

אוויר וביטחון

כתב עת של מרכז אלרום לחקר
מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל
באוניברסיטת תל אביב

גיליון 1 | נובמבר 2024 | חשוון התשפ"ה

תפקיד הכוח האווירי בלחימה: תובנות ראשוניות מהלחימה בעזה ב"חרבות
ברזל"
אסף הלר

לא "מלחמה משלו": סיוע אווירי התקפי לכוחות המתמרנים במלחמת
"חרבות ברזל" בעזה — הגורמים להצלחה ומבט קדימה
מאיר פינקל

הצורך במסוקי קרב: מאפיינים ואתגרים בעידן הלוחמה המודרנית
אלכס דן

מצנחי רחיפה ממונעים ואיום ההסתערות האווירית על ישראל
אהוד לנגר

אמל"ח דיגיטלי: הפוטנציאל של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות
לשיבוש שדה הקרב המודרני
אביתר מתניה ואלון ברקמן



מרכז אלרום לחקר מדיניות
ואסטרטגיית אוויר וחלל
אוניברסיטת תל אביב

אוויר וביטחון

כתב עת של מרכז אלרום לחקר
מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל
באוניברסיטת תל אביב

גיליון 1 | נובמבר 2024 | חשוון התשפ"ה

אוויר וביטחון הוא כתב עת אקדמי־שפיט המתפרסם בקביעות פעמיים בשנה. כתב העת משמש במה מחקרית ייחודית לדיון בסוגיות אוויר, חלל וביטחון ומעודד את פרסומם של מאמרי מחקר המציגים נקודות מבט אנליטיות ביקורתיות וחדשניות, בייחוד לאור התפתחויות עכשוויות בתחומים כגון טכנולוגיה, אסטרטגיה, גאופוליטיקה, צבא ומדיניות.

עורך ראשי: פרופ' אביתר מתניה

עורך: ד"ר ניר חסיד

חברי מערכת כתב העת (לפי סדר א-ב):

פרופ' קובי בורטמן

פרופ' דן בלומברג

תא"ל (במיל') איתי ברוך

ד"ר אסף הלר

פרופ' אודי זומר

פרופ' אייל זיסר

פרופ' אשר טישלר

ד"ר אמיר לופוביץ'

ד"ר תומר פדלון

ד"ר דגנית פייקובסקי

רכזות מערכת:

גלי ערד

שרון דרדרי



מרכז אלרום לחקר מדיניות
ואסטרטגיית אוויר וחלל
באוניברסיטת תל אביב

עריכת לשון והגהה:

מירה ילין

עיצוב גרפי, הכנה לדפוס והפקה:

מיכל סמו קובץ, המשרד לעיצוב גרפי,

אוניברסיטת תל אביב

מרכז אלרום לחקר מדיניות

ואסטרטגיית אוויר וחלל

אוניברסיטת תל אביב

ISSN: 3078-8277

© כל הזכויות שמורות

2024 אוניברסיטת תל אביב

תוכן העניינים

5	דבר העורך הראשי
7	דבר המערכת
	תפקיד הכוח האווירי בלחימה: תובנות ראשוניות מהלחימה בעזה ב"חרבות ברזל"
9	אסף הלר
	לא "מלחמה משלו": סיוע אווירי התקפי לכוחות המתמרנים במלחמת "חרבות ברזל" בעזה – הגורמים להצלחה ומבט קדימה
23	מאיר פינקל
	הצורך במסוקי קרב: מאפיינים ואתגרים בעידן הלוחמה המודרנית
37	אלכס דן
	מצנחי רחיפה ממונעים ואיום ההסתערות האווירית על ישראל
57	אהוד לנגר
	אמל"ח דיגיטלי: הפוטנציאל של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות לשיבוש שדה הקרב המודרני
71	אביתר מתניה ואלון ברקמן

דבר העורך הראשי

לקוראים שלום,

אנו נרגשים להוציא לאור את הגיליון הראשון של כתב העת "אוויר וביטחון" של מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל. כתב העת יעסוק בנושאי ביטחון, מדיניות, אסטרטגיה וטכנולוגיה בתווך האוויר והחלל באופן רחב, החל מנושאים הקשורים ישירות לצבא ולחילות אוויר, דרך נושאים טכנולוגיים, מדיניות של מדינות וצבאות בתווך זה, תעשייה, יחסים בינלאומיים וכיוצא באלה. מטרתנו היא ליצור במה לשיח מחקרי – אקדמי תיאורטי לצד מדיניות יישומית, לחוקרים באוניברסיטאות ובמכוני מחקר רלבנטיים ולצידם לקהילת הביטחון העוסקת בתחומי האוויר והחלל, כמו גם לחוקרים ועושים במלאכה של טכנולוגיות ופיתוח בתווך.

הוצאת כתב העת קיבלה משנה חשיבות בשנה האחרונה כאשר ישראל נכנסה שלא ברצונה למערכות אסטרטגית שטרם ידעה במהלך 75 שנות קיומה. הדיון והשיח בנושאים אסטרטגיים וביניהם בעולמות האוויר והחלל כפי שהם באים לידי ביטוי במלחמת חרבות ברזל בין ישראל לחמאס וכן במלחמה מול חיזבאללה בלבנון, כמו גם במתקפות והתגובות למול שלוחים אחרים של איראן ומולה עצמה, הם משמעותיים ביותר. אך לא רק בישראל: השנתיים וחצי מאז פרוץ מלחמת רוסיה-אוקראינה וכן מלחמות אחרות שאירעו בעולם עוד קודם לכן הביאו את נושא האוויר והחלל והעיסוק בו מכיוונים שונים לכדי נושא שבמרכז השיח. הכוונה הן לצד המערכתי אסטרטגי, אך גם להתפתחות הצפויה של תווך זה בהקשר למין האנושי ועתידו בכלל, במיוחד בהתבוננות בחלל הלא ממוצה עדיין. כל אלו הניעו אותנו ליצור את כתב העת הזה, שבאופן טבעי הגיליון הראשון שלו, היוצא לאור שנה לאחר טבח שמחת תורה ב-7 באוקטובר 2023, מוקדש להיבטים של מלחמת חרבות ברזל, אך בעתיד יתמקד בשיח במגוון הנושאים שנחקרו כאן ובנוספים.

אני מנצל את ההזדמנות ומבקש להודות לכל מי שנרתמו להיות חלק ממערכת כתב העת ולכל האחרים שעזרו להגיע לרגע זה של הוצאת כתב העת.

אביתר מתניה,
עורך ראשי

דבר המערכת

מתקפת הפתע של חמאס על ישראל בשבעה באוקטובר 2023 ומלחמת חרבות ברזל שנפתחה בעקבותיה עומדים במוקד חמשת מאמרי הגיליון הראשון של אוויר וביטחון. מלחמה זו היא אירוע מכונן במגוון היבטים הקשורים בביטחון הלאומי של ישראל, כאשר אחד הבולטים שבהם הוא הא-סימטריה הטכנולוגית-איכותית שבין ישראל לחמאס, שהכתיבה במידה רבה את פעולות הצדדים לפני ובמהלך המלחמה וחשפה את אתגרי שדה הקרב האווירי המודרני והשתנותו בהיבטים אסטרטגיים, טכנולוגיים ותיאורטיים, כפי שמציגים החוקרים במאמריהם.

במאמר הפותח את הגיליון על "תפקיד הכוח האווירי בלחימה: תובנות ראשוניות ממלחמת חרבות ברזל", אסף הלר מאתגר את הפרדיגמות המבצעיות המסורתיות של חיל האוויר (חיה"א) הישראלי. הלר בוחן את השתנות הפעלת הכוח האווירי ממלחמת לבנון השנייה ב-2006 ועד היום, כאשר חיה"א מופעל מתוך נקודת המבט של צרכי הכוחות המתמרנים בקרקע. הוא מנתח את השתנות תפיסת ההפעלה בחיל שמלמדת על צורך להעריך מחדש את דוקטרינת הפעלת הכוח האווירי בישראל ובחילות אוויר מודרניים. הלר דן בכך תוך שהוא מצביע על הבדלים בין מאפייני זירות לחימה ותפיסת ההפעלה מהתקופה שקדמה למלחמת חרבות ברזל.

בהמשך, מאמרו מאיר פינקל "לא מלחמה משלו": סיוע אווירי התקפי לכוחות המתמרנים במלחמת חרבות ברזל – הגורמים להצלחה ומבט קדימה" דן בהתפתחות הסיוע הקרוב לקרקע של חיה"א עבור הכוחות המתמרנים. פינקל מצביע על דפוסים של למידה והסתגלות ארגונית לאור מספר היבטים חריגים במאפייני הלחימה שאפשרו לחיה"א לספק סיוע אווירי קרוב לכוחות המתמרנים ובקנה מידה חריג לחיוב. כותרת המאמר קורצת לביקורת שהעלה אורי בר-יוסף בספרו "מלחמה משלו" – חיל האוויר במלחמת יום הכיפורים" (2021) שטען לתרומתו המוגבלת של החיל לקרבות היבשה שהתחוללו במלחמה. פינקל מזהה בדיוק את אותם דפוסים מרכזיים שמראים כיצד הארגון למד והסתגל למתן סיוע אווירי קרוב ויעיל במלחמת חרבות ברזל. הוא מציע לקשור בין הישגי חיה"א לאלו של הכוחות המתמרנים, ומשווה מלחמה זו למבצעים קודמים שמאפשרים להפיק לקחים לקראת הפעלה עתידית בשדה הקרב.

במאמר השלישי של גיליון זה אלכס דן עוסק במאמרו "הצורך במסוקי תקיפה: מאפיינים ואתגרים בלחימה מודרנית" ברלוונטיות של מסוקי קרב (מסק"ר) והצורך להצטייד בהם לאור טכנולוגיות הקרב המתפתחות. הוא מראה כיצד הפיקו תועלת צבאית ממסק"רים, ודן בהתפתחויות במערכות בלתי מאוישות ובנשק מדויק שמחייבים הערכה מחודשת של תועלות המסק"ר. בדגש על מתודולוגיה מוקפדת, דן מציג ניתוח עלות-תועלת של המסק"רים, וממליץ על גישה מאוזנת לבניין הכוח העתידי תוך הסתכלות

על עלות הבעלות הכוללת של מסק"רים, פגיעותם היחסית והחלופות המתפתחות והזמינות להם כיום.

מאמרו של אהוד לנגר "מצנחי רחיפה ממונעים ואיום ההסתערות האווירית על ישראל", הרביעי בגיליון זה, עוסק בגישה טקטית חדשה לביצוע הסתערות אווירית בה השתמש חמאס, תוך מימוש תכלית ההסתערות האווירית באמצעות מצנחי רחיפה ממונעים ששימשו כפלטפורמה חלופית ויעילה למסק"רים. לנגר דן בהשלכות של איום זה ומערער על מוכנות ההגנה האווירית של ישראל להתמודד עימו. המאמר מדגיש את החשיבות של תפיסה, הכרה והכנה לאיומים מתהווים בלחימה מודרנית.

לבסוף, היבטי העומק הטכנולוגיים שניתן ללמוד מהמלחמה מובאים במאמרם של אביתר מתניה ואלון ברקמן "אמל"ח דיגיטלי: הפוטנציאל של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות לשיבוש שדה הקרב המודרני". הם מראים כיצד פלטפורמות דיגיטליות מסחריות יכולות להיות מותאמות לשימוש כאמל"ח דיגיטלי שמקיים חדשנות משבשת, תוך ביסוס טענתם על לקחים ממלחמת רוסיה אוקראינה (2022) ומתקפת חמאס בשבעה באוקטובר, דוגמת השימוש שעשה במדיה חברתית ככלי אסטרטגי לניהול המלחמה וליצירת השפעות תודעתיות. לטענתם, התאמות של פלטפורמות דיגיטליות אזוריות והפיכתן לאמל"ח דיגיטאלי, עשויות אף לשנות את מאזן העוצמה העולמי.

ביחד, המאמרים הללו מספקים בחינה ממצה, אמנם חלקית, של מורכבויות תחום ביטחון האוויר והחלל ומציגים את הממד האסטרטגי שמשפיע על הפעילות במרחבים אלה בהקשר הישראלי מהשבעה באוקטובר ובאחד עשרה החודשים שלאחריו. אוויר וביטחון הוא כתב עת מדעי, ובהתאם כל המאמרים המתפרסמים בו עוברים שיפוט עמיתים עיוור-כפול. חוקרים ופרקטיקנים מוזמנים לשלוח אלינו הערות, הארות ומאמרים מקוריים במגוון נושאים נוספים בתחום הדעת של ביטחון האוויר והחלל.

תודה לחברי מערכת כתב העת ולכל מי שלקח חלק בכתיבת המאמרים ובהכנתם לפרסום. תודה מיוחדת לשופטי המאמרים שנרתמו למשימה והביאו להשבחת תוצרי גיליון זה.

בברכה,

ניר חסיד,
עורך

תפקיד הכוח האווירי בלחימה: תובנות ראשוניות מהלחימה בעזה ב"חרבות ברזל"

אסף הלר¹

תקציר

אופן ההפעלה של חיל האוויר במלחמת חרבות ברזל בעזה חרג מתפיסת צה"ל להפעלת כוח אווירי, אשר מאז מלחמת לבנון השנייה (2006) התמקדה בעיקר בהפעלתו לצורך שחיקה נרחבת של יכולות צבאיות של האויב, לצד סיוע למהלך קרקעי. בלחימה בעזה עסק חיל האוויר הישראלי בעיקר בסיוע לכוחות היבשה, ומספר המטרות שהותקפו היה גדול יותר מאשר בכל אחת ממלחמות ישראל עד כה. מאמר זה מנסה לרדת לשורשים של פער זה ולברר מה ניתן ללמוד מההפעלה עצמה לגבי התפיסה המתאימה להפעלת חילות אוויר בכלל, וחיל האוויר הישראלי בפרט, במלחמות בעתיד.

הניתוח מצביע על כך שאופן הפעולה היה שונה מהתפיסה בעיקר עקב מטרות המלחמה, הסביבה האזרחית שבה פעל האויב מעל ומתחת לפני קרקע וגישת השילוביות בין כוחות אוויר ויבשה, שהתפתחה בשנים האחרונות. בהמשך לכך מוצע להפריד בין לקחים שישמשו להפעלת כוח אווירי בסביבה אורבנית לבין לקחים לתפיסת ההפעלה של חיל האוויר הישראלי. בעניין ההפעלה בסביבה אורבנית נעשה שימוש במתודולוגיה השוואתית של מלחמת חרבות ברזל עם הלחימה כנגד דאע"ש במוצול ובארקה, תוך הצבעה על היקף התקיפות הגדול שנדרש לשם סיוע לכוחות היבשה, מגבלות הכוח האווירי בגרימת נזק פיזי לכוחות אויב והנזק הצפוי לאוכלוסייה אזרחית. באשר לתפיסת ההפעלה של חיל האוויר, עליה לתת מענה למגוון זירות השונות מאוד מהזירה הפלסטינית במטרות המלחמה ובמאפייני הסביבה האופרטיבית. בזירות אלה חיל האוויר יהיה עיקר הכוח הצבאי שיופעל, והמענה שיידרש בהן נשען על עקרונות מתפיסות ההפעלה הקודמות ומצריך אמצעים והיערכות שונים מאוד מאלה שנדרשו בלחימה ברצועת עזה.

¹ אל"ם (מיל') ד"ר אסף הלר הוא מנהל המחקרים במרכז אלרום באוניברסיטת תל אביב. מחקריו עוסקים בתפיסות להפעלה ולבניין של כוח אווירי. בעל תואר דוקטור בפילוסופיה מאוניברסיטת תל אביב.

מילות מפתח: שילוביות אוויר-יבשה, תפיסת ההפעלה של חיל האוויר, כוח אווירי בסביבה אורבנית, סיוע אווירי לכוחות מתמרנים

מבוא

טרם המלחמה, התפיסה להפעלת חיל האוויר ראתה בו כלי מרכזי להפעלת אש לצרכים אופרטיביים ואסטרטגיים, ובתוך כך לפגיעה נרחבת, קשה ומהירה בתשתיות האויב וביכולותיו ההתקפיות. סיוע לכוחות היבשה היה אחד מתפקידי חיל האוויר והוא נועד לתמוך בתמרון הקרקעי. עם זאת, בלחימה ברצועת עזה הפך התפקיד ההתקפי העיקרי של חיל האוויר הפך תוך זמן קצר לסיוע למהלך הקרקעי בסביבה אורבנית. חיל האוויר הפך בלחימה בעזה ל"אוויריית יבשה" במונח שהוא הופעל מתוך נקודת המבט של צורכי המהלך הקרקעי.

ראשית, המאמר דן בסיבות לפער בין תפיסת ההפעלה בחיל האוויר ובצה"ל עד הלחימה לבין אופן הפעלת חיל האוויר בפועל. כבסיס לדיון מובאת סקירה של התפתחות התפיסות בדבר הפעלת כוח אווירי ישראלי במלחמה, בדגש על שני העשורים האחרונים. סקירה זו נשענת על מסד מחקרי נרחב, שחלקו תאורטי וחלקו היסטורי. בהמשך מנותחת הפעלת הכוח האווירי בזירה הפלסטינית, אשר הפכה לזירת מבצעים עבור חיל האוויר רק בעשרים השנים האחרונות ולזירה משמעותית בעיקר בעשור האחרון, עם התבססות הכוח המדיני והצבאי של חמאס בעזה. הדיון מתמקד במאפיינים הייחודיים של הלחימה ברצועת עזה ביחס למלחמות קודמות ובאופן הפעלת הכוח האווירי שהתפתח תוך כדי לחימה, בעיקר הפעלתו כאוויריית יבשה בסביבה אורבנית.

בהמשך המאמר דיון במה שניתן ללמוד (או לא) מאופן הפעולה בעזה, בשני רבדים: האחד, לקחים שישמשו ללחימה בסביבה אורבנית, שהיא מקרה ייחודי עבור חיל האוויר הישראלי ואין בניסיון ההיסטורי שלו מקרי בוחן מסוג זה. לכן נבחרה גישה השוואתית למקרה בוחן של מלחמת הקואליציה נגד דאע"ש בעשור הקודם, שבמסגרתה הופעל כוח אווירי כסיוע למהלך קרקעי, בפרט בערים מוצול וא-רקח. ניתוח המאפיינים האופרטיביים הדומים והשונים בין הלחימה נגד דאע"ש והלחימה נגד חמאס מאפשר להציב את התובנות מהלחימה ברצועת עזה במסגרת רחבה יותר. הרובד השני הוא לקחים לתפיסת ההפעלה של חיל האוויר תוך התייחסות לזירות שאינן הזירה הפלסטינית. הדיון נשען על בחינת ההבדלים בין מאפייני הזירות ועל התבוננות חוזרת בתפיסת ההפעלה מהתקופה שקדמה למלחמת חרבות ברזל.

תמורות בתפקידו של חיל האוויר הישראלי במלחמה

לאורך מחצית שנות קיומה של מדינת ישראל היא התמודדה צבאית בעיקר עם מדינות ערב סביבה, והעדיפות הגבוהה ניתנה למענה לאיום של מתקפה משולבת מצד מדינות ערב על ישראל ("מקרה הכול"), ולא ל"ביטחון שוטף" (פרייליך, 2019, עמ' 36). על פי תפיסת הביטחון הישראלית נדרשה המדינה לניצחון ברור בכל מלחמה על מנת להסיר את האיום המיידי, לבסס הרתעה ולהרחיק את המלחמה הבאה, ונדרש להשיג

את הניצחון במהירות כדי לצמצם את הנזקים של מלחמה ממושכת (איזנקוט וסיבוני, 2019; בן-גוריון, 1981; דקל ועינב, 2017).

בעשורים הראשונים לאחר קום המדינה התבססה התפיסה הצבאית על ניצחון באמצעות תמרון של כוחות היבשה לשטח האויב כדי להסיר את האיום המידי, להתגבר על היעדר עומק אסטרטגי לישראל ולהשיג הכרעה. אי-היכולת לשאת בעלויות של צבא סדיר גדול גררה צורך להישען על כוח סדיר קטן יחסית, ולצידו כוח מילואים גדול שיהיה עיקר הכוח המתמרון. לחיל האוויר היו מספר תפקידים חשובים בדוקטרינה זו: הגנה על העורף מתקיפות אוויריות, ובתוך כך הגנה על הכוחות והצירים בתהליך הגיוס של כוחות המילואים וסיוע לכוחות היבשה בקרב. לדברי דוד בן-גוריון ב-1950:

חיל האוויר לא יוכל לנהל מלחמה לבדו. הוא לא יוכל לנצח לבדו, אבל נדמה לי שבלי חיל אוויר יעיל אין לנו סיכוי לנצח, אם כי המנצח יהיה חיל היבשה. אבל לא יהיה סיכוי לחיל היבשה לנצח בלי חיל אוויר יעיל, וביחוד בלי חיל אוויר יעיל ברגע הראשון שתפרוץ המלחמה (ברון, 2022, עמ' 37).

על כן השקיעה ישראל בחיל האוויר כמחצית מתקציב הביטחון כבר בשנותיה הראשונות (בן-גוריון, 1981). תפיסת ההכרעה ביבשה באמצעות תמרון לתוך שטח האויב מומשה במלחמות ב-1956 וב-1967, ולאחר שלב של מגננה גם ב-1973. חיל האוויר הופעל בהצלחה במשימת ההגנה מפני איום אווירי, ובכלל זה גם הגנה התקפית על ידי תקיפת חילות האוויר של האויב, ובאופן מוצלח פחות במשימת הסיוע לכוחות היבשה (שלח והלר, 2022, עמ' 9-16).

עד סוף המאה ה-20 המשיך חיל האוויר להתפתח ולשכלל את יכולותיו, אולם התפיסה הבסיסית נותרה בעינה: הכרעה במלחמה תושג ביבשה, וחיל האוויר נדרש לסייע בהגנה בתווך האווירי ובקרב היבשה. תפקידו של חיל האוויר בקרב היבשה התרחב הרבה מעבר למתן סיוע קרוב, וכלל תקיפה שיטתית של מערכי אויב: תקיפת ביצורים, מפקדות, ארטילריה ואמנעת כוחות (פינקל, 2022, עמ' 179-185). בהמשך קיבל הכוח האווירי תפקיד מרכזי בבלימת מתקפת אויב יבשתית עתידית במסגרת "הפרויקט המרכזי" (בן, 2022). תפיסה זו דומה לתפיסת AirLand Battle שגובשה באותן שנים בארצות הברית לשם בלימת מתקפה של ברית ורשה על מערב אירופה (FM 100-5, 1982). מיקוד התפיסה הישראלית ביבשה התאים לאיום החמור ביותר – פלישת צבאות היבשה של האויב. איום האש על עומק ישראל הוצב בעיקר על ידי מטוסים וקיבל מענה בהגנה אווירית מפני מטוסים ובהגנה התקפית נגד שדות תעופה. איום הארטילריה היה מוגבל ברובו למרחבים הקרובים לחזית.

במפנה המאה ה-21 התפתח שינוי תפיסתי בהפעלת כוח אווירי. כוח אווירי לא הצליח להכריע מלחמות באמצעות תקיפות קונוונציונליות גם כאשר הושקעו בהן משאבים רבים כמו במלחמת העולם השנייה או במלחמת וייטנאם. ואולם בסוף שנות ה-80 חלה התפתחות בתפיסה האמריקאית על רקע שינויים טכנולוגיים: חימוש מונחה

מדויק, שרידות של מטוסים "חמקנים" ויכולת נרחבת להפצת מידע. ג'ון וורדן הציע גישה חדשה להפעלת כוח אווירי – זיהוי מדינת האויב כמערכת מורכבת ו"פירוק" שלה באמצעות תקיפה אווירית מדויקת, נרחבת וסימולטנית של מרכזי הכובד במערכת (Warden, 1995). גישת המבצעים מוכוונת אפקטים (EBO) התפתחה מגישת וורדן והציעה תקיפות אוויריות סימולטניות לצורך השגת אפקטים על האויב ולא השמדת מטרות פר-סה (Deptula, 2001). גישה זו אפשרה, על פי חלק מהחוקרים, את הניצחון על סרביה באמצעות כוח אווירי בלבד ב-1999, ואת הניצחון על עיראק ב-1991 באמצעות תקיפות מהאוויר, ששיתקו את יכולות השליטה והלוגיסטיקה של צבא עיראק ואפשרו ניצחון בתמרון קרקעי קצר וחלק (לוטוואק, 2002, עמ' 236-240).

בתחילת המאה הנוכחית אימץ חיל האוויר הישראלי את גישת EBO כתפיסה להפעלת כוח אווירי, במקביל ללמידה בצה"ל על המהפכה בעניינים צבאיים (RMA) ולהתפתחות הגישה המערכתית במטכ"ל. אלה יחד הובילו לגיבוש תפיסת הפעלה חדשה לצה"ל (ברון, 2022, עמ' 121-125). הרעיון הבסיסי היה שימוש מדויק וסימולטני בכוח על מנת לפרק את "המערכת היריבה" במקום לשחוק את האויב. ניסיון לממש את התפיסה נעשה במלחמת לבנון השנייה ב-2006. לפני המלחמה גובשה תוכנית 'שוברת הקרח', שכיוונה להפעלת מנופים באמצעות תקיפות אוויריות לצד תמרון יבשתי מוגבל, על מנת ליצור מצב חדש בלבנון באמצעות התנאים להפסקת האש (ליש, 2016). ואולם התוכניות של צה"ל לתקוף תשתיות של מדינת לבנון בתחילת הלחימה לצד תקיפת מטרות חזבאללה לא אושרו על ידי הממשלה, וצה"ל פנה ללחימה ישירה נגד חזבאללה (גולן, 2022, עמ' 45-50). בלחימה זו פעל חיל האוויר מול חזבאללה בכלל האזורים שבהם נפרס בלבנון, בעוד כוחות היבשה פועלים באזורים סמוכי גבול לאורך רוב המלחמה.

שני לקחים מרכזיים שהופקו ממלחמת לבנון השנייה השפיעו על תפקידו של חיל האוויר ועל תפיסת הפעלתו. הלקח הראשון היה שתמרון יבשתי לא יכול להסיר את האיום של אש מעומק שטח האויב לעורף הישראלי, ולכן לא יכול לפתור בעיה מרכזית של המדינאים, ומצד שני הוא כרוך במחירים גבוהים: סיכון אסטרטגי שנובע מהתארכות המלחמה כתוצאה מכיבוש שטח, סיכון אסטרטגי שנובע מפגיעה צפויה באוכלוסייה וקושי פוליטי וחברתי לעמוד במחיר גבוה של נפגעים. עקב כך התחזק הצורך לפתח מענה אווירי, שיוכל להחליף את התמרון היבשתי ולספק מענה מותאם לצורכי המדינאים. הלקח השני היה שחיל האוויר לא יכול להסיר את האיום באופן שבו הופעל. גישת האפקטים פותחה למקרה של מלחמה מול מדינות ולא התאימה למלחמה נגד אויב לא-מדינתי כמו ארגון חזבאללה בלבנון, או מול חמאס. התברר שמול אלה חסרים מנופי השפעה, ובשל היותם מבוזרים ומורכבים מיחידות קטנות הפועלות בקרב האוכלוסייה בשטח אורבני, אין להם מרכזי כובד שניתן לפגוע בהם (נורקין, 2020). האופי הפרדוקסלי של האסטרטגיה, במונחים של לוטוואק (2002), הוביל ארגונים אלה לגבש תפיסה שמצמצמת את נקודות התורפה שלהם מול צבאות מערביים המפעילים כוח אווירי חזק, אותם צבאות שהיו אפקטיביים במלחמה מול מדינות (ברון וולנסי, 2010).

על רקע הניסיון שנצבר ובהסתמך על ההתפתחות הטכנולוגית גובשו בצה"ל בעשור האחרון תפיסות עדכניות, שבמסגרתן עודכן תפקיד חיל האוויר במלחמה. אסטרטגיית צה"ל קבעה שהכרעה במלחמה תושג דרך שחיקה בהיקף נרחב של יכולות אויב, בדגש על יכולותיו ההתקפיות. זו תוביל לאי-יכולתו לתקוף את ישראל ולהגן על עצמו באפקטיביות ותאפשר לישראל לכפות הסדרה מתוך עמדת כוח (אסטרטגיית צה"ל, 2015, 2018). במובן מסוים גישה זו דומה לתאוריה של רוברט פייפ (Robert Pape), שטען כי מאה שנות הפעלת כוח אווירי מלמדות שהדרך האפקטיבית של אכיפה באמצעות כוח אווירי היא שחיקת יכולות צבאיות, הגורמת לאויב להכיר באי-יכולתו להמשיך להילחם (Pape, 1996). התפקיד של חיל האוויר במסגרת התפיסה הצה"לית הוא לתקוף מטרות רבות בספיקה גבוהה של 3,000 מטרות ביממה באופן סימולטני (בן ישי וזיתון, 2021), גם בעומק השטח שבו נמצא האויב ושאליו תמרון יבשתי לא יגיע. מהיקף תקיפות זה ניתן להבין שהתפיסה לא כיוונה לפגיעה במרכזי כובד ממוקדים כמו בגישת האפקטים, אלא בשחיקה של מרב היכולות הצבאיות של האויב (עמידור, 2021). "תפיסת הניצחון" ממשיכה את אסטרטגיית צה"ל ומעמיקה בעיקר בצד התפעולי-מבצעי של המלחמה: היא עוסקת "לא רק בשאלה 'מה יכריע' [...] אלא באופן עמוק יותר בשאלה 'איך נכריע'" (כוכבי, 2020, עמ' 8 [ההדגשות במקור]). הגישה התפעולית כוללת חשיפת האויב המסתתר ותקיפתו בקצב גבוה, תוך הישענות על מודיעין מדויק, יכולות טכנולוגיות מתקדמות, ביזור יכולות אלה לכוחות בשדה הקרב ושילוביות הדוקה בין הכוחות השונים.

תפיסת הניצחון רואה בכוח האווירי מרכיב מרכזי בהשגת ניצחון. תפקידו חורג ממשימות ההגנה וההשתלבות בקרב היבשה, שהיו בתפיסה הוותיקה בישראל. בדומה לגישת האפקטים, גם בתפיסת הניצחון הישגי הכוח האווירי בתקיפה מבססים כשלעצמם חלק ניכר מההישג הצבאי במלחמה. כדי למלא את תפקידו נדרש חיל האוויר להיות מפעל משוכלל לייצור תקיפות, המסוגל לתקוף בספיקה גבוהה את בנק המטרות: מפעל שמרכיביו כוללים החל מאתרי הרכבת חימוש בבסיסים, דרך סבבי חימוש מהירים למטוסים בלחימה ועד שליטה אפקטיבית בקצב גבוה וגמישות רבה בבחירת המטרות (נורקין, 2020).

חיל האוויר במלחמה ברצועת עזה

בזירה הפלסטינית התמונה שונה מזו שבזירות אחרות. לאורך שנים פעל צה"ל בזירה הפלסטינית בגישה של הכלה במסגרת פעולות הביטחון השוטף, למעט במבצע חומת מגן (2002). באותן שנים התגבר הטרור שהחל באינתיפאדה השנייה, ובקרב ההנהגה בישראל התגבשה ההכרה שההנהגה הפלסטינית בראשות יאסר ערפאת הפכה לאויב, והיא אינה חלק מהפתרון למיגור הטרור אלא חלק מהבעיה. מטרת מבצע חומת מגן הייתה עיצוב מציאות ביטחונית אחרת באמצעות השתלטות זמנית על רוב השטחים שהיו באחריות הרשות הפלסטינית, תוך נטרול גורמי הטרור בהן ונטרול השפעת ההנהגה הפלסטינית (לסלוי, 2022, עמ' 208) – מטרה שלא הייתה רלוונטית להתמודדות עם

מדינות ערב בתפיסת הביטחון של ישראל. מאז נמשכה פעילות הביטחון השוטף תוך המשך מבצעים חודרים מעת לעת לשם פגיעה בתשתיות טרור ("כיסוח הדשא"), אך ללא כוונה של עיצוב המציאות בפעולה צבאית. גם לאחר השתלטות חמאס על רצועת עזה ביכרה מדיניות ישראל 15 שנים של סבבי לחימה מוגבלת על פני מערכה להכרעת חמאס. תפקידו של חיל האוויר בזירה הפלסטינית כלל השתלבות באיסוף ובסיכולים ממוקדים בשגרה, ותקיפות במסגרת סבבי הלחימה המוגבלת ברצועת עזה.

בשבעה באוקטובר 2023 השתנה המצב מן היסוד בעקבות המתקפה הרצחנית של חמאס על מדינת ישראל. לאחר שנים רבות שבהן ממשלות ישראל קיבלו את שלטון חמאס בעזה, הוגדרה הפעם המטרה למוטט את שלטון חמאס ולהשמיד את יכולותיו הצבאיות, כלומר לחסל אותו אחת ולתמיד (כהן, 2023). זוהי מטרה תובענית במיוחד. תפיסת הביטחון של ישראל הכירה בעבר בחוסר היכולת להכריע את המדינות הסובבות אותה אחת ולתמיד. זו הייתה גם התפיסה כלפי חזבאללה בלבנון, ששאפה להישג צבאי שיאלץ אותו להסכים להפסקת המלחמה (נורקין, 2020) ויאפשר הסדרה עתידית (אסטרטגיית צה"ל, 2015). בשונה ממה שצה"ל נערך אליו בזירות אחרות, מטרת המלחמה ברצועת עזה קבעה שבסוף המלחמה יחדל שלטון חמאס להתקיים, וכמובן לא יהיה צד בהסדרה עתידית בעניין רצועת עזה.

מיטוט חמאס חייב הישג צבאי של פגיעה פיזית נרחבת בתשתיות ופגיעה ברבים מאנשי חמאס והג'האד האסלאמי הפלסטיני (גא"פ). חיל האוויר תקף באופן נרחב מטרות ברצועת עזה במשך שלושת השבועות הראשונים ללחימה, אולם היה ברור מלכתחילה שאי אפשר להשיג את ההישג הצבאי הנדרש בתקיפה אווירית בלבד. פגיעה באנשי חמאס רבים המסתתרים בקרב אוכלוסייה אזרחית ובתשתיות תת-קרקעיות, שרבות מהן לא היו ידועות מראש, חייבה כניסה קרקעית וקרב שחיקה ממושך בית אחר בית, מנהרה אחר מנהרה.

לצד התפקיד החיוני של חיל האוויר בהגנה מפני רקטות, טילים וכלי טיס, תפקידו העיקרי בהתקפה חזר להיות השתלבות בקרב היבשה: תקיפת מטרות, איסוף אווירי ופינוי מוסק של נפגעים. התקיפות האוויריות במתאר לחימה כזה שונות מאוד מהתקיפות לשחיקת יכולות אויב. אין מדובר בתקיפה של בנק מטרות מוכרות ומתוכננות מראש, כפי שגרסו אסטרטגיית צה"ל ותפיסת הניצחון. תקיפות הסיוע למהלך הקרקעי מתאפיינות בכך שהמטרות "נוצרות" תוך כדי הקרב, והן משני סוגים עיקריים: תקיפות ריכוך לכתישת מערכי אויב לפני שכוחות היבשה נכנסים לתא שטח על מנת לצמצם את הסיכון והחיכוך, כך שכל כניסה לתא שטח חדש יוצרת צורך נוסף (בן ישי, 2023); ותקיפות סיוע קרוב בזמן אמת של מטרות שהכוחות מאתרים תוך כדי תנועתם ושהייתם בשטח (תקיפות "הבזק" (זיתון, 2024).

מה הוביל לשינוי התפיסתי בחיל האוויר ולהפעלתו בעזה ברצינות של אוויריית יבשה, אשר משימותיה נובעת בעיקר מצורכי היבשה? ראשית, תקיפות מהאוויר לא היו אפקטיביות לצורך פגיעה באנשי חמאס ובתשתיותיו בסביבה אורבנית ובתת-הקרקע בהיקף הנדרש למיטוט שלטון חמאס. שנית, הסיוע האווירי האינטנסיבי לכוחות היבשה

הלם את תפיסת השילוכיות שגובשה בצה"ל בשנים האחרונות. שלישית, הפעלת חיל האוויר הותאמה לצורך של כוחות היבשה שנכנסו לאזור מאוים בצפיפות, כפי שהסביר מפקד החיל: "פיתחנו כאן שיטת לחימה בה כל כוח יבשה שלנו פוגש אויב שעל הקרקע [כשהוא] עטוף בסיוע אווירי" (עכשיו 14, 2023). לבסוף, ייתכן שהגישה במטכ"ל, שגם הנחה על המהלך הקרקעי וגם הקצה את החימושים האוויריים למשימות, הובילה להקצאת תשומות גדולות של סיוע אווירי למהלך הקרקעי גם לנוכח האפשרות של התפתחות מלחמה אזורית.

אחת התוצאות של תפיסת הפעלה של כוח אווירי בעזה היא מספרן הגדול מאוד של מטרות ושל פצצות שהוטלו במהלך המלחמה. עד סוף 2023, במשך כשלושה חודשי לחימה הטיל חיל האוויר 29 אלף פצצות, רובן (כ-60 אחוזים) פצצות מונחות מדויקות (Ynet, 2023). זהו מספר גבוה מאוד ביחס למלחמות קודמות, בפרט בהתחשב בשטח הקטן מאוד של שדה הקרב ברצועת עזה לעומת השטחים שבהם נערכו מלחמות בעבר. לצורך השוואה, במלחמת לבנון הראשונה הטיל חיל האוויר כ-13 אלף פצצות, שמיעוטן היו מדויקות. במלחמת לבנון השנייה הוטלו כ-20 אלף פצצות, כרבע מהן היו מדויקות (ברון, 2022, עמ' 155). במלחמת יום הכיפורים, שבה נלחמה ישראל בקרבות קשים נגד שתי מדינות בעלות צבאות גדולים, הטיל חיל האוויר כ-40 אלף פצצות לא מדויקות. תקיפה בפצצות לא מדויקות מחייבת הטלת מספר פצצות למטרה, ומכאן מספר המטרות הגדול שנתקף בעזה מהאוויר – עד אמצע פברואר 2024 נתקפו מהאוויר כ-30 אלף מטרות בעזה (לעומת 7,000 במלחמת לבנון השנייה), רובן ממטוסי קרב (אמיר, 2024). תקיפות מהאוויר אפקטיביות מאוד לצורך פגיעה במבנים, והן הובילו לפגיעה נרחבת בבניינים בעזה. יחד עם החשש מכניסת צה"ל הן היו כנראה גורם משמעותי בהתפנות רוב תושבי הרצועה מבתיהם עוד בטרם החל המהלך הקרקעי (מל"מ, 2023), אך ההישג הפיזי שנדרש – פגיעה ברבים מאנשי חמאס – הושג באופן איטי וחלקי. לאחר חצי שנה של לחימה נהרגו כשליש מכ-40 אלף אנשי חמאס וגא"פ (ארבלי, 2024), לא כולם בתקיפות מהאוויר. הפגיעה הנרחבת בתשתיות ובאנשים מקשה מאוד על יכולתו של חמאס להילחם, אך אינה מונעת את שיקומו לאחר המלחמה.

המלחמה נגד דאע"ש

בין הלחימה של ישראל נגד חמאס בעזה לבין הלחימה של הקואליציה נגד דאע"ש בערים מוצול וא־רקה בעשור הקודם יש קווי דמיון. ברובד האסטרטגי, גם המלחמה נגד דאע"ש הייתה נגד ישות שהחלה כארגון קיצוני לא־מדינתי ושמבחינה מעשית הפכה למדינה. מטרת המלחמה הוגדרה כהבסת הארגון (US Department of State, 2014), ובהמשך חיסולו המוחלט (Watson, 2017). ברובד האופרטיבי, גם הלחימה במוצול ובא־רקה נערכה בסביבה אורבנית צפופה. דאע"ש השתמש באוכלוסייה כבמגן אנושי, הפך בתי ספר ומסגדים לאתרים צבאיים, אנשיו הסתתרו ונעו במנהרות ופרסו ברחובות יריעות להסתרה מפני איסוף אווירי. הכוח האווירי הופעל ל"עיצוב שדה הקרב" על ידי תקיפת

מטרות לפני כניסת הכוחות הקרקעיים, ובעיקר נתן סיוע בזמן אמת לכוחות שנכנסו לטהר את הערים, לצד הסיוע הארטילרי (McNerney et al., 2022; MSG, 2017). המערכה על מוצול החלה כשנתיים לאחר התבססות דאע"ש בעיר ונמשכה תשעה חודשים, בין אוקטובר 2016 ליולי 2017. מוצול היא עיר גדולה, שטחה כמחצית משטח רצועת עזה ואוכלוסייתה מנתה כמיליון וחצי תושבים. רבים מהם ברחו מפני דאע"ש ובתחילת המערכה נמצאו בה כ-750 אלף תושבים (Airwars, 2018), וכן 3,000–5,000 אנשי דאע"ש (MSG, 2017, p. 5). המערכה על א־רקה התרחשה שלוש וחצי שנים לאחר שזו הפכה לבירת דאע"ש ונמשכה ארבעה חודשים, בין יוני לאוקטובר 2017. שטחה של א־רקה כ-10 אחוזים משטח רצועת עזה, אוכלוסייתה מונה כחצי מיליון תושבים ובתחילת המערכה נמצאו בה כ-100 אלף תושבים ו-3,000–5,000 אנשי דאע"ש (McNerney et al., 2022). במוצול ובא־רקה היו בתחילת המערכות פחות אזרחים מאשר בעזה, והם עזבו את הערים בהדרגה תוך כדי הלחימה. גודלו של כוח דאע"ש שמולו נלחמה הקואליציה בכל עיר היה כ-10 אחוזים ממספר אנשי חמאס וגא"פ ברצועת עזה.

במהלך המערכה שיגרו כוחות הקואליציה במוצול 29 אלף חימושים אוויריים וארטילריים (Oakford, 2017), מתוכם כמה אלפי פצצות, בהנחה שבשיא המערכה הוטלו בעיר כ-2,000 פצצות בחודש (Losey, 2017), נוסף על כ-6,000 פצצות שהוטלו במוצול בשנתיים שקדמו למערכה, לפי נתוני AFCENT (2016, Pawlyk), בסך הכול הוטלו במוצול 10–15 אלף פצצות. בא־רקה תקפו כוחות הקואליציה עם יותר מ-21 אלף חימושים אוויריים וארטילריים רק במהלך המערכה, מתוכם כ-5,000 פצצות (Oakford, 2018). רוב התקיפות מהאוויר נעשו עם חימוש מדויק וראש קרב (רש"ק) קטן יחסית (Paveway-IV ו-GBU 54 עם ביות לייזר/GPS ורש"ק במשקל 500lb, וכן GBU 39 במשקל 250lb). חלק גדול מהארטילריה של הקואליציה היה מדויק יחסית (GMLRS, Excalibur וערכות הנחיה לפגזים), לצד ארטילריה לא מדויקת כמו מרגמות (Airwars, 2018; Lambeth, 2021; McNerney et al., 2022; MSG, 2017). צפיפות ההפצצות בשטח האורבני של א־רקה ומוצול, 70–140 פצצות לקמ"ר, דומה לזו שברצועת עזה. ואולם מכיוון שהלחימה בא־רקה ובמוצול הייתה ממוקדת באזורים מסוימים, צפיפות ההפצצות בהם הייתה גבוהה במידה ניכרת. כמו כן, הרש"קים ששימשו בעזה היו גדולים יותר (עד 2000lb).

רוב השטח שבו נערכה הלחימה נגד אנשי דאע"ש המתבצרים נהרס. לפי דוח של האו"ם, כ-70 אחוזים מהבניינים בא־רקה נפגעו או נהרסו והיא נעשתה בלתי ראויה למגורים, וכך גם כ-80 אחוזים מהבניינים באזור העתיק במערב מוצול. מספר האזרחים שנהרגו בשתי הערים נאמד בכ-12 אלף (10 אלפים במוצול ו-2,000 בא־רקה). תקיפות הקואליציה גרמו לכשליש מההרוגים האזרחים במוצול ולכשני שלישים בא־רקה, רבים מהם בבניינים שהתמוטטו בתקיפות (Airwars, 2018; George et al., 2017; McNerney, 2018; Oakford, 2017; et al., 2022). יש הערכות גבוהות בהרבה בדבר מספר האזרחים ההרוגים, אפילו פי ארבעה (Cockburn, 2017). שיעור האזרחים שנהרגו בתקיפות אוויר וארטילריה בערים היה 0.5–1.5 אחוזים – דומה לשיעור האזרחים שנהרגו ברצועת עזה:

נכון לאוגוסט 2024, מתוך 2.2 מיליון נהרג כאחוז אחד מהאוכלוסייה האזרחית, שזהו ההפרש בין 40,000 ההרוגים על פי משרד הבריאות בעזה (Picheta, 2024) ל-17,000 ההרוגים מקרב אנשי חמאס וגא"פ לפי הערכות צה"ל (Fabian, 2024).

לקחים באשר להפעלת כוח אווירי בסביבה אורבנית צפופה

הלחימה הממושכת בסביבה אורבנית חייבה תפיסת הפעלת אש אווירית שונה מזו שצה"ל פיתח בעשור האחרון: במקום דגש על תקיפה אינטנסיבית של מטרות שמיקומן ומספרן ידוע (פחות או יותר) נדרשה הפעם תקיפה של מטרות רבות מאוד במסגרת סיוע לכוחות היבשה. זוהי תוצאה דומה ללקחים מהמערכות במוצול ובארקה, שם קצב התקיפות הנדרש גבר כאשר החל המהלך הקרקעי והמשיך להתגבר ככל שהכוחות הקרקעיים נתקלו באויב עיקש יותר.

רוב המטרות בלחימה בשטח האורבני נוצרות עם התקדמות הכוחות הקרקעיים, בהתאם לצרכים שהם מעלים בהיתקלם באויב. מכאן שמספר המטרות שנדרש לתקיפה ממשיך לעלות עם התקדמות הכוחות, וכל עוד המטרות הן תשתיות המאפשרות לכוח מגן להסתתר ולפעול – בניינים וחשד לתשתיות תת-קרקעיות – אין לו חסם מעשי. ככל שנמשכת הלחימה, הצורך בתקיפות ריכוך וסיוע גובר בהתאם להיקף הכוחות הפועלים ולמשך ההתקדמות. התרומה המעשית של התקיפות הרבות בריכוך ובסיוע ראויה לתחקור מסודר.

הלחימה בעזה, כמו גם זו שבמוצול ובארקה, מלמדת על הפער בין ההישג הפיזי של תקיפות אוויריות הפוגעות בבניינים לבין ההישג הפיזי של הפגיעה באנשי אויב. מספר הפצצות ומספר הבניינים שנפגעים גבוה בהרבה ממספר אנשי האויב שנפגעים. הכוח האווירי תורם לשרידות ולתנועה של הכוחות הקרקעיים, אולם גם אם הוא מרכיב חשוב בפגיעה הכוללת באנשי האויב, הוא עושה זאת במחיר גבוה.

תקיפה אווירית של אויב המשתמש באזרחים ככמגן אנושי ובתשתיות אזרחיות כבאתרים צבאיים מובילה, כמובן, לפגיעה נרחבת באזרחים ובתשתיות אזרחיות. עוצמת הפגיעה באזרחים גדולה יותר מאשר באויב, גם כאשר שיקולי צמצום פגיעה באזרחים (נזק אגבי, collateral damage) מובאים בחשבון, כפי שהיה גם בלחימה בעזה וגם בלחימה נגד דאע"ש. לפגיעה באזרחים יש גם מחיר מדיני גבוה של פגיעה בלגיטימציה להמשך הלחימה, כפי שקורה במערכה בעזה ובמלחמה באוקראינה (ראקוב ופיניברג, 2023).

הלחימה בסביבה אורבנית מלמדת על החשיבות הרבה של שילוביות בין כוח קרקעי לבין כוח אווירי. נדרשת תמונה משותפת לכלל הכוחות הפועלים בשטח ויכולת תכנון ושליטה מסונכרנים היטב בזמן אמת על מנת לאפשר את הפיכת הידע הנוצר אצל הכוח הקרקעי למטרות לתקיפה על ידי הכוח האווירי, וכדי לצמצם את הסיכון לתקיפות עמית עקב הטווחים הקצרים בין הכוחות לבין המטרות שהם מאתרים. מסקנה זו תואמת את תפיסת השילוביות בצה"ל (כוכבי, 2020), והיא בולטת גם בלקחים האמריקאיים מהלחימה בדאע"ש (MSG, 2017, pp. 10-19).

לקחים באשר לתפקידו של חיל האוויר במלחמה

הלחימה ברצועת עזה הציבה אתגר חדש בפני חיל האוויר, שנבע מהשילוב של שלושה מרכיבים: מטרת המלחמה שחייבה מהלך קרקעי ממושך, מאפייני זירת הלחימה בסביבה אורבנית והציפייה הגוברת לסיוע אווירי אינטנסיבי לכוחות היבשה הפועלים בשטח מאויס. בלחימה ברצועת עזה נדרשה תפיסת הפעלה שונה מזו שגובשה במשך יותר מעשור, המתמקדת בסיוע אווירי למהלך הקרקעי ולא במערכה באש מהאוויר.

ללחימה בעזה מאפייני ייחודי ביחס למלחמות ישראל עד כה: המטרה שהגדיר הדרג המדיני – מיטוט שלטון חמאס – הובילה לדרישה לא להפסיק להילחם "עד לניצחון המוחלט" (מזוז, 2024). במלחמות הקודמות (ובמסמך אסטרטגיית צה"ל) הוגדרו המטרות לסכל את האיום על ישראל, לפגוע ביכולות הצבאיות של האויב ולכפות הסדר מעמדת כוח, ולכן ניתן היה להסתפק בהישג צבאי של שחיקת יכולות האויב. במלחמה בעזה, גם אם יכולת ההיזק של חמאס לישראל נפגעה קשות בחודשים הראשונים ללחימה, מיטוטו מחייב הישג צבאי שאין יכולת מעשית להשיגו מהאוויר. בהיבט של תקיפה אווירית מדובר באויב "אינסופי" מבחינה מעשית, כפי שעולה מהיחס בין מספר הפצצות שהוטלו לבין מספר אנשי חמאס שנהרגו בהפצצות (גם מהלך קרקעי בסביבה אורבנית מתקשה להשיג זאת, כפי שניתן ללמוד מהיקף המאמץ – שש אוגדות פעלו מספר חודשים בשטח שאף אינו מגיע לכלל רצועת עזה, לעומת מחצית מכוח זה שנדרש לכיבוש סיני במלחמת ששת הימים, ופחות ממחצית מכוח זה שנדרש לכיבוש הגדה המערבית ורמת הגולן). בזירות אחרות המצב שונה, ראשית בגלל מטרות המלחמה: לא נדרש בהן "ניצחון מוחלט" אלא כפיית הסדר על האויב שיביא לשקט לאורך זמן, ושנית בגלל ממדי הזירה: לא ניתן באופן מעשי לרדוף על הקרקע אחר כל אנשי חזבאללה עד לקצה לבנון, ודאי שלא ניתן לעשות זאת מול אויב במרחק של אלף ק"מ ויותר מישראל. לכן בזירות אחרות ההישג הנדרש מצה"ל שונה לחלוטין, וכך גם התפיסה המתאימה להפעלת הכוח האווירי. בזירות אלה ניתן להפעיל את חיל האוויר לצורך פגיעה משמעותית באויב ולשחיקת יכולותיו, בעיקר מול אויב מדינתי אך במידה רבה גם מול אויב לא-מדינתי. מרכיבי התפיסות הקודמות – נטרול האויב כמערכת ושחיקת יכולות צבאיות באמצעות תקיפה מהאוויר – חוזרים להיות רלוונטיים.

פרט למקרה המיוחד של הזירה הפלסטינית, בשאר הזירות יהיה לכוח האווירי תפקיד דומיננטי והוא לא יהיה רק כוח מסייע. זו אינה טענה שלסיוע חשיבות נמוכה, שכן הוא משימה חיונית וחשובה. זו גם לא טענה שאין צורך בתמרון קרקעי. בלחימה נגד חזבאללה יש בכוח האווירי פוטנציאל להישג צבאי ולהישג תודעתי שישפיע על היכולת לכפות הסדר לאחר המלחמה, ובלבד שהתמרון יצליח להשיג את הנדרש ממנו (שלח, 2021). ואולם בלבנון, ודאי בזירות רחוקות, מרכזי הכובד של קבלת ההחלטות ועיקר מערכי האש שבאמצעותם מציבים האויבים את איום הפגיעה בעומק ישראל נמצאים מעבר לטווח התמרון הקרקעי. התמרון גם אינו מבטיח פגיעה בהרבה אנשי חזבאללה – הוא יוכל לפגוע במי שיצא להילחם אך לא יפגע במי שייסוג צפונה, וסביר להניח שגם יתקשה מאוד מול מי שיבחר להסתתר בכפרים, באזורי סבך ובמנהרות. בכל מקרה,

במסגרת תמרון קרקעי יש לכוח אווירי מקום חשוב בסיוע, ורכים מהלקחים הטקטיים, הארגוניים והטכנולוגיים מהלחימה בעזה רלוונטיים מאוד עבורו. ההסתמכות על מערכה באש מהאוויר ספגה לאורך השנים ביקורת מגוונת. האויב השתנה גם ברובד הטקטי של התמודדות אפקטיבית עם תקיפה מהאוויר, על ידי הסתתרות, ביזור ושימוש באתרים תת-קרקעיים, וגם ברובד האסטרטגי, על ידי נכונות לספוג נזק רב, אימוץ דוקטרינה של אי-הפסד ושחיקת לגיטימציה. בשל כך נוצר קושי לתרגם את יכולת התקיפה הנרחבת והמדויקת של בנק מטרות להישג אסטרטגי במלחמה (ליש, 2011; פינקל, 2017). ביקורת זו עשויה להתעצם על רקע הניסיון מהלחימה ברצועת עזה, עקב הקושי של חיל האוויר להשיג הישגים מערכתיים בדרך שאינה סיוע לכוחות היבשה. אולם על אף הביקורת אין בנמצא כעת כלי התקפי מעשי אחר מלבד תקיפה אווירית, אשר יכול לפגוע באויב ולשחוק את עיקר האיומים על העורף של מדינת ישראל – גם אלה שנמצאים הרחק צפונה מגבול לבנון, ועל אחת כמה וכמה אלה שמופעלים מתימן, מעיראק, מעומק סוריה ומאיראן. בזירות אלה יש לכוח האווירי תפקיד מרכזי, אך השאלה כיצד עליו לפתח את יכולותיו חורגת מן הדיון הנוכחי.

סיכום

הלחימה בעזה היא הזדמנות ללמוד מהי התפיסה המתאימה להפעלת כוח אווירי, בפרט לנוכח הפער בין תפיסת ההפעלה בחיל האוויר ערב המלחמה לבין האופן שבו הוא הופעל. יש לקחים חשובים בדבר הפעלת כוח אווירי בסיוע לכוחות היבשה בסביבה אורבנית, אך נדרשת זהירות רבה בהפקת לקחים לגבי משימות הכוח האווירי בהקשרי לחימה אחרים, ובפרט לגבי הפרופורציה בין משימת הסיוע ליבשה לבין משימותיו הנגזרות מהיותו גורם מרכזי לפגיעה באויב וביכולותיו. משימות חיל האוויר בהקשרי לחימה מגוונים מצריכות מענה שונה מזה שנדרש בעזה, אשר נשען על עקרונות מתפיסות קודמות כמו גם על האמצעים הדרושים למימושם – תורות לחימה, כלי טיס, מערכות, מלאי חימוש, מבנה ארגוני ואימונים.

מקורות

- איונקוט, ג' וסיבוני, ג' (2019). קווים מנחים לתפיסת ביטחון לישראל. מזכר 196, המכון למחקרי ביטחון לאומי. <https://tinyurl.com/dyprvh3p>
- אמיר, נ' (2024, 19 בפברואר). חיל האוויר מסכם 4 וחצי חודשי לחימה – ומעביר מסר לחיובאללה. מקור ראשון. <https://tinyurl.com/ykpxzm7f>
- אסטרטגיית צה"ל (2015). צה"ל, לשכת הרמטכ"ל. <https://tinyurl.com/mrxmsvnt>
- אסטרטגיית צה"ל (2018). צה"ל, לשכת הרמטכ"ל. <https://tinyurl.com/r4jxwfea>
- ארבלי, פ' (2024, 7 באפריל). עשרות אלפי מטרות ואלפי מחבלים מחוסלים, נתוני המלחמה נחשפים. מעריב. <https://tinyurl.com/mry466eb>
- בן, א' (2022, 21 ביולי). 30 שנה אחרי "מלחמות המל"טים" בצמרת מערכת הביטחון, ישראל שכרה שתיקה. הארץ. <https://tinyurl.com/5bc8yedy>
- בן-גוריון, ד' (1981). צבא ומדינה. מערכות, 279–280, 2–11. <https://tinyurl.com/3bvws4cj>
- בן ישי, ר' (2023, 8 בדצמבר). המרוץ אחר נקודת השבירה בחאן יונס. Ynet. <https://tinyurl.com/mv22tmxz>

בן ישי, ר' וזיתון, י' (2021, 16 בפברואר). מהסלמה למלחמה: תרגיל פתע בצפון – והמסר לנשראללה. <https://tinyurl.com/47bh3mx2>. Ynet

ברון, א' (2022). מעליונות אווירית למהלומה רב-ממדית. מזכר 219, המכון למחקרי ביטחון לאומי. <https://tinyurl.com/2svy2p92>

ברון, א' וולנסקי, כ' (2010). המהפכה בעניינים צבאיים של הציר הרדיקלי. מערכות, 432, 40–53. <https://tinyurl.com/yhme58ny>

גולן, ש' (2022). אש בלבנון 2006. מודן.

דקל, א' ועינב, ע' (2017). תפיסת ביטחון לאומי מעודכנת לישראל. מזכר מיוחד, המכון למחקרי ביטחון לאומי. <https://tinyurl.com/mr43bwwp>

זיתון, י' (2024, 19 בפברואר). 31 אלף הפצצות, 186 אלף שעות טיסה: הנתונים "חסרי התקדים" של חיל האוויר במלחמה. Ynet. <https://tinyurl.com/ynncc5up>

כהן, ג' (2023, 16 באוקטובר). מיטוט שלטון חמאס ופתרון לסוגיית החטופים: מסמך מטרות המלחמה נחשף. כאן 11. <https://tinyurl.com/2s4yryx6>

כוכבי, א' (2020). הקדמת הרמטכ"ל. בין הקטבים, 28–30, 7–10. <https://tinyurl.com/2s3r8nss>

לוטוואק, א' (2002). אסטרטגיה של מלחמה ושלוש [תרגום: מ' גוגנהיימר]. מערכות.

ליש, ג' (2011). אלה לא המטרות. מערכות, 439, 56–59. <https://tinyurl.com/2d4x22vh>

ליש, ג' (2016). מלחמת לבנון השנייה והתקופה שקדמה לה. מערכות, 466–467, 37–41. <https://tinyurl.com/2uxyfdtm>

לסלוי, א' (2022). מבצע "חומת מגן": מהכלה להכרעה. משרד הביטחון – ההוצאה לאור. <https://tinyurl.com/2pbrsrye>

מזוז, א' (2024, 23 בינואר). נתניהו סופד: "דואב על חיילינו, לא נפסיק להילחם עד הניצחון". 14 עכשיו. <https://tinyurl.com/7hzsy8ew>

מל"מ (2023, 24 באוקטובר). מלחמת חרבות ברזל, תמונת מצב נכון ל-24 באוקטובר 2023. <https://tinyurl.com/4nd8jff8n>

נורקין, ע' (2020). מהלומה רב-ממדית בתפיסת הניצחון. בין הקטבים, 28–30, 229–239. <https://tinyurl.com/ms86cf5y>

עמידור, י' (2021). המלחמה נגד חזבאללה בלבנון – לשם מה נילחם? בין הקטבים, 31–32, 31–39. <https://tinyurl.com/3y8pn79d>

עכשיו 14 (2023, 16 נובמבר). מפקד חיל האוויר: "הקשר בין טייס למפקד טנק – מעולם לא היה הדוק כל כך" [סרטון]. YouTube. <https://tinyurl.com/42wpy8we>

פינקל, מ' (2017). יעילות ונקודת השיא של ההצלחה. בין הקטבים, 11–12, 57–64. <https://tinyurl.com/vn7enas8>

פינקל, מ' (2022). מפקדת חיל האוויר. מודן.

פרייליך, ד' (2019). תפיסת הביטחון הלאומי של ישראל [תרגום: א' אידן]. מודן.

ראקוב, ד' ופיינברג, ש' (2023). השפעתה הגוברת של האוכלוסייה האזרחית על שדה הקרב המודרני. מרכז אלרום, אוניברסיטת תל אביב. <https://tinyurl.com/tx9hn5yt>

שלה, ע' (2021, 12 באוגוסט). מי שיכרח מהתמרון, לא ינצח. המכון למחקרי ביטחון לאומי. <https://tinyurl.com/4dazprh7>

שלה, ע' והלר, א' (2023). שילוביות או עצמאות? מרכז אלרום, אוניברסיטת תל אביב. <https://tinyurl.com/4znv6dmw>

Ynet (2023, 25 בדצמבר). פי 2 ממוסול וחלב: עוצמת ההפצצה בעזה מתבהרת | השוואת ההרס מהלויין. <https://tinyurl.com/3w5fhzyj>

Airwars (2018). *Death in the City: High levels of civilian harm in modern urban warfare*. <https://tinyurl.com/3d5vhhkb>

- Cockburn, P. (2017, July 19). *The Massacre of Mosul: 40,000 Feared Dead in Battle to take back city from ISIS as scale of civilian casualties revealed*. Independent. <https://tinyurl.com/ykz7m5a8>
- Deptula, D. (2001). *Effects-Based operations: Change in the nature of warfare*. Aerospace Education Foundation. <https://tinyurl.com/2h9m2x3z>
- FM 100-5 : *Operations, 1982* (1982). Department of the Army. <https://tinyurl.com/54xt8x77>
- Fabian, E. (2024, August 15). *IDF: Dozens of tunnels razed on Gaza-Egypt border; 17,000 terror operatives killed in war*. Times of Israel. <https://www.timesofisrael.com/idf-says-it-razed-over-50-tunnels-in-gaza-egypt-border-area-in-past-week/>
- George, S., Abdul-Zahra, Q., Michael, M., & Hinnant, L. (2017, December 21). *Mosul is a graveyard: Final IS battle kills 9,000 civilians*. AP. <https://tinyurl.com/42624mwk>
- Lambeth, B. (2021). *Airpower against the Islamic State*. The Mitchell Forum. <https://tinyurl.com/47sn2ym3>
- Losey, S. (2017, March 28). *With 500 bombs a week, Mosul airstrikes mark 'the most kinetic' phase of ISIS air war so far*. AirForceTimes. <https://tinyurl.com/5n86jr6m>
- McNerney, J.M., Tarini, G., Rosenblatt, N., Sudkamp, K.M., Morre, P., Grise, M., Sacks, B., & Lewis, L. (2022, March 31). *Understanding civilian harm in Raqqa and its implications for future conflicts*. RAND. <https://tinyurl.com/bdf3vzhs>
- MSG– Mosul Study Group. (2017). *What the battle for Mosul teaches the force*. US Army. <https://tinyurl.com/2vp77v5b>
- Oakford, S. (2017, July 1). *Mosul's Capture sees ISIS Vanquished – But at a terrible cost*. Airwars News. <https://tinyurl.com/2yuenur5>
- Oakford, S. (2018, March 12). *Raqqa: A city destroyed then forgotten*. Airwars News. <https://tinyurl.com/ye439vux>
- Pape, R. (1996). *Bombing to Win*. Cornell University Press.
- Pawlyk, O. (2016, November 5). *'Intense' US bombing in Mosul meant strike every 8 minutes*. Militaty.com. <https://tinyurl.com/4rsm52su>
- Picheta, R. (2024, August 16). *More than 40,000 Palestinians have been killed in 10 months of war in Gaza, health ministry says*. CNN. <https://edition.cnn.com/2024/08/15/middleeast/gaza-death-toll-40000-israel-war-intl/index.html>
- US Department of State (2014, December 3). *Daily press briefing*. <https://tinyurl.com/ur534zra>
- Warden, J. (1995, Spring). *The enemy as a system*. *Airpower Journal*, 9(1), 41-55. <https://tinyurl.com/3skch7yf>
- Watson, K. (2017, May 28). *Fight against ISIS has shifted to "annihilation tactics," Mattis says*. CBS News. <https://tinyurl.com/bdekckcn>

לא "מלחמה משלו": סיוע אווירי התקפי לכוחות המתמרנים במלחמת "חרבות ברזל" בעזה הגורמים להצלחה ומבט קדימה

מאיר פינקל¹

תקציר

מאמר זה בוחן את הסיוע האווירי ההתקפי שנתן חיל האוויר הישראלי באמצעות מטוסי קרב לכוחות היבשה המתמרנים בשלבי הלחימה המרכזיים בעזה במלחמת חרבות ברזל. לאחר סקירה קצרה של תולדות שיתוף הפעולה אוויר-יבשה ופירוט ההתפתחויות בתחום הסיוע האווירי ההתקפי בעשור שלפני המלחמה, עולה טענה כי הסיוע האווירי ההתקפי באמצעות מטוסי קרב במלחמה זו היה חריג לחיוב ביחס להיסטוריה הצבאית הישראלית. בין הסיבות לכך ניתן למנות את תהליכי בניין הכוח והאימונים לפני המלחמה, שינויים תהליכיים שנעשו תוך כדי המלחמה, הקצאת חימושים רחבה על ידי המטכ"ל ומספר גורמים הייחודיים לתנאי הלחימה בעזה. ייתכן כי אופי הסיוע במלחמה זו הוא גם תוצר של שינוי תרבותי בחיל האוויר, שביטוייו הוא מדידת ההצלחה של פעילות החיל דרך הצלחת הכוח המתמרן. בהמשך מובאת השוואה בין המלחמה הנוכחית למלחמת לבנון השנייה (2006), מבצע עופרת יצוקה (2008-2009) ומבצע צוק איתן (2014), ובסיום מוצגות תובנות לגבי סיוע אווירי התקפי במלחמה עתידית בלבנון שתכלול תמרון רחב היקף.

מבוא

תחום הסיוע האווירי לכוחות היבשה בצבא ההגנה לישראל כולל מרכיבים רבים והיסטוריה אינטנסיבית רצופה עליות ומורדות. מאמר זה מתמקד במרכיב הסיוע האווירי ההתקפי – מטוסי קרב, מסוקי קרב (מסק"ר) וכלי טיס מאוישים מרחוק (כטמ"ם, שבעבר נקרא כטב"ם – כלי טיס בלתי מאויש). מרכיב זה פעל בהצלחה רבה במלחמת חרבות ברזל בעזה – רבה יותר מאשר במלחמות העבר.

¹ תא"ל (מיל') ד"ר מאיר פינקל. ראש תחום מחקר במרכז דרו ולשעבר מפקד המרכז. כראש מחלקת תו"ל ותפיסות בזרוע היבשה בשנים 2007-2014 עסק בשיתוף פעולה אוויר-יבשה. מספריו האחרונים: מפקדת חיל-האוויר: תהליכי בניין הכוח ופיתוח התוכניות להפעלתו (מורן, 2022), התפתחות הקרב המשולב בצה"ל (עורך) (מערכות ומודן, 2023), אמ"ן: במציאות מורכבת ומשתנה (מורן, 2024). בעל שלושה תארים שלישיים: במדע מדינה, בבילוגיה אבולוציונית ובארכאולוגיה פרהיסטורית.

מטרת המאמר היא להציג את דפוסי הסיוע האווירי ההתקפי במלחמת חרבות ברזל בעזה על רקע ההתפתחות ההיסטורית שהובילה אליו, לתאר את השינויים וההתאמות החשובות שבוצעו תוך כדי לחימה ולהצביע על סיכונים וסיכויים להצלחה במלחמה עתידית בלבנון שתכלול תמרון רחב היקף. אין זה תחקיר של הנושא אלא השלמה בהיבט היסטורי ובראייה תפיסתית וביקורתית.

טענתי היא שמלחמת חרבות ברזל היא מקרה ייחודי בראייה ישראלית, וככל הנראה גם בראייה עולמית, עקב מגוון סיבות. כדי להמחיש ייחודיות זו השוויתי את מה שהתרחש בה למלחמת לבנון השנייה (2006) ולמבצעים עופרת יצוקה (2008–2009) וצוק איתן (2014) בעזה, ונבחנה באופן כללי גם הלחימה בשטח בנוי נגד דאע"ש במוצול ב-2016–2017. למרות דמיון מסוים ביניהם לבין מלחמת חרבות ברזל בתחומים כמו הצורך בסיוע אווירי לכוח המתמרון, עליונות אווירית ולחימה נגד ארגון טרור או צבא טרור, מספר נסיבות ייחודיות הופכות את הסיוע האווירי ההתקפי במלחמת חרבות ברזל למקרה חריג שראוי ללמוד ממנו – הן כדי לשפר או לשמר את היכולת שפותחה ויושמה עד עתה והן כדי לפתח תאוריה של לוחמה אווירית עדכנית. המצב החריג נובע מכמה מאפיינים של הלחימה, ובהם הצורך הרב בסיוע באמצעות מטוסי קרב עקב ההיקף הנרחב של כוחות היבשה שפעלו בשטח בנוי והיקף התשתיות התת-קרקעיות (תת"ק) שנבנו מתחת לשטח הבנוי; היכולת שנבנתה בחיל האוויר לתת סיוע כזה; הקצאת סדר כוחות (סד"כ אווירי) והיקף חימושים נרחב על ידי המטכ"ל לצורך משימה זו.

ההתמקדות היא בסיוע באמצעות מטוסי קרב לכוח היבשתי, תוך התייחסות גם לסיוע מסק"ר וכטמ"ם. התמקדות מעמיקה יותר היא בתקיפת מטרות תוך סיוע אווירי קרוב לכוח המתמרון – תקיפת מטרות המצויות בקרבה לכוח הידידותי תוך תיאום עימו (בשיטות שונות), וכנגזרת מקרבת המטרות לכוח גם סכנת פגיעה אפשרית בכוח מאש ידידותית. דרגי הגרוד, החטיבה והאוגדה הם שדורשים תקיפה של המטרות הללו. אופי הלחימה בעזה, בדגש על שטח בנוי ומנהרות לחימה מתחתיו וטווחי היתקלות קרובים עם האויב, הנובעים מיכולת הסתתרות בתכסית מורכבת זו, הביא לכך שמרכיב גדול באופן חריג ביחס למלחמות העבר היה סיוע אווירי קרוב לכוחות.

יש לציין כי קיים סוג נוסף של סיוע אווירי התקפי לכוחות היבשה, שבו לא התמקדתי כאן, והוא תקיפות בעומק מרחב הלחימה המסייעות לכוחות היבשה אך אינן מתבצעות בקרבת הכוחות – כמו תקיפת גשרים, עתודות אויב או מפקדות. סוג זה של סיוע נעשה בתוך 'מרחב האמנעה' (מרחב עומק שדה הקרב הנקרא 'אמנעה', מלשון מניעת כוחות אויב במרחב זה מהתערבות בלחימה מול כוחות היבשה הנלחמים ב'מרחב החזית'). סוג זה של מטרות מתוכנן בשנים האחרונות בעיקר בדרג הפיקוד המרחבי.

לאחר המבוא, שבו סקירה קצרה של התפתחות סיוע אווירי קרוב בישראל, מציג המאמר פירוט של ההתפתחויות בתחום הסיוע האווירי ההתקפי בעשור שלפני המלחמה ושל מאפייני הסיוע תוך כדי המלחמה. חלק זה הוא הבסיס להוכחת טענת המאמר כי הסיוע האווירי ההתקפי באמצעות מטוסי קרב במלחמה היה חריג לחיוב ביחס להיסטוריה הצבאית הישראלית. פרק הדיון כולל שלושה היבטים: תנאים ייחודיים ומקילים במלחמת

חרבות ברזל, שאפשרו מענה חריג זה; הצעה כי אופי הסיוע במלחמה הוא גם תוצר של שינוי תרבותי בחיל האוויר, שביטוייו הוא מדירת הצלחה של פעילות החיל דרך הצלחת הכוח המתמרן; השוואה בין המלחמה הנוכחית למלחמת לבנון השנייה, למבצע עופרת יצוקה ולמבצע צוק איתן. בסיום הדיון מוצגות תובנות לגבי סיוע אווירי התקפי במלחמה עתידית בלבנון שיהיה בה תמרון רחב היקף.

יש לציין כי קיימים מרכיבים נוספים בסיוע של חיל האוויר ללוחמת היבשה שראויים למחקר נפרד, ובחלקם התגלו במלחמה קשיים ובעיות, בעיקר במערכה המתמשכת בגבול הצפון, כמו 'גילוי להתרעה' מפני רחפנים וכטמ"מים ברום הקרוב לקרקע (רוק"ק) התוקפים כוחות, והגנה מפניהם. יש גם תחומים אחרים שלא ייסקרו כאן ושבהם נעשו שינויים חשובים, כמו הניוד והטיפול הרפואי שמספקת יחידה 669 לכוחות היבשה על פני הקרקע, נוסף על חילוץ וטיפול רפואי באוויר.

סקירה קצרה של התפתחות סיוע אווירי קרוב בישראל

לתחום הסיוע האווירי הקרוב בצה"ל יש היסטוריה עשירה הנגזרת מזו של מלחמות ישראל, וניתן לציין בה כמה עליות ומורדות. המכנה המשותף לעליות היה הצורך היבשתי כפי שהובן בחיל האוויר והפניות של החיל לפתח מענה שהוא מורכב במהותו, לצורך זה. דוגמה לעלייה בפיתוח הסיוע האווירי לכוחות היבשה היא התקופה שאחרי מלחמת שלום הגליל ב-1982 (מלחמת לבנון הראשונה), שבה השתלב הצורך לסייע בפריצת מערכי הגנה שכללו מכשולים מורכבים בזירה הסורית עם העובדה שחיל האוויר הישראלי הצליח לתת מענה במלחמה לטילי הקרקע-אוויר ולהשיג עליונות אווירית בזירה (פינקל, 2022, עמ' 161-186). המורדות היו עקב שילוב של הפחתת הצורך בסיוע לכוחות היבשה עם עלייה במשימות ייעודיות של חיל האוויר. מבחינת מפקדי החיל בשנות ה-60-80, סיוע לכוחות המתמרנים לא היה משימה התלויה כולה בחיל האוויר (וכאמור, כאלה יש יותר ויותר), שבה אין לו תחליף, אלא בסיוע רצוי אך לא חיוני לכוחות היבשה מול שריון אויב שנגדו פצצות המטוס לא היו יעילות כל כך. גורם נוסף – מסוף שנות ה-70 נתפסו מסוקי הקרב (מסק"ר) כתחליף למטוסי הקרב בהקשר של תקיפת רק"ם אויב.

התקדמות מוגבלת בתחום 'משימת ההשתתפות' נבעה גם מהסרבול וממורכבות הפעלתו של חיל האוויר במשימה כזו בעיני מפקדי כוחות היבשה. הסרבול והמורכבות גרמו לכך שגם אנשי היבשה לא תמיד פעלו במלוא מרצם כדי לקדמה. לדוגמה, מתחילת שנות ה-90, כאשר לאחר התמוטטות ברית המועצות נראה היה כי מלחמה בסוריה היא תרחיש שסבירותו הולכת ופוחתת, יחד עם עלייה ביכולתו של חיל האוויר לתקוף מטרות סוריות במרחב האמנעה ולא בסיוע קרוב לכוחות ועיסוק אינטנסיבי בחיל בתקיפת רקטות קרקע-קרקע (רק"ק) במעגלים רחוקים (לאחר מלחמת המפרץ ב-1991) – כל אלה הביאו לנסיגה מסוימת ביכולת סיוע אווירי קרוב לכוחות אך לא בשיתוף פעולה אוויר-יבשה באופן כללי, שכן תקיפת מפקדות וריכוזי ארטילריה בעומק

מרחב הלחימה סייעה לכוחות היבשה, תוך שמיצוי פעילות המטוסים שהוקצו לסיוע היה מיטבי (פינקל, 2022).

נסיגה של ממש בסיוע אווירי קרוב לכוחות הגיעה לשיאה בתחילת שנות ה-2000, עת נראה היה למפקדי צה"ל כי המלחמה בטרור היא דפוס המלחמה החדש, ו"מלחמות גדולות" לא יחזרו. בלחימה באזור יהודה ושומרון (איו"ש) נעשה שימוש רב במסק"ר לסיוע צמוד לכוחות, אך בה בעת הוחלט לבטל את תורת הלחימה (תו"ל) שעסקה בסיוע האווירי ממטוסי קרב לדרג החטיבה, ועימו בוטל התפקיד של קצין סיוע אווירי (קס"א) חטיבתי (שורש, 2007).

סיוע אווירי התקפי לכוחות היבשה בעשור שלפני מלחמת חרבות ברזל ובמהלכה

השינויים בעשור 2012–2023

התקופה שלאחר מלחמת לבנון השנייה התאפיינה במתח בין הצורך הגובר בסיוע אווירי התקפי בלחימת שטח בנוי עם עלייה במשימות של חיל האוויר כמפקדה מערכתית – תקיפת בנקי מטרות רחבים בכל מרחב הלחימה. למרות זאת ולאור הצורך נעשו בחיל האוויר מגוון פעולות לפיתוח יכולת סיוע לכוחות. אלו קיבלו האצה משמעותית תחת פיקודו של מפקד חיל האוויר אלוף אמיר אשל (2012–2017) ונמשכו תחת מחליפיו, האלופים עמיקם נורקין ותומר בר. יש לציין כי זרוע היבשה הצטיידה באותן שנים בחימושים מדויקים כמו רקטת רומח ופצצת מרגמה (פצמ"ר) מדויקת, אך אלה נרכשו בכמות מוגבלת, ובכל מקרה למשקל הראש הקרבי (רש"ק) שלהם רלוונטיות מועטה לתקיפת בניינים וללחימה בשטח בנוי. רחפני נפץ היו בניסוי לפני המלחמה אך לא נכנסו לשימוש של הכוחות. מצב זה השאיר את הצורך בסיוע מסק"ר וכטמ"ם.

לפני הפירוט הממוקד בדרגי האוגדה-חטיבה-גדוד, יש לציין כי בדרג הפיקוד המרחבי נעשו שינויים גדולים מאוד בעשור האחרון שלא ייסקרו כאן, אך ראוי לציין שינוי אחד בתחום האיוש שתורם תרומה משמעותית לשת"פ אוויר-יבשה מנקודת המבט של האמון הבין-זרועי, והוא תחילת ההצבה של קצין חיל אוויר בתפקיד מפקד התותחנים הפיקודי (מת"פ) בפיקוד הצפון בסוף 2015 (אל"ם אביעד דגן), שתפקידו הוגדר מחדש כמפקד מרכז האש (מר"ש). שינוי איוש דומה בוצע בפיקוד הדרום. הצבת אלוף-משנה מחיל האוויר בתפקידים אלו במטות הפיקודים המרחביים חיזקה מאוד את אמון מפקדת חיל האוויר ביכולת הפיקודים המרחביים להפעיל את הכוח האווירי באפקטיביות. הקמת חטיבת התקיפה הרב-זרועית במפקדת זרוע היבשה בסוף 2020, בפיקוד תת-אלוף מחיל האוויר, היוותה עוד נדבך בשילוב בין הזרועות.

השינויים המרכזיים שנעשו בעשור 2012–2023 היו (הסדר אינו מבטא את החשיבות): הרחבת גופי התכנון והתאום. הקמת מכלולי אש בחטיבות המבוססות על יכולת לוחמה מועשרת מודיעין (לוחמ"מ) החלה ב-2012. השינויים נמשכים עד היום, תוך הוספת קצינים ותאי תקיפה (חטיבת התקיפה, 2024). היחידה לשיתוף פעולה (יחשת"פ)

הורחבה משמעותית לאורך העשור המדובר, וב-2012 נפתח בה בית ספר לש"פ אוויר-יבשה. בית ספר להכשרת גופי תקיפה נפתח תחת חטיבת התקיפה הרב-זרועית בתחילת 2021 (מערכת אתר צה"ל, 2021).

ב"בור" (המטה המבצעי) של חיל האוויר קיים מאז מלחמת יום הכיפורים מרכז סיוע אוויר-קרקע/מרכז סיוע אווירי התקפי (מרס"ה), שפעל לאורך שנים וממשיך לפעול בתכנון מטרות מול מפקדות הפיקודים המרחביים. בשנים האחרונות הוקם במפקדת חיל האוויר גוף תכנון נוסף העוסק בתכנון מטרות לדרגי האוגדה והחטיבה – מרכז תכנון לתמרון (מת"ל). הפיצול הזה אפשר לחיל האוויר להגדיל במידה רבה את היקפי התקיפה בזמן אמת כסיוע לכוחות המתמרנים.

הכשרות ואימונים. אלו התפתחו מאוד בעשור המדובר. השתתפות חיל האוויר בתרגילי חטיבה החלה לפני כעשור וקיבלה דחיפה ניכרת בשנת 2021, עם הקמת בית הספר לתקיפה במסגרת חטיבת התקיפה הרב-זרועית בזרוע היבשה. חטיבת המטה אפשרה לראשונה לזרוע היבשה לנהל בקרה זרועית על כשירות ממלאי התפקידים במפקדות היבשה, ברמה שמית ופרטנית.

השתלמויות אוויר-יבשה למפקדי כוחות היבשה בדרגי אוגדה-חטיבה-גדוד הן לא דבר חדש, אבל באופן מסורתי הן כללו ביקור של מפקדי יבשה בבסיסי חיל האוויר, תוך הצגת יכולות הסיוע של החיל והדגשת התנאים להפעלתו. ב-2019 החל חידוש חשוב – השתלמויות מפקדי יבשה שנעשו בבור חיל האוויר, שם התנסו המפקדים בתהליכי קבלת ההחלטות הכרוכות בשיקולים של צורך מבצעי (המוגדר על ידי המפקד היבשתי): גודל הפצצה – כדי להבטיח את האפקט הנדרש; בטיחות (מרחק המטרה מכוחותינו); רגישות המטרה – לדוגמה מתקני אונר"א; שיקולי נזק אגבי – כתלות באוכלוסייה בסביבת הלחימה, ועוד. מפקדי היבשה תרגלו את התהליך כקציני תכנון ושליטה בבור ח"א, וכך נחשפו לשיקולים ולתהליך. הדבר נתן להם כלים הרבה יותר טובים מבעבר להבין כיצד נכון לדרוש תקיפה, ומהם התנאים שעליהם לבדוק במפקדת החטיבה או האוגדה לפני שהם דורשים תקיפה כזו.

בדרג הגדוד: בשנת 2020 הוקם מרכז אימון להפעלת אוויר אופרטיבי (אלפ"א), שמאמן באמצעות סימולטור את דרג מפקד הגדוד (מג"ד) להפעלת אוויר ולקבלת החלטות בנושא (קוצ'ריגין, 2023). הופעלו צוותים שנועדו לתרגל את המג"ד ואת צוותו בשטח בתרגילי גדוד (תרג"ד) בתהליכי דרישה והכוונה של כלל סוגי הסיוע האווירי. בשנת 2022 הגיעו הצוותים ל-85 אחוזים מתרגילי הגדוד, ובשנת 2023 לכ-100 אחוזים מהם. מספר גיחות האימונים בתרגילי יבשה השתנה לאורך השנים עקב מגוון סיבות, ובהן היקף אימוני היבשה המשתנה לעיתים קרובות. ב-2022 בוצעו אלפי גיחות אימונים (מכל הסוגים – קרב, מסק"ר, כטמ"ם, מסוקי סער ומטוסי תובלה).²

טכניקת "הבזק" (בלשון העבר – מטרה דחופה): שייחודה הוא דרישה במעגל קצר בין החטיבה למפקדת חיל האוויר (תוך דילוג על דרגי האוגדה והפיקוד), כאשר פרק הזמן מדרישה לתקיפה הוא פחות משעה. טכניקה זו תורגלה בארבע השנים לפני

² נתונים שהוצגו בפגישה עם מפקד יחשת"פ, מאי 2024.

המלחמה ויושמה בהיקפים גדולים מאוד – כ־7,000 תקיפות עד פברואר 2024. נוסף על כך נתקפו עבור הכוחות המתמרנים מספר דומה של מטרות במטסים סדורים, שבהם נתקפות מטרות מתוכננות מראש (מערכת אתר חיל האוויר, 2024).

הקטנת טווחי הבטיחות לסיוע של מטוסי קרב. לאורך שנים היה טווח הבטיחות בין מיקום המטרה לתקיפת מטוס קרב לבין המיקום הקדמי של כוח יבשתי ביחס אליה 1,000 מטרים. טווח זה נשאר בתוקפו משנות ה־50 ועד אמצע העשור השני של המאה ה־21, למרות שינויים דרמטיים בדיוק הפצצות, ידיעת מיקום כוחות היבשה, אמצעי קשר, הצורך המבצעי בלחימה בשטח בנוי ועוד. הסיבה לאי־השינוי הייתה חשש עמוק של מפקד חיל האוויר לתקוף בטעות כוח יבשתי. את תחילת השינוי בנושא זה ביצע מפקד חיל האוויר (מח"א) אמיר אשל בשנת 2014 במהלך מבצע צוק איתן, כאשר טווחי הבטיחות צומצמו לצרכים מבצעיים (צמצום כזה הוכן למקרה של ביצוע פעולה קרקעית כבר במהלך מבצע עמוד ענן ב־2012). שינוי רשמי בוצע בשנת 2015 כאשר טווח הבטיחות הוקטן למאות מטרים בלבד ובכך מאפשר סיוע קרוב בשטח בנוי (זרוע היבשה, 2015). יש לציין כי במהלך זה "צמצם" צה"ל פער של עשרות שנים בינו לבין צבא ארצות הברית, שבו הערכת טווחי הבטיחות מכוחות יבשה לפצצות JDAM, המבוססת על הסתברות פגיעה בכוח היבשתי של 0.1 אחוזים (1 ל־1,000), היא בין 200 ל־300 מטרים, תלוי בגודל הפצצה (Army, Marine corps, Navy, Air Force, 2007, Table 33). חיבור מערכות שליטה ובקרה (שו"ב) יבשה-אוויר עבד על בסיס מערכת משואה אבל עם מגבלות שנבעו מעומס משתמשים על תא שטח קטן בעזה. היכולת לראות במטה ח"א את מיקום המטרה ביחס למיקום כלי הרק"ם של הכוח המתממן הייתה עדיין חיונית בהקשר של אישור מטרות. מן הצד השני, פערים בהעברת מידע על תשתיות לכוך בקצה, כמו מטרות מנועות, הביאו כנראה לכך שחלק מהמטרות שהועלו נפסלו בדרך. **"ברד למג"ד".** טכניקה שפותחה בשנים שלפני המלחמה ומטרתה הייתה להסדיר תהליך תקיפה במעגל קצר – בין צוות ייעודי בדרג הגדוד (צוות סופה) לבין מטוס הקרב (קולמן, 2021). הטכניקה אינה מופעלת עקב ריבוי כוחות בתא שטח קטן וגורמים מגבילים אחרים, המחייבים קשב חטיבתי. אין זה אומר שהיא לא תידרש או שלא תהיה אפקטיבית בלחימה בלבנון, שבה פריסת הכוחות על שטח גדול יחסית לעזה תקל בחלק מהמגבלות.

השתנות תוך כדי לחימה – היבטים תורתיים, תהליכיים וארגוניים
שכלול טכניקת הֶבֶזָק תוך קיצור טווחי בטיחות. הטכניקה שפותחה לפני המלחמה ונוסתה באופן מוגבל בתרגילים שופרה במהלך הימים והשבועות הראשונים לתמרון בעזה מתוך ההתנסות האינטנסיבית בה. מרכיב חשוב שחלו בו שינויים הוא טווח הבטיחות מהכוחות, כך שבעשרות רבות של מקרים נתקפו מטרות בטווחים של עד 100 מטרים מהכוח.³

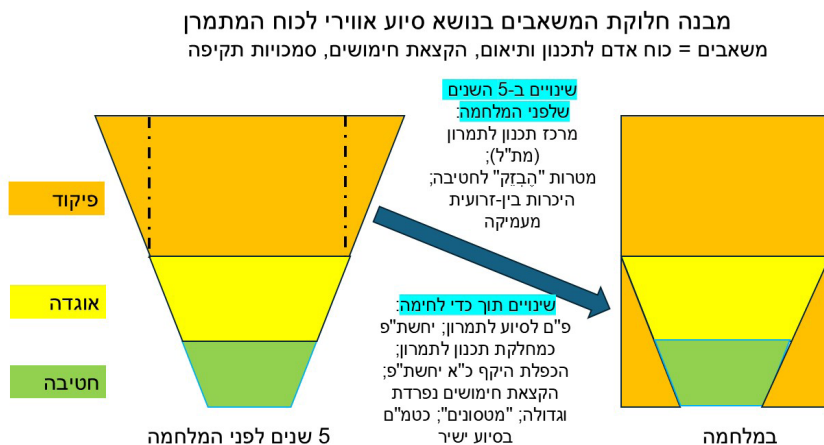
³ עדות שמסר בשיחה אישית תא"ל (מיל') א', מפקד תא שליטה סיוע לתמרון.

שילוב מטרות מתוכננות מראש לתקיפת תת-הקרקע ("מקדם שבירה") בתוכנית התמרון של הכוחות. בוצע חיבור תפיסתי ומעשי בין שני תחומים שלפני המלחמה נתפסו כנפרדים: תקיפות תת"ק על ידי דרג הפיקוד, שהיו בבנקי מטרות ותוכנן לתקוף אותן ללא קשר לתמרון ובמועד מוקדם ביחס אליו (שם קוד "מקדם שבירה"), יחד עם סיוע קרוב לכוחות. השילוב הזה מיקסם כל תקיפה כך שזו גם פגעה בתשתיות תת"ק וגם סייעה לכוח להתקדם בתנאים נוחים יותר על פני השטח מול אויב שניסה להלחם מתשתיות אלו (פרל, 2024).

הרחבת טכניקת מטס למטסון קצר + דינמי. השיטה לפני פרוץ המלחמה הייתה מטס בטווח זמן של כל מספר שעות. צורכי התמרון הביאו להוספת דפוס פעולה שנקרא מטסון, שאפשר לחטיבות לתזמן אש למטרות בסמוך להתקדמותן בשטח.

שימוש בפצצות SDB – "ברד חד" לסיוע קרוב לכוחות. פצצות אלו במשקל 125 ק"ג נקלטו בחיל האוויר כבר בתחילת העשור השני של המאה ה-21 והופעלו לראשונה מבצעית במבצע צוק איתן ב-2014 (צורני, 2015). כיוון שגודלן הקטן מאפשר למטוס סופה או אדיר יחיד לשאת מספר פצצות, התכנון לשימוש בהן עד המלחמה היה לתקיפת מטרות במטסים מתוכננים מראש. בתחילת המלחמה קיבל מח"א אלוף תומר בר החלטה להשתמש בהן גם לשם סיוע קרוב לכוחות המתמרנים.⁴

הרחבת היקף כוח האדם ביחשת"פ בכ-100 אחוזים – תוספת של כמה מאות אנשים על בסיס מתנדבים ותיקים שעברו תוך כדי מלחמה רענון והסמכה בעשרות קורסים (למפקדי תאי תקיפה, קצין תקיפה, קמ"ן תא תקיפה ועוד).⁵ ניתן לתאר את השינויים באופן סכמתי וגרפי כך שמשאבים מכלל הסוגים נחתכו ברמות הגבוהות ובוזרו לרמות הנמוכות.



תרשים 1: השינויים במבנה חלוקת המשאבים בנושא סיוע אווירי התקפי לכוח המתמרון, תוך חלוקה לשנים שלפני המלחמה ולשינויים תוך כדי המלחמה.

⁴ התכתבות עם רח"ט תקיפה, 15 במאי 2024.

⁵ נתונים שהוצגו בפגישה עם מפקד יחשת"פ, מאי 2024.

דיון: סיוע אווירי התקפי – מדוע המקרה של חרבות ברזל ייחודי?

תנאים ייחודיים ומקילים במלחמת חרבות ברזל

כל מלחמה היא מקרה ייחודי ברמות המלחמה השונות – האסטרטגית, האופרטיבית והטקטית. בעניין הסיוע האווירי ההתקפי ניתן למנות את המרכיבים הייחודיים הבאים: **צורך רחב היקף שנבע מכמה גורמים:** ריבוי של כוחות מתמרנים בשטח זה; אופי השטח הבנוי, שחלקים גדולים ממנו הם שטח עירוני עם בניינים רבי קומות, אשר לצורך תקיפתם נדרשים חימושים כבדים; מתחמי תת"ק נרחבים שלצורך תקיפתם נדרשת חימושים כבדים.

תנאים מאפשרים נוחים יחסית: היעדר איומים אוויריים; איום מוגבל מאוד על בסיסי חיל האוויר; זמינות סד"כ וקשב פיקודי במטה חיל האוויר עקב מלחמה במתאר שבפועל הוא חד-זירתי; קצב לחימה איטי יחסית של הכוחות; מערכות שו"ב שתפקדו בצורה טובה דיה לאפשר תמונת מצב כוחותינו לפני אישור תקיפה; מודיעין מקדים על תשתיות תת-קרקע; מלחמה עצימה בזירה אחת שאפשרה ריכוז משאבים בה. התמשכות הלחימה דחפה למתן עדיפות להקצאת משאבים לכוחות המתמרנים, כאשר בנק המטרות הפיקודי מומש בתחילת הלחימה, והיקף המטרות החדשות שיצרה מפקדת הפיקוד המרחבי תוך כדי לחימה היה מוגבל. יש לציין כי הן קביעת היקף החימושים האוויריים המוקצים לסיוע לתמרון והן המדיניות הכללית להפעלת האש נקבעים במטכ"ל, ולא במפקדת חיל האוויר. הקצאת החימושים לסיוע לתמרון במלחמה הייתה נרחבת מכמה סיבות, ששתיים מהן ניתן לשער וקשה לכמת: הצורך לוודא את הצלחת התמרון לאחר דעיכה מתמשכת באמון שניתן בכוחות היבשה, והרצון לצמצם ככל האפשר את מספר הנפגעים. להחלטות אלו היו יתרונות גדולים, אך גם חיסרון בהקשר למה שקרוי כלכלת חימושים. **מגבלות הסיוע האווירי ההתקפי:** אוכלוסייה בסביבת לחימה ברמות שונות של היקף – בעיה זו נפתרה ברובה באמצעות עידוד אוכלוסייה לצאת מאזור הלחימה כדי למנוע פגיעה בה, לפני כניסת התמרון ובמהלכו; בעיה שנייה היא החשש מפגיעה בחטופים ובשבויים.

להיבטים ייחודיים אלו – הצורך הנרחב, תנאים מאפשרים נוחים יחסית ומיעוט יחסי של מגבלות, יחד עם התארכות המלחמה שאפשרה למידה והשתנות – יש משקל ניכר בתוצאות המוצלחות של הסיוע לתמרון, אשר בשל מספר גורמים קשה יהיה לשחזרם במלואם במלחמה בזירה הצפונית שתכלול תמרון רחב היקף.

גורמי העומק – השתנות תרבות חיל האוויר בהקשר הסיוע לכוח המתמרן הספר 'מפקדת חיל האוויר' עוסק בתרבות הארגונית של מפקדת חיל האוויר. נכתב בו כי הארגון הוא בעל "ארבעה כובעים": זרוע אש אסטרטגית (מעגל שני ושלישי); זרוע הגנה אווירית נגד כלי טיס ותמ"ס (תלול מסלול); מפקדת מערכה באש (מפקדה מבצעית

ראשית) במעגל הראשון; ואווירייה טקטית (סיוע לכוחות היבשה (פינקל, 2022, עמ' 34), שכונה בשנות ה-70 "ארטילריה מעופפת" (6).

בין הסיבות לרתיעה ארוכת שנים של חיל האוויר מתפקידו כאווירייה טקטית – סיוע צמוד לכוחות היבשה – נמנים גורמים אחדים שהעיקריים בהם: ריבוי משימות שבהן החיל הוא המענה היחיד בצה"ל (שלושת תפקידיו הראשונים), מול חלופיות מסוימת ומוגבלת שיש לאש האווירית בכוחות היבשה, בדמות אש יבשתית; החשש מפני ירי על כוחותינו; החשש של מפקדי החיל מ"חוסר היעילות" של הפעלת כוח אווירי לסיוע צמוד לכוח היבשתי – הקושי ליצור "הספקי תקיפה" (פינקל, 2022, עמ' 35).

ניתן לומר כי הסיוע החרגי לכוחות המתמרנים במלחמה זו ביחס למלחמות קודמות נובע הן מהתייחסות רצינית של חיל האוויר למשימה זו בעשור האחרון והן מהתנאים הייחודיים שצוינו מעלה, שאפשרו לחיל להתמקד בה. כפי שצוין מעלה, להחלטות על היקף הסיוע האווירי שיתן חיל האוויר לכוחות המתמרנים אחראי המטכ"ל, ובעת מלחמה – המפקדה הכללית. לשיפורים שנעשו בשנים האחרונות בתהליכי עבודה משותפים בין המפקדה הכללית, מפקדת חיל האוויר ומפקדות הפיקודים המרחביים יש ככל הנראה גם תרומה חשובה לסיוע שניתן במלחמה. גם אם תיאור זה נכון, ואולי נוספה לו מוטיבציה נוספת אחרי הניסיונות לתאר את טייסי חיל האוויר כ"סרבנים" ש"מפקירים" את לוחמי היבשה כחלק ממחאתם על הרפורמה/ההפיכה המשפטית, ייתכן שיש כאן שינוי הרבה יותר גדול בתרבות חיל האוויר.

פליטות פה עיתיות של אנשי חיל האוויר כמו "חיל האוויר וצה"ל" או "חיל האוויר סייע לצה"ל" מבטאות מרכיב חשוב בהתייחסות של חיל האוויר לעצמו כאל "זרוע אסטרטגית" של המדינה. לתפיסת חיל האוויר את עצמו כגוף עצמאי יש גם ביטוי בדרך שבה הוא מתאר את פעילותו – במלחמות של צבאות מול צבאות הוא מדד את הצלחתו באופן נפרד מ"צה"ל" בהישגים חיליים כמו הפלת מטוסים ותקיפת שדות תעופה (היבטי תפוקה) והסביר את פעילותו בסיוע לכוחות היבשה בהיבטי תשומה (מספר תקיפות בסיוע לכוחות – ראו מלחמת יום הכיפורים, לבנון הראשונה והשנייה). כאשר עבר מוקד הלחימה לשטח בנוי חל שינוי גדול בעצמאות הפעולה של החיל, כאשר את עיקר המודיעין למשימותיו – תקיפות תשתיות אויב בשטח בנוי, משגרים ובכירי אויב – סיפק לו אמ"ן, ובמקרה האחרון גם שב"כ. כאן המדרד להצלחה היה בעיקר בתשומות: כמה גיחות בוצעו, כמה מטרות נתקפו, שכן לרוב קשה מאוד לדעת כמה לוחמי אויב נהרגו בתקיפות (במקרה של פגיעה בבכירים קל יותר לדעת).

ייתכן שבמלחמת חרבות ברזל התפתח שלב נוסף בתפיסת חיל האוויר את עצמו כחלק מצה"ל. מפקד החיל אלוף תומר בר אמר בנובמבר 2023:

⁶ "התקיפות האוויריות שבוצעו על ידי חיל האוויר היוו חלופה למשימות שצריכות להתבצע בדרך כלל על ידי חיל התותחנים, אולם מחסור חמור בקני ארטילריה בזירת הלחימה, אל מול היקף המשימות, הביאו לשיתופ ומהפעלתו של חיל האוויר. פעילות אווירית זו זכתה לכינוי 'ארטילריה מעופפת'. החימוש שהשתמשו למשימות אלה היה חימוש רגיל והותקפו בו בעיקר מתחמי אויב וסוללות ארטילריה" (רויכמן וארבל, 2016).

מרגע שנכנס התמרון, החיל עוטף אותו במטריה אווירית עוצמתית במיוחד. החלוקה [ה]פשוטנית וההיסטורית של האוויר והיבשה היא נחלת העבר, מעולם הקשר בין טייס למפקד טנק לא היה ישיר והדוק כל כך. פיתחנו כאן שיטת לחימה בה כל כוח יבשה שלנו פוגש אויב שעל הקרקע עטוף בסיוע אווירי של מטוסי קרב התוקף ומשמיד אותו מערכת אתר צה"ל, (נובמבר 2023).

מפקד יחשת"פ שסיים את תפקידו בתחילת יולי 2024 אמר בנאום ההחלפה: "על דגלנו חרטנו 'ניצחון בתמרון' [...] ריגשתם בחיבור המיוחד בין כחול וירוק [...] נתתם ביטחון למ"פ [מפקד פלוגה] בקצה שיש חיל אוויר שלם לצידו" (מפקד יחשת"פ, 2024). למרות הדיון בתקשורת בדבר מספר המטרות וההימושים שנתקפו בסיוע לכוחות היבשה, ייתכן כי חיל האוויר, גם אם באופן בלתי מוצהר, מודר את הצלחתו בהצלחת הכוח המתמרן. במילים אחרות, כמו החילות השונים ביבשה, המבינים כי ההצלחה טמונה בשילוב כוחות – חי"ר, שריון, הנדסה, אש יבשתית ועוד, ואינם מייחסים הצלחה לחיל כזה או אחר אלא לשילוב – גם חיל האוויר מזהה את הצלחתו עם הצלחת הכוחות (לדוגמה צוות קרב חטיבתי (צק"ח 401 או צק"ח גבעתי). אם אכן כך הדבר, מדובר בתחילתו של שינוי תרבותי משמעותי. גם מפקדי היבשה מרגישים כך, כפי שביטא זאת מפקד פיקוד הדרום אלוף ירון פינקלמן: "חיל האוויר הישראלי היום הוא לא עמוד האש רק לפני המחנה, הוא עם המחנה ובתוך המחנה" (חדשות NWS, 2024).

השוואה למלחמת לבנון השנייה ולמבצעים בעזה

כאמור במבוא, יש כמה קווי דמיון יסודיים בין מלחמת חרבות ברזל לבין מלחמת לבנון השנייה, מבצע עופרת יצוקה ומבצע צוק איתן. בכולם הלחימה הייתה נגד אויב בלתי סדור (חזבאללה וחמאס), כוחות היבשה נזקקו לסיוע התקפי והייתה לצה"ל עליונות אווירית. עם זאת, היקף ההבדלים בין המלחמה והמבצעים שצוינו לבין מלחמת חרבות ברזל גדול מכדי לאפשר השוואה בעלת משמעות. בלוח 1 להלן ניתן לראות את הדומה והשונה בין המלחמות והמבצעים בתחום הסיוע האווירי ההתקפי עם מטוסי קרב (דרוק, 2023; Lambeth, 2011; Johnson, 2012).

לוח 1: השוואת הסיוע האווירי ההתקפי באמצעות מטוסי קרב במלחמות ובמבצעים

מלחמת לבנון השנייה (2006)	מבצע עופרת יצוקה (2008–2009)	מבצע צוק איתן (2014)	מלחמת חרבות ברזל (2023–2024)
רמת ההכנות לפני המלחמה לגבי מתן סיוע או קבלת סיוע	ללא הכנות. התו"ל בוטל, תפקיד הקס"א החטיבתי בוטל, ללא הכשרות וללא אימונים	שנתיים לאחר החזרת התו"ל, החזרת הקס"א, טווחי בטיחות גדולים, תחילת אימונים	הכשרות של גופי תכנון ותיאום, הכשרות ואימונים, הטמעת טכניקות, טווחי בטיחות קטנים ועוד ⁷
אופי שטח הלחימה היבשתית שבו נדרש סיוע אווירי התקפי	כפרי, כוחות היבשה פעלו בכפרים ובשולי עיירות בשטח הררי וגבעי, ולעיתים עם תכסית צמחייה סבוכה	שטחים פתוחים, עיירות שבהן בנייה נמוכה או בנייני שתיים-שלוש קומות (בית חאנון, בית לאהיא, אל עטאטרה); מעט לחימה בשטח בנוי גבוה (שכונת זיתון)	לחימה בשטח בנוי עירוני שבו בנייה לגובה, מחנות פליטים, שטחים כפריים, עיירות; כולל תת-קרקע בהיכנס רחבים מאוד ומסוגים שונים ברמת העומק, הסיעור, צורת הבנייה וכדומה
היקף הכוחות שנלחמו בשטח כפרי/עיירות/ערים – בור-זמנית	שלוש עד חמש חטיבות. הקרב המשמעותי ביותר בשטח בנוי היה בפאתי בינת ג'ביל, שבו נלחמו במקביל שלוש חטיבות	ארבע חטיבות (במרחבים שצוינו מעלה) ומבצעים גרודיים של אוגדת עזה	ארבע אוגדות תוקפות עם כ-15–20 חטיבות שנלחמו בור-זמנית
יכולת חיל האוויר לסייע ליבשה עם מטוסי קרב	החימושים המדויקים מבוססים על ציון לייזר. תהליך התקיפה מורכב יחסית.	תחילת שימוש ב-JDAM בחיל האוויר.	הרחבת משק החימוש המדויק – סוגים והיקף. שימוש ראשון בברד חד לסיוע; מדיניות: קיצור טווחי בטיחות תוך כדי לחימה, מעבר לקיצור הטווחים שבוצע לפני המלחמה
יכולת כוחות היבשה להסתייע	ללא קס"א, ללא מערכות שו"ב	ניצני מערכת צבא יבשה דיגיטלי (צ"ד); תחילת שדרוג מפקדות חטיבה באמצעות ממלאי תפקידים רלוונטיים לסיוע	שימוש מבצעי ראשון רחב היקף בצ"ד; מפקדות חטיבה מלאות

⁷ ראו פירוט בתת-הפרק 'השינויים בעשור 2012–2023' לעיל.

לאור האמור, מלחמת לבנון השנייה אינה מקור הולם להשוואה בתחום הסיוע האווירי ההתקפי, בעיקר כיוון שלפניה הוא בוטל בצה"ל ולחיל האוויר כמעט לא היו אז חימושים מתאימים לסוג לחימה זה, וגם עקב שאר הסיבות שמופיעות בעמודה הראשונה. במבצעים בעזה התשתית לסיוע – הן בצד חיל האוויר והן בצד כוחות היבשה הלכה והשתפרה, אבל היקף הכוחות שפעלו בשטח בנוי, אופי השטח הבנוי וההישג המבצעי שנדרש מהכוחות היו שונים מהותית מאלו שבמלחמת חרבות ברזל.

במחקרו ההשוואתי על מלחמת לבנון השנייה ומבצע עופרת יצוקה הציע החוקר הבכיר ממכון ראנד, דייוויד ג'ונסון (Johnson, 2012), הבחנה בין תפקודי הכוח האווירי בשלושה מצבי יסוד מול שלושה סוגי יריבים, תוך שימוש במושגים שהיו אז בשימוש בצבא האמריקאי: אויב בלתי סדור (ארגוני טרור); אויב היברידי (בלתי סדור עם אמצעי לחימה מתקדמים, כדוגמת חזבאללה); צבא מדינתי שנגדו מנהלים "מבצעי לחימה ראשיים" (כדוגמת רוסיה). מלחמת חרבות ברזל שייכת לקטגוריה השנייה של ג'ונסון, שעליה הוא כתב בהקשר של מידת התיאום אוויר-יבשה כי המבצעים מול אויב כזה מחייבים שילוב מאוזן של כוח יבשתי וכוח אווירי, ולכן נדרשים תיאום הדוק, אימונים נרחבים ו"מודלים" לפני ביצוע; וכי התיאום נדרש להבטיח זמינות גבוהה של הכוח האווירי ליחידות היבשה, ולכן צריך להיות ברמות שמתחת לפיקוד זירתי (המקבילה לפיקוד מרחבי בצה"ל). התיאום שמבוצע במלחמת חרבות ברזל הוא ברמות נמוכות הרבה יותר – בדרג החטיבה, המאופייין על פי ג'ונסון בלחימה מול אויב בלתי סדור, שבה נדרשת סגירת מעגלים מהירה בין הכוח היבשתי לכוח האווירי. המלחמה בעזה מערבת את שלושת המצבים שהגדיר ג'ונסון – צה"ל מנהל מבצע מלחמה ראשי, נגד אויב "היברידי", תוך תיאום בדרג נמוך בין הכוח היבשתי לחיל האוויר.

בתחילת המלחמה רבו ההשוואות בין הלחימה של כוחות הקואליציה נגד דאע"ש במוצול בשנים 2016-2017 לבין הלחימה הצפויה לישראל בעזה. ההשוואה בתחום הסיוע האווירי ההתקפי לכוח המתמרן אינה פשוטה, לא רק עקב הבדלים בסיסיים בין שני המקרים בתנאי הלחימה, כמו ההבדל הגדול בהיקף התת"ק והיקף האזרחים במרחב הלחימה (Knights, 2023), אלא גם עקב העובדה שכתישת העיר מהאוויר בוצעה טרם כניסת הכוחות העיראקיים, וסיוע צמוד לתמרון של כוחות היבשה העיראקיים היה באמצעות מטוסים ומנגנוני תיאום סיוע של בעלות הברית המערביות (Losey, 2017).

מבט קדימה – למלחמה עתידית הכוללת תמרון רחב היקף בלבנון

בשונה מהמלחמה בעזה, במלחמה עתידית בלבנון שיהיה בה תמרון רחב היקף, יידרש כנראה חיל האוויר לפעול להשגת עליונות אווירית; יתקוף "מטרות חיל אוויר" בעומק האסטרטגי כמו משגרים ארוכי טווח ומפקדות; מטרות "פיקודיות" – של פיקוד הצפון במרחב דרום לבנון, ויידרש לעוד משימות בזירה זו וייתכן שגם בזירות נוספות. כל זה יחזיר את המתחים הקבועים בין משימות אלו לבין משימת סיוע אווירי קרוב לכוחות היבשה. מרכיב מרכזי בפתרון מתחים אלו הוא המטכ"ל, אשר מקצה מטוסים וחימושים וקובע מדיניות אש. אם כך יהיה, המטכ"ל וכנגזרת מכך גם חיל האוויר יידרשו "לכיל"

את ציפיות מפקדי היבשה שנלחמו בעזה בנושא היכולת לסייע לתמרון רחב היקף במלחמה עתידית בלבנון כדי למנוע משבר אמון אפשרי, אם לא יוכל להינתן סיוע דומה. מנגד, הניסיון מראה כי בנקי המטרות המוכנים מראש נתקפים תוך כמה יממות, שבהן הכוח היבשתי ממילא מתארגן לתמרון. אם אכן כך יקרה ובהינתן מצב נוח יחסית לעזה, שבו אוכלוסיית דרום לבנון נעה צפונה כפי שקרה במלחמות קודמות, יוכל חיל האוויר לשחזר את הישגיו בסיוע לכוחות המתמרנים גם בזירה הצפונית. כדי לעשות זאת באותה איכות יידרשו הפעולות הבאות: שימור ההשתלמויות העוסקות בתהליכי תכנון; שימור היקפי כוח האדם שנוספו ביחשת"פ באמצעות הרחבת תקנים והרחבת משאבי אימונים; שימור היקף חימושים משמעותי לסיוע לכוחות המתמרנים; תחקור מעמיק של "כמעט ונפגע" במלחמה, כדי להשאיר את ההסתברות לירי על כוחותינו ברמה נמוכה, ובעיקר שימור ופיתוח התחושה כי הצלחת הכוח המתמרן היא הצלחת חיל האוויר.

*

תודות על הקריאה וההערות: אל"ם י', מפקד היחשת"פ; תא"ל רועי בקשי, רח"ט התקיפה הבין-זרועית בזרוע היבשה; תא"ל (מיל') א', מפקד תא שליטה סיוע לתמרון; אנשי מפקדת חטיבה 35: ראש המטה אל"ם (מיל') י'; מפקד הסיוע החטיבתי סא"ל (מיל') א'; וקצין סיוע האוויר החטיבתי רס"ן (מיל') כ'.

מקורות

דרוק, ד' (2023). הקרב המשולב והמשותף בשנים 2006–2014. בתוך מ' פינקל (עורך). התפתחות הקרב המשולב בצה"ל: עבר, הווה ומבט לעתיד (עמ' 262–322). מערכות ומודן..
זרוע היבשה/מחלקת תו"ל ותפיסות (יולי 2015). הוראה מקצועית. תכנון והפעלת מטוסי קרב בסיוע לכוחות היבשה. מסמך פנימי צה"לי.
חדשות NWS (2024, 8 בפברואר). מפקד פיקוד הדרום, אלוף ירון פינקלמן, בדבריים שאמר בכנס חיל האוויר (סרטון). YouTube. <https://tinyurl.com/ycy955nh>
חטיבת התקיפה (יוני 2024). מצגת יום למידה זרוע היבשה ממלחמת "חרבות ברזל" – האש היבשתית והרב-זרועית. מסמך פנימי צה"לי.
מערכת אתר צה"ל (2021, 23 בפברואר). נפתח בית הספר החדש לתקיפה רב-זרועית. <https://tinyurl.com/3jzp7zan>
מערכת אתר צה"ל (2023, 16 בנובמבר). מפקד חיל האוויר: פוגעים בחמאס על הקרקע ומתחת לפני הקרקע – פגענו באלפי מחבלים, ועוד נגיע לכולם". <https://tinyurl.com/282pw845>
מערכת אתר חיל-האוויר (2024, 20 בפברואר). 31 אלף מטרות בכלל הזירות: פעילות חיל-האוויר לאורך 136 ימי המלחמה. <https://tinyurl.com/mpzthh3r>
מפקד יחשת"פ (2024, 7 ביולי). נאום החלפת פיקוד יחשת"פ. מסמך פנימי צה"לי.
פינקל, מ' (2022). מפקדת חיל-האוויר: תהליכי בניין הכוח ופיתוח התוכניות להפעלתו. משרד הביטחון ומודן.
פרל, ג' (2024, 11 באפריל). "ייחודו הבולט של צה"ל, שהמפקדים הם סוד כוחו": לקחים מ-1982 ו-2023. אתר מערכות. <https://tinyurl.com/2yrjv96z>
צורני, ש' | אתר חיל האוויר (2015, 8 בנובמבר). קטלנית יותר, מדויקת יותר: הפצצה המתקדמת של חיל האוויר. Mako. <https://tinyurl.com/bdd9pa8t>
קולמן, ר' (2021). סופה על פני הקרקע. בטאון חיל האוויר, גיליון 257. <https://tinyurl.com/4w4ckhxa>

קוצ'רגין, י' (2023). רב-זרועיות. בטאון חיל האוויר, גיליון 271. <https://tinyurl.com/27ct4ws5>.
רויכמן, ר' וארבל, ב' (2016, 9 באוקטובר). "ארטילריה מעופפת" – אליה וקוץ בה. תמיד תותחן, אתר חיל התותחנים ועמותת יד לתותחנים. <https://tinyurl.com/5c5b3dxz>.
שורש, ר' (2007). התפתחות היכולת לסיוע קרוב במטוסי קרב – סקירה היסטורית. מחלקת תפיסות זרוע היבשה. מסמך פנימי צה"ל.

Army, Marine corps, Navy, Air Force- Air Land Sea Application center (2007). *JFIRE: Multi-Service tactics, techniques, and procedures for the joint application of firepower*. <https://tinyurl.com/2uz5nctb>.
Johnson, D.E. (2012, January 19). *Hard fighting: Israel in Lebanon and Gaza*. RAND. <https://tinyurl.com/mrsmcyuf>.
Knights, M. (2023, October 13). *Gaza's urban warfare challenge: Lessons from Mosul and Raqqa*. The Washington Institute. <https://tinyurl.com/ypfhrxc7>.
Lambeth, B.S. (2011, May 23). *Air operations in Israel's war against Hezbollah – Learning from Lebanon and getting it right in Gaza*. RAND. <https://tinyurl.com/2s3m5et9>.
Losey, S. (2017, March 28). *With 500 bombs a week, Mosul airstrikes mark 'the most kinetic' phase of ISIS air war so far*. AirForceTimes. <https://tinyurl.com/5n86jr6m>.

הצורך במסוקי קרב: מאפיינים ואתגרים בעידן הלוחמה המודרנית

אלכס דן¹

תקציר

מסוקי קרב מתאימים למספר רב של תרחישים הגנתיים והתקפיים. לכאורה נראה שהם הוכיחו את נחיצותם במידה מסוימת במלחמות שהתרחשו בעולם בשני העשורים האחרונים, בהן מלחמת רוסיה-אוקראינה ומלחמת חרבות ברזל. עם זאת, המגבלות הקיימות בהפעלת מסוקי קרב בשילוב התקדמות טכנולוגית שמספקת מגוון פתרונות לצרכים מבצעיים בשדה הקרב המודרני שינו את תמהיל המענה שניתן לצרכים מבצעיים. לצד מסוק הקרב, תמהיל זה כולל את השימוש בכלים מאוישים מרחוק למשימות תקיפת מטרות ניידות ואמנעה, כלים מרחפים צמודים לכוחות יבשה למשימות איסוף אווירי ותקיפה מדויקת ואמצעים נוספים כגון חימוש מונחה. כחלק מהעיסוק של צבאות מודרניים בשאלת ההצטיידות בכלי מלחמה עתירי טכנולוגיה והצורך לאזן בין מגוון הכלים הזמינים להשגת מטרות המלחמה בכלל, מאמר זה מתמקד בשיקולי העלות-תועלת של מסוק הקרב אל מול החלופות הזמינות לו, כמקרה מייצג לדיון בשאלה זו. המאמר סוקר את השתלבות מסוק הקרב בלוחמה המודרנית, מנתח את מאפייניו ויכולותיו ודן במשמעויות המרכזיות שעולות מהעיסוק בשאלה, לרבות עלות בעלות כוללת, הפגיעות היחסית והחלופות המתפתחות למסוק הקרב כיום.

מילות מפתח: מסוקי קרב, טכנולוגיה צבאית, סיוע אווירי קרוב, טכנולוגיה צבאית, ניתוח SWOT, תמרון אווירי

מבוא

מאז מלחמת קוריאה נוטלים מסוקי קרב חלק בלחימה בהתאם לצרכים המבצעיים המשתנים לפרקים, בהתאם לזירות הלחימה השונות ולפי הטכנולוגיות המתחרות המתפתחות. הופעתם של כלי הטיס המאוישים מרחוק, ההולכים ומתרחבים כמותית וגם איכותית, אפשרה לתת מענה מקיף בשדה הקרב למשימות רבות ומגוונות שהיו מנת

¹ תת-אלוף (מיל') אלכס דן הוא חוקר בכיר במרכז אלרום באוניברסיטת תל אביב.

חלקן של פלטפורמות מאוישות, ביניהן מסוקי קרב, ובראש ובראשונה התמודדות עם שריון אויב. משימה "קלאסית" זו של מסוק הקרב התניעה שאלה חשובה ביותר בחילות אוויר ובצבאות בעולם לגבי עצם המשך ההצטיידות במסוקי קרב והתמהיל הנכון שלהם בסך הפלטפורמות האוויריות.

בצבא היבשה של ארצות הברית, למשל, הוחלט לאחרונה על ביטול פרויקט FARA (Future Attack Reconnaissance Aircraft). פרויקט שאפתני זה נועד לפתח את הדור הבא של מסוקים כדי להקנות לצבא האמריקאי יתרון על פני יריבים פוטנציאליים ולהתמודד עם איומים א-סימטריים ואחרים. בראיון שהעניק מפקד צבא היבשה של ארצות הברית, הגנרל רנדי ג'ורג', הוא התייחס לסיבות השונות לביטול הפרויקט (Ferrari, 2024). בין השאר הוא ציין מספר היבטים מרכזיים במאפייני הזירות שבהן נדרש צבא היבשה להילחם (בדגש על לחימה א-סימטרית ואזורים מאוכלסים בצפיפות, שם האויב מסתתר בתוך אוכלוסייה אזרחית), הצורך בהצטיידות במגוון טילים מונחים המותאמים לסביבה זו והפקת הלקחים ממלחמת רוסיה-אוקראינה, המדגישים שהסיוור האווירי והתקיפה האווירית השתנו באופן דרמטי, כאשר סנסורים וחימושים בכלים מאוישים מרחוק השוהים "בכל מקום" ובעלויות נמוכות יוצרים צורך מהותי בהצטיידות של הצבא האמריקאי.

גם חיל האוויר הישראלי נמצא זה שנים בתהליך של צמצום מערך מסוקי הקרב שברשותו, ונכון ל-6 באוקטובר 2023 הוא נטה לסגירת המערך הזה לצמיתות, תוך שימוש הולך וגובר בפלטפורמות מאוישות מרחוק לצורך ביצוע המשימות שמערך זה היה אמון עליהן. הפעלתם של מסוקי הקרב ב-7 באוקטובר, יום פלישת חמאס לנגב המערבי – במגוון תרחישים של סיוע לכוחות קרקע, פעולות נגד קבוצות של מחבלים בתוך ובצמוד ליישובים, שליטה באש במעברי הגבול בין ישראל לעזה, וכל זאת תוך כדי מבט רחב של בן אנוש (טייס), שאינו מתאפשר עדיין בכלים המאוישים מרחוק שמפעיל חיל האוויר – הפיחה רוח חיים בתומכי מערך מסוקי הקרב למשימות כאלו שאין עדיין ביכולתם של כלי הטיס המאוישים מרחוק לבצע באותו האופן או היעילות. בהתאם מיהר משרד הביטחון הישראלי לקדם עסקה לרכש מסוקי קרב חדשים לחיל האוויר.

האם התהליך של סגירה או צמצום מערך מסוקי הקרב (מסק"ר) שקודם בחיל האוויר ערב המלחמה עד ה-6 באוקטובר הוא הנכון בראייה של שדה הקרב העתידי, ובייחוד זה של הזירה המזרח-תיכונית והישראלית, או שמא דווקא ההחלטה לאחר פרוץ המלחמה בדבר קידום עסקת רכש היא המתאימה לזירה הישראלית?

הצטיידות במסוקי קרב מאוישים היא תהליך ארוך ויקר, שיש לו משמעויות ליותר משני עשורים קדימה עבור חיל האוויר. בהתאם לכך נכון לבחון נושא זה בראייה של עשרים שנה קדימה, על השינויים הצפויים בלחימה לאור הטכנולוגיה המתפתחת והחלופות האפשריות למסוקי קרב ובהתאם לזירה הייחודית שבה מתמודד צה"ל עם אויבים מסוגים שונים, החל מחוליות טרור ועד צבאות מודרניים, וכל זאת בזירות הראויה לניבוי טכנולוגי וזירת, עם שולי ביטחון והסתייגויות נדרשות.

מטרתו של מאמר זה היא להתמודד עם שאלה מורכבת זו, שיש בה ממד עתידני: עד כמה יש לישראל צורך בהצטיידות במסוקי קרב, בהתחשב בטכנולוגיה המתפתחת ובזירות הלחימה האפשריות שלה, וזאת תוך שימוש בשתי מתודולוגיות המשלימות זו את זו. הראשונה – ניסיון להפקת לקחים מהמלחמות המתרחשות בימים אלו, בדגש על מלחמת רוסיה-אוקראינה. השנייה – מתודולוגיית SWOT (Strength, Weakness, Opportunities and Threats).

מתודולוגיית SWOT שהתפתחה בתחום מנהל עסקים בוחנת חוזקות, חולשות, הזדמנויות ואיומים לצורך הערכה אסטרטגית שעל בסיסה ניתן לתכנן את כיוון ההתפתחות של ארגונים, וכיום היא מיושמת לצורך בחינה איכותית מובנית של מגוון מצבים או נושאים. שיטה זו מתבססת על ציר פנימי שמתמקד בחוזקות ובחולשות בארגון, ובציר חיצוני שבוחן את האיומים וההזדמנויות בסביבה האסטרטגית החיצונית שבה פועל הארגון (Gurel & Tat, 2017). במאמר זה עוסקת בחינה זו במסק"ר ככלי משימתי בחיל האוויר הישראלי, כאשר הציר הפנימי מתמקד בחוזקות וביתרונות של מסק"רים ובחולשותיהם, בעוד הציר החיצוני בוחן אותם מול חלופות והסביבה האסטרטגית.

המאמר רלוונטי לכל העוסקים בתכנון אסטרטגי, כולל אנשי המטה, מאפייני המדיניות ומקבלי ההחלטות בחילות אוויר מודרניים בכלל, ובחיל האוויר הישראלי כמחקר בסיסי שישמש להכרעה בסוגיית מסוקי הקרב. ההתמודדות של ישראל עם זירת לחימה רב-ממדית במהלך מלחמת חרבות ברזל היא עדות להשתנות שדה המערכה המודרני, שבו יותר טכנולוגיות מתקדמות משולבות בתווך האווירי במידה משתנה של אוטונומיות, שאת חלקן עשויות מדינות המערב לפגוש בעימותים עתידיים. המאמר מאפשר ללמוד מהניסיון הישראלי ולשמש בסיס מתודולוגי להכרעה בשאלה במדינות אחרות.

רקע היסטורי של התפתחות מסוקי הקרב

את הפיתוח הראשוני של מסוקים ניתן לייחס למלחמת העולם השנייה, שם הם שימשו בעיקר לצורכי סיור וחילוץ רפואי. המסוק המעשי הראשון, סיקורסקי R-4, נפרס באופן מוגבל במהלך המלחמה והדגים את הפוטנציאל של כלי טיס בעלי כנף סובבת בפעולות צבאיות. לאחר מלחמת העולם השנייה חלה התקדמות מהותית בטכנולוגיית המסוקים. החידושים כללו מנועים משופרים, אווירודינמיקה טובה יותר ויכולות נשיאה משופרות, שהרחיבו את התפקידים המבצעיים של מסוקים. בסוף שנות ה-40 שולבו מסוקים בכוחות צבאיים שונים והכינו את הבמה לשימוש הנרחב בהם בסכסוכים רבים (Leishman, 2000), כמפורט בנספח להלן.

צעדים ראשונים לשימוש באש מן האוויר ממסוקים נעשו במלחמת קוריאה על ידי צבא ארצות הברית. הם כללו ירי מתוך הדלתות הפתוחות של תא המטען של מסוק שנועד לתובלת כוחות. במלחמה באלג'יריה ובהודו-סין התאימו הצרפתים מסוקי סער לתקיפה, בדומה לנעשה במסוקים האמריקאיים. השימוש במסוקים למשימות התקיפות במלחמות אלו סימן התפתחות משמעותית בטקטיקות צבאיות והציג את הרבגוניות והיעילות של כלי טיס בעלי כנף סובבת בתרחישים קרביים התקפיים, מעבר להטסת כוחות

לאזורי העימות או אפילו סמוך לקרב ("התקפת סער"), פינוי נפגעים ומשימות אחרות. העימותים בקוריאה, בהודו-סין ובאלג'יריה, שכללו אתגרים והזדמנויות ייחודיים לזירות הללו, סיפקו תשתית להתפתחות תורת הלחימה של מסוקי הקרב, ובמידה רבה עיצבו את הפיתוח הטכנולוגי של מסוקי הקרב והחימוש שלהם (Rollie, 2014; Soboliev, 2016). במהלך מלחמת וייטנאם (1955-1975) חלה התרחבות מהותית בשימוש במסוקים בכלל ובמסוקי קרב בפרט, בעיקר עם הצגת פלטפורמות ייעודיות למשימות התקפיות. בשלב ראשון הותקן חימוש של מסוקי Huey Bell UH-1, ובהמשך פיתוח ושימוש של מסוק הקרב AH-1. מסוק AH-1 (ידוע גם בשמות Huey Cobra או Snake) הוא מסוק תקיפה בעל מנוע אחד, שפותח ויוצר על ידי חברת Bell Helicopter. המסוק צויד בכנפיים קצרות שנועדו להתקנת מספר סוגי נשק (טילים ורקטות), תותח שהותקן בחרטום המסוק ותא טיסה ייחודי למסוקים בתצורת טַנְדֵם (tándem – אנשי הצוות יושבים זה אחרי זה, לעומת מסוקים עד אז שבהם ישבו אנשי הצוות זה ליד זה). לאחר טיסת הבכורה של המדגם, ב־7 בספטמבר 1965, זכה המסוק לתמיכת מקבלי ההחלטות בצבא ארצות הברית והוחל בייצור המוני. המסוק החל את שירותו המבצעי ביוני 1967 במשימות סיוע לכוחות היבשה, ליווי מסוקי סער במשימותיהם ותקיפות ייעודיות (Lepore, 1994; Rollie, 2014).

במשך עשורים אחדים הפכו מסוקי קרב מדגם זה לליבה של צי מסוקי הקרב של צבא ארצות הברית, ובהמשך של אוויריית הצי והמרינס האמריקאיים. המסוק הוחלף בהדרגה על ידי מסוק מתקדם – AH-64 (אפאצ'י) בדגמים שונים של פלטפורמה של בואינג. תהליך דומה, במקביל להתפתחות מסוקים אמריקאיים, נעשה בצי מסוקי הקרב באירופה (בעיקר מסוקים צרפתיים) ובמסוקים רוסיים, במקביל לפיתוח מסוק קרב על בסיס פלטפורמת Mi-8, שהוא מסוק תובלת סער לפי תפיסה של חימוש מסוק ורסטילי (היכול גם להוביל כוחות וגם לשאת נשק), פותח מסוק חמוש בתצורת טנדם. השימוש במסוקים אלה חולל מהפכה בלוחמה אווירית בהקשר של תקיפת מטרות יבשתיות, כגון מתן סיוע אווירי קרוב לכוחות לוחמים, תקיפת מטרות איכות במבצעים ייעודיים, ביצוע סיכולים, ליווי חמוש למסוקי סער במבצעי תובלת סער והתקפת סער וביצוע משימות סיור והתערבות (Culchane, 1977; Soboliev, 2016).

האפאצ'י הוכיח עצמו ככלי נשק רב־תכליתי ומכריע במלחמות המודרניות, בפרט במבצעים בעיראק ובאפגניסטן. הוא תוכנן במקור למשימות נגד טנקים, אך גמישותו אפשרה לו להתאים למגוון רחב של משימות. במלחמת עיראק שימש בעיקר לסיוע אווירי קרוב ותקיפות בעומק, תוך ניצול יכולתו לפעול בתנאי מזג אוויר קשים ובלילה. באפגניסטן הותאם לסביבה ההררית והמאתגרת ושימש לתצפית, לתמיכה מודיעינית ולמאבק בטרור. יתרונותיו העיקריים כוללים רב־תכליתיות, עמידות, דיוק, גמישות, מהירות ותמרון. האפאצ'י הדגים את חשיבותו של מסוק קרב רב־תכליתי ביכולתו לספק תמיכה אווירית קרובה, לבצע תקיפות מדויקות ולפעול בסביבות קשות, והוכיח את עצמו ככלי נשק חיוני במלחמות המודרניות (Bernstein, 2012; Ference & Boudreau, 2002).

נדגים בקצרה את הזירה נגד טרור ללא גבול משותף באמצעות המאבק נגד דאע"ש. מסוקי קרב פעלו בעיקר במתארים של סיוע התקפי קרוב לכוחות היבשה, תקיפת מטרות (בעיקר באזורים אורבניים) וליווי מבצעים התקפיים (קרקעיים רחבים או של כוחות מיוחדים). ראוי לציין שעיקר הפרסום של השימוש במסוקי קרב במערכה נגד דאע"ש הוא במבצעי סיכול ממוקד (U.S. Central Command, 2023).

חיל האוויר הישראלי החל לרכוש מסוקים בשנות ה-50 למשימות הטסת כוחות, פינוי נפגעים ומבצעים מיוחדים. בעקבות מלחמת יום הכיפורים החל חיל האוויר להצטייד במסוקי קרב לבלית מתקפות שריון (אתר חיל האוויר, 2023). משימות מסוקי הקרב הורחבו לסיוע לכוחות היבשה, אמנעת כוחות משלוח, ליווי מסוקי סער, ביצוע סיכולים, השגת עליונות אווירית והגנת שמי המדינה (מרום, 2013). עם הזמן הורחבו המשימות גם לסיוע במלחמה א-סימטרית (באיו"ש ובעזה), תוך התאמת שיטות ההפעלה להקשרים מבצעיים משתנים. ארגוני הטרור פיתחו אמצעים שמארגרים את יתרונות מסוקי הקרב (מרום, 2021).

בשנים האחרונות התמקדו מסוקי הקרב בלחימה א-סימטרית. על פי טל טובי (Tovy, 2020), ניתן לחלק את פעולותיהם לשני שלבים: שלב התקיפה הספציפית והמבוססת מודיעין ושלב הסיוע הקרוב לכוחות היבשה, שהחל במבצע חומת מגן ונמשך במלחמת לבנון השנייה ובחרבות ברזל. יתרונות השימוש במסוקי קרב כוללים דיוק ויכולת תמרון בסביבה אורבנית, אך גם פגיעותם באה לידי ביטוי במלחמות השונות. סד"כ מסוקי הקרב הצטמצם עם סגירת טייסות והתמקדות במסוקי 'פתן' ו'שרף' (מרום, 2021).

לסיכום, ניתן לראות באופן מובהק את ההצטיידות במסוקי קרב דרך שני תרחישי ליבה: האחד – תרחיש של לחימה מול כוחות גרילה וטרור, שהפך להיות נושא דומיננטי בנקודת המבט של צבאות המערב על אופי הסכסוכים בשני העשורים האחרונים (כגון המלחמה באפגניסטן, המלחמה מול דאע"ש וכדומה); השני – תרחישי סיוע ואמנעה: איסוף מודיעין מדויק שמספק תמונה ברורה על כוונות האויב ויכולותיו ומאפשר תכנון מראש של פעולות מניעה, וביצוע סיורים ומארבים שיטתיים במטרה לגלות ולנטרל איומים פוטנציאליים בשלב מוקדם. שילוב מושכל בין מודיעין ופעילות שטח מאפשר להקדים תרופה למכה ולמנוע מקרים חמורים כמו פיגועים או חדירות של כוחות אויב (Mazzarella, 1994).

עיקרי הלקחים ממלחמת רוסיה-אוקראינה

הסכסוך בין רוסיה לאוקראינה מהווה זירה לבחינה של השימוש במסוקי הקרב בלחימה בין צבאות סדירים. מסוקי התקיפה, בייחוד מסוקי סער חמושים מדגמים Mi-8/Mi-17 וכן Mi-24, מילאו תפקיד מרכזי בסכסוך. שני הצדדים השתמשו במסוקים אלה למגוון משימות, שנוסף על תקיפה וסיוע לכוחות יבשה מתמרנים כללו גם שילוב של תובלת סער ותקיפה על ידי אותו מסוק (ייחודי לדוקטרינה הרוסית, שיושמה גם על ידי אוקראינה). מסוקי הקרב ממשיכים להיות גורמים מרכזיים במאמצי הלחימה של שני הצדדים אך בפרט של אוקראינה, שבה השימוש העיקרי במסוקי קרב הוא לתקיפת

כוחות שריון. בדרום הזירה מהווים מסוקי קרב רוסיים חלק ניכר ממתקפות הנגד על אוקראינה ומאפשרים לכוחות הרוסיים תקיפות מרחוק. למרות השימוש הנרחב במסוק, המלחמה הציפה את הפגיעות הרבה של מסוקים באופן כללי (בין שהם חונים באתרי תספוק או שדות תעופה ובין על ידי אש נ"מ). על פי דיווח לא מאומת, מתוך צי של 899 מסוקים רוסיים הושמדו (על הקרקע) או הופלו על ידי כוחות אוקראיניים 323 מסוקים עד מחצית שנת 2023 (Van Brugen, 2023).

ממלחמה זו ניתן להסיק בין השאר על היקף נרחב של שימוש במסוקי קרב למשימות סיוע, אמנעה ותקיפת כוחות שריון, לצד פגיעותם של מסוקים בכלל בשדה הקרב. ראוי לבחון את השימוש במסוקי קרב מול השימוש הנרחב שנעשה על ידי שני הצדדים בכלים מאוישים מרחוק מסוגים שונים ונשק מונחה מרחוק, והתפתחות האיוון בין מערכות אלו לעומת השימוש במסוקי קרב (Goldstein & Waechter, 2024).

עיקרי הלקחים ממלחמת חרבות ברזל

חיל האוויר טרם הפיץ את תחקירי פעילות החיל במלחמת חרבות ברזל ובאירועים ב-7 באוקטובר. עם פרסום תחקיר זה יובהרו נקודות נוספות בקשר לתפקיד מסוקי הקרב בלחימה. השימוש העיקרי של מסוקי הקרב במלחמה זו הוא בסיוע לכוחות היבשה, תחילה בבלימת מתקפת הפתע של חמאס ובהמשך בסיוע קרוב לכוחות היבשה. ביום הראשון של המלחמה (7 באוקטובר) הוזנקו מסוקי הקרב שהיו בכוננות לגבול שנפרץ במספר מוקדים. לנוכח ההיקף הגדול של נקודות פריצה, הקושי בזיהוי אויב (כאשר חלק מכוחות האויב לבשו בגדים אזרחיים) ומגבלות ירי, הסיוע היה מוגבל. כמו כן, למרות התגבור של מספק מוקדים במסוקי קרב, הריחוק מנקודות חימוש ותדלוק (זמן סבב) ומיעוט הכלים צמצמו את ההשפעה של כלים אלו במתקפת חמאס (אופיר, 2023; Dostri, 2023).

בהמשך משמשים מסוקי הקרב ככלי נוסף בארסנל הסיוע הקרוב של כוחות היבשה, כולל סיוע בתקיפות ממוקדות של מתחמי אויב, וכלי נוסף במשימות סיכול ממוקד. מסוקי הקרב מספקים תמיכה אווירית מדויקת לכוחות הפועלים בשטח, בפרט בסביבות אורבניות, תוך מזעור הנזק האגבי לאוכלוסייה אזרחית. הם השתמשו גם ביכולות התמרון והדיוק שלהם כדי לפגוע במטרות קריטיות ולהגן על כוחות הקרקע מפני התקפות של כוחות אויב. ככל הנראה, לאור הלקחים של הפעלת מסוקי קרב שוקלת ישראל הצטיידות במסוקים נוספים עם חימוש מותאם (Egozi, 2024).

ראוי לציין מספר לקחים מהפעלת מסוקי הקרב במלחמת חרבות ברזל, על פי הידוע עד כה. האפקטיביות של מסוקי קרב מותנית במספר המסוקים העשויים להיות מועילים במוקדי פעילות. ככל שמספר מוקדי החיכוך גדל והמרחק מנקודות תדלוק וחימוש גדל, יש צורך בכלים רבים יותר לטובת סיוע במוקד פעילות. כמו כן, לא בוצע ככל הנראה שימוש במסוקי קרב ליצירת תמונת מצב – תנאי הכרחי לפיקוד ושליטה של כלל הכוחות לצורך הבנת האתגר המבצעי והכוונת כוחות מועילה. עד כה משמש מסוק

הקרב מענה מיידי לכוחות היבשה במתן סיוע קרוב, תוך מיצוי יכולות שליטה ובקרה מול דרג מתמרן (רוחקס דומבה, 2023).

ניתוח על פי מתודולוגיית SWOT

חוזקות

גיוון המשימות של מסוקי קרב נובע מהיכולות הייחודיות שלו, ביניהן היכולת לרחף בנקודה מוגדרת ("מוקד פעילות") ולעבור בין מוקדי פעילות שונים באותה גיחה בהתאם להתפתחות שדה הקרב; היכולת של הצוות בתא הטייס לבנות תמונת קרב רחבה יחסית לתמונת הכוח הקרקעי המסתייע בו; היכולת לטוס בגובה נמוך ולנצל תוואי קרקע לשיפור שרידות, וכן לבצע סבבי חימוש מהירים באתרים קדמיים שאין בהם תשתית מורכבת. כל אלו הפכו את התפעול של מסוקי הקרב לגמיש מאוד ותרמו למועילות המבצעית תוך התאמה של כלי הטיס "לכל משימה" שצצה. זאת ועוד, בשנים האחרונות מצוידים מסוקי הקרב במערכות שליטה ובקרה המקושרות למערכות שו"ב שונות של כוחות קרקעיים, ועל ידי כך הופכים לסנסור נוסף ברשת המידע המבצעי ולמבצע ("אפקטור") בהתאם ליתרון היחסי שלו בקרב (Brittingham, 1980; Redman, 1998). מסוקי הקרב מותאמים לתרחישים השונים – מהירות הגעה גבוהה יחסית מבסיסי האם לאזורי העניין ופעילות גמישה באזורים אלו; גמישות מסוימת לפעילות בתנאי מזג אוויר שונים (אך לא בכל התנאים, בייחוד מוגבלים מאוד בתנאי ערפל, עננות נמוכה וכדומה); יכולת סיוע ישיר ומדויק לכוחות קרקעיים (כולל הרכשת מטרת עצמאית ושימוש במערכות שליטה ובקרה מתקדמות ליצירת תמונת מצב מדויקת בזמן אמיתי של שדה הקרב); יכולת התחמשות ורסטילית בהתאם לאיום (מאפשרת חימוש מותאם להשמדת כלים משורייני וגם חימוש להשמדת מטרת אחרות), ועוד (Goff, 2017).

היכולת להגיע במהירות רבה למדי למגע ישיר עם אויב בתנאים של אי-ודאות בתמונת הקרב, לבנות תמונה מקומית טובה ולהשתלב בקרב היבשתי כאחד הכלים של הכוחות הקרקעיים (והימיים) הם היתרונות הבולטים של מסוקי הקרב, כפי שמשתקף מלקחי מלחמת חרבות ברזל (Gruszczak, 2023).

חולשות

לצד היכולות המגוונות של מסוקי הקרב, יש להם מספר חסרונות (שחלקם דומים לחסרונות של מטוסי קרב מאוישים בעלי כנף קבועה). לצד עלויות גבוהות של רכש ותחזוקה (Life Cycle Cost), שמישותם שונה מכלי טיס אחרים (בשל מורכבות המכלולים הדינמיים). שרידות המסוקים נשחקה לאורך השנים, ככל ששדה הפעולה שלהם נעשה רווי איומים (בפרט טילים נגד טנקים וטילי כתף נגד מטוסים). אומנם הסיכונים בטיסת מסוקים בכלל ומסוקי קרב בפרט בקרבת מוקדי החיכוך העיקריים בשדה הקרב כיום קיימים מתחילת הפעילות שלהם, אך לאורך השנים חלו שינויים משמעותיים בהתייחסות למסוקי הקרב כאל אובייקט מרכזי ליירוט על ידי כוחות האויב (Misokami, 2023).

נוסף על כך יש למסוקי הקרב חסרונות נוספים, בין היתר חתימה גבוהה יחסית בשדה הקרב (רעש ונראות, יחסית לכלים אחרים), מכשולים קרקעיים שונים העלולים לצמצם את מרחב הפעולה (בעיקר באזורים אורבניים או עם ריכוזי מכשולים כגון קווי מתח, ארובות וכדומה), פגיעות ממתקפות במרחב הקיברנטי (בשל התלות במערכות ותקשורת דיגיטלית) ועוד.

בין השינויים המרכזיים בשדה הקרב ניתן למנות את הלמידה (כולל של ארגוני טרור) על נקודות התורפה של מסוק קרב כאובייקט אווירי ומקומות בעלי מיגון שאינו מספק, ועל ידי כך לפגוע בהם; דורות חדשים של טילים זעירים קרקע-אוויר (טזק"א) המתביתים על המסוק, שימוש הולך וגובר בטיילים נגד טנקים לפגיעה במסוקים ועוד. בשל כך חל שינוי בתפיסות ההפעלה של מסוקי קרב. ההימנעות מאיומים כמו טילים נגד טנקים ונשק קל (נק"ל) מרחיקה את מוקד הפעילות מהגובה הנמוך (במתארים מסוימים), ולעיתים היכולת לטוס בגובה נמוך אינה נתפסת עוד כיתרון. זאת ועוד, במקביל לרגישות לחי אדם (כאשר ניתן לבצע משימות באופן דומה עם כלים מאוישים מרחוק), עלות ההכשרה ושמירת הכשירות של טייסים (לעומת עלות מפעילי אמצעים אחרים) והיותו של המסוק מטרה "אטרקטיבית" להצגת הישג על ידי היריב – כל אלה משנים את מיקום "מוקד הפעילות" ועלולים להרחיק מוקד זה מליבת הפעילות של הכוחות הקרקעיים, כולל בגלל האתגרים של טיסה וקווי ראייה בין המסוק לכוח בשטחים בנויים (Barret, 1989; Loewer, 2017).

הזדמנויות

עתידם של מסוקי הקרב מציג מגוון הזדמנויות ואתגרים שיעצבו את תפקידם בפעולות צבאיות. הזדמנות משמעותית אחת טמונה בקידום טכנולוגיות הדיגיטציה והתקשורת, שיכולות לשפר את היעילות המבצעית ואת המודעות המצבית של טייסות מסוקים קרב וכלים מאוישים מרחוק (Marrone & Nones, 2015). צפויה גם השתלבות של ערכות קרב המשלבות מסוקי קרב וכלים מאוישים מרחוק – ערכה שעשויה לשפר את שרידותם ואת מיצוי יכולתם והשפעתם של מסוקי תקיפה, בייחוד בסביבות מורכבות שיש בהן סיכון גבוה (Himes, 2020). האתגרים בשדה הקרב בסביבה אורבנית מחייבים לאזן בין ביצוע משימות למטרות נקודתיות (Armstrong, 2009) והצורך במזעור נזקים אגביים ונלווים לבלתי מעורבים – אתגרים שהופכים לקריטיים בפרט באזורים מאוכלסים בצפיפות ובסכסוכים בעצימות נמוכה (Tovy, 2020). יכולת ההתמודדות עם אתגרים – דרך שימוש בטכניקות של שילוב מסוקי קרב עם צוותי קרב קרקעיים המציינים את המטרה, חימוש מתקדם המונחה מהמסוק למטרות נקודתיות ללא קשר עין בין המסוק למטרה והגדלת כושר הנשיאה של המסוק (שיאפשר שהיה ממושכת והגדלת החימוש הנישא) – תאפשר למקסם את הפרוטנציאל של מסוקי תקיפה בתרחישי לחימה עתידיים.

אפשר לשפר את יכולתו של צי מסק"רים להשתלב בשדה הקרב. יכולת זו מחייבת צי גדול, החזקת כונוניות קצרות בפריסה במספר אתרים לאורך גבולות, בניית יכולות

תספוק קדמיות סמוכות לקווים וכדומה. השקעה מתאימה של משאבים תאפשר יצירת פתרון מסוג זה למתאר של התקפת פתע בגבולות.

סיכונים

לאורך השנים התפתחו יכולות חדשות, המבצעות חלקים הולכים וגדלים ממשימות מסוקי הקרב ה"קלאסיות". מערכים מבוססי מל"טים נבנו למשימות מגוונות בשדה הקרב, ויתרונותיהם (כפי שיוצג להלן) דחקו את הצורך בהצטיידות במסוקי קרב לצורך שניוני (Elmeseiry et al., 2021, Materak, 2023). ככל שכוחות יבשתיים (וימיים) מצטיידים ביכולות איסוף ותקיפה עצמיות (כגון רחפנים וכלי טיס קטנים מאוישים מרחוק, ובעיקר רחפנים ומל"טים מסוג FPV), כך הצרכים המבצעיים של כוחות אלו מקבלים מענה, לעיתים טוב יותר מהמענה שניתן על ידי מסוקי קרב. ראוי לציין כי השימוש ברחפני FPV (First Person View) הולך וגובר. הייחודיות של כלי זה היא ביכולת לבצע תקיפות נקודתיות מדויקות בתפעול פשוט מאוד ובעלות נמוכה מאוד (Chávez & Swed, 2023; Seo et al., 2023). הצטיידות של כלל השחקנים בשדה הקרב בחימוש מדויק ויכולות האיסוף העצמיות מצמצמות את היתרון היחסי שהיה למסוקי הקרב בעבר (Mutschler et al., 2024).

זמינות של רחפנים ומל"טים שונים והשיפור המתמיד בחימוש האפקטיבי הרחיבו מאוד את המשימות שכלים אלו נותנים להן מענה. ראוי לציין מנעד הקונפליקטים שבהם נעשה שימוש אפקטיבי מאוד בכלים הללו, בין השאר מלחמת נגורנו קרבאך, המלחמה בדאע"ש, מלחמת חרבות ברזל, מלחמת רוסיה-אוקראינה ועוד. עם זאת התגלו במערכות השונות אתגרים מגוונים בשימוש בכלים אלו, בייחוד בשרידות שלהם (למשל במלחמת רוסיה-אוקראינה או בלוחמה של צה"ל בחזבאללה) (Samaan, 2017).

התפתחות טכנולוגית-מבצעית חשובה היא השימוש בחימוש מדויק. בולטים יתרונותיהם של כלים אלו, שחלקם "משוטטים" (שוהים באזורי העניין עד להרכשת מטרה), המשוגרים גם מהקרקע וגם מפלטפורמות אוויריות. בין היתר יש להם שרידות גבוהה, תפעולם פשוט יחסית (לעומת כלים אוויריים מאוישים או מאוישים מרחוק) והעלות-תועלת שלהם גבוהה. ניתן למנות מספר רב של סוגי חימוש מונחה מדויק (חמ"מ) במערכות השונות, ביניהן השימוש במלחמת רוסיה-אוקראינה (טילי לנסט רוסיים, טילי ספייק ישראליים, סוויצ'בלייד אמריקאי ועוד), השפעתם על המערכה משמעותית מאוד, ואפילו ריבוי שלהם מהווה גורם הרתעה בולט עבור ארגונים שונים (Pomper & Tuganov, 2023).

מהן החלופות למסוק הקרב?

חלופות שונות של כלים אוויריים התפתחו לאורך השנים לצורך ביצוע משימות (בתרחישים שונים). ניתן לסווג חלופות אלו בממדים הבאים: חלופות מאוישות למשימות הסיוע (בין השאר מטוסי כנף קבועה או מסוקי סער חמושים); חלופות של כלים אוויריים מאוישים מרחוק (במגוון רחב מאוד של גדלים וחימושים מותאמים לזירה); חלופות מבוססות טילים

(בגדלים שונים); ושילוב בין כלל החלופות לטובת תפוקות מבצעיות (לדוגמה כלי טיס מאויש מרחוק השווה באזור הלחימה ומציין מטרות עבור טילים המשוגרים מרחוק). מכיוון שמשימות רבות שבעבר היו נחלתו של צי מסוקי הקרב מבוצעות באמצעים אחרים, ובשל האפשרות למתן מענה לצרכים השונים של כוחות יבשתיים וימיים על ידי אמצעי איסוף ותקיפה חבירים לכוחות אלו, עולה השאלה אם מענה הזמינות וכוח האש של מסוקי קרב עודנו רלוונטי במתארי קרב שונים. העדפת החלופות מצריכה דיון מעמיק על הפוטנציאל שלהן למלא את תפקיד מסוקי הקרב במשימות שבהן מסוקי הקרב עדיין נתפסים כדומיננטיים. בשל קוצר היריעה קשה להרחיב באשר ליתרונות ולחסרונות היחסיים של כל אחת מהחלופות, אך לאור הלקחים של המערכות האחרונות (מלחמת הקואליציה בדאע"ש, מלחמת רוסיה-אוקראינה ומלחמת חרבות ברזל) ניתן למנות מספר כיוונים:

- כלי טיס מאוישים מרחוק, בכלל זה מסוקים ללא טייס (מסל"ט), שעשויים להיות מנוהגים באופן עצמאי על ידי כוחות קרקעיים, כולל אפשרות של "להקות" המבצעות משימות מתואמות. התפתחות מסל"טים שונים מראה על כושר נשיאה של מאות ק"ג מועילים של חימוש, ואפשר לשלב אמצעי איסוף מסוגים שונים לטובת יצירת תמונת קרב מדויקת (Yaacoub et al., 2020). השימוש ברחפני FPV במגוון משימות התקפיות התרחב מאוד בקרב כלל השחקנים בזירות השונות והופך לחלופה ישימה בעלת תועלת רבה, בעיקר בלחימה אורבנית (Jeangène Vilmer, 2023).
- מטוסים מאוישים בעלי כנף קבועה כגון מטוסי תקיפה קלים, עבור פעילות באזורים שבהם רמת האיום האווירי לביצוע משימתם נמוכה. יתרונם הוא עלות כוללת נמוכה לעומת מסוקי קרב, ויכולת נשיאה גבוהה יותר של חימוש (Tadjeh, 2020).
- מסוקי סער חמושים בעלי יכולת נשיאה של חימוש מגוון. האפשרות לעבור בין תצורות תקיפה והובלת כוחות סער עשויה לספק פתרון כלכלי לאור קיום צי אחד יחסית (המפחית הוצאות התחזוקה). נשיאת החימוש נותנת למסוקי הסער מענה לצורך בהגנה עצמית במתארי טיסה באזור מאויש (Szilvassy, 2022).
- חימוש מונחה מדויק (על המגוון הרחב של כלים, מטילי שיוט ועד טילים משוטטים), העשוי להרוות את שדה הקרב וליצור אפקט מתמשך על אויב (בין בתרחיש של לחימה אורבנית מול ארגוני טרור ובין בלחימה עצימה בין צבאות). מלחמת רוסיה-אוקראינה (Banasik, 2021), העימות בין ישראל למדינות ללא גבול משותף, שיפור הדיוק והשרידות של כלים אלו והעלות הנמוכה לאורך השנים – כל אלה מצביעים על כיוון הצטיידות למגוון משימות בתרחישי לחימה שונים (Franklin, 2008).

האם תם עידן מסוקי הקרב?

מול החלופות שצוינו לעיל וההבנה המתחזקת בעקבות הניסיון המצטבר בשימוש במסוקי קרב בזירות שונות, נדרשת העמקה בשאלה – האם תם עידן מסוקי הקרב? ניתן לבחון אותה בשני ממדים: היכן נותרים יתרונות לשימוש במסוקי הקרב לעומת היתרונות של

חלופות שונות; ובחינת גישת ההצטיידות בהתאם לתרחישים המרכזיים (לוחמה מול ארגוני טרור, כולל מול מתקפה מתפרצת, ומלחמה בין צבאות).

יצוין ששיעור ההפלות של מסוקי קרב בזירות השונות תלוי מאוד במתאר ההפעלה, בסוג שטח הפעולה ובמשך שהייה באזור מאויים. לדוגמה, הרוסים תפעלו את מסוקי הקרב על פי תורת לחימה קלאסית (סיוע קרוב, ליווי ותקיפת מטרות, לעיתים ביום). ממקורות גלויים עולה כי אובדן המסוקים הרוסיים נגזר משיטת ההפעלה, שאפשרה לכוחות האוקראיניים להפיל כ-45 מסוקים.

כאשר בוחנים את היתרונות והחסרונות לעיל מול החלופות השונות למשימה מוגדרת ניתן לראות שלחלק מהחלופות יתרונות מובהקים בביצוע המשימות השונות (בתרחיש מלחמה מול ארגוני טרור ובתרחיש מלחמה עצימה בין צבאות).

המענה לשאלה זו מחייב שינוי באופן הבחירה של אמצעי הלחימה הרלוונטי עבור משימות הקרב (Lassman, 2013). הרציונל מאחורי תהליכי הצטיידות בכלל ובכלי טיס בפרט צריך להיבחן מול השינויים המהירים מאוד במספר מובנים: טכנולוגיה מתקדמת (וזולה) של מגוון כלי טיס מאוישים מרחוק בגדלים שונים, המאפשרים מענה לחלק מאתגרי הקרב (Battsengel et al., 2020); האופן הגמיש של הפעלת כלים אוויריים (מאוישים ומאוישים מרחוק) במגוון רחב של תסריטים (החל משימות לחימה "קונוונציונליות" ועד OOTW) (John, 1995; Pong, 2020); השתנות המטרות בשדה הקרב המודרני ומאפיינים שונים של צורך בזיהוי ובהתאמת סוגי חימוש להשמדתן (Kosal, 2020); קצב השינוי של מערכי הגנה אוויריים מסוגים שונים, שיכולים לשבש ולסכל פעילות של כלי טיס אוויריים מסוגים שונים ונחילי כטב"ם (Tianfeng et al., 2023); ולבסוף מגמות שונות של טכנולוגיות איסוף ותקיפה עצמאיות (כגון מטוסי קרב דור 5) (Adamson & Snyder, 2017).

שיטות כגון בחינת תהליכי הרכש באמצעות ניהול סיכונים (Louth & Boden, 2014) ובחינת פורטפוליו של אמצעים כמענה לאיומי שדה הקרב (Ardil, 2022; Ekström et al., 2020) עשויות לסייע להכריע בשאלה אם מסוק הקרב עודנו רלוונטי לשדה הקרב. הלקחים האחרונים ממלחמת רוסיה-אוקראינה (Lubiejewski, 2023) ולקחי מלחמת חרבות ברזל (שטרם הובהרו דיים) עשויים להתוות כיווני חשיבה נוספים עבור הרלוונטיות של מסוקי הקרב. הרלוונטיות המוגבלת של מסוקי הקרב בשדה קרב רווי איומים, עלות ההצטיידות והתחזוקה הגבוהה יחסית וחלופות המבצעות את משימותיהם הן גורמים המצדיקים בחינה מחודשת של כדאיות תוכניות ההצטיידות.

לסיכום, התפתחויות טכנולוגיות מהותיות של מגוון חימושים המוטלים מכלים מאוישים או על ידי כלי טיס מאוישים מרחוק, עלותם הנמוכה של אמצעים אלו, התפעול והתחזוקה הפשוטים (יחסית לכלי טיס מאוישים בכלל ולמסוקים בפרט) – כל אלה מצביעים על הצורך לבחון את עתיד ההצטיידות במסוקי קרב.

נספח: שימוש במסוקי קרב במערכות מרכזיות

מקורות	סוג החימוש של המסוקים	מספר מסוקי הקרב שהשתתפו בלחימה	סוג העימות	לקחים נלמדים	שימוש עיקרי	מסוק קרב עיקרי	סכסוך (תאריכים)	
Rollie (2013); Shrader (1999); Villatoux et al. (1995)	תותח קל, מקלעים, רקטות לא מונחות	כ-30	מלחמה נגד התקוממות	עוצמת אש מוגבלת לתקיפת כוחות אויב	סיוע וליווי תובלת סער	סוד אוויאשיין SE.3130 אלואט II (צרפת)	מלחמת אלג'יריה (1962-1954)	1
Gillett (2014); Rollie (2013); Tyler (2003)	מקלעים, רקטות לא מונחות, תותח 20 מ"מ (קובר)ה	כ-7,000	מלחמה נגד גרילה	היפגעויות רבות של מסוקים מנשק קל ומערכות נ"מ ניידות	סיוע קרבי קרוב, ליווי תובלת סער	UH-1 אירוקוי (הוי) AH-1, (ארה"ב), קובר (ארה"ב)	מלחמת וייטנאם (1975-1955)	2
Groenke (2005); Khalilzad (1986); Rollie (2013)	תותח 30 מ"מ, רקטות לא מונחות, טילי שטח-אוויר	כ-250	מלחמה נגד התקוממות	הגבלות גובה ותמרון בשטח הררי	סיוע קרבי קרוב, התקפת מטרת נקודה, ליווי תובלת סער	מיל מי-24 הינר (ברית המועצות)	מלחמת אפגניסטן- ברית המועצות (1989-1979)	3
Smith (1992); Hansen (1984)	תותח 30 מ"מ, טילי הפייר, רקטות לא מונחות	כ-12	מבצע מיוחד	חשיבות של מבצעי לילה ותקיפות מדויקות בסביבות עירוניות	סיוע קרבי קרוב, התקפת מטרת נקודה	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב)	מבצע מטרה צודקת (1989)	4
Hinton et al. (1992); Nelson (1992); Tucker-Jones (2014)	תותח 30 מ"מ, טילי הפייר, רקטות לא מונחות	כ-277	מלחמה בין צבאות	יעילות גבוהה בשלב הפתיחה של הסכסוך בדיכוי מטרת נקודה, חשיבות מבצעי לילה	השמדת טנקים ומערכות נ"מ, סיוע קרבי קרוב	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב)	מבצע סופה במדבר (1991)	5

מקורות	סוג החימוש של המסוקים	מספר מסוקי הקרב שהשתתפו בלחימה	סוג העימות	לקחים נלמדים	שימוש עיקרי	מסוק קרב עיקרי	סכסוך (תאריכים)	
Hansen (1984)	מקלעים, רקטות לא מונחות, תותח 30 מ"מ (אפאצ'י)	כ-20	מלחמה נגד גרילה	חשיבות התמיכה האווירית בסביבות עירוניות, פגיעות ל-RPGs	ליווי שיירות, התקפת מטרות נקודה	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב) MH-60 ליטל בירד (ארה"ב) (שימוש מוגבל)	מלחמת האזרחים בסומליה (1991-2009)	6
Holmes (2000); Grant (2000); Lake (2009)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפייר, רקטות לא מונחות	כ-24	מלחמה בין צבאות	אתגרים בהפעלת כוחות באירופה, צורך בשיפור התיאום עם כוחות קרקעיים	סיוע אווירי קרוב, תקיפת מטרות	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב) AH-6 לונגבו (ארה"ב) (שימוש מוגבל)	מלחמת קוסובו (1999-1998)	7
Groenke (2005); Pastor (2012)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפייר, רקטות לא מונחות	כ-200	מלחמה נגד התקוממות	חשיבות מסוקי הקרב לתגובה מהירה ותקיפות מדויקות, צורך בשיפור עמידות נגד נ"ט	סיוע קרבי קרוב	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב) MH-60 ליטל בירד (ארה"ב) AH-1Z וייפר (ארה"ב)	מלחמת אפגניסטן (2001-2021)	8
Pastor (2012); Groenke (2005); Petrescu et al. (2017)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפייר, רקטות לא מונחות	כ-200	מלחמה בין צבאות, מלחמה נגד התקוממות	תפקיד קריטי בלחימה עירונית ונגד התקוממות	סיוע קרבי קרוב, מבצעים מיוחדים לתקיפת מטרות	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב) AH-1Z וייפר (ארה"ב)	מלחמת עיראק (2003-2011)	9
Spiller (1992); Tovy (2022)	תותח 20 מ"מ, טילי טאו, רקטות לא מונחות	כ-60	מלחמה בין צבאות	יעילות בשטח הררי, אתגרים בלחימה עירונית	סיוע קרבי קרוב, לחימה נגד טנקים, דיכוי הגנה אווירית	AH-1 קוברא (ישראל)	מלחמת לבנון (1982)	10

מקורות	סוג החימוש של המסוקים	מספר מסוקי הקרב שהשתתפו בלחימה	סוג העימות	לקחים נלמדים	שימוש עיקרי	מסוק קרב עיקרי	סכסוך (תאריכים)	
Tovy (2022)	תותח 20 מ"מ, טילי טאו, רקטות לא מונחות	כ-20	מלחמה נגד גרילה	איום מתמיד של מלחמת גרילה, צורך בתצפית אווירית מתמדת	סיוע קרבי קרוב, תקיפת מטרות	AH-1 קוברא (ישראל)	הסכסוך בדרום לבנון (1985-2000)	11
Tovy (2022); Kober (2007); Jones (2007)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפיד, רקטות לא מונחות	כ-25	מלחמה נגד התקוממות	אתגרים אתיים ומשפטיים בסיכול ממוקד, יעילות בתקיפת מדויקות	סיכול ממוקד, סיוע קרבי קרוב	AH-64 אפאצ'י (ישראל) AH-1 קוברא (ישראל)	האינתיפאדה השנייה (2000-2005)	12
Kober (2008)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפיד, רקטות לא מונחות (אפאצ'י), תותח 20 מ"מ, טילי טאו, רקטות לא מונחות (קוברא)	כ-48	מלחמה בין צבאות		סיוע קרבי קרוב, מבצעים נגד טנקים, דיכוי הגנה אווירית של האויב	AH-64 אפאצ'י (ישראל) AH-1 קוברא (ישראל)	מלחמת לבנון השנייה (2006)	13
Cordesman (2009); Tovy (2022)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפיד, רקטות לא מונחות (אפאצ'י), תותח 20 מ"מ, טילי טאו, רקטות לא מונחות (קוברא)	כ-40	מלחמה נגד התקוממות	אתגרים בלחימה עירונית, חשיבות של מזעור פגיעות באזרחים, שימוש אפקטיבי במודיעין	תקיפות ממוקדות, סיוע קרבי קרוב, סיוע במלחמה אורבנית	AH-64 אפאצ'י (ישראל) AH-1 קוברא (ישראל)	מלחמות בעזה (2008-2009, 2012, 2014, 2021)	14
Maxwell (2021); Dunigan et al. (2012)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפיד, רקטות לא מונחות (אפאצ'י), תותח 20 מ"מ, טילי טאו, רקטות לא מונחות (קוברא)	כ-12	מלחמה נגד התקוממות	שימוש אפקטיבי במסוקי קרב בשטחי ג'ונגל, צורך במודיעין בזמן אמת	סיוע קרבי קרוב, תקיפת מטרות, סיכול ממוקד	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב) AH-1 קוברא (ארה"ב)	מבצע חירות מתמשכת – הפיליפינים (2002-הווה)	15

מקורות	סוג החימוש של המסוקים	מספר מסוקי הקרב שהשתתפו בלחימה	סוג העימות	לקחים נלמדים	שימוש עיקרי	מסוק קרב עיקרי	סכסוך (תאריכים)	
Nečas et al. (2019); Lucas (2016)	תותח 30 מ"מ, רקטות לא מונחות, טילי שטח-אוויר (הינד), תותח 30 מ"מ, טילי הלפייר, רקטות לא מונחות (אפאצ'י)	כ-60	מלחמה בין צבאות, מלחמה נגד גרילה	מורכבות של מלחמת ריבוי כוחות, פגיעות למערכות נ"מ ניידות, יעילות בסביבות עירוניות צפופות	סיוע קרבי קרוב, סיכול ממקוד, סיוע בלחימה עירונית	מיל מי-24 הינד (סוריה, רוסיה), AH-64 אפאצ'י (ארה"ב – שימוש מוגבל)	מלחמת האזרחים בסוריה (2011-הווה)	16
Freedman (2022); Sankaran (2024) Cicurel & Magnum (2023)	תותח 30 מ"מ, רקטות לא מונחות, טילי שטח-אוויר (הינד), תותח 30 מ"מ, טילי וייקר, רקטות לא מונחות (קא-52)	כ-100	מלחמה בין צבאות, מלחמה נגד גרילה	פגיעות גבוהה למערכות נ"מ ניידות מודרניות והגנה אווירית, תפקיד קריטי של רחפנים ולוחמה אלקטרונית	סיוע קרבי קרוב, מבצעים נגד טנקים, לחימה עירונית	מיל מי-24 הינד (אוקראינה, רוסיה), קאמוב קא-52 אליגטור (רוסיה)	הסכסוך אוקראינה-רוסיה (2014-הווה)	17
Dworkin (2016); Golf (2017); Wasser et al. (2021)	תותח 30 מ"מ, טילי הלפייר, רקטות לא מונחות (אפאצ'י), תותח 30 מ"מ, רקטות לא מונחות, טילי שטח-אוויר (הינד והבוק)	כ-50	מלחמה נגד התקוממות	חשיבות של תקיפות מדויקות ומודיעין בלחימה עירונית, צורך בשיתוף פעולה עם כוחות קרקעיים	סיוע קרבי קרוב, תקיפות ממוקדות, לחימה עירונית	AH-64 אפאצ'י (ארה"ב), מיל מי-28 הבוק (רוסיה), מיל מי-24 הינד (עיראק)	המלחמה נגד דאע"ש (2014-הווה)	18
Khokhar (2011)	מקלעים	2	מבצע מיוחד	חשיבות של טכנולוגיה מתקדמת והפתעה במבצעי נגד טרור	ליווי מבצעים מיוחדים, תקיפת מטרות נקודה	MH-60 בלק הוק (מוסב) (ארה"ב)	מבצע חנית נפטון (2011)	19
Ramsay (2020); Ecklund, (2008)	מקלעים, רקטות לא מונחות (ליטל בירד)	כ-16	מבצע מיוחד	אתגרים בלחימה עירונית, חשיבות השריון והתמיכה האווירית, פגיעות ל-RPGs	ליווי מבצעים מיוחדים, תקיפת מטרות נקודה	MH-60 בלק הוק MH-6 ליטל בירד (ארה"ב)	מבצע גותי סרפנט (1993)	20

מקורות

- אופיר, ד' (עורך) (2023, 28 בדצמבר). איפה היו מסוקי הקרב. עוד יום [הסכת], כאן 11 <https://tinyurl.com/ytsxt2cz>
- אתר חיל האוויר (2023, 3 באוקטובר). תחקיר מלחמת יוה"כ – יישומים. הודעת דובר צה"ל, 50 שנים למלחמת יום הכיפורים. <https://tinyurl.com/3m6ut9m9>
- מרום, ע' (2013). מערך מסוקי הקרב, דף מורשת מס'. 70 מערך עמותת חיל האוויר – דפי מורשת. <https://tinyurl.com/ycysec77h>
- מרום, ע' (2021, 12 בינואר). מורשת מסוקי הקרב בחיל האוויר. מרקיע שחקים – היסטוריה תעופתית בישראל. <https://tinyurl.com/bjmkmy66>
- רוחקס דומבה, ע' (2023, 25 באוקטובר). פרשנות: איך שני מסוקי קרב בכוננות אמורים להגן על כל גבולות המדינה? <https://tinyurl.com/4ajryyym>
- Adamson, A., & Snyder, M. (2017). The challenges of fifth-generation transformation. *The Rusi Journal*, 162(4), 60-66. <https://doi.org/10.1080/03071847.2017.1353256>
- Ardil, C. (2022). Military attack helicopter selection using distance function measures in multiple criteria decision making analysis. *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*, 16(2), 15-22. <https://tinyurl.com/mw7zarcs>
- Armstrong, B. (2009). Precision approaches: Leadership targeting and the helicopter as a strategic strike asset in small wars. *Defense & Security Analysis*, 25(3), 271-284. <https://doi.org/10.1080/14751790903201414>
- Banasik, M. (2021). Trends in the development of Russian precision-guided weapons. *Safety & Defense*, 1, 25-36. <https://tinyurl.com/4sbnn3fr>
- Barrett, P.W. (1989). *Operating and support cost model for military helicopters*. AACE International Transactions, G-6.
- Battsengel, G., Geetha, S., & Jeon, J. (2020). Analysis of technological trends and technological portfolio of unmanned aerial vehicle. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(3), 48. <https://doi.org/10.3390/joitmc6030048>
- Bernstein, J. (2012). *AH-64 Apache units of operations enduring freedom and Iraqi freedom* (Vol. 57). Bloomsbury Publishing.
- Brittingham, M.L. (1980). *Attack helicopter employment options* [Doctoral dissertation, U. S. Army Command and General Staff College].
- Chávez, K., & Swed, O. (2023). Emulating underdogs: Tactical drones in the Russia-Ukraine war. *Contemporary Security Policy*, 44(4), 592-605. DOI: [10.1080/13523260.2023.2257964](https://doi.org/10.1080/13523260.2023.2257964)
- Cicurel A., & Magnum, K.V. (2023, March 24). *What Ukraine teaches us about combat helicopter operations*. Jinsa. <https://tinyurl.com/ym3v7y93>
- Cordesman, A.H. (2009, February 2). *The "Gaza War": A strategic analysis*. Center for Strategic and International Studies (CSIS). <https://tinyurl.com/538xvmxk>
- Culhane, K.V. (1977). *The Soviet attack helicopter*. US Army Institute for Advanced Russian and East European Studies. <https://tinyurl.com/2jpyzvbb>
- Dostri, O. (2023). *Hamas's October 2023 Attack on Israel*. Military Review. <https://tinyurl.com/yvy4acxm>
- Dunigan, M., Hoffmann, D., Chalk, P., Nichiporuk, B., & Deluca, P. (2012). The Case of Operation Enduring Freedom — Philippines. In *Characterizing and Exploring the Implications of Maritime Irregular Warfare* (pp. 19–34). RAND Corporation. <http://www.jstor.org/stable/10.7249/mg1127navy.10>

- Dworkin, A. (2016, October). *Europe's new counter-terror wars*. European Council on Foreign Relations. <https://tinyurl.com/mrxu6mrk>
- Ecklund, M. V. (2008). Task Force Ranger vs. urban Somali guerillas in Mogadishu: an analysis of guerilla and counterguerilla tactics and techniques used during Operation Gothic Serpent [Paper in special edition: Counterinsurgency]. *Australian Army Journal*, 5(2), 235-260. <https://tinyurl.com/ev3drd35>
- Egozi, A. (2024, April 5). *Israel shifts back to the Apache as UAV switch fails*. Shephard. <https://tinyurl.com/mvxnuenn>
- Ekström, T., Hilletoft, P., & Skoglund, P. (2020). Guidance for the application of a dynamic purchasing portfolio model for defence procurement – A Swedish perspective. *Necesse*, 5(3), 136-158. <https://tinyurl.com/bdetunzz>
- Elmeseiry, N., Alshaer, N., & Ismail, T. (2021). A detailed survey and future directions of unmanned aerial vehicles (UAVs) with potential applications. *Aerospace*, 8(12), 363. <https://doi.org/10.3390/aerospace8120363>
- Ference, E.W., & Boudreau, M.W. (2002). *Case study of the development of the Apache attack helicopter (AH-64)* [Doctoral dissertation, Naval Postgraduate School].
- Ferrari, J. (2024, February 9). *Terminating the Fara Helo program was the right call by the Army chief*. Breaking Defense. <https://tinyurl.com/mvurfrpe>
- Franklin, M. (2008). *Unmanned combat air vehicles: Opportunities for the guided weapons industry?* Royal United Services Institute (RUSI). <https://tinyurl.com/y3y88er6>
- Freedman, L. (2022, June 14). Why war fails: Russia's invasion of Ukraine and the limits of military power. *Foreign Affairs*. 101(4), 10. <https://tinyurl.com/4p5exkzf>
- Gillett, K.T. (2014). *Air mobility and the development of attack aviation during the Vietnam War from 1965-1967* [Doctoral dissertation, Fort Leavenworth, KS: US Army Command and General Staff College].
- Goff, R. (2017). Building Military Helicopter Capacity: Influences on Process and Effectiveness. Goldstein L., & Waechter, N. (2024, February 26). *China Looks to Ukraine war for guidance on attack helicopters*. RAND. <https://tinyurl.com/38jy7t4z>
- Grant, R. (2000). Nine Myths About Kosovo. *Air Force Magazine*, 83(6), 50-55. <https://tinyurl.com/2ercuptk>
- Groenke, A.S. (2005). *CAS, interdiction, and attack helicopters* [Doctoral dissertation, Monterey California. Naval Postgraduate School].
- Gruszczak, A. (2023). Post-Modern Warfare. In A. Gruszczak & S. Kaempf, (eds.), *Routledge handbook of the future of warfare* (pp. 212-223). Routledge.
- Gurel, E., & Tat, M. (2017) Swot analysis: A theoretical Review. *The Journal of International Social Research Cilt*, 10 (51), 994-1006. DOI:10.17719/jisr.2017.1832
- Hansen, J. (1984). *the role of the attack helicopter in operations other than war* [Doctoral dissertation, United States Military Academy].
- Himes, J. D. (2020) The marine corps' future of attack and utility helicopters: Survivability through manned and unmanned teaming [Thesis, USMC].
- Hinton, H., Billen, G., Hamilton, J., Stewart, D., & Spence, R. (1992). *Operation Desert Storm, Apache helicopter was considered effective in combat, but reliability problems persist*. US General Accounting Office. <https://tinyurl.com/2s3hvwjf>
- Holmes, S.L. (2000). *Army attack aviation and joint air operations: Doctrinal and institutional barriers*. School of Advanced Military Studies, US Army Command and General Staff College. <https://tinyurl.com/yr42vtzu>

- Jeangène Vilmer, J.B. (2023). Not so remote drone warfare. *International Politics*, 60(4), 897-918. <https://tinyurl.com/mrxjbbk2>
- John, T. (1995). *The Role of The Attack Helicopter In Operations Other Than War* (Doctoral dissertation, United States Military Academy).
- Jones, S.G. (2007). Fighting networked terrorist groups: Lessons from Israel. *Studies in Conflict & Terrorism*, 30(4), 281-302. <https://doi.org/10.1080/10576100701200157>
- Khalilzad, Z. (1986). The war in Afghanistan. *International Journal*, 41(2), 271-299. <http://dx.doi.org/10.2307/40202370>
- Khokhar, A.Y. (2011). Operation Neptune Spear: A watershed in the war against terrorism. *Strategic Studies*, 31(3), 109-123. <https://www.jstor.org/stable/48527651>
- Kober, A. (2007). Targeted killing during the second intifada: The quest for effectiveness. *Journal of Conflict Studies*, 27(1), 76-93. <https://tinyurl.com/rnk8crfk>
- Kober, A. (2008). The Israel defense forces in the Second Lebanon War: Why the poor performance? *Journal of strategic studies*, 31(1), 3-40. <https://doi.org/10.1080/01402390701785211>
- Kosal, M.E. (2020). *Disruptive and game changing technologies in modern warfare*. Springer International Publishing.
- Lake, D.R. (2009). The limits of coercive airpower: NATO's "victory" in Kosovo revisited. *International Security*, 34(1), 83-112. DOI: 10.1162/isec.2009.34.1.83
- Lassman, T.C. (2013). Reforming weapon systems acquisition in the Department of Defense: The case of the US Army's advanced attack helicopter. *Journal of Policy History*, 25(2), 173-206. <https://tinyurl.com/49ze6kbv>
- Leishman, J.G. (2000). *A history of helicopter flight*. <https://tinyurl.com/4um5y5cm>
- Lepore, H.P. (1994). The coming of age: The role of the helicopter in the Vietnam War. *Army History*, no. 29, pp. 29-36. <http://www.jstor.org/stable/26304086>
- Loewer, M. (2017). *An analysis of factors that influence logistics, operational availability, and flight hour supply of the German attack helicopter fleet* [Doctoral dissertation, Naval Postgraduate School].
- Louth, J., & Boden, R. (2014). Winging it? Defence procurement as risk management. *Financial Accountability & Management*, 30(3), 303-321. <https://doi.org/10.1111/faam.12040>
- Lubiejewski, S. (2023). Conclusions from the use of aviation in the first half of the first year of the Ukrainian-Russian war. *Security and Defence Quarterly*, 42(2), 68-104. DOI: <https://doi.org/10.35467/sdq/161959>
- Lucas, S. (2016). A beginner's guide to Syria's Civil War. *Political Insight*, 7(1), 12-15. <https://doi.org/10.1177/2041905816637453>
- Marrone, A., & Nones, M. (2015). The dual-use helicopters perspective. In A. Marrone & M. Nones (eds.), *The Role of Dual-Use Helicopters in the Security and Defence Field* (pp. 137-160). IAI & Edizioni Nuova Cultura. <https://tinyurl.com/vy3ap8y4>
- Materak, W. (2023). The evolution of air threats in future conflicts. *Safety & Defense*, 9(1), 24-30.
- Maxwell, D.S. (2021). Operation Enduring Freedom–Philippines: Lessons in special warfare. In *Routledge Handbook of US Counterterrorism and Irregular Warfare Operations* (pp. 280-292). Routledge.
- Mazarella, M. N. (1994). *Adequacy of U.S. Army attack helicopter doctrine to support the scope of attack helicopter operations in a multi-polar world* [Master's thesis, U.S. Army Command and General Staff College].
- Misokami, K. (2023, May 30). *Is the sun finally setting on attack helicopters? Here's everything you need to know*. Indian Strategic Studies. <https://tinyurl.com/y9rm787p>

- Mutschler, M., Bales, M., & Meininghaus, E. (2024). The impact of precision strike technology on the warfare of non-state armed groups: Case studies on Daesh and the Houthis. *Small Wars & Insurgencies*, 1-28. <https://doi.org/10.1080/09592318.2024.2319216>
- Nečas, P., Vacková, M., & Lošonczi, P. (2019). Air power as a security factor: Case study Syria. *Incas Bulletin*, 11(1), 217-230. <https://tinyurl.com/jm3df568>
- Nelson, R.C. (1992). *Combat use of Apache helicopters in the Kuwaiti theater of operations-effective or not?* [Doctoral dissertation, Fort Leavenworth, KS: US Army Command and General Staff College].
- Pastor, A.M. (2012). *Helicopters in irregular warfare: Capabilities, challenges, and missed opportunities*. Air Command and Staff College. <https://tinyurl.com/53vmpyn>
- Petrescu, R.V., Aversa, R., Akash, B., Corchado, J., Berto, F., Apicella, A., & Petrescu, F. . (2017). About helicopters. *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology*, 1(3), 204-223. DOI: <https://doi.org/10.3844/jastsp.2017.204.223>
- Pomper, M., & Tuganov, V. (2023). Role of missiles in Russia's war on Ukraine and its implications for the future of warfare. In: A. Vicente, P. Sinovets, & J. Theron, (eds.), *Russia's war on Ukraine. Contributions to Political Science* (pp. 69-93). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32221-1_6
- Pong, B. (2022). The art of drone warfare. *Journal of War & Culture Studies*, 15(4), 377-387. <https://doi.org/10.1080/17526272.2022.2121257>
- Ramsay, N. (2020). Operation Gothic Serpent: An analysis of failure. In B. Horn (ed.), *Risk: SOF case studies* (pp. 209-240). <https://tinyurl.com/2eyxwhum>
- Redman, J.M. (1998). *Changing roles: Attack helicopter as the dominant maneuver force*. Naval War College Newport. <https://tinyurl.com/5zsdaaa4>
- Rollie, M.B.G. (2014). *Helicopters in irregular warfare: Algeria, Vietnam, and Afghanistan [Illustrated Edition]*. Tannenberg Publishing.
- Samaan, J.L. (2017). Missile warfare and violent non-state actors: The case of Hezbollah. *Defence Studies*, 17(2), 156-170. <https://doi.org/10.1080/14702436.2017.1295788>
- Sankaran, J. (2024). The failures of Russian aerospace forces in the Russia-Ukraine war and the future of air power. *Journal of Strategic Studies*, 1-28. <https://doi.org/10.1080/01402390.2024.2345899>
- Seo, K.I., Cho, S.K., & Park, S.H. (2023). A case study on FPV drone combats of the Ukrainian forces. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 9(3), 263-270.
- Shrader, C.R. (1999). *The first helicopter war: Logistics and mobility in Algeria, 1954-1962*. Bloomsbury Publishing USA.
- Smith, D.I. (1992). *Army aviation in operation just cause*. US Army War College. <https://tinyurl.com/2kw5md4d>
- Soboliev, D. (2016). *Development of helicopter capabilities in the US Army during the Korean and Vietnam wars* [Doctoral dissertation, Fort Leavenworth, KS: US Army Command and General Staff College].
- Spiller, R.J. (1992). *Combined arms in battle since 1939*. US Army Command and General Staff College Press. <https://tinyurl.com/y6vhp45x>
- Szilvássy, L. (2022). Why does the attack helicopter have more survival ability than the armed utility helicopter? *Repüléstudományi Közlemények*, 34(3), 167-180. DOI: [10.32560/rk.2022.3.11](https://doi.org/10.32560/rk.2022.3.11)
- Tadjeh, Y. (2020). Armed overwatch aircraft on SOCOM's shopping list. *National Defense*, 104(798), 45-46. <https://www.jstor.org/stable/27022991>

- Tianfeng, F., Xiaojing, M., & Chi, Z. (2023). Development status of anti UAV swarm and analysis of new defense system. *Journal of Physics: Conference Series*, 2478(9), 092011. IOP Publishing. DOI: [10.1088/1742-6596/2478/9/092011](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2478/9/092011)
- Tovy, T. (2020). The Use of Helicopters against Guerrillas – The Israeli Model. *European, Middle Eastern, & African Affairs*, 2(3), 36-49. <https://tinyurl.com/2rff9494>
- Tucker-Jones, A. (2014). *The Gulf War: Operation Desert Storm 1990-1991*. Pen and Sword.
- Tyler, D. (2003). The leverage of technology: The evolution of armed helicopters in Vietnam. *Military Review*, 83(4), 32-37.
- U.S. Central Command (2023, April 12).CENTCOM forces capture Isis operative in helicopter raid. Press release. <https://tinyurl.com/yx4c9x8w>
- Van Brugen, I. (2023, October 18). Russia's helicopter problem is getting worse. *Newsweek*. <https://tinyurl.com/3vf8eafc>
- Villatoux, M.C., Boillot, P., & Robineau, L. (1995). Algeria 1959-1960: Memories of aviators. *Historical Review of the Armies*, 200(3), 83-93.[in French]. <https://tinyurl.com/bvp65ffh>
- Wasser B., Pettyjohn S., Martini J., Evans A., Mueller P., Edenfield N., Tarini G., Haberman R., & Zeman, J. (2021, February 5). The air war against the Islamic State: The role of airpower in operation inherent resolve. <https://tinyurl.com/564e3p3a>
- Yaacoub, J.P., Noura, H., Salman, O., & Chehab, A. (2020). Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations. *Internet of Things*, 11, 100218. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100218>

מצנחי רחיפה ממונעים ואיום ההסתערות האווירית על ישראל

אהוד לנגר¹

תקציר

מתקפת חמאס ב־7 באוקטובר 2023 כללה את שילובם של מצנחי רחיפה ממונעים כמרכיב טקטי של הסתערות אווירית לשטח ישראל באמצעות ריחוף מעל למכשול הקרקעי בקו הגבול, שהעצים את הישגי המתקפה. חרף עליונותה האווירית של ישראל, ההסתערות האווירית המוצלחת של חמאס חשפה חולשה במערך ההגנה המתקדם של ישראל. מאמר זה דן באיום הסער האווירי על ישראל – צניחה ודאיה – במטרה לבחון את פוטנציאל האיום ולברוק באיזו מידה ערוכה ישראל להתמודדות עימו. הטענה במאמר היא שחיל האוויר הישראלי לא הכיר באפשרות שפשטת סער אווירית היא איום ממשי, ולכן לא היה ערוך להתמודדות עימה ב־7 באוקטובר. על מנת לבסס טענה זו מוסברת התפתחות מצנחי הרחיפה הממונעים של חמאס כאסטרטגיה של רדוקציה טכנולוגית, שפותחה על מנת להקשות על מערכות ההגנה האווירית של ישראל למצות את יתרון בעת ביצוע המתקפה. בהמשך נסקרת התפתחות הפלטפורמות להטסת לוחמים, תוך התמקדות במצנחי רחיפה ממונעים ובמאפיינים שמאפשרים להם לממש את התכלית של הסתערות אווירית. לאחר מכן מובא דיון בהיבטים שהופכים את ישראל לפגיעה במיוחד לאיום, במידת מוכנותה ובמשמעויות הנרחבות יותר לביטחון הבינלאומי, ולסיכום הצעות להתמודדות עם תופעת איום הסער בצניחה.

מילות מפתח: מצנחי רחיפה ממונעים, הסתערות אווירית, אסטרטגיית בניין כוח, עליונות טכנולוגית, הגנה אווירית

מבוא

מצנחי רחיפה ממונעים (Paramotor או Powered paraglider) שולבו כמרכיב טקטי במהלך הפלישה של חמאס לשטח ישראל ב־7 באוקטובר 2023. חרף קיומו של מערך הגנה אווירית בישראל, שמושתת על רשת מתקדמת של מכ"מים ומערכות נשק שנועדו

¹ אהוד לנגר הוא סטודנט לתואר שני בתוכנית ללימודי ביטחון, אוניברסיטת תל אביב.

ליירט מגוון איומים ובטוחים שונים, בבוקר המתקפה חדרו מספר מצנחים כאלה מקרבת הגבול בחסות הסתערות קרקעית וירי מסיבי על ישראל של נשק תלול מסלול, כאשר זמן השחייה שלהם באוויר היה קצר יחסית ולכן הקשה על האיתור והיירוט שלהם (שובל, 2023; 2024; Janes). צנחני חמאס ריחפו מעל המכשול הקרקעי שהקימה ישראל בקו הגבול, ובכך ייתרו אותו בדרכם אל עבר יעדים סמוכי גבול בצפון רצועת עזה (ביישוב נתיב העשרה), ובמרכז (בקיבוץ כפר עזה ובאזור קיבוץ רעים, שם לקחו חלק בטבח 300 הישראלים בפסטיבל נובה).

למרות שמצנחי רחיפה ממונעים הם איטיים, רועשים, ומתבססים על טכנולוגיה מיושנת, השימוש שעשה בהם חמאס מימש את התכלית הצבאית של הסתערות אווירית (Vertical Envelopment או Air-Assault). דוקטרינות צבאיות במערב התייחסו עד כה להסתערות אווירית כאל הובלה של כוחות תקיפה ידידותיים על ידי כלי טיס מבוסס כנף רוטורית (מסתובבת), במטרה להתחכך בכוחות אויב ולהשמידם (לדוגמה, CJCS, 2021, p. 9; Government of Canada, 2016; UK Ministry of Defence, 2020). אומנם בצה"ל אין הבדל במונחים, אך כיום צבאות נוהגים להבדיל בין הסתערות אווירית, הנסמכת בעיקר על כוח האש, הניידות ויכולת ההובלה של מסוקים, לבין תקיפה מוטסת (Airborne Assault), שמתמקדת בכוחות מסתערים הצונחים ממטוסי תובלה לשדה הקרב (CJCS, 2021, p. 10). עם זאת, ההסתערות האווירית של חמאס שיצאה אל הפועל כמבצע צבאי מתואם ובהיקף נרחב מערערת את התפיסה הרווחת שקושרת בין קדמה טכנולוגית – בעיקר בהיבטים של קישוריות, אוטומציה וסייבר – ליתרון בשדה המערכה (לדוגמה גת, 2022; 2023; Lewis). צנחני הזרוע הצבאית של חמאס הוכיחו שניתן לבצע הסתערות אווירית שמממשת את תכליתה גם ללא מסוקים, עם מצנחי רחיפה ממונעים כתחליף זול, פשוט וזמין הרבה יותר.

למרות שאיום מצנחי הרחיפה הממונעים היה עד כה פחות שכיח ומוכר למרבית המדינות, פוטנציאל ההשפעה הנרחב שלו על שדה הקרב העתידי לא נחקר במידה מספקת, ומתקפת המצנחים הממונעים של חמאס היא נורת אזהרה לעתיד לבוא. בין הגורמים לכך ניתן למנות את הניסיון ממתקפת חמאס על ישראל, שקיבל תהודה עולמית והיווה מקור להשראה עבור מתנגדי ישראל בעולם, כמו גם השילוב עם יכולת הלמידה המהירה של ארגונים לא-מדינתיים וההבנה שמדובר בטכנולוגיה אזרחית קלה להסוואה, כפי שנדון בהמשך (Mann, 2023).

בעקבות ההסתערות האווירית של חמאס ב־7 באוקטובר, מאמר זה בוחן את איום מצנחי הרחיפה הממונעים במטרה לברר מהי מידת האיום שהם יוצרים על ישראל, ואם ישראל ערוכה אליו. המאמר מגשר על פערי הידע הקיימים בנושא מצנחי רחיפה ממונעים והשימוש בהם לצורך הסתערות, ומציע תובנות חדשות לצורך העשרת השיח על השפעות הטכנולוגיה בלוחמה א-סימטרית ופיתוח דיון על תפיסות הגנה להתמודדות עם איומים מסוג זה. הטענה המרכזית במאמר היא שחיל האוויר הישראלי, על מערך ההגנה הרב-שכבתית שלו, לא הכיר באפשרות שפשיטת סער אווירית היא איום ממשי, ולכן לא היה ערוך להתמודדות עימה ב־7 באוקטובר. טענה זו מבוססת במאמר באמצעות

למידה מהתפתחות הסער האווירי כפרקטיקה צבאית ומהניסיון הישראלי המצטבר משנות ה-80 של המאה ה-20 ועד מתקפת ה-7 באוקטובר. אלה ישמשו רקע לדיון על משמעויות האיום כיום עבור ישראל בפרט, והביטחון הבינלאומי בכלל. הלמידה מאירועי ה-7 באוקטובר מאפשרת לראשונה להביא לדיון אפוסטריורי את תופעת מצנחי הרחיפה הממונעים בשדה הקרב המודרני. תרומתו המרכזית של המאמר היא אם כן בעצם העיסוק בתופעה שכמעט לא נחקרה כתחום ידע אקדמי, בפרט בלימודי ביטחון ובהקשרים של בניין כוח צבאי, טכנולוגיות רדוקטיביות ושיטות לחימה. פרקטיקנים ימצאו מאמר זה כמסמך ממצה על התופעה והלקונות התפיסיות והמבצעיות, וכן על דרכי הפעולה האפשריות להתמודדות עימה.

בהתאם לכך, חלקו השני של המאמר הוא המסגרת התאורטית, שבה תוסבר הבחירה האסטרטגית של חמאס לפתח מצנחי רחיפה ממונעים לצורך הסתערות כמקרה מתקדם של רדוקציה טכנולוגית התקפית של בניין הכוח הצבאי. חלקו השלישי של המאמר מציג סקירה של התפתחות הפלטפורמות להטסת לוחמים שמאפשרות הסתערות אווירית, תוך התמקדות במצנחי רחיפה ממונעים ובמאפיינים שהופכים אותם לטכנולוגיה רדוקטיבית קטלנית ויעילה למטרות אלה. החלק הרביעי דן בהתפתחות האיום בסביבה האסטרטגית של ישראל ובניתוח המהלכים של חמאס שהביאו להשגת יכולת אווירית מבוססת מצנחי רחיפה ממונעים. יסודות אלה מאפשרים לנו לעסוק בחלק החמישי בהיבטים טריטוריאליים, גיאוגרפיים וטופוגרפיים, שהופכים את ישראל לפגיעה במיוחד לאיום ההסתערות בצניחה ובדאיה. בהמשך מנותחת מידת האיום על ישראל בשני מהלכים, וההשפעה שביקש חמאס להשיג ב-7 באוקטובר באמצעות הפעלת מצנחי רחיפה ממונעים נבחנת תוך עימות עם תפיסת ההגנה האווירית הקיימת של צה"ל ויכולתו המבצעית של חיל האוויר לנטרול האיום. לאחר מכן מובא דיון על מידת המוכנות של ישראל וההשפעות הרחבות יותר על הביטחון הבינלאומי, וכן סיכום הכולל הצעות להתמודדות עם איום הסער בצניחה.

מסגרת תאורטית: מדמוקרטיזציה של טרור לרדוקציה טכנולוגית של בניין הכוח

לצד הפיתוח והתפוצה הגואה של טכנולוגיות מתקדמות בשלושת העשורים האחרונים, רוב מתקפות הטרור על מדינות המערב בתקופה זו בוצעו בכלי תקיפה בסיסיים כמו סכינים, מכונות ואקדחים (Bergema & Kearney, 2020). השימוש בהם נבע מבחירה פרגמטית בשל הזמינות שלהם, האפקטיביות ואי-היכולת להכפיף אותם לאסדרה. השימוש בטכנולוגיות פשוטות וזולות למטרות טרור קפץ מדרגה עם התקדמות הטכנולוגיה והגלובליזציה במאה ה-21 והביא, לפי פריד זקריה (Zakaria, 2003), לדמוקרטיזציה של הטרור. זו באה לידי ביטוי בהנגשה של הטרור באמצעות גישה קלה למידע, ירידה בסף הכניסה לשימוש בטכנולוגיה, התפתחות תקשורת ההמונים ואמצעי ההצפנה ויכולת להפוך אמצעים יומיומיים לנשק קטלני (Neumann, 2009).

כיום הקורפוס המרכזי בנושא טכנולוגיה וטרור עוסק במגוון יישומים טכנולוגיים מתקדמים שארגוני טרור מפעילים בעימות א-סימטרי, כמו כטב"מים לתקיפה ולמודיעין או שימוש בחימוש מדויק (לדוגמה: Brown, 2023; Johnson, 2009; von Rosenbach, 2021). ענף מתפתח בקורפוס זה עוסק בהיבט הטכנולוגי בהתפתחותם של ארגוני טרור ובאופן שבו הם מגבשים אסטרטגיות מתאימות שמשנות את הדינמיקה בין הצד החלש לחזק בעימותים מודרניים. לדוגמה, דומיניק ג'ונסון טוען שעבור כל ישות מתחרה מתקיים תהליך הסתגלות המתבסס על עקרונות הברירה הטבעית, ובו נעשות התאמות אפקטיביות של אסטרטגיות וטכנולוגיות שמעניקות לו יתרון (Johnson, 2009). לדידו, כוחו של צד חזק בעימות מזוין עלול להישחק כאשר אצל הצד החלש מתקיים מאגר תכונות גדול ומגוון ליצירת חדשנות, וכאשר החלש נדחק וחייב להסתגל במהירות על מנת לשנות את המאזן. אנדרו בראון מראה כיצד עימותים א-סימטריים מביאים לפתיחות אצל הצד החלש באשר לאימוץ אסטרטגיות המשלבות טכנולוגיות דו-שימושיות, שמאפשרות לו אוטונומיה רבה יותר על ידי צמצום ממשקים עם היריב שעלולים להביא לשיבוש (Brown, 2023, p. 209).

השלמה לתפיסות אלו ניתן למצוא בתאוריית הרדוקציה הטכנולוגית של בניין הכוח, שנשענת על עקרונות הדמוקרטיזציה של הטרור אך מתמקדת בהסברת הקומה האסטרטגית של בניין הכוח הצבאי המאורגן של הצד החלש בעימות. התאוריה מציעה גישה חשיבתית בשלב המוקדם של בניין הכוח, מסבירה כיצד מתגבשת אסטרטגיה שמביאה למיצוי טכנולוגיות בתנאי נחיתות של צד בעימות ומראה כיצד במצב של א-סימטריה ביכולות טכנולוגיות, צד לוחם שאיכותו הטכנולוגית נמוכה המתמודד עם יריב שאיכותו הטכנולוגית גבוהה מאמץ אסטרטגיה תחבולנית, פשוטה וזולה לבניין הכוח, במטרה לבטל או למתן את הסתמכותו של היריב על טכנולוגיות (מתניה וסרי לוי, 2021). התאוריה מאפשרת להסביר את התפתחות האיום בהקשר הישראלי ואת הגורמים שהביאו את חמאס לבניית יכולת סער אווירית. לפי מסגרת חשיבה זו ניתן להבין את אסטרטגיית חמאס לפיתוח מצנחי רחיפה ממונעים כמקרה מתקדם של רדוקציה טכנולוגית התקפית של בניין הכוח הצבאי, שבו האיכות הטכנולוגית הנחותה של חמאס גרמה לו למצות פתרונות חסרי תחכום טכנולוגי, בפרט כאלה שיקשו על מערכות ההגנה האווירית של ישראל למצות את יתרונן בעת ביצוע המתקפה.

הסתערות אווירית

סער אווירי עלה לראשונה כאחד מהפתרונות הטקטיים לשבירת הקיפאון של מלחמת החפירות שאפיינה את מלחמת העולם הראשונה, במטרה לחלוף מעל קווי ההגנה של האויב ולנחות בעורפו, מה שהוביל בתחילה לפיתוח הצניחה והדרייה הצבאית, ובהמשך לפיתוח יכולת סער מבוססת מסוקים (Dougherty, 1999). במלחמת העולם השנייה נעשה לראשונה שימוש משמעותי ורחב היקף בצניחה קרבית (Military Parachuting) לצורך הסתערות, בתחילה על ידי ברית המועצות ובהמשך על ידי גרמניה (דוגמת הפלישה לכרתים, מאי 1941), ובעלות הברית (דוגמת הפלישה לנורמנדי, יוני 1944) (Theotokis, 1944).

גם לאחר המלחמה צבאות הוסיפו להשתמש ביכולת זו ברחבי העולם, בעיקר האמריקאים, במלחמות קוריאה ווייטנאם ובפלישות לגרנאדה, פנמה, אפגניסטן ועיראק (Theotokis, 2020).

בניגוד לצניחה שבה הלוחמים מתפזרים על פני שטח ניכר ונדרש לקבץ אותם לאחר הנחיתה, דאונים (Glider-borne Assault) יכולים לנחות בצורה מדויקת יותר והם בעלי כושר נשיאה של מספר לוחמים, כך שמרגע הנחיתה הכוח מקובץ וערוך ללחימה (U.S. Marine Corps, 1996, pp. 20-3, 20-5). הסתערויות בדאייה בוצעה לראשונה במלחמת העולם השנייה על ידי הגרמנים, שפיתחו את תחום הדאייה הצבאית בתקופה שבין מלחמות העולם מכיוון שהסכמי ורסאי הגבילו אותם בייצור מטוסים לשימוש צבאי (יקוטיאל 1985; Articles 198-202; Treaty of Versailles, 1919; Oglethorpe, 2010). הדאונים הגרמניים נגדו על ידי מטוסי תובלה עד הגובה הרצוי ולאחר שחרורם דאו אל היעד בחרישיות. כיום ידוע שקוריאה הצפונית מפתחת יכולת זו, לאחר שנצפתה מקיימת אימונים צבאיים עם דאונים כהכנה לפלישה לקוריאה הדרומית (US Department of the Army, 2020). בניגוד לצניחה, שנשארה כלי מבצעי של צבאות מדינות, דאונים הוצאו משימוש ברוב הצבאות על אף היתרונות הגלומים בהפעלתם, בייחוד לאור התפתחות המסוקים (Torrisi, 2000).

לקחי מלחמת העולם השנייה וההכרה בצורך לפתח ולשכלל יכולת סער אווירית הביאו את חיל הים האמריקאי ובעיקר את חיל הנחתים (המארינס) לפתח מתודולוגיות הסתערויות חדשות באמצעות מסוקים, אשר ברכות הימים הפכו לפלטפורמת סער מרכזית ולשיטה הרווחת לביצוע הסתערויות בצבא ארצות הברית ובצבאות נוספים (Dougherty, 1999; Shurkin, 2014; Theotokis, 2020). ולא בכדי – היתרונות באים לידי ביטוי ביכולת ההובלה (לוחמים, ארטילריה ואמצעי לחימה), האש והניידות, לרבות יכולת לנחות אנכית ולאחוז במהירות בנקודות אסטרטגיות (Durand et al., 2012). אלו מבטאים את עקרונות ריכוז הכוח, ההפתעה והלחימה שמממשים את תכלית הסתערויות האווירית (טובי, 2017, עמ' 41).²

מצנחי הרחיפה הממונעים הומצאו בשנות ה-60 של המאה ה-20 בקנדה ובצרפת על ידי מהנדסים וצנחנים חובבים, ומאז התפתחו (Laver & Mei-Dan, 2013). בניגוד למצנח הקלאסי שתפקידו להאט את נפילת הצנחן, מצנחי רחיפה מאפשרים תמרון ונחיתה מדויקים יותר. הם בנויים מחופת ניילון בצורת כנף, שמתנפחת בעזרת זרימת אוויר. יתר על כן, הם מאופיינים בטיסה שקטה, בחתימת מכ"ם נמוכה, התפעול שלהם פשוט ונדרשת בסך הכול הכשרה של כשבוע עד עשרה ימים על מנת לרכוש מיומנות בהטסתם (Krytskiy et al., 2023; Steele, 2021). מצנחי רחיפה ממונעים כוללים גם מטען תלוי ("גונדולה") – זוהי המסגרת שמחברת את החופה למנגנון השליטה כאשר הטסתם נעשית באמצעות זרמי אוויר או על ידי מנוע קטן שמחובר למדחף (Babinsky, 1999). הם בעלי כושר נשיאה גבוה, קומפקטיים, קלי משקל ונוחים להמראה מהירה

² עוד על מאפייני המסוק והרב-גוניות שלו כפלטפורמת לחימה ניתן למצוא במאמרו של אלכס דן 'האם כדאי לישראל להצטייד במסוקי קרב?', בגיליון זה, עמ' 37.

ללא צורך בתשתית באמצעות עמידה מול רוח, קפיצה או גרירה מרכב (USHPA, n.d.). מצנחי הרחיפה הממונעים ששימשו את מחבלי חמאס היו בתצורה חד-מושבת ודו-מושבת, כאשר האחרונה הורכבה מנווט ומפעיל אש תוך שימוש באמצעים פשוטים כמו טלפון נייד לתקשורת וממסר, הטלת רימוני רסס וירי מנשק קל. לאור פשטות האמצעים והטכנולוגיה, עלות מצנח רחיפה ממונע נעה בין 1,500 ל-5,000 דולר – המחיר נקבע על פי התצורה, המנוע, איכות החומרים והביצועים.³ תכונות אלה הופכות את מצנחי הרחיפה הממונעים ליעילים עבור יישומים צבאיים ואזרחיים כאחד – למשימות כמו ריסוס כימיקלים מהאוויר, צילום במהירות נמוכה ובגובה נמוך ושימוש כתחנת ממסר לתקשורת רדיו (Goodrick et al., 1973).

צבאות במדינות שונות בעולם הבינו את הפוטנציאל הגלום במצנחי רחיפה, שמצויים כיום בעיקר אצל כוחות מיוחדים, כולל בצה"ל (קינר, 2013). עד כה, עיקר השימוש בהם נעשה במסגרת מבצעי קומנדו חשאיים ועל בסיס צניחה ממטוסים או ממסוקים (Weeks, 1978). בשנים האחרונות ניכרת מגמה של שימוש ביכולת זו, בעיקר של מצנחי רחיפה ממונעים, כתחליף זול לחיל אוויר בהגנת גבולות, או כאמצעי זול להסקת כוחות פשיטה גדולים על ידי מדינות שאינן יכולות להרשות לעצמן החזקת חיל אוויר בהיקף גדול (Yonhap, 2017). גם צבאות מערביים מבינים את הפוטנציאל הגלום ביכולת זו ופועלים לפיתוח מצנחי רחיפה ממונעים מתקדמים ובעלי יכולות מוגברות. בארצות הברית, לדוגמה, הצבא (Army) מקדם תוכנית לפיתוח מערכת לניידות אווירית אישית (personal air mobility system) לצורך פעילות של כוחות הסתערות קטנים באזורים מורכבים וצפופים, מתוך כוונה לפנות את המסוקים למשימות מבצעיות אחרות (Marines, 2024; Trevithick, 2024). נוסף על כך, כחלק מהכנות לעימות בעצימות גבוהה קיימו הכוחות המיוחדים לראשונה תרגיל המדמה שימוש במצנחי רחיפה ממונעים לאיתור ולהשמדה של נחילי כטמ"מים (Altman & Trevithick, 2024).

איום הצניחה והדאייה של ארגוני טרור על מדינת ישראל

לישראל היסטוריה ארוכה של התמודדות עם איום הדאייה והצניחה, ומאפיינים ייחודיים שהופכים אותה לפגיעה במיוחד לאיום זה. כבר באפריל 1981 היה ניסיון חדירה כושל מדרום לבנון באמצעות כדור פורח (טובי, 2019, עמ' 356, ה"ש 107). כעבור שלוש שנים חדר מלבנון מחבל פלסטיני רתום לדאון והסגיר את עצמו, וב-1987 חדרו שני מחבלים מלבנון באמצעות דאונים ואחד מהם הסתער על מחנה צבאי ורצח שישה לוחמי צה"ל ("ליל הגלשונים") (וילנאי, 1987). שני עשורים לאחר מכן, במסגרת מבצע חומת מגן (2002), נמצאו בעיר חברון מצנחי רחיפה שהיו עתידים לשמש לפיגוע (גלובס, 2002). בעת מבצע צוק איתן (2014) נעצר בעזה פעיל בגדודי אל-קסאם של חמאס, שהעיד כי צורף לכוח חשאי מיוחד של כעשרה פעילים נוספים, במסגרתו התאמנו במלזיה ובעזה בהטסת מצנחי רחיפה (מרכז המידע למודיעין ולטרור, 2015; Leong, 2023). מערכות

³ ראו לדוגמה עלויות של מצנחי רחיפה ממונעים בשוק האזרחי לפי ייעוד, חומרים, טכנולוגיה ועוד:

<https://tinyurl.com/48yw7c>

הצניחה הוכרחו ככל הנראה לרצועת עזה ממצרים, ייתכן שעל ידי גורמים איראניים (סלע, 2023; Smyth, 2023).

בהמשך, שילוב של אירועים הוביל את חמאס להתמקד בפיתוח יכולת הסתערות אווירית תוך ניצול החולשות של מערך ההגנה הישראלי. זאת ועוד, מבצע מגן צפוני (2018) בגבול לבנון שבו פגע צה"ל במנהרות חזבאללה, כמו גם הקמת המכשול הקרקעי והתת-קרקעי סביב רצועת עזה (רוך, 2023) והפגיעה הניכרת של צה"ל במערך הימי של חמאס (זיתון, 2021) – כל אלה חידדו את חשיבות הפעלתם של מצנחי הרחיפה הממונעים בעיני חמאס כחלק מבניית יכולת התקיפה האווירית של גרודי אל-קסאם. במתקפת ה-7 באוקטובר ראינו שיכולת זו התפתחה באופן נרחב וגובשה במסגרת מתודולוגיה סדורה לבניין הכוח האווירי של חמאס. במסמך רשמי של הארגון שפורסם את חזון הקמת הכוח האווירי שלו נחשפה הכוונה לפתח מצנחי רחיפה ממונעים כענף ספורט במסגרת חברתית-אזרחית, שתאפשר להסוות ניסויים ואימונים צבאיים בהם ותיצור מציאות שתאלץ את האויב לקבל את הפעלתם (Weinthal, 2024). בהתאם לכך פעל חמאס לפיתוח ענף ספורט אזרחי כדי לאמן פעיליו בהפעלת מצנחי רחיפה ממונעים שיאפשרו הסתננות שקטה אל שטח ישראל. הכסות האזרחית של פעילות זו נועדה להפחית את עלויות הניסויים ולהצטרף למועדוני צניחה ודאיה אזרחיים שאפשרו מידע נגיש ופיתוח מיומנויות באמצעים אלה.

מה הופך את ישראל לפגיעה במיוחד לאיום הצניחה והדאיה?

ארגוני הטרור התמידו לאורך עשורים בניסיונות להוציא אל הפועל מבצע איכותי של הסתערות אווירית כנגד ישראל. הפיתוי לפתח יכולות הסתערות באמצעים פשוטים אלה כנגד ישראל נובע, בין היתר, מהשילוב בין שליטה טריטוריאלית למאפיינים גיאוגרפיים וטופוגרפיים בקווי הגבול שלה.

לישראל חוסר בעומק טריטוריאלי. כל שטחה הריבוני נתון תחת איום מתמיד ויישובים ונכסים אסטרטגיים רבים, כמו תשתיות אזרחיות ובסיסים צבאיים, ממוקמים בסמיכות לקווי הגבול המאוימים – בסמוך לגבול עזה, לבנון ובאזור יהודה ושומרון (איו"ש) – שם קרבתם של יישובים ערביים ליישובים ישראליים מהווה כר פורה לפעילות טרור (שדה, 2023).

מבחינה טופוגרפית, אזור דרום לבנון מאופיין במגוון של הרים תלולים, ערוצי נחל עמוקים וצמחייה עבותה, לצד כפרים ותשתית כבישים אזרחית. חזבאללה ניצל עד כה את הטופוגרפיה המאתגרת של האזור לטובתו והקים רשת של תשתיות צבאיות נסתרות באזורים שבהם יש קושי בזיהוי על ידי מכ"מים, או שבהם הוא מזהה פערים בפריסת הכוחות ובכיסוי המודיעיני של צה"ל (Shapira & Beeri, 2024). כמו כן, איו"ש הוא אזור הררי (לפחות 1,000 מטר מעל גובה פני הים) שחולש על נקודות חשובות במרכז של ישראל, ובו יישובים רבים צמודי גדר. לאלו, בשילוב יכולת הלמידה וההפריה ההרדית בין מדינות תומכות טרור לארגוני הטרור שפועלים בסביבה האסטרטגית של ישראל, יש פוטנציאל להגברת האיום (אורטל ופלג, 2019; גילת, 2024; Kettle & Mumford, 2017).

(Jaspersen & Montibeller, 2020). ואכן, במשך זמן רב לאחר מתקפת ה-7 באוקטובר הוביל החשש ממצנחי רחיפה לדיווחים רבים לכוחות הביטחון, שהביאו לשיבוש בשגרת חייהם של עשרות אלפי תושבים ביישובים רבים בשרון ובצפון עקב חשש מהפעלה עוינת של מצנחי רחיפה (אברמזון, 2024; Ynet, 2023).

מידת האיום של מצנחי הרחיפה על ישראל

לאור ההיבטים שנסקרו עד כה, האפשרות שהעוסקים בקידום טרור ובהם יחידים, ארגונים וקבוצות צבאיות למחצה יעשו שימוש נרחב במצנחי רחיפה גם בעתיד שרירה וקיימת. את השפעתם נעמת כעת עם יכולת ההגנה של ישראל ערב ה-7 באוקטובר. עד אז צה"ל ביסס את ההגנה שלו על ארבעה מרכיבים מרכזיים (הלוי, 2020): (א) יכולות מודיעיניות שיאפשרו התרעה על כוונות אויב להוציא אל הפועל פעולה נרחבת; (ב) מכשול קרקעי, שתכליתו לא רק לעכב או למנוע הסתערות אויב אלא אף לסייע באיתור התקרבות לשטח ישראל על הקרקע או מתחתיה; (ג) סיכול והתקפה מדויקים; (ד) עליונות טכנולוגית המאפשרת את יישומם של המרכיבים הקודמים. אף על פי כן, בבוקר המתקפה לא הייתה התרעה ממוקדת על כוונות חמאס, המכשול לא סייע באיתור ולא עיכב את כוחות הסער של חמאס, והתברר שלמרות נחיתותו הטכנולוגית הצליח חמאס לרתום טכנולוגיות זולות ופשוטות למבצעים רב-ממדיים מורכבים, שקיזזו את היתרון הטכנולוגי של צה"ל. במצב שנוצר חיל האוויר מצא עצמו ללא כל יכולת לתקוף או לסכל את כוחות חמאס.

לגבי הערכת כוונות לשימוש במצנחי רחיפה – אלה יוצרים קושי בהערכת יכולות האויב, מכיוון שמדובר באמצעי לשימוש כפול ביישומים אזרחיים וצבאיים כאחד. לכן עצם קיומם של מצנחי רחיפה לא רק אינו מעיד על יכולת צבאית-מבצעית אלא גם יוצר מציאות של ניצול הממד האזרחי להשגת רווחים צבאיים, כך שמצנחי הרחיפה מותממים והקושי לסכל אותם גובר.

לגבי התרעה מודיעינית על פי תנועות בשטח האויב לשימוש במצנחי רחיפה לפני המראתם – ככלל יש למצנחי רחיפה ממונעים "זנב" לוגיסטי קטן מאוד: זמן הפריסה מפקודה לביצוע קצר ביותר כיוון שאין כמעט צורך בהכנות, אין צורך לאחסן את הכלים בבסיס מרכזי (כל פעיל יכול להחזיק את המערכת בביתו או אפילו ברכב), ולכן גם אין צורך לקדם לקו החזית. אם בכל זאת נדרש לקדם ניתן להסתיר את המערכת ולשנע אותה בכל כלי רכב, ולכן צפוי קושי בזיהוי מקדים של הכנות לפעולה מבוססת מצנחי רחיפה.

לגבי התרעה בעת מעופם – מצנחי הרחיפה הם דלי שטח חתך מכ"ם ולכן קשה לזהות אותם באמצעות מכ"ם, שהוא הכלי העיקרי של מערך הגילוי האווירי, ומכיוון שאין צורך בתקשורת בין הצנחן או הכלי לתחנת קרקע, יש קושי רב לזהות אותם באמצעות מודיעין אותות.

ואכן, גם במקרים המוכרים של פעולת מצנחי רחיפה שצוינו, חלק מהדיווחים הגיעו מאזרחים שזיהו אותם או ממערך תצפיות קרקעי, ולא ממערך הגילוי האווירי. זאת ועוד,

עלותם הנמוכה של מצנחי הרחיפה יכולה לאפשר ליצור בקלות מספר רב של איומי דמה לצורך הונאה או הטעיה, או שליחת כלים ממולכדים שבמספרים רבים יקשו אף יותר על מערך הגילוי והיירוט. נוסף על כך, מצנחי רחיפה (כמו גם רחפנים) פועלים ברום הקרוב לקרקע, בתפר האחוריות שבין חיל האוויר לכוחות הקרקע, ומאפשרים לארגוני טרור ולצבאות טרור לנצל תפר זה ואת ההתמקדות של מערכי הגילוי והיירוט של חיל האוויר באיומי אש אסטרטגיים (הלר ושלח, 2023).

העליונות הטכנולוגית של ישראל הובילה לתפיסה שיש דברים שהאויב אינו יכול לבצע בגלל נחיתותו הטכנולוגית, ובכלל זה מבצעי סער אוויריים. הלקחים מאירועי העבר, כך נדמה, והתפתחות האיומים בתווך האווירי בעשורים האחרונים השאירו את איום מצנחי הרחיפה בצל כתופעת שוליים ספורדית. על פי תפיסה זו, למבצעי סער אוויריים (airborne): הסקה או הצנחה) לצורך החדרת מספר רב של לוחמים מעבר למכשולי האויב נדרשות פלטפורמות אוויריות, שהן יקרות מטבען ומחייבות תשתית קרקעית ומערך אחזקה, ולכן יכולת זו מוחזקת בידי צבאות סדירים, בדרך כלל של מדינות בעלות משאבים. ואולם מרגע שנוספה למצנח הרחיפה מערכת הנעה המאפשרת לו להמריא ללא תלות בתשתית קרקעית ולהתקדם למרחק רב ללא צורך בהצנחה מגובה רב, זהו תחליף זול לפלטפורמת ניווד אווירית שמאפשרת להחזיק ביכולת הסתערות רחבת היקף או חדירה חשאית והפעלת כוחות מיוחדים בעומק שטח האויב.

דין ומסקנות: האם צה"ל ערוך להתמודדות עם איום של פשיטת סער אווירית?

בשל האילוצים של חמאס בבניין הכוח האווירי, מצנחי הרחיפה הממונעים אפשרו לארגון לפתח את האוויר כמרחב לחימה נוסף, בהתאם לתאוריות בנות זמננו שמסבירות את הגמישות וההסתגלות (agility) של ארגוני טרור ואת יכולתם להמציא את עצמם מחדש בשעת מצוקה. המרחב האווירי מאפשר לנצל את היתרונות הבולטים של המצנחים לתכלית צבאית על ידי הפיכתם למערכות לחימה עצמאיות וקטלניות, שבדומה למסוק יוצרות ערך להסתערות אווירית ושומרות על עקרונות הדרושים לשם כך: ריכוז הכוח, ההפתעה והלחימה.

מאפייני הדמוקרטיזציה של הטרור והוכחת היכולת של בניין כוח אווירי בטכנולוגיה רדוקטיבית של חמאס הופכים את איום מצנחי הרחיפה הממונעים לאתגר חדש עבור מדינות בעולם, שכן איום ההסתערות האווירית על ידי ארגוני טרור אינו ייחודי רק למדינת ישראל. מדינות נוספות חסרות עומק טריטוריאלי, שנדרשות להגן על יישובים סמוכי גבול או על נכסים אסטרטגיים בסמוך לגבולותיהן, חשופות גם הן לאיום זה. בשל זמינות הידע וההפריה בין מדינות תומכות טרור לארגוני טרור, כמו גם ה"אזור" של מצנחי הרחיפה, הם נעשים כלי בעל פוטנציאל קטלני לערעור הביטחון הלאומי במגוון תרחישים, שהופכים אותם באחת מאיום מסדר משני לאיום מרכזי. אלו יכולים להיות למשל השתלטות על נכסים אסטרטגיים ופגיעה בהם, כמו מתקנים גרעיניים ובסיסי צבא רגישים, מוסדות שלטון ופיגועי קטל ומיקוח בסביבה אזורית, שגורמים לפגיעה

קשה בריבונות ומהווים עילה למלחמה (קאזוס בלי). כבר היום שאיום ההסתערות האווירית תוך שימוש בצניחה ודאייה הוא מוחשי ביותר בין פיונגיאנג לסיאול (Eun-) (jung, 2023; The Korean Times, 2024). בשנים האחרונות פיתחה קוריאה הצפונית אסטרטגיית לחימה שמשלבת הסתערות אווירית אל עבר קוריאה הדרומית באמצעות מצנחי רחיפה ממונעים, התאמנה על תרחישים כאלה ואף סייעה לחמאס בהצטיידות באמצעי לחימה ובהכוונה טקטית להסתערות (US Department of the Army, 2020). מתקפת ה-7 באוקטובר לימדה שהישענות על טכנולוגיה מתקדמת להגנה אווירית אינה יעילה לצורך יירוט של איומים נחותים טכנולוגית דוגמת מצנחי הרחיפה, כל עוד אין מנגנוני גיבוי נוספים שמאפשרים יתירות בהגנה, גם בתנאי קיצון. האתגר הוא ליצור תנאים אלה למגוון של תרחישים בזמן נתון. המתודולוגיה העיקרית להגנת שמי מדינת ישראל כיום מתבססת על מערך הגנה רב-שכבתי ליירוט מטרות באמצעות טילים ומטוסים (משרד הביטחון, 2024) ואולם בגלל אתגרי הגילוי ומאפייני הטיסה של מצנחי הרחיפה, נרמה שמערך ההגנה אינו ערוך מספיק להתמודדות עם איום פשיטת הסער האווירית. ואכן במקרים קודמים, באירועים ספורדיים שבהם נדרש מענה, מסוקי הקרב היו אלה שהוזנקו ליירוט מצנחים.

כך למשל בנובמבר 2018 מעל שמי כרמיאל, ובספטמבר 2019 סמוך לזיכרון יעקב (דובר צה"ל, 2018; קובוביץ, 2019).⁴ ב-7 באוקטובר, לעומת זאת, מסוקי הקרב שהיו זמינים ללחימה עסקו במשימות אחרות ולא מנעו את האיום, בעוד חיל האוויר צמצם עם השנים את מערך מסוקי הקרב שלו (כאן חדשות, 2023). יתרה מכך, העובדה שלא נדרשת תשתית להמראה וניתן לקדם את המצנחים למרחב החזית באופן מותמם או חשאי מאפשרת הפעלה קצרה מכדי שמערכות הגילוי והיירוט יספיקו להגיב, אם אינם מרותקים למשימות אחרות.

זרוע היבשה של צה"ל כבר מחזיקה באמצעים אופטיים שעשויים לאתר חדירת מצנחי רחיפה (כהן ושפיגל, 2015), אך משימת האמצעים הללו היא הגנת הגבול הקרקעי ולא האווירי. בכל הנוגע ליירוט מצנחי רחיפה אין לכוחות היבשה כלים מתאימים למשימה זו בכלל, וליירוט נרחב פרט (וינטר, 2022). הכלים המועטים שברשות הכוחות הקרקעיים מתאימים בעיקר להתמודדות עם היקף כטמ"מים מצומצם יחסית, ומשימתם מתמקדת בהגנת הכוח ולא ביירוט האיום (כהן, 2023). פערים אלה הם תוצאה של בניין כוח הנובע מחלוקת אחריות בין חיל האוויר, שאמון על הגנת שמי המדינה, כולל ברום הקרוב לקרקע, לכוחות היבשה שאמונים על הגנה קרקעית (עין-דר, 2020; פינקל, 2022). נראה אם כן שצה"ל וחיל האוויר ערוכים לאיום של חדירה אווירית מאוישת מצומצמת על ידי ארגון טרור, או לחדירה רחבה של כטמ"מים, טילים ורקטות, כפי

⁴ בשני המקרים מדובר באירועים במישור הפלילי, לאחר שהתבררו כטיסות בנתיב תעופה אזרחית ללא תיאום ובניגוד לחוקי התעופה האזרחית של ישראל.

שהוכיחו אירועי ה-14 באפריל 2024, אך לא לפשיטת סער אווירית רחבת היקף על ידי טרוריסטים וארגונים צבאיים למחצה.⁵

לסיכום, חרף פוטנציאל האיום של מצנחי הרחיפה הממונעים, המענה עבורו אינו דורש מצה"ל שינויים עמוקים או פיתוח טכנולוגי משמעותי. ראשית, הצעד הראשון להתמודדות עם האיום הוא להכיר בממשותו ובפוטנציאל שלו להפוך לאיום אסטרטגי ולא רק בנסיבות מחמירות – דבר שעלול להתפס כלקח שגוי ממתקפת ה-7 באוקטובר. שנית, יש צורך בבחינה מחדש ובביצוע התאמות, במידת הצורך, בתפיסת הגנת הגבולות ובחלוקת האחריות בין כוחות הגנת הגבול הקרקעיים לכוחות האוויריים, גם בהיבטי הגילוי וגם בהיבט היירוט, תוך הגברת העצמאות של הכוח הקרקעי, כפי שהציעו אסף הדר ועפר שלח (2023). הטכנולוגיה לגילוי אופטי, לרבות מרכיבי בינה מלאכותית לזיהוי אוטומטי ואוטונומי, כבר קיימת ופועלת בגבולות ונדרש רק להפנותה (גם) לשמייים. ניתן גם לפרוס מערך תצפית וגילוי אקוסטי פשוט וזול, המבוסס על טלפונים חכמים שיתקנו על גבי המכשול בגבול או על כל הפלטפורמות הקרקעיות במרחב, כפי שעשתה אוקראינה לצורך זיהוי כטמ"מים וטילי שיוט (Barnes, 2024). מבצע טכנולוגיית יירוט הלייזר אמור לתת מענה ליירוט זול של מטורות רבות בזמן, ובכלל זה גם למצנחי רחיפה (INSS Israel, 2023). עד השלמת הפיתוח ופריסתו בשדה ניתן להקים מחדש מערך קני נייר, שיעילותו מול ריבוי מטורות בגבהים נמוכים מוכחת (Phocas & Mitchell, 2024).

מקורות

- אברמזון, א' (2024, 22 ביוני). לאחר הבהלה: רשות התעופה האזרחית תגביל ותאכופ אף יותר את מפעילי מצנחי רחיפה בשרון. ישראל היום. <https://tinyurl.com/mrpyzbb>
- אורטל, ע' ופלג, ד' (2016). "זה הקטן גדול יהיה" – החמצת התהוויות במטה הכללי – איום המנהרות והתווך התת-קרקעי כמקרה בוחן. בין הקטבים, 22-23, 61-33. <https://tinyurl.com/55rtv8ex>
- גילת, א' (2024). ניצחון בתחרות הלמידה יביא לניצחון בקרב. מערכות, 501, 9-4. <https://tinyurl.com/mwsj79r>
- גלובס (2002, 30 ביוני). צה"ל גילה שני מצנחי רחיפה בחברון; מבוקשים פלשתינים הסתתרו באמבולנסים. <https://tinyurl.com/2d2k5vht>
- גת, ע' (2023). עתיד הקרב ולאן פניו של שדה הקרב היבשתי. פרסום מיוחד, המכון למחקרי ביטחון לאומי. <https://tinyurl.com/379jru9j>
- הלוי, ה' (2020). הגנה רב-ממדית. בין הקטבים, 28-30, 254-241. <https://tinyurl.com/nsyh6tvty>
- הדר, א' ושלח, ע' (2023). אווירית יבשה – הפתרון לשילוב מיטבי של אמצעים אוויריים בקרב היבשתי. ערכן אסטרטגי, 26(2), 34-21. <https://tinyurl.com/3n9vczdu>
- וילנאי, מ' (1987). תחקיר ליל הגלשונים – סיכום. ארכיון צה"ל, תיק 205/1113/1991.
- וינטר, ג' (2022). עוד ישוב הנ"מ הטקטי? הצורך החוזר בהגנה אווירית לכוחות היבשה. בין הקטבים, 37, 8-1. <https://tinyurl.com/2s4bcfp5>
- זיתון, י' (2021, 16 במאי). צה"ל השמיד צוללות נפץ אוטונומיות של חמאס. <https://tinyurl.com/bdezr8h8>
- טובי, ט' (2017). האיגוף האנכי כמהפכה צבאית. מערכות, 474-475, 43-36. <https://tinyurl.com/bdhf5swm>

⁵ בליל ה-14 באפריל 2024 תקפה איראן את ישראל באמצעות מאות טילים, טילי שיוט וכטמ"מים. האירוע מסמל גם את היירוט המוצלח הראשון בעולם של אחת ממתקפות הטילים הגדולות בהיסטוריה על מדינה אחת, מבחינת ריכוז וקצב השיגורים.

טובי, ט' (2019). "בושם מסריח העיקר שיעשה את העבודה" – עיצוב תפיסת ההגנה בגבולה המזרחי של ישראל: 1967–1968. יסודות, 1, 327–357. עמוד 356.

יקוטיאל ויקוטיאל, צ' (1985, 21 בדצמבר). אבן אמאל – האיגוף האנכי שהביא למפנה אסטרטגי. מערכות. <https://tinyurl.com/3s6825da>

כאן חדשות – תאגיד השידור הישראלי (2023, 21 בדצמבר). איפה היו מסוקי הקרב ב-7 באוקטובר? [סרטון]. YouTube. <https://tinyurl.com/3bt8839t>

כהן, ג' ושפיגל, נ' (2015, 25 באוקטובר). ערביי ישראל חצה לסוריה באמצעות מצנח, כנראה על מנת להצטרף לחימה שם. הארץ. <https://tinyurl.com/mb735hry>

כהן, ש' (2023, 5 בדצמבר). עם כוונת חכמה למטרות נעות, בצה"ל מנסים למצוא תשובה לרחפני חמאס. TheMarker. <https://tinyurl.com/yx35xs5z>

מעריב אונליין (2018, 17 בנובמבר). דובר צה"ל: "מסוקי קרב הוזנקו בעקבות חמישה מצנחי רחיפה לא מזהים". <https://tinyurl.com/yekcjcen>

מרכז המידע למודיעין ולטרור על שם אלוף מאיר עמית (2015, 6 במאי). פעילות חמאס במלזיה: הזרוע הצבאית של חמאס מגייסת לשורותיה סטודנטים מיהודה ושומרון הלומדים במלזיה. לפני מבצע "צוק איתן" נשלחו למלזיה פעילים צבאיים מרצועת עזה לאימון בהטסת מצנחי רחיפה לשם פיגוע בישראל. <https://tinyurl.com/4j52k57r>

משרד הביטחון (ל"ת). הגנה רב-שכבתית. <https://tinyurl.com/mr35ntje>

מתניה, א' וסרילוי, א' (2021). בקלע ובאבן: אסטרטגיה של רדוקציה טכנולוגית. עדכן אסטרטגי, 24(2), 15–3. <https://tinyurl.com/y55vmk3n>

סלע, א' (2023, 12 בנובמבר). איך הצליח חמאס להכריח לרצועה כל כך הרבה נשק, ומי לא מנע זאת? הארץ. <https://tinyurl.com/36ntw24j>

עין-דר, א' (2020). עליונות אווירית: השליטה בשמיים – צורך חיוני לצבא מנצח. בין הקטבים, 28–30, 60–43. <https://tinyurl.com/3ckx5v3t>

פינקל, מ' (2022). מפקדת חיל האוויר. משרד הביטחון.

קובוביץ, י' (2019, 24 בספטמבר). חיל האוויר נלחם במצנחי הרחיפה: הזניק מסוקי קרב לאתר גלישה אורחי. הארץ. <https://tinyurl.com/b7ek5zjdj>

קינר, נ' (2013, 3 במארס). איך לומדים לקפוץ מגובה 20 אלף רגל? Mako. <https://tinyurl.com/bdzdtajv>

רוף, נ' (2023, 25 בינואר). שנה להשלמת המכשול בעזה – תמונת מצב. אתר צה"ל. <https://tinyurl.com/mrevk3pk>

שרה, י' (2023, 30 באוגוסט). הפרטים נחשפים: מפת העדיפות הלאומית תגדל ותחול על 53% מהאוכלוסייה. כלכליסט. <https://tinyurl.com/4n7vbcxh>

שובל, ל' (2024, 26 בינואר). במערכת הביטחון מעריכים: לחמאס נשארו מאות רקטות בלבד. ישראל היום. <https://tinyurl.com/2h2abfwt>

INSS Israel (2023, 24 במאי). פורקאסטרטגי 247: הרטנט האזורי | קרן לייזר בשירות צה"ל [סרטון]. YouTube. <https://tinyurl.com/4vemkb5w>

Ynet (2023, 11 באוקטובר). אזעקות בכרמל, חשש לחדירת מחבלים בגליל העליון. <https://tinyurl.com/2cccjx35>

- Altman, H., & Trevithick, J. (2024, May 8). *Marine special operations paragliding capabilities emerge at demonstration in Tampa*. The Warzone. <https://tinyurl.com/ysh88mdb>
- Babinsky, H. (1999). The aerodynamic performance of paragliders. *The Aeronautical Journal*, 103(1027), 421–428.
- Barnes, J. (2024, March 26). How Ukraine is using mobile phones on 6ft poles to stop drones. *The Telegraph*. <https://tinyurl.com/3p5deewt>
- Bergema, R., & Kearney, O. (2020). *Rise O Muwahhid, wherever you may be: An analysis of the democratization of the terrorist threat in the west*. ICCT. <https://tinyurl.com/3s3y8ew8>

- Brown, A. (2023). Terror, tech, and transformation: Will emerging technologies revolutionize terrorism? *Comparative Strategy*, 42(2), 308-320. <https://doi.org/10.1080/01495933.2023.2182113>
- CJCS – The Chairman of the Joint Chiefs of Staff (2021). *Dictionary of military and associated terms*. <https://tinyurl.com/yn55nk57>
- Dougherty, K.J. (1999). The evolution of air assault. *Joint Force Quarterly*, 22, 51-58. <https://tinyurl.com/2tkwaarf>
- Durand, E., Michel, B., & Tenenbaum, É. (2012). *Helicopter warfare: The future of airmobility and rotary wing combat*. Institute Français des Relations Internationales (IFRI). <https://tinyurl.com/3t6th5v8>
- Eun-jung, K. (2023, October 17). *N. Korea appears to be linked to Hamas in arms trade, other military areas: JCS*. Yonhap News Agency. <https://tinyurl.com/f2k72uan>
- Goodrick, T., Murphy, JR, A., & Pearson, A. (1973). *Analysis of various automatic homing techniques for gliding airdrop systems with comparative performance in adverse winds*. In 4th Aerodynamic Deceleration Systems Conference (p. 462). DOI <https://doi.org/10.2514/6.1973-462>
- Government of Canada (2016). *Chapter 3: Air Attack (B-GA-403-000/FP-001, Canadian Forces Aerospace Shape Doctrine)*. <https://tinyurl.com/yvk7kc9p>
- Jaspersen, J.G., & Montibeller, G. (2020). On the learning patterns and adaptive behavior of terrorist organizations. *European Journal of Operational Research*, 282(1), 221-234. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.011>
- Jennings, G. (2023, October 9). *Hamas uses paragliders to breach Israeli border*. Janes. <https://tinyurl.com/ye28d2x9>
- Johnson, D. (2009). Darwinian selection in asymmetric warfare: The natural advantage of insurgents and terrorists. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 95(3), 89-112. <http://www.jstor.org/stable/24536315>
- Kettle, L., & Mumford, A. (2017). Terrorist learning: A new analytical framework. *Studies in Conflict & Terrorism*, 40(7), 523-538. <https://doi.org/10.1080/1057610X.2016.1237224>
- Krytskiy, D., Karatanov, O., Pohudina, O., Shevel, V., Bykov, A., Pyvovar, M., & Plastun, T. (2023). Information technology for determining the flight performance of a paraglider wing. In M. Nechyporuk, V. Pavlikov, & D. Krytskiy (eds.), *Information technologies in the design of aerospace engineering*. Studies in Systems, Decision and Control, Vol. 507 (pp. 1-42). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43579-9_1
- Laver, L., & Mei-Dan, O. (2013). Paragliding. In O. Mei-Dan & M. Carmont (eds.), *Adventure and extreme sports injuries* (pp. 247-272). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4363-5_12
- Leong, A. (2023, October 9). *Hamas' motorised hang gliders unearth previous claims that Malaysia trained their members in paragliding*. The Rakyat Post. <https://tinyurl.com/yu6ujb5e>
- Lewis, J.A. (2022, April 19). *Technology and the shifting balance of power*. Center for Strategic and International Studies. <https://tinyurl.com/yt784mc8>
- Mann, Y. (2023, October 31). *The newest cast member of antisemitic symbols: Hamas paraglider*. Ynet. <https://tinyurl.com/29w88wb9>
- Marines (2024, August 12). *Powered paraglider interim policy message*. MARADMIN 364/24. <https://tinyurl.com/ybtv85hp>
- Neumann, P. (2009). *Old and new terrorism*. Polity Press.
- Oglethorpe, J. (2010). Gliding off to war: The use of gliders as weapons in World War II. *Journal of the Royal United Services Institute*. <https://tinyurl.com/2nmpmm6h>
- Phocas, B., & Mitchell, P. (2024, March 14). *The return of tactical anti-aircraft artillery: Optimizing the army inventory for the era of small drone proliferation*. Modern War Institute. <https://tinyurl.com/t4ewdjke>

- Shapira, B., & Beeri, T. (2024, May 16). *Hezbollah: Methods and flight modes challenge Israel's UAV interception capabilities*. Alma. <https://tinyurl.com/5e34n6c9>
- Shurkin, M. (2014, October 17). *France's war in Mali: Lessons for an expeditionary army*. Rand Corporation. <https://tinyurl.com/5rcynddw>
- Smyth, P. (2023). The path to October 7: How Iran built up and managed a Palestinian 'Axis of Resistance'. *CTC-Sentinel*, 16(11), 25-40. <https://tinyurl.com/4f7y8xje>
- The Korean Times. (2024, April 30). *NIS sees possibility of N. Korean terrorist attacks involving drones, paragliders*. <https://tinyurl.com/rucukxtz>
- Theotokis, N. (2020). *Airborne landing to air assault: A history of military parachuting*. Pen and Sword Military.
- Torrissi, S.A. (2000). *Gliders – Rethinking the utility of these silent wings for the next millennium*. Air University. <https://tinyurl.com/36ncmp9p>
- Treaty of Versailles (1919). Treaty of peace with Germany (Treaty Series No. 4), Articles 198-202. <https://tinyurl.com/52nar6h5>
- Trevithick, J. (2024, August 20). *U.S. Army has a plan for paragliding paratroopers*. The Warzone. <https://tinyurl.com/4teve3km>
- Trevor Steele (2021, March 1). *What is a paramotor and how do they work?* [video] YouTube. <https://tinyurl.com/mrra8ewb>
- UK Ministry of Defence (2020). *Joint Doctrine Note 1/16. Air maneuver*. <https://tinyurl.com/nkmu9b8k>
- US Department of the Army Headquarters (2020). *North Korean tactics. ATP 7-100.2, P.B-13*. <https://tinyurl.com/mrx8mujm>
- USHPA – US Hang Gliding and Paragliding Association (n.d.). *What are hang gliding, paragliding, and speedflying?* <https://tinyurl.com/2srdfa4u>
- U.S. Marine Corps. (1996). *Static line parachuting: Techniques and training* (MCWP 3-15.7, FM 57-220). <https://tinyurl.com/4zd2cbwk>
- von Rosenbach, A. (2021). Fighting fear and the future of technology-enabled terrorism. *Atlantisch Perspectief*, 45(3), 31-35. <https://www.jstor.org/stable/48638243>
- Weeks, J. (1978). *Assault from the sky: The history of airborne warfare 1939–1980s*. Putnam publishing.
- Weinthal, B. (2024, August 12). *Exclusive: Hamas document reveals devious paraglider terrorism attack plan*. Fox News Digital. <https://tinyurl.com/35ws7dhx>
- Yonhap News Agency. (2017, October 10). *N.K. special forces conduct drills to paraglide into Combined Forces Command*. <https://tinyurl.com/3mehwuha>
- Zakaria, F. (2003). *The future of freedom: Illiberal democracy at home and abroad*. W.W. Norton & Company.

אמל"ח דיגיטלי: הפוטנציאל של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות לשיבוש שדה הקרב המודרני

אביתר מתניה ואלון ברקמן¹

תקציר

בשלושים השנים האחרונות אנו עדים להתפתחותן המואצת של פלטפורמות דיגיטליות גלובליות בהשקעות עתק של חברות מסחריות, החודרות לכל פן בחיינו. באופן דומה למתרחש בעולם האזרחי ניתן להשתמש בפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות גם בממד הצבאי, ובמקרה כזה נכנה את התוצר המותאם לשדה הקרב אמל"ח דיגיטלי. אמל"ח זה הוא ברובו הפלטפורמה האזרחית עם התאמות תוכנה וייעוד לממד הצבאי בתחומים כמו ניווט, מודיעין, תקשורת, חישה והתרעה, מלחמות תודעה ומתקפות וירטואליות. השילוב של טכנולוגיה שבחזית הידע, שעליה מבוססות האפליקציות הדיגיטליות הצבאיות, עם הפשטות והעלות המזערית של הסבתן מהשדה האזרחי לצבאי עומד ביסוד הפוטנציאל שלהן להשפעה מערכתית על שדה הקרב.

התאוריה של חדשנות משבשת של קלייטון כריסטנסן (Christensen, 1997) והתאמתה לשדה הצבאי על ידי גאוסט מוקונדה (Mukunda, 2010) ומקרי הבוחן של מלחמת רוסיה-אוקראינה ומלחמת חרבות ברזל בין ישראל לבין חמאס בעזה – הם המסייעים לנו לבחון את אופן כניסתו של האמל"ח הדיגיטלי לשדה הקרב המודרני ואת פוטנציאל ההשפעה שלו על שדה הקרב ועל המאזן הגלובלי של העוצמה הצבאית. אנחנו מצביעים על כך שלאמל"ח הדיגיטלי יש סיכוי להוות חדשנות משבשת בשדה הקרב הצבאי; שבסבירות גבוהה הראשונים שיפתחו אותו וישתמשו בו בשדה הקרב באופן טרנספורמטיבי יהיו ארגונים דלי אמצעים, ולא

¹ אביתר מתניה הוא פרופסור בבית הספר למדע המדינה, ממשל ויחסים בינלאומיים באוניברסיטת תל אביב, מומחה בתחומי ביטחון לאומי ומדיניות טכנולוגית. מכהן כראש מרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל והעורך הראשי וראש המערכת של כתב העת של המרכז. הוא מכהן גם כראש התוכנית לתואר שני בלימודי ביטחון וכראש התוכנית לתואר שני בפוליטיקה, סייבר וממשל. הקים את מערך הסייבר הלאומי ועמד בראשו במשך שש שנים.

אלון ברקמן הוא בוגר התוכנית לתואר שני בפוליטיקה, סייבר וממשל, חוקר במרכז אלרום לחקר מדיניות ואסטרטגיית אוויר וחלל וחוקר במכון למחקרי ביטחון לאומי.

ממסדים ביטחוניים-צבאיים גדולים ועליונים טכנולוגית; וכן שבשל שילוב של שתי המגמות הללו יש לאמל"ח הדיגיטלי פוטנציאל להוביל לשינוי מסוים במאזן העוצמה העולמי בין מעצמות צבאיות טכנולוגיות לארגוני טרור ומדינות קטנות, לפחות במספר ממדים של שדה הקרב המודרני.

מילות מפתח: אמל"ח דיגיטלי, חדשנות משבשת, מלחמת חרבות ברזל, עליונות צבאית, פלטפורמות דיגיטליות גלובליות

מבוא

בשלושים השנים האחרונות אנו עדים להתפתחותן המואצת של פלטפורמות דיגיטליות גלובליות בהשקעות עתק של חברות מסחריות, החודרות לכל פן בחיינו: רשתות חברתיות שמאפשרות תקשורת מקצה העולם ועד קצהו, תפוצה של מידע ושל ידע, חיבוריות של אנשים וקהילות באופנים שלא היו מוכרים קודם לכן ועוד; שירותי חיפוש מידע כלליים וספציפיים חובקי עולם; קניות ותשלומים גלובליים ומקומיים; שירותי נסיעה, הסעדה ומלונאות; שירותי מפות, ניווט ותחבורה; שירותי אחסון מידע (בענן) ועוד כהנה וכהנה, והיד עוד נטויה: רק לפני כשנתיים יצאה לאוויר העולם הבינה המלאכותית היוצרת (Generative AI) לשימוש כלל האוכלוסייה – צ'אט GPT של חברת Open AI. אף שקשה לדמיין את היקף המהפכות שהיא ודומותיה עוד יחוללו, הרי כבר עתה ברור שכולנו שמדובר בטכנולוגיה בעלת השפעות חובקות עולם בכל מגזר ותחום.

באופן דומה למה שקורה בעולם האזרחי, ניתן להשתמש בפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות גם בממד הצבאי, ובמקרה כזה נכנה את התוצר המותאם לשדה הקרב אמל"ח דיגיטלי. אמל"ח זה הוא ברובו הפלטפורמה האזרחית עם התאמות תוכנה וייעוד לממד הצבאי בתחומים כמו ניווט, מודיעין, תקשורת, חישה והתרעה, מלחמות תודעה ומתקפות וירטואליות: ניווט של יחידות צבאיות בעת תנועה ליעד, או של טילים או כטב"מים לפגיעות מדויקות במטרות; תקשורת בין יחידות, תקשורת עם ובין אמל"ח וכן שליטה ובקרה על כלים בלתי מאוישים באמצעות רשתות תקשורת הפרוסות במרחב; שימוש במפות ברזולוציות גבוהות חנם לכל דורש, לצורכי מודיעין או ניווט ושיוט; שימוש ברכיבים של מערכות סולריות או דומות להן ובאפליקציות קיימות לצורכי חישה; שימוש ברשתות חברתיות להפצת מסרים לאוכלוסייה או לתעמולה חיצונית, בנייה או חיזוק של נרטיב או השפעה על דעת קהל; שימוש בטכנולוגיות זמינות בממד הסייבר ובפרט ברשת האפלה לצורך תקיפת סייבר לסוגיה, ועוד.

לאמל"ח הדיגיטלי מספר מאפיינים ההופכים אותו לפוטנציאל מעניין להשפעה על שדה הקרב המודרני. הראשון הוא היותו בחזית הטכנולוגית העולמית (State of the art), משום שהוא מבוסס על פיתוח ושיפור קבועים של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות שבחזית הטכנולוגיה. השני הוא האמינות והזמינות של אמל"ח זה עקב הישענותו על הפלטפורמות הגלובליות שמשרתות אוכלוסיות ענק בכל רחבי העולם, ולכן צריכות להיות זמינות, אמינות וחסינות ביותר לתקלות ולהפרעות סביבתיות. המאפיין השלישי

הוא העלות המזערית של פיתוח האמל"ח הדיגיטלי והתאמתו לשדה הקרב הן בזמן והן במשאבים, מה שמאפשר להצטייד ולהשתמש בו באופן המוני יחסית לפיתוחים טכנולוגיים צבאיים, וליהנות הן מאיכות והן מכמות.

ההתפתחות וההתבססות הגוברות והולכות של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות, מאפייניהן ומאפייני האמל"ח הדיגיטלי הנבנה עליהן ומתפתח לצידן – כל אלה מובילים אותנו לשאול עד כמה האמל"ח הדיגיטלי עשוי להשפיע על שדה הקרב המודרני, ובאיזה אופן.

אנחנו מבקשים להציע שלאמל"ח זה יש פוטנציאל להוות חדשנות משבשת בשדה הקרב. במילים אחרות: בראשית דרכו, טרם היותו בגדר מתחרה במיטב הטכנולוגיה הצבאית, הוא יחדור ולזירות ולשדות קרב משניים, ומי שישתמשו בו יהיו ארגונים דלי אמצעים שאין ביכולתם לרכוש או לפתח את מיטב הטכנולוגיה הצבאית הקיימת, כמו ארגוני טרור, ארגונים היברידיים או צבאות שאינם מפותחים טכנולוגית. לאחר מכן, עם התבגרותו התפיסתית והטכנולוגית, עשוי האמל"ח הדיגיטלי לחדור ולשנות חלק מהממדים בשדות הקרב הראשיים.

לשם ניתוח הדברים אנו מציגים תחילה את התאוריה של חדשנות משבשת ואת התאמתה לממד הצבאי, ונעזרים בה כדי להציג את הופעת האמל"ח הדיגיטלי בשדה הקרב ואת התאמתו לתורה זו. אנו ממשיכים בניתוח מקרי בוחן של הופעתו במלחמת רוסיה-אוקראינה ובמלחמת חרבות ברזל בין ישראל לחמאס בעזה, ולבסוף דנים בהשלכות של אמל"ח זה על המאזן האסטרטגי בשדה הקרב המודרני.

חדשנות משבשת (Disruptive innovation)

המונח **חדשנות משבשת** (Disruptive innovation) הוצע על ידי קלייטון כריסטנסן (Christensen, 1997) למהלך פיתוחי מקביל ושונה מהמהלך הפיתוחי הרגיל של חברות במגזר העסקי, שנקרא **חדשנות תומכת** או **חדשנות משמרת** (Sustaining innovation). חדשנות תומכת היא זו שמבוצעת בחברות קיימות השולטות בשווקים, ובמסגרתה מפותחים דורות חדשים של המוצר או תחליפים שלו – כולם מכוונים לשוק ולקהל הלקוחות הראשיים של חברה. לצידה קיימת גם חדשנות מסוג אחר, כזו המכוונת לשווקים משניים, עבור לקוחות המסתפקים בביצועים פחותים אך במחיר נמוך יותר. עם זאת, אותה חדשנות המכוונת בתחילת הדרך לזירות משנה הולכת ותופסת לעיתים גם חלק גדול מהשוק העיקרי. במקרה כזה נקרא לה חדשנות משבשת משום שהיא הגיעה משוק משני, אך בהמשך "שיבשה", שינתה מהותית את השוק העיקרי. דוגמה לחדשנות משבשת היא למשל ויקיפדיה, שהתחילה כמקור מידע כללי נחות בהשוואה לאנציקלופדיות המובילות בעולם כמו בריטניקה. בתחילת דרכה היא התאימה ללקוחות שרצו מקור מידע נגיש, פשוט וזול והיו מוכנים לשלם על כך במחיר הדיוק, אך ברבות הימים היא הפכה לאנציקלופדיה הנפוצה ביותר בשוק האנציקלופדיות. גם צילום דיגיטלי הוא דוגמה לחדשנות שבתחילת דרכה פשתה בשווקים שבהם לקוחות העדיפו צילום

מייד, נגיש וזול (ללא פילם ופיתוח שלו), גם אם באיכות נמוכה משמעותית מצילום אנלוגי בפילם. מאוחר יותר, עם השיפור באיכות, הפך הצילום הדיגיטלי לשליט השוק. כריסטנסן האיר במיוחד את העובדה שחברות השולטות בשוק מתאימות את עצמן במהלך הזמן למתן מענה אופטימלי לצורכי הלקוחות בשוק העיקרי שלהן, ופחות ופחות לצרכים של שוקי המשנה. כתוצאה מכך, כאשר חדשנות משבשת הצומחת בשוק משני הופכת לרלוונטית לשוק העיקרי, חברות גדולות שאינן משכילות לאמץ בזמן את הגישה ו/או הטכנולוגיה החדשניות עלולות להיווכח כי הן מאבדות שווקים גדולים. ואף יותר מכך: גם במקרים שבהם החברות הגדולות הן הראשונות שמפתחות טכנולוגיה כלשהי, פעמים רבות הן נותרות מאחור בכל הנוגע לניצול היעיל והמדויק של היישומים הנובעים מטכנולוגיות אלו וביצירת שווקים או גישה חדשה לשוק. הדוגמה הקלאסית היא חברת קודאק (Kodak) ששלטה בשוק הצילום העולמי, ואף שנכנסה בזמן לטכנולוגיה של צילום דיגיטלי, מנהליה המשיכו לזהות אותה כחברת כימיקלים שמרוויחה ממכירת חומרי פיתוח לפילם ולא השכילו להבין את התזוזה המקיפה בשוק, והחברה עברה תהליך של פשיטת רגל (Lucas & Goh, 2009). גם חברות בתחומים אחרים, כמו נוקיה (Nokia) ויצרנית הבלקברי (BlackBerry), איבדו את הדומיננטיות בשוק הראשי שלהן, במקרה זה שוק הסלולר, לאחר שלא הגיבו בזמן ובאופן חדשני לאיפון של חברת אפל, שקודם לכן לא הייתה כלל בשוק הסלולר.

מה משמעותה של חדשנות משבשת בממד הצבאי?

גאוטם מוקונדה (Mukunda, 2010) הרחיב והתאים את התאוריה של כריסטנסן לשדה הצבאי. הגורם המקביל של חברות הוא הממסד הביטחוני והצבאי, והמקביל של השוק הוא שדה הקרב שבו על הצבא לנצח את הצד השני ("לכבוש את השוק"). אך יש הבדל מרכזי בין השוק המסחרי ל"שוק" הצבאי: בעוד בשוק המסחרי הלקוחות הם הגורם שאליו מכוונות החברות המסחריות במטרה לכבוש נתחים גדולים ממנו, הרי בשדה הצבאי אין לקוחות והמטרה היא השמדת האויב. בהתאם, כאשר אחד הצדדים מאמץ גישה ו/או טכנולוגיה חדשנית, מתקיים בדרך כלל תרחיש אחד מהשניים, או שניהם: הצד השני מצטייד במהרה גם הוא בטכנולוגיה החדשה (חיקוי), או שהוא מוצא דרכים להתמודד איתה (שינוי בשיטת הלחימה או טכנולוגיה "נגדית").

מוקונדה טען גם שבדומה למה שקורה על פי כריסטנסן בשוק המסחרי, כך גם בזירה הצבאית ממסדים צבאיים משקיעים את עיקר מרצם במה שהם תופסים כזירת ההתמודדות הצבאית העיקרית שלהם, שם הם הופכים ליותר ויותר מקצועיים, ובמקביל נוטים להזניח את החדשנות בזירות המשנה. זירות המשנה הן זירות גיאוגרפיות שאינן נתפסות כעיקריות, או אויב שאינו העיקרי בראיית הממסד הצבאי, או בתחום או בממד שאינם העיקריים (שוב – בראיית הממסד). מוקונדה הציג כדוגמה את מלחמת הצוללות של גרמניה הקיסרית מול שיירות האספקה של בריטניה ולא מול הצי הבריטי ישירות, מה שהיווה זירה לא עיקרית מבחינת התפיסה הבריטית (האויב היה אויב עיקרי, אך בראיית הצי הזירה הייתה משנית משום ששרשראות האספקה היו מיועדות לאזרחים, ולא הייתה כוונה להתמודד ישירות עימם); או את המלחמה של האמריקאים בווייטקונג שבה,

לטענתו של מוקונדה, השתמשו האמריקאים בפרקטיקות שתוכננו והתאימו למלחמה מול הסובייטים ולא מול אויב מתפזר ונעלם (משנית מבחינת סוג האויב). בימינו אנו ניתן להחיל זאת גם על צה"ל שתפס (ועדיין תופס) את חמאס בעזה ואת הטרור בכלל כזירה משנית לזירת לבנון או איראן (הן מבחינת סוג האויב והן גיאוגרפית).

כלומר בדומה לתחום האזרחי, גם בתחום הצבאי חדשנות משבשת מוגדרת כזו הצומחת בזירות משניות, משום שהיא אינה מתאימה בתחילת הדרך לזירות העיקריות. אך בשונה מן השוק המסחרי, לא הלקוחות של השוק המשני הם אלו שמעוניינים בחדשנות זו מתוך העדפה של מחיר על ביצועים, אלא הארגונים הנחותים צבאית ו/או טכנולוגית, שאינם מהווים איום מרכזי על הצבאות הגדולים בזירה העיקרית, ובזירה המשנית שבה הם פועלים הם בוחרים בחדשנות מסוג זה. אלו יכולים להיות צבאות של מעצמה עם נחיתות בממד מסוים, כמו הצי הגרמני במלחמת העולם הראשונה, או הווייטקונג שהיה, כמו חמאס כיום, ארגון דל אמצעים ונחות טכנולוגית מן הצבאות שמולו.

אם החדשנות שבה הם בוחרים משנה מהותית את שדה הקרב העיקרי במהלך הזמן, גם אם לזמן קצוב עד שהצבאות הגדולים מסתגלים לשינוי, אזי נקרא לה חדשנות משבשת. בכל מקרה, טען מוקונדה, חדשנות לעולם אינה תומכת או משבשת באופן אבסולוטי, אלא היא תלויה בהקשר של אופן הופעתה ומי מפתח אותה, וכן בזירות העיקריות או המשניות כפי שהן נתפסות באותו זמן על ידי השחקנים.

אמלי"ח דיגיטלי כחדשנות משבשת – בחינה תאורטית

כאמור, אנו מגדירים אמל"ח דיגיטלי כשימוש בפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות לצרכים צבאיים. אמל"ח זה הוא ברובו הפלטפורמה האזרחית, עם התאמות תוכנה וייעוד לממד הצבאי. כבר כיום הוא נותן מענה ומחליף טכנולוגיות צבאיות קלאסיות בתחומים כמו ניווט (של יחידות ושל אמל"ח), חישה, התרעה ומודיעין, תקשורת ומלחמות תודעה, והוא גם יוצר את ממד הלחימה החדש של מתקפות סייבר.

ראשית ננסה להבין מדוע בכלל אמל"ח זה מתאים להוות חדשנות כלשהי בשדה הקרב המודרני. החוזה המרכזית שלו היא השילוב המיוחד בין שלושה מאפיינים בסיסיים, שלושתם קשורים להתבססות שלו על הפלטפורמות הדיגיטליות האזרחיות לשימוש המוני, שהן עצמן חוללו וממשיכות לחולל שינויים מהפכניים בממדים אזרחיים רבים. המאפיין הראשון – העובדה שאמל"ח זה מבוסס על טכנולוגיה בחזית הידע, שרק הולכת ומתחדשת כל העת. הווה אומר: הוא מתחדש טכנולוגית ללא צורך בהשקעה של המשתמש; השני – השירות האמין והזמין של הפלטפורמות האזרחיות שפותחו לשימוש המוני גלובלי, ולכן הן בנויות עם יתירויות רבות והן עמידות וחסינות מאוד לתנאי סביבה ולהפרעות מסוגים שונים, או במילים אחרות: ניתן לסמוך במידה רבה על תפקודן התקין והעקבי כמעט בכל רגע נתון, כך שהן מתאימות למתארי חירום ומלחמה בלתי צפויים; המאפיין השלישי – העלות המזערית הנדרשת לפיתוח אמל"ח זה לשדה הקרב, הן בזמן והן במשאבים, משום שהוא נשען על השקעות עתק שכבר בוצעו במגזר האזרחי להקמת הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות. שילוב זה מאפשר

להצטייד ולהשתמש באמל"ח דיגיטלי באופן המוני יחסית לפיתוחים טכנולוגיים צבאיים "קלאסיים", וליהנות הן מאיכות, הן מזמינות ואמינות והן מכמות. שילוב מאפיינים זה אינו טריוויאלי, ובשל כך האמל"ח החדש הזה אידיאלי להצטיידות מקיפה בשדה הקרב המודרני.

עם זאת, ההתבססות על הפלטפורמות האזרחיות הדיגיטליות אינה יוצרת רק יתרונות אלא גם מגבלות. פלטפורמות אלו פותחו מלכתחילה למגזר האזרחי ולמאפיינים שלו. בשל כך, לפחות בשלב זה הן אומנם חסינות ביותר להפרעות ולתקלות, כפי שצינו ביתרונות הגדולים של האמל"ח הדיגיטלי, אך מנגד הן לא תוכננו במיוחד לעמידה בפני הפרעות מכוונות של אויב שלומד אותן ומנסה במיוחד לפגוע בשימוש במערכות אלו בשדה הקרב. על כן האמל"ח הדיגיטלי המבוסס עליהן רגיש לחסימות, שיבוש, חדירה, האזנה או השפעה מכוונים, כלומר פחות חסין בשדה הקרב מאמל"ח שפותח ישירות לשוק הצבאי. נוסף על כך, התלות בפלטפורמות הגלובליות חושפת אותו לא רק לאויב מתקדם טכנולוגית אלא גם לתלות במי שמחזיק ושולט בו, קרי ענקי הטק (כמו למשל מה שעשתה גוגל באוקראינה בנגישות למפות, ראו בהמשך). לבסוף, הדיוק בפלטפורמות האזרחיות שנבנו לפי צורכי השוק האזרחי לא תמיד עונה על הדרישות מאמל"ח בשדה הקרב, למשל באיכות וברזולוציה של מפות או תצלומים לצורכי התמצאות או ניווט, או שירותי מיקום וכדומה.

כיום האמל"ח הדיגיטלי עודנו נחות מזה שצבאות מתקדמים משתמשים בו בשדה הקרב העיקרי שלהם. בשל כך הוא מתאים בשלב זה למי שידו אינה משגת להתחרות בזירות העיקריות של שדה הקרב הצבאי, והוא נדרש להילחם בזירות משניות על מנת להצליח נגד הכוחות הגדולים והטכנולוגיים – ארגוני טרור, ארגונים היברידיים, צבאות קטנים ולא טכנולוגיים וכדומה.

מה שמחזק את ההשערה שראשי ממסד ביטחוני צבאי ממוסד ועשיר לא ימהרו לפתח ולהשתמש באפליקציות דיגיטליות צבאיות הוא האקוסיסטם של הממסדים הביטחוניים הגדולים והמפותחים, שמשמרים את עצמם עם חדשנות תומכת. המערכת היא מוטית חיפוש פתרונות לאיומים, שאיתם היא מנסה להתמודד בעזרת תקציבים נוספים וכוח אדם נוסף להגברת בניין הכוח המוכר (עוד מטוסים, עוד מערכות הגנה, עוד טילים ועוד חיילים). נטייה טבעית זו גם מתאימה להמשך קיומו של האקוסיסטם המשמר הביטחוני-צבאי: הפוליטיקאים מזרימים עוד תקציבים, ראשי הממסד מוציאים אותם על עוד מערכות קיימות או פיתוח (חדשנות תומכת), הכנסותיהן של התעשיות הביטחוניות המסורתיות גדלות וכולם יחד מאמינים שהם מצליחים להתמודד עם האיומים החדשים ולתת יותר ביטחון. לעיתים קרובות זה גם נכון. אם כך, למי יש אינטרס ומי יכול "לצאת מהקופסה" בחשיבה אחרת לחלוטין על האיומים והבעיות?

האמל"ח הדיגיטלי אינו חלק מהאקוסיסטם של חדשנות תומכת שהמערכת עוסקת בה. אף שהתעשיות הביטחוניות הן טכנולוגיות במהותן, הן פחות חזקות בתחומים שבהם העולם האזרחי מחליף ציוד וטכנולוגיה במהירות. הן מורגלות יותר בפרויקטים גדולים ויקרים, בתהליכי פיתוח ארוכים, בהצטיידות על פני שנים, בסטנדרטיזציה,

והרכה פחות בהצטיידות בכמויות של ציוד שאינו תמיד סטנדרטי ולא תמיד עונה על כל הדרישות בשטח, ושהתחלופה שלו מהירה (הנקין, 2024).

הווה אומר: נוסף על כך שכיום האמל"ח הדיגיטלי נחות מהטכנולוגיה הקיימת שבשימוש צבאות מתקדמים טכנולוגית, גם האקוסיסטם המשמר של הממסדים הצבאיים המפותחים מטבעו אינו מתאים לפיתוח ושימוש בהם. מי שמתאים לכך הם סטארט-אפים ומפתחים צעירים, ארגונים סמי-צבאיים וכאלו שאינם כלואים באקוסיסטם משמר. אך האם בעתיד עשוי האמל"ח הדיגיטלי להתאים לשימוש בזירות לחימה עיקריות? לשם כך יש ראשית לבחון באילו תחומים האמל"ח הדיגיטלי רלוונטי. הוא אינו מחליף, אומנם, פלטפורמות לחימה עיקריות (אוויריות, קרקעיות או ימיות), אך הוא רלוונטי עבור תחומים מרכזיים בשדה הקרב המודרני כמו חישה, ניווט, תקשורת, שליטה והשפעה. תחומים אלו משנים את שדה הקרב עקב יכולות להביא מודיעין והתרעה מהירים, להעביר תקשורת בזמן אמיתי, לנהל אש מדויקת, להשפיע על הסביבה הדיגיטלית וכדומה. לכן ניתן לומר בזירות שהתחומים שבהם האמל"ח הדיגיטלי רלוונטי לשדה הקרב הם אלו שבליבת ההתפתחות העתידית שלו, ובהתאם האמל"ח הדיגיטלי הוא בעל פוטנציאל להשפעה משמעותית בשדה הקרב המודרני המתפתח.

זאת ועוד, בעתיד הלא-רחוק פלטפורמות המוניות של AI למיניהן יאפשרו יצירת אמל"ח דיגיטלי שיביא אפשרויות חדשות לשדה הקרב (בר-גיל, 2024). לדוגמה, ניתוח מודיעיני או אופרטיבי של כמויות גדולות מאוד של מידע בשדה הקרב והסקת מסקנות אופרטיביות, כמו למשל לשיפור היכולת "לצוד" מטרה רלוונטית מבין הרבה מאוד מטרות. נוסף ונציין שגם הפלטפורמות האזרחיות הדיגיטליות לא החליפו פלטפורמות פיזיות, והשפעתן הטרנספורמטיבית על העולם האזרחי בכל ממדיו עודנה מהותית, בפרט בשל האופן שבו הן נבנו לשימוש המוני גלובלי וזול שקשה היה לדמיין לפני עשרים או שלושים שנה.

נוסף על כך, בזירות המתבקשת אנו מצביעים על עוגן מרכזי של תפיסת ההפעלה של אמל"ח דיגיטלי שיאפשר לו לחדור לשימוש מסיבי בשדות הקרב העיקריים, והוא האפשרות להצטייד בו בכמויות גדולות ביותר כך שתפוצתו תהיה כה גדולה, ועצם הכמות תיצור ממדים חדשים בשדה הקרב. לבסוף נעיר שגם רוחב היריעה של אמל"ח זה, מבחינה טכנולוגית ומבחינת שימושים, מגביר את הסיכוי שהוא, ובייחוד השילוב שלו בינו לבין עצמו (סוגי אמל"ח דיגיטלי שונים) ובתוך מערכות נשק, יגרמו לשינוי מהותי בשדה הקרב.

אם כן, מבחינה תאורטית הצבענו על המאפיינים המאפשרים לאפליקציות דיגיטליות צבאיות להיות פוטנציאל לשיבוש שדה הקרב, תוך שעקבנו אחר המתודה של כריסטנסן ומוקונדה. נשאלת השאלה מהו סטטוס ההשתלבות שלהן כיום בשדה הקרב, ואם הוא מאמת את הגישה התאורטית שהצגנו. לשם כך נבחן את הופעתן בשתי מלחמות שמתנהלות בשנתיים האחרונות.

הופעתן של אפליקציות דיגיטליות צבאיות במלחמת רוסיה-אוקראינה ובמלחמת חרבות ברזל בעזה

מייד לאחר פלישת הצבא הרוסי לאוקראינה בפברואר 2022 מיהרה האחרונה לבקש סיוע צבאי נרחב מהמערב, על מנת לצמצם את הפער מול הצבא הרוסי (ראו למשל לגבי הסיוע האמריקאי נכון לאוגוסט 2024 – U.S. security cooperation, 2024). בזכות סיוע זה הצליחה אוקראינה לבלום את הצבא הרוסי, ובמספר מקומות אף להסיג אותו לאחור. במקביל להצטיידות בפאר הטכנולוגיה הצבאית המערבית, ככל שקיבלו ויכלו לקלוט, האוקראינים גם ביקשו סיוע מחברות הענק של תשתיות האינטרנט ורשתות התקשורת הגלובליות גוגל, מיקרוסופט, מטא ו-SpaceX (סטארלינק). בתחילת הדרך האוקראינים נשענו עליהן ועל היישומים שלהן באופן מלא, ובהמשך התחילו לפתח בעצמם יישומים המבוססים על הפלטפורמות הדיגיטליות האזרחיות לצרכים צבאיים מגוונים.

בשיתוף פעולה של הממשל האוקראיני עם גוגל חסמה החברה את היכולת להשתמש במפות חיות בשירות גוגל מפות באזור אוקראינה, כדי למנוע את האפשרות לראות עד כמה עמוסים מקומות וכבישים, הפחיתה את עלויות השימוש בשירותי ענן, עזרה בהפצת מידע לפליטים, סייעה לאוקראינה להילחם בתעמולה הרוסית והורידה אלפי ערוצים ועשרות אלפי סרטוני תעמולה שנגדו את המדיניות של יוטיוב. היא אף התאימה אפליקציה שלה לחיזוי רעידות אדמה לטובת התרעה על מתקפות אוויריות על ערי אוקראינה (Matania & Sommer, 2023).

בתחום אחר, קצת פחות "רך", מספר ימים לאחר פרוץ המלחמה ביקשו האוקראינים מאילון מאסק סיוע של מערכת הלוויינים סטארלינק לצורך תקשורת אינטרנט חסינה, לאחר שהצבא הרוסי התחיל לחסום מערכות תקשורת במדינה. יתרונה של מערכת לוויינים זו הוא בכך שהיא מממקמת וחולפת מעל כדור הארץ במסלול נמוך, מה שמאפשר תקשורת ממוקדת שקשה יחסית לחסום, והיא גם מוצפנת כולה. האוקראינים עשו שימוש במערכת זו לא רק לצורכי תקשורת אינטרנט אזרחית או של הממשלה אלא גם לטובת תקשורת מוצפנת בין יחידות הצבא שלהם, וכן לצורך תקשורת עם כלי טיס מאוישים מרחוק (כטמ"ם) שלהם והכוונתם למטרותיהם. השימוש במערכת סטארלינק לאורך המלחמה נחשב על ידי גורמי ממשל וצבא אוקראינים כעמוד תווך של הצלחתם בבלימת צבא רוסיה, בין השאר במערכה הקשה על הבירה קייב, ולאחר מכן ביכולתם להתארגן, לתקוף ולהגיע להישגים בחזית. אגב, הפנייה עצמה לאילון מאסק בוצעה על ידי שר הדיגיטל האוקראיני באופן פומבי בטוויטר (כיום X), וכך גם התקבלה תשובתו הראשונית של מאסק. כיום, על אף הסנקציות האמריקאיות, גם הרוסים משתמשים במערכת זו באותם אזורי כיסוי (Jayanti, 2023, Walsh et al., 2024).

עם הזמן, כאמור, התחילו האוקראינים לפתח בעצמם אמל"ח דיגיטלי. למשל, צבא אוקראינה פרס אלפי טלפונים סלולריים עם מיקרופון פתוח בקרבת הגבול עם רוסיה. הרעש שנקלט במיקרופונים כאשר כטמ"מים בגובה נמוך חוצים את הגבול משודר אחרונית על גבי רשתות הסלולר במדינה למערכת המחשבת את מסלולם על פי טריאנגולציה מתקדמת של הרעשים הנשמעים במכשירים הסלולריים השונים ומכוונת את מערכות

ההגנה האווירית למקום ולזמן שבו צפוי להופיע כטמ"ם, שאין אפשרות אחרת לאכן אותו (Barnes, 2024).

דוגמה נוספת היא שימוש במדיה החברתית לצרכים של תקשורת בין כוחות, העברת מסרים לכוחות אוהדים או לבעלי ברית, וכמובן השפעה על היריב או על דעת הקהל. אופייה של המדיה החברתית מאפשר מגוון רב של אפשרויות שימוש, נסתרות יותר או פחות, מטקטיות ועד אסטרטגיות. דאע"ש מול האמריקאים היה מחלוצי השימוש במדיה זו לגיוס של מתנדבים או לוחמים ולהפצת המסרים שלו לצורכי לוחמה פסיכולוגית כנגד יריביו. הממשל האוקראיני בסיוע חברת מטא מיהר להשתמש ברשתות חברתיות ככלי להגברת החוסן וההתנגדות האזרחית של אזרחי אוקראינה, ובפרט בטריטוריות שנכבשו על ידי הרוסים. בין השאר פורסמו סרטונים המציגים מעשי התנגדות של יחידים ושל קבוצות שהצליחו לעצור, להכשיל או להביך את הרוסים. הסרטונים היוו כלי מרכזי בחוסן האזרחי של האוכלוסייה וביצירת התנגדות אזרחית. חברת מטא נחלצה לעזרת הממשל האוקראיני ואזרחי אוקראינה באמצעות הצפנה וחסון הפלטפורמות שלה, חסימה של ערוצי שידור רוסיים, הבלטת הזדהות עולמית עם אזרחי אוקראינה, הצעה של שירותי עזרה לקהילות באמצעות ווטסאפ ופייסבוק וכן מרכז לסיוע בהפניה לטיפול נפשי. השימוש ברשתות חברתיות הלך וגבר ועם הזמן גם פותחו על גבן אפליקציות ייעודיות ששיתפו את האזרחים במאמץ המלחמתי, כמו למשל אפליקציה סלולרית לדיווח בזמן אמת על מעבר של טילי שיוט או כטמ"מים כדי לסייע לצבא האוקראיני במאמצי היירוט שלהם (Rakov & Feinberg, 2023; Sommer et al., 2023).

חמאס ניצל את פלטפורמות המדיה החברתית ככלי מלחמה יעיל במיוחד באמצעות השימוש במצלמות הגו־פרו, אשר תיעדו בזמן אמת את הזוועות שביצע הארגון במהלך מתקפת ה-7 באוקטובר למטרות לוחמה פסיכולוגית מול הציבור הישראלי ולצורכי השראה בקרב תומכי הארגון. זאת ועוד, התיעוד במצלמות הגו־פרו שימש גם מטרה מבצעית-אופרטיבית של דיווח אחורנית לפיקוד ולמחבלים האחרים על התקדמות המתקפה. באופן נרחב יותר, חמאס משתמש ברשתות החברתיות ככלי אסטרטגי-מדיני כנגד ההצלחות הישראליות בממד האופרטיבי: תמונות וסרטונים קשים של המצב ההומניטרי וההרס בעזה, המופצים על ידי חמאס ובעלי בריתם הגלובליים ברשתות החברתיות, תורמים לתפיסה שישראל מנהלת מלחמה לא מוסרית למרות שהנתונים מצביעים על כך ששיעור הנפגעים האזרחים נמוך יותר מאשר במערכות צבאיות דומות נגד אל-קאעדה ודאע"ש (Elbaum, 2024).

דין — האם אנו עשויים לראות שינוי במאזן העליונות הצבאית-טכנולוגית בעולם?

מעצמות-על גלובליות ואזוריות מיצבו מאז ומתמיד את מעמדן בזירה הגלובלית באמצעות עליונות כלכלית וטכנולוגית, אשר סיפקה את המשאבים לביסוס עליונות צבאית מובהקת. כך למשל במהלך המאה ה-20 — מדינות שיכלו לרכוש טנקים, מטוסי קרב וספינות מלחמה בכמויות ובאיכות גבוהות יותר מאלה של יריביהן השיגו יתרון

משמעותי ופעמים רבות מכריע בשדה הקרב. לעומת זאת, מדינות פחות מתקדמות מבחינה טכנולוגית וארגונים לא-מדינתיים התקשו לעמוד במרוץ החימוש הטכנולוגי ובחרו בבניין כוח של כמות כמענה לאיכות, בחבירה למדינות שבידיהן אמצעי לחימה מתקדמים טכנולוגית או בפנייה מכוונת לטכנולוגיה נחותה וזולה, כזו שאינה מנסה להתחרות בעליונות הטכנולוגית של הצד השני. ואולם אסטרטגיות אלו היו מוגבלות ביעילותן, ולרוב לא הובילו לשינויים מהותיים בתמונת המצב האסטרטגית הרחבה או במאזן הכוחות (Matania & Seri-Levi, 2021).

עם הופעת ממד הסייבר כממד לחימה, היו שטענו כי הוא יוביל ל'איזון אנכי' במערכת הבינלאומית משום שהוא מעניק לשחקנים הידועים כחלשים אפשרויות חסרות תקדים להשפיע ואף לאיים על שחקנים חזקים יותר, למשל באמצעות התקפות סייבר על תשתיות חיוניות (Choucri, 2012). ברבות הימים האיזון לא הופר עד כדי שוויון בין השחקנים הענקים לקטנים, והמעצמות, מדינות או ענקיות טק, הן ששולטות בממד, בלוחמה ובהגנה עליו (Sommer et al., 2023). אך גם ארגונים קטנים שמצליחים לגייס כוח אדם מתאים ואמצעים סבירים יכולים להגיע ליכולות התקפה והגנה טובות ביותר בממד זה, גם אם לא בהיקף מעצמתי (Matania & Yoffe, 2022). הווה אומר: ממד הסייבר, שהיה "הבטחה" לשינוי המאזן הגלובלי, אכן גרם ל"השטחה" מסוימת של האיזונים, אך לא לשינוי מהותי במאזן הכוח העולמי בין מעצמות למדינות ולארגונים דלי אמצעים. ומה לגבי האמל"ח הדיגיטלי? עד כמה הוא אכן יכול לגרום לשינוי במאזן הכוח העולמי, או שבדומה לסייבר הוא יגרום להשטחה מסוימת, אך לא לשינוי טרנספורמטיבי? קשה לנבא, אך בזהירות רבה נטען שכחדשנות משבשת האמל"ח הדיגיטלי יפרוץ קודם כולל לשימוש על ידי הארגונים דלי האמצעים, והם יובילו אותו להישגים שיאתגרו את הדומיננטיות של המובילים טכנולוגית. אנחנו מאמינים שלאחר הפסדים ומפלות מקומיים ייאצו גם הממסדים העשירים והמצוידים היטב לאמץ את האמל"ח הדיגיטלי. עומק ההשטחה של שדה הקרב והפער בזמנים בו ייצרו לארגונים ולצבאות הקטנים יתרון על הגדולים גם בשדות קרב ראשיים, ויהיו תלויים במספר תהליכים עוקבים שצריכים הממסדים הצבאיים העשירים והגדולים לקיים: ראשית, במועד ההתנעה של כניסה לאמל"ח הדיגיטלי. ככל שהם יקדימו להבין את יתרונותיו כך יוכלו להתחיל ולאמץ אותו מהר יותר; שנית, בזריזות שלהם (שכמעט אינה קיימת, למעט בזמני חירום) בפיתוח ובהטמעה של אמל"ח זה בתהליכים פשוטים ולא בתהליכי הפיתוח הממוסדים, היקרים והארוכים המקובלים (גם לפרויקטים קטנים); שלישית, ביכולת שלהם לסטות מחשיבה של סטנדרטים צבאיים נוקשים ולעבור לדרישות פשוטות וצנועות מציור שיוחלף במהרה וחלקו לא יתפקד היטב – מה שמנוגד לקו המחשבה של צבאות אלו לגבי טכנולוגיות חדשות; רביעית, להבין שההצטיידות באמל"ח דיגיטלי היא קצרת טווח, כלומר חלקו הגדול משתנה ומתחלף מהר, ולכן לא נכון להשקיע יותר מדי בתהליך ארוך של הצטיידות רחבה, אלא בתהליכים חוזרים ונשנים של הצטיידות מתחדשת, משתנה, שאינה סטנדרטית, ולפיכך הפוכה לשיטות הרכש של צבא ממוסד; לבסוף,

הממסדים הצבאיים צריכים לפתח את האמל"ח הדיגיטלי כשיטות שונות ממה שהם מורגלים בהקשר של טכנולוגיות חדשות: לא יקר ומעט אלא זול, פשוט ובכמויות גדולות. אלו אתגרים לא טריוויאליים, וייתכן שיהיו כאלו שיישארו מאחור וינחלו מפלות או אבדות משמעותיות חוזרות ונשנות. האמל"ח הדיגיטלי מאתגר את עצם תהליכי הפיתוח שהורגלו בהם הממסדים הצבאיים הגדולים, את האקוסיסטם הקיים, שמתאים וטוב לאמל"ח טכנולוגי יקר ומתקדם, אך לא לאמל"ח דיגיטלי. בעצם אנחנו טוענים שמידת האיזון הגלובלי שיווצר בין המעצמות למדינות וארגונים קטנים תלויה בעיקר בתהליכים של המעצמות. יחליט כל אחד לעצמו אם זוהי בשורה טובה אם לאו.

סיכום

במאמר זה הצבענו על הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות כבסיס לאמל"ח דיגיטלי, שכיום מופיע בתחומים של מיקום, ניווט, תקשורת, שליטה ובקרה, חישה, התרעה והשפעה, ובשנים הקרובות יתפתח גם ליישומים של בינה מלאכותית. יתרונותיו של האמל"ח הדיגיטלי נובעים מהחוזקות של הפלטפורמות הדיגיטליות הגלובליות: הוא מתקדם טכנולוגית ומתחדש באופן עיתי, הוא זמין ואמין וזול ביותר לאימוץ, כלומר מאפשר איכות וכמות במקביל. נוסף על כך הוא משתרע על תחומים מגוונים, שביחד מאפשרים לשדרג יכולות של פלטפורמות בשדה הקרב באופן המוני ומתקדם. בהיצמדות לתאוריה של חדשנות משבשת במגזר העסקי, שקלייטון כריסטנסן פיתח אותה וגאוטס מוקנדה התאים לממד הצבאי, ובאמצעות מקרי בוחן ממלחמת רוסיה-אוקראינה וממלחמת חרבות ברזל ניתחנו מדוע אמל"ח דיגיטלי זה מועמד לשיבוש שדה הקרב המודרני במובן המלא של רעיון החדשנות המשבשת: צמיחה של חדשנות בזירת קרב משנית (ממד משני או אזור או אייב משני) על ידי שחקנים דלי אמצעים (ארגוני טרור, ארגונים היברידיים, צבאות קטנים, צבאות נחותים טכנולוגית), ולאחר מכן חדירה ודומיננטיות בזירות העיקריות.

הדוגמאות בשטח מוכיחות את הדברים: מי שכרגע מפתח ומשתמש באפליקציות דיגיטליות צבאיות במלחמות של השנים האחרונות הם המדינות והארגונים הקטנים, הפחות טכנולוגיים והפחות ממוסדים, כפי שהגמנו קודם לכן. אלו מחפשים דרכים לבניין כוח שאינו בהכרח מתחרה עם הצבאות הטכנולוגיים הממוסדים, בדיוק כמו שסטארט-אפים אינם מנסים להתחרות עם הגורמים החזקים בשוק האזרחי באותם כלים שבהם יש לאחרונים עליונות מובנית ברורה, אלא מחפשים דרכים אחרות לחדור לשוק טכנולוגי-אופרטיבי חדש ולצמוח בו. הם נהנים מיתרון דווקא בזכות גודלם (הקטן), שמאפשר להם להתנסות ולאמץ אמל"ח חדש במהירות ובאופן מבוזר – מה שמתאים כמו כפפה ליד לאמל"ח דיגיטלי.

בשל כך האמל"ח הדיגיטלי מאתגר את המעצמות הטכנולוגיות הצבאיות, שמורגלות באקוסיסטם פיתוחי של חדשנות תומכת ולא בתהליכי חדשנות המתאימים לאמל"ח הדיגיטלי: פשוט, זול ובכמויות גדולות. לפיכך אנחנו טוענים כי יש סיכוי שנראה

"השטחה" של שדה הקרב המודרני בזכות אימוץ אמל"ח דיגיטלי על ידי ארגונים דלי אמצעים, שיצליחו באמצעותו לאתגר את המעצמות הצבאיות הטכנולוגיות לאורך זמן.

מקורות

בר-גיל, א' (2024). טכנולוגיות "מפציעות ומשבשות" בעולם הביטחוני. חברה, צבא וביטחון לאומי, 7-6, 31-5. <https://tinyurl.com/bde4cuxc>

הנקין, י' (2024, 1 בפברואר). נעליים מרחפות או: על טכנולוגיה, לוגיסטיקה ומכשירים גדולים ומעצבנים. מערכות. <https://tinyurl.com/bpdv8yzy>

מתניה, א' וסריילוי, א' (2021). בקלע ובאבן: אסטרטגיה של רדוקציה טכנולוגית. עדכן אסטרטגי, 24(2), 15-3. <https://tinyurl.com/y55vmk3n>

- Barnes, J. (2024, March 26). How Ukraine is using mobile phones on 6ft poles to stop drones. *The Telegraph*. <https://tinyurl.com/3p5deewt>
- Choucri, N. (2012). *Cyberpolitics in international relations*. MIT press.
- Christensen, C.M. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press.
- Elbaum, J. (2024, February 1). *West Point urban warfare expert: IDF 'implemented more measures to prevent civilian casualties than any other military in history*. The Algemeiner. <https://tinyurl.com/msk22uu8>
- Jayanti, A. (2023, March 9) Starlink and the Russia-Ukraine war: A case of commercial technology and public purpose? Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School.. <https://tinyurl.com/yc2yzzvb>
- Lucas, H.C., & Goh, J.M. (2009). Disruptive technology: How Kodak missed the digital photography revolution. *The Journal of Strategic Information Systems*, 18(1), 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2009.01.002>
- Matania, E., & Sommer, U. (2023). Tech titans, cyber commons and the war in Ukraine: An incipient shift in international relations. *International Relations*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/00471178231211500>
- Matania, E., & Yoffe, L. (2022). Some things the giant could learn from the small: Unlearned Cyber lessons for the US from Israel. *The Cyber Defense Review*, 7(1) 101-110. <https://www.jstor.org/stable/48642042>
- Mukunda, G. (2010). We cannot go on: Disruptive innovation and the First World War royal navy. *Security Studies*, 19(1), 124-159. <https://doi.org/10.1080/09636410903546731>
- Rakov, D., & Fainberg, S. (2023). The growing impact of the civilian population on the modern battlefield: A glimpse into the Russia-Ukraine war. *Research Report 0123E*, Elrom Center for Air and Space Studies, Tel Aviv University, Elnet, p. 55-56. [0123e2023.pdf \(tau.ac.il\)](https://tau.ac.il/0123e2023.pdf)
- Sommer, U., Matania, E., & Hassid, N. (2023). The rise of companies in the cyber era and the pursuant shift in national security. *Political Science*, 75:2, 140-164. <https://doi.org/10.1080/00323187.2023.2278499>
- U.S. security cooperation with Ukraine (2024, August 23). *Bureau of Political-Military Affairs*, US Department of State. <https://tinyurl.com/yn33v4ym>
- Walsh, N.P., Marquardt, A., Davey-Attlee, F., & Gak, K. (2024, March 26). Ukraine relies on Starlink for its drone war. Russia appears to be bypassing sanctions to use the devices too. CNN . <https://tinyurl.com/4385bwxz>



מרכז אלרום לחקר מדיניות
ואסטרטגיית אוויר וחלל
אוניברסיטת תל אביב