

# טילים נגד מטוסים

הדוגמה הפשוטה ביותר לתהליך זה הוא הצלף המעולה, המצוייד ברובה בעל טלס-קופ, אשר משימתו לפקח על קטע מוגדר. לאחר שגילה את המטרות האפשריות, מש-תדל הוא לזהותן, להבחין ביניהן את ה-מאיימות או הפגיעות ביותר, בהתאם להנ-חיות שקיבל. הוא בוחר לו מטרה — ומת-ליט לפגוע בה; לאחר מכן מאכן הוא את המטרה במדויק, על-ידי הכוונתה לתוך השדה הצר של טלסקופ-רובהו.

עתה לא נותר לו אלא להמתין על קו הירי, עד שתימצא המטרה בטווח-יעיל — ואז ילחץ על ההדק.

מטרה אווירית מאופיינת על-ידי מהירותה הרבה; משום כך גם קצר מאוד הזמן ה-נתון לטיפול במטרה. ולהשמדתה.

במשך שלושים השנים האחרונות גדלה מהירות המטוסים פי ארבעה, והטילים עפים במהירות שגא-קולית (הייפרסוניית). כדי להמחיש זאת נציין, כי מטוס הטס במהירות של 1000 ק"מ בשעה עובר במ-שך 6 דקות 100 ק"מ, ומכאן מתברר בעליל מה קצר הזמן הנתון לנו כדי ליירט מטוס זה. זמן זה קצר עוד יותר כאשר טס המטוס קרוב לפני הקרקע, ולעתים נמשך מספר עשרות-שניות בלבד, עקב ההדים והמכשולים המונעים גילוי של המטוס מרחוק.

משום כך נחוצה לנשק קרקע-אוויר מערכת אוטומטית, המאפשרת ביצוע כל פעולות ההתגוננות; תפקידו של האדם מצטמצם בהכרח לבחירת המטרות ולהחלטה על ה-ירי. למערכות אוטומטיות מעין אלו אפ-שר להגיע רק על-ידי פיתוחו של ציוד אלקטרוני מורכב, תוך שימוש בטכניקות המתקדמות ביותר.

## מערכת התגוננות אידיאלית

ביצועי המערכת האידיאלית צריכים להיות:

גילוי המטרות בטווח רחוק די צורכו כדי לאפשר השמדתן בהיכנסן לאיזור הירי של הנשק הנדון.

אבחנה קלה, על-ידי מחשבים בעלי מהירות גבוהה. אבחנה זו תאפשר לקבוע את מידת האיום של כל מטרה בנפרד, וכן להבחין במהירות בין המטרות הא-מיתיות לבין מטרות-דמי המצויות בס-ביבתן; לדוגמה, הבחנה בין טילים נושאי מטען גרעיני לבין טילי הטעיה.

זיהוי ודאי. כל יחידת-ירי תקבל באורח מיידי ומתמיד את המידע הדרוש לה על כל המטרות העשויות להיכנס לאיזור פעול-תה. המידע על מטרות האויב יסופק על-ידי מכ"מ חיפוש בעל טווח גדול, ואילו המידע על תכניות הטיסה והשימוש במע-רכת-זיהוי של מטוסים ידידותיים יאפשרו קבלת תמונה מדוייקת על מצבם של מטו-סינו באויר. מערכת מעין זו תאפשר קביעת מטרות עוינות בשלב מוקדם די הצורך ובאורח חד-משמעי.

בחירה מהירה של יחידת הירי, כדי להשיג יעילות מקסימלית של מערכת ההגנה. ב-התאם לסיווג הסכנה, יקבע המחשב את היחידה המסוגלת יותר מכל ליירט את המטרה, תוך סיכוי מקסימלי לפגוע בה. לחיצה על כפתור תעביר את הוראת הירי ליחידה הנבחרת.

טיפול במטרה במהירות ובאורח אוטומטי על-ידי יחידת הירי הוא השלב הסופי; פקודת-האש תכונן במהירות ובאורח מדו-ייק ובטוח את מכ"מ הירי או ההנחיה, לצורך היירוט או העקיבה האוטומטית. רק שניות ספורות תחלופנה בין גילוי המטרה לבין תחילת העקיבה האוטומטית. טיפול מהיר מעין זה הוא השלב הראשון לביצוע ירי להשמדה.

## שלוש מערכות-טילים

נעמוד כאן על שלוש מערכות טילי קרקע-אוויר המצויות כיום בשירות הצבא הצרפתי או נמצאות בשלבי תכנון, ומתקרבות לאי-דיאל שתואר. נסקור להלן שלוש מערכות, מסווגות בהתאם לרמת האוטומטיות ומי-דת-התפתחותה של המערכת.

המערכות הן:

- מערכת טילי קרקע-אוויר לגבהים נמו-כים מסוג „רולאן“ (Roland).
- מערכת טילי קרקע-אוויר מסוג „הוק“ (Hawk).
- מערכת הטילים נגד-טילים מסוג „סייפ-גארד“ (Safeguard).

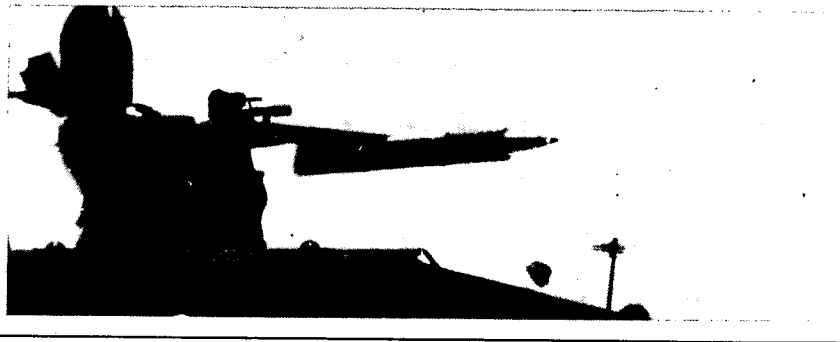
## מערכת „רולאן“

מערכת „רולאן“ מיועדת לטפל במטרות-אוויריות בגובה נמוך ונמוך מאוד, מטרות שמהירותן בין 150—450 מטרים בשניה. משתמשים בה בטיל שטווחו היעיל 6 ק"מ, תקרתו 3,000 מטרים, ומהירותו — 500 מטרים בשניה — מושגת לאחר 2 שניות מעוף.

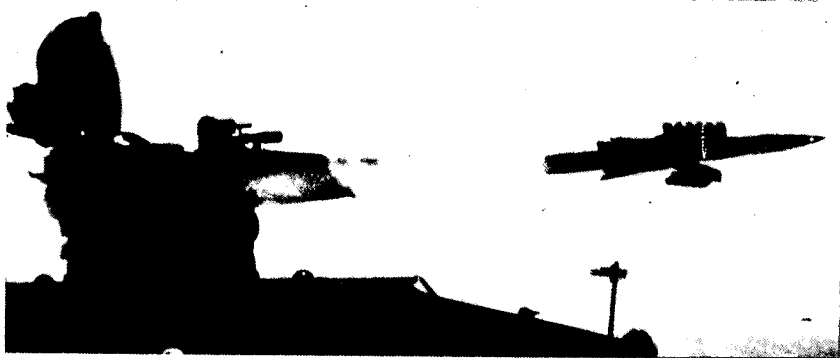
התגוננות מפני מטרה פירושה, במובן ה-רחב, הוא גילוייה, זיהויה ואיכונה במידת-דיוק מספקת כדי לאפשר השמדתה או לפחות ניטרולה באמצעות יחידת-אש נתונה.

תהליך התגוננות כולל, בדרך כלל, את הפעולות הבאות:

- גילוי המטרות.
- זיהוי המטרות ואבחנה ביניהן.
- בחירת המטרה שיש לתקפה.
- ציון המטרה ליחידת-האש.
- איכון המטרה הנבחרת על-ידי יחידת-האש וירי.



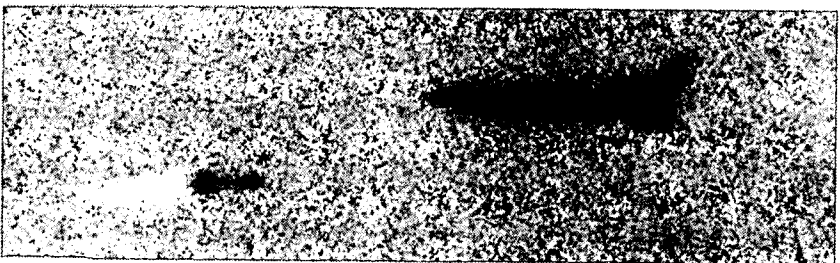
◀ שיגור טיל „רולאן“



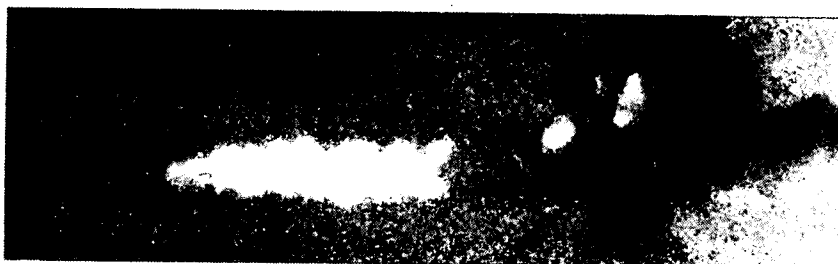
◀ חלקית שניה מאוחר יותר



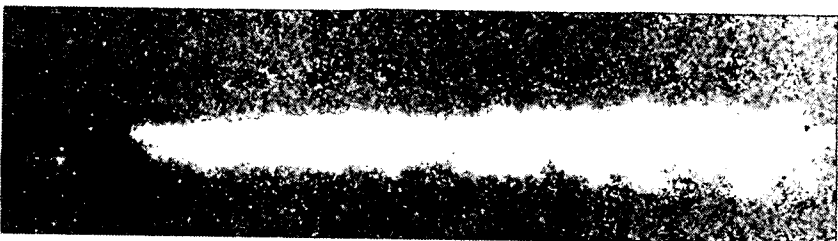
◀ מעוף הטיל אל המטרה



◀ התקרבות הטיל למטרה



◀ השמדת המטרה בפגיעה ישירה



◀ הטיל לאחר שהשמיד את המטרה

קיפולי הקרקע והמכשולים אינם מונעים מהמטוסים לטוס במהירות גבוהה ברום נמוך, אם כי הם מונעים את גילויין של המטרות מרחוק. לכן הזמן הניתן לטיפול במטוסים אלה, בדרך כלל, קצר מאוד. משום כך, כדי ליירט מטרה העפה במרחק של 2 ק"מ, במהירות של 0.9 מאך ובגובה של 50 מטרים עומד לרשותה של מערכת „רולאן” זמן שבין 10 ל-20 שניות, ומרחק הגילוי משתנה בין 5 ל-10 ק"מ.

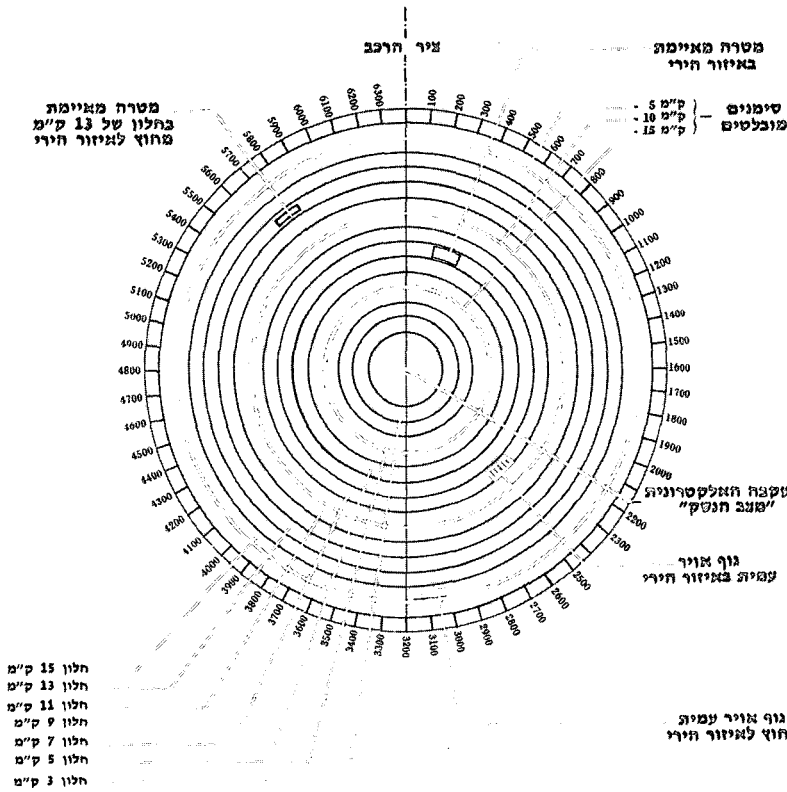
המכ"מ שבו מצוידת המערכת, מאפשר פעולה יעילה, הודות לסיכויים הטובים לגילוי המטרות. מייד עם הגילוי מתריע המכ"מ על כך על-ידי השמעת אותות אקוסטיים קצרים, הנשנים אחת לשניה. אותות אלה חזקים יותר ככל שהמטרות קרובות יותר; וצלילים חד יותר ככל ש- גדולה מהירות התקרבותה של המטרה.

מפעיל המכ"מ רואה על-פני המסך הפנו- רמי את הדי המטרות שהתגלו. קל להבחין בהדי המטרות הנעות בתוך ההדים הקבו- עים של הקרקע, וכך ניתן למנוע לחלוטין את הופעתם של הדים טפיליים על פני המסך. כך הוקטן במידה מקסימלית החשש מפני התרעות-שוא, וקריאת המסך היא קלה ומהירה.

יתר על כן, הודות לתצוגתם של ההדים מסוגל המפקד להעריך במבט אחד את דרגת האיום של כל אחת מן המטרות. זהו „גילוי” מסוג חדש, המתבסס על שלוש אמות-מידה: מרחק, מהירות רדיאלית, וה- מרחק בין המטרות. על המסך מצוינים מעגלים כרווחים של קילומטר אחד והעד מצוין ביניהם; יש הבדל בציון מטרות „מסוכנות” ומטרות „ידיד”.

הדים של מטרות מתרחקות, כלומר, שאינן מאיימות, או של מטרות שמחוץ לטווח הטיפול של מערכת „רולאן”, כגון מטוסים הטסים במהירות העולה על 300 מטרים בשניה והמרוחקים מן המערכת 5 ק"מ ויותר, אינם נרשמים על פני המסך.

בהתאם להנחיות שקיבל המפקד הוא כו- חר את המטרה המאיימת ביותר, מציינה על המסך הפנורמי על-ידי הבאת עקבה אלקטרונית להד. באותה עת עצמה סו- בבים גם משקפתו של הצופה-היורה וצ- ריח השיגור בכיוון המטרה הנבחרת. כאשר עורך המכוון חיפוש אופטי ו, מעלה על הכוונת מטרה, מבטיח מפקד המערכת זיהוי המטוס על-ידי חקירה (אם לא נעש- תה בשלב קודם), באמצעות מערכת של



מסך מכ"מ פנורמי של מערכת „רולאן”

„זיהוי עמית-טורף”, שבה מצוידת כל מערכת „רולאן”. תוך כדי כך איכן הצופה את המטרה במשקפת, והחל בעקיבה ה- אופטית אחריה. תהליך היירוט הסתיים; הוא נמשך בין 8 ל-10 שניות. לא נותר למפקד המערכת אלא להורות על ירי, כשיראה סימן על המסך, המציין כי המטרה חדרה לאיזור הירי.

### מערכת „הוק”

מערכת „הוק” מאפשרת יירוט בגבהים מן הנמוכים ביותר ועד לגבוהים ביותר של כל מטרה הנעה בטווח של 30 ק"מ, וש- מהירותה נעה בין 180 ל-1,800 קמ"ש. סיכוי הפגיעה של ה„הוק” הוא 0.8 לטיל. בהתאם לגובה הטיסה נעשה הגילוי באמ- צעות אחד משני מכ"מ-חיפוש או באמ- צעות שניהם יחד. מכ"מ החיפוש במתק- פים מגלה מטוסים, שגובה טיסתם בין 500 לבין 15,000 מטרים, ואילו מכ"מ החיפוש בשידור רצוף מגלה את המטוסים הנעים מגובה צמרות העצים ועד לגובה של 1,500 מטרים בקירוב. המידע המתקבל משני ה- מכ"מים מוצג על אותו צג (מסך), במר- כו הבקרה של הסוללה. ניתן איפוא לקבל

כאן הבחנה ראשונה, גסה במקצת, של גובה הטיסה. מכ"מים אלה מצוידים גם באמצעי-נגד ללוחמה אלקטרונית.

זיהוי מתקבל מן הצד האחד באמצעות המידע של מרכזי הבקרה של חיל-האוויר, המועבר דרך מרכזי-הבקרה הגדודי, ומן הצד האחר על-ידי התשובות לחקירות של מערכת „זיהוי עמית-טורף”, בה מצוידת הסוללה. המידע מן המקור הראשון מופיע במסך של הקצין האחראי לירי, ואילו ה- מידע מן המקור השני מסומן על הדי המטוסים הידידותיים המתגלים על-ידי מכ"מ החיפוש במתקפים.

כאשר הירי אינו מבוקר באופן מרכזי, מת- בצעת בחירת המטרה המאיימת ביותר על- ידי מפקד הסוללה.

תהליך הטיפול במטרה מסתיים לאחר כ- עשרים שניות, ועתה מתחיל שלב הירי.

### מערכת „סייפגארד”

נראה כי דרגת האוטומטיות הגבוהה ביו- תר הושגה במערכת נגד-טילים האמריק- נית מסוג „סייפגארד”. מערכת זו תוכננה לפעולה נגד טילים בליסטיים אסטרטגיים, כולל טילים המצוידים במספר רב של

טנה שלו, בעלת המחט האלקטרונית ור- בת-האלומות, הוא גם מסוגל בעת ובעת- נה אחת להנחות מספר רב של טילי „ספר- טן“ ו„ספרינט“ אל מטרות שונות. מכ”מ זה קובע את מסלוליהם של הטילים בדיוק רב.

דוגמאות אלה מוכיחות, שבמקביל לשיפור ביצועיהם של כלי-הטיס, משתפרים גם כלי-הנשק קרקע-אוויר. ההישגים בתחום האוטומציה, הבטיחות, הדיוק והמהירות עשויים להקנות להם עליונות על התוקף מן האוויר, יהיה זה טייס או טיל, ולהבטיח את יתרון ההגנה על ההתקפה.

המידע שמועבר לו משני מכ”מים, והם מערכת (Perimeter Acquisition) P.A.R. ומערכת (Missile Site) M.S.R. (Radar).

יעודו של ה-P.A.R. הוא להבטיח את גיי- ליים מרחוק של טילים עד למרחק של 3,000 ק”מ. מכ”מ זה סוקר באורח כמעט מיידי את המרחב בכל הכיוונים, הודות לאנטנה שלו מסוג „המחט האלקטרונית“. ה-M.S.R. — המצוי בכל מתקן של „ספרטן“, או „ספרינט“ — הוא בעת ובעת- נה אחת מכ”מ עקיבה אחר מטרות ומכ”מ הנחיה של הטילים המיירטים. הודות לאנ-

ראשים. במערכת זו משתמשים בשני סוגי טילים שגא-קוליים בעלי מטען גרעיני, והם: ● „ספרטן“ (Spartan) — בעל טווח יעיל של 750 ק”מ ומהירות של כ-300 מטרים בשניה, המיועד ליירט את המטרה הראשונה המתגלה בשכבות שמחוץ לאט-מוספירה, בגובה של 500 ק”מ בקירוב. ● „ספרינט“ (Sprint) — מסוגל להגיע תוך שניות אחדות לגובה-היירוט האופ-טימלי שלו שהוא 18,000 מטרים ומיועד ליירט מטרות העשויות להימלט מטילי ה-„ספרטן“. היירוט נעשה על-ידי מחשב, המנצל את

