

עקרונות הלוחמה

א. מאפייני כוח אווירי מודרני

במדינות המפותחות התפתח הכוח האווירי בכיוונים שונים לפי התנאים והתפיסות המיוחדים לכל מדינה ומדינה.¹ בגדולות שבהן נחלקים כוחות האוויר לפי משימותיהם: כוח אסטרטגי, כוח טקטי, כוח אוויר של הצבא, כוח אוויר של הצי וכי"ב. למרות חלוקות אלו, אפשר לתאר כמה מאפיינים משותפים לכוחות האוויר במדינות מפותחות מבחינה צבאית.

למרחב האוויר יש כמה יתרונות על מרחבי היבשה והים: הוא מאפשר פרספקטיבה רחבה יותר, מהירות תנועה וטווח גדולים יותר, ותמרון בשלושה ממדים כמעט ללא מכשולים. המרחב האווירי שקוף כמעט לרוב סוגי האנרגיה המוקרנת ומוחזרת, התצפית ממנו טובה יותר, בכל תחומי הספקטרום, לטווחים ארוכים יותר מאשר ביבשה ובים. במיוחד בימינו, שבהם חשיבות החישה למיניהם היא כמעט דומיננטית בלחימה, יש ללוחמה האווירית יתרונות משמעותיים.²

המאפיינים החשובים של זרועות אוויר מודרניים הם:

כוח האוויר נמצא בחזית הטכנולוגיה הצבאית

המרחב האווירי מתאים במיוחד ליישום טכנולוגיות חדשות לצרכים צבאיים. כשריו ויכולתו של כוח אווירי תלויים מאוד בטכנולוגיות מתקדמות, שכן יכולתו להשמיד מטרות וכושרו להישרד תוך כדי כך, מותנים במידה רבה ברמה הטכנולוגית של אמצעי הלחימה שבידיו. תלות זו גורמת, ששניים מהקריטריונים הבסיסיים ליכולתו של כוח האוויר הם: רמתו הטכנולוגית הכללית, ואיכות מערכות הנשק שבידיו. למירוץ הטכנולוגי שאליו נקלעו כוחות האוויר השונים יש גם היבטים שליליים: שומה על חילות אוויר להשקיע משאבי עתק במחקר ופיתוח, הצטיידות, הכשרה ואחזקה שוטפת. למגמות אלו הנובעות מהתלות בפירות הטכנולוגיה משמעויות בהבנת מקומו ומעמדו של חיל האוויר בקרב הצבא, מבנהו, תורות הלחימה שלו, הרכב כוח האדם והקצאת התקציבים.

"עקרונות מושגיים הם אבני היסוד של כל התפתחות תפיסתית"
ז'אן פיאז'ה

זרוע האוויר היא אחת צעירה לזרועות היבשה והים, בת פחות מ-90 שנה. אף-על-פי-כן זרוע האוויר היא המובילה כיום, בתחום הטכנולוגי, לפחות, וכנראה גם מודל מנחה להתפתחות זרועות היבשה והים. עקרונות כלליים של המלחמה³ ועקרונות לוחמה בים⁴ נוסחו זה מכבר, אך מעטים למדי הנסיונות לעצב תפיסה מגובשת של עקרונות הלוחמה האווירית. יש להדגיש כי מאמר זה אינו תיאור של עקרונות קיימים. מטרתו של מאמר זה היא לנסח ולהגדיר עקרונות שזרועות האוויר אמורות לאמץ לעצמן.

האווירית

שמואל גורדון

פיקוד ריכוז

התכונות העיקריות והייחודיות של המטוס – ניידות, תמרון, ריכוז כוח אש, גמישות בהפעלה, זמינות במרחב גדול ובזמן קצר, עלות גבוהה, נדירות ופגיעות – ניתבו את זרועות האוויר לריכוז השליטה במספר מועט של מוצבים. בסיוע טכנולוגיות תקשורת מתקדמות אוחדו מערכות מודיעין, פיקוד ובקרה, במערכת על C³I שתיקרא להלן 'מערכת שליטה'. ככל שגדלה המערכת ומסתעפת, כן היא נעזרת בהתפתחות המהירה של המחשוב והתקשורת. אך למרות התקוות הגדולות לניהול אופטימלי של הלחימה באמצעות מערכות ממוחשבות, עדיין לא נפתר, וספק אם תיפתרנה, הבעיות היסודיות של שליטה מלאה בלחימה ממוצבים מרכזיים רחוקים. בעיקר חמורות בעיות איסוף המידע, ריכוזו, עיבודו והפצתו. יחד עם זאת, התנופה המתמדת בפיתוח המחשבים מדרבנת את השימוש במערכות שליטה להפעלת כל מרכיבי העוצמה האוויריים.

'אופוזיציה' המאיימת על רוב כישורי המטוס

במסגרת תהליך 'האתגר והמענה' בהיסטוריה האנושית, וכחלק מהתמודדות מתמדת בין אמצעי הגנה להתקפה, גרם האיום ההתקפי של הכוח האווירי לפיתוח 'אופוזיציה' חזקה של מטוסי יירוט, טילי קרקע-אוויר, תותחים נגד מטוסים ואמצעי-נגד אחרים. כיום קשה לחלוף מעל מערכי טק"א, וקשה לחדור מתחתיהם בגובה נמוך. מאזן העוצמה היחסית בין מערכי התקפה למערכי הגנה, נמצא בתנועה מתמדת מצד לצד.

השתלבות פלטפורמות חדשות בלוחמה האווירית

עד לשנות ה-70 היה המטוס הפלטפורמה הכמעט בלעדית בלוחמה האווירית. אמנם זה עשרות שנים מצויים טילי קרקע-קרקע מסוגים שונים, החל בטיילי V-2 V-1 (במלחמת העולם השנייה) וכלה בטיילים בעלי ראש מתפצל, אולם הם לא דחקו את המטוס כמערכת נשק

קונוונציונאלי עיקרית באוויר. החל בשנות ה-70, משהחמירו האיומים על המטוס, רבו המאמצים לגבור על אותם איומים. בד בבד, ביקשו בית-רשאת חלופות למטוסים בפלחים שבהם אין הם יכולים למלא את משימותיהם ברמת שרידות סבירה. דוגמאות עיקריות לתוצאות החיפושים הללו הם מסוקי הקרב, מטוסים ללא-טייס ולוויינים.

מסוקי הקרב עשו את ראשית דרכם במלחמת וייטנאם. מסוקי סער צוידו במקלעים, רק כדי להשיב אש אל מקורות האש מנשק קל, שהפילו רבים מהם. ברבות הימים נבנו מסוקים שכל תפקידם לתקוף ולא להוביל כוחות. כיום מסוק הקרב הוא מערכת נשק מתוחכמת ויקרה, המצוידת במערכות דומות בביצועיהן לאלו של מטוס התקיפה. חשיבותו של מסוק הקרב בשדה הקרב המודרני רבה. מזה שנים רבות גם מטוסים-ללא-טייס (מל"ט) הם נושא אטרקטיבי לפיתוח, ופעלו כבר בוייטנאם לא מעט:

כ-3000 גיחות מבצעיות בוצעו בדרום-מזרח אסיה בין 1965 ל-1971: איכון והשמדה, חיפוש ורכישת מטרות (טלוויזיות, אינפרא-אדום ואלקטרונית), גבוה ונמוך, לילה ויום, מזג-אוויר טוב ורע – כל סוג וטכניקה נוסו והוצגו עד שהוכחו לפחות כאפשריים.⁵

אולם רק במלחמת לבנון (1982), במבצע האמריקני בגרנדה ובמלחמת המפרץ (1991), התפרסמו מל"טים בפעילויות מבצעיות מוצלחות. לוויינים משמשים במשימות מודיעין, סיור וצילום כבר שנים רבות, וההישגים הטכנולוגיים בכל סוגי החיפוש מרחיבים את שימושי הלוויינים.

חשיבותן של פלטפורמות אלו הולכת וגדלה, וכל אחת מהן מתייחדת בתחומים המשלימים את מטוס הקרב. בשנים הקרובות אפשר יהיה לדון בלוחמת אוויר משולבת של הפלטפורמות האוויריות השונות, בדומה לקרב המשולב בין כוחות יבשה ואוויר, או בין מרכיבים שונים של כוחות היבשה.

תחום הזמן

הוגי הדעות הצבאיים, וקלאוזביץ בראשם, הגבילו את האסטרטגיה ועקרונות המלחמה לגבי ניהול קרב גדול או מערכה, וכן עסקו בעיצוב תפיסת הפעלה מופשטת. בדרך-כלל אין הם עוסקים בהכנה ובבניין הכוח כבסיס להפעלתו.⁶ צבאות מודרניים משקיעים משאבים רבים בפיתוח ובניין הכוח, לא רק למלחמה, אלא גם, או בעיקר, להרתעה ממלחמה ולמניעתה; לכן תפיסתם את האסטרטגיה היא רחבה יותר.⁷ הצבא האמריקני, לדוגמה, כולל בתפיסתו גם את תכנון הכוח ופיתוחו. לפי הגדרתו, האסטרטגיה היא: "האמנות והמדע של פיתוח ושימוש... בכוח צבאי בעתות שלום ובעתות מלחמה."⁸

צה"ל מגדיר גם הוא בצורה רחבה את תורת האסטרטגיה:

התורה העוסקת בהכנת הכוחות המזוינים של האומה למלחמה, בקביעת תכנית המלחמה, לרבות יעדי המערכות, מועדיהן ומקומן, ובהבאת הכוחות לשדה המערכה בתנאי עדיפות מקסימלית על האויב.⁹ עקרונות הלוחמה האווירית במאמר זה, מתייחסים לשלוש רמות: תשתית לחשיבה מופשטת וכוללת, תכנון מבצעים ומהלך מלחמה כולל. כמו כן עוסקים העקרונות בתהליך בניין הכוח וארגונו לקראת מלחמה.

תחום המרחב

התפיסה האופרטיבית מתייחסת לכל מרחב המדינות המעורבות במלחמה, משני היבטים: הן מרחב 'המחייה' של כוח אווירי, והן מרחב הכולל את מרכיבי העוצמה האווירית, הארגונים המופקדים על בניין העוצמה והשליטה בה, אשר רובם מצויים אישם בעומק המדינות.

תחום בעלי העניין

התפיסה האופרטיבית היא בתחום העניין של כל הגורמים העוסקים בבנין הכוח ובארגונו, נוסף על מפקדיו ומטוהו המבצעי, כגון: תעשיות צבאיות ובטחוניות, וגופים העוסקים בהכשרת כוח אדם המתאים לצרכים אלה.

עקרונות משלימים ולא מנוגדים

צמדים שונים של עקרונות המלחמה הקלאסיים נמצאים בניגוד ובסתירה זה לזה. לדוגמה: עקרון 'ריכוז הכוח' עשוי לעמוד בסתירה לעקרונות 'האבטחה' או 'העתודה'; העקרון 'המשכיות ורציפות' עשוי לסתור את 'התחבולה'. כלומר: לסדרת עקרונות המלחמה הקלאסיים חסרה לכידות פנימית בסיסית. חסרון זה הוא אחת הסיבות שמפקדים רבים אינם משתמשים בעקרונות אלה כלל, והראיה – שאין הם מופיעים ברוב ההנחיות לתכנון מבצעים.

עקרונות הלוחמה האווירית מהווים יחדיו מצע קוהרנטי ולכיד ללא סתירה של עקרונות המשלימים זה את זה, חופפים זה את זה, או אפילו נובעים זה מזה.¹⁰ הלכידות הפנימית מאפשרת לקברניטים להתבסס עליהם בעיצוב

משפחה נוספת של אמצעי לחימה היא טילי קרקע-קרקע מסוגים רבים, למן טילים נגד טנקים קצרי-טווח שבשימוש לוחמי חי"ר ועד לטילים בליסטיים לטווח של אלפי קילומטרים. תופעה אחרת המתרחבת והולכת היא יישום טכנולוגיות וכלי נשק, שהיו בעבר בלעדיים לכוחות אוויר, בכוחות היבשה והים. בזכותם מסוגלות זרועות אלה למלא חלק מהמשימות שהוטלו עד עתה על חילות האוויר, כגון שימוש בפגזים מונחים, פגזים ללוחמה אלקטרונית, מציניי לייזר, ועוד.

כוח אווירי הנו עתיר משאבים

למטוסים ופלטפורמות אוויריות אחרות יש 'תג מחיר' גבוה (מטוס B-2, למשל, יעלה קרוב למיליארד דולר). אולם אין הם "בן יקר" יחיד בזרוע האוויר. עליהם יש להוסיף מערכות תקשורת, מערכות לוחמה אלקטרונית, תשתית לוגיסטית ושדות תעופה, הדורשים סכומי עתק. הכשרת צוותות אוויר, התכוננות למלחמה וכוננות מתמדת, זקוקות לנתח תקציבי נכבד. תכונה זו של הכוח האווירי מכתיבה סדרה של חסמים עליונים לגודלו, איכותו ונדידותו. היא בעלת השפעות משמעותיות ולעתים דומיננטיות, לא רק על בניין הכוח, אלא גם על עקרונות השימוש בכוח והתשתית התפיסתית שלו.

ב. תיחום עקרונות הלוחמה האווירית

את עקרונות המלחמה הקלאסיים – אשר קיימת ביקורת רבה על עצם תוקפם ושימוותם לשדה הקרב – מנסים להתאים למלחמה ביבשה, בים ובאוויר. עקרונות לוחמה אווירית אינם באים במקום עקרונות המלחמה הקלאסיים, אלא הם נשענים עליהם. מקורותיהם של עקרונות הלוחמה האווירית הם: הסקה אמפירית ממלחמות העבר, תרגילים, ניסויים מבצעיים, מודלים וסימולציות, וחשיבה תיאורטית-מכלילה. ההתפתחות של העקרונות היא בדרך של אתגר ומענה, ניתוח האירועים והסקה לוגית.

ייעוד העקרונות

עקרונות הלוחמה האווירית אינם 'חוקים' או 'הוראות קבע', אף לא הנחיות מפורשות לתכנון מבצעים שוטפים או החלטות אד-הוק אחרות. עקרונות אלו הם מסגרת תיאורטית לשם בחינה וניתוח של תהליכים, קביעת מדיניות והחלטות עקרוניות, פיתוח תורת לחימה, כתיבת פקודות-אב ויצירת מדדים להערכה ושקלול תרגילים ומבצעים. מסגרת עקרונות זו עשויה לשמש מעין 'מערכת ניווט' בסיסית לקברניטים ומפקדים, בתהליך קבלת החלטות ובבחינת החלטותיהם לעתים מזומנות מול הכיוונים העיקריים של בניין זרועות האוויר והפעלתן בלחימה.

המאפיינים הייחודיים העיקריים של עקרונות הלוחמה האווירית כוללים את תחומי הזמן, המרחב ובעלי-העניין.

מדיניות ארוכת טווח לבניין הכוח, פיתוחו וציודו, וכן לקבוע החלטות על דרכי השימוש בכוח.

ג. עקרונות הלוחמה האווירית

- עדיפות אווירית (Air Superiority)
- אחדות הפיקוד
- רב־תכליתיות (ורסטיליות) וגמישות
- קטילה כתמצית הלחימה
- שימור הכוח
- איכות
- גישה מערכתית (System Approach)
- תרומה לרמות האופרטיבית והאסטרטגית
- אחריות כוללת

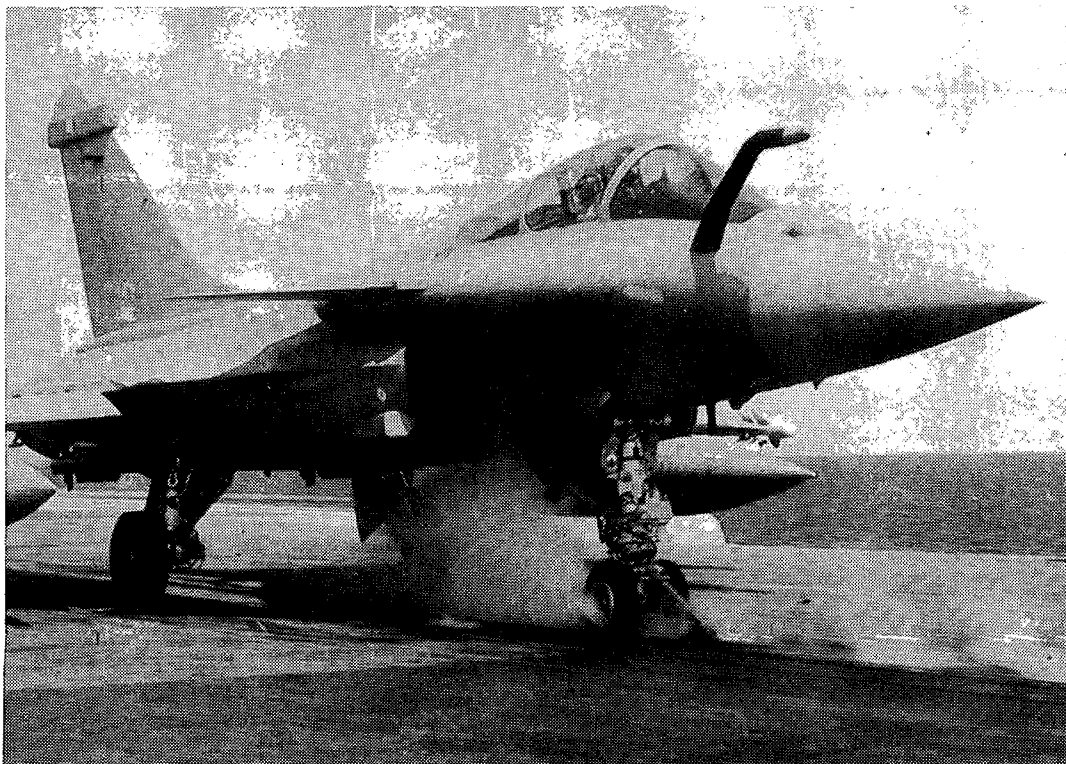
תשעה עקרונות אלו שלובים וקשורים ביניהם, כפי שינותח ויוסבר להלן. אולם לכל אחד מהם דגש מסוים. העקרונות: איכות וטכנולוגיה מתקדמת מדגישים את תכנון ובניין הכוח האווירי. העקרונות: גישה מערכתית, תרומה לרמה האופרטיבית־אסטרטגית ואחריות כוללת הם בעיקר במימד האסטרטגי. עקרונות אחדות הפיקוד, עליונות אווירית, קטילה כתמצית הלחימה, שימור הכוח ועקרון הוורסטיליות הם בעיקר בתחום הפעלת הכוח. כמו כן יובהרו קשרי הגומלין בין העקרונות והתמיכות ההדדיות.

1. עדיפות אווירית

תנאי הכרחי להשגת משימות זרוע האוויר בזמן קצר, באיכות גבוהה ובאבידות מועטות הוא: חופש פעולה מעל המרחב האופרטיבי. חופש פעולה זה יושג בעליונות אווירית מלאה או בעדיפות אווירית המוגבלת בזמן, במרחב וברמה, בהתאם לדרישות המיוחדות לכל מבצע ומבצע. עקרון זה נוסח כבר בשחר ימיה של זרוע האוויר,¹¹ הוכח במלחמות רבות,¹² וכנראה עדיין תקף בסוף המאה ה־20, למרות הופעתן של משפחות חדשות של אמצעי לחימה ומערכות נשק. האתגר שהציבו מערכי טק"א לכוחות אוויר במלחמות האחרונות, הגבירו את הצורך החיוני בהשגת חופש פעולה לשם לחימה יעילה של הכוח האווירי. לרוב לא ניתן להשיג עליונות מוחלטת, לכן עקרון ראשון הוא השגת עדיפות אווירית. זו נדרשת, בעוצמות שונות, בשלושה מעגלים:

- הגנת מרחב המדינה והמרחב הטקטי: רכישת חופש פעולה ומניעת אפשרות פעולה של האויב האווירי בשמי המדינה ומעל לחזית כוחות היבשה.
 - הגנה על המרחב האופרטיבי: רכישת חופש פעולה ומניעת אפשרות פעולה יעילה של האויב האווירי במרחב האוויר שבאזורי הפעולה של כוחות האוויר והים.
 - עדיפות אווירית מוגבלת לזמן קצר ואזור נתון במרחב האסטרטגי שהוא מרחב הפעולה של זרוע האוויר (לרוב מרחב זה גדול מהמרחב האופרטיבי).
- חופש הפעולה של זרוע האוויר הוא תוצאה של הצלחה

הראפאל – מטוס התקיפה הצרפתי



בלחימה על עדיפות אווירית. מידת ההצלחה קובעת את מידת חופש הפעולה, שהיא רמת העדיפות או הנחיתות האווירית.

חופש הפעולה של זרוע האוויר מאפשר לה לממש את מירב היכולת שלה בהשגת משימותיה, אולם אין זו המשמעות היחידה של חופש פעולה זה. כתוצאה מעדיפות אווירית, נשללת מזרוע האוויר של האויב היכולת לפעול נגד כוחות ואזרחים ידידותיים. לכן, נצחון בלחימה על עדיפות אווירית מבטל את האיום על תשתיות זרוע האוויר, ועל כוחות היבשה והים, הלוחמים בחזית, בעורף ובעומק שטח האויב. ככל שהם חופשיים לנהל את הלחימה, ללא נקיטת אמצעי אבטחה ותנועה בהסתר, עולה יעילות לחימתם. כן מסוכל האיום מעל כוחות עתודה בעת תהליך גיוסם, היערכותם, ושילובם בשדה המערכה. התשתית האזרחית וחיי האזרחים אינם נפגעים בתקיפות אוויר, המורל אינו מידרדר, ודאגת החיילים בחזית למשפחותיהם בעורף אינה מפריעה להם במשימותיהם. וורדן, אחד מחשובי העוסקים בסוגיית הפעלת הכוח האווירי, הגדיר את חיוניות השליטה באוויר כך:

עליונות אווירית היא הכרח. מאז ההתקפה הגרמנית על פולין ב-1939, אף מתקפה עיקרית נגד אויב שהחזיק בשליטה באוויר לא הצליחה, ואף מגננה לא הצליחה להחזיק מעמד מול אויב ששלט באוויר. ולעומת זאת, אף מדינה לא הפסידה מלחמה [קונוונציונלית] כאשר החזיקה בעליונות אווירית. רכישת עליונות אווירית קבועה היתה פתיחה לנצחון צבאי. חיוני למפקדים ברמה הלאומית, ולמפקדי כוחות האוויר והיבשה ברמה האופרטיבית, להיות מודעים לעובדות היסטוריות אלו ולתכנן על פיהן.¹³ יש להעיר כי מלחמת וייטנאם ומלחמת ברית המועצות באפגניסטן אינן מאששות השקפה זו. אולם עקרון העדיפות האווירית מומש כמעט במלואו במלחמת ששת הימים; את השפעותיו תיאר יגאל אלון:

האוכלוסיה... היתה מוגנת ע"י מטריה אווירית כמעט הרמטית... סיומו של גיוס המילואים בוצע ללא הפרעה מן השמים. התעשייה נשארה שלמה והמשיכה ביצור ללא תקלה. התחבורה בעורף, אל החזית ובחזית עצמה התנהלה כסדרה באין מחריד. צבא היבשה ביצע את קרבות הקרקע ללא חשש מהתקפות אוויר עוינות, ואף נהנה מסיוע אווירי יעיל נגד מטרות קרקע.¹⁴

לכאורה עומד עקרון העדיפות האווירית בסתירה מסוימת לאינטרסים של זרועות היבשה והים מסיבות שונות. אחת מהן היא שעקרון זה מכתבי, לעתים, שינויים משמעותיים ביותר לכוחות היבשה, בניגוד לשיקוליםיהם. הם, לדוגמה: לקראת מלחמת ששת הימים, ביקשו כוחות היבשה של צה"ל לפתוח את הלחימה בשעה הנוחה להם, אולם שעת הש"נ נקבעה לפי דרישת חיל האוויר.¹⁵ במלחמת ששת הימים, האיום העיקרי על שמי מדינת ישראל ועל המרחב האופרטיבי של צה"ל ומרחב הפעולה של זרוע

האוויר היו מטוסי יירוט של מדינות ערב. לכן, במהלך התקפי אסטרטגי אחד של תקיפת שדות התעופה והשמדת רוב מטוסי האויב על הקרקע, הושגה עדיפות אווירית, הן לצרכים התקפיים הן להגנת שמי המדינה. בימי מלחמת וייטנאם ומלחמת ההתשה חלה התפתחות טכנולוגית, ובעקבותיה נוצר איום חדש על חופש הפעולה של זרוע האוויר, בדמות מערכי טק"א ותותחים נ"מ שביצועיהם מעולים, אפילו בקריטריונים של שנות ה-90 (לדוגמה: סוללות SA-6 ותותחים נ"מ ZSU-234). מערכים אלו גרמו שינויים משמעותיים באופני הפעולה של זרוע האוויר, למימוש עקרון העדיפות האווירית. בתקופה האמורה דחקו מערכי הטק"א את מקומם של מטוסי היירוט, כאיום ראשון במעלה על חופש הפעולה של זרוע האוויר. לעומת זאת, מטוסי קרב הוסיפו להיות איום התקפי על שמי המדינה. לכן, ההפרדה בין תפקיד הגנתי לתפקיד התקפי קיבלה תוקף רב, משום הצורך באמצעי לחימה ותורות לחימה שונים לחלוטין. הגנת שמי המדינה זקוקה למטוסי יירוט ומערכי טק"א, ואילו השגת עדיפות התקפית זקוקה בעיקר למטוסים, אמצעי לחימה, ומערכת מודיעינית הממוקדים במטרות על הקרקע (מערכי טק"א ושדות תעופה). בנוסף לכך, עדיין יש צורך במטוסי יירוט (כמו במשימת הגנת שמי המדינה) להפלת מטוסי יירוט ותקיפה של האויב במרחב האופרטיבי.

השגת עדיפות אווירית נחשבת כדרך מהירה, חסכונית ואמינה למימוש שני תפקידים, ברמות האסטרטגית והאופרטיבית: הגנת המרחב האווירי של המדינה והמרחב הטקטי של הצבא, מפני מתקפות מן האוויר, כדי למנוע אבידות בקרב האזרחים, וכדי לאפשר חופש פעולה לכוחות היבשה. לעדיפות אווירית יש השפעה מכרעת על יעילותה של זרוע האוויר במלחמה, על יעילותם של כוחות היבשה, על שלמות התשתית הצבאית והכלכלית בעורף ועל השלמות והמורל של האוכלוסיה האזרחית. לכן קדימותה של משימה זו היא כה נחוצה כמעט בכל תרחיש של לחימה.

המענה לאתגר מערכי הטק"א

השינוי שחל באופי האיום על העדיפות האווירית של זרוע האוויר, גרם סדרת שינויים בהשפעות של עקרון העדיפות האווירית על בניין הכוח האווירי בין 1967 ל-1973. בדרום-מזרח אסיה, במזרח התיכון ובאירופה נאלץ הכוח האווירי להתאים את אמצעי הלחימה, הטקטיקות, המבנה והארגון שלו, כדי להתמודד עם איום הטק"א. תהליך ההתמודדות עם האתגר החדש היה כרוך בקשיים רבים, בכשלונות ואבידות, עד אשר רכש הכוח האווירי מחדש את היכולת לזכות במאבק על עדיפות אווירית. השוני בין לחימה נגד מטוסים ומתקניהם הקרקעיים לבין לחימה נגד מערכים נ"מ הוא מהותי. לחימה נגד מטוסים באוויר מצריכה מטוסי יירוט, טילי אוויר-אוויר, מערך מכל"ם ובקרה ייחודי להתרעה ויירוט, ומערכת שלטיה ייחודית. המתקנים הקרקעיים של כוח אווירי הם קבועים, גדולים, ניתנים לאיתור, ואפשר

מגוון אמצעים, מערכות, מידע, תכנון ויחידות מבצעיות, הוא תנאי להפעלה יעילה של זרוע האוויר. בזכות הפעלת עקרון זה מתאפשרים: הגדרת מטרות ברורות ואחידות לכל מרכיבי הכוח; תיאום מיטבי בכל שלבי התכנון, ההכנות, הביצוע והפקת לקחים; השגת יתרונות סינרגטיים, הנובעים משילוב והפעלה מערכתית של הכוח; מיצוי עקרון הגמישות והפעלת כוח אווירי רב גוני בזמן אמיתי ביעילות מרבית.¹⁶

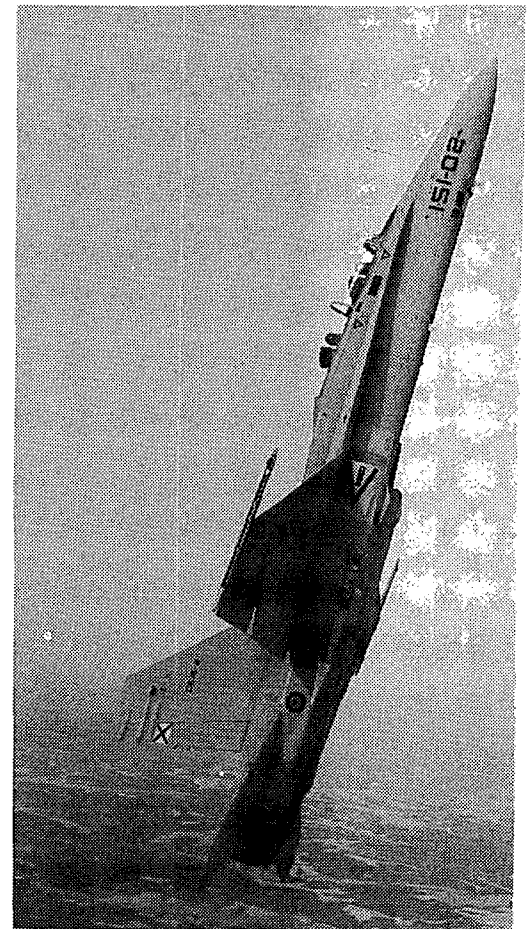
ממד הזמן

תהליך הפיקוד הוא במהותו תהליך של לולאה סגורה (closed loop). התהליך כולל איסוף מידע על האויב וכוחותינו, גיבוש תמונת מצב, הערכת מצב, תכנון מבצעים, הפצת פקודות, שליטה במבצעים, תחקור משולב עם גיבוש תמונת מצב חדשה. אחד האילוצים הדומיננטיים בתהליך זה הוא אילוצ הזמן. סבב שלם של התהליך חייב להתבצע ב"זמן יישומי", כלומר: פרק-זמן שבו המידע שנאסף עדיין תקף לצורך המבצע, וזהה למטרותיו שנקבעו, ומסקנות התחקיר נוגעות להערכת המצב הבאה. לכן תהליך הפיקוד במבצעי זרוע האוויר חייב להתבצע בפרקי-זמן קצרים ביותר.

ממד התפקוד

אחדות הפיקוד היא שיטה ארגונית חיונית למימוש רוב העקרונות הנלווים אליה, כמו עקרונות הוורסטיליות וגמישות, הגישה המערכתית והאחריות הכוללת.¹⁷ עקרון אחדות הפיקוד אינו עקרון קשוח: ידועות ומוכרות חולשותיה של שליטה ריכוזית מדי, כמו סרבול, הארכת קבועי-זמן וסכנת אבדן שליטה כתוצאה מעומס יתר. לכן עקרון זה חייב להיות גמיש (בהתאמה לעקרון הגמישות), כדי לאפשר גיוון והתאמה של מערכות שליטה מבוזרות, כאשר יש להן עדיפות על שליטה ריכוזית.

יש חילות אוויר שהקצינו עקרון זה, ואף מכנים אותו 'שליטה מרכזית'. העקרון בא לידי ביטוי בכך שמפקד אחד פוקד ישירות על כל מרכיבי הכוח, עד לשלוחות המבצעיות (מבנה מטוסים או סוללה נ"מ) אף בשעת ביצוע משימתו. גישה זו להפעלת הכוח נושאת בחובה חסרונות מהותיים, שעלולים לגרום כשלים משמעותיים בהתכוננות למבצעים ובניהולם: כדי לקיים שליטה מרכזית מלאה, יש לבנות מערכת גדולה, מורכבת ובעלת יתרונות גבוהה, מכיוון שנפילת המערכת פירושה אבדן שליטה על הפעלת הכוח באופן כמעט מוחלט.¹⁸ מערכת כזו יקרה מאוד, מסורבלת למדי ורגישה לשגיאות ועיכובים, בגלל ריבוי הקשרים והחוליות המרכיבים אותה. איסוף כל המידע על האויב ועל כוחות ידידותיים במרכז אחד, עלול לגרום במהרה להתפוצצות מידע, ולקשיים במיון המידע, בנייתו ובהערכתו. קבועי זמן התגובה של מערכת גדולה נעשים בדרך-כלל אטיים ככל שהמערכת גדלה. אולם, מערכה אווירית מתרחשת מהר הרבה יותר מכל מערכה אחרת כיום. מערכת שליטה מרכזית כזאת עלולה אפוא לפגור אחרי הקצב הנדרש לקבלת החלטות במהלך הלחימה.



F-18

לתוקפם בשיטות ודרכים ייחודיות. לכן לחימה כנגד כוח אוויר יריב דורשת מבנה מסוים של כוח אווירי. לעומת זאת, לחימה נגד מערכי טק"א דורשת מטוסי תקיפה, אמצעי לחימה שונים למדי ומתוחכמים ביותר, מערך מודיעיני המסוגל לעמוד בקבועי זמן קצרים, מערך שליטה (C3I) ייחודי ומקצועי לניהול הלחימה ועוד. מאחר שמדינות אשר מצטיידות במערכים נ"מ אינן מוותרות על כוח אווירי 'קלסי' של מטוסים ומסוקים, הרי שהאתגר להשיג עדיפות אווירית נעשה קשה יותר, וגורם לכך שנחת המשאבים המוקצה לכך בא על חשבון מימוש עקרונות אחרים. מימוש עקרון העדיפות האווירית מחייב יתרון איכותי רב-משמעות בכוח האדם, בטכנולוגיות ובמערכות נשק, בתכנון המבצעי ובמערכת השליטה. למערכים נ"מ (טילים ותותחים) יש יתרונות מסוימים בהגנת שמי המדינה והמרחב הטקטי של כוחות היבשה. לכן הוקם מערך הגנה קרקע-אוויר, אשר בחלק מהצבאות (כגון ארצות-הברית) הוא שייך לזרוע היבשה, ובחלקן (גרמניה, למשל) צורף לזרוע האוויר.

2. אחדות הפיקוד

אחדות הפיקוד על מבצעים מורכבים, שבהם נכללים

יש להקדיש תשומת-לב מתמדת לאזהרתו של ון-קרפלד: הצהרה על 'עקרון-על' אחד או יותר, אשר חייבים למשול במבנה ובדרך-הפעולה של השליטה, היא בלתי אפשרית. אין מערכת אחת של ארגון, נהלים או שיטה, שדי בה לבדה כדי להבטיח שליטה מוצלחת או לפחות מספקת במלחמה.¹⁹

השוני בין שלשלת פיקוד יבשתית ואווירית

מהותה של אחדות הפיקוד בכוח האווירי היא ניתוק שלשלת הפיקוד הקלסית. שלשלת הפיקוד הקלסית היא שלשלת היררכית, שבה מועברות פקודות והוראות ממפקד גבוה לדרג שמתחתיו, אשר 'מוריד' פקודות לדרגים שמתחתיו, וכן הלאה עד לאחרון המפקדים בשטח. שלשלת זו מתפקדת עד היום בזרוע היבשה, ברגיעה ובלחימה גם יחד. שלשלת הפיקוד הקלסית פועלת בזרוע האוויר ברוב ממדי הפעילות, פרט לפיקוד הישיר על המבצעים. בתחום זה אמור לפעול עקרון אחדות הפיקוד: במרכז הפיקוד המאוחד ייאסף כל המידע הדרוש והאפשרי, תתגבש תמונת מצב, תעוצב הערכת מצב, ייקבעו החלטות, יתוכננו המבצעים, ויישלו המבצעים ממוצבים שונים בפיקוח מתמיד של הפיקוד המאוחד. לפי עקרון זה, מסוגלים מוצבי הפיקוד לנהל את הלחימה בזמן אמיתי, ללא 'מתווכים' רבים בינם לבין כל גורמי הביצוע. עקרון זה הוא המאפשר ניצול מיטבי של תכונות היסוד של הכוח האווירי.

עקרונות משלימים לעקרון זה הם: גישה מערכתית ואחריות כוללת. אחדות הפיקוד מאפשרת לתכנן ולכוון, בכל הרמות, את מרכיבי זרוע האוויר במשימות שונות, בגזרות שונות, באותו זמן. כך מתאפשר ניצול יעיל של הכוח ותגובה מהירה לאירועים בלתי צפויים.²⁰ יש חשיבות רבה להגדרה המדויקת של עקרון בסיסי זה של הלוחמה האווירית, כדי למנוע תהליכים של ריכוז יתר. יש להזהיר, כי בעתות שלום יש נטייה לריכוז השליטה במערכות ארגוניות וטכנולוגיות מורכבות. אולם בשעת מלחמה עלולה מערכת זו להיסתם, להיכשל בתפקודה ואפילו להתמוטט כליל.

3. רב-תכליתיות (ורסטיליות) וגמישות

מושג הורסטיליות מקורו באפיון אמצעי הלחימה העיקרי – המטוס. בשנותיה הראשונות של התעופה הצבאית, ראה גנרל דואה את המפציץ כמטוס המסוגל לקטול מטרות על הקרקע ובה-בעת להגן על עצמו מפני מטוסי קרב. לאחר מכן אופיין המטוס ככלי למשימה אחת: מטוס קרב, מפציץ וכדומה. זרוע האוויר אמורה לאמץ את התפיסה הורסטילית, הן לגבי המטוס והן לגבי עקרון הפעלתו של הכוח האווירי. הביטוי האופטימלי של המטוס הורסטילי בשירות זרוע האוויר היה מטוס הפנטום במלחמת ההתשה, במלחמת וייטנאם ובמלחמת יום הכיפורים: הוא תפקד כמטוס יירוט בכל מזג-אוויר וכמטוס תקיפה רב-עוצמה.²¹

תכונות היסוד של כוח אווירי הן שמאפשרות לו

להגיב במהירות בטווחים ארוכים, לרכז מאמץ גדול לפרק-זמן קצר או ארוך ולתקוף מגוון רחב של מטרות. כדי לנצל תכונות יסוד אלו בדרך מיטבית, יש להפעיל את זרוע האוויר בגמישות רבה ולהפנות כוחות למשימות חדשות או לגזרות חדשות לפי התפתחות המלחמה.²² כך עשויה לשמש זרוע האוויר לניצול מכריע של הזדמנויות או כמענה משמעותי לסיכונים והפתעות. בניין כוח ורסטילי אינו רק הצטיידות במטוס ורסטילי, אלא גם פיתוח והצטיידות במערכות שליטה ורסטיליות, הכשרה ואימון של צוותות אוויר במגוון רב של משימות, הצטיידות באמצעים ובחימוש חדישים ושונים שימשו לכל משימה. בלעדי כל זה לא תמומש הורסטיליות, אשר חייבת לתפוס מקום חשוב בדוקטרינה האווירית, כפי שהגדיר טדר:

משום גמישותו הרבה של כוח האוויר, עלה בחלקו לפעול במלחמה האחרונה [מלח'ע 2] בתפקידים רבים שונים ומגוונים... גמישות כוח האוויר היא אכן אחד מקווי האופי הבולטים שלו. מבסיס אחד יש בכוחו להלום במטרות שונות על פני שטח נרחב. ולהיפך, מבסיסים מרוחקים מאוד זה מזה יש בכוחו להלום במטרה או במערכת מטרות אחת.²³ כוח אווירי נדרש לפתח ורסטיליות וגמישות במילוי תפקידיו כדי להצדיק את המשאבים היקרים המושקעים בו, כדי להפיק מהמספר המוגבל של אמצעי הלחימה שברשותו את מרב התועלת המבצעית, וכדי לשמר את כוחו למשימות הבאות.

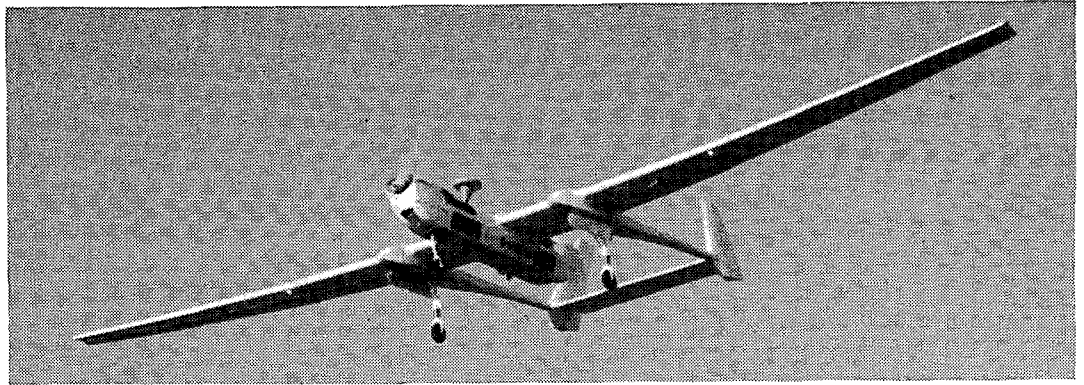
הורסטיליות באה לידי ביטוי גם בבחינת פעילותו של הכוח האווירי על ציר המרחב והזמן: יכולת לפעול מבסיסים שונים נגד מקבץ מטרות או מערכת מטרות אחת, יכולת לפעול מבסיס אחד נגד מטרות שונות בסוגן ובמקומן, יכולת לפעול בתנאי מזג-אוויר וראות שונים וקשים, יכולת להגיב בקבועי-זמן קצרים וגם לבצע משימות הכרוכות בתכנון יסודי וממושך.

לכושר תגובה קצרה יש שתי משמעויות: (א) היכולת להפעיל את מרב הכוח האווירי כאמצעי ראשון בבלימת מתקפת פתע כוללת ולהגנת המדינה; (ב) היכולת להזניק כוחות מצומצמים לביצוע משימות הנובעות ממצבי חירום, כמו חדירת מטוסים או כוחות יבשה בהפתעה, חילוץ מידי של נפגעים או משימות מודיעין דוחקות.²⁴ פן נוסף של הגמישות הוא ההסתגלות למצבים משתנים ומציאת פתרונות חדשים לאתגרים בלתי צפויים בעת מלחמה, כפי שתיאר בן-אליהו:

בכל ממדי ההתקפה האווירית עברנו מפרופיל קשיח, מוכן ומתוזמן מראש, לפרופיל גמיש, משתנה, מגיב, נשלט ונתמך מערכתית. השינוי מאפיין... את כל שטחי הפעילות של חיל האוויר: לוחמה באוויר, לוחמה בתנאי אור ומזג-אוויר, שיטות לסיוע ואמנעה, חילוץ, הגנה מקומית ולחימה בים.²⁵

4. קטילה כתמצית הלחימה

יכולתו של כוח אווירי נמדדת בכושרו לקטול מטרות.



'איכותית' – בה משתמשים במושגים 'עיכוב והשהיה', 'השפעה מורלית' וכדומה.

זרוע האוויר חייבת לנקוט ברוב המקרים בשיטה הכמותית, וזאת משני טעמים. האחד – כאשר המשימה העיקרית של הכוחות הלוחמים היא השמדת כוחות וכיבוש שטח, הרי שמשימת השמדה המוטלת על זרוע האוויר היא משימה עצמאית שלה ובאחריותה.²⁹ והטעם השני הוא, כי בלי הישגים כמותיים מוגדרים, כמעט שאי אפשר לבצע הערכה איכותית בת-משמעות. הצורך בשיטות ניתוח כמותיות הוא שהביא להתפתחות חקר הביצועים וניתוח המערכות בחיל האוויר הבריטי בימי מלחמת העולם ה-2.³⁰ יש לשים דגש על פיתוח מערכות נשק, ועל שיטות תקיפה וטקטיקות המאפשרות פגיעה מדויקת. בחיל האוויר האמריקאי הוחל בפיתוח אמל"ח מדויק, בשלבים מוקדמים יחסית להתפתחות הטכנולוגיה הישימה לכך. בחיל האוויר הישראלי הודגשו הישגים כמותיים של צוותות האוויר בנושאי אימון עיקריים, כגון: מטווחים, ירי אוויר-אוויר, קרבות אוויר, ועוד. אילוצי משאבים וסד"כ קטן, לעומת מגוון המשימות, מחייבים את זרוע האוויר, למצות מכל משאב את המירב מבחינת תרומתו לתוצאות מדידות כמו קטילה והשמדה. בתהליך מתמיד של בחירה בין דרכים חלופיות להקצאת משאבים, יתפתח אפוא כוח אווירי המתמקד בקטילת מטרות והשמדת כוחות, כפי שטען רוס:

תכונת 'המדידות' והצורך להשיג הישגים מדודים, לא רק נגד יריב פסיבי (הפצצה של מטרה קרקעית...) אלא גם נגד יריב אקטיבי [טייס אויב], הביאה להערכת התפוקות של הטייסים בינם לבין עצמם, ויותר מכך חלחלה לכל תחומי החיים של חיל האוויר.³¹

5. שימור הכוח

לעקרון אסטרטגי זה יש השלכות ייחודיות עבור זרוע האוויר ברמה הדוקטרינרית. שומה על זרוע האוויר לבנות את כוחה ולהפעילו בדרך שתאפשר את שימור מרב הכוח במשך המלחמה ובסימומה. מספרן המועט של מערכות הנשק העיקריות ופגיעותן הרבה, והצורך החיוני בכוח אווירי חזק עד תום הלחימה ולאחריה, מחייבים דבקות בעקרון שימור הכוח.³² הביטוי לעקרון זה ברמה

מאחר שאין ביכולתו לכבוש ולהחזיק בשטח, הרי שהוא מתכנן ופועל בדרך של גילוי מטרות וקטילתן. לפיכך צריך שיהיו לו כמה יכולות: קטילת מספר רב של מטרות בזמן קצר, הבחנה בין עדיפויות וקטילת המטרות לפיהן, השמדת מערכים שלמים של כוחות הגנה אווירית, כוחות יבשה ותשתיות אסטרטגיות בעומק שטח האויב.²⁶

מימוש עקרון הקטילה ידע עליות וירידות. במלחמת העולם ה-2 השיגו מטוסי תקיפה, כמו ה'שטוקה' הגרמני, יכולת קטילה טובה יותר מאשר במלחמת העולם ה-1, בשל הגדלת כושר נשיאת חימוש ושינוי קוטר התותחים/מקלעים ודיוקם, לעומת היכולת המוגבלת להפילם. מיצוי המרבי של עקרון זה היה במלחמת ששת הימים: בה הועצם כושר הקטילה של מטוסי חיל האוויר הישראלי, ואילו היכולת להפילם עדיין לא הבשילה. לעומת זאת, מפצצים כבדים 'אסטרטגיים' לא הצליחו להגיע לרמות פגיעה סבירות עד להופעת הנשק הגרעיני.²⁷ לדוגמה: רק 2.2% מפצצותיו של חיל האוויר ה-8 של ארצות הברית, במתקפתו במלחמת העולם ה-2 על מערכת הדלק הגרמנית, הצליחו לפגוע במטרות שהוכתבו.²⁸ במלחמת ההתשה ובמלחמת יום הכיפורים השתכללו מערכי הטק"א המצריים מתוצרת סובייטית, ואילצו את מטוסי התקיפה הישראליים להתרחק עד מאוד ממטרותיהם, או לחלופין לשהות פרקי-זמן קצרים מאוד מעל אזור המטרות. כתוצאה מכך נחלשה מאוד היכולת של מטוסי ישראל לרכוש מטרות ולדייק בפגיעה, ולפיכך היכולת לקטול מטרות קרקעיות. במלחמת לבנון ובמלחמת המפרץ נעה המוטלת לכיוון הנגדי: זרועות האוויר פיתחו נשק מונחה מדויק לקטילת מטרות בקצב גבוה, נש"מ ארוך-טווח לקטילת מערכי טק"א ולהשגת עדיפות אווירית (HARM, AGM-130), וכן מערכות לוחמה אלקטרונית ליצירת עדיפות אווירית במידה מספקת לצורך קטילת מטרות מהירה ויעילה.

גם בעתיד תימשך ההתמודדות בין יכולת כוח אווירי לממש את עקרון הקטילה לבין כלל האמצעים (כולל כוח אווירי) לנטרלו.

יעילותו של כוח אווירי נשקלת בשתי שיטות הערכה: כמותית – בה מודדים את התפוקות בנות המדידה של מבצעי זרוע האוויר כגון: מספר הפלות מטוסים, מספר השמדות טנקים, קצב הקטילה ומספר אבידות; ושיטה

האופרטיבית-אסטרטגית היא הגדרתו של מפקד חיל האוויר הישראלי, האלוף עברי:

מרגע שהוחלט על יציאה למלחמה, הרי המשימה היא לסיימה במהירות ובמספר אבדות נמוך ככל האפשר.³³

הביטוי ברמה הטקטית הוא הדרישה לשרידות מרבית של מערכות הנשק ומערכות אחרות. שחיקת הכוח תלויה בכמה גורמים, והעיקריים הם: אופי האיומים (עוצמה וסוג) על הכוח האווירי, קצב הפעילות של הכוח, ומשימותיו. גורמים אלו נשלטים על-ידי מקבלי ההחלטות (אפשר לבחור לתקוף באזור שאינו מוגן היטב, להאט את קצב הפעילות ולקבוע משימות הכרוכות בשחיקה נמוכה). גורמים נוספים הם: האיכות היחסית של אמצעי הלחימה של שני הצדדים, איכות מערכות הפיקוד והשליטה, איכות כוח האדם, איכות קבלת ההחלטות, תנאי ראות ומזג-אוויר, ועוד. בקרב על בריטניה במלחמת העולם ה-2 היה הבריטי 1.57%, שנחשב מעל ליכולת הספיגה שלו עקב קצב הגיחות הגבוה ואי-האפשרות להשלים את החסר. לעומת זאת, בהפצצות האסטרטגיות על גרמניה, סבל פיקוד המפציצים הבריטי אבדות בשיעור 4%, שנחשב בר-ספיגה עקב קצב הגיחות האטי והיכולת לייצר מפציצים ולהכשיר צוותות אוויר חדשים בקצב מהיר מזה של השחיקה.³⁴

אחת הסכנות האורבות לפתחה של פעילות כוח אווירי היא השאיפה לפעילות אינטנסיבית מרבית בחלקה הראשון של מלחמה. אך אבדות רבות של הכוח עלולות להחליש או לשתק את פעילותו בהמשך הלחימה, כאשר עוצמתו דרושה כדי לנצל הצלחות או להתגבר על כשלונות. כושרה של זרוע האוויר להיות גורם מרכזי במלחמה, מותנה באיזון מתמיד בין השאיפה לתוצאות לבין שמירת הכוח לזמן ארוך. שימור הכוח תורם לעמידותם של הקברניטים הצבאיים והמדעניים, ליתר תעוזה ויוזמה במערכת המבצעית, לבטחונם העצמי של הדרג המבצע, ולקיומה של העוצמה הצבאית הכוללת. הנחת היסוד של עקרון שימור הכוח היא אפוא:

כוח אווירי חזק הוא חיוני בכל זמן המלחמה ובסימומה, כדי לשמר את כושר ההרתעה, לאפשר משא-ומתן מדיני מעמדה של כוח, ולאפשר שוב את הפעלתו היעילה במקרה הצורך.

השפעת עקרון שימור הכוח על זרוע האוויר

זרוע האוויר סובלת משלוש רגישויות מיוחדות: רגישות רבה להיפגעות כל הפלטפורמות האוויריות, פגיעות גבוהה של תשתית מורכבת ויקרה מאוד ורגישות להיפגעות כל מערכות הנשק בהיותן על הקרקע. די שתיפגע אחת משלוש אלו, כדי שהכוח האווירי ינוטרל או יוחלש. משמעותו של עקרון שימור הכוח אינה אפוא כמותית גרידא, אלא גם שימור האפקטיביות של זרוע האוויר כזרוע חיונית בתפיסת הביטחון הלאומי.³⁵ מעקרון שימור הכוח מתחייב אפוא שיפור שרידות הכוח האווירי במשימותיו השונות, בהתקפה ובהגנה.

שיפור זה מושג על-ידי פיתוח והצטיידות במערכות להגנה עצמית, פיתוח והצטיידות במערך הגנה הנמצא מחוץ לאזור פעילות המטוסים, הצטיידות בנשק מונחה המאפשר למטוסים לפעול מחוץ לאזור סכנה, בניית מערכות שליטה לאיתור האיומים והכוונת המטוסים לעוקפם, לתוקפם או להימנע ממגע, פיתוח ויישום תורות לחימה התורמות לשימור הכוח.

הכוח האווירי רגיש מאוד גם להיפגעות על הקרקע. רגישות מיוחדת זו מאלצת להקצות משאבים לכיוון מרכזי נוסף בבניין הכוח: חיזוק השרידות של מטוסים ומתקני תשתית קרקעיים. לשם כך מוגנת התשתית הקרקעית היטב ככל האפשר: המטוסים אמורים להימצא בדירים תת-קרקעיים (כדוגמת מטוסי חיל האוויר העיראקי במלחמת המפרץ), ומרכזי שליטה, צומתי תקשורת ותחזוקה אמורים להיבנות גם הם מתחת לפני הקרקע, במידת האפשר. על כל אלה נוספים מערכי התרעה, מערכים נ"מ ומטוסים להגנה.

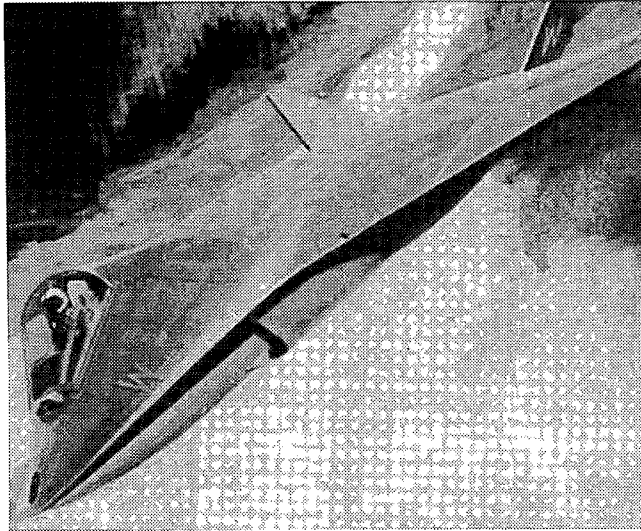
הנה כי כן, למרות הגישה ההתקפית של זרוע האוויר, הנובעת בין היתר מעקרונות המלחמה הקלסיים, נבנה מרכיב הגנתי חזק שנועד לשמר את הכוח האווירי ותשתיותיו.³⁶ לעקרון שימור הכוח יש אפוא השפעות ומשמעויות רבות וחשובות על זרוע האוויר בכללה.

6. איכות

עקרון האיכות אמור להנחות את האסטרטגיה של בניין הכוח. הוא מתפרס על שני המרכיבים העיקריים של העוצמה האווירית: כוח האדם ומערכות הלחימה. המתח בין איכות לכמות קיים בצורה ייחודית בזרוע האוויר. בתחומים רבים – צוותות אוויר, מטוסים, מסוקים, נשק ייחודי, יחידות מבצעיות וכ"כ – מוגדר צורך כמותי מזערי למילוי תפקידי זרוע האוויר, כגון: 'מסה קריטית'. מעבר לרמה הכמותית המזערית, יש לעתים קרובות יתרון ברור להשקעה באיכות מרכיבי בניין הכוח.³⁷ לדוגמה: מעבר ל'קו אדום' כמותי של מספר הטייסים יופנה התקציב ליותר שעות טיסה, כדי לספק אימון טוב יותר לפחות טייסים. כך יוכשרו אנגם פחות טייסים אך באיכות טובה יותר. הדגם היסודי בבניין כוח האדם של זרוע האוויר אמור להיות דגם האיכות, האמור להבטיח את כישוריהם הבסיסיים של צוותי האוויר, המודיעין, השליטה, הבקרה, התקשורת והצוותים הטכניים.

א. איכות כוח אדם

הכוח האווירי חייב להתבסס על כוח-אדם באיכות גבוהה כדי להשיג ולקיים בכל עת רמה גבוהה של ביצועים באבדות מועטות ביותר. איכות גבוהה ומעולה של כוח-האדם, בזרוע האוויר בכללה, היא הפתרון לנחיתות כמותית אפשרית בינה לבין אויבה, וכן ליחס המספרי הנחות בין המצוי לבין הרצוי והדרוש לה לשם ביצוע מגוון התפקידים והמשימות: הפעלה ומיצוי של מגוון הטכנולוגיות, אמצעי הלחימה, מערכות הנשק ומערכות



דגם של מטוס התקיפה הבריטי של שנות האלפיים

משימותיו. כדי לקיים ולהגדיל את היתרון הנובע משימוש בטכנולוגיה מתקדמת, מחזיקות זרועות האוויר גופים העוסקים בפיתוח ובהנחיית הפיתוח מחוץ לזרוע האוויר, כדי לוודא שהעיסוק נשאר צמוד לצורכי זרוע האוויר. קצין בכיר בצה"ל תמצת תפיסה זו:

מסתמנת מגמה היסטורית המתבטאת בירידת חשיבותם של צבאות גדולים ובעליית חשיבותו של יתרון טכנולוגי בהשוואה לאויב... רק אנשים מוכשרים ביותר, בעלי סגולות טבעיות וחינוך מקצועי מתאים, מסוגלים לקדם את הטכנולוגיה הצבאית.⁴⁰ שילוב כוח האדם והטכנולוגיה הוא מיצוי עקרון האיכות. הם תומכים ומשלימים זה את זה. הטכנולוגיה מעמידה לרשות הארגון וכוח האדם אמצעי לחימה ומערכות נשק, המבוססות על טכנולוגיות מתקדמות, שאיכותן גבוהה ומאפשרת למצות את יתרונן האיכותי הכולל.

מיצוי טכנולוגיות מתקדמות כמרכיב בניין הכוח
נתח נכבד ממשאבי זרוע האוויר אמור להיות מכון לפיתוח והצטיידות במערכות נשק ואמל"ח. מעבר לרמה הכמותית המזערית יש כנראה יתרון ברור להשקעה באיכות מרכיבי בניין הכוח. לדוגמה: מעבר ל'קו אדום' כמותי של מספר מטוסים, מושקעים המשאבים במטוסים מתקדמים ביותר, ובשיפור משמעותי של מטוסים קיימים. ברוב תחומי האמל"ח מצטיידת זרוע האוויר במערכות בעלות איכות גבוהה כדי להשיג מדדי ביצוע גבוהים בתנאי סביבה שונים ומשתנים. זרוע האוויר חייבת להדגיש במיוחד את מרכיב הטכנולוגיה המתקדמת כגורם דומיננטי בבניין הכוח.

7. גישה מערכתית (System Approach)

מבצע מערכת

מבצע מערכתי כולל מגוון אמצעים ויחידות הפועלים

שליטה שהן עיקר מניינה ובניינה של זרוע האוויר; הפעלת מערכת לוגיסטית ותחזוקתית, הפעלת מערכות בקרה ונ"מ, ועוד.

למימוש עקרון האיכות, חייבת אפוא זרוע האוויר לפתח את מודל איכות כוח האדם.

מודל איכות כוח האדם

מודל האיכות מתבסס על כמה כללים, שהבולטים הם: מיון קפדני של המועמדים לגיוס, הכשרה מאומצת ומתמדת, הקפדה על רמת ביצועים גבוהה, תחקור והפקת לקחים בלי פשרות, ניפוי מתמיד של בלתי מתאימים, תחרותיות ושאפה למצוינות, וקידום המצוינים. ולבסוף, העלות הינה הגורם המוביל בזרוע האוויר. הרקע של מודל איכות כוח האדם הוא:

מערכת תחרותית... כחיל האוויר הכוללת בתוכה אוכלוסייה צעירה ופעילה השואפת להישגיות ולעתים למצוינות.³⁸

מיון קפדני של כוח האדם

התנאי ההכרחי והיעיל ביותר, אם כי לא מספיק, ליצירת זרוע אוויר מעולה, הוא: מיון קפדני של המתנדבים והמגויסים אליו. מיון שאינו קפדני דיו מביא לידי כך, שכל המאמצים והמשאבים המושקעים בהכשרת טייסים, מאפשרים רק שיפור מסוים מאוד בכישוריהם וביכולות הביצוע הקרבי שלהם. ברם, להשגת ביצועי שיא ברמה הגבוהה ביותר נחוץ מיון חמור ביותר, שכן רק מגויסים בעלי כשרים מצוינים יוכלו להגשים את הנדרש והמצופה. בניית זרוע אוויר מעולה, מביאה להיפגעויות ואבידות במספר מועט מאוד. ואמנם, זרוע האוויר זקוקה רק למספר מצומצם של טייסים חדשים מדי שנה בעלי כישורים ומיומנויות גבוהים במיוחד, כדי להתמודד בהצלחה עם האתגרים הרבים והשונים. לפיכך יש לאפשר לה למיין היטב את המועמדים ולהכשירם בצורה מיטבית תוך חסכון במשאבים (שעלולים היו להתבזבז על מועמדים בעלי פוטנציאל נמוך יותר), כפי שתיאר ויצמן:

חיל האוויר... נשען על איכותו של הטייס... ישנה מידה מסוימת של אכזריות בסלקציה הגבוהה שהחיל נוהג ביחס לטייסיו... כדי שאפשר יהיה לדלות את הטובים ביותר, בעלי האיכות הגבוהה במיוחד, היה צורך לברור אותם מתוך רבים מאוד... ולקבל בסופו של דבר, בקו הסיום, את הקומץ המבורר, המבוצר ביותר, שרק אנשיו יוכלו להיות הטייסים הטובים בעולם.³⁹

ב. מיצוי טכנולוגיות מתקדמות

זרוע האוויר היא כוח עתיר טכנולוגיה מתקדמת, המשתמש באמצעים ובמערכות מתוחכמים. אלה משלימים את מרכיבי כוח אדם איכותי, דוקטרינה וארגון. המכפלה הסינרגטית של מרכיבים אלו מאפשרת לכוח אווירי להגיע לרמות גבוהות ביותר של תכנון, ארגון וביצוע

עדיפות אווירית מעל המרחב האופרטיבי, אין די בהשמדת מערך הטק"א. בה'בעת יש לתקוף את כוח היירוט של האויב, להגן על המרחב מפני תקיפות אויב, לשתק את מערכת השליטה והבקרה, ועוד. התכנון והביצוע אמורים להתרכז באותם מרכיבים של הערכת מטרות, אשר השמדתם תבטיח את ביצוע המשימה.⁴⁵ לשם כך יש לבנות את הכוח האווירי באופן שיוכל לפעול בחלק מעוצמתו בכל המרחב האסטרטגי, ובכל עוצמתו במרחב האופרטיבי. דוגמה לפעולה במרחב האסטרטגי היא תקיפת מרחב בגדד במלחמת המפרץ על-ידי חיל האוויר האמריקאי, ואילו תקיפת כוחות הצבא העיראקי בכווית היא דוגמה לפעולה במרחב האופרטיבי.

משמעות עקרון התרומה לרמה האופרטיבית אסטרטגית היא ראשית לכל, כיסוי הטווח וקצב הפעילות, התואמים את מרחבי הפעילות הגדולים יחסית. עקרון זה הוא גם קרמנחה לכל תכנון הפעילות של זרוע האוויר והפיקוד עליה בשעת לחימה: פעמים רבות נתבע הכוח האווירי לפעול ברמה המיקררטקטית, שמשמעותה פיזור למשימות קטנות רבות בלי שיוכל לרכז את עוצמתו להכרעת מהלך אופרטיבי או אסטרטגי. שומה על הדרג השולט להעריך את התכנונים המבצעיים ולקבוע דרכי פעולה לפי העקרון שברוב המקרים שבהם יש התנגשות אינטרסים, עדיפה לאין ערוך תרומתו של הכוח האווירי לרמות האופרטיבית והאסטרטגית מאשר פיזור מאמצים לפתרון קשיים מקומיים ברמה הטקטית.

9. אחריות כוללת

זרוע האוויר אינה צבא עצמאי. היא כפופה למפקד הצבא כולו ולדרג האזרחי העליון. כפיפות זו אינה רק פיקודית אלא גם בגיבוש התפיסה האופרטיבית. הקשר בין תיחום האחריות לבין הקצאת משאבים הוא הדוק ביותר: ככל שירבו ויגדלו תחומי האחריות של זרוע האוויר, כן אמורים לגדול המשאבים המוקצים לשם השגת היכולות הנדרשות כדי לשאת באחריות. המאבק על משאבים הוא גורם עיקרי לחריפות העימותים בסוגיית תיחום האחריות והסמכות. לפי התפיסה האבסטרקטית:

זרוע האוויר חייבת לשאת באחריות הכוללת, ולקבל את מלוא הסמכויות, חופש ההחלטה והפעולה הדרושים כדי לעמוד ביעודה ובתפקידיה הבסיסיים. כדי שזרוע האוויר תוכל לשאת באחריות כוללת, יש לספק לה, בהתאם ליכולת הלאומית, את המשאבים והסמכויות הדרושים לה לביצוע משימותיה. פלד הגדיר זאת כך:

המבדיל בין 'משימת יסוד' ו'משימה אפשרית'... הוא במידת האחריות הכוללת לאי-הצלחה והסמכות הניתנת לנושא באחריות.

משימת יסוד הינה זו שזרוע האוויר אחראית להצלחתה או לאי-הצלחתה, ולכן מוסמכת לגבי כל הדרוש לביצועה.⁴⁶

עקרון האחריות הכוללת משלים את עקרונות אחדות הפיקוד, הגישה המערכתית והגמישות. אחדות הפיקוד,

במשולב כמערכת-על, כדי להשיג משימה אחת. כוח אווירי כולל מגוון רחב של אמצעים ומערכות; משימותיו הן מורכבות וקשות להשגה, ויעדיו מוגנים היטב. שומה על כוח אווירי להפעיל כמה מערכות ויחידות במשולב כמערכת-על, כדי לבצע את משימותיו בהצלחה, בזמן קצר ובמיעוט אבידות ככל האפשר. תיאורו של טופלר מציג היטב את עקרון הגישה המערכתית:

הטייס של היום אינו עוד זאב בודד בתא הטייס. הוא מהווה חלק ממערכת רחבה, מורכבת ואינטראקטיבית, הזוכה לגיבוי של מפעילי מל"ם במטוסי אווקס לצורך קבלת התרעה מוקדמת על התקרבות אויב, של מומחי לוחמה ולוחמת-נגד אלקטרונית על הקרקע ובאוויר, של קציני תכנון וביון, ושל מנתחי נתונים ואנשי תקשורת.⁴¹

להפעלה משולבת יש שני יתרונות:

אפקט סינרגטי: להפעלה משולבת של כמה מערכות ויחידות יש מכפלה סינרגטית, המאפשרת להשיג תוצאות טובות יותר באמצעות כוח קטן יותר.⁴²

יתרונות: אם אחת המערכות אינה מתפקדת כמצופה ממנה, עשויות מערכות אחרות המשולבות במבצע לחפות על חסרונה ולהביא לביצוע המשימה. ככל שתנאי הלחימה קשים יותר – יחסי הכוחות, עוצמת האיומים והתרחיש הספציפי חמורים יותר – כך מסוגלת גישה מערכתית להיות מכפיל עוצמה, אשר יקבע את תוצאות המבצעים והמערכות האוויריות. בן-אליהו סיכם סוגיה זו בהיבט היסטורי:

מלחמת יום הכיפורים מהווה תפנית מכרעת בשינוי תורת הלחימה של חיל האוויר. התפנית נבעה מכך שנוצרו שינויים בכל ממדי הפעולה של חיל האוויר, החל מהמציאות הפוליטית-בטחונית, דרך חידוש עמוק בממדי האיום, שיטת ההגנה של האויב, המודיעין ומשך הלחימה... לא עוד רציונל שרשרת אחד ויחיד, הנובע ממכת-נגד ומהפתעה נגד מטרות מפוזרות, אלא גמישות, שילוב ומדרוג בהתקפה לניצול כל מערכת וממד אפשרי.⁴³

8. תרומה לרמות האופרטיבית והאסטרטגית

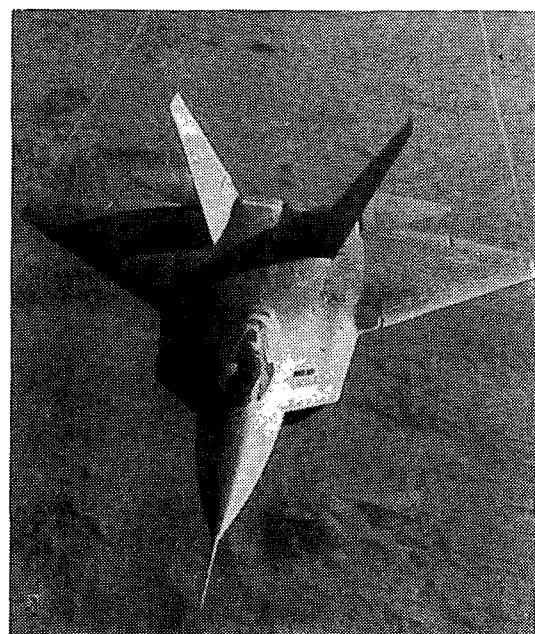
הפוטנציאל הגלום בכוח אווירי גורם שבעת לחימה אינטנסיבית יוטלו עליו משימות רבות ו'גדולות', מעבר ליכולתו למלאן. לכן יופנו בדרך-כלל מרכיבי הכוח להשגת משימות ברמות האופרטיבית והאסטרטגית, מתוך הנחה שהן חשובות וחיוניות.⁴⁴ הקצאת כוחות אוויריים להשגת משימות מיקררטקטיות היא משנית בחשיבותה, בדרך-כלל; לפיכך יוקצו כוחות למשימות אלו רק במצבים מסוימים.

מבצע נגד מערכת מטרות – מבצע כזה הוא פעולות נגד מערכת של מטרות שונות, כדי להשיג יעד עיקרי אחד. כדי למלא כל אחד מתפקידי היסוד של זרוע האוויר, יש לתקוף מערכת שלמה של מטרות. לדוגמה: כדי להשיג

בלוחמה בכלל ובלוחמה האווירית בפרט. עקרונות אלו מנוסחים ומכוונים לכוחות האוויר המודרניים. יחד עם זאת, ההתפתחות בטכנולוגיה הצבאית ואמצעי הלחימה עושה את זרועות היבשה והים לדומות יותר ויותר, בתכונות רבות, לזרוע האוויר. לדוגמה עליית חשיבות הקטילה וחיוניות הצורך בשימור הכוח, קשורות במיוחד לנושאים כמו נשק מונחה מדויק, תקשורת, מערכות עיבוד נתונים, חישנים ומערכות שליטה – המשמשים במיוחד בזרוע האוויר. ככל שתהליכי המודרניזציה של הצבאות יוסיפו להתפתח בקו זה, כן תהיה לעקרונות משמעות רבה גם לזרועות האחרות.

מימוש כל עקרון מחייב שילוב ותמיכה בעקרונות אחרים. לדוגמה: עקרון הקטילה כתמצית המבצעים נתמך בעקרון האיכות – בכוח אדם, בתכנון מבצעי ומערכת השליטה. הוא מחייב מיצוי טכנולוגיות מתקדמות ומערכות נשק עתירות ביצועים, וכן את השימוש בעקרון הגישה המערכתית. תרומתו היא בעיקר לרמה האופרטיבית-אסטרטגית. אחדות הפיקוד תאפשר הפעלת מגוון מערכות בצורה מיטבית, האחראיות לקטילה תהיה כוללת, ועמה הסמכות והאמצעים למימוש עקרון הקטילה. הדרישה ליחס קטילה-שחיקה גבוה, הוא פועל יוצא מעקרון שימור הכוח. היכולת להעביר כוחות ממבצע למבצע ולשלב אמצעים שונים למשימה אחת נובעת מעקרון הוורסטיליות. אחדות הפיקוד היא שיטה ארגונית חיונית למימוש רוב העקרונות הנלווים אליה, כמו ורסטיליות וגמישות, גישה מערכתית ואחריות כוללת.

עקרונות הלוחמה האווירית ועקרונות הלוחמה בנשק מונחה מדויק,⁴⁷ חיוניים למלחמה המודרנית על כל זרועותיה. כמה גורמים משפיעים על כיווני התפתחותה. ראשית, מעורבותה הגוברת והולכת של הטכנולוגיה ויישומיה במחקר ובחשיבה הצבאית, מחייבים הגדרה מדויקת של המושגים והתפיסות אשר לפיהם נבנית ומופעלת עוצמה צבאית. שנית, בקרב היבשה המוכר, עד לדרג האופרטיבי ברמת מפקד דוויזיה ואולי אף למעלה מזה, יש מפגש ישיר של הלוחם והמפקד עם שדה הקרב. ואילו הלוחמה המודרנית, ובמיוחד הלוחמה האווירית והלוחמה באמצעות נש"מ בכינון עקיף, היא במידה רבה פרי הדמיית המציאות בכל דרגי הלחימה והפיקוד, החל בלוחם וכלה במפקד על המערכה כולה. מרכיב נכבד במידע הזורם אל הטייס או מפעיל משגר הנש"מ הוא מידע 'מלאכותי', שנוצר על-ידי חישנים ארוכי טווח. מידע זה מוזרם ומוצע למפעיל מעל גבי מפות או צגים למיניהם. על המפעיל לפענח את התמונה המלאכותית ולהופכה למידע זמין. המפקדים ברמות האופרטיבית והאסטרטגית מקבלים גם הם תמונת מצב סימולטיבית לחלוטין, שעברה 'פרשנות' של מפעילים או מערכות ממוחשבות, בלא כל מגע ישיר עם שדה הקרב המציאותי. דרך זו של מידע, פירושו וניצולו מגבירים את הצורך בחשיבה יצירתית מופשטת. שלישית, ממד המרחב – גדול ותלת-ממדי – של הלוחמה האווירית, וממדי הזמן הקצרים שבהם משתנה תמונת המצב, גורמים שהסביבה



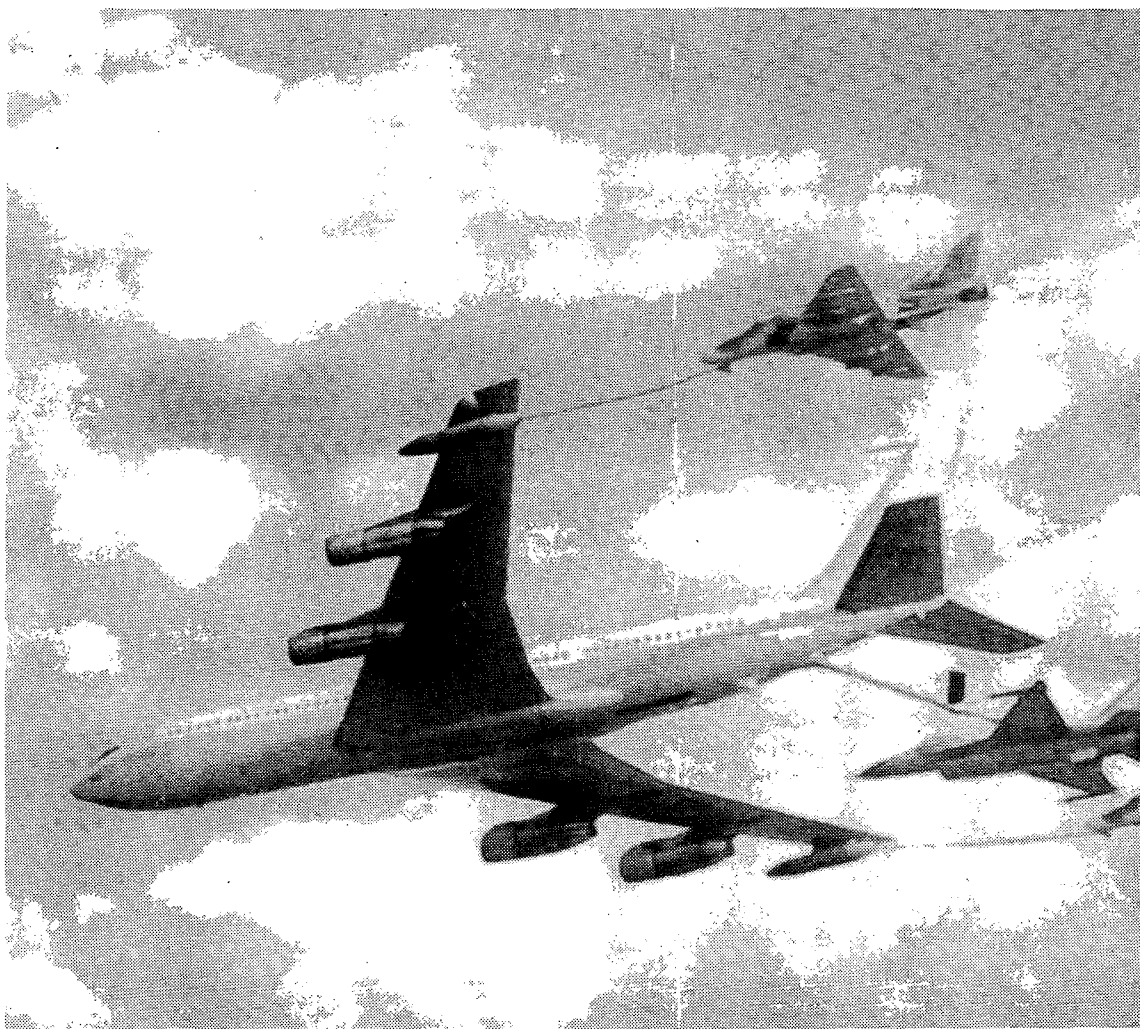
F-22

אחריות כוללת ומלוא הסמכויות מעניקים למפקד עצמאות במילוי משימותיו. זו מאפשרת ניצול מיטבי של תכונות היסוד של הכוח האווירי, ללא החולשות הנובעות מהצורך בתיאום ותלות בזרועות אחרות, בהתכוננות ובמשך הלחימה.

כדי לשאת באחריות כוללת דרושה אמנם יכולת מבצעית מעולה, אך אין די בה לבדה. לשם כך זרוע האוויר צריכה להיות מוכנה היטב תמיד. מוכנות זו דורשת הכשרה, כוח-אדם, אמצעים, ציוד, מערכות ואחזקה ברמה גבוהה ומתמדת. כדי לקיים כל זאת אמורה זרוע האוויר ליטול על עצמה את האחריות להקים ולהפעיל את כל המערך הלוגיסטי הדרוש לשמירת המוכנות, הכוננות והכשירות של הציוד המופעל במלחמה וברגיעה. נשיאה באחריות כוללת מחייבת בניין כוח המסוגל לבצע את כל משימותיו ללא תלות וללא סיוע באמצעים מזרועות אחרות. משמעות הדבר היא: סמכות שימוש עצמאית באמצעים אשר ברגיל הם בין-זרועיים, כגון אמצעי מודיעין, לוגיסטיקה, תקשורת, חלל, וכדומה. הצטיידות כזאת והקמת יחידות כאלו יטילו עומס גדול על משאבי זרוע האוויר. קיים מתח מתמיד בין השאיפה להצטייד בכל האמצעים הדרושים לנשיאה באחריות כוללת, לבין האפשרות המוגבלת להצטייד בהם.

ד. סיכום

עקרונות הלוחמה האווירית נובעים מתנאי הסביבה, האילוצים והיתרונות המיוחדים לה, ויסודם הרחב יותר הוא תיאורטי ואמפירי. הם נשענים על עקרונות המלחמה ועל התנאים האובייקטיביים של זמן ומרחב, והם מעוגנים



מערכת לתידלוק אווירי שהותקנה במטוס B-707

הטוען שמושגים הם אבני היסוד של כל פיתוח חשיבתי.⁴⁹ עקרונות הלוחמה האווירית עשויים לספק מענה לארבעת הצרכים שהוגדרו כאן, ומהווים תשתית תפיסתית אשר מגשרת על הפער בין טכנולוגיה צבאית לבין יישומה והשימוש בה.

תהיה רבת-עמימות ואירודאות ומאלצים עיצוב דגם חשיבה שאינו נובע מ'שחזור' תמונת קרב ידועה ומוכרת מן העבר.⁴⁸ ולבסוף, המפקדים ברמות הגבוהות זקוקים, לפי גישת המחקר, לדגמי חשיבה ודרכים להקנייתם. הצורך במושגים מוגדרים מתבסס על הזרם בחקר החשיבה,

הערות

5. N. Falkoner, "Unmanned Vehicles and the Future of Air Power", *Jane's Defence Weekly*, April, 1985, p. 681.
6. יהושפט הרכבי, **מלחמה ואסטרטגיה**, מערכות, תל-אביב, 1990, עמ' 341-342.
7. E.N. Luttwak, *Strategy. The Logic of War and Peace*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987, pp. 240-241.
8. Joint Chiefs of Staff, *Dictionary of United States Military Terms for Joint Usage*, Washington D.C., 1964, p. 135.
9. המטה הכללי, עקד כללי, 1-300, מילון מונחים צבאיים,

1. סון טסו (500 לפנה"ס), **חכמת המלחמה**, מערכות, תל-אביב, 1972.
2. אלפרד תיר מהן, **השפעת העוצמה הימית על ההיסטוריה**, מערכות, תל-אביב, 1985.
3. לורד טדר, **עוצמת אוויר במלחמה**, מערכות, תל-אביב, 1986, עמ' 69-79; עזר ויצמן, **לך שמים לך ארץ**, ספרית מעריב, תל-אביב, 1975, עמ' 94-95; USAF, *Basic Aerospace Doctrine of the USAF AFM I-1*, Vol. I (1991), pp. 5-6.
4. בנימין פלד, **"לוחמת אוויר-שטח"**, מערכות, 271-270 (אוקטובר 1979), עמ' 69; USAF, *Basic Aerospace Doctrine of the USAF, AFM I-1 Vol. II* (1992), pp. 63-78.

10. תל-אביב, אל-ס'מה"ד, 1950.
11. AFM I-I, Vol. II (1992), p. 124.
12. G. Douhet, *Command of the Air*, Coward McCann, N.Y., 1942, p. 181.
13. טדר, עמ' 22-40.
14. J.A. Warden, *The Air Campaign — Planning for Combat*, National Defense University Press, Washington D.C., 1988, p. 13.
15. יגאל אלון, מסך של חול, הקיבוץ המאוחד, תל-אביב, מהדורה שנייה מורחבת 1968, עמ' 378.
16. מ' הוד, ראיון עם המחבר, יולי 1993.
17. טדר, עמ' 70-71; 8. AFM I-I, Vol. I (1992), p. 8.
18. דן טולקובסקי, מעצמות לקדש — חילהאוויר בשנים 1956-1949, משרד הבטחון, ההוצאה לאור, תל-אביב, 1990, עמ' 8.
19. M. Van Creveld, *The Transformation of War*, Free Press, N.Y., 1991, p. 121.
20. M. Van Creveld, *Command in War*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1985, p. 261.
21. מ' הוד, ראיון עם המחבר, יולי 1993.
22. ויצמן, עמ' 194-196.
23. ב"ה לידל-הארט, אסטרטגיה של גישה עקיפה, מערכות, תל-אביב, 1980, עמ' 361.
24. טדר, עמ' 69. ההדגשה במקור.
25. טולקובסקי, עמ' 8.
26. א' בן-אליהו, "לוחמה באוויר", מערכות, 332 (ספט-אוק' 1993), עמ' 16.
27. בנימין פלד, "מכתב", מפרי עטם של מפקדים, חילהאוויר, תל-אביב [ללא תאריך. נכתב כנראה ב-1978], עמ' 54.
28. שמואל גורדון, עימות באויר: פרקים באסטרטגיה האווירית של גרמניה ובריטניה 1945-1914, מערכות, תל-אביב, 1985, עמ' 76-77.
29. D. Macisaac (ed.), *The United States Strategic Bombing Survey [USSBS] Oil Division, Final Report*, Garland Pub. Inc., 1976 (1945), Fig. 7.
30. בנימין פלד, "לוחמת אויר-שטח", עמ' 71.
31. תיאור מעניין של אחת הקבוצות הראשונות, ראה: ר"ו ג'ונס, מלחמה סודית ביותר, מערכות, תל-אביב, 1984.
32. ג' רוס, "פיקוד, ערכים, משאבים — הדגם של חיל האוויר", מנהיגות וערכים (לקט מאמרים), חיל החינוך, יוני 1991, עמ' 80.
33. שמואל גורדון, "עקרונות הלוחמה בנשק מונחה מדויק", מערכות, 308 (אפריל 1987), עמ' 22-26.
34. דוד עברי, "פיתוח וייצור אמצעי לחימה", בטחון ישראל באספקלריה של 40 שנה, דפי אלעזר מס' 11, המרכז ללימודים אסטרטגיים, תל-אביב, 1988, עמ' 44.
35. J. Alford, *The Impact of New Military Technology*, IISS, Hampshire, 1984, p. 125.
36. אלון, עמ' 63.
37. ויצמן, עמ' 177.
38. סא"ל יצחק [בן-ישראל], "ובקש חכמה וחשבון", איכות וכמות, מערכות, תל-אביב, 1985, עמ' 36-43.
39. תא"ל י', "כח האדם בצה"ל: מגמות ההתפתחות ואתגר המחר", מערכות, 320 (מאי-יוני 1993), עמ' 4.
40. ויצמן, עמ' 178. על תהליך המיון והתשתית התפיסתית שלו, ראה: שם, עמ' 212-225.
41. אל"מ בנימין, "לא עוד 'תרבות של כידונים'", איכות וכמות, מערכות, תל-אביב, 1985, עמ' 390.
42. א' וה' טופלר, מלחמה ואנטי מלחמה, ספרית מעריב, תל-אביב, 1994, עמ' 92.
43. AFM I-I, Vol. II (1992), pp. 117-118.
44. בן-אליהו, עמ' 16.
45. סא"ל ש' [גורדון], "תקיפות אויר אסטרטגיות", מערכות, 175 (אוגוסט 1980), עמ' 23-27.
46. טדר, עמ' 26-28.
47. פלד, "לוחמת אויר-שטח", עמ' 71.
48. שמואל גורדון, "עקרונות הלוחמה בנשק מונחה מדויק", עמ' 22-26.
49. צבי לניר, "סף החשיבה האסטרטגית", מערכות, 326 (אוג-ספט' 1992), עמ' 10-11, 43.
50. U. Neisser, *Concept and Conceptual Development*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass., 1987; J. Piaget, *The Language and Thought of the Child*, Meridian Books, N.Y., 1955.

