

2018-19

חדשנות בישראל תמונת מצב



דבר הנהלת הרשות

בדוח זה אנו מביאים את הניתוח של רשות החדשנות לאתגרים ולהזדמנויות של מערכת החדשנות בישראל. אנו שואפים ליצור מסמך מקצועי ומעניין שיהווה מוקד משותף עבור מקבלי ההחלטות, עבור התעשייה, ועבור כל המתעניינים בחדשנות הישראלית בארץ ובעולם. בהתאמה, הדוח מקיף נושאי מפתח במדיניות החדשנות בישראל כיום, וסוקר את המגמות המרכזיות – טכנולוגיות וכלכליות – בתעשיית ההייטק בישראל ובעולם.

במסגרת הדוח אנו אף גאים להציג את פעילות הרשות בשנת 2018. הרשות, עם כניסתה לשנה השלישית של פעילותה (לאחר המעבר מלשכת המדען הראשי), נמצאת בתנופת עשייה. עשייה זו מוציאה מהכוח אל הפועל את התכנית החמש שנתית – הכוללת מטרות ויעדים מפורטים, ועיקריה מובאים בדוח זה.

מדינת ישראל עומדת בפני אתגרים גדולים בתחום החדשנות בתקופה בה הבינה המלאכותית מתבססת כפלטפורמה הטכנולוגית המרכזית של דורנו. מדינות רבות, עתירות משאבים, הפנימו בשנים האחרונות את כוחה של החדשנות כמפתח לצמיחה כלכלית, והן משקיעות סכומי עתק בחדשנות ובמחקר. אתגרים אלו ניצבים במרכז פעילות רשות החדשנות בשנים הקרובות.

כדי להבטיח את מיצובה של מדינת ישראל בתחרות העולמית על ההובלה בחדשנות טכנולוגית, וכדי להגדיל את האימפקט הכלכלי והחברתי של פעילות החדשנות בישראל, נדרש שיתוף פעולה ממשלתי רחב. בשנת 2018 חיזקה רשות החדשנות את שיתוף הפעולה שלה עם מגוון משרדי ממשלה האמונים על תחומים מרכזיים בכלכלה הישראלית, ובשנים הבאות אנו מתכוונים להמשיך ולפעול בכיוון זה.

אנו רוצים להודות לחטיבת אסטרטגיה וכלכלה ברשות, על כתיבה ועריכת דוח זה. כמו כן, אנו מודים לכלל עובדי הרשות ולחברי מועצת הרשות על העבודה המסורה והפורייה בשנת 2018, ומברכים את הרשות כולה על ההישגים הרבים שאפיינו את השנה החולפת. אנו מזמינים את שותפינו בממשלה ובתעשייה לפעול יחד איתנו גם בשנת 2019 לקידום החדשנות הישראלית ולהרחבת השפעתה על המשק הישראלי כולו.

בברכה,

אהרן אהרן
מנכ"ל רשות החדשנות

ד"ר עמי אפלבוים
ראש רשות החדשנות
והמדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה

תוכן עניינים

חדשנות בישראל – תמונת מצב – 2018
 הרשות הלאומית לחדשנות טכנולוגית

10



רשות החדשנות
עשייה בתנופה

6



הקדמה
החדשנות הישראלית פורצת את גבולותיה

58



רפואה מותאמת אישית
נקודת המפנה של תעשיית הביופארמה בישראל?

44



מירוץ העוצמה הטכנולוגית
עידן המכונות החכמות בפתח

28



הייטק בישראל 2018
צמיחה בצלו של סדר עולמי חדש



82



כלכלה מוטת חדשנות
בפריפריה משימה לאומית

70



מתעשיית הייטק
למשק טכנולוגי וחכם

כתיבה
חטיבת אסטרטגיה וכלכלה:
 נטע לינזן – ראש תחום מדיניות
 אורי גבאי – סמנכ"ל אסטרטגיה וכלכלה

עריכה
רשות החדשנות:
 אהרן אהרן – מנכ"ל
 אורי גבאי – סמנכ"ל אסטרטגיה וכלכלה
 נטע לינזן – ראש תחום מדיניות בחטיבת אסטרטגיה וכלכלה

עורכת חיצונית: דבי קאופמן

תודות
רשות החדשנות מודה למשרדי הממשלה שסייעו בהכנת הדוח:
 משרד האוצר, משרד האנרגיה, הוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה (ות"ת – מל"ג), משרד החינוך, משרד החקלאות, משרד הכלכלה והתעשייה, המשרד להגנת הסביבה, משרד המשפטים ומשרד התחבורה - שתורמו לדוח זה את החזון שלהם לקידום חדשנות בתחומם.

רשות החדשנות מודה למגוון המומחים מן האקדמיה והתעשייה שתורמו מהידע שלהם לדוח זה:
 פרופ' אבי אור - מנהל המכון הגנטי ומעבדת המחקר הגנומית באיכילוב ופרופ' מלא במחלקות לרפואת ילדים ולגנטיקה מולקולארית וביוכימיה באונ' ת"א; פרופ' ניר גלעדי - מנהל המערך הניורולוגי באיכילוב ומופקד על הקתדרה ע"ש שירצקי לניורולוגיה באונ' ת"א; ד"ר קירה רדינסקי - דירקטור מדעי הנתונים של ebay והמדענית הראשית של החברה בישראל; סטיב בלנק - מומחה החדשנות העולמי ואבי תורת Lean startup; גיגי לוי וייס - שותף מנהל בקרן NFX; ד"ר איל הנדל - מרצה בכיר וראש המעבדה לריפוי גנטי במרכז לננו-טכנולוגיה ובפקולטה למדעי החיים באוניברסיטת בר-אילן; איתי רן - שותף מיסוי אמריקאי, קוסט פורר גבאי ארנסט אנד יאנג (EY) ויעל חדד - מנהלת בדסק מיסוי אמריקאי, קוסט פורר גבאי ארנסט אנד יאנג (EY); ד"ר מיכל רול, יועצת לרשות החדשנות; ד"ר רג'א ג'יריס - מרצה בכיר בפקולטה להנדסת חשמל באוניברסיטת תל אביב; פרופ' יוסף ירדן - ראש מעבדה, המחלקה לבקרה ביולוגית, מכון ויצמן למדע; ד"ר סוזן אלפרט - מומחית רגולציה בתחום מדעי החיים

הקדמה

החדשנות הישראלית פורצת את גבולותיה

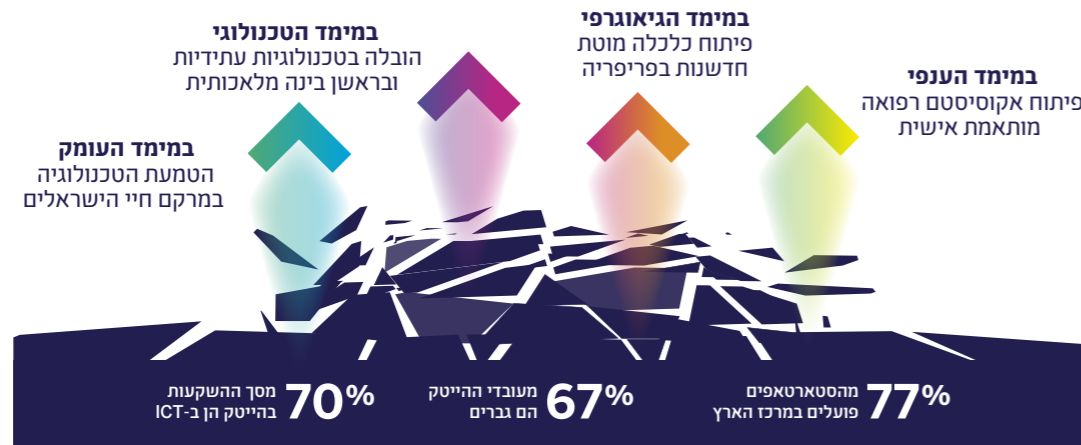
הפוטנציאל הכלכלי והחברתי האדיר
הטמון בחדשנות הישראלית אינו ממוצה.
כיצד נרחיב את השפעתה על
המשק הישראלי?



הקדמה

לסיום נציג בפרק "מאומת הסטארטאפ למשק טכנולוגי וחכם" את האתגר במימד "העומק" - כיצד לגרום לפיתוחים הטכנולוגיים הישראליים לחדור למרקם החיים של החברה הישראלית. בפרק זה נציע כיוונים אפשריים לסגירת הפער בין ישראל למדינות המערב המובילות ברמת הנגישות של כלל האוכלוסייה לטכנולוגיות מתקדמות בכל תחומי החיים.

החדשנות הישראלית צריכה לפרוץ את גבולותיה



פריצת הגבולות של החדשנות הישראלית היא משימה לאומית רחבה. להובלה בטכנולוגיות העתיד נדרשת השקעה בתשתיות מחקר ובהון אנושי באקדמיה לצד השקעה במו"פ בתעשייה. לפיתוח כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה נדרש לפעול בנחישות, הן ברמה המקומית והן ברמה הלאומית; לפיתוח אקוסיסטם רפואה מותאמת אישית נדרשת שותפות של גורמי הבריאות והחדשנות בממשלה; ולהטמעת הפיתוחים הטכנולוגיים הישראליים במשק המקומי נדרש גם עידוד של רגולטורים ענפיים שונים.

לפיכך, רשות החדשנות מקדמת מטרות אלו בשיתוף פעולה עם מגוון משרדי ממשלה. במסגרת זו, ביקשנו משותפינו בממשלה להציג בדוח זה את חלקם במענה על האתגרים והמטרות המפורטים בדוח זה.

לאורך פרקי הדוח יופיעו מאמרים קצרים, ממוקדי חזון ומטרה, שכתבו עבורנו משרד הבריאות, משרד החינוך, ות"ת-מ"ג, משרד התחבורה, משרד האנרגיה, המשרד להגנת הסביבה, משרד הכלכלה, משרד החקלאות ומשרד האוצר יחד עם משרד המשפטים.

לסיכום, בדוח זה אנו מבקשים לקדם את הפיכתה של ישראל מאומת הסטארטאפ למשק טכנולוגי וחכם, לטובת הכלכלה הישראלית ולטובת רווחתם של אזרחי ישראל. מגמות טכנולוגיות, כלכליות וחברתיות בעולם כולו מצטרפות לכדי שעת כושר - ורשות החדשנות תפעל בנחישות בשנים הקרובות כדי לרתום אותן.

בעשורים האחרונים החדשנות הישראלית הגיעה לשיאים רבים. ישראל היא מרכז חדשנות בינלאומי, עם תרבות חדשנית תוססת המבוססת על יכולות בינתחומיות, רוח יזמית וכישורים טכניים חזקים. ההייטק הישראלי נהנה בשנים האחרונות מפריחה המתבטאת בפעילות ענפה של חברות רב לאומיות, חברות הזנק חדשניות וחברות צמיחה ישראליות.

פרק "ההייטק בישראל 2018" בדו"ח זה יתאר שנה נוספת של הישגים מרשימים לחדשנות הישראלית. זאת, על אף תקופה לא פשוטה בה הסדר העולמי מתערער, על רקע מלחמות סחר עולמיות ורפורמת המס שערך ממשל טראמפ. בפרט, ראוי לציין את הפריצה של תחומים חדשים כגון פינטק ובינה מלאכותית (AI) לצד המשך התבגרותן של חברות צמיחה בתחומים "המסורתיים" דוגמת אינטרנט, סייבר ומכשור רפואי.

יחד עם זאת, אם ישראל מבקשת להפוך מאומת סטארטאפ (startup nation) למשק טכנולוגי חכם (smartup nation), אקוסיסטם החדשנות הישראלי חייב לפרוץ את הגבולות בתוכם הוא פועל כיום.

החדשנות הישראלית תחומה במספר מימדים. בהיבט הטכנולוגי, רוב פעילות החדשנות ממוקדת בענף ה-ICT. בהיבט הגיאוגרפי, המסה הגדולה של הפעילות עדיין מתרכזת במרכז הארץ, עם פעילות נמוכה יחסית אפילו בערים גדולות כמו חיפה, ירושלים ובאר שבע. ובהיבט הדמוגרפי - כמחצית העובדים בהייטק הינם גברים, יהודים לא חרדים עד גיל 1.45 יתר על כן, החדשנות הטכנולוגית איננה פורצת את גבולות תעשיית ההייטק. כך רובם המכריע של אזרחי ישראל לא מרגישים שהם חיים במדינה "טכנולוגית" בתחומים המשפיעים על חיי היום יום שלהם כגון תחבורה, מסחר, פיננסים ונגישות של שירותים ציבוריים. התוצאה היא שהפוטנציאל הכלכלי והחברתי האדיר הטמון בחדשנות הישראלית אינו ממוצה.

לתפישתנו, חדשנות היא מנוע מרכזי לצמיחה כלכלית ולאיכות חיים. ככזאת, היא צריכה להיות מנת חלקם של כלל אזרחי המדינה, בכלל הסקטורים, בכלל אזורי הארץ ובכל תחומי החיים. נושא מרכזי בדוח החדשנות לשנת 2017 היה הגדלת מספר המועסקים בחברות מוטות חדשנות. בדוח הנוכחי אנו מציגים חזון לפריצת הגבולות של החדשנות הישראלית במספר כיוונים נוספים.

בפרק "מירוץ העוצמה הטכנולוגית" נציג את האתגר במימד הטכנולוגי - כיצד מבטיחים את ההובלה העתידית של החדשנות הישראלית, ובפרט על רקע התחרות הגלובלית הגוברת בטכנולוגיות מתעוררות ובראשן בינה מלאכותית.

בפרק "רפואה מותאמת אישית - נקודת המפנה של תעשיית הביופארמה בישראל?" נציג את האתגר במימד הענפי - כיצד פורצים את גבולות ה-ICT ומפתחים בישראל אקוסיסטם רפואה מותאמת אישית מוביל. התעשייה הישראלית נמצאת בעמדת זינוק מצוינת שכן היא נהנית מיתרונות גדולים במידע רפואי ייחודי, המבוסס על תיקים רפואיים ממוחשבים בקופות החולים ועל מאגרים גנומיים, במדע בסיסי מפותח וביכולת המוכחות של האקוסיסטם הישראלי בתחומי המחשוב והמידע.

בפרק "כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה - משימה לאומית" נציג את האתגר במימד הגיאוגרפי - פריצת גבולות החדשנות הישראלית הממוקמת ברובה במרכז הארץ אל שאר חלקי הארץ. נציע אסטרטגיה פרקטית המבוססת על חיזוק ההייטק במטרופולינים, ניצול טוב יותר של פוטנציאל ההון האנושי בפריפריה וחיזוק יתרונות אזוריים באמצעות חדשנות טכנולוגית.



רשות החדשנות עשייה בתנופה

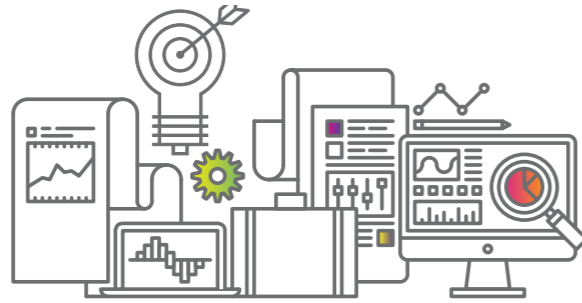
חזון רשות החדשנות הוא לבסס את ישראל כמובילה עולמית בחדשנות וביזמות, המצמיחה באופן תדיר חברות מוטות חדשנות המספקות תעסוקה רחבת היקף בפריון גבוה לכלל קבוצות האוכלוסייה ובכלל אזורי הארץ



רשות החדשנות עשייה בתנופה

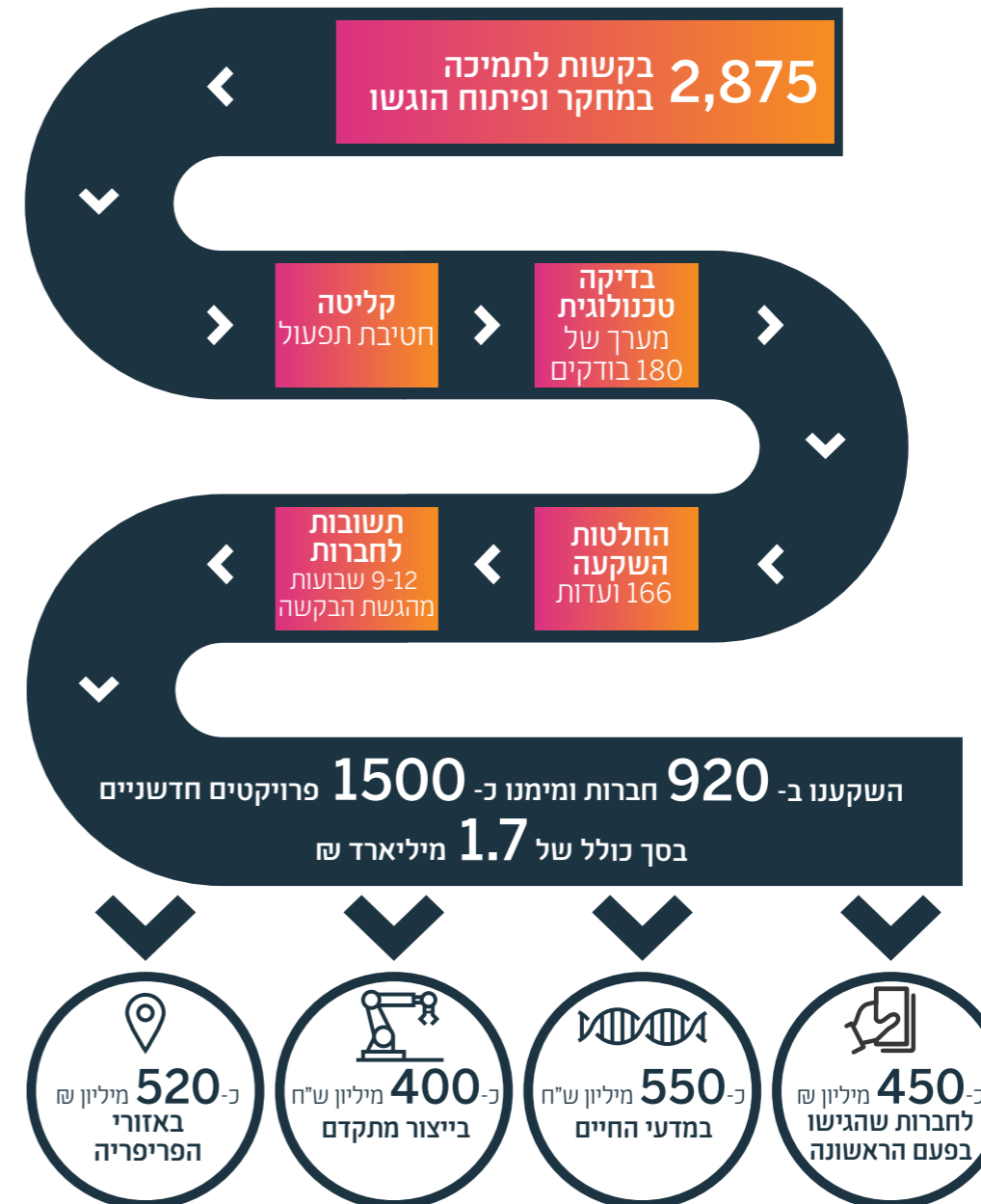
שנת 2018 הייתה שנה של עשייה פורייה ברשות החדשנות, אשר סימנה את תחילת מימוש התכנית האסטרטגית החמש שנתית של הרשות. התכנית אושרה במהלך השנה על ידי מועצת הרשות, המורכבת מנציגים ממשרדי הכלכלה והתעשייה, האוצר, מהתעשייה ומהציבור, ובראשה עומד המדען הראשי במשרד הכלכלה והתעשייה וראש רשות החדשנות, ד"ר עמי אפלבוים. עשר מטרות אסטרטגיות עיקריות עומדות במרכז התכנית:

מטרות אסטרטגיות – 2018-2022



בפרק זה נציג את עיקרי הפעילות של רשות החדשנות בשנת 2018 ובסופו נציג את הנושאים שצפויים לעמוד במוקד העשייה של רשות החדשנות בשנת 2019. ביצוע מדיניות הרשות "בשטח" מופקד בעיקר בידי זירות החדשנות של הרשות – זירות מכוונות משימה ולקוח, אשר מציעות כל אחת ארגז כלים ייחודי לאתגרים השונים במחזור החדשנות הטכנולוגית. לפיכך, ייסקרו מגוון הפעילויות של זירות הרשות בשנה החולפת, כל אחת בגזרתה. מאפיין מרכזי המשותף לפעילותן של כל הזירות בשנה החולפת הוא שיתוף פעולה מוגבר עם כלל זרועות הממשלה בישראל. הסינרגיה בין הידע, הניסיון והסמכויות הרגולטוריות של גורמי הממשל השונים ובין המומחיות של הרשות בתמיכה בחדשנות טכנולוגית, עומדת בבסיס מגוון מסלולי תמיכה משותפים שהושקו בשנה זו, והיא מחזקת את יכולתה של הממשלה להצמיד את המשק הישראלי קדימה. נוסף על סקירת הפעילויות בזירות השונות, נציג בפרק זה נושא חוצה-רשות בעל חשיבות רבה: תפיסת השירות החדשה של רשות החדשנות כלפי לקוחותיה – יזמים, חברות וחוקרים - המגובשת בימים אלה.

פעילות רשות החדשנות במספרים – 2018



זירת תשתיות טכנולוגיות

זירת תשתיות טכנולוגיות אמונה על תשתיות מחקר ופיתוח, פיתוח ידע יישומי, העברת ידע מהאקדמיה לתעשייה ופיתוח טכנולוגיות גנריות.

מסלולים מרכזיים: מאגדי מגנ"ט, תשתיות מו"פ, מסלולי הכוונת והעברת ידע (קמין, נופר, מגנטון), מכוני מחקר

בשנת 2018:

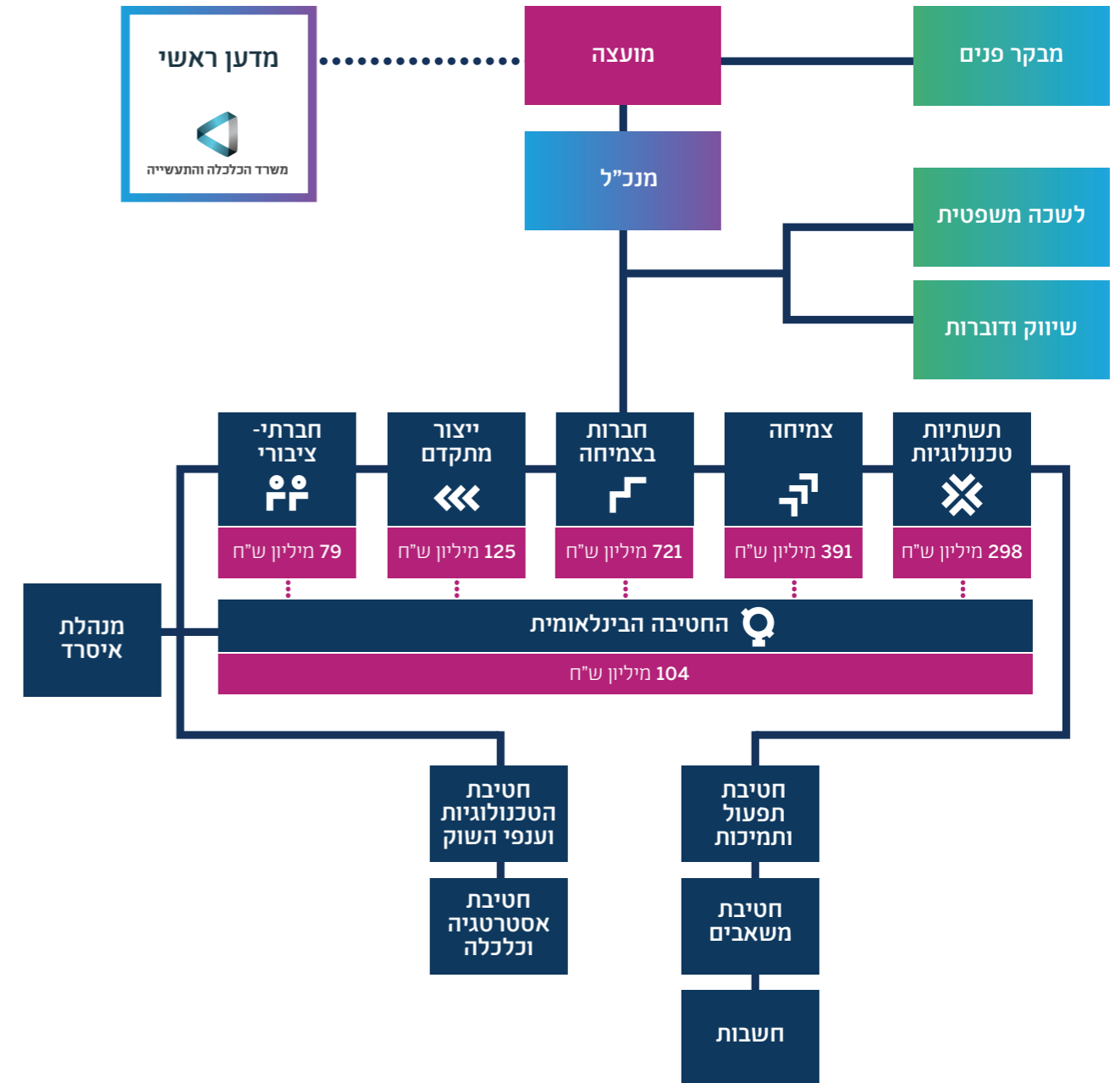
- ◀ 290 פרויקטים נתמכו בהיקף כולל של כ-300 מיליון ₪
- ◀ 160 מיליון ₪ הושקעו במאגדי מגנ"ט (מו"פ גנרי-טכנולוגי משותף לתעשייה ולאקדמיה)
- ◀ כ-200 קבוצות מחקר נתמכו במחקר יישומי ובשיתופי פעולה עם התעשייה
- ◀ 17 פרויקטי שיתוף פעולה בינלאומי לטובת העברת ידע לחברות ישראליות נתמכו בהיקף של כ-20 מיליון ש"ח

המסלול המרכזי שמפעילה זירת תשתיות טכנולוגיות הוא מאגדי מגנ"ט (מחקר ופיתוח גנרי טכנולוגי), מסלול שנועד לעודד פיתוח טכנולוגיות גנריות על ידי קבוצות של חברות מהתעשייה וחוקרים מהאקדמיה (ראה מסגרת). המסלול עבר מספר שינויים בשנה האחרונה, במטרה להתאים אותו לימני הפיתוח המתקצרים ולתחרות הבינלאומית העזה על הובלה בטכנולוגיות העתיד. במסגרת זו, משך התמיכה במסלול נקבע לשלוש שנים בלבד (בעבר מרבית המאגדים נתמכו במשך חמש שנים); נוסף תמריץ לשלב במאגדים שחקנים בינלאומיים הנמצאים בחזית הטכנולוגיה; והושק כלי נוסף למימון המשך פיתוח לטכנולוגיות נבחרות הנובעות ממנו. במהלך שנת 2018 אושרו מספר מאגדים חדשים: מאגד אינטרנט של הדברים (IoT) בתחום המזון, מאגד תקשורת חלל, מאגד מעבד גנרי לרכיבים אלקטרוניים ומאגד חישה קוונטית.

מהלך נוסף שביצעה זירת תשתיות טכנולוגיות במהלך 2018 הוא הגמשת תנאי הסף ונהלי הפעילות במסלולים שמטרתם הכוונת והעברת ידע מהאקדמיה לתעשייה – נופר וקמין התומכים במחקר יישומי באקדמיה, ומגנטון התומך בשיתופי פעולה בין חברה ישראלית ובין קבוצת מחקר אקדמית. מטרת השינויים היא למקד את המסלולים בשיתוף פעולה אפקטיבי ויישומי עם התעשייה. כך, לדוגמה, במסלול קמין מוצעים כעת, כפיילוט, תנאים ייחודיים לתחום פיתוח התרופות – הכוללים תמיכה למשך שלוש שנים כדי לגשר על הפער בשלב המחקר התרגומי.

בנוסף, הזירה קידמה במהלך השנה מגוון שיתופי פעולה בינלאומיים לטובת האצת פיתוח טכנולוגיות עתידיות בתעשייה בישראל. במסגרת זו, הזירה השיקה שיתוף פעולה עם מאיץ החלקיקים CERN לטובת העברת ידע לחברות בישראל, החלה לתמוך במסחור ידע אקדמי בתחום הטכנולוגיות הקוונטיות במסגרת תכנית השת"פ האירופית Quanteria, והשתתפה במימון פרויקטים של חברות ישראליות בתחום הננוטכנולוגיה יחד עם חברות ומכוני מחקר בגרמניה.

מבנה רשות החדשנות ותקציבי זירות החדשנות של הרשות לשנת 2018



זירת הזנק

זירת הזנק מספקת מגוון כלים התומכים במיזמים טכנולוגיים בתחילת דרכם, כדי לסייע להם לפתח מוצר, לגייס הון ראשוני ולהתקדם למכירות. כמו כן, הזירה פועלת לחיזוק אקוסיסטם היזמות הטכנולוגית בישראל, ובפרט תחומים מתעוררים.

מסלולים מרכזיים: תנופה, תכנית החממות, חברות מתחילות, מעבדות חדשנות

בשנת 2018:

- 213 חברות הזנק זכו לתמיכה בהיקף כולל של כ-400 מיליון ₪
- המענק הממוצע לחברות הזנק היה 1.9 מיליון ₪
- 19 חממות טכנולוגיות פעלו ברחבי הארץ, מתוכן 12 תמכו בחברות הזנק בתחומי מדעי החיים
- 73 יזמים זכו לתמיכה במסגרת תוכנית תנופה
- 5 מעבדות חדשנות החלו לפעול בתחומי ייצור מתקדם, תחבורה, בנייה, פודטק וחומרים מתקדמים

במהלך שנת 2018 השיקה זירת הזנק מספר מסלולים חדשים והרחיבה את התמיכה במסגרת המסלולים הקיימים. ראשית, מסלול מעבדות לחדשנות, המחבר בין יזמים הזקוקים לתשתיות טכנולוגיות ייחודיות ולמומחים כדי להגיע להוכחת היכנות, ובין תאגידים המעוניינים לשתף פעולה עם חברות הזנק במודל חדשנות פתוחה - החל לפעול השנה לאחר השקתו בשנת 2017. חמש המעבדות שנבחרו בהליכים תחרותיים בתחומי ייצור מתקדם, תחבורה חכמה, בנייה ותשתיות, פודטק וחומרים מתקדמים החלו לקלוט מיזמים חדשניים במהלך השנה. בנוסף, בשנת 2019 תוקם מעבדת חדשנות חדשה בבאר שבע בתחומי הגנת הסייבר והפינטק (finsec), בשיתוף רשות הסייבר ומשרד האוצר, אשר תמנף נכסים לאומיים לקידום חברות הזנק בתחום.

המעבדה בבאר שבע תצטרף למסלולים נוספים שהושקו בשנת 2018 ומוכוונים לעידוד יזמות טכנולוגית בפריפריה ובערים הגדולות מחוץ למרכז. כך, במהלך השנה פורסם הליך תחרותי להקמת חממה בתחום הפוד-טק בנפת צפת שתוצאותיו יתפרסמו בשנת 2019, ואושר מסלול לעידוד יזמות בפריפריה בזיקה לעוגנים אזוריים. להרחבה אודות מדיניות הרשות לעידוד יזמות טכנולוגית בפריפריה ולפרטים נוספים אודות תכניות אלו, ראה פרק "כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה" בדוח זה.

במקביל, הורחב השנה אחד ממסלולי הזירה המרכזיים - מסלול חברות מתחילות, המיועד לחברות הזנק המעוניינות לפתח ולקדם מיזם טכנולוגי חדשני ולחדור לשוק באמצעות גיוס השקעות מהשוק הפרטי. דרישות הסף להגשת בקשה למסלול הופחתו, מגבלת התקציב השנתית עבור חברה הפונה למסלול עלתה ל-10 מיליון ₪, משך התמיכה האפשרי הוארך, וניתנה לחברות המשתתפות במסלול אפשרות לפנות במקביל למסלולים אחרים של הרשות לתמיכה בפרויקטים נוספים. במקביל, חודד הגבול בין זירת הזנק, התומכת ביזמים וחברות הזנק בתחילת דרכן, ובין זירת צמיחה הפונה לחברות בשלבי צמיחה - כך שחברות שהכנסותיהן עולות על מיליון דולר או שגייסו למעלה מ-10 מיליון דולר מופנות לזירת צמיחה בלבד.

ואחרונה, פעילות ענפה התקיימה בזירה בשנת 2018 בתחום הייצור המתקדם, אשר תופס מקום מרכזי באסטרטגיית רשות החדשנות. נוסף על המאגד שהוקם בתחום המזון, זירת תשתיות טכנולוגיות שוקדת בימים אלו, בשיתוף זירת ייצור מתקדם, על תכנית אסטרטגית להגברת האפקטיביות של מכוני המחקר היישומיים המשרתים את תעשיית הייצור. במסגרת זו, כבר השנה בוצעו מספר שינויים בתמיכה במכונים אלו, כדי להבטיח את המצוינות הטכנולוגית שלהם ולהגביר את התמריץ לשיתופי פעולה ביניהם ובין חברות תעשייתיות. במקביל, שתי הזירות פועלות יחד עם משרד הכלכלה להקמת מכונים יישומיים חדשים בתחום המזון ובתחום הייצור המתקדם - שניהם יפעלו בצפון הארץ. המכון לייצור מתקדם יתבסס על שותפות בין המגזר העסקי והאקדמי ויפעל לשיפור הפיריון והתחרותיות בתעשיית הייצור באמצעות שילוב טכנולוגיות ושיטות מתקדמות - בדגש על תעשיות שמתאפיינות ברמת חדשנות בינונית או נמוכה. הקמת מכון המזון עומדת כעת בשלב איתור צרכים מהתעשייה.



רשות החדשנות - הלכה למעשה: קפיצת מדרגה בטיפול המוחי במאגד BSMT

מאגד המוח הישראלי (Brain Stimulation and Monitoring Toolbox), שנתמך על ידי רשות החדשנות בחמש השנים האחרונות באמצעות מענק של 67 מיליון ש"ח, הוקם במטרה לפתח תשתית טכנולוגית ומדעית משולבת של ניטור וגירוי מוחי, שתאפשר התאמה אישית ושיפור הטיפול המוחי במחלות נוירולוגיות ופסיכיאטריות. תשתית זו נועדה לעמוד בבסיס דור מוצרים חדש שעשוי להזניק את החברות המשתתפות במאגד - אינסייטק, אלמינדה, אלפא אומגה, ובריינסווי - לחזית העולמית בתחום זה. מעורבותן של קבוצות מחקר קליניות מאוניברסיטאות ובתי חולים במאגד אפשרה לחברות המשתתפות בו לערוך, באופן תקדימי, ניסויים בבני אדם בתקופת המאגד.

למאגד היו מספר הישגים פורצי דרך, וחלקם אף הובילו להבשלת הטכנולוגיה לכדי מימוש קליני. דוגמה להישג כזה היא Haguide, תוכנה שפותחה במסגרת המאגד על ידי חברת אלפא-אומגה וחוקרים מהאוניברסיטה העברית ובית החולים הדסה, המשמשת כבניית Deep brain stimulation (DBS) המבוצעים בחולי פרקינסון ומחלות נוספות. התוכנה מאפשרת ניתוח אוטומטי של חומר גלם המוקלט מהמוח, על בסיסו ניתן לבצע ניווט אוטומטי ומדויק בהשתלת אלקטרודה לגרעין מסוים במוח השולט בתנועתיות הגוף. המערכת נבדקה על למעלה ממאה חולי פרקינסון שעברו ניתוח DBS, ובעקבות תוצאותיה המוצלחות זכתה לאישורים רגולטוריים מה-FDA וה-CE.

הישג טכנולוגי ומסחרי נוסף למאגד הוא פלטפורמה דיגיטלית להדמיה פונקציונלית של המוח בחולים פסיכיאטריים, שנולדה משיתוף פעולה הדוק בין מספר שותפים במאגד. המוצר מבוסס על טכנולוגיית ה-Brain Network Analytics של חברת אלמינדה, העושה שימוש בכלי למידת מכונה (machine learning) וביג דאטה (Big Data) לטובת ניתוח אותות מוחיים. הטכנולוגיה פורצת הדרך מספקת גישה ל"תוכנה של המוח" - רמת הקומפוזיציה, הקישוריות והסינכרוניזציה של רשתות פונקציונליות במוח - דבר שלא היה קיים עד כה. על בסיס הפלטפורמה, הוקמה במרכז הרפואי לבריאות הנפש באר יעקב - נס ציונה מעבדה חדשה המציעה בדיקות קוגניטיביות לחולים פסיכיאטריים המגיעים לבית החולים. מדובר בשילוב תקדימי של רפואה דיגיטלית בתהליכי האבחון והטיפול בחולים פסיכיאטריים, המאפשר קפיצת מדרגה באיכות הרפואה הפסיכיאטרית בישראל. שילוב הפלטפורמה בטיפול צפוי לקדם רפואה מותאמת אישית ולתמוך בהחלטות הרופאים בזמן הטיפול.

זה הוא בעל חשיבות אסטרטגית עבור רשות החדשנות משום שהוא מעודד חברות לצמוח כחברות שלמות בישראל ומשמש כגשר בין תעשיית ההייטק לשאר חלקי המשק הישראלי גם יחד. להרחבה, ראה פרק "מתעשיית הייטק למשק טכנולוגי וחכם" בדוח זה.

מסלול חדש נוסף שהחל לפעול השנה בזירת צמיחה הוא המסלול לעידוד הקמת מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בתחומי הביוטכנולוגיה והרפואה. במסגרת הליך תחרותי שהתקיים במהלך שנת 2018, נבחרו להשתתף במסלול שלוש חברות רב-לאומיות מובילות - Change Healthcare, הפועלת בתחום הבריאות הדיגיטלית, ומדטרוניק ו-GE הפועלות בתחום המכשור הרפואי. פעילות החברות במסגרת המסלול צפויה לבסס עוגנים מקומיים משמעותיים של פעילות, ידע ומומחיות בתחומים אלו, ולייצר קניין רוחני חדש בישראל.

במקביל, הזירה פעלה במהלך שנת 2018 להרחבת המסלול לעידוד מחקר ופיתוח גנרי. המסלול, הפונה לחברות בוגרות וגדולות, תומך במחקר ופיתוח ארוך טווח של טכנולוגיות פורצות דרך שהחברות יוכלו למנף בעתיד למגוון מוצרים. כדי להרחיב את קהל החברות הגדולות המשקיעות בפיתוחים טכנולוגיים פורצי דרך בישראל, הזירה עודדה בשנה האחרונה חברות בשלבי צמיחה מתקדמים להצטרף למסלול, והשקעה הכוללת בו עלתה מ-60 מיליון ש"ח בשנת 2017 ל-85 מיליון ש"ח השנה.



רשות החדשנות – הלכה למעשה: המערכת לאוטומציה בשידורי ספורט שחדרה לשוק האמריקאי

חברת ההזנק Pixellot, שהוקמה בשנת 2013, פיתחה מערכת חדשנית המאפשרת הפקה ושידור של ענפי ספורט שונים כמעט ללא יד אדם. החברה החלה את דרכה בחממת The Time, אחת הזכייניות של מסלול החממות הטכנולוגיות של זירת הזנק, וקיבלה בהמשך מענקים נוספים במסלול קרן המו"פ בזירת צמיחה.

פלח השוק אליו פונה החברה הוא מיליוני אירועי ספורט שאינם מצולמים כיום בשל עלויות ההפקה הגבוהות - ובהם משחקים במכללות, תיכונים וליגות ילדים ונוער בכל העולם. המערכת שהיא פיתחה כוללת מצלמות, יכולת מעקב, טיפול בתוכן בענן ושידור למכשירים שונים, והיא מבצעת סטרימינג חי באופן אוטומטי לחלוטין ומאפשרת לצופים לבצע עריכה פשוטה של מהלכים - כל זאת בעלות הפקה נמוכה. מאז הקמתה מכרה החברה כבר כ-2,500 מערכות שמפיקות מדי חודש 20 אלף שעות שידור, ובשנת 2018 היא גייסה 30 מיליון דולר שיאפשרו לה להאיץ את חדירתה לשווקים בהמשך.

זירת צמיחה

זירת צמיחה פועלת לעידוד חברת הזנק לעלות על מסלול צמיחה בר קיימא, ומספקת לחברות בשלבי צמיחה ולחברות בוגרות כלים לפיתוח מנועים טכנולוגיים.

מסלולים מרכזיים: קרן המו"פ, מו"פ גנרי, קרן הפיילוטים

בשנת 2018:

- ◀ **177 חברות** קיבלו מענקים מקרן המו"פ בהיקף כולל של כ-**430 מיליון ש"ח**. המענק הממוצע היה **2.4 מיליון ש"ח**
- ◀ **22 חברות** גדולות נתמכו במסלול מו"פ גנרי פורץ דרך בהיקף כולל של **85 מיליון ש"ח**
- ◀ **60 חברות** קיבלו **70 מיליון ש"ח** לביצוע פיילוטים לטכנולוגיות חדשניות במגוון אתרי הרצה בישראל, בהשתתפות מגוון משרדי ממשלה
- ◀ **30 מיליון ש"ח** הושקעו בהקמת מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בתחומי מכשור רפואי ובריאות דיגיטלית

במהלך שנת 2018 החל לפעול בזירת צמיחה מסלול חדש לתמיכה בתכניות הרצה טכנולוגיות (פיילוטים) המתבצעות בישראל, אשר נועד לעודד חברות חדשניות לעבור משלב המו"פ לגמלון ולמסחר וכך לעלות על מסלול צמיחה. המסלול פועל בשיתוף פעולה עם מגוון גורמי ממשל - שיתוף פעולה אשר מאפשר להגדיל את היקף התמיכה בחברות ולהבטיח כי הפיילוטים יוכלו לפעול בהתאם לדרישות הרגולציה, או תחת מתווה רגולטורי ייעודי במקרה הצורך. כבר בשנת פעילותו הראשונה של המסלול הוגשו עשרות בקשות לתמיכה בפיילוטים במגוון אתרי הרצה בתחומי בריאות דיגיטלית, הגנת הסביבה, אנרגיה, תחבורה חכמה, הגנת סייבר, חקלאות ובחברות ממשלתיות, והוא צפוי להתרחב בשנים הקרובות לתחומים נוספים ולשיתופי פעולה עם גורמי ממשל נוספים. מסלול



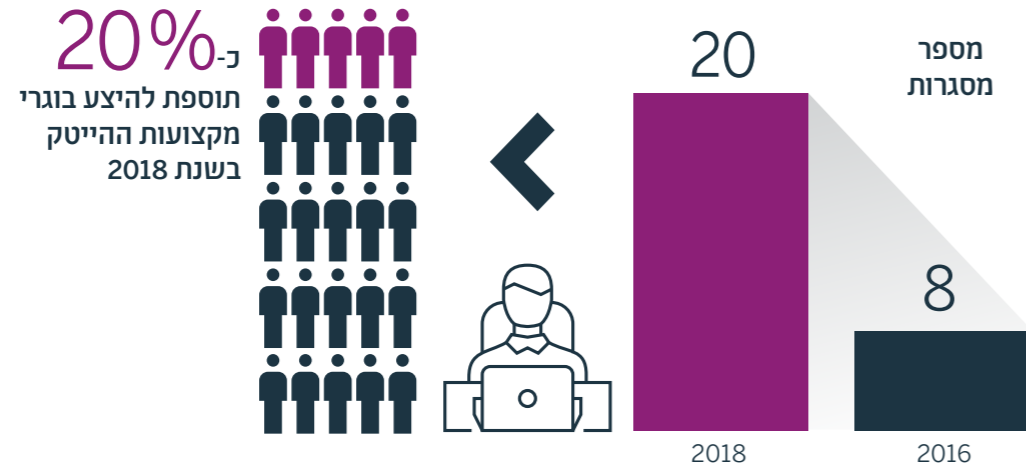
רשות החדשנות – הלכה למעשה: בינה מלאכותית בקופת חולים מאוחדת ובבית החולים סורוקה

התכנית הלאומית לבריאות דיגיטלית שואפת להפוך את ישראל לשחקן משמעותי בתחום הבריאות הדיגיטלית - הן כמנוע צמיחה למשק הישראלי והן כאמצעי לשיפור שירותי הבריאות בישראל. במסגרת התכנית, שגובשה על ידי צוות בין-משרדי, יושקעו מאות מיליוני שקלים על פני חמש שנים, מתוכם כ-132 מיליון ש"ח בתכניות ייעודיות שתפעיל רשות החדשנות לפיתוח תעשיית הבריאות הדיגיטלית, תוך חיזוק החיבור בינה ובין ארגוני הבריאות בישראל.

במסגרת זו השיקה הרשות בשנת 2018 מסלול לתמיכה בפיילוטים בתחום הבריאות הדיגיטלית, המתבצעים בארגוני הבריאות בישראל או מתבססים על יכולות או נתונים הנמצאים ברשותם. המסלול זכה להיענות גבוהה הן של התעשייה והן של ארגוני בריאות המבקשים להטמיע חדשנות טכנולוגית, כאשר במהלך השנה הוגשו 52 בקשות לתמיכה בפיילוטים ב-22 ארגוני בריאות. מתוכן, אישרה הרשות תמיכה ב-24 פיילוטים אשר יתבצעו ב-15 ארגוני בריאות שונים, בהשקעה כוללת של כ-74 מיליון ש"ח, כמחציתם במימון ממשלתי.

בין הפרויקטים שאושרו בולט הפיילוט של חברת Diagnostics Robotics, אשר פיתחה מערכת ממוחשבת מבוססת בינה מלאכותית (AI) ראשונה מסוגה שמטרתה חיסכון בעלויות במערכת הרפואית ושיפור השירות. המערכת, שנועדה לשמש צוותים רפואיים, כוללת מנוע המלצות מותאמות אישית עבור מטופלים המבוססות על תמונה קלינית רחבה. במסגרת הפיילוט, המערכת תפעל לראשונה בשני ארגוני בריאות: בקופת חולים מאוחדת, שם היא תוצב בכניסה למרפאות ובמוקד רפואה דחופה ותוגש באפליקציה לשימוש ביתי, ובחדר המיון של המרכז הרפואי סורוקה של קופת חולים כללית בבאר שבע.

זינוק בשוק ההכשרות העילית החוץ-אקדמיות לתכנות במקביל לפיתוח והשקת מסלול סיירות תכנות



ערוצים נוספים בהם פעלה הזירה במהלך שנת 2018 להגדלת היצע ההון האנושי בהייטק כוללים הסרת חסמים לשילוב מומחים זרים בתעשייה, חיבור תושבים חוזרים בעלי מקצועות טכנולוגיים לחברות הייטק, ועידוד יזמות טכנולוגית בקרב אוכלוסיות המיוצגות בחסר בתעשייה. כדי לאפשר לחברות הייטק בישראל להעסיק מומחים זרים בעלי ידע ייחודי, יצרו רשות האוכלוסין, מנהל סחר חוץ במשרד הכלכלה, משרד העבודה והרווחה, משרד החוץ והמועצה הלאומית לכלכלה במשרד ראש הממשלה בשיתוף עם רשות החדשנות קטגוריה חדשה של ויזת עבודה עבור מומחים זרים, המיועדת למומחים בהייטק בלבד.

לערוץ זה יתרונות רבים וביניהם הגשה אלקטרונית, תהליך אישור מהיר של היתר העסקה וויזת עבודה לבן הזוג. כמו כן הושקה תכנית הפיילוט "חוזרים להייטק", הפועלת לשלב מחדש של ישראלים וישראליות המתגררים בחו"ל בעלי ידע ונסיון בתעשיית ההייטק בתעשייה בישראל, על ידי חיבורם למעסיקים ולהזדמנויות תעסוקה רלוונטיות. ואחרונה, המסלול לעידוד יזמות טכנולוגית בקרב מיעוטים וחרדים, שמפעילה הזירה יחד עם זירת הזנק, עודכן במטרה להגדיל את מספר ואיכות המיזמים הנתמכים. זאת בעקבות ניתוח מעמיק של תוצאות המסלול שנערך על ידי חטיבת האסטרטגיה ברשות. במסגרת המסלול המעודכן בוצע שיווק נרחב כדי להגיע לקהלי היעד המתאימים. כתוצאה מכך, מספר המיזמים שנתמכו במסגרת המסלול בשנת 2018 עלה ב-20 אחוזים לעומת שנת 2017.

הזירה פועלת גם לאיסוף נתונים וניתוח החסמים באקוסיסטם והיתה שותפה לפרסום דוח ההון האנושי בהייטק בהובלת Start up Nation Central, שנתן תמונת מצב לגבי המחסור כיום ולגבי כיווני הפתרון לעתיד.

הזירה החברתית-ציבורית

הזירה החברתית-ציבורית עוסקת בשני תחומים: פיתוח הון אנושי מיומן להייטק, ועידוד יזמות טכנולוגית ומו"פ המכוונים לפתרון אתגרים חברתיים וציבוריים.

מסלולים מרכזיים – הון אנושי: סיירות תכנות, חוזרים להייטק, חברות מתחילות – חרדים ומיעוטים

מסלולים מרכזיים – מו"פ חברתי-ציבורי: חדשנות במגזר הציבורי, אתגר, עזרטק

בשנת 2018:

- 7 מסגרות הכשרה החלו לפעול במסגרת מסלול "סיירות תכנות" להכשרת כ-250 בוגרים, וקיבלו למעלה מ-10 מיליון ₪ בשנת ההפעלה הראשונה
- מסלול חדש - "חוזרים להייטק" - הופעל במודל פיילוט וסייע לכמאה ישראלים בחו"ל להתחבר להזדמנויות תעסוקה בהייטק הישראלי
- 17 חברות הזנק של יזמים/ות חרדים וערבים קיבלו תמיכה במסגרת תת-מסלול ייעודי, בהיקף כולל של כ-30 מיליון ₪
- 57 פרויקטים חדשניים נתמכו במסגרת מסלול חדשנות לאתגרי המגזר הציבורי המשותף לרשות החדשנות ולמטה ישראל דיגיטלית בהיקף כולל של 35 מיליון ₪
- 16 פרויקטים חדשניים נתמכו במסגרת תכנית תמיכה במחקר ופיתוח של טכנולוגיות מסייעות לאנשים עם מוגבלות, בסכום כולל של 10 מיליון ₪

פיתוח הון אנושי מיומן להייטק

הזירה החברתית-ציבורית פועלת להגדלת היצע כוח האדם המיומן להייטק באמצעות הסרת חסמים ופיתוח תשתיות מתאימות, ובין היתר מקדמת שילוב אוכלוסיות שמיצגות בחסר בתעשייה. ערוץ מרכזי אותו מקדמת הזירה להגשמת מטרות אלו הוא הכשרות עילית חוץ-אקדמיות - Coding Bootcamps, המיועדות להכשרה או הסבה של בעלי/ות מיומנויות גבוהות (כגון בוגרי תארים מדעיים) לתפקידי פיתוח בהייטק. במהלך שנת 2018 התחילה הזירה להפעיל את מסלול "סיירות תכנות" לתמיכה בהכשרות מסוג זה. מודל התגמול בו פועל המסלול מותנה בהצלחה בשילוב בוגרי ההכשרה בתעשייה בתפקידי פיתוח בשכר גבוה, ומתמרץ שילוב נשים ואוכלוסיות הנמצאות בתת-ייצוג בהייטק. במהלך 2018 נבחרו, בתום תהליך פיתוח עסקי והליך תחרותי, שבע מסגרות הכשרה חוץ-אקדמיות איכותיות למקצועות פיתוח בהייטק, שכבר החלו להפעיל הכשרות לקראת סוף השנה. השקת המסלול, ותהליך ההיוועצות הנרחב עם התעשייה שקדם לה בשנתיים האחרונות, כבר החלו להניע שינוי תפיסתי בתעשיית ההייטק ועוררו תנופה בשוק הכשרות העילית החוץ-אקדמיות לתכנות.

זירת ייצור מתקדם

זירת ייצור מתקדם פועלת לחזק את התעשייה היצרנית ולהגביר את כושר התחרות שלה בארץ ובעולם באמצעות עידוד תהליכי מו"פ וחדשנות טכנולוגית.

מסלולים מרכזיים: המכינה למו"פ ומופ"ת (מו"פ בתעשייה)

בשנת 2018:

- 246 פרויקטי מו"פ נתמכו בהיקף כולל של 125 מיליון ₪. כמחצית הסכום הושקע בפרופרייה
- המענק הממוצע בתכנית מופ"ת היה 660,000 ₪
- כמחצית ממפעלי הייצור שהגישו בקשה לתמיכה במסגרת מסלול מופ"ת – פנו לרשות לראשונה השנה
- 23 חברות עברו מהמכינה למו"פ למסלול מופ"ת ועלו מדרגה בחדשנות טכנולוגית

המסלול המרכזי שמפעילה זירת ייצור מתקדם הוא מסלול מופ"ת – מו"פ בתעשייה, שמטרתו לעודד מפעלי תעשייה מוטי ייצור לקדם ולהטמיע תהליכי חדשנות טכנולוגית, באמצעות ביצוע תכניות מו"פ שמטרתן פיתוח מוצרים חדשנים, שיפור מוצרים קיימים, או פיתוח ושיפור תהליכי ייצור. במהלך שנת 2018 ביצעה הזירה עבודת שטח אינטנסיבית להנגשת המסלול לחברות תעשייתיות, ובפרט באזורי הפרופרייה. במסגרת זו, צוות הזירה ערך עשרות ביקורים בחברות והשתתף בכנסים מקצועיים בפרופרייה. ואכן, כמחצית מסך החברות התעשייתיות שהגישו בקשה לתמיכה במסגרת המסלול השנה היו כאלו שזוהי להן ההגשה הראשונה, ובמקביל, למעלה ממחצית החברות שנתמכו בזירה הן כאלו הפועלות בצפון הארץ ובדרומה.

את מסלול מופ"ת משלים מסלול המכינה למו"פ, שמטרתו לסייע לחברות תעשייתיות שמעולם לא עסקו במו"פ, או שזקוקות להכוונה בתחום זה, לעלות על מסלול החדשנות. במהלך השנה, 23 חברות שסיימו בהצלחה בשנים האחרונות את המכינה למו"פ, עברו למסלול מופ"ת – נתון המשקף קפיצת מדרגה של חברות אלו שהתאפשרה באמצעות תמיכת רשות החדשנות.

ערוץ נוסף בו פעלה הזירה בשנת 2018 לעידוד מו"פ בתעשייה הייצור הוא קולות קוראים ממוקדים להגשת בקשות לתמיכה בחדשנות טכנולוגית עבור ענפי תעשייה שונים. במסגרת זו, יצאו קולות קוראים לחברות בענף הטקסטיל, לחברות בענף הפלסטיקה ופולימרים, לחברות בענפי חשמל ומתכת, ולספקיות לפרויקט המרכבה והרק"מ. כמו כן, יצא קול קורא ייחודי בשיתוף פעולה עם משרד הבריאות, במסגרת התכנית הלאומית לתזונה בריא – "אפשריבריא". מטרת הקול הקורא הייתה לעודד מו"פ המכוון לשיפור הערך התזונתי של המזון, שיפור הביטחון התזונתי של האוכלוסייה וקידום בריאות הציבור.

ואחרונה, הזירה ערכה השנה במכללת כנרת בצפון אירוע "ספיד דייטינג" ראשון מסוגו בין חברות הזנק המפתחות פתרונות בתחום הייצור המתקדם ובין חברות תעשייתיות. בעקבות הצלחת האירוע, בו נכחו 160 משתתפים ונוצרו חיבורים רבים, מתוכן כנס שני מסוג זה בתחילת 2019, באזור הדרום.

בנוסף לפעילות המכוונת למפעלי ייצור, הזירה אף מפתחת כלי תמיכה לחברות חדשניות המבקשות לעבור לשלב הייצור. בסוף שנת 2018 השיקה הזירה, בשיתוף פעולה עם רשות ההשקעות במשרד הכלכלה, מסלול לתמיכה בבדיקת היתכנות לייצור ראשוני. מטרת המסלול היא לגשר על עמק המוות שבין שלבי המחקר והפיתוח לייצור ההתחלתי (small scale) ולייצור רצף של תמיכה ממשלתית בפיתוח הטכנולוגי – משלב המחקר ועד הקמת מפעל תעשייתי בישראל.

עידוד מו"פ למענה על אתגרים חברתיים וציבוריים

הזירה ריכזה השנה את כל מסלולי ההטבה שנותנים מענה לתחומים אלו תחת מטריה אסטרטגית אחת, והחלה במיקוד כלל התכניות בכיוון אסטרטגי של השקעות אימפקט (impact). בהתאם, המסלולים עודדו ונעשו פעולות שיווק נרחבות יחד עם שותפים מגוונים מרחבי האקוסיסטם כדי להרחיב את קהל היעד, להגדיל את היקף ואיכות המיזמים הפונים לתמיכה, ולמקד את היזמים התחום להתמקד באתגרים משמעותיים שהוגדרו בקולות הקוראים. במסגרת זו, המסלול לעידוד חדשנות לאתגרי המגזר הציבורי, הפועל בשיתוף פעולה עם מטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי, והמסלול לעידוד פיתוח טכנולוגיות מסייעות לאנשים עם מוגבלויות ("עזרטק"), הפועל בשיתוף פעולה עם אגף הקרנות של המוסד לביטוח לאומי, הופעלו בשנת 2018 באמצעות קולות קוראים המכוונים לתחומי מיקוד מועדפים. בנוסף, שיטת ההערכה של הפרויקטים המוגשים במסגרתם שופרה. במקביל, מסלול אתגר – חדשנות לאתגרי בריאות גלובליים, הפועל בשיתוף פעולה עם משרד החוץ, שלא היה פעיל מאז שנת 2015, עודכן והושק מחדש במהלך שנת 2018.

רשות החדשנות – הלכה למעשה: לשלוט בטלפון החכם ובטאבלט באמצעות תנועות ראש

חברת ההזנק Sesame Enable, שהוקמה בשנת 2013, פיתחה אפליקציה ייחודית המאפשרת לאנשים עם מוגבלויות תנועה להפעיל טלפונים חכמים וטאבלטים באמצעות תנועות ראש בלבד, דרך המצלמה הקדמית של המכשיר. החברה זכתה למענק משמעותי מרשות החדשנות במסלול "עזרטק", בשיתוף עם המוסד לביטוח לאומי, לעידוד פיתוח טכנולוגיות מסייעות לאנשים עם מוגבלויות. במקביל, החברה זכתה בפרס של מיליון דולר בתחרות הבינלאומית Powerful Answers Award שערכה ענקית התקשורת Verizon, ובפרסים נוספים.

פתרונות החברה מצויים בשימוש נרחב כבר כיום בארה"ב, שם הם זוכים לסבסוד ממשלתי, ומשמשים קהל לקוחות בעלי מגוון רחב של מוגבלויות תנועה, כגון פגיעות עמוד שדרה, ניוון שרירים, טרשת נפוצה ושיתוק מוחין. בנוסף, לאחרונה בחרה עיריית ניו יורק במוצר החברה כפתרון מועדף לילדים בעלי מוגבלויות במערכת החינוך הציבורית בעיר, ומגעים מתנהלים עם עיריית ומדינות נוספות בארה"ב להרחבת פעילות זו.

ערוץ מרכזי אחד בו פועלת החטיבה הבינלאומית הוא קידום והפעלת הסכמים בילטרליים לשיתופי פעולה טכנולוגיים. בשנת 2018 נחתמו שבעה הסכמים בילטרליים חדשים בין ישראל ובין מדינות ברחבי העולם: בריטניה, תאילנד, ארגנטינה וארבע מדינות בארה"ב, והחלה לפעול קרן ישראל-הודו למו"פ תעשייתי וחדשנות טכנולוגית. הסכמים אלה יוצרים מסגרת תומכת המאפשרת לחברות טכנולוגיה ישראליות לשתף פעולה עם חברות ממדינות אלו. בנוסף, בתוך ההסכמים החדשים ובמסגרת הסכמים קיימים, החטיבה גיבשה השנה שורת הסכמות הסוללות את הדרך לחברות ישראליות לבצע פיילוטים בחו"ל, בתחומי בריאות, חקלאות, אנרגיה ומים.

ערוץ מרכזי נוסף בו פועלת החטיבה, באמצעות מנהלת איסרד (ISERD), הוא הנגשת תכניות המו"פ האירופית, ובראשן Horizon 2020, לתעשייה ולאקדמיה בישראל. בשנת 2018 פעלה המנהלת להגדלת ההשתתפות של חברות ישראליות במסלולים השונים שמציעה Horizon 2020. פעילות זו השתקפה במעורבות יוצאת דופן של התעשייה הישראלית במסלול הדגל SME Instrument המציע מימון לחברות חדשניות מצטיינות (92 חברות ישראליות זכו למימון בהיקף של 40 מיליון אירו), ובמסלול אקסל (Ecsel) המממן פרויקטים בתחום רכיבים למערכות אלקטרוניות (9 חברות קיבלו כ-11 מיליון אירו). תוצאות אלו הושגו באמצעות מאמץ ממוקד של מנהלת איסרד להגדלת מספר הפונים ותכנית המסגרת ולשיפור איכות הבקשות. זאת, בין השאר על ידי מסלול חדש להגברת השתתפות תאגידים ישראליים בתכנית המסגרת האירופית. המסלול תומך בהוצאות בגין נסיעות לחו"ל, השתתפות בכנסים לחיפוש שותפים ויועץ מאושר לכתיבת בקשה. סך השתתפות של התעשייה בישראל בתכנית המסגרת האירופית מתחילתה עומדת כיום על למעלה מ-200 מיליון אירו, כאשר בשנים 2017 ו-2018 ניכרה מגמת עלייה בהיקף השתתפות.

הישג נוסף שהולידה פעילות איסרד במסגרת ההשתתפות בתכנית Horizon 2020, בשיתוף פעולה עם זירת צמיחה ברשות, הוא הנגשת כלי המימון הכלולים ביוזמת EU Finance for Innovators (InnovFin) של קרן ההשקעות האירופית (EIF) ליזמים וחברות ישראלים. במסגרת זו, הקצתה קרן ההשקעות האירופית ערבות לבנק לאומי, עבור תיק אשראי בהיקף של 200 מיליון דולר המוקצה להלוואות לחברות קטנות ובינוניות בתחומי החדשנות. כמו כן, הקרן שימשה כמשקיעת עוגן בקרן הון סיכון ישראלית המתמקדת בהשקעות בחברות סטארט-אפ בשלבים ראשוניים, והשקיעה בה כ-20 מיליון דולר, וכן חתמה על הסדר למימון תואם (Matching) עם אנג'לים וסופר-אנג'לים בישראל בסך 15 מיליון דולר.



רשות החדשנות – הלכה למעשה: ניטור מרחוק של אי ספיקת לב בתמיכת Horizon 2020

חברת Vectorious החלה את דרכה בשנת 2011 בחממה הטכנולוגית רד-ביומד שנתמכה על ידי רשות החדשנות. החברה מציעה פתרון פורץ דרך לניטור אלחוט, רציף, מדויק ובטוח של חולים במחלות לב כרוניות – אחד מגורמי התמותה השכיחים ביותר בעולם המערבי.

הטכנולוגיה שפיתחה החברה מאפשרת לשתול בגוף מיקרו-מחשב ולתקשר עמו, ללא סוללה, ובכך היא יחידה מסוגה. החברה גייסה עד כה למעלה מ-10 מיליון דולר, בתוכם מענק של 2.25 מיליון דולר מתכנית המו"פ האירופית Horizon 2020 ורשות החדשנות. המענק היוקרתי סייע לחברה לגייס משקיעים נוספים ולהאיץ את הפיתוח ואת הניסויים הקליניים.

כעת, החברה עורכת סבב ניסויים בבני אדם בגרמניה, אנגליה, איטליה וישראל, בדרך לקבלת האישורים הרגולטוריים הנדרשים ושיווק המוצר. החברה צופה שהפיתוח יגיע לשוק האירופי בתוך כשנה וחצי.

1 המנהלת פועלת תחת וועדת היגוי בינמשרדית בה חברים רשות החדשנות, משרד המדע והטכנולוגיה, הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) של המועצה להשכלה גבוהה ומשרדי האוצר והחוף.



רשות החדשנות – הלכה למעשה: מי היין החדשניים של יקבי רמת הגולן

המכינה למו"פ היא מסלול ייחודי הפועל בזירת ייצור מתקדם, אשר נועד לסייע לחברות מוטות ייצור שמעולם לא התנסו במו"פ ובהובלת תהליכי חדשנות, או שזקוקות למיקוד והכוונה בתהליכי המו"פ שלהן. במסגרת המכינה מוצעת תמיכה לחברות בגיבוש רעיונות חדשים למוצרים או תהליכים, בבדיקת היתכנות טכנולוגית, ובפיתוח פתרונות לכשלים בתהליכי הייצור, כל זאת בליווי יועצים טכנולוגיים.

חברה בולטת שנתמכה במסגרת המכינה היא יקבי רמת הגולן, אשר ביקשה לפתח מוצר חדש לגמרי: מי יין. במסגרת הפרויקט שנתמך, נבנה קונספט המבוסס על טכנולוגיה חדשנית: מיצוי הגפת, הפחת בתהליך ייצור היין, ומהילתו במים. כך, הרכיבים התזונתיים המצויים בקליפות הענבים והארומה והטעם הייחודיים ליין עוברים אל המים. המוצר הושק לראשונה ביולי 2018 בכנס Fancy Food בניו יורק וזכה להצלחה חסרת תקדים, כאשר מאות מפיצים מרחבי העולם מבקשים את זכויות השיווק עבורו והוא כבר מוצע למכירה ברשתות מובילות בארה"ב.

החטיבה הבינלאומית

החטיבה הבינלאומית פועלת לייצר יתרון תחרותי לחברות וגופים ישראליים באמצעות קידום שיתופי פעולה בינלאומיים בחדשנות.

פעילויות מרכזיות: שיתופי פעולה בילטרליים בחדשנות עם עשרות מדינות, הנגשת תכנית Horizon 2020 של האיחוד האירופי לתעשייה ולאקדמיה בישראל

בשנת 2018:

- 7 הסכמים חדשים לשיתוף פעולה במו"פ נחתמו מול מדינות שונות, מה שמביא את סך ההסכמים הפעילים לכ-70
- 90 חברות ישראליות קיבלו מענקים לביצוע פרויקטי מו"פ בשיתוף פעולה עם חברות ממדינות אחרות. המענק הממוצע לחברות אלו היה **כחצי מיליון ש**
- 92 חברות ישראליות זכו למימון בהיקף של כ-40 מיליון אירו במסגרת תכנית המו"פ האירופית היוקרתיית SME Instrument
- 9 חברות ישראליות קיבלו כ-11 מיליון אירו במסגרת תכנית המו"פ האירופית אקסל (Ecsel)



שינויים בתקנות הקניין הרוחני המוטלות על חברות שהרשות משקיעה בהן

רשות החדשנות מקדמת זה שנים רבות מדיניות של תמיכה בפעילות מחקר ופיתוח שתביא ליצירת קניין רוחני איכותי בישראל. רישום קניין רוחני על בסיס פיתוח טכנולוגי הוא מרכיב חשוב בהצלחה הכלכלית של היזם והחברה, ולרישומו במדינת ישראל חשיבות משקית רבה, בין היתר משום שהוא משמש עוגן לפעילות כלכלית מקומית ובכלל זה תעסוקה והכנסות ממיסים. היגיון זה עומד בבסיס התנאים שמציבה רשות החדשנות לחברות בהן היא משקיעה בנוגע לרישום קניין רוחני, שימוש עתידי בו והעברתו לחברות הפועלות במדינות אחרות.

עם זאת, בעידן של דיגיטציה מואצת, גלובליזציה ושינויים טכנולוגיים מהירים - גם תהליך הפיתוח הטכנולוגי עצמו לובש צורות חדשות, ואיתו מושג הקניין הרוחני ואופני השימוש בו. רשות החדשנות ערה למגמות אלה, ועל כן היא מעדכנת חלק מהתנאים שהיא קבעה בנוגע לרישום ושימוש בקניין רוחני המפותח בתמיכתה. במסגרת זו, במהלך שנת 2018 אישרה מועצת הרשות שני שינויים משמעותיים במדיניות הקניין הרוחני שלה.

ראשית, כדי לאפשר תמיכה בתכניות מו"פ הכוללות פיתוח קוד פתוח - תופעה נפוצה המשקפת מודלים עסקיים עדכניים בתחום התוכנה - אושרה תמיכה של הרשות בפרויקטים הכוללים קוד פתוח שנמסר לשימוש הכללי. זאת, כל עוד מסירת קוד המקור לשימוש הכללי צפויה לייצר תועלת כלכלית ועסקית עבור החברה הנתמכת.

שנית, נקבעו כללים חדשים לשיתוף ידע טכנולוגי של חברות ישראליות אשר קיבלו מענק מרשות החדשנות עם חברות קשורות מחוץ לישראל, באמצעות מתן הרשאה שאינה בלעדית לשימוש בידע. כללים אלו משקפים את ההבנה כי תהליכי מחקר ופיתוח רבים בישראל מתבצעים כיום במשותף עם חברות קשורות בעולם. תופעה זו הולכת וגוברת ככל שחברות הייטק ישראליות צומחות והופכות גלובליות, וכן ככל שחברות רב-לאומיות תוקעות יתד באקוסיסטם הישראלי. הכללים החדשים מאפשרים לחברות הנתמכות על ידי הרשות לבצע תהליכי פיתוח גלובליים מבלי להזדקק להעברת הבעלות על הקניין הרוחני לחברה קשורה במדינה אחרת, ויחד עם תיקון מס' 73 לחוק עידוד השקעות הון, הם מגבשים תשתית להרחבת הפעילות הכלכלית של חברות רב לאומיות המחזיקות במרכזי פיתוח בישראל.

ומציעים תכנית פעולה שתיושם במהלך שנת 2019. הנושא השני הוא פיתוח הון אנושי מיומן לתעשיית ההייטק, כאשר בשנת 2019, נוסף על המסלולים שהחלו לפעול בשנת 2018, יושם גם דגש מוגבר לשילוב הון אנושי מיומן מאזורי הפריפריה בתעשייה, ולפיתוח הון אנושי ייעודי לבינה מלאכותית. בינה מלאכותית וטכנולוגיות עתידיות נוספות הן נושא שלישי אשר יתפוס מקום מרכזי בכלל פעילות הרשות בשנת 2019, כאשר דגש ינתן לקידום אסטרטגיה לאומית לבינה מלאכותית (להרחבה, ראה פרק "מירוץ העוצמה הטכנולוגית") בשיתוף פעולה ממשלתי רחב. נושא רביעי הוא פיתוח מערכות חדשנות נוספות לצד אקוסיסטם ה-ICT בישראל. בתחום זה, הרשות תשים דגש מיוחד על פיתוח אקוסיסטם ביופארמה תוך מינוף מגמות עולמיות בתחום הרפואה המותאמת אישית, כפי שמתואר בהרחבה בפרק "רפואה מותאמת אישית" בדוח זה. נושא חמישי הוא קידום שיתופי פעולה בין תעשיית הייצור ובין חברות הייטק ומכוני מחקר יישומיים.

עובדים עבור התעשייה - שיפור הממשקים עם לקוחות הרשות

רשות החדשנות רואה בלקוחותיה - יזמים וחברות הפונים אליה לתמיכה - כמשאב חדשנות חשוב של מדינת ישראל, ופועלת כל העת להנגיש עבורם את מסלולי התמיכה ואת תהליכי העבודה. במסגרת זו, הרשות מגבשת כעת תפיסת שירות מקיפה, אשר עקרונית יתבססו על מיפוי ואיתור הצרכים של לקוחות הרשות, וייתחסו לכלל בעלי העניין באקוסיסטם בו פועלת הרשות: יזמים, חברות בתעשייה, משקיעים, חוקרים באקדמיה, גורמי ממשל ועוד. ערכים מנחים לתפיסה זו יהיו מקצועיות, זמינות ופשטות.

היבט מרכזי בו הרשות פעלה לביסוס ויישום תפיסת שירות חדשה בשנת 2018 הוא קיצור זמני התגובה של הרשות לאורך מחזור התמיכה ביזם או בחרה. מהלך זה החל כפיילוט כבר בשנת 2017 בזירת הזנק, ובשנת 2018 הוטמע בכלל הרשות, והתוצאות כבר ניכרות בשטח: 90% מהיזמים וחברות ההזנק שהגישו בקשה לתמיכה במסגרת זירת הזנק קיבלו את החלטת הוועדה תוך 9 שבועות, ו-83% מהחברות בזירות האחרות נענו תוך 12 שבועות.

היבט נוסף שהרשות בחנה במהלך 2018 ביחס לתהליכי העבודה שלה מול לקוחותיה הוא חובות הדיווח המוטלות על חברות אשר קיבלו מענקים מהרשות. ואכן, בסוף השנה אישרה מועצת הרשות להקל בחובות דיווח התמלוגים עבור חברות החייבות בתשלום תמלוגים של עד 5,000 דולר בחציון - מהגשת שני דיווחי תמלוגים בשנה לחובת הגשה של דיווח אחד בלבד.

במקביל, במהלך 2018 נקטה הרשות מספר צעדים לשיפור תהליך הבדיקה הטכנולוגית של בקשות התמיכה במו"פ המוגשות אליה, המתבצע על ידי 180 בודקים מקצועיים ומנוסים, בניהולה של חטיבת הטכנולוגיות וענפי השוק ברשות. ראשית, פותחו כלי ידע ממוחשבים המשמשים את הבדיקה המקצועית והרשות כולה. כלי מרכזי אחד הוא מערכת "scouting", המחברת למגוון גדול של מקורות מידע מסחריים ולבסיס הנתונים הראשי של רשות החדשנות ומאפשרת איתור של חברות ופרויקטים בכל תחום טכנולוגי. כלי מרכזי נוסף הוא אתר בניין ידע, המשמש לאיסוף והפצת מידע טכנולוגי, עסקי ואדמיניסטרטיבי החיוני להליך הבדיקה הטכנולוגית.

שנית, בשנת 2018 הטמיעה החטיבה מודל גיוס חדש לבודקים מקצועיים, המאפשר גיוס ורענון שוטף של הבודקים המקצועיים בהתאם לצרכים המשתנים עם המגמות הטכנולוגיות והעסקיות בשווקים. בנוסף, החטיבה הטמיעה במהלך השנה מתודולוגיה חדשנית לבדיקת פרויקטי מו"פ של חברות הזנק, הכוללת מספר היבטים מרכזיים בגישת ה-Lean Startup. במסגרת זו נבחנו בבדיקה, בין היתר, תיקוף השוק והבנת הצורך והמענה הנדרש (לדוגמה, בשיטת Minimum Viable Product), וישנה פתיחות גוברת בתהליך הבדיקה לשינויים (Pivot) שמבצעת החברה במוצריה בהתאם להבנה מתפתחת של שוק היעד.

שנת 2019 - עם המבט קדימה

לסיכום, שנת 2018 כללה עשייה מרובה ברשות החדשנות - מסלולים חדשים יצאו לדרך, מסלולים קיימים עודכנו כדי לשפר את המענה לתעשייה, גשרים חדשים נוצרו מול מדינות העולם, ושיתוף הפעולה בתוך הממשלה לקידום חדשנות בישראל התהדק. בשנת 2019, שהחלה זה עתה, הרשות תמשיך ביישום התכנית האסטרטגית שאושרה השנה, כאשר מספר נושאים הנגזרים ממנה ואשר נידונים בהרחבה בדוח זה צפויים לעמוד במוקד העשייה.

הנושא הראשון הוא קידום חדשנות טכנולוגית בפריפריה. בפרק "כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה" בדוח זה אנו סוקרים את האתגרים שברכוז פעילות החדשנות הטכנולוגית במטרופולין תל אביב



הייטק בישראל 2018 צמיחה בצלו של סדר עולמי חדש

בשנים האחרונות התעשייה הטכנולוגית העולמית נערכת לסדר עולמי חדש שמשפיע על העולם כולו לרבות תעשיית ההייטק הישראלית. מהם השינויים שעוברים על הכלכלה העולמית בשנת 2018 ומהן המגמות המרכזיות בתעשייה הישראלית בשנה החולפת?



הייטק בישראל 2018 צמיחה בצל סדר עולמי חדש

גבולות דיגיטליים בעולם גלובלי כללי המשחק משתנים

בשני העשורים האחרונים, חדירתן המהירה של טכנולוגיות דיגיטליות יצרה בהדרגה עולם מקביל ללא גבולות. בעולם זה, תקשורת מהירה בין אנשים הנמצאים בכל קצווי תבל הפכה למובנת מאליה. צרכנים יכולים ליהנות ממוצרים ושירותים של חברות שאין להן כל נציגות פיזית במדינתם, וצוותי פיתוח ממדינות שונות יכולים לעבוד ביחד, בו זמנית, על מוצרים דיגיטליים חדשניים.

אולם לאחרונה, ממשלות העולם מבקשות להזכיר לתעשייה הטכנולוגית העולמית שהיא פועלת עדיין במסגרת מדינתית. בפרט, המדינות השונות החלו לנהל מאבק על חלוקת "עוגת המיסוי" של העולם הדיגיטלי - מול חברות הטכנולוגיה, וזו מול זו. מגמה זו מפירה את שיווי המשקל בתעשייה הטכנולוגית העולמית, ואף שהיא עשויה להוביל לשיווי משקל טוב יותר בעתיד, בינתיים היא מייצרת אי-ודאות רבה.

בשנת 2016 פרסם ארגון ה-OECD את כללי ה-BEPS, שביקשו להתמודד עם ניווד רווחים של חברות עתירות ידע למקלטי מס ברחבי העולם ועודדו רישום קניין רוחני במדינה בה הוא מפותח. בפרסום הכללים, ה-OECD חתר להרמוניזציה של משטרי המס באופן שיבטיח מיסוי של פעילות כלכלית ריאלית במקום בו נוצר הערך. ואכן במהלך שנת 2017 מדינות העולם ובהן ישראל החלו להיערך לאימוצם, ופעלו לעדכן את סביבת המיסוי שלהן כדי להיות אטרקטיביות עבור חברות טכנולוגיה.

אולם בשנת 2018 "רפורמת טראמפ" (Tax cuts and jobs act) טרפה את הקלפים מחדש. הרפורמה כוללת שינויים מרחיקי לכת במערכת המיסוי האמריקנית, שנועדו בין היתר למשוך פעילות כלכלית של חברות אמריקאיות רב-לאומיות - בהן חברות טכנולוגיה - בחזרה לארה"ב. בין הצעדים המשפיעים ביותר על חברות אלו נמנים הפחתה דרמטית בשיעור מס החברות, והטלת מיסי ה-BEAT וה-GILTI². צעדים אלה צפויים להגדיל את חבות המס בארה"ב של חברות בינלאומיות המקיימות קשרי גומלין עם ארה"ב, כגון חברות הפעילות במדינה, חברות המוחזקות על ידי תושבים אמריקניים וחברות בעלות קשורות אמריקאיות.

השפעתם של שינויים אלה על חברות הייטק ישראליות צפויה להיות משמעותית, משום שהן נוטות להיות גלובליות ולקיים זיקה חזקה לארה"ב. ממשלת ישראל מכירה בצורך לעדכן את סביבת המיסוי שלה כדי להישאר אטרקטיבית עבור חברות הזנק וחברות גדולות כאחד, והממשלה בוחנת כיצד להקל את נטל המס הצפוי להן כתוצאה מהרפורמה (ראה מסגרת).

שוקי הטכנולוגיה כיום הם גלובליים מאי פעם. הון, אנשים, שירותים ומוצרים חוצים גבולות בקצב מסחרר, וענקיות הטכנולוגיה משפיעות על חייהם של אזרחים לא פחות מהממשלות הלאומיות. תעשיית הייטק הישראלית, הפועלת בתוך משק קטן ופתוח, היא גלובלית במיוחד: רוב לקוחותיה ומתחריה של התעשייה מפוזרים ברחבי העולם, המעורבות של חברות רב-לאומיות ומשקיעים זרים בה גבוהה, והיא מבצעת את מרבית פעילותה במטבע זר. מציאות זו מייצרת עבור התעשייה עתירת הידע יתרונות לגדול, אך גם הופכת אותה לרגישה במיוחד לשינויים בכלכלה העולמית.

השנים האחרונות התאפיינו במגמות כלכליות וטכנולוגיות עולמיות שפעלו לטובת תעשיית הייטק בישראל: קצב הצמיחה העולמי בעלייה, שווקים טכנולוגיים חדשים נפתחים, והון בהיקפים אדירים ממשיך לתדלק חברות חדשניות בצמיחה מואצת. בהתאמה, נכון למועד פרסום הדוח, נראה כי ביצועיה של תעשיית הייטק הישראלית בשנת 2018 היו מצוינים.¹

אולם, התפתחויות דרמטיות בכלכלה העולמית בשנת 2018 - ובפרט התרחקותה של ארה"ב ממגמת הגלובליזציה והידוק הרגולציה במדינות המפותחות על פעילותן של חברות טכנולוגיה - טורפות את הקלפים. התעשייה הטכנולוגית העולמית נערכת לסדר עולמי חדש שטרם התייצב, ובהתאמה השפעתו העתידית על תעשיית הייטק הישראלית עדיין איננה ברורה.

בפרק זה ננתח את התפתחויות המרכזיות בתעשיית הייטק העולמית והמקומית בשנה החולפת. בחלק הראשון, נציג את השינויים בכלכלה העולמית בשנת 2018 שצפויים לשנות את כללי המשחק בהם פועלת תעשיית הייטק הישראלית ונדון בהשפעתם. בהמשך, נסקור את המגמות המרכזיות בתעשייה הישראלית בשנה החולפת בהיבט הכלכלי מימוני, בהיבט הטכנולוגי ובהיבט ההון האנושי.

2 ה-BEAT (Base Erosn Anti-abuse Tax) הינו מס אשר חל בעיקר על תשלומים בינחברתיים מסוימים המשולמים לצדדים קשורים מחוץ לארה"ב אשר נדרשים כהוצאה וניתנים לניכוי בארה"ב וכן על תשלומים נוספים אשר אינם נכללים בעלות המכר בספרי החברה האמריקאית. ה-GILTI (Global intangible low taxed Income) הינו מס בהיקף של 10 אחוזים בגין רווחים עודפים של חברות בנות זרות בשליטת תושבי ארה"ב, כאשר חברות יכולות לקבל בגינו זיכוי של עד 80% מתשלום מס זר

1 במועד יציאת הדוח טרם התקבלו נתונים סופיים לשנת 2018. על כן, הנתונים המובאים בפרק מתארים את המגמות לשלושת הרבעונים הראשונים של השנה. בחלק מן התרשימים מופיעה הערכה לנתון שנת 2018 כולה, המבוססת על נתוני שלושת הרבעונים הראשונים של השנה ועל שנים קודמות



רפורמת טראמפ - מורה נבוכים

ב-22 לדצמבר 2017, נחקקה רפורמת מס היסטורית בארה"ב (US Tax Cuts and Jobs Act of 2017). מטרתה העיקרית של הרפורמה היא לעודד יצירת מקומות עבודה ולהוביל השקעות בארה"ב, והיא מושגת בשיטת הגזר והמקל.

בצד הגזר, כדי לעודד פתיחת חברות והעברת פעילויות לארה"ב, מס החברות הפדראלי בארה"ב הופחת משמעותית: משיעור מס מדורג שנע מ-15% עד 35%, לשיעור מס קבוע של 21%. נציין, כי לשיעור המס הפדראלי יש להוסיף את שיעור המס המדינתי והמקומי בארה"ב. לפיכך, בממוצע, שיעור המס האפקטיבי הכולל (פדרלי, מדינתי ומקומי) עומד כעת על כ-27% בממוצע. אם נשווה לישראל נגלה כי שיעור מס החברות בישראל (העומד כיום על 23%) עדיין נמוך משיעור מס החברות בארה"ב, אך הפער בשיעורי המס בין המדינות הצטמצם, ואיתו גם היתרון התחרותי של ישראל.

בצד המקל, הוקשחו הכללים הנוגעים לחברות נשלטות זרות לצרכי מס אמריקאי (חנ"ז או "CFC"). באופן כללי, חברה נשלטת זרה לצרכי מס אמריקאי הינה חברה שאינה אמריקאית (לדוגמא, חברה ישראלית) אשר למעלה מ-50% משוויה או מכוח ההצבעה בה מוחזק על ידי אמריקאים או מיוחס לאמריקאים. הקשחת הכללים נעשתה בשני מישורים עיקריים: ראשית, הרפורמה הרחיבה את קשת המצבים בהם חברה ישראלית תיחשב חברה נשלטת זרה. שנית, הוחרפו השלכות המס שיוטלו על בעלי המניות האמריקאים אם חברה אכן מוגדרת כחברה נשלטת זרה לצרכי מס אמריקאי.

כפועל יוצא, מאז חקיקת הרפורמה ישנן קרנות אמריקאיות המביעות חשש מלהשקיע בחברות שאינן אמריקאיות (לרבות חברות ישראליות). במקרים יוצאי דופן, קרנות אף מתנות את ההשקעה בחברה הישראלית בכך שיעשה "היפוך שרוול" (הקמת חברת אם אמריקאית מעל החברה הישראלית). סיווג החברה הישראלית כחברה נשלטת זרה לא משפיע על החברה עצמה, אלא על בעלי המניות האמריקאים. לכן, החברה הישראלית אדישה לשאלה אם המשקיעים אמריקאים או לא ותעדיף לגייס ממשקיע שיתן את ההצעה הטובה ביותר.

הקמת חברת אם אמריקאית עשויה להקל על בעלי המניות האמריקאים, אך מהלך זה עלול לגרום לזליגת מס משמעותית ברמת החברה עצמה, משום שהקמת חברת אם אמריקאית מכפיפה את החברה והקבוצה לרשת המס האמריקאית, שיציאה ממנה בשלב מאוחר יותר עלולה להיות בלתי אפשרית.

מתוך הבנת הסוגיה והשלכותיה, פרסמה לאחרונה רשות המסים "מסלול ירוק" המפשט את תהליך היפוך השרוול, תוך מתן פטור ממס בישראל. מטרת המסלול היא לאפשר ליזמים ולסטארט-אפים בתחילת דרכם להתאגד כחברה ישראלית תוך מתן גמישות להקים חברת אם אמריקאית בעתיד, אם צרכים עסקיים דוגמת גיוס משקיעים והון זר ידרשו זאת. יובהר כי במקרים מסוימים, עדיין תיתכן עדיפות למבנה של חברת אם אמריקאית ממועד הקמת הקבוצה ולא בדרך של היפוך שרוול לאחר מעשה. הדבר תלוי בתוכנית העסקית של החברה בנוגע לגיוס כספים מקרנות אמריקאיות ולא אמריקאיות, בצפי שאחד היזמים יעשה רילוקיישן לארה"ב, בתחזיות הרווח וההפסד בשנים הבאות ובנתונים נוספים.

היקף השפעת רפורמת המס האמריקאית על החברות בישראל טרם ידוע. בעקבות הרפורמה, אין מבנה ופתרון גנרי המתאים לכל המקרים וההחלטה צריכה להיעשות באופן פרטני לכל סטארט-אפ. עם זאת, ככל שמדינת ישראל תשכיל לספק פתרונות רגולטוריים ומיסויים המיטיבים עם החברות ומאפשרים להן לקיים פעילות תחרותית בישראל, כך ההשפעה של רפורמת המס האמריקאית תהיה קטנה יותר.

הכותבים הינם: איתי רן, שותף מיסוי אמריקאי ועל חדד, מנהלת בדסק מיסוי אמריקאי, קוסט פורר גבאי ארנסט אנד יאנג (EY)

ובעוד חברות הטכנולוגיה בעולם כולו בוחנות היכן להתמקם כדי לזכות בתנאי המיסוי האופטימליים, ארגון ה-OECD יצר השנה רעידת אדמה נוספת, כאשר קבע שערך כלכלי מפעילות דיגיטלית נוצר לא רק היכן שממוקמות הפעילויות המרכזיות של החברה (כגון המו"פ), אלא גם במקום בו נוצר מידע דיגיטלי – כלומר היכן שנמצאים המשתמשים³. חברות טכנולוגיה ברחבי העולם צפויות להיות מושפעות מגישה זו: אלו הפועלות ממדינה אחת ומספקות שירותים דיגיטליים למשתמשים הממוקמים במדינה אחרת, ואלו האוספות מידע דיגיטלי באמצעות מוצר או שירות ומייצרות הכנסות בזכותו⁴.

ה-OECD טרם גיבש כללים ברורים ליישום הגישה הזו, אך הנציבות האירופית מיהרה לאמץ אותה והציעה להטיל מס ישיר על הכנסות הנובעות מפעילויות דיגיטליות בהן למשתמשים או ללקוחות תפקיד עיקרי ביצירת הערך (DST- Digital Service Tax), כפתרון זמני⁵. הנפגעות העיקריות ממש כזה יהיו חברות רב-לאומיות גדולות – ובעיקר חברות אמריקאיות.

כיוון שהצעה זו, אם תתקבל, תחול על כל המדינות החברות באיחוד, המלחמה על עוגת המס של ענקיות הטכנולוגיה הופכת יותר ויותר ממאבק בין ענקיות הטכנולוגיה ובין מדינות אירופה – למאבק בין ארה"ב ובין מדינות אירופה. בינתיים אנגליה כבר הודיעה, ברוח הצעת האיחוד, כי תשית מס DST בגובה 2 אחוזים על הכנסות הנובעות מפעילות דיגיטלית של משתמשים בריטיים, והונגריה ואיטליה הודיעו אף הן על הטלת מיסים דומים.

בישראל, רשות המיסים אימצה אף היא את גישת ה-OECD למיסוי הכנסות המבוססות על משתמשים דיגיטליים מקומיים. חוזר הרשות בנושא "פעילות תאגידיים זרים בישראל באמצעות האינטרנט"⁶ (שפורסם כבר ב-2016), מסביר את השינויים המתרחשים בסביבת הכלכלה הדיגיטלית, ומציין תרחישים בהם שירותים שמספקות חברות רב-לאומיות לגולשים ישראלים באמצעות האינטרנט יחויבו במס בישראל.

במקביל להתפתחויות אלו בעולם המיסוי, גם מלחמת הסחר שהחלה ב-2018 בין ארה"ב ובין סין היא ביטוי לריאקציה ממשלתית נגד הגלובליזציה הטכנולוגית, והיא מוסיפה לאי-הוודאות בתעשייה הטכנולוגית העולמית. במסגרת טענות אמריקניות כלפי התנהלותה של סין במסחר הבינלאומי, ובפרט בנושאי קניין רוחני וטכנולוגיה, הטילה ארה"ב במהלך השנה מכסים בהיקף כולל של 250 מיליארד דולר על מוצרים שונים שמקורם בסין ובהם מוצרים טכנולוגיים⁷. סין, כמובן, השיבה בהטלת מכסים מצדה על מוצרים אמריקאים, ובמקביל השקעות סיניות בארה"ב צנחו במחצית הראשונה של 2018 בכ-90% לעומת המחצית המקבילה ב-2017, והגיעו להיקף הנמוך ביותר בשבע השנים האחרונות⁸.

טלטלה זו ביחסים המסחריים בין שתי המעצמות הטכנולוגיות עשויה להשפיע על העולם הטכנולוגי כולו. אף שרבים חוששים ממנה, היא עשויה גם לייצר הזדמנויות עסקיות למדינות קטנות דוגמת ישראל, שהשפעתן על המערכת הגלובלית קטנה. ואכן, נוכח הקשרים ההדוקים שהתעשייה הישראלית מנהלת עם השוק האמריקאי ולאור החיבור המתחזק בין מערכות החדשנות הישראלית והסינית, גם בישראל עוקבים בדריכות אחר ההתפתחויות בגזרה זו.

3 OECD. (2018). Tax Challenges Arising from Digitalization

4 שם

5 סוגי ההכנסות אשר יהיו חייבות במס ה-DST לפי הנציבות הן הכנסות מפרסום מקוון, הכנסות שנוצרו מפעילות תיווך דיגיטלית והכנסות ממכירת מידע דיגיטלי של משתמשים. מס זה יוחל על חברות בעלות מחזור שנתי העולה על 750 מיליון אירו, ומחזור שנתי בתוך האיחוד האירופי העולה על 50 מיליון אירו (מקור: European Parliamentary Research Service, 2018)

6 רשות המיסים. (2016). חוזר מס' 4/2016 בנושא: פעילות תאגידיים זרים באמצעות האינטרנט

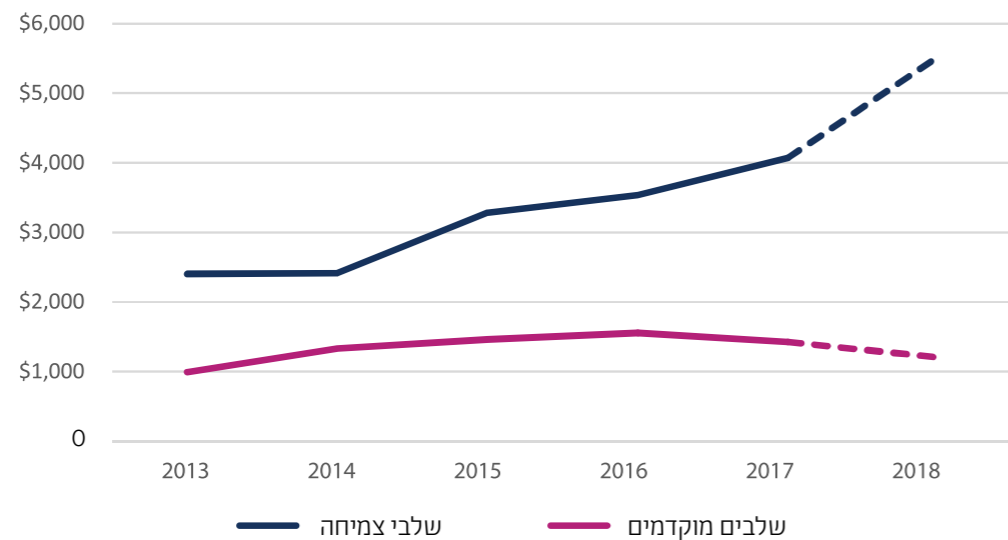
7 BBC (2018, September 18). US-China trade row: What has happened so far

8 Hanemann, T. (2018, June 19). Arrested Development: Chinese FDI in the US in 1H 2018. Rhodium Group

בקבוצת חברות ההזנק, הצמיחה העקבית בהיקף ההשקעות המשיכה גם בשנת 2018, כאשר סך גיוסי ההון עמד על כ-6.4 מיליארד דולר, לעומת כ-5.3 מיליארד דולר אשתקד.¹⁵ מרבית הגידול בגיוסי ההון בשנים האחרונות מיוחס לחברות בשלבי צמיחה (ראה תרשים מס' 2). יתרה מכך, 75 אחוזים מכלל הגידול בהיקף גיוסי ההון בישראל בין השנים 2012 ו-2017 מקורו בסבבי גיוס של למעלה מ-20 מיליון דולר. נתונים אלו משקפים את מגמת ההתבגרות של האקוסיסטם הישראלי, עליה דיווחנו בשנים האחרונות.

מנגד, בשלבים הראשוניים (early stage) ניכרת היחלשות. לאחר מספר שנים בהן נפתחו למעלה מ-1,000 חברות הזנק חדשות בשנה, בשנת 2017 נפתחו כ-770 חברות הזנק, ומנתונים ראשוניים נראה כי מגמת הירידה נמשכה ב-2018. כמו כן, ישנה ירידה במספר האקזיטים ובהיקפם הכספי הכולל לעומת השיא של שנת 2015.

תרשים מס' 2: היקף גיוסי ההון לפי שלב במחזור החיים של החברה (\$M)



מקור: עיבוד רשות החדשנות לנתוני IVC¹⁶

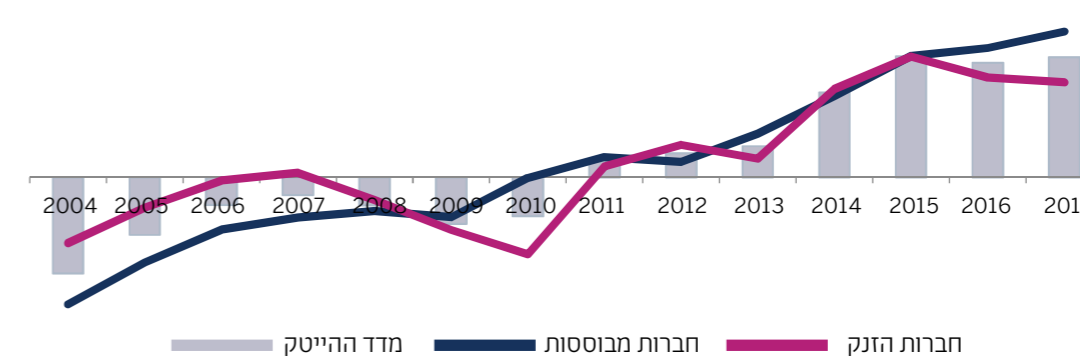
התמונה הכוללת המתקבלת אודות קבוצת חברות ההזנק משקפת מגמות מימוניות עולמיות שאינן פוסחות על ישראל. בתחילת העשור הנוכחי, כשכלכלות העולם החלו להתאושש מהמשבר הכלכלי של שנת 2008 ומשקיעים חיפשו תשואות גבוהות בסביבת ריבית נמוכה, החלה זרימה מואצת של הון להשקעה בחברות הזנק צעירות בכל העולם. באקלים זה יזמים רבים הצליחו לגייס כסף בקלות בתחילת דרכם. אך בשנים האחרונות החלה התמונה להשתנות. כיום, קרנות ההון סיכון בעולם מעדיפות להמר על מספר קטן יותר של חברות הזנק מבטיחות ו"לתדלק" אותן זמן רב יותר במימון נדיב, בתקווה לזכות בסופו של דבר באקזיט ענק, גם אם מאוחר. לראיה, מספר סבבי הגיוס הראשונים של חברות הזנק בארה"ב ירד בלמעלה מ-40 אחוזים בין השנים 2014 ו-2018,¹⁷ בעוד שהיקף ההון המושקע בחברות הזנק עולה בהתמדה – ובמיוחד בשלבי צמיחה. יתרה מכך, מספר סבבי הענק – סבבי גיוס שהיקפם למעלה מ-100 מיליון דולר – עלה באופן משמעותי בשנים האחרונות.¹⁸

2017-2018 בהייטק הישראלי – התמתנות בשלבי ההזנק לצד התחזקות שלבי הצמיחה

ההתפתחויות המתוארות צפויות לתת את אותותיהן על התעשייה הטכנולוגית העולמית ועל תעשיית ההייטק הישראלית בעתיד הקרוב. אולם, נכון לסוף שנת 2018, נראה כי השחקנים במערכת החדשנות הישראלית שעשויים להיות מושפעים מהן – ובפרט חברות רב-לאומיות, חברות הזנק בהקמה וחברות צמיחה – עדיין יושבים על הגדר ומחשבים את צעדיהם. בינתיים ממשיך האקוסיסטם הישראלי לפרוח, ומגמת ההתבגרות וההתייצבות עליה דיווחנו בשנים האחרונות מתחזקת.

תמונה זו משתקפת במדד ההייטק לשנת 2017, ובנתוני הביניים לשנת 2018 שיוצגו בפרק זה. מדד ההייטק (ראה תרשים מס' 1), מדד סינטטי שנוצר בחטיבת אסטרטגיה וכלכלה ברשות החדשנות, מורכב משני תתי-מדדים המשקפים את מצבן של שתי קבוצות מובחנות – קבוצת חברות ההזנק וקבוצת החברות הבוגרות.⁹ המדד מציג ביצועים מצוינים בשתי הקבוצות לשנת 2017, אם כי בקבוצת חברות ההזנק הם נמוכים יותר משנת השיא – 2015.

תרשים מס' 1: מדד ההייטק, 2004-2017



מקור: רשות החדשנות (לפירוט מלא של האינדיקטורים המרכיבים את המדד וערכיהם, ראה נספח בעמ' 94)

בקבוצת החברות הבוגרות מגמת העלייה בשנת 2017 מיוחסת לאינדיקטורים המאקרו-כלכליים: ייצוא ההייטק, תוצר ההייטק ומספר המועסקים בהייטק. בפרט, סך ייצוא ההייטק צמח ב-8 אחוזים. יש לציין כי ענף התוכנה¹⁰ הוא המנוע המרכזי מאחורי הגידול בכל המדדים הללו.

ברקע לתחזית ביצועי תעשיית ההייטק בשנת 2018 מרחפים הזעזועים שעברה חברת טבע השנה. לפי נתוני ביניים, ייצוא התרופות ירד במחצית הראשונה של 2018 ב-21 אחוזים ביחס לתקופה המקבילה בשנת 2017.^{11,12,13} לצד זאת, הייצוא בענפי התוכנה והמו"פ במחצית הראשונה של 2018 עלה ב-22 אחוזים ביחס לתקופה המקבילה בשנת 2017, וייצוא הרכיבים האלקטרוניים – ב-55 אחוזים. לפיכך, נראה ששנת 2018 צפויה להסתיים במגמה חיובית למרות המשבר בחברת טבע.¹⁴

9 למתודולוגיה המלאה של מדד ההייטק לשנת 2017, ראה אתר רשות החדשנות

10 ענף 62 בסיווג הענפי השלם של למ"ס, 2011 – תכנות וייעוץ בתחום המחשבים ושירותים אחרים, הכולל פעילות של חברות ההזנק, חברות בוגרות ומרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות בתחום התוכנה

11 נתוני למ"ס, ייצוא תעשייתי לפי עוצמה טכנולוגית, ספטמבר 2018

12 מכון הייצוא. (2018). התפתחויות ומגמות בייצוא הישראלי, דוח סיכום למחצית הראשונה של 2018

13 יש לציין כי הייצוא התעשייתי בהייטק מאופיין בריכוזיות רבה – כאשר מהלכיהן של טבע, אינטל וחברות נוספות גוררים שינויים חדים בהיקפו

14 אינדיקציה לכך ניכרת גם במדדי הייצור התעשייתי של הלמ"ס (נתוני מגמה לפי עוצמה טכנולוגית)

15 נתוני IVC ו-ZAG-S&W
16 מבוסס על נתונים סופיים בשנים 2013-2017, ובשנת 2018 – תחזית המבוססת על נתונים סופיים ל-Q1-Q3, ועל נתוני Q4 בשנים 2016-2017
17 The 3Q 2018 PitchBook-NVCA Venture Monitor (2018, October 8), Pitchbook, ותחזית לגבי Q4 2018
18 שם

המחסור בהון אנושי – שינוי נראה באופק

נוכח המגמות המימוניות המתוארות, חברות ישראליות רבות עלולות בשנים האחרונות על מסלול צמיחה מהירה כשהן "מתודלקות" בהון רב. במצב זה הן נדרשות לגייס כוח אדם מיומן בקצב מואץ, והן מתחרות עליו מול שחקנים נוספים באקוסיסטם, ובפרט החברות הרב-לאומיות שממשיכות ומרחיבות את פעילותן בישראל.

ואכן, הביקוש האדיר למהנדסים ומפתחים מיומנים ממשיך להיות מורגש בתעשייה. לפי מחקר שערך ארגון Startup Nation Central בשיתוף רשות החדשנות וחברת צבירן, היו בשנת 2018 כ-15,000 משרות פנויות בתעשייה. כמו כן, שיעור העובדים המפוטרים בסקטור נמצא בירידה עקבית בשנים האחרונות, בעוד ששיעור העזיבות הרצונית נמצא בעלייה – מגמה המעידה על הביקוש הגבוה לכוח אדם.²¹

הממשלה בישראל מרכזת מאמצים להגדלת היצע ההון האנושי המיומן להייטק בכל התחומים, באמצעות הגדלת מספר הסטודנטים למקצועות ההייטק באוניברסיטאות, פיתוח ערוצי כניסה חוץ-אקדמיים מגוונים לתעשייה, פתיחת ערוצים לגיוס כוח אדם מיומן מחו"ל, וכן עידוד לימודי מתמטיקה ומדעים בבתי הספר. במסגרת המאמצים הללו מושם דגש מרכזי על שילוב נשים ואוכלוסיות הנמצאות בתת-ייצוג בהייטק (ובפרט ערבים וחרדים), מתוך הבנה כי קיים פוטנציאל משמעותי שאינו ממומש בקבוצות אלו.

הממשלה פועלת להגדלת היצע ההון האנושי המיומן להייטק

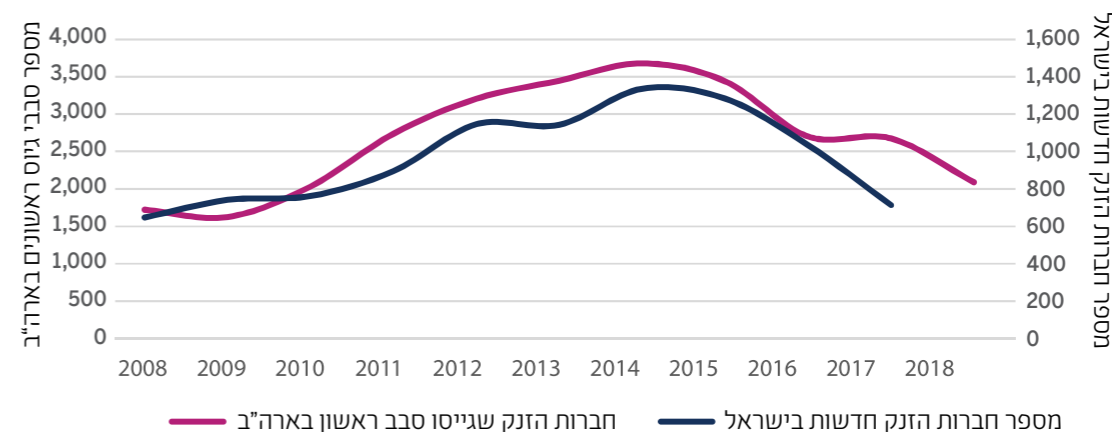


Startup Nation Central. (2018). Human Capital Report 2018 21

בתוך אקלים זה פרחו בשנים האחרונות "חדי הקרן" – חברות הזנק ששוויין מוערך בלמעלה ממיליארד דולר. 15 חברות שהוקמו על ידי יזמים ישראלים משתייכות למועדון זה. ב-2017 רבים בעולם הטכנולוגי התבוננו בחשדנות בהשקעות הענק וב"חדי קרן". נראה היה כי הערכות השווי מנופחות, וכי המשקיעים לא יצליחו להגיע לאקזיט רווחי. עם זאת, התפתחויות בשנת 2018 לא איששו חששות אלו. מספר האקזיטים שביצעו חדי קרן עלה – ובפרט הנפקות ראשוניות (IPO) שהשיאו תשואה יפה למשקיעים.¹⁹ נכון לשנת 2018, יש הסבורים כי העדפתן של קרנות הון סיכון להשקיע סכומי כסף גדולים יותר במספר קטן של חברות, ולאפשר להן לצמוח היא שיווי משקל חדש, ולא מגמה חולפת.

תעשיית ההייטק הישראלית מושפעת מאוד ממגמות עולמיות, ועל כן ישנו מתאם גבוה בין התהליכים הגלובליים המתוארים ובין התהליכים המתרחשים באקוסיסטם הישראלי. בתרשים מס' 3 ניתן לראות כי שינויים בקצב פתיחת חברות הזנק בישראל מתואמים עם שינויים בזמינות ההון לשלבים ראשוניים בעולם. כלומר, הירידה בקצב פתיחת חברות הזנק חדשות בישראל משקפת את השינוי העולמי המתואר בהעדפות המשקיעים.

תרשים מס' 3 – חברות הזנק חדשות בישראל וסבבי גיוס ראשונים בארה"ב, 2008-2018



מקור: עיבוד רשות החדשנות IVC לנתוני Pitchbook-1

ואכן, גם בתעשיית ההייטק הישראלית החלו המשקיעים בשנים האחרונות להשקיע סכומים גדולים יותר - לאורך זמן רב יותר - במספר קטן של יותר חברות הזנק. בהתאמה, מספר עסקאות הגיוס בישראל יורד בהתמדה בשנים האחרונות, במיוחד בשלבים המוקדמים, בעוד שגודל הסבב החציוני עולה. כך לדוגמה, גובה הגיוס החציוני בסבב B היה כ-10 מיליון דולר ב-2015, ובמחצית הראשונה של 2018 – 20 מיליון דולר.²⁰

המשמעות של מגמות אלו היא שמשקיעים בישראל ובעולם "בוחרים מנצחים" כבר בשלב מאוד מוקדם, וסביבת המימון לחברות הזנק בתחילת דרכן נעשית תחרותית מאוד. מנגד, חברות הזנק מבטיחות יכולות לגייס הון פרטי בהיקף אדיר ולצמוח במהירות, וללא עמידה בתנאים המחמירים שדורש ההון הציבורי.

19 Glasner, J. (2018). Global unicorn exits hit multi-year high in 2018. התאפיינה בגאות מחודשת בבורסות לאחר שנתיים איטיות יחסית - מגמה שהובילו הנפקות של חברות שכבר הפגינו צמיחה משמעותית וחצו את השלבים המוקדמים

Startup Nation Central. (2018). Israeli High-Tech H1 2018 Report 20

עולמות טכנולוגיים חדשים צומחים

הביקוש הגובר למדעני נתונים משקף שינוי עומק המתרחשים בעולם הטכנולוגי. מחד, טכנולוגיות מידע ותקשורת "קלאסיות" מתחילות להגיע לרוויה, ומנגד, טכנולוגיות פורצות דרך כבינה מלאכותית ובלוקצ'יין מתחילות להבשיל ולצמוח במהירות, והן צפויות להעמיק את אחיזתן בשנים הקרובות. במקביל, דיגיטציה מואצת בכל תחומי הפעילות האנושית סוללת את הדרך לעלייתם של ענפי הייטק חדשים כגון בריאות דיגיטלית תחבורה חכמה, חקלאות מדייקת ו-Industry 4.0.

מגמות אלו משתקפות בתמונת מימון החדשנות העולמית. לפי סקירה שערך ארגון Startup Genome, ענפי המדיה הדיגיטלית, טכנולוגיות פרסום (adtech) וגיימינג מציגים ירידה בהשקעות בשלבים מוקדמים ובהיקף האקזיטים. לעומתם, בינה מלאכותית, בלוקצ'יין, רובוטיקה ו-Industry 4.0 צומחים במהירות.²⁷ גם בישראל ניתן להבחין במגמות דומות. בתרשים מס' 4 ניתן לראות כי ענפי בינה מלאכותית, תחבורה ובריאות דיגיטלית, מובילים בשיעור הצמיחה שלהם במספר החברות ובהיקף ההון המושקע בהם בין השנים 2015 ו-2018,²⁸ יחד עם ענפי הפינטק והסייבר הוותיקים יותר שממשיכים לצמוח במהירות. מנגד, בענף התקשורת ניכרת דעיכה משמעותית.

הנתונים בתרשים משקפים, יותר מכל, את עלייתה המהירה של הבינה המלאכותית כטכנולוגיית המידע פורצת הדרך של דורנו – מגמה שנדון בה בהרחבה בהמשך דוח זה.²⁹ כמו כן, הם משקפים את הפוטנציאל האדיר עבור התעשייה הישראלית ביישומים חדשניים לטכנולוגיות מידע מתקדמות. תחום התחבורה, לדוגמה, משלב בין ראייה ממוחשבת, ביג דאטה, חישה ותקשורת. תעשיית הייטק הישראלית הצטיינה לאורך השנים בהובלה טכנולוגית יישומית, ועל כן יכולתה להצמיח חברות חדשניות בולטות בתחום התחבורה כגון מובילאי ואינוויז (Innoviz) אינה מפתיעה. גם תחום הבריאות הדיגיטלית מבוסס על מגוון יישומים טכנולוגיים מתקדמים, והתכנית הלאומית לבריאות דיגיטלית שהושקה השנה צפויה לתת לו דחיפה נוספת, באמצעות מגוון כלים מימוניים, תשתיתיים ורגולטוריים.³⁰

תוצאותיה של הפעילות הממשלתית כבר נראות בשטח. בגזרה האקדמית, שיעור הסטודנטים להנדסה ולמדעי המחשב, מתוך סך הסטודנטים לתואר ראשון, עמד על 26 אחוזים בשנת הלימודים 2017-2018, והוא משקף עלייה משמעותית במספרם.²² בתוך קבוצה זו ניכרת עלייה משמעותית בשיעור הערבים, שעומד על כ-10 אחוזים.²³ בגזרה החוץ-אקדמית התרחש השנה זינוק בפעילות בשוק הכשרות העילית להייטק (coding bootcamps), בין היתר עקב תחילת פעילותו של מסלול "סיירות תכנות" של רשות החדשנות.²⁴ זאת ועוד, במסגרת הפעילות להגדלת העוגה על ידי משיכת "טאלנטים" מחו"ל, הממשלה יצרה "מסלול ירוק" למומחים זרים בהייטק, המאפשר קבלת ויזה במהירות, ונמשכים המאמצים לסייע לתושבים חוזרים להשתלב מחדש באקוסיסטם הישראלי. במקביל, משרד החינוך דיווח השנה כי מספר התלמידים בחמש יחידות מתמטיקה הוכפל תוך חמש שנים – שינוי אשר יחיל לתת אותותיו על תעשיית ההייטק בעוד מספר שנים.

תחום בו הביקוש להון אנושי מיומן עולה באופן מיוחד לאחרונה הוא מדע הנתונים. הצמיחה המהירה בתחום הבינה המלאכותית (AI) בתעשיית ההייטק, כמו גם דיגיטציה מואצת בענפים אחרים דוגמת בריאות, מייצרות צורך הולך וגובר באנשי מקצוע בתחום זה. הביקוש העולמי למדעני נתונים עלה ב-650 אחוזים בין 2012 ל-2017,²⁵ והשכר בו גבוה במיוחד: בישראל, השכר החודשי הממוצע למדען נתונים בעל חמש שנות ניסיון נע בין 27-32 אלף ש"ח, והוא גבוה יותר מבתפקידי פיתוח רבים ברמת ניסיון דומה.²⁶

מדעני הנתונים נדרשים לשילוב תכונות יוצא דופן: מצד אחד הם נדרשים ליכולות סטטיסטיות מתקדמות, יכולות תכנות והיכרות עם תחום למידת המכונה, ומצד שני עליהם לתקשר ביעילות ובהירות את המסקנות העולות מיער הנתונים, לתת מענה לשאלות עסקיות ולקחת חלק פעיל בעיצוב המענה הטכנולוגי. הביקוש לתמהיל תכונות ייחודי זה, יחד עם הדרישה הרווחת כי מדען הנתונים יהיה בעל תואר שני או שלישי (40 אחוזים מהמשרות דורשות רף השכלה שכזה), מהווים חסם כניסה גבוה לכניסת כוח אדם מיומן לתחום ומייצרים קושי להגדלת ההיצע במהירות הנדרשת. יש מי שסבור שככל שתחום זה יבשיל, ובפרט ככל שרמת האוטומציה בעיבוד הנתונים תעלה, דרישות הסף לעבודה בו יירדו.

כיוון שמדובר בתחום עיסוק צעיר יחסית, עד כה לא היו קיימים מסלולי הכשרה ייעודיים למדעני נתונים, והמשרות אוישו על ידי בעלי השכלה אקדמית במדעי המחשב, מתמטיקה, סטטיסטיקה וכלכלה. אך מערכת ההשכלה הגבוהה בישראל זיהתה את הצורך בהכשרות ייעודיות והיא מגיבה במהירות יחסית: מספר אוניברסיטאות, ובהן הטכניון, בן-גוריון, העברית, בר-אילן וחיפה פותחות כעת מסלולים ללימוד מדעני הנתונים בעידוד ות"ת. במקביל, נפתחים קורסי הסבה אינטנסיביים במתכונת bootcamps להסבת מדענים ממדעים מדויקים שונים לתחום מדע הנתונים. גם רשות החדשנות מזהה את המחסור במדעני נתונים, ובמסגרת תכנית "סיירות תכנות" שהחלה לפעול בשנת 2018, שלוש מתוך שבע מסגרות נתמכות מעניקות הכשרות בתחומי מדע הנתונים או למידת מכונה.

27 Startup Genome. (2018). Global Startup Ecosystem Report 2018
28 הנתונים לשנת 2018 מתייחסים לשלושת הרבעונים הראשונים
29 ראה פרק "מירוץ העוצמה הטכנולוגית"
30 ראה פרק "מאומת הסטארטאפ למשק טכנולוגי וחכם"

22 המועצה להשכלה גבוהה. (2018). לקט נתונים לקראת פתיחת שנה"ל האקדמית תשע"ט
23 הרפז, י. וקריל, ז. (2017). המקפצה להייטק
24 ראה פרק ראשון – רשות החדשנות - עשייה בתנופה
25 LinkedIn. (2017, December 7). LinkedIn's Emerging Jobs Report
26 נתוני אתוסיה

מאומת הסטארט אפ למדינת הבלוקצ'יין?

המגייסים אליהם את מיטב המוחות בתחום. בהתאמה, עולה גם איכות המשקיעים המתגייסים למיזמים, כמו גם איכות המימון.

הפוקוס עובר למוצר

לאחר שמפלס ההתלהבות מ"הבהלה לזהב - גירסת הקריפטו" נרגע במקצת, השתנה גם המיקוד. תשומת הלב עברה מקמפיינים לגיוס ממון בקנה מידה גדול, לדין במוצר עצמו. כיום, מתמקדים המיזמים החדשים בפיתוח של מוצרים ממשיים, בעלי ערך ומשמעות שיש להם סיכויי הצלחה גבוהים. זהו שלב קריטי באבולוציה של התעשייה, כיוון שבתחום הבלוקצ'יין - כמו בכל סטארטאפ אחר - פרויקט שלא ימצא שוק למוצר שלו, לא יצליח.

הרגולציה מיישרת קו?

מטבע מבוזר באישור המדינה הוא עדיין בגדר פוטנציאל, אך יש סיבות לאופטימיות. לצד הודעות שהופצו ע"י רשות המסים והבורסה לגבי תחילת ניסוח תקינה בנושא ההנפקה, המסחר והשימוש במטבעות מבוזרים, מתקיים דיון בסוגיית הרגולציה בין בנק ישראל ומשרד האוצר. פוטנציאל הצמיחה לכלכלה הישראלית הוא עצום: המגבלות הרגולטריות הקיימות כיום בתחומי שיפוט רבים, כולל בארה"ב, מאטות משמעותית את קצב הפיתוח והחדשנות בתחום. יצירת סביבה רגולטרית מאפשרת ובטוחה עבור הלקוחות, תעניק דחיפה משמעותית לתעשייה ותמצב את ישראל כמובילה עולמית בתחום טכנולוגיות הבלוקצ'יין.

2019, יש למה לצפות

לסיכום, ישראל שומרת על דומיננטיות בזירת הבלוקצ'יין העולמית, ואף מובילה בהיבטים תיאורטיים, מעשיים וחוקיים הקשורים לקידום התעשייה. המספר הרב של מיזמים משמעותיים בשלבי הקמה, לצד תדירות הביקורים ההולכת וגוברת של משקיעי בלוקצ'יין בכירים מהעולם, מהווים אינדיקציה מצוינת לכך שהתעשייה המקומית מבשילה, בדרכה להתמצב כ"אומת הסטארט אפ של הבלוקצ'יין".

יגיי לוי וייס, שותף מנהל בקרן NFX

הכותב עשוי להיות מושקע בחלק מן החברות המוזכרות במאמר

בשנים האחרונות אנו עדים למהפכה אבולוציונית המתרחשת מתחת לאפיו, באקוסיסטם המבוסס על טכנולוגיית הבלוקצ'יין. הסחף הקריפטוגרפי הגלובלי, שאופיין בתחילת דרכו בעיקר בסבבי גיוס מרקיעי שחקים, עבר תהליך התבססות והטמעה שקירב אותו יותר ויותר אל המיינסטרים. המפתחים צברו ניסיון, מומחיות והתמקצעות אשר הציבו את ההון האנושי בתחום בחזית הטכנולוגיה העולמית. פלטפורמות השימוש התרחבו לעבר טריטוריות חדשות ושווקים חדשים נפתחו. לצד חברות עסקיות וארגונים מסחריים, החלו גם גופים ציבוריים, מוסדיים וממשלתיים ברחבי העולם להפנים את המגמה החדשה בתחום הבלוקצ'יין, כאשר גם כאן, בפניה שלנו על הגלובוס (ישראל), יש למה לצפות. תעשיית הבלוקצ'יין הישראלית, כמיקרוקוסמוס של השוק הגלובלי ושל המגמות המעצבות את עתיד הבלוקצ'יין והכלכלה המבוזרת, עומדת להנפיק בשנים הקרובות כמה מהמיזמים הבינלאומיים המשמעותיים ביותר בתחום.

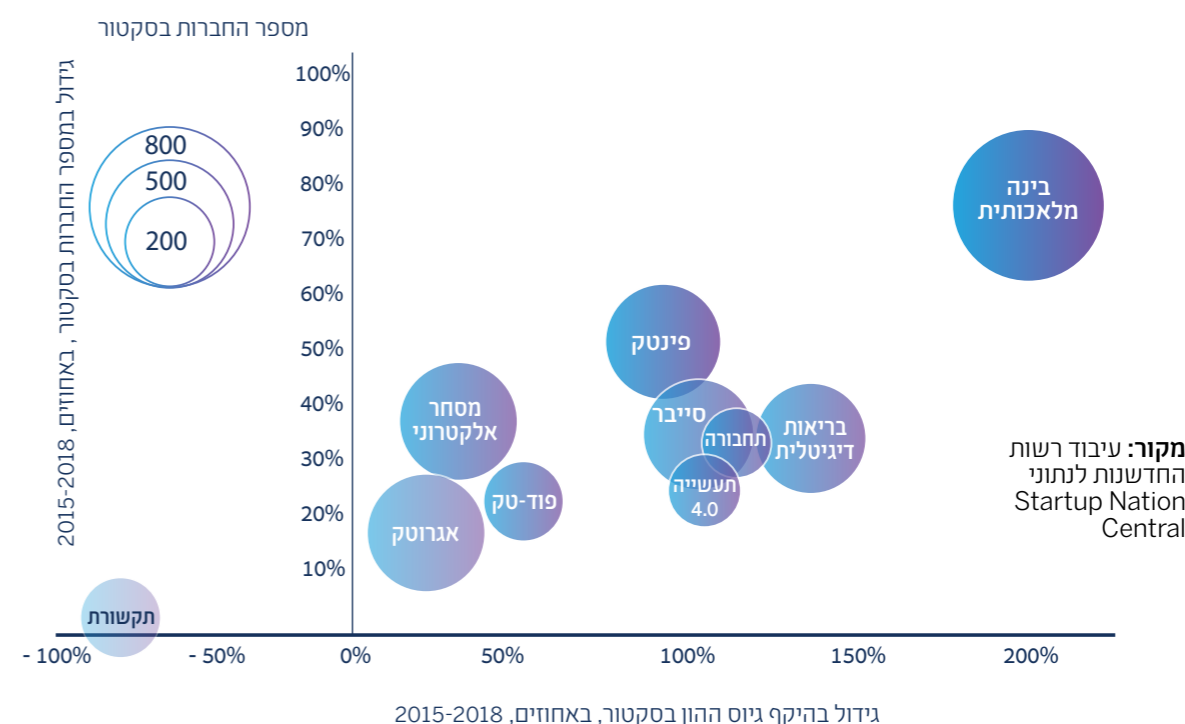
המפץ הגדול מאחורינו. לאן ממשיכים מכאן?

שנת "הבהלה לזהב הקריפטוגרפי", אופיינה בעיקר בגיוס הון בהיקפים חסרי תקדים בקרב הסטארטאפים, אשר גילו את האפשרויות הגלומות במטבעות המבוזרים לצרכי גיוס משקיעים. 2018 היא השנה שבה חלק גדול מהמיזמים הללו החלו לקרום עור וגידים ולהפוך למציאות. יוזמות פורצות דרך בתחומים שונים, שהחלו את דרכן כניירות עמדה, הופכות לפלטפורמות שמישות בימים אלו ממש: מאיסוף מודיעין וממשל (DAO stack) דרך פרטיות מידע ביישומי בלוקצ'יין (Enigma), ועד חברות ביטוח ופיננסים מבוססות בלוקצ'יין, כמו חברת Colu - פלטפורמה מבוססת אסימונים (tokens) הנמצאת בשימוש לקוחות אמיתיים. התחזיות לפריצה הגדולה מכוונות אמנם לשנת 2020, אך כבר עכשיו ניתן לראות בבירור: 2018 היא השנה שתיזכר ע"י כולם כציון הדרך שהפך את הפוטנציאל האינסופי של טכנולוגיית הבלוקצ'יין, מחלום למציאות.

הון אנושי מוביל

בין השינויים המשמעותיים שהתרחשו בשנה וחצי האחרונות, בולט ההון האנושי האיכותי העומד מאחורי פיתוח יוזמות בלוקצ'יין חדשות. אל החזון מרחיק הלכת, שהיווה בעבר את המאפיין העיקרי של צוותי הפיתוח בתחום, נוסף הניסיון האופרטיבי שהביאו עימן השנתיים האינטנסיביות האחרונות. מזה זמן מה, ניתן לראות יותר ויותר "טאלנטים" מובילים מצטרפים למיזמי בלוקצ'יין,

שינויים טכנולוגיים במפת ההייטק הישראלי



בלוקצ'יין - מה צופן העתיד?

לטכנולוגיית הרישום המבוזר בלוקצ'יין (Blockchain) שימושים פוטנציאליים רבים - חלקם עוד רחוקים מהבשלה מסחרית ואחרים כבר הולידו שווקים פעילים. לאחרונים משתייך תחום המטבעות (או אסימונים (tokens)) הקריפטוגרפיים, הנחלקים למספר סוגים: אסימונים המשמשים כאמצעי תשלום, אסימונים הוניים ואסימוני מוצרים ושירותים. התחום כיום מאופיין בתנדויות רבה, אולם רבים מצפים שלאחר שהטכנולוגיה תבשיל וה"הייפ" ידעך, השימוש במטבעות קריפטוגרפיים יהפוך לעובדה מוגמרת.

בשנת 2017 נראה היה שתחום זה מייצר מודל מימוני חדש לחברות הזנק שאינו תלוי במשקיעים המסורתיים - גיוס מימון מבוזר באמצעות הנפקת מטבעות קריפטוגרפיים (ICO - Initial Coin Offering). היו שטענו ששיטת מימון זו תחליף את קרנות ההון סיכון כמקור מימון לחברות בתחום הבלוקצ'יין. אולם שנת 2018 הסתיימה במגמה מעורבת. צניחת ערכם של המטבעות הקריפטוגרפיים השונים במהלך השנה, וכשלונן המהיר של חברות הזנק רבות שגייסו עשרות ומאות מיליוני דולרים ב-ICO ב-2017, יצרו מוניטין מפקפק לתחום, והנהירה הציבורית הגדולה אליו נבלמה. במקביל, מודל ההשקעה המבוזרת החל להתבסס יותר ויותר על קרנות הון סיכון ומשקיעים "מקצועיים" אחרים (accredited investors) - ופחות על הציבור הרחב.^{31, 32}

בינתיים, רגולטורים בכל העולם מתחבטים באשר למעמד המשפטי של המטבעות והאסדרה הנדרשת עבורם, בין היתר בהיבטים של מיסוי, איסור הלבנת הון והגנה על משקיעים. בהירות רגולטרית תאפשר לתחום למצות את הפוטנציאל הכלכלי שלו ותרחיק את הספקולנטים שמעיבים על המוניטין שלו היום. בישראל, רשות המיסים הבהירה במהלך שנת 2018 את עמדתה ביחס למיסוי מטבעות קריפטוגרפיים, ורשות ניירות ערך הקימה ועדה לבחינת האסדרה של הנפקת מטבעות קריפטוגרפיים (ICO).

PWC & Crypto Valley. (June 2018). Initial Coin Offerings - A Strategic Perspective 31
Orcutt, M. (2018, July 3rd). Despite shadiness and crackdowns, the ICO boom is bigger than ever 32

חדשנות בתאגידים גדולים ריאיון מיוחד עם סטיב בלנק

מהו המכשול המשמעותי ביותר בהטמעת חדשנות בתאגידים גדולים?

"המכשול הגדול ביותר לחדשנות בחברה גדולה אינו הטכנולוגיה, אלא מחסור בתהליכים, בנהלים ובתקציבים ייעודיים שיאפשרו לחדשנות להתקיים. בדרך כלל, חברות גדולות עובדות לפי נהלים מסודרים של כספים, רכש ומשאבי אנוש. נהלים כאלו מתפקדים היטב בתוך מודל עסקי שגרתו בחברה גדולה, אך כאשר תאגידים מנסים ליישם תהליכי חדשנות מהירים - הנהלים האלו חונקים אותם מהרגע הראשון. אותם התהליכים שמבטיחים רווחיות בחברה גדולה הם האנטי-תזה למה שנדרש בחדשנות".

כיצד ניתן להתמודד עם זה?

"תאגידים צריכים לבנות מעין "צנרת חדשנות" כארגון מקביל, שיפעל על בסיס כללים ותקנות שונים לחלוטין, ויהיה בעל חופש תפעולי גדול יותר מאשר נהוג בארגון. הארגון המקביל צריך להיבנות בצורה תהליכית - מקצה לקצה: משלב ההנבטה של רעיונות חדשניים ועד לשלב היישום בשוק".

כיצד משתלב צינור החדשנות עם הפעילות העסקית של התאגיד?

"אם צנרת החדשנות לא תפעל בתאגיד הקיים ולא תתקשר עם ההנדסה, העיצוב, הייצור והתמיכה, רעיונות חדשניים יסתיימו כ"דמו" ולא יהיו חלק מקו המוצרים הקיים של החברה. בדרך כלל, אנשי החדשנות (היזמים) מצטיינים ביצירת האב-טיפוס הראשון, אבל הם האנשים האחרונים שמתאימים לנהל ארגון בקנה מידה גדול. לכן, התאגיד זקוק לקבוצה קטנה של אנשים שתפקידם יהיה לשלב את הרעיונות החדשניים בקו המוצרים. צריך לאפשר לאנשים תנועה קדימה ואחורה בין קבוצות החדשנות והביצוע, כדי שיהיו מקורות מגוונים של רעיונות חדשניים וכדי שאנשי החדשנות ילמדו כיצד לבצע. בנוסף, על התאגיד לוודא שהמשאבים הכספיים להוצאת רעיונות חדשניים תמיד יהיו קיימים. חשוב שהארגון יקצה 5-10 אחוזים מהתקציב השנתי שלו למטרה זו.

כמובן, כל זה חל על תאגידים שיש להם זמן ומשאבים לתהליכי חדשנות פנימיים. לתאגידים גדולים אחרים יש את היתרון של רכישת סטארטאפים".

מהי הדרך הנכונה לשלב חברות סטארטאפ בתאגידים?

"יש ארבעה סוגים של רכישות: הראשון מתמקד בקניין הרוחני (IP) של הסטארטאפ, ואז אין צורך בשילוב היזמים בתאגיד. השני - רכישת צוות שעובד על מוצר איכותי אך טרם הגיע לשוק. את הצוות הזה כדאי לתאגיד להשאיר שלם ולספק לו משאבים בהתאם לצורך. השלישי - רכישת סטארטאפ שכבר הגיע לשוק, אבל עושה בו את צעדיו הראשונים. גם כאן, צריך לאפשר לסטארטאפ לפעול באופן עצמאי תוך אספקת המשאבים הנדרשים לצמיחה בשוק, כגון גישה לערוץ מכירות קיים. האחרון הוא סטארטאפ אפ שיש לו כבר מוצר בשוק ותזרים המזומנים שלו חיובי. במקרה כזה אפשר לחשוב על שילוב מלא שלו בתאגיד, אבל צריך להיזהר שלא לשבור את "הצעצוע המבריק" החדש.

חשוב שהחברות הגדולות יבינו כמה שביר התהליך של רכישת סטארטאפ: למעשה הדבר היקר ביותר שנרכש הוא לא הטכנולוגיה, אלא התרבות שאפשרה אותה".

חדשנות תאגידית בעולם של Disruption

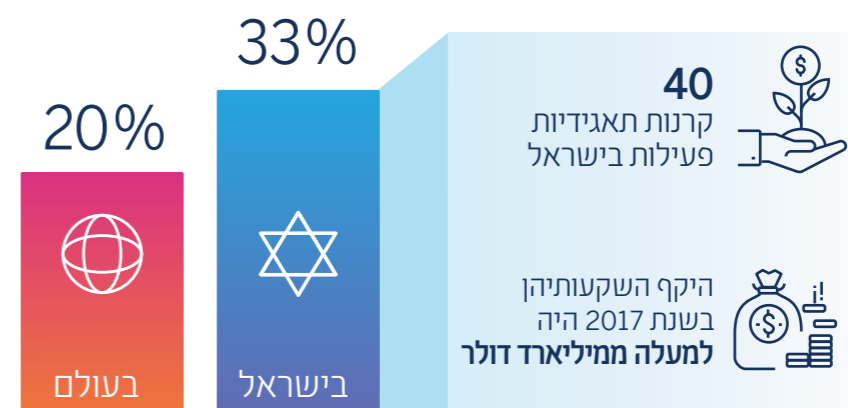
השינויים הטכנולוגיים המתוארים - עלייתה של הבינה המלאכותית והדיגיטציה המואצת המתרחשת בכל ענפי הכלכלה, הרפואה, החקלאות, האנרגיה, התחבורה ועוד - מטשטשים את ההבחנה בין הייטק ולואוטק. במציאות כזו, תאגידים בכל התחומים חייבים להיערך לשינויים טכנולוגיים ועסקיים מהירים. חברות שיקפאו על השמרים יגלו במהרה שחברות הזנק חדשניות זריזות הפכו למתחרות משמעותיות שלהן.

ואכן, תאגידים גדולים בכל העולם מבינים שעליהם לפעול במהירות כדי להצטרף למעגל החדשנות. תופעה זו משתקפת במספר דרכים. ראשית, תאגידים רבים משקיעים בחדשנות טכנולוגית בתוך החברה עצמה - כפי שעושות חברות גדולות עתירות ידע, ויותר ויותר חברות גם בתעשיות מסורתיות. שנית, תאגידים מכל הענפים רוכשים חברות טכנולוגיה, מגמה עליה דיווחנו בהרחבה בדוח החדשנות לשנת 2017. שלישית, תאגידים מכל הענפים מצטרפים למגמת החדשנות הפתוחה ומשתפים פעולה עם חברות הזנק במודלים שונים.

במסגרת מגמות אלו, קרנות הון סיכון תאגידיות הפכו בשנים האחרונות לשחקן משמעותי יותר - הן בארץ והן בעולם. בין השנים 2013 ו-2017, היקף השקעות ההון הסיכון התאגידיות שילש עצמו, וכיום הן תופסות כ-20 אחוזים מכלל השקעות ההון סיכון בעולם.³³ בתוך ההשקעות התאגידיות, בולט במיוחד הביקוש לטכנולוגיות בריאות, בינה מלאכותית ורכב - אותן טכנולוגיות שהראינו כי נמצאות במוקד פעילות ההזנק בישראל ובעולם.

בישראל נוכחותן של קרנות הון סיכון תאגידיות בולטת במיוחד. כיום פועלות בישראל כ-40 קרנות מסוג זה,³⁴ בהן ארבע מתוך חמש הקרנות הפעילות ביותר בעולם, ובשנת 2017 עמד היקף השקעותיהן בישראל על למעלה ממיליארד דולר. משקלם של התאגידים בכלל השקעות ההון סיכון בישראל עומד על כשליש³⁵ - לעומת כ-20 אחוזים בעולם. ייתכן שעובדה זו נעוצה בנוכחות המסיבית של מרכזי מופ"ש של חברות רב-לאומיות בישראל.

קרנות הון סיכון תאגידיות הן שחקן משמעותי באקוסיסטם בישראל



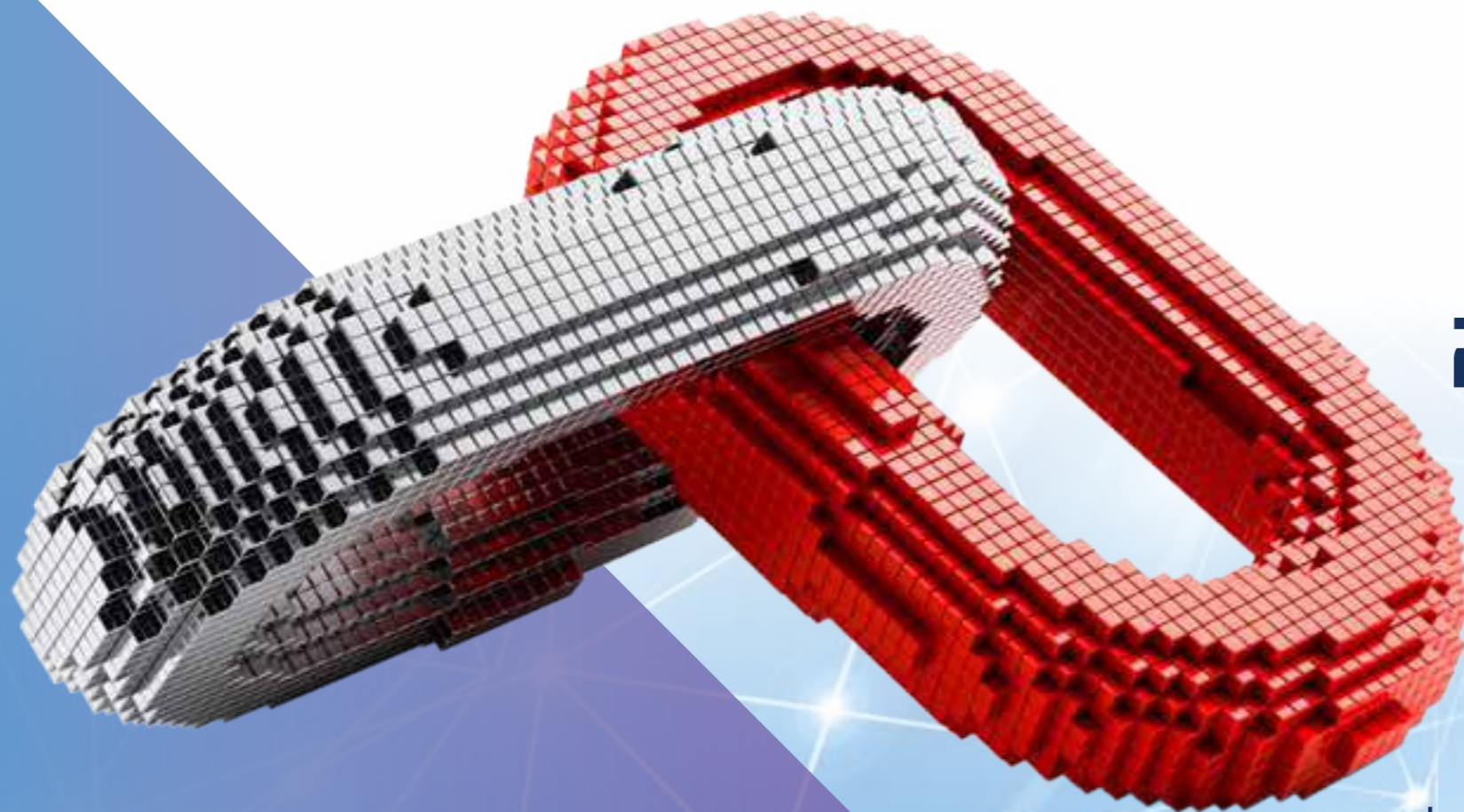
שיעור ההשקעות התאגידיות מתוך כלל השקעות ההון סיכון

שיתופי פעולה עם חברות הזנק חיוניים להטמעת חדשנות בתאגידים גדולים, אך הם כשלעצמם אינם ערובה להצלחה. אתגר מרכזי העומד בפני תאגידים גדולים הוא כיצד לאפשר לרעיונות חדשניים - פנימיים או חיצוניים - להשתלב בפעילותם ולהגיע לשווקים בתוך תרבות ארגונית ממוסדת ועתירת פרוצדורות. מומחה החדשנות העולמי ואבי תורת Lean Startup, סטיב בלנק, שיתף אותנו בתובנותיו לגבי הדרכים הנכונות לתאגידים גדולים להשקיע בחדשנות במאה ה-21 בריאיון מיוחד לדוח זה.

CB Insights. (2018). The Global CVC Report 2018 33

Startup Nation Central Finder 34

IVC Research Center. (October 2018). Israel Tech Funding Report, Q3 2018 35



מירוץ העוצמה הטכנולוגית עידן המכונות החכמות בפתח

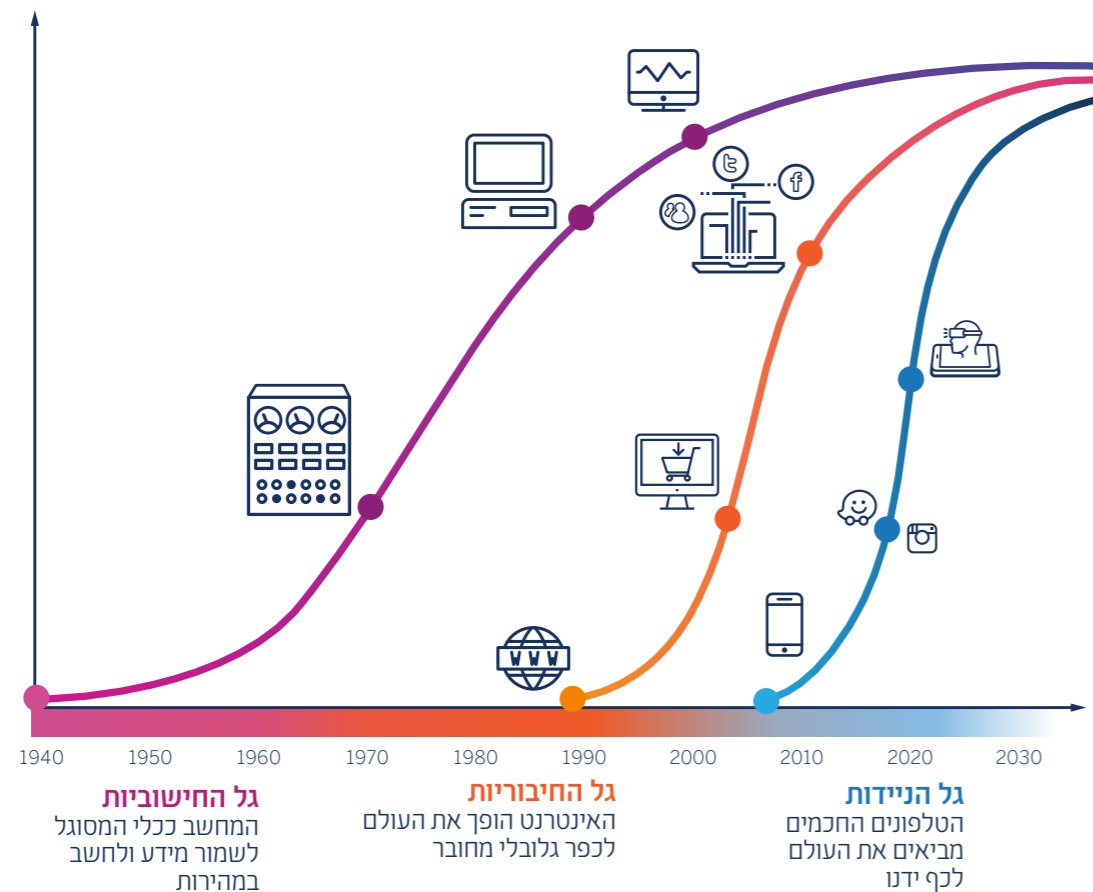
בינה מלאכותית צפויה לשמש כליבת
הטכנולוגיה של המאה ה-21. האם ישראל,
שהייתה בין המובילות בגלי הטכנולוגיה
הקודמים, תשכיל לסלול את דרכה להובלה
גם בטכנולוגיה זו?



גלי הטכנולוגיה של המהפכה הדיגיטלית

המהפכה הדיגיטלית, שאפשרה בהדרגה לייצג כמעט כל דבר בעולם כמידע דיגיטלי שזמין לכל, היא המהפכה החשובה של סוף המאה ה-20, וככל הנראה, גם של המאה ה-21. אך מהפכה זו איננה עשויה מקשה אחת, אלא בנויה על גלים של טכנולוגיות ליבה מאפשרות שונות. ניתוח מושכל של גלים אלה מאפשר לנו להבין מתי גל טכנולוגי דועך – כלומר קצב החדשנות בו יורד – ומתי גל אחר מתחיל וקצב החדשנות בו נוסק. כיוון שגלים טכנולוגיים מתואמים באופן הדוק עם הצמיחה הכלכלית בענפים הרלוונטיים, לתובנה זו חשיבות רבה במדיניות חדשנות. בפרק זה נציע חלוקה של המהפכה הדיגיטלית לשלושה גלים: גל החישוביות שבמרכזו המחשב, גל החיבוריות שבמרכזו רשת האינטרנט וגל הניידות שבמרכזו הטלפון הנייד החכם. כמובן, כטבעם של מודלים, גם כאן הנסיון לפשט את המציאות לחלקים מובחנים עשוי להיות שנוי במחלוקת, אולם אנו סבורים שחלוקה זו מסייעת להבין את חשיבות העידן הנוכחי כצומת דרכים במדיניות החדשנות בישראל.

גלי הטכנולוגיה במהפכה הדיגיטלית נכון לשנת 2018:
גל החישוביות, גל החיבוריות וגל הניידות



מירוץ העוצמה הטכנולוגית עידן המכונות החכמות בפתח

בינה מלאכותית צפויה לשמש כליבת הטכנולוגיה של המאה ה-21. לאחר מספר עשורים המכונים "החורף של הבינה המלאכותית", הגיעה בתחילת העשור הנוכחי פריצת הדרך המיוחלת בתחום, כאשר השילוב בין מעבדים חזקים, כמויות עצומות של מידע, ונגישותם לאוכלוסיית משתמשים רחבה - יצרו מסה קריטית אשר הזניקה אותנו לפתחו של גל טכנולוגיה חדש. זהו גל נוסף במהפכה הדיגיטלית, המבוסס על הגלים הקודמים: חישוביות, חיבוריות וניידות. בדומה לגלים הקודמים, גם בינה מלאכותית צפויה להפוך לטכנולוגיה מאפשרת כללית (General Purpose Technology - GPT) אשר תעמוד בבסיס יישומים טכנולוגיים מתקדמים רבים שישנו ללא הכר את כל תחומי חיינו. מכונות חשמליות, רפואה מותאמת אישית, חקלאות מדייקת רובוטים שינועו במרחב, ומחשבים שידברו ויבינו שפה טבעית – אלה ועוד פיתוחים רבים שאיננו יכולים לחזות כעת, יתבססו כולם על יכולות של בינה מלאכותית.

בהתאם, חדשנות מבוססת בינה מלאכותית צפויה להיות המפתח לצמיחה כלכלית במדינות, בענפים ובחברות אשר יהיו בחזית טכנולוגיה זו. אין זה מפתיע, לכן, שמדינות רבות כבר הכריזו על אסטרטגיית בינה מלאכותית לאומית ופועלות לפיתוח תשתיות מחקר, הון אנושי מתאים ורגולציה תומכת. האם ישראל, שהייתה בין המובילות בגלי הטכנולוגיה הקודמים, תשכיל לסלול את דרכה להובלה גם בטכנולוגיה זו?

התפתחויות אלו סימנו את תחילת מהפיכת הבינה המלאכותית שסוחפת את העולם. אכן, נראה שאין עוד טכנולוגיה שמפחידה ומלהיבה את האנושות בו זמנית. בעוד שמהפכות טכנולוגיות אחרות עזרו לנו להתגבר על מגבלות בתחומים הדורשים כוח פיזי, מהירות ותקשורת למרחקים ארוכים, בינה מלאכותית נוגעת בתכונה הבסיסית שאפשרה למין האנושי לשלוט בכדור הארץ - האינטליגנציה. כך הישגים של השנים האחרונות בתחום זה יצרו את התחושה שלא רחוק היום בו יהפכו לחכמים יותר מאתנו. במקביל, נפתח דיון רחב לגבי השאלה האם מדובר בהתפתחות חיובית או לא.

ה"מחנה האופטימי" של דיון זה רואה את הבינה המלאכותית כטכנולוגיה שתתגבר על המגבלות האנושיות ותביא לשגשוג חסר תקדים. בעיני רוחם של אלה, כל מערכות החיים - חקלאות, בריאות, תחבורה, ייצור ומסחר - ינוהלו אוטונומית על ידי מכונות חכמות שיספקו את כל מבוקשנו. מכונות חכמות ידעו ללמוד אותנו ולהתאים לנו את המוצר או השירות הספציפי שנחזק לנו באותו רגע. כל עבודה "משעממת" תיעשה על ידי מכונות באופן שישאיר לבני האדם את המשימות שדורשות יצירתיות, אמפתיה וחיבור אנושי.

"המחנה הפסימי", הכולל אישים בולטים כמו אלון מאסק וסטיבן הוקינג ז"ל, מתריע שאינטליגנציה מלאכותית עלולה להביא לסופה של האנושות. לפי תרחיש זה, הקניית יכולת למידה לרשת מכונות בעלת יכולות חישוב ואחסון מידע כמעט בלתי מוגבלות, תהפוך מחשבים לחכמים הרבה מעבר לאינטליגנציה האנושית. ומכאן אפשר להפליג בדמיון למספר תרחישי אימה - החל משימוש של מדינה מסוימת במחשבים חכמים להשתלטות על העולם, וכלה בהשתלטות של מכונות על האנושות "הנחותה" כולה. תסריטים פחות אפוקליפטיים מתייחסים ליכולת של מחשבים חכמים להחליף אותנו במגוון רחב של עבודות ולהביא לאבטלה רחבה. בנוסף, הם מזהירים מהביטול הכמעט מוחלט של הפרטיות שלנו: ככל שיותר תחומים בחיינו יחוברו למכונות חכמות, חברות הענק או הממשלות השולטות בהן, ידעו כל פעולה, ואולי אפילו כל מחשבה שלנו.

לצד התרחישים הדמיוניים - בין אם הם פסימיים או אופטימיים - עומדים רבים, ובראשם חוקרי בינה מלאכותית, המבקשים לצנן את ההתלהבות. הם מצביעים על הקשיים האדירים בתחום, ההתקדמות הסיזיפית ובעיקר על הבלבול הקיים בציבור הרחב לגבי היכולות של בינה מלאכותית. חוקר כזה הוא Rodney Brooks, מהחוקרים הותיקים והחשובים בתחום. במאמר מ-2017 הוא מסביר מדוע רוב התחזיות לטווח הקצר בנוגע ל-AI מופרכות? כדוגמה, הוא מביא יכולת של אלגוריתם למידה עמוקה (deep learning) לזהות שבתמונה ספציפית ישנם ילדים המשחקים בצלחת מעופפת - תוצאה מרשימה לכל הדעות בהתחשב בכך שהמחשב "למד" לזהות עצמים אלה לבדו. אך אם תשאלו את אותה תוכנה מספר שאלות פשוטות על הסיטואציה שבתמונה - איך זורקים צלחת מעופפת? מאיזה גיל ילדים יכולים לשחק? או, למה ילדים מלכתחילה עוסקים בפעילות כזו? - לא תקבלו מענה שייחשב לאינטליגנטי. במילים אחרות, התוכנה יודעת לקרוא בשמות של העצמים בתמונה אך אין לה כל הבנה "אנושית" של הסיטואציה המתוארת.

אם כן, מה המסקנה אליה ניתן להגיע לגבי השפעתה של בינה מלאכותית על חיינו? נראה שגם פה, כמו בטכנולוגיות GPT אחרות הכלל המתאר את העתיד בצורה הטובה ביותר הוא "חוק אמארה" (Amara). חוק זה גורס שאנו נוטים להערכת יתר של השפעתה של טכנולוגיה חדשה בטווח הקצר, ומנגד להערכת חסר של השפעתה בטווח הארוך. כך, השיח הציבורי עוסק באיום שמטילה בינה מלאכותית על עיסוקים רבים בשוק העבודה כבר בשנים הקרובות, אך מתקשים לדמיון כיצד בינה מלאכותית תשנה לחלוטין את הדרך בה אנו חיים בעוד כמה עשורים.

ברוח חוק אמארה, אנו סבורים כי העולם הטכנולוגי אכן נמצא בתחילתו של גל חדשנות חדש, שיחבר מספר מגמות טכנולוגיות כגון ביג דאטה, למידת מכונה, והאינטרנט של הדברים (IoT) ויוליד מכונות חכמות יותר. אם גלי הטכנולוגיה הקודמים של המהפכה הדיגיטלית חיברו בני אדם, הגל הבא יחבר את המכונות זו לזו ויאפשר להן אוטונומיה וקבלת החלטות הולכת וגדלה.

המשותף והחשוב בכל הגלים האלה הוא היותם טכנולוגיות כלליות מאפשרות - GPT. למעשה, גל מדובר בפלטפורמות טכנולוגיות המהוות בסיס למגוון מוצרים ושירותים טכנולוגיים. כך, גל החישוביות היה הבסיס לפיתוח חומרה תומכת ותוכנות רבות שהגבירו את פריון העבודה בכל העולם, החל ממערכת ההפעלה - בעצמה פלטפורמה מאפשרת לפיתוחים רבים אחרים - ועד תוכנות למשתמש קצה כמו מעבד תמלילים וגיליון נתונים אלקטרוני; גל החיבוריות הביא עימו את הדפדפנים, מנועי החיפוש והרשתות החברתיות שעזרו לנווט בים המידע האינסופי של הרשת ולחבר בין אנשים בקצוות שונים של העולם; וגל הניידות - שהועצם על ידי טכנולוגיות מפתח כמו ה-GPS ומחשוב ענן - סלל את הדרך לכל האפליקציות למכשירים הניידים המלווים אותנו בכל רגע נתון, ואגב כך מאפשרים לייצר את כמויות המידע האדירות העומדות לרשותנו כיום. גלים אלו נבנו אחד על גבי השני, והתוצאה היא שרוב תושבי כדור הארץ, ובפרט במדינות המתועשות, מסתובבים בכל רגע נתון (ניידות) עם מכשיר חישוב (חישוביות) המחובר לרוב האנשים בעולם ועם גישה לרוב הידע האנושי (חיבוריות).

עם זאת, קצב החדשנות סביב גלים אלה מאט וסביר כי פריצות דרך משמעותיות בתחומים אלו תהיינה נדירות יותר. הצמיחה ביכולות המחשוב והחיבוריות מגיעות לרוויה, בעיקר עקב צרכי משתמשי הקצה, שהצמא שלהם ליכולות גבוהות יותר, במחיר גבוה יותר, הולך ופוחת. גם החדשנות סביב גל הניידות, והפלטפורמה המרכזית שלו - הטלפון החכם הנייד - מאטה בשנים האחרונות. כיום כבר לשני שלישי מאוכלוסיית העולם יש טלפון נייד ובמדינות כמו ארה"ב, בריטניה וישראל כמות המנויים הסלולריים כבר גבוהה ממספר התושבים - עם 120, 122 ו-127 מנויים ל-100 איש, בהתאמה. אף שבמדינות מתפתחות יש עוד מקום לכניסה של מכשירים חכמים, נראה כי גל זה מתקרב לרוויה.

אך לחיבור בין הגלים האלה הייתה תוצאה נוספת. כל אחד מאיתנו, שמסתובב כל העת עם מכשיר חישוב נייד המחובר לרשת, יוצר כמות גדולה של מידע, וביחד אנו יוצרים כמות אדירה של מידע. למעשה, בכל יום אנחנו יוצרים 2.5 קווינטיליון בייטים של מידע (2.5 x 10¹⁸) וכמות זו גדלה בקצב מהיר. ה"ביג דאטה" (Big Data) שנוצר מתהליכים אלה חבר לעלייה האקספוננציאלית ביכולת החישוב וביחד הם העלו מהאוב טכנולוגיה שכבר הוספדה כלא רלוונטית: למידת מכונה (Machine Learning). טכנולוגיה זו היא הבסיס לגל הבא במהפכה הטכנולוגית, הבינה המלאכותית.

בינה מלאכותית תופסת את קדמת הבמה

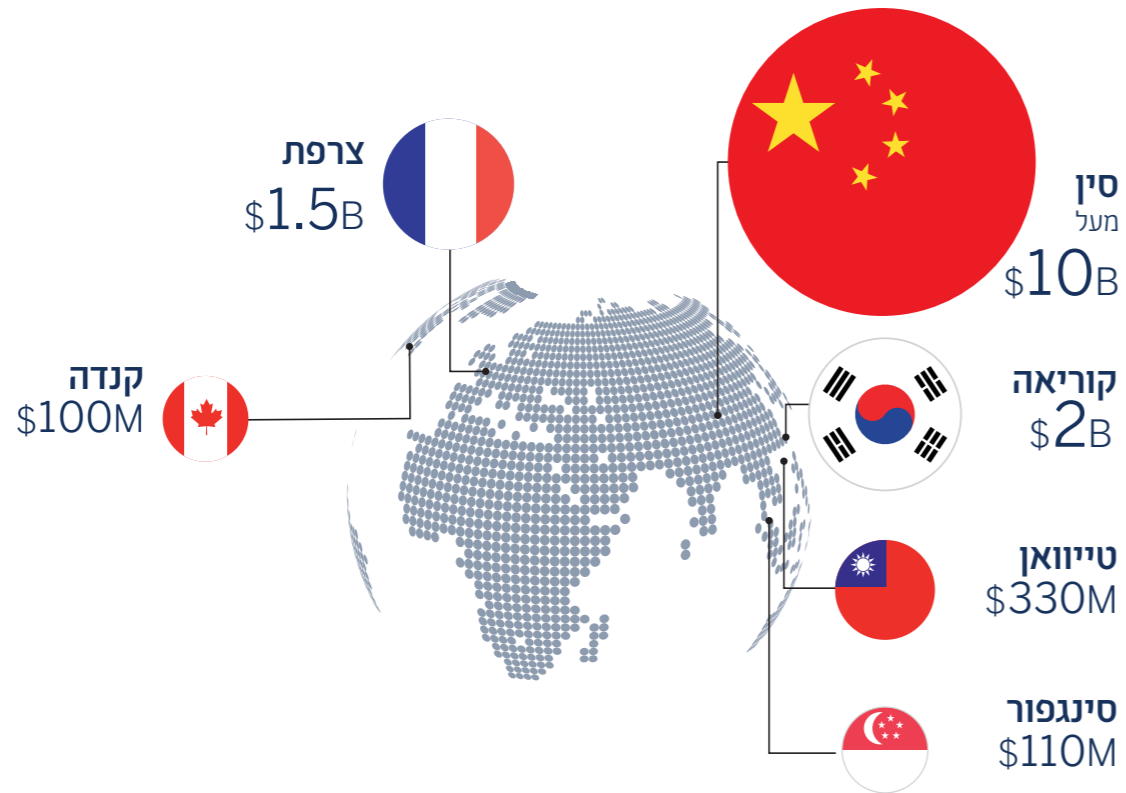
בינה מלאכותית היא מושג שנהגה לראשונה בסמינר בדארטמות' קולג' ב-1956, המתייחס ליכולת של מכונות לחקות התנהגות אינטליגנטית של בני אדם.¹ לאחר שנים בהן היה נראה כי רשתות נוירונים (neural networks) - גרסה פשוטה מאוד של המוח האנושי - לא יוכלו לקדם את הבינה המלאכותית, התרחשה פריצה דרך. בתחילת העשור הנוכחי, חוקרים הריצו אלגוריתמים וותיקים בתחום על מעבדים חזקים שלא היו בנמצא לפני כן, וגילו שהשילוב בין יכולת החישוב לכמות גדולה של מידע שהפכה נגישה, מובילה פתאום לתוצאות מרשימות. לראשונה, אלגוריתמים של למידה ממוחשבת (ובפרט אלה המבוססים על שיטה הנקראת backpropagation) הצליחו במשימה "אינטליגנטית" כמו זיהוי עצמים בתמונה, ועקפו במהירות את כל השיטות האחרות. ההתלהבות גדלה עם הישגים מתקשרים כמו הניצחון של תוכנת AlphaGo ב-2016 על השחקן הטוב בעולם במשחק הגו - משחק שגם המחשב החזק ביותר לא מסוגל לעבור באופן שיטתי על כל עץ ההחלטות הגלומות בו.

1 אלן טיורינג, מחלוצי מדע החישוביות, הוא ככל הנראה המדען הראשון שניסח את השאלה "האם מכונות יכולות לחשוב" במאמר קלאסי מ-1950. אך מיד טען שהשאלה הזו במשמעותה הרגילה חסרת מושמעת, ולכן החליף אותה בשאלה האם מחשב יכול להתנהג באופן כזה שצופה מהצד לא יוכל להבחין האם מדובר בבן אדם או מכונה

Brooks, R. (2017, October 6). The Seven Deadly Sins of AI Predictions. MIT Technology Review 2

חוק Amara: אנו נוטים להערכת יתר של השפעתה של טכנולוגיה חדשה בטווח הקצר ולהערכת חסר של השפעתה בטווח הארוך

התחרות העולמית על הובלה בבינה מלאכותית גוברת וממשלות מבצעות השקעות עתק



המשתמשות בתהליכים כאלה, המידע "מיוצר" על ידינו, המשתמשים. בעידן המחוברות והניידות, מידע כזה יכול לצייר תמונה מדויקת למדי של הפעולות, תחומי העניין ואפילו המחשבות שלנו. בהתאם, כל ממשלה צריכה לקבוע את המגבלות לאיסוף מידע כזה. נקודת ציון חשובה ביותר בנושא זה הייתה במאי 2018 עם החלת תקנות ה-GDPR של האיחוד האירופי.

נושא נוסף שנמצא לפתחן של ממשלות נוגע לשוק העבודה ולהון האנושי הדרוש כדי לפרוח בעידן המכונות החכמות. שוק העבודה בעידן זה צפוי להשתנות ללא היכר - שימוש הולך וגובר בבינה מלאכותית צפוי להפוך מיומנויות אנושיות מסורתיות למיותרות, וליצור ביקוש גבוה למיומנויות חדשות. בפרט, חשיבותן של מיומנויות בתחומי ה-STEM (מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) תגבר, ולצדן כישורים רכים כגון פתרון בעיות, יצירתיות ואינטליגנציה רגשית יקנו יתרון משמעותי למחזיקים בהם.⁵ בעוד שקשה לחזות את השינויים העתידיים ברמת דיוק גבוהה, אין ספק כי עובדי העתיד יצטרכו להחזיק באוריינות טכנולוגית גבוהה יותר ולהיות ערוכים לשינויים תכופים.

במדינות המפותחות, כמו גם בישראל, מושם כיום דגש במערכות החינוך על לימודי STEM, ובפרט על לימודי תכנות וחשיבה מחשבונית. באירופה, לדוגמה, 15 ממדינות האיחוד כבר משלבות תכנות בתכנית הלימודים בבתי הספר.⁶ התפישה מאחורי מדיניות זו היא שיש להקנות את מיומנות התכנות כבר מגיל צעיר כדי לחזק את החשיבה הלוגית והאלגוריתמית הנדרשת העומדת בבסיסו, אשר תידרש בעתיד בתחומי עיסוק רבים. כבר כיום, תכנות הופך מפרקטיקה המוגבלת לעיסוקים טכנולוגיים - לשפה אשר תלך ותהפוך רווחת יותר בשוק העבודה כולו.

התפתחויות אלה יובילו ליצירת ערך כלכלי אדיר, אשר כבר כיום ניתן לראות את קצה הקרחון שלו. כל תהליך עסקי שעובר אוטומציה והופך לחכם יותר, אפילו במעט, צפוי לשפר את רווחיות הפירמה. לדוגמה, הבנה טובה יותר של הלקוח על בסיס זיהוי תבניות ברכישות שלו, או של צרכנים הדומים לו, מייעלת את היכולת למכור לו מוצרים המתאימים לו; שימוש באלגוריתמים לזיהוי תמונה בשילוב עם תמונות מלוויין או מרחפנים מסייעים בחיזוי תפוקה חלקאית ובזיהוי מחלות ומזיקים ביבולים; יכולות של ראייה ממוחשבת מביאים לדיאגנוסטיקה טובה יותר של בדיקות רפואיות שבעבר דרשו מעבדה. תהליכים אלה ואחרים, אשר כבר מוטמעים באלפי חברות בעולם כולו, צפויים להציב אותן בעמדה תחרותית מובילה. תובנה זו הובילה את מנכ"לית IBM, ג'יני רומטי, להכריז ב-2016 כי תוך חמש שנים בינה מלאכותית תשפיע על כל החלטה עסקית.³

התחרות העולמית בעיצומה

אם אכן יתממש התרחיש הסביר לפיו בינה מלאכותית תפרוץ כטכנולוגיה המאפשרת הבאה, המדינות והחברות שיובילו גל חדשנות זה יזכו בחלק הארי של הרווחים הנובעים ממנו בעוד שהמאחרים יסתפקו בשאריות. ואכן בשנים האחרונות אנחנו רואים יותר ויותר מדינות המפתחות אסטרטגיית בינה מלאכותית לאומית. נכון לסוף 2018, 17 מדינות כבר הכריזו על אסטרטגיה כזו,⁴ חלקן בהשקעות של מיליארדי דולרים. זהו סימן נוסף לכך שהמרוץ להובלה טכנולוגית בתחום זה כבר בעיצומו.

אך מדוע ממשלות בכלל נכנסות לתחרות הטכנולוגית, שבסופו של דבר מובלת על ידי חברות עסקיות? התשובה המרכזית היא שהשלבים הראשונים של גלי חדשנות מלווים בהשקעות גדולות וארוכות טווח בתשתיות המאפשרות פיתוח של טכנולוגיות הליבה. תשתיות אלה יקרות מדי והשימוש בהן רחב מדי עבור חברות בודדות (למעט חברות הענק הטכנולוגיות), ולכן כל מדינה שמבקשת לקחת חלק בתחרות על ההובלה הטכנולוגית הגלובלית שואפת להיות בין הראשונות בהשקעה בתשתיות אלה. כך היה גם בגלי הטכנולוגיה הקודמים שתוארו בפרק זה והתחילו בהשקעות עתק בתשתיות.

סיבה נוספת לכך שממשלות הן שחקן מפתח בתחרות על הובלה בתחום הבינה המלאכותית נוגעת לשני חסמים מרכזיים המעכבים כרגע את התפתחות התחום: רגולציה והון אנושי.

רגולציה, עליה מופקדות ממשלות, היא תנאי מפתח להתפתחות התחום. ראשית, אנחנו רגילים שהחלטות הנוגעות לחיינו מתקבלות על ידי בני אדם, ולכן המעבר לקבלת החלטות על ידי אלגוריתמים, בוודאי בתחומים חשובים, מחייב רגולציה מלווה. בבינה מלאכותית החלטות מתקבלות על ידי גורמים לא-אנושיים, ועל כן מושג האחריות משתנה, ואיתו סכמות משפטיות שלמות. דוגמה טובה לכך היא תאונות בתחבורה אוטונומית. אף שמכוניות אוטונומיות צפויות להפחית את תדירות תאונות הדרכים ב-90% ויותר, קשה לנו לקבל תאונה קטלנית שנגרמה על ידי אלגוריתם. על כן, הרגולטורים נדרשים לסוגיית האחריות, ועומדים בפני דילמה קשה: האם, כדי להגן על הציבור, יש לדרוש סף מחמיר הכרוך ביכולת הסבר בדיעבד של תהליך קבלת החלטות של האלגוריתם, או שעדיף להוריד את רף האחריות כדי לסייע באימוץ ופיתוח חדשנות מבוססת בינה מלאכותית, על כל התועלות הנלוות אליה?

נושא אחר, גם הוא בתחום הרגולציה, נוגע לפרטיות. כאמור, תהליכי למידה ממוחשבת מניבים תוצאות כאשר הם פועלים על היקפים אדירים של מידע רלוונטי. ברוב האפליקציות המסחריות

משרד החינוך מוביל תכנית לאומית לקידום המתמטיקה והמדעים בישראל. ראה עמ' 56

Deloitte. (2016). Talent for survival – Essential skills for humans working in the machine age 5
Euroactiv. (2015, October 16). Coding at school: How do EU countries compare? 6

Recode. (2016, June 8). Full video: IBM CEO Ginni Rometty at Code 2016 3
Dutton, T. (2018). An Overview of National AI Strategies 4

אסטרטגיית בינה מלאכותית ישראלית

בגלי הטכנולוגיה הקודמים של המהפכה הדיגיטלית ישראל הייתה בין המדינות המובילות. טכנולוגיות ויכולות בתחומי התקשורת שפותחו במערכת הבטחון בשילוב עם מצוינות אקדמית בתחומי התוכנה הביאו לכך שישראל ניצבה בעמדה טובה לנצל את התפתחות האינטרנט. ואכן, חברות ישראליות רבות ומובילות שצמחו בשנות ה-90, וביניהם צ'קפוינט, אמדוקס, נייס ומלאנוקס, ביססו את ישראל כמעצמה בתחום התקשורת, האבטחה, אחסון המידע והמוליכים למחצה. לכך התווסף רכיב נוסף של מצוינות באקוסיסטם הישראלי - התרבות היזמית. אלפי חברות הזנק שקמו בישראל ב-20 השנה האחרונות על בסיס הפלטפורמות של האינטרנט והטלפונים החכמים הפכו את ישראל לכר פורה לחברות חדשניות המגיבות במהירות להתפתחויות בשווקים הטכנולוגיים.

הצלחות העבר עלולות להביא למסקנה כי אקוסיסטם החדשנות הישראלי בהכרח יוביל בבטחה גם בגל החדשנות של הבינה המלאכותית, גם ללא פעילות מיוחדת מצד קובעי המדיניות. אנו סבורים כי עמדה פסיבית כזו הינה הימור מסוכן על ההובלה הטכנולוגית הישראלית.

ראשית, ההיסטוריה מלמדת אותנו שלעיתים קרובות מדינות מובילות טכנולוגית לפרקי זמן קצרים יחסית. יפן היא דוגמה בולטת לכך. המדינה, שהייתה מעצמת טכנולוגיה בשנות ה-70 וה-80 והובילה בתחום המוצרים האלקטרוניים, לא עלתה על גל החיבוריות בשנת ה-90 ולא הצטרפה לחזית התוכנה.

שנית, חשוב לזכור שהעמדה התחרותית המובילה של האקוסיסטם הישראלי התבססה בין השאר בזכות מדיניות נכונה, שזיהתה והגיבה בזמן אמת לאתגרים והתפתחויות בעולמות הטכנולוגיים. ישראל הייתה בין המדינות הראשונות לזהות את הפוטנציאל של עידוד תעשייה מוטת חדשנות. לשכת המדען הראשי - הגוף שקדם לרשות החדשנות - התחילה לפעול ולעודד פעילות מו"פ בתעשייה עוד בשנות ה-70, שנים רבות לפני שהעולם גילה את פוטנציאל בצמיחה מבוססת חדשנות. בשנות ה-90 פעלה הממשלה באופן ממוקד לקדם את הפוטנציאל הישראלי דרך תכניות פורצות דרך כמו יזמה, חממות טכנולוגיות ומאגדי מגנט. לאורך עשורים אלו, הייתה לשכת המדען הראשי אחד הגופים הממשלתיים היחידים בעולם ששיתמם הייתה תמיכה בחדשנות טכנולוגית. אולם, המפה העולמית בתחום מדיניות החדשנות השתנתה ללא היכר בשני העשורים האחרונים, וכיום, כמעט כל המדינות המפותחות, וקבוצה מובילה של מדינות מתפתחות, מבצעות השקעות עתק בחדשנות טכנולוגית.

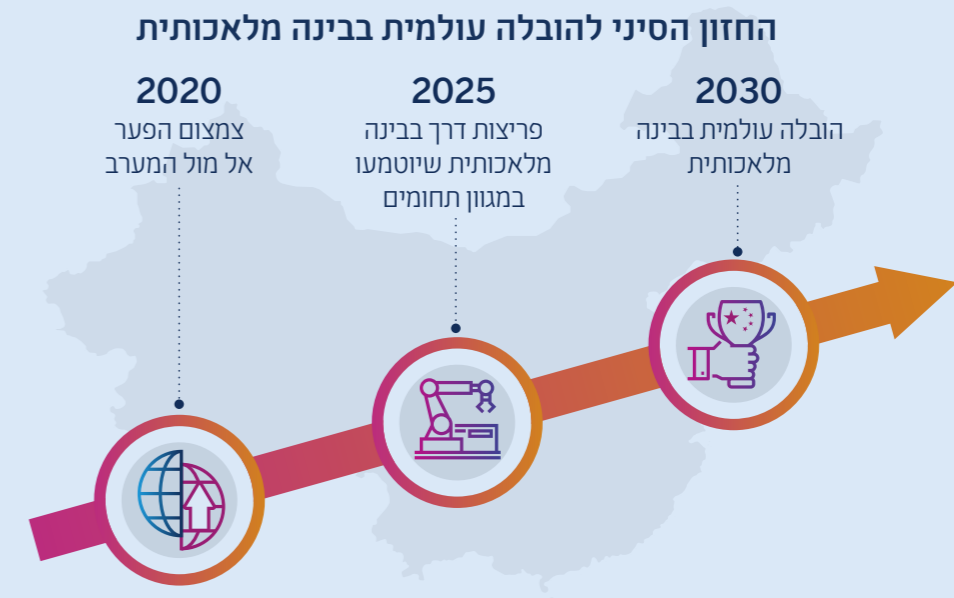
בפרט, עלינו להכיר בעובדה שבמירוץ להובלה טכנולוגית מבוססת בינה מלאכותית אנחנו כבר בפיגור. ההשקעות האדירות המתוכננות של ממשלות בתשתיות בינה מלאכותית שנזכרו בפרק זה חייבות להיות תמרוז אזהרה בפני כלנו. אם לא יוקצו המקורות המתאימים, ואם לא נשכיל לפתח את הכלים המתאימים לקידום ההובלה הישראלית בטכנולוגיות מבוססות בינה מלאכותית, אנו עלולים להשתרך מאחור. בהתאם, אנו קוראים להתלכדות של כל המגזרים - ממשלה, אקדמיה ותעשייה - סביב חזון ואסטרטגיית בינה מלאכותית למשק הישראלי.

לקוראים הבקיאים בהיסטוריה של מדיניות החדשנות בישראל, ובפרט במדיניות של לשכת המדען הראשי (הגוף שקדם לרשות החדשנות), גישה זו תיראה כשינוי כיוון. מדיניות לשכת המדען הראשי הייתה נייטרלית מבחינה טכנולוגית, כאשר השקעה בפרויקטי מו"פ התבססה על איכות הפרויקטים בלבד, ללא תיעוד בין תחומים טכנולוגיים שונים. נדגיש כי מדיניות זו תקפה גם כיום ברשות החדשנות, בהפעלת כלי מדיניות המוכוונים לעידוד פיתוחים טכנולוגיים "קרובים לשוק", כלומר פיתוחים המונעים על ידי תחרות בשווקים. לעומת זאת, תחילתם של גלי טכנולוגיה חדשים כמו בינה מלאכותית מלווה, כאמור, בהשקעה נרחבת בתשתיות טכנולוגיות ובפיתוחים גנריים "רחוקים מהשוק". בשלב זה, כוחות השוק אינם פועלים באופן אופטימלי, ונדרשת

בינה מלאכותית (AI) בסין

סין היא דוגמה מובהקת למדינה שחותרת בכל הכוח להובלה בעידן הבינה המלאכותית. מתוך הכרה ש"ההתפתחות המהירה של בינה מלאכותית תשנה משמעותית את החברה האנושית ואת העולם." ממשלת סין גיבשה תכנית שמטרתה: "לתפוס את ההזדמנויות האסטרטגיות הנובעות מהפיתוחים בתחום הבינה המלאכותית, ולבסס עבור סין יתרון תחרותי בפיתוח בינה מלאכותית".

כחלק מתכנית אסטרטגית זו הממשלה משקיעה עשרות מיליארדי דולרים בפיתוח טכנולוגיות אלה ובהטמעתן בחברות סיניות. זאת על מנת לעמוד ביעדים שהציבה לעצמה הממשלה ולפיהם: עד 2020 סין צריכה להדביק את הפער מהמערב; עד 2025 להוביל פריצות דרך חשובות בתחום ולהטמיע אותן בתשתיות חיוניות, ייצור, חקלאות ועוד; ועד 2030 להפוך למובילה העולמית בתחום הבינה המלאכותית.⁷



הסיכויים להתממשות חזון זה גבוהים, שכן לסין מספר יתרונות מבניים על פני מדינות אחרות במרוץ זה. יש לה מספר גדול של חוקרים ומהנדסים בתחום, לעומת מחסור אדיר במיומנויות אלה במדינות אחרות. בנוסף, להון אנושי מיומן זה יש נגישות לכמות אדירה של מידע הנובעת הן מכמות האנשים הגדולה במדינה והן מהרגולציה הפחות מחמירה על איסוף מידע מאנשים פרטיים. בתחום המבוסס על שילוב של אלגוריתמים ומידע - מדובר ביתרון עצום. כבר כיום סין מובילה עם 48% מסך כל השקעות ה-equity בעולם בחברות הזנק בתחום הבינה המלאכותית, לעומת קצת יותר מ-10% ב-2016, מגמה שרק צפויה להתחזק.⁸ חברות ענק כמו Tencent ו-Baidu כבר מובילות מהפכה זו על ידי אימוץ מסיבי של טכנולוגיות בינה מלאכותית.

המטרה הברורה של סין היא לרתום טכנולוגיות מבוססות בינה מלאכותית להמשך הצמיחה הכלכלית החזקה של העשורים האחרונים, צמיחה שהתמתנה מעט בעשור האחרון. מדובר בשינוי גישה של הממשלה בבייג'ינג, המבקשת להפוך את סין למעצמה טכנולוגית ולהשאיר מאחור את הדימוי שלה כמרכז לייצור בעלות נמוכה. בהתאמה, סין אינה רוצה להמשיך ולרדוף אחרי ההתקדמות הטכנולוגית של המערב, אלא למהר ולאמץ טכנולוגיות חדשות לפני המדינות המפותחות.

7 FLIA. (2017, July 30). China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan

8 MIT Technology Review, vol. 120 | NO.6 November/December 2017

פירמידת ההון האנושי הנדרש להובלה בתחום הבינה המלאכותית



אתגר נוסף וחשוב הטמעה של טכנולוגיות בינה מלאכותית בכל ענפי הכלכלה. הערך הכלכלי האדיר הטמון בבינה מלאכותית אינו מסתכם רק בפוטנציאל לתעשיות ההייטק המובילות של העתיד – אלא גם, או אפילו אנחנו בעיקר, בגידול ביעילות וברוחחה שהיא יכולה להביא עמה בכל תחומי החיים. כפי שצינו, יש ללוות את עידוד הטמעת הטכנולוגיה ברגולציה מתאימה ובהכשרת הון אנושי שיהיה ערוך להתמודדות עם אתגרי שוק העבודה העתידי.

על אף האיום הממשי שמציבה התחרות העולמית הגוברת, אנו סבורים שסיכוייה של ישראל להיות מובילה טכנולוגית גם בעידן הבינה המלאכותית הם מצוינים. מערכת החדשנות הישראלית היא מפותחת ומשוכללת: האקדמיה בישראל ממוקמת בפסגת הידע העולמית בתחומי החישוביות, מערכת הביטחון המייצרת טכנולוגיות מתקדמות והון אנושי מיומן, היזמים הישראלים בולטים בתעודה ובחדשנות שלהם, ותעשיית ההייטק בישראל משגשגת ומתבגרת. אף שמדינה קטנה כישראל אינה יכולה להתחרות בהשקעות הענק בסין או בגוגל ובאמזון, חברות ישראליות הצליחו לאורך השנים לייצר הובלה טכנולוגית בתחומים ייחודיים ולהתחרות בארגונים עתירי משאבים. כל אלו הם נכסים חשובים שיסייעו לישראל לעלות על גל הטכנולוגיה הבא – גל הבינה המלאכותית – אם נשכיל לסלול עבור התעשייה את הדרך.

התערבות ממשלתית ייעודית. לפיכך, יש צורך באסטרטגיה אקטיבית לפיתוח תשתיות ייעודיות שיאפשרו לתעשייה לפתח מוצרים ושירותים מבוססי בינה מלאכותית בהתאם לביקוש בשווקים. אסטרטגיה כזו צריכה לתת מענה למספר אתגרים מרכזיים. האתגר הראשון הוא חיזוק תשתיות המחקר בתחומי הבינה המלאכותית באקדמיה, והפיכת אוניברסיטאות המחקר בישראל למרכזי מצוינות בתחום זה. כיום, אלגוריתמי הבינה המלאכותית המתקדמים ביותר מפותחים באקדמיה, ועל בסיסם מפותחים יישומים פורצי דרך בתעשייה.

האתגר השני הוא טיפוח כלל פירמידת ההון האנושי הנדרשת בתחום. בקצה העליון של הפירמידה נמצאים החוקרים הבכירים המתמחים באלגוריתמים. חוקרים אלו נדרשים הן באקדמיה, לקידום המחקר וטיפוח הדור הבא של המומחים, והן בתעשייה. בפרט, ענקיות הטכנולוגיה מציעות להם משכורות עתק, ובארה"ב, לדוגמה, תופעה זו כבר מאיימת על מוסדות המחקר. לפיכך, יש להגדיל את היצע החוקרים הללו ולהציע להם תמריצים מתאימים. אחרי החוקרים הבכירים, נמצאים מומחי בינה מלאכותית בעלי תארים מחקרניים. הביקוש לעובדים כאלו, המחזיקים בבסיס מדעי רחב, הוא גבוה כבר כיום, וגם הם משמשים כערוץ העברת ידע חשוב בין האקדמיה לתעשייה. נוסף עליהם, ישנו ביקוש גבוה לעובדים בעלי הבנה מלאכותית ובלמידת מכונה, לתפקידי פיתוח יישומיים, וכן לעובדים בעלי הכשרה במדעי הנתונים – תופעה אותה תיארו בהרחבה בפרק "הייטק בישראל 2018" בדוח זה. חשוב לציין כי מדעי הנתונים, המשמשים כבסיס חשוב לבינה מלאכותית, נפרטים אף הם לפירמידה שלמה של מיומנויות. אף שהאקדמיה היא ערוץ הכשרה מרכזי גם לתפקידים היישומיים שבבסיס הפירמידה, ערוצים נוספים שמתפתחים בהובלת גופי תעשייה ומוסדות חוץ-אקדמיים צפויים לשחק תפקיד חשוב בפיתוח היצע ההון האנושי בתחום.

האתגר השלישי הוא פיתוח תשתיות מו"פ שישרתו הן את האקדמיה והן את התעשייה, ובפרט תשתיות כוח מחשוב ותשתיות מידע. שני מקורות בולטים למידע הם הממשלה וענקיות הטכנולוגיה.¹⁰ לכן, יש להבטיח כי המידע הממשלתי יוגש לחוקרים, יזמים וחברות, תוך התייחסות לסוגיות של פרטיות ושקיפות, ולייצר את התמריצים הנכונים לעידוד חדשנות פתוחה בקרב חברות הטכנולוגיה הרב-לאומיות המפעילות בישראל מרכזי מו"פ, אשר מנהלות מאגרי ביג דאטה פרטיים. תחום בו הממשלה כבר החלה לפעול ליצירת תשתיות מידע מתקדמות הוא תחום הבריאות, כפי שנתאר בפירוט בפרק הבא.

ות"ת-מל"ג מקצה כ-1.5 מיליארד ש"ח להקמה ושדרוג תשתיות מחקר באקדמיה, בדגש על מדעי הנתונים, קוונטום ורפואה מותאמת אישית. לפירוט, ראה עמ' 57

9 מוסד שמואל נאמן. (אוגוסט 2018). בינה מלאכותית, מדעי הנתונים ורובוטיקה חכמה
10 שם



עתיד האקדמיה הישראלית: ות"ת - מל"ג

האקדמיה בישראל נערכת לקפיצת מדרגה בעידן של טרנספורמציה דיגיטלית ותחרות טכנולוגית עולמית

אנו חיים בעידן של שינויים טכנולוגיים מואצים. בעידן זה, דיגיטציה בכל תחומי החיים מייצרת מידע זמין בהיקף אדיר, ואופני יצירת ידע והעברתו משתנים ללא היכר. מגמות אלו משפיעות על האקדמיה בעולם כולו. מוסדות אקדמיים מובילים בעולם רותמים את מהפכת המידע לשינוי פניהם של ההכשרה האקדמית ושל המחקר המדעי גם יחד. הוועדה לתקצוב ותכנון של המועצה להשכלה גבוהה (ות"ת - מל"ג) פועלת כדי למנף מגמות אלו לקפיצת מדרגה של האקדמיה בישראל, עם השקתו של "הקמפוס החדש" והתנעתה של תכנית לשדרוג תשתיות המחקר בישראל, בדגש על תשתיות ביג דאטה.

1. חזון הקמפוס החדש – מעבר ללמידה אקטיבית ודיגיטלית

הקמפוסים של המוסדות להשכלה גבוהה הם המרכז שבו נוצר הידע באמצעות מחקר ומועבר לסטודנטים בהוראה. המהפכה האינטרנטית מאפשרת גישה קלה למקורות ידע ולהעברתו, והיא מחייבת היערכות של המערכת האקדמית למחקר והוראה בעידן החדש. במסגרת זו, חזון "הקמפוס החדש" מבקש ליצור חוויית לימודים חדשה ועדכנית: דיגיטלית, אקטיבית ומחוברת לתעשייה.

ראשית, ישראל תחבור למהפכת הקורסים הדיגיטליים העולמית: במסגרת חיבור עם מיזם edX, מיסודן של האוניברסיטאות הרוורד ו-MIT, מוסדות אקדמיים בישראל יוכלו להעלות קורסים דיגיטליים על הפלטפורמה הבינלאומית של edX ועל פלטפורמה ישראלית ייעודית (Campus). ות"ת-מל"ג ומטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי אף מלווים מהלך זה בתמיכה כספית להפקת קורסים דיגיטליים התואמים את הנורמות הקפדניות של edX.

שנית, המוסד האקדמי יהפוך למרחב בו סטודנטים יוכלו לממש רעיונות יזמיים פורצי הדרך. לצורך כך, יוקמו בקמפוסים החל משנת 2019 מרכזי יזמות וחדשנות בהם סטודנטים יקבלו הכשרה ביזמות ויפעלו יחד עם מרצים וחוקרים, בסיוע של מנטורים מקצועיים, לקידום פרויקטים בעלי השפעה חברתית וכלכלית. מרכזי היזמות יהפכו את הקמפוסים לאקו-סיסטם יזמי ומותאם לעולמות החדשנות, המעודד יצירתיות, מסיר מחסומים ומחבר בין האקדמיה לתעשייה.

2. תכנית רב שנתית להקמה ושדרוג תשתיות מחקר

תשתיות מחקר הן מרכיב מכריע ביכולתה של קהיליית המדע הישראלית לעמוד בחזית המחקר העולמית. לפיכך, התכנית הרב-שנתית הנוכחית של ות"ת-מל"ג מקצה כ-1.5 מיליארד ש"ח להקמה ושדרוג תשתיות מחקר במוסדות להשכלה גבוהה.

במסגרת התכנית, מאות מיליוני שקלים יוקצו למענקים לרכישת ציוד מחקר מתקדם, ולמימון הפעלתו והשימוש בו – בכל התחומים. נוסף על כך, הוגדרו מספר תחומי דגל מחקרניים בעלי חשיבות לאומית ועולמית - רפואה מותאמת אישית, מדע וטכנולוגיית קוונטים, מדעי הנתונים (Data Science) ומדעי הרוח. תשתיות מחקר לתחומים אלו יקודמו באופן מיוחד בהיקף כולל של כ-600 מיליון ש"ח.

תכנית הדגל לרפואה מותאמת אישית תאפשר לחוקרים ישראלים לקדם מחקרים נרחבים המתבססים על נתוני עתק (big data) המצויים במסדי הנתונים של בתי החולים וקופות החולים בישראל. הגשת נתונים קליניים אלה, והצלבתם עם ריצופים גנומיים יקדמו תגליות מדעיות וטיפוליות פורצות דרך וימצבו את ישראל בחזית המדע העולמי.

תכניות הדגל למדע טכנולוגיית קוונטים ולמדעי הנתונים נועדו להביא לקפיצת מדרגה משמעותית ביכולות המחקר וההוראה בישראל ובמעמדה העולמי בתחום, וכן לתרום לחוסנה הכלכלי והביטחוני. ייחודם של מדעי הנתונים הוא בנגיעה שלהם לכמעט כל תחומי התוכן של המרחב האקדמי – אשר תאפשר להם לקדם חדשנות לא רק במדעים המדויקים אלא גם במדעי החברה והרוח. החיבור בין מדעי הרוח ובין ההתפתחויות הטכנולוגיות משתקף גם בתכנית הדגל לחיזוק מדעי הרוח, אשר תקדם, בין היתר, לימודים אקדמיים המשלבים בין מדעים והנדסה ובין מדעי הרוח.



משרד החינוך מקדם מצוינות במדע

החזון: להציב את ישראל כמדינה מובילה בתחום המתמטיקה והמדעים ולהנחיל את מקצועות המדע (STEM) לכל תלמידי ישראל

משרד החינוך

תלמידי התיכון של היום הם אנשי ההייטק, המדע והמחקר של המחר. ליכולתם להצטיין במקצועות המתמטיקה, המדעים והאנגלית השפעה קריטית על המדינה. המשק, החברה והכלכלה הישראלית בעשורים הקרובים לא יצמחו ללא המשאב האנושי המצטיין. זאת ועוד, להצטיינות השפעה על הרובד האישי. לפי מחקר של מרכז טאוב קיים קשר ישיר בין הצלחה ב-5 יח"ל מתמטיקה לבין גובה הכנסה והישגים בשוק התעסוקה.

בישראל, כמדינה מפותחת, דמוקרטית ומתקדמת שפועלת בעולם גלובלי, משרד החינוך הוא הגוף האמון והאחראי על חינוך ילדי ישראל, ובהכנתם לעולם המבוגרים, כך שיצליחו להשתלב בחברה הישראלית והגלובלית ברמה הערכית, החברתית והמקצועית.

בשנים 2006-2012 התרחשה ירידה עקבית ומדאיגה במספר התלמידים שניגשו לבחינות בגרות ברמת 5 יח"ל במתמטיקה. כמו כן, נרשם קיפאון במספר התלמידים שלמדו פיסיקה, כימיה ומדעי המחשב. המציאות הראתה כי מספר הבוגרים במערכת החינוך לא סיפק את הצרכים וההזדמנויות שיש לבוגרי המקצועות המדעיים בישראל. מלבד ירידה במספרי הנבחנים, הלכו וגדלו הפערים בין הפריפריה למרכז ובין בנינים לבנות. הירידה אף לוותה בתחושת פספוס על כך שיש שוק עשיר בהזדמנויות, ושיש הרבה מאוד תלמידים איכותיים שלא זוכים להזדמנות ללמוד את מקצועות המדע - STEM Science, technology, engineering and mathematics.


בכירי המשרד, בראשות השר ובשיתוף היוזמה 5 פי 2, החליטו לשנות את המצב ולהפוך את המשבר להזדמנות והשיקו את התוכנית הלאומית לקידום המתמטיקה והמדעים בישראל. התכנית שואפת להציב את ישראל כמדינה מובילה בתחום המתמטיקה והמדעים, ובפרט – לחזק את החינוך המתמטי בכלל ואת לימודי 5 יח"ל בפרט, להנגיש את מקצועות ה-STEM לכל תלמידי ישראל ולשפר את עמדותיהם כלפיהם, ולמצות את הפוטנציאל באזורי הפריפריה ובקבוצות האוכלוסייה השונות.

במסגרת התכנית, משרד החינוך הציב לעצמו מספר יעדים:

- ◀ 19,700 תלמידים ילמדו 5 יח"ל מתמטיקה עד לשנת 2021
- ◀ 17% מתלמידי י"ב ילמדו 5 יח"ל מתמטיקה עד לשנת 2025 (בשנת 2012 - 9.1%, בשנת 2017 - 14.3%)
- ✖ 850 בתי ספר ילמדו 5 יח"ל מתמטיקה עד לשנת 2025 (בשנת 2012 - 566 ביה"ס, בשנת 2017 - 751 ביה"ס)
- ◀ 14,200 תלמידים ילמדו 5 יח"ל פיסיקה ו-13,000 תלמידים ילמדו 5 יח"ל כימיה עד לשנת 2022

כדי לממש את התכנית במלואה, משרד החינוך מוביל תכנית פעולה רחבה. כדי להתגבר על המחסור במורים במקצועות הרלוונטיים, המשרד פועל לגיוס מורים בוגרי אוניברסיטאות על ידי מתן מלגות ודמי קיום, ופותח תכניות להרחבת ההסמכה למורים בתוך המערכת על מנת להכשירם ללימודי מקצועות ה-STEM. כדי לעודד את לימודי ה-STEM מצד התלמידים, המשרד פועל לחזק את התלמידים בתחומי המתמטיקה והמדעים בגיל צעיר, בדגש על חטיבות הביניים, מפתח תכניות מתקדמות בהוראת המתמטיקה, המבוססות על פרסונליזציה של ההוראה, ומגדיל את הבונוס באוניברסיטאות לבוגרי 5 יח"ל מתמטיקה (35 נקודות).

כדי לצמצם את הפערים בין פריפריה ומרכז, המשרד מגמיש את תנאי פתיחת כיתות במקומות שאין בהם מגמה של 5 יח"ל במקצועות ה-STEM ומגבש בימים אלו תכנית לאומית מקיפה. ואחרונה, משרד החינוך פועל לחזק את הקשר בין מערכת החינוך למערכת ההשכלה הגבוהה ושוק התעסוקה, בדגש על חיזוק הקשר עם חברות ההייטק ובניית תוכניות משותפות, להעלאת המוטיבציה בקרב התלמידים בבחירה במקצועות ה-STEM.



רפואה מותאמת אישית נקודת המפנה של תעשיית הביופארמה בישראל?

שינויי עומק בתעשיית הביופארמה העולמית עשויים להביא את הפריצה המיוחלת של תעשיית הביופארמה בישראל. כיצד מממשים את היתרון התחרותי של ישראל בעידן של רפואה מותאמת אישית?



עולם הבריאות עומד בפני מהפכה היסטורית. עובדה ידועה היא שמהפכות נובעות מצורך, והמערכת הרפואית העולמית זקוקה כיום לשינוי רדיקלי: אוכלוסיית העולם גדלה ומתבגרת, והגישה המוגבלת של חלקים ממנה לרפואה מגבילה את הסיכויים שלנו לחברה הוגנת, שבה לכל בני האדם זכות שווה לחיות. ישראל מצוידת ביכולות ובמשאבים להוביל שינוי ברפואה העולמית עתידית ולהביא את ה"תיקון עולם", הלכה למעשה.

הכותבת היא דירקטור מדעי הנתונים של ebay והמדענית הראשית של החברה בישראל

נקודת המפנה של תעשיית הביופארמה בישראל?

הקדמה: עתיד הרפואה מתחיל בישראל

ד"ר קירה רדינסקי

"תיקון עולם" הוא מושג מרכזי במסורת הישראלית, הקורא לשיפור העולם ולבניית חברת מופת. מדינת ישראל הוכיחה את מסירותה לצדק חברתי לאורך השנים במערכת הבריאות שבנתה, שסיפקה לאורך שנות פעילותה טיפול רפואי איכותי ואוניברסלי ובו בזמן השכילה לייצר תשתית מידע רפואי מפוארת. מידע זה הצטבר לאורך עשרים השנים האחרונות, והוא משמש כיום בסיס לפריצות דרך באופן אפקט השירותים הרפואיים לאזרחי ישראל.

רפואה מונעת מבוססת בינה מלאכותית

בפעם הראשונה בהיסטוריה, מערכת רפואית יכולה לחקור את מטופליה באופן סטטיסטי ולאורך זמן, וכן לספק תובנות ממאגרי נתונים גדולים, כדי לחזות טוב יותר מחלות ומומים. רפואה מונעת מקבלת מקום מרכזי באקוסיסטם הביורפואי בישראל, כאשר חברות הזנק ויזמות שנוולדות בארגוני הבריאות מפתחות פתרונות דיגיטליים שסייעו ויגנו על בני אדם ממחלות כרוניות כבר עם לידתם. כך למשל, קופת חולים כללית מפתחת כלים לניטור מחלות ולניבוי סיכון למחלת הלוקמיה, וקופת חולים מכבי מציגה מערכת בינה מלאכותית המסוגלת לספק הסתברות לנוכחות סרטן המעי הגס בעזרת בדיקת דם פשוטה.

טיפול מותאם אישית מבוסס מידע קליני וגנומי

שפע הנתונים שהצטברו במהלך השנים בישראל סולל את הדרך לרפואה מותאמת אישית. דוגמא לכך היא קופת חולים מכבי המפתחת כלים להתאמת טיפול תרופתי אישי לחולים הסובלים מיתר לחץ דם. על בסיס הנתונים הקיימים על החולים במערכת הבריאות (כגון, לחץ דם התחלתי ורקע משפחתי), ניתן כיום, בזמן אמת, להציג המלצות לטיפול רפואי, ולתת תרופות אשר עשויות להשפיע בצורה מיטבית על חולים ספציפיים.

זאת ועוד, חברות ישראליות רבות מפתחות טיפולים מותאמים אישית על בסיס גנטיקה. חברות דוגמת FDNA, חמושות במסדי נתונים גנומיים מקיפים, ממנפות בינה מלאכותית לזיהוי דפוסים פיזיולוגיים החושפים שינויים גנטיים שגורמים למחלות. חברות כאלו יכולות לחולל מהפכה ברפואה מונעת ובטיפולים מותאמים אישית על בסיס מבט אל פניו של החולה בלבד.

פריצות דרך רפואיות המבוססות על ביג דאטה (BIG DATA) ובינה מלאכותית

הנתונים שנצברו על ידי המערכת הרפואית מספקים תובנות רפואיות שיכולות לשרת לא רק את אזרחי ישראל, אלא גם להביא לפריצות דרך עולמיות ברפואה. לדוגמה, מספר מחקרים ישראלים עוסקים כעת בפיתוח אלגוריתמים לזיהוי תרופות שיש להן קשר סיבתי לסימפטומים שליליים.

מערכות תומכות החלטה

נוכח המחזור הגובר ברופאים ובצוותים רפואיים בעולם, העושר בנתוני המטופלים האנונימיים שהצטברו במערכת האקולוגית בישראל, מהווה בסיס לפיתוח כלי אבחון אוטומטיים שמייצגים את עתיד הרפואה העולמית. דוגמאות לכך ניתן למצוא בפתרונות רדיולוגיים אוטומטיים מפותחים על ידי חברות ישראליות כגון ZebraMed ו-Aldoc, המספקות כלי תמיכה לאבחון וניתוח נתונים בקרב ספקי שירותי רפואה.

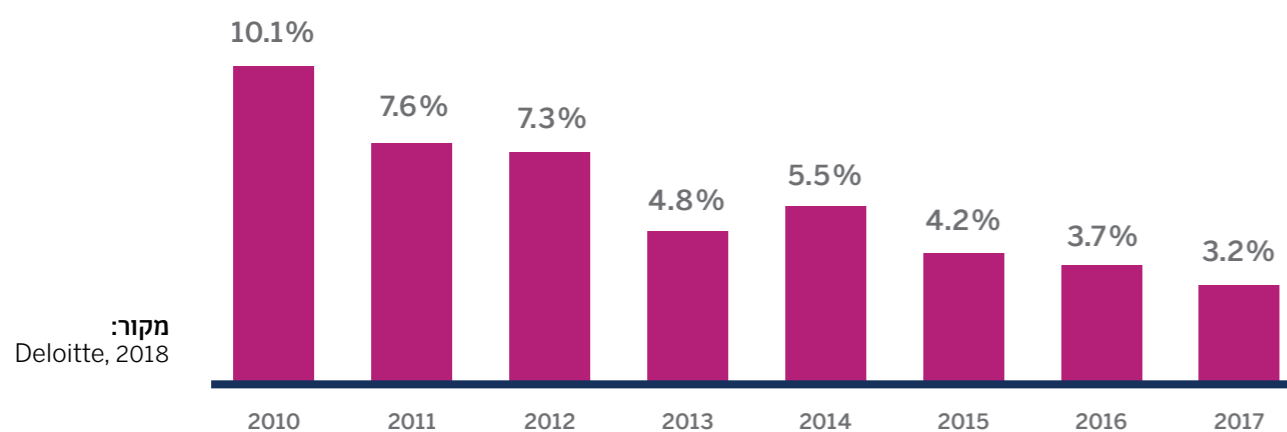
מהפכת המידע והמיכון ברפואה שתוארה בהקדמה מחוללת שינויים דרמטיים בכל ענפי הבריאות – ובהם גם תעשיית הביופארמה העולמית, שצמאה לטכנולוגיות חדשניות. בפרט, גישת הרפואה המותאמת אישית הולכת ומתבססת בתעשייה, כאשר השילוב בין חדשנות בביולוגיה ובגנטיקה ובין התפתחויות בבינה מלאכותית וביג דאטה (Big Data) משנה את כל תהליך פיתוח התרופה. מגמה זו מטשטשת את הגבולות בין תחום הביופארמה ה"קלאסי" ובין תחום טכנולוגיות המידע.

בישראל, מצוינות ארוכת שנים במדע ביו-רפואי טרם הבשילה לתעשיית ביופארמה מקומית בוגרת. המגמה המתוארת מייצרת הזדמנות למנף את המדע הביו-רפואי הישראלי ואת ההובלה הישראלית בטכנולוגיות מידע לפיתוח מרכז טכנולוגי עולמי בתחום הרפואה המותאמת אישית. בפרק זה נתאר את השפעתה של גישת הרפואה המותאמת אישית על תעשיית הביופארמה העולמית, ונציג את חזון רשות החדשנות לרתימתה כמנוע צמיחה משמעותי לאקוסיסטם הביופארמה הישראלי.

תעשיית הביופארמה העולמית עוברת שינוי עמוק

בשנים האחרונות נראה כי המודל העסקי המסורתי לפיתוח תרופות, ששיפר דרמטית את רווחת האנושות במאה האחרונה והצמיח את ענקיות הביופארמה הגלובליות, הגיע לפרשת דרכים. מספר הפיתוחים הנמצאים בשלבים מתקדמים ב"צנרת המו"פ" (pipeline) של חברות הביופארמה הגדולות מידלדל, בעוד שעלויות הפיתוח הולכות ומאמירות. אינדיקציה לכך היא התשואה על השקעה במחקר ופיתוח בתעשיית הביופארמה העולמית, אשר ירדה באופן רציף בעשור האחרון מ-10% בשנת 2010 לכ-3% בשנת 2017.¹

תרשים מס' 1: תשואה חזויה להשקעה במו"פ בחברות פארמה גדולות 2010-2017 (ב-%)



1 Deloitte. (2018). A new future for R&D? Measuring the return from pharmaceutical innovation 2017

הגן פגום? קריספר יתקן

טכנולוגיית העריכה הגנטית קריספר (CRISPR) מאפשרת לחתוך מקטע דנ"א פגום ולהחליפו במקטע תקין, והיא מצויה בחוד החנית של חזון הרפואה המותאמת אישית

בעידן הנוכחי, תעשיית ההייטק מולידה פיתוחים חדשניים בקצב הולך וגובר, והשיח הציבורי עוסק באינטנסיביות במכוניות אוטונומיות, בינה מלאכותית ורובוטים מתקדמים. אך מתחת לרדאר מתרחשת מהפכה אדירה בתחום הרפואה – מהפכת העריכה הגנטית, שמקורה במחקר הביולוגי. עריכה גנטית היא טכנולוגיה שבאמצעותה ניתן לשנות ולתקן גנים במטרה לרפא מחלות. התקוות התלויות בה עצומות, כיוון שהיא מאפשרת לגשת ישירות למקור הפגם, ולשנות את החומר הגנטי - הדנ"א, במטרה לתקנו. טכנולוגיית העריכה הגנטית משתלבת היטב בגישת הרפואה המותאמת אישית, בה הרופא מתאים את הטיפול לגנטיקה הספציפית של המטופל כדי למקסם את יעילותו ולמזער את הסיכון לתופעות לוואי.

טכנולוגיית העריכה הגנטית מתבססת על שימוש במערכת הנקראת קריספר, המאפשרת לחתוך את הדנ"א הפגום ולהחליפו במקטע דנ"א תקין. מערכת הקריספר מבוססת על מנגנון שהתגלה בחיידקים ומגונן עליהם מפני וירוסים באמצעות "חיתוך" הדנ"א של הווירוס. ב-2012 התפרסם בכתב העת Science מאמר פורץ דרך מאת שתי חוקרות, פרופ' ג'ניפר דאודנה ופרופ' עמנואל שרפנטייה, בו הראו כיצד ניתן להנדס את מערכת הקריספר כך שניתן יהיה לערוך באמצעותה כל רצף של דנ"א. שנה לאחר מכן הראה החוקר פרופ' פנג ז'נג באותו כתב העת כיצד ניתן להשתמש במערכת כדי לערוך דנ"א בתאי אדם. למרות שמדובר בטכנולוגיה צעירה, מערכת הקריספר נחשבת כיום כאחת הטכנולוגיות החשובות והמבטיחות ביותר בתעשיית התרופות ונמצאת כבר בניסויים קליניים בחולים בארה"ב, באירופה ובסין. התפתחויות נוספות בתחום העריכה הגנטית עשויות לאפשר לרפא מחלות רבות בצורה יעילה, מדויקת ובטוחה.

בשנים האחרונות נקלטו באקדמיה בישראל מדענים צעירים שהתמחו בטכנולוגיית העריכה הגנטית באוניברסיטאות המובילות בעולם, כגון סטנפורד, ברקלי, והמכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT), והם ממשיכים כעת לפתח את הטכנולוגיה הזו במעבדותיהם בארץ.

כך, לדוגמה, המעבדה לריפוי גנטי באוניברסיטת בר-אילן, בניהולו של ד"ר אייל הנדל, בשיתוף פעולה עם קבוצת המחקר של רופא הילדים פרופ' רז סומך מהמרכז הרפואי שיבא, שוקדת על פיתוח טכנולוגיית עריכה גנטית עבור מחלת ילדי הבועה. מחלת ילדי הבועה (בשמה המדעי - כשל חיסוני משולב חמור) היא שם כולל לקבוצת מחלות גנטיות המאופיינות בפגיעה ביצירתם ובתפקודם של תאי מערכת החיסון. ילדים החולים במחלות אלו יכולים לחיות רק בסביבה סטרילית, וללא טיפול מתאים הם לא ישרדו מעבר לשנתם הראשונה. הטיפול הנפוץ ביותר כיום במחלות אלה הוא השתלת מח עצם, אולם קשה למצוא תורמים מתאימים, והשתלה מתורם שאינו מתאים באופן מלא עלולה לגרום לנזק. שימוש בעריכה גנטית לתיקון ישיר של הגן הפגום בתאי החולה עצמו עשוי לשמש אלטרנטיבה להשתלת מח עצם. שיטה זו היא שעומדת בלב המחקר במעבדה.

כיום, את הפעילות המחקרית הזו משלימה פעילות של חברות הזנק בודדות, אולם היא בסיס לצמיחתן של חברות נוספות. מגמה זו מייצרת הזדמנות אדירה עבור ישראל להשתלב במרוץ הגלובלי לקידום טכנולוגיית העריכה הגנטית כאמצעי ריפוי גנטי, וקידום הרפואה המותאמת אישית בכלל.

הכותב, ד"ר איל הנדל, הוא מרצה בכיר וראש המעבדה לריפוי גנטי במרכז לננו-טכנולוגיה ובפקולטה למדעי החיים באוניברסיטת בר-אילן

אך שינוי משמעותי העומד בפתח מבטיח להעלות את תעשיית הביופארמה שוב על מסלול החדשנות: התבססותה של גישת הרפואה המותאמת אישית. גישה זו לוקחת בחשבון את השונות הגדולה בין בני אדם בגנטיקה, סביבה וסגנון חיים, והיא נשענת על חדשנות פורצת דרך בביולוגיה וגנטיקה יחד עם התפתחויות בביג דאטה ובחישוביות. גולת הכותרת שלה כיום היא טיפול בסרטן – משפחת מחלות בהן מוטציות גנטיות הן מרכיב מרכזי, אולם היא צפויה להתרחב לתחומים רפואיים נוספים, ולשנות תהליך פיתוח התרופות כפי שאנו מכירים אותו במגוון דרכים.

ראשית, שלב גילוי התרופות (drug discovery) צפוי להשתנות כליל. ניתוח ביג דאטה רפואי ממגוון מקורות, ובפרט חיבור בין רשומות רפואיות (EMR/EHR), מידע גנומי ומידע פונקציונלי ברמת החלבון (נתוני OMICS) - יאפשר לחוקרים וחברות לזהות אתרי מטרה (targets) - לדוגמה, חלבון בעייתי (בתא) לתרופות חדשות ביתר קלות ומהירות. במקביל, טכנולוגיית CRISPR המהפכנית, המאפשרת עריכה ותיקון גנומי, עשויה להפוך לכלי חדש ועוצמתי לגילוי אתרי מטרה לתרופות חדשות, משום שהיא מספקת דרך חדשנית לזהות גנים וחלבונים שגורמים למחלות או מונעים אותן (ראה מסגרת)².

שנית, תרופות חדשות יפותחו ויוצרו באופן מדויק יותר, שיבטיח בטיחות ואפקטיביות מיטבית. בפרט, מודלים ממוחשבים של תהליכים ביולוגיים יוכלו לייצר מידע שיסייע לצלוח את השלב הפרה-קליני בפיתוח תרופה, לעצב ולנהל ניסויים קליניים טוב יותר, ואולי אף להחליף חלק מהמידע הקליני הנדרש לאישור תרופה. בנוסף, טכנולוגיות ייצור תרופות חדשניות כגון הדפסת תלת-ממד של מרכיבי התרופה יאפשרו לשלוט ברעילות של תרופות חדשות באופן שיקל על תהליך הפיתוח כולו ועל יציאת התרופה לשוק.

שלישית, טכנולוגיות מידע מתקדמות ישנו את שלבי הניסויים הקליניים עצמם. כיום, משך הפיתוח הקליני הממוצע הוא 7.5 שנים, ועלותו נעה בין מאות מיליונים למיליארדי דולרים. שימוש בטכנולוגיות מידע מתקדמות יאפשר התייעלות משמעותית בתהליך זה: ניתן יהיה לבחור את המטופלים המתאימים ביותר לניסוי על בסיס מידע גנומי וקליני ממקורות שונים (ביג דאטה); ניתן יהיה לנטר את המשתתפים בניסוי על בסיס שימוש בחיישנים מסוגים שונים אשר ישדרו מידע אלקטרוני על מדדים פיזיולוגיים שונים של המטופל; וחברות ביופארמה יוכלו לבחון את השפעת התרופות לאחר שיווקן וכך ולצמצם את עלויות שלב הניסויים הקליניים.³

דיגיטציה מתקדמת תשנה את תהליך פיתוח התרופה כולו



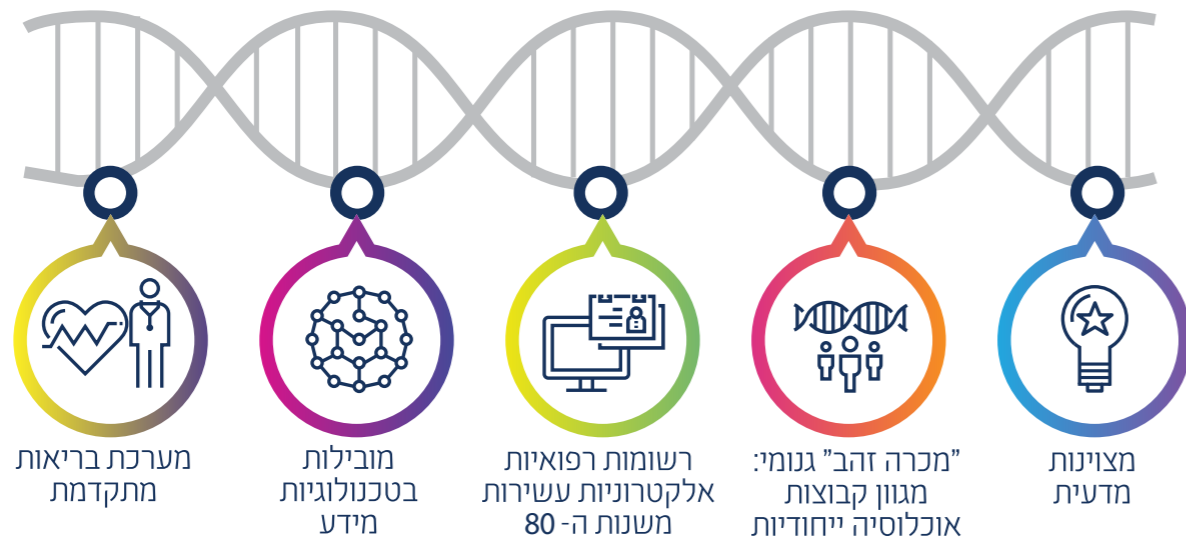
Scott, A. (2018, March 7). How CRISPR is transforming drug discovery 2

3 שינוי פרדיגמה שמוביל ה-FDA באישור תרופות חדשות הופך מידע שנאסף על פעולתן של תרופות חדשות ב"עולם האמיתי" - כלומר, לא במסגרת ניסוי קליני מבוקר - לקריטי

עם זאת, התמורות בתעשייה המקומית בשנים האחרונות מצביעות על מומנטום חיובי. תעשיית הביופארמה בישראל מונה כיום כ-200 חברות,⁶ ונוספות אליה מדי שנה כ-15 חברות חדשות.⁷ היקף ההשקעות בתחום עלה משמעותית בשנים האחרונות, וסבב הגיוס הממוצע עלה פי שלושה (ראה תרשים מס' 2). בפרט, השקעותיהן של קרנות הון סיכון ישראליות בתחום עלו ב-400 אחוזים בין 2012 ו-2017. עלייה זו משקפת, בין היתר, את הצטרפותן של קרנות חדשות המתמחות בתחום ואת הקמתם של גופי השקעות נוספים, דוגמת חממת FutuRx הנתמכת על ידי רשות החדשנות.

עידן הרפואה המותאמת אישית עשוי להיות פריצת הדרך של תעשיית הביופארמה הישראלית, על בסיס מספר נכסים המרכיבים יתרון תחרותי ייחודי. נכס מרכזי הוא המצינות המדעית ארוכת השנים. פיתוחים שיצאו מהאקדמיה הישראלית אחראיים ל-8 תרופות חדשניות שנמכרו בכ-40 מיליארד דולר,⁸ וקהיליית המדע בישראל מצטיינת בחקר הסרטן, באימונולוגיה ובחקר מחלות ניווניות – תחומים שמצויים כיום במוקד פיתוח טיפולים בגישת הרפואה המותאמת אישית. לכך מצטרפים מקורות מידע רפואי וגנומי ייחודיים. בישראל מתגוררות מגוון קבוצות אוכלוסייה ייחודיות בשטח גאוגרפי קטן – עובדה שהופכת אותה ל"מכרה זהב" גנומי, והרשומות הרפואיות האלקטרוניות בישראל (EHR), אשר קיימות כבר משנות ה-80, מכסות את רובה המוחלט של האוכלוסייה. ברקע, המובילות הישראלית בטכנולוגיות מידע וחישוביות מאפשרת מינוף של המידע הרפואי והגנומי, ומערכת הבריאות המתקדמת מספקת פלטפורמה לשיתופי פעולה פוריים.

לישראל נכסים רבים בעידן הרפואה המותאמת אישית



יתרון תחרותי זה הוא משמעותי לאורך כל תהליך פיתוח התרופה, והוא חשוב במיוחד בשלב גילוי התרופות ובשלב הפיתוח הקליני. כדי לממש אותו, יש לפעול לחיזוק החיבור בין תחומי המחקר הרלוונטיים, להנגיש את תשתיות המידע והמחקר השונות הנחוצות לתעשייה, ולעודד השקעה בטכנולוגיות פורצות דרך – ביולוגיות, חישוביות ומשולבות. לצד זאת, אין להפחית מחשיבותן של מיומנויות טכנולוגיות ועסקיות "מסורתיות" הנדרשות עדיין בתעשיית הביופארמה. לפיכך, במקביל לחיזוק היתרון המתואר, יש לבחון מה מעכב את הצלחתן של חברות ביופארמה בישראל כיום ולפעול להסרת החסמים הרלוונטיים.

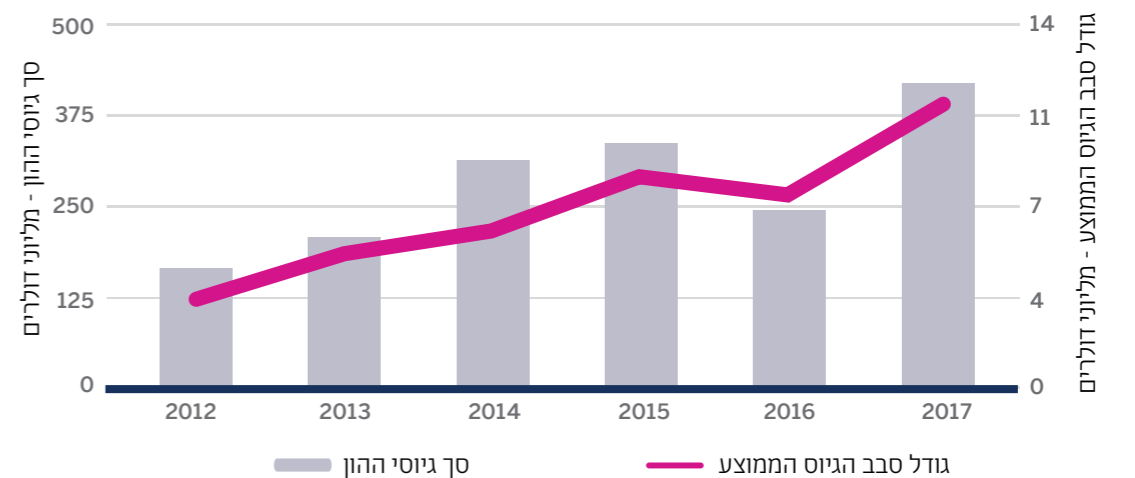
השינויים הטכנולוגיים המתוארים מביאים עמם שינויים רגולטוריים משמעותיים. היכולת לפתח תרופה המותאמת לאוכלוסייה מסוימת, להבטיח את בטיחותה ולהוכיח את האפקטיביות שלה באופן יעיל ומדויק – סוללות את הדרך לתהליכי אישור מהירים יותר, חכמים יותר וזולים יותר. ואכן, גופי הרגולציה בעולם נערכים למגמה זו ונפתחים למודלים חדשים של בחינת תרופות המתאימים לעידן הרפואה המותאמת אישית. כך, לדוגמה, ה-FDA האמריקאי, הארגון הרגולטורי המשפיע ביותר בעולם הביופארמה, פתח מסלול אישור תרופות קצר יותר לטיפולים למחלת הסרטן, ויאפשר לרתום טכנולוגיות חדשות לאיסוף מידע בניסויים קליניים – דוגמת מידע פיזיולוגי הנאסף באמצעות התקנים לבישים חכמים (wearables).⁴

ישראל יכולה להוביל בעידן הרפואה המותאמת אישית

כשם שהשינויים הטכנולוגיים המתוארים יכולים להיות נקודת המפנה של תעשיית הביופארמה העולמית, גם בישראל הם מייצרים הזדמנות לפריצה המיוחלת של תעשיית הביופארמה המקומית ולצמיחתו של אקוסיסטם רב-תחומי חדש.

לאורך השנים, תעשיית הביופארמה בישראל לא מימשה את הפוטנציאל המדעי הגדול שלה: מרבית התרופות שהתגלו בארץ פותחו בחו"ל על ידי חברות זרות,⁵ והמשק הישראלי הפסיד חברות רווחיות ותעסוקה איכותית. האקזיט הענק של חברת Kite Pharma ב-2017, בסך כ-12 מיליארד דולר, הוא דוגמה בולטת לכך: מוצרי החברה מבוססים על פיתוח מדעי במכון וייצמן והעומד בראשה הוא ישראלי לשעבר, אולם כל פעילותה מתנהלת בארצות הברית. מספר חברות ביופארמה חדשניות ישראליות שהחלו לפעול בשני העשורים האחרונים אמנם העפילו בשנים האחרונות לשלבי פיתוח מתקדמים, אולם רובן לא הצליחו עדיין להגיע למכירות משמעותיות.

תרשים מס' 2: גיוסי הון בתעשיית הפארמה בישראל - 2012-2017 (במיליוני דולרים)



מקור: IVC

The Economist. (2018, March 24). FDA Wants to help unproductive drug makers 4
יוצאת דופן היא הקופקסון של חברת טבע 5

6 נתוני IVC
7 נתוני IVC – ממוצע בין השנים 2012 ו-2017
8 נכון ל-2014

גילוי תרופות

גילוי תרופות בגישת הרפואה המותאמת אישית מבוסס על סריקת נתונים גנומיים וקליניים בהיקף אדיר למציאת אתרי מטרה חדשים וספציפיים לקבוצות אוכלוסייה מסוימות. לפיכך, בשלב זה השילוב בין המידע הגנומי והקליני בישראל ויכולות החישוביות נושא פוטנציאל גבוה.

בתעשייה הישראלית פועלות כבר כיום חברות חדשניות העוסקות בגילוי תרופות בשיטה זו. חברת איילה (Ayala Pharmaceuticals) פיתחה טיפול מותאם אישית לקבוצת חולי סרטן ספציפית הנושאת מוטציה גנטית, על בסיס מרקר דיאגנוסטי שזוהה דרך מידע קליני וגנומי. חברת אימפקט ביו (Impact Bio), שהוקמה בחממת FutuRx הנתמכת על ידי רשות החדשנות, מפתחת טכנולוגיה להשריית תאים של מערכת החיסון (CAR-T) שיתקפו תאי סרטן מבלי לפגוע בתאים בריאים בגוף המטופל. הטיפול שהיא מפתחת יותאם באופן אישי לחולה תוך שימוש בכלים מתחום הביואינפורמטיקה ובמאגרי נתונים המבוססים על דגימות חוליים. דוגמה נוספת היא חברת סייטורין (CytoReason) השואפת לגלות תרופות באמצעות ניתוח מידע ביולוגי על בסיס מודל מבוסס למידת מכונה (machine learning) של המערכת החיסונית. לפעילות בתעשייה מצטרפים מרכזי מחקר רב-תחומיים באקדמיה, דוגמת המרכז הישראלי לרפואה מותאמת אישית במכון וייצמן המשלב ביואינפורמטיקה בגילוי תרופות.

פעילויות אלו באקדמיה ותעשייה זכו לאחרונה לרוח גבית ממספר צעדים ממשלתיים. צעד מרכזי שנוקטת הממשלה הוא הקמת מיזם פסיפס. במסגרת המיזם, המוקם בשיתוף פעולה בין רשות החדשנות, משרד הבריאות, ות"ת-מל"ג והמשרד לשוויון חברתי, תוקם תשתית מידע גנומי וקליני חדשה הן לטובת מחקר אקדמי והן לטובת פיתוח מוצרים ושירותים בתעשייה.

במקביל, רשות החדשנות, במימון משותף עם מטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי, מקימה בימים אלה איגוד משתמשים לבריאות דיגיטלית – שישמש כמערכת תשתיות מידע רפואי משותף לתעשייה. האיגוד, בו ישתתפו חברות הזנק, חברות בינוניות וגדולות ואף חברות רב-לאומיות, יפעל להנגשה ושיתוף מידע רפואי קיים וחדש ויגבש תשתית רגולציה ואבטחת מידע סביב המידע. האיגוד יפעל בשיתוף פעולה עם גופים ישראלים – אקדמיים וקליניים – ובינלאומיים. הן מיזם פסיפס והן איגוד המשתמשים צפויים להביא לקפיצת מדרגה בתחום המידע הרפואי בישראל וכך לתת דחיפה נוספת לחברות קיימות מסוג זה ולסייע להקמתן של חברות חדשות.

לצד זאת, כיוון שפריצות דרך רבות בגילוי תרופות מתבצעות באקדמיה, יש להבטיח שתהליכי העברת הידע מהאקדמיה לתעשייה יפעלו כראוי. במסגרת היועצות רחבה שערכה רשות החדשנות בשנה האחרונה עם התעשייה ועם האקדמיה למיפוי חסמים לצמיחה בתעשייה הביופארמה, עלה כי שלב המחקר התרגומי, כלומר תהליך הבאת התגלית המדעית לכדי התחלת פיתוח תרופה מסחרית, לוקה בחסר. בפרט, עלה כי חסרה בתהליך זה מעורבות מוקדמת של גורם תעשייתי-עסקי, המומחה בסינון פרויקטים אקדמיים, בתכנון ניסויים מתאימים לבחינתם ובפיתוח מעבדתי תעשייתי. רשות החדשנות מגבשת בימים אלו, יחד עם כלל הגורמים הרלוונטיים, מתווה לטיוב תהליך המחקר התרגומי בישראל. בין היתר, הרשות תפעל לשיפור מנגנוני הבחינה והסינון של טכנולוגיות הנולדות במחקר הבסיסי ונתמכות על ידיה בשלבי המחקר היישומי, ולמשיכת מומחים בינלאומיים במחקר תרגומי לישראל כדי לעודד זליגת ידע לתעשייה המקומית בתחום זה.

לחזון של משרד הבריאות למינוף טכנולוגיות מידע לשירותי הבריאות בישראל, ראה עמ' 69

עבור חברות ביופארמה ישראליות, המעבר משלבי הפיתוח הפרה-קליני והפיתוח הקליני המוקדם לשלב הוכחת יעילות התרופה בחולים מהווה כיום עמק מוות. קשיי המימון בהם החברות נתקלות, יחד עם מחסור במנהלי תהליכים רגולטוריים מנוסים, מביאים לכך שהמידע הקליני שהן מייצרות לעיתים קרובות אינו מספק את הרגולטור. אך מגמות השינוי המתוארות בתכנון וביצוע ניסויים קליניים בעולם כולו פותחות פתח לשיפור משמעותי בהישגיהן של חברות הזנק ישראליות בשלב זה. בחירה מושכלת של אוכלוסיית הניסוי על בסיס מידע קליני וגנומי, ובמקביל פתיחות רגולטורית לאישור מהיר יותר של טיפולים מותאמים אישית, בעיקר לסרטן - יאפשרו לצלוח כל שלב עם היקף מצומצם בהרבה של מטופלים, ואף לבצע חלק גדול יותר מהתהליך הקליני בישראל. פירוש הדבר הוא שחברות ביופארמה ישראליות שישכילו לרתום את מגמות השינוי יוכלו להגיע לשוק בעלות נמוכה יותר ובמהירות גבוהה יותר.

הצעדים שנזכרו להנגשת מידע גנומי וקליני לתעשייה צפויים לסייע לחברות ביופארמה גם בשלב הניסויים הקליניים, ובפרט בבחירת אוכלוסיית הניסוי. במקביל, כדי להבטיח ניצול מיטבי של ההזדמנות המתוארת בתעשייה בישראל, רשות החדשנות תגדיל את שיעור תמיכתה בשלבים קליניים מוקדמים עבור ניסויים יעילים וחכמים התואמים את המגמה העולמית.⁹ כמו כן, הרשות תפתח תמריצים למשיכת מומחים עולמיים בניהול תהליכים רגולטוריים לאקוסיסטם הישראלי.

לצד זאת, הביקוש העולמי לטכנולוגיות מידע מתקדמות התומכות בשלבי הפיתוח הקליני, והצורך לבחון טיפולים מותאמים אישית באוכלוסיות מסוימות - יכולים להביא להתפתחות אקוסיסטם שלם התומך בניסויים קליניים בישראל. גם חברות הביופארמה הישראליות עשויות להרוויח ממגמה זו, משום שיתגבש ידע מקומי אודות ניהול וביצוע ניסויים קליניים. כבר כעת, מגוון חברות בתעשייה הישראלית מזהות את הצורך בפתרונות טכנולוגיים מתקדמים לבחינת השפעתן של תרופות ונכנסות לתחום. חברת Pilltracker, לדוגמה, פיתחה פתרון ניטור אלקטרוני המאפשר לעקוב באופן מדויק אחר נטילת התרופה על ידי משתתפים בניסוי קליני, לעדכן אותם על שינוי מינון ולקבל מהם פידבק שוטף. מנגד, חברת Data2Life מתחברת למגמה העולמית של בחינת השפעת תרופות לאחר שיווקן (real-world data). החברה אוספת מידע שמייצרים מטופלים במגוון ערוצים: מדיה חברתית, מכשירי ניטור רפואיים, רשומות רפואיות, מידע מניסויים קליניים ועוד, ומייצרת ממנו תובנות אודות השפעתה של התרופה ותופעות הלוואי שלה דרך אלגוריתמי למידת מכונה ועיבוד שפה טבעית (Natural Language Processing).

ישראל אף יכולה להפוך למוקד לביצוע ניסויים עצמם. בתי חולים מחקרניים איכותיים, טיפול רפואי מתקדם, ניסיון בעריכת ניסויים וממדיה הקטנים של המדינה אשר מקלים על גיוס חולים, הופכים אותה לאטרקטיבית כבר כיום לחברות הביופארמה הגלובליות. לראיה, בשנת 2017 הגישו חברות למעלה מ-1,500 בקשות לעריכת ניסויים קליניים בבתי חולים בישראל.¹⁰ חדירתה של גישת הרפואה המותאמת אישית ומגמות הדיגיטציה בניסויים קליניים יכולה לחזק את מעמדה של ישראל בתחום זה. ראשית, מגוון קבוצות האוכלוסייה הייחודיות בישראל הוא אטרקטיבי מאוד לביצוע ניסויים בטיפולים מותאמים אישית המבוססים על מוטציות גנטיות (ראה מסגרת אודות חולי פרקינסון בישראל). שנית, הובלה בטכנולוגיות מידע מסייעות לניסויים קליניים תאפשר לאקוסיסטם הישראלי לספק שירותים חדשניים לחברות ביופארמה שיבצעו ניסויים קליניים בישראל.

לסיכום, רשות החדשנות רואה בגישת הרפואה המותאמת אישית נקודת מפנה פוטנציאלית לתעשיית הביופארמה הישראלית. שינויי העומק בתעשיית הביופארמה העולמית מייצרים הזדמנות לפריצת המחיצות בין עולם הביופארמה הקלאסי ובין תעשיית ה-ICT ולצמיחתם של שחקנים חדשים ומתמחים. עלינו לרתום את המגמות הטכנולוגיות העולמיות ולפתח אקוסיסטם רב-תחומי אשר יונע על ידי מדע פורץ דרך, יעשה שימוש מיטבי במידע הגנומי והקליני הקיים בישראל, וימנף טכנולוגיות מידע מתקדמות, ולהבטיח שעתיד תעשיית הביופארמה העולמית יתחיל בישראל.

9 בהיוועצות עם התעשייה עלה שתמיכה ממשלתית בשלבים הקליניים המוקדמים נדרשת יותר ואפקטיבית יותר לחברות מאשר בשלבים המתקדמים

10 אישורי הועדה להתקשרויות עם חברות מסחריות, סיכום שנת 2017 והשוואה לשנים 2014-2016, 15 במאי 2018, משרד הבריאות

ישראל הופכת למוקד מחקר עולמי בתחום הפרקינסון

כיצד מאגר נתונים קליני-ביולוגי-גנטי ייחודי בתחום הפרקינסון ומדע מתקדם הפכו את ישראל למוקד להשקעות גלובליות

אוכלוסיית ישראל נחשבת אטרקטיבית לעולם המחקר הרפואי. קיבוץ הגלויזות בישראל הביא אתו ערב רב של רקע גנטי ואורחות חיים ייחודיים. אוכלוסיות אלו מאפשרות לעולם המחקר לזהות גורמים לחולי ובכך מהוות מקור לפיתוח תרופות, להתערבויות טיפוליות חדשות, לפיתוח טכנולוגיות לאפיון מחלות בשלבים מוקדמים - טרום קליניים ולהבנת התהליכים להתפתחות מחלות ומכאן פיתוח תרופות לשימור הבריאות.

על בסיס ייחודיות זו הוקם בישראל מאגר נתונים קליני-ביולוגי-גנטי הגדול בעולם של חולי פרקינסון אשכנזים במרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי – איכילוב. המאגר החל לפעול לפני כ-13 שנה, ולווה במספר רב של פרסומים מדעיים רחבי-תפוצה. כבר בשנים הראשונות לפעילותו גילה מחקר המבוסס עליו ששליש מחולי הפרקינסון האשכנזים נושאים מוטציה גנטית התורמת להתפתחות מחלתם. זאת ועוד, הסתבר שמוטציות בשני הגנים, LRRK2 ו-GBA, נמצאות בשכיחות גבוהה בקרב כ-8.3% מהאוכלוסייה האשכנזית, וקשורות לסיכון יתר משמעותי לפיתוח פרקינסון.

בניית מאגר הנתונים והפרסומים המדעיים המבוססים עליו יצרו שיתופי פעולה בינלאומיים ומשכו השקעות עם גורמי מפתח בשדה חקר מחלת הפרקינסון. לדוגמה, עמותת מייקל ג'י פוקס, שמרכזת בארה"ב ומשקיעה בשנה מעל 100 מיליון דולר בקידום מחקר למניעת פרקינסון, החלה לתמוך בפיתוח המאגר באמצעות השקעות של מיליוני דולרים ובאמצעות שיתוף פעולה עם אוניברסיטת קולומביה ובית החולים ישראל-הר סיני בניו יורק להרחבתו.

אחד מכיווני המחקר המבטיחים במלחמה במחלות ניווניות של המח הינו חקר בני המשפחה הבריאים של החולים (נושאי המוטציות), המהווים אוכלוסייה בסיכון גבוה לפיתוח המחלה, וחקר נושאים בריאים, שנושאים מוטציה גנטית והופכים לחולים במהלך המחקר. המאגר שפותח במרכז הרפואי תל אביב – איכילוב מייצר ידע ייחודי אודות שתי האוכלוסיות הללו. וכך, בתום עשור לפעילות המחקרית במרכז זיהתה חברת ביוג'ן האמריקנית כי ניתן, על בסיס המאגר, ללמוד ממהלך מחלת הפרקינסון בחולים יהודים אשכנזים גם לגבי עשרת מיליוני חולי הפרקינסון בעולם ולעשרות המיליונים שנמצאים בסיכון לחלות, וכך לפתח טיפולים חדשניים למניעת המחלה.

חברת ביוג'ן יזמה שיתוף פעולה עם בית החולים, במסגרתו היא משקיעה עשרות מיליוני שקלים בקידום ושדרוג מאגר המידע הקליני-ביולוגי, תוך שמירה על הזכויות האקדמיות של החוקרים בישראל ושותפות בפירות המחקר. שותפות מסוג זה מהווה בסיס להעמקת שיתופי פעולה במישורים נוספים כמו פיתוח טכנולוגיה לאפיון התקדמות מחלת הפרקינסון באמצעות טכנולוגיה זעירה לניטור תנועה בבית, שיטות הדמיה חדשות לאבחון פרקינסון ב-MRI או PET, טכנולוגיה לכימות תפקודים קוגניטיביים ומאפייני שינה, וכן זיהוי מאפיינים גנטיים המגנים על אוכלוסייה בסיכון מלפתח פרקינסון. זאת ועוד, מחקרים בפאזה ראשונה ושניה עם תרופות חדשות למניעת פרקינסון, שמפתחת חברת ביוג'ן, נבדקות כיום בישראל במחקרים קליניים פורצי דרך.

השקעות של חברות רב-לאומיות כדוגמת שיתוף הפעולה המתואר עם חברת ביוג'ן לא היו מתרחשות אלמלא זיהוי הפוטנציאל הטמון באוכלוסייה האשכנזית לפיצוח סוד מחלת הפרקינסון. פוטנציאל דומה קיים גם בחקר מחלות ניווניות נוספות של מערכת העצבים, אשר שכיחות בעדות אחרות בישראל.

הכותבים הם פרופ' ניר גלעדי מנהל המערך הנוירולוגי באיכילוב ומופקד על הקתדרה ע"ש שירצקי לנוירולוגיה באוני' ת"א ופרופ' אבי אור, מנהל המכון הגנטי ומעבדת המחקר הגנומית באיכילוב ופרופ' מלא במחלקות לרפואת ילדים ולגנטיקה מולקולארית וביוכימיה באוני' ת"א

* הבהרה - שיתוף הפעולה בין חברת ביוג'ן ובין המרכז הרפואי איכילוב לא קיבל מימון מרשות החדשנות. הרשות אינה מממנת העברת ידע מהאקדמיה או מבתי חולים לחברות זרות.

קפיצת מדרגה דיגיטלית במערכת הבריאות

חזון משרד הבריאות



בריאות דיגיטלית צפויה להפוך כבר בשנים הקרובות לחלק אינטגרלי ממערכת הבריאות בישראל, ולשנות דרמטית את שירותי הבריאות

בשנים האחרונות פועל משרד הבריאות לקידום תשתיות בריאות דיגיטלית לאומיות, המציבות את ישראל בחזית המרוץ לעולם רפואי מונחה מידע. מטרת המהלך היא לאפשר למערכת הבריאות הישראלית להתמודד בהצלחה עם אתגרי המאה ה-21: הזדקנות האוכלוסייה, ריבוי במחלות כרוניות, עלייה בציפיות המבוססים, אורח חיים לא בריא ועוד, תוך מינוף היתרונות היחסיים של המערכת הישראלית.

תחת החזון הכללי של משרד הבריאות לקידום בריאות מיטבית לכלל אוכלוסיית ישראל, הגדיר המשרד חזון ייעודי לנושא הבריאות הדיגיטלית: קפיצת מדרגה במערכת הבריאות שתאפשר הפיכתה לבת קיימא, מתקדמת, חדשנית, מתחדשת ומשתפרת באופן מתמיד, על ידי מינוף מיטבי של טכנולוגיות המידע והתקשורת העומדים לרשותה, למען שיפור הבריאות לכלל אוכלוסיית ישראל. בתוך חזון זה, הפרט ממוקם בלב העשייה הבריאותית והרפואית והוא שותף משמעותי בקידום בריאותו ובטיפול בו. ההחלטות הרפואיות מתבצעות בתמיכת מידע ממקורות זמינים ומגוונים, ועושות שימוש בתוצרי מחקר ופיתוח המבוססים אף הם על מידע בריאות. מימוש החזון דורש טרנספורמציה בחמישה היבטים:

- ◀ **המטופל במרכז** – כמנוע מרכזי לשינוי ביתר היבטים
- ◀ **בריאות מותאמת אישית** – טיפול המותאם למאפייני האדם וצרכיו האישיים
- ◀ **קידום בריאות** – רפואה פרואקטיבית, פרדיקטיבית ומונעת
- ◀ **בריאות בת קיימא** – תהליכים אפקטיביים ויעילים כלכלית במערכת הבריאות
- ◀ **בריאות זמינה** – שירותים דיגיטליים

ישראל מתגאה במערכת בריאות איכותית וברוח יזמית וטכנולוגית. לאחר עשורים של השקעה בתיעוד דיגיטלי רפואי, ישראל ניצבת בחזית המידע הרפואי הדיגיטלי הקיים, ומצמיחה מאות חברות הזנק בתחום הבריאות. עם זאת, לשם מימוש החזון וניצול מיטבי של ההזדמנות הטכנולוגית האדירה, נדרש מהלך תשתיתי רחב הקף, הכולל קידום תשתיות רגולטוריות ותהליכיות במערכת.

במרץ 2018 קיבלה ממשלת ישראל, בהובלה של משרד הבריאות ומטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי, ובשותפות עם משרדי רוה"מ, האוצר, רשות החדשנות, הוות"ת ומשרד הכלכלה, החלטה שמטרתה קידום הבריאות הדיגיטלית כמנוע צמיחה לאומי. החלטה זו ממוקדת בהסרת חסמים רגולטוריים ותשתיתיים לשיתופי פעולה בין מגזרים מבוססי מידע בריאות, ובפרויקט פסיפס – שמטרתו הקמת מאגר מידע גנומי קליני שייאפשר מחקר ופיתוח של תוצרים מקדמי רפואה מותאמת אישית.

תכנית בריאות דיגיטלית, אשר הושקה בעקבות ההחלטה, כבר החלה לפעול במספר חזיתות. בתחום התשתיות, מוקמות תשתית ביג דאטה לאומית למחקר ופיתוח בתחום הבריאות; תשתית רפואה מרחוק, תשתית הל"ב (המטופל במרכז) שמטרתה סינכרון תהליכים בין ארגונים במערכת הבריאות (לדוגמה קביעת תור לפרוצדורה רפואית) שהאחריות עליהם מוטלת היום על המטופל; וגרסה חדשה למערכת שיתוף מידע רפואי בין גורמי הטיפול במטופל במערכת הבריאות (איתן, המחליפה את אופק).

בראיית העתיד, ועל בסיס תשתית רגולטורית ותהליכית מתאימות, צופה המשרד שיתפתחו שירותי בריאות המבוססים על שילוב יכולות מכלל התשתיות הללו. כך למשל, תוכל לפעול תשתית לרפואה מרחוק שתתחבר למכשור בריאות שבידי המטופל ומטפלו העיקריים, ולמידע הבריאות במערכת איתן, על בסיס יכולות IoT (האינטרנט של הדברים).

בנוסף, תוצרי מחקר ופיתוח בביג דאטה יוטמעו בתהליכי אספקת שירותי הבריאות – בביתו של המטופל, במתקני הקהילה, או בבתי החולים. הצפי הוא כי ב-2030 יכולות ביג דאטה וכלי ניתוח מידע מתקדמים יוטמעו בסביבת הטיפול עצמה ויספקו תוצרים לומדים ומשתפרים. החלטות טיפוליות יתקבלו בסיוע בכלים אלה, וישקפו את הידע הנצבר בתחומי הטיפול הרפואי והרפואה המונעת. שילוב של מערכת הבריאות במערכות המשיקות כמו רווחה וחינוך, ופתיחת תהליכי ניהול הטיפול כך שיכללו בתוכם את צרכיהם ויכולותיהם של המטופל ומשפחתו, ישלימו את תמונת העתיד ויהפכו את ישראל למובילה עולמית בתחום הבריאות.



מתעשיית הייטק למשק טכנולוגי וחכם

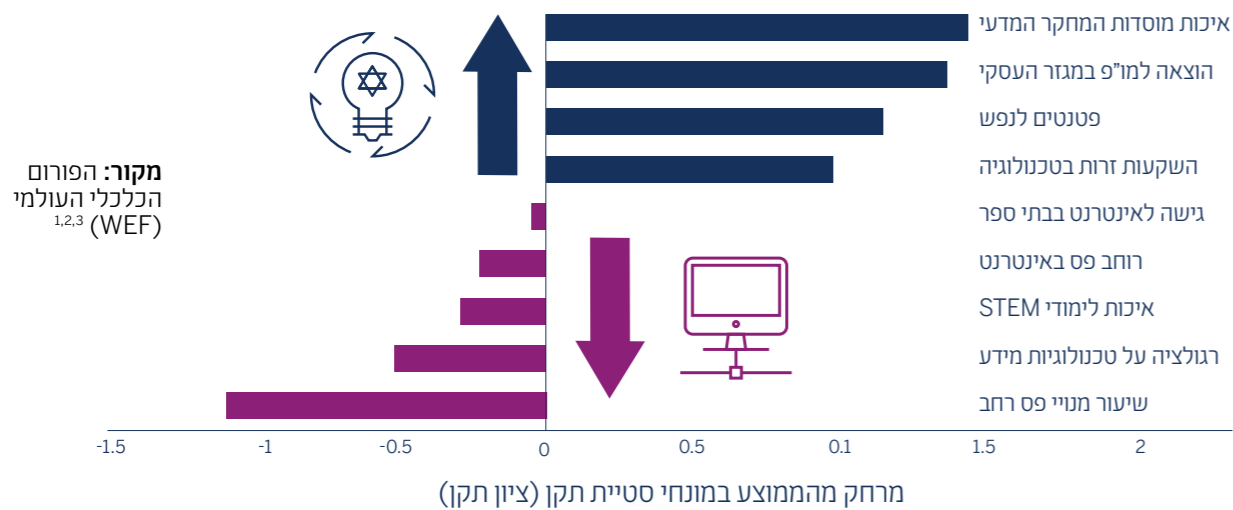
עוצמת תחרות נמוכה ורגולציה שאינה מעודדת חדשנות עיכבו עד כה את קצב אימוץ הטכנולוגיות החדשות במשק הישראלי. כעת על מדינת ישראל להיערך לתהליכי "הרס יצרני" בלתי נמנעים שילוו את מגמות האוטומציה העולמיות



מתעשיית הייטק למשק טכנולוגי וחכם

בפרק זה נדון במקורות הפער בין יכולת פיתוח הטכנולוגיות בישראל ובין יכולת האימוץ וההטמעה שלהן במשק המקומי, ונציג כיוונים אפשריים לגישור על הפער. בפרט, נציג את מדיניות רשות החדשנות להגברת "החיכוך" בין תעשיית ההייטק בישראל ובין יתר המגזר העסקי בישראל, ונדון בחשיבותה של רגולציה תומכת הן לפיתוח טכנולוגיות חדשניות והן לאימוצן במשק. בחלק האחרון של הפרק נביא את החזון של מספר משרדים לגבי האופן בו חדשנות תשנה את התחומים עליהם הם מופקדים.

מיקומה היחסי של ישראל במדדי חדשנות נבחרים בקרב המדינות המפותחות, 2017-2018



מדינת ישראל ביססה את עצמה בעשורים האחרונים כמרכז חדשנות עולמי המצטיין בפיתוח טכנולוגיות ומוליד חברות פורצות דרך. חדשות לבקרים אנו קוראים על ההישגים יוצאי הדופן של עוד חברה ישראלית שפיתחה מוצר חדש ומהפכני. עם זאת, נראה שישנו פער גדול בין תעשיית ההייטק המתקדמת ובין חיי היום-יום בישראל. רוב תושבי ישראל אינם מרגישים שהם חיים במדינה "טכנולוגית" כשהם נוסעים לעבודה, מתנהלים מול הרשויות או קונים ברשתות השיווק. זו איננה תחושה בלבד - סקטורים משמעותיים בארץ כגון תחבורה, מסחר, בנייה, חינוך ושירותים ציבוריים נמצאים עדיין מאחור יחסית למדינות המערב. תושב לונדון, לדוגמה, לוקח כמובן מאליו נסיעה ב-Uber, תשלום בבית קפה באמצעות "נגיעה" של כרטיס האשראי או הטלפון הנייד, גלישה ברשת בפס רחב, התנהלות אונליין יעילה מול גופים ציבוריים ובניינים שנבנים בצורה מהירה ומתקדמת.

ואכן, גם נתונים השוואתיים מעידים שישראל מצטיינת ב"ייצור" חדשנות - כלומר בפיתוח טכנולוגיות, אך מפגרת אחרי המדינות המפותחות ב"צריכת" חדשנות - באימוץ טכנולוגיות. לדוגמה, במדד התחרותיות (Global Competitiveness Index) של הפורום הכלכלי העולמי, מדינת ישראל מובילה באופן עקבי במספר פרמטרים המשקפים את חוסנו של אקוסיסטם החדשנות הישראלי כגון עצימות ההשקעה במו"פ ואיכות המחקר המדעי. מנגד, בפרמטרים אחרים הכלולים במדד ומאפיינים כלכלות חדשניות, כגון תשתיות דיגיטליות ומיומנויות טכנולוגיות בקרב האזרחים, ישראל נופלת מהמדינות המפותחות (ראה תרשים מס' 1).

תחום בולט בו קיים פער קיצוני בין הפיתוחים הטכנולוגיים לחדירת טכנולוגיות חדשניות לחיי היום יום הוא תחום התחבורה. למרות פיתוחים ישראלים מרשימים בתחום - החל מאפליקציות כמו Waze ו-Moovit ועד פיתוחים פורצי דרך כמו Mobileye - פתרונות התחבורה העומדים בפני האזרח הישראלי מוגבלים מאוד.

אנו סבורים כי הגברת חדירתן של טכנולוגיות מתקדמות למרקם החיים בישראל הכרחית לשגשוג הכלכלי ושיפור רמת החיים של אזרחי ישראל. כל עוד החדשנות הישראלית לא תפרוץ את גבולות תעשיית ההייטק היא תיוותר מנת חלקם של חלקים קטנים ומובחנים באוכלוסייה. בדוח החדשנות הקודם הצבענו על הצורך בהרחבת מעגל המועסקים בחברות מוטות חדשנות - כך שעוד עובדים במשק ייהנו משכר ופריון גבוהים ובעבודה מאתגרת. בפרק זה אנו מתייחסים לצורך בהרחבת היריעה אף מעבר לכך, כך שהחדשנות הישראלית תפעל כמנוע לשיפור חיי כלל האזרחים. לשם כך מדינת ישראל צריכה להפוך מ-startup nation ל-smart-up nation - משק טכנולוגי וחכם, שמצטיין הן בפיתוח טכנולוגיות חדשניות והן בהטמעה שלהן בכל תחומי החיים.

חשיבותו של שינוי זה אף מתחדדת נוכח התמורות הטכנולוגיות המהירות המתרחשות בכל תחומי הפעילות האנושית: החדשנות הטכנולוגית מולידה שווקים ומוצרים חדשים, אך בה בעת "הורסת" שווקים קיימים. המשק הישראלי אינו חסין מפני תהליכים אלו - כפי שכבר ניכר בקשיים שחווים מספר סקטורים במגזר העסקי. לפיכך, על הממשלה בישראל להניח את התשתיות הדרושות לרתימת הטכנולוגיות החדשות להעלאת רמת החיים של האזרח הישראלי ולשגשוג המגזר העסקי בישראל כאחד.

אומת ההייטק ומדינת הלואו-טק

מדוע ככלל המשק הישראלי איננו משק מוטה טכנולוגיה, על אף תעשיית ההייטק המשגשגת? בפרק זה נתמקד בשני גורמים אפשריים לכך: אופי התחרות במגזר העסקי והסביבה הרגולטורית בישראל.

התחרות החלשה בסקטורים רבים במגזר העסקי בישראל עומדת בלב השיח הציבורי על יוקר המחיה בשנים האחרונות, אך יש לה השפעה נוספת: היא מעכבת השקעה בחדשנות. תחרות ענפית חלשה, בפרט אל מול השחקנים המובילים בעולם, מקטינה את התמריץ לשיפור פריון העבודה על ידי השקעות בחדשנות ובטכנולוגיה, ומונעת מהצרכנים שירותים או מוצרים מתקדמים וזולים יותר.⁴

1 ציון תקן של ישראל בקרב קבוצה של 29 מדינות העונות להגדרת "כלכלות מתקדמות" לפי קרן המטבע וחברות OECD. כל הפרמטרים מעודכנים ל-2017-2018, למעט הפרמטר רגולציה על טכנולוגיות מידע שמעודכן ל-2016.
2 World Economic Forum. (2018). The Global Competitiveness Report
3 World Economic Forum. (2017). Networked Readiness Index
4 יש לסייג כי בסקטורים מסוימים תחרות עזה מאוד עלולה גם כן לפגוע בתמריצים לחדשנות, כיוון ששולי הרווח של החברות נמוכים מאוד

ממשלת ישראל פועלת בשנים האחרונות להדביק את פערי הדיגיטציה שצברה המדינה במשך עשורים – אך לא די בכך. מדינות מפותחות אחרות כבר נערכות להפיק את המיטב מטכנולוגיות העתיד, ובפרט מבינה מלאכותית. מדינות רבות הציגו בשנה האחרונה תכניות לאומיות השואפות לרתום ההתפתחויות בתחום הבינה המלאכותית לגידול בפריון וברוחה תוך התמודדות עם השלכותיהן בשוק העבודה. על כן, האתגר העומד בפני מדינת ישראל בדרכה להפוך למשק טכנולוגי וחכם הוא גדול: יש לסגור את הפער במהירות ולהבטיח את מקומה העתידי של המדינה בקרב הכלכלות המתקדמות בעולם. הדואליות שהתקיימה עד כה בין סקטור ההייטק החדשני ובין יתר המשק, אשר איחר לאמץ את הטכנולוגיות החדשות, איננה בת-קיימא.

ניצוד מחוללים את השינוי?

צעד ראשון ומתבקש בכיוון זה הוא הגברת החיבור בין חברות הייטק בישראל ובין יתר הסקטורים במשק. כיום, חברות הייטק ישראליות פונות בעיקר לשווקים הגלובליים ויש להן מעט לקוחות מקומיים. התוצאה היא שהפוטנציאל האדיר שנושאים הפיתוחים החדשניים הישראליים לשיפור המוצרים והשירותים שמוצעים לאזרחי ישראל אינו ממוצה. עידוד שיתופי פעולה בין ארגונים ישראלים במגזר העסקי והציבורי ובין חברות הייטק ישראליות יניב תועלת לשני הצדדים: הארגון המקומי ייחשף לטכנולוגיה חדשנית ויטמיע אותה, וחברת הייטק תוכל לנסות ולשפר את המוצר שלה "קרוב לבית", ולשפר את נקודת הפתיחה שלה בשוק הגלובלי התחרותי.

רשות החדשנות נושאת את הדגל של משימה זו, וכבר החלה לפעול למימושה. המסלול החדש של הרשות לתמיכה בפילוטרים (אתרי הרצה) מעודד חברות הייטק ישראליות לערוך ניסויים או הדגמות של מוצריהן באתרים מסוגים שונים בישראל (ראה מסגרת). המסלול פועל בשיתוף פעולה עם מגוון משרדי ממשלה המעוניינים לעודד הטמעת חדשנות בתחומם, והם משתתפים בתמיכה כספית ובמתן אישורים רגולטוריים להדגמת הטכנולוגיה החדשנית לפי הצורך. במקביל, הרשות תומכת בפיתוח טכנולוגיות המוכונות לאתגרי המגזר הציבורי בישראל, בשיתוף פעולה עם מטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי.

השפעתה הישירה של רגולציה ממשלתית על חדשנות נעשית משמעותית יותר ככל שקצב השינויים הטכנולוגיים הולך ועולה ולכן צעד מתבקש נוסף הוא בתחום הרגולטורי. גם אתגר זה – איזון בין הגנה על האזרחים והבטחת הוגנות בשווקים ובין קידום חדשנות – הופך מורכב יותר ויותר. טכנולוגיות חדשניות יוצרות פעילויות אנושיות ועסקיות חדשות ומשנות כליל את הדינמיקה בשווקים, ועל הרגולטורים ליצור, לשנות ולאכוף כללים, ולתקשר אותם לציבור במהירות.

קצב הפעולה של הרגולטורים כיום הוא מגבלה מרכזית באקלים הרגולטורי המסורתי, כאשר מחזור המדיניות אורך בין 5 ל-20 שנה, בעוד שחברת הזנק יכולה להתפתח לחברה גלובלית בתוך חודשים.⁵ מגבלות רגולטוריות מרכזיות נוספות כוללות "מחיצות" רגולטוריות שלא מתקשרות זו עם זו (בעוד שהטכנולוגיות חוצות סקטורים), ונטייה להישען על תשומות כגון מפרטים טכניים המתאימים לטכנולוגיה מסוימת בלבד, במקום לשאוף לביצועים ותוצאות.

המשק הישראלי הוא, לכל צורך מעשי, "כלכלת אי" קטנה המרוחקת משרשראות האספקה הגלובליות. מאפיין זה מייצר חשיפה נמוכה יחסית של חברות מקומיות רבות לתחרות גלובלית מול חברות חדשניות, משום שהכדאיות בפתיחת פעילות בישראל - בין אם דרך יבוא ובין אם דרך נוכחות מקומית – נמוכה.

קוטנו ובידודו הגאוגרפי של המשק הישראלי משפיעים גם על עוצמת התחרות בענפים שמלכתחילה אינם חשופים כמעט לייבוא, כמו בנייה, תשתיות, בנקאות, תקשורת ומסחר במוצרים מסוימים. בענפים אלו, המאופיינים לרוב בשולי רווח נמוכים יחסים לעלויות המשלוח הבינלאומי, חיי מדף קצרים, מונפולים טבעיים או רגולציה מקומית ייחודית - הייצור והצריכה מתבצעים בסמיכות גיאוגרפית. בעגה הכלכלית ענפים אלו קרויים "ענפים לא-סחירים". בשווקים גאוגרפיים גדולים, דוגמת ארה"ב והשוק האירופי המשותף, יש כדאיות כלכלית לפעילות של שחקנים רבים בענפים אלו. בישראל, לעומת זאת, כמשק קטן ומבודד, התמריץ הכלכלי לכניסת מתחרים חדשים לענפים אלו חלש, ועל כן התחרות בענפים אלה מוגבלת.

גורם נוסף שמשפיע על אימוץ החדשנות הוא הסביבה הרגולטורית. כפי שנתאר בהמשך בהרחבה, לרגולציה תפקיד מפתח בעידוד, או עיכוב, הטמעת חדשנות טכנולוגית במשק המקומי. רגולציה יכולה לחסום את כניסתם של מתחרים המתבססים על טכנולוגיה חדשנית לשוק מסוים, מחד, או להקשות על המתחרים הקיימים לספק שירותים ומוצרים באמצעות טכנולוגיות חדשניות. בתחום הפיננסיים, לדוגמה, מגבלות רגולטוריות שמקורן ברצונם של הרגולטורים הפיננסיים להגן על יציבות המערכת הפיננסית ועל הצרכנים, מביאות לכך שאזרחי ישראל לא נהנים משירותים פיננסיים חדשניים כמו אזרחי מדינות אחרות. בנוסף, רגולציה יכולה להשפיע על רמת החדשנות הטכנולוגית בשירותים שמספקים גורמים ציבוריים שונים לאזרחים, כגון שירותים משפטיים, שירותי תחבורה, שירותים חינוכיים כמים וחשמל, ועוד.

אך התבוננות במגמות הטכנולוגיות העכשוויות מלמדת שאנו בעיצומם של תהליכים שיזעזעו את השווקים הקיימים ולא יפסחו על הכלכלה הישראלית. ראשית, הדיגיטציה והאוטומציה המהירה של מוצרים ושירותים מקטינה את חשיבות המרחק והופכת את ישראל מכלכלת אי רחוקה לעוד אתר בכפר הגלובלי החשוף לתחרות עזה. כל מוצר או שירות שניתן להפוך לדיגיטלי, כגון ספרים, עיתונים ואף שירותים פיננסיים מסוימים, הופך לכזה שניתן למכור ולצרוך מכל מקום.

שנית, מוצרי צריכה מוחשיים עוברים ויעברו שינוי רדיקלי במודלים העסקיים של אספקתם - החל מייעול במערכות הלוגיסטיות, דרך אספקה על ידי רחפנים או כלי רכב אוטונומיים וכלה בייצור ביתי של מוצרים באמצעות מדפסת תלת מימד. רק בשנה האחרונה ראינו קמעונאים ותיקים בישראל נכנעים לתחרות מצדם של אתרי המסחר המקוון הגלובליים המציעים מוצרים זולים ועלויות משלוח נמוכות.

שלישית, כניסתן של טכנולוגיות חדשניות לתחומים עתירי רגולציה ו"מקומיים", כתחבורה ופיננסיים, משנה את כללי המשחק בהם. בפרט, חברות הזנק חדשניות וזריזות הופכות במהירות למתחרות פוטנציאליות לבנקים, לחברות כרטיסי אשראי ולספקי התחבורה הציבורית בכל העולם - ולאורך זמן לא ניתן יהיה, ולא רצוי, לעצור את כניסתן לפעילות מקומית בישראל.

ואחרונה – בעיות בתחום השירותים הציבוריים והחינוכיים בישראל הופכות משמעותיות והלחץ לפתור אותן הולך וגובר. אזרחי ישראל – החשופים יותר מבעבר לסטנדרטים במדינות המפותחות - דורשים רכבות המגיעות בזמן, אספקת חבילות דואר באופן סדיר, הקלה בפקקים בכבישים ועוד שירותים חינוכיים בסיסיים.

המגמות הללו יחשפו חברות בכל הענפים במגזר העסקי בישראל לתחרות גלובלית ויגבירו את הלחץ על הרגולטורים להתאים את הכללים לעידן החדש. לשיטתנו, תגובת נגד שעיקרה הגבהת "חומות ההגנה" המשקיפות לא תהיה אפקטיבית לאורך זמן ולא תשרת את האינטרס של אזרחי ישראל. התגובה צריכה להיות הפוכה – יש לסייע לחברות ישראליות להתמודד עם התחרות הגלובלית על בסיס חדשנות, ולהתאים את הרגולציה לטכנולוגיות החדשות ולמגמות הרגולטוריות בעולם.



צוות בין-משרדי
 בהובלת משרדי
 האוצר והמשפטים
 להמליץ על הקמת
 מגרש משחקים
 רגולטורי לתחום
 הפינטק.
 ראה עמ' 79

Turley, M., Eggers, W. and Kishani, P. (2018, June 19). The future of regulation – Principles for 5 regulating emerging technologies

משרד התחבורה
פועל להתאים את המסגרת הרגולטורית בישראל כדי לקדם פיתוח והטמעה של מערכות תחבורה מתקדמות. ראה עמ' 78

המשרד להגנת הסביבה מאפשר לפיילוטס בתחום החדשנות הסביבתית לפעול תוך הקלה מבוקרת בדרישות הרגולטוריות לפליטת מזהמים. ראה עמ' 81

משרד האנרגיה גיבש תכנית אסטרטגית שמטרתה להפוך את משק האנרגיה בישראל למשק נקי. לתכנית המלאה. ראה עמ' 80

מדינות מפותחות שונות מתנסות כיום ברגולציה תומכת-חדשנות ויוצרות פרדיגמות חדשות במטרה להתגבר על מגבלות אלו. בארה"ב, לדוגמה, הרשות הלאומית לבטיחות תנועה בכבישים (NHTSA) ביקשה ליצור רגולציה לניסוי כלי רכב אוטונומיים המתעדכנת תדיר בהתאם להתפתחויות הטכנולוגיות. לפיכך, הכללים שפרסמה ב-2016, שהתירו למעשה ניסויים בכלי רכב אוטונומיים בכבישי המדינה, התעדכנו כבר ב-2017 כתגובה למידע חדש שנאסף ולטכנולוגיות חדשות שפותחו,⁶ וצפויים להתעדכן שוב בהמשך. בישראל, משרד התחבורה החל לאחרונה לפעול להסדרה של ניסויים בכלי רכב אוטונומיים ובטכנולוגיות תחבורה חכמה נוספות.

פרדיגמה רווחת נוספת היא פיתוח מנגנוני ניסוי וטעייה לתעשייה, הקרויים "מגרש משחקים רגולטורי" (regulatory sandbox). מגרש משחקים רגולטורי הוא סביבה מבוקרת המאפשרת ליזמים וחברות לבחון מוצרים, שירותים או מודלים עסקיים מבלי לעמוד בכל הדרישות הרגולטוריות הקיימות. הוא מופעל לעיתים קרובות בשיתוף פעולה בין הממשלה, חברות פרטיות ומוסדות אקדמיים. מדינות רבות מפעילות כיום מגרשי משחקים כאלו, ובפרט בתחום הרגולציה הפיננסית. בישראל, משרד האוצר ומשרד המשפטים בוחנים פיתוח של סביבת ניסוי וטעייה כזו בתחום הפינטק (ראה מסגרת).

רגולציה יכולה לעודד חדשנות באופן ישיר גם על ידי קביעת סטנדרטים אשר מתמרצים את המגזר העסקי או האזרחים עצמם לאמץ טכנולוגיות חדשניות. פרקטיקה זו רווחת בתחומי האנרגיה והסביבה, כאשר מדינות רבות קובעות יעדי הפחתת פליטות מחד וחדירה של אנרגיות מתחדשות מנגד. בישראל, משרד האנרגיה פועל כעת בגישה זו להגברת חדירת אנרגיות מתחדשות ושימוש בכלי רכב מזהמים פחות כדוגמת כלי רכב חשמליים.

במקביל, השפעותיה העקיפות של רגולציה על חדשנות הן לא פחות משמעותיות. בישראל, קלות עשיית העסקים עולה חדשות לבקרים בישראל כאחד מחסמי הצמיחה הבולטים במדינה כיום. במדד ה-Ease of Doing Business של הבנק העולמי דורגה ישראל במקום ה-54 לשנת 2017, לאחר ירידה מצטברת של 21 מקומות בחמש השנים האחרונות. ועדה לשיפור הסביבה העסקית בישראל, בראשות החשב הכללי במשרד האוצר, זיהתה מספר בעיות בפעילות הממשלה המגדילות את הנטל הביורוקרטי על המגזר העסקי, ובהן חוסר אחידות והיעדר תיאום בפעילות משרדי הממשלה לשיפור הסביבה העסקית והיעדר מנגנונים ליצירת דיאלוג קבוע עם המגזר העסקי. הוועדה אף ציינה כי "הסתגלות מהירה לשינויים, חשיבה חדשנית ואימוץ הקידמה, הינם קריטיים על מנת לשמור על היתרון התחרותי של העסק בפרט והמגזר העסקי בישראל אל מול מדינות העולם בכלל".⁷ ממשלת ישראל מכירה בחשיבות הנושא, והחלה לפעול להפחתת הנטל הביורוקרטי והרגולטורי – אולם נדרשת מדיניות נחושה כדי להדביק את הקצב בו פוסעות מדינות אחרות.⁸

רשות החדשנות החלה לפעול גם לקידום רגולציה המעודדת חדשנות. במסגרת שיתוף פעולה שנתקם בימים אלה עם הפורום הכלכלי העולמי (world economic forum) ישראל צפויה להצטרף לרשת המכונה C4IR שמטרתה גיבוש ושיתוף best practices בתחום הרגולציה של החדשנות. במסגרת הרשת, יפעל מרכז ישראלי ברשות החדשנות, שיעבוד עם הרגולטורים המקומיים לטובת בנייה ואימוץ כללים רגולטוריים לטכנולוגיות עתידיות.

6 Crowell & Moring. (2017, September 17). DOT and NHTSA Release New "2.0" Guidance for Automated Vehicles. Lexology

7 החשב הכללי במשרד האוצר. (יוני 2018). דוח הוועדה לשיפור הסביבה העסקית בישראל

8 במשרד ראש הממשלה מופעלת תכנית החומש להפחתת הנטל הרגולטורי הכוללת תכנית לטיוב רגולציה והפחתה של 25% בעלות הביורוקרטיה במשרדי הממשלה. בנוסף, הוועדה לשיפור הסביבה העסקית בישראל המליצה להקים ועדת מנכ"לים עליונה בראשות החשב הכללי אשר תתכנן את העשייה בתחום שיפור הסביבה העסקית ותקדם מדיניות אחידה בתחום בראייה כלכלית ועסקית. המלצה מרכזית נוספת היא לקדם את הקמתו של פורטל ממשלתי ואזור אישי לעסקים במרחב הדיגיטלי

רשות החדשנות - הלכה למעשה: תמיכה בפיילוטס של חברות טכנולוגיה בישראל

במהלך שנת 2018 החלה רשות החדשנות להפעיל מסלול לתמיכה מימונית ורגולטורית בתכניות הרצה טכנולוגיות (פיילוטס) המתבצעות בעיקר באתרים ישראלים. פיילוט הוא אבטיפוס, דגם ניסוי או מתקן חצי חרושתי, המשמש לבדיקת היכנות, הוכחת ערך או הצפת שינויים ושיפורים לטכנולוגיה קיימת, בסביבת עבודה המדמה את שוק המטרה. לדוגמה, חברה שפיתחה אבטיפוס של מוצר בתחום הבריאות הדיגיטלית תצטרך להדגים את המוצר שלה בסביבה טיפולית-קלינית, כמו בית חולים. השלב הבא אחרי פיילוט הוא בדרך כלל יציאה לייצור סדרתי או כניסה מסחרית לשוק.

רשות החדשנות החלה לתמוך בפיילוטס במטרה לממש מטרות אסטרטגיות מרכזיות: הגדלת הערך הכלכלי שמניבה תעשיית ההייטק לישראל וסיוע לחברות צעירות לגדול לכדי חברות שלמות בישראל. שלב הפיילוט הוא אבן דרך מרכזית בדרך למסחור מוצר וחדירתו לשוק, ולעיתים קרובות חסמים שונים מגבילים את ביצועו – בראשם חסמים מימוניים ורגולטוריים, וגישה מוגבלת לאתרי הרצה. חסמים אלו בולטים במיוחד בתחומים עתירי רגולציה כגון תחבורה, תשתיות, בריאות, אנרגיה וסביבה. לפיכך, הסרת חסמים אלו היא חיונית כדי לסייע לחברות הזנק להתקדם לשלבי צמיחה.

המסלול פועל בשיתוף פעולה עם למעלה מעשרה גורמי ממשל, ובכך הוא משקף את התועלת הרבה מביצוע פיילוטס בישראל: חברות ההייטק מקבלות מקפצה לצמיחה, והמשק המקומי נחשף לטכנולוגיות חדשניות ומשפר את ביצועיו. שותפותם של מגוון רגולטורים בתכנית מרחיבה את גישתן של החברות למגוון אתרי הרצה ומאפשרת להן להדגים טכנולוגיות חדשניות מבלי להפר את דרישות הרגולציה.

מדינה בהרצה: רשות החדשנות תומכת בפיילוטס של חברות טכנולוגיה בישראל במגוון תחומים

- הגנת הסביבה
- אנרגיה
- תחבורה חכמה
- בריאות דיגיטלית
- הגנת סייבר
- חקלאות
- שירותים ממשלתיים



תחבורה עתידית בישראל | משרד התחבורה
משרד התחבורה מקדם תשתית רגולטורית תומכת להטמעת
טכנולוגיות תחבורה חדשניות במדינה

מערכת תחבורה יעילה ובטוחה היא תנאי הכרחי לקיום כלכלה משגשגת והיא בעלת השפעה ישירה על חייהם, בריאותם, עיסוקם ומחייטם של כלל האזרחים במדינה. חזון משרד התחבורה, האמון על התכנון התחבורתי בישראל, הוא להפוך את מדינת ישראל לראש חץ עולמי בכל הנוגע לתחבורה עתידית, תוך שימוש במשאבים הטכנולוגיים ובהון האנושי שהמדינה התברכה בהם. במסגרת מימוש החזון, המשרד שואף לקדם תחבורה חכמה, לפתח את התחבורה הציבורית, להפחית את הגודש בכבישים, ולצמצם את תאונות הדרכים ואת זיהום האוויר מתחבורה. הגשמת יעדים אלו נשענת במידה רבה על פיתוח ואימוץ חדשנות טכנולוגית בתחום התחבורה.

המהפכה שחוללה כניסתן של טכנולוגיות מידע ותקשורת (ICT) מתקדמות לתחום הרכב והתחבורה בשנים האחרונות יצרה הזדמנות להובלה ישראלית בתחום זה. ואכן, בשנים האחרונות צמח אקוסיסטם בולט בתחום טכנולוגיות הרכב והתחבורה בישראל. אולם כדי שהטכנולוגיות המפותחות בישראל ובעולם ישפרו את מערכת התחבורה המקומית, נדרשת מדיניות ממשלתית אקטיבית. הטמעת טכנולוגיות תחבורה חדשניות דורשת רגולציה תומכת, תקינה בינלאומית אחידה, תמריצים כספיים והקצאת תשתיות פיזיות.

משרד התחבורה פועל במספר חזיתות ליצירת התנאים המתאימים לפעילות חברות טכנולוגיה ישראליות וזרות במערכת התחבורה הישראלית. ראשית, המשרד גיבש תשתית ארגונית תומכת ליישום טכנולוגיות תחבורה חדשניות בישראל. בתחילת שנת 2018 מונה מנהל תחום בכיר טכנולוגיות וחדשנות במנהל תנועה במשרד, אשר עוקב אחר ההתפתחויות הטכנולוגיות במערכות מתקדמות ואוטונומיות לרכב ובתשתיות מתקדמות ומסייע ליישמן בישראל.

שנית, המשרד פועל להתאים את המסגרת הרגולטורית בישראל כדי לאפשר לתעשייה עתירת הידע לפתח ולהטמיע מערכות מתקדמות בישראל. במסגרת זו, נקבעו ועדות מומחים, נכתבו הוראות נוהל ובוצעו עדכונים חקיקה במטרה לאפשר לחברות להתקדם משלבי המחקר והפיתוח לשלבים מתקדמים של ניסוי כלי רכב במתחמים סגורים ובכבישים ציבוריים. עד כה אושרו לנסיעה בכבישים ציבוריים רכבי ניסוי שהותקנו בהם מערכות לנסיעה אוטונומית, מערכות ניהוג חליפיות, סנסורים מתקדמים, מצלמות מתקדמות ועוד.

בנוסף, מינהל התכנון והתשתיות במשרד התחבורה יתחיל להפעיל בשנת 2019 שתי יוזמות לקידום ניסוי טכנולוגיות מתקדמות בישראל. "מרכז הניסויים" יבחן פיתוחים של חברות חדשניות בסביבה טבעית אך סטרילית, והוא ינוהל ויופעל על ידי חברת נתיבי איילון. יוזמה משלימה היא מנגנון רגולטורי המאפשר למפקח על התעבורה לאשר חריגה מהתקנות לצורכי ניסוי, והיא מיועדת לחברות בעלות מוצרים חדשניים בשלים, המוכנים לבחינה בסביבה הרגילה, אך אינם עומדים בתקנות התעבורה.

אך לא די ברגולציה מקומית תומכת – פיתוח והטמעת טכנולוגיות תחבורה מתקדמות דורש רגולציה ותקינה בינלאומית אחידה. משרד התחבורה והרשות לתחליפי נפט ותחבורה חכמה מקדמים פלטפורמה לשיח עם אנשי רגולציה ממדינות האיחוד האירופי, מארה"ב, ומדינות אסיה וכן עם נציגים של יצרנים בעולם וגורמים אחרים בתעשיית הרכב. במקביל, נציגי משרד התחבורה החלו להשתתף בדיוני וועדת התקן הראשית של האו"ם המתכנסת בג'נבה.

שלישית, משרד התחבורה מספק תמריצים מימוניים לפיתוח ולהטמעה של טכנולוגיות חדשניות בתחום התחבורה, תוך תמיכה רגולטורית מתאימה. כך, משרד התחבורה ורשות החדשנות השיקו בשנת 2018 תכנית רב שנתית מתוקצבת לתמיכה מימונית ורגולטורית בהדגמת מערכות בשלבי פיתוח מתקדמים (פיילוטים) בתחום התחבורה ומערכות התשתיות. התכנית שמה דגש מיוחד על שיפור הבטיחות, הגודש בכבישים ועידוד השימוש בתחבורה ציבורית. בנוסף, מינהל תכנון ותשתיות במשרד, במטרה לקדם את היכולות הטכנולוגיות בקרב חברות התשתית של משרד התחבורה, יממן בחינה והטמעה של טכנולוגיות חדשניות בקרבן.

ישראל פותחת שעריה לפינטק | משרד האוצר ומשרד המשפטים



הטמעת טכנולוגיות פיננסיות בישראל תיעל את המערכת הפיננסית, תגביר את התחרותיות ותיטיב עם הצרכנים. משרד האוצר ומשרד המשפטים נרתמים להתמודדות עם האתגרים הרגולטוריים המקשים על חברות פינטק לפעול בישראל

ענף הפינטק – חברות העושות שימוש בטכנולוגיה חדשה, באופן מלא או חלקי, לצורך אספקה ויצירה של מוצרים ושירותים פיננסיים – נמצא בצמיחה משמעותית בעשור האחרון, והתעשייה הישראלית נחשבת כמובילה עולמית בתחום. לפי נתוני בנק ישראל, פועלות כיום בישראל כ-600 חברות פינטק, המשנות את פני תעשיית הפיננסים העולמית.

לתעשיית הפינטק פוטנציאל לשנות את פני תעשיית הפיננסים גם בישראל – באמצעות עידוד החדשנות בסקטור הפיננסי, התאמת השירותים הפיננסיים ללקוחות ושיפור נוחות השימוש בהם, התייעלות המערכת הפיננסית והגברת התחרות בסקטור הפיננסי בישראל. אלא שרק מעטות מחברות הפינטק הישראליות מציעות את שירותיהן באופן נרחב לצרכן הישראלי. זאת בניגוד לתחומים אחרים, בהם הצרכן הישראלי זוכה ליהנות מקדמה טכנולוגית ונחשב "מאמץ מהיר" של טכנולוגיות חדשות.

הקשיים עימם מתמודדות חברות הפינטק בישראל נובעים מפעילות בסביבה עתירת רגולציה מורכבת. מאפיין זה אינו ייחודי רק לישראל – במערכות פיננסיות רבות בעולם ישנה סביבה רגולטורית מורכבת, אשר מטרתה להתמודד עם כשלי השוק והסיכונים המיוחדים לעולם הפיננסי, ולהבטיח את יציבות הגופים הפיננסיים והמערכת הפיננסית לטובת רווחת הציבור. בהיעדר מענה המותאם למאפייני חברות הפינטק, אתגרים רגולטוריים מגוונים מהווים חסם משמעותי לתחילת פעילותן ולהתפתחותן העסקית, וכן ליכולתן להציע מוצרים ושירותים בשוק הישראלי. לפיכך, המשק הישראלי אינו ממצה את פוטנציאל תעשיית הפינטק הן כמנוע צמיחה משמעותי בתוך תעשיית ההייטק, והן כאמצעי לעליית מדרגה של המערכת הפיננסית בישראל.

הממשלה בישראל מעוניינת להעמיק את פעילות חברות הפינטק בישראל ולאפשר לצרכן הישראלי להנות ממגוון רחב של מוצרים ושירותים מתקדמים בתחום הפיננסי. לפיכך, הקימה הממשלה צוות בין-משרדי, המורכב מכלל הרגולטורים הפיננסיים, בהובלת נציגי משרד האוצר ומשרד המשפטים, אשר המליץ על הקמת "ארגז משחקים" רגולטורי: סביבת ניסוי המאפשרת למידה, ניסוי וטעייה להתמודדות עם האתגרים הרגולטוריים המאפיינים את חברות הפינטק, הן מצד החברות והן מצד הרגולטורים. סביבת הניסוי תכלול מתווה "רגולציה מותאמת", במסגרתו יותאמו הכללים הרגולטוריים לפעילות החברות ומאפייניה, תוך התחשבות במסגרת הנורמטיבית בישראל, בטובת הצרכנים ובמאפייני השוק. בנוסף, יוקם מתווה ליווי ייעודי שיספק מענה רגולטורי לקשייהן הייחודיים של חברות המבקשות לפעול בישראל ואינן נזקקות לרישיון לפי הרגולציה הקיימת.

המלצות הצוות יבואו לידי ביטוי בחקיקת חוק שיקנה לרגולטורים את הסמכויות הנדרשות ליישום התכנית, כך שניתן יהיה לאפשר הטמעה בטוחה של טכנולוגיות פיננסיות בישראל, לתועלת הצרכנים והמשק הישראלי כולו.



טכנולוגיות סביבה חדשניות בישראל | המשרד להגנת הסביבה

המשרד להגנת הסביבה פועל להטמעת טכנולוגיות סביבתיות בישראל כדי להתמודד עם סיכוני זיהום ואתגרי ניהול פסולת ושמירה על משאבי טבע

זיהום האוויר נחשב גורם הסיכון הסביבתי הגדול ביותר על בריאות הציבור במדינות המערב ובישראל. המשרד להגנת הסביבה אמון על פעולות הניטור, ההסדרה, הפיקוח, האכיפה וצמצום זיהומים וסיכונים לאוכלוסיה. במקביל מפעיל המשרד כלי תמיכה ותמריצים לעידוד התייעלות אנרגטית והפחתת זיהום אוויר מארבעת גורמי הזיהום העיקריים - תעשייה, ייצור אנרגיה, תחבורה ושריפות בשטחים פתוחים.

אתגר מרכזי נוסף איתו מתמודד המשרד הוא הטיפול בפסולת, ויישום אסטרטגיה לאומית חדשה לטיפול בה. כיום בישראל כ-80% מהפסולת מוטמנת באדמה. היתרה עוברת למיחזור ולהשבה. הטמנת הפסולת יוצרת מפגעים סביבתיים שונים: זיהום אוויר וריח, פליטת גזי חממה, זיהום קרקע ומי תהום, תפיסת שטחי קרקע המהווים משאב במחסור, פגיעה בבריאות הציבור ושימוש לא יעיל במשאבים. מטרת המשרד בסוגיה היא להביא לצמצום הטמנת הפסולת והפיכת הפסולת לחומרי גלם בעלי ערך כלכלי. אתגרים אחרים הם בתחומי צמצום סיכונים מחומרים מסוכנים, הפחתת פליטות, ושמירה על מים ומשאבי טבע.

במסגרת ההתמודדות עם האתגרים הסביבתיים הללו, המשרד להגנת הסביבה שואף לעודד פיתוח מיזמים חדשניים של טכנולוגיות סביבה (הנקראות גם "קלינטק"), אשר מטרתן להפחית סיכוני סביבה ולמצער את השימוש במשאבי טבע בתהליכי הייצור אנרגיה ומוצרים שונים. השווקים המרכזיים לטכנולוגיות אלו כוללים בעיקר את תחום האנרגיה על נגזרותיו השונות (התייעלות אנרגטית, ייצור אנרגיה מתחדשת, אגירה וחלוקה) ואת תחום ניהול משאבי המים. סקטורים נוספים של טכנולוגיות סביבה, לצד מגזרי האנרגיה והמים, כוללים תחבורה חכמה ובת קיימא, ניהול משאבי פסולת וייצור תעשייתי מתקדם שמיעיל שימוש בחומרי גלם.

בישראל פועלות כמה מאות חברות בתחומי טכנולוגיות סביבה שונים, אולם הטמעה של פתרונות טכנולוגיים סביבתיים חדשניים דורשת עידוד ממשלתי במספר ערוצים:

◀ **סיוע בהקמתם של מתקני חלוץ של טכנולוגיות סביבה** - מתקן או תהליך בהיקף העולה על ניסוי מעבדתי, שנועד לבחון בתנאי שטח את ההיתכנות של הפעלת הטכנולוגיה החדשנית בקנה מידה תעשייתי.

◀ **מימון** - שלב הדגמת הטכנולוגיה הסביבתית בקנה מידה תעשייתי מתאפיין בעלות גבוהה מחד, ובמחסור במקורות מימון מצד הבנקים, הגופים המוסדיים או קרנות ההון סיכון, ויש לעודד זאת.

◀ **רגולציה** - טכנולוגיה חדשנית שטרם נוסתה בתנאי שטח אינה יכולה להבטיח עמידה בביצועים סביבתיים ובערכי הפליטה המשויכים לטכניקה המיטבית הזמינה שמפעלי התעשייה מחויבים לעמוד בהם לפי הרגולציה הסביבתית. כדי לאפשר ניסויים בתנאי שטח, יש להתוות מדיניות רגולטורית אשר תביא בחשבון את הסיכון לחריגה זמנית ומבוקרת מביצועים ומערכים המיוחסים לטכניקה מיטבית זמינה. במסגרת זו המשרד החל לפעול על פי נוהל חדש לטיפול ברישוי מתקני חלוץ לחדשנות סביבתית שנועד להסיר חסמים רגולטוריים שבתחום טיפולו של המשרד להגנת הסביבה. התמיכה הרגולטורית כוללת ליווי בהליכים הבירוקרטיים של רישוי המתקנים במסגרת סמכויות האסדרה של המשרד, ואפשרות להקלה מבוקרת בערכי פליטת מזהמים למשך תקופת הפיילוט.

בעיות אלה אשר מאפיינות את שוקי הקלינטק אינן ייחודיות לישראל. מחד, אנו עדים לצמיחה עיקבית של שוקי טכנולוגיות סביבה בעולם והם צפויים להמשיך ולצמוח. מאידך, על מנת למצות את הפוטנציאל הסביבתי והכלכלי הגלום בטכנולוגיות סביבה, על ממשלות בעולם להתגייס ולתמוך במיזמים מסוג זה.

תוכנית חדשה שהשיקו המשרד להגנת הסביבה ורשות החדשנות תיצור תנאים שיאפשרו לטכנולוגיות סביבה חדשניות להבשיל ולהגיע ליישום בקנה מידה תעשייתי ובינלאומי. התוכנית משלבת תמיכה כספית ורגולטורית במיזמי טכנולוגיות סביבה בשלב הבטא, השלב בו מוכחת היתכנות בקנה מידה מסחרי. לסבב התמיכה הראשון הוגשו מעל 50 פרויקטים ממגוון תחומים סביבתיים, בתקציב כולל של כ-150 מלש"ח.



משק אנרגיה נקי בשנת 2030 | משרד האנרגיה

חדשנות טכנולוגית ורגולציה מתקדמת יהפכו את משק האנרגיה בישראל בשנת 2030 ליעיל, נקי, מתחדש וידידותי לסביבה

משרד האנרגיה, האמון על משקי האנרגיה ומשאבי הטבע בישראל, שואף להפוך את משק האנרגיה בישראל למשק נקי עד לשנת 2030. לצורך כך, המשרד גיבש תכנית אסטרטגית הממוקדת בייצור חשמל מגז טבעי ומאנרגיה מתחדשת, בהתייעלות אנרגטית ובקידום תחבורה המבוססת על הנעה חשמלית בלבד. כבר ביולי 2018, הוביל המשרד החלטת ממשלה על סגירת תחנות הכוח הפחמיות באזור חדרה, ובשנת 2019 יפרסו כ-2,000 עמדות טעינה לכלי רכב חשמליים בעלות של 30 מיליון שקלים.

בישראל של שנת 2018, כ-30% מייצור החשמל מבוססים על פחם, בעוד שכ-3% בלבד מבוסס על אנרגיה מתחדשת. בתחום התחבורה, כלי רכב חשמליים הם מצרך נדיר. במסגרת החתימה על הסכם האקלים העולמי בוועידת פריז, בשנת 2015, ישראל קבעה לעצמה יעדים ארוכי טווח להפחתת פליטת גזי חממה, כדי לקחת חלק במאבק העולמי בשינויי האקלים. תוכנית משרד האנרגיה לפיתוח משק אנרגיה נקי חותרת למימוש חלקה של ישראל בהסכם ולקידום כלכלת אנרגיה יעילה וירוקה, והיא מבוססת על מספר יעדים אסטרטגיים:

◀ **חדירת אנרגיה מתחדשת, ברובה בלתי יציבה⁹**, בשיעור של לפחות 17 אחוזים מכלל הייצור החשמל בישראל.

◀ **גידול בייצור החשמל המקומי והמבוזר** תוך התייעלות אנרגטית, בדגש על ייצור מאנרגיה מתחדשת וקוגנרציה.¹⁰

◀ **פיתוח רשת חשמל חכמה ומנוהלת**, הכוללת רשתות מקומיות אמינות ומאפשרת שליטה בייצור ובצריכה.

◀ **עידוד כניסה מסיבית של כלי רכב חשמליים המבוססים על טעינה ופריקה מנוהלת**, והחלת איסור מכירת כלי רכב חדשים שאינם חשמליים החל משנת 2030.

הדרך להגשמת יעדים אלו רצופה באתגרים. ראשית, נדרש לפתח יכולת אגירת אנרגיה, הן כדי לשמור על מקורות משלימים לאנרגיה מתחדשת והן מטעמי ביטחון אנרגטי. שנית, ניהול רשת חשמל מבוזרת מאוד ברמת אמינות גבוהה הנו מאתגר. ואחרונה – הצפיפות בישראל מהווה חסם להקמת תשתיות אנרגיה חדשות. פיתוח ואימוץ חדשנות טכנולוגית בתחום האנרגיה הם המפתח לצליחת אתגרים אלו ולהגשמת החזון למשק אנרגיה נקי. פיתוחים טכנולוגיים מרכזיים הנדרשים כדי לענות על האתגרים כוללים תאי דלק, ניצול מימן כמקור אנרגיה, הגדלת יעילות הפקת אנרגיה סולרית ואגירת אנרגיה לשימושים נייחים וניידים.

יחידת המדענית הראשית במשרד האנרגיה - הזרוע הטכנולוגית של המשרד, המשמשת כמוקד ידע בתחום האנרגיה עבור המשק כולו – אמונה על קידום פיתוח ושימוש בטכנולוגיות אנרגיה מתקדמות למימוש החזון. היחידה מקדמת נושאים מערכתיים טכנולוגיים כגון תחליפי דלקים לתחבורה, כלי רכב חשמליים, רשת חשמל חכמה, אנרגיה מתחדשת, אנרגיה גרעינית ועוד. כמו כן עוסקת היחידה במימון ומעקב אחר פעילות מו"פ בתחום האנרגיה באקדמיה ובתעשייה, באמצעות קולות קוראים המיועדים לשלבי המחקר השונים מהרעיון ועד ליישום. במסגרת זו, היחידה תומכת במחקרים אקדמיים בהיקף כולל של 20 מיליון שקלים; מעניקה מלגות לסטודנטים מצטיינים בתחומי האנרגיה ומלגות בתר-דוקטורט בחו"ל, במקצועות בהם אין די ידע אקדמי בארץ; ותומכת בפרויקטי הזנק (אבי טיפוס והוכחת היתכנות) ובפרויקטי חלוץ והדגמה לעידוד תעשיית אנרגיה ודלקים חדשניים בישראל.

9 שתלויה בתנאי הסביבה - שמש, רוח וכדו'

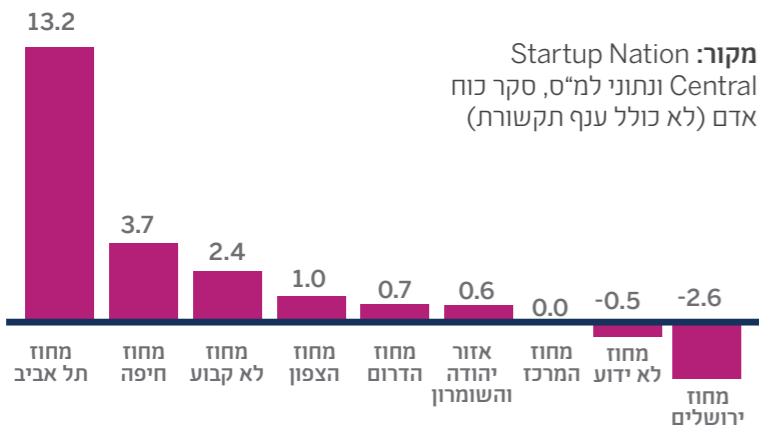
10 קוגנרציה - טכנולוגיה לייצור חשמל בה מנצלים את החום השיורי כך שסך יעילות השימוש בדלק עולה

כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה משימה לאומית

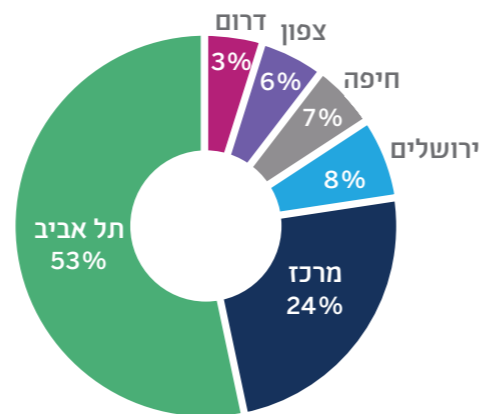
פעילות החדשנות בישראל מרוכזת כיום בעיקר במטרופולין תל אביב ואינה ממצה את משאבי החדשנות בפריפריה. רשות החדשנות מובילה אסטרטגיה לקידום כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה, שתטיב הן עם הכלכלה האזורית והן עם מערכת החדשנות הלאומית כולה

גם בישראל מגמת ה"התמרכזות" של ההייטק דומה: למעלה מ-60 אחוזים מכלל משרות ההייטק בישראל ממוקמות באזור תל אביב והמרכז, וכפי שמראה תרשים מס' 1 כ-77 אחוזים מחברות ההיזק הפועלות באזור זה. תרשים מס' 2 מלמד שמגמה זו אף מתחזקת בשנים האחרונות, כשהגידול בתעסוקה בהייטק בתל אביב מהווה כ-70 אחוזים מסך הגידול בתעסוקה בסקטור זה בארץ.³

תרשים מס' 2: שכירים בהייטק
גידול בין 2015 ל-2017, באלפים



תרשים מס' 1: חברות הזנק
בישראל לפי מחוזות - 2018



כאמור מגמה זו איננה מפתיעה. עבור חברות הייטק הנגישות להון אנושי מיומן היא בעלת חשיבות מרכזית, ולכן הן נוטות להתמקם במרכז פעילות החדשנות. שיקולים אחרים כגון העלות הגבוהה של המשרדים בליבת המטרופולין הינם משניים עבורן – בין היתר כיוון ששטח המשרדים הדרוש לעובד קטן יחסית. זאת בניגוד לענפים אחרים כמו ייצור וחקלאות הדורשים לרוב שטחים גדולים, ולעתים אף מרוחקים מריכוזי אוכלוסייה.

אין זה מפתיע לכן, שכמחצית המשרות בתעשיית הייצור וכ-80% מכלל השטחים החקלאיים המעובדים, ממוקמים בצפון הארץ ובדרומה.⁴ זמינות גבוהה ועלות נמוכה של קרקע מובילות באזורים אלה להתמחות בייצור ובחקלאות ומזון, וכפי שנציג בהמשך, אנו סבורים כי יש למנף יתרונות אלה ולחזקם על ידי חיבורם למערכת החדשנות המתקדמת בישראל.

אף שהחלוקה הגאוגרפית המתוארת מבוססת על היגיון כלכלי ויתרונות יחסיים אזוריים, היא מייצרת מספר אתגרים כלכליים וחברתיים עבור המשק הישראלי. האתגר הראשון הוא פער פריון משמעותי בין הפריפריה ובין המרכז, המשתקף בשכר נמוך בכ-30 אחוזים מהמוצע במרכז הארץ.⁵ גורם מרכזי לפער זה הוא השוני הענפי, כלומר, העובדה שענפי ההייטק (וענף הפיננסים) המאופיינים ברמות שכר גבוהות יחסית מרוכזים במרכז, בעוד שענפי הייצור והחקלאות המאופיינים ברמות שכר נמוכות יותר מרוכזים בפריפריה.⁶

אתגר נוסף מתעורר נוכח המחסור בהון אנושי מיומן להייטק. כפי שצינו בפרק "הייטק בישראל 2018 – צמיחה בצל סדר עולמי חדש", ההערכות הן כי ישנן 15,000 משרות פנויות בתעשיית ההייטק. בשל ריכוז ההייטק במרכז הארץ, נגישותם של עובדים מיומנים המתגוררים באזורי הפריפריה לתעסוקה בהייטק נמוכה. כתוצאה מכך, תעשיית ההייטק בישראל אינה ממצה את פוטנציאל ההון האנושי בפריפריה.⁷

3 נתוני למ"ס, סקר כוח אדם, עיבוד מיוחד לרשות החדשנות. לא כולל את ענף תקשורת (61)
4 נתוני למ"ס, שנתון סטטיסטי 2017, לוח 20.12, לא כולל תעשייה עלית, ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר (2015) מסמך מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל
5 נתוני המוסד לביטוח לאומי, שכר והכנסות מעבודה לפי יישוב ומשתנים כלכליים שונים, 2016, לוח מס' 4.
נציין שרק חלק קטן מפער זה מתקזז נוכח עלויות מחיה נמוכות יותר בפריפריה - לפי ניתוח המועצה הלאומית לכלכלה, ההוצאות בפריפריה נמוכות בכ-1000-300 ש"ח בחודש מההוצאות במרכז
6 המועצה הלאומית לכלכלה במשרד ראש הממשלה. (2018). לקראת 2040 – פיתוח כלכלי בראייה מטרופולינית
7 נסייג כי השערה זו נשענת על ההנחה שישנם בעלי מיומנות הייטק המתגוררים בפריפריה ואינם מוצאים תעסוקה איכותית בתחום העיסוק שלהם – הנחה אשר טעונה אישוש אמפירי. בהמשך הפרק מובאת אינדיקציה לכך

כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה – משימה לאומית

האם מדינת ישראל ראויה לתואר "מדינת הסטרטאפים"? התשובה הראשונית היא בוודאי שכן - ישראל נמצאת בחזית העולמית במספר ובאיכות הסטרטאפים הפועלים בה. אך שאלה נוספת עולה - האם ישראל היא מדינת הסטרטאפים או שמא מטרופולין תל אביב לבדו יכול להתהדר בתואר זה, ולא ישראל בכללותה?

פרק זה מבקש לבחון שאלה זו - לא רק ביחס לחברות הזנק אלא לגבי כלל מערכת החדשנות הישראלית - ולהציע אג'נדה מעשית, עם מטרה כפולה: ניצול מיטבי של משאבי החדשנות הקיימים מחוץ למטרופולין תל אביב עבור מערכת החדשנות הישראלית, וצמיחה כלכלית מוטת חדשנות בכל רחבי הארץ. אנו סבורים כי ישנה תכנית פעולה שתועיל הן למערכת החדשנות הישראלית והן לאזורי הפריפריה, אך היא דורשת פתרונות ישימים שמתחשבים בכוחות השוק הפועלים על מערכות חדשנות לאומיות ואשר מותאמים לכל אזור בנפרד. כך למשל נסיון לשכפל את פעילות ההייטק של רחוב רוטשילד בגליל או בנגב, עלול להיכשל, וחמור מכך, לבוא על חשבון פתרונות יריאליים מוצלחים המותאמים יותר לאזורים אלה.

התמחות גאוגרפית בישראל והשלכותיה

בבואנו לבחון את החלוקה הענפית-גאוגרפית בישראל, עלינו להפריד בין תוצאות הנגזרות מהכוחות הכלכליים הפועלים במדינה, לבין משאלות הלב. הנחת היסוד שעלינו לקבל היא שחברות הייטק נוטות להתרכז באזורים גאוגרפיים מסוימים, ולעיתים קרובות בערי מטרופולין. הדוגמה המובהקת לכך היא סן פרנסיסקו, ואליה נוספים בשנים האחרונות מרכזים כגון לונדון, בייג'ינג וברלין. לתופעה זו יתרונות רבים, הן עבור החברות והן עבור הכלכלה האזורית. החברות מפרות זו את זו בידע טכנולוגי, מחליפות ביניהן הון אנושי מיומן ומושכות אליהן משקיעים. תופעה זו התגברה בעשור האחרון, בין היתר בשל מורכבות טכנולוגית הולכת וגדלה הדורשת שיתופי פעולה, ובשל המשיכה הגוברת של עובדים לאזורים אורבניים תוססים.¹ למעשה, כיום למעלה מ-50% מהשקעות ההון סיכון בעולם מרוכזות בעשר ערי מטרופולין בלבד.²

צדו השני של המטבע הוא שהאזור בו הן מרוכזות זוכה לצמיחה מואצת ולתעסוקה איכותית. ככל שאזורים אלו צומחים, הם הופכים למגנט רב-עוצמה שמושך אליו את מרבית ה"טאלנטים", המשקיעים והיזמים. בעוד שהם משמשים מנוע צמיחה משקי, משיכת משאבי החדשנות עלולה לפגוע בפוטנציאל הצמיחה והתעסוקה האיכותית באזורים אחרים. לדינמיקה זו יכולות להיות השלכות שליליות גם על הכלכלה הלאומית, שכן היא עלולה להגדיל פערים ולגרום לניצול חסר של עובדים מיומנים, שמסיבות שונות אינן יכולים לעבוד במרכזים אלה.

1 Katz, B. and Wagner, J. (2014). The Rise of Innovation Districts: A New Geography of Innovation in America
Florida, R. (Oct 3, 2017). Venture Capital Remains Highly Concentrated in Just Few Cities. Citylab 2

אסטרטגיית רשות החדשנות לקידום חדשנות טכנולוגית בפריפריה
נשענת על ארבעה יעדים מרכזיים



1. קידום חדשנות טכנולוגית בתעשיית הייצור ובענפי החקלאות והמזון בפריפריה

תעשיית הייצור בישראל בכללותה סובלת זה שנים רבות מהשקעת חסר בחדשנות טכנולוגית. למצב זה גורמים מגוונים, ובהם מחסור בפתרונות מימוניים, קשרים חלשים לגורמי טכנולוגיה ומחקר, מחסור בהון אנושי טכנולוגי, קושי בהקצאת משאבים ניהוליים, והיעדר תשתית ידע מספקת להטמעת טכנולוגיות חדשניות.¹⁰

מנגד, ענף החקלאות וגידול המזון בישראל התאפיין לאורך שנות פעילותו בפיתוח ואימוץ של טכנולוגיות מתקדמות.¹¹ אולם האתגרים שעומדים לפתחו כיום, ובפרט פרוץ נמוך מהממוצע במדינות המפותחות, גידול צפוי באוכלוסייה וצורך ביעול השימוש במים - דורשים השקעה מוגברת בחדשנות ובהטמעה שלה בייצור החקלאי. ארגון ה-OECD מצוין בסקירתו את מדיניות החקלאות בישראל כי גידול עתידי בפריון ענף זה יובטח באמצעות השקעה נרחבת במחקר ופיתוח והעברת ידע בין גורמי המו"פ ובין החקלאים.¹²

אזורים פריפריאליים בכל העולם מאופיינים בנגישות נמוכה לכוח אדם מיומן, למימון ולרשתות ידע. הדבר פוגע ביכולתן של חברות הפועלות באזורים אלו להטמיע חדשנות¹³ ובכך מעצים את החסמים

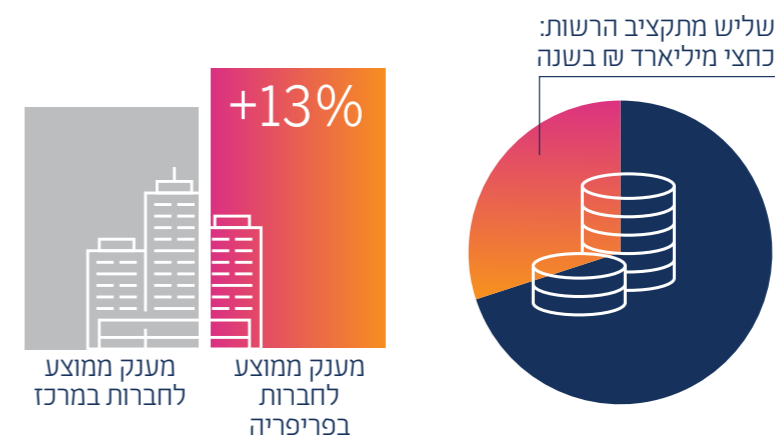
10 משרד הכלכלה והתעשייה. (2018). תכנית אסטרטגית לאומית לייצור מתקדם בתעשייה
11 כך, למשל, ישראל היא המובילה העולמית לפי ארגון ה-OECD במחזור מי קולחין לשימוש חקלאי ובייצור חקלאי בר-קיימא באזורים צחיחים. (מקור: OECD. (2010). Review of Agricultural Policy: Israel)

אסטרטגיה לכלכלה מוטת חדשנות באזורי הפריפריה

האתגרים המתוארים עומדים בבסיס אסטרטגיה שגיבשה רשות החדשנות לקידום כלכלה מוטת חדשנות באזורי הפריפריה. הם מציבים עבור הרשות כובץ צפון ברור: מדיניות מוצלחת היא זו שתטיב, הן עם הכלכלה המקומית בפריפריה, והן עם מערכת החדשנות הלאומית כולה.

מדיניות זו לא נוצרה מחלל ריק. לאורך השנים, לשכת המדען הראשי במשרד הכלכלה, ממנה נולדה רשות החדשנות, פעלה לקידום חדשנות טכנולוגית בפריפריה במספר דרכים. ראשית, חברות מכל התחומים אשר מקום מושבן בפריפריה⁸ קיבלו מענקים מוגדלים. שנית, במסגרת תכנית החממות הטכנולוגית פעלו, ופועלות גם כיום, חממות במגוון אזורים פריפריאליים. בנוסף, חברות הייטק גדולות אשר הקימו מרכזי פיתוח בפריפריה קיבלו הטבות מיוחדות. כשליש מתקציב המענקים השנתי של הרשות הוקצה בשנים האחרונות לפעילות מחקר ופיתוח בפריפריה – בהיקף של כחצי מיליארד ש"ח בשנה.

רשות החדשנות משקיעה באופן עקבי בחדשנות טכנולוגית בפריפריה



הצורך לגבש אסטרטגיה עדכנית ומקיפה לגבי חדשנות בפריפריה, התעורר מיום היווסדה של רשות החדשנות. הכנסת, בחקיקה שהקימה את הרשות, שמה דגש מפורש על קידום חדשנות טכנולוגית בפריפריה כמטרת מדיניות מרכזית של הרשות.⁹ בהתאם, לאורך שנת 2018, ערכנו בחינה מעמיקה של חלופות מדיניות לקידום חדשנות טכנולוגית באזורי הפריפריה, בהתבסס על ניסיון העבר, ניסיון של מדינות אחרות ותמונת המצב הנוכחית. כמו כן, ביצענו עבודת שטח מקיפה בקרב גורמים מקומיים מגוונים: מועצות מקומיות, מרכזי חדשנות, מוסדות השכלה גבוהה, יזמים וחברות.

מעבודה זו עלה באופן ברור כי אסטרטגיה לקידום כלכלה מוטת חדשנות באזורי הפריפריה צריכה בראש ובראשונה להתבסס על יתרונות תחרותיים אזוריים. פירוש הדבר הוא שיש לפעול לחיזוק מרכז הכובד המקומי של הפעילות הכלכלית בפריפריה – ובפרט ייצור, חקלאות ומזון – באמצעות עידוד חדשנות ויזמות טכנולוגית. בנוסף, עלה כי יש להגדיל את זמינות התעסוקה האיכותית בהייטק לתושבי הפריפריה – הן כדי להעלות את הפריון והשכר בפריפריה והן כמענה על המחסור בהון אנושי בתעשיית ההייטק. בהתאם לכך, אסטרטגיית רשות החדשנות לקידום חדשנות טכנולוגית בפריפריה נשענת על ארבעה יעדים מרכזיים:

8 באזור פיתוח א' כהגדרת משרד הכלכלה, באזור עוטף עזה ובירושלים
9 חוק לעידוד מחקר, פיתוח וחדשנות טכנולוגית בתעשייה, תשמ"ד-1984, סעיף מס' 1

2. עידוד יזמות מקומית בפריפריה בזיקה לעוגנים אזוריים

מרבית היזמות הטכנולוגית בישראל מרוכזת במרכז הארץ: רובן המוחלט של קרנות ההון סיכון בישראל ממוקמות במרכז הארץ, ו-77% מחברות ההזנק ממוקמות באזור תל אביב והמרכז (ראה תרשים מס' 1).

עקב הנוכחות הנמוכה של יזמות טכנולוגית באזורי הפריפריה, האפשרויות העומדות בפני יזמים טכנולוגיים המתגוררים בפריפריה פחותות. התפתחות קהילות יזמות טכנולוגית בפריפריה תסייע ליזמים מקומיים לממש את הפוטנציאל שלהם, תחזק את החיבור של חברות תעשייה, חקלאות ומזון באזור לחדשנות טכנולוגית, תתרום להתפתחות תעסוקה איכותית מקומית ותשפר את מעטפת החיים.

יתר על כן, מחקרים מראים שישנו קשר חיובי בין חשיפה ישירה לעיסוק בחדשנות טכנולוגית באזור המגורים בילדות ובין ההסתברות לעסוק בחדשנות.¹⁴ לפיכך הגברת החשיפה ליזמות טכנולוגית בקרב בני נוער וצעירים בפריפריה תסייע למימוש הפוטנציאל היזמי והתעסוקתי שלהם בהייטק בעתיד. כמובן, במקביל יש לעודד צעירים בפריפריה לרכוש מיומנויות במדעים, הנדסה ומתמטיקה במהלך התיכון ובאוניברסיטה – מטרה אשר מספר משרדי ממשלה פועלים להשגתה.¹⁵

לפיכך, רשות החדשנות תפעל לעידוד יזמות מקומית בפריפריה, ובפרט בזיקה לעוגנים אזוריים דוגמת מוסדות אקדמיים ומוקדי תעשייה, חקלאות ומזון, באמצעות תמיכה ב"חממות יזמות" מקומיות (ראה מסגרת). חממות אלו יקדמו הקמת חברות הזנק מקומיות, על ידי יזמים מקומיים, תוך חיבורם לצורכי חברות תעשייה, חקלאות ומזון מקומיות ולמרכזי מחקר יישומי אזוריים. באופן זה, החממות אף יתרמו להתפתחות אקוסיסטם חדשנות מקומי.

3. חיבור בין היצע ההון האנושי בפריפריה ובין חברות הייטק מובילות

בשנים האחרונות סובלת תעשיית ההייטק בישראל ממחסור במהנדסים ובמתכנתים שמאיים להאט את קצב הצמיחה שלה. במקביל לאמצעים ממשלתיים להגדלת היצע ההון האנושי להייטק, על התעשייה לגוון את מקורות ההון האנושי אליהם היא פונה בישראל. בדוחות החדשנות הקודמים עסקנו בהרחבה בפוטנציאל ההון האנושי בקרב נשים, ערבים, חרדים ועובדים וותיקים. נוסף על קבוצות אלו, גם פוטנציאל ההון האנושי להייטק בקרב תושבי הפריפריה אינו ממומש, עקב ריכוזה של תעשיית ההייטק במרכז הארץ.

רבים המחזיקים בהשכלה אקדמית במקצועות ההייטק מעוניינים להתגורר בגליל או בנגב מטעמי איכות חיים וקרבה למשפחה, או מטעמים אחרים. מנתונים שנאספו באגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר עלה שלמעלה ממחצית בוגרי מקצועות המדעים וההנדסה נשארים לגור בבגרותם באזור בו גדלו (ראה תרשים מס' 3). יתרה מכך – רק כרבע מבוגרי מקצועות המדעים וההנדסה שגדלו מחוץ לאזור המרכז עוברים לגור באזור המרכז בבגרותם.¹⁶ יש לציין כי בקרב האוכלוסייה הערבית הנטייה להישאר באותו אזור במהלך החיים חזקה במיוחד.

עקב ריכוז פעילות ההייטק במרכז, בוגרי מקצועות המדעים וההנדסה המתגוררים בפריפריה עשויים להתקשות למצוא תעסוקה שהולמת את המיומנויות שלהם. אמנם ישנם מספר מוקדי פעילות הייטק בצפון ובדרום, אך שוק העבודה סביב מוקדים אלו הוא שוק "רזה". שוק רזה מאופיין במספר נמוך של "קונים ומוכרים" – במקרה זה מעסיקים ועובדים – ובהתאמה במספר נמוך של עסקאות העסקה. עובדה זו גוררת קושי במציאת עובדים מתאימים מצד המעסיקים, וקושי במציאת מקום עבודה מתאים או בקידום מקצועי מצד העובדים. במילים אחרות, התוצאה היא אי-מיצוי פוטנציאל ההון האנושי מצד התעשייה, ופשרה בנוגע לאיכות התעסוקה מצד העובדים.

רשות החדשנות – הלכה למעשה: חממות יזמות בפריפריה, פודטק בצפון

במסגרת מימוש אסטרטגיית רשות החדשנות לקידום כלכלה מוטת בחדשנות בפריפריה, במהלך שנת 2019 תתחיל הרשות להפעיל מסלול חדש שמטרתו לעודד יזמות טכנולוגית מקומית בפריפריה, בזיקה לעוגנים אזוריים דוגמת מוסדות אקדמיים ומוקדי תעשייה, מזון וחקלאות – מסלול חממות יזמות בפריפריה.

במהלך השנה, ייבחרו באמצעות הליך תחרותי זכיינים אשר יקימו ויפעילו את החממות. על הזכייין יהיה לאתר ולבחור מיזמים מקומיים מתאימים, לספק להם ליווי טכנולוגי ועסקי, ולחבר אותם לעוגנים אזוריים, משקיעים, שותפים ולקוחות פוטנציאליים. כמו כן, הוא יספק ליזמים ולסטארטאפים שיוקמו מרחב עבודה במידת הצורך, וישקיע מימון משלים בהם ובתפעול החממה.

רשות החדשנות תשתתף במימון התפעול השוטף של החממה, ותעניק תמריצים לעידוד יזמות, למסחר מחקר יישומי ולפעילות מו"פ של חברות הזנק שיוקמו בחממה, באמצעות מגוון מסלולי ההטבה של הרשות, ובהם מסלול תנופה, מסלול חברות מתחילות, ותכניות קמין ונופר למחקר יישומי.

במקביל, הרשות החלה בשנת 2018 בהקמת חממה בתחום המזון (פודטק) בנפת צפת, במסגרת תכנית החממות הטכנולוגיות הוותיקה. מטרת החממה היא לפתח מערכת חדשנות (ecosystem) אזורית בתחום טכנולוגיית המזון על ידי חיבור של משקיעים, שותפים אסטרטגיים, חברות הזנק וגופי עוגן באזור.

להשקעה בחדשנות בענפי הייצור, החקלאות והמזון בישראל. הסרת החסמים לחדשנות טכנולוגית בענפים אלו היא מפתח לקידום כלכלה מוטת בחדשנות בפריפריה.

רשות החדשנות תומכת כבר כיום בחדשנות טכנולוגית בתעשיית הייצור בהיקף של כ-400 מיליון ש"ח בשנה. כדי למקד מאמצים בחברות הממוקמות בפריפריה, הרשות תפעל בראש ובראשונה להגדלת השתתפותן במסלולי התמיכה השונים. בפרט, הרשות תפעיל את מסלול המכינה למו"פ - אשר נועד לסייע לחברות שמעולם לא התנסו בתהליכי חדשנות טכנולוגית ולחברות שזקוקות למיקוד והכוונה בפעילות המו"פ שלהן - במספר מוקדים ברחבי הפריפריה. כמו כן, הרשות תשתף פעולה עם אשכולות הרשויות המקומיות המתגבשים בנגב ובגליל לשיווק והנגשת מסלולי התמיכה בתעשיית הייצור לחברות בפריפריה.

במקביל, הרשות תפעל לעודד שיתופי פעולה טכנולוגיים בין חברות תעשייה, חקלאות ומזון ובין חברות הייטק, יזמים טכנולוגיים ומוסדות מחקר יישומי. הרשות תקדם באופן אקטיבי את מסלולי ההטבה השונים המתאימים לכך ותסייע ליצירת החיבורים בין הגורמים.

משרד הכלכלה מוביל בשיתוף עם רשות החדשנות תכנית אסטרטגית לאומית לייצור מתקדם. לתכנית המלאה, ראה עמ' 93

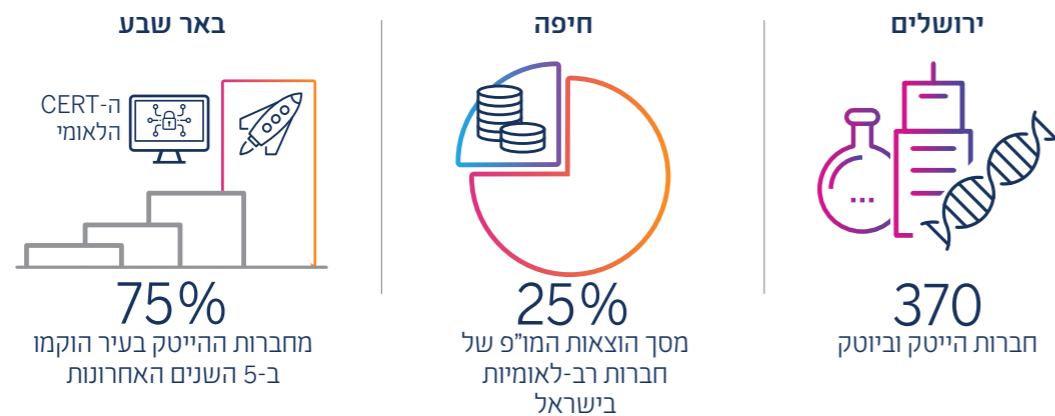
14 Chetty, R. (2017). Lost Einsteins – Innovation and Opportunity in America
15 בפרט, ות"ת, משרד החינוך, והמשרד לפיתוח הנגב והגליל

4. חיזוק אקוסיסטם ההייטק בערים הגדולות: חיפה, ירושלים ובאר שבע

בישראל, בחיפה, בירושלים ובבאר שבע מתקיימים תנאי פתיחה חשובים לאקוסיסטם ההייטק, שטרם מומש במלואו הפוטנציאל שלהם: אוניברסיטאות מחקר עם חוזקות במדעים מדויקים והנדסה (הטכניון, אוניברסיטת בן גוריון והאוניברסיטה העברית), בתי חולים אוניברסיטאיים ומחקריים (רמב"ם, הדסה וסורוקה), יזמות טכנולוגית ומרכזי מו"פ של חברות גדולות ורב-לאומיות. בפרט, חיפה מאופיינת בפעילות רבה של מרכזי מו"פ של חברות רב-לאומיות, האחראיים לכרבע מסך הוצאות המו"פ של חברות רב-לאומיות בישראל,¹⁹ בירושלים צמחו חברות הייטק מובילות כמובילאי ואורקם, ובבאר שבע פועלים כבר עשרות חברות הזנק והוקם בה לאחרונה ה-CERT הלאומי (מרכז לטיפול באירועי סייבר ואבטחת מידע אזרחיים).

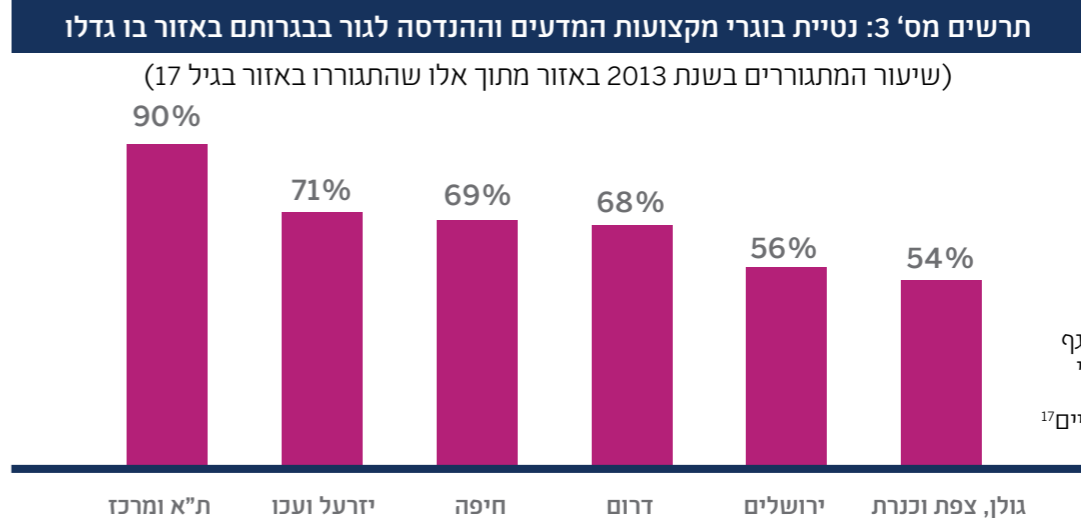
בשלוש הערים ישנה גם מסה קריטית של פעילות ממשלתית ומוניציפלית לאספקת מעטפת תומכת לפעילות ההייטק, כגון הקצאת מתחמים, התחדשות עירונית, השקעה בחינוך והסעת המונים. בנוסף, מרבית אזורי הארץ נמצאים ברדיוס של עד 50 ק"מ מהן,²⁰ הן מחוברות או יהיו מחוברות בקרוב ברכבת מהירה לתל אביב, והן משמשות כבר כיום כמרכזי תעסוקה אזרחיים.²¹

בחיפה, באר שבע וירושלים ישנו פוטנציאל לפיתוח אקוסיסטם הייטק שלם



עם זאת, באף אחת משלוש הערים לא מתקיים אקוסיסטם הייטק שלם. כדי לממש את הפוטנציאל של חיפה, ירושלים ובאר שבע כמרכזי תעסוקת הייטק לאזורי הפריפריה, רשות החדשנות תפעל לפיתוח אקוסיסטם ההייטק בשלוש הערים. במסגרת זו, הרשות תקדם יזמות טכנולוגית, תחזק את שיתוף הפעולה בין שחקנים באקדמיה, ביחידות הצבא הטכנולוגיות ובתעשייה, ותפתח תשתיות מו"פ חיוניות עבור התעשייה הישראלית כולה בערים אלו – תוך עבודה משותפת עם העיריות בשלוש הערים. כל זאת, כמובן, לצד תמיכה שוטפת בפרויקטי מו"פ של חברות הפועלות בהן.

כבר בשנת 2018 אושר במועצת רשות החדשנות מסלול חדש לעידוד יזמות טכנולוגית בעיר חיפה. מטרת המסלול היא לקדם יזמות טכנולוגית ולהגדיל את מספר חברות הזנק בעיר, בדגש על רובע העיר התחתית, והוא יכלול הקמת האבים ואקסלרטורים והפעלת תכניות לעידוד יזמות ולחיבור בין השחקנים השונים באקוסיסטם העירוני. את ביצוע המסלול ינהל גורם שייבחר בהליך תחרותי, ויקבל מימון מרשות החדשנות בהיקף של 25 מיליון ש"ח לתקופת פעילות של ארבע שנים. כמו כן, במהלך שנת 2019 תיפתח מעבדת חדשנות בתחום ה-FinSec (סייבר-פינטק) בבאר שבע, בשיתוף פעולה עם רשות הלאומית להגנת סייבר ומשרד האוצר, במטרה למנף את נכסי הסייבר בבאר שבע, כגון ה-CERT, לפיתוח אקוסיסטם. במקביל, הרשות תערוך במהלך השנה בחינה מעמיקה של נכסי החדשנות והחסמים לפיתוח אקוסיסטם שלם בירושלים ובאר שבע, ותגבש תכניות פעולה רחבות בהתאם.



מקור: עיבוד אגף הכלכלן הראשי במשרד האוצר לנתונים מינהליים¹⁷

רשות החדשנות – הלכה למעשה: מסלול לעידוד הקמת והרחבת פעילות של חברות הייטק באזורי הפריפריה

במסגרת מימוש אסטרטגיית רשות החדשנות לקידום כלכלה מוטת חדשנות בפריפריה, במהלך שנת 2019 תתחיל הרשות להפעיל מסלול חדש שמטרתו לעודד יזמות טכנולוגית מקומית בפריפריה, בזיקה לעוגנים אזרחיים דוגמת מוסדות אקדמיים ומוקדי תעשייה, מזון וחקלאות – מסלול חממות יזמות בפריפריה. במהלך השנה, ייבחרו באמצעות הליך תחרותי זכיינים אשר יקימו ויפעילו את החממות. על הזכיין יהיה לאתר ולבחור מיזמים מקומיים מתאימים, לספק להם ליווי טכנולוגי ועסקי, ולחבר אותם לעוגנים אזרחיים, משקיעים, שותפים ולקוחות פוטנציאליים. כמו כן, הוא יספק ליזמים ולסטארטאפים שיוקמו מרחב עבודה במידת הצורך, וישקיע מימון משלים בהם ובתפעול החממה. רשות החדשנות תשתתף במימון התפעול השוטף של החממה, ותעניק תמריצים לעידוד יזמות, למסחר מחקר יישומי ולפעילות מו"פ של חברות הזנק שיוקמו בחממה, באמצעות מגוון מסלולי הטבה של הרשות, ובהם מסלול תנופה, מסלול חברות מתחילות, ותכניות קמין ונופר למחקר יישומי. במקביל, הרשות החלה בשנת 2018 בהקמת חממה בתחום המזון (פודטק) בנפת צפת, במסגרת תכנית החממות הטכנולוגיות הוותיקה. מטרת החממה היא לפתח מערכת חדשנות (ecosystem) אזורית בתחום טכנולוגיית המזון ע"י חיבור של משקיעים, שותפים אסטרטגיים, חברות הזנק וגופי עוגן באזור.

מכאן שישנה חשיבות רבה בפיתוח ושכלול שוק התעסוקה בהייטק באזורי הפריפריה. כדי להגשים יעד זה, הרשות תתמרחך חברות הייטק חדשניות המעוניינות להגדיל את מעגלי החיפוש לעובדים פוטנציאליים לפתוח שלוחות בפריפריה, תוך תמיכה בהכשרות והתאמות נדרשות, באמצעות מסלול ייעודי (ראה מסגרת).¹⁸ כיוון שהניסיון מלמד שמצוינות וחדשנות הן מפתח לצמיחת פעילות בת-קיימא בפריפריה, המסלול ישים דגש על הקמת עוגנים מקומיים של מצוינות טכנולוגית, המבוססים על "טאלנטים" מקומיים, בשאיפה שאלו יצמחו ויהפכו למרכזי פעילות בולטים של החברות המתקיימים באופן עצמאי.

19 נתוני למ"ס, סקר המו"פ, 2015
20 (להוציא אצבע הגליל והגולן, והנגב הדרומי)
21 שלוש הערים משמשות כבר כיום כמרכזי תעסוקתיים אזרחיים: 350,000 שכירים עובדים במחוז ירושלים, 240,000 בנפת חיפה, 200,000 בנפת באר שבע (2017)

16 אוניברסיטאות ומכללות ביחד
17 מבוסס על מדגם של ילידי 1975-1985. ייתכן שמדובר בהערכת חסר, כיוון שישנם אנשים שלא משנים את כתובת המגורים שלהם
18 תיקון למסלול הטבה מס' 15 – מסלול סיוע למרכזי מחקר ופיתוח של חברות גדולות בפריפריה

חקלאות המחר מתחילה בישראל | משרד החקלאות

על מנת להמשיך להיות מובילי החדשנות בביטחון מזון ובאבטחת איכותו בארץ ובעולם, ענף החקלאות המקומי נדרש להיות בחוד החנית של הטכנולוגיה החקלאית

אחת המטרות המרכזיות של משרד החקלאות היא שהחקלאות הישראלית תמשיך לספק קרוב ל-100 אחוזים מתצרוכת הפירות והירקות של אזרחי ישראל גם בשנת 2030. כדי להצליח במשימה, על ענף החקלאות להתקדם לחוד החנית של החדשנות הטכנולוגית. לפיכך, חזון המשרד הוא להפוך את ישראל למעצמת אגריטק, המקיימת סינרגיה חזקה בין הגידול החקלאי ובין חזית פיתוח הטכנולוגיה.

החקלאות בעולם כולו עוברת כיום שינויים טכנולוגיים וכלכליים מואצים. בהיבט הטכנולוגי, מתרחש מעבר לחקלאות מדייקת המשלבת רובוטיקה וחיישנים חדשניים שיצליחו לזהות פרמטרים כמצב הקרקע, בשלות הפרי, מיקום הזרע ועוד. שינוי טכנולוגי זה צפוי להוריד את הסיכון בתהליכי הגידול, כך שניתן יהיה להפיק יותר תוצרת חקלאית בריאה. לצידו, פיתוחים ביוטכנולוגיים יאפשרו להגדיל את התפוקה, לשפר את איכות הגידולים ולהפחית את השימוש בכימיקלים מזיקים.

במקביל, ענף החקלאות מתאים עצמו, בסיוע דיגיטציה מתקדמת, לתחרות בשוק משוכלל: התעקשות הצרכנים על שקיפות של שרשרת הערך החקלאית, והצמא לאינפורמציה מלאה על איכות המזון, מאיצים תהליכים של התאמה אישית לצרכן ושקיפות בענף החקלאות עצמו.

כדי שישאל תוכל להצטרף למגמות אלו ולעמוד באתגרי החקלאות העתידית, משרד החקלאות מוביל תוכנית אסטרטגית מקיפה, שמטרתה המרכזית הן להגדיל את ההשקעות בפיתוחים טכנולוגיים, לייעל את שרשרת הערך החקלאית, ולהגביר את רמת התחרותיות של החקלאות הישראלית בעולם בטכנולוגיות ובמוצרים חקלאיים.

משרד החקלאות פועל להגשים מטרות אלו במגוון ערוצים:



◀ הקמת **מנגנון תמיכה בגידולים חדשים** המאפשר סיוע כלכלי, עזרה וליווי בפיתוח חדשנות בגידולים.

◀ פעילות **מוקדי ידע חקלאיים**, אשר ממנפים את היכולות המחקריות בישראל לטכנולוגיות חקלאיות מוכונות תעשייה וייצוא, המספקות פתרונות חדשניים לייצור חקלאי יעיל ומתקדם.

◀ הקמת קרן השקעות בהיקף של 10 מיליון ש"ח, אשר מטרתה לעודד **הטמעת טכנולוגיות** חדשות בחקלאות ולתמוך בחקלאים בהתאם לפרמטרים שונים.

◀ הקמת **זירות מסחר דיגיטליות** שיחברו בין המגדלים לקונים, על מנת לאפשר מפגש בלתי אמצעי ביניהם. זירות המסחר מאפשרות ניהול יעיל יותר של תוצאת חקלאית המאפשר מסחר בגידולים חקלאיים באיכויות שונות, שקיפות מחירים ומעודד את התחרות.

◀ הגדלת רמת **ההשקעות בתחום האגריטק** והחדשנות בתחום. סיוע בהרחבת **שיתופי פעולה** ברמה המקומית והגלובלית בין יזמים, משקיעים, חקלאים, אקדמיה וכל מי שעוסקים בעולמות המחקר והחדשנות החקלאית או כאלו שיכולים להתאים לעולמות אלו.

תכנית אסטרטגית לאומית לייצור מתקדם בתעשייה

משרד הכלכלה והתעשייה

החזון: להפוך את ישראל למרכז תעשייה יצרנית מתקדמת ולמוקד לחברות טכנולוגיה ולסטארט-אפים המספקים פתרונות ייצור מתקדמים



קידום הכלכלה הישראלית ובפרט הפיכתה לכלכלה חכמה ומבוססת חדשנות, הינה סוגיה מרכזית במדיניות משרד הכלכלה והתעשייה. לאחרונה גובשה במשרד בשיתוף רשות החדשנות, תכנית פעולה הוליסטית, שמטרתה לתמוך בהטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדמות בתעשייה מוטת הייצור באמצעות בניית תשתית לאומית תומכת והעמדת כלי סיוע ייעודיים למפעלים, ובכך לסייע בחיזוק התעשייה ובשיפור כושר תחרותה.

בעשורים האחרונים עברה התעשייה הישראלית תהליך ממושך של קיטוב בין הענפים עתירי הטכנולוגיה שהתחזקו, לתעשיות המסורתיות שנחלשו, בין היתר בשל תהליכי גלובליזציה מואצים. כמו ביתר המדינות המפותחות, תהליכים אלו הורידו את הכדאיות בשימור שלב הייצור בשרשרת הערך של המוצר ויצרו התמודדות עם תחרות מצד מדינות מתפתחות, המאופיינות בעלות כוח אדם נמוכה ורגולציה רופפת על התעשייה.

התפתחויות בטכנולוגיות הייצור בשנים האחרונות, המכונות "טכנולוגיות ייצור מתקדם" ומקושרות לעולם תוכן המכונה "המהפכה התעשייתית הרביעית" - Industry 4.0 - מובילות לתמורות משמעותיות באיזון בין תחרות המבוססת על עלויות כוח אדם ובין תחרות המבוססת על יצירת ערך, יעילות ויתרון טכנולוגי. "ייצור מתקדם" הוא מושג חדש יחסית המתייחס לשיפור הפריון והתוצאות העסקיות באמצעות הטמעת שיטות ייצור חדשניות, שימוש בחומרים מתקדמים ושילוב IT בתהליך הייצור.

התפתחויות טכנולוגיות אלו, בתוספת פתיחת שווקים נוספים לתחרות בינלאומית, מעמידות בפני ישראל הזדמנות ייחודית לחיזוק הייצור המקומי באופן משמעותי ובר קיימא, על ידי שדרוג טכנולוגי של המפעלים הקיימים ועל ידי פתיחת חברות חדשות בעלות עוצמה טכנולוגית גבוהה.

נוסף לכך, לישראל יש הזדמנות למצב את עצמה כמרכז לחברות טכנולוגיה ולסטארט-אפים המספקים פתרונות ייצור מתקדמים במגוון תחומים ובכללם נתוני עתק (Big data), למידת מכונה (Machine Learning), הגנת סייבר וייצור בהוספה (additive manufacturing). מיצוי הזדמנויות אלו צפוי להיות בעל משמעויות כלכליות חיוביות ביותר למשק, להגדיל את התוצר הלאומי, להביא לשיפור כושר התחרות ולעלייה בפריון העבודה ולהרחיב את אפשרויות התעסוקה האיכותית בישראל.

להלן התוכנית שגובשה ושהחלה לפעול:

◀ **ביסוס תשתיות והנגשת ידע התומך בהטמעת ייצור מתקדם** - סביבה תומכת חדשנות בעלת תשתיות מתאימות תסייע בהטמעת ייצור מתקדם ופיתוח הסקטור התעשייתי במדינה. תשתיות אלו כוללות פיתוח יכולות מו"פ בטכנולוגיות נבחרות, יצירת פלטפורמה להנגשת ידע אודות הפיתוחים לתעשייה ותמיכה באקוסיסטם תוך פיתוח וחיזוק הקשרים ושיתופי הפעולה בין כלל השחקנים בתחום. הקמת המכון הלאומי לייצור מתקדם תתמוך בהעלאת רמת הפיריון וברמת התחרותיות של תעשייה זו.

◀ **תמיכה וליווי תהליכי הטמעה טכנולוגית ברמת המפעל** - הטמעת טכנולוגיות חדשניות, דיגיטציה ומעבר למפעל חכם הינו תהליך מורכב, בטח למפעלים קטנים ובינוניים הכרחי עד קריטי להצלחה.

◀ **השקעות הון ואפיקי מימון** - מפעלי תעשייה, בדגש על הקטנים והבינוניים, מתקשים לגייס מימון מתאים באפיקי המימון המסורתיים. ללא תמרוץ, בלי תמיכה הונית והנגשת אפיקי מימון יצרתיים למפעלים הנכנסים לתהליך שדרוג טכנולוגי, המהלך ייתקל בקשיים.

◀ **פיתוח הון אנושי מיומן לתעשייה המייצרת** - תנאי מרכזי להטמעת ייצור מתקדם בתעשייה הוא זמינות גבוהה של כוח אדם מיומן ומוכשר טכנולוגית. רק מערכת גמישה, היודעת להשתנות בהתאם לצרכי המשק ולרמת המפעל, ולהכשיר כוח אדם במהירות וביעילות תצליח.

◀ **מיצוב מחדש של תדמית התעשייה היצרנית כמנוע צמיחה למשק** - התעשייה המסורתית נתפסת מיושנת וללא אופק תעסוקתי מבטיח. יש צורך למצב את תדמיתה כ"תעשיית ייצור מתקדמת" בעלת רמה טכנולוגית גבוהה ועם אופק תעסוקתי מפתה.

תוצאות האינדיקטורים המרכיבים את מדד ההייטק

תת-מדד החברות הבוגרות:

- 1. ערך מוסף:** מוגדר כהפרש בין התפוקה הגולמית לסך התשומות. תת המדד חושב כסכום הערך המוסף הן בתעשייה והן בשירותי ההייטק (ענף מחשוב ותוכנה וענף שירותי מחקר ופיתוח הכולל את חברות ההזנק).
- 2. ייצוא הייטק:** סך ייצוא ענפי ההייטק בשירותים ובתעשייה הכולל ייצוא חברות הזנק.
- 3. שכירים בהייטק:** מספר השכירים המועסקים בתעשיית ההייטק, למעט שכירי ענף שירותי התקשורת.
- 4. מדד הבלוטק:** מדד ת"א גלובל בלוטק הכולל את כל המניות מענף הטכנולוגיה ומענף הביומד. הנתון מחושב כממוצע ממדדי הנעילה היומיים, עבור כל שנה.
- 5. ערך ומספר הנפקות שניוניות:** מספרם והיקפם הכספי של הגיוסים הציבוריים שנעשו על ידי חברות הייטק ישראליות שניירות הערך שלהן רשומים למסחר (הנפקות שניוניות). משתנים אלו מתארים את המשך הגדלת הערך של חברות ציבוריות ישראליות.
- 6. ערך ומספר רכישות הייטק:** מספרן והיקפן הכספי של עסקאות מיזוגים ורכישות שנעשו על ידי חברות הייטק ישראליות, כשהחברה הנרכשת אינה בהכרח ישראלית או טכנולוגית.

ערך מנורמל			ערך בפועל			שנה אינדיקטור
2017	2016	2015	2017	2016	2015	
2,980	2,450	2,300	126,488	119,444	117,471	ערך מוסף (במיליוני שקלים, מחירים שוטפים)
4.21	3.74	2.82	277	270	258	שכירים בהייטק
2.62	2.05	1.82	44817	41492	40135	ייצוא הייטק (במיליוני דולרים)
0.97	0.42	0.69	368.57	334.92	351.6	מדד הבלוטק - ממוצע שנתי
0.73	0.39	2.08	22	19	34	מספר הנפקות שניוניות
-0.31	-0.51	0.99	878	639	2432	שווי הנפקות שניוניות (במיליוני דולרים)
0.99	2.14	2.65	62	71	75	מספר רכישות הייטק
-0.93	1.22	0.97	921	8328	7493	ערך רכישות הייטק (במיליונים דולרים)

תת-מדד חברות ההזנק:

- 1. חברות חדשות נטו:** תת-המדד הינו השינוי במספר חברות הישראליות הפועלות בתעשיית ההייטק, נטו. כלומר - מספר חברות ההייטק הישראליות שנפתחו בניכוי מספר חברות ההייטק הישראליות שנסגרו.
- 2. מספר ושווי גיוס חברות:** סכום הכסף שגויס ומספר העסקאות בהן חברות הייטק הישראליות גייסו כספים מכלל המשקיעים - קרנות הון סיכון, אנג'לים ומשקיעים אחרים.
- 3. מספר ושווי אקזיטים:** ההיקף הכספי של האקזיטים בהם השתתפו חברות הייטק ישראליות ומספרם. אקזיט מוגדר הן כהנפקה ראשונית (IPO) והן כמיזוג או רכישה (M&A).
- 4. גיוסי קרנות:** סך הכספים שגייסו קרנות הון סיכון ישראליות בשנה, נתון המהווה אינדיקציה לעתיד ההשקעות הצפוי של אותן קרנות בישראל.

ערך מנורמל			ערך בפועל			שנה אינדיקטור
2017	2016	2015	2017	2016	2015	
0.39	-0.4	0.76	7.78	5.47	8.85	שווי אקזיטים (במיליארדי דולרים)
1.32	0.92	1.86	126	120	134	מספר אקזיטים
5.15	4.45	3.63	5278	4834	4307	שווי גיוסי חברות (במיליוני דולרים)
1.04	1.56	1.9	623	673	706	מספר גיוסי חברות
2.05	2.99	1.91	1558	1926.5	1503	גיוסי קרנות (במיליוני דולרים)
-0.07	0.88	2.52	452	549	715	חברות חדשות נטו

רשות החדשנות
Israel Innovation
Authority