

גילוי מוקדם מציל חיים

מכ"ם בריטי מוצב
על החוף הדרומי של
בריטניה במלחמת
העולם השנייה |
"על עמודי המכ"ם
להתנשא לגובה של
360 רגל"

מדוע הפילו הטילים
הגרמניים במלחמת העולם
השנייה קורבנות כה רבים
בקרב תושבי לונדון, ואילו
התקפות הטילים על ישראל
במלחמת המפרץ הראשונה
ובמלחמת לבנון השנייה
הפילו מעט קורבנות באופן
יחסי? מילת המפתח היא
התרעה



רס"ן בעז קמינר
מפקד במערך הנ"מ של חיל האוויר



כוח התרעה בריטי בפעולה | רובד ההתרעה מיועד בעיקרו לתמוך במרכיבי ההגנה האחרים: הפעלת הגנה פסיבית (הכנסת אנשים וציוד למקום מוגן), דריכת אמצעי ההגנה האקטיבית, התנעת פעולות תקיפה, בניית מודעות מצבית אצל מקבלי ההחלטות

מלחמות שבהם הופעלו טילים נגד אוכלוסייה אזרחית

מלחמת העולם השנייה: טילי V-1 ו-V-2 נגד לונדון

בשלהי מלחמת העולם השנייה (1944-1945) הופעלו לראשונה בהיסטוריה טילים בהיקף נרחב נגד אוכלוסייה אזרחית. מדובר היה בשני טילים שייצרו הגרמנים מסדרת V-1 ו-V-2 (ה-V הוא קיצור של Vergeltungswaffe - נשק נקם). ב-12 ביוני 1944 הופעל לראשונה הטיל V-1, אבי טילי השיוט המודרניים. בסך הכול שוגרו לעבר בריטניה כ-10,000 טילי V-1 עד 29 במרס 1945. 2,419 מתוכם פגעו באזור לונדון וגרמו ל-6,184 הרוגים ול-17,981 פצועים³ - כלומר יחס של 2.55 הרוגים ו-7.43 פצועים לכל פגיעה של טיל.

המענה המרכזי לתקיפות המסיביות האלה היה ההגנה הפסיבית: 20% מתושבי לונדון - רובם ילדים - פונו מהעיר כבר בשלבים הראשונים של המלחמה, כאשר העיר הייתה נתונה להפצצות כבדות מן האוויר. נוסף על כך עמדו לרשות התושבים מקלטים. המדיניות של הרשויות הייתה להמעיט בבניית מקלטים ציבוריים גדולים מחשש שפגיעה

כתוצאה מתקיפת הטילים (Consequence Management). הפעולות האלה כוללות, בין השאר, הערכת סיכונים (לדוגמה: חיזוי התפשטותו של זיהום חל"כ), מאמצי חילוץ והצלה, פינוי אזרחים, טיהור שטח (בישראל אחראי לכך פיקוד העורף).

על-פי התפיסה המקובלת, המענה השלם נגד איום טילים, ובמיוחד טילים בליסטיים, מורכב מחמישה רבדים: הרתעה, התקפה, הגנה אקטיבית, התרעה והגנה פסיבית

על-פי רוב יש לאמצעי ההגנה האקטיבית (בישראל כיום: מערכות החץ והפטריוט) לפני הלחימה ובמהלכה השפעה על כל אחד מרובדי המענה: חישני המערכות הנ"ל משמשים גם להתרעה, מאפשרים את כניסתם בזמן של האזרחים למרחבים המוגנים ועצם קיומן הוא מרכיב ביכולת ההרתעה. איכון מעוף של טיל בחלל גם מאפשר להעריך מהיכן שוגר - מידע שהוא חיוני לרובד התקיפה.

חמשת רובדי המענה נגד איום הטילים

על-פי התפיסה המקובלת, המענה השלם נגד איום טילים, ובמיוחד טילים בליסטיים, מורכב מחמישה רבדים: הרתעה, התקפה, הגנה אקטיבית, התרעה והגנה פסיבית¹.

רובד ההרתעה (Deterrence) - "הנעלה באמנויות המלחמה" - מתייחס למכלול הפעולות שנועדו למנוע מהאויב לשגר טילים באמצעות שכנוע כי הפעולה הזאת לא תשתלם לו. את ההרתעה ניתן להשיג באמצעות איום משתמע, מרומז או מפורש לפני העימות ובאמצעות מימוש יכולות התקיפה תוך כדי העימות. הרתעה ניתן להשיג גם באמצעות שיפור יכולות ההגנה, שעשויות לגרום לכך שהתוקף יורתע מלהפסיד פעמיים: פעם אחת עקב מהלך התקפי יזום כושל ופעם שנייה עקב תגובת נגד של המגן.

להרתעה יש שתי נקודות חולשה בולטות: אין אפשרות למדוד את יעילותה (אובדן ההרתעה ייוודע לעיתים למגן רק ברגע האמת) וקשה ליצור אותה בעימות אסימטרי נגד ארגוני טרור.

ההתקפה (Counter-force, Attack Operations) - רובד המענה השני - היא פעולה שנועדה לפגוע ביכולתו של האויב לשגר טילים. את הפגיעה הזאת אפשר להשיג באמצעות תקיפתם של אמצעי השיגור, של אתרי השיגור ושל האספקה החיונית לביצוע השיגורים.

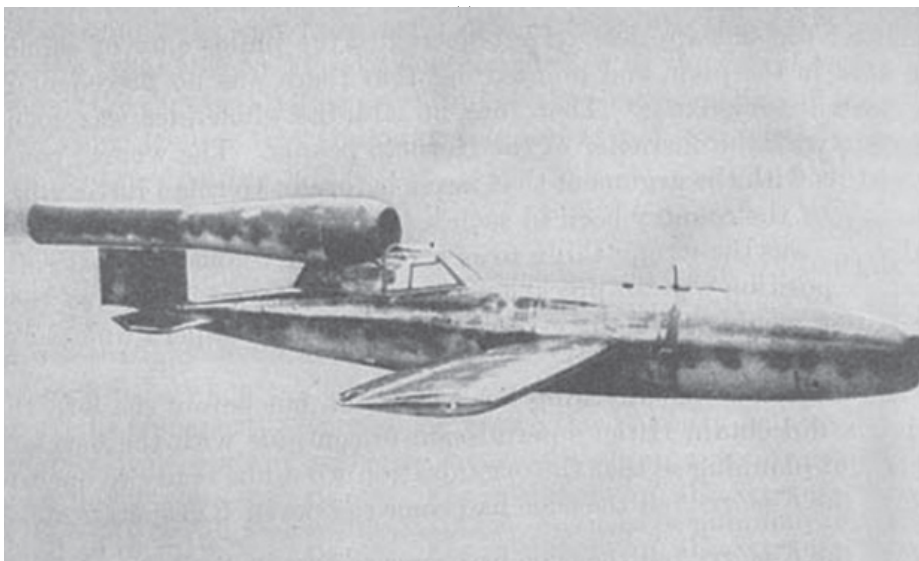
ההגנה האקטיבית (Active Defense) - הרובד השלישי - היא יירוט הטילים במהלך מעופם, עוד לפני שהגיעו ליעדיהם.

בתוכם, בין שלילת יכולתו של האויב לשגר טילים לבין ההתגוננות האקטיבית מפניהם, מצוי תחום התגוננות נוסף: תקיפת המשגרים מייד לאחר שיגור הטילים. הדרך הזאת אינה יכולה למנוע את הנזק שיגרמו הטילים שכבר שוגרו, אך היא עשויה למנוע את השיגורים הבאים.

המרכיב הרביעי הוא ההתרעה (Early Warning) - קבלת מידע מוקדם על שיגור שביצע האויב. הרובד הזה מיועד בעיקרו לתמוך במרכיבי ההגנה האחרים: הפעלת הגנה פסיבית (הכנסת אנשים וציוד למקום מוגן), דריכת אמצעי ההגנה האקטיבית, התנעת פעולות תקיפה, בניית מודעות מצבית אצל מקבלי ההחלטות.

ההתרעה היא מרכיב כה מהותי, עד שיש הקובעים כי אינו מרכיב עצמאי אלא חלק מובנה בכל אחד ואחד מהרבדים. כך, למשל, האמריקנים מציינים ארבעה רבדים בלבד: הגנה אקטיבית, הגנה פסיבית, התקפה ופיקוד ושליטה².

החמישי מבין רובדי המענה נגד איום הטילים הוא הגנה פסיבית (Passive Defense). הרובד הזה כולל את כל הפעולות הכרוכות במיגון אנשים וציוד. כן כולל הרובד הזה פעולות למזעור הנזקים



V-1 במעופו | את ההתרעה מפני תקיפת טיל V-1 סיפק הטיל עצמו: הוא היה מצויד במנוע רועש, שאת נהמתו ניתן היה לשמוע ממרחק של 16 ק"מ

ההבדלים בין צפיפות האוכלוסייה בטהרן של 1988 ללונדון של 1944 (טהרן של 1988 הייתה צפופה פי שבעה מלונדון של 1944) ואת ההבדל בכמות חומר הנפץ בראשי הנפץ של ה-V-2 ושל הטיל העיראקי אלחוסייין (1,000 ק"ג ב-V-2 לעומת 300 ק"ג באלחוסייין⁷) - נגיע ליחס אבדות דומה בלונדון ובטהרן מפגיעה של טיל בודד. משמעות הדבר (אף שיש להביא בחשבון שהדיווחים של אירן אינם מדויקים): אוכלוסייה שלרשותה עמד מיגון חלקי בלבד, ושלא הייתה לה התרעה, סבלה משיעורי

אבדות דומים מפגיעת טילים ב-1944 וב-1988. מאחר שלאירן לא היו אמצעים להתרעה או להגנה אקטיבית, המענה העיקרי שלה היה תקיפה. בתחילה היא הגיבה בעיקר נגד יחידות של צבא עיראק (בשל המדיניות שאימצה הנהגת אירן שלא לערב את אזרחי עיראק בלחימה), אך בהמשך החליטה הנהגת אירן לנקוט מדיניות של מידה כנגד מידה, דהיינו לתקוף את ערי עיראק בטיילים, בתקווה שיהיה בכך כדי להרתיע את עיראק מלהמשיך בדרך הזאת. ראוי לציין שתקיפת ערי אירן בטיילים הייתה הסיבה המרכזית להחלטת המשטר בטהרן להצטייד בטיילים בליסטיים הן באמצעות רכש והן באמצעות ייצור עצמי.

מלחמת המפרץ הראשונה

ב-17 בינואר 1991 החלה הקואליציה בראשות ארה"ב לתקוף את עיראק כדי להביא לשחרור כוויית. למחרת, בלילה שבין 18 ל-19 בינואר, נופצה התפיסה שלפיה הרתעה ישראלית תמנע שיגור טילים לשטחה: טילי סקאד עיראקיים מסוג אלחוסייין שוגרו לעבר ישראל וגם לעבר סעודיה.

ב-2 בספטמבר 1944 הופעל לראשונה הטיל הבליסטי הראשון בהיסטוריה - ה-V-2 בהתקפה על פריז

התברר כי המענה היעיל ביותר הוא ההתקדמות של בעלות הברית באירופה שדחקה את אתרי השיגור מזרחה.

מלחמת הערים בין אירן לעיראק

במהלך מלחמת אירן-עיראק (1980-1988) שיגרה עיראק כ-190 טילי סקאד לעבר שש ערים באירן - 135 מהם לעבר טהרן. הטילים הבליסטיים היו הנשק המרכזי שהפעילו העיראקים כדי לפגוע בטהרן. כדי להאריך את טווח הטיל כך שיוכל להגיע לטהרן הוקטן משקלו של ראש הנפץ. לדגם המשודרג הזה של הסקאד קראו העיראקים אלחוסייין. לפי דיווחים אירניים גרמו הטילים ששיגרה עיראק למותם של 4,000 אזרחים בערי אירן ולפציעתם של 12 אלף⁴. כמיליון אזרחים שלא הייתה להם גישה למקלטים נאלצו לברוח מהערים המותקפות.

מלחמת הערים הגיעה לשיאה בין 29 בפברואר 1988 ל-1 במאי 1988. באותו פרק זמן נפלו בטהרן 125 טילים עיראקיים וגרמו - לפי דיווחי אירן - ל-1,150 הרוגים (לפי הערכות של גורמי חוץ: כ-2,000 הרוגים) ול-4,000 פצועים. מדובר אפוא בממוצע של 10-15 הרוגים ושל כ-30 פצועים מפגיעה של כל טיל.⁵ אם נבנה נוסחה שמביאה בחשבון את

בהם תגרום לאסון המוני. לכן הוקמו במהלך המלחמה מקלטים ציבוריים על-קרקעיים קטנים יחסית, שיכלו להכיל לכל היותר 50 איש. אבל בשל התנאים הקשים ששררו במקלטים האלה השתמשו בהם רק 9% מהאוכלוסייה. האחרים העדיפו למצוא מחסה בתעלות שנחפרו בגנים הציבוריים, במרתפי בתים ובמנהרות הרכבת התחתית.

השימוש במנהרות הרכבת התחתית כבמקלטים היה מנוגד למדיניותה של ממשלת בריטניה בגלל חששה מפני היווצרות "מנטליות של מקלט" (Deep shelter mentality). אולם רבים מתושבי לונדון ראו ברכבת התחתית מחסה מצוין והרבו להשתמש ברכיזה התת-קרקעיים. בכמה מקרים היו פגיעות ישירות בתחנות של הרכבת התחתית, ואלה הפכו למלכודות מוות. כך, למשל, נהרגו 65 אנשים מפגיעה אחת בתחנת בלהם (Balham Station) ב-14 באוקטובר 1940. סיבת המוות המרכזית הייתה טביעה, שכן הפצצה פגעה בצינור מים ראשי ובצינור ביוב ראשי.

את ההתרעה מפני תקיפת טיל V-1 סיפק הטיל עצמו: הוא היה מצויד במנוע רועש, שאת נהמתו ניתן היה לשמוע ממרחק של 16 ק"מ. במילים אחרות: גם בלי מכ"ם ניתן היה לקבל התרעה של דקה וחצי לפני הפגיעה (מחושב לפי מהירות טיסה מקסימלית של ה-V-1 שעמדה על 630 קמ"ש). עם זאת המרכיב המרכזי בהתמודדות הבריטים עם ה-V-1 הייתה ההגנה האקטיבית: מאות טילי V-1 יורטו באמצעות מטוסים ותותחי נ"מ (שבמהלך המלחמה שופרה משמעותית יעילותם הודות להנחיית מכ"ם ואיפשרה להפנות את המטוסים למשימות אחרות).

ב-2 בספטמבר 1944 הופעל לראשונה הטיל הבליסטי הראשון בהיסטוריה - ה-V-2 בהתקפה על פריז. מאותו יום ועד לסיום המלחמה שיגרו הגרמנים לפחות 3,172 טילים מהדגם הזה. 1,358 (43%) מכלל טילי ה-V-2 שהופעלו במלחמה שוגרו לעבר בריטניה. מתוכם 518 פגעו בלונדון וגרמו ל-2,754 הרוגים ול-6,523 פצועים, כלומר יחס של 4.8 הרוגים ושל 11.7 פצועים לכל פגיעת טיל. ניכרת כאן חשיבותו של מרכיב ההתרעה: בולט ההבדל בין שיעור הנפגעים מפגיעות ה-V-1 שלמשמע מנועו הספיקו אנשים לתפוס מחסה - לבין מספר הנפגעים מפגיעות ה-V-2, שפגע ללא התרעה מוקדמת.

קשה היה הרבה יותר למצוא מענה ראוי ל-V-2 מאשר ל-V-1. ללא אמצעי התרעה וללא אמצעים להגנה אקטיבית המסוגלים להתמודד עם טיל הצולל מגובה של כ-100 ק"מ במהירות הגבוהה פי ארבעה ממהירות הקול היו באותם הימים רק שני אמצעים להתמודדות עם האיום: תקיפת בסיסי השיגור מהאוויר או כיבושם. בסופו של דבר

האמריקניים. אם בוחנים את שיעור הנפגעים מטילי ה-V-1 (שם הייתה התרעה) תוך שקלול צפיפות האוכלוסין וגודל הרש"ק, אמור היה מספר הנפגעים בישראל מפגיעת כל טיל - לשיטת החוקרים הנ"ל - לעמוד על 1.6 הרוגים ו-4.7 פצועים.

2. בשל פעולות התקיפה של הקואליציה נגד משגרי הסקאד במערב עיראק אירעו עיקר ההתקפות העיראקיות בשעות הלילה, עת היו תושבי ישראל בבתיהם ולא הסתובבו ברחובות. מהדירות יכלו התושבים להגיע במהירות למקלטים. (אולי זו הסיבה לכך שחזבאללה במלחמת לבנון השנייה שיגר את טיליו ביום ולא בלילה). יעילותן של פעולות התקיפה נגד משגרי הטילים נידונה בהרחבה לאחר הלחימה, והתברר שהמשגרים הניידים העיראקיים לא הושמדו כלל. עם זאת יש לציין כי כמות השיגורים הלכה ופחתה ככל שהמלחמה התמשכה - כפי הנראה עקב לחץ הכוחות המיוחדים בשטח שגרם לדחיקת המשגרים העיראקיים מזרחה.

3. לדעת החוקרים האמריקנים, מידת הדיוק הנמוכה של טילי אלחוסין תרמה למיעוט האבדות בישראל במלחמת המפרץ בהשוואה לשיעור האבדות הגבוה שגרמו הטילים שנפלו על לונדון במלחמת העולם השנייה ועל טהרן במלחמת הערים. אולם הנימוק הזה אינו משכנע, שכן הדיוק של טיל אלחוסין לא היה גרוע מדיוק ה-V-2 (האמת היא שההפך הוא הנכון: הסתברות השגיאה המעגלית - CEP - של V-2 גדולה פי שלושה מזה של טיל אלחוסין.⁷ החוקרים מנו רק 10 טילים עיראקיים שפגעו באזורים מיושבים ושלא היו נפלים (מקור אחר סופר רק שש פגיעות באזורים מיושבים⁸). אי-התקפות של ההשוואה שעשו החוקרים⁵ בין תוצאות המלחמות נובע מכך שהם סיננו את הפגיעות בשטחים הפתוחים ואת הנפלים רק מתוצאות מלחמת המפרץ הראשונה ולא עשו סינון דומה לתוצאות הפגיעות בלונדון ובטהרן.

4. הגנה אקטיבית. במלחמת המפרץ הראשונה חזו תושבי תל אביב וחיפה בפעם הראשונה בהיסטוריה בהפעלת הגנה אקטיבית נגד טילים בליסטיים. הכוונה היא לטילי הפטריוט, שבתחילת המלחמה נחשבו ליעילים מאוד, אך בהמשך התברר שיעילותם נמוכה מאוד.⁸ לכן הפעלת ההגנה האקטיבית אינה יכולה להיות הסבר למספר הנפגעים הנמוך בישראל. (ראוי לציין שביצועיו הירודים של הפטריוט במלחמת המפרץ עודדו את מערכת הביטחון בישראל להאזין את הפיתוח של מערכת החץ כדי שתהיה



V-2 בעת המראתו | בולט ההבדל בין שיעור הנפגעים מפגיעות ה-V-1 שלחשמוע מנועו הספיקו אנשים לתפוס מחסה - לבין מספר הנפגעים מפגיעות ה-V-2, שפגע ללא התרעה מוקדמת

מאחר שלאירן לא היו אמצעים להתרעה או להגנה אקטיבית, המענה העיקרי שלה היה תקיפה. בעיקר נגד יחידות של צבא עיראק

- הרי צריך היה לצפות על-פי התקדים של לונדון שנפילת טיל בליסטי ללא התרעה תגרום בישראל בממוצע ל-3.3 הרוגים ול-8.1 פצועים. כלומר, שיעור האבדות בישראל מפגיעת הטילים העיראקיים היה 1/60 משיעור האבדות שגרמו הטילים הגרמניים בלונדון.

מאמר שכתבו חוקרים אמריקנים⁵ ב-1993 מציע כמה הסברים ליחס ההרוגים הנמוך באופן משמעותי בישראל במלחמת המפרץ הראשונה (1991) בהשוואה למספר הנפגעים בלונדון במלחמת העולם השנייה ובטהרן במלחמת הערים:

1. זמן ההתרעה. ההבדל המשמעותי בין תושבי תל-אביב וחיפה לבין תושבי לונדון וטהרן הוא דקות ההתרעה שניתנו לישראלים במלחמת המפרץ באמצעות קבלת התרעה מהלוויינים

בסך הכול שוגרו לעבר ישראל במהלך המלחמה כ-40 סקאדים עיראקיים (במקורות שונים מופיעים מספרים שונים^{5,6,8}). מפגיעות ישירות של הטילים נהרגו שני ישראלים ו-11 נפצעו. נוסף על השניים נהרגו עוד 12 ישראלים מהשפעות עקיפות של מתקפת הטילים: התקפי לב וחנק ממסכות האב"ך.⁸ שנתיים לאחר המלחמה פירסמו חוקרים ישראלים מחקר⁶ שממנו עולה כי במלחמה נהרגו 119 ישראלים: שניים מפגיעות ישירות ו-117 מפגיעות עקיפות. לנתון הזה יש משמעות רבה בנוגע להתרעה מפני התקפות טילים, כפי שיפורט בהמשך.

מספר ההרוגים מפגיעות ישירות של כ-40 טילים בישראל במלחמת המפרץ היה קטן מממוצע ההרוגים מפגיעת טיל בודד בלונדון במלחמת העולם השנייה. כאשר משקללים את צפי הפגיעות בתל-אביב בהשוואה ללונדון על-פי צפיפות האוכלוסייה בתל-אביב ב-1991 ביחס לצפיפות האוכלוסייה בלונדון ב-1944 (תל-אביב של 1991 צפופה פי 1.6 מלונדון של 1944 - גם אם מביאים בחשבון את 40 האחוזים שעזבו את תל-אביב במהלך הלחימה⁶), וכאשר מכניסים למשוואה את גודלו של ראש הנפץ של אלחוסין לעומת ראש הנפץ של ה-V-2



טילי פטריוט אמריקניים בדרכם ליירט טיל סקאד עיראקי מעל תל-אביב | ככל שגדל משך הזמן בין האזעקה להרגעה כך גדל הסיכון לפגיעות חנק ממסכות האב"ך ולפגיעות לב

מתוך מיליון תושבי הצפון כ-300 אלף (כ-30%) עזבו את בתיהם בשל איום הטילים.¹⁴ להלן חלוקת היעדים שתקף החזבאללה באמצעות טילים:

- אזור קריית-שמונה ספג את עיקר המטחים - שם נפלו 1,012 רקטות. באזור נהריה נחתו 808 רקטות, באזור מעונה ומעלות נחתו 642 רקטות. באזור צפת - 471. באזור כרמיאל - 176. באזור ראש-פינה - 159. בגולן - 139. בעכו - 106. באזור טבריה - 181. במשגב - 11. בשפרעם - 5. באזור הקריות - 124. במגדל-העמק - 16. באזור נצרת - 6. בנצרת-עילית נחתה רקטה אחת. בעפולה נחתו 7 רקטות ארוכות טווח. בבית-שאן - 6. בטירת-כרמל - 2. בחדרה - 2. בזכרון-יעקב - 1. 2,015 בני אדם נפגעו במטחי הקטיושות - מתוכם 52 הרוגים.¹⁰**

בדהרן, סעודיה, לא שיחק המזל ל-28 חיילים אמריקנים.

השורה התחתונה של החוקרים האמריקנים: ההתרעה היא הסיבה המרכזית לכך שמספר ההרוגים והפצועים הישראלים מפגיעות ישירות של טילים במהלך מלחמת המפרץ הראשונה היה נמוך בהרבה מהצפוי לפי הניסיון שנצבר מהתקפות טילים במלחמות קודמות.⁵

מאמרים ישראלים שסקרו את פגיעות הטילים במלחמת המפרץ הראשונה מציגים היבטים נוספים של ההתרעה. אחד המאמרים מציין כי ככל שגדל משך הזמן בין האזעקה להרגעה כך גדל הסיכון לפגיעות חנק ממסכות האב"ך ולפגיעות לב.⁶

מחקר אחר מציין כי מתוך כ-1,060 נפגעים במהלך הלחימה (כולל נפגעי חרדה, חנק, הזרקות אטרופין והתקפות לב) 240 נפגעו כאשר נחתו הטילים באזורים לא מיושבים, ו-585 נפגעו במהלך חמש התרעות שווא.⁹ הנתונים האלה מלמדים עד כמה חשוב לצמצם את מספרן של התרעות השווא.

מלחמת לבנון השנייה

במהלך 34 ימי הלחימה שיגר חזבאללה כ-4,000 קטיושות (בעיקר 107 מ"מ ו-122 מ"מ) ורקטות (220 מ"מ ו-302 מ"מ מתוצרת סוריה) נגד יישובים בישראל מחדרה בדרום ועד גבול לבנון בצפון. 907 נפילות נספרו בשטחים עירוניים. ההערכה היא כי

ברשותה הגנה אקטיבית יעילה יותר (לאיום).
5. הגנה פסיבית. החשש מפגיעת נשק לא קונוונציונלי הוליד מדיניות מיגון הכוללת כניסה לחדרים פנימיים אטומים בבתי המגורים. למרות זאת העדיפו תושבים רבים לרדת למקלטים תת-קרקעיים. אלה שנתרו בבתייהם נהנו, לדעת חוקרים ישראלים,⁹ מהבנייה המחוזקת בישראל. הבנייה המחוזקת מנעה קריסת בתים חדשים (בני פחות מ-30 שנה) שבקרבם היו נפילות של טילי סקאד. אפילו בתים שספגו פגיעות משמעותיות לא קרסו, ויושביהם יצאו בפציעות שטחיות בלבד. לעומת זאת, בתים ישנים קרסו גם כאשר טילי סקאד פגעו בקרבם ולא ישירות בהם. הסיכוי להיחלץ מבית שקרס הוא כמובן נמוך בהרבה מהסיכוי להיחלץ מבית שספג פגיעה קשה, אך נותר עומד על תילו.⁹

6. טענה נוספת שמעלים החוקרים האמריקנים היא שמיומנותם של כוחות החילוץ וההצלה בישראל הצילה חיי לכודים והצליחה לצמצם את שיעור האבדות.⁵ אולם אין להניח כי קיים הבדל משמעותי בין מיומנותם של כוחות ההצלה הישראליים למיומנותם של כוחות ההצלה הבריטיים, שצברו ניסיון רב במהלך התקפות האוויר הגרמניות בשנים 1940-1941.

ההתרעה היא הסיבה המרכזית לכך שמספר ההרוגים והפצועים הישראלים מפגיעות ישירות של טילים במהלך מלחמת המפרץ הראשונה היה נמוך בהרבה מהצפוי לפי הניסיון שנצבר מהתקפות טילים במלחמות קודמות

7. החוקרים האמריקנים גם מציינים כי ייתכן שהמקורות והמזל מילאו תפקיד מרכזי במיעוט האבדות בישראל במלחמת המפרץ הראשונה.⁵ ניתן לטעון שהמספר הקטן של הטילים שפגעו באזורים המיושבים בישראל (מדגם קטן) תרם לשונות הגבוהה של התוצאות, אך גם אין להתעלם מגורם המזל: טילים נפלו בשטחים פתוחים בקרבת שטחים מיושבים, טילים פגעו במבנים שהתרוקנו מיושביהם או שטרם אוישו (למשל בקניון לב המפרץ שעדיין לא נפתח אז), וטילים פגעו בבתיים שיושביהם נהגו בניגוד להוראות וירדו למקלטים במקום לשהות בחדרים האטומים. לשם השוואה: בפגיעת טיל עיראקי בודד במגורי חיילים אמריקנים

מאיוס הקסאמים בגזרת עזה, תוגברו ביחידות ההגנה האקטיבית המאומנות להתמודד נגד סקאדים ושיהאבים. אלה גם אלה ביצעו בזמן קצר ביותר את ההתאמות הנדרשות לאיום מלבנון והפעילו באמצעות פיקוד העורף את מערך הצופרים באזורים השונים בהתאם לחיזויים שניתנו בנוגע למקומות נפילתם של מטחי הטילים שנורו מלבנון. המכ"מים של מערכות ההגנה האקטיבית, שעליהם הוטלה משימת ההתרעה - במקביל להיותם בכוננות גבוהה ליירוט - הוכיחו היטב את חיוניותם למאמץ השלם של ההתרעה.

נוסף על מתן ההתרעה העבירו מסכי המערכות את תמונת השיגורים ומידע על הטילים במהלך מעופם וסיפקו תמונת מצב לכל הדרגים. כך התאפשר לזהות איומים חדשים בזמן אמת ולאכן נקודות ציון של שיגורי האויב - מידע שהוא חיוני לצידי המשגרים.

יש קושי לאמוד באיזו מידה הצליחו התקיפות לצמצם את מספר השיגורים שביצע החיזבאללה.¹³ ייתכן שמטחי רקטות רבים נפלו לים משום שהתקיפות אילצו את הצוותים המשגרים לפעול בחיפזון, בלי שהספיקו להתקין את המשגרים באזימוט הנכון. עם זאת מחיר הדמים של התקיפות הטילים לא פסק עד סוף המלחמה. נתון נוסף המעיד על יעילותו של רובד התקיפה במלחמה הזאת הוא מספר השיגורים ב-13 באוגוסט 2006, ערב הפסקת האש: היה זה יום שיא במספר הטילים ששיגר החיזבאללה. אולם דווקא באותו יום רב נזקים לא נהרג אף אזרח ישראלי מתקיפות החיזבאללה. הדבר מעיד אולי על התפקיד החיוני שמילאו רובדי ההתרעה וההגנה הפסיבית.

ניתוח הנתונים (ראו פירוט בטבלה) מראה כי מרבית ההרוגים היו באחד או יותר מהמקרים הבאים: בעת שלא הייתה התרעה (בימי הלחימה הראשונים), במקומות שבהם לא הייתה התרעה, במקומות שבהם לא הייתה התייחסות מספקת להתרעה, במקומות שבהם הייתה אומנם התרעה, אולם ללא רובד משלים של הגנה פסיבית. מהמתואר בטבלה 1 עולה כי על כוחות צה"ל העוסקים במתן התרעה לא רק להפעיל צופרים מהר ככל האפשר, אלא על מערך ההתרעה וההסברה להיות רגיש ומדויק באופן הפעלת ההתרעות לציבור כדי לחסוך גם התרעות שווא. ריבוי התרעות השווא גרם בזמן המלחמה להורדת ערנותם של האזרחים וליציאתם מהמיגון - מה שהפך אותם פגיעים למטחים נוספים.

במלחמת לבנון השנייה היה אתגר ההתרעה גדול בהרבה מאשר במלחמת המפרץ: זמן המעוף של טיל המגיע ממערב עיראק, מרחק של מאות קילומטרים, ארוך דיו כדי לספק לתושבי ישראל דקות התרעה ארוכות. לעומת זאת, זמן המעוף של הקטיושות



דירה בנהריה לאחר פגיעת "קטיושה" | אף שראשי הנפץ של הקטיושות ושל הרקטות קטנים כמעט בסדר גודל מראשי הנפץ של הסקאדים, הרי ברקטות הסוריות ששיגר החיזבאללה ישנו פיזור רסיסים מבוקר - מה שמגדיל את קטלניות ראש הנפץ של הרקטה עשרות מונים בהשוואה לראש נפץ רגיל

במלחמה האחרונה נהרגו כ-50 בני אדם מפגיעתן של כ-4,000 רקטות, דהיינו כהרוג אחד לכ-80 פגיעות של טילים. זהו רבע משיעור ההרוגים במלחמת המפרץ הראשונה: כהרוג אחד לכ-20 פגיעות טילים

כמו במלחמת המפרץ, לא ניתן לייחס את מיעוט האבדות להגנה האקטיבית. מייד עם פתיחת הלחימה העמיד מערך הנ"מ של חיל האוויר את מערך ההגנה האקטיבית שלו בכוננות מלאה,¹² אולם מערך ההגנה האקטיבית של ישראל (חץ ופטריוט) מיועד כיום להתמודדות עם איום של סקאדים ושל שיהאבים, ולא תוכנן להתמודד עם חימוש קצר טווח. הרקטות ששיגר החיזבאללה היו קצרות מכדי שאמצעי ההגנה יוכלו ליירטם. רק עתה מתחילים לפתח מערכות הגנה נגד רקטות וקטיושות.

ההגנה הפסיבית - מקלטים וממ"דים - תרמה רבות לצמצום מספר הנפגעים. רובד ההתרעה - כמו במלחמת המפרץ הראשונה - היה גורם משלים חיוני. אמצעי ההתרעה הקיימים, המתורגלים

כדי להשוות את שיעור ההרוגים מפגיעת טיל במלחמת לבנון השנייה לשיעור ההרוגים במלחמת המפרץ יש לשקלל את יחס הנפגעים לגודל ראש הנפץ של רקטות החיזבאללה. חישוב כזה הוא בעייתי, מכיוון שהחיזבאללה שיגר סוגי חימוש רבים בעלי ראשי נפץ בגדלים שונים.¹¹ נוסף על כך, אף שראשי הנפץ של הקטיושות ושל הרקטות קטנים כמעט בסדר גודל מראשי הנפץ של הסקאדים, הרי ברקטות הסוריות ששיגר החיזבאללה ישנו פיזור רסיסים מבוקר - מה שמגדיל את קטלניות ראש הנפץ של הרקטה עשרות מונים בהשוואה לראש נפץ רגיל.

אם לא עושים פעולת שקלול כלשהי, הרי תוצאות המלחמה האחרונה - דהיינו היחס בין מספר ההרוגים למספר פגיעות הטילים - טובות יותר מאשר התוצאות במלחמת המפרץ הראשונה: במלחמה האחרונה נהרגו כ-50 בני אדם מפגיעתן של כ-4,000 רקטות, דהיינו כהרוג אחד לכ-80 פגיעות של טילים. זהו רבע משיעור ההרוגים במלחמת המפרץ הראשונה: כהרוג אחד לכ-20 פגיעות טילים.

מהו אם כן ההסבר למיעוט האבדות במלחמה האחרונה בהשוואה לצפוי על סמך הניסיון שנצבר ממלחמות הטילים בעבר? גם במלחמה הזאת,

טבלה מס' 1: פירוט ההרוגים מפגיעת טילים במלחמת לבנון השנייה¹⁴

תאריך מקום	מספר הרוגים	הערות בנושא ההתרעה והמיגון באירוע
13/7	נהריה, צפת	2
14/7	מירון	2
16/7	מוסכי הרכבת בחיפה	8
18/7	נהריה	1
19/7	נצרת	2
23/7	חיפה ונשר	2
25/7	מע'אר	1
3/8	עכו ותרשיחא	8
4/8	מע'אר ומג'ד אל כרום	3
5/8	ערב אל עראמשה	3
6/8	חיפה	3
6/8	כפר גלעדי	12
10/8	דיר אל אסד	2

* "הוועדה למדה בסיווריה כי בחלק מהיישובים בצפון, במיוחד אלה הקרובים יותר לגבול, לא הייתה יכולת התרעה מספקת מפני שיגור הרקטות".

** "מספר אזרחים נהרגו בדרכם למקלט ובקרבנות (נהריה). יציאה מהמקלט היוותה עבורם סכנת חיים של ממש".

*** "במספר מקומות כלל לא היו צופרי אזעקה. כך, למשל, בשכונה הצפונית החדשה של עכו הצופרים טרם חוברו ערב המלחמה. בנצרת נותקה מערכת האזעקה לבקשת התושבים, על מנת שלא יישמעו בה צפירות ימי הזיכרון. באלשאגור חוברו הצופרים רק במהלך המלחמה, וגם אז הייתה בהם רק תועלת חלקית".

עלול להיות שגוי הניסיון להסיק שיכולת ההתרעה שהייתה במלחמת לבנון השנייה תעמוד לרשות ישראל גם במלחמה עתידית. כדי שזה באמת יקרה יש צורך לנקוט את הצעדים הנדרשים לשימור היכולות ולהתאמתן.

סיכום והמלצות

1. במאמר הזה נסקרו כמה מלחמות שבהן השתמש לפחות אחד הצדדים בטיילים בליסטיים וברקטות נגד אוכלוסייה אזרחית. בהיסטוריה הקצרה של מדינת ישראל נעשה שימוש נגדה בנשק הטרור הזה יותר מפעם אחת. יש להניח שכך יהיה גם בעתיד הנראה לעין. מהמאמר עולה בבירור שמספר ההרוגים הממוצע לכל פגיעה של טיל קטן משמעותית כשישנה התרעה. הנתון הזה מדגיש את חיוניות ההתרעה במסגרת מערך המענה השלם לאיום הטילים.

מלחמת לבנון השנייה חשפה בעליל את חסרונה של ההגנה האקטיבית. החוסר הזה בלט לאור העובדה שהרתעת האויב משימוש בנשק הטילים שברשותו לא צלחה, והתקיפות לא צימצמו את מספר השיגורים

מובעת תקווה לקבל התרעה ארוכה יותר כמו במלחמת המפרץ ב-1991 - אז "התקיימה התרעה בת שלוש דקות שאיפשרה לאזרחים להיערך במקומות מוגנים". אולם ההשוואה הזאת בין משך ההתרעה במלחמת המפרץ למשך ההתרעה במלחמת לבנון השנייה היא שגויה. באותה מידה

ששוגרו לעבר צפון מדינת ישראל במלחמת לבנון השנייה הוא עשרות שניות עד דקות ספורות בלבד. במהלך המלחמה הפעיל מערך הנ"מ צוותי תחקור ייעודיים לשיפור ביצועי המערכות תוך כדי לחימה. יישום לקחי התחקור איפשר לצמצם את הזמן מרגע הגילוי של טילי האויב ועד לרגע שבו הופעלה האזעקה. אולם גם לאחר הפקת הלקחים וביצוע השיפורים עמד זמן ההתרעה ברוב המקרים על פחות מדקה.

בדומה לזמני ההתרעה הקצרים במלחמת לבנון השנייה, ההתרעה על נפילת קסאמים בגזרת עזה מעניקה שניות בודדות לאזרחים בשדרות וביישובי הנגב הצפוני. הסיבה לכך היא זמן המעוף הקצר של הקסאם. אולם במקרים רבים התברר כי גם השניות המעטות האלה עשויות להציל חיים.

בדו"ח ועדת המשנה של ועדת החוץ והביטחון של הכנסת לבחינת מוכנות העורף במצבי חירום¹⁵

2. על כל אחד מחמשת רובדי המענה להיות מפותח באופן מאוזן, כך שכשל מערכתי בחלק מהרובדים יקבל מענה משלים מרובדים אחרים. מלחמת לבנון השנייה חשפה בעליל את חסרונה של ההגנה האקטיבית. החוסר הזה בלט לאור העובדה שהרתעת האויב משימוש בנשק הטילים שברשותו לא צלחה, והתקיפות לא צימצמו את מספר השיגורים.

3. נדרשת התמקצעות מבצעית בתחום ההתרעה, ומתבקש מיקוד בתחומים ספציפיים, כגון צמצום זמני התרעה, מיקוד ההתרעות וצמצום מספרן של התרעות השווא. יש לתת לרובד ההתרעה מענה מבצעי מלא, כולל תכנון מבצעי, הקצאת משאבים, אימון ושמירת כשירות - כמובן תוך שמירה על יחס מאוזן בין הרובד הזה לרובדי המענה האחרים. משימת ההתרעה חוצה פיקודים, חילות וזרועות. רצוי לקבוע גורם אחראי בצה"ל שירכוז ויתאם את המשימה.

4. ככל שהאיום קרוב יותר, מגיע מכיוונים רבים יותר וכולל אזורים רבים יותר, כך יגדל אתגר ההתרעה. העובדה הזאת עולה מהדו"ח הראשוני של ועדת החוץ והביטחון:

"המלחמה האחרונה פגעה קשות ולאורך זמן בעיקר בתושבים הגרים מצפון לקו עכו-צומת עמידע (מצפון לכביש 85) - למעלה מ-80% מהנפילות - אך גם בתושבים הגרים ביישובים עד קו חיפה-טבריה, כולל. במלחמות הבאות צריך להיערך לפגיעה בעורף הן מטילים/רקטות/מרגמות והן מאירועי פח"ע חמורים בכל שטח המדינה. הבנת המלחמה על ידי הצד השני מחייבת אותנו להניח גם שגל של אלימות פלסטינית, אם יתחדש, עלול לכלול בתוך שנים ספורות מציאות של איום רקטות קצרות טווח גם על מרכזי הערים במרכז מדינת ישראל".¹⁵

5. המאמר הזה דן באיום של טילים בעלי ראשי נפץ קונוונציונליים. איום בנשק השמדה המונית דורש כבר היום ממדים אחרים לחלוטין במרכיבי המענה - גם בתחומי ההתרעה וההגנה הפסיבית.

מקורות

1. Naveh B. Z., "Defense Policies and Strategies", In **Progress in Astronautics and Aeronautics**, Vol. 192; Naveh B. Z. and Lurber A. (eds.), **Theater Ballistic Missile Defense**, AIAA: 2000
2. Department of Defense: Deputy Under Secretary of Defense (Science and Technology): **Joint Warfighting Science and Technology Plan: Chapter VII: Joint Theater Missile Defense**, February 2000
3. הנתונים בנושא העורף הבריטי והנפגעים מתקיפות אוויר ומתקיפות טילים במלחמת העולם השנייה מובא מאתר המוקדש לנושא העורף הבריטי במהלך מלחמת העולם השנייה: <http://myweb.tiscali.co.uk/homefront/mwindex.html>
- ריכוז נתונים על נפגעים מתקיפות האוויר ומטילי ה-V-1 וה-V-2 נמצא בדף: <http://myweb.tiscali.co.uk/homefront/arp/arp4a.html>
4. Taremi K., "Beyond the Axis of Evil: Ballistic Missiles in Iran's Military Thinking", In **Security Dialogue**, Vol. 36(1), March 2005, pp. 93-108
5. Fetter S., Lewis G. N. and Gronlund L., "Why were Scud casualties so low?" In **Nature**, vol. 361, Jan 28, 1993, pp. 293-296
6. Rivkind A., Barach P., Israeli A., Berdugo M. and Richter E. D., "Emergency Preparedness and Response in Israel During the Gulf War", In **Annals Of Emergency Medicine**, vol. 30:4, October 1997
7. כל נתוני הטילים לצורך כתיבת המאמר (גודל ראש הנפץ, דיוק וכד') נלקחו ממקורות גלויים, כגון האתר www.missilethreat.com
8. Simon A., "The Patriot Missile - Performance in the Gulf War Reviewed", In **Center for Defense Information: Research Topics**, 15 July 1996 <http://www.cdi.org/issues/bmd/Patriot.html>
9. Karsenty E., Shemer J., Alshech I., Cojocar B., Moscovitz M., Shapiro Y. and Danon Y. L., "Medical Aspects of the Iraqi Missile Attacks on Israel", In **Israel Journal of Medical Sciences**, Vol. 27 Num. 11-12, Nov-Dec 1991, pp. 603-607
10. רופא-אופיר ש' וגרינברג ח', "פיקוד העורף: חזרה לשגרה בכל יישובי הצפון". **YNET**, 14.8.2006 <http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3291201,00.html>
11. Shapir Y., "Artillery Rockets: Should Means of Interception be Developed?" In **Strategic Assessment, JCSS**, Volume 9, No. 2. August 2006 <http://www.tau.ac.il/jcss/sa/v9n2p4Shapir.html>
12. גרינברג ח', "בצה"ל נערכים: 3 סוללות פטריוט הוצבו בחיפה", **YNET**, 15.7.06. <http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3276073,00.html>
13. Ophir N., "Look Not to the Skies: The IAF vs. Surface-to-Surface Rocket Launchers", In **Strategic Assessment, JCSS**, Volume 9, No. 3. November 2006 <http://www.tau.ac.il/jcss/sa/v9n3p5Ophir.html>
14. המקור לנתונים על נפגעי מלחמת לבנון השנייה: אתר **YNET** ואתר <http://he.wikipedia.org/wiki> על מלחמת לבנון השנייה
15. ועדת החוץ והביטחון של הכנסת, הוועדה לבחינת מוכנות העורף במצבי חירום, דו"ח ראשוני, ספטמבר 2006