

## בניין כוח הזרוע – התפתחות המחקר והפיתוח בחיל האוויר

ארז נעמן<sup>1</sup>

### מבוא

במבט מפוכח על המצב כיום, קל להיווכח שתהליכי מחקר ופיתוח (מו"פ) של אמצעי הלחימה בזרוע האוויר, כנראה גם בזרועות אחרות ואף בדרג המטכ"לי, מושתתים על תפיסות ניהוליות ועל מבנה ארגוני היוצרים תהליכי פיתוח ארוכים ואיטיים יחסית לאלו הנהוגים מחוץ למערכת הביטחון. הסיבות לכך היו טובות ומוצדקות, וראוי לציין כי התהליכים הללו הביאו לפיתוח מערכות בעלות חיי מדף ארוכים, אמינות גבוהה ומגוון גבוה של יכולות – אך לא בטוח שנקודת האיזון הנוכחית היא הרצויה. אויבינו שאינם כבולים בהכרח על ידי אותם סטנדרטים של אמינות ובטיחות, נהנים ממעגלי פיתוח מהירים באופן דומה לתהליכים המקובלים בעולם האזרחי.

במאמר זה אציג את הווקטורים המרכזיים שהובילו את תחום המחקר והפיתוח הצבאי והאזרחי למקום שבו הם ניצבים היום. המיקוד במאמר זה יהיה על הצדדים התהליכיים ועל המבנה הארגוני של המחקר, של הפיתוח ושל הרכש בחיל האוויר. המאמר מצביע על הבעיות שנוצרו בתהליכי הפיתוח, בהן זמן פיתוח ארוך ו"מוצרים" בעיתיים (תועלת ומחיר), אך לצד זאת מציע דרכים להתגבר על בעיות אלו מתוך התבוננות על העולם הטכנולוגי האזרחי. אלו יאפשרו לשאוב השראה לעולם הצבאי.

במאמר גם זה אאיר את המקומות שבהם העולם הצבאי מפגר אחרי האזרחי ואת הסיבות לכך, אשאל האם אנו בנקודת האופטימום ונטען שיש ערך לבחינה מחודשת של התהליכים, כדי ליצור איזון נכון יותר בין חדשנות ליציבות.

---

<sup>1</sup> ארז נעמן הוא רס"ן במיל'. הכותב ביקש להדגיש כי הכתוב במאמר הינו דעה אישית בלבד.

### שינויים בחיל האוויר

תפיסת הפיתוח הקיימת בחיל האוויר היא תוצאה של שילוב בין גורמים שונים: ה-DNA של החיל עצמו הכולל חתירה להישגיות בצד תחקור עצמי ונהלי תפעול ופיתוח ואירועים שקרו במהלך התהליכים ושהשפיעו עליהם. בראשיתו, חיל האוויר נבנה במידה רבה על תעוזה ויצירתיות, החל מהניסיונות להשיג כלי טיס וחימוש בימים שבהם ישראל הייתה מבודדת יותר ואמידה פחות, וכלה בצורך להתמודד עם איומים משתנים בכמה זירות במקביל. חיל האוויר היה ועודנו ארגון חדשני, אך כמו כל ארגון שגדל ומתבגר, עבר עם השנים החיל שינויים בתהליכי קבלת ההחלטות ובמבנה הארגוני; חלק מהשינויים נוצרו בתהליך מטה סדור וחלקם כתגובה לאירועים.

שינוי מרכזי בקבלת ההחלטות התרחש כתגובה לפרשת "רמי דותן" (1990).<sup>2</sup> בהיותו ראש ענף הנעה, החל רמי דותן לקבל שוחד עבור הטיית מכרזים. דהיינו, ספקים העבירו לו כספים עבור שינוי דרישות מכרזים ועבור שקלול התוצאות באופן שיינתן להם יתרון לא הוגן על פני ספקים אחרים. דותן קודם לראש מחלקת (רמ"ח) מטוסים ומאוחר יותר לראש להק ציוד (לצ"ד), וכל העת המשיך לקבל שוחד. הפרשה נחשפה על ידי אחד מהמעורבים כנקמה על הפסקת עבודתו.

אחד מתוצרי הלוואי המדוברים פחות של הפרשה, היה עריכת שינויים ארגוניים משמעותיים בחיל האוויר בפרט, ובמערכת הביטחון בכלל. בעבר, התקציבים והסמכות לשינויים בתחום הפלטפורמה<sup>3</sup> היו נתונים בידי רמ"ח מטוסים בלצ"ד, ולשם כך נשמר ידע מקצועי וניהולי במחלקה. לאחר הפרשה, הוחלט להפריד בין הגורם המחליט והמתקצב לגורם המממש. מחלקת מטוסים נשארה אחראית בעיקר על המימוש ועל התחזוקה. ההפרדה בין הגורם המחליט ובין הגורם המממש יצרה חסם משמעותי בפני האפשרות של שוחד. יחד עם זאת, הוספת דרגים מאשרים בתהליכי הפיתוח בתחום הפלטפורמה, שאינם דרגים מקצועיים, הובילה להארכת תהליכי האישור. זו

<sup>2</sup> אלוף בן, "שלושה חודשים לתוך הקריירה שלו ב"הארץ", אלוף בן חושף את פרשת רמי דותן ונקלע לעימות בתוך המערכת", הארץ, 27 במאי 2009.

<sup>3</sup> מונח מקובל בחיל האוויר לכלי תעופה.  
<http://www.haaretz.co.il/misc/1.1262935>

הייתה אחת מאבני הדרך במגמה ארוכה של העברת הסמכות על בניין הכוח מלהק ציוד ללהק ראש המטה, ובתוכו בעיקר למחלקת אמצעי לחימה, ומיקוד לצ"ד בניהול הפרוייקטלי והתחזוקה.

שינוי נוסף היה החמרת הבקרה של משרד הביטחון ומנהל הרכש. הביטוי המרכזי לכך היה יצירת נהלי מכרזים ובקרה על תהליכי הרכש. כיום, כל תהליך של רכש משמעותי דורש יציאה מסודרת למכרז כולל הגדרת דרישות מדוקדקת, קבלת מספר מינימום של הצעות ותנאים ברורים לבחירת הזוכה. בנוסף, מבוצעת ברקע בקרת נאותות על התהליך על ידי גוף חיצוני לגוף הרכש. זהו שינוי מבורך, אבל הוא הוביל לתוצאות שאינן רק חיוביות ושראו לעמוד עליהן.

ראשית, הפרוייקטים הצבאיים מתנהלים לאורך זמן רב והצורך בהם "נושם". לעתים קרובות נוצרים שינויים בדרישות תוך כדי העבודה, והקשיחות של חוקי המכרזים פוגעת בחופש קבלת ההחלטות של המנהלים. לדוגמה, מיזמי חימוש גדולים אורכים לעתים קרובות 5 עד 10 שנים הנמשכות בין האפיון הראשוני לבין המסירה הסדרתית. ניתן לראות כי בעשור שחלף מאז מלחמת לבנון השנייה, המזרח התיכון שסביבנו עבר טלטלות עמוקות: סוריה הפכה מאויב מדינתי משמעותי למדינה במאבק פנימי, חיזבאללה התעצם והתבצר, האיום האיראני שינה את פניו באופן משמעותי לאחר הסכם הגרעין עם המערב ובעזה נחשפנו לאיום המנהרות ההתקפיות. ברור כי אפיון של חימוש לחדירה, יידרש להתאמות משמעותיות על פני תקופה כזו.

שנית, שיטת המכרזים לעיתים אינה מתאימה, ולכן הצורך הוביל ליצירת אפיקים שאינם מציינים לחוקים הנוקשים. חלק מפרוייקטי בניין הכוח לא מתקדמים לפי סדר הדברים כפי שהוא כתוב בנוהל – שעיקרו צורך מבצעי, אפיון המענה, איתור פתרונות, בחירת הפתרון ופיתוחו ומסירה לזרוע. בדומה לנחל, כאשר מעט מים זולגים החוצה מן הזרם המרכזי, הם יוצרים יובל נוסף ההולך ומעמיק עד שחלק ניכר מן הזרם עובר דרכו במקום בערוץ הראשי.

בחלק ניכר מן המקרים היום, הפרוייקטים התעשייתיים הם אלה המגדירים את הצרכים המבצעיים ואת אפיון המערכת הנדרשת, במקום להפך. הזיכרון הארגוני בתעשייה הצבאית ארוך ועמוק מזה הצבאי, אנשים נושאים תפקיד לשנים רבות ורבים מהם היו בכירים במערכת הצבאית לפני המעבר

לתעשייה. בהתאם לכך הבנתם את הצרכים עמוקה ושילוב הידע הטכנולוגי (השילוב בין הבנת "מה צריך?" לבין הבנת "מה אפשר?") מביא לכך שפרויקטים רבים ניזומים על ידי התעשייה הצבאית ומובאים לזרוע כהצעה. אז נוצר תהליך שבו נדרש "לפרמל"<sup>4</sup> את התהליך. בהתאם לכך נכתבים צרכים מבצעיים כדי לאשש את הצורך במערכת ונכתב אפיון שברובו מבוסס על ההצעה שהגיעה מהתעשייה. לבסוף, לפעמים אין אפשרות לצאת למכרז פתוח משום שמדובר בקניין רוחני של התעשייה היוזמת (במקרים שבהם יציאה למכרז פתוח תחשוף סודות של התעשייה היוזמת לתעשיות אחרות), ולכן נדרש לאשר ולצאת למכרז "ספק יחיד"<sup>5</sup>. תהליכים מן הסוג הזה התגברו לאורך השנים והפכו למגמה.

שינוי משמעותי נוסף היה סגירת מחלקת פיתוח בלצ"ד. בעבר הייתה בלצ"ד מחלקה של מהנדסים שעסקו בעבודה הנדסית ואף מחקרית (בתחומים כמו חיישנים, תקשורת ועוד). קצינים אלו היוו במידה רבה מוקד ידע מקצועי וזיכרון ארגוני. חלק ניכר מהקצינים ששירתו במחלקה זו, הפכו לחוקרים ולפרופסורים באקדמיה ולאנשי פיתוח מובילים בתעשייה – עדות לרמתם הגבוהה. מחלקה זו הפכה ברבות השנים למחלקת כטב"ם ותפקידיה שונו. היום יש בלצ"ד איים בודדים העוסקים בעבודת פיתוח הנדסית. הידע המקצועי ההנדסי עבר ברובו לתעשיות, בעוד שלהק ציוד ממוקד ברובו בניהול הפרויקטים ובתחזוקה. כך איבד חיל האוויר בפרט, וצה"ל בכלל, לא רק ידע, אלא גם את מעמדו כמקור מידע הנדסי-טכנולוגי. בד בבד, מגמה זו העצימה את התעשייה את השפעתה על קבלת ההחלטות.

עוד שינוי הוא עלייה ברף דרישות הבטיחות, אשר התרחש כתגובה לאירועים שקרו לאורך השנים כדוגמת חליפות קרובות של מטוסים, התרסקויות או תקלות בהמראה, התלקחות דלק במהלך תדלוק ועוד. עלייה בדרישות הבטיחות הביאה איתה גם ירידה בנכונות לטעויות וללקיחת סיכונים. ניתן להביא כדוגמה את פרויקט סער. ב-1969 החליפו שלושה מהנדסים מלצ"ד מנוע של מיראז' במנוע של סקיהוק בתוך 7 חודשים. כיום, שינוי של תדירות

<sup>4</sup> "פרמול" - בעגה צבאית "הפיכת משהו לרשמי ותקין".

<sup>5</sup> מכרז עם 'ספק יחיד' הוא תוצאה של התהליך שתואר לעיל – הפיתוח המוקדם בתעשייה המקדים את התהליכים הרשמיים גורם לכך שאין באמת מתחרים בנקודת הזמן שבה עולה הדרישה.

החלפת צמיגים ייקח יותר זמן ויעבור יותר תהליכי אישור מאשר פרויקט החלפת מנוע בימי תחילת החיל.

שינויים אלו שצינו הביאו איתם יתרונות רבים – אירועי מעילה ושוחד נעשו מורכבים יותר מבעבר, רמת הבטיחות בחיל האוויר היא מהגבוהות בעולם באימונים וגם בקרב, ניהול הפרויקטים בחיל האוויר הפך למקצוע ומבוצע ברמה גבוהה מאוד ועוד. אולם תהליכים אלו מבוצעים בחלקם הגדול כתגובה לאירועים ("נכתבו בדם"), ונדיר שהניתוח משקלל את הנזק שבהחמרת הבקרה.

בין הדברים שנפגעו לאורך השנים ניתן למנות את אלה: תהליכי קבלת ההחלטות בחיל האוויר ארוכים לעומת התהליכים המקבילים בעולם האזרחי, חלק מכך נובע מהמציאות התקציבית וחלק מסיבות ניהוליות ותהליכיות; הפרדת הרשויות גם יצרה מצב שבו מעטים האנשים הרואים תהליך פיתוח מקצה לקצה (הדרישה מגיעה מגופי המבצעים, האפיון מבוצע על ידי אמל"ח, התעדוף והתקצוב בתוא"ר, הניהול בלצ"ד והעבודה ההנדסית בתעשייה). ראייה מערכתית של פרויקט חשובה כדי לוודא שהוא מתקדם בכיוון הרצוי.

לדוגמה, במבנה הנוכחי, אם איש מחלקת מבצעים מעלה דרישה מחמירה מדי, יהיה קשה לחוליות שאחריו לערער על הצורך או לשקלל את העלות של מענה לדרישה הזו למול עיכוב משך הפרויקט, ובכך יכולים להיגרם עיכובים, התייקרות ופגיעה ביעילות. ניכר שהתהליכים הללו, על חסרונותיהם ויתרונותיהם, מקשים על חיל האוויר להתאים עצמו למהפכה הטכנולוגית והשלכותיה.

### **מגמות עולמיות וההבדל בין פיתוח אזרחי לצבאי**

#### המהפכה הטכנולוגית

השינוי המשמעותי ביותר שקרה בשלושים השנים האחרונות הוא הכניסה של טכנולוגיה למרחב הצרכני כקטר צמיחה (המחשב האישי, האינטרנט וכמובן הטלפונים הניידים הם הסמנים הימניים במגמה הזו). השינוי הזה הוא המבשר של מהפכה שקטה במחקר והפיתוח. בעבר, מערכות הביטחון בארץ ובעולם היו בחוד החנית של הטכנולוגיה הן בהשקעות והן בקדמה. אולם

התקציבים האזרחיים שהופנו למחקר ופיתוח, גדלו כל כך שהיום חברת סמסונג לבדה משקיעה בכל שנה במחקר ובפיתוח סכום דומה לכלל תקציב הביטחון של ישראל (שרק חלק קטן ממנו מופנה למחקר ופיתוח).<sup>6</sup> מערכות הביטחון שומרות על הבכורה בכמה טכנולוגיות שטרם נמצא להן שימוש אזרחי נרחב, אבל נמצאות מאחור בתחום התקשורת, העיבוד ועוד. חמורה מכך העובדה שהטכנולוגיות הללו נעשות זמינות יותר ויותר לאויבינו. מה עוד שככל שהזמן עבר, תהליכי בניין הכוח במערכות הביטחון התארכו וקצב הפיתוח בעולם האזרחי התגבר.

פעיל טרור יכול היום לקנות ערכות שהופכות טיסן למל"ט עם יכולת הגעה לנקודת ציון GPS מדויקת. האמינות של מערכות אלו נמוכה משל אלו הצבאיות, אבל הן זולות בהרבה ומשתפרות בקצב מהיר. בכל שנה מצטרפות עוד ועוד טכנולוגיות למרחב האישי ועוקפות את היכולות הקיימות בעולם הצבאי. אם פעם קסדות הטייסים של אלביט היו שיא הטכנולוגיה בתחום של תצוגה סמוכת עין, ב-2016 כבר נכנסות לשימוש אזרחי מערכות מציאות מדומה ומציאות רבודה בעלות רזולוציה גבוהה יותר ועם יכולות רבות יותר מאשר אלה הקיימות במטוסים. לא ירחק היום שבו רחפן המודפס במדפסת תלת ממד והנשלט מרחוק על ידי מערכת לבישה, יאפשר למחבל יכולות אסטרטגיות.

שינוי מהותי נוסף הוא משך חיי המדף של המערכות. בימים שהמערכות היו אנלוגיות הן שרדו שנים רבות ובתנאים קשים. כניסת העידן הדיגיטלי הערימה קושי על התפיסה הזו. מערכות דיגיטליות לרוב שורדות שנים בודדות ולא תמיד הן מתאימות לאמינות ולשרידות גבוהות. מערכות הביטחון נדרשו לייצר לכך מענה, והמענה העיקרי לאמינות הגבוהה הנדרשת ניתן על ידי שילוב של גיבויים ואפיון גרסאות ייחודיות למערכות הנדרשות לרמת אמינות גבוהה (למשל: מעבדים מדורות קודמים המותאמים לחיי מדף ארוכים ולתנאי סביבה קשים או מעבדים ייעודיים המפותחים לצרכים צבאיים). בעולם האזרחי האילוץ הזה משמעותי פחות והפתרון ניתן בדמות תחלופה גבוהה של מערכות.

<sup>6</sup> סמסונג השקיעה ב-2015 מעל 14 מיליארד דולרים (כ-55 מיליארד ש"ח) במחקר ופיתוח. תקציב הביטחון של ישראל ב-2015 היה כ-59 מיליארד שקלים.

### פונקציית המטרה מכתובה את הדרך

לחברות האזרחיות יש מאפיין שהוא יתרון וגם חסרון – הכסף הוא מלך. את רוב ההחלטות האזרחיות ניתן למדוד בצורה די ברורה ובתדירות גבוהה יחסית בשורת הרווח של החברה – הוצאות מול הכנסות. החיסרון בכך הוא שהדבר עשוי לנוון חדשנות במקרים מסוימים.

לדוגמה, במקום שהחדשנות אינה מיתרגמת לשורת רווח ברורה מספיק או בזמן קצר מספיק. אך היתרון הוא הסוגיה המעניינת. רווח והפסד הם דבר מדיד ולכן הם מהווים מצפן ברור שכל הארגון יכול להבינו ולעמוד מאחוריו. תיאום אינטרסים זה אינו דבר של מה בכך. הוא מוביל לכך שארגון חייב לבחון את עצמו וגם יכול לבחון את עצמו או שילמד מהר מאוד את מחיר הטעות.

דוגמה יפה לכך היא ההשוואה בין BLOCKBUSTER לבין NETFLIX. חברת BLOCKBUSTER הייתה מהחברות הגדולות בעולם בתקופת קלטות הווידאו ותקליטורי ה-DVD עם עשרות אלפי סניפים ומכשירי וידיאומוט בעולם. כאשר האינטרנט התחיל להתפשט, לא השכילה BLOCKBUSTER להבין את השינוי שייגרם למודל העסקי ונכחדה במהירות. את מקומה תפסה חברת NETFLIX שיצרה מודל גמיש ויעיל לאספקת סרטים ישירות ללקוח.

אבל החלק המעניין אינו שם. הוא נמצא בכך ש-NETFLIX הבינה שהשרדותה תלויה בקבלת החלטות מהירה ובהתאמת המודל העסקי. מאז הקמתה הספיקה החברה להתרחב מחברה למשלוח סרטים וסדרות הביתה, לספקית תוכן מקוון מרכזית ואף ליוצרת תוכן מהמובילות בעולם. קצב התפתחות כזה אפשרי רק כאשר ניתן לבחון את איכות ההחלטות בתדירות גבוהה, וכך לבחון כיוונים חדשים ולנטוש כיוונים לא מוצלחים כל העת.

בעולם הצבאי יש כמה פונקציות מטרה ולא כולן מדידות בצורה ברורה ובו זמנית. מן הצד האחד, הכסף משחק תפקיד כי התקציב מוגבל ומבוקר. מן הצד השני, הצבא אינו גוף למטרות רווח ומטרתו העיקרית לספק ביטחון.



סניף בלוקבאסטר לאחר פשיטת רגל מקורות

פה המקום לשאול כיצד מודדים ביטחון? האם בתחושת הביטחון של האזרחים שהיא בעצמה מונח לא מוגדר היטב? במספר ההרוגים? בחופש הפעולה שניתן לגוף המדיני לקבל החלטות? כל התשובות נכונות, וכולן יחדיו לא מספיקות כלל. מדידת רמת ביטחון עודנה שאלה פתוחה ובהיותה עמומה, היא מקשה על מקבל ההחלטות הצבאי לשקול בצורה ברורה את האפשרויות העומדות בפניו. קבלת ההחלטות קשה שבעתיים כאשר נדרש לאזן בו זמנית בין תקציבים לבין ביטחון, וכל זאת כאשר אין חיווי ברור לאיכות ההחלטות שהתקבלו בעבר כבסיס לשיפור ההחלטות בעתיד.

#### ראיית "המשתמש" בעולמות השונים

העובדה שהלקוח והמטרה ברורים בעולם האזרחי מאפשרת לנהל פרויקט באופן שבו יש מנהל מוצר הרואה, המבין והמנהל את כל תהליך המוצר: מהצורך, דרך האפיון, הפיתוח וכלה בקשר עם הלקוחות – דבר המאפשר להבין את התאמת המוצר לשוק (Product-market fit). זה הביא למשל, למקום שונה לחלוטין של עיצוב חוויית המשתמש בעולמות האזרחי והצבאי. בחברות מסחריות, חוויית השימוש במוצר ועיצובו הם שיקולים מרכזיים, גם כי זה מביא למכירות, אבל לא פחות מזה כי מנהל המוצר יכול להבין את כל המשמעויות ונמצא בקשר צמוד עם הלקוח ועם צוות הפיתוח. בפיתוח מערכת צבאית המצב שונה למדי. מנהל הפרויקט בלצ"ד לרוב מכיר באופן חלקי את



השיקולים שהובילו לדרישות (אותן הוא מכיר היטב) שהוצבו בפניו, ובדיו יכולת מועטה לנהל דיון עם המשתמש הסופי ולהבין את שיקולי השימוש. הדגש בעולם הצבאי יושב לרוב על אספקת מערכת עובדת עם כל הפונקציות הנדרשות, ונדיר שהדיון סובב סביב יכולת המשתמש למצות את אותן יכולות המערכת בצורה אופטימלית. המניע לכך הוא נכון וברור. כאשר מערכת משפיעה באופן ישיר על בטחון המדינה, חייליה ואזרחיה, קשה לדמין שנוותר על פונקציות במערכת שאולי תדרשנה בשלב כלשהו בחייה. זה נעשה אף מורכב יותר כאשר מביאים בחשבון שמערכת צבאית משמשת לרוב עשור ויותר בתפקידה, ולכן קשה לחזות את השינויים שיקרו באופן השימוש, בתרחיש המבצעי ובמערכות שאיתן המערכת תתפקד.

תוצאה מעניינת של המתואר לעיל היא צורת הדיון באפיון מערכות. במערכת צבאית האפיון לרוב דן סביב "מה נדרשת המערכת לעשות": מאפיינים את כל התרחישים שהיא תטפל בהם ואת הפונקציות הנדרשות כדי למלא את תפקידה בכל התרחישים הללו. באפיון מערכת אזרחית הדיון ביצירת מערכת חדשה נסוב לרוב סביב ה-MVP<sup>7</sup>, דהיינו הדיון הוא סביב השאלה "מה הפונקציונליות המינימלית שניתן להציע, אשר תיתן ערך משמעותי למשתמש". ההבדל הזה אינו סמנטי והוא מכתוב תהליך פיתוח שונה משמעותית. השיטה הראשונה מובילה לפיתוח מענה רחב ולאחריו עדכונים על פי הצורך, והשיטה השנייה מכתובה פיתוח תכולה מינימלית במהירות תוך מתן הדגש על מערכת שניתן לעדכן, והוספת תכולות על פי דרישות המשתמשים ואופן השימוש. זה מוביל למערכת רזה יותר ותפורה נכון יותר בסוף התהליך, אך נדרשת מעורבות גבוהה מהמשתמשים והסתגלות לשינויים תכופים בצד יכולת לתפקד עם תכולות חלקיות בשלבי הביניים.

נביא דוגמה מוחשית לתוצאת התהליך בזרוע שהכותב היה עד לה מקרוב. בחיל האוויר נבנתה בשנות ה-80 מערכת שליטה ובקרה לתהליך התכנון והשליטה בכוח אווירי. מערכת זו אופיינה ונבנתה בזמן קצר יחסית והובילה לשיפור משמעותי ביכולות חיל האוויר. למרות זאת משתמשים רבים התלוננו על היותה מורכבת לשימוש ודורשת זמן ארוך להכשרה. בבדיקה שעשה

<sup>7</sup> Minimum Viable product

הכותב יחד עם קצין נוסף ב-2006, התגלה שהרוב הגדול של פונקציות המערכת לא היו בשימוש כי אף המשתמש ניגש אליהן במהלך כ-20 שנה של שימוש מבצעי. באותו הזמן התנהל בחיל האוויר פרויקט גדול להחלפת המערכת הנ"ל בגרסה חדשה המשתמשת ביכולות המחשוב הענפות שנוצרו לאורך השנים.

תוצאות הבדיקה הנ"ל הובאו לידיעת הגורמים הרלוונטיים, אך לבסוף נוצרה שוב מערכת שליטה עתירת יכולות שהושם בה הדגש משני על נוחות השימוש. המערכת אופיינה לפיתוח בבלוקים, מתוך חשיבה שייבנה שלד שעליו יוסיפו יכולות בדומה לתפיסות הפיתוח האזרחיות, אך היא נבנתה בתפיסת בניינים של אפיון בתפיסה ה"צבאית" עם פיתוח בתפיסה "אזרחית". אין להקל ראש בנקודה זו. אם תלכו לקצין מבצעי בחיל האוויר, תגלו שלא מעט מזמנו הוקדש ומוקדש לתפעול המערכת הנ"ל ולא פחות מכך, לניסיון ללמוד לתפעל אותה נכון. קציני מילואים מצמצמים לרוב את השימוש במערכת למספר פונקציות קטן ואינם מסוגלים לבצע פעולות יצירתיות או להגיב במהירות לשינויים.

קיומה של פונקציה שאף אחד לא משתמש בה, שונה מאוד מאי קיומה, כי הוא הוביל בשלב מסוים להשקעת פחות אנרגיה בפונקציות שבהן משתמשים. חמור מכך, הוא מוסיף שלבי תפעול בדרך לפונקציות הנדרשות ובכך פוגע בצורך העיקרי של המערכת שהוא ניהול יעיל של השליטה והבקרה. כיום ישנו תהליך להחלפת המערכת הנ"ל במערכת האמורה להיות גמישה יותר, בהרבה, וידידותית למשתמש. ניתן רק לקוות שהפרויקט ינוהל תחת תפיסה אחת ברורה ויביא למערכת שליטה ובקרה שתיתן מענה ראוי לצרכי חיל האוויר במאה ה-21.

#### מנהל מוצר מול צוות ניהול

נגענו כמה פעמים עד כה בהבדלי המבנה הארגוני ובתהליכי קבלת ההחלטות בין הזרוע לבין חברה אזרחית. כעת נעמיק בכך. בחברה אזרחית קיים תפקיד של מנהל מוצר האחראי לנתח את צרכי המשתמש לאורך כל חיי הפרויקט, לתרגם אותם לדרישות המערכת ולוודא ביצוע מול גוף המחקר והפיתוח. ישנו ויכוח בין האסכולה הדוגלת במנהל מוצר הקרוב למחקר והפיתוח (אסכולה זו לרוב מנצחת במערכות הכוללות סיכון התכנותי טכנולוגי ובמוצרים לשוק

העסקי הדומה מעט יותר לשוק הצבאי) לבין האסכולה המצדדת במנהל מוצר הקרוב יותר לשוק (אסכולה זו מובילה במערכות לשוק הצרכני (consumer) הרגיש מאוד לחוויית השימוש ובמערכות עם סיכון טכנולוגי נמוך אך סיכון שוק גבוה).

אך יהא מקומו של מנהל המוצר אשר יהא, בעולם האזרחי ישנה פונקציה אחת עיקרית המקשרת בין הלקוחות לבין המפתחים. דרג ההחלטה מעליו הוא מנהל החברה, מנהל השיווק (במקרים נדירים שבהם המוצר מאוד רגיש לאפיון מהמשתמשים) או מנהל המחקר והפיתוח. מנהל מוצר טוב הוא מצרך נדיר והמחיר במקרה הזה גבוה, מאחר שהשפעתו ישירה והבקרה עליו מועטה, ובגלל זה מושם הדגש מרכזי לאיכות האיוש בתפקידים אלו.

בחיל האוויר, הצורך מוגדר על ידי הגוף המבצעי שהוא לרוב לא הצרכן, אלא נציגו של הצרכן (נציג מטה בעל רקע מבצעי והבנה במשימה המתאר צורך של מערכת המופעלת על ידי גופי השדה). הצורך הזה מתורגם לאפיון על ידי מחלקת אמל"ח (קצין אמל"ח מתפקד כמאפיין של מספר מערכות במקביל), הפרויקט מנוהל על ידי קצין לצ"ד ומבוצע על פי רוב בתעשייה (שיש לה צוות ניהול פרויקט משלה וכן גוף פיתוח). חלק מהפרויקטים מבוצעים פנימית בזרוע, בעיקר בהיבטי תוכנה. במקרה זה יש צוות פיתוח בתוך הזרוע המנוהלת על ידי קצין לצ"ד או על ידי צוות ייעודי. התפיסה אם כן, מבוססת על צוות ניהול רחב עם כמה דרגי ניהול נפרדים (ישנם כשלושה מתווכים בין הלקוח לבין המפתח). הדבר מאפשר לאותם אנשים לנהל כמה פרויקטים במקביל בגופי המבצעים והאמל"ח.

ברור שהתפיסות הללו שונות מאוד כמו ההבדל בין שמירה אישית לבין אזורית בכדורסל. תפיסת הניהול בחברות אזרחיות דומה יותר לשמירה אישית. המיקוד הוא בפרויקט אחד והמעורבות של מנהל מוצר המופקד על הפרויקט היא בכל שלבי הפרויקט ולכל אורך חייו ומנהל המוצר אחראי על מה שבחיל האוויר עושים אנשי המבצעים, האמל"ח ולצ"ד גם יחד. לעומת זאת בזרוע האוויר, המצב דומה יותר לשמירה אזורית, יש כמה אנשים המעורבים באותו הפרויקט והם מהווים גיבוי הדדי בתהליך הניהול. כל אחד מהם אחראי במקביל על כמה פרויקטים, אבל לעולם לא לבדו.

ניתן להעלות טיעונים בעד ונגד תפיסות הניהול השונות, אך ברור שנדרש לבחון היטב איזו תפיסה מתאימה לפיתוח ברמת הזרוע, ולא להתפתות לנסות תפיסות ניהוליות של העולם האזרחי בלי לבצע התאמות במבנה הארגוני בתוך הזרוע. לדוגמה, עבודה בשיטת MVP אינה מתאימה למבנה הארגוני הקיים בזרוע. לאף אחד מהמנהלים אין יכולת לבצע את פעולת האפיון הרזה ולתרגמה למערכת עובדת (קצין המבצעים אינו מעורב בניהול השוטף; קצין אמל"ח מגיע מהרקע המבצעי ואין לו את הקשב הניהולי והרקע הטכנולוגי לבצע את האפיון הני"ל; וקצין לצ"ד אינו מכיר את כל ההיבטים המבצעיים ויכולתו לנהל באופן גמיש את העבודה בתעשייה מוגבלת גם היא). עבודת אפיון רזה היא ריכוזית מאוד באופייה ולכן מתאימה למבנה ארגוני אחר.

דוגמה נוספת היא נוהל פיתוח מהיר. נוהל כזה קיים היום בזרוע האוויר. אבל המהירות מתבטאת בעיקר בתעדוף הקשב הניהולי וקיצור הזמנים בין דיונים. תהליך הניהול וחלוקת האחריות לא משתנים מהותית. בשביל לבצע פיתוח מהיר בצורה טובה צריך לשנות את התפיסות, ונדרשים אנשים המתאימים לכך עם המשאבים המתאימים. למשל חופש תקציבי מלא, קיצוץ הבירוקרטיה לאפס כמעט ועוד. היו ניסיונות מוצלחים כאלו בעבר. לדוגמה, במהלך המלחמה בעיראק (1991), בתוך 28 ימים פותחה בארצות הברית פצצת חדירה (GBU-28), לטובת חדירת בונקרים עם קנה של תותח Howitzer בתור גוף הפצצה.

לסיכום, בחלק זה זיהינו הבדלים מהותיים בין פיתוח בזרוע לבין פיתוח בחברה אזרחית. הם מתבטאים בכל שלבי המערכת מהצורך ועד ההטמעה והתחזוקה. רואים מגמות הפוכות כתגובה להפיכת הטכנולוגיה למורכבת יותר ומשתנה מהר יותר. בעולם האזרחי הפכה התפיסה לרזה ולמצומצמת והיא מספקת תכולות מינימליות במהירות ולאחר מכן מפתחת פתרון המותאם יותר לצרכים על בסיס המשוב שנוצר ומשחררת גרסאות נוספות באופן תדיר. בזרוע האוויר (לא רק בישראל, אלא בזרועות האוויר בעולם המערבי בכלל), נתנו את המענה על ידי העברת רוב עבודת הפיתוח לתעשיות ויצרו מבנה ארגוני של בקרה ואפיון המגדיר את דרישות הפרויקט. המענה

למורכבות ניתן על ידי הארכת משך הפיתוח וקבלת פתרון בשל יחסית ומותאם לזמן חיי המדף הארוך הנדרש.

### המלצות

ישנם צעדים רבים שניתן לעשות כדי לשנות את המצב הקיים מבלי לפגוע בדרישות הבסיסיות של המערכת הצבאית לאמינות ואיכות, ביניהם ניתן לציין את אלה:

- התאמת המבנה הארגוני לתפיסות ניהוליות גמישות ומהירות יותר בפרויקטים המתנהלים באפיק ה"רגיל" – ניתן לבחון אפשרויות המשנות את יחסי הכוחות בין גופי הניהול ואף מאחדות ביניהם בהיבטים מסוימים. יהיה מעניין לבחון את ההשפעה של אחריות מורחבת לקציני לצ"ד יחד עם העמקת ההיכרות שלהם עם ההיבטים המבצעיים והמודיעיניים או מכיוון אחר, הרחבת ההכשרה הניהולית והטכנולוגית יחד עם הארכת התפקידים של אנשי אמל"ח שתאפשר להם להתמקצע בניהול.
- יצירת נהלים וגופים בתוך הזרוע לתמיכה טובה בפיתוחים "נועזים" ופיתוחים בונה מהיר לפרויקטים קטנים או דחופים – הכוונה פה ליצירת "אָיִי" חדשנות שיפעלו מחוץ לפרדיגמה החיילית הרגילה ושיאפשרו התנהלות פרויקטלית אוטונומית לצוות הפיתוח. בעבר, היו שני ניסיונות לייצר מוקדי חדשנות המאחדים היכרות טכנולוגית, מבצעית, מודיעינית וניהולית והמאפשרים התנעת פרויקט ראשונית ללא תהליך ארוך והעברתו לתהליך הסדור לאחר בדיקת התכנות, כמו גם התנעת פרויקטים בתעשייה ובמפא"ת לטובת צרכי חיל האוויר. ניסיון אחד באמל"ח וניסיון אחד בלצ"ד. גילוי נאות – הכותב שירת בשני הגופים הללו. שני הגופים הללו הצליחו במידה רבה לייצר חדשנות, ועדות לכך היא כמות הפרויקטים והתפיסות שצמחו מגופים אלו ולא יפורטו פה, אך בשני המקרים קוצצו התקנים לפי צרכי הארגון בעיתות צמצום והגופים נסגרו.

- קביעת יעדים ארגוניים שיובילו לשינוי תפיסתי – היום קיים בחיל האוויר פרס התייעלות בתחזוקה. אנשי מערך התחזוקה מעודדים ומתמרצים להביא פתרונות שיביאו לייעול ולשיפור, במיוחד חסכון כספי ושיפור הבטיחות. המוטיבציה הזו גרמה לחלק מאנשי לצ"ד להביט אחרת על תפקידם ולחפש את המקומות שבהם ניתן לשפר. עקב כך הגיעו בשנים האחרונות הצעות ייעול רבות ומגוונות. אם נשאל את הרעיון הזה ונשלב אותו עם הפערים שהוצגו למול הפיתוח האזרחי, אזי נוכל להציע כיוון של "הוזלה כווקטור". חלק מרכזי של עלויות בניין הכוח הן עלויות ההצטיידות במערכות. מעניין יהיה לראות מה יקרה, אם חיל האוויר ידרוש למשל, פיתוח של פצצה עם ביצועים דומים לאלה הקיימות היום בעלות של 20 אחוזים מהפתרון הקיים. הורדה משמעותית במחיר עשויה הייתה גם להטות את הכף בדיון על אורך חייה של כל מערכת ודרך כך לשנות את משך הפיתוחים ולהפוך את הפיתוח הזרועי לתחרותי למול העולם האזרחי ולסייע בכך לשימור היתרון האיכותי.