

המודיעין האווירי המודרני

אל"ם (מיל') ד"ר שמואל גורדון

והאמצעים העומדים לרשותו;
3. התפיסה האופרטיבית של המודיעין האווירי.
מאמר זה אינו מתאר או בוחן מערך של מודיעין
אווירי קונקרטי אלא מנסה להציע גישה מודרנית
כללית לסוגיות שונות הקשורות לנושא זה לפי
מקורות גלויים בלבד.

התחום התחתון של המחקר מסתיים במקום
שבו צריך מערך מודיעין אווירי לפתח לעצמו נוהלי
עבודה ותורת לחימה מפורטים ברמה הטקטית.
התחום העליון הוא האיזור שבו ישנם קשרי גומלין
- תוך חפיפה מסוימת - בין המודיעין האווירי
למודיעין היבשתי והימי וכן בין המודיעין האווירי
למודיעין המדיני. מתחום זה משתמע כי אין מאמר
זה עוסק בסוגיות דוגמת הפתעה והתרעה. מאמר
זה דן בתפקידי המערך, בתפיסת הפעלתו,
בחולשותיו, בחשיבותו ללוחמה האווירית ובתלותו
החזקה בטכנולוגיות מתקדמות.

מימד הזמן

מודיעין אווירי (כמו מודיעין של זרועות אחרות)
פועל באופן רצוף ומתמשך ברגיעה ובלחימה. אף
על פי כן אפשר לעשות אבחנה בין שלושה ממדי
זמן, הקובעים את סוג הפעילות ואת אופיה:
מודיעין לטווח ארוך (מספר חודשים ויותר)
הדרוש לבניין הכוח: פיתוח, רכש, תו"ל, הכשרה,
היערכות ומוכנות של זרוע האוויר.

מודיעין לטווח קצר (שבוע ויותר) - מעקב שוטף
אחר היריבים, התרעה טקטית ואופרטיבית. מודיעין
זה דרוש לכוננות, להתכוננות ולמוכנות שוטפות.
מודיעין מיידי (פרק זמן קרוב לאמיתי) לפעילות
מבצעית. מודיעין זה דרוש להתרעה טקטית, ליצירת
תמונת מצב, לגילוי מטרות, להערכת נזקים, לכוננות
ולהיערכות בקבועי זמן קצרים ביותר.

מטרת המאמר

מטרת המאמר היא לעצב ולנסח תפיסה מערכתית
של מודיעין אווירי מודרני. תפיסה זו עשויה להיות
מסגרת מנחה עבור קברניטי מודיעין אווירי ועבור

**מודיעין טוב כמוהו ככוונת טובה המאפשרת
לקלוע במטרה בדיוק מירבי. הוא מאפשר
ריכוז כוח ביעדים עיקריים בזמן הנכון.¹**

מבוא

הספרות הדנה במודיעין כעזר לקביעת החלטות
עסקה בסוגיות תיאורטיות ופרגמטיות הקשורות
לתהליך עיבוד מידע ולהערכתו כמעט מכל זווית
אפשרית.

בתחילה חשוב שנבהיר כי למושג מודיעין כמה
משמעויות: תהליך, מוצר, סוג של לוחמה וגוף
ארגוני.

כשמתייחסים למודיעין כאל תהליך, הכוונה
היא למאמץ לוגי לאסוף, להעריך, לנתח, לעבד
ולפענח מידע על מדינות, על צבאות יריבים, על
אזורי קרבות, על מטרות ועל יעדים לשם יצירת
המוצרים הנדרשים.

למוצר המתקבל מתהליך זה יש ערך לתכנון או
לפעולה צבאית.²

כשמתייחסים למודיעין כאל סוג של לוחמה
הכוונה היא למכלול הפעולות הננקטות על מנת
לאסוף מידע, להגן על מערכות המידע שלנו ולשבש
את מערכות המידע של היריב (למשל באמצעות
וירוסי מחשבים).

כמו כן המודיעין הוא גוף ארגוני בעל סמכויות
ואמצעים, האחראי להשגת המידע הדרוש וליצירת
המוצר הסופי.

קיים שוני מהותי בין השקפותיהם הפסימיות
של התיאורטיקנים על תהליך המודיעין לבין תפיסה
מקצועית אופטימית יותר על עתידו של תהליך זה.
יחד עם זאת יש הסכמה ביניהם ביחס למגבלות
אנוש, שלא ניתן לעוקפן באמצעים טכנולוגיים.
מאמר זה עוסק בניסוח תפיסות תפעוליות ומציב
בכך רובד ביניים בין הסוגיות התיאורטיות לבין
הסוגיות המקצועיות טכניות.

המאמר מתמקד בבחינת המודיעין לזרוע האוויר
משלוש זוויות:

1. זרוע האוויר כצרכן מודיעין;
2. מודיעין אווירי כמערך הפועל בהקשר של הלוחמה
האווירית, תחומי אחריותו של המודיעין האווירי

קברניטי זרוע האוויר והכוחות המזוינים להגדרת תחומי אחריותו וסמכויותיו של מודיעין אווירי, להקצאת משאבים נדרשים עבורו, לבניית הארגון, לתכנון ארוך טווח, לפיתוח תו"ל של מודיעין אווירי ושל האמצעים הדרושים לו (כולל ציוד ללוחמה נגד מודיעין), לפיתוח מתודולוגיות למחקר ולהערכה. ולבסוף, תפיסה מערכתית זו עשויה להיות מעין מכנה משותף ובסיס לשפה משותפת עבור כל המרכיבים של מערך מודיעין אווירי.

רכישת מטרות באופן מדויק, פרטני וזריז. מערך מודיעין אווירי כולל את הארגון ואת האמצעים שמופקדים על לוחמת המודיעין בזרוע האוויר. המערך כולל גוף מטה מרכזי, יחידות הפעלה קרקעיות ואוויריות, מערכות קשר ואמצעים ייחודיים. בראש המערך עומדת מפקדה תחת פיקודו של ראש מודיעין אווירי. ראש המודיעין כפוף ישירות למפקד זרוע האוויר.

1. ייעודו של המודיעין האווירי

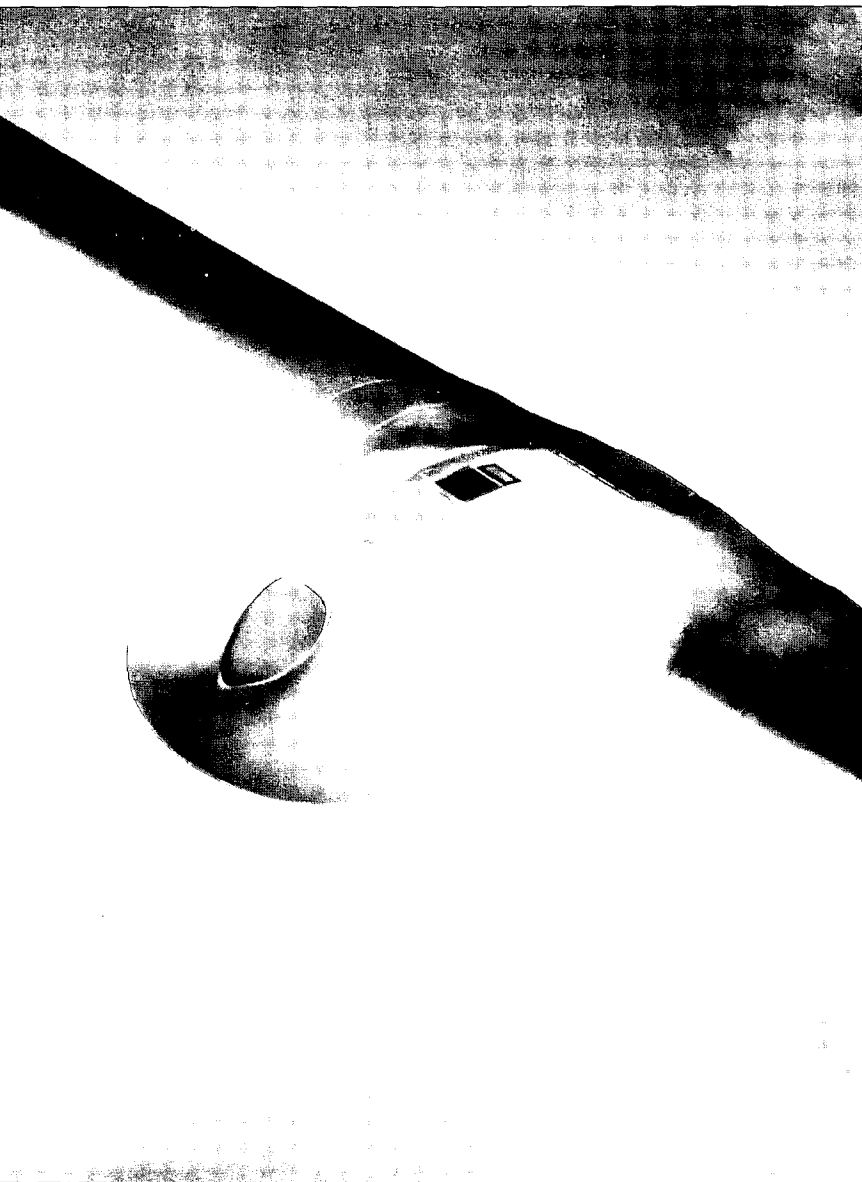
מוצרי המודיעין הם תנאי הכרחי, שבלעדיו אין זרוע האוויר יכולה למלא את ייעודה ואת תפקידה

ייחוד המודיעין האווירי³

לוחמת היבשה, לוחמת האוויר ולוחמת הים נבדלות זו מזו גם בצורכי המודיעין שלהן. מסיבה זו יש צורך לדון במודיעין של כל זרוע בנפרד. ייחודו של המודיעין האווירי נובע מהתכונות ומהמאפיינים הייחודיים לזרוע האוויר, שאותה הוא נועד לשרת, ובמיוחד מאופיה של הלוחמה האווירית. זו מאופיינת, בין היתר, בקבועי זמן קצרים ובקבועי מרחב גדולים. כלומר, המלחמה האווירית מתנהלת על פני מרחבים גדולים, והשינויים בה מהירים מאוד. מאפיינים אלה גורמים לכך שלמודיעין האווירי יהיו מטרות ומשימות ייחודיות, המכתיבות לו תו"ל ייחודי ומצריכות רכישה או פיתוח של אמצעים ייחודיים. נתח משמעותי ממשימות הלוחמה האווירית הוא תקיפת מטרות. לכן, במקביל לעיסוק באיומים פרטניים ומדויקים נדרש המודיעין האווירי לרכוש מטרות ברמת פירוט ודיוק כמתחייב ממאפייני האמל"ח האווירי ובקבועי הזמן הקצרים שהוא מכתיב. וכך כתב על זה קצין תכנון מקצועי: "מודיעין כמוהו ככוונת טובה. כוונת לא משוכללת גורמת לפיזור תחמושת על פני השטח בחוסר יעילות... כוונת טובה, המאפשרת לקלוע במטרה בדיוק מירבי, מנצלת את התחמושת באופן היעיל ביותר. מודיעין גרוע גורם לפיזור המאמץ הצבאי ולהכללת יעדים בלתי חיוניים בלחימה, כלומר לבזבז המאמץ. מודיעין טוב מאפשר ריכוז הכוח הקטן הקיים ביעדים העיקריים בזמן הנכון... להשלמת המודיעין הטוב דרושה זרוע המסוגלת להגיב או ליזום בהתראה קצרה ביותר בכל הזירה... זרוע זו היא כמובן חיל האוויר".⁴

לסיכום, מאפייני המסגרת המיוחדים, המעצבים את ייחודו של המודיעין האווירי, הם קבועי זמן קצרים, קבועי מרחב גדולים מאוד ודגש חזק על

מל"ט "דארק סטאר" (יכוכב אפל) מתוצרת "לוקהיד מרטין". טיסת הבכורה שלו נערכה אשתקד.



מהות התפקידים וטיב המידע הנדרש

עיצוב של תמונת המצב האווירי: מערך המודיעין האווירי אמור לספק תמונה מעודכנת לגבי כוחות האוויר וההגנה האווירית של האויב ולהעריך את יכולתם ואת כוונותיהם כדי לאפשר לזרוע האוויר לתכנן ולבצע משימות ברגיעה ובלחימה. מודיעין טכני-ביצועי: המודיעין האווירי נדרש לספק מידע על פרמטרים טכניים ועל ביצועיהם של האמצעים שבידי היריב בהווה ובעתיד וכן על הטקטיקות שנוקט היריב בעת הפעלת אמצעים אלה.

מודיעין על יכולת היריב: על המודיעין האווירי לספק מידע על יכולות היריב ברמות שונות ובסוגי לחימה שונים בלי שום קשר לשאלה אם בכוונתו לעשות שימוש ביכולות אלה.

מודיעין על כוונות היריב: המודיעין האווירי נדרש לספק מידע על כוונות היריב בשלוש הרמות: האסטרטגית, האופרטיבית והטקטית. מודיעין על תוכניות מבצעיות: המודיעין האווירי נדרש לספק מידע על תוכניות מבצעיות ספציפיות. הערכת התוצאות של פעילות זרוע האוויר: על המודיעין האווירי מוטל לנתח את המידע הנוגע לתוצאות המיידיות והמצטברות של הלחימה האווירית ברמות הטקטית, האופרטיבית והאסטרטגית.

השתתפות בפיתוחה של תורת לחימה: מערך המודיעין האווירי אמור להשתתף בפיתוח תורות לחימה של הלוחמה האווירית בהתאם לשינויים באמצעי הלחימה ובתורות הלחימה של היריב. המידע הנדרש לצורך פיתוחה של תורת לחימה כולל בעיקר נתונים על מטרות, על אמצעי ההגנה של אותן מטרות, על תורת הלחימה של היריב ועל אמצעי הלחימה של היריב.

מתן מודיעין לתכנון מבצעים: מערך המודיעין האווירי נדרש לספק מידע לצורך תכנון מבצעים ספציפיים. מדובר במידע ספציפי על מטרות ועל סכנות בהקשר למבצע, על היערכות האויב ועל כוונותיו ועל נתונים ייחודיים נוספים הדרושים למבצע.

השתתפות בפיתוחם של אמצעי לחימה: השפעת המודיעין על מגמות כלליות בפיתוח אמצעי לחימה ועל מתן מענה ספציפי לאתגר חדש ומידי היא חזקה ולעיתים אף מכרעת. לדוגמא: פיתוח אמצעי לחימה אלקטרוניים בארצות-הברית נשען בעבר במידה רבה על מודיעין אלקטרוני (ELINT) שנאסף

הבסיסיים. מודיעין אווירי הוא חלק בלתי נפרד משתי ישויות נפרדות: קהילת המודיעין הצבאי והלאומי וזרוע האוויר. כתוצאה מכך עולות סוגיות מרכזיות כגון כפיפות המודיעין האווירי, תיחום פעילותו, משאביו, אחריותו וסמכויותיו. ייעודו של המודיעין האווירי נגזר מייעודה ומתפקידי היסוד של זרוע האוויר, שאחד מהם הוא התפקיד המודיעיני.⁵ ייעודו של המודיעין האווירי הוא:

1. איסוף המידע הדרוש ויצירת תמונה מודיעינית מהימנה ועדכנית במידה הנדרשת למילוי תפקידי היסוד של זרוע האוויר.
2. השגת מידע אווירי עבור משימות הזרועות האחרות, המפקדה הכללית, קהילת המודיעין והדרג המדיני.

2. תפקידי המודיעין האווירי

בפיסקה זו יאופיינו את תפקידי המודיעין האווירי בשתי דרכים:

- * על פי הגדרת מהותם של התפקידים ועל פי מאפייני המידע הדרוש;
- * על פי דרישות המודיעין על ציר הזמן.

מערך שליטה ובקרה מתקדם - במקרה זה של מעבורת חלל - מתוצרת חברת "מקדונל דאגלס"



על קורנים מתוצרת בריה"מ. לכן אמור מערך המודיעין להשתלב בתהליכי הפיתוח של אמצעי לחימה לטווח ארוך וקצר גם יחד.

כמו כן חיונית השתתפות המודיעין בפיתוח אמצעי-נגד לסיכול מודיעין האויב. לפרקים על מערך המודיעין ליטול על עצמו את תפקיד הזים ולהעלות הצעות לפיתוח אמצעי-נגד.

המידע הנדרש לפיתוח אמצעי לחימה כולל בעיקר מידע טכני וטכנולוגי על אמצעי לחימה ותשתית שבשירות היריב, על אמצעי לחימה שנמצאים אצלו בשלבי פיתוח שונים ועל אמצעי לחימה שבכוונת היריב לרכוש. כל אלה נדרשים כדי לסייע לפיתוח אמצעי לחימה המתאימים להתמודד עם אלה של היריב.⁶

תיאום עם גופי מודיעין חיצוניים:

1) הכוונת מקורות איסוף וגורמי מחקר של כלל קהילת המודיעין כדי לאסוף ולנתח מידע נדרש עבור זרוע האוויר.

2. הכוונה של מקורות איסוף אוויריים ושל מערך המודיעין האווירי כדי לאסוף מידע נדרש עבור צרכנים מחוץ לזרוע האוויר ולבצע ניתוח והערכה בתחומי המומחיות הייחודיות של זרוע האוויר. השתתפות בפיתוח אמצעי מודיעין ואמצעים נגד מודיעין: הגדרת צרכים, דרישות ואפיונים לפיתוח אמצעים לכל סוגי המודיעין האווירי והשתתפות בתהליך הפיתוח - כולל הכנסת המערכות לפעילות.

מטלות המודיעין האווירי על ציר הזמן

מודיעין פועל למען מטרות ארוכות טווח, הנמדדות בחודשים ובשנים, למען מטרות בטווח הבינוני, הנמדדות בשבועות, ולמען מטרות בטווח המיידי, הנמדדות בפרקי זמן קצרים מאוד ("זמן קרוב לאמיתי"). מטלות המודיעין בכל אחד מחתכי זמן אלה הינן שונות, אך משלימות את אלה של חתכי הזמן האחרים. כמה ממאפייניה של חלוקה זו רלוונטיים גם למודיעין כללי, ואחדים מהם אופייניים בעיקר למודיעין אווירי.

מודיעין לטווח זמן ארוך

מודיעין לטווח של חודשים ושל שנים עוסק בלימוד תשתית כלכלית, חברתית, מדינית, פוליטית וצבאית, בלימוד תהליכים מתמשכים, בפיתוח מקורות

אנוש, בבניית תשתית למיפוי ובבניית מסדי נתונים למטרות וכדומה.

משימתו של המודיעין האווירי לטווח הארוך הינה לסייע לזרוע האוויר להכין את עצמה כראוי לקראת עימות כולל או מוגבל עם אויבים פוטנציאליים ולהעניק התרעה ארוכת טווח על הצטברות יכולת וכוונות התקפיות של אויבים פוטנציאליים.

תחומי העיסוק של המודיעין האווירי לטווח הארוך הינם נרחבים בשטח הגיאוגרפי ובשטחי המדע. התפיסה המנחה את קביעת תחומי העיסוק היא הפוטנציאל שלהם להפוך לאיום ממשי בפרק זמן הנראה לעין. לדוגמא: יש לשער כי קהילת המודיעין של ארצות-הברית ממשיכה לאסוף מידע ולהעריך מודיעין על מדינות מזרח אירופה, אף שאלה אינן מהוות כרגע איום על האינטרסים שלה.

מצוקת המשאבים היחסית, שממנה סובלות קהילות המודיעין בכל העולם, עשויה להביא למגמה של איחוד מאמצי האיסוף לטווח ארוך. התפתחות כזו אומנם עלולה לעכב את הפצת המידע לצרכנים השונים, אך גורם הזמן אינו קריטי במודיעין לטווח ארוך.

איסוף המידע לטווח הזמן הארוך נעשה כיום במדינות המפותחות באמצעות מספר גופי מודיעין, המפעילים מגוון רחב של אמצעים במקביל ובמשולב. למשל, גופי המודיעין המרכזיים בארה"ב הם סוכנות הביטחון הלאומי (NSA), סוכנות הביון המרכזית (CIA), המודיעין הצבאי (DIA) ומודיעין חיל האוויר והצי. לאור היקף האמצעים הלאומיים הנדרשים לאיסוף המודיעין ולאור מגוון תחומי הידע הנדרשים לעיבודו, לא יכול מרכיב זה של המודיעין להימצא באחריותו הבלעדית של המודיעין האווירי.⁷

מודיעין לטווח זמן בינוני

מדובר בעיקר במודיעין לתוכניות מבצעיות ולמבצעים מתוכננים מראש ובמתן התרעה על הכנות למתקפה קונקרטית. מודיעין לטווח זמן בינוני עוסק בהיערכות כוחות, בהצטיידות היחידות ובתרגיליהן, באיתור איומים מצטברים לטווח זמן קרוב ובתופעות מדיניות, פוליטיות, חברתיות וצבאיות בעלות השפעה קצרת טווח, יחסית. אחדים ממקורותיו של מודיעין זה אף הם אינם בסמכותו

מטרות, להציג לה איומים ולתת התרעה בזמן קרוב לאמיתי.⁸
מודיעין אווירי אמור להיות אחראי ובעל סמכות להפעלת אמצעים מספיקים כדי לספק את המודיעין החיוני לטווח המידי.⁹

טבלה 1

תפקידיו של מערך מודיעין אווירי בחתך של ציר הזמן

קבוע זמן מטלות מודיעין	ארוך (חודשים+)	בינוני (שבועות)	מידי (קרוב לאמיתי)
התרעה		✓	✓
תמונת מצב אווירי			✓
תמונת מצב כוללת			✓
הערכת מצב	✓	✓	✓
על מטרות	✓	✓	✓
על איומים	✓	✓	✓
לבניין הכוח	✓		
לפיתוח תו"ל	✓		
לתכנון מבצעים	✓	✓	✓
לפיתוח אמל"ח	✓		
מודיעין טכני	✓	✓	
על יכולת	✓	✓	✓
על כוונות	✓	✓	
על תוכניות מבצעיות	✓	✓	✓
איסוף	✓	✓	✓
מחקר והערכה	✓	✓	
הערכת תוצאות,	✓		
הפצה	✓	✓	✓
הפעלת מודיעין מוטס	✓	✓	
תיאום מודיעין חיצוני	✓	✓	
ייזום פיתוח של	✓		
אמצעי מודיעין			
ייזום פיתוח אמצעים	✓		
נגד-מודיעין היריב			
על מידע בידי היריב	✓	✓	✓

3. עקרונות היסוד של המודיעין האווירי

פרק זה הינו מרכזי וחשוב, מכיוון שעקרונות היסוד המנוסחים להלן הינם הנדבכים הבסיסיים בעיצובה של תפיסה מערכתית עבור מודיעין אווירי. עקרונות יסוד אלה אינם בבחינת ציוויים "כזה ראה ועשה", אלא תשתית תיאורטית, שעליה נבנות הנחיות יסוד, תוכניות ופעולות מגוונות ושונות/זו מזו על

של מערך המודיעין האווירי, אך עקב רגישותה של זרוע האוויר להתרעה אופרטיבית חייבים להיעשות סידורים ארגוניים וטכנולוגיים, כדי שניתן יהיה להיענות במידה המירבית לצורכי ההתרעה של זרוע האוויר.

מודיעין מידי

מודיעין אווירי בזמן קרוב לאמיתי עוסק בעיקר במטרות וביעדים לתקיפה, באיומים על מערכות הנשק של זרוע האוויר, בהתרעה טקטית לכוחות ובהנחיית אמצעי האיסוף האוויריים. מודיעין לטווח המידי הינו חיוני לפעילות המבצעית השוטפת של זרוע האוויר.

מדובר בראש ובראשונה במידע הנדרש בקבועי זמן קצרים - כל עוד המידע שימושי לכוחות התוקפים. לדוגמא: אם נשלחים עשרות מטוסים לתקיפת דיוויזיה, אך הם מגיעים לשם לאחר שזו נטשה את האיזור, קטנים סיכוייהם למצוא אותה. כאשר מטוסים טסים בנתיב עוקף מערך טק"א בלי לדעת שהמערך הספיק בינתיים לנוע ולהתפרס על נתיב הגישה של הכוח, עלולים מטוסים רבים לא לחזור מהמבצע.

חיוניות המידע וקצבי הספקתו מחייבים את מערך המודיעין האווירי לבנות את עצמו, להיערך ולפעול באופן אוטונומי ואוטרקי כדי למלא את תפקידיו. עליו להיות מסוגל לספק לזרוע האוויר

מטוס התקיפה העתידי למאה ה-21 שמתכננות לבנות יחד ארה"ב ובריטניה. "מקדונל דאגלס" ו"נורתרוף גורמן" הן החברות האמריקניות שיטלו חלק בפרויקט, ואילו מהצד הבריטי תהיה זאת חברת "בריטיש אירוספייס"



פי תנאים המשתנים בתדירות, בקצב ובעוצמה אקראיים. עקרונות יסוד אלה גם אינם בבחינת "יש מאין", אלא מתבססים על עקרונות המלחמה הכלליים ועל עקרונות מודיעין כלליים, שכן "תפיסת המודיעין חייבת להיות משולבת מלכתחילה עם תפיסת הביטחון, תורת הביטחון, תורת הלחימה ותורת הפעלת הכוח".¹⁰

הבסיס הישיר לפיתוח עקרונות יסוד אלה הינו מסכת העקרונות של הלוחמה האווירית (שיובאו בספר "לוחמה אווירית מודרנית" שאמור לראות אור בתוך כמה חודשים). מכיוון שמודיעין אווירי נועד בראש ובראשונה לשרת את הלוחמה האווירית, הרי שעקרונות היסוד הינם "שלוחות" של עקרונות הלוחמה האווירית.¹¹

אלה אבני היסוד של המודיעין האווירי, ולהלן נדון במשמעויותיהן:

שליטה מרכזית במערך ובאמצעים.

ורסטיליות וגמישות.

מיצוי טכנולוגיות מתקדמות.

גישה מערכתית (System Approach) אחריות כוללת.

א. שליטה מרכזית

עיקרון זה של המודיעין האווירי הינו "שלוחה" של העיקרון הראשון של הלוחמה האווירית. לעיקרון של שליטה מרכזית ישנן שתי משמעויות עבור מודיעין אווירי: האחת - כפיפותו המלאה של מערך המודיעין האווירי לפיקוד של זרוע האוויר; השנייה - כפיפות המרכיבים החיוניים של מערך המודיעין האווירי - יחידות מוטסות, יחידות קרקעיות, גופי מטה ומפקדות - לשליטתו של מפקד מערך המודיעין האווירי.

כפיפותו של מערך המודיעין האווירי לפיקוד של זרוע האוויר

בשל היות המודיעין תנאי הכרחי לביצוע תפקידי היסוד של זרוע האוויר, הוא בבחינת מערך חיוני, אשר משולב באופן הדוק ביותר - בחתכי זמן ועיסוק - במערך השליטה. לכן מערך מודיעין אווירי חייב להיות תחת מוטת שליטתו של מפקד זרוע האוויר.

השתלבות זו באה לידי ביטוי במגוון רחב מאוד של תפקודים ושל פעילויות. החשובים שבהם הם

התהליכים בעת לחימה כללית או מוגבלת - החל מתחילת התכנון המבצעי, דרך ליווי בעת המבצע וכלה בהערכת תוצאותיו.

בעלי התפקידים במערך המבצעי ובמערך המודיעין עשויים ללמוד רבות זה מזה: יש אפקט סינרגטי גדול למבצעים המתוכננים על-ידי צוותות משולבים של מבצעים ושל מודיעין - דוגמת צוותות התכנון של חיל האוויר האמריקני במלחמת המפרץ. אולם קיימת גם סכנה של השפעת הדרג המבצעי על הערכות המודיעין האווירי: קשר זה גורם לחלחול של השקפות ושל הערכות מבצעיות לתוך המודיעין האווירי. כתוצאה מכך עלולים ביטחון יתר או הערכת חסר להשפיע על הערכות המודיעין - לא רק בנושאים אסטרטגיים, אלא גם בנושאים טכניים, דוגמת יכולתן המבצעית של מערכות נשק של היריב. דוגמא לכך היא הערכת היתר של הטיל SA-6 לפני מלחמת יום הכיפורים.¹²

כפיפות מרכיביו של מערך המודיעין לפיקוד מאוחד

לוחמת המודיעין היא מורכבת, רב-גונית ולעיתים אף בעלת עמימות לא מעטה. מעורבים בה גופים שונים מאוד זה מזה באופיים, בפעילויותיהם ובאינטרסים שלהם. דוגמא לניגוד אינטרסים: יחידת איסוף הינה בעלת אינטרס ברור להצטייד באמצעים בעלי יכולות גבוהות לאיסוף ידיעות בכל הספקטרום. לעומתה, יחידת מחקר זקוקה לאמצעים לשיפור יכולתה לתת מענה בזמן מבצעי על פרמטרים מסוימים של מערכת שהתגלתה במפתיע. מאחר שלרוב אין ברשות מערך המודיעין האווירי מלוא המשאבים שהוא מעריך כי הם דרושים לו, נוצר מאבק על משאבים בתוך המערך עצמו. בעל ניסיון רב בתחום זה קובע כי קשיים אלו:

"ניתן לפתור רק על-ידי הכפפת מלאכת האיסוף ומלאכת ההערכה לאחריותו של ממונה אחד".¹³

אחדות הפיקוד על מערך המודיעין האווירי

משמעותה כי לראש המערך יינתנו מלוא האחריות והסמכות להפעלת האמצעים השונים ולהכוונת היחידות וגופי המטה. הוא גם יישא באחריות למוצרים הסופיים בפני מפקדת זרוע האוויר. אין בכך כדי להפחית מעצמאותם של גופי המטה ושל

האווירי, עד כי תקצר היריעה למנותם. משחר ימיו עשה המודיעין האווירי שימוש בחיישנים שונים. אולם לאחר הופעת הטק"א והמגבלות החדשות שנוצרו על הפעלת מקורות איסוף אוויריים, הפכה הטכנולוגיה המודרנית להיות האמצעי העיקרי להתגברות על מגבלות של טווח, של רזולוציה, של תנאי ראות, של דיוק ושל כמות המידע. במיוחד מתרחב השימוש בספקטרום האלקטרומגנטי להשגת מודיעין הן על מטרות והן על איומים.

תופעה ראויה לציון היא התרחבות השימוש בכל סוגי הטכנולוגיה. לדוגמא: טכנולוגיות של מכ"ם לצורכי גילוי מטוסים החלו לסייע בגילוי מטרות יבשה. טכנולוגיות אופטרוניות לגילוי מטרות יבשה וים החלו לסייע לרכישת מטרות אוויריות. טכנולוגיות אלקטרוניות, ששימשו לאזהרה מפני איומים, מסייעות לאיתור האיומים ולהפיכתם למטרות.

יתר על כן, לא רק החיישנים נהנו מהתקדמות הטכנולוגיה, אלא גם הפלטפורמות עברו מהפיכה. די אם נזכיר מטוסי סיור מהירים ומגביהי טוס כמו SR-71, לווייני סיור ועוד. כיום החלל הוא אחד התחומים המבטיחים ביותר להפקת מודיעין. בעבר הייתה הלחימה בלילה ובמזג אוויר גרוע משנית למדי עקב היכולת המוגבלת של מטוסי הקרב לטוס ולתקוף בתנאים אלה. כיום תופסת לוחמת הלילה והלוחמה במזג אוויר גרוע מקום יותר ויותר מרכזי בפעילות זרוע האוויר. אחד המאצצים של תהליך זה הוא ההתפתחות המהירה של חיישנים יעילים לתנאי ראייה אלה - חיישנים ששיפרו במידה משמעותית את היכולות של זרוע האוויר. כדי להביא יכולות אלה לכלל ביטוי נדרש המודיעין האווירי להצטייד אף הוא במערכות המסוגלות לגלות ולרכוש מטרות בתנאי ראות גרועים. שתי מערכות אופייניות ליכולת החדשה של מערכות האיסוף האוויריות בכל תנאי ראות הינן J-STAR לגילוי ולרכישה של מטרות קרקעיות ומערכת AWACS לגילוי ולרכישה של מטרות אוויריות.

באמצעות מספר רב של חיישנים מסוגים שונים משיגים שפע של ידיעות נפרדות זו מזו, שאותן יש לעבד ולהפוך למידע בר-משמעות. ככל שגדל זרם האינפורמציה, כך גדלה הזדקקותו של המודיעין לסיוען של מערכות ממוחשבות. עליהן להתמודד עם עיבוד מידע ועם הצורך ליצור בסיס מידע רחב

יחידות השדה לנקוט אמצעים להשגת המטרות שהוקצו להם. כפיפותו הישירה של ראש המערך לפיקוד של זרוע האוויר מאפשרת זרימה ישירה, בהירה ומהירה של הוראות ושל הנחיות כלפי מטה ושל דיווחים והערכות כלפי מעלה.

ב. ורסטיליות וגמישות

זרוע האוויר בנויה ופועלת לפי עקרון הורסטיליות והגמישות. עליה לפעול ולהגיב בקבועי זמן קצרים ביותר, להיות מסוגלת לרכז את כוחה ולהפנותו ממשימה למשימה בפרקי זמן קצרים. עליה לפעול בתנאי מזג אוויר שונים ומשתנים ובתנאי עדיפות או נחיתות. כמו כן עליה לבצע מספר משימות במספר זירות בו זמנית. לפיכך חייב מודיעין אווירי להיות ורסטילי וגמיש במידה מספקת כדי לתת מענה לאתגרים אלה. על המודיעין האווירי לרכוש מגוון רחב ביותר של מטרות - החל ממוצבי שליטה לאומיים ממוגנים היטב וכלה במשגר בודד ונייד. אמצעי האיסוף אמורים לכלול חיישנים המכסים את מירב ספקטרום החישה האפשרי בחפיפה מסוימת. הפלטפורמות חייבות להיות בעלות טווח כיסוי של מלוא המרחב האסטרטגי של זרוע האוויר, בעלות שרירות מספקת ותקשורת מהירה וחסינה להעברת נתונים בזמן שימושי.

מערך העיבוד והמחקר חייב לכלול אלמנטים שיאפשרו לו ליצור מודיעין בעל משמעות על מטרות אפשריות ועל איומים פוטנציאליים. לדוגמא: במדינות רבות מוטל על המודיעין של צבא היבשה לאסוף מידע על מטרות יבשתיות. עקב כך נוצר מסלול מסורבל ואיטי להעברת מטרות ליחידות הביצוע. איטיות זו גורמת לכך שמטרות פוטנציאליות נעות ממקומן זמן רב לפני שכוח אווירי תוקף מקבל את המודיעין הדרוש ואת פקודת הביצוע להשמדתן.

מכאן שהשירותים שמעניק המודיעין האווירי צריכים להיות ורסטיליים וגמישים באותה מידה כמו הלוחמה האווירית עצמה.

ג. מיצוי טכנולוגיות מתקדמות¹⁴

הצרכים הרבים של הלוחמה האווירית - ובמיוחד הצורך במודיעין עתיר נתונים בקבועי זמן קצרים - מחייב את המודיעין האווירי לעשות שימוש בטכנולוגיות מתקדמות לבניין המערך ולהפעלה יעילה של המטה ושל יחידות השדה. עיקרון זה מקיף וחודר לתחומים כה רבים של המודיעין

וזמין.

מחקר מדעי-טכני זקוק גם הוא לטכנולוגיות מתקדמות כדי לפענח את סודותיהן של מערכות הנשק שבידי היריב - מערכות שהן עצמן מבוססות לעיתים על טכנולוגיות מתקדמות. נוסף על טכנולוגיות בתחומי המטלורגיה, החיישנים למיניהם, שיטות הניהוג והביטות, ראשי הנפץ הקרביים וחומרי הנפץ הולך ונפוץ השימוש במערכות סימולציה כדי לחקור את היכולת הטכנית ואת הביצועים בשדה הקרב של מערכות שונות בסביבה עוינת.

גופי הערכה זקוקים אף הם למערכות ממוחשבות ולמערכות סימולציה ברמות שונות כדי לבחון ולהעריך חלופות שונות.

הצורך להפיץ פריטי מידע רבים ומגוונים למספר רב של "לקוחות" בערוצים שונים ובזמן שימושי מחייב לעשות שימוש בטכנולוגיות תקשורת מתקדמות ביותר.

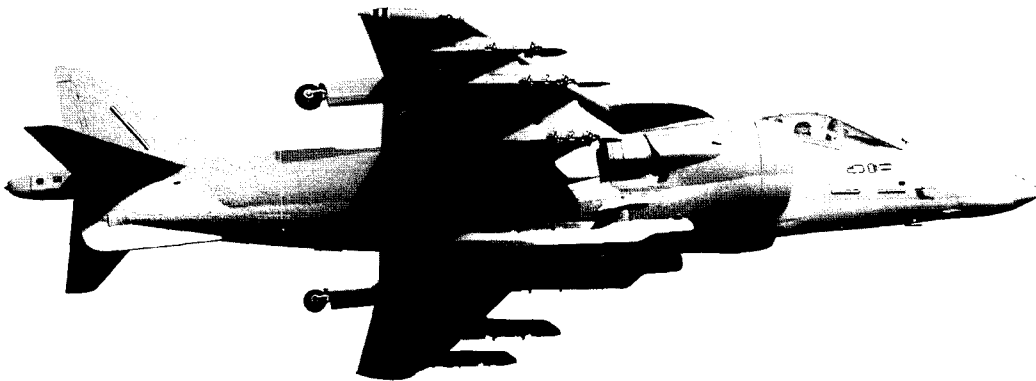
התרעה מוקדמת היא אחת מאבני היסוד של האסטרטגיה המודרנית בכלל ושל הלוחמה האווירית בפרט. מערכות התרעה זקוקות לטכנולוגיות מתקדמות לא רק לשם עצם מתן ההתרעה, אלא גם לשיפור שרידותן, שכן היריב מכיר בחיוניותן ויעשה כל מאמץ לפגוע בהן בעת מלחמה.

בצד הטכנולוגיות לחיזוק יכולתו של המודיעין האווירי נשענת לוחמת המודיעין גם על טכנולוגיות למניעת מידע מהיריב, כגון תקשורת חסינה, אמצעי הסתרה והונאה¹⁵ וכן איתור מקורות מידע של היריב. כל אלה הם מרכיבים בסוג חדש של לוחמה - לוחמת המידע.¹⁶

ד. גישה מערכתית

מודיעין אווירי מושתת על עקרון הגישה המערכתית. משמעות הדבר:

שילוב אמצעים מערכתי. המודיעין האווירי מפעיל מערכת שלמה של אמצעים לביצוע כל אחת ממשימותיו. להפעלה המשולבת יש שני יתרונות: אפקט סינרגיסטי (השלם הוא יותר מאשר סכום חלקיו) ויתירות (כל מערכת מפצה על חולשותיה



מטוס "הארייר" בריטי (ממריא אנכית) הנמצא בשירות חיל הנחתים האמריקני. המטוס מצויד במכ"ם מתקדם AP6-65 מתוצרת "מקדונל דאגלס"

של המערכות האחרות).

מידע על מערכות מטרות. תרומתו הייחודית של כוח אווירי היא בהכוונתו להשמדת מערכות שלמות של האויב דוגמת מערך הגנה נ"מ, דיוויזיות שריון, מערכת חשמל לאומית ועוד. מודיעין אווירי אמור לספק את המידע הדרוש על מערכות אלה. מידע על קבוצות איומים. הכוח האווירי ניצב מול מערכות של איומים הכוללות טילי קרקע-אוויר, תותחים נגד מטוסים, מטוסי יירוט, מכ"מי התרעה ומוצבי שליטה. מודיעין אווירי אמור לספק מידע על איומים אלה: היכולות שלהם, חולשותיהם והיערכותם.

מודיעין עבור מבצעים מערכתיים. מבצעים מערכתיים כוללים מגוון של פעילויות אוויריות - החל מלוחמת אוויר-אוויר וכלה בלוחמה נגד עוצבות יבשה משוריינות. לביצוע משימות אלה נדרש המודיעין האווירי לספק מטרות ולהתריע על איומים בהיקף מערכתי.

ה. אחריות כוללת

הקשר בין אחריות, סמכות ואמצעים שונה ממודיעין אווירי אחד למשנהו. תחומי האחריות של המודיעין האווירי נקבעים על-פי הגדרות של המבנה הארגוני ומושפעים ממימושן של הגדרות אלה. פער עלול להיווצר, כאשר מוטלת אחריות בתחום שבו אין לאדם או לארגון יכולת לבצע את כל הנדרש מהם. פער בין האחריות של המודיעין לבין יכולתו לעמוד

בה טומן בחובו סיכונים רבים. לכן חייבת הגדרת האחריות לחפוף את היכולת לעמוד בה - באמצעות הקצאה של משאבים מתאימים ומתן סמכות להפעילם.

מבחינה לוגית קביעת האחריות מובילה להקצאת אמצעים ולמתן סמכות להפעלתם. אולם לעיתים לא נדירות מגבלות האמצעים והכלים הן שקובעות את גבולות האחריות.

מעקרון האחריות הכוללת משתמע שהמודיעין האווירי אחראי להספקת מידע לזרוע האווירי. הוא חייב לעשות זאת בקבועי זמן קצרים וביחס למגוון רחב של מטרות ושל איומים, הפרוסים על פני שטחים נרחבים. כדי לעמוד בדרישה זו חייב המודיעין האווירי להיעזר במקורות ובגופי מחקר שאינם כפופים לו, מכיוון שעיסוקם העיקרי אינו מודיעין אווירי. לכן קיים מתח מתמיד בין תיחום האחריות הכוללת לבין תיחום האמצעים למימושה. האמצעים שבידי המודיעין האווירי. מערך המודיעין האווירי ניצב בפני דילמה זו בכל חומרתה - יותר מגופים אחרים - מכיוון שגם כאשר ישנם בידו האמצעים ומוקנית לו הסמכות, עדיין אין בכך כדי להבטיח את השגת המשימות. המודיעין האווירי - כמו כל גוף לוחם אחר - אינו פועל בחלל ריק. מולו ניצב אויב, שעושה כמיטב יכולתו לשלול ממנו את יכולתו לאסוף מידע באמצעות לוחמה נגד-מודיעין. כתוצאה מכך עלול המודיעין האווירי להיכשל בהשגת משימותיו. המודיעין האווירי - בדומה לגופי המודיעין האחרים - סובל כמעט תמיד ממחסור באמצעים בשל מצוקה תקציבית ובשל חוסר יעילות שנובע מכפילויות. את משאבי המודיעין, העשויים לשרת את זרוע האוויר, ניתן למיין לשלוש הקבוצות הבאות:

אמצעים אורגניים: אמצעים תקינים וקבועים במערך המודיעין האווירי - אמצעים שבסמכותו להפעילם.¹⁷

אמצעים מסופחים: אמצעים הניתנים למודיעין האווירי לפרק זמן קצוב - לרוב לקראת מבצע. למערך המודיעין סמכות מלאה להפעיל אמצעים אלה.

אמצעים מסייעים: אמצעים השייכים לגופים אחרים ומושאלים זמנית למודיעין האווירי. הסמכות להפעילם נשארת בידי הגורם המשאיל.¹⁸

4. הנחיות יסוד להפעלתו של מערך מודיעין אווירי

אבני היסוד של המודיעין האווירי שנמנו לעיל הינן כלליות מכדי להוות קווים מנחים לתכנון, לבניין ולהפעלה של מערך מודיעין אווירי. לשם כך נוסחו הנחיות היסוד שהינן שלב נוסף, שמטרתו להגדיר בצורה חדה יותר את הקווים הבסיסיים המנחים את מדיניות ההפעלה של מערך מודיעין אווירי. יחד עם זאת הנחיות היסוד אינן הוראות, אלא הנחיות, שיש לשקול כיצד לתרגמן לשפת המעשה בהתאם לתרחישים קונקרטיים. לעיתים, תנאי הסביבה והתרחישים כופים הגמשה של הנחיות אלו.

הגדרת יעדים, משימות ומטרות למערך המודיעין. הענקת עדיפות למודיעין עבור השגת עליונות אווירית.

שילוב מגוון של אמצעים למבצעים מודיעיניים. ריכוז מאמץ להשגת מטרות בזמן שימושי, בפירוט ובדיוק הנדרשים.

ריכוז מאמץ מול איומים על מרכיבי זרוע האוויר. הערכת תוצאות (BDA), הפקת לקחים ויישומם במהירות

א. הגדרת יעדים, משימות ומטרות למערך המודיעין האווירי

קיימות שתי רמות של הגדרת משימות ומטרות. האחת חיצונית - הגדרתן עבור המערך; האחרת פנימית - הגדרת משימות ומטרות בתוך מערך המודיעין האווירי. בכל רמה ניתן להבחין בין משימות ארוכות טווח למשימות לזמן בינוני ולתפקידים מיידיים.

מערך המודיעין האווירי הוא שותף אקטיבי להגדרת יעדי המודיעין ולתכנון מבצעי איסוף. הקריטריונים להכוונת אמצעי איסוף הם כדלקמן: משימות זרוע האוויר, מבצעים קונקרטיים, צרכים נוספים, מחסור במידע רלוונטי לתקיפה, ניצול הזדמנויות.

הצרכן המבצעי לא תמיד מודע לבעייתיות, למגבלות ולהזדמנויות המודיעיניות, ולכן הוא לא תמיד מסוגל להגדיר את הצורך במדויק. המודיעין חייב לעדכן ולהגדיר את הצורך בהתאם למגבלותיו וליכולותיו. לא תמיד ניתן למלא את הצורך, ולכן חייב לעיתים הדרג המבצעי להתאים את עצמו למגבלות המודיעין.

בשלב המודיעין המיידי, כאשר רצף הלחימה יוצר לחצי זמן על קובעי המשימות והמטרות,

ותשתיות אחרות של זרוע האוויר של האויב. תרומת המודיעין למאבק הזה יכולה לבוא לידי ביטוי בהספקת מטרות תשתית, הספקת מטרות במערך הטק"א של היריב, מתן מידע על האיומים מצד מטוסי היירוט וסוללות הטק"א של האויב, מתן התרעות על פעילות המערך הטס של האויב.

ג. שילוב מגוון של אמצעים למבצעים מודיעיניים.

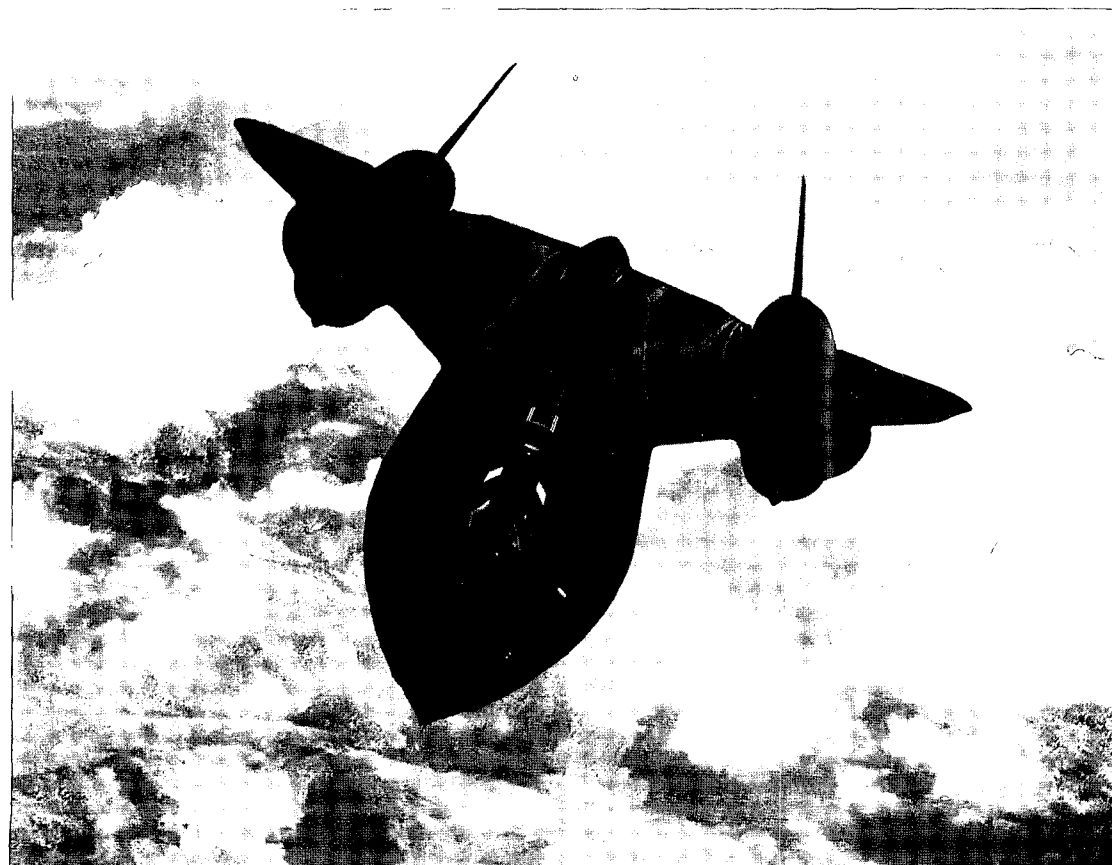
הקושי להשיג מודיעין נדרש ולגבש הערכות נכונות מתוך המידע שנאסף מחייב את מערך המודיעין האווירי להישען על כל מרכיבי הגישה המערכתית: תיאום בין מספר מערכות מודיעין להשגת המידע ולניתוחו, עיסוק במערכות מטרות ואיומים, גמישות בהסתת המאמצים ממערכת מטרות אחת למערכת מטרות אחרת או למערכת איומים. כל אלה דרושים כדי להבטיח אפקט סינרגיסטי ויתירות מירבית. לדוגמא כדי לסרוק שטח נתון בחיפוש אחר כוחות שריון יתכן המודיעין שימוש במטוסים לצילום אופטי של האזור ובמטוס J-STARS בעל חיישן

לעיתים אין משימות ומטרות של מודיעין אווירי מוגדרות בצורה ברורה וכמותית, וכך עלולות להיווצר אי התאמות בין ציפיות הדרג המבצעי לבין התפוקה של מערך המודיעין האווירי. הדרגים המבצעיים חייבים איפוא להגדיר משימות ומטרות מפורטות ולוודא את יכולתו של מערך המודיעין לעמוד בהן.

לעיתים קרובות גדול מספר המשימות שהוטלו על מערך המודיעין מיכולתו - בעיקר בתחום האיסוף. לכן יש להגדיר גם את סדר הקדימות והעדיפויות של המשימות השונות.

ב. הענקת עדיפות להשגת מודיעין עבור השגת עליונות אווירית

המאבק להשגת עליונות באוויר הוא אתגר קשה ומסובך של זרוע האוויר. עליה להילחם הן בכוח האווירי של האויב והן במערכי טק"א שלו. המאבק עשוי להיות הגנתי, התקפי או שניהם גם יחד. מגוון המטרות והאיומים הוא גדול: מטוסי יירוט ותקיפה, מסוקים, סוללות טק"א, מוצבי שליטה והתרעה



"הציפור השחורה" SR-71 - מטוס ריגול מתוצרת "לוקהיד מרטין" הפועל מאז אמצע שנות ה-60. מהירותו מעל 3 מאך

אש עליהם) מאמצעי הלחימה של זרוע האוויר. מודיעין אווירי אמור לרכוש ולהפיץ מטרות עבור המטה המבצעי, יחידות זרוע האוויר ומחוצה לה למימוש כל תפקידי היסוד של זרוע האוויר. אין הוא אחראי אלא שותף למודיעין הצבאי הכללי או הזירתי ביצירת מטרות עבור תפקידים אחרים של זרוע האוויר, כגון השתתפות בלוחמת היבשה, מתן סיוע קרוב, השתתפות בלוחמת ים וכדומה. מבין המטרות אחת הפרובלמטיות ביותר מההיבט המודיעיני היא מערכי טק"א. מערך כזה בנוי מסדרת מטרות, שאחדות מהן נייחות בזמן אמיתי. מערך טק"א (כמו מערך מטוסים) הינו לא רק מטרה, אלא גם איום, כך שישנה זהות רבה בין מטרות לאיומים במאבק על עליונות אווירית. לכן קיימת חפיפה בין הנחיית יסוד זו להנחיה הבאה.

ה. ריכוז מאמץ מול איומים אוויריים

לאיום אווירי יש שני מובנים שונים זה מזה: (1) איום על זרוע האוויר - באוויר, מהאוויר או אל האוויר. (2) איום מהאוויר על אינטרסים ועל נכסים של המדינה.

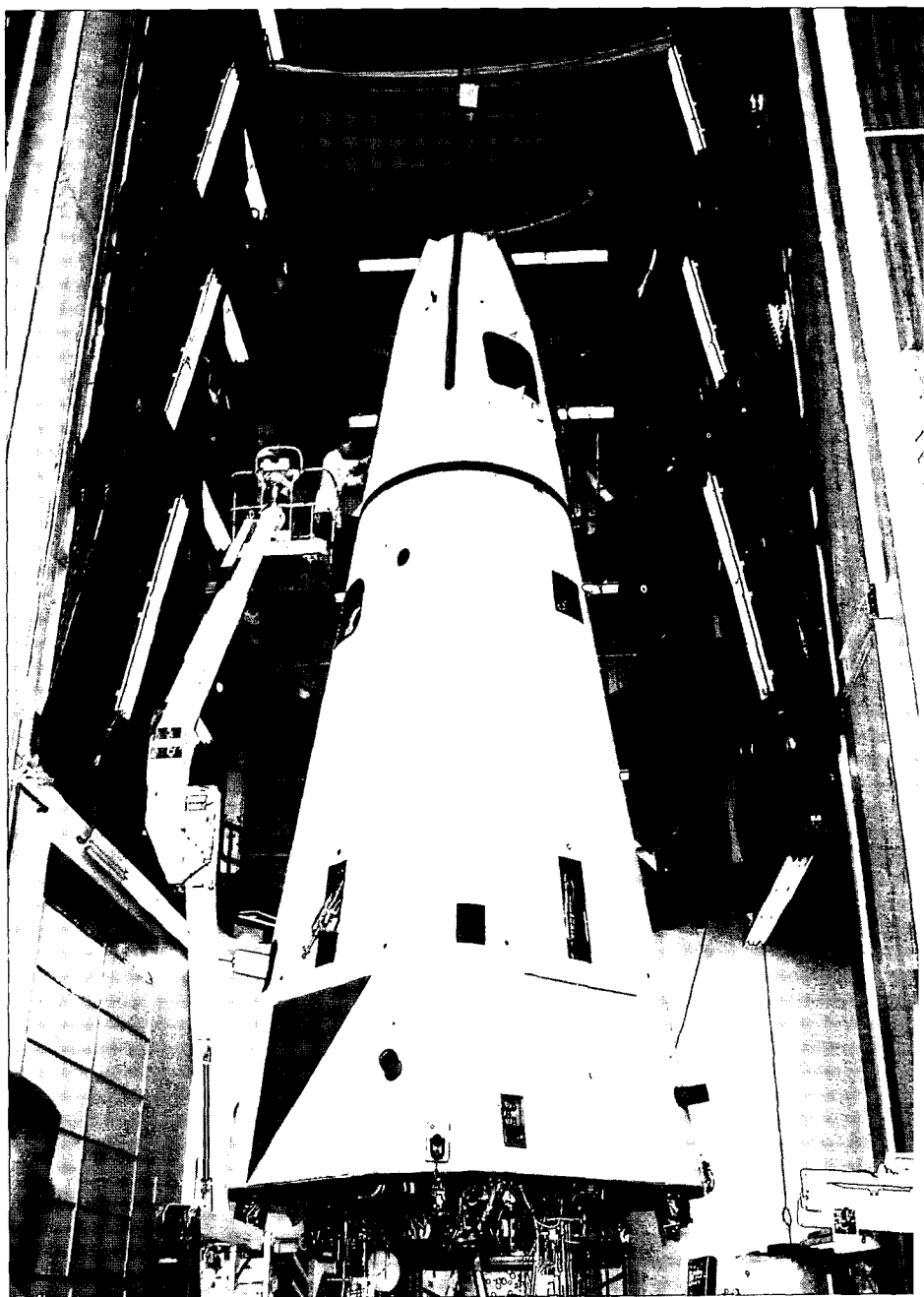
מודיעין אווירי אינו אחראי על מתן התרעה בפני איומים אסטרטגיים צבאיים, בפני איומים מדיניים ובפני הפתעה אסטרטגית. הוא עוסק בסוגי איום אלה רק במסגרת חברותו בקהילת המודיעין. בתוקף חברות זו הוא מסייע בגיבושה של הערכת האיומים על-ידי הפעלת אמצעי איסוף אוויריים ועל-ידי מתן חוות דעת מקצועית בדיונים. זרוע האוויר אחראית על מתן התרעה בפני איומים אוויריים ברמות האסטרטגית, האופרטיבית והטקטית במישור הטכנולוגי, במישור הטכני ובמישור המבצעי. כמו כן היא אחראית על מתן התרעה בפני התקפה אווירית בכל רמה שהיא. **ו. הערכת תוצאות (BDA), הפקת לקחים ויישומם במהירות**

המעגל המודיעיני נפתח בחיפוש אחר יעדים ומטרות ומסתיים בהערכת התוצאות של המבצעים שנועדו להשמידם. הערכת הנזקים שנגרמו ליריב כוללת שלבי פעולה הדומים לשלבי המודיעין שקדמו למבצעים. כלומר: איסוף מידע על המטרות שהותקפו, פענוח, עיבוד הידיעות למידע שימושי, מחקר והערכת הנזקים ומשמעותם.

מכ"מי כדי לוודא השגת מידע אם ייווצרו תנאי ראות גרועים או שיידרש שטח כיסוי גדול יותר. **ד. ריכוז מאמץ להשגת מטרות בזמן שימושי בפירוט ובדיוק הנדרשים** יש לשים דגש מיוחד על גילוי ועל רכישה של מטרות בדיוק גבוה, במספרים גדולים ובזמן רלוונטי לתקיפתן כמענה לעקרון הקטילה כתמצית הלחימה האווירית.

מטרה אווירית היא אמצעי לחימה, סוג תשתית או אדם שמונחתת עליהם אש (או מתוכננת הנחתת

לוויין ריגול עובר בדיקות אחרונות לפני שיגורו לחלל



החשיבות של הערכת התוצאות הוכרה כבר במלחמת העולם השנייה. חילות האוויר של בעלות הברית עמדו מייד על הצורך שלהם לקבל היזון חוזר ממבצעים קודמים כדי שיוכלו לתכנן את המבצעים הבאים.¹⁹

דוגמא: בסיום מטס התקיפה הראשון במלחמת ששת הימים עבר מטוס צילום מעל כל שדות התעופה שהותקפו כדי להביא מידע אמין ועדכני על התוצאות הכוללות של המבצע. מידע זה שימש לתכנון המשך התקיפות להשגת עליונות אווירית. מכיוון שלוחמת אוויר היא דינמית ומהירה, חייב תהליך הערכת הנזקים להיות מהיר ולהסתיים כך שתוצאותיו תהיינה שימושיות למבצעים עוקבים ולעיתים אף תוך כדי מבצע מתמשך.

יחד עם זאת חייב התהליך של הערכת התוצאות לעסוק גם בתוצאות המצטברות ובמשמעותן ברמה האופרטיבית והאסטרטגית.²⁰

מערך מודיעין אווירי אמור להטמיע תהליך של תחקור עצמי ושל הפקת לקחים כמרכיב חיוני לשיפור השיטות והאמצעים שבהם הוא משתמש להשגת מטרותיו. לעיתים לא נדירות נשכח תהליך חיוני זה באינטנסיביות הרבה של פעילות המערך בעת לחימה. לכן יש לעגנו בתוך כל אחד משלבי הפעולה של המערך ובתום כל סדרת פעילויות מסוימת.

5. חולשות המודיעין האווירי

המודיעין האווירי אינו שונה באופן מהותי בחולשותיו ממערכות מודיעין אחרות. גם הוא סובל - בין היתר - מהחולשות הקלסיות, הנובעות ממגבלות היכולת לנתח ולהעריך את כוונות היריב ואת יכולותיו, מחוסר היכולת למנוע הפתעות ומהקושי לספק התרעה אסטרטגית.

חולשותיו של המודיעין האווירי בולטות במיוחד בממדים שבהם רגישים במיוחד המערך המבצעי ומנגנון קביעת ההחלטות בזרוע האוויר. ממדים אלה הם זמן, מרחב, דיוק ופרטנות, טכנולוגיה והאינטגרציה ביניהם. בכל מימד נדרש המודיעין לספק מידע על איומים קריטיים ועל מטרות שצריך ואפשר להשמידן.

זרוע האוויר, שפועלת בזמני תגובה קצרים ביותר, זקוקה למודיעין בקבועי זמן קצרים עוד יותר, כדי שהמידע יהיה עדיין תקף ושימושי לקבלת החלטות ולמבצעים. לרוב אין מערך המודיעין

האווירי מסוגל לאסוף, להעריך ולהפיץ את המידע בעוד מועד. חוסר הצלחה יחסי של המערך לעמוד במירוץ התמידי נגד הזמן הוא אחת החולשות האינהרנטיות של המודיעין האווירי.

המרחב שאותו יש לכסות מבחינה מודיעינית משתרע עמוק בשטח היריב. לרוב אין מערך המודיעין האווירי מסוגל לכסות את מלוא המרחב האופרטיבי והאסטרטגי. גם מגבלה זו הינה אחת החולשות האינהרנטיות של המודיעין האווירי. זרוע האוויר עוסקת בהשמדת כוחות. כדי להשמידם זקוקים המתכננים והמבצעים למודיעין מפורט ומדויק על כל מטרה ומטרה. דרישה זו יוצרת לחץ חזק על העוסקים באיסוף המידע ועל אמצעי התקשורת לריכוז ולהפצת המידע עקב השפע העצום של הפרטים האמורים לזרום בערוצים בין יצרני המידע לצרכניו.

אחד מהגורמים המקשים על הפעלת זרוע האוויר ביעילות מירבית הינו הקושי להעריך במהירות הנדרשת את תוצאותיהן של תקיפות קודמות. הערכת התוצאות מוגבלת הן מההיבט הכמותי (כמה טנקים הושמדו? כמה גשרים נהרסו?) והן מההיבט האיכותי (האם הביאה השמדת הטנקים לעצירת התקדמותה של עוצבת השריון? האם הצליחה תקיפת הגשרים לסגור את נתיב ההספקה?) קיימת גם רמה שלישית: כיצד ישפיעו התוצאות על הקברניטים. חולשת המודיעין קיימת הן בהשגת המידע והן בעמידה בקצב האירועים. הטכנולוגיה הצבאית היא חרב פיפיות בהקשר האווירי. טכנולוגיה מתקדמת הינה גורם מרכזי בעוצמת זרוע האוויר, אולם טכנולוגיה מתקדמת ברשות היריב עלולה להוות סכנה חמורה לתפקודה של זרוע האוויר. לכן אחת ממשימות המודיעין האווירי היא להשיג ולנתח מידע על שלל אמצעי הלחימה שברשות האויב (או שעתידיים להימצא ברשותו בעתיד הלא רחוק) ועל מאמצי המחקר והפיתוח שלו. על המודיעין למנוע אפשרות של הפתעה טכנולוגית, שעלולה לחרוץ גורל של מערכות הפתעות טכנולוגיות ופערי מידע על יכולות מבצעיות של מערכות נשק הינם לחם חוקם של לוחמים במרבית המלחמות המודרניות. חוסר היכולת של המודיעין האווירי לאסוף את מלוא המידע הדרוש ולנתח את כל משמעותיות המבצעיות הינו חולשה בעייתית נוספת שלו. כאשר מצטרפות זו לזו חולשות אלה של המודיעין האווירי, עלול להיווצר אפקט סינרגטי שלילי חזק, אשר עלול

המודיעין האווירי יהיה אוטונומי ביכולתו לענות על הצרכים המבצעיים בזמני תגובה קצרים, כגון טיפול באיומים ובמטרות עבור הלחימה השוטפת. כמו כן, בהתאם למבצעים של זרוע האוויר יוענקו למערך המודיעין האווירי סמכויות זמניות ומוגבלות להפעיל אמצעי איסוף ובקרת נזקים (של סוכנויות מודיעין אחרות) הדרושים למבצעים אלה. לדוגמא: בזמן המתקפה האווירית במלחמת המפרץ הוקצו לזרוע האוויר האמריקנית סמכויות זמניות, הדרושות להכוונת אמצעי איסוף שונים לצורך גילוי ואיתור מטרות בכל מרחב המתקפה. חלק מסמכויות אלו ניטל ממנה כאשר החלה המתקפה היבשתית.

גוף מתחרה

כדי למנוע שגיאות קריטיות בהערכה זקוק המודיעין האווירי לפונקציה מתחרה, המאפשרת את קיומו של תהליך דיאלקטי בתהליך ההערכה בכלל והערכת המצב בפרט. בזרוע היבשה ישנו בחלק מהצבאות גוף מודיעין ברמת הפיקוד הזירתי, שמסוגל להתמודד חלקית עם המודיעין ברמת המטכ"ל בכל הסוגיות הזירתיות. לדוגמא: מערך המודיעין שתחת פיקודו של שורצקופף במלחמת המפרץ היה בעל יכולות אוטונומיות בתחומי האיסוף, המחקר וההערכה המודיעיניים - מה שאיפשר לו להתמודד עם מערך המודיעין הלאומי בנושאים הקשורים במלחמת המפרץ. בדרך כלל אין מתחרים למערך המודיעין האווירי הן במומחיות בתחומים הנוגעים ללוחמה אווירית והן ביכולתו לגבש הערכה מודיעינית לזרוע האוויר. לכן את הגוף המתחרה, שיציע הערכת מצב אלטרנטיבית, יש למקם בתוך זרוע האוויר, אך לא ברור האם יש למקמו בתוך המודיעין האווירי או מחוצה לו.

כאשר הגוף ממוקם בתוך המודיעין האווירי, הוא קרוב יותר לבסיסי המידע, אולם אינו בלתי תלוי לחלוטין. כאשר הגוף ממוקם מחוץ למודיעין האווירי, הוא אומנם מרוחק יותר מבסיסי המידע, אך הוא בלתי תלוי ועצמאי בגיבוש הערכות חלופיות. אולם במקרה כזה קיימת סכנה של היווצרות יחסי עוינות לא בריאים עם מערך המודיעין האווירי. יחסים אלה עלולים לבטל את כל היתרונות הצפונים בקיום גוף מתחרה. לכן שאלת כפיפותו של ארגון מתחרה הינה חיונית

לגרום להפחתה משמעותית באפקטיביות הפעלתה של זרוע האוויר.

על המודיעין האווירי להשתדל למנוע היווצרות של אפקט מעין זה באמצעות תכנון הפעילות המודיעינית בצורה מושכלת.

ולבסוף, מגבלה קשה על איסוף המודיעין היא מערך ההגנה נגד מטוסים של היריב. סוגיה זו תידון בנפרד בסוף המאמר.

6. סוגיות בארגונו של מערך מודיעין אווירי

אוטונומיה ואוטרקיה

במדינות שונות קיימות תפיסות שונות ביחס לארגונו של מערך המודיעין האווירי. השוני נובע בראש ובראשונה מהתייחסות שונה לסוגיה יסודית אחת: מידת האוטונומיה והאוטרקיה של מערך המודיעין האווירי.

לכאורה אמורה זרוע האוויר לשאוף למערך מודיעיני, הכולל את כל הגופים והאמצעים הדרושים, כדי שיהיה אוטרקי ואוטונומי לחלוטין, כלומר מערך שאינו תלוי במרכיבים אחרים של קהילת המודיעין. אולם בפועל איו בנמצא מערך מודיעין אווירי בלתי תלוי. הסיבה המרכזית לכך היא מחסור במשאבים - כספיים ואנושיים. להעדר האוטונומיה יש יתרון מסוים: ניצול טוב יותר של המשאבים לביצוע משימות שהמודיעין האווירי טוב ומיומן בביצוען. אילו נאלץ המודיעין האווירי לספק לעצמו את כל המידע הרלוונטי, היה נגרם בזבוז רב (בשל עבודה במקביל של מספר גופי מודיעין על אותה משימה), וגם יעילות העבודה הייתה נפגמת מאוד. לא כל מה שעושה המודיעין של הצבא יכול לעשות המודיעין האווירי באותה מידה של יעילות.

להעדר האוטונומיה יש גם מחיר: תלות בגופים מודיעיניים אחרים, זמני תגובה ארוכים יותר, הגדרת מטרות ויעדים מודיעיניים לאו דווקא על פי צרכיו של המודיעין האווירי. דוגמא: אם, למשל, הפקת מודיעין מתקשורת האויב (COMINT) היא משימה של המודיעין של כלל הצבא, ישנה סכנה שהוא לא יוכל לעמוד לרשות חיל האוויר במידה הדרושה בעת מלחמה. מה שעשוי להתגלות כחיסכון מבורך בזמן רגיעה עלול להתגלות כבעיה חמורה בזמן לחימה.

פתרון אפשרי הוא הליכה בדרך ביניים: מערך



מטוס ריגול "יו-2" מתוצרת
"לוקהיד מרטין". ביכולתו
לטוס בגבהים שמעל 21 ק"מ

מבנה ארגוני דומה במלחמה ובשלום

קיים שוני מסוים בין עבודתו של מערך מודיעין בימי רגיעה לבין עבודתו בתקופת לחימה. לכן ברוב המקרים בנוי מערך המודיעין האווירי במתכונת שונה ברגיעה ובעת חירום. לשונות זאת ישנה השפעה שלילית על הפעילות בלחימה עקב נדירותה היחסית. כמו כן בימי מלחמה יש נטייה להזניח פעילויות חשובות הנעשות בעת רגיעה. אחד הקשיים הנובעים מהשוני במבנה הארגוני ובתהליכי העבודה בלחימה הינו משך הזמן הכרוך בהעברת הארגון לפסים של לחימה. משך זמן זה אינו עומד בדרישותיהם של המרכיבים המבצעיים. לכן התחומים העיקריים, שבהם הארגון בלחימה וברגיעה אמור להיות דומה או זהה, הינם אלה העוסקים בתהליכים בעלי קבועי זמן קצרים, כגון הערכות מודיעיניות קצרות טווח או ייחודיות למבצע ולנושא מסוימים. הכוונה היא ליחידות איסוף, לגופי פענוח וכדומה. כדי להימנע מהשפעות שליליות אלה יש לבנות ארגון בעל שונות נמוכה ככל האפשר. כתמיכה בתפיסה ארגונית זאת יש להזכיר כי גם בימי רגיעה מתקיימות פעילויות לחימה.

להצלחתו. תרומתו של גוף מתחרה הינה בעיקר במודיעין לטווח ארוך ולטווח בינוני. במודיעין לטווח קצר הוא עלול לגרום לנזקים חמורים עקב קבועי הזמן הקצרים הנדרשים לתהליכי קבלת ההחלטות בתוך מערך המודיעין ובמערך המבצעי.

"כוח אדום"

גיבוש הערכה מודיעינית הוא תהליך המושפע במידה רבה מציר הייחוס שמגדיר לעצמו הצוות האחראי לכך. בדרך כלל מתייחס הצוות להערכת המצב מנקודת מבט של זרוע האוויר. נקודת מבט זו מושפעת מהטיה (Bias) לאופי המחשבה, האסטרטגיה והתרבות הצבאית של הצד "הכחול". הטיה זו הינה בעלת עוצמה רבה, אולם היא חבויה ולעיתים מזומנות אינה מזוהה, כיוון שקשה להעלות לסף הקוגניטיבי את השגיאות הנובעות מחוסר היכולת להיכנס לעורו של היריב.²¹

קיימים קשיים בהבנת עמים זרים, אשר מסובך מאוד להתגבר עליהם. קושי אחד הוא הערכת הרלוונטיות. קושי זה מופיע כאשר משיגים מידע מסוים, אולם שוגים ביחס לרלוונטיות שלו להערכת המצב. קושי נוסף הוא בתפיסה ובהבנה: הרלוונטיות של המידע מזוהה, אולם שוגים בהבנתו.²²

כדי להתגבר על הטיות אלו יש לבנות גוף קטן, אשר מנתק את תשתית החשיבה שלו מזו של המודיעין האווירי וקובע לעצמו ציר ייחוס של היריב "האדום", ומכאן שמו. השונות בצירי הייחוס ובנקודות המבט ההתחלתיות אמורה להפיק הערכות שונות, אף שהן נשענות על אותו בסיס מידע.

הניסיון שנאסף במשחקי מלחמה ובתרגילים מצביע על תרומות חיוביות של "כוח אדום" לא רק במערך המודיעין. לדוגמא: האמריקנים מפעילים במסגרת "המרכז הלאומי לאימונים" (NTC), "כוח אדום" נגד הכוחות המתאמנים, והתגובות הינן חיוביות ביותר. תרומתו של "כוח אדום" הינה בעיקר במודיעין לטווח ארוך ולטווח בינוני. אולם במודיעין לטווח קצר הוא עלול לגרום לנזקים חמורים עקב קבועי הזמן הקצרים הנדרשים לתהליכי קבלת ההחלטות בתוך מערך המודיעין ובמערך המבצעי.

טבלה 2

דגם ארגון מערך מודיעין אווירי

מפקד זרוע האוויר		
גופי מטה	מפקד מערך המודיעין	גופי מטה
קהילת מודיעין	יחידות שדה	התרעה
מטה כללי	איסוף צילום	תכנון מבצעים
זרועות	איסוף מזל"ט	עיבוד נתונים
פיקודים	איסוף אלינט	מחקר
דרג מדיני	איסוף קומינט	הערכת מצב
	איסוף הומינט	הערכת תוצאות
	איסוף מכ"מי	גוף "מתחרה"
	איסוף לוויני	מעריך "אדום"
	פענוח	פיתוח אמל"ח נגד-
	תצפית	מודיעין
	יצור מודיעין	קשר עם קהילת
	לצרכנים	המודיעין
	תחנות קליטה	
	ופענוח	

קרקע. תחום אחר הינו שיפור מערכות ממוחשבות לניתוח מידע, למחקר טכני, לפענוח ידיעות, לעיבוד תמונה וכסיוע להערכת מצב ולקבלת החלטות. תחומים נוספים הם שיפור קבועי הזמן מהאיסוף ועד שיגור החומר לצרכן וכן עיבוד נתונים מהיר ומדויק. גם שיפורים בתחום תקשורת הנתונים (העברת תמונות, חסיונות, מהירות ושלמות ההודעות עבור צרכנים) הינם תרומה חשובה במיוחד למודיעין, מכיוון שתחום עיסוקו הוא מידע והפצתו. תחום שונה למדי הינו ההתפתחות הטכנולוגית של אמצעי הלחימה של היריב. אמצעים אלה נעשים מסובכים יותר ויותר למחקר ולניתוח - בין היתר משום שהם מורכבים ממספר הולך וגדל של תת-מערכות מסוגים שונים. לדוגמא: מטוס ה"ספיטפייר", ששירת בחיל האוויר הבריטי במלחמת העולם השנייה, היה מורכב מגוף, ממנוע וממקלעים. לעומת זאת מטוס F-15 כולל גוף, מנועים, מכ"מ, טילי אינפרא-אדום, טילים אלקטרו-מגנטיים, מערכת בקרת-אש, מערכת התרעה מפני מכ"מי אויב, מערכת ראייה אינפרא-אדום ללוחמת אוויר-קרקע, מחשבים, וכונות משתנות ועוד.

אולם הבעיה מסתבכת עוד יותר כאשר עוסקים במערכות מורכבות יותר, כגון מערכות פיקוד ושליטה. לא זו בלבד שהמערכות מגוונות ומורכבות, אלא שהתקשורת ביניהן נעשתה מוגנת ומוצפנת, וקשה יותר לחדור לתוכה ולפענח אותה. לכן האתגר הטכנולוגי במחקר ובניתוח מודיעיני הינו מסובך וקשה. התקדמות הטכנולוגיה משפיעה על כל תחומי המודיעין, אולם השפעתה על מודיעין אווירי הינה מודגשת במיוחד. ראשית, מאחר שלוחמת אוויר וחלל הינה לוחמה מובילה בתחום של יישום טכנולוגיות חדשות, הרי שמודיעין אווירי חייב לעקוב ולהתמודד עם טכנולוגיות מתקדמות אלה. שנית, מאחר שלוחמה אווירית מתנהלת בקבועי זמן קצרים ביותר ועל פני אזורים נרחבים, הרי שהדרישות מהמודיעין האווירי מבחינת קבועי הזמן והמרחב הן קיצוניות במיוחד. שלישית, תחום האיסוף מהאוויר נפגע קשה יותר מתחומי מודיעין אחרים עקב הופעת מערכי הטילים קרקע-אוויר. מסיבה זו נעשים מאמצים מתמידים לפיתוח אמצעי איסוף אוויריים חדישים. לבסוף יש להזכיר את התחום החדש - לוחמת המידע - שהוא בעל השפעות מגוונות על המודיעין האווירי.

סיום: טכנולוגיה ומודיעין אווירי

המודיעין האווירי הינו תחום שבו בולטים במיוחד הקשרים בין אבני יסוד תיאורטיות לבין התפתחות הטכנולוגיה. העקרונות והמתודות הבסיסיים של המודיעין נשארו מעשיים באלפי השנים שחלפו מאז מסעם של תריסר המרגלים לארץ-ישראל, למרות ההתפתחות המתמדת של האמצעים ושל השיטות לאיסוף המודיעין.²³

התפתחות הטכנולוגיה הביאה לגידול מדהים בכמות המידע הנאספת, אולם נותרה בעינה השאלה, האם יש לכך השפעה משמעותית על קבלת החלטות נבונה יותר, שבאה לידי ביטוי במניעת הפתעות או בנקיטת אמצעים מקדימים.²⁴ להתפתחות הטכנולוגית יש מספר השפעות על המודיעין: שיפור אמצעי האיסוף, שיפור היכולות של החיישנים (דיוק, טווח, רזולוציה ותחומי כיסוי) ופתיחת תחומים חדשים בספקטרום לאיסוף נתונים. לדוגמא: עד מלחמת וייטנאם לא היה כמעט שימוש מעשי לתחום האינפרא-אדום, ועד מלחמת המפרץ לא היה כמעט שימוש בתחום הגלים המילימטריים לאיסוף מידע על כוחות

השפעת חופש הפעולה האווירי על טכנולוגיות איסוף אוויריות

קו השבר של איסוף מודיעין אווירי: הופעת הטק"א.
האיסוף האווירי עבר מהפכה גדולה בסיום שנות ה-60, עת הופיע גורם חדש בלוחמה האווירית - מערכי הטילים קרקע-אוויר. חשוב לעמוד על השוני היסודי בין מודיעין אווירי בעבר לבין מודיעין אווירי המודרני.

לפני הופעת הטק"א יכלו מטוסי תקיפה לטוס קרוב יחסית למטרות במשך די זמן כדי לגלות ולרכוש מטרות באופן עצמאי. לכן לא הייתה תלות חזקה במודיעין חיצוני מפורט ומעודכן. המודיעין שנדרש הצטמצם בהכוונת התוקפים לאזורים עתירי מטרות, ולא נדרש מודיעין מפורט ומעודכן על איומים, פרט למטוסי אויב. גם הנשק שעמד לרשות התוקפים היה פשוט (פצצות, רקטות ופגזים), ולכן לא נדרש מודיעין ייחודי לניהוג נשק למטרות. נוספה לכך העובדה שהנשק היה קצר טווח, ולכן לא נדרשו חיישני מודיעין ארוכי טווח. גם ללא חיישנים כאלה יכלו מקורות האיסוף להגיע לכל מקום שמטוסים תוקפים יכלו להגיע אליו. אמצעי האיסוף היו זקוקים לחופש פעולה לפרקי זמן קצרים יחסית. המגבלות של האיומים על המטוסים מהקרקע איפשרו לאמצעי המודיעין לטוס מתחת לעננים ובקרבת המטרות, מבלי שנדרשו חיישנים "חסיני" מזג אוויר. מכיוון שהתוקפים יכלו לעשות בעצמם עדכון אחרון, לא נדרש מודיעין עדכני, ולכן גם לא נדרשה תקשורת נתונים ותקשורת תמונה בזמן קרוב לאמיתי. כל היתרונות האלה נחלשו מאוד או אפילו נעלמו כליל עם הופעתם של מערכי טק"א יעילים, אשר מכסים כמעט את מלוא המרחב האווירי מגובה של עשרות מטרים ועד לגובה עשרות קילומטרים. בתוך זמן קצר נשלל ממקורות האיסוף האוויריים, שהיו אופטיים ברובם המכריע, חופש הפעולה הזמני והמקומי שהיה בידם להשיגו באמצעות הפתעה, ליווי מטוסי יירוט ותכנון מדוקדק של המשימות.

השפעת האובדן של חופש הפעולה האווירי על איסוף אווירי

ההשפעה שהייתה לאובדן חופש הפעולה ניכרת בשלושה היבטים עיקריים: התחזקות התלות של המבצעים במודיעין, גידול הטווח אל המטרות,

האצת התקשורת והתהליך המודיעיני עד לפרקי זמן קרובים לאמיתיים.

חיישנים אופטרוניים של אמצעי איסוף אוויריים רגישים מאוד לתנאי ראות, לטווח מהמטרות ולגובה הטיסה מעליהן, ולכן הם זקוקים לחופש טיסה מעל אזורי האיסוף בגובה שיאפשר דיוק וזולוציה גבוהים. ככל שפוחת חופש הטיסה, נחלשת יכולתם של אמצעי האיסוף האוויריים להביא את המידע הנדרש באיכות הדרושה.

כל עוד הייתה ההגנה האווירית של היריב מבוססת על מטוסים, ניתן היה להפתיע אותה, לחדור לאיזור הנדרש ולצלמו. לאחר הופעתה של ההגנה האווירית באמצעות טק"א, פחתה משמעותית היכולת להפתיע עקב כושר התגובה המהיר של מערך זה. אובדן חופש הפעולה וההקטנה המשמעותית של היכולת לטוס מעל אזורי המטרות הביאו למהפך טכנולוגי במערכות האיסוף האווירי: מצלמות ארוכות טווח ומצלמות-מנגד בעלות רזולוציה גבוהה, מטוסי סיור מגביהי טוס, לווייני מודיעין וכדומה. אך המהפכה הינה מהותית עוד יותר: מערכי טק"א (וכן קורנים נוספים כמו מכ"מי התרעה), אשר הפכו איום מרכזי על יכולתה של זרוע האוויר ואפילו עירערו על עצם ערכה ומעמדה בקרב הכוחות המזוינים - מערכים אלה הוצבו כיעד מרכזי בלוחמה להשגת עליונות אווירית. כפי שנכתב קודם לכן, שתיים מהנחות היסוד למערך של מודיעין אווירי הן התמקדות במטרות ובאיומים על הכוח האווירי. מערכי טק"א מהווים בו-זמנית איום חמור ומטרה בקדימה ראשונה עבור זרוע האוויר.

עבור מערך המודיעין האווירי נפתח לרווחה תחום איסוף מידע, שהיה בעבר מצומצם יחסית - תחום מודיעין הסיגנלים (SIGINT), אשר כולל מודיעין אלקטרוני (ELINT) ומודיעין תקשורת (COMINT). מערכי טק"א מאופיינים בשידורים בספקטרום אלקטרוני רחב לצורך גילוי מטוסים, רכישתם כמטרות, מעקב אחריהם וניהוג חלק מהטילים אליהם. מורכבותו הרבה של המערך מחייבת תקשורת ענפה בתחומים נוספים, הפתוחים לאיסוף.

כמענה להזדמנות המודיעינית הפך הסיגינט ממקור משני למקור חשוב ביותר. אחד היתרונות של איסוף סיגינט הינו היכולת לאוספו ממרחק גדול, מעבר לטווח היעיל של מערכי טק"א. תכונות נוספות של איסוף סיגינט הן היותו עתיר טכנולוגיה

עופר, אבי קובר (עורכים), **מודיעין וביטחון לאומי**, ת"א, מערכות, 1987, עמ' 495.

13. ר"ו גיונס, **מלחמה סודית ביותר**, ת"א, מערכות, 1984, נדפס לראשונה באנגלית, 1978, עמ' 371.

14. שמואל גורדון, **קשתו של פאריס**, ת"א, ספריית הפועלים, 1997, עמ' 78-95.

15. Handel Michael [ed.], **Strategic and Operational Deception in the Second World War** London: Frank Cass, 1987.

16. Stuart E. Johnson. Martin C. Libicki. [ed.]. **Dominant Battlespace Knowledge**, Washington DC, National Defense University, 1995.

17. מטה כללי, עקד כללי, **מילון מונחים צבאיים**, 1-300 (אג"ם-מה"ד, 1980), עמ' 9.

18. Joint Chiefs of Staff, U.S. Department of Defense, NATO (Compiled and Authorized), **The Official Dictionary of Military Terms**, JCS 1 (2nd Ed.)(Washington D.C.: Global Professional Publication, 1992, p. II-4.

19. Lee, Asher, **Air Power**, N.Y.: Frederick A. Preager, 1995. pp. 169-170.

20. Luttwak, Edward N., "Air Power in US Military Strategy", Shultz,

Richard H. Jr., Pfaltzgraff, Robert L. Jr., **The Future of Air Power in the Aftermath of the Gulf War**, Maxwell Air Force Base, AL: Air University Press 1992, p. 36.

21. פלמון, יהושע [גיוש], "להיכנס לעורו של היריב - מבט אישי". עופר צבי, קובר אבי (עורכים), **מודיעין וביטחון לאומי**, ת"א, מערכות, 1987, עמ' 286-277.

22. Allison, Graham T. **Essence of Decision**, Boston: Little Brown 1971.

ב. יהושפט הרכבי, "קשיים בלימוד עמים זרים". צבי עופר, אבי קובר (עורכים), **מודיעין וביטחון לאומי**, ת"א, מערכות, 1987, עמ' 271-270.

23. גיונס, **שם**, עמ' 392.

24. עזריאל לורבר, **מדע, טכנולוגיה ושדה הקרב**, תל-אביב, קרוננברג ספרות מקצועית, 1997, עמ' 245-238.

ויקר להחריד. יחד עם זאת יש לזכור כי עדיין אין תחליף מלא למידע אופטי, כמו תמונה של מטרה או זיהויה בעין של התוקפים. מטרות פוטנציאליות רבות עבור זרוע האוויר וכן חלק נכבד ממרכיביו של מערך הטק"א הם ניידים למדי. יתר על כן, מערכי הטק"א מגבילים את יכולתם של מטוסי התקיפה לרכוש לעצמם את המטרות. לכן נדרש מודיעין מפורט ומעודכן בקבועי זמן שימושי, כך שהתוקפים ימצאו את הטנקים או את סוללות הטק"א במקום שהמודיעין ציין זאת עבורם. צורך זה יוצר הזדקקות לתקשורת מהירה של נתונים ואפילו של תמונות.

לסיכום: תמונת מצב זו הובילה למספר התפתחויות טכנולוגיות: פיתוח מצלמות וחיישנים בעלי טווח רחוק, אשר מאפשר "סיור-מנגד"; פיתוח פלטפורמות לא מאוישות כמו מל"טים; פיתוח מערכות ניהוג מרחוק, המאפשרות להמיר מטוסים מאוישים בחלק ניכר ממשימות הסיור והצילום במטוסים לא מאוישים; פיתוח לוויינים; פיתוח אמצעי ל"א לשיפור שרידותם של מטוסי הסיור; פיתוח והפעלתן של טקטיקות הפתעה; פיתוח מערכות תומכות החלטה מהירות ואמינות כסיוע לגיבוש תמונת מצב רבת פרטים, מעודכנת ומהימנה.

הערות:

1. יואש צידון (צ'אטו), **ביום בליל בערפל**, אור-יהודה, ספריית מעריב, 1995, עמ' 311.
2. מטה כללי, עקד כללי, **מילון מונחים צבאיים**, 1-300, אג"ם-מה"ד, 1980, עמ' 228.
3. ראיון עם מר י' לרנר, 18.8.1994.
4. צידון, **שם**, עמ' 310.
5. בנימין פלד, "לוחמת אוויר-שטח", **מערכות**, 271-270, אוקטובר 1979, עמ' 71-69.
6. גדעון חושן, "מודיעין לפיתוח אמצעי לחימה", צבי עופר, אבי קובר (עורכים), **מודיעין וביטחון לאומי**, ת"א, מערכות, 1987, עמ' 533-527.
7. ראיון עם מר עודד ארז (20.7.1994).
8. ראיון עם מר ראובן איל (28.8.1994).
9. ראיון עם מר עודד ארז (20.7.1994).
10. חיים יעבץ, "המודיעין בתפיסת הביטחון ובבניין הכוח, צבי עופר, אבי קובר (עורכים), **מודיעין וביטחון לאומי**, ת"א, מערכות, 1987, עמ' 503.
11. שמואל גורדון, "עקרונות הלוחמה האווירית" **מערכות**, 342, יולי-אוגוסט 1995, עמ' 21-8.
12. אהוד ברק, "סוגיות בהפעלת המודיעין", צבי

