



ראש נפץ מתמרן

מתוך "שואה ומלחמה"

מלקט ועורך ש. אייזיקוביץ

eisikovits1@gmail.com

הגיליון מופיע באתר 'לדעת' וכן ניתן לקבלו לאימייל מדי שבוע על ידי שליחת בקשה. eisikovits1@gmail.com,

058-4852-443

אודה לכם אם תעבירו את העלון לאנשיכם או כתובות של נציג עלון. אשמח לקבל הערות מחכימות ובל"נ אשתדל להתייחס אליהם. גם רשות להדפיס / לחלק / להעתיק / לשמור. - בשעת הצורך הרשות נתונה לאמור מהדברים שבעלון אף שלא בשם אומרם. אבל הבא להדפיס וידפיס בשם אומרם. יביא גאולה לעולם. כמו כן יש אפשרות לקבל כל עלון בכל שפה כמעט שתרצו בתרגום של ווארד .

ראש נפץ מתמרן: כך מצליחים טילים מתימן ואיראן לפגוע בישראל

במקום ראש שנופל חופשי, קיבלו הטילים האחרונים של האויב ראש עם סנפירי תמרון ומנוע משלו, שמציב דילמה לצוותי סוללות החץ שלנו. איך נולדו הראשים המתמרנים, אילו חסרונות יש להם, וכיצד מתמודד צה"ל עם האיום?

ניצן סדן

שלום, כאן הקברניט; הגנה אווירית בישראל, כמו השוער בשער, נמדדת רק במספר הגולים שלא הצליחה לעצור. ולמרות ששיעורי יירוט הטילים הבליסטיים שנורים לשטח ישראל מפרוץ מלחמת 2023 הם הגדולים ביותר בעולם, חווינו גם כמה גולים: טיל שריסק בית ספר ברמת אפעל, טיל שפגע בשכונה רמת גנית, ולאחרונה גם אחד שפגע בשטח נתב"ג. זה נכון שהגנה אווירית היא אף פעם לא פיתרון של 100%, אך יש עוד סיבה לפגיעות הללו: הטילים שיורים אלינו הם לא טילים רגילים.

בתחילה היו אלה טילים בליסטיים מדגם חייבר שקאן שירתה איראן והצליחו לפגוע בשטח בסיס של חיל האוויר, וכיום אלה בעיקר טילים מדגם פתח 1 שנורים מתימן; לשניהם יש ראש נפץ זריז שלא נופל חופשי אחרי שהוא מתנתק מגוף הטיל, אלא מזגזג ומנסה לחמוק מיירוט - והיום נכיר אותו ונלמד כיצד הוא מצליח.

הראש המתמרן נולד בשנות השישים, כשקציני מודיעין אמריקאיים עברו על דו"חות עדכניים ממזרח אירופה והבינו שהסובייטים עומדים לשנות את חוקי המשחק. עד אז, לשני הצדדים היו טילים בליסטיים בעלי ראש נפץ גרעיני, והמנצח היה מי שישגר קודם - אבל לארה"ב היה אס בשרוול: טיל נגד טילים בשם נייקי זאוס שהיה מסוגל לעצור את המטח הרוסי בדרך. טכנולוגיה לפגיעה מדויקת עוד לא היתה, אז הטיל קיבל פצצת גרעין בעוצמת 400 קילוטון. פיצוץ רציני; לדבר כזה שמופעל בנתניה תהיה השפעה מרעננה ועד חדרה. מה הפחיד את קציני המודיעין? כשהבינו שגם לרוסים יש דבר כזה, וששוב חוזרים לתיקו אטומי.

הפיתרון שנבחר בפנטגון היה להמציא ראשי נפץ גרעיניים שידעו לברוח מיירוט, ולפגוע גם כשבריה"מ תזרוק לעברם כל מה שיש לה. אחרי כמה ניסויים, פותחה בשנות השבעים הגרסה הראשונה: ראש סימן 500, שכונה Evader, וחובר אל הטיל הבליסטי טריידנט שנורה מצוללות. האיווידר היה ראש רגיל, אבל עם אף עקום כמו של הנסיכה וספה מ"שיגעון בחלל". מחוץ לאטמוספירה התנהג הראש הזה כמו כל אחד אחר, אבל כשבא במגע עם האוויר, ההתנגדות שלו גרמה לראש להסתחרר ולעוף ככדור מסובב, כאילו רוברטו קרלוס בעט אותו. הדיוק לא היה בעיה: כל טריידנט נשא שמונה ראשים כאלה, והרעיון היה לפזר את פצצות האטום על שטח גדול, לא לפגוע בול בשפיץ של הקרמלין.

המודיעין המשיך לזרום ועם הזמן קלטו האמריקאים שזה לא מספיק: מערכות ההגנה של בריה"מ אולי טובות בהרבה ממה שהוערך (הן לא היו, אבל כולנו חכמים בדיעבד) ומחייבות פיתוח של ראש שעושה יותר מליפול הצידה.

שוב ניגשו טובי המהנדסים אל טובי השולחנות; לחברות אמריקאיות רבות כבר היו טכנולוגיות מתאימות לשיפור ראשי נפץ, שמקורן עוד בראשית שנות השישים - כל יצרנית שם רצתה למכור לנאס"א כלים שיודעים לתמרן בשובם מהחלל ארצה, ועתה הסבה את פיתוחיה לכיוון הצבאי.

במעבדת סאנדיה פיתחו את SWERVE, ראש מכונף וממונע שמסוגל להאיץ בדרך למטרה ולהסיט את זרם הפליטה שלו כדי לפנות. הוא תוכנן לתמרן מבלי להתפרק גם בטיסה היפרסונית, בגובה 75 עד 30 ק"מ. בהמשך שופר והכנפיים הוחלפו בסנפירים באחוריו. חברת מקדונל דאגלס הלכה על כיוון פשוט וזול יותר: ראש שצורתו שטוחה כדי לייצר עילוי.

אבל לכל הפיתוחים הללו היה מכנה משותף בעייתי: הם היו מאוד יקרים, ובאו בשנות השמונים, כשמלחמה גרעינית נראית פחות סבירה. הכלכלה האמריקאית עוד התאוששה ממלחמת וייטנאם ששתתה את תקציב הביטחון בלגימות של תחרות שתיה בווארית, והקו הכללי היה התייעלות ולא בזבזים.

ולכן, הוחלט לתת ראשים מתמרנים רק לחלק קטן מאוד מהטילים ולהישאר בשיטה של כמות על חשבון איכות; אם ישוגרו מאה טילים למוסקבה כשצריך רק שלושה כדי לגלח אותה, המטרה תושג. אבל עדיין יצא משהו מהמיזמים הללו: טילים רבים קיבלו ראש שמסוגל לתקן מסלול בעודו נופל, ולשפר את דיוק הפגיעה.

ופה נכנסת איראן לתמונה. פרויקט הטילים של הרפובליקה האיסלאמית החל עוד במהלך מלחמת איראן-עיראק, כשהפרסים נחשפו לאפקטיביות של טילי הסקאד העיראקיים, ורצו כאלה משלהם.

עד סוף העשור כבר החל הינדוס לאחור של טילים ונבנתה יכולת ייצור, ובסוף שנות התשעים קיבלו הדגמים ראש עם מערכת ניווט לווייני לשיפור הדיוק, וסנפירים שמאפשרים תיקוני מסלול מאוחרים. לדיוק היה תפקיד חשוב מאוד: איראן הבינה שחיל אוויר גדול ובריא יהיה לה מאוד קשה לבנות ולהחזיק, והעדיפה טילים בליסטיים שיעשו עבודה של מפציצים - פגיעה במטרות צבאיות ותשתיות. יש הרבה מאוד חסרונות לגישה הזאת - אתם תופתעו כמה - ונדבר עליהם בטור מיוחד, אך היתרון המרכזי מאוד קסם לאיראנים: מטוסים אפשר לנטרל בשדות התעופה שלהם, כפי שעשו שני הנצים במלחמת איראן-עיראק כמה פעמים. טיל בליסטי? אפשר לשגר ולברוח, ומכה מקדימה תתקשה לנטרל.

כשגילו סוכנים איראניים שישראל הצליחה לפתח טיל נגד טילים שאשכרה תופס סקאדים ודומיהם בפגיעה ישירה, החל האויב לחשב מסלול מחדש. הראשים מתקני המסלול שודרגו וקיבלו סנפירים גדולים יותר, מערכות ניווט יותר רגישות, ויכולת לבצע לא רק תיקונים אלא תמרון של ממש: זיג לימין, זיג לשמאל. אמנם בשיעור של שמונה עד עשר מעלות, אך עדיין מדובר בפניה שמקשה על חיזוי הנתיב ובחירת נקודת יירוט.

עם הזמן צמחה ברפובליקה האיסלאמית משפחה מפוארת של טילים בליסטיים לטווח טקטי (מתחת ל-300 ק"מ), קצר (עד 500) ובינוני (עד 2,000) שמצוידים בראש מתמרן. סוס העבודה של הקטגוריה נקרא חייבר שקאן, וביכולתו להגיע לארץ עם פצצה של חצי טון, אחרי זיגזוג אינטנסיבי בדרכו לאדמה. ביוני 2023 נחשף טיל הפתח 1, גרסה של החייבר שקאן בעל ראש ממונע גדול, שמסוגל גם להאיץ תוך כדי שהוא נופל. עד כדי כך, שהצליח כבר כמה פעמים לחמוק מיירוט של סוללות החץ הישראליות, שמגובות בסוללות THAAD אמריקאיות.

נחיר הפליטה של המנוע יכול לזוז כנראה בשניים עד ארבעה צירים, על מנת לבצע תמרון ואז להתייזב במסלול החדש, גם מחוץ לאטמוספירה. הראש מסוגל לשני דפוסים של טיסה: האצה

משמעותית ותמרון מינימלי, או תמרון קצת יותר מורגש שבא על חשבון מהירות ויציבות. המגבלה נובעת ממיכל הדלק, שאינו גדול מספיק כדי לאפשר תמרון מבלי לאבד הרבה מאוד אנרגיה, בעיקר אחרי המעבר באטמוספירה. זה הרי ראש נפץ ממונע, לא נשק היפרסוני מתמרן - אין לו את היכולת לטוס גם מאוד מהר וגם לרקוד באוויר.

אבל למרות זאת, עדיין בצד הישראלי מתקבל משהו יותר מאתגר מטיל בליסטי רגיל. בואו נשווה את השניים: טיל סטנדרטי אינו קשה ליירוט משום שהמסלול שלו נשען על נפילה חופשית - טיסה לשיא הגובה שמאפשרים המנועים שלו, ואז נפילה קשתית. מכ"מ היירוט שלנו יודע לזהות את שיא המסלול ולהשלים בקלות את המשך הדרך, וכך לבחור נקודת מפגש מתאימה לטיל חץ. אבל טיל פתח 1 בעל ראש מתמרן עובד אחרת: אחרי שיא המסלול, ימשיך להתקדם ואז ישחרר את הראש, שיתחיל לזגזג. כל פנייה תזוהה מיידית בידי הסנסורים שלנו, אבל עדיין לא תאפשר להגדיר נקודת פגיעה ולשגר חץ. האם הזיג ימינה הוא המסלול הסופי? האם יבוא אחריו עוד זיג שמאלה? האם זו פניה של 15 מעלות שמאפשרת יירוט גם אם הראש יברח קצת, או פניה חדה יותר שתחייב ירי של טיל נוסף? באיזה קצב מתבצעת הפניה? צוותי ההגנה האווירית שלנו צריכים למצוא תשובה בכל פעם ועבור כל טיל.

וחשוב לקחת בחשבון שבזמן שאנו מנתחים את התנהגותו באוויר, הראש ממשיך להתקדם וזמן התגובה שלנו מתקצר. אמנם החץ 3 משחרר ראש מתמרן משל עצמו, שהוא לא פחות מחללית יירוט לכל דבר ועניין - אבל זה לא XWING, ויש מרחב שאם הטיל התימני או האיראני יתמרן מעבר לו, היירוט ייכשל.

צוותי הבקרה האווירית וסוללות החץ מעולים מודעים לכך, לומדים מטעויות ולמרות הקושי מצליחים לעצור את הרוב המכריע של הטילים. העניין הוא שאם יהיה כשל בטיל שלנו או במערכת אחרת, לא יהיה זמן לשיגור נוסף וראש הנפץ התימני יגיע לקרקע בחתיכה אחת. וכמו שאמרתי: לשוער סופרים רק את הגולים, וזה מאוד בעייתי כשהכדור הוא פצצה של מאות ק"ג שנופלת באלפיים קמ"ש מהחלל.

ראשים מתמרנים אינם חפים ממגבלות, שהאיראנים מרגישים היטב: הם יקרים ומסובכים לייצור, מצריכים רכיבים וחומרים יקרים שלא קל להפיק או להשיג, מרמת השבב ועד לציפויים קרמיים. בנוסף, הראש שיתקבל יכול פצצה יותר קטנה: טיל חייבר שקאן בא עם מטען של חצי טון, בעוד זה של הפתח 1 החמקמק חלש בהרבה. הסיבה היא שיש עליו גם מנוע, גם מיכל דלק, גם אלקטרוניקה רגישה שמצריכה מחיצות שיכוך, גם ציפוי עבה יותר שיעמוד בטמפרטורת ההאצה לתוך האטמוספירה וכל אלה לא משאירים מקום לפצצה רצינית.

אבל האיראנים ועוזריהם החות'ים מאוהבים בפתח 1 הזה עד מעל לראשם הרשע: הוא מאפשר להם לבצע מה שנקרא שיגור יצירתי. בזכות היכולת להגדיר לראש איך להתנהג, היכן ומתי, מסוגל האויב לשפר את דפוסי השיגור בהתאם לאיך שהוא מבין את מערכות ההגנה שלנו. למשל, אם צפה בטילים קודמים מיורטים בידי החץ בטווח X ובגובה Y, יוכל לקבוע לטיל הבא להתחיל לזגוג עשר שניות קודם לכן. אם יירוט בוצע אחרי פניה גדולה ובולטת, הטיל הבא כבר לא יבצע פניות שכאלה, או יעשה אותן אחרת. סוף סוף קיבלו האיראנים נשק שבאמת עושה חיים קשים לעליונות הטכנולוגית הישראלית.

האויב צפוי להמשיך לשפר ולהרחיב את יכולות הראשים המתמרנים שלו; לאחרונה הצטרף למשפחה טיל חדש, בשם קאסם באשיר, שהוא קל במיוחד והטווח שלו עומד על 1,200 עד 1,300 ק"מ כך שאלינו יוכל להגיע רק ממערב איראן. אבל אנחנו לא מככבים לבד ברשימת המטרות של הרפובליקה השיעית, ואת נמלי הנפט של סעודיה והמפרציות הוא מכסה היטב. מה נוכל לעשות נגד האיומים האלה? איך נוכל להפיל את הראשים המתמרנים בעתיד? זה המקום להזכיר שישראל ואיראן נמצאות במירוץ חימוש, בו כל צד מנסה לשפר את היכולות שלו בשיעור כזה שיגרום ליריב לתלוש שערות ולקלל - ובזכות העליונות הטכנולוגית והאיכות האנושית, הקללות נשמעות בעיקר בפרסית.

יש לנו איך ליירט את הטילים המזגזגים, וגם את הדור הבא שלהם: מיגרנה בשם פתח 2, שהוא ראש היפרסוני מתמרן לכל דבר. אבל גם אם מחר נשים תותח לייזר על כל טיל, טנק ומיינה בגוש דן, עדיין תיתכן פגיעה בשטח ישראל כי הגנה היא אף פעם לא 100% וזהו כרגע חוק טבע. ולכן, כשאתם שומעים אזעקה צריך לקום ולתפוס מחסה, לרדת למקלט, ולא לתת לאויב הזדמנות לפגוע בכם. שימרו על עצמכם, היו עירניים ובעזרת ה' ננצח.