



מערכת ההגנה האקטיבית "כיפת ברזל" בפעולה: הערכה ראשונית

מאת עוזי רובין

BESA Center Perspectives Papers No. 151, October 31, 2011

תקציר: מערכת ההגנה האקטיבית נגד רקטות "כיפת ברזל" הופעלה לראשונה באפריל 2011 בהצלחה טכנית ברורה. רק לאחר ההצלחה הראשונה של "כיפת ברזל" החלו בכירי מערכת הביטחון לחשוף את המניעים הבסיסיים, את התכליות האסטרטגיות ואת מגבלות המערכת. כמו כן, הורחב הויכוח הציבורי שהתמקד באיום על ישובי שדרות ומעטפת עזה, לדיון באיום אפשרי עתידי ובהגנה מטווח רקטות ארוך יותר על ערים גדולות יותר בעומקה של מדינת ישראל. ניתן להסיק שמערכת כיפת ברזל הניבה את התפוקות האסטרטגיות שהותוו: שמירה על חיים ועל נכסים כלכליים במדינה, מתן דרגת חופש לדרג המדיני, והענקת מרווח נשימה לצה"ל להתכונן למהלך התקפי על-ידי הגבלת הלחימה עם חמאס בעזה.

מערכת ההגנה האקטיבית נגד רקטות "כיפת ברזל" הופעלה לראשונה באופן מבצעי בדרום מדינת ישראל במהלך שני סבבי הסלמה מול הפלסטיניים בעזה (באפריל ובאוגוסט 2011). פיתוח מערכות הגנה אקטיביות בישראל שהחל ב"חץ" בתחילת שנות התשעים וש"כיפת ברזל" היא המשכו, היה מלווה תמיד בוויכוח פומבי ובמאבק בתוך מערכת הביטחון, בעיקר בין הדרג המדיני לבין הדרג הצבאי, ששלל הסטת משאבים ממערכות התקפיות למערכות הגנתיות.

פעילותה המבצעית של מערכת "כיפת ברזל" - הצלחה טכנית ברורה - מאפשרת להעריך את פעולת המערכת בקרב, ואת עמידתה בציפיות שנתלו בה. קיימת אי-בהירות באשר להגדרות היעדים הטכניים והאסטרטגיים של המערכת, מכיוון שמערכת הביטחון נמנעה מלהבהיר דברים אלה. קיימת אי-בהירות גם באשר לביצועי המערכת בפועל, בהעדר פרסומים של נתונים רשמיים. עם זאת, הופעתה של "כיפת ברזל" גררה שלל פרסומים המאפשרים לקבל תמונה מסוימת באשר לביצועיה ולמשמעויותיה.

יעדי המערכת

מערכת הביטחון מיעטה לפרסם פרטים על דרישות הביצועים ממערכת "כיפת ברזל", למעט העובדה שהיא נועדה להגן בפני רקטות הנורות מטווחים של ארבע עד ארבעים ק"מ (יותר מאוחר נמסר על הגדלת הקצה העליון של מעטפת הביצועים מארבעים לשבעים ק"מ). הזרז לפיתוח המערכת היה ההלם של מטחי הרקטות על הצפון במלחמת לבנון השנייה, אך החלטה לבחור ב"כיפת ברזל" התקבלה בפברואר 2007, אז כבר הייתה רגיעה מוחלטת בצפון המדינה, אך יישובי עוטף עזה היו נתונים למתקפה גוברת והולכת של רקטות מרצועת עזה. לכן, הוויכוח הציבורי סביב ההחלטה התייחס בעיקר ליעילותה בקצה התחתון של מעטפת הביצועים שלה (דהיינו, בטווח של ארבעה ק"מ) ובפני איומי פצצות המרגמה (פצמ"ר). העיר שדרות שספגה באותה תקופה מטר גובר והולך של רקטות מטווחים קצרים, ואשר החלה בה תופעת נטישת תושבים נתפסה בתקשורת כאבן בוחן לכדאיות של "כיפת ברזל" בהגנה בפני "קסאמים" (הכינוי המקובל לכל סוגי הרקטות מתוצרת בית שנורו מרצועת עזה). הוויכוח על "כיפת ברזל" לא התייחס כמעט לצורך אפשרי עתידי להגנה על ערים גדולות יותר בעומק המדינה, כמו אשדוד ובאר שבע (למרות שרקטות בעלות טווח ארוך יותר החלו לנחות במרכז אשקלון מאז אמצע 2006).

מערכת הביטחון המשיכה במדיניותה ולא הבהירה בפומבי מה הצפי לביצועי מערכת "כיפת ברזל". שררה אי-בהירות בכל הקשור לתכליתה ולתפקידה של המערכת במענה הכולל לאיום הרקטי

והטילי על המדינה. לא הוגדר בפומבי בפני מה מגנים, על מי ועל מה, מה רמת ההגנה הנדרשת - ומדוע. מההתייחסויות של מערכת הביטחון היה ניתן להסיק כי למערכת תפקיד נקודתי וממוקד שהוא הגנה על ישובי עוטף עזה בפני "קסאמים".

רק לאחר ההצלחה הראשונה של "כיפת ברזל" בסיבוב הלחימה של אפריל 2011 החלו בכירי מערכת הביטחון לחשוף את המניעים הבסיסיים, את התכליות האסטרטגיות ואת המגבלות של המערכת. ראש מפא"ת במשרד הביטחון, תא"ל (מיל') אופיר שוהם הבהיר בראיון כי תכלית המערכת היא לתת לדרג המדיני מרחב תמרון ולאפשר לו להימנע ממהלכי הסלמה.¹ ראש מו"פ במשרד הביטחון באותה עת, תא"ל דני גולד, פרט: לדבריו, למערכת יש שלוש תכליות – מוסרית, כלכלית ואסטרטגית. ברובד המוסרי, המערכת היא ביטוי למחויבות המדינה להגן על חיי אזרחיה ועל רכושם. ברובד הכלכלי, המערכת נועדה למנוע את שיתוק המשק מאש הטילים והרקטות. ברובד האסטרטגי "מדובר בפתרון לנשק המרכזי שבידי האויב... אנחנו יכולים למנוע מהלכים צבאיים יקרים מאוד ולאפשר לדרג המדיני לקבל החלטות מבלי להיגרר להסלמה".² באשר לרמת ההגנה של המערכת, הזהיר ראש הפרויקט ברפא"ל, יוסי דרוקר, כי "אין מערכת שמגינה במאה אחוז". ראש מנהלת התכנית במשרד הביטחון, סא"ל צ', קבע אף הוא כי "אין מערכת הרמטית לחלוטין ואסור שהאזרחים ייכנסו לשאננות".³ בהיבט רחב יותר, קבע ראש מפא"ת, תא"ל (מיל') אופיר, שוהם כי "אין לנו יומרה ליירט אלפי טילים אלא להרוויח זמן לצמצם את האיום ובינתיים הצבא עושה דברים אחרים...".⁴ אלה יעדים רחבים בהרבה מהיעד של הגנת שדרות.

לא ברור אם התפיסה הכוללת שהושמעה על ידי ראשי מערכת הביטחון הייתה ברקע ההחלטה להשקיע ב"כיפת ברזל" בשנת 2007 או שהיא נולדה בדיעבד. סביר להניח כי מקומם של שיקולים רחבים אלה לא נפקד בוויכוח הנוקב שהתנהל בחדרי חדרים בין צה"ל לבין משרד הביטחון אודות נחיצותה של ההגנה האקטיבית בכלל ושל "כיפת ברזל" בפרט. בכל מקרה, ל"כיפת ברזל" יש היום תכלית רחבה: שמירה על חיים ונכסים כלכליים ברחבי המדינה, מתן דרגת חופש לדרג המדיני והענקת מרווח נשימה לצה"ל להתכונן למהלך התקפי.

מערכת "כיפת ברזל" בפעולה

ההסלמה שהובילה לשימוש המבצעי הראשון ב"כיפת ברזל" החלה בחודש מרץ 2011. במהלכו גבר "זרוף הרקע" של הרקטות והפצמרים מעזה בכמות ובטווח הפגיעה. התגובות ההתקפיות של צה"ל לא מנעו את ההתגברות הירי. המתרחשות הגוברת באזור הדרום הביאה להחלטה לפרוס סוללה אחת של "כיפת ברזל" להגנת באר שבע. פריסת הסוללה הזו בטרם הכרזה על יכולת מבצעית הושלמה בתאריך 27.3.2011 והוגדרה כ"ניסוי מבצעי". המתרחשות והירי המתגברים והולכים הניאו את מערכת הביטחון לפרוס סוללה שנייה, והיא הוצבה להגנת העיר אשקלון ב-4.4.2011.

כנקמה על חיסולם של שלושה מבכירי ב-2.4.2010, ירה החמאס ב-7.4.2011 טיל נ"ט מתקדם שפגע באוטובוס להסעת תלמידים ליד גבול הרצועה. הנער דניאל וויפליך בן ה-16 נהרג (שלושים נערים נוספים שנסעו באוטובוס זה ירדו ממנו לפני הפגיעה). בתגובה, פתח צה"ל בסדרת התקפות של כוחות קרקע ואוויר על מטרות ברצועת עזה, והארגונים הפלסטיניים מצדם (ללא השתתפות רשמית של החמאס) החלו בירי של רקטות גראד לכיוון אשקלון. סוללת "כיפת ברזל" שבאשקלון ביצעה את היירוט המוצלח הראשון שלה בשעות אחה"צ של אותו יום. בהמשכו של היום ובשלושת הימים שלאחריו יירטה המערכת שבאשקלון מטחים נוספים של רקטות גראד. מערכת "כיפת ברזל" בבאר שבע נכנסה לפעולה ב-8.4.2011 ויירטה לפחות טיל גראד אחד. לפי הדיווחים בתקשורת שתי המערכות יירטו ביחד שמונה מתוך תשעה טילי גראד שנורו לאזורים שהיו מיועדים להגן עליהם (לדברי ראש מפא"ת בראיון מ-11.4.2011 שיעור ההצלחה היה תשע מתוך עשר). ב-11.4.2011 הכריזו הארגונים הפלסטיניים בעזה על הפסקת אש והשקט המתוח חזר לדרום.

ההסלמה הבאה ארעה ב-18 באוגוסט 2011 כאשר הותקפו מכוניות אזרחיות בדרכן לאילת על כביש 12 הנושק לגבול מצרים. בעקבות הירי הזה וירי נוסף נהרגו שמונה ישראלים, מהם שני אנשי צבא. בתגובה, חיסל צה"ל חמישה מבכירי ארגון ועדות ההתנגדות העממית בעזה. הפלסטיניים בעזה פתחו מיד לאחר מכן באש גראדים לכיוון אשדוד, אשקלון ובאר שבע. שתי סוללות "כיפת ברזל" שהוצבו באשקלון ובבאר שבע יירטו מספר משמעותי של רקטות גראד שנורו לעבר הערים הללו (רקטות נוספות שנורו לאשדוד, אופקים, קריית גת וקריית מלאכי לא יורטו מכיוון שבערים אלה לא הוצבו סוללות "כיפת ברזל"). למרבה הצער, למערכת הביטחון לא נוספה בינתיים אף סוללה מעבר לשתי הסוללות הקיימות). ב-20.8.2011 נורה מטח טילי גראד כבד במיוחד (לפי התקשורת מטח של 11 טילים) ולמרות שחלק מהטילים יורט, חדר אחד מהם דרך מערכת ההגנה וגרם למותו של אזרח אחד בבאר שבע, ולפציעתם של עשרה נוספים. למחרת נורו שלושה מטחים לבאר שבע, ואחד הטילים פגע בבית ספר שהיה ריק מאדם באותה עת. מירי זה לא היו נפגעים. סביר להניח שמיקומו

של בית הספר שנפגע היה בתוך האזור המוגן ועל כן יש להניח שגם במקרה הזה הצליחו הפלסטינים לחזור דרך מערכת ההגנה.

ב-23.8.2011 הכריזו הפלסטינים על הפסקת אש, אך חיסול בכיר בג'יהאד האסלאמי ב-24 לחודש הביא לחידוש הירי על באר שבע ועל אשקלון ולהצלחות יירוט נוספות של "כיפת ברזל". האש שככה לאחר מספר ימים. על-פי התקשורת, יירטה מערכת כיפת ברזל בסבב זה בין 18 לעשרים טילים שנורו לאשקלון ולבאר שבע, אך הפעם לא פרסמה מערכת הביטחון את מספרי היירוטים ושיעורי ההצלחה. ההתבטאות הרשמית היחידה הייתה של שגריר ישראל בארה"ב, שקבע כי כיפת ברזל יירטה 85% ממטרותיה.⁵

הערכת ביצועים

נראה שביצועי המערכת בסיבוב ההסלמה של אפריל 2011 הפתיעו לטובה את צה"ל ואת הציבור, אך ביצועיה בסיבוב ההסלמה של אוגוסט 2011 גרמו לאכזבה מסוימת בציבור (אך לא בצה"ל). ההתרשמות היא כי ההצלחה הראשונית יצרה בציבור צפי למערכת הגנה הרמטית. החדירות (המעטות יחסית) דרך מערכת ההגנה בסבב השני גרמו למפח נפש מסוים.

באין נתונים רשמיים על מידת ההצלחה של המערכת ניתן להעריך את ביצועיה בממד הטקטי רק מנתונים כוללניים ביותר. בסה"כ נורו בשני סבבי ההסלמה של אפריל ואוגוסט 2011 כ-300 עד 350 רקטות מסוגים שונים על יישובים בעוטף עזה ועל ערים בעומק ישראל – אשקלון, אשדוד, באר שבע, קריית גת וקריית מלאכי. מאש זו נהרג אזרח ישראלי אחד, לאמור, הקטלניות של הרקטות הייתה כ-300 רקטות להרוג אחד.

התיאורים בתקשורת, הקריאות וההפצרות של פיקוד העורף ושל ראשי העיריות והמועצות לציבור להישמע להוראות ולתפוס מחסה, מצביעים שהתנהגות הציבור בסבבי ההסלמה של 2011 דמתה לתבנית הראשונית של ההתנהגות במתקפות רקטות בעבר – מלחמת לבנון השנייה, מתקפת הרקטות על עוטף עזה עד "עופרת יצוקה", ומתקפת הרקטות במהלך מבצע "עופרת יצוקה". בכל המקרים הללו החל חלק מהציבור להקפיד על ההוראות רק לאחר שנגרמו קורבנות בנפש וסכנת הרקטות הובהרה לכל. נראה שגם בשני סבבי ההסלמה הקצרים יחסית של 2011 נדרשה "תקופת הסתגלות" מדפוס של רגיעה לדפוס של מתקפה.

הקטלניות של הרקטות על עוטף עזה עד "עופרת יצוקה" עמדה על 254 רקטות להרוג אחד,⁶ אך כאשר נפלה הרקטה ה-300 נגרמו כבר ארבעה הרוגים. לאמור קטלניות ראשונית של 75 רקטות להרוג.⁷ במבצע "עופרת יצוקה" היו שלושה הרוגים כאשר נפלה הרקטה ה-300, לאמור קטלניות ראשונית של מאה רקטות להרוג. במלחמת לבנון השנייה הייתה הקטלניות הראשונית חמישים רקטות להרוג (הקטלניות ירדה בהמשך המערכה לכשבעים רקטות להרוג).⁸ מכאן שהקטלניות הראשונית של 300 רקטות להרוג בשני סבבי ההסלמה שהיו עד כה ב-2011 הייתה יוצאת דופן בשיעורה הנמוך.⁹ מכיוון שקשה לייחס זאת להתנהגות זהירה מצד הציבור,¹⁰ יש להסיק מכך שהפעלתה של ההגנה האקטיבית הנמיכה את הקטלניות של הרקטות לשליש ומטה ביחס למה שהיה קורה אלמלא הייתה קיימת, או אם ביצועיה היו גרועים. אם כך, אפשר להעריך את תוצאות פעולתה של "כיפת ברזל" בשני סבבי ההסלמה כהצלחה טקטית מרשימה.

תגובות ישראליות ופלסטיניות

נראה שהצלחתה של ההגנה האקטיבית בסבב של אפריל 2011 הפתיעה את שני הצדדים כאחד. ראוי לציין כי תבנית הירי של הפלסטינים הפעם הייתה שונה מאוד מאש בעבר: שדרות שהייתה ה"אבן השואבת" של ירי הרקטות מעזה בעשור האחרון, נהנתה כמעט משקט מוחלט, ורק נפילה אחת נרשמה בה בסבב ההסלמה הראשון של שנת 2011. נראה שהארגונים הפלסטינים שהיה בידיהם מספר מספיק של רקטות בעלות טווח ארוך יותר מה"קסאם" הפרימיטיבי, העדיפו לתקוף ערים רחוקות יותר אך מאוכלסות יותר – מה שנתן ל"כיפת ברזל" כר פעולה נוח יותר מול רקטות שזמן התעופה שלהן ארוך יחסית.

בישראל התקבלה בתחילה ההצלחה הראשונית בחוסר אמון מסוים. עלתה ההשערה כי היירוטים המוצלחים הראשונים ב-7.4.2011 היו "מקרה". לאחר שסבב ההסלמה הסתיים ללא נפגעים (מרקטות) וההצלחה הובהרה, נוצרה אווירה של אופוריה.

בסבב השני, באוגוסט 2011, המשיכו הפלסטינים להעדיף ערים מאוכלסות ורחוקות על פני יישובים קטנים וקרובים, וגם הפעם שדרות "הוזנחה" עם שתי נפילות בלבד. נראה שהפלסטינים העדיפו הפעם לתקוף ערים מוגנות על-ידי "כיפת ברזל" – אולי כדי לבחון את יכולותיה של המערכת ולהשיג

חדירה רבת נפגעים שתעניק להם הישג תדמיתי של "מפצח" מערכת ההגנה. המטח הגדול של ליל ה-20.8.2011 שגרם להרוג היחיד באותו סבב נותן מתאים לסברה זו.

התגובות בישראל לאחר סבב זה היו מאופקות לעומת התגובה הנלהבת לאחר הסבב הראשון באפריל. בצד השבחים נשמעו גם דברי ביקורת. ראובן פדהצור, מבקר קבוע של ההגנה האקטיבית קבע כי "קונספציית כיפת ברזל קרסה" בין השאר מכיוון שהוכח כי אין ביכולתם של האזרחים "לנהל את שגרת חייהם בלי חשש".¹¹ דברים ברוח דומה נאמרו גם על-ידי שר הביטחון לשעבר משה ארנס, ששיבח את ההישג הטכנולוגי אך הצביע על כך שלמרות ההגנה האקטיבית, "הטילים אילצו את תושבי הדרום לרוץ למקלטים".¹² לאור הקביעה המפורשת של בכירי מערכת הביטחון כי "כיפת ברזל" איננה מבטיחה הגנה הרמטית וההפצרות התדירות של פיקוד העורף לאוכלוסיה לתפוס מחסה גם באזורים המוגנים על ידה, קשה לראות את מקור התפיסה השגויה כי המערכת נועדה לאפשר שגרת חיים בלי חשש תחת אש רקטות.

מערכת הביטחון הרעיפה שבחים על ביצועי המערכת גם לאחר הסבב השני. שר הביטחון אהוד ברק קבע כי "אחוז ההצלחה של המיירטים הוא גבוה".¹³ ראשי מועצות בדרום דרשו להציב מערכות "כיפת ברזל" להגנת יישוביהם בגלל תחושת הביטחון שהמערכת מעניקה לתושבים.¹⁴ ככלל, נראה שהן מערכת הביטחון והן הציבור ייחסו למערכת הצלחה למרות האבדות שנגרמו בבאר שבע. בהוראת שר הביטחון נפרסה בדחיפות סוללה שלישית של "כיפת ברזל" להגנת אשדוד, אם כי נראה שהיא חלקית בלבד. לדברי שר הביטחון אהוד ברק, ייצורה של הסוללה הרביעית יושלם עד סוף השנה הנוכחית. נראה שצה"ל התגבר על הסתייגותו הממושכת ממערכות הגנה בפני טילים ואימץ את מערכת "כיפת ברזל" בחום.

דוברים פלסטינים שמרו עד כה על שתיקה ביחס להופעת "כיפת ברזל" בזירה. שמץ מסוים ניתן לקבל מתאורה של כתבת הארץ עמירה הס על התחושה ברצועת עזה: "בצפון הרצועה אנשים רואים היטב את כיפת הברזל בפעולה" סיפר תושב בית להיא "חוסר היעילות הצבאית של הרקטות שלנו מעולם לא היה ברור כל כך לאנשים כמו עכשיו".¹⁵

המשמעויות האסטרטגיות

לאחר אפריל 2011, קבע קצין בכיר כי "הצלחת כיפת ברזל חסכה לצה"ל עוד מבצע בעזה".¹⁶ לדבריו, התפקוד של הסוללות אפשר למקבלי ההחלטות דרגת חופש שלא חייב יציאה להתקפה. האויב לא השיג את מטרתו, היה מתוסכל ולבסוף הפסיק לירות. ההסלמה הוכלה באמצעות מערכות ההגנה. נראה שצה"ל העריך שההצבה של ההגנה האקטיבית הניבה את התפוקות האסטרטגיות שהותו: שמירה על חיים ועל נכסים כלכליים במדינה, מתן דרגת חופש לדרג המדיני והענקת מרווח נשימה לצה"ל להתכונן למהלך התקפי. על כל אלה נוספה לדעת אותו קצין תפוקה שלא הייתה ברשימה המקורית, והיא – הפסקת ירי הרקטות עקב תחושת תסכול אצל האויב.

בשלב זה קשה לשפוט עד כמה צדק אותו קצין. מחד גיסא הניתוח הכמותי לעיל מראה שמערכת ההגנה האקטיבית אמנם חסכה משמעותית באבדות בנפש ובנוזק לרכוש. סביר גם להניח שמספר האבדות הנמוך אפשר לדרג המדיני לנהוג במתינות יחסית, לצמצם את הקף התקפות המנע של חיל האוויר בעזה, להקטין בכך את מספר הנפגעים הפלסטיניים ולסייע בכך לסיומם של שני סבבי ההסלמה. מאידך גיסא סביר להניח כי ישראל שלאחר "עופרת יצוקה", שלאחר המהפך השלטוני במצרים על השלכותיו השליליות, והפניה הצפויה של הרשות הפלסטינית לאו"ם על הכרזת מדינה לא הייתה ששה לצאת למתקפה אווירית או קרקעית נרחבת בעזה גם אילו "כיפת ברזל" לא הייתה בנמצא. אם גם שררה תחושת תסכול ברחוב הפלסטיני, הרי שהיא לא מנעה ירי נרחב של רקטות בסבב שני. ייתכן, כי היא אתגרה את הארגונים הפלסטיניים להגביר את הירי במאמץ לפרוץ דרך מערכת ההגנה.

היבט אסטרטגי נוסף הוא מידת המענה של "כיפת ברזל" לתבנית המתקפה של הצד הפלסטיני כפי שהתבטאה בשני סבבי ההסלמה של 2011. הוויכוח הציבורי העז בשעתו על הצורך במערכת "כיפת ברזל" עסק ברובו בשאלה האם המערכת תוכל להגן על שדרות וישובי עוטף עזה ומיעט לעסוק בשאלת יכולתה להגן על ערים בעומק המדינה. המציאות עד כה הוכיחה כי צדקו בכירי מערכת הביטחון שקבעו כי מעטפת הביצועים של "כיפת ברזל" תכוון בעיקר להגנת הערים הרחוקות יותר.

נראה כי יש להמתין עם המסקנות אודות ההשלכות האסטרטגיות של ההגנה האקטיבית בישראל עד שיצטבר ניסיון רב יותר (בתקווה שהדבר לא יהיה בקרוב). אם מערכת "כיפת ברזל" חסכה בחיי תושבים וחיילים, ואם הדבר סייע להכלת הלחימה – וזה כנראה מצב הדברים לאשורו – הרי שכבר תרמה רבות לביטחון המדינה ואזרחיה, ובזה דיינו לפי שעה.

עוזי רובין עמד בראש פרויקט ה"חץ" במשרד הביטחון להגנה מפני טילים ארוכי טווח והמחבר של "ממטרד לאיום אסטרטגי: מתקפת הרקטות מרצועת עזה על דרום מדינת ישראל", בהוצאת מרכז בס"א.

BESA Perspectives is published through the generosity of the Greg Rosshandler Family

- ¹ אנשיל פפר "אופיר שוהם, משתלם ליירט רקטה בטיל של 100 אלף שקל!" הארץ 11.4.2011.
- ² נועם ברקן "מושלים בכיפה" ידיעות אחרונות 11.4.2011.
- ³ שם.
- ⁴ אנשיל פפר "אופיר שוהם, משתלם ליירט רקטה בטיל של 100 אלף שקל!" הארץ 11.4.2011.
- ⁵ Eli Lake, "Israel Iron Dome Missile Defense System Hits 85% of Targets" *Washington Post*, August 29, 2011.
- ⁶ המונח "קטלניות" מוגדר כאן כמספר הרקטות הדרוש כדי להרוג אדם אחד. ככל שהמספר הזה גבוה יותר (כלומר ככל שדרושות יותר רקטות להרוג אחד) הקטלניות נמוכה יותר.
- ⁷ ראה עוזי רובין, ממטרד לאיום אסטרטגי: מתקפת הרקטות מרצועת עזה על דרום מדינת ישראל, עיונים בביטחון המזרח התיכון 87, בס"א, מרכז בגין-סאדאת למחקרים אסטרטגיים, אוניברסיטת בר-אילן, 2011; עמוד 17 ציור 3.
- ⁸ ראה Uzi Rubin, "The Rocket Campaign against Israel during the 2006 Lebanon War," Ramat-Gan: The Begin-Sadat Center for Strategic Studies, Bar-Ilan University, June 2007, p 15 <http://www.biu.ac.il/Besa/MSPS71.pdf>
- ⁹ על פי אתר משרד החוץ המפרט את הירי הפלסטיני על ישראל, בסבב של אפריל 2011 נורו לשטח ישראל 65 רקטות, ובסבב של אוגוסט 2011 נורו לשטח ישראל 149 רקטות – סה"כ 214 רקטות בשני הסבבים. ראה http://www.mfa.gov.il/MFA/Terrorism-+Obstacle+to+Peace/Hamas+war+against+Israel/Palestinian_ceasefire_violations_since_end_Operation_Cast_Lead.htm לא ברור עד כמה מקור זה אמין יותר מאחרים, אך בכל מקרה גם ההערכות הנמוכות יותר לא משנות מהותית את המסקנות שבמחקר זה.
- ¹⁰ ההרוג והפצועים מפגיעת הרקטה בבאר שבע בלילה של ה-20.8.2011 לא שהו במרחב מוגן ראה http://news.xoox.co.il/item_691648.htm. מקטעי ווידאו שצולמו על יד אזרחים באותו ערב עולה בבירור כי הושמעה אזעקה במועד שנתנה זמן התרעה של כדקה וחצי עד נפילת הרקטה הקטלנית – זמן מספיק לכל הדעות כדי להיכנס לחדר המדרגות הקרוב.
- ¹¹ ראובן פדהצור "קריסת הכיפה" הארץ 26.8.2011.
- ¹² משה ארנס "גאוה שאין בה דיי" הארץ 31.8.2011.
- ¹³ Barbara Opall-Rome, "Israel Accelerates Iron Dome Purchases," *Defense News*, August 29, 2011, p. 16
- ¹⁴ לדברי יחיאל לסרי, ראש עיריית אשדוד: "אין ספק שהעיתוי של הצבת "כיפת ברזל" באשדוד... מהווה בשורה משמחת המוסיפה לתחושת הביטחון של התושבים". מבזק חדשות באתר וואלה חדשות, 31.8.2011.
- ¹⁵ עמירה הס "ברצועת עזה הקימו סוכות אבלים להרוגי התקיפות מהאוויר אך לא למבצעי הפיגוע", הארץ, 25.8.2011.
- ¹⁶ עמוס הראל "בכיר בחיל האוויר: הצלחת כיפת ברזל חסכה לצה"ל עוד מבצע בעזה", הארץ. 26.7.2011.