיטאות. כדי להגשים יעד זה, הוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה (ות"ת) פועלת במגוון ערוצים: הרחבת הסגל האקדמי במקצועות ההיי-טק, פיתוח התשתיות הפיזיות הנדרשות, צמצום נשירה מלימודי מקצועות ההיי-טק, הגדלת שיעור האוכלוסיות הייחודיות במקצועות אלו, ובפרט נשים, דיגיטציה של קורסים בתחום ועוד.

שנית, ישנה שכבה לא מבוטלת של צעירים המסוגלים לעמוד בתנאי הקבלה האקדמיים למקצועות ההנדסה והמחשבים אך בוחרים במסלול אחר, משום שהיתרונות הבולטים של תעשיית ההיי-טק אינם ממוקמים גבוה בסדר העדיפויות שלהם במועד הבחירה. הבחירה בתחום לימודים, אשר מעצבת במידה רבה את מסלול הקריירה העתידי, מתקבלת לרוב בגילאי ה-20 המוקדמים על בסיס תפישות וסדרי עדיפויות שמשקפים נקודת זמן זו. לפי מחקר של ה-OECD, צעירים בוחרים תחום לימודים לפי עניין, הגשמה עצמית, שכר עתידי ונוחות - בסדר יורד.⁴ סדר עדיפויות זה עשוי להשתנות בהמשך חייהם המקצועיים, כמו גם תפישותיהם אודות עניין והגשמה עצמית בעבודה.

שוק התעסוקה המודרני מאופיין בשינויים תדירים בביקוש למקצועות שונים, ומנגד העלייה בתוחלת החיים גוזרת תקופת קריירה ארוכת שנים. לפיכך, האפשרות לשנות מסלול במהלך הקריירה מקבלת חשיבות רבה. כיום, צעירים רבים שבחרו בתחום לימודים מסוים משנים את העדפות הקריירה שלהם לאחר תקופת היכרות עם שוק התעסוקה, אך התפיסה ששינוי מקצוע כרוך בחזרה ללימודים אקדמיים מקטינה את המוטיבציה שלהם לנקוט בצעד כזה.

אולם, הביקוש הגבוה בתעשיית ההיי-טק לבוגרי יחידות טכנולוגיות של צה"ל שסיימו זה עתה את שירותם הצבאי מדגים שלימודים אקדמיים, על יתרונותיהם המובהקים, אינם הדרך היחידה להשתלבות בתעשייה זו. חלק מחברות ההיי-טק בישראל - ובייחוד חברות תוכנה דינמיות שמגייסות מספר רב של מתכנתים - אכן נוקטות כיום במיונים על בסיס כישורים ויכולות, ללא התייחסות להשכלה הפורמלית של המועמד. תופעה זו קשורה גם בביקוש ההולך והגובר למתכנתים במשק כולו: המחסור הקיים מניע את המעסיקים לגייס עובדים מוכשרים בדרכים חלופיות, ובכך נוצרת הזדמנות למעגלים רחבים יותר להשתלב בתעשיית ההיי-טק.

6 הכשרות אלו אורכות באופן טיפוסי מספר חודשים, ומתנהלות במתכונת אינטנסיבית. התלמיד נדרש להשקיע את כל כולו בהכשרה והוא אינו יכול לעבוד במהלך תקופה זו. מעבר לאובדן ההכנסה האלטרנטיבית במהלך תקופת ההכשרה, על התלמיד לשלם את עלות שכר הלימוד. לרוב, עלות זו עומדת על 20,000 שקלים ומעלה, כלומר כ-60-100 אחוזים מעלות של תואר אקדמי במסגרת ציבורית. במסגרות בהן ההכשרה היא בחינם תמורת העסקה עתידית, עלותה הכשרה עשויה להיות גבוהה אף יותר, והיא נגבית בפועל מהשכר אותו מרוויח בוגר ההכשרה בשנתיים העוקבות שבהן הוא מועסק כבוגר ההכשרה

4 OECD (2008). Encouraging Students Interest in Science and Technology Studies.
5 Stewart, L. (2016, December 07). 2016 Growth of the Bootcamp Model. Course Report

< עובדים ותיקים בהיי-טק – משאב בניצול נמוך?

הממשלה משקיעה מאמצים באפיקים שונים במטרה להגדיל את היצע העובדים המיומנים לתעשיית ההיי-טק. במקביל, עלינו לוודא שתעשיית ההיי-טק מנצלת את המשאב האנושי הקיים בצורה היעילה ביותר. כלומר, יש לבחון את יכולתה של התעשייה לשמר את העובדים המיומנים הנקלטים בה. בחלק זה נדון בשימור עובדים ותיקים בתעשייה.

מזה זמן רב נשמעות טענות בקרב הציבור ובכלי התקשורת על כך שתעסוקה בתחום ההיי-טק אינה בת-קיימא בגילאים המבוגרים, אולם טענות אלו טרם קיבלו אישוש אמפירי. עובדי היי-טק נדרשים להמשיך וללמוד לאורך הקריירה שלהם טכנולוגיות חדשות, חלקן שונות בתכלית מאלו המוכרות להם, ולהסתגל לשינויים לא-צפויים כגון סגירה ופתיחה של חברות או הסטת המיקוד העסקי מתחומים מסוימים לאחרים. יש הסבורים שקצב השינויים המהיר בתעשייה, הן בהיבט הטכנולוגי והן בהיבט העסקי, מקשה על עובדים ותיקים. אחרים מצביעים על רמות השכר הגבוהות אליהן מטפסים עובדי היי-טק לאורך שנות הקריירה כאבן נגף, משום שמעסיקים ימיהו לפטר את העובדים היקרים ביותר בזמן משבר, ולאחר מכן יעדיפו לשכור במקומם עובדים צעירים ו"זולים". לבסוף, ישנה השערה שהתעשייה מאופיינת במבנה פירמידלי, כך שעובדים שפנו לניהול אך בהמשך הדרך לא התברגו בעמדות ניהול בכירות יותר אינם מוצאים את מקומם.

טענות אלו אינן ייחודיות לתעשיית ההיי-טק. מחקר של שירות התעסוקה אודות תעסוקת עובדים ותיקים מצא שעובדים בגילאי 45 ומעלה עשויים לחוות קשיים בשמירה על מקום עבודתם או במציאת עבודה מתאימה – בכלל ענפי המשק. אינדיקציות לקשיים אלו עולות בירידה בשיעורי התעסוקה החל בגילאים אלו, ובעלייה במשך הזמן הדרוש למציאת עבודה⁷. אולם, על רקע המחסור בכוח אדם מיומן בתעשייה, לא היינו מצפים שקשיים כאלו יתקיימו בקרב עובדי היי-טק. אם אכן סיכויי התעסוקה של עובדים מיומנים ותיקים בהיי-טק נמוכים יותר משל צעירים, פירוש הדבר שהתעשייה אינה מנצלת את כל מאגרי ההון האנושי הזמינים עבורה. תשובה מבוססת לשאלה זו הינה חיונית לגיבוש כלי מדיניות מתאימים לפתרון בעיית המחסור ולטיפוח היצע הון אנושי מיומן לתעשייה בטווח הארוך.

סקר תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק – ממצאים ראשוניים

כדי לענות על שאלה זו, ערכה רשות החדשנות סקר מקיף אודות תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק. הסקר נערך בשיתוף עם לשכת המהנדסים, האדריכלים והאקדמאים במקצועות הטכנולוגיים בישראל. תפוצת הסקר הייתה רחבה⁸, ובהתאמה התקבל מדגם של כ-1,200 משיבים אשר מועסקים או הועסקו בענפי ההיי-טק, או בעלי משלחי יד מעולמות ההיי-טק אשר מועסקים או הועסקו בתחומים משיקים.

המשיבים על הסקר נשאלו אודות מצבם התעסוקתי (האם הם עובדים כשכירים, כעצמאים או שאינם מועסקים כלל), ואודות מאפיינים תעסוקתיים שונים כגון התעשייה אליה הם משתייכים, טווח השכר שלהם, סוג התפקיד בו הם מועסקים, השכלתם ועוד. בקרב אלו שאינם מועסקים, בחן הסקר קשיים במציאת עבודה חדשה בהיבטים שונים. בנוסף, נבחנו עמדות המשיבים ביחס למצבם התעסוקתי של עובדים ותיקים בהיי-טק, ביחס לחסמים להעסקתם וביחס לפתרונות רצויים. בדוח זה מובאים ממצאים ראשוניים מניתוח תוצאות הסקר, ובהמשך תערוך רשות החדשנות מחקר יסודי על בסיסן.

7 מקובל להתייחס לעובדים ותיקים כעובדים בגילאי 45 ומעלה.
8 הכהן, ר' (2014). תעסוקת מבוגרים בישראל, סקירה בנושא מצבם של אנשים לאחר גיל 45 בשוק העבודה הישראלי. שירות התעסוקה הישראלי
9 הסקר הופץ באופן מקוון



רשות החדשנות – הלכה למעשה

< מסלול "סיירות תכנות" - רשות החדשנות מתחילה לתמוך במסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות

בהתאם להחלטת הממשלה 2292 מראשית 2017 (התוכנית הלאומית להגדלת כוח אדם מיומן לתעשיית ההיי-טק), מגבשת רשות החדשנות בימים אלה מספר תוכניות להגדלת כוח האדם המיומן לתעשיית ההיי-טק בטווח הזמן הקצר והבינוני. תוכניות אלה כוללות בראש ובראשונה את התמיכה במסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות לתכנות, לצד קליטת עובדים מיומנים מחו"ל, בדגש על ישראלים חוזרים וזכאי חוק השבות.

רשות החדשנות תתמוך במסגרות להכשרה חוץ-אקדמית בתכנות במסגרת מסלול "סיירות תכנות". המסלול מיועד לחברות הכשרה, עמותות, מוסדות אקדמיים וחברות היי-טק המעוניינות להקים או להרחיב מסגרת כזו. פעילות רשות החדשנות לקידום התחום נחלקת לשני רבדים: ראשית, יצירת מוניטין של איכות בקרב מעסיקים ומועסקים פוטנציאליים, דרך עידוד כניסת שחקנים איכותיים לתחום ההכשרה, פיקוח ובקרה על המסגרות, והגברת המודעות לקיומן ולתועלת הגלומה בהן. שנית, שכלול השוק והגדלת מספר התלמידים בסיירות תכנות באמצעות מענקים למסגרות נבחרות. גובה המענק נקבע לפי שכרם של בוגרי המסגרת המועסקים בהיי-טק בתום ההכשרה, שמספק אינדיקציה לאיכות המסגרת. מענק גבוה יותר יינתן עבור בוגרים המשתייכים לאחת הקבוצות המצויות בתת-ייצוג בתעשייה. המסגרות יכולות להשתמש במענקים בין השאר כדי להעניק מלגות למועמדים, וכך להגדיל את נגישותן.

המסלול יפעל בשלב ראשון כפיילוט, ובהתאם לתוצאותיו תיבחן הרחבתו. המרכז להפעלת המסלול יתפרסם לקראת סוף השנה (רבעון 4, 2017).

לפרטים נוספים: <http://economy.gov.il/RnD/Programs/Pages/coding-bootcamps.aspx>

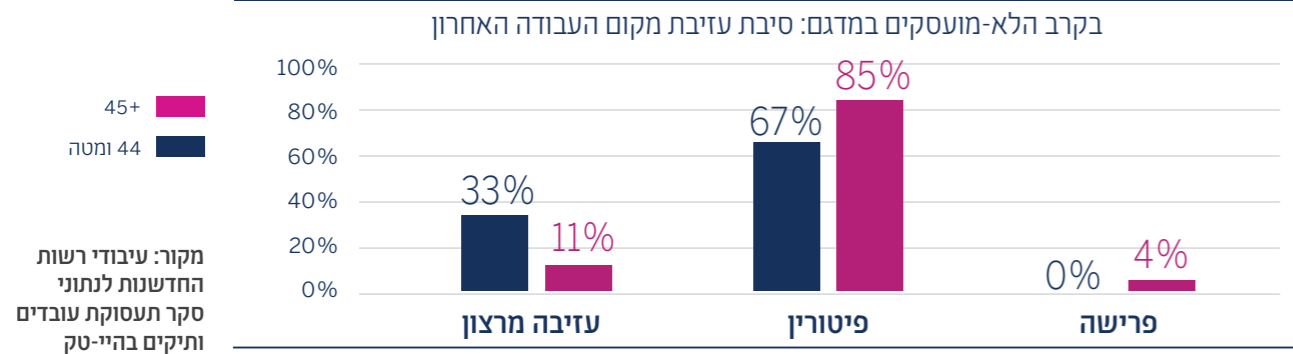
< התוכנית להשבת אקדמאים – משלבים ישראלים בעלי ניסיון בינלאומי בתעשייה הישראלית

התוכנית הלאומית להשבת אקדמאים נועדה לענות על הצורך הגובר במשק הישראלי באקדמאים מובילים בתחומם, שצברו ידע, השכלה וניסיון בינלאומיים. התוכנית החלה לפעול בשנת 2013 כשותפות בין משרד העלייה והקליטה, משרד הכלכלה, משרד האוצר והוועדה לתכנון ותקצוב (ות"ת) של המועצה להשכלה גבוהה ורשות החדשנות.

התוכנית פונה לאקדמאים ישראלים השוהים בחו"ל ויכולים להשתלב בתעשייה, באקדמיה ובמוסדות הרפואה בישראל, תוך שיתוף פעולה עם מעסיקים במשק הישראלי. בשנת 2016 היו רשומים לתוכנית למעלה מ-4,000 אקדמאים שנמצאים בחו"ל, וקרוב ל-400 מעסיקים היו פעילים במסגרתה. בסך הכל, כ-900 אקדמאים ישראלים חזרו לארץ בסיוע התוכנית מאז הקמתה.

בינואר 2017 הוחלט לשנות את מתכונתה של התוכנית כך שתפעל תחת רשות החדשנות תוך מיקוד בצורכי תעשיית ההיי-טק הישראלית. התוכנית תפנה לאקדמאים המבקשים לעבוד בתעשיית ההיי-טק, הן אזרחים ישראלים הנמצאים בחו"ל והן אזרחים זרים אשר זכאים לעלות לישראל לפי חוק השבות. בימים אלו הרשות מגבשת את פרטי המתכונת החדשה של התוכנית.

תרשים 3: שיעור גבוה יותר מבין המבוגרים שאינם מועסקים עזבו את תפקידם הקודם בניגוד לרצונם



מקור: עיבודי רשות החדשנות לנתוני סקר תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק

ממצאים נוספים נוגעים להשערות הרווחות ביחס לחסמים להעסקת עובדים ותיקים בהיי-טק. המשיבים נשאלו אילו סיבות עלולות לדעתם להקטין את האטרקטיביות של העסקת עובד ותיק בתחום ההיי-טק. יותר ממחצית המשיבים סבורים ששכר גבוה מהווה חסם¹², אף שבפועל לא נמצאו אינדיקציות לקשר שלילי בין רמת השכר וסיכויי התעסוקה¹³. למעלה ממחצית המשיבים על הסקר אף סבורים שחוסר עדכון טכנולוגי עלול להקטין את האטרקטיביות של העסקת עובדים ותיקים. בקרב המשיבים הצעירים (גילאי 44 ומטה) שיעור זה אף עולה על 60 אחוזים. בהקשר זה, הממונה על התעסוקה במשרד הרווחה, העבודה והשירותים החברתיים, בשיתוף ארגון הג'וינט והטכניון, החלו לאחרונה להפעיל קורס ריענון טכנולוגי למהנדסי תוכנה ותיקים (ראו מסגרת). למעלה ממחצית המשיבים אף ציינו קושי בהשתלבות בסביבה חברתית צעירה, וכ-30 אחוזים ציינו שחיקה וחוסר מוטיבציה.

מהסקר אף עולים ממצאים מעניינים לגבי מקומו של משתנה הגיל בעיצוב תפישות ותחושות הקשורות ביציבות תעסוקתית. ראשית עולה כי **בכלל המדגם, הקושי עבור מבוגרים למצוא עבודה חדשה נתפש כמשמעותי**. אולם מידת הקושי הנתפס עולה עם הגיל – כלומר, צעירים מעריכים את הקושי עבור מבוגרים למצוא עבודה חדשה כפחות משמעותי מהמבוגרים עצמם (ראו תרשים 4). שנית, עולה כי החשש לעתיד התעסוקתי גובר ככל שמתבגרים ומגיע לשיאו סביב גיל 50, אולם לאחר מכן חלה דווקא ירידה במידת החשש (ראו תרשים 5). ניתן לשער כי מגמה זו קשורה להתקרבות לגיל הפרישה.

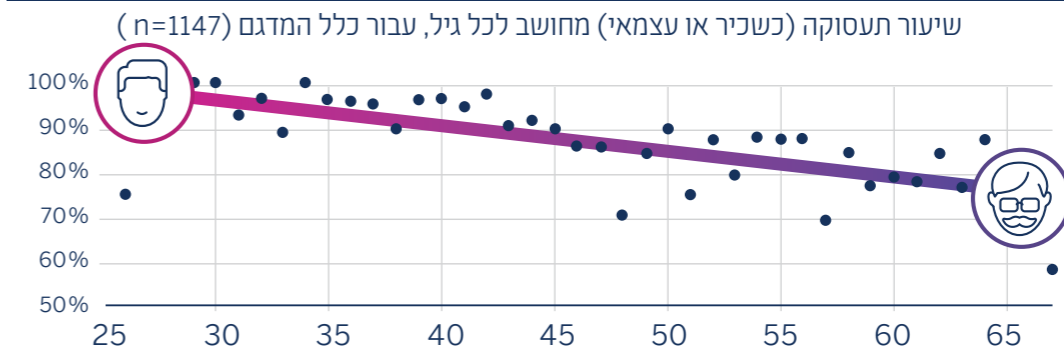
אם כן, מניתוח ראשוני של תוצאות הסקר עולה לראשונה כי ישנו בסיס אמפירי לטענות על סיכויי תעסוקה נמוכים יותר בתעשיית ההיי-טק עבור עובדים ותיקים, ובפרט בקרב מנהלים. נוסף על כך, עולה כי עובדי ההיי-טק עצמם סבורים שקיים קושי תעסוקתי עבור עובדים ותיקים – תחושה שמתגברת ככל שמתקרבים לגילאים המבוגרים. אולם, נדרשת עבודת ניתוח נוספת על מנת לרדת לעומקה של התופעה ולהבין טוב יותר את מרכיביה השונים. בהקשר זה, עשויה פעילות הממונה על התעסוקה במשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים לשילוב מחדש של מתכנתים ותיקים בתעשייה (ראו מסגרת) לשמש כפיילוט לבחינת חלק מהתובנות העולות מהסקר, בפרט חלקו של פרמטר העדכון הטכנולוגי בתופעה זו. בכונת רשות החדשנות לבחון פיתוח תוכניות נוספות שיתנו מענה לכשל שוק זה ויסייעו בשילובם של עובדים מבוגרים.

טבלה 1: מאפייני המדגם – סקר תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק

מאפיינים דמוגרפיים	80% גברים
מאפיינים תעסוקתיים	90% מחזיקים בהשכלה אקדמית
	50% מועסקים (או הועסקו בתפקידם האחרון) בתפקידים מקצועיים-טכנולוגיים, 40% בתפקידים ניהוליים (לרבות ניהול מקצועי-טכנולוגי), והיתר – בתפקידי מעטפת ואחרים.
	35% משתכרים (או השתכרו בתפקידם האחרון) למעלה מ-30,000 שקלים בחודש.

הממצא הראשון והבולט ביותר בסקר הוא ירידה בשיעור התעסוקה ככל שהגיל עולה (ראו תרשים 2). כלומר, לגיל השפעה שלילית על סיכויי התעסוקה¹⁰. מתוצאות הסקר אף עולה כי תופעת הירידה בשיעורי התעסוקה אכן בולטת יותר בקרב מנהלים. יש לציין כי בקרב המשיבים שאינם מועסקים, רובם המוחלט מחפשים עבודה, ורק מיעוטם פרשו לחלוטין משוק התעסוקה. כלומר, אין מדובר במגמה של פרישה מוקדמת.

תרשים 2: שיעור המועסקים במדגם יורד ככל שמתבגרים



מקור: עיבודי רשות החדשנות לנתוני סקר תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק

ממצא נוסף מתייחס להשתנות תמהיל התעסוקה עם הגיל: **שיעור השכירים יורד ככל שהעובדים מתבגרים, ובמקביל שיעור העצמאים עולה**. כלומר, התמונה המסתמנת היא שלאורך הקריירה, חלק מהשכירים בהיי-טק ובעולמות המשיקים אליו יוצאים משוק העבודה, וחלקם הופכים לעצמאים.

בקרב מי שאינם מועסקים בקבוצת המדגם – הוותיקים (בני 45 ומעלה) רובם המוחלט עזבו את תפקידם הקודם כנגד רצונם, ואילו הצעירים עזבו את תפקידם האחרון מרצונם בשיעורים גבוהים יותר (ראה תרשים 3)¹¹. אולם אין פירוש הדבר בהכרח כי עובדים ותיקים מפוטרים יותר מצעירים. ייתכן ששיעור הצעירים המפוטרים דומה, אולם הם מוצאים בקלות רבה יותר עבודה חדשה ולכן הם לא "נתפסו" בקטגוריית הלא-מועסקים בעת המענה על הסקר.

12 שאלה רבת-ברירה – גם סיבות אחרות סומנו באחוזים גבוהים.

13 בתוך קבוצת הלא-מועסקים, לא נמצא כי הקושי למצוא עבודה חדשה בקרב מי שהשכר שלו בתפקידו האחרון היה גבוה יותר – גדול יותר, וכן לא נמצא שהתפלגות השכר שונה, הן בכלל המדגם והן בקרב המבוגרים בלבד - בין מועסקים ללא מועסקים.

10 יש לציין כי ייתכן שבתוך השפעת הגיל מגולמת, למעשה, השפעת השנתון (cohort), כלומר השפעתם של הבדלים דמוגרפיים או סטטיסטיים בין קבוצות גיל שונות. דוגמה להבדל כזה יכולה להיות סוג ההכשרה הטכנולוגית שניתן לשנתונים שונים.

11 יש לציין כי גם בקרב מי שפרשו, כמחצית מחפשים בכל זאת עבודה.

שילוב מחדש של מתכנתים ותיקים

הממונה על התעסוקה פועלת לשילוב מחדש של מתכנתים ותיקים בתעשייה

כחלק מהטיפול הכולל במחסור בעובדים מיומנים לתעשיית ההיי-טק, השיקה לאחרונה הממונה על התעסוקה במשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים, בשיתוף פעולה עם ג'וינט-תבת, הטכניון ותוכנית "אמצע הדרך", קורס ריענון טכנולוגי למהנדסי תכנה ותיקים (בגילאי 45 ומעלה). מטרת הקורס היא להחזיר למעגל העבודה מהנדסי תוכנה ותיקים שהתרחקו מתחום פיתוח התוכנה, באמצעות לימוד נושאים מתקדמים על בסיס השכלתם וניסיונם הקודם בתחום.

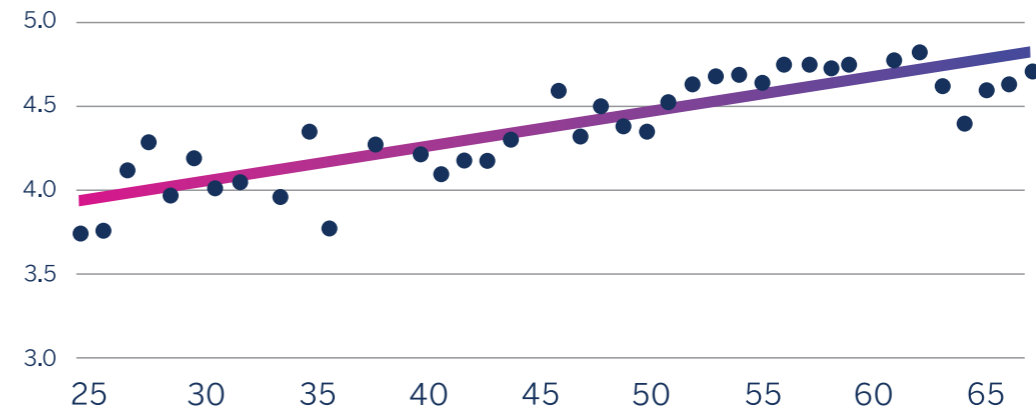
הקורס שם דגש על רכישת ידע עדכני - כדוגמת תכנות באנדרואיד, data science, עקרונות הפיתוח הזריז (agile) ופיתוח מיומנויות מעשיות, והיקפו 320 שעות אקדמיות, המרוכזים בארבעה ימי לימודים אינטנסיביים בשבוע. בסיום הקורס, המשתתפים עובדים על פרויקט פיתוח מוצר, בו הם מביאים לידי ביטוי את הידע והמיומנויות שרכשו במהלך התוכנית. במהלך הקורס ניתנות גם 10 שעות של ליווי תעסוקתי - הדרכה לריענון קורות חיים והכנה לראיונות עבודה.

הקורס מוצע בעלות מסובסדת של כ-3,000 שקלים, בעוד עלותן של מסגרות פרטיות דומות מגיעה ל-15,000 שקלים ויותר. המחזור הראשון כבר יצא לדרך ביולי 2017 ומחזור נוסף צפוי להיפתח במהלך נובמבר 2017; במידה ושיעורי ההשמה של בוגרי הקורס יהיו גבוהים, תיבחן הרחבתה של התוכנית בעתיד.

לפרטים נוספים לגבי הקורס הבא: RikiA@jdcnet.org

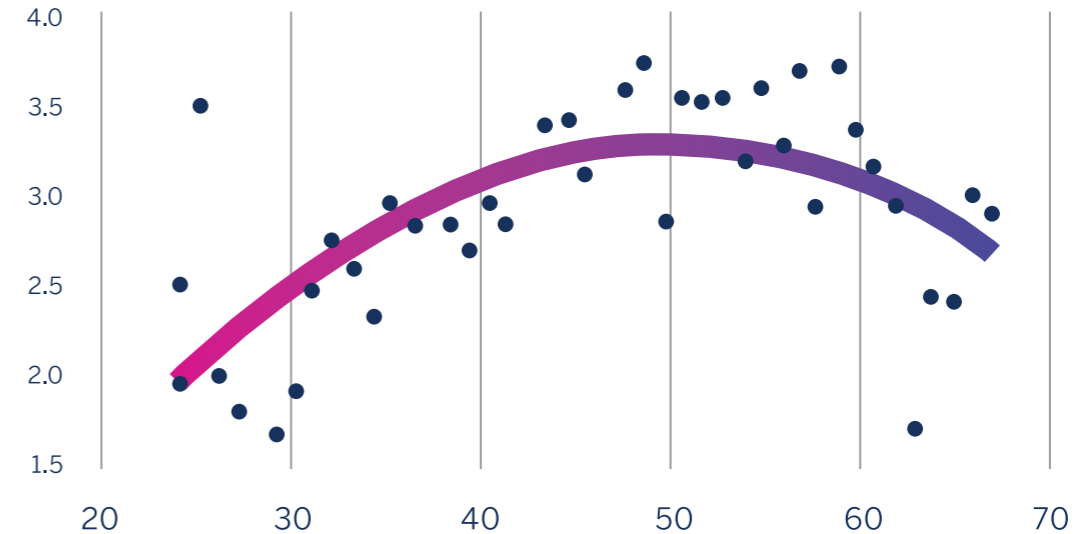
אנו מודים למטה הממונה על התעסוקה במשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים, לוועדה לתכנון ותקצוב (ות"ת) במועצה להשכלה גבוהה, וללשכת המהנדסים, האדריכלים והאקדמאים במקצועות הטכנולוגיים בישראל על תרומתם לפרק זה.

תרשים 4: ככל שמתבגרים, תופשים את הקושי עבור מבוגרים למצוא עבודה כמשמעותי יותר באיזו מידה לדעתך לעובדים מבוגרים קיים קושי באיתור מקום עבודה חדש? (1-5)



מקור: עיבודי רשות החדשנות לנתוני סקר תעסוקת עובדים ותיקים בהיי-טק

תרשים 5: מידת החשש לעתיד התעסוקתי עולה ככל שמתבגרים, אולם יורדת לקראת גיל הפנסיה מידת חשש מדווחת לעתיד התעסוקתי במקום העבודה (1-5)



פרק 6 ניגודים משלימים חדשנות בישראל וברפובליקה הקוריאנית

על אף ההבדלים
התרבותיים והעסקיים
ביניהן, החדשנות
הקוריאנית והחדשנות
הישראלית משלימות זו
את זו. האתגר: לגשר על
הפערים ולהצמיד את
יחסי המו"פ המסחריים בין
המדינות אל דרך המלך

이스라엘

בין ישראל ובין הרפובליקה הקוריאנית (להלן: קוריאה) מתקיימת מערכת יחסים סינרגטית בתחומי החדשנות והמסחר, המבוססת על ניגודים משלימים. במבט כללי, יש מן המשותף לשתי המדינות בהיבטים היסטוריים וגאו-פוליטיים שונים: בדומה למדינת ישראל, קוריאה הוכרזה כמדינה עצמאית רק בשנת 1948 ועברה מאז פיתוח כלכלי מואץ; היא מצויה בסכסוך מתמשך עם שכנתה מצפון; ומשאבי הטבע שלה דלים. עם זאת, בניגוד לישראל, האוכלוסייה בקוריאה הומוגנית ומונה כ-50 מיליון בני אדם, ולעם הקוריאני מסורת רצופה בת 4,500 שנים בחצי האי הקוריאני.

כאשר מאירים את הזרקור על התרבות העסקית בשתי המדינות, ניכר שהחדשנות הקוריאנית שונה בצורה מהותית מזו הישראלית. הקוריאנים מתמחים בגידול הדרגתי של חברות קטנות ובינוניות לתאגידים גדולים, ובהקמת שרשרת ייצור שלמה בטכנולוגיה מתקדמת. לעומתם, הישראלים מצטיינים בהקמת חברות הזנק קטנות סביב רעיון פורץ דרך.*

הודות לתרונות היחסיים המשלימים הללו, התפתחו בשנים האחרונות שיתופי פעולה ישראלים-קוריאניים מוצלחים התורמים לכלכלת שתי המדינות. יחסי גומלין אלה התפתחו בתמיכתן ובעידודן של ממשלות קוריאה וישראל, בפרט באמצעות קרן קוריל (KORIL-RDF) – קרן המו"פ הדו-לאומית ישראל-קוריאה – שנוסדה בשנת 2001 לאחר הידוק היחסים בין שתי המדינות (ראו מסגרת). **עד שנת 2016 יצאו לפועל בסיוע הקרן יותר מ-140 מיזמי חדשנות טכנולוגית משותפים לחברות ישראליות וקוריאניות העוסקים בחדשנות טכנולוגית, בהיקף כולל של כ-54 מיליון דולר.**

* אפיון והשוואת תרבויות במדינות שונות עלולים לנטות להכללות. אם חטאנו לניואנסים תרבותיים בישראל ובקוריאה – לא זו הייתה כוונתנו.

סוד ההצלחה הקוריאני: השקעה ממשלתית והצמחת חברות ענק

שמות הקונגלומרטים הקוריאנים הגדולים, כמו סמסונג, LG, יונדאי, SK וקיה מוטורס מוכרים לכולם בעולם המערבי. לעיתים נדמה כי קוריאה הייתה מאז ומעולם מוקד של שגשוג כלכלי וטכנולוגי, אך אלה אינם פני הדברים. במחצית הראשונה של המאה העשרים קוריאה הייתה נתונה לכיבוש יפני שנמשך 35 שנים. זהו הכיבוש האחרון בקוריאה לאחר שרשרת כיבושים זרים שהחלה לפני אלפי שנים. עם סיומה של מלחמת העולם השנייה, ניסו המעצמות לכונן מדינה עצמאית מאוחדת בחצי האי הקוריאני. בעקבות כישלון, פרצה מלחמה בין הקומוניסטים בצפון ובין האנטי-קומוניסטים בדרום. ב-1953, כעבור שלוש שנות מלחמה, הוכרזה הפסקת אש והתקבעה החלוקה בין הצפון לדרום. הרפובליקה הקוריאנית, שהייתה מדינה אגררית והרוסה לחלוטין מהמלחמה, פצחה בתהליך שיקום מואץ. תנופת בנייה ויזמות לוו אז בהלך רוח לאומי של מחויבות טוטלית למדינה ולהצלחתה, כאשר ברקע עמדה ההבנה שמנקודת השפל של סיום המלחמה ניתן רק לצמוח.

בשנים אלה הונחו התשתיות לכלכלה הקוריאנית המודרנית. המשטר האוטוריטרי שמשל באותן שנים הקים מערכת חינוך איכותית, שבוגריה המשכילים היוו את הקרקע הבשלה לקליטה, להטמעה ומאוחר יותר לפיתוח של טכנולוגיות. המשטר גם ייסד אוניברסיטה טכנית ומכוני מחקר רבים בפארק טכנולוגי שהתפתח לאשכול משגשג. בתהליך זה, המכונה "הנס על נהר האן", הפכה קוריאה מכלכלה חקלאית ענייה לאחת מהכלכלות המפותחות והעשירות בעולם, התוצר לנפש במדינה צמח מ-605 דולר בשנת 1970 ל-35,920 דולר בשנת 2016.²⁻¹

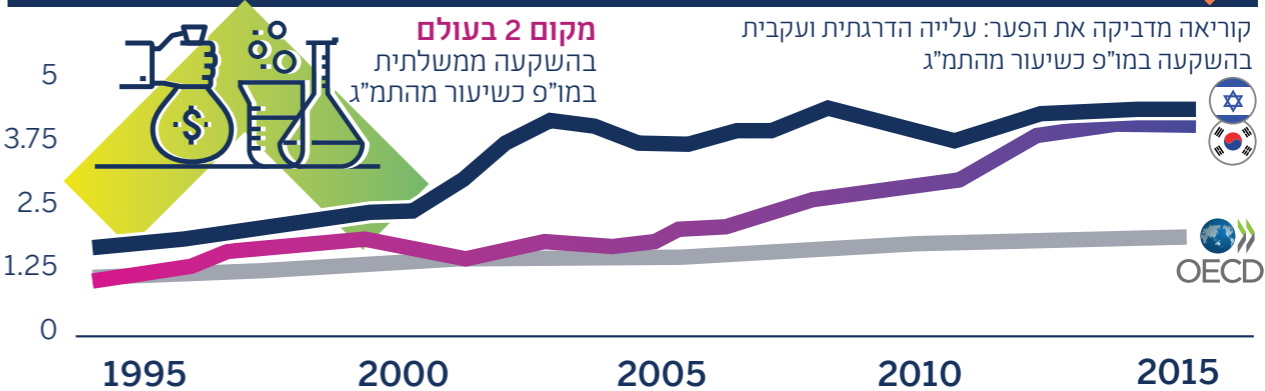
ממשלת קוריאה הכירה לאורך השנים בחשיבות הגדולה של חדשנות טכנולוגית להתפתחות המדינה, ולפיכך השקיעה ועודנה משקיעה תקציבי ענק במחקר ובפיתוח, בפרט בתחומי ה-ICT.³ כך, שיעור ההשקעה במו"פ בקוריאה הכפיל את עצמו בין השנים 2000 ל-2015, והוא עומד כיום על 4.23 אחוזים (2015).⁴ חלקה של הממשלה בהוצאה על מחקר ופיתוח גבוה במיוחד

1 Yim, D. S.(2004). Korea's National Innovation System and the Science and Technology Policy. Seoul: STEPI;
2 <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>; נתוני OECD – תמ"ג במחירים שוטפים, באתר:
3 Campbell, J. (2012). Building an IT Economy: South Korean Science and Technology Policy. Issues in Technology Innovation, vol. 19, 2012
4 Van Noorden, R. (2017, February 7). Israel edges out South Korea for top spot in research investment. Nature. http://www.nature.com/news/israel-edges-out-south-korea-for-top-spot-in-research-investment-1.21443?WT.mc_id=TWT_NatureNews

כלכלת קוריאה - "הנס על נהר האן": צמיחה מואצת מבוססת טכנולוגיה וטיפוח תאגידי ענק

הרפובליקה הקוריאנית
הוכרזה כמדינה עצמאית ב-1948 | 51 מיליון תושבים
תוצר לנפש ב-2016: 35,920 דולר | הכלכלה החדשנית ביותר בעולם לפי מדד בלומברג ל-2016

השקעה אדירה במו"פ – ממשלתית ועסקית



Scale up: כלכלה מבוססת קונגלומרטים (Chaebols)

57%

חלקם של 20 התאגידים הגדולים בקוריאה בכלל ההשקעה במו"פ במדינה

17%

חלקה של סמסונג בכלכלת קוריאה

חדשנות בסיכון
בינוני נמוך

↓

הקמת קווי ייצור גדולים למוצרים טכנולוגיים

קוריאה וישראל: יתרונות יחסיים משלימים

מחקר בסיסי מוביל	מחקר יישומי מוביל
תעוזה ורעיונות פורצי דרך	מוצרים סופיים מבוססי חדשנות
רכיבים קטנים וחדשניים	יכולת יישום וביצוע גבוהה בפסי ייצור גדולים
Start up: 600 חברות הזנק חדשות נטו מדי שנה	Scale up: 5 קונגלומרטים ענקיים

מעמידה את יציבות הכלכלה בסיכון. המשבר האסיאתי ב-1997 המחיש היטב סכנה זו, כשארבעה עשר תאגידים קוריאנים קרסו וגררו נזק כבד לכלכלה המקומית. לאור זאת, הממשלה החלה להפנות משאבים לעבר חברות קטנות ובינוניות, שהתקשו עד כה להתחרות בתאגידים הגדולים, ולתמוך בהקמת חברות הזנק. במסגרת מגמה זו, הפך הנשיא הנוכחי, מון ג'ה-אין, את הרשות הקוריאנית לעסקים קטנים ובינוניים מיחידת סמך למשרד ממשלתי עצמאי¹³.

< סוד ההצלחה הישראלית: תרבות יזמית שלא חוששת מכישלונות

ישראל, בניגוד לקוריאה, היא מדינה קטנה שהתרבות היזמית בה נשענת על תעוזה, אלתור והתנסות. בעוד שבקוריאה מצופה מיזם שכשל להכות על חטא ולהביע צער עמוק, התרבות היזמית בישראל מעודדת לקיחת סיכונים ופיתוח טכנולוגיות פורצות דרך, ומכירה בתועלת הרבה בזליגת ידע טכנולוגי גם מפרויקט שכשל. היזם הסדרתי דב מורן היטיב לתאר גישה זו, בתיאורו את סיפורה של חברת מודו שהקים, אשר פיתחה טלפון סלולרי מודולרי ונסגרה ב-2010. מורן הדגיש שעבורו סגירת מודו אינה כישלון, משום שהודות לידע שנוצר במסגרת פעילותה נוצרו 30 חברות הזנק חדשות¹⁴.

קין המו"פ ישראל-קוריאה

קוריל (KORIL-RDF) היא קין המו"פ הדו-לאומית ישראל-קוריאה. הקין נוסדה בעקבות מזכר הבנות שנחתם ב-1998 על ידי שתי הממשלות, במטרה לקדם מו"פ תעשייתי באמצעות פרויקטים משותפים. קוריל פועלת בשיתוף רשות החדשנות הלאומית הישראלית ומשרד הסחר, התעשייה והאנרגיה הקוריאני - MOTIE. חברי מועצת המנהלים של הקין הם נציגים של ממשלת קוריאה ושל ממשלת ישראל. המשרד הראשי של הקין ממוקם בסיאול, ויש לה נציגות רשמית בישראל. תקציב הקין גדל ב-2013 לארבעה מיליון USD בשנה, שני מיליון מכל מדינה.

תפקידיה המרכזיים של הקין הם סיוע לחברות לאתר שותפים למיזמי מו"פ משתי המדינות; תמיכה כספית בהוצאות מו"פ בשיתופי פעולה הנרקמים בין חברות ישראליות לקוריאניות לצורך פיתוח מוצרים מסחריים ייחודיים המבוססים על חדשנות טכנולוגית; וגיזור בין שותפים מחברות ישראליות וקוריאניות, בפרט ביחס לאתגרים הנובעים מהתרבות העסקית השונה.

בקשות לתמיכת הקין במיזמים משותפים לחברות משתי המדינות מוגשות בשלושה מודלים תקציביים: בדיקת היתכנות (Feasibility Study), פרויקט קטן (MiniScale) או פרויקט גדול (Full Scale). החלטת הקין אם לאשר או לדחות בקשה מתקבלת בעקבות בדיקות שנעשות במקביל בקוריאה ובישראל.

הלכה למעשה: שיתוף הפעולה האסטרטגי של BondIT

חברת הפינטק BondIT הוקמה ב-2012, והיא מפתחת פתרונות מבוססי מכונות לומדות לבנייה ולאופטימיזציה של תיקי השקעות באגרות חוב, המיועדים ליועצים פיננסיים. ביולי 2016 חתמה החברה על הסכם שיתוף פעולה אסטרטגי עם KIS Pricing, חברת-בת קוריאנית של חברת הפיננסים הבינלאומית Moody's. במסגרת שיתוף הפעולה, שתי החברות מפתחות יחדיו תוכנה לניהול תיקי השקעות באגרות חוב, בתמיכה מימונית של קין המו"פ ישראל-קוריאה (KORIL).

לאתר הקין: www.koril.org

בהשוואה למדינות מפותחות אחרות, ועומד על כאחוז מהתוצר⁵. תוכנית המו"פ הלאומית של קוריאה, שהושקה ב-1982, עודדה השקעה במו"פ במגזר העסקי באמצעות השתתפות במימון מו"פ, הטבות מס ותמריצים נוספים, ושמה דגש על תחרותיות החברות בשוקים הבין-לאומיים. בין השנים 1982-1993, התוכנית גיבשה 2,412 פרויקטים בעלות כוללת של כשני מיליארד דולר, מתוכם הממשלה מימנה כ-58 אחוזים. הצלחת התוכנית השתקפה ביצירת 1,384 פטנטים ובפיתוח 675 מוצרים מסחריים⁶.

כיום המדינה קוצרת את פירות ההשקעה: קוריאה דורגה בשנת 2016 ככלכלה החדשנית ביותר בעולם במדד בלומברג⁷. הקוריאנים נהנים מחיבור האינטרנט המהיר בעולם ומזמינות גבוהה של טלפונים ניידים, והם ידועים כמאמצים מוקדמים של טכנולוגיות⁸⁻⁹.

היבט נוסף של תהליך השיקום המואץ כלל תמיכה משמעותית של ממשלת קוריאה במספר קונגלומרטים בשליטה משפחתית (הידועים בשם Chaebols), אשר נתפסו כשותפים מרכזיים למימוש תוכניות התיעוש והצמיחה של הממשלה. הגישה העסקית של הקוריאנים דוגלת ב-Scale-up: לגדול בהדרגה באופן יסודי, מעמיק ומתמיד. לאורך השנים, הקוריאנים התמחו בהקמת חברות קטנות ובינוניות ובהרחבתן לתאגידי ענק, כשהם מתבססים על גיוס נרחב של כוח אדם מיומן, משאבים נדיבים מהממשלה ותקציבים גדולים בתחילתו של פרויקט חדש. כיום, הקונגלומרטים הגדולים מתפקדים כעמוד השדרה הכלכלי של המדינה, כאשר סמסונג, הגדול שבהם, מהווה כ-17 אחוזים מכלכלת קוריאה. קבוצת סמסונג נוסדה בשנת 1969, וכיום היא מורכבת מקרוב ל-80 חברות בת, הפעילות בפיתוח, בייצור ובשיווק בתחומים מגוונים כגון אלקטרוניקה, הנדסה, ספנות, ביטוח, שירותים רפואיים ועוד, ומעסיקה בסך הכל מאות אלפי עובדים.

התאגידים הגדולים הם גם מוקד החדשנות הטכנולוגית הקוריאנית, כאשר כל חטיבה עסקית-טכנולוגית בתוכם מנהלת מעין מכון מחקר ופיתוח משלה. כך, בעוד חלקו של המגזר הפרטי בהשקעה במו"פ ככלל עומד על 75 אחוזים, הרי שחלקם של 20 התאגידים הגדולים בקוריאה במו"פ עומד על כ-57 אחוזים¹⁰.

< הכלכלה הקוריאנית לאן: מחדשנות מתונה לחדשנות פורצת דרך

המחויבות הטוטלית להצלחה שעמדה בבסיס תהליך השיקום ממוראות המלחמה תרמה אמנם להתפתחות התעשייה הצבאית ולהקמת התאגידים הגדולים, אולם יצרה, במקביל, תרבות עסקית של חשש מכישלון ושל חדשנות מתונה. תאגידי הענק נטו באופן מסורתי להוביל פרויקטים טכנולוגיים בסיכון בינוני-נמוך. בהתאם, הם התמחו בעיקר בהקמת קווי ייצור גדולים ומבוססי חדשנות למוצרים מורכבים, ובמידה פחותה בפיתוח רכיבים חדשניים וטכנולוגיות פורצות דרך.

בשנים האחרונות, נראה כי קוריאה שואפת להיערך למעבר מחדשנות מתונה לחדשנות פורצת דרך. ראשית, צומח דור צעיר של יזמים השואף להקים חברות הזנק חדשניות, ועמו ניצנים של היצע מימון לחדשנות עצמאית. שנית, תאגידי הענק עצמם הופכים לפורצי דרך בתחומים שונים. כך, לדוגמה, סמסונג הייתה חלוצה טכנולוגית בתחום ה-3D NAND Flash Memory¹¹, והיא ו-LG נמצאות בחזית החדשנות בתחום מסכי ה-OLED¹².

במקביל, מחלחלת בקוריאה ההבנה שלצד תרומתם הרבה של תאגידי הענק להתפתחות הכלכלה לאורך השנים, גודלם ורוחב היריעה הטיפוסי של פעילותם מייצר ריכוזיות כלל-משקית, והתלות בהם

5 נתוני OECD לשנת 2014

6 Lall, S. (1999). Promoting Industrial Competitiveness in Developing Countries: Lessons from Asia. London: Commonwealth Secretariat. Pp. 51-52

7 Lu, W. and Jamrisko, M. (2017, January 7). These Are the World's Most Innovative Economies. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-17/sweden-gains-south-korea-reigns-as-world-s-most-innovative-economies>

8 Son, J. (2017, March 4). South Korea has World's Fastest Internet. <http://technology.inquirer.net/59866/south-korea-worlds-fastest-internet>

9 מדד ה-ICT של ה-ITU (ICT development index), באתר ה-ITU: <http://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2016/>

10 Chung, S. (2007). Excelsior: The Korean Innovation Story. Issues In Science and Technology, Volume XXIV Issue 1. <http://issues.org/24-1/chung/>

11 Team TS. Samsung continues to lead global NAND flash memory market. TechSource. March 2017. <https://www.techsourceint.com/news/samsung-continues-lead-global-nand-flash-memory-market>

12 Shankar B. (2017). LG to release its first-ever OLED smartphone in Q3 2017 says report. <https://mobilesyrup.com/2017/05/16/lg-to-release-its-first-ever-oled-smartphone-in-q3-2017-says-report/>

13 Lyan, Irina. 2017. Remapping East Asian Economies. Paper presented in Korea University Graduate Student Conference, June 23.

14 הדברים נאמרו במספר הרצאות של מורן בקוריאה, האחרונה שבהן - בכנס Hello Tomorrow Korea 2017 במסגרת ועידת Asian Leadership, שנערך ביולי 2017 בסאול.

שנית, הבדלי שפה עשויים להקשות על איכות התקשורת במסגרת שיתופי הפעולה. על רקע זה, ישנה חשיבות רבה לתקשורת הבלתי אמצעית בין אנשי המקצוע: לפעמים הדגמה מעשית במסגרת תהליך פיתוח יוצרת תקשורת בין מהנדסים ומעבירה את הידע הטכני גם ללא מילים.

גם התרבות הארגונית השונה בין חברות ישראליות וקוריאניות מייצרת אתגרים ליזמים המעוניינים לשתף פעולה. בישראל, לדוגמה, המבנה הארגוני שטוח יחסית והתקשורת בין העובדים הזוטרים להנהלה פתוחה יותר. בקוריאה, לעומת זאת, חברות מאופיינות במבנה היררכי ברור ונוקשה יותר. מבנה זה אף מייצר תהליכים ביורוקרטיים ממושכים, למשל לצורך קבלת אישורים נדרשים להתחלת עבודה על פרויקט. כמו כן, בקוריאה ובמדינות מזרח-אסייתיות נוספות, בילוי לילי רווי אלכוהול עם עמיתים ולקוחות על חשבון החברה (המכונה Hoesik) הוא מפתח לעשיית עסקים. ישראלים המבקש לשתף פעולה עם חברה קוריאנית יתבקש להשתתף באופן פעיל בבילויים כאלו, הנהוגים פחות בתרבות העסקית הישראלית. כמובן, חברות ישראליות המבקשות לשתף פעולה עם חברות קוריאניות נדרשות להיות קשובות לניואנסים תרבותיים נוספים, כמו חגים לאומיים, העשויים להציב אתגרים בפני התקשורת השוטפת.

לפיכך, לא ניתן להסתפק בניתוחים עסקיים שגרתיים כהכנה ליצירת שיתופי פעולה מול חברות קוריאניות, ויש חשיבות רבה בהיכרות עם התרבות הקוריאנית, ובפרט התרבות העסקית הרווחת במדינה. בתחום זה, קרן קוריל משמשת כמקד ידע ופועלת לגשר על פערי התרבות העסקית ולייצר תקשורת אפקטיבית בין הצדדים המשתפים פעולה.

< היעדים הבאים: אגרו-טכנולוגיה ואזרוח טכנולוגיות ביטחוניות

קרן קוריל בודקת כל העת כיוונים חדשים לשיתופי פעולה בין קוריאה וישראל. בראש ובראשונה משקיעה הקרן מאמצים בתחומים ששתי הכלכלות מצטיינות בהם, כגון ICT וטכנולוגיות דואליות (המוסבות משימוש ביטחוני לשימוש אזרחי). לאחרונה צמח עניין בשיתופי פעולה גם בטכנולוגיות חכמות בתחום החקלאות (אגרו-טכנולוגיה), ברובוטיקה, בטכנולוגיות להתמודדות עם אסונות ובתחומים נוספים. ישראל רכשה, בעקבות התמודדות עם פיגועים ומלחמות, מומחיות ברפואת חירום ובפיתוח טכנולוגיות המסייעות למגיבים ראשונים (First Responders). ניסיון זה רלוונטי לקוריאנים שהתמודדו בשנים האחרונות עם כמה אסונות אזרחיים בולטים, כמו קריסת מבנים וטביעת מעבורת גדולה. בתחום הרובוטיקה, בשתי המדינות נערך מחקר בסיסי הנמצא בשלבים מתקדמים אולם טרם נעשתה פריצת דרך טכנולוגית שתשנה את השוק.

אנו מודים לד"ר אירה
ליאן על תרומתה לפרק.

בהתאמה, תעשיית ההיי-טק בישראל מאופיינת על ידי מספר גדול של חברות הזנק פורצות דרך, אשר מפתחות רכיב או טכנולוגיה חדשניים. פיתוחים אלו נרכשים פעמים רבות על ידי חברה גדולה שתשלב אותם במערכת רחבה יותר או במוצר סופי. לפיכך, האתגר המרכזי עבור החדשנות הישראלית כיום הוא הצמחת חברות שלמות ושרשראות ערך שלמות, אותו Scale up בו מתמחים הקוריאנים.

< הפוטנציאל בממשק ישראל-קוריאה

בזכות היתרונות היחסיים המשלימים בין החדשנות הישראלית ובין החדשנות הקוריאנית, קיים פוטנציאל מסחרי גדול בנקודות ההשקה בין המדינות. הקוריאנים מעוניינים להשקיע בפיתוחים טכנולוגיים מתקדמים ומחפשים ללא הרף רכיבים חדשניים שיכולים להשתלב במוצרים שלהם. היזמים הישראלים אף הם מעוניינים בפיתוח טכנולוגי, אולם גם מחפשים את האפשרות ל-Scale up שביכולתם של הקוריאנים לספק. שילוב היכולות מאפשר פיתוח מוצרים סופיים מתקדמים והחדרתם לשווקים בינלאומיים.

שני פרויקטים בהם השתתפה חברת Sigtic Vista הישראלית¹⁵, שאושרו ונתמכו על ידי קרן קוריל, מדגימים היטב את התועלת שבשילוב היתרונות היחסיים של שתי המדינות. החברה, שהתמחתה בפיתוח שבבים מתקדמים למצלמות, פיתחה במסגרת שני שיתופי פעולה נפרדים רכיבים חדשניים עבור חטיבת הביטחון של סמסונג דאז, Samsung Techwin, ועבור LG, אשר נועדו לשילוב במצלמות אבטחה ומעקב מתוצרת הקונגלומרטים הקוריאניים.

הקונגלומרטים הקוריאניים אף מבססים נוכחות במערכת החדשנות הישראלית באמצעות פעילות מו"פ מקומית והשקעה בטכנולוגיות ישראליות. סמסונג מפעילה בישראל מרכז מו"פ המעסיק כ-200 עובדים. המרכז הוקם ב-2007 בעקבות רכישת חברת טרנסצ'יפ הישראלית, שפיתחה שבבים למצלמות סלולריות. סמסונג אף משקיעה בחברות הזנק ישראליות במגוון ערוצים: דרך זרועות ההשקעות של החברה Samsung Venture Investment Corporation (SVIC) ו-Samsung Catalyst, ודרך תוכנית החדשנות Samsung NEXT Tel Aviv ותוכנית ההאצה Samsung Runway, אשר משקיעות בחברות הזנק בשלבים המוקדמים של הפיתוח הטכנולוגי. גם חברת LG מפעילה בישראל מרכז מו"פ, שפעילותו המרכזית היא איתור טכנולוגיות ישראליות שיכולות להשתלב במוצרי החברה, ופיתוח שיתופי פעולה עם החברות הישראליות שעומדות מאחוריהן.

גם בתחומי המחקר האקדמי יש יתרונות עצומים לשיתוף פעולה בין קוריאה לישראל. קוריאה מובילה במחקר יישומי, המשלים את המחקר הבסיסי הישראלי: לרוב משרדי ממשלה בקוריאה יש מספר מכוני מחקר משלו, ובישראל – מספר המכונים קטן מאוד.

לשיתופי פעולה אלה מביאים איתם הקוריאנים תכונות חשובות נוספות: יכולת ביצוע יוצאת מן הכלל, עמידה בזמנים, שירות איכותי, תמיכה בפרטי פרטים ומוניטין מרשים. הישראלים, כאמור, מביאים איתם טכנולוגיות פורצות דרך, תעוזה והבנה שאין ודאות להצלחה בחדשנות.

< האתגרים שביחסי הגומלין

אולם, ההבדלים בין הגישות העסקיות ובין נורמות ההתנהגות המקובלות בקוריאה ובישראל מייצרים אתגרים למימוש הפוטנציאל לשיתופי פעולה. ההבדלים בתפישת החדשנות עצמה, אף שהיא עומדת בבסיס הסינרגיה, עלולים להיות גם גורם מעכב. **בעוד שהישראלים מודעים לכך שחדשנות היא ניסיונית במהותה וכרוכה בלקיחת סיכונים ובשינויים תכופים, הקוריאנים מתקשים להיכנס לפרויקט שהצלחתו אינה ודאית, והם עשויים לגלות גמישות נמוכה לשינויים הנדרשים בתהליך הפיתוח הטכנולוגי.**

15 החברה נמכרה ל-Broadcom ב-2010.

פרק 7

בינה מלאכותית - התפתחות חיובית או איום קיומי?

מהפכת הבינה המלאכותית, הרובוטיקה והמכונות הלומדות מאיימת להוציא את האדם מהמשוואה כמרכיב הכרחי ומרכזי בשוק העבודה. אילו מקצועות נמצאים בסכנת הכחדה, ולמה תכונות כמו יצירתיות וחמלה יהפכו את העובדים למבוקשים יותר?

להיסטוריה של הטכנולוגיה יש נרטיב מרגיע: בכל פעם שמתרחשת מהפכה טכנולוגית נחקות עבודות רבות שאין בהן יותר צורך, אך תחתן נוצרות עבודות חדשות. לדוגמה, כאשר הוקמה תעשיית הרכב, בעלי המלאכה שעסקו בטיפול בסוסים ובייצור כרכרות מצאו עצמם ללא עבודה. מאידך, התפתחה במהירות דרישה לבעלי מלאכה חדשים - עובדים שמועסקים במפעלים לייצור מכוניות, שמטפלים במכוניות או מתקנים אותן.

עובדה היסטורית זו מציגה תמונת עולם מאוזנת, מעין "חוק שימור הטכנולוגיה"; עבודות נעלמות אך עבודות חדשות נוצרות תחתן. אלא שבשנים האחרונות שורה של עדויות ומחקרים מרמזים שמה שהיה בחוק הזה יצא מכלל איזון. בני האדם נשארו משמעותיים בשוק העבודה גם אחרי המהפכה החקלאית, המהפכה התעשייתית והמהפכה הדיגיטלית. אולם המהפכות החדשות - מהפכת הבינה המלאכותית, מהפכת הרובוטיקה והמכונות הלומדות - מאיימות לראשונה להוציא את האדם מהמשוואה כמרכיב הכרחי ומרכזי בשוק העבודה.

תחרות אנושית מול אלגוריתם משופר

בעבר בחנו המדענים כיצד בני אדם מבצעים פעולות שונות, ובעקבות זאת ניסו ללמד את המכונות לבצע אותן. אך כיום המתכנתים מפתחים אלגוריתמים המלמדים את המכונות **כיצד ללמוד**, ואז מציגים בפניהן מיליוני דוגמאות שבאמצעותן המכונות לומדות בעצמן איך לבצע את העבודה.

פריצת דרך זו גורמת לכך שלא רק מלאכות פיזיות, שגרתיות ומונוטוניות נמצאות בסכנה, אלא גם עבודות שבהן לבני האדם היה מאז ומתמיד יתרון על המכונה. כעת, גם עורכי דין, רואי חשבון, מזכירות, אנשי שיווק ומכירות, רופאים, עיתונאים ואפילו המתכנתים עצמם, נמצאים בתחרות בשוק העבודה. תחרות לכשעצמה אינה עניין מגונה, נהפוך הוא. אך בעוד שבעבר התחרות הייתה מול עובד אחר, שמציע את עבודתו במחיר נמוך יותר או שמבצע את עבודתו בצורה טובה יותר, כיום התחרות היא מול טכנולוגיה שמבצעת את העבודה לא רק בצורה טובה יותר, אלא גם בצורה מהירה, יעילה וחולה יותר.

בזירה החדשה הזו משחקות כמעט כל החברות, לצד כל המדינות וכל הארגונים הגדולים בעולם: IBM משקיעה ב-Watson מחשב-העל שלה, Apple משכללת את העוזר הדיגיטלי שלה Siri, Amazon מטפחת את Alexa. כך גם מיקרוסופט, פייסבוק, גוגל, יצרנית הענק הסינית Foxconn, רשתות קמעונאיות כמו Walmart, סוכנויות בין וארגונים אחרים - כולם משקיעים מיליארדי דולרים בפיתוח או ברכישה של טכנולוגיות חדשות, שרבות מהן נועדו להחליף את בני האדם.

מהלכים אלה עשויים להתבטא ב"אבטלה טכנולוגית"¹. 93 אחוזים מהמשקיעים הגדולים בעולם סבורים שממשלות ברחבי העולם לא מוכנות לרגע הזה, שלתפיסתם הולך ומתקרב, בו בינה מלאכותית תנגוס באופן משמעותי בעבודותיהם של אנשים².

נהיגה במשאית - אחת העבודות השכיחות בעולם - היא דוגמה מצוינת לכך. בארצות הברית לבדה יש יותר מ-3.5 מיליון בני אדם שעובדים כנהגי משאיות. אבל ממשלות, חברות ענק ותאגידים שונים משקיעים מיליארדי דולרים בפיתוח טכנולוגיות שיאפשרו למשאיות לנהוג את עצמן. חברת הייעוץ מק'נזי מעריכה שכשליש מהמשאיות ינהגו את עצמן עד לשנת 2024, וכי עד לשנת 2030 עשויה העבודה הפופולרית הזו להיעלם מרוב מדינות העולם³. המצב דומה גם בקרב עבודות אחרות בתחום התחבורה כמו נהגי אוטובוס ונהגי מוניות.

1 Brynjolfsson, Erik and McAfee, Andrew (2014). "The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies", W. W. Norton.
2 Koetsier, John (2016, November 10). "93% of Investors Say AI Will Destroy Jobs, Governments Not Prepared", Forbes. <http://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2016/11/10/93-of-investors-say-ai-will-destroy-jobs-governments-not-prepared>
3 "Delivering Change: The transformation of commercial transport by 2025", McKinsey & Company, September 2016. <http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/delivering-change-the-transformation-of-commercial-transport-by-2025>

מהפכת הבינה המלאכותית

מהפכות טכנולוגיות לאורך ההיסטוריה הביאו להיעלמות עבודות וליצירת עבודות חדשות במקומן. מהפכת הבינה המלאכותית מערערת לראשונה על מקומם של בני האדם בשוק העבודה






המהפכה החקלאית | המהפכה התעשייתית | המהפכה הדיגיטלית | מהפכת הבינה המלאכותית

ההתפתחויות הטכנולוגיות הנוכחיות:

טכנולוגיות כגון ראייה ממוחשבת, עיבוד שפה טבעית וזיהוי תנועה מאפשרות למכונות לבצע פעולות שבעבר נחשבו אנושיות לגמרי

 ציור	 כתיבת דיווח עיתונאי	 ניתוח הדמיה רפואית	 נהיגה
--	---	--	---

 קופאים: סיכוי של 97%	 טלמרקטינג: סיכוי של 99%	 סוכני ביטוח: סיכוי של 92%	בתוך 20 שנה, עובדי טלמרקטינג, קופאים וסוכני ביטוח יאבדו את עבודתם לתוכנות, אלגוריתמים ורובוטים בסיכוי גבוה.
---	--	--	--

אנחנו צריכים להיזהר מאוד עם אינטליגנציה מלאכותית. אם הייתי צריך לנחש מהו האיום הקיומי הגדול ביותר עלינו, סביר להניח שהייתי בוחר באינטליגנציה מלאכותית"



הגורם האנושי העתידי:

מיומנויות רכות, למידה והתפתחות מתמדת

 אמפתיה	 יצירתיות	 תקשורת בין-אישית
---	---	---

העידן הפוסט-אנושי הולך ומתקרב

ככל הנראה, המגמה הזו לא תיעצר שם וטכנולוגיות מתקדמות צפויות לטפס במעלה המיומנויות האנושיות. כך לדוגמה, עד לפני כמה שנים המסחר בבורסות העולם היה מבוסס על בני אדם, אך כיום חברות מתחרות ביניהן מי תצליח לפתח את אלגוריתם המסחר המהיר ביותר. זה שמסוגל לבצע פעולות במיקרו-שנייה מהר יותר מהאלגוריתם של החברה המתחרה. בני האדם נותרו מאחור. הם אינם מסוגלים להתמודד עם המהירות העצומה ויכולת החישוב האדירה של האלגוריתמים המשפרים את עצמם.

חברות, סוכנויות ממשלה וגופי מחקר מפתחים מערכות המסוגלות לנתח תמונות, קטעי וידאו ושפה טבעית. יכולות חדשות אלו מאפשרות להם להתנסות בייצור מוצרים שבעבר נחשבו אנושיים לגמרי, כמו דיווחים עיתונאיים, ניתוחים של הדמיות רפואיות, סקירות משפטיות, ציורים ואפילו בדיחות. ב-IBM אף טוענים שהם פיתחו מערכת שמסוגלת לאתר את מחלת הסרטן בגופו של חולה, טוב יותר מטובי המומחים בעולם.

מומחים שונים, וביניהם גם ריי קורצווייל, הממציא ואיש הטכנולוגיה, העלו בשנים האחרונות את הרעיון שאנו מתקרבים במהירות ל"סינגולריות" - ישות מלאכותית שתעלה בכל ממדיה ובכל מרכיביה על יכולותיהם של בני האדם. ישות זו תפתח את עצמה, תתקדם בקצב מעריכי ותשליך את כולנו לעידן פוסט-אנושי: עידן שבו בני האדם אינם עוד בעלי הבית בכדור-הארץ, ואינם עוד היצור האינטליגנטי והחזק על פני האדמה⁴. קורצווייל משוכנע שהתפתחות זו חיובית: היא תאפשר לנו להתנתק מהמגבלות של המוח האנושי, לפתור בעיות שאיננו מסוגלים לפתור בכוחות עצמנו (כמו התחממות כדור הארץ) ולחיות חיי נצח.

אך לא כולם שותפים לאופטימיות. מדענים בכירים, ביניהם גם הפיזיקאי הנודע סטיבן הוקינג, מודאגים מאוד מהמצב. בטור מיוחד שכתב ל"גארדיאן" הבריטי, העריך הוקינג כי ההתפתחות של הבינה המלאכותית צפויה לחסל עבודות שנמצאות בלב ליבו של המעמד הבינוני. רק חלק קטן מהעבודות, חוזה הוקינג, אלו שעוסקות בדאגה לבני אדם או שמחייבות יצירתיות מיוחדת, יישארו בשוק העבודה וישרדו את המהפכה⁵.

האינטליגנציה המלאכותית היא איום קיומי

הוקינג אינו לבדו. היזם והטכנולוג אלון מאסק אמר כי באמצעות אינטליגנציה מלאכותית אנחנו מזמנים את השדים: "אנחנו צריכים להיזהר מאוד עם אינטליגנציה מלאכותית. אם הייתי צריך לנחש מהו האיום הקיומי הגדול ביותר עלינו, סביר להניח שהייתי בוחר באינטליגנציה מלאכותית"⁶. אל רשימת אנשי הטכנולוגיה שמביעים חרדה מהאופן שבו הטכנולוגיה המתקדמת עשויה לנגוס בשוק העבודה הצטרף גם מייסד מיקרוסופט, ביל גייטס, שאמר בהקשר הזה "אינני מבין מדוע חלק מהאנשים אינם מודאגים"⁷.

הסתייגויות אלה מעלות את השאלה החשובה - מדוע האנושות מפתחת טכנולוגיה שעשויה לאיים על קיומה, על מקורות העבודה שלה עצמה ועל פרנסתם של מאות מיליוני בני אדם? התשובות לכך רבות. ראשית, כל פיתוח לכשעצמו אינו נתפס כאיום אלא דווקא כהישג בתחום ידע מסוים כמו הבנת שפה, תנועה, זיהוי תמונה ועוד. רק כאשר מצרפים את כל הפיתוחים האלו לכדי מגמה מתחילה להצטייר תמונה מבהילה.

שנית, מאז תקופת ההשכלה, "מדע" ו"טכנולוגיה" הם שמות נרדפים ל"קידמה" וזו נתפסת באופן גורף כאירוע חיובי. לא לחינם המילה "קידמה" קשורה למילה "התקדמות" ומי יכול להתנגד ברצינות להתקדמות?

לבסוף, מדענים, אנשי טכנולוגיה ובני אדם בכלל, אינם תמיד מבינים שטכנולוגיה עשויה לצאת מכלל שליטה. למעשה, טכנולוגיות רבות פותחו למטרה אחת אך בסופו של דבר נעשה בהן שימוש למטרה אחרת לגמרי. ההיסטוריון של הטכנולוגיה, לואיס ממפורד, כתב בספרו Technics and Civilization, שהשעון המכני הומצא במאה ה-13 על ידי נזירים בנדיקטים, אשר מתפללים שבע פעמים ביום בשעות קבועות, מכיוון שחיפשו דרך שבה יוכלו לדעת מתי הם צריכים להתפלל. אך ההמצאה של השעון המכני יצאה מגבולות המנזר והפכה לאמצעי העיקרי המאפשר את הקפיטליזם: זמן עבודה מוגדר שבו מייצרים מוצר מסוים. בקרב בין האל להון, ההון ניצח, כתב ממפורד⁸. בהקשר זה הוסיף חוקר המדיה, ניל פוסטמן, כי אם הנזירים היו מבינים את העתיד להתרחש ייתכן שהיו מעדיפים להישאר עם שעון השמש שלהם, ואם גוטנברג היה יודע שמכונת הדפוס שלו תוביל לפירוק הכנסייה, ייתכן שהיה מעדיף להשתמש במכונה שלו כדי לייצר יין ולא ספרים⁹.

הטכנולוגיה מתפתחת מהר יותר מהמסגרת המרסנת אותה

זאת ועוד, אם יש משהו שלמדנו מההיסטוריה של הטכנולוגיה הרי שהיא נוטה להתפתח מהר יותר מהמסגרות התרבותיות, האתיות או המשפטיות שאמורות לרסן אותה: קודם הומצא הנשק הגרעיני ורק אחר כך חשבו כיצד למנוע את הפצתו, קודם שובטה כבשה ורק אז חשבו כיצד למנוע שיבוט בני אדם, קודם פותח הטלפון הסלולרי ורק לאחר מכן התעצבו הנורמות התרבותיות ביחס לשימוש בו בפומבי. הבעיה עם הפיתוחים בתחום הבינה המלאכותית והאלגוריתמיקה היא שהרגע שבו נתחיל לטפל בהשלכות האתיות והכלכליות שלהן עשוי להתגלות כרגע אחד מאוחר מדי.

אם לא די בזה, לטכנולוגיות החדשות עשויות להיות השלכות פסיכולוגיות בלתי מבוטלות שכן הן משפיעות על הזהות שלנו ותחושת העצמי של כל אחד ואחת מאיתנו. כלכלנים וסוציולוגים, בראשם קרל מרקס, תיארו בהרחבה עד כמה העבודה היא מרכיב מרכזי בהווייתו של האדם. במשך אלפי שנים התרגלנו לשאוב את הסיפוק, הזהות העצמית ואת הגאווה שלנו ממשלח היד שלנו, ובכל פעם שהתרחשה מהפכה טכנולוגית, ספגו כל אלו מכה קשה.

המהפכה התעשייתית המחישה זאת בשעה שמיליוני עובדים, שעבדו במלאכה שהועברה בין הדורות, מאב לבן, מבן לנכד, מנכד לנין, נושלו מעבודתם ונשלחו לעבוד במפעל, שם ביצעו עבודה בסיסית, מתישה וחסרת כל השראה. מאה שנים מאוחר יותר שוב גילו עובדי המפעלים שניתן להחליף אותם על ידי מכונות ורובוטים ומשום כך נשלחו לעבוד בתעשיית השירותים, כאנשי תמיכה, שירות ומכירות. **כעת, על פי הערכותיהם של מיטב המומחים, קיים סיכוי של 99 אחוזים שבתוך עשרים שנה יועברו רוב עבודות הטלמרקטינג לידי תוכנות, אלגוריתמים ורובוטים. הסיכוי שקופאים יאבדו את עבודתם עומד על 97 אחוזים, והסיכוי שסוכני ביטוח יאבדו את עבודתם עומד על 92 אחוזים**¹⁰.

8 Mamford, Lewis. (1964). "Technics and Civilization". New York: Harcourt Brace & Company. Pp. 15.
9 פוסטמן, ניל (2003). "טכנולוגיה: כניעתה של התרבות לטכנולוגיה". (תרגום: אמיר צוקרמן). תל-אביב: הוצאת ספריית הפועלים. עמ' 15.
10 באמצעות אתר האינטרנט הזה ניתן לראות את הסיכוי שמכונה תחליף אותך בעבודתך שלך: <http://www.npr.org/sections/money/2015/05/21/408234543/will-your-job-be-done-by-a-machine>

4 קורצווייל, ריי (2012). "הסינגולריות מתקרבת". תל-אביב: הוצאת מאגנס.
5 Hawking, Stephen (2016, December 2). "This is the most dangerous time for our planet". The Guardian. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2016/dec/01/stephen-hawking-dangerous-time-planet-inequality>
6 McFarland, Matt (2016, October 2104). "Elon Musk: 'With artificial intelligence we are summoning the demon'". The Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2014/10/24/elon-musk-with-artificial-intelligence-we-are-summoning-the-demon/>
7 Holley, Peter (2015, January 29). "Bill Gates on dangers of artificial intelligence: 'I don't understand why some people are not concerned'". The Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2015/01/28/bill-gates-on-dangers-of-artificial-intelligence-dont-understand-why-some-people-are-not-concerned/>

< איך יושפע שוק העבודה מטכנולוגיות שמתקדמות בקצב מסחרר?

על אף התחזיות העגומות יש להודות ביושר שהיכולת שלנו להכיל, להבין ולנבא את העתיד לבוא הולכת ומצטמצמת, בעיקר בשל העוצמה והמהירות של השינויים הטכנולוגיים. תהליכים שבעבר התרחשו על פני מאות שנים, ומאוחר יותר על פני דורות, מתרחשים היום בתוך שנים ספורות. למעשה, זו אחת הסיבות שאנו מתקשים כל כך לעמוד בקצב: מה שהיה נכון לאתמול, בקושי נכון היום, והוא בוודאי לא יהיה נכון למחר.

משום כך, לא ניתן להוציא מכלל אפשרות שמהפכת הבינה המלאכותית והמכונות הלומדות תייצר עבודות חדשות, תחומי תעסוקה והתמחות שכיום אנו כלל לא מסוגלים לדמיין. עבודות כמו "מדען נתונים" (Data Scientist), "מקדם אתרים בגוגל", "וידאו בלוגר ביוטיוב" או "מנהל קהילות מקוונות ברשתות חברתיות" נוצרו בעשרים השנים האחרונות, והן תוצאה של כלכלת הרשת שהתפתחה במהירות וייצרה שכבה חדשה של עובדים ועבודות שנשענות על חברות כמו גוגל, פייסבוק וחברות אחרות.

אם הייתם אומרים למישהו לפני עשרים שנה, שיום העבודה שלו יתמקד בניסיון לשכנע את אלגוריתם הדירוג של גוגל שהאתר שהוא מקדם צריך להיות בראש רשימת תוצאות החיפוש, הוא כמובן לא היה מבין דבר - הדרך למציאת רופא עברה אז דרך חיפוש ידני בספר הטלפונים. משום כך, היומרה לדעת כיצד יושפע שוק העבודה מטכנולוגיות שמתקדמות בקצב מסחרר, היא יומרה שראוי לגשת אליה בצניעות יתרה.

ועדיין, מי שסבור שפיתוחים בתחומי התוכנה, הרובוטיקה והאלגוריתמיקה יחלפו על פניו, מעדיף לטמון את ראשו בחול. בשנים הקרובות יידרשו ארגונים ועובדים כאחד, לאתר ולהשקיע ביכולות ובכישורים שנשענים על תכונות אנושיות מובהקות כמו יצירתיות, סימפטיה, חמלה, תקשורת פנים אל פנים או במילים אחרות, מיומנויות רכות (Soft skills), כאלו שקשה לתכנת אותן וקשה למכונות לחקות אותן.

העובדים צריכים לזכור שבעידן הזה ההשכלה לא נגמרת בתיכון ואפילו לא באוניברסיטה. עליהם להמשיך וללמוד, להתפתח ולגוון את יכולותיהם ואת תחומי הידע שלהם. הם צריכים לפתח את שריר היצירתיות שלהם, הדמיון, היוזמה ואפילו הביקורת העצמית. אוריינות דיגיטלית היא מיומנות הכרחית לכל תלמיד, ובוודאי לסטודנטים ולעובדים מבוגרים.

זאת ועוד, בעוד שמחשבים נשענים (עדיין) על לוגיקה, על רציונליות ועל חישובי הסתברויות, בני האדם נסמכים ומונעים גם על ידי רגשות ואינטואיציות. הם לעיתים פועלים נגד האינטרסים של עצמם; הם מסוגלים להפתיע את עצמם בהחלטותיהם. אם בעבר נתפסו תכונות אלו כ"חלשות", בעידן סופר-רציונלי הן הופכות דווקא לחשובות. לא היינו רוצים ששופטים הבנויים מקוד ומפלדה יגזרו את גזר הדין שלנו. לא היינו רוצים שרובוטים יבצעו את עבודתם של גננות, מורים, עובדים סוציאליים או של בעלי מקצוע אחרים שמתחברים אל החוויה האנושית, שיודעים מהו מוות, סבל או כאב לב ומשום כך מבצעים את עבודתם ברגישות, בחמלה ובעדינות.

יש לקוות כי על אף ההשתלטות הצפויה של המכונות על יותר ויותר מלאכות ועבודות, נדע לשמור על מה שהופך אותנו, בני האדם, למיוחדים כל כך, לחשובים כל כך, לאנושיים כל כך.

פרק זה נכתב על ידי ד"ר יובל דרור, דיקאן בית הספר לתקשורת במסלול האקדמי של המכללה למנהל וחוקר בתחום הסוציולוגיה של הטכנולוגיה



תוצאות האינדיקטורים המרכיבים את מדד ההיי-טק

תת-מדד חברות ההזנק:

- 1. חברות חדשות נטו:** השינוי במספר חברות הישראליות הפועלות בשוק ההיי-טק (נטו). כלומר – ניכוי מספר חברות ההיי-טק הישראליות שנסגרו ממספר חברות ההיי-טק הישראליות שהוקמו. נציין כי הנתון עבור שנת 2016 אינו סופי ומבוסס על הערכות IVC.
- 2. כמות ושווי גיוס חברות:** סכום הכסף ומספר העסקאות שבהן חברות ההיי-טק הישראליות גייסו כספים מכלל המשקיעים - קרנות הון סיכון, אנגלים ומשקיעים אחרים.
- 3. כמות ושווי אקזיטים:** סכום הכסף ומספר האקזיטים שבהם השתתפו חברות ההיי-טק הישראליות, כשאקזיט מוגדר הן כהנפקה ראשונית (IPO) והן כמיזוג או רכישה (M&A).
- 4. גיוסי קרנות:** האינדיקטור סוכם את סך הכספים שגייסו קרנות הון סיכון ישראליות בשנה. נתון זה מהווה אינדיקציה לעתיד ההשקעות הצפוי של אותן קרנות בישראל.

תת-מדד	שנה	ערך בפועל			ערך מנורמל		
		2016	2015	2014	2016	2015	2014
ערך אקזיטים	7.77	8.04	5.6	0.65	0.74	-0.10	
כמות אקזיטים	119	109	103	1.31	0.6	0.17	
ערך גיוסי חברות	3,408	4,307	4,775	2.21	3.62	4.36	
כמות גיוסי חברות	684	706	659	1.62	1.85	1.37	
גיוסי קרנות	1,396	1,497	1,355	1.54	1.79	1.44	
חברות חדשות נטו	634	736	613	1.6	2.56	1.4	

תת-מדד החברות הבוגרות:

- 1. ערך מוסף:** מוגדר כהפרש בין התפוקה הגולמית לסך התשומות. תת המדד חושב כסכום הערך המוסף הן בתעשייה והן בשירותי ההיי-טק (ענף מחשוב ותוכנה וענף שירותי מחקר ופיתוח הכולל את חברות ההזנק).
- 2. ייצוא ההיי-טק:** סך ייצוא ענפי ההיי-טק בשירותים ובתעשייה הכולל ייצוא חברות הזנק.
- 3. שיעור שכירים בהיי-טק:** שיעור השכירים בהיי-טק, למעט שכירי ענף שירותי התקשורת, מתוך סך השכירים במשק.
- 4. מדד הבלו-טק:** מדד ת"א בלוטק-50 הכולל את 50 המניות בעלות שווי השוק הגבוה ביותר מבין המניות הנכללות במדד ת"א טכנולוגיה ובמדד ת"א ביומד. הנתון מחושב כממוצע מדדי הנעילה היומיים, עבור כל שנה.
- 5. כמות ושווי עסקאות PE:** מימון PE כולל הלוואות גישור, מימון על ידי מכירת מניות, Buyout והלוואות Mezzanine של חברות ההיי-טק הישראליות.

- 6. כמות וערך הנפקות שניוניות:** כמות ושווי הגיוסים הציבוריים שנעשו על ידי חברות ההיי-טק הישראליות שניירות הערך שלהן רשומים למסחר (הנפקות שניוניות). משתנה זה מתאר את המשך הגדלת הערך של חברות ציבוריות ישראליות.
- 7. ערך וכמות רכישות היי-טק:** סכום כולל של עסקאות מיזוגים ורכישות שנעשו על ידי חברות ההיי-טק הישראליות, כשהחברה הנרכשת אינה בהכרח ישראלית או טכנולוגית.

תת-מדד	שנה	ערך בפועל			ערך מנורמל		
		2016	2015	2014	2016	2015	2014
ערך מוסף-סכום (במיליונים)	108,178	109,096	111,765	1.6	1.67	1.87	
שיעור מועסקים בהיי-טק	8.0%	8.1%	8.3%	0.54	0.81	1.46	
ייצוא ההיי-טק - סכום (במיליונים)	35,854	39,043	40,895	1.21	1.78	2.11	
מניות טכנולוגיה	328	352	335	0.34	0.42	0.55	
מניות טכנולוגיה (ממוצע שנתי במיליונים)	328	352	335	0.31	0.69	0.42	
PE - כמות עסקאות	49	53	44	1.12	1.65	0.45	
PE - ערך עסקאות (במיליונים)	2,065	1,924	1,611	1.20	1.00	0.56	
כמות הנפקות שניוניות	24	34	18	0.95	2.06	0.27	
ערך הנפקות שניוניות (במיליונים)	1,932	9,384	635	0.57	6.82	-0.52	
כמות רכישות היי-טק	66	75	68	1.22	2.19	1.44	
ערך רכישות היי-טק (במיליונים)	3,080	7,694	8,544	-0.32	1.03	1.28	

רשות החדשנות
Israel Innovation
Authority