

הזירה הטכנולוגית: האתגר – שימור היתרון האזורי

לירן ענתבי



המלצות

שימור העליונות הטכנולוגית-צבאית • שיפור מערך ההגנה האווירית בהתאמה לאיומים משתנים • פעולה ממשלתית לגיבוש וליישום אסטרטגיה לאומית בתחום הבינה המלאכותית



מגמות

עליונות טכנולוגית ישראלית שאינה חפה מחולשות • במבצע 'שומר החומות' הומחש שימוש בבינה מלאכותית • הובלה גם בתחומים טכנולוגיים אזרחיים • מספר רב של 'חדי קרן' בעלי השפעה כלכלית, משקית ובינלאומית חיונית



בשנה החולפת הדגימה ישראל עליונות טכנולוגיות צבאית במסגרת מבצע 'שומר החומות' בעזה, תוך שימוש במערכות הגנה אווירית, ביישומי בינה מלאכותית וביכולות תקיפה מדויקות. במקביל וחרף השפעות מגפת הקורונה נשמרה עוצמתה הכלכלית, בעיקר בזכות הצלחה של חברות טכנולוגיות שהונפקו או נמכרו בסכומי עתק. אולם ישראל אינה חפה מחולשות בתחום הטכנולוגי. למשל, ניכר כי מתחולל שינוי באיום האווירי עליה עקב הגעת טכנולוגיות התקפיות והגנתיות מתקדמות לזירה. כמו כן ישראל סבלה מהצלחתן של מתקפות סייבר על חברות אזרחיות ומפרסום שלילי והשפעות דיפלומטיות עקב פעילות שנויה במחלוקת של חברות ישראליות בתחום הסייבר ההתקפי. ניכר כי היא אינה ערוכה דיה לאיומים דיגיטליים מפציעים כמו מתקפות בתחום הדיפ-פייק והפייק ניוז, והיא חסרה אסטרטגיה לאומית וניהול סדור בתחומי הובלה חשובים שבהם מתחולל מאבק בינלאומי על העליונות, כמו בינה מלאכותית. חולשות אלו מחייבות טיפול עקב חשיבות ההובלה הטכנולוגית לישראל הן מבחינה צבאית והן מבחינה כלכלית והשפעה בינלאומית.

טכנולוגיה נתפסת כרכיב בעל חשיבות מכרעת לביטחון ישראל, עוד מן הימים שבהם עיצב ראש הממשלה הראשון דוד בן-גוריון את יסודות תפיסת הביטחון של המדינה. כיום הטכנולוגיה היא נושא חוצה תחומי חיים, כזה המשפיע לא רק על סוגיות ביטחוניות צבאיות אלא שיש לו גם השפעה על הביטחון דרך סוגיות כלכליות, חברתיות ובינלאומיות. זאת בעיקר עקב העובדה שישראל היא מובילה טכנולוגית שכלכלתה ועוצמתה הצבאית נסמכות רבות על היתרון בתחום.

ישראל מושפעת מן 'התחרות על העליונות' המתחוללת בעשור האחרון בין מעצמות ומדינות על הובלה בתחומים טכנולוגיים, ביניהם: בינה מלאכותית, מחשוב קוונטי, סייבר, רובוטיקה וטכנולוגיות חלל. התחרות משפיעה על מאזן הכוחות העולמי ועל מעמדן ויכולתן של מדינות לפעול בזירה הבינלאומית. ישראל מושפעת מן התחרות הזו הן בהיבטים הביטחוניים ה"קשים" כגון בניין הכוח הצבאי, יכולות להפעיל את כוחה בשדה הקרב ויכולתה להילחם בטרור; והן בהיבטים "רכים" כגון יצוא טכנולוגיות אזרחיות וביטחוניות המשפיעות על הכלכלה, על משרות במשק ועל היכולת להפעיל עוצמה רכה בזירה הבינלאומית.

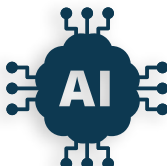
בחודש מאי 2021 נאלצה ישראל להדגים את עליונותה הטכנולוגית הצבאית בשדה הקרב במסגרת מבצע 'שומר החומות' בעזה, תוך שימוש בטכנולוגיות מתקדמות שהבולטת בהן היא בינה מלאכותית. מנגד ישראל מאוימת על ידי טכנולוגיות מתקדמות, חלקן טכנולוגיות מדף, המגיעות לידי אויביה המדינתיים והלא-מדינתיים, בתוכם שלל כטב"מים (כלי טיס בלתי מאוישים) שהשימוש בהם הסלים בשנה האחרונה במזרח התיכון.

בפרק זה נבחנות תמורות טכנולוגיות מקומיות ועולמיות שהתחוללו בשנה החולפת והן בעלות השפעה על ביטחונה של ישראל, ומוזכרים התחומים והסוגיות הטכנולוגיות שבהם השיגה ישראל הישגים משמעותיים השנה, לרבות אלו המצריכים היערכות או שיפור בפתח שנת 2022.

תרשים 1: תחומים בולטים ב'תחרות על העליונות'



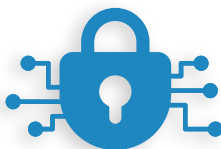
רובוטיקה



בינה מלאכותית



נשק היפר-סוני



סייבר



טכנולוגיות חלל



מחשוב קוונטי

מגמות עכשוויות

ישראל שומרת על מסורת של הובלה עולמית בתחומים טכנולוגיים ביטחוניים וביניהם מערכות הגנה אווירית, כטב"מים, סייבר ובינה מלאכותית. כמו כן התרחבה בשנה החולפת הדומיננטיות של חברות ישראליות בתחומים טכנולוגיים אזרחיים ובהם אוטומוטיב, פיינטק ויישומי שירותים, עם הפיכתן של חברות טכנולוגיות רבות ל"חד קרן" – חברות פרטיות ששווין מוערך ביותר ממיליארד דולר. להלן המגמות העכשוויות המשפיעות על ישראל במספר תחומים טכנולוגיים בולטים:

הטכנולוגיה בשירות העוצמה הצבאית הישראלית

בשנת 2021 הוכיחה ישראל שוב כי היא אחת המדינות המובילות במזרח התיכון מבחינה טכנולוגית וצבאית. היא מובילה ביחס למדינות שכנות, למדינות יריבות ולארגונים לא-מדינתיים בתחומים: מערכות הגנה מתקדמות, מודיעין טכנולוגי, חיל אוויר מתקדם, יכולות מתקדמות בתחום הסייבר ההגנתי וההתקפי, וכן בעוצמה הטכנולוגית של חיל הים ושל צבא היבשה שעובר, אם כי באופן

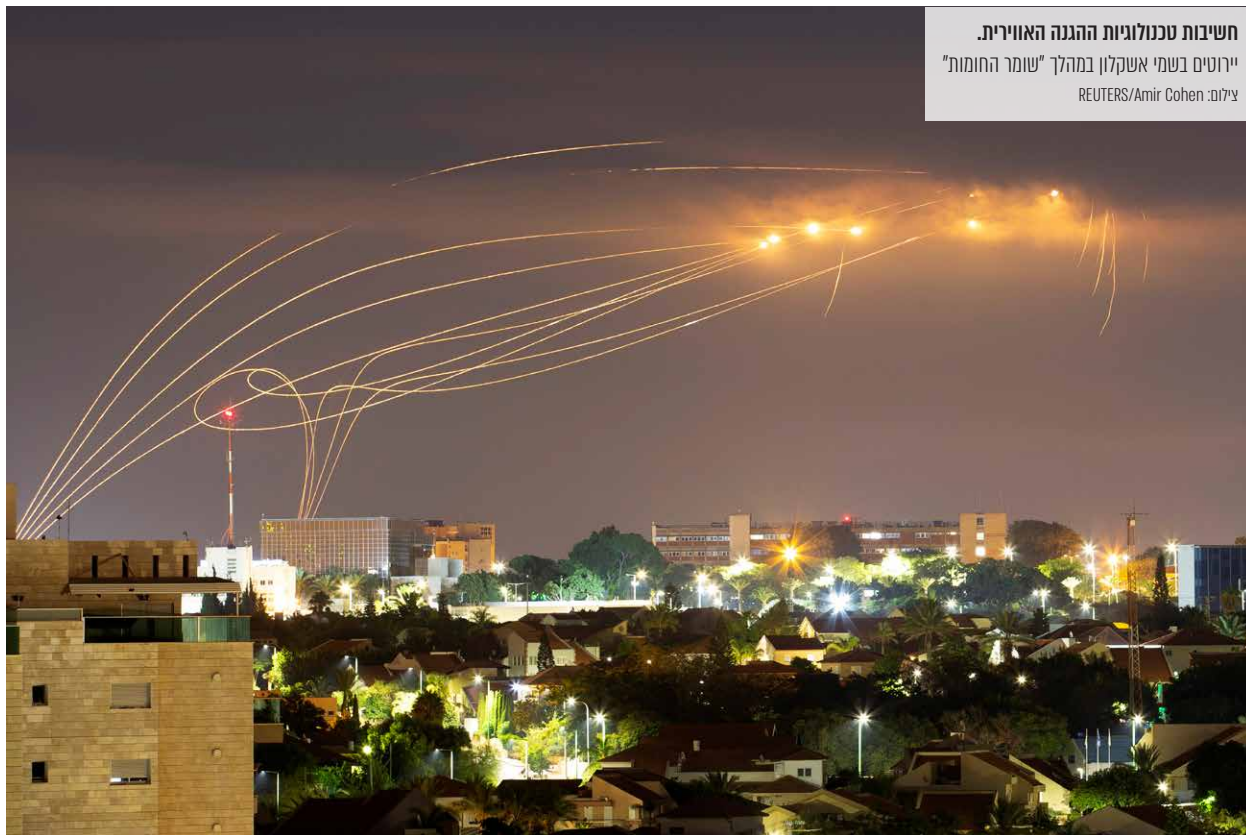
איטי יחסית, תהליכי חדשנות והחדרת טכנולוגיות חדשניות, בין היתר כדי שיוכל לפעול באופן רב-ממדי ולהגביר את קטלניותו, כפי שהגדיר הרמטכ"ל אביב כוכבי.

במסגרת מבצע 'שומר החומות' במאי 2021 הודגמו בעיקר הגברת השימוש בטכנולוגיות בינה מלאכותית לצורכי מודיעין ולתקיפת מטרות מהירה ומדויקת, וכן שימוש מתקדם בכוח האווירי. במבצע הודגשה חשיבותן של טכנולוגיות ההגנה האווירית הישראליות המתקדמות, בדגש על השיפורים ביכולותיה של 'כיפת ברזל' כמו יירוט כטב"מים. הפן הטכנולוגי של המבצע זכה לסיקור נרחב בתקשורת הבינלאומית וכונה "מלחמת הבינה המלאכותית הראשונה", כאשר הושם דגש משמעותי על שימוש בטכנולוגיות אלו במבצע, כמו גם על הפעלה מבצעית חלוצית של "נחיל" (קבוצת כטב"מים) לצורך איתור ופגיעה במטרות קרקעיות. מנגד בלט היעדר הדגמה של עוצמת הכוח היבשתי של צה"ל במבצע – אופן פעולה המוטל בספק עוד מימי מלחמת לבנון השנייה ואשר נטען כי הוא שוחק את ההרתעה הישראלית, והדבר נכון גם להיבט של טכנולוגיות יבשתיות.

**אם בשנים החולפות בלטו השימוש
באמצעים פרימיטיביים והקושי לספק
פתרון נגדם, בשנה החולפת בלטה
השפעתן של טכנולוגיות מתקדמות,
חלקן בעלות מאפייני זמינות מדף,
פשטות הפעלה ומחיר נמוך**

השתנות האיום האווירי על ישראל

בשנה החולפת ניכרה השתנות האיום האווירי על ישראל. אם בשנים החולפות בלטו השימוש של ארגוני הטרור בעיקר באמצעים פרימיטיביים (עפיפונים ובלונים) והקושי לספק פתרון טכנולוגי נגדם, אזי בשנה החולפת בלטה השפעתן של טכנולוגיות מתקדמות, חלקן בעלות מאפיינים של זמינות מדף, פשטות הפעלה ומחירים נמוכים, המאפשרות למדינות שונות ולארגוני טרור להפעיל כטב"מים חמושים, למשל, או רחפנים לאיסוף מודיעין. אלו מתווספים לאיום המוכח של פגיעה סטטיסטית באמצעות רקטות, כמו גם לאיום לגרום פגיעות מדויקות באמצעות פרויקט דיוק הטילים של חזבאללה וכן באמצעות כטב"מים נפצים תוצרת איראן, שפעילותם מודגמת בכל רחבי המזרח התיכון כנגד מטרות שונות.



חשיבות טכנולוגיות ההגנה האווירית.

יירוטים בשמי אשקלון במהלך "שומר החומות"

צילום: REUTERS/Amir Cohen

איומים דיגיטליים והמשך מעמד הסייבר כמנוע צמיחה

בשנה החולפת סבלה ישראל ממתקפות סייבר רבות, בעיקר נגד חברות אזרחיות שאינן מוגנות דיין. חלק גדול מן האיום הטכנולוגי הזה מגיע גם הוא מכיוון איראן, שהוגדרה בדוח ההגנה הדיגיטלית של מיקרוסופט מאוקטובר 2021 בתור השחקנית המדינתית היחידה שעוסקת באופן קבוע במתקפות סייבר הרסניות ובתוכן גם מתקפות כופר, מרביתן נגד מטרות ישראליות. נוסף על כך ניכר כי ישראל אינה ערוכה להתמודדות עם איומים דיגיטליים מפציעים, למשל מתקפות בתחום הדיפ-פייק (זיופים המופקים באמצעות בינה מלאכותית) וניסיון להשפיע באמצעות הפצת פייק ניוז דרך רשתות בוטים.

מנגד ישראל עודנה מובילה עולמית בתחום הסייבר וההתקפי. מלבד היתרון הביטחוני שההובלה מעניקה לה, היא גם יוצרת תחום יצוא בעל השפעה בינלאומית והשפעה פנימית על הכלכלה הישראלית באמצעות כ-500 חברות סייבר, עם היקף מכירות הנאמד בכ-10 מיליארד דולר בשנה.

בה בעת בלט תחום הסייבר הישראלי בשנה החולפת עקב חשיפות שליליות של השימוש במוצרי הסייבר ההתקפי של חברת NSO הישראלית בידי משטרים הפוגעים בזכויות אדם, וכן בשל שימוש נגד גורמים רשמיים ממדינות ידידותיות (כולל אפילו נגד הנשיא הצרפתי עמנואל מקרון). החשיפות הביכו את ישראל ואילצו את משרד הביטחון לבחון מחדש את מדיניות הפיקוח על היצוא הביטחוני.

השפעות הטכנולוגיה על הכלכלה ועל הדימוי הישראלי הבינלאומי

בשנה החולפת ניכרו תמורות חיוביות בתחום הכלכלי בישראל, בשונה ממרבית כלכלות העולם המושפעות לרעה עקב מגפת הקורונה. מלבד המדדים הכלכליים המוכרים הדגימה ישראל התקדמויות טכנולוגיות מרשימות, למשל בתחום משלוחי הרחפנים (בין היתר באמצעות מיזם נעמ"ה) או באמצעות פעילות חברות מסחריות כגון חברת ORCAM, שמוצר שלה המסייע לאנשים עם קשיי קריאה נבחר על ידי מגזין Time לאחת מ-100 ההמצאות הטובות לשנת 2021.

ישראל גם המשיכה את המעבר מ"אומת סטרט-אפ" (המדינה עם הכי הרבה חברות הזנק לנפש) ל"אומת סקויל-אפ" (המדינה עם "חדי הקרן" הרבים ביותר לנפש – חברות פרטיות ששווין מוערך ביותר ממיליארד דולר). למגוון ההנפקות של חדי קרן שהתרחשו השנה ולהשקעות של קרנות הון סיכון הצטרפו גם עסקאות פרטיות בסכום של כ-10 מיליארד דולר, כאשר חלק ניכר מן הרכישות של חברות ישראליות בוצע לראשונה על ידי חברות ישראליות אחרות – דבר המדגיש את התחזקות העוצמה הכלכלית-טכנולוגית הישראלית.

תרשים 2: קפיצת מדרגה בתחום 'חדי הקרן' בישראל



מתוך נתוני הדוח השנתי של Start-Up Nation Central

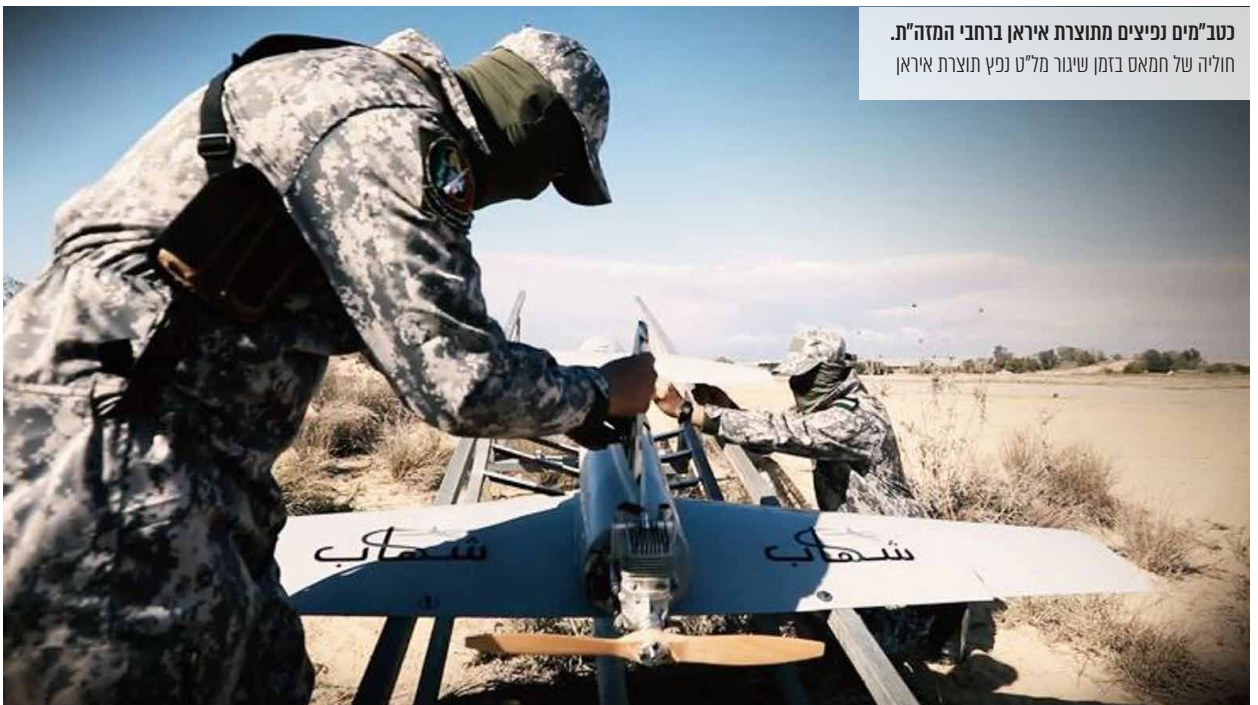
קיים חשש שהיתרון הטכנולוגי של ישראל יישחק ויפגע בעוצמתה בעקבות תחרות עולמית אגרסיבית, בעוד ישראל נוטה להתנהל באמצעות כוחות שוק, ללא ניהול ממשלתי או תמיכה ממשלתית מספקת

תובנות, צפי, אתגרים והזדמנויות

ניכר כי בשנה החולפת נשמר המעמדה הטכנולוגי של ישראל. ברם, נראה כי חלו שינויים ברכיבים היוצרים את אותה עוצמה, וראוי לתת את הדעת ולהתאים את המדיניות הישראלית לתמורות כדי לא לאבד עוצמה בתחומים קריטיים, ובמקביל לנסות למטב את המצב בתחומים בעלי פוטנציאל לשיפור.

תחום מרכזי המחייב שיפור בהיערכות עקב תמורות טכנולוגיות הוא השתנות האיום האווירי על ישראל. בהקשר זה יש צורך לבחון באופן עקבי את האיומים, קטנים כגדולים, וכן את היכולת להפעיל כוח אווירי ולהתאים את המענה לאיומים. בזמן שהמדינות הגובלות בישראל מפגרות מבחינת פיתוח טכנולוגי עצמאי המציב איום ממשי, איראן – על אף הסנקציות ומצבה הכלכלי הקשה – משקיעה במחקר ופיתוח, ובשנה החולפת היה עיקר השקעתה הביטחונית בתחום האווירי. המגמה צפויה להימשך ואף להסלים, שכן קיים חשש שאיראן תצליח לפתח ולייצא טכנולוגיות חמקניות ו"נחילים". אלו יצטרפו לטכנולוגיות הדיוק שבהן היא מנסה לצייד את חזבאללה.

לאור זאת נדרשת התייחסות לכך שהפוטנציאל הישראלי בתחום ההגנה האווירית לא ממומש במלואו, בין היתר בתחומים של הגנה מפני טב"מים מסוגים שונים (בהם רחפנים) – כך לפי שני דוחות מבקר המדינה בנושא (2017, 2021). הדבר עומד בסתירה ליכולות הטכנולוגיות וליצוא של ישראל בתחומים אלו ממש. מספר מערכות חדשות נחשפו בתחום השנה, אבל אפילו שיפור המענה הטכנולוגי אינו מבטיח יכולת להתמודד עם תקיפה באמצעות "מטחים" והיצף – מקטעי זמן שבהם יפעיל האויב בבת אחת כמות גדולה של אמצעים אוויריים, שיאתגרו את מערכות הזהיו והיירוט מעבר למה שכבר אותגרה במבצע 'שומר החומות'. בין האמצעים הללו: הסתמכות על יותר מערכות זיהוי מבוססות בינה מלאכותית, המסוגלות להתמודד גם עם נחילים ועם אמצעי לחימה שאינם פועלים באופן סטטיסטי, וכן על מערכות יירוט מבוססות לייזר שיאפשרו את הפחתת התלות בטילים המיירטים. לכן מומלץ להמשיך לנקוט גם פעולות של תקיפות מונעות ולהניח בכל עת שההגנה, טובה ככל שתהיה, אינה הרמטית, ואי לכך יש להיערך לספיגה והתגוננות של העורף.

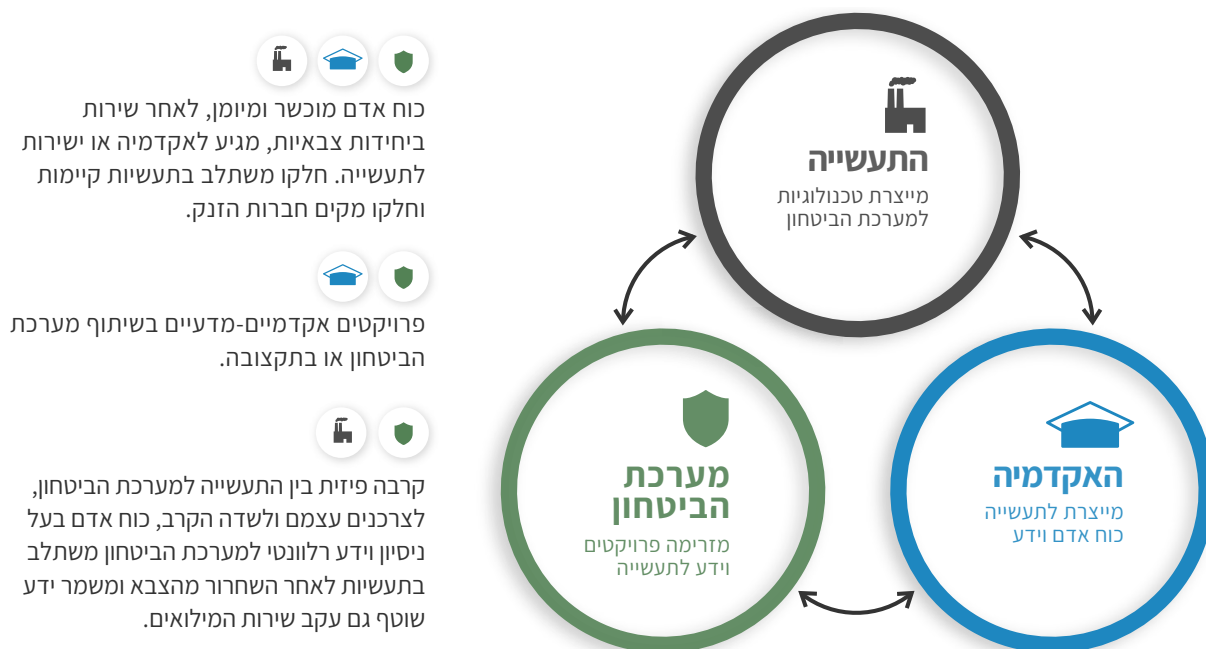


טב"מים נפוצים מתוצרת איראן ברחבי המזה"ת.
חוליה של חמאס בזמן שיגור מל"ט נפץ תוצרת איראן



שינוי מדיניות ממשלתית נדרש גם בקשר לטכנולוגיות המהוות חלק מ'התחרות על העליונות', בדגש על טכנולוגיות מידע ובינה מלאכותית. מדינת ישראל היא מן המובילות בעולם בפיתוח בינה מלאכותית. מעמדה בא לידי ביטוי במספר חברות ההזנק הפועלות בישראל בתחום ובהקמת מרכזי פיתוח של חברות בינלאומיות בישראל. יתר על כן, מדינת ישראל נחשבת למובילה בפיתוח ובהטמעת יישומים ביטחוניים מבוססי בינה מלאכותית, כפי שהודגם במבצע 'שומר החומות'. היתרון הישראלי נתמך במשך שנים על ידי האקוסיסטם המשלב את התעשייה, האקדמיה וגורמים ביטחוניים המניעים את התחום קדימה בשיתוף פעולה. היתרון התאפשר בין היתר בזכות מאפיינים ייחודיים לאקוסיסטם הישראלי, הקשורים לשירות החובה והמילואים בצבא שמשפיעים על האכיזה ועל הניסיון של כוח האדם, למעבר ידע בין חלקי האקוסיסטם השונים וכן לקרבה גיאוגרפית ותרבותית ותחושה של שותפות גורל, שמסייעים בקידום נושאים ובהשגת מטרות במהירות ובמחירים נמוכים יחסית.

תרשים 3: ייחודיות האקוסיסטם הטכנולוגי-ביטחוני הישראלי



קיים חשש שהיתרון הזה יישחק ויפגע בעוצמה הכלכלית הישראלית ובהיבטים ביטחוניים וצבאיים. זאת בעקבות תחרות עולמית אגרסיבית בכל תחומי העליונות הנחשקים, כאשר מדינות רבות מנהלות אותם באופן מכוון ואפילו ריכוזי, בעוד ישראל נוטה לאפשר להם להתנהל באמצעות כוחות שוק, ללא ניהול ממשלתי ולעיתים גם ללא תמיכה ממשלתית מספקת. למשל, בזמן שישראל דורגה ב'אינדקס הגלובלי לבינה מלאכותית' במקום השישי בתחום, היא מדורגת שם במקום ה-11 מסוף הרשימה (מקום 51) בכל הקשור לאסטרטגיה ממשלתית בנושא. רצוי בהקשר זה ללמוד ממה שהתרחש בתחום הכטב"מים בשנים האחרונות בנוגע להשפעות השליליות (כלכליות וצבאיות) של תחרות עולמית אגרסיבית בתחום שבו ישראל מובילה.

בשנה החולפת הודגם ניסיון ישראלי לתקן מעט את המצב, בין היתר באמצעות תקצוב יישומן של חלק ממסקנות ועדת המומחים שמינה פורום תל"מ (תשתיות לאומיות למחקר ולפיתוח), וכן באמצעות הצלחתה של ישראל להתקבל ל-GPAI, השותפות הגלובלית בבינה מלאכותית – איגוד המדינות האקסקלוסיבי בתחום. ברם, ניכר כי בסוף שנת 2021 אין לישראל אסטרטגיה לאומית וניהול מרכזי של תחום הבינה המלאכותית, למעט באמצעות משרד המדע והטכנולוגיה, שהוא חסר סמכויות מספיקות להובלה לאומית של התחום, כפי שנעשה בארצות הברית, בסין ובמדינות אחרות. כמו כן, על ישראל להגביר את מעורבותה הבינלאומית בגיבוש אמנות ובקביעת תקנים וסטנדרטים כדי לשמר את מעמדה הייחודי בתחום שהוא הכרחי לשמירה על ביטחונה הלאומי.

לסיכום – ניכר כי מצבה הטכנולוגי של ישראל טוב יחסית, אולם עליה לשפר את היערכותה להתמודדות עם אתגרים מפציעים ועם שינויים, בעיקר בתחום האווירי אך לא רק בו. זאת ועוד, חלק מרכזי מן האתגר בתחום הטכנולוגי קשור לניהול לאומי של סוגיות שונות. שינוי חיובי בתחום יסייע לשמר ואולי אף יאפשר לשפר את ההובלה הלאומית בתחומים טכנולוגיים חשובים לישראל, כמו גם לסמן ולהשיג את היעדים לעשורים הבאים.

