

30.9.2013

האם מדינת ישראל מוגנת בפני טילים ורקטות?

ד"ר נתן פרבר

הקדמה

מדינת ישראל בונה את קונספציית ההגנה שלה נגד טילים ורקטות על בסיס מה שנקרא: "הגנה שכבתית". עפ"י קונספציה זו אמורים סוגים שונים של טילי הגנה ליירט את טילי האויב (לסוגיהם השונים) במספר גבהים (או במספר "שכבות יירוט"). טילי חץ-3 מיועדים ליירט את טילי ה"שיהאב" האיראנים, המגיעים מטווח של 1300 ק"מ בגובה 250 - 300 ק"מ ובמרחק מאות ק"מ מגבולות המדינה. בעתיד הם יאלצו ליירט גם את טילי ה"סג'יל" בעלי טווח של למעלה מ-2000 ק"מ.

טילי חץ-2 מיועדים ליירט, בעיקר, את טילי הסקאד הסוריים (סקאד B,C,D) המגיעים מטווחים של 300 - 700 ק"מ. גובה היירוט: 30 - 100 ק"מ. בנוסף אמורים טילי חץ-2 להוות שכבת יירוט שנייה מול הטילים האיראנים.

טילי "שרביט קסמים" מיועדים ליירט את הטילים הטקטיים של סוריה ושל חיזבאללה (פתח-110, M-600) שטווחם 200 - 300 ק"מ, בגובה של כ-15 ק"מ.

טילי ה"פטריוט" השונים מיועדים לפעול כגיבוי אחרון בגבהים של 10 - 12 ק"מ.

מול הרקטות הארטילריות (גראדים שטווחן עד 40 ק"מ ופאג'רים שטווחם עד 70 ק"מ) מציבה מדינת ישראל את מערכת "כיפת ברזל" המיועדת ליירטם בגובה 2 - 3 ק"מ, "ממש מעל הראש".

שתי מערכות נמצאות כיום בפיתוח: חץ-3 ו"שרביט קסמים". ככל הנראה הן לא תופענה בשדה הקרב בשנים הקרובות. כל שאר המערכות מבצעיות.

האם הגנה המבוססת על טילי יירוט בלבד היא קונספט הגיוני מבחינה כלכלית? מה באמת הערך המבצעי של טילי ההגנה האמורים לפעול בכל שכבה?

האם יש למדינת ישראל אלטרנטיבות נוספות? בכל הנושאים הללו נטפל במאמר זה.

הנושא הכלכלי

כלל ידוע הוא כי פרמטרי מערכת ההגנה נגזרים מעצמת האיום. למערכת הביטחון הישראלית יש מן הסתם נתונים מדויקים על גודל האיום ועל אינטנסיביות שיגורו.

לכאורה, מדובר בנתונים מסווגים. אבל, סידרת התבטאויות של ראשי מערכת הביטחון והצבא, בלוויית פרסומים רבים בתקשורת חושפים את הנתונים האמתיים במלואם.

האיום המרכזי הוא ללא ספק איום הטילים הבליסטיים. לאיראן יש כיום בסביבות 600-800 טילי "שיהאב-3" (בעלי טווח של כ-1300 ק"מ). לסורים (שכנראה בזבזו חלק מארסנל הטילים שלהם) 400 - 500 טילים בליסטיים: רובם סקאד B המיושן, כמה מאות טילי סקאד C וכמות לא מבוטלת של טילי סקאד D.

סה"כ מדובר במאגר של 1000 - 1300 טילים בליסטיים מכל הסוגים. לא כולם ישוגרו ולא כולם יגיעו למטרותיהם. הנחת עבודה סבירה היא שמערכת ההגנה תצטרך לטפל בלפחות שליש מהם. כלומר: בלפחות 400 טילים.

אשר לטילים הטקטיים, כאן אין נתונים חד משמעיים. מספרם נע בין 500 - 1000 אך מספר זה יכול להיות בקלות כפול. כיון שמדובר בטיילים מדויקים מאד, רובם המכריע יגיע למטרות. זה אומר שאת רובם המכריע תיאלץ מערכת ההגנה השכבתית ליירט.

כשמגיעים לרקטות הארטילריות ההערכות נעות בין 50000 - 70000 כשמדובר בטיילי החיזבאללה בלבד ומספר כפול (או אפילו משולש) אם מוסיפים לכך את ארסנל הרקטות הסורי ואת רקטות החמאס. כמה מהן תגענה למטרותיהן? מן הסתם, לא יותר משליש.

חלק תושמדנה ע"י חיל האוויר וחלק לא תיירנה כלל. הנחת עבודה מקובלת היא כי מערכת "כיפת ברזל" תצטרך להתמודד עם לפחות 30000 רקטות ארטילריות במהלך עימות צבאי מלא (שיכול להימשך כחודש ימים ובו תיירנה 1000 - 1200 רקטות ליום).

חשוב לציין כי כל ההערכות שהוזכרו עולות בקנה אחד עם הערכות אמ"ן, המוסד ושב"כ.

כמה טילי יירוט נחוצים לטפול באיום האימתני הזה? באשר לאיום הבליסטי, ידוע כי דרושים שני מיירטים ליירוט כל טיל בליסטי. בנוסף על כך ברור כי במהלך עימות צבאי מלא יהיו למערכת ההגנה הרבה טעויות שמשמעותן בזבוז מיירטים. כלומר: מול כ- 400 טילים בליסטיים נזדקק ל: 800 - 1000 מיירטים. עלות מיירט חץ (לא משנה מאיזה סוג) היא כ- 3 מיליון דולר. כלומר: עלות "הלחיצות על ההדק" תהא: 2.4 - 3.0 מיליארד דולר. גם בירי נגד הטיילים הטקטיים נדרשים שני מיירטים בכל יירוט. מאחר ועלות "שרביט קסמים" היא בסביבות 1 מיליון דולר, ידרשו 1 - 2 מיליארד דולר. לכך יש להוסיף את עלות הקמת המערך ואת עלות הסוללות, מה שיכול להכפיל את ההערכה האחרונה.

מול הרקטות הארטילריות נזדקק ל- 60,000 כיפות שעלות כל אחת 100,000 דולר. כלומר: 6 מיליארד דולר. עלות זו איננה כוללת את עלות הקמת הסוללות הנוספות (עוד כמה מאות מיליוני דולר).

קל לראות כי בסה"כ מדובר ביותר מ- 10 מיליארד דולר (35 מיליארד שקל). מאליו ברור כי מיד בתום עימות כזה יתרוקנו מחסני התחמושת ומדינת ישראל תצטרך להשקיע סכום דומה במיליונים (תהליך שיימשך מספר שנים).

האם מישהו מאמין כי הרפתקה בסדר גודל שכזה היא דבר הגיוני? ככל הנראה אף אחד לא מאמין באיוולת שכזאת, אחרת לא היינו נמצאים במצב בו הכמויות הנוכחיות רחוקות מאד מהכמויות הנדרשות. שר הביטחון לשעבר, אהוד ברק, התבטא כי ביום לחימה אופייני ינחתו עלינו כ- 50 טון חנ"ם. הבה ננסה לפרק מספר זה למרכיביו: נניח כי יורים עלינו 20 טילים בליסטיים בעלי רש"ק של כ- 800 ק"ג כ"א, 30 טילים טקטיים בעלי רש"ק של 500 ק"ג כ"א וכ- 1200 רקטות ארטילריות נושאות רש"ק של כ- 18 ק"ג. ביחד: כ- 53 טון חנ"ם. זה כמובן תרחיש יומי ממוצע אשר עלול לחזור על עצמו במהלך 20 - 30 ימי לחימה. האם מדינת ישראל מסוגלת להתמודד עם תרחיש שכזה? בוודאי שלא. היא תחסל את כל מלאי טילי ההגנה שלה בתוך ימים בודדים.

זאת ועוד. כל אחד מבין כי אויבנו ממשיכים במרץ רב לייצר טילים בליסטיים ולאגור עוד ועוד רקטות ארטילריות. ברור כי אם יתרחש עימות בעוד מספר שנים ניתקל בכמויות כפולות או משולשות כאשר לכל ברור כי קצב הייצור שלנו מפגר באופן ניכר אחר ההתרחשויות. אבל, הבעיה איננה כמויות בלבד. כבר כיום ניתן לראות כיצד אחוז הנשק המדויק של אויבנו עולה בהדרגה. במקביל עולה כושר ההרס שלו. הדברים קורים הן בתחום הנשק הטקטי והן

בתחום הטילים הבליסטיים. איך מדינת ישראל מתמודדת עם המצב זה? בינתיים באמצעות הצהרות מהסוג: "אל תפחידו את הציבור" ובקטטות שנושאן: מי ינהל את פיקוד העורף.

האספקט המבצעי

עד כה חישבנו את כמויות המיירטים על בסיס ההנחה שהם אכן יבצעו את משימתם. האומנם? בנושא יירוט טילים בליסטיים לא קיים בעולם שום מידע משמעותי. לא בידינו ולא בידי האמריקאים. נערכו, אמנם, כמה ניסויי יירוט אמיתיים לטיל החץ (חץ-2), אך בחציים הוא כשל. התקלות זוהו ותוקנו. אבל, מאחר ובמציאות הישראלית לא ניתן לבצע יותר מדי ניסויים (שיקולים כלכליים) ברור כי תקלות רבות תתגלנה רק במלחמה אמיתית (כולל תקלות במערכת השליטה והבקרה המורכבת שלמעשה תופעל לראשונה בתנאי אמת רק בעת מלחמה). באשר לטילים עצמם. חץ-2 נועד מלכתחילה לטפל בטילי הסקאד הנמצאים במרכז מעטפת הביצועים שלו. טילים מהירים יותר בהרבה (כמו השיהאב-3 שלא לדבר על הסג'יל) אינם יריבים מתאימים (מסיבות שלא כאן המקום לפרטן). אין פירוש הדבר שאין לו נגדם סיכויים בכלל. זה רק אומר שסיכויי ליירט שיהאבים קטנים בהרבה בהשוואה לסיכויי מול הסקאדים.

האם אפשר לצטט מספרים? כמובן שלא. איש איננו מעז להתבטא בעניין כיון שכל המספרים הם תיאורטיים בלבד. הדבר המפתיע והמעניין הוא שאפילו יצרן טילים איננו מסוגל להעריך את סיכויי היירוט הצפויים מטיל שהוא מייצר. לכאורה, נשמע אבסורד. הייתכן כי יצרן לא יודע להעריך מה מסוגלת ה"סחורה" שלו לעשות? ובכן, זה המצב בתחום הטילים. אתה תלוי לא רק בטיל שלך, אלא גם בטיל האויב. יתר על כן. אתה תלוי בתנאי המפגש ביניהם. תוצאת מפגש של טיל בודד מול טיל בודד איננה מעידה כהוא זה על הצפוי במפגש רב משתתפים. מפגש המוני, של 30 טילי אויב מלוויים באמצעי הטעייה מכל הסוגים עם 60 מיירטים הוא סיפור שאיש איננו יודע את אחריתו. כמות האי-וודאיות בסיטואציה כזאת היא עצומה. אין איש רציני העוסק בנושא שהדבר אינו טורד את מנוחתו. אמנם בתקשורת נשמעות לעיתים קרובות הצהרות שחצניות כאלה או אחרות, אך בחדרי חדרים נשמעים דברים שונים לחלוטין. אגב, גם מבחינת התוקף המצב לא ברור. גם הוא יכול בנקל להיכשל ובגדול. כך או אחרת, אנו נמצאים במצב בו:

- (1) חץ-3 לא קיים (וגם לא יהיה מבצעי בשנים הקרובות).
- (2) את יכולות חץ-2 איש איננו יודע. אפילו לא מול הסקאדים הישנים.
- (3) המצב מעורפל עוד יותר ביחס לטילים הטקטיים כיון שגם "שרביט קסמים" נמצא בפיתוח ואין לדעת מה תהיינה יכולותיו.
- (4) באשר לטיל הפטריוט (על גרסאותיו השונות), עליו באמת קשה לומר דברים טובים. די להזכר ב"היסטוריה המפוארת" שרשם במלחמת המפרץ הראשונה ובניסיונות יצרניו לשכנע את כל העולם ב"הישגיו" שהתבררו כ"מוגזמים במקצת" (אם נרצה להימנע ממילה חריפה יותר). צריך לזכור כי הוא מוצב בשכבה התחתונה ביותר כתקווה האחרונה של מערכת ההגנה. במילים פשוטות: אחרי שמסי עובר שני מגינים איזו תקווה יכולה להיות לשוער, גדול ככל שיהיה? נכון. לפעמים קורים ניסים, אבל זה קורה, בדרך כלל, לעיתים רחוקות.

סיכום: כיום אין לישראל הגנה מול טילים בליסטיים וגם בעתיד הנראה לעין יעילותה מוטלת בספק.

מה בנוגע לרקטות ארטילריות? האם ניתן להתנחם בביצועי "כיפת ברזל"? הבה נבדוק.
האירוע המשמעותי ביותר אירע לא מזמן במהלך מבצע "עמוד ענן" (14.11.2012 - 21.11.2012). התוצאות עפ"י דובר צה"ל היו כדלהלן:

(1) נורו כ- 1500 רקטות ע"י החמאס

(2) כ- 150 נפלו בשטחים פלשתינים

(3) כיפת ברזל הופעלה ב- 479 מקרים, יירטה בהצלחה 421 והחטיאה 58 רקטות.
אחוזי ההצלחה עפ"י תיאור זה היו קרוב ל-90%.

האומנם? במחזמר פורגי ובס אומר "ספורטינג לייף" (בכיכובו המזהיר של סמי דיוויס) "זה לא בהכרח כך" ("It ain't necessarily so"). אכן נורו 1500 רקטות חמאס ואכן הגיעו לשטחים ישראלים כ- 1350. אולם, מה שקרה לאחר מכן נתון בוויכוח. למעלה מ- 500 רקטות הגיעו ליישובי "עוטף עזה" שלא הוגנו ע"י "כיפת ברזל" (למרות שמלכתחילה היא נועדה להגן דווקא על יישובים אלה). איך יודעים? מדיווחי התקשורת. עוד כ- 820 רקטות נורו לעבר ערים שהוגנו ע"י הכיפה (באר שבע, אשדוד, אשקלון, שדרות, נתיבות, אופקים). על מספר הרקטות שנורו לעבר כל ישוב יש נתונים מדויקים למדי שאינם נתונים בשום מחלוקת.

השאלה הגדולה היא: כמה מהן הגיעו לערים אלה? כדי לענות על כך עלינו לחזור למבצע "עופרת יצוקה" (27.12.2008 - 18.1.2009). במהלכו נורו לעבר יישובי הדרום כ- 660 רקטות. כ- 540 נורו לעבר נקודות קרובות ב"עוטף עזה" ועוד כ- 120 נורו לעבר הערים באר שבע, אשדוד, אשקלון. לנקודות הקרובות הגיעו קצת יותר מ- 200 רקטות (קרוב ל- 40%). לערים הרחוקות הגיעו כ- 40 רקטות (כולן גראד משופר, ארוך טווח). כלומר: כ- 33% סה"כ נחתו בכל הנקודות שהותקפו 255 רקטות (מתוך 660). כך עפ"י דובר צה"ל. דהיינו: כ- 38% הגיעו ליעדיהן.

חוץ מרקטות נורו כ- 240 פצמריים על יישובי הדרום. 95 נחתו בשטחים בנויים. יירוטן הייתה אמורה להיות משימה של "כיפת ברזל", אך, למרבה הצער, "כיפת ברזל" איננה מסוגלת לכך ולכן נגרמו נזקים נוספים ליישובי הדרום. חשוב להדגיש כי ב"עופרת יצוקה" עדיין לא הייתה "כיפת ברזל" בתמונה. לכן לא היה אינטרס לאף אחד ל"שפץ" תוצאות. והנה במבצע "עמוד ענן" אירע נס. מתוך 820 רקטות שנורו על נקודות מוגנות ע"י "כיפת ברזל" (למעלה מ- 600 נורו על הערים המרוחקות ועוד כ- 200 על הנקודות הקרובות) הגיעו כ- 60% ליעדיהן! יש להודות: היה זה נס רציני. מדוע? כי ב"עופרת יצוקה" שבה נורו רוב הרקטות ליישובים קרובים (82%) ומיעוטן (כ- 18%) לנקודות מרוחקות, היה אחוז הפגיעה הטוטלי 38%. ב"עמוד ענן", רוב הרקטות נורו ליישובים רחוקים (כ- 70%) ורק מיעוטן (כ- 30%) נורו לטווחים הקרובים, והנה איזה נס מדהים התרחש... 60% מהרקטות הגיעו למטרותיהן.

מדוע צריך משימה לנפח את המספר הזה? לאן הוא חותר? על כך קל לענות: ככל שמספר הרקטות המגיעות גבוה יותר, כן יורד אחוז ההחטאות! (שמספרן המוחלט עפ"י דובר צה"ל היה 58. אגב, גם המספר הזה איננו נכון).

מה אם כן המספר הנכון של רקטות שנחתו בשטחים עליהן הגנה "כיפת ברזל"? כשמשמשים בדיוק בנתוני "עופרת יצוקה", ברור שאין אפשרות כי יותר מכ- 290 רקטות תגענה למטרות המוגנות. ב- 200 רקטות פחות ממה שדיווח דובר צה"ל.

יחד עם זאת ברור כי מספר זה הוא נתון ממוצע. סטטיסטית יתכן מספר קצת יותר גדול או קצת יותר קטן. חלק מעניין לא פחות הוא: כמה רקטות גראד יורטו בהצלחה? מיד לאחר המבצע התפרסם דו"ח משטרתי שטען כי על פי ספירת חבלני המשטרה מספר הרקטות שפגעו בשטחים מיושבים (כלומר: אלה שהוחטאו ע"י "כיפת ברזל") הוא 109.

המשטרה, למי שלא הבין, היא גוף ניטראלי לחלוטין (לפחות בנושא זה) והיא מדווחת על מה שחבלניה רואים בשטח. אגב, ההימור שלנו הוא שבעימותים הבאים לא יתפרסמו יותר דו"חות משטרתיים. לעצם העניין: המשטרה לא טעתה. מי שביצע ספירה מצטברת במהלך מבצע "עמוד ענן" (תוך שימוש במקורות גלויים בלבד) הגיע ללא קושי למספרים גבוהים יותר (בסביבת 115 - 120). מובן כי חלק מהפגיעות אירע בשטחים מיושבים שלא הוגנו ע"י הכיפה. לכן, יש להוציאן מכלל חשבון. כך או אחרת, לכיפה היו למעלה מכ- 100 החטאות בערים הגדולות (כולל שדרות). זה אומר כי בערך שליש מכלל רקטות החמאס, אותן צריך היה ליירט, הוחטאו. או במילים אחרות: אחוז ההצלחה היה כ- 66%. לדעתנו, אחוז ההצלחה האמיתי היה אף נמוך מזה, אך כדי להוכיח זאת נדרש דיון יסודי, שאיננו הכרחי ברגע זה. הטענה הקלאסית של חסידי הכיפה היא: נו, אז מה? 66% זה יותר טוב מאפס. הרי כל יירוט מוצלח הוא רווח נקי כי הוא מציל חיי אדם.

באמת? אז הנה עוד נקודה למחשבה: כיפת ברזל לא מצילה חיים. מי שמציל חיים הם המקלטים וחדרי הביטחון אליהם נמלטים אזרחים בעת התקפת רקטות. כל הסטטיסטיקות בהן נערכו השוואות בין מספר הנפגעים לפני הופעת כיפת ברזל ולאחריה, התבססו על מצבים בהם שהו רוב הנפגעים מחוץ למסתור. כלומר: היו בשטחים פתוחים בעת שנחתו בהם רקטות. כל מי ששהה באזור מוגן (כולל בבתי ששפגעו ישירות) ניצל. גם הסטטיסטיקה של מלחמת לבנון השנייה מוכיחה כי 90% ומעלה מהנפגעים היו מחוץ למקלט בעת שנפגעו. כך היה ב"עופרת יצוקה". כך היה ב"עמוד ענן".

בקיצור: הטענה כי "כיפת ברזל" מצילה חיים חסרת שחר.

האם "כיפת ברזל" חוסכת בנזקים ישירים? גם לכך אין שחר. הבה נבדוק נקודה זו. נניח כי על אזור מיושב ולא מוגן נורות 10 רקטות גראד. ממלחמת לבנון השנייה (בה פגעו כ-1000 רקטות בשטחים מיושבים), למדנו כי הנזק הממוצע של כל פגיעה היה כ- 1.2 מיליון שקל. כלומר: 10 רקטות גורמות לנזק של 12 מיליון שקל. כמובן שהערכה זו תלויה בסביבה העירונית בה הן נוחתות.

מה קורה אם האזור מוגן? מערכת ההגנה משגרת 20 מיירטים שעלותם כ- 7 מיליון שקל. היא מחטיאה 3 רקטות אויב הגורמות נזק נוסף של 3.6 מיליון שקל. סה"כ: 10.7 מיליון שקל. לכך יש להוסיף את עלות הקמת מערך ההגנה כשהוא מחולק במספר הרקטות שנורו (זה כמובן מספר בלתי ידוע). אבל, כבר ממבט ראשון ניתן לראות כי שני המקרים כמעט שקולים לחלוטין. כלומר: אין יתרון מובהק למערכת ההגנה וגם אם יש לה, הוא איננו משמעותי.

"כיפת ברזל" היא עסק ביש לא רק מבחינה כלכלית. גם מבחינה מבצעית היא איננה יעילה. מדוע? כי אפילו בטווחים הקצרים ביותר (עד כ- 15 ק"מ) היא לא מספקת כל הגנה. איך זה קורה? מלכתחילה נקבע כי ל"כיפת ברזל" יש מגבלה בליסטית: היא איננה יכולה ליירט רקטות המגיעות מטווח קצר מ- 4.5 ק"מ. מגבלה זו הוגדרה ע"י רפא"ל ומערכת הביטחון. כתוצאה מכך קיבלה ממשלת ישראל החלטה למגן את כל הישובים עד קו ה- 4.5 ק"מ מהגבול. עלות מיגון זו הינה חלק אינטגרלי מעלות פרויקט "כיפת ברזל". מדובר במאות מיליוני דולרים.

אבל, עד מהרה התברר כי "כיפת ברזל" גם לא מסוגלת להגן על ישובים הנמצאים 7 ק"מ מהגבול. שוב קיבלה ממשלת ישראל החלטה להרחיב את תחום המיגון. המשמעות: הוצאה נוספת של מאות מיליוני דולרים שגם הם חלק בלתי נפרד מעלות הפרויקט שמהותו: תכנון וייצור מערכת נשק להגנת תושבי הדרום. אגב, ההחלטה האחרונה לא בוצעה במלואה עקב קשיים תקציביים גוברים והולכים.

בכך לא הסתיים העניין. השר לשעבר האחראי על פיקוד העורף, וילנאי (שזה לא מכבר הפך לשגרירנו בסין) הבין היטב שגם זה איננו מספיק. לכן הכריז כי יש למגן ישובים עד טווח של

15 ק"מ מהגבול. וילנאי היה מעורה היטב בכל רזי המערכת ושמע גם שמע בחדרי חדרים את כל האמת על מגבלות המערכת. הוא הבין מצוין כי מתכנניה פשוט לא נתנו דעתם על מה שנקרא בשפה המקצועית הבליסטית: מגבלת טווח המינימום. מגבלה אופיינית לכל מערכת טילים אלא שבמקרה הנוכחי יש לה משמעות קריטית.

איך זה קורה? המפתח להבנת הבעיה איננה שאלת טווח המינימום אלא שאלת הזמן המינימלי עד שהמערכת נכנסת לפעולה. ביירוט טילים (מכל הסוגים) יש לעקוב פרק זמן מסוים אחר הטיל המשוגר. "ללמוד" את מסלולו (בתהליך הנקרא שיערוך) ולחשב את נקודת נפילתו (בקירוב). לאחר מכן יש לבצע מספר פעולות הכנה בטיל המיירט ולשגר.

מה קורה אם בפרק זמן זה מספיק טיל האויב לטוס ולהגיע למטרתו? אין יירוט! על איזה פרק זמן מדובר? ובכן, במקרה של "כיפת ברזל" מדובר ב: 25 - 30 שניות (אולי יותר).

עכשיו מגיעה שאלת המפתח החשובה ביותר: איך אפשר להגיע למטרה בזמן כה קצר? התשובה: תוך שימוש במסלול שטוח מאד שזמן מעופו קצר (בקירוב) פי ארבע מהזמן הנדרש לתנועה על פני מסלול תלול. הקורא הנבון יזעק מיד: אבל אם רקטת האויב מהירה מאד, היא יכולה באותו זמן לעבור מרחק גדול יותר. אמת ויציב. זה בדיוק מה שהבין וילנאי כשנוכח לדעת כי רקטות האויב שהיו קטנות ואיטיות בתחילת הפיתוח התפתחו ונעשו מהירות יותר ככל שחלף הזמן.

לחילופין: הוא הבין שאפילו רקטות גדולות ומהירות, ניתן לשגר במסלולים שטוחים ובכך להגדיל את טווח המינימום של המערכת. הייתכן כי מפתחי המערכת לא נתנו דעתם על בעיה אלמנטרית זו? כדי להתחמק מתשובה, ניסו המתכננים לתרץ את המחדל בטענות מטענות שונות שעיקרן:

(1) מסלולים שטוחים לא אפשריים מבחינה אווירודינמית / בליסטית או השד יודע למה.

(2) אם הם אפשריים אזי הפושעים המזכירים אותם מגלים לאויב את נקודת התורפה של המערכת. אלה גם אלה טענות מטופשות שלא לומר מרושעות. הצבא הסורי מתאמן שנים בירי שטוח מסלול (גם התפרסמו תמונות בתקשורת). צבאות אחרים המחזיקים ברקטות גראד (בדרום אמריקה, למשל) מפרסמים סרטוני יוטיוב המתארים ירי מסוג זה.

ירי שטוח מסלול הוא חלק מלוחות הטווחים של כל רקטה ארטילרית וה"מזדעזעים" מכל הסוגים, איך לומר, הם הבורים האחרונים שעדיין לא למדו את הנושא.

סיכום: מערכת "כיפת ברזל" לא מסוגלת לתת הגנה לאזור שלהגנתו היא נוצרה.

במהלך הזמן חלו התפתחויות נוספות. החמאס החל לתקוף את הערים היותר גדולות הנמצאות בטווח שמעל 20 ק"מ מעזה (באר שבע, אשדוד, אשקלון). כאן משתפרת יעילות המערכת והיא מצליחה למנוע את רוב הירי על ערים אלה. זה בהחלט הישג המוכיח כי יש למערכת שימוש. אבל, עדיין קיימות שתי בעיות יסוד:

(1) בעיית זמן ההתראה

(2) בעיית ההגנה מול ירי מסיבי בעת מלחמה

בירי על הערים הגדולות יש לתושביהן זמן התראה של בין דקה לשתי דקות. אמנם לא הרבה זמן, אך מספיק בהחלט על מנת למצוא מסתור. גם לא צריך למצוא מסתור מי יודע מה. לרקטת גראד רש"ק של 18 ק"ג (כמחציתו חנ"ם) שלא יכול לגרום לשום נזק למי שמסתתר מאחורי קיר של בית. גם במקרים של פגיעות ישירות ניצלו אנשים ששהו בתוך ממ"ד.

לא כך ביישובי "עוטף עזה". שם זמן ההתראה הוא כ- 15 שניות, מה שמחייב ניהול חיים יומיומי בקרבה יתרה למקלטים (בעיקר כשמדובר בילדים). העובדה שלא קרו שם אסונות

נזקפת בראש ובראשונה לזכות ערנותם ותושייתם של תושבי האזור שלמדו להסתדר גם בלי מערכת הגנה.

מה כל זה אומר? זה אומר שהצורך בהגנה רב יותר ב"עוטף עזה" (עם זמני ההתראה הקצרים) מאשר בערים הגדולות (בהן זמן ההתראה מספיק לתפיסת מחסה). במילים אחרות: הפרמטר הקובע איננו בהכרח אך ורק מספר התושבים בישוב.

מגבלה נוספת של "כיפת ברזל" היא חוסר יכולתה להתמודד עם ירי מסיבי (של מאות רקטות ביום) הצפוי במלחמה כוללת. מה שקרה עד היום היו "תקריות ירי" בהן נורו "רק" כמה עשרות רקטות ביום. כשהכמות תגיע לכמה מאות, יצטרכו הטנקים לנוע קדימה לעבר המשגרים.

עוד טענה מגוחכת שמרבים לחזור עליה מפעם לפעם היא הטענה כי: "קיום מערכת כיפת ברזל מאפשרת גמישות מדינית". שיא ההיסחפות (שלא לומר טיפשות) הגיע מאחד האינטרסנטים הראשיים של הכיפה שטען כי: "יקל עלינו לסגת מהגדה המערבית שכן כיפת ברזל תבטיח את שלום ערי ישראל". מגוחך, נכון? במהלך "עמוד ענן" אמר אחד הפרשנים המכובדים כי קיום "כיפת ברזל" מאפשר לנו להתאפק מלבצע פלישה קרקעית לרצועה. חברו (שהוא לא פחות מכובד) אמר כי זה בדיוק התירוץ הקלוש ביותר שאפשר להעלות על הדעת כדי להימנע מפעולה צבאית קרקעית שהיא ממש צורך מהותי בסיטואציה שנוצרה. האמת היא שאם שיקול הדעת של הממשלה מה צריך לעשות ברגע נתון, מותנה בקיום מערכת כזאת (או יותר גרוע, בסיכוי ההצלחה שלה ברגע מסוים), אזי מצבנו עגום.

הנה ב- 22.08.13 נורו בצפון ארבע רקטות גראד. אחת פגעה בגשר הזיו (וגרמה נזקים), אחת פגעה בשבי ציון (וגרמה נזקים) ואחת פגעה בשטח חקלאי (מוגן ע"י הכיפה) אך לא גרמה נזקים. גראד אחד יורט. בקיצור: פעולה מאד לא מוצלחת (אחוז ההצלחה: 25%). עפ"י ההיגיון העקום האומר שכל עוד אנחנו מגנים על עצמנו בהצלחה אין צורך בשום פעולת תגובה, במקרה זה (שבו כשלה ההגנה) ממש התבקשה פעולה צבאית נמרצת. הממשלה שקלה בזהירות את הנושא והחליטה כי למרות שנדפקנו, אין צורך לצאת מהכלים ועדיף להתאפק. זו הייתה הדגמה יפה של גמישות מדינית. בלי שום קשר לכישלון הכיפה, הוחלט שלא לחמם את הזירה. ב"עמוד ענן" לא התבצעה פעולה קרקעית. אחת הטענות הייתה כי הסיבה הייתה ההידלדלות המהירה של מלאי הכיפות (כך עפ"י אמנון אברמוביץ) והחשש כי אם המבצע הקרקעי יתארך לא תוכל כיפת ברזל להגן על ערי ישראל. במילים אחרות: הכיפה הייתה גורם מעכב. האמת היא כי הפעולה הקרקעית (שנשקלה גם בעת שהכיפה פעלה) נעצרה מסיבה אחרת. היא נעצרה אך ורק כתוצאה מ"המלצה חמה" שהגיעה ביעף מעבר לים. ל"גמישות מדינית" אין שום קשר לתוצאות שוליות כגון: כמה בתים נפגעו או כמה אנשים נפצעו (עם כל הצער שבדבר).

אלטרנטיבת הלייזר

האלטרנטיבה המרכזית לתפישה הטילית היא אלטרנטיבת הלייזר הכימי ברמת הספק של מגה-וואט ומעלה. הרעיון המרכזי בתפישה זו הוא לשלב מערכות לייזר במערך הטילי הקיים כגורם משלים או פשוט כמכפיל כוח. אין כוונה להחליף טילים בלייזרים, אלא לשלב שתי מערכות שיכולות אחת להשלים את חסרונות רעותה. לפני שניכנס לעצם העניין חשוב להסיר מעל סדר היום שתי אי-הבנות יסודיות:

(1) מגבלות הלייזר

(2) פוטנציאל הלייזר המוצק

מה לא נאמר על מגבלות הלייזר הכימי רב העוצמה? שיש לו בעיות מזג אויר, שהוא פולט גזים רעילים, שגודלו כגודל מגרש כדורגל, שגובהו כגובה בניין בן ארבע קומות, שמאגרי הדלק שלו פגיעים, שאין לו יכולת לטפל במטחים, שהוא נמצא יותר זמן בתיקונים מאשר בפעולה, שהוא חסר ניידות ובכלל: אם הוא כזה טוב, למה האמריקאים לא השתמשו בו בעיראק ואפגניסטן? כל אלה טענות שבמקרה הטוב הן תוצאה של בורות, במקרה הגרוע יותר, של קונספציה מוטעית ובמקרה החמור מכל של שיקולים מסחריים.

מה אמת ומה שקר?

אכן יש ללייזר הכימי בעיות מינוריות בנושא עננות נמוכה ומזג אויר גרוע. גם לסנסורים אלקטרו-אופטיים הנמצאים במערכות צבאיות רבות (לא נפרט) יש בעיות דומות. אבל, בתכנונים המתקדמים של לייזרים כימיים, קיים מגוון דרכים יעילות לעקוף את הבעיה. לא להעלים אותה אך לצמצמה במידה ניכרת. על כך אפשר להרחיב, אך לא בזה הרגע.

אשר לבעיית הרעילות (קיימת גם במערכות טיליות) או הגודל (מומלץ להתבונן בתכנון העתידי של מערכת ה"סקייגארד"), הטיעונים מופרכים שלא לומר מגוחכים.

בעיית הניידות חשובה, אך לא במציאות הישראלית. בזירות אחרות היא הייתה חשובה ומשום כך נפסל הרעיון לפתח מערכת לייזר כימי חדישה לשימוש הצבא האמריקאי.

מיכלי דלק יכולים להיות תת-קרקעיים והם בוודאי לא פחות פגיעים ממאגרי תחמושת הכוללים מאות רקטות על הקרקע.

טענת המטחים היא טענה מעניינת כאשר נזכרים במערכת אחרת שלא הצטיינה במיוחד בתחום זה. מספר חוקרים תקפו אותה בנקודה זו תוך שימוש בסרטי וידאו רבים שצולמו במהלך המבצע. על כך יצא קצפם של מצדדיה שלעגו ל"סרטי החובבים הירודים" בהם השתמשו חוקרים אמריקאים להוכחת טענותיהם. לעומת זאת סדרת סרטי החתונות מהז'אנר של: "יו-יו יו תראה אחי איזה יירוטים" היו מקובלים עליהם לחלוטין.

לעצם העניין. לייזר כימי בעצמה של מגה-וואט ומעלה עם אופטיקה אדפטיבית (יש דבר כזה), מסוגל לטפל במטרות כבר בטווח של כ-15 ק"מ (בלי אופטיקה מסוג זה, בטווח 10 ק"מ). זמן הלזירה שלו משתנה כמובן עם הטווח, אך אפשר בהחלט להוכיח כי זמן לזירה ממוצע (כולל פרק הזמן של מעבר בין מטרה למטרה) הוא כ: 3 שניות. בטווחים ארוכים זמן זה ארוך יותר משלוש שניות ובטווחים הקצרים הרבה פחות. כשמביאים בחשבון רקטת גראד (מהירות טרמינלית של כ-340 מ/ש), ברור כי "מאיר" אחד מסוגל להשמיד לכל הפחות 12 רקטות במטח צפוף מאד (אינטרוול זמן של עשיריות שנייה בין כל שתי רקטות). אם אינטרוול הזמן עולה לחצי שנייה או יותר כמות המושמדים גדלה באופן משמעותי. ברור כי במערכת הגנה אזורית (עליה נדבר בהמשך) קיימים מספר מאירים, כך שהיא מסוגלת לטפל בו זמנית בעשרות רקטות.

הנושא החשוב השני הוא נושא הלייזר המוצק שהפך לאחרונה למאוד פופולרי ובצדק. מערכות קומפקטיות ויעילות על גבי ספינות (או בפריסה קרקעית) יכולות לנטרל מגוון מטרות המתאפיינות בכך ש:

(1) הן אינן מטרות קשיחות (למשל, כלי טיס בלתי מאוישים).

(2) זמן לזירתן יכול להתארך מעל 5-7 שניות.

האם מדובר במערכות נגד טילים, רקטות או אפילו פצמריים? ממש לא! מדובר במערכות בהספק של 25 - 50 קילו-וואט, בעלות טווח אופייני של מייל וזמני לזירה בתחום שצוין. שאיפת המפתחים היא להגדיל את הספק הלייזרים המוצקים לסביבת 100 קילו-וואט, מה שיאפשר הארכה מסוימת של הטווח (לסביבת ה-2 ק"מ) ואולי ישפר במשהו את זמני

הלזירה. אבל, יש לזכור כי קיים גבול תחתון על גודלו של הכתם (ועל פיזור ההספק) והוא שבוולם קיצור משמעותי בזמני הלזירה. מה כבר אפשר לעשות עם לייזר כזה מול פצמרי"ם (למשל, 120 מ"מ)?

בהתחשב במהירות הטרמינלית של הפצצה (למעלה מ- 200 מ/ש) ברור כי מתחילת הלזירה עד לסיומה (כשהגוף מתפוצץ בגובה בטחון של 600 - 1000 מטר) עומדות לרשות המערכת לא יותר מ: 5 - 6 שניות. האם בזמן כזה ניתן להשמיד פצצת מרגמה שעובי הדופן שלה בסביבות 10 - 15 מ"מ (או אף יותר)? ספק גדול. גם אם אפילו ניתן היה לעשות זאת ברור כי השטח המוגן ע"י המערכת היה אפסי.

בקיצור: לייזר מוצק איננו מועמד רציני למערכת הגנה נגד פצמרי"ם.

אחד הגורמים המרכזיים המאריכים את זמן הלזירה היא תנועת הגלגול של הגוף. בירי אמיתי נע הגוף עשרות שניות עד שהוא מגיע לקצה מסלולו (שם הוא נלזר). בזמן זה הוא מפתח מהירות גלגול אקראית עקב אי איזונים דינמיים או אווירודינמיים. בסרטונים המראים את פעולת הלייזר המוצק רואים עפי"ר גופים "רוכבים על כבל" או שלזירתם מתבצעת זמן קצר מאד אחרי השיגור. יש להבין כי אלה פעולות ה"מנטרלות" את אפקט הגלגול. באופן דומה גם איזון דינמי לפני הניסוי מצמצם אפקט זה. זאת ועוד, איש איננו יודע מה עובי הרש"ק הנלזר, מה רגישות החנ"ם שבתוכו ומה סוג המגע בינו לבין דופן הגוף. לכן, מומלץ להתייחס לסרטונים בהם הכול נראה נפלא במידה ראויה של חשדנות.

מדוע להזכיר אם כך את כל נושא הלייזר המוצק? פשוט מאד: כדי להוריד מסדר היום את ההנחה כי הלייזר המוצק מתחרה במערכות הטיליות בכל מה שנוגע להשמדת רקטות, טילים או פצמרי"ם. הוא איננו מסכן את ההגמוניה הטילית ולכן מצא בקלות את הנישה התעשייתית שלו.

לעומת זאת, הלייזר הכימי רב העוצמה, הוא יריב קשה יותר ולכן המלחמה בו נמרצת יותר. יתרונו הגדול הוא שמבחינה כלכלית הוא זול לעין ערוך בהשוואה לאופציה הטילית. עלות מאיר אופיינית היא בסביבות 30 מיליון דולר, בהשוואה לעלות סוללת "כיפת ברזל" (עם מספר קטן של טילים, 100 - 150) שהיא כ- 50 מיליון דולר.

מאידך, עלות כל יריית לייזר היא כ-2000 דולר ועלות כל טיל כיפת ברזל היא 100000 דולר, כאשר עלות כל טיל יירוט אחר גדולה בלפחות סדר גודל. ברור כי גם אם יוחלף רק חלק ממערך ההגנה הטילי במאירי לייזר תקטן עלות הפעלתו בצורה משמעותית.

חסידי התפיסה הטילית שואלים: ומה עם מחיר הפיתוח של מערכת הסקייגארד? התשובה: הרבה פחות ממחיר הפיתוח של "כיפת ברזל" (שעלתה עד כה למשלם המיסים הישראלי קרוב לארבע מאות מיליון דולר ועדיין לא נאמרה המילה האחרונה).

אזכור הלייזר המוצק בהקשר הישראלי בא בדרך כלל כתשובה לשאלה המביכה: מדוע מוזנח פיתוח הלייזר בארץ? בנקודה זו שולפת המערכת את עלה התאנה התורן שלה ואומרת בלי היסוס: הזנחנו את נושא הלייזר? הנה אנו מפתחים לייזר מוצק.

ובכן, חברים יקרים. פיתוח לייזר מוצק בארצנו הקטנטונת הוא דבר חשוב ביותר. אולי גם נשתמש בו ביום מן הימים להרבה צרכים חשובים. אבל, בכל מה שנוגע להגנה בפני טילים ורקטות אין לו שום שימוש.

לאחר שאמרנו את כל זאת, הגיע הזמן לדון בשאלת שילובו של הלייזר הכימי רב העוצמה במערכת ההגנה הטילית. בנקודה זו אין טעם לטוות תכניות גרנדיוזיות. מספיק להצביע על נקודה אחת בה שילוב כזה יכול להועיל ובו להתרכז. הנקודה היא, כמובן, יישובי "עוטף עזה". הבה נקיף את רצועת עזה במערך של 8 מאירי לייזר (לכל אחד טווח של 15 ק"מ). הם

יכסו את כל שטח הרצועה (שרוחבה 7 - 10 ק"מ ואורכה כ- 40 ק"מ) עם חפיפות משמעותיות. מערך כזה הוא מעין שמירה אזורית (בניגוד ל"כיפת ברזל" שמהותה הגנה אישית – כלומר, כל סוללה מגינה על העיר שלה). באופן כזה ניתן יהיה לעצור כל ירי ארטילרי מהרצועה כבר בשלב השיגור. את שמונה הסוללות הדרושות ניתן לייצר בפרק זמן של 3 - 4 שנים ולשלבן במערך הקיים של "כיפת ברזל". בהמשך ניתן להגן בצורה דומה גם על גבול הצפון.

מאין יבוא הכסף? במקום לרכוש 15 - 20 סוללות "כיפת ברזל", נסתפק ב- 10 ואת השאר נשקיע (באותו לוח זמנים, בקירוב) במאירי לייזר.

שימוש חשוב נוסף של הלייזר הכימי רב העוצמה הוא במערכות מוטסות. הרעיון של מערכת לייזר מוטסת אכן נבדק במשך שנים רבות ע"י האמריקאים (ABL). במסגרתה נבדקה האפשרות לבנות מערכת מוטסת להשמדת טילים בליסטיים בשלב ההמראה (Boost Phase Intercept) ע"י לזירת מיכלי הדלק שלהם ופיצוץ כשהם עדיין מלאים והטיל עצמו כבד ואיטי. האמריקאים התכוונו לעשות זאת מטווח של כמה מאות ק"מ, אך בסופו של דבר הצליחו רק בשלב הניסויים בו היו הטווחים 100 - 150 ק"מ. האם אפשר לראות בכך כישלון? לחלוטין לא. במהלך התכנית נרשמו הישגים לא מעטים בתחום האופטיקה האדפטיבית, בתחום ייצוב הקרן והעיקוב המדויק אחרי מטרת ובעוד שורת נושאים. התכנית הופסקה כיון שלא השיגה את כל יעדיה ועקב הנטל התקציבי. מדוע הגיעה התכנית למצב זה? קיימת טענה (ניתנת להוכחה) כי השיגאה הראשונית והמרכזית הייתה בחירת לייזר לא מתאים (באורך גל של 1.3 מיקרון). לעומת זאת, חברת NG הציעה מערכת סקייגארד המוטסת (אורך גל 2.8 מיקרון, לעומת 3.8 מיקרון בגרסה הקרקעית) קלה יותר וקומפקטית יותר. ההבדל המרכזי בינה לבין קודמתה היה ביעוד. מערכת NG יועדה מראש ליירוט טילים בליסטיים בשלב החדירה. בשלב זה מנגנון ההשמדה שונה לחלוטין מזה של שלב ההמראה. זו מערכת היכולה לטפל ברקטות ארטילריות שטווחן עולה על 30 ק"מ וגם בטילי שיהאב. היא הוצעה עוד בשנת 2003 למערכת הביטחון להתקנה במטוס תובלה של חיל האוויר. טווחה היה אמור להיות 130 - 150 ק"מ. בהמשך הוצע להגדיל את הספק המערכת ולהתקינה במטוס תובלה גדול ממשפחת בואינג 747. פעולה זו הייתה אמורה להגדיל את טווח המערכת ל: 300 - 400 ק"מ. המטוס תוכנן לשאת גזים ודלקים למאות יירוטים לפני הצורך בתדלוק מחדש.

אין ספק כי בדיקת מערכת מסוג זה היא הכרח למערכת ההגנה הישראלית ומפליא כי הנושא נדחק כמעט כעשור לקרן זווית. נקודה חשובה נוספת היא שפיתוח מערכת מסוג זה יכול להתחיל בסדרת בדיקות קרקעיות, סטטיות, שמשלבות עם פעילות הלייזר הקרקעי ושרק לאחר הצלחתן, אפשר יהיה לעבור לשלב המוטס. כלומר: אין חשש להשקעות משמעותיות לפני שיתבררו סיכויי הצלחת המערכת.

סיכום: נושא תגבור מערכות ההגנה הטיליות במערכות לייזר הפך מזמן ליותר עניין רגשי ממדעי וחבל. ההסתמכות הטוטלית על מערכות הגנה טיליות, שלא הוכיחו אף פעם את יכולתן המבצעית בקונפליקט רציני (כי לא היה כזה) היא שגיאה מוחצת. נכון כי גם הלייזר לא הוכיח עצמו בפעולה מבצעית אמיתית. בעיקר כי לא רצו בו. הצלחתו בפעולה כזאת עדיין דורשת הוכחה. אבל, הקביעה כי הוא איננו אופציה מבצעית הראויה לבדיקה רצינית, היא טעות קשה שעוד נצטער עליה.