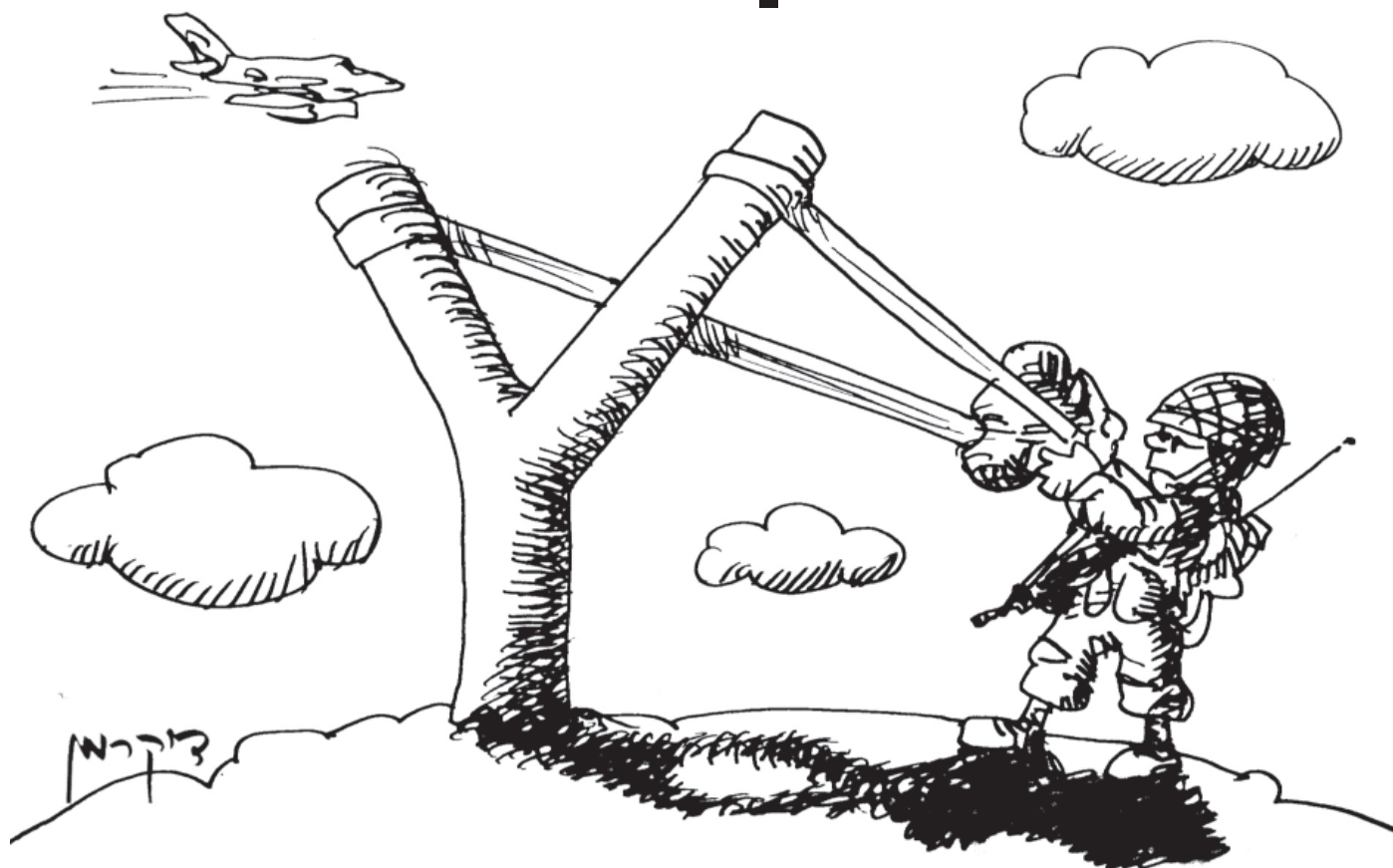


עקרונות למחקר ופיתוח בעידן הנוכחי



תהליכי המחקר והפיתוח הקיימים כיום מעודדים למעשה בדלנות ובידוד, נותנים משקל נמוך מדי להיבטים של תחזוקה ושל עדכון עתידי. במקביל, תהליכים בבניין הכוח מחייבים שילוביות, שיתופי פעולה ושיקולים כלכליים ארוכי טווח. לפיכך נדרשת חשיבה מחודשת על התפיסה הנוכחית של המחקר והפיתוח כך שתהפוך לעדכנית יותר ולמתאימה יותר. המאמר הזה מנסה להתוות את העקרונות המנחים לתפיסה כזאת



◀ סא"ל יריב חסר

מפקד יחידת תוכנה בחיל
האוויר

מבוא¹

עידן המידע (Information Age) והעידן המודרני מתאפיינים בקישוריות רבה בין מערכות הנשק השונות ובפרט בין פלטפורמות, חימוש, חישנים, מערכות מידע ולוחמים. הקישוריות הזאת מאפשרת החלפת מידע ונתונים מחד גיסא וכן קבלת החלטות משותפות באמצעות אנשים ובאמצעות מכונות אוטומטיות מאידך גיסא. בדוגמאות מהלוחמה המודרנית בעשור האחרון אנו רואים את המשמעות של היכולת להחליף מידע ונתונים בין מגוון מערכות הנשק. במקביל ניתן לזהות את ניצני ההשלכות של המערכות המקושרות לקבלת החלטות ושל יישומי הרשת המקושרים. נוכח הניצנים האלה מזהים כבר היום במערכות הביטחון בארץ ובעולם את הפוטנציאל הגלום ביישומים האלה.

תעשיות הביטחון וגופי המחקר והפיתוח השונים פועלים כדי לממש את הפוטנציאל הגלום בטכנולוגיות המתפתחות ובלוחמה מבוססת הרשת. אולם במקביל מושקע מאמץ אדיר בגורמי הקישוריות השונים שיאפשרו להחליף מידע ונתונים בקצבים ובאיכויות הדרושות הן לצורך שיתופיות במידע, אשר כאמור מביאה עימה תועלות רבות, והן לצורך יישומי רשת שונים לזמן הזה ולעתיד. "המהפכה המתחוללת מציבה את הידע על שלל צורותיו בלב העוצמה הצבאית".²

למרות זאת תפיסת המחקר והפיתוח הקיימת גורמת לכך שחלק ניכר מהמו"פ מוקדש לביצוע התאמות והשבחות לרשתות נתונים קיימות, לגישורים ולקישורים שונים, להשבחות של מערכות נשק קיימות ועוד. ההיקפים של ביצוע ההתאמות, שלמעשה הן שימור הקיים על חשבון העתיד, הם עצומים ותופסים נתח משמעותי מכל פרויקט ותוכנית מו"פ העוסקת בקישוריות. בהתחשב בעובדה כי "מי שלא נמצא ברשת אינו קיים", מדובר ברוב, אם לא כל, הפרויקטים הנמצאים בקנה של תהליכי המו"פ השונים.

ראייה מפוכחת של העתיד מלמדת שהיקפי השימור של הקיים וההתאמות הנדרשות למערכות העתיד שנועדו לתמוך ביכולות העבר רק יילכו ויגברו. הדבר נובע בחלקו מהעובדה שאנו נמצאים רק בראשיתו של עידן ייצור הנכסים בתחומים האלה, בחלקו מהעובדה שחלק ניכר מהמו"פ שהושקע בעבר נדרש להיות מושקע מחדש כתוצאה מחוסר היכולת לבצע בו שימוש חוזר ובחלקו מהעובדה שהתקציבים הפוחתים למו"פ יאלצו את כוחות הביטחון לפתח ולהצטייד באופן מדורג יותר. לפיכך צה"ל בכללותו וכל זרוע בפני עצמה יימצאו בשלבי מעבר תמידיים

בין טכנולוגיות ומערכות נשק.

כתוצאה מכך ומתוך הבנה כי בניין הכוח אינו רק פיתוח אמלי"ח אלא גם, בין השאר, פיתוח תפיסות ומתודולוגיות, עלינו לנסות לבחון את תפיסת הפיתוח והמחקר הקיימת ולראות כיצד ניתן לתכנן ולפתח מראש מערכות נשק מקושרות ומתואמות. אין מדובר רק באתגר טכנולוגי, אלא גם באתגר כלכלי ומבצעי של השגת יכולת קישוריות מלאה. המאמר הזה מנסה לנתח את מאפייני המו"פ בעידן הנוכחי בהקשרם הצבאי, את שדה הקרב העתידי ואת המגמות המסתמנות בו וכן את נקודות החולשה הקיימות במנגנונים ובתהליכים הנוכחיים של המחקר והפיתוח. בסיום המאמר מוצעים כמה עקרונות מנחים שאינם שלמים ומלאים, אך הם משמשים יריית פתיחה לדיון משמעותי יותר על תפיסת הפיתוח והמחקר הנדרשת לצה"ל ולכלל גופי הביטחון.

כבר מניתוח ראשוני של מלחמת לבנון השנייה ניכר כי קיימות כמה נקודות חולשה בתהליכי הנוכחיים של בניין הכוח ובמיוחד בתהליכי בניין הכוח שנעשים במהלך הלחימה עצמה. נושא השילוביות, השיתופיות במידע וכן משכי הפיתוח ומהירות המעבר מזיהוי צורך ועד להבאת הפתרון המבצעי השלם מקבלים משקל וחשיבות רבים בבואנו להגדיר תהליכים של פיתוח אמלי"ח ושל בניין כוח לעידן הנוכחי.

תהליכי המחקר והפיתוח הנוכחיים

תהליכי המחקר והפיתוח הנוכחיים מבוססים על שני עקרונות בסיסיים:

1. מחקר ופיתוח של תשתית טכנולוגית. התהליכים האלה מתאפיינים לרוב ביוזמות ספורדיות מטעם התעשייה הביטחונית והאזרחית בכלל

הנושאים בעלי העניין הצבאי והביטחוני ונעשים על-פי רוב במימון משולב של הגורם היוזם ושל משרד הביטחון באמצעות מפא"ת.

2. פיתוח יכולות מבצעיות נעשה על-ידי כלל זרועות הביטחון באמצעות הגופים הטכנולוגיים הפנימיים שלהן ובאמצעות התעשיות תוך הסתמכות על מודל ארבע הרגליים (גוף משתמש, גוף דורש, גוף מפתח, גוף מבצע). על-פי רוב ניתן לבחון פיתוח מהסוג הזה באמצעות משפט יחיד ובסיסי המתאר את היכולת המבצעית החדשה המושגת.

בעוד שניתן לבחון את נושאי המו"פ התשתית בהיבטים דומים, יתרכז המאמר הזה בבחינת תהליכי הפיתוח של יכולות מבצעיות מלאות (כלומר, Full Scale Development) והתאמתן לסביבה הנוכחית והעתידית.

תחילתו של פיתוח יכולת מבצעית היא על-פי רוב בהגדרת צורך מבצעי ובאישורו באמצעות הגוף הדורש. עם קבלת האישור הזה פונה הגוף הדורש לגוף המפתח לצורך בניית תוכנית הפיתוח והמחקר הדרושים, להקצאת משאבים וכו'.

הגוף המפתח (באמצעות הגופים השונים בתוך הזרועות ואו בתעשייה) מבצע תהליך של התכנסות, של הערכת לוחות הזמנים ושל תמחור לפרויקט - לרוב במקביל לתהליך טיוב ופירוט הדרישות מהגוף הדורש העוסק בכך במתואם עם המשתמש העתידי. משעה שהתכולות, לוחות הזמנים והיקפי המשאבים מוגדרים ומקובעים (באמצעות דרישה מבצעית), עוסק הגוף המפתח בניהול פרויקט הפיתוח, תוך מתן דין וחשבון בסקרים רשמיים מול הגורם הדורש. עם השלמת הפיתוח מתחיל שלב ההערכה וההטמעה מול הגוף המפתח בתיאום הגוף

תרשים 1: תהליך מחקר ופיתוח

שלב	גורם מעורב	משתמש קצה	דורש	מפתח	מבצע	משך ממוצע (בחודשים)
צורך מבצעי	*					-
בדיקת היתכנות			*	*		6
מענה לבדיקת היתכנות			*	*	*	3
דרישה מבצעית			*	*	*	3
חווה			*	*	*	3
פיתוח			*	*	*	30
בדיקות			*	*	*	6
הערכה			*	*	*	6
תקניות			*	*	*	-
הטמעה		*	*	*	*	12
סה"כ:						69
						כ-4 שנים וחצי

הדורש עד לקבלת תקניות ומבצעות של היכולת הנדרשת. תיאור סכמטי של התהליך הזה מובא בתרשים 1.

התהליך הזה הוא אומנם מבני וברור ולכן מגדיר באופן מוחלט את הגורם הדומיננטי בכל שלב, ובהתאם לכך את אחריותו של כל גורם בתהליך, אך עם זאת הוא סובל מכמה חולשות בסיסיות. כפי שנראה בהמשך, החולשות האלה מתעצמות מול מאפייני העידן הנוכחי ושדה הקרב העתידי:

1. קיים נתק בין הגורם המשתמש לגורם המבצע והמפתח במשך רוב הפרויקט. למעט כמה סקרים פורמליים במהלך חיי הפרויקט, המפגשים עם המשתמשים ועם הגוף הדורש הם ביוזמת הגורם המפתח או המבצע ועל-פי רוב דרגת החופש בשינוי התכן הפנימיים נתונה בידיהם לחלוטין בלא התחשבות משמעותית בצרכים מבצעיים נוספים (בין שחשופים להם ובין שלא), ביכולות גידול עתידיות, בהשלכות על יכולות מבצעיות אחרות וכו'.

2. הגוף המפתח נמדד ונבחן אך ורק על בסיס הצלחתו ביישום היכולת המבצעית הבסיסית הנדרשת. לכל הדעות, פרויקט מוגדר "מוצלח", אם עמד (פחות או יותר) בלוח הזמנים, במשאבים וביכולות הבסיסיות שנגזרו ממנו. אם היכולות האלה הן בסיס בלבד ליכולת אחרת, היא לא נבחנת ולא נמדדת במסגרת הפרויקט הראשוני. כמו כן לא נבחנות ההשלכות על היבטים מבצעיים אחרים. יכולות לגידול עתידי, קישוריות למערכות נוספות וכו' אף הן אינן חלק מהותי ואמיתי ממדדי הפרויקט, ולפיכך אינן הופכות לצורך ממשי בפני הגופים המפתחים והמבצעים. כתוצאה מכך מכלול ההיבטים הזה תלוי כמעט לחלוטין בראייה המערכתית והעתידנית של הגופים האלה וברצונם הטוב.

3. הגופים המפתחים והמבצעים הם אוטונומיים לחלוטין בפתרונות הטכניים בפרויקט. תהליך הפיתוח הממוצע מאפשר בידול והפרדה של הפרויקט מכלל תהליכי בניין הכוח ומתהליכים עתידיים המתוכננים להתבצע. כתוצאה מכך מתאפשרים פתרונות נקודתיים וייחודיים לפרויקט הספציפי בלא השלכת משמעותם בראייה כוללת. האחריות על השילוביות היא למעשה על הגוף הדורש במסגרת הדרישה המבצעית, אולם לרוב יכולתו המוגבלת להעמיק בתחומים השונים והבנתו הטכנית המצומצמת אינן מאפשרות מיצוי שילובים טכניים מורכבים שאינם מיידיים או הכרחיים ליכולת המבצעית הבסיסית.

מאפייניהם של שדה הקרב העתידי ושל עידן המידע

אין מטרתו של המאמר הזה לסקור את מכלול מאפייניו של שדה הקרב העתידי ושל עידן המידע. לצורך כך ניתן לקרוא כמה מאמרים וספרים שנכתבו בנושא, בין השאר "הלם העתיד" ו"מלחמה ואנטי מלחמה" של אדווין והידי טופלר, "דמותו של החייל הרגלי במאה ה-21" (מערכות 387) ו"לוחמה מבוצרת ומולקולה דינמית" (מערכות 395).

במאמר הזה אבחן כמה מאפיינים שלדעתי הם בעלי רלוונטיות לתפיסת המחקר והפיתוח:

1. **דינמיות רבה.** מגמת ביזור הכוח ואיתה אפקט ההאצה והמעבר מכוחות מתמרנים לאש ולאש מתמרנת מובילים למהלכי לחימה דינמיים מאוד, שבהם ניתן בפרקי זמן קצרים להכריע או ליצור אפקטים משמעותיים אצל היריב.
2. **שילוביות מלאה.** התפיסה המוכוונת אפקטים גורסת למעשה שילוביות מלאה בין ארסנל הכוחות הלוחמים הן ברמת הזרועות והן ברמת אמצעי הלחימה כדי שמגוון החישים ואמצעי המודיעין יעמדו מול מגוון החימוש הרלוונטי ויאפשרו חיבור מלא ושקוף ביניהם. "הידע הפך שקול בחשיבותו לכלי נשק ולטקטיקה, מאשש

תהליך הפיתוח הממוצע מאפשר בידול והפרדה של הפרויקט מכלל תהליכי בניין הכוח ומתהליכים עתידיים המתוכננים להתבצע

את התפיסה שלפיה ניתן להוריד את האויב על ברכיו, בעיקר באמצעות הרס ושיבוש אמצעי הפיקוד והשליטה שלו.³

3. **לוחמה מבוססת רשת שהיא המשך ישיר לתפיסת השילוביות ואולי במידה מסוימת השלב ההתפתחותי הבא.** לוחמה מבוססת רשת היא מאפיין בולט לכל לחימה עתידית. אומנם רבות נכתב על הנושא הזה, אולם אין ספק שתחום הלוחמה הזה הוא עדיין בחיתוליו. נכון להבחין בין לוחמה מבוססת רשת על בסיס אמצעי הלחימה והפלטפורמות הקיימות, אשר את ניצניה המבצעיים ניתן לראות כיום, לעומת העתיד שבו צפויים להתפתח פלטפורמות ואמצעי לחימה המבוססים על הרשת ולכן הם יהיו שונים בכמה היבטים (נחילים מסתגלים, אלגוריתמים מבוזרים, מורכבות, הסתמכות על רשת, קישוריות ועוד).
4. **לוחמת מידע.** המושג הזה כולל את הלוחמה

על התודעה, את הלוחמה האלקטרונית, מודיעין ומערכות המידע. הסוגיה של לוחמת המידע נסקרה באריכות במאמר "הידע כמרחב לחימה חדש" (מערכות 385). "העידן הזה מביא את הכוח הלוחם אל מול אתגרי הגידול המואץ של המידע, של מקורות המידע ושל הפצתו, המסתייעים בטכנולוגיות המידע החדשות. המידע מציע הזדמנויות ייחודיות, אך גם מציב בפני הכוח סיכונים ואתגרים שההתמודדות עימם קשה במיוחד. באותה העת מאפשרת טכנולוגיית המידע גם לאויב לנצל את יתרונותיה".⁴

5. **אבני בניין גרניות.** בד בבד עם ההתפתחויות הטכנולוגיות וההיבטים התקציביים עולה הצורך לפתח ולהפעיל יותר ויותר רכיבים בסיסיים ואף מערכות מבצעיות מלאות וגרניות. המגמה הזאת באה לידי ביטוי הן בקנייה מהמדף של מוצרים אזרחיים והן בפיתוח של טילים גרניים למגוון פלטפורמות ושימושים ושל מגוון ראשי ביות.
6. **תהליכים אבולוציוניים.** חלק מהתהליכים המתרחשים בתחומי בניין הכוח הצבאי ניתן לכוונת תהליכים אבולוציוניים שבהם מערכים, פלטפורמות, אמצעי לחימה ומתודולוגיות לחימה שונות הולכים ומתפתחים, הולכים ומשתפרים עם הבשלת השימוש בהם או בטכנולוגיה המרכיבה אותם.
7. **תהליכים רבולוציוניים.** במקביל לתהליכים האבולוציוניים ניתן לזהות כמה תהליכים מהפכניים שאינם מהווים התפתחות ישירה של דבר קודם (לדוגמה, תפקיד מערכות המידע מסוג זמן אמת בלחימה). נוסף על כך קיימים תהליכים מהפכניים הפוכים, המוציאים מכלל רלוונטיות באופן כמעט מוחלט אמצעים שליוו את העולם הצבאי במאה ה-20.
8. **טכנולוגיות אזרחיות ורגולציה.** במסגרת תהליכי האבולוציה והרבולוציה באמצעי לחימה ובפלטפורמות הולך ועולה החלק של רכיבים ושל אמצעים אזרחיים סטנדרטיים בפיתוחים ובשימושים צבאיים. כתוצאה מכך מתבססות למעשה מערכות צבאיות רבות על סטנדרטים ועל תקנים בין-לאומיים תעשייתיים שונים - בין אם במתכוון ובין אם במקרה.

הצורך בשינוי תפיסת המחקר והפיתוח

מהסקירה שלעיל ניתן לראות כי בעוד שתהליכים טכנולוגיים ותהליכי הלחימה הולכים ומתקצרים בזמן, תהליכי הפיתוח בעולם הביטחוני אורכים

בעוד שתהליכים טכנולוגיים ותהליכי הלחיתה הולכים ומתקצרים בזמן, תהליכי הפיתוח בעולם הביטחוני אורכים זמן רב עקרונות מנחים לתפיסת פיתוח ומחקר

מן הראוי שיאמר כי על אף מכלול החולשות הקיימות במודל הנוכחי קשה ליצור מודל מלא ושלם שיתמודד בהצלחה יתרה עם החולשות הקיימות ועם אתגרי העתיד. למרות זאת ניתן לגבש כמה עקרונות מנחים מרכזיים לתפיסת מחקר ופיתוח רלוונטית לעידן הנוכחי:

1. ארכיטקטורה פתוחה וקישוריות. כל פרויקט פיתוח נדרש להיות מבוסס על ארכיטקטורה פתוחה המאפשרת החלפת רכיבים פנימיים ברכיבים אחרים (לאו דווקא מאותו היצרן) מול ממשק ברור ומוגדר לשאר המערכת/פרויקט. נוסף על כך יש להבטיח שהמערכת בכללותה תספק את מרב האמצעים לקישוריות ולהעברת המידע המגיע אליה והמיוצר בה למערכות פוטנציאליות אחרות. במקביל נדרש מהמערכת להיות מסוגלת לקבל את המידע הדרוש לה ממגוון מקורות ללא הבחנה (מלבד זו המתחייבת). היעד בתחום הקישוריות הוא שביצועה יהיה שקוף (Seamless) לחלוטין למשתמש המבצעי או להשלכות מבצעיות.

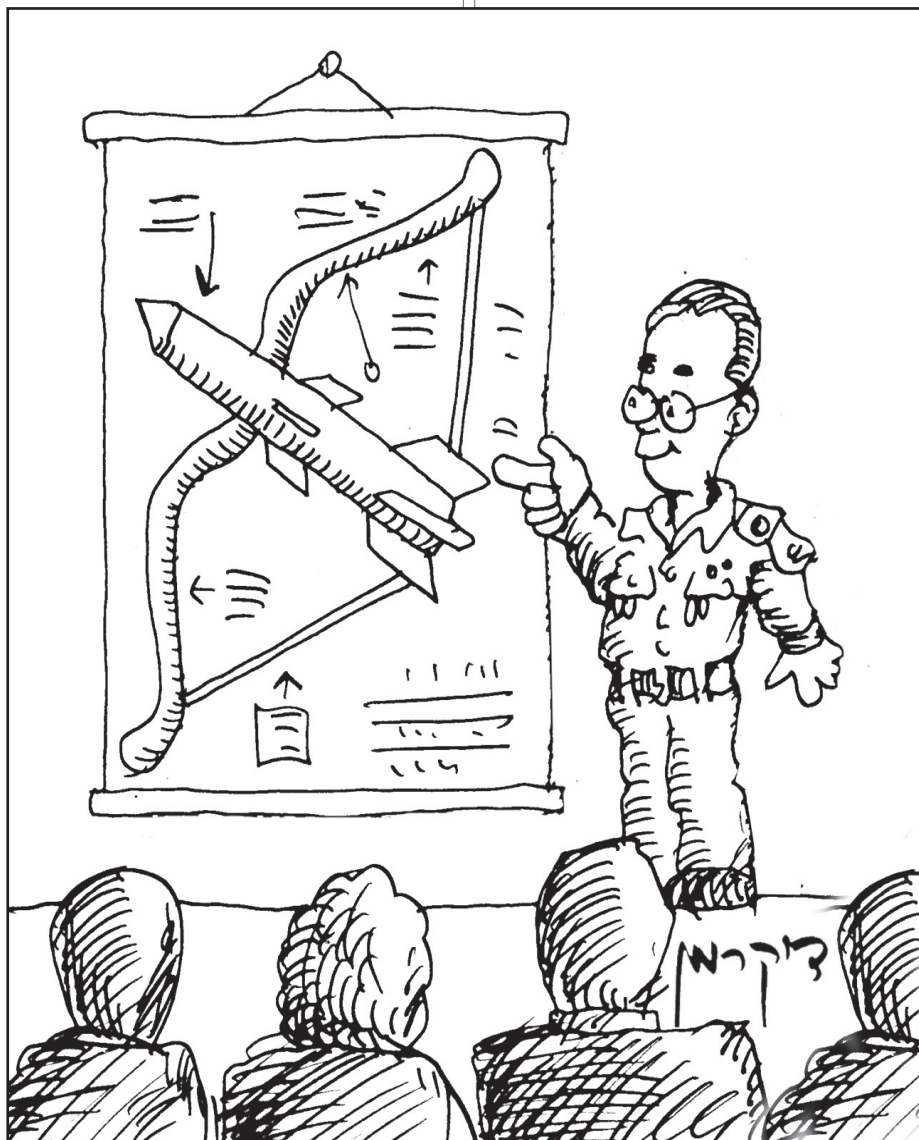
2. סטנדרטיזציה, גנריות, שימוש חוזר. כדי לעמוד

זמן רב. נוסף על כך, בעידן של תקציב ביטחוני הולך ופוחת ושל מעבר לאבני בניין גנריות הן בטכנולוגיות האזרחיות והן בטכנולוגיות הצבאיות, תהליכי הפיתוח הביטחוני ממשיכים למדוד, לתגמל ולקיים בנייה של יכולות נקודתיות וממוקדות ולא דווקא יכולות גנריות מקושרות.

בעוד שבשדה הקרב העתידי אנו נדרשים לשילוביות מקסימלית, לקישוריות בין מערכים וזרועות ובין מערכות, ממשיך מודל המחקר והפיתוח הקיים למדוד ולבחון את הפרויקט הבודד מחוץ להקשר הסביבתי ולמעשה אף מעודד את הגוף המממש לבדלנות ולפתרונות נקודתיים כדי להקטין את התלות (שכאמור נדרשת מעצם מאפייני הלחימה המודרנית) בפרויקטים ובמערכות קיימות ושביטוח ולהבטיח את הצלחתו של הפרויקט הבודד גם במחיר פגיעה (לא מכוונת) בתהליכים מערכתיים של בניין הכוח.

אף שהעולם המודרני מבין שפריסת תשתיות ובניין יכולות בסיסיות הם הבסיס להתפתחות מגוון של אמצעים ושל כלים מודרניים, הרי תפיסת הפיתוח הצבאית-ביטחונית - בין השאר בגלל הסד התקציבי - מתעקשת ליצר יכולות מבצעיות מיידיות ולא דווקא תשתיות מבצעיות כוללת, ולכן מתקשה להגדיר צרכים מבצעיים למערכות ויכולות שהן תשתיות בעיקרן (ראו פרויקט צבא היבשה הדיגיטלי - צי"ד). להלן רשימה של סימפטומים המאפיינים את הבעייתיות הנובעת מהפער התפיסתי בין העולם המודרני והלחימה המתקדמת לבין תפיסת הפיתוח הקיימת:

1. מערכים ומערכות שאינם מקושרים.
2. ממשקים ויכולות מפותחים פעם אחר פעם בהקשרים שונים ואו ללקוחות שונים.
3. קישוריות ושילוביות רחבה נדחית לרוב לפרויקטי המשך ואינן נכללות בפרויקט הבסיס.
4. שילוב של מערכות ויכולות צורך שיעור הולך וגדל ממשאבי פרויקטים.
5. פרויקטים של תשתיות נדחים, נפרסים תקציבית ולעיתים אף מוקפאים ומבוטלים.
6. התאמת יכולת וידע טכני קיימים בגוף אחד לגוף אחר לרוב אינה כדאית (כלכלית, קלנדרית). כתוצאה מכך היקפי השימוש החוזר בפיתוח הם נמוכים מאוד.
7. תופעת "הפילים הלבנים" (מבצעיים וטכניים).
8. "המולת מידע"⁵ באמצעי הפיקוד והשליטה. ההמולה הזאת מצריכה השקעת אנרגיה מבצעית לסנכרון ולתיאום.



מיצוי המיטב מתקציבי המחקר והפיתוח הקיימים, את מינוף המכירות של התעשיות הביטחוניות של ישראל, יבטיח קישוריות ושילוביות אמיתיים ובעיקר את התאימות לעתיד.

סיכום

המאמר הזה סקר את המאפיינים ואת החולשות של תפיסת המחקר והפיתוח הקיימת כיום במגזר הביטחוני-צבאי נוכח המאפיינים והאתגרים של שדה הקרב העתידי ושל העידן המודרני, שמולם אנו עומדים, ולאור לקחי המלחמה האחרונה בלבנון. באמצעות הסקירה הזאת הוברר הצורך לשנות את תפיסת הפיתוח הקיימת.

המאמר ניסה להציע כמה עקרונות מנחים וכלליים שיש בהם צורך כדי שישמשו מעין רעיונות מסדרים לתפיסת מו"פ עדכנית. מן הראוי שיאמר כי המכלול הזה של העקרונות המנחים אינו בהכרח שלם, מלא או מדויק, אלא יריית פתיחה לדיון ולשיח מעמיקים, שלדעתי חייבים לקיים בתיאום ובשיתוף עם כלל גופי בניין הכוח והטכנולוגיה במערכת הביטחון. דיון כזה חייב להיעשות מתוך רצון למצות את הפוטנציאל האדיר הגלום במערכת הזאת באמצעות תהליכי מחקר ופיתוח תומכים ורלוונטיים.

להערכת, עם פתיחת שיח משמעותי וכולל בנושא הזה יזוהה הצורך בשינוי משמעותי ועמוק, שלפחות בחלקו יהיה בעל המאפיינים שתוארו לעיל. בעקבות כך תידרש מערכת הביטחון לבחון את תהליך ביצוע השינוי ואת דירוגו באופן שיאפשר את המשך בניין הכוח במקביל להתאמתו לצרכים ולאתגרים של העתיד. מפאת קוצר היריעה לא נידונו במאמר הזה השינויים האלה ותהליכי הטמעתם.

הערות

1. המאמר הזה - בגרסה מוקדמת יותר - נבחר למאמר המצטיין של קורס פו"ם אפק י"א.
2. אדווין והייד טופלר, **מלחמה ואנטי מלחמה**, ספריית מעריב, 1994.
3. Alan D. Campen, **The First Information War**, AFCEA, 1992.
4. מ' סטארי, "Information Operation", **Military Review**, 1996.
5. הרצאתו של פרופ' ניל פוסטמן בכנס יבמ ב-1990. ההרצאה פורסמה גם בכתב העת סטטוס.

השוטפת ואף את השדרוגים וההתאמות שיידרשו לאורך זמן. כיום עלות הפיתוח הראשונית של פרויקט היא בממוצע רק 25% מכלל עלות מחזור החיים שלו. באופן טבעי, נדרש לשאוף להעלות את השיעור הזה בפרויקטים. במקביל יש להתחשב בשיעור הזה במסגרת תהליכי קבלת ההחלטות ושיקולי העלות-תועלת. במיוחד יש לשקלל זאת כדי להימנע ממצאת לפיתוח מערכת שאין לנו יכולת להצטייד בה או לקיים אותה לאורך זמן בהיקף שיהיה משמעותי מהבחינה המבצעית.

7. רגולציה. בשלב האחרון, במקביל לתהליכים האזרחיים, נכון יהיה להגדיר ברמה כזאת או אחרת רגולטור שיבטיח את הסטנדרטים ואת הממשקים הגנריים מול גורמי המחקר והפיתוח השונים, יעדכן אותם בפרקי זמן קבועים ויעניק תווי תקן ומתאימים למערכות השונות. ניתן להקביל גוף כזה לגוף המקצה את תדרי התקשורת במדינת

קצב תהליך המו"פ הוא איטי באופן משמעותי מקצב התפתחותה של הטכנולוגיה, והדבר הופך להיות צוואר הבקבוק בהגשמת הרצונות, הצרכים והתפיסות המתעדכנים ומשתנים של הגורמים המבצעיים

ישראל, שהוא הרגולטור לרמה הפיזית של רשתות התקשורת והנתונים בכל המדינה ומקצה ומבטיח תאימות ברמת התדרים. במקביל קיים גם רגולטור בתחומי ההצפנה במדינה ולעוד כמה נושאים. רוב הגופים האלה עוסקים בסוגיות שהן למעשה הרמה הנמוכה ביותר ברשתות הנתונים והמידע במדינה או בזרועות הביטחון. הרגולטור המוצע נדרש להבטיח את הרמות הגבוהות יותר העוסקות במידע עצמו, בממשקי המערכות וביישומים עצמם.

השינויים המבניים שנדרשים ושנגזרים מהעקרונות שלעיל הם מחוץ להיקפו של המאמר הזה. אם יימצא טעם בגישה החדשה הזאת לעקרונות הפיתוח והמחקר העתידיים, נכון יהיה לבצע בחינה מקיפה של גורמי המחקר והפיתוח השונים בזרועות הביטחון. לאחר מיפוי של האחריות ושל תחומי העיסוק ניתן יהיה לבחון את הסוגיות שלעיל ולגבש מודל מבני נכון יותר וראוי יותר למחקר ולפיתוח בעידן המודרני. על פניו וללא ניתוח מעמיק ניכר כי נדרש להגדיר מעין רגולטור המעניק תווי תקינה לכל הפיתוח הביטחוני הנעשה בעבור צה"ל ובעבור כל התעשיות הביטחוניות. גוף כזה יאפשר להבטיח את

בהיקפי הממשקים בין מערכות ובתוך מערכות ומול רשתות שונות נדרשת הגדרת סטנדרטיזציה ושפה משותפת בין מערכות ובתוכן. כדי להשיג זאת נכון יהיה להתבסס על רכיבים גנריים ולעשות בהם שימוש חוזר במרב המערכות תוך הגדרות של סטנדרטים ברורים לפיתוחים מסוגים שונים.

3. פיתוח איטרטיבי. קצב תהליך המו"פ הוא איטי באופן משמעותי מקצב התפתחותה של הטכנולוגיה, והדבר הופך להיות צוואר הבקבוק בהגשמת הרצונות, הצרכים והתפיסות המתעדכנים ומשתנים של הגורמים המבצעיים. כדי להתמודד עם זה יש להבטיח ולגבש פרויקטים באופן איטרטיבי, כלומר יש לבצע במהירות פיתוח בסיסי וחלקי מאוד, להעבירו לגורם המבצעי, לקבל משוב והמלצות להמשך, להרחיב את הפיתוח וחוזר חלילה.

4. פיתוח משולב. העולם העסקי מכיר זה שנים את המושג קואופטציה, דהיינו שיתוף פעולה בין מתחרים. לעומת זאת עולם המו"פ הביטחוני מקובע כיום במודלים ותיקים של קבלנות ראשית, של תעשייה מובילה ועוד. הפרויקטים הנדרשים כיום אינם קלים כל כך לסיווג ולזיהוי על בסיס טכנולוגיה מובחנת, ועל-פי רוב דורשים מיצוי יתרונות יחסיים של יותר ממפתח אזרחי (או גורם פנים-צבאי) יחיד. לצורך כך נדרש לפתח מודל עסקי ותעסוקתי של פיתוח משולב שממצה את יתרונותיהם של כל הצדדים הרלוונטיים אל מול הפרויקט המדובר ומאפשר אינטגרציה פשוטה לכלל מערכת יחידה. בין המודלים העסקיים החדשים העשויים להיות רלוונטיים נמצא מודל ה"Leading System Integrator - LSI הפועל כיום בכמה פרויקטים צבאיים גדולים בארה"ב ובמידה פחות יותר בעולם.

5. ראייה מערכתית. כאמור, המבנה ותהליכי הפיתוח הביטחוניים מעודדים למעשה בדלנות של מפתחי הפרויקט ושל מבצעיו משאר מהלכי הפיתוח הנוכחיים והעתידיים כדי להימנע מתלות שאינה רצויה למנהלי הפרויקטים. הבעיה הנובעת מכך היא מחסור משמעותי בראייה מערכתית ורחבה של השלכות שינויים ושל אספקטים טכניים וטכנו-מבצעיים בפרויקט אחד על יכולות מבצעיות כוללות. לצורך כך נדרש לתקן את תהליכי הפיתוח ולהבטיח לכל הפחות כמה נקודות של בחינה מערכתית לכל פרויקט ומערכת הן בתחום היכולות המבצעיות הדרושות והן בתחום הטכנולוגי.

6. עלות מחזור חיים. פועל יוצא מהראייה המערכתית הדרושה הוא הצורך לבחון את עלויות הפרויקטים מתוך התייחסות לכלל מחזור החיים של הפרויקט אשר כולל את האחזקה ואת התחזוקה