

"לרכוב על הגל" - אתגרי המו"פ הביטחוני בשנות תר"ש "גדעון"

אימוץ משמעותי של טכנולוגיות אזרחיות, ובחינת ההשפעה של התהליכים האלה על שדה הקרב, המתבצעים במסגרת תר"ש "גדעון", הם מהמפתחות העיקריים של צה"ל ליצירת היתרונות היחסיים שלו על אויביו

מזל"ט מעל עזה (הדמיה). היתרון האיכותי של צה"ל מושתת מאמצע שנות ה-90 של המאה ה-20 על הטכנולוגיה שהוא מפעיל בשדה הקרב



בארצות-הברית (Defense Business Board), שברוב התחומים החיוניים ליכולות הצבאיות, הטכנולוגיה האזרחית מתקדמת יותר מזו הצבאית.³

במהלך המלחמה הקרה נתמכה ונדחפה המערכת התעשייתית האמריקנית על-ידי הממשל, ויצרה תעשייה ביטחונית גדולה הנשענת על מימון ממשלתי. התעשייה לקחה טכנולוגיות דר-שימושיות, שבהן נעשה שימוש במהלך מלחמת-העולם השנייה, והפכה אותן לטכנולוגיות צבאיות ייעודיות, המפותחות על-ידי חברות טכנולוגיה צבאית ייעודית. המגמה הזאת הפכה את הטכנולוגיה הצבאית למובילה עולמית של הטכנולוגיה. חלק מן הפיתוחים מיושמים מדי פעם לשימושים אזרחיים.

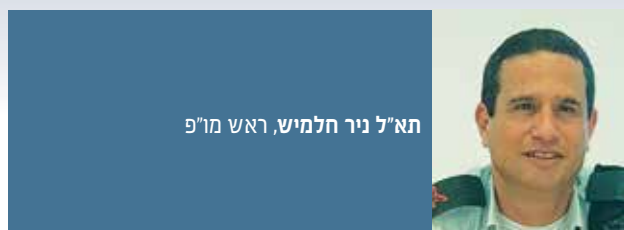
את פיתוח ה-GPS ואת יישומו לצרכים אזרחיים כמעט מיותר לציין; גם הרעיון של תנור המיקרוגל נולד כשחטיף שוקולד נמס במקרה במהלך ניסוי מכ"ם; כאשר ראו שאפשר לשדר באמצעות רדיו מסרים צבאיים למרחקים - החליטו להעביר דרכו גם מוזיקה; כאשר פיתחו צילום בפורמט דיגיטלי לשימושים צבאיים - שווק הפטנט להמונים. דבר דומה, אבל בקנה מידה קטן כמובן, קרה בישראל. המדינה העבירה תקציבים למיזמים ביטחוניים גדולים, שפיתחו את הטכנולוגיה הצבאית לרמה עולמית ואפשרו הקמת תעשיות ביטחוניות גדולות, בעלות טכנולוגיה ביטחונית מתקדמת ביותר.

**שלוש רגליים עיקריות המביאות
לידי ביטוי את עוצמתה הטכנולוגית
של ישראל בתחום הצבאי: היכולת
לשלב בין עוצמה טכנולוגית לבין
עוצמה מדעית; ההתנסות מדי כמה
שנים בסבב לחימה - המאפשר לבחון
את מערכות הנשק שפותחו ולשפר
אותן; הקישוריות והחיבוריות בין כלל
האנשים העוסקים במגוון התחומים**

החיבור בין הטכנולוגיה הצבאית לטכנולוגיה האזרחית נעשה על-ידי יישום הטכנולוגיה הצבאית לפיתוחים אזרחיים, במידה מסוימת ולצרכים ספציפיים (הגלולה לצילום מערכת העיכול האנושית של חברת Given Imaging והטלוויזיה שפיתחה חברת אלביט הן שתי דוגמאות ידועות).

לכולם היה ברור אפוא שהקטר הטכנולוגי בישראל - וגם בעולם - הוא הקטר הביטחוני, ומדי פעם יש יישומים אזרחיים המבוססים על הטכנולוגיה הצבאית. כיום המצב שונה במידה רבה.

הטכנולוגיה האזרחית דוהרת קדימה, נדחפת על-ידי תקציבים עצומים של חברות גלובליות, המשקיעות בתחומי מחקר חדשים תקציבים הרבה יותר גדולים מאלה הממשלתיים. כמו כן הולך וגדל מספרם של החוקרים והמפתחים בכל התחומים. הרשתות החברתיות, היכולת לשתף מידע וחוכמת ההמונים מאפשרות קידום טכנולוגי שלא התאפשר לפני 25 שנים. התפוצה הרחבה של



החדשנות והיצירתיות הן נשמת אפה של מדינת ישראל. מאז הקמתה ועד היום הייתה הטכנולוגיה גורם משמעותי ביכולתה של ישראל לזנק קדימה במגוון רחב של תחומים. "המוח היהודי ממציא לנו פטנטים" היא אמרה מוכרת, ומדע וטכנולוגיה הם מן התחומים הפעילים והמפותחים ביותר במדינת ישראל.¹

מאז הקמת המדינה קיימת זיקה עמוקה בין התפתחותה לבין הפיתוח הטכנולוגי והמדעי. במוקד ההתפתחות נמצאים החדשנות, היצירתיות והחיפוש המתמיד אחר פריצות דרך, אחר מחשבה ייחודית ואחר כושר המצאה. בשל כך הוקמה בישראל תעשייה עתירת ידע שיצאו לה מוניטין בכל העולם.

אחד מתחומי הטכנולוגיה המרכזיים שבהם ידועה ישראל הוא התחום הביטחוני של פיתוח אמצעי לחימה - תחום המושתת על יישום טכנולוגיות צבאיות ואזרחיות. התחום נשען על שלוש רגליים עיקריות המביאות לידי ביטוי את עוצמתה הטכנולוגית של ישראל בתחום הצבאי: היכולת לשלב בין עוצמה טכנולוגית לבין עוצמה מדעית; ההתנסות מדי כמה שנים בסבב לחימה - המאפשר לבחון את מערכות הנשק שפותחו ולשפר אותן; הקישוריות והחיבוריות בין כלל האנשים העוסקים במגוון התחומים. הדבר מאפשר לפעול בסבבי פיתוח מהירים ואפקטיביים באמצעות חיבור ישיר בין כלל הגורמים המעורבים בתהליך.

צה"ל הוא צבא המפעיל מערכות לחימה הנמצאות בחזית הטכנולוגיה העולמית (לעתים, יחידות מסוגן בעולם). היתרון האיכותי שלו מושתת החל מאמצע שנות ה-90 של המאה ה-20 על הטכנולוגיה שהוא מפעיל בשדה הקרב. ייעודה של הטכנולוגיה הוא צמצום יחסי השחיקה בשדה הקרב וצמצום האבדות כמענה לרגישות ההולכת וגוברת לנפגעים.²

במשך שנים רבות הצליחה מערכת הביטחון להגיע להישגים גבוהים מאוד בתקציבים נמוכים באופן משמעותי ממדינות מתקדמות אחרות בעולם. אחד המאפיינים הבולטים הוא היכולת המהירה לזהות מגמות טכנולוגיות חדשות ולשלב אותן עם תפישה מבצעית יצירתית. זאת תוך לקיחת סיכונים גבוהים יחסית ויישומן המהיר של הטכנולוגיות לכדי אמצעי לחימה פורץ דרך.

התפתחות הטכנולוגיה האזרחית ביחס לטכנולוגיה הצבאית

אחת המגמות הבולטות בשנים האחרונות היא מעבר מהובלה של טכנולוגיה עילית צבאית להובלה של טכנולוגיה עילית אזרחית-מסחרית. תחומים רבים, שבעבר הובלו על-ידי המערכת הביטחונית, עברו להובלה אזרחית-מסחרית מובהקת, בין היתר: תקשורת, מחשוב, כלי טיס בלתי מאוישים וכלים אוטונומיים.

באוקטובר 2014 קבעה ועדת משרד ההגנה לענייני עסקים

המותאמים לקצב התפתחות הטכנולוגיה והיכולות הנגזרות מכך. כדי להבין טוב יותר את אתגרי המו"פ הביטחוני ביחס לטכנולוגיה האזרחית יובאו דוגמאות שיאפשרו להבין את האתגרים, את הדילמות ואת אופן היישום של המו"פ הביטחוני בתר"ש "גדעון".

מיצוי המידע בצה"ל מהפכת המידע

אחת מההפכות המשמעותיות בעשור האחרון היא מהפכת המידע הדיגיטלי. במידע הדיגיטלי חלו שינויים עצומים בכל ההיבטים: נגישות, נפח, מהירות העדכון והמגוון. ההבנה כי המידע הזה יכול לחולל מהפכה בכל תחומי החיים הביאה את העולם האזרחי לעסוק במקביל בפיתוח של שני רבדים עיקריים של המידע: הרובד האחד עוסק בהפקה של כמויות עצומות של מידע. לשם כך שולבו אמצעי מחשוב בכל האלמנטים של חיינו - עד לפשוטים ביותר; הרובד השני עוסק במיצוי המידע לתועלת המשתמשים - החל באזור הבודד היוצר את המידע וממזה אותו לצרכיו האישיים וכלה בארגונים ובמדינות שממצים את המידע הרלוונטי להם לשם עמידה ביעדיהם. בשנים האחרונות אין איזון בין שני הרבדים. היכולת למצוא את המידע הייתה נמוכה מהיכולת להפיקו. כיום, נעשים צעדים משמעותיים לסגור את הפער הזה. העולם האזרחי, שבו המידע שזור בכל תחומי החיים, מגיב בחוזקה, ומופיעים איך-ספור פתרונות טכנולוגיים - החל ממחקרים אקדמיים וכלה במוצרים זמינים. הפתרונות הללו מתעדכנים בקצב מהיר בניסיון להדביק את הפער שנוצר כתוצאה מן הגידול בכמויות המידע.

מיצוי מידע

מיצוי מידע הוא מונח כללי לתיאור תהליך רב-ממדי שבתחילתו מידע גולמי ובסופו מענה לשאלה. התהליך משלב כמה דיסציפלינות טכנולוגיות, שבהן חלו פריצות דרך בשנים האחרונות, המזינות זו את זו: כוח חישוב, תקשורת וקישוריות, יכולות אחסון ויכולות אנליטיות. פייסבוק, לדוגמה, פיתחה תשתית שמאפשרת (נכון לרבעון השלישי של 2016) מיצוי מידע בין כ-2 מיליארד אנשים. מעצם כך היא מאפשרת להם לשאול שאלות שעד לפני כמה שנים היו לא נתפסות. לדוגמה: "מצא אדם המתעניין בהגנת הסביבה, השתתף בכנס 'מפסולת בניין לארגונים ממוחזרים', מעלה תמונות של יערות הגשם, גר בחדרה, ואשר יש לנו חברים משותפים". כל החיפושים האלה נעשים מתוך כלל משתמשי פייסבוק הקיימים. אם מנתחים את השאילתה הפשוטה הזאת ומפרקים אותה למרכיבים הטכנולוגיים שבהם נערך שימוש לשם גיבוש המענה, מתגלה אוסף גדול של טכנולוגיות הכולל בין היתר: ניתוח טקסט לשם הבנת השאילתה, חילוץ אובייקטים מתמונה, שירותי LBS (Location Based Services) מתקדמים וניתוח קשרים. כל אלה לאחר שכלל המידע המועלה מתעדכן ונשמר, מעובד בשרת-יעל ומובנה על מגוון סוגי חומרי הגלם ששותפו על-ידי מגוון אנשים - מטקסט חופשי ועד תמונה וחזוי. הטכנולוגיות השונות שמרכיבות את תהליך מיצוי המידע נבדלות זו מזו. בעוד היבטי החומרה ממשיכים להיות מובלים על-ידי חברות חומרה מסורתיות (אינטל, NVIDIA, Xilinx, ARM), קצב

הטכנולוגיה האזרחית המתקדמת; ההשקעות הגדולות של המגזר הפרטי, המפתח את הטכנולוגיה לצרכים מסחריים; הסרת החסמים והמגבלות של העברת טכנולוגיה מסחרית אזרחית בכל רחבי העולם - כל אלה מאפשרים ליחידים, לחברות, לארגונים ולמדינות לעשות שימוש בטכנולוגיה מתקדמת אזרחית באופן מגוון ויצירתי. המהפכה החלה זה מכבר. השנים הקרובות הן שנות המעבר שבהן חשוב יותר מאי פעם להבין את המגמה, לעצב את מדיניות המו"פ הביטחוני ביחס לשינויים הדרמטיים החלים בטכנולוגיה האזרחית ולמצוא את הדרך הנכונה. כל אלה כדי לשלב את ההישגים של הטכנולוגיה האזרחית באמצעי הלחימה הצבאיים. המגמה המרכזית הזאת מאתגרת את התפישות שלנו בנוגע למהותו של המו"פ הביטחוני. היא דורשת חשיבה אחרת בנוגע להזדמנויות הגלומות בה, זאת לצד הבנת הסיכונים הטמונים בחובה.

למימוש היכולות המבצעיות על בסיס אימוץ הטכנולוגיות האזרחיות יש כמובן יתרונות רבים: הישענות על השקעות משמעותיות של העולם האזרחי וקצב התקדמות מהיר יחסית מזה של המו"פ הביטחוני. זאת בשל מספרם הרב של השחקנים והמחקרים, מספרם הרב של הצרכים והצרכנים וההפריה ההדדית בין כולם. על אלה נוספת כמובן יכולת שדרוג מתמשכת של יכולות טכנולוגיות. האתגר הגדול של המערכת הביטחונית, כולל המו"פ הביטחוני, הוא לנצל נכון את ההתפתחות המהירה, ולפעול ביעילות כדי ליישם אותה במהירות במערכות של אמצעי לחימה צבאיים.

אנו מאמינים שבאמצעות שילוב של טכנולוגיות אזרחיות בתחום מיצוי המידע, שהותאמו לצורכי צה"ל, עם טכנולוגיות ייעודיות שפותחו ויפותחו, ניתן יהיה לשפר באופן משמעותי את האפקטיביות המבצעית בכל גזרות הלחימה - החל מן הדרג הטקטי ביותר וכלה בדרג האסטרטגי

אתגרי המו"פ הביטחוני בתר"ש "גדעון"

בניין הכוח מוכוון ליצור את היכולות הנדרשות למימוש ייעודו של צה"ל ולהפעלתן מול אויביו. אחד העקרונות המרכזיים בתהליך בניין הכוח, המופיע ב"אסטרטגיית צה"ל", הוא האצת קצב הפיתוח והטמעת מענים טכנולוגיים חדשים, תוך נטילת סיכונים הכרוכים בקיצור משך הפיתוח, זאת כדי להתאימו לקצב השינויים המהיר בסביבה האסטרטגית ובסביבה האופרטיבית.⁴

אחד האתגרים המרכזיים של תר"ש "גדעון" בתחום המו"פ הוא לקדם את החשיבה ואת אופן המימוש של הטכנולוגיות האזרחיות המובילות את העולם הטכנולוגי בכלל, במגוון רחב של תחומים. זאת באמצעות זיהוי מהיר של מגמות טכנולוגיות ומציאת הזדמנויות ליישומן במערכות צבאיות המבוססות על טכנולוגיה אזרחית. כל אלה באמצעות התאמות והשלמות פיתוח ייעודיות וכן בתמיכת אופן החשיבה והרצונות על-ידי מנגנוני החלטה ומימוש מהירים

לעומת מיצוי חלקי של המידע שנאסף כנגזרת מכמות המידע העצומה על האויב, על כוחותינו ועוד. דוגמה מובהקת לכך היא תכנית צי"ד (צבא יבשה דיגיטלי).

עם זאת, עולם המידע בצה"ל כולל כמה מאפיינים המהווים חסמים בדרך למיצוי טוב יותר של שפע המידע הקיים. מידור, לדוגמה, מגביל את היכולת לעשות אינטגרציה בין כלל פריטי המידע. אם צרכן המידע היה מוזן במידע נוסף ללא מגבלת המידור, היה מגיע מהר יותר למסקנות נכונות (לוחמ"ם - לוחמה מבוססת מודיעין - היא תפישה שניסתה לפרוץ את המגבלות ולהנגיש מידע מודיעיני בעל ערך לדרג הטקטי). פער משמעותי נוסף הוא קיומו של מידע מתויג. העולם האזרחי מינף את קיומו של מידע מתויג רב והשקיע מאמצים בפיתוחן של חומרות חזקות לשם שיפור משמעותי בתהליכי סיווג וחיוזי. הבדל משמעותי נוסף הקיים בעיקר בעולם המודיעין הוא שבשונה מן העולם האזרחי, המפתח יכולות שמטרתן להבין את המגמות ואת התנהגות הרוב, בעולם המודיעין הצבאי הדרישה היא לחפש "מחט בערכמות גדולות מאוד של שחת" - לעתים אף בשפות

אחד האתגרים המרכזיים של תר"ש
"גדעון" בתחום המו"פ הוא לקדם
את החשיבה ואת אופן המימוש של
הטכנולוגיות האזרחיות המובילות את
העולם הטכנולוגי בכלל, במגוון רחב
של תחומים

שונות. האתגר במתארים האלה הוא לעתים גדול יותר. דוגמה לתרחיש שיכול ליהנות מן הנכסים המפותחים בתחום מיצוי המידע הוא הכנת תכנית מבצע. זו ניזונה מקלטרים רבים הכוללים בין היתר את המרכיבים הבאים: מטרת המשימה, הכוחות המשתתפים, תנאי השטח, המודיעין וההתמודדות עם אירועים לא מתוכננים. בתרחיש הזה כמות הקלטרים ומורכבות הבעיה הם גדולים. בתהליך המיצוי ניתן ללמוד על ההיסטוריה של כל המבצעים, זאת נוסף על מקרים מתויגים והתגובות אליהן, ולהמליץ על תכנית המבצע האופטימלית מבין אלה שסומנו לסיווג.

אחד היעדים לפיתוח יכולות מאפשרות, המוגדר באסטרטגיית צה"ל, הוא היכולת לבסס רשתיות. היכולת הזאת מאפשרת היתוך מידע מהיר מדיסיפלינות שונות ועיבודו למטרות בקבועי זמן קצרים⁵. כדי לקדם את האתגר המרכזי הזה אנו מנצלים את ההשקעות העצומות המושקעות בעולם מיצוי המידע האזרחי, ומעביר אותו לשימושים הביטחוניים.

נקודת המפגש הזאת בין העולם האזרחי לסביבה הצבאית בתחום מיצוי מידע היא תהליך פורץ דרך המוביל ליצירת ארכיטקטורות חדשות פתוחות וטכנולוגיות חדשות. אלה שואפות להחליף תהליכים מסורתיים - טכנולוגיים, תפעוליים ומבצעיים. אנו מאמינים שבאמצעות שילוב של טכנולוגיות אזרחיות בתחום מיצוי המידע, שהותאמו לצורכי צה"ל, עם טכנולוגיות ייעודיות שפותחו ויפותחו,



רחפן צבאי אישי. בשנים האחרונות, במקביל למו"פ הביטחוני שהתנהל על-פי אמות המידה של המו"פ הביטחוני הקלסי, צמח שוק עצום של רחפנים אזרחיים

הגידול בחברות המספקות פתרונות אנליטיים גבוה לאין שיעור. הימצאותו של מידע מתויג באינטרנט האזרחי המשולב בפתרונות קוד פתוח וחומרה חזקה זמינה, מייצרת הזדמנויות לגופים רבים לייצר פתרונות יעילים מאוד המאפשרים את מיצוי המידע. מדי יום שומעים על קבוצה מצומצמת של אנשים שהפכו בתוך זמן קצר למובילים בתחום אנליטי כלשהו, ונרכשו על-ידי חברה אחרת. בעקבות הרכישה הם משתלבים במהירות במערכת גדולה יותר המנגישה לציבור הרחב את הטכנולוגיה.

מיצוי מידע בצה"ל - הדמיון והשוני ביחס לעולם האזרחי

מהפכת המידע התחוללה גם בצה"ל. השקעה במשך שנים רבות בפיתוח סנסורים בכל הספקטרום, בשילוב עם מידע ארגוני לא מובנה, גרמו לגידול לא פרופורציונלי בהיקף המידע שנאסף. זאת

מחדש, אלא יפנו אותה למיצוי נכסים אזרחיים ולהתאמה שלהם במינימום זמן והשקעה כספית לאתגרים הצבאיים הייחודיים.

אחד האתגרים המרכזיים הניצבים בפני המו"פ הביטחוני מול העולם האזרחי המתפתח הוא תהליך קבלת ההחלטות תוך שימת דגש על השאלה היכן לא כדאי להשקיע. בחינת השאלה הזאת נעשית תוך הבאה בחשבון של הסיכויים מול הסיכונים במטרה להעריך היכן יבצע השוק האזרחי את הקפיצה הטכנולוגית, וזאת בלי להשקיע השקעות ביטחוניות גדולות. דוגמה ממוקדת בתחום הרחפנים - טכנולוגית שנעשתה בצה"ל הוחלט שלא להשקיע במו"פ ביטחוני ביכולות האלה של הרחפנים. זאת בהנחה שהרגולציה האזרחית, המתמקדת בבטיחות ההטסה, תאלץ את החברות האזרחיות לפתח יכולות ואלגוריתמים מתקדמים, כדי להגביר את בטיחות הכלי והסביבה. ואכן, לפני כשנה החלו להופיע יכולות אזרחיות לחלוטין, הנותנות מענה טכנולוגי ליכולת הנדרשת.

לעומת זאת, הערכת מצב דומה שנעשתה בצה"ל בתחום האנרגיה לרחפנים הובילה להחלטה הפוכה על השקעת תקציבי מו"פ ביטחוני ביכולת הזאת. ההחלטה הזאת התקבלה לנוכח ההבנה שקצב ההתקדמות בתחום האנרגיה זמני הטיסה של הרחפנים האזרחיים לא השתנו באופן משמעותי במשך ארבע שנים. בתחום הזה, הצורך הביטחוני נמצא הרחק מן הצורך האזרחי, ולכן נדרשת בו השקעה ייעודית של תקציב מו"פ ביטחוני - זאת כדי להביא להתקדמות משמעותית ביכולות לצרכים צבאיים.

עולם הלוגיסטיקה האווירית הוא תחום נוסף שבו קיימת חפיפה רבה של היכולות הנדרשות בין הצרכים הביטחוניים והאזרחיים. החזון של חברת אמזון כבר ידוע לכול, וכולנו מחכים לחבילה הראשונה שתגיע אלינו עם רחפן. ואולם, הרגולציה האזרחית לטיסה מחוץ לקשר עין מהווה חסם (אם כי זמני) לשימוש בטכנולוגיה הזאת כבר כיום. לפיכך, המו"פ הביטחוני יכול למצות ראשון את הקדמה בתחום, ולנצל את יתרונו הגדול כרגולטור בתחום האווירי הצבאי. ככזה, יכול המו"פ הביטחוני לאפשר שימוש בנכסים שפותחו לשוק האזרחי במגוון יישומים צבאיים לפני שיעשה בהם שימוש על-ידי הציבור הרחב.

תחום הרחפנים הוא דוגמה חיה לשינוי הפרדיגמה באופן ניהול המו"פ הביטחוני ולמיצוי הסינרגיה עם העולם האזרחי. ההבנה היא שהמו"פ האזרחי הוא הזדמנות למו"פ הביטחוני, ומאפשר לו לנצל טוב יותר את המשאבים הקיימים. אנו נדרשים לזהות עולמות תוכן שבהם קצב ההתפתחות בשוק האזרחי אינו ליניארי, ומולם לנהל אחרת את המו"פ: להוציא את התעשיות מאזור הנוחות שלהן, ליצור תחרות בריאה ולהביא בשורה לצה"ל. רחפן לכל מ"מ זה לא חלום - כעת זו מציאות מתהווה.

אימוץ טכנולוגיות אזרחיות - סיכוי מול סיכון

היתרונות הרבים הגלומים באימוצן של טכנולוגיות אזרחיות ויישומן המהיר לשם מימוש יכולות צבאיות יש להן כמובן חסרונות. היתרון האיכותי של צה"ל הפך עם השנים מיתרון באיכות כוח האדם ליתרון טכנולוגי⁶. אנו תופסים את היתרון הטכנולוגי כאחת מאבני היסוד

ניתן יהיה לשפר באופן משמעותי את האפקטיביות המבצעית בכל גזרות הלחימה - החל מן הדרג הטקטי ביותר וכלה בדרג האסטרטגי.

רחפנים בצה"ל

עולם הרחפנים האזרחי פורץ דרך, וגדל באופן מרשים מאוד בארבע השנים האחרונות. בתחום הזה האמירה "רחפן לכל ילד" מתאימה עדיין הרבה יותר למציאות מאשר האמירה "רחפן לכל חייל".

השקעות המו"פ הביטחוני בתחום הרחפנים החלו כבר לפני עשור. בתחילה, היה זה תחום חדשני ופורץ דרך, וכמו כל נושא חדשני, שפיתוחו כרוך בסיכונים רבים, ניהול המו"פ בוצע בשיטה שמרנית: חוזים המבוססים על תשומות, בעיקר, זמן וחומר, ללא מחויבות התעשייה לביצועים, ובהתקדמות מדודה. פעילויות מן הסוג הזה מתבססות על התנהלות מול ספק יחיד, ומטבע הדברים אינן מביאות בקו הסיום מוצר, אלא הדגמה טכנולוגית ראשונית. גם זאת, לאחר שנים ארוכות של מחקר ופיתוח.

בשנים האחרונות, במקביל למו"פ הביטחוני שהתנהל על-פי אמות המידה של המו"פ הביטחוני הקלסי, צמח בממדים אדירים שוק הרחפנים האזרחי. ההבנה שקיים פער בין אופן ההשקעה לבין איכות התוצאה התחדדה כאשר התברר שפעילויות מו"פ המבוססות על תשומות בעולם הרחפנים, אינן מצליחות להביא להצלחה ברמת מדגים טכנולוגי (אב טיפוס להדגמת היתכנות טכנולוגית). לעומת

תחום הרחפנים הוא דוגמה חיה לשינוי הפרדיגמה באופן ניהול המו"פ הביטחוני ולמיצוי הסינרגיה עם העולם האזרחי

זאת, בשוק האזרחי, הטכנולוגיה הפכה מול עינינו למוצר בשל. ההבנה שקיים פער משמעותי ביחס לעולם האזרחי הובילה למסקנה שיש לשנות את התפישה. השינוי הזה נחוץ הן בהיבט אופן ניהול המו"פ בתחום הספציפי הזה, והן במיצוי הנכסים בעולם האזרחי ובהתאמתם לצרכים הביטחוניים. בעולם האזרחי יש שחקנים רבים, והתחרות היא שם המשחק. השוק האזרחי מבוסס על תפוקות, וככזה, ב"רומא התנהל כרומאי" - את תקציב המו"פ שנהוג היה להעביר לספק יחיד, חילקנו לפעילויות שונות. כל אחת מהן מבוססת על תפוקות בתקציב קבוע וידוע מראש ובשיטות התקשורת מתקדמות: פתיחת השוק לתחרות; ביצוע מכרזים מתקדמים המאפשרים הדגמות טכנולוגיות על-ידי כמה משתתפים. כל אלה תוך חיכוך מבצעי עם היכולת המתפתחת בדרגי השדה וקבלת משוב בנוגע לפערים הנדרשים בעולם הצבאי.

השיטות האלה מאפשרות כיום למו"פ הביטחוני להדביק את הפער מול קצב הפיתוח האזרחי. למידה מתמדת ורציפה על ההתקדמות בעולם האזרחי, ומיצוי מיטבי של המשאבים, מאפשרת להכווין את החברות המפתחות לדרך שבה לא יבזבו מאמצים על המצאת הגלגל



כיפת ברזל בפעולה. דרך נוספת להתמודד עם הסיכון היא פיתוח טכנולוגיות ויכולות מבצעיות ייחודיות למדינת ישראל, שייתנו משקל מבצעי ותפישתי מיוחד לתחומים שבהם היתרון הטכנולוגי שלה נשמר

האזרחית עם הטכנולוגיה הצבאית, יזכה בעדיפות ובטכנולוגיה המוצעת.

דרך נוספת להתמודד עם הסיכון היא פיתוח טכנולוגיות ויכולות מבצעיות ייחודיות למדינת ישראל, שייתנו משקל מבצעי ותפישתי מיוחד לתחומים שבהם היתרון הטכנולוגי שלה נשמר (טילים סקטיים, ל"א, מכ"ם ועוד תחומים שאינם מעניינים ממש את

של האסטרטגיה הביטחונית שלנו. ואולם בתפישה הזאת טמון אחד האיומים המרכזיים של אימוץ טכנולוגיות אזרחיות על-ידינו - זמינותה של אותה טכנולוגיה בדיוק גם ליריבנו. הדבר מחייב בירור יסודי של מהות היתרון הטכנולוגי שלנו במצב כזה, אם הוא קיים בכלל. אם האמל"ח שלנו מבוסס על טכנולוגיה שזמינה גם לאויב, אזי הוא יכול להשיג אמל"ח דומה. בנוסף, הוא יודע היטב מהן מגבלותיה וחולשותיה של הטכנולוגיה האזרחית, והיכן ניתן לתקוף אותה כך שתאבד מן האפקטיביות שלה בשדה הקרב.

הדיון הזה אינו תיאורטי מכיוון שהתשובה עליו תשפיע על האופן שבו ניערך לניצול הטכנולוגיה האזרחית. דרך אחת היא התחרות על המהירות שבהפיכת הטכנולוגיה האזרחית לאמל"ח. המשמעות המרכזית של דרך הפעולה הזאת היא הצורך בחידוש מערכות בקצב גבוה - שכן אחרת, גם אם נהיה מהירים מאוד, האויב יסגור את הפער מולנו במהירות. גם האמריקנים מתלבטים בסוגיה, וכחלק מדיוני אסטרטגיית ההיסט השלישי (אסטרטגיה המחפשת דרכים ליצירת יתרון משמעותי לכוחות האמריקניים בשדה הקרב, לנוכח האתגרים הניצבים בפניהם בהווה ובעתיד). ראשי משרד ההגנה מבינים שהמהירות של תהליכי המו"פ והרכש חיונית להצלחתה. זאת בדיוק מכיוון שבסיס הטכנולוגיה הוא אזרחי, ולכן היא זמינה ברובה לכולם, מפותחת על-ידי התעשייה האזרחית, ולא הביטחונית, ואינה ניתנת לשליטה באמצעות הגבלות יצוא. לפיכך, הצבא שיצליח לפתח מהר יותר מערכות אמל"ח, ובתוך כך לשלב בצורה טובה את הטכנולוגיה

הרצון להשיג יתרון יחסי מחייב להשקיע גם בפיתוח יכולות טכנולוגיות ביטחוניות ייעודיות, שיתורגמו יחד עם תפישה מבצעית מתאימה ליכולות מבצעיות משמעותיות שאותן יהיה קשה לאויב להעתיק ולהשתמש בהן

השוק האזרחי).

על המאמץ להיות ארוך טווח וייחודי, ולבסס את היתרון היחסי של צה"ל. זאת על בסיס הגדרת היתרון היחסי, כפי שהוצעה בתהליך כתיבת אסטרטגיית צה"ל 2015, שלפיה "יתרון יחסי הוא מצב שבו שקלול האפקטיביות של הפעלת יכולות שהן חוזקה ישראלית אל

• לוחמה תת מימית.⁹

לאחר כשנתיים של עבודה הציג סגן שר ההגנה בוב וורק¹⁰ את הטכנולוגיות השונות ואת אופן השילוב ביניהן, ומיקד אותן באינטליגנציה מלאכותית ובמכונות אוטונומיות. החזון הטכנולוגי של אסטרטגיית ההיסט השלישי האמריקנית שואף להטמיע אינטליגנציה מלאכותית ומכונות אוטונומיות בתוך רשתות הקרב הקיימות, וליצור למעשה "רשתות לחימה משולבות של אדם ומכונה". האינטליגנציה המלאכותית אמורה להשתלב בתוך שכבות הרשת הקיימות כדי להגיע לסימביוזה בין אדם למכונה. לדברי וורק, התחומים העיקריים (אך לא הבלעדיים) בסימביוזה הזאת יהיו לוחמה אלקטרונית, הגנה נגד טילים והגנה במרחב הסייבר.



אינטליגנציה מלאכותית.
ליצור למעשה "רשתות לחימה משולבות של אדם ומכונה"

סיכום

ההתפתחות המואצת של הטכנולוגיות האזרחיות טומנת בחובה אפשרויות רבות של קיצור תהליכים ומינוף השקעות אזרחיות, והדבר מאפשר לממש מדיניות של רכיבה על הגל האזרחי. עם זאת, לתהליך מרכזי כזה יש גם חסרונות מובנים, הדורשים הבנה והפנמה של הסיכונים הטמונים באימוץ משמעותי של טכנולוגיות אזרחיות, ובחינת השפעה של התהליכים האלה על הגעה ליתרון יחסי ממשי לטווח הארוך.

פ' סקוט פיצ'רלד כתב: "אינטליגנציה מהמעלה הראשונה נבחנת ביכולתה לעסוק בשני רעיונות נוגדים בעת ובעונה אחת, זאת בלי לפגוע בתפקוד".¹¹ ההתקדמות בשני התהליכים בו-זמנית בתר"ש "גדעון" היא המפתח ליצירת אותו יתרון יחסי. תהליך קצר טווח, המכוון להגעה מהירה להישגים המבוססים על טכנולוגיה אזרחית - לרכוב על הגל של אימוץ מהיר של טכנולוגיות אזרחיות זמינות ובשלות, ולפתח מהן יכולות מבצעיות. זאת, לצד תהליך ארוך טווח, המכוון להגעה להישגים משמעותיים בעוד עשר שנים - "אסטרטגיית הזינוק" - על-ידי השקעה משמעותית של תקציבי מו"פ ביטחוני בתחומים טכנולוגיים ייחודיים תוך שילוב עם תפישות מבצעיות חדשניות. התהליך הזה יאפשר לפתח יכולות מבצעיות שעמן האויב יתקשה להתמודד - יהיה לו קשה להשתמש בהן או להעתיקן בגלל היותן ייחודיות, זאת בשונה מיישומי הטכנולוגיה האזרחית.

ההערות למאמר הזה מתפרסמות באתר הוצאת מערכות.

מול תורפות האויב מביא להישג אסטרטגי (וכמשתמע מכך, לא כל חוזקה ישראלית היא באופן אוטומטי יתרון יחסי). יתרון יחסי אינו מצב קבוע, והוא יכול להשתנות תוך כדי עימות. הוא דורש פיתוח ותחזוקה מתמידים.⁷

הרצון להשיג יתרון יחסי מחייב להשקיע גם בפיתוח יכולות טכנולוגיות ביטחוניות ייעודיות, שיתורגמו יחד עם תפישה מבצעית מתאימה ליכולות מבצעיות משמעותיות שאותן יהיה קשה לאויב להעתיק ולהשתמש בהן. זאת בדומה ליכולת שלו להעתיק יכולות של צה"ל המבוססות על טכנולוגיות אזרחיות.

תהליך "אסטרטגיית הזינוק" המתקיים כיום בצה"ל ובמערכת הביטחון שם לעצמו כיעד למקד את המאמצים כדי למצוא בין היתר יכולות טכנולוגיות מהפכניות. השקעה ביכולות האלה במשך שנים, נוסף על תפישה מבצעית מתאימה וחדשנית, יזניקו באופן משמעותי את עוצמתו של צה"ל.

תהליך דומה התפתח בארצות-הברית בהובלתם של שר ההגנה

האינטליגנציה המלאכותית אמורה להשתלב בתוך שכבות הרשת הקיימת כדי להגיע לסימביוזה בין אדם למכונה

הקודם אשטון קרטר וסגן שר ההגנה הקודם בוב וורק. הרעיון המנחה של התהליך הזה הוא אסטרטגיית ההיסט השלישי. במשרד ההגנה האמריקני נעשית חשיבה רבה בעניין הזה, והתובנות שלהם בנוגע לעיצוב התהליכים בהמשך משפיעות במידת-מה על תהליכי החשיבה והפעולה במשרד הביטחון של ישראל ובצה"ל.

קרטר טען כי בניגוד לעבר, משרד ההגנה האמריקני אינו מסוגל לשלוט בהתקדמות הטכנולוגית ולהכווין אותה. בעבר הטכנולוגיה החשובה מומנה ברובה על-ידי משרד ההגנה האמריקני, ואילו כיום חלק גדול יותר מן הטכנולוגיה הוא אזרחי, והבסיס הטכנולוגי שלה גלובלי. כתוצאה מכך, שחקנים רבים בעולם (מדינותיים ולא מדינותיים) יכולים להשתמש בטכנולוגיה האזרחית הזאת ללא המגבלות שהיו קיימות בעבר.⁸

האמריקנים הגדירו ב-2014 כמה טכנולוגיות מפתח באסטרטגיית ההיסט השלישי:

- רובוטיקה.
- מערכות אוטונומיות.
- מזעור.
- ביג דאטה.
- ביר-טק.
- טכנולוגיות ייצור מתקדמות (למשל, הדפסה תלת ממדית).
- סייבר.
- לוחמה אלקטרונית.
- הנעה שגא (היפר) קולית.
- תחמושת מתקדמת.