

איום הטילים המשוטטים (כטב"מי נפץ)

אריה אבירם¹ | 21 במאי, 2025

מדינות העימות וארגוני המחבלים שעימם מתמודדת ישראל מצטיידים בכמויות אדירות של טילים משוטטים. מחירם הנמוך וקלות הפעלתם הופכים אותם לאיום משמעותי, ברור ומיידי, במיוחד אם יופעלו בנחילים. נדרשת השקעה משמעותית בשיפור יכולות הגילוי והניטרול של האיום. ניתוח האיום מסוכם בהמלצות לצעדים שיסייעו להתמודד עימו.

מלחמת אוקראינה, מלחמת הקווקאז ומלחמת "חרבות ברזל" היוו במה להופעתה של משפחה חדשה של חימושים בשדה הקרב המודרני: הטילים המשוטטים (המושג המקובל בעולם - Loitering Munitions או Loitering Missiles), או - כפי שהם נקראים בתקשורת הישראלית - כטב"מי נפץ.

חימושים אלה פגעו בבניינים ובמטרות איכות בשדה הקרב באוקראינה וגרמו למותם של אזרחים וחילים. יצורם של הטילים המשוטטים הוא זול בכמויות גדולות ולכן מתאפשר למפעיליהם לפגוע במדויק במטרות איכות רבות. הפעלתם של חלק מהטילים המשוטטים (אלה המצוידים בביות GPS) היא פשוטה מאד ואינה דורשת מומחיות הנדסית או מבצעית ברמה גבוהה. שיגורם האפשרי של נחילים גדולים של טילים משוטטים מהווה איום גדול, ברור ומיידי. היכולת הטכנית קיימת כבר בדורות הנוכחיים של חימושים אלה.

במהלך מלחמת "חרבות ברזל" נרשמו מספר שיגורים נגד ישראל, שפגעו במטרות אזרחיות (כטב"מי נפץ ששוגרו על ידי החות'ים בתימן פגעו בבתי בתל אביב וביבנה) וכן במטרות צבאיות (פגיעה בבא"ח גולני ליד בנימינה ובעמדות של צה"ל בערב-אל-ארמשה וברמת הגולן). השיא היה בשיגורם של כ-170 טילים משוטטים אירניים (כנראה רובם הגדול מסוג SHAHED-136), אשר שוגרו לכיוון מטרות בארץ ב-14 באפריל 2024. כטב"מים מתפוצצים אלה לא הצליחו להגיע לארץ עקב פעולות הירוט הנמרצות של חיל האוויר ובעלות הברית. עם

¹ אריה אבירם הטוא מהנדס אלקטרוניקה, בוגר הפקולטה להנדסת חשמל של הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל. שירת בשירות סדיר במערך הבקרה של חיל האוויר כקצין טכני ובשירות מילואים ביחידת שדה. עבד כמהנדס פיתוח, מהנדס מערכת ומנהל פרויקטים באחד ממפעלי התעשיות הביטחוניות. התמחה בהנדסת מערכת של מערכות מורכבות המשלבות כלי טיס לא מאוישים ובניהול פרויקטים רחבי היקף. בשנת 1991 קיבל פרס בטחון ישראל על פיתוח מערכת נשק יחודית לח"א.

זאת – צריך לזכור שישראל לא היתה אז במלחמה כוללת ולכן חיל האוויר יכול היה להפנות כוחות ניכרים להתמודדות עם המוני הכטב"מים.

טיילים משוטטים (כטב"מי נפץ) – כרטיס ביקור

משפחת הטיילים המשוטטים מתאפיינת בחימושים המבוססים על פלטפורמה אוטונומית, עם טווחי שיגור של קילומטרים בודדים עד אלפי קילומטרים, הנושאים רש"ק מסדר גודל של 3 – 50 ק"ג והם בעלי יכולת פגיעה נקודתית במטרות איכות שהוגדרו להם מראש או נבחרו בזמן אמת על ידי המפעילים. חימושים אלה פותחו במשך חמישים השנים האחרונות על ידי מספר מדינות, כאשר החלוצות ביניהן היו ארצות הברית וגרמניה. הישום המקורי היה להשתמש בטיילים המשוטטים כפתרון לדיכוי מערכות הגנה אווירית ניידות (משימות – SEAD – Suppression of Enemy Air Defenses). מדינות אלה ראו בטיילים המשוטטים מעין רובוטים אוטונומיים בשדה הקרב העתידי אשר יהוו פתרון זול יחסית לניטרולן של מערכות טק"א ניידות.

ארצות הברית וגרמניה – מנביטות הרעיון – זנחו אותו די בתחילת הדרך. ישראל ואיראן – אשר זיהו את הפוטנציאל העתידי הטמון בחימושים אלה – המשיכו לפתח את הרעיון והתוצאה היתה מערכת HARPY של התעשייה האווירית בישראל ומשפחת ה-ABABIL באיראן בשנות ה-80.

תמונה מס' 1 - ISRAEL / HARPY



תמונה מס' 2 - IRAN / ABABIL



מקור: Fars News Agency

טילים משוטטים הם פלטפורמות מוטסות, למעשה "אחים קטנים" של טילי השיוט. להלן פרמטרים אופייניים של טילים משוטטים:

- משגר: יחיד או מרובה. משגר יחיד יכול להיות גם זוויל הנישא על ידי חייל בודד.
- שיגור: קרקעי, ימי - מעט, אווירי - מעט.
- מוטת כנפיים: 0.5 מ' עד 4.0 מ'.
- אורך גוף: 0.5 מ' עד 4.0 מ'.
- משקל המראה: 5.0 ק"ג עד 300 ק"ג.
- הנעה: לרוב, מנוע בוכנה או מנוע חשמלי. מעט עם מנוע סילון.
- ניווט ביניים: לרוב - GNSS או אלקטרואופטי או מבוסס תקשורת.
- תקשורת: ללא תקשורת ("שגר ושכח") או רדיו.
- ביות סופי: מכ"מי (Anti Radiation - AR) או אלקטרואופטי (EO) או GNSS (מערכות ניווט לוויניות) או כתם לייזר.
- משקל רש"ק: 0.5 ק"ג עד 50 ק"ג.
- טווח פעולה: 5 ק"מ עד 2,500 ק"מ.

- מגבלת טווח עם תקשורת קרקעית: 200 ק"מ.
 - מהירות שיוט: 150 קמ"ש עד 600 קמ"ש.
- חלק מהטילים המשוטטים - אלה שמתבייתים על שידורי מכ"מ (AR) או באמצעות GPS - יכולים להיות אוטונומיים לחלוטין. האחרים - המתבייתים באמצעות ראש ביות אלקטרואופטי - נעזרים במפעיל אשר אחראי על בחירת המטרה ועל יזום תהליך הצלילה לכיוונה. יש להניח שבעתיד, עם התפתחות מערכות אוטומטיות לזיהוי מטרות (ATR - Automatic Target Recognition), גם טילים משוטטים עם ביות אלקטרואופטי (EO - Electro Optical Guidance) יוכלו להיות אוטונומיים לחלוטין.
- מערכת נשק המבוססת על טילים משוטטים כוללת את המרכיבים הבאים:
- **משגר** - אשר יכול להיות חד קני או רב קני.
 - **טילים משוטטים** - מותקנים בזווילים (בתוך המשגרים). הזווילים משמשים גם לאחסון רב-שנתי.
 - **מערכת שו"ב** (שליטה ובקרה) - אחראית להכנת החימושים לשיגור ולשיגור עצמו. אם הביות של הכטב"מים מבוסס על GPS בלבד, ומספר הכטב"מים במערכת קטן - השו"ב יכול בהחלט להצטמצם ללפטופ בלבד. עבור מערכות שמשגרות כטב"מים רבים - מערכת השו"ב תכלול קרון המצוייד במחשבים וצגים - המסוגל לשלוט בשיגורם והפעלתם של טילים משוטטים רבים בזמן קצר.
 - **מערכת תקשורת רדיו** - חובה רק במערכות טילים משוטטים עם ביות אלקטרואופטי, אפשרית בסוגי הטילים המשוטטים האחרים.
 - **מערכת אספקת חשמל** - לרוב גנרטור, מצברים או סוללה, תלוי מאד בגודל הכטב"מ ובמספר הכטב"מים.

תמונה מס' 3 - מרכיבי מערכת נשק טיפוסית לשיגור טילים משוטטים



מקור: סוכנויות ידיעות איראניות

לאחר שיגורם, המעטפת המבצעית של הטילים המשוטטים כוללת שני שלבים עיקריים:

- **ניווט ביניים אל אזור המטרות** - הניווט מתבצע באמצעות מערכות ניווט GPS (או מערכות GNSS אחרות), או באמצעות מערכת התקשורת או מערכת ניווט אלקטרואופטית או שילוב של המערכות הנ"ל.
- **ביות סופי למטרה שהוגדרה** - הביות הסופי מתבצע בעזרת מערכת הניווט של הכטב"ם (GPS או מערכת GNSS אחרת), או באמצעות ראש ביות המבוסס על אחת או יותר מהטכנולוגיות הבאות:
 - **רב"ת (ראש ביות) מכ"מי פאסיבי** - מגלה, מזהה, נועל על ועוקב אחרי מטרות קורנות, כגון משדרי מכ"מ. רב"תים אלה נקראים רב"ת AR (Anti Radiation). פעולתם אוטונומית לחלוטין ואיננה זקוקה לאדם בחוג.
 - **רב"ת אלקטרואופטי (EO)** - מגלה, מזהה, נועל על ועוקב על מטרה על רקע הנוף. פעולתו דורשת אדם בחוג עד לשלב הנעילה על מטרה, המתבצע באמצעות מערכת תקשורת רדיו נל"נ (נקודה לנקודה) המחברת את הטיל המשוטט למערכת השו"ב. מגבלה זאת תוסר בעתיד עם פיתוחם של מערכות ATR (Automatic Target Recognition) זולות ואמינות. במקרה זה, מערכת התקשורת תהיה אופציונלית בלבד. רב"ת אלקטרואופטי יכול להיות מקורר (ולכן יקר) או לא. בטילים משוטטים זולים משתמשים במצלמות תצפית זולות, לפעמים יום בלבד, בתוספת למערכת עקיבה.
 - **רב"ת מתביית כתם לייזר (SAL - Semi Active Laser)** - מחייב ציון המטרה באמצעות מציין לייזר, קרקעי או מוטס. למרות מחירו הזול של רב"ת מסוג זה ולמרות ההתכנות הטכנית הקיימת, לא מוכרים טילים משוטטים שפועלים כך.

כל הטילים המשוטטים מצוידים ברש"ק המיוזם (מופעל) על ידי הפגיעה במטרה או באמצעות מרעום קרבה. לרוב, הרש"ק יהיה שייך לאחד הסוגים הבאים:

- רש"ק רסס
- רש"ק נ"ט
- שילוב של הנ"ל

רבות המדינות שמפתחות ומייצרות טילים משוטטים:

- ישראל – 5 יצרנים מרכזיים (תע"א, אלביט, UVISION, BIRD AEROSYSTEMS, SPEAR UAV ו-AERONAUTICS) - כ-20 משפחות של מוצרים.
- איראן
- סין
- רוסיה
- ארצות הברית
- טורקיה
- טאיוואן

מערכת ה-HARPY שפותחה בתעשייה האווירית, הייתה המערכת המבצעית הראשונה מסוגה בעולם וזכתה למספר חיקויים / העתקות בעולם, על ידי תעשיות הנשק של מדינות וביניהן טורקיה, סין, טאיוואן, איראן, דרום אפריקה. בתמונה מס' 4 להלן נראה הדמיון הרב בין התצורות האווירודינמיות של HARPY לבין אלה של הטילים המשוטטים האחרים.

לא רק HARPY הועתק: גם משפחת ה-HERO של החברה הישראלית UVISION זכתה לחיקוי איראני. מדובר בטיל משוטט לטווחים קצרים, בשם REZVAN, הנישא על ידי חייל בודד. (ראה תמונה מס' 4 להלן), ה-REZVAN דומה בתצורתו ובאופן תפעולו ל-HERO-90 של חברת UVISION.

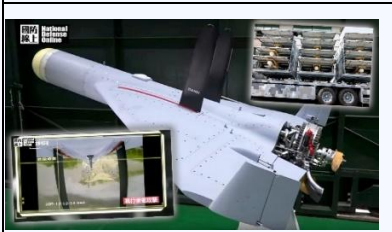
יש להניח שהחיקויים / העתקות הם בעיקר ברמת התצורות האווירודינמיות והתפעול, ופחות בתצורת האוויוניקה, שכן כל מדינה התבססה כנראה על התעשייה המקומית שלה. בטבלה מס' 1 תיאור ופרמטרים עיקריים של מספר טילים משוטטים.

טבלה מס' 1 – פרמטרים עיקריים של מספר טילים משוטטים

פרמטרים עיקריים של מספר טילים משוטטים

שם המערכת	שיטת ההנחיה \ סוג ראש הביות	משקל ראש (Kg)	מהירות שיוט (Km/h)	טווח (Km)	משקל המראה (Kg)
HARPY IAI / Israel	AR Seeker Anti) – Radiation מתביית על (קורנים)	32	185	200	135
HAROP IAI / Israel	EO Seeker (ביות) אלקטרואופטי)	23-16	400	1000-200	135
HERO-1250 UVISION / Israel	EO Seeker	50	???	200	155
SkyStriker ELBIT / Israel	EO Seeker	10	???	100	44
ABABIL T HESA / Iran	GNSS (מתביית באמצעות ניווט לווייני)	30	305-250	120	128-83
SHAHED – 131 / Iran	GNSS	15	???	900	135
SHAHED – 136 / Iran	GNSS	50-30	185	2,500	200
SAMAD – 3 / Iran	GNSS	40	250-200	1,800-1,500	???

תמונה מס' 4 - כולם דומים ל-HARPY - חיקויים ? העתקות ?

	ISRAEL - HARPY
	IRAN - SHAHED - 136 מקור התמונה: Fars News
	CHINA - ASN-301 מקור התמונה: Army Recognition Group
	TAIWAN - CHIEN HSIANG
	TURKEY - KARGI מקור התמונה: defensenews



SOUTH AFRICA - ARD-10

מקור התמונה: armedconflicts.com



IRAN - TOUFAN 2

מקור התמונה: armedconflicts.com

תמונה מס' 5 - REZVAN האיראני דומה ל-HERO-90 של חברת UVISION





מקור: UNIVISION

התפתחות טילים משוטטים באיראן

האיראנים גילו מוקדם מאד את הפוטנציאל הטמון בטיילים המשוטטים. הרעיון של חימוש מונחה מדויק, זול יחסית ובייצור המוני, המסוגל להוביל רש"ק מסדר גודל של כמה עשרות ק"ג לטווחים גדולים ולפגוע במדויק במטרת איכות, הקסים אותם והם העתיקו ופיתחו בעצמם משפחות שלמות של טילים משוטטים. הבולטות במשפחות אלה:

- **ABABIL** - ABABIL-2, ABABIL-T
- **SAMAD** - SAMAD-2, SAMAD-3
- **SHAHED** - SHAHED-131, SHAHED-136, SHAHED-238, SHAHED-136B
- **MOBIN**
- **ARASH** - ARASH-1

לטיילים המשוטטים האיראניים טווחים שבין 150 ק"מ ל-2,200 ק"מ ורש"קים שמשקלם בין 30 ק"ג ל-50 ק"ג. כולם מתביתים באמצעות מערכות GNSS (אם כי יש להניח שהאיראנים

משתמשים ב-GPS האמריקאי וגם ב-GLONASS הרוסי). בחלקם מופיעות מצלמות / ראשי ביות EO.

ה-238-SHAHED, הגרסה הסילונית של ה-136-SHAHED, מופיע בשלוש תצורות: עם ביות GNSS, עם ביות אלקטרואופטי ועם ביות Anti Radiation. יש ספק לגבי המבצעים של שני הדגמים האחרונים.

הטילים המשוטטים שתקפו את ישראל במהלך 2024 שוגרו על ידי איראן, חיזבאללה, החות'ים בתימן ומליציות שיעיות בעירק.

בתקיפות אלה שוגרו לרוב הסוגים הבאים של טילים משוטטים, רובם הגדול בעלי טווח פעולה ארוך (למעט אלה ששוגרו מלבנון):

- ABABIL-T (ראה תמונה מס' 7)
- SHAHED-101 (ראה תמונה מס' 8)
- SHAHED-136 (ראה תמונה מס' 9)
- SAMAD-2 (ראה תמונה מס' 10)
- SAMAD-3 (ראה תמונה מס' 11)

כאן המקום לציין את הופעתם של טילים משוטטים דמה (Decoys) תוצרת רוסיה, שהופעלו במלחמת אוקראינה במטרה להטעות את מערכות ההגנה"א. דוגמה – מערכת GERBERA הרוסית, המבוססת בחלקה הגדול על רכיבים מערביים (ראה תמונה מס' 12). טילי דמה אלה מדמים מבחינה אופטית (מראה חיצוני) את ה-136-SHAHED ומיועדים להטעות את מפעילי מערכות ההגנה"א של האוקראינים ולהרוותן.

תמונה מס' 7 - ABABIL-T



מקור: Fars News

תמונה מס' 8 - SHAHED-101



תמונה מס' 9 - SHAHED-136



מקור: armyrecognition.com

תמונה מס' 10 - SAMAD-2



מקור: en.topwar.ru

תמונה מס' 11 - SAMAD-3



מקור: en.topwar.ru

תמונה מס' 12 - GERBERA - מערכת טילים משוטטים דמה



מקור: Defense Intelligence of Ukraine / Telegram

הסכנות הטמונות לישראל בטילים משוטטים

עד עתה, במלחמת "חרבות ברזל", איראן, החות'ים וחזבאללה תקפו באמצעות טילים משוטטים אשר שוגרו בקצב ובמספרים נמוכים יחסית: בממוצע 1 – 5, אחת למספר ימים.

ירי טילים משוטטים בכמויות גדולות (נחילים) עלול לגרום לרוויה של מערכות ההגנה.

יש להניח שאם האיראנים, החות'ים או החזבאללה יצליחו לתקוף את ישראל באמצעות נחילים גדולים של טילים משוטטים, מטרות האיכות הנבחרות שלהם תהיינה:

- מפקדות גדולות – הקרייה, בסיסי הפיקודים
- מפקדות של אוגדות וסוללות חת"מ בשטח
- בסיסי חיל האוויר
- בסיסי חיל הים
- מפקדות של ארגוני מודיעין – מוסד, שב"כ
- בסיסי אימונים והדרכה גדולים
- תחנות כוח ומרכזי תקשורת
- מרכזי אוכלוסיה

היכולת הטכנית קיימת: המשגר הסטנדרטי של ה-SHAHED-136 (ראה תמונה מס' 13) מסוגל לשגר בזמן קצר חמישה חימושים. ריכוז מאמץ של 10 – 50 משגרים כאלה (לא חייבים להיות כולם יחד באותו מקום, חייבים רק לתאם מועדי שיגור, מסלולים, זמ"מ - זמן מעל מטרות) ייצר נחיל שיכלול 50 – 250 טילים משוטטים. הקצאה של כ-10 עד 20 טילים לכל מטרות תוביל לנחיל טילים משוטטים מעל כל אחת ממטרות האיכות המותקפות. לחלק ממערכות הטילים המשוטטים משגרים בעלי יכולת שיגור המוני גבוהה יותר – עד 20 חימושים למשגר. יש להניח שגם האיראנים ישפרו יכולת זאת בעתיד.

תמונה מס' 13 - משגר SHAHED-136 טעון ב-5 טילים משוטטים



מקור: [/https://armyrecognition.com](https://armyrecognition.com)

מה ניתן לעשות כנגד טילים משוטטים?

טילים משוטטים עוברים בדרך כלל מספר תחנות עיקריות בחיים המבצעיים שלהם – ראה תמונה מס' 18 להלן:

- **מתקן פיתוח וייצור (תעשייה)** – מפעל בו מפתחים את הטיל המשוטט ואת מערכת הנשק שמפעילה אותו ומייצרים אותם בכמויות גדולות.
- **מתקן אחסון לוגיסטי / מבצעי (תעשייה או צבא)** – מחסן לוגיסטי או בסיס בו נמצאת היחידה המבצעית המשגרת את הטילים המשוטטים.
- **פריסה מבצעית בשטח** – תא שטח שאליו פורסים משגרים מוכנים לשיגור – החל ממשגר בודד הנושא טיל אחד בלבד ועד סוללה שכוללת מספר משגרים מרובים.
- **נחיל באוויר** – טילים משוטטים לאחר שיגור, טסים לכיוון המטרות שלהם – החל מטיל בודד ועד לנחילים של מאות טילים משוטטים.

בכל אחת מהתחנות הנ"ל ניתן להתמודד עם הטילים המשוטטים, אבל ככל שמתקדמים בהן, עלות ההשמדה עולה (ראה תמונה מס' 18 להלן). ניטרול והשמדה של נחיל כב"מים באוויר הוא קשה מאד ויקר משמעותית.

חיל האוויר שותף מלא למאמץ הניטרול של טילים משוטטים המשוגרים נגד מדינת ישראל:

- שימוש במטוסי קרב לניטרול כטב"מים (כנראה בגבהים גבוהים ובינוניים). למטוסי הקרב יש מכ"מ מצוין לגילוי הכטב"מים, אבל השימוש בטילי אוויר/אוויר להשמדתם הוא מאד יקר.
- שימוש במסוקי קרב (מסק"רים) לניטרול כטב"מים (כנראה בגבהים בינוניים ובמוכים). למסק"ר תותח שפגזיו זולים בהרבה מטילי אוויר/אוויר, אבל אין לו מכ"מ.
- שימוש בטילי הגנה אווירית (נגד מטוסים - נ"מ) של סוללות "כיפת ברזל" ו"קלע דוד" ("שרביט קסמים").
- שימוש בלוחמה אלקטרונית - חסימות GPS נרחבות.

בעבר, חיל האוויר הפעיל מערכות קרקעיות של הגנ"א המבוססות על תותחים נגד מטוסים (נשק קני):

- מערכת L-70 ("פרש") שהפעילה תותחי 40 מ"מ (ראה תמונה מס' 14).
- תותחי נ"מ TCM-20 - תותחי 20 מ"מ דו-קניים (ראה תמונה מס' 15).
- מערכת "חובט" \ "מחבט" (ראה תמונה מס' 16) - שהפעילה תותחי 20 מ"מ VULCAN - תותח מהיר שהיה בזמנו מותקן במטוסי "קורנס", בתוספת מד טווח מכ"מי (במערכת "חובט") ומכ"מ גילוי וטילי כתף (במערכת "מחבט").
- מערכת שלל ZSU-23-4 SHILKA GUNDISH סובייטית, המבוססת על 4 תותחי 23 מ"מ מונחי מכ"מ בקרת אש (ראה תמונה מס' 17).

חיל האוויר וויתר לפני למעלה מ-25 שנה על מערכות נ"מ קני והפסיק את השימוש בכל המערכות הנ"ל. יכול להיות שלאור הופעתם של טילים משוטטים, הדומים בביצועיהם האווירודינמיים למטוסי קרב של מלחמת העולם השנייה יש לשקול שוב את אפשרות השימוש בנ"מ קני.

כאן המקום לציין שחיל האוויר האמריקאי הכניס בתקופה האחרונה לשירות 75 מטוסי קרב מונעי מדחף מסוג SKYRAIDER II (ראה תמונה מס' 18 להלן) לסיור ולמשימות סיוע קרוב. מטוסים אלה - הדומים בביצועיהם למטוסי קרב של מלחמת העולם השנייה - יכולים לשמש גם לירוט טילים משוטטים, בתנאי שיותקנו בהם תותח וחימוש רקטי זול ליירוט טילים

משוטטים. במטוסי קרב אלה חמש "נקודות קשות" לתליית חימוש ובאחת מהן ניתן בהחלט להרכיב פוד (קיים) עם תותח אוויר / אוויר.

תמונה מס' 14 – תותח נ"מ L-70 (15)



מקור:

https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%94%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%94_%D7%A9%D7%9C_%D7%9E%D7%A2%D7%A8%D7%9A_%D7%94%D7%94%D7%92%D7%A0%D7%94_%D7%94%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8%D7%99%D7%AA#/media/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Bofors-40-L70-hatzerim-2-1.jpg

תמונה מס' 15 – מערכת תותחי נ"מ TCM-20



מקור:

https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%94%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%94_%D7%A9%D7%9C_%D7%9E%D7%A2%D7%A8%D7%9A_%D7%94%D7%94%D7%92%D7%A0%D7%94_%D7%94%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8%D7%99%D7%AA#/media/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Bofors-40-L70-hatzerim-2-1.jpg

תמונה מס' 16 – מערכת "חובט" עם תותח VULCAN 6 קני



מקור:

https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%94%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%95%D7%A8%D7%99%D7%94_%D7%A9%D7%9C_%D7%9E%D7%A2%D7%A8%D7%9A_%D7%94%D7%94%D7%92%D7%A0%D7%94_%D7%94%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8%D7%99%D7%AA#/media/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Bofors-40-L70-hatzerim-2-1.jpg

תמונה מס' 17 - ZSU-23-4 SHILKA GUNDISH



מקור: <https://en.namu.wiki/w/ZSU-23-4%20%E8%9%B4%E9%B4>

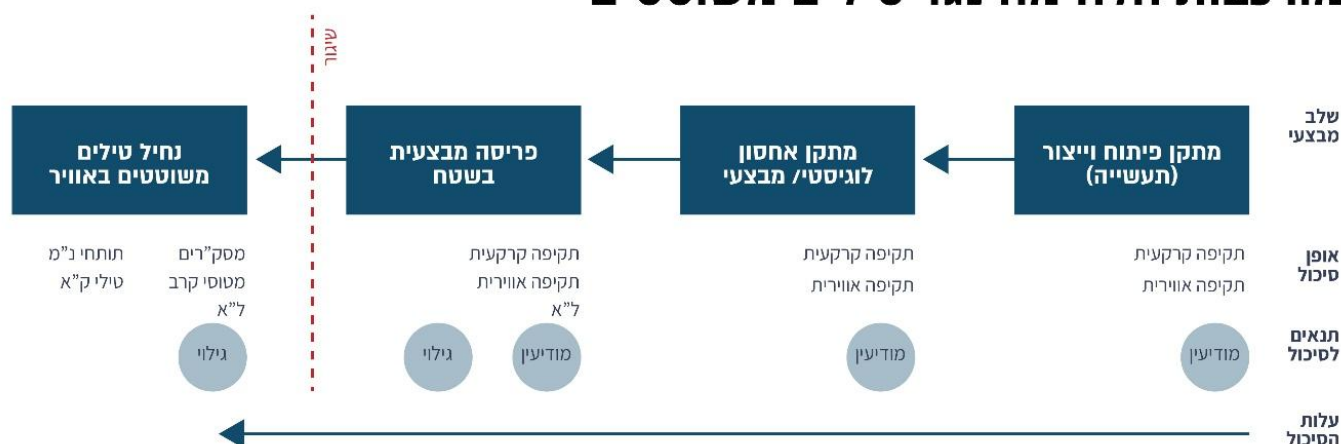
תמונה מס' 18 - SKYRAIDER II מטוס



מקור: Staff Sgt. Natalie Fiorilli/Air Force

תרשים - מורכבות הלחימה נגד טילים משוטטים

מורכבות הלחימה נגד טילים משוטטים



מה עשו האוקראינים?

במלחמה עם רוסיה, האוקראינים השתמשו בהצלחה בתותחי נ"מ ישנים להגנת מטרות חשובות. סביר להניח, שזהו פתרון טוב להגנת מטרות נקודה, אך לא להגנת מדינה שלמה. בנוסף, היה שימוש נרחב במערכות לוחמה אלקטרונית, לשיבוש מערכות הניווט המבוססות GNSS ומערכות התקשורת לשליטה ובקרה של הטילים המשוטטים. לטענתם – הצליחו להפיל מעל 70%-80% מהטילים המשוטטים הרוסים ששוגרו נגדם. מערכות לוחמה אלקטרוניות גדולות שימשו לרוב להגנת מטרות איכות, כמו מערכות הגנ"א או סוללות תותחים. הוכח שהדרך הטובה ביותר להתמודד עם הטילים המשוטטים הרוסיים הייתה שימוש בלוחמה אלקטרונית (ל"א – EW).

וגם אצל האוייב של האוקראינים: מחקר של מכון RUSI בבריטניה מצא שיחידות לוחמה אלקטרונית רוסיות הפילו בחודשים מארס-אפריל 2022 כ-90% מהכטב"מים האוקראיניים. ההצלחה הגדולה ביותר הייתה בחסימת ה-GPS (וכנראה גם ה-GLONASS) ותקשורת הרדיו של הכטב"מים. באותו מחקר נטען שכיום האוקראינים שולטים בתחומים של כטב"מים ומערכות לוחמה אלקטרונית גם יחד. מערכות הלוחמה האלקטרונית שבלטו במיוחד בהתמודדות של האוקראינים מול הכטב"מים הרוסים היו:

- BUKOVEL – המערכת פותחה על ידי חברת PROXIMUS האוקראינית. היא מגלה כטב"מים החל מטווחים של 1100 ק"מ וחוסמת את מערכת התקשורת שלהם ואת מערכת הניווט המבוססת GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO ו-BEIDOU) מטווחים של 15 – 20 ק"מ.

תמונה מס' 18 – מערכת BUKOVEL



מקור: [/https://military.com](https://military.com)

- ANKLAV – המערכת פותחה על ידי חברת UKRSPETSTECHNIKA והיא חוסמת מקלטים של מערכות ניווט שעובדות בתחומי התדרים של ה-GPS וה-GLONASS בטווחים של עד 40 ק"מ. קיימת גם גרסה קטנה יותר בשם "ANKLAV MALIUK"

תמונה מס' 19 - מערכת ANKLAV



מקור: ust.com.ua

- **NOTA** - המערכת פותחה על ידי חברת TRITEL. המערכת יכולה לחסום את כל סוגי הרשתות הסלולריות המופעלות באוקראינה, ובנוסף מערכות ל"א ומכ"מי ארטילריה. המערכת מסוגלת לגלות כטב"מים בטווחים של מעל 20 ק"מ ולנטרל אותם בטווחים של עד 15 ק"מ. המערכת יכולה לנטרל תקשורת סלולרית לטווחים של עד 1 ק"מ.

תמונה מס' 20 – מערכת NOTA



מקור: [/https://defence-blog.com](https://defence-blog.com)

- GEKATA – מערכת ELINT מוטסת על כטב"מ, מיועדת ביחוד לאיתור מכ"מים של מערכות הגנ"א. מסוגלת לגלות מטרות עד לטווח של 450 ק"מ.

תמונה מס' 22 – מערכת GEKATA



מקור: Infozahyst

- KULBABA – המערכת מגנה על כלי רכב נגד רחפנים הפועלים בתחום התדרים של 700-1,010 MHz. טווח פעולתה של המערכת הוא 150 מ' סביב הרכב המוגן.

תמונה מס' 23 - מערכת KULBABA



מקור: [/https://revolt.in.ua](https://revolt.in.ua)

- **PARASOL** - מערכת ל"א להגנה עצמית נגד רחפנים, קיימת בשתי גרסאות: להגנת עמדות או להגנת ציוד בטווחים של עד 200 מ'.

תמונה מס' 24 - מערכת PARASOL



מקור: [/https://militarnyi.com](https://militarnyi.com)

מה עושים האמריקאים?

בעשר השנים האחרונות, ארצות הברית פיתחה מערכת נגד טילים משוטטים בשם COYOTE. המערכת מבוססת על מכ"מ גילוי (קיימות שתי גרסאות בתחומי תדר שונים) וטיל משוטט מיירט. פותחו שלושה דורות של הטיל המשוטט המיירט: הדור הראשון והשלישי עם הנעה חשמלית, הדור השני עם הנעה סילונית. מחיר היעד של המשוטט המיירט הוא 100.000 דולר. טווח הכיסוי היעיל של המערכת הוא 15 ק"מ. מלבד ארצות הברית, הצטיידו במערכת אוקראינה ואיחוד האמירויות.

תמונה מס' 25 – מערכת COYOTE



מקור: <https://www.rtx.com>

סיכום

ללא ספק, הטילים המשוטטים מהווים אתגר מורכב שיש להיערך להתמודדות איתו. בעתיד אנו צפויים לעמוד בפני אתגר מאיים יותר בתחום והוא גלי **תקיפה של נחילים המורכבים מעשרות ואף מאות של טילים משוטטים**.

על מנת להתמודד עם בעיה זאת יש לפתח ולמבצע אמצעים ומערכות נשק לגילוי והשמדת טילים משוטטים. הדרישה הבסיסית לפיתוח מערכות אלה חייבת להיות טיפול בנחילים גדולים ולא רק במשוטטים בודדים.

התמודדות עם אתגר הטילים המשוטטים מחייבת מספר פעילויות:

- שיפור יכולות המודיעין לגילוי וחשיפה של ערוצי הרכש של תעשית הטילים המשוטטים באיראן ובתימן.
- חסימה של ערוצי הרכש הנ"ל.
- שיפור יכולות המודיעין לגילוי אתרי פיתוח וייצור של טילים משוטטים.
- תקיפת מתקני פיתוח, ייצור ואחסון של טילים משוטטים.

- שיפור היכולות של מערך הגילוי - האופטי, המכ"מי והאלינטי (קליטת אותות אלקטרוניים) - מול פלטפורמות אוויריות שטסות נמוך ולאט.
- הרחבה ושיפור מערך הלוחמה האלקטרונית לטיפול במרכיבים הרגישים של נחילי הטילים המשוטטים:
 - מערכות תקשורת רדיו נל"נ לשליטה ובקרה.
 - מערכות תקשורת סלולרית קרקעית ולוויינית.
 - מערכות GNSS מכל הסוגים (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU).
- שיפור מערך ההגנה האווירית מול האיום:
 - לשפר את יכולות "כיפת ברזל".
 - לשקול הצטיידות במיירט נוסף זול ל"כיפת ברזל".
 - לשקול הצטיידות (רכש או פיתוח) באמצעים נגד טילים משוטטים, דוגמת מערכת COYOTE האמריקאית או שילוב אמצעים אלה במערכות קיימות (למשל - "כיפת ברזל").
 - לשקול הצטיידות במערכות הגנה אווירית קניות (תותחי נ"מ מונחי מכ"מ או EO).
 - לבחון שימוש במטוסי קרב מונעי מדחף, כדוגמת ה-SKYRAIDER II, לאחר שיותקנו בו תותח ומכ"מ מתאימים.
 - לזרז תהליך הפיתוח והמבצע של מערכות הגנה אווירית מבוססות לייזר.