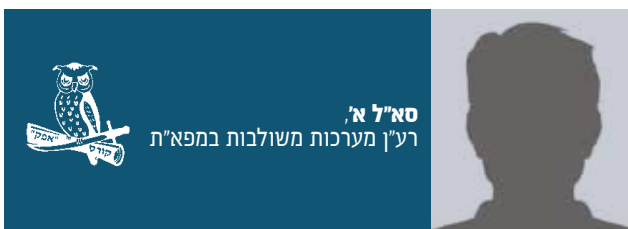
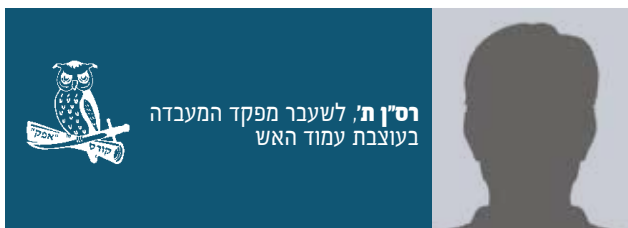




מנהרת טרור שהתגלתה
במהלך מבצע "צוק איתן",
2014. השינויים הטכנולוגיים
שחלו בעשורים האחרונים
באים לידי ביטוי בשינויים
בסביבת הלחימה העכשווית

טכנאים ומומחים להפעלת מערכות טכנולוגיות מורכבות הפכו לחלק בלתי נפרד מהכוחות הלוחמים, ועל כן יש להקים גופים טכנולוגיים כחלק מהמטה המבצעי בדרג הטקטי. צמצום הכשל הטכנולוגי יושג באמצעות חיכוך עם עולם הסוגיות המבצעיות-טכנולוגיות



ב־7 בדצמבר 1941 קיבל סגן קרמיט טיילר, הממונה על ההגנה האווירית בהוואי, דיווח ממפעילי המכ"ם שלו על התקרבות מטוסים בכמות גדולה מאוד. תגובתו, "טוב, אל תדאגו לגבי זה", תיזכר לדראון עולם, מכיוון שפספס את ההזדמנות להתריע על ההתקפה היפנית בפרל הרבור, שגבתה אלפי קורבנות והשמירה למעשה את הבסיס של הצי האמריקני באוקיינוס השקט. אירוע זה סימן את נקודת הפתיחה לשינוי משמעותי בממשק בין טכנולוגיה ובין צבא. זו דוגמה ראשונה לכך שמומחיות בהפעלת מערכות טכנולוגיות היא גורם משמעותי יותר להערכת המצב מאשר היגיון וניסיון צבאיים.¹ גם במערכה שזכתה להיקרא "הקרב על בריטניה" ב־1940, ניתן לראות את חשיבותם של טכנאי המערכות בשדה הקרב של אותה העת. במערכה זו מילאו הטכנאים תפקיד קריטי במיצוי הכוח האווירי הבריטי נגד הפצצות הלופטוואפה, ואפשרו למערך מטוסי הקרב לפגוש את גיחות ההפצצה עם כוח מרבי. במשך כל ההיסטוריה הושפעה המלחמה מהתפתחויות טכנולוגיות, ואולם במלחמת העולם השנייה נוצר מעמד של מרענים ומהנדסים הממלאים בתפקידים טכנולוגיים בתוך המערכת המבצעית. ייתכן שניתן אף לקבוע כי המנצחים במערכה האווירית להגנה על בריטניה היו הטייסים,

לא עוד מאותו דבר
הקמת יחידות טכנולוגיות ברמה הטקטית



לוחם מארנס בחליפת הסוואה. חיכוך של גורמים טכנולוגיים עם האויב במהלך

ובשורה אחת גם אותם מדענים וטכנאים, שהמצאותיהם והישגיהם משלו בחיי הטייסים.²

בשלהי מלחמת העולם השנייה ובעיקר במהלך המלחמה הקרה, הפכו מדענים אזרחים לחלק מרכזי בתכנון שדה הקרב ובהבנתו, בסוגיית הנשק הגרעיני והפעלתו. בתחילה עסקו המדענים בתכנון הנשק הגרעיני עצמו ובחקר ההשפעות שלו. ואולם עם הזמן התפתח גם תחום מדעי חדש של מחקר כמותי באשר לתכנון הפעלת כלי נשק – חקר ביצועים.³

בשדה הקרב המודרני קיים עירוב של לוחמים, טכנאים ומדענים, שמטרתו מיצוי של היכולות לטובת הישג מבצעי מיטבי. במרבית המקרים הטכנאים מהווים את עמוד השדרה של המומחיות הטכנולוגית בתוך המעגל המבצעי, וזאת לאחר שהמדענים והמהנדסים תכננו מערכות טכנולוגיות מורכבות המתאימות להפעלה על-ידי לוחמים וטכנאים. דפוס זה מאפשר לזרועות האוויר והים מיצוי של טכנולוגיות מורכבות, מכיוון ששם קיים מערך מפותח של לוחמים בקבע וטכנאים לוחמים. בצבא היבשה כמעט שאין מומחיות טכנולוגית במערך המבצעי, מה שמונע שימוש בטכנולוגיות מסוימות בשדה הקרב.

שדה הקרב העתידי ומגמות בתעשייה האזרחית

השינויים הטכנולוגיים שחלו בעשורים האחרונים באים לידי ביטוי בשינויים בסביבת הלחימה העכשווית, והשינויים הטכנולוגיים שחלים בימים אלו ממש צפויים להמשיך את המגמה ואף לחזקה, לאור הגידול המשמעותי בהשקעות במו"פ על-ידי תעשיות אזרחיות. ניתן לסמן בצורה ברורה כמה שינויים במאפייני שדה הקרב הצפויים להתרחש בשנים הקרובות בשל התפתחות הטכנולוגיה. אולם נדרש לשים לב גם כי יתרחשו שינויים טכנולוגיים שלא נוכל לצפותם מראש, ועל כן יש להותיר מקום לחוסר ודאות ולהסתגלות בהכנותינו. להלן מאפייני שדה הקרב העתידי הרלוונטיים למאמר זה:

1. הגדלת טווחי הפעולה. השינויים באמצעי הלחימה של צה"ל וכן של יריביו מאפשרים השפעה ישירה ואפקטיבית על הצד השני בטווחים הולכים וגדלים – הן ברמה המערכתית והן ברמה הטקטית. שינוי מגמה זה מצריך הסתמכות רבה יותר על חיישנים ומערכות, ופחות על מראה עיניים, אפילו בדרגי הלחימה הטקטיים.
2. עומס המידע. בשדה הקרב העכשווי יש מספר רב של מערכות מידע שונות המזינות את הערכת המצב בכל הדרגים. החל במערכות שו"ב מגוונות, עבור דרך מערכות סנסוריות ומערכות נשק אוספות (בעלות סנסורים המשדרים לאחור) וכלה

3. בהזנה של מודיעין ממקורות סטנדרטיים, נירמדיה ואחרים, המאפיינים את מהפכת המידע המתרחשת בעולם.
 4. שילוביות בשדה הקרב. קיימת אפשרות לחיבור סינרגטי בין זרועות הצבא השונות – אוויר, ים, יבשה, מודיעין ולוגיסטיקה.
 4. שטטוש הגבולות בין החזית לעורף. המלחמה תתקדם בשני תהליכים מקבילים – לחימה בחזית, ומערכה באש כלפי העורף הצבאי והאזרחי.
 5. אוטונומיות גוברת של מערכות. כיום רואים הופעה של מערכות עם מידה הולכת וגוברת של אוטונומיות בשוק האזרחי והצבאי. ניתן לצפות כי מגמה זו תגבר ונראה יותר מערכות הדורשות השגחה (בניגוד להפעלה) בשדה הקרב.⁴
- אלוף אהרון חליוה במאמרו "עוד מאותו הדבר" הדגיש את הקפיצה התפיסתית ביחס להתפתחות הטכנולוגית ומיצויה בשדה הקרב העתידי.⁵ במאמר נטען כי המערכות הסנסוריות (חיישניות) נדרשות לרווולוציה גבוהה יותר כדי לעמוד במשימה, וכי נדרשת מידה רבה יותר של אוטונומיה בהפעלת פלטפורמות ובאיסוף. אלה יובילו לרשת טקטית של דברים (Tactical IOT), שתאפשר איסוף ועיבוד סינרגטי. האיסוף יהווה מכפיל עוצמה ויבשר על הפחתת הצורך בפלטפורמות, באחזקה, בלוגיסטיקה, במלאים ובכוח אדם, ובה בעת יגדיל את האפקטיביות של התמרון היבשתי.
- בתעשייה העולמית מורגשת מגמת אוטומטיזציה של מלאכות, והעברת מרכז הכובד של ההשקעה, ובעיקר ההעסקה, לתעשייה עתירת טכנולוגיה. ניתוח של שווקי התעסוקה מלמד כי למקצועות טכניים ומקצועיים יש דרישה הולכת וגוברת.⁶ ניתן לטעון כי מהפכה זו לא השפיעה על צבא היבשה, וכי צבא"ל הלוחמים עוסקים באותה מלאכה בעשורים האחרונים, הגם שהמערכות שאותן הם מפעילים נהיו מתוחכמות יותר. כתוצאה מכך במעגל המבצעי לא נוצר מעמד של

במשך כל ההיסטוריה הושפעה המלחמה מהתפתחויות טכנולוגיות, אולם במלחמת העולם השנייה נוצר מעמד של מדענים ומהנדסים הממלאים תפקידים טכנולוגיים בתוך המערכת המבצעית



האימונים והשגרה יכול למנוע הפתעה טכנולוגית בשדה הקרב. צילום: גטי אימג'ס

מהנדסים וטכנולוגים, המקביל לזה הקיים בתעשייה האזרחית. השינויים החלים בשדה הקרב, ובעיקר השינויים החלים בהעברת מרכז הכובד של עולם המחקר והפיתוח לתעשייה האזרחית, משרתים את היריבים האסימטריים של צה"ל. יריבים אלו נהנים מחידושים בחזית המדע וההנדסה, ומסוגלים לאמץ אותם בקצב שלא ניתן ליישם בבניין הכוח המוסדי בצה"ל. צמצום היתרון היחסי של צה"ל בקרב הلمירה מול יריביו צפוי להמשיך ולהתעצם יחד עם המגמה העולמית.

האם נדרש שינוי יצירת מעמד של מדען-לוחם?

במאמרו "מלחמה קונוונציונלית מתוחכמת" כתב ד"ר זאב בוגן שנדרש שינוי מהותי במבנה הכוחות לניצול מיטבי של השינויים הטכנולוגיים שחלו. במאמר זה נטען כי לנוכח השינויים שחלו בעולם התעשייתי והטכנולוגי, וכן לנוכח השינויים שהתרחשו בשדה הקרב וצפויים להתרחש בו, יוכל צה"ל ליצור דילוג תפיסתי באופן היערכותו למערכה הבאה, וכן להישגים המבצעיים שלו בה, אם ישכיל ליצור מעמד חדש של מדען-לוחם. על מעמד זה להיות חלק מהמעגל המבצעי כדי לאפשר העצמת היכולת המבצעית, אך בנוסף יהיה גשר חשוב בין בניין ובין הפעלת הכוח ביבשה, ויעצים את בניין הכוח המסורתי. במרכז ההיגיון המכוון להקמת מעמד זה עומדת התובנה כי חיכוך מייצר ידע, וכי בעת הזו נדרש להתחכך עם האויב גם במישור הטכנולוגי.

המדען-הלוחם אינו נדרש להיות לוחם במובן המקובל, כלומר אין סיבה שיפגוש את האויב פנים אל פנים בהיתקלות, אלא עליו להיות חלק מהמטה המבצעי של היחידות הלוחמות. עם זאת, קיימת חשיבות עליונה לכך שיפעל ככפיפות ליחידות הלוחמות בדומה לקציני מטה אחרים. תפקיד זה צריך להיות בדרג הטקטי, אך יכול לבוא לידי

ביטוי ברמת החטיבה או האוגדה. לצורך פשטות הדיון נניח שיוקמו גופים טכנולוגיים שיפעלו עם המטות המבצעיים של אוגדות צה"ל, וייקראו מעבדות. גודלן וכפיפותן של המעבדות השונות יכולים להיות שונים בהתאם לבעיות שבהן עוסקות.

במידה ויצירת מעבדות טכנולוגיות במטות המבצעיים של האוגדות תצליח לייצר חיכוך במישור הטכנולוגי עם האויב בשגרה, באימונים ובשעת חירום, צה"ל יוכל להרוויח בכמה דרכים. אין כוונה לטעון שכלל תהליכי בניין הכוח ירוויחו או יושפעו מהקמת אותן מעבדות, אך במקרים שבהם המעבדות יפעלו, ייתכן שכל הגופים ייצאו נשכרים.

טכנולוגיה ראשונית

יתרון אפשרי מובהק של הקמת מעבדות הוא מבצוע של יכולות טכנולוגיות בשלבי פיתוח ראשוניים. בתהליך הפיתוח של המערכת לוקח זמן ממושך יחסית להפוך את הטכנולוגיה מדבר מורכב להבנה ולהפעלה, ועד למערכת סגורה המיועדת להפעלה על-ידי לוחמים יבשתיים. ניתן לשער כי הקמה של מעבדות תאפשר לעיתים קיצור דרך משמעותי למבצוע יכולת טכנולוגית, גם בשלבים שבהם הפעלתה מורכבת מכדי אריותה במערכת סגורה.

למבצוע יכולת טכנולוגית ראשונית יש שני יתרונות מובהקים:

1. המפקדים והיחידות הלוחמות יוכלו ליהנות מיכולת מבצעית מתקדמת מבחינה טכנולוגית, בלוחות זמנים קצרים שהיום אינם מתקבלים על הדעת.

2. בניין הכוח המוסדי ירוויח על-ידי יצירת תהליך פיתוח תחת חיכוך, שמלמד על האופן שבו נכון להתקדם ולפתח מערכות עם הטכנולוגיה המדוברת.

מהירות הסתגלות

כיוון שקיים קושי אובייקטיבי בחיזוי אופייה של לחימה עתידית, על הצבא לפתח יכולת הסתגלות שתאפשר לו להתאים את עצמו תוך כדי לחימה לתרחיש המתפתח.⁸ הסתגלות זו תוך כדי לחימה נהוגה בצה"ל בקרב הדרגים המבצעיים, אך אינה נהוגה במערכות הטכנולוגיות. הוספת דרג שיהיה מסוגל לחבר יכולות טכנולוגיות רלוונטיות לשדה הקרב בזמן מערכה, תאפשר לצה"ל יכולת הסתגלות להפתעות טכנולוגיות בשדה הקרב עליה, יכלו רק לחלום השריונרים שנאבקו בטילי הסאגר במלחמת יום הכיפורים.

הסתגלות מהירה לשינויים ביחס לצפוי בשדה הקרב מתרחשת תכופות בדרג המבצעי, ואין בהצעה זו כדי לשלול את היצירתיות והתושייה הנדרשות מהמפקד הלוחם. להפך, המטרה היא להעצימה על-ידי מתן כלים לתושייה טכנולוגית בידי אותם מפקדים ממש. לדוגמה – מבחינת בניין הכוח, צה"ל לא היה מוכן ללחימה בסביבה תת-קרקעית או לנטרול מנהרות התקפיות במבצע "צוק איתן", אך עם זאת הצליחה המערכת המבצעית לפגוע בתשתית התת-קרקעית של חמאס ולבצע תמרון יבשתי אל תוך שטחי רצועת עזה. במהלך המבצע נעשו ניסיונות להסתגל באופן טכנולוגי לסביבת הלחימה שהתפתחה. במקרים שבהם הצליח צה"ל ליצור יכולת טכנולוגית חדשה – הדבר הושג כתוצאה משיתוף פעולה יוצא דופן בין היחידות הטכנולוגיות ובין הגורמים המבצעיים המיוחדים.

לצורך המחשת הפוטנציאל הטמון בשיתוף פעולה צמוד בין גורמים טכנולוגיים מתוחכמים ובין המפקדים ויחידותיהם, ניתן לשער מה היה קורה אם למח"ט גבעתי במבצע "צוק איתן", אל"ם עופר וינטר, שהוביל לפיתוח מערכת "שועל סגול", הייתה כפופה יחידה טכנולוגית. ניכר כי למח"ט הייתה תובנה משמעותית לגבי

מבצעות. קציני המטה הטכנולוגיים באוגדות יהיו מקור חדש ומשמעותי להעלאת רעיונות והצעות לבניין הכוח, וייווצר פלורליזם בגיבוש הצעות רלוונטיות. בנוסף, מעברות אלה יאפשרו למפקדי האוגדות להשפיע בצורה יעילה על סדר העדיפויות בבניין הכוח היבשתי, ובכך ישפרו את התאמת בניין הכוח לתרחישים הצפויים. הקמת המעבדות אם כך, תשרת גם את בניין הכוח המוסרי.

המעבדה הטכנולוגית לגילוי מנהרות באוגדת עזה כמקרה בוחן

המטל"ם (מעבדה טכנולוגית לגילוי מנהרות) היא יחידה טכנולוגית של צה"ל לאיתור מנהרות תת-קרקעיות. המעבדה כפופה ארגונית ומקצועית לחט"ל (חטיבה טכנולוגית ליבשה), ופועלת בפקוד הדרום תחת אוגדת עזה בשיתוף חיל ההנדסה הקרבית. המעבדה כוללת מגוון מומחים, מהנדסים וקצינים מתחומים שונים, המנתחים מידע מודיעיני וטכנולוגי שנאסף עלי ידי אגף המודיעין, עלי ידי טכנולוגיות חישה, באמצעות החיילים בשטח ובאמצעות עבודות הנדסיות יזומות. בעזרת המידע הם מאתרים מנהרות, חללים תת-קרקעיים וחפירות. המעבדה הוקמה ב־2016, ומאז הקמתה איתרה שש מנהרות שהושמדו על ידי כוחות פיקוד הדרום, חיל ההנדסה הקרבית וחיל האוויר הישראלי.

טכנולוגיה ראשונית. לפני הקמתה, ערכה אוגדת עזה ניסיונות למבצע יכולות מתקדמות טרם הבשלתן, אך ללא הצלחה. בשל כך הקימו מעבדה שתאושש עלי ידי מהנדסים מחט"ל, ותסייע בהפעלת הטכנולוגיה המורכבת.

ניסיון זה הצליח וייצר יכולת מבצעית רלוונטית בזמן קצר מן הצפוי, וכן סייע לגופי בניין הכוח להפוך את הטכנולוגיות למערכות בקצב שלפני כן היה בלתי אפשרי. בכך שירתה ההצלחה גם את בניין הכוח בזרוע היבשה וגם את הפעלת הכוח באוגדת עזה.

למידה על האיומים המתפתחים. מאז הקמת המעבדה מתקיים תהליך לימוד מתמשך המשלב את קציני המודיעין וקציני הטכנולוגיה, ובראשם המפקדים המבצעיים. תהליך זה הצליח עד כה להוביל להתקדמות משמעותית בתחרות הלמידה מול האויב.

מהירות הסתגלות. במהלך התקופה שבה פעלה המעבדה, בוצע מספר חריג של שינויים בתוכניות צה"ל לבניין הכוח בתחום זה, כתוצאה מהסתגלות המערכות אל השינוי בתרחיש הלחימה. ככל שקרב הלמידה מתקדם, התוכנות על כוחותינו ועל האויב מתחזקות, וכך מתברר עוד ועוד הצורך בבניין הכוח. כתוצאה מהבנה זו שינו הגופים העוסקים בבניין הכוח בצה"ל הלכה למעשה את תוכניותיהם, כדי להתאים את הכוח לאיום ההולך ונחשף.

מניעת כשלים. בעצם הקמתה, המעבדה מונעת את שלושת הכשלים הטכנולוגיים שתוארו לעיל. בנוסף, היא מאפשרת מיצוי מיטבי של הטכנולוגיה הקיימת במדינת ישראל לצורך התמודדות עם איום המנהרות, מונעת התפתחות של הפתעה טכנולוגית בתחום זה לקראת המערכה הבאה ומאפשרת התאמה של בניין הכוח לתרחיש הצפוי בתחום.

רעיונות ראשוניים לנושאים עבור מעבדות טכנולוגיות

תנאי הכרחי להצלחת מעבדות טכנולוגיות הוא יכולתן להתמודד עם משימות המחייבות התחככות עם הטכנולוגיה, עם הזירה המבצעית

אופי האיום הצפוי לו בלחימה ברצועת עזה, וכן הייתה לו מחשבה יצירתית בנוגע לדרך ההתמודדות עם הבעיה. ואולם חסרה לו יכולת טכנולוגית מתחכמת שתאפשר ייזום תהליך פיתוח של אמצעים טכנולוגיים מורכבים. אם שיתוף פעולה טכנולוגי ומבצעי עם היזון חוזר מהיר יהפוך להיות נורמה בצה"ל, יוכלו המפקדים להסתגל מהר יותר להתפתחויות שונות בזירת הלחימה הצפויה – זאת גם מבחינת אמצעי הלחימה העומדים לרשותם.

למידה על האיומים המתפתחים

כיום, בצבא היבשה אין מנגנון הפועל בחוג קצר ומפגיש מפקדים בעלי הבנה מבצעית וקציני מודיעין המעורים בנעשה אצל האויב, עם קצינים טכנולוגיים בעלי הבנה במערכות ובמשמעותיותהן. אם באוגדות צה"ל יוקמו מעבדות, יתרחש מפגש זה במקביל בכמה אוגדות מרחביות ומתמרנות עליבסיס קבוע ותדיר, ויהווה שער למידה לכלל היחידות והמערכים הטכנולוגיים בצה"ל. כיוון שבשדה הקרב תמיד מתרחש גם קרב למידה, יצירת מנגנון שיגדיל את האפקטיביות של הלמידה הטכנולוגית תוביל לניצחון בשדה הקרב בעידן המידע.

מניעת כשלים טכנולוגיים

שלושת הסעיפים הקודמים – טכנולוגיה ראשונית, מהירות הסתגלות ולמידה על האיומים המתפתחים – יאפשרו מניעה של כשלים טכנולוגיים. כשלים מסוגים שונים:

1. **חוסר ניצול של טכנולוגיה קיימת לצורך העצמת היכולות המבצעיות.**⁹ במקרה כזה יש טכנולוגיה רלוונטית שיכולה לתרום משמעותית ליכולות המבצעיות של הצבא, אך היא אינה באה לידי ביטוי בשדה הקרב.
2. **הפתעה טכנולוגית בשדה הקרב.**¹⁰ מצב שבו יריב מצליח להביא לידי ביטוי יכולת טכנולוגית מבצעית בשדה הקרב, מולה אין מענה טכנולוגי מתאים. במקרים אלו נאלצים צבאות למצוא דרכי התמודדות מבצעיות מתוך עמדת נחיתות טכנולוגית.
3. **חוסר התאמה של בניין הכוח לתרחיש שיבוא לידי ביטוי בשדה הקרב.** לעיתים קרובות הניסיון לחזות את אופייה של המלחמה הבאה אינו צולח, ומותיר מרחב הפתעה לגבי האויב במלחמה ולגבי אופי הלחימה המדויק.

חיכוך של גורמים טכנולוגיים עם האויב במהלך האימונים והשגרה יכול למנוע הפתעה טכנולוגית בשדה הקרב, בעוד שחיכוך של גורמים טכנולוגיים עם יכולות כוחותינו יכול למנוע בזבוז (בצורת חוסר ניצול) טכנולוגיה קיימת ומועילה לשיפור היכולות המבצעיות. סביר שאי התאמה של בניין הכוח לתרחיש שיתפתח תתמעט כתוצאה מהקמת מעבדות, אולם זאת לא בשל החיכוך הצפוי. במבנה בניין הכוח הנוכחי יש מונופול על איתור הזדמנויות טכנולוגיות

כיוון שיש קושי אובייקטיבי בחיזוי אופייה של לחימה עתידית, על הצבא לפתח יכולת הסתגלות שתאפשר לו להתאים את עצמו תוך כדי לחימה לתרחיש המתפתח





לוחם מפעיל רובוט אוטונומי במסגרת צק"ג רובוטיקה בבא"פ אליקים, נובמבר 2018. בתעשייה העולמית מורגשת מגמת אוטומטיזציה של מלאכות, והעברת מרכז הכובד לתעשייה עתירת טכנולוגיה. צילום: דו"ץ

ובמיוחד הטכנולוגים, נהייתה ישירה יותר. טכנאים ומומחים להפעלת מערכות טכנולוגיות מורכבות הפכו לחלק בלתי נפרד מהכוחות הלוחמים. בשנים האחרונות אנו מצויים בעיצומה של מהפכת המידע, שמשפיעה וצפויה להשפיע במגוון צורות על שדה הקרב העתידי. בשוק האזרחי גרמה מהפכת האינפורמציה להיווצרות מעמד של מומחים טכניים ומדענים, שמניעים את גלגלי התעשייה נוסף על המקצועות המסורתיים. בעת הזו נדרש דילוג תפיסתי¹¹ כדי לאפשר לצה"ל להמשיך לבנות את כוחו בצורה יעילה, ולנצח את יריביו בשדה הקרב הנוכחי ובשדה הקרב העתידי.

ההצעה המובאת במאמר זה היא להקים גופים טכנולוגיים כחלק מהמטה המבצעי בדרג הטקטי. בכל מלחמה נופתע מיכולות האויב שמולן נישאר ללא מענה, ותכליתן המרכזית של מעבדות אלה היא לצמצם את מרחב הכשל הטכנולוגי במלחמה: צמצום ההפתעה הטכנולוגית, צמצום חוסר המיצוי של היכולות הקיימות במדינת ישראל וצמצום חוסר ההתאמה של בניין הכוח למלחמה.

צמצום הכשל הטכנולוגי יושג עליידי המעבדות באמצעות חיכוך עם עולם הסוגיות המבצעיות-טכנולוגיות, ויתאפשר אם יינקטו הצעדים הבאים:

- ➊ קיצור מעגלי הלמידה הטכנולוגיים על האויב ועל כוחותינו.
- ➋ קיצור משך הזמן הנדרש למבצע טכנולוגי נדרש באופן ראשוני.
- ➌ הגדלת מהירות ההסתגלות של בניין הכוח לשינויים צפויים בשדה הקרב.
- ➍ הגדלת הפלורליזם בשלב ייזום הרעיונות למענה טכנולוגי נדרש. במקרים אחדים הצעה זו עשויה להביא לניצחון בשדה הקרב, במקרים רבים תתרום ישירות למאמץ המבצעי, ולכל הפחות תאפשר תהליכי בניין כוח טובים יותר.

המאמר נכתב במסגרת פו"ם אפק

ההערות למאמר הזה מתפרסמות בסוף הגיליון.

ועם כוחותינו. חיוני שהמעבדות יפעלו במשך כל השנה ולא כגופי חירום בלבד.

להלן כמה תחומים שבהם ניתן להפעיל מעבדות טכנולוגיות:

1. **גילוי אויב נעלם באמצעות איסוף מורכב.** אחד האתגרים המשמעותיים שעומדים לפתחם של התמרון הקרקעי וצה"ל בכלל, הוא איתור אויב העושה כמיטב יכולתו להיעלם מעינינו. מעבדה טכנולוגית תוכל לשפר את מערכי האיסוף עליידי הפעלת טכנולוגיות גילוי מורכבות, שימוש בכלים של נתוני עתק (big data) והתכה טכנולוגית של מידע ממקורות שונים, כולל מקורות מודיעיניים ואיסוף קרבי.
2. **תכנון משימות אש.** בצה"ל וביתר צבאות המערב קיימות כמה מגמות להפעלת אש. ככל שהאש הופכת מדויקת יותר – גובר הצורך בתכנון משימת האש. תכנון זה מורכב, וייתכן שהיעדר יכולת תכנון משימה בדרג טקטי בצה"ל הוא אחד הגורמים המושך את האש לרמה המערכתית. אם תפותח יכולת תכנון משימה בדרגים הטקטיים, יהיה ניתן לבזר את האש לרמה זו.
3. **איתור מנהרות וטיפול בהן.** ברומה לדוגמה של טיפול במנהרות, ניתן להטיל על מעבדות של אוגדות מתמרנות לאתר תוך כדי התמרון מנהרות הגנתיות הצפויות להימצא במרחב הרווי תתיקרקע ולטפל בהן.
4. **לוחמת סייבר.** לוחמה בממד הקיברנטי דורשת מומחיות טכנולוגית מן המעלה הגבוהה ביותר, וכיום נעשית בצורה ריכוזית, בדרך-כלל מול מטרות ברמה המערכתית.
5. **חקר ביצועים.**

סיכום

משחר ההיסטוריה של המלחמה השפיעה הטכנולוגיה על האופן שבו נלחמו צבאות. מאז מלחמת העולם השנייה השפעת הטכנולוגיה,

