

האיום הגדל של רקטות הקסאם על ישראל

עזריאל לורבר

הקדמה

רקטות ארטילריות נמצאות בשימוש צבאי במדינות שונות זה מאות בשנים, אך השימוש בהן דעך לקראת סוף המאה ה-19. רקטות אלו הן בעלות יתרונות רבים: אף כי פגזי רקטי שלם הוא גדול וכבד בהשוואה לפגזי ארטילרי רגיל, הרי שכדי לשגר אותו צורך בקנה כבד ויקר לייצור, ובהשקעה קטנה יחסית ניתן להשיג בירי הרקטות טווחים ארוכים בהרבה מאלו של ארטילריה קנית. ומה שחשוב מכל, ניתן להשיג בהן קצבי-אש גבוהים ואפקטיביים יותר בהשוואה לתותחים. אלא שבשיטות הייצור הנהוגות דאז, דיוקן של הרקטות היה גרוע, והן היו יעילות בעיקר נגד מטרות גדולות מאוד, ובמיוחד נייחות – ערים למשל. בסוף המאה ה-19, עם השתכללות הארטילריה הקנית על-ידי הנהגת החירוק (סלילי הקנה), טעינה אחורית והשימוש בפגזים מאורכים, נעלמו הרקטות כמעט לחלוטין מזירת הלחימה, לבד משימושים כגון איתות והטלת עוגנים וחבלים.

במלחמת העולם השנייה שָׁבה והיתה עדנה לרקטות. הבנה טובה יותר של אווירודינמיקה ובליסטיקה, בשילוב עם שיטות ייצור שהשתכללו, הביאו לאחידות במסלולים והקטינו את אי-הדיוקים בפגיעה בסדר-גודל. אמנם לא ברמת הדיוק של תותחים או מרגמות, אך בהחלט ברמה כזו שניתן היה לעשות בהן שימוש טקטי בשדה המערכה.

ד"ר **עזריאל לורבר** הוא מומחה לטיילים ולנשק רקטי. על ספריו האחרונים נמנים: Theater Ballistic Missile Defense בעריכה משותפת עם ד"ר בן-ציון נווה (המכון האמריקאי לתעופה ואסטרונאוטיקה, Misguided Weapons - Technological Failure and Surprise on the ; (2001

Battlefield, (Brassey's, 2002). מאמריו בנדון ראו אור ב**בנתיב**. מאמר זה על רקטות הקסאם עובד מתוך כתבה בנושא שהתפרסמה לראשונה (באנגלית) בתוך אתר אינטרנט ישראלי העוסק בהתפתחויות חימוש במזרח התיכון

< www.me-monitor.com >

כאשר מדובר היה במטרות בעלות גודל פיזי ניכר, כגון חגורות ביצורים ושטחי היערכות של כוחות בסדרי גודל של גייסות וארמיות, בעיית חוסר הדיוק הפכה לזניחה. הרוסים היו הראשונים בהכנסה מסיבית של רקטות כאלו לשימוש. היו אלו הקטיושות, או כפי שהגרמנים כינו אותן, "עוגבו של סטאלין", בגלל הדמיון בין קני המשגרים לעוגב. אך כמעט כל הצבאות השתמשו בגירסה כזו או אחרת של ארטילריה רקטית: האמריקאים (לטיהור חופים לפני נחיתה אמפיבית), הבריטים, הגרמנים ואפילו היפנים.

מנועי רקטה והמדעים הכרוכים בפיתוח וייצור רקטות, נחשבו הרבה שנים למדע מסתורי שצפונותיו רק בידי יחידי סגולה, והאמת ניתנת להיאמר כי עד לסוף מלחמת העולם השנייה זה גם היה פחות או יותר נכון. התחרות בין בריה"מ לארה"ב בתקופת המלחמה הקרה, ובעיקר המירוץ לחלל, הביאו לשינוי ניכר בשני תחומים בנושא הרקטות: ראשית, המחקר בנושאי ההנעה הרקטית התרחב בצורה ניכרת, ועשרות אלפי מאמרים טכניים ופופולריים ומאות ספרים, שעסקו בכל האספקטים של רקטות ובליסטיקה, התפרסמו בשלל שפות. שנית, העיסוק הרחב בפיתוח ובייצור הביא להגדלת מספרם של העוסקים בנושא, מטכנאים זוטרים ועד למדענים בעל-שם. כיום, בעולם כולו, קורסים אוניברסיטאיים העוסקים במגוון נושאים הקשורים ברקטות ובטיילים מונחים מוצעים על-ידי כל אוניברסיטה שיש לה פקולטות להנדסה מכנית, אווירונאוטית או כימית, וספרות מקצועית ענפה מתפרסמת דרך קבע בז'ורנלים המקצועיים ומוצגת בכנסים מדעיים, הפתוחים למעשה לכל. כל המידע הנדרש לפיתוח וייצור של מנועי רקטה, דלקים לסוגיהם וראשי קרב, זמין כיום בשוק החופשי לכל מי שבידו מספר דולרים או גישה לאינטרנט. יתרה מזאת, בכל פינה בעולם יש אנשים בעלי רקע צבאי נרחב בתותחנות וגם ניסיון מעשי בהפעלה מבצעית של מערכות כאלה.

רקטות ארטילריות בידי הפלשתינים

אף כי למראית עין, ה"אינתיפאדה" הפלשתינית מכוונת נגד "הכיבוש הישראלי של טריטוריה פלשתינית", אין הפלשתינים בוחלים בתקיפת מטרות אזרחיות בתוך שטחי ישראל עצמה. למעשה, הם אפילו מבכרים סוג לחימה זה על תקיפת מטרות צבאיות ב"שטחים הכבושים". האמצעי המועדף עליהם בלוחמת טרור זו הוא המחבל המתאבד המצויד בפצצה רבת-עוצמה, שמשמש כ"טיל מונחה" המתביית על אזרחים ישראלים באוטובוסים, מרכזי קניות, בתי-קפה ואפילו טקסים דתיים. הצלחתה של טקטיקה זו מובטחת כאשר הקרבה בין ישראלים ופלשתינים וחסרונו של מכשול פיזי חוצץ, מאפשרים הסתננות קלה של מחבלים לתוך שטח ישראל.

יכולתם של ארגוני הטרור הפלשתיניים לזיום התקפות כאלה מוגבלת מאוד באזורים בהם קיים מכשול פיזי אפקטיבי, כמו ברצועת עזה למשל. ולכן שם בחרו הפלשתינים להמיר את יכולת התמרון של המחבל-המתאבד בכוח האש של נשק ארטילרי לטווח ארוך יותר. היות שאין ביכולתם להפעיל תותחים, ומבחינתם אף ירי פגזי מרגמה הוא בעייתי, הם חיפשו אמצעי פשוט אחר הנמצא בתוך היכולת הטכנולוגית שלהם. הפתרון נמצא בדמות ירי רקטות. אף כי לשימוש צבאי טהור נדרשות כמויות ניכרות של אמצעים כאלה, וטכנית עליהם להיות בעלי אמינות ודיוק גבוהים, דרישות אלו חמורות הרבה פחות כשמדובר בנשק טרור כנגד מרכזי אוכלוסייה. רקטות צבאיות שונות כבר הופעלו בעבר בזירות שונות כאמצעי טרור נגד מרכזי אוכלוסין, אך הצלחותיה החוזרות של ישראל בסיכול הברחות אמל"ח על-ידי הפלשתינים (סנטורני, קארין-איי והלחץ על המנהרות בגזרת רפיח), כמו גם התבוסות ההסברתיות שנבעו מכישלונות אלה, דרבנו את ארגוני הטרור הפלשתיניים למצוא מקור אחר, בטוח יותר, לאמצעים אלה.

על אף התחכום הבסיסי הטמון בתכנונו של מנוע רקטי, הרי ההתפשטות הכלל-עולמית של טכנולוגיית ההנעה הרקטית פתרה לפלשתינים את הבעיה, ודרבנה אותם לנסות ולייצר רקטות כאלה בבתי-מלאכה ביתיים, המופעלים על-ידי ארגוני הטרור השונים, ובסופו של דבר הם פיתחו יכולת ייצור עצמאית בתחום זה. רקטות קצרות-טווח הקרויות "קסאם", נורות מתוך השטח הפלשתיני ומשמשות תחליף למחבל המתאבד, לביצוע אותה המשימה – הגדלת מספר הנפגעים האזרחיים בקרב האוכלוסייה הישראלית.

אין מידע אמין על מספרן של הרקטות שיוצרו, על תאונות בייצור וברי, אפילו לא על מספרן של אלה שנורו בהצלחה אך לא התפוצצו. ההערכה הנוכחית היא כי כמאתיים רקטות מתוצרת בית נורו, ומספר זה דיו כדי לגרום כאבי-ראש למקבלי ההחלטות בישראל. כאמור, יתרון העיקרי הוא בעובדה כי אין הן זקוקות לקנה כבד שישמש כמשגר, ושני מוטות מתכת או ברזלי זווית מחוברים ביניהם יכולים למלא תפקיד זה.

משגר מעין זה הוא פשוט לייצור, קל להובלה ולהסתרה, ובמקרה הצורך ניתן אף להשאירו בשטח אחרי הירי. גם הטווח הקצר של הרקטות האלה אינו מהווה מגבלה ממשית, כאשר מטרות מתאימות נמצאות בתוך הטווח

שלהן. ולמרות זאת, ארגוני הטרור פועלים ללא הפוגה להגדיל את טווחן. ראשית, משום שזה יאפשר להם יותר גמישות בבחירת המטרות או נקודות השיגור. שנית, טווח ארוך יותר, הנובע ממנוע בעל עוצמה גבוהה יותר, מאפשר המרה לרשי"ק כבד יותר בטווח קצר יותר.

ארגוני הטרור הפלשתינים טורחים בהתמדה לשפר גם את כושר הנשיאה של רקטות הקסאם. הפיתוח הראשון, הקסאם-1, היה בעל טווח קצר, של מספר קילומטרים. בהמשך החלו הפלשתינים בייצור הרקטות גם בגדה המערבית, אך מבצע "חומות מגן" חיסל למעשה מאמץ פלשתיני זה להרחיב את מעגל הטרור. ברצועת עזה הפיתוח והייצור נמשכים, ושני מודלים עיקריים של רקטות משוכללות יותר נמצאים כעת בשימוש:

קסאם 2	קסאם 3	
115	170	קוטר הגוף (במ"מ)
1800	2000	אורך (במ"מ)
10 ⁻⁷	10	טווח (בק"מ)
8/5	20/10	משקל הרשי"ק – חני"ם/כללי (בק"ג)

הערה: יצוין כי חלק מהמספרים לעיל הם הערכות משוכללות המבוססות על מגוון נתונים.

נתונים טכניים של רקטות הקסאם תכנון המנוע הרקטי

פן מעניין אחר של המאמץ הפלשתיני בתחום זה הוא ההיבט הטכני, שחושף במידה מסוימת את תהליכי המחשבה והבעיות של מתכנני הרקטות.

טילים ורקטות לטווחים קצרים מבוססים בלעדית על מנועים הפועלים בדלק מוצק. גוש הדלק הזה, הקרוי הגרעין, מוכנס לבית קיבול עשוי מתכת או חומרים מורכבים, ובקצהו האחורי מותקן נחיר, או מערכת נחירים, שתפקידם להפוך את הלחץ הנוצר בתוך בית המנוע לכוח הודף. הדלקים המוצקים המקובלים, מיוצרים בדרך כלל בתהליכים כימיים מורכבים ועתירי מנגנוני בטיחות, היות שכל אחד מהחומרים המרכיבים אותם, ובוודאי שהמוצר הסופי, הוא חומר רגיש שטיפול בלתי-זהיר בו עלול לגרום לאסון רב-ממדים. היות שארגוני הטרור החצי-מחתרתיים אינם יכולים לייצר דלקים כאלה, הם בחרו בהרכב פשוט יותר, המיוצר מחומרים זמינים להם ופחות מסוכנים. הדלק המקובל המצוי בידיהם מורכב מתערובת של 60% חנקת האשלגן (Potassium Nitrate) ו-40% סוכר. חנקת האשלגן ניתנת לרכישה חופשית בשוק האזרחי, היות שהיא סוג של דשן כימי הנמצא בשימוש נרחב. המוצר המוגמר הוא גרעין מרובע שהאלכסון שלו שווה לקוטר הפנימי של צינור בית-המנוע, והוא מוכנס חופשי לתוכו. החלל הפנימי של בית-המנוע אינו מבודד נגד הלהבה, אך היות שזמן הבעירה הוא קצר מאוד, סדר-גודל של שנייה אחת, לא יספיק להיגרם נזק למתכת. הקיר האחורי של בית-המנוע, המכיל את פיות הפליטה (נחירים), מוברג אז אל בית-המנוע, וריתוך נקודתי בין הקיר האחורי לבית-המנוע מונע שחרור המבנה. ביצוע ריתוך, אפילו זהיר,



רקטות קסאם. ביסודו של דבר אין הן אלא "גרזטאות מתכת מעופפת", A piece of flying Junk כדברי גרל שוורצקופף על טילי הסקאד. אולם נשק טרור המשוגר על העורף איננו זקוק לתחכום טכנולוגי, יתרונו בפרימיטיביות שבו. בעובדה שניתן ליצרו בכל מסגריה מכנית ובעלות שולית, וכי בשלב זה או אחר ניתן לחמשו באמל"ח להשמדה המונית דוגמת נבגי אנטרקס.

מבחינה טכנית, כל התכנון הזה הוא בעל יעילות נמוכה למדי. ספק גדול הוא אם מנוע כזה מסוגל ליצר 1sp של יותר מ-130 שניות. (1sp בשניות הנו ביטוי המבטא את היעילות של מנוע רקטי כיצרן דחף, והוא פונקציה של איכות הדלק, תכנון המנוע ולחץ הבעירה בתוכו.) לשם השוואה, מנוע תקני פשוט ביותר מגיע ל- 1sp של כ-200 שניות, ובמנועים משוכללים ניתן להגיע לכ-300 שניות. אבל בתנאי הזירה הנוכחית גם מנוע כזה ממלא את ייעודו.

תכנון הרש"ק

הרש"ק מורכב ממכל מתכת פשוט בעל תצורה קונית. חומר הנפץ (חני"ם) הנו תערובת של חנקת אוריאה (Urea Nitrate) ו-TNT, ביחסים שונים. כמוות ה-TNT המוכנסת לתערובת תלויה בעיקר בזמינותו, והוא מוברה לרצועה או מופק מתחמושת צבאית תקנית. גם במקרה הזה, חנקת אוריאה אינה חומר אידיאלי, אך בדומה לחנקת האשלגן גם היא דשן כימי סטנדרטי, וככזו ניתנת לרכישה בשוק החופשי. המרעום הנו מתקן פשוט המורכב מתרמיל תקני של כדור רובה, ללא הקליע, שהחומר ההודף הוצא ממנו ובמקומו הוכנס "מאיץ" מחומר נפץ רגיש. מול הפיקה מותקן מסמר שתמוך על קפיץ. בעת הפגיעה בקרקע, המסמר נע קדימה, נוקר בפיקה ומפעיל את המאיץ, שמצדו מפעיל את החני"ם. אין כל נצרות או אבטחות למניעת פיצוץ בטרם עת או כתוצאה מתאונה, אך בטיפול זהיר דיו סידור כזה יעבוד. יתרה מזאת: נעשו ניסיונות לצייד את הרש"ק במוט הארכה, שיאפשר לרש"ק

כאשר המנוע טעון בדלק, הנו מעשה מסוכן שלא היה מקבל אישור בשום מפעל מסודר. הפלשתינים נוקטים בשיטה זו, וכאמור, אין מידע על מספר התקלות במהלך הייצור.

הרקטות הראשונות היו מצוידות בנחיר יחיד, אך דגמים מאוחרים יותר צוידו ב-7 נחירים (ראה צילום מס' 3). זהו סידור פחות יעיל מבחינת הדחף של המנוע הרקטי, אך ייתכן כי הפלשתינים בחרו בתכנון זה משתי סיבות: האחת, מספר נחירים יקטינו את האפקט של אידיוקים בייצור על מסלול הרקטה. שנית, כנראה קל יותר לייצר נחירים קטנים יותר, בין אם בחריטה או בקדיחה ישירה של הקיר האחורי, ובודאי שהדבר חסכוני יותר בחומר, מאשר חריטה של נחיר יחיד גדול יחסית. מעניין כי הנחירים האלה אינם מוטים בזווית, כמו הנחירים ברקטות ה"קטישה", שם ההטיה הזו מקנה לרקטה תנועה סיבובית סביב צירה. סיבוב כזה היה מגדיל במידה ניכרת את דיוק מסלול הרקטות, אך מצד שני היה מחייב חיזוק והכבדה ניכרים של המשגר, ובכל מקרה מגדיל את הסיבוכים בייצור. מתקבל הרש"ק כי פשטות בייצור היא שיקול דומיננטי אצל הפלשתינים.

נראה כי הרקטות הראשונות היו מצוידות בנחירים שהיו מוברגים לתוך הקיר האחורי (ראה צילום מס' 4, בו נראה כי אחד הנחירים נתלש בעת הפגיעה בקרקע). כעת, כנראה כדי לפשט את הייצור, הנחירים נקדחים ישירות בקיר האחורי. החומר של הקיר האחורי הוא פלדה רכה, אך גם כאן, בגלל זמן הבעירה הקצר, אין שחיקה משמעותית של אזור צוואר הנחיר, שהנו בדרך כלל מקום מועד לפורענות ברקטות בעלות זמני בעירה ארוכים יותר.

מתאבדים; אין בעיה של מידע המופק מחקירת האירוע; ושום מאבטח אינו יכול, כמובן, לעצור רקטות.

ארגון הטרור העיקרי המעורב בייצור וירי של רקטות הקסאם לסוגיהן, הנו החמאס. התפקיד האסטרטגי שמייעד החמאס לרקטות אלו דומה לזה של הרקטות של החיזבאללה בגבול ישראל-לבנון. החיזבאללה מציג את הרקטות שלו, שסופקו על-ידי איראן ומסוגלות להגיע למרכזי אוכלוסייה כגון חיפה, כאילו היו נשק הרתעה אסטרטגי המאפשר לחיזבאללה להציק ליישובים הישראליים לאורך הגבול כמעט ללא פחד מתגמול ישראלי מסיבי. אין ספק שהחמאס רוצה לראות את הרקטות שלו ממלאות תפקיד דומה בגבולות רצועת עזה, ובעתיד – לאורך גבולות המדינה הפלשתינית המובטחת. קרן תקווה אחת טמונה בעובדה כי אף שאמצעי טרור אלו יכולים להיות יעילים למדי והם בעלי פוטנציאל להפוך לאיום ממשי, הרי שבשלב זה הם פרימיטיביים מכדי להוות יותר ממטרד. מעבר לשלב מתקדם יותר יחייב ביצועים טובים יותר של החימוש, ובעיקר כמויות גדולות יותר, אמצעי ייצור מצוידים טוב יותר, השקעה כספית משמעותית ומערך ניסויים רציני. אולם הגדלת היקפי הפעילות במידה כזו, מגדילה גם את הסיכוי כי הפרויקט כולו יתגלה ביתר קלות ויושמד. אבל זה יחייב מעקב מתמיד אחר מאמצי הרחבה כאלה בצד הפלשתיני, יכולת תגובה מהירה ואמצעי-נגד מתאימים, שיוכלו לחסל איום זה בעודו באבן. ■

להתפוצץ בגובה-מה מעל הקרקע, כדי להגדיל את אפקט הפיצוץ.

מספר היבטים כלליים על הפעלת רקטות הקסאם

אין למעשה מגבלה טכנית שתמנע את הגדלת הרקטה, טווחה או משקל הרשיק בגבולות מסוימים. מצד שני, קרוב לוודאי כי הביצועים האמיתיים (מבחינת טווח ודיוק) של רקטות אלה הם בבחינת מסתורין לפלשתינים עצמם, היות שאין באפשרותם לבצע שיגורי ניסיון, מלבד אל תוך הים. כתוצאה מכך, הפירוט המופיע בעיתונות הישראלית, שמלווה לעתים בתמונות של בתים בסביבה ומורה את נקודות הנפילה של הרקטות (ופגזי המרגמה), תורם רבות לפלשתינים על-ידי אספקת מידע בדבר טווחים וסטיות מכיוון השיגור. כמורכב ניתן להניח בבטחה, כי זו רק שאלה של זמן לפני שתופענה בזירה רקטות בעלות טווח גדול יותר, וייתכן גם בעלות דיוק משופר.

אף כי רקטות ארטילריות אינן נשק הטרור היחיד שבידי הפלשתינים, הרי מבחינתם יש להן, כאמור, מספר יתרונות בהשוואה לאמצעים אחרים: הן פשוטות יותר להפעלה מאשר מרגמות; יש להן טווח ארוך שלמוקשים, בהגדרה, אין; ולאחר הירי המשגרים הפשוטים ניתנים לעזיבה בשטח; לא קיים הסיבוך הכרוך באיתור והפעלת

פלשתינאי "מתון", הוא אחד שנגמרה לו התחמושת.

א.ל.