

לוחמה אלקטרונית מהי?

כדי להבין את הרקע לניסיונות להשיג חיסון בקרב עלידי שימוש בנשק אלקטרוני, ואת התנאים הדרושים לכך, נעמוד על תפיסתי קידי האלקטרוניקה במערכות-הנשק החדישות.

ענפי-ההנדסה הצבאיים, כגון טכנולוגיית-הנשק, האוירונאוטיקה וכיוצא בהם, פיתחו דרגה גבוהה ביותר של יעילות, מהירות, טווח, גובה, שטח כיסוי וכיוצא באלה. על כן נוצרו והוצבו דרישות חמורות יותר לתצפית, תיאום ובקרה של מערכות-הנשק, כדי להשיג תוצאות מועילות מבחינה טכנית ומבחינה טקטית כאחת. ביריבת המקרים ניתן למלא דרישות אלה רק עלידי שימוש באלקטרוניקה, וזאת בעיקר בגלל הטווח, המהירות, הקיבולת אי-התלות במזג-האוויר והדיוק המושגים עלידי כך. בדרך זו הפכו האלקטרוניקה והציוד האלקטרוני לרכיבים חיוניים במערכות צבאיות רבות, ובלעדיהם לא ניתן לממש ביעילות את ההתפתחויות האחרות שחלו במערכות הנשק.

טול, דרך משל, את טווחו הגדול של מטוס-הפצצה חדיש. טווח זה דורש מערכת-ניווט, אשר תהיה יעילה לאורך כל נתיבו של הכוח התוקף ללא תלות בתנאי הראות של פני הקרקע, ותהא מסוגלת, במיוחד בשלבים האחרונים, להוליך את המטוס בדיוק אל יעדו. פרט לשיטות הניווט האינרציאלי מבורסות כל שיטות-הניווט ארוכות-הטווח המדייקות על השימוש בגלי-רדיו. יתרה מזו: דיוקו של הניווט האינרציאלי הולך ופוחת במהירות בגדול המרחק, להוציא מקרים בהם משתמשים בציוד מתקדם ביותר.

בדומה לכך, התנאי להגנה נגד הפצצת-אוויר הוא גילוי של המטוס התוקף בטווח שבו ניתן להזניק מטוס-יקרב או להפעיל טיל נ"מ נגדו, בטרם יגיע ליעדו. גם דבר זה אפשרי רק בשימוש בגלי-רדיו, כפי שעשה במכ"ם-תצפית.

את מטוסי-היקרב ואת הטילים נ"מ יש לכ-וון או להנחות אל יעדיהם. המרחקים הגדולים מזה, ופרקי-הזמן הקצרים מזה, דורשים כי המטוס או הטיל יהיו בעלי טווח ודיוק מקסימליים.

הדרישות החמורות לתצפית ולתיאום המבצעים עים מומחשות בעליל עלידי הצורך לפעול, במלחמה גרעינית, בכוחות קטנים רבים המפוזרים בשטח, וצריכים להיות מסוגלים להתרכז במהירות לביצוע משימות-הכרעה. בעיה זו מעמידה בפני אמצעי-התקשורת דרישות חמורות, למעבר מהיר ואמין של הפקודות המופנות אל היחידות בשטח — מזה, ושל דיווחי היחידות עצמן — מזה. דרישות דומות לתצפית ותיאום קיימות בהגנה נ"מ. כאשר מגלה מכ"ם-התצפית מטוס-אויב, יש להחליט אם להכריז על אזעקת-אוויר, וכן כיצד לתאם את אמצעי-ההגנה. אם נערכת התקפת האויב בגלים, או בעת ובעונה אחת במקומות אחדים, יש לקבוע סדר עדיפויות, דבר הטעון תצוגה יעילה של תנאי-היקרב המורכבים המשתנים במהירות. יש לחשב

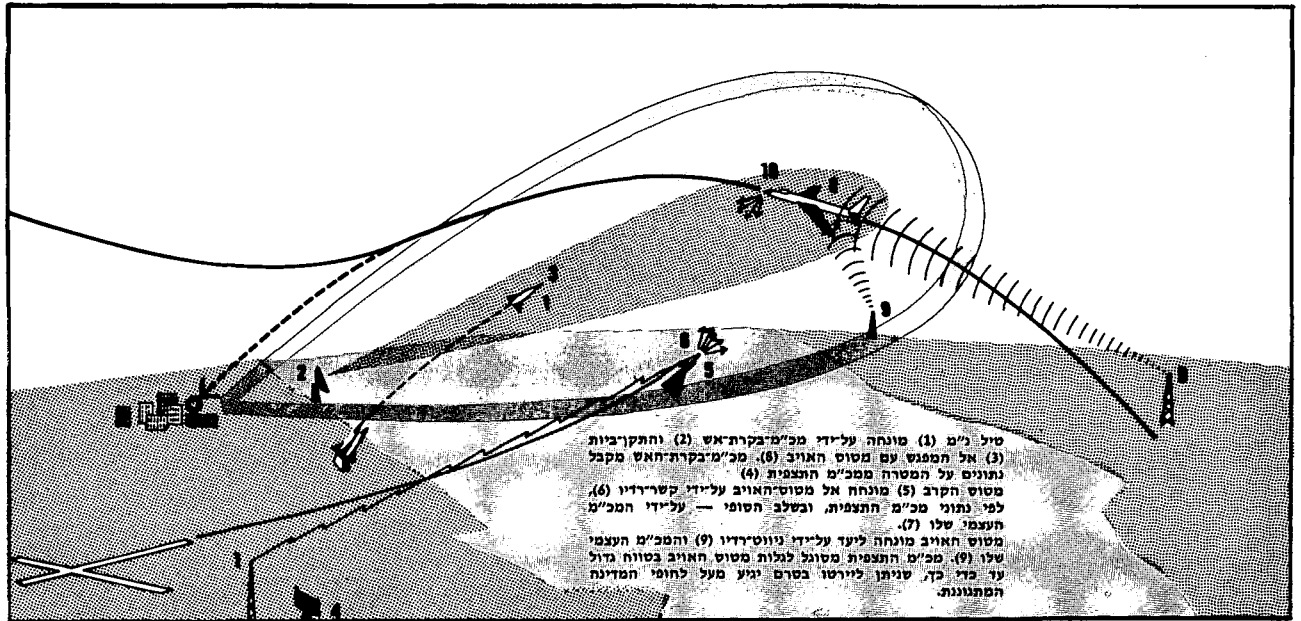
במהירות את הדרך הטובה ביותר לתפעול מטוסי-היקרב, הטילים ואמצעי-ההגנה האחרים, להעביר פקודות בטווחים ארוכים, אל היחידות הלוחמות. גם כאן מתאפשרים הדברים רק הודות לשיטות האלקטרוניות לאיסוף הנתונים, תצוגתם, עיבודם ושידורם. הואיל והאלקטרוניקה היא רכיב חיוני במערכת-הנשק, הפכה, מטבע הדברים, גם לנקודת המועדת לפגיעה במערכות אלה. אפשר לגרום לכך שנשק גרעיני יחטיא את מטרותו, עלידי הטיית מערכת הניווט של נושא-הנשק — וזאת באותה מידת יעילות שהיתה מושגת עלידי השמדת נושא זה. ניתן להפוך את ההגנה נ"מ לבלתי-יעילה לחלוטין, עלידי חסימת תחנות-המכ"ם שלה, באותה יעילות שהיתה מושגת עלידי השמדת בסיס-האוויר או מרכזי-הפקודות. כאשר מתברר כי הקטנת יעילותה של מערכת-הנשק של האויב אולה יותר עלידי הפעלת אמצעים אלקטרוניים מאשר עלידי קרב ישיר, יבחר באפשרות זו כל פיקוד צבאי הפועל בהיגיון, וזהו הבסיס הכלכלי לתפקידיהם של אמצעי-ההגנה האלקטרוניים.

מהלכה של מלחמת-העולם השניה אופיין במידה ניכרת עלידי שני חידושים חשובים באמצעי-הלחימה: האחד — השימוש הנרחב ברכיב-קרב משוריין ובמטוסי-הפצצה, והאחר — ניתוח שיטות ההגנה נגדם, הנשק נ"ט ונ"מ. חידוש שלישי היה ניצול האלקטרוניקה לתפקידים חדשים ובממדים גדולים; למעשה היו פעולות הלוחמה האווירית (הן בתקיפה והן בהגנה) בלתי-אפשריות ללא עזרת האלקטרוניקה.

בתקופה זו הוכנסו לשימוש המערכות החדישות הראשונות לניווט באמצעות רדיו שתפקידן היה להוביל את מטוסי-הפצצה אל יעדיהם, על אף החשיכה או חוסר-הראות. אולם, בעת ובעונה אחת פותחו גם מערכות המכ"ם הראשונות — הן מערכות קרקעיות שיכלו לתת התראה מוקדמת על התקפת-האוויר, והן מערכות מוטסות שיכלו לכוון את תותחי המטוסים. הונהגו מרעומי-קרב המופעלים עלידי מכ"ם, שיכלו לפוצץ את פגזי התותחים נ"מ; פותחו שיטות להניחיות הפצצות בגלי-רדיו, וגם חילות הים הנהיגו מערכות-ניווט ברדיו ובמכ"ם.

כל ההתפתחויות הללו היו אתגר לניסיר-נות-חסימה מצד האויב, וכך החלה, "המלחמה האלקטרונית". היתה זו מלחמה שקטה, ללא כתבות מצולמות מן החזית וללא פרסום; אך לעתים קרובות נודעה לה משמעות רבה יותר מאשר לקרבות רבים, וגם בה לא חסרו מצבים דרמטיים.

בהפצצת בריטניה בחורף 1940/41 הפעילו הגרמנים מערכת אלקטרונית להנחיית המפציצים אל יעדיהם. אולם הבריטים הצליחו לגלות שיטה זו ולנתח, לפני שהוכנסה במלואה לשימוש מבצעי. הם הפעילו משדר רב-עוצמה, שאותותיו התערבו באותות המערכת; בצורה זו הולכו המטוסים שולל, והפצצות נזרקו בנקודות שגא. אמצעים דומים הופעלו עלידי הבריטים גם בתקופות מאוחרות יותר,



טיל י"מ (1) מונח על-ידי מכ"מ בקרת-אש (2) והתקניות
 (3) אל המפגש עם מטוס האויב (8). מכ"מ בקרת-האש מקבל
 נתונים על המטרה ממכ"מ התצפית (4)
 מטוס הקרב (5) מונח אל מטוס-האויב על-ידי קשר-רדיו (6)
 לפי נתוני מכ"מ התצפית, ובשלב הסופי — על-ידי המכ"מ
 העצמי שלו (7).
 מטוס האויב מונח ליעד על-ידי ניווט-רדיו (9) והמכ"מ העצמי
 שלו (9). מכ"מ התצפית מסוגל לגלות מטוס האויב בסוואח גדול
 עד כדי כך, שניתן ליירוטו בסדר יגיע מעל לחופי המדינה
 המתגוננת.

דיווח יחיד זה אנד בים הדיווחים הכוזבים.
 בדוגמה זו השתמשו במערכות האלקטרוניות
 החדשות ובאמצעי-הנגד החדשים להשגת
הפתעה בקשר למבצע חשוב; על כן היתה
 דרושה **סודיות** יתירה בכל הקשור למערכות
 אלה ולתפעולן. סודיות דומה נהוגה גם בתקר
 פה שמאז המלחמה. אין כוונתנו כאן לאמ"

צעים אלקטרוניים חדשים — תחנות מכ"מ,
 מערכות ניווט או טילים מונחים — שכן את
 פרטיהם החיוניים של אלה לא ניתן, למעשה,
 להסתיר לאחר הפעלתם הניסיונית והמב"

צעית; אולם הדברים נכונים במידה רבה
 לגבי אמצעי-הנגד האלקטרוניים, רמתם המב"

צעית, תפקידיהם וביצועיהם. אך לסודיות זו
 מטרת שונת. אין לצפות כיום להשיג עם
 פרוץ המלחמה הפתעה אסטרטגית חשובה,
 בעזרת סוג חדש של אמצעי-נגד; כל האפש"

ריות הטכניות מוכרות היטב מכדי שהדבר
 יהא בגדר האפשר. אין גם צורך בתכנון סדרת
 הפתעות טקטיות רצופות, שכן ניתן להשיג
 השמדה מהירה וכוללת על-ידי התקפה גר"

עינית, ולכך יש לכוון את עיקר תשומת-הלב.
 ההבדל טמון, על כך, בכך שמאז שנת 1945
 שורר שלום בין המעצמות הגדולות. אין זאת
 אומרת שהן אינן מתכוונות למלחמה. אך
 הרצף הטקטי של אמצעים ואמצעי-נגד מל"

חמתיים חדשים, פינה את מקומו לרצף של
 ציוד ודוקטרינות של זמן-שלום. משום כך
 מונהגים האמצעים ואמצעי-הנגד בצבאות
 השונים מייד עם פיתוח הטכנולוגיה באותם
 נושאים ומייד כאשר מגיעות לצד אחד ידיעות
 על הישגיו הטכניים של הצד שכנגד. מנקודת"

מבט זו אין כל הבדל בין מרוץ-החימוש
 האלקטרוני לבין כל תחום טכנולוגי אחר.
 הסיבה לסודיות היתרה היא הרצון ליצור
 בקרב המעצמות האחרות **אייזדאות** בקשר
 להישגיו אנו, ואייזדאות זו משמשת כגורם
 מרתיע בפני תוקפנות.

משום כך ניתן לטעון, כי הסודיות הרבה

האלקטרוניות של האויב. החל מחורף
 1943/44 הפעילו בעלות-הברית על-גבי מטר"

סיהן מכשירי מכ"מ לניווט ולהפצה, שכן
 לשטחים השחורים (אגמים, נהרות וכדומה)
 שהופיעו על גבי המרקע נודעה חשיבות רבה.
 דבר זה הוברר לגרמנים, והם הפעילו אמצעי"

נגד, על-ידי הסוואת משטחי-המים הגר"

דולים בעזרת רפסודות המצויידות במחזירים
 (reflectors) מתכתיים.
 נקודת-השיא של הלוחמה האלקטרונית ב"

מלחמת-העולם השנייה היתה בהכנת הפלישה
 לנורמנדיה בשנת 1944. כאן הפכה לוחמה זו
 לחלק מן התכנית האסטרטגית הכוללת,
 ומטרתה — להוות את כוחות-ההגנה הגר"

מניים בקשר לנקודת-הכובד של המתקפה.
 לשם כך נוצלו אמצעים רבים; ריכוזי-סרק"

של כוחות וציוד, רשתות-רדיו שהעבירו חומר
 מטעה, הפצת שמועות, דיווחים כוזבים של
 סוכנים, וכיוצא באלה. כל אלה נועדו ליצור
 את הרושם, כי המאמץ העיקרי יופעל מעבר
 לתעלת דובר. תפקידיה של הלוחמה האלק"

טרונית היו כלהלן:

בימים שקדמו לפלישה נערכו הפצצות כב"

דות ביותר על תחנות-המכ"מ הגרמניות; אך

בכוונה תחילה לא הופצצו במידה יתרה הת"

חנות שבחוף ההטעיה, בעוד שבחוף המיועד

לנחיתה ממש נותרו תחנות בודדות בלבד,

ובעוד אלה חוסמו בשעת הפלישה עצמה,

היתה החסימה לגבי תחנות המכ"מ שמסביב

לחוף ההטעיה — פחות יעילה בכוונה תחי"

לה. לאיזור זה נשלחו מטוסים שהתקדמו

באיטיות לקראת החוף, ופיזרו „חלונות"

כדי ליצור רושם של צי אוירי אדיר. כידוע

הצליחה פעולת-ההטעיה זו במלואה: הפעלתה

של העתודה האסטרטגית הגרמנית לכיוון

אזורי הפלישה עוכבה למשך זמן מה עד כדי

כך, שכוחות בעלות-הברית הצליחו להתבסס

בראש הגשר. יצוין כי למטה הגרמני הגיע

גם דיווח נכון על חוף-הפלישה האמיתי, אך

וחשוב העלה, כי כתוצאה מפעולות אלה
 השיגו את מטרותיהן רק כ-20% מן הפצצות
 הגרמניות.

ב-27 בפברואר 1942, בחצות הליל, ירדה
 קבוצת צנחנים קטנה במישור שמצפון לנמל
 הצרפתי לה-האבר. עד מהרה הצליחו הצנ"

חנים להתגבר על ההגנה המקומית, וקבוצת
 טכנאים פירקה מתקן מוזר שנמצא על ראש
 צוק; אחר ירדה הקבוצה לחוף, ונאספה על-

ידי יחידות הצי הבריטי. היתה זו הפשיטה
 הראשונה שערכו כוחותיהן של בעלות-הברית
 על החוף הצרפתי הכבוש על-ידי הגרמנים,
 ומטרתה היתה להביא ידיעות על מכ"מ
 בקרת-אש חדש של הגרמנים. פרטי הציוד
 שהושגו בפשיטה זו סיפקו לבעלות-הברית
 מידע חשוב, וסייעו להן להגן על מטוסיהן
 נגד הנשק י"מ של הגרמנים.

אחת משיטות-ההגנה כונתה בשם „חלון"; היו
 אלה פסיריני מצופים מתכת, שפוזרו באויר
 בכמויות עצומות על-ידי מטוסי הפצה, ויצרו
 על מרקעיה-המכ"מ הגרמניים הדים ללא ספור.
 רעיון זה פותח למעשה עוד לפני פרוץ"

המלחמה, אך לממצאיו היו ספקות באשר
 ליעילותו, וכן פחדו כי גם האויב יעשה בו
 שימוש. אך בקיץ 1943 הוחלט להשתמש בו
 בשעת ההתקפה רבת-הממדים על העיר הגר"

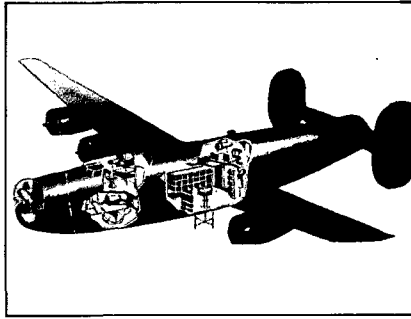
מנית המבורג, והתוצאות עלו על כל המצופה.
 אולי אחת מאירוניות המלחמה היא, כי
 אותו רעיון פותח גם בגרמניה והובא לידיעתו
 של המרשל גרינג בשנת 1942. גם הוא חשש
 מפני הסכנה פן יגלוהו בעלות-הברית ויש"

תמשו בו, ועל כן אסר על כל פיתוח נוסף של
 רעיון זה ופקד להשמיד את כל המסמכים
 שעסקו בו. כתוצאה מכך לא היו אנשי ההגנה
 י"מ בהמבורג מוכנים לכך, והצלחתה של
 ההתקפה היתה מלאה.

ואולם, בדרך כלל הבינו הגרמנים את האפ"

שריות הגלומות באמצעים נגד המערכות

האופפת את אמצעי-הנגד האלקטרוניים היא מוגזמת, ואולי כך הדבר — אך לתופעה זו סיבות מיוחדות. ראשית, הציוד האלקטרוני גמיש למדי בתפעולו, וניתן לשנות את פרטיו הטכניים בקלות. אם ידוע כי ברשות היריב מצוי ציוד-חסימה הפועל בתחום-תדרים מסוים יים וברמת-הספק נתונה, ניתן להתגבר עליו בקלות, כגון על-ידי שינויי ההכוון או הח"לפת השפופרת. שנית, ואולי חשוב יותר, הערכה נכונה של יעילות החסימה המופעלת נגד מערכת-מכ"מ, דרך משל, קשה עד כדי כך, שלצורות-חסימה מסויימות עלולה להיות השפעה מכרעת בשלבי-הפתיחה של המלחמה. בתנאים אלה מתקיימת, למעשה, "מלחמת-לוחות-השרטוט" בין מתכנני האמצעים ואמ"צעי-הנגד האלקטרוניים; מלחמה זו נמשכת זה עשרים שנה, ללא עימות, "חס" בין המע"צמות.

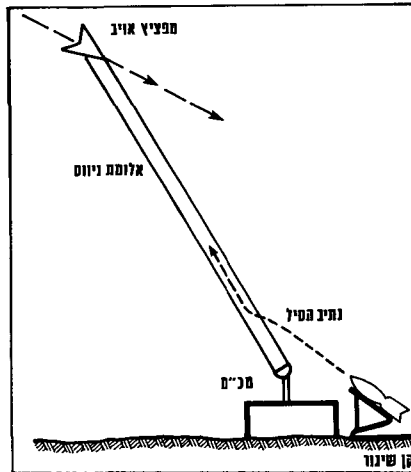


מיקומו של ציוד החסימה במפציץ מתקופת מלחמת-העולם השנייה.



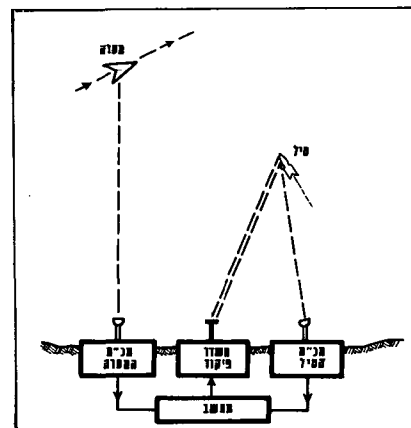
תמונות מכ"מ של מרכז העיר המבורג, לאחר שנערכה בו, "הסוואה" נגד מכ"מ.

במלחמת קוריאה לא נזקקו לנשק אלקטרוני מתקדם, בשל אופיה המיוחד והוא הדין באשר למשבר קובה, כי באותה תקופה היה צורך במשימות סיור בעלות רמה טכנולוגית גבוהה. במשבר ברלין ניסו להפעיל, "חלונות", אך הפסיקו בכך משהתברר כי אמצעי זה מסכן את התעופה האזרחית; יתר על כן, במשבר זה נפל התפקיד החשוב ביותר בחלקה של הלוחמה הפסיכולוגית והפרסום העולמי הכרוך בה. במלחמת ויאט-נאם, לעומת זאת, קיימים כנראה ניסיונות-יכוח מסויימים בתחום האלקטרוני. ידוע, למשל, כי במלחמה זו נעשה שימוש בטילים נ"מ סובייטים המ"בוקרים אלקטרונית; כן ידוע, כי לחיל-האוויר האמריקני נגרמו מטילים אלה רק אבדות מצומצמות ביותר. עדיין לא הובררה הסיבה לכך — רמה טכנולוגית נמוכה, ביצוע ירוד של המפעילים או אמצעי-נגד יעילים; אך העיתונות הצבאית והאלקטרונית בארה"ב פירסמה, כי המפציצים האמריקניים התוק"פים מלווים במטוסים המצויידים בציוד אלקטרוני מיוחד, שתפקידו לאכן את בסיסי הטילים ולהפעיל נגדם אמצעי-נגד אלקטרונייים — הן חסימה של מכ"מ הטילים והן פעולות-התחמקות של המפציצים. כן פורסם, כי צי ארה"ב השתמש בקליעים מסוג "shrike", המתבייתים על תחנות מכ"מ ומשמידים אותן; אך הישגי טילים אלה לא היו משובחים.



ניוטרטיל בשיטת "כוכב-האלומה". התקני הגיוש של הטיל מחזיקים אותו במרכז אלומת-הניווט. המכ"מ עוקב אחר תנועת מטוס האויב.

אין להניח כי במלחמה מעין זו הניטשת בויאט-נאם ישתמשו הצדדים בשיטות האלק"טרוניות המתקדמות ביותר. מתקבל יותר על הדעת, כי קיימת עתודה של אמצעים אלק"טרוניים משוכללים, הנשמרת בסוד לקראת עימות ישיר בין המעצמות הגדולות.



ניוטרטיל למטרה ע"י פיקוד. מכשיר מכ"מ אחד עוקב אחר המטרה, ומכשיר מכ"מ שני — אחר הטיל. נתונים של מכשירי המכ"מ מעובדים ע"י מחשב, אשר מעביר לטיל פקודות-ניווט באמצעות משדר-רדיו.