

לקחים מהפעלת הצופרים במלחמת לבנון השנייה

אבי הראל

ארגולייט בע"מ

תקציר

אופן הפעלת הצופרים במלחמת לבנון השנייה היה לקוי, מבחינה זו שלא התחשב כראוי בקשיי הציבור להעריך את מצב ההתרעה ולנהוג על פי הנחיות פיקוד העורף. כתוצאה מליקוי זה, נוצר מצב של אמון מוגבל במערכת האזעקות, שהתבטא בהיסוס לפני התגובה לאזעקה וכן בהתנהגות של זלזול בהנחיות. במספר מקרים, הזלזול בהנחיות גבה מחיר בחיי אדם.

היבט זה של ההתרעות הקוליות אינו ספציפי לאזעקות בשעת מלחמה בלבד. מערכות רבות בתעשייה, בבתי חולים ובצוותי חירום מספקות התרעות, ולא תמיד הנוגעים בדבר יודעים כיצד עליהם להתייחס אליהן. במקרה של תאונה, שנובעת מחוסר ציות להתרעות, החוקרים הבלתי-מקצועיים נוטים לייחס את הסיבה לתאונה לרשלנות מצד הנוגעים בדבר. אבל, חקירה בהיבט של הגורם האנושי עשויה לגלות פגמים באופן ההתרעה, שגרמו לכך שהנוגעים בדבר יתייחסו באופן שגוי להתרעה. הפגמים העיקריים הם: ריבוי התרעות שווא והתרעות טורדניות וחוסר אינדיקציות לגבי דרגת החומרה ורמת החירום. במקרה של מתקפת טילים, האינדיקציות החסרות הן לגבי הזמן והמרחק עד לנפילה.

מאמר זה מציג עקרונות בסיסיים לתכנון אזעקות אפקטיביות. העקרונות מתייחסים לאמינות התפעול של מערכת ההתרעות, כאשר המיקוד הוא בגורם האנושי. עיקר הדיון הוא בעיצוב התנהגות הציבור, להבטחת הציות להנחיות. העקרונות הבסיסיים כוללים מיקוד ההתרעות על פי אזורי סיכון סביר, אבחנה בין התרעה כללית לבין התרעה חמה, מתן אינדיקציות לגבי הזמן הנותר עד לנפילה ולגבי רמת האיום, רצף בהתרעה עד לסיום מצב האיום, והתרעות מיוחדות לארועים חריגים. שיקול מרכזי בתכנון ההתרעות הוא יכולת הציבור להבחין בין סוגי ההתרעות. מערכת ההתרעות צריכה לדחוס את סוגי ההתרעות על פי יכולת התפיסה של הציבור, ומפתחי המערכת נדרשים לבדוק את הגורם האנושי במהלך בדיקות האישור. עקרונות אלו ניתנים לישום בשעת מלחמה, אבל גם בזמן שלום, להבטחת אפקטיביות ההתרעות בתעשייה, ברפואה ועוד.

מבוא

במהלך מלחמת לבנון השנייה נעשה שימוש נרחב בצופרים להתרעה בפני רקטות של החיזבאללה. בחיפה, בכל יום נשמעו כחמש אזעקות. במרבית המקרים, בעקבותיהם נשמעו מטחי נפילות הטילים.

ככלל, במלחמת לבנון השנייה, מערכת ההתרעות לאוכלוסייה האזרחית פעלה היטב, על פי הגדרת הדרישות ממנה. הצופרים נשמעו היטב במרבית האזורים המאוכלסים, קולות ההתרעה היו מובחנים היטב מהסביבה, האפנון שלהם היה שונה מזה של מערכות חירום אחרות (משטרה, אמבולנסים וכיבוי אש), הציבור הבין היטב את משמעותם וידע כיצד עליו להתגונן בפני התקפת הטילים, על ידי הגעה למרחבים מוגנים. יחד עם זאת, חלקים נכבדים מהציבור השתהו יתר על המידה לפני שהתפנו למרחבים המוגנים. במקרים רבים, התגובה שלהם היתה איטית, כשהיא גובלת ברשלנות. במספר מקרים השתהו זו עלתה בפגיעות בגוף ובנפש. דוגמא לכך היא הדירה בנשר, כאשר בעלת הבית נשארה לצפות בנפילות ממרפסת הבית, ונכנסה למרחב המוגן ברגע האחרון, שניות לפני פגיעת טיל במרפסת. בנהריה, נהרג אדם בפתח המקלט מרסיסי טיל, לאחר שהשתהה על מנת לאפשר לאשתו ולבתו להכנס לפניו למקלט. בדרך כלל, הציבור ציית להוראות פיקוד העורף, ומרבית האזרחים חיפשו מחסה באזורים מוגנים. לעומת זאת, במקרים רבים, היו אנשים שהעדיפו להתעלם מההנחיות כוחות הבטחון, והמשיכו בפעילות שגרתית. לדוגמא, נהגים רבים המשיכו בנסיעה כרגיל, תוך התעלמות מההנחיות לעצור את הרכב בשולי הכביש ולתפוס מחסה.

הדרך הקלה להתמודד עם בעיה זו היא להאשים את הציבור ברשלנות ובחוסר משמעת. הדרך המקובלת היא להאשים את "תרבות הסמוך" ו-"לי זה לא יקרה", המיוחסת לציבור הישראלי. רשויות האכיפה נוקטות בדרך זו על מנת להצדיק את אוזלת ידן ולהסביר את חוסר יכולתם של האחראים על בטחון העורף לבצע את תפקידם. דרך אחרת, שמאפשרת לצמצם את מספר הנפגעים, היא על ידי ניתוח המגבלות הפיסיות והפסיכולוגיות של האוכלוסייה, שהביאו אותה לעמדה של חוסר ציות להוראות. המגבלות הפיסיות מתייחסות לאנשים שהם כבדי תנועה, כולל נכים, זקנים וטף, שהמרחק מהאזורים המוגנים הוא גדול מדי עבורם. המגבלות הפסיכולוגיות הן של שיפוט וקבלת החלטות, שהתבטאו בהיסוס והשתהו בהגעה למרחב המוגן, ואף באי-ציות להוראות.

למעשה, התופעה של התעלמות מההתרעות אינה ספציפית לציבור הישראלי, או למצבי מלחמה. לדוגמא, מחקר של מכון המחקר הלאומי של קנדה (NRC) נמצא שאנשים ששומעים התרעה לשריפה כשהם שוהים במבני ציבור, נוטים להתעלם ממנה (Proulx, 2000). דוגמא אחרת היא של התעלמות צוותים רפואיים בבתי חולים מהתרעות של מוניטורים, ואף כיבוי המוניטורים במתכוון, במקרים בהם ההתרעות מפריעות לעבודה השוטפת (Smith et al., 2003). גם בתעשייה, המפעילים נוטים להסס לפני קבלת החלטה להפסיק את תהליך היצור (Wolfgang, 2000). החלטה שגויה להפסיק את ההתרעה במפעל הכימי בבהופל שבהודו עלתה לחייהם של 3,800 אנשים לפחות, וגרמה נכות ל-40,000 איש (Kovel, 2002).

הדרך של האשמת הציבור בחוסר משמעת משחררת אמנם את פיקוד העורף מאחריות, אבל היא אינה מביאה להפחתה במספר הנפגעים. התיכנון של התרעות קוליות צריך לכלול היבטים של אמינות מערכת ההתרעות, אבל גם היבטים של הגורם האנושי, תוך התחשבות במגבלות הציבור להפעיל את המערכת, להבין את משמעות ההתרעות ולציית להן על פי ציפיות המתכנן (Harel, 2006).

למרות האינדיקציות הרבות לבעיה של התמודדות הציבור עם ההתרעות, לא קיימת כיום תקינה לעיצוב התנהגות הציבור. התקן הראשון בנושא אזעקות היה לגבי שריפות. בשנת 1898 נקבע שההתרעה צריכה להשמע, ושהיא צריכה להיות מובחנת מקולות אחרים בסביבה. בשנת 1975 נקבע תקן לגבי התזמון של קולות ההתרעה בפני שריפה.

בעקבות התאונה בכור הגרעיני ב"אי שלשת המיילים" ב-1979 הוגדרו תקנים למניעת הפצת מידע ולמיקוד ההתרעות. לדוגמא, התנאים לאישור מערכות התרעת חירום (Emergency Notification System - ENS) על ידי הוועדה להסמכה בנושא הגרעין (Nuclear Regulatory Commission - NRC) כוללים עמידה בתקנים הבאים:

- National Fire Protection Association (NFPA) standard 1221
- Standard for the Installation, Maintenance and Use of Emergency Communications Systems (2002)
- Underwriters Laboratory (UL) 2017

כמו כן, קיימת תקינה לשימוש בהתרעות קוליות במערכות רפואיות, כגון:

- ISO 9703 - Anaesthesia and respiratory care alarm signals
 - 1994: Part 2 – Auditory alarm signals
 - 1998: Part 3 – Guidance on application of alarms
- ISO/IEC 60601 Medical electrical equipment
 - 2003: Part 1-8 - General requirements for safety

עם זאת, עד כה לא נקבעו כללים לאבטחת ציות הציבור להתרעות. נראה כי התקינה הבינלאומית מתקשה להציע פתרונות לבעיה זו. זאת, לאור העובדה שהתקינה כוללת הנחיות מגוכחות, שמאפשרות להפחית את החרדה, אבל אינן תורמות להצלת חיים. לדוגמא, התקן של משמר החופים האמריקאי למצבי התקפת אויב כולל סירנה למשך שלש דקות, כאשר ההנחיה לאוכלוסיה היא לחסות בצל השולחן. ברור שתקן מסוג זה אינו מעורר את אמון הציבור, שמתבטא באי ציות להנחיות.

קריטריונים

הקריטריון להצלחת מערכת ההתרעות לצורך מאמר זה הוא התאמה ליעדי פיקוד העורף, דהיינו, מינימום אבידות, ומינימום פגיעות בגוף וברכוש. יש לציין קריטריונים רלבנטיים נוספים, שפועלים בניגוד ליעדי פיקוד העורף, כולל התמודדות עם פחדים והפגנת חוסן לאומי.

מטרה

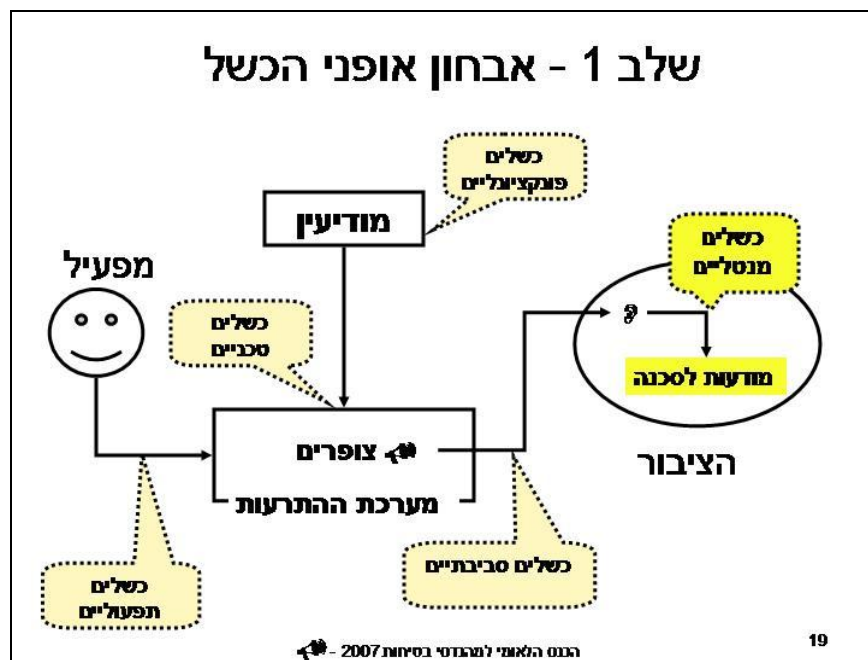
מטרת מאמר זה להציג דרך להפחתת מספר הנפגעים על ידי שינויים במערכת האזעקות, באופן שישפר את האפקטיביות שלהן. לקחים ראשונים ממלחמת לבנון השנייה הופקו תוך כדי המלחמה ופורסמו מיד לאחריה (Harel, 2006A). העקרונות המוצגים במאמר זה ישימים לא רק למצבי מלחמה, אלא גם לזמן שלום, להבטחת אפקטיביות ההתרעות במצבים של תאונות, תקלות בתחנות כוח ובמפעלים תעשייתיים, אסונות אקולוגיים ואסונות טבע.

שיטה

- הדרך המוצעת לשיפור אפקטיביות מערכת ההתרעות היא בשבעה שלבים, על פי הגישה של הנדסת בטיחות:
1. איבחון אופני הכשל: מהם המצבים בהם מערכת ההתרעות אינה אפקטיבית, ובאילו תהליכים?
 2. מודל המערכת ומרכיבי הכשל: תיאור של מצבי הכשל על בסיס תיאור של מודל המערכת ומרכיביה
 3. מסגרת תאורטית - מודל הכשל: תיאורים מדעיות ועקרונות הנדסיים שעשויים לרמז על דרכי פתרון
 4. ניתוח גורמי הכשל: תיאור גורמים שעשויים להסביר את נסיבות מצבי הכשל
 5. טיפול מונע: הצעת דרכים למניעת מצבי כשל
 6. התרעה לגבי איומים חריגים: ניתוח והצגת פתרון לאיומים אפשריים, כולל איומים בלתי צפויים.

שלב 1 - איבחון אופני הכשל

בשלב זה בוחנים את האופנים בהם המערכת אינה ממלאת את יעודה. אופני הכשל של מערכת ההתרעות מתוארים בתרשים הבא:



התרשים מציג חמישה מוקדי כשל אפשרי בנושא ההתרעות: כשלים פונקציונליים במערכת המודיעין, כשלים טכניים במערכת ההתרעות, כשלים בתפעול המערכת, גורמים סביבתיים וכשל של הציבור לציית להנחיות פיקוד העורף. גורמי הכשל האפשריים במוקדים אלו הם כלהלן:

כשלים פונקציונליים ברמת המודיעין:

- אי התרעה במצב של איום – קרה בשכיחות נמוכה ביותר, והתבטא בנפילות ללא התרעה
- מידע חלקי לגבי מיקום הנפילה – לא היה מידע מדויק לגבי מיקום הנפילה
- מידע לגבי עיתוי הנפילה – ההתרעות לא כללו אינדיקציה לגבי עיתוי הנפילה
- טעויות בנייתוב ההתרעות – אין מידע לגבי טעויות כאלה.

כשלים טכניים ברמת המערכת:

- תקלות תקשורת
- תקלות בצופרים, צופרים מנותקים

כשלים בתפעול המערכת:

- כיבוי או ניתוק במכוון – בגלל אי הבנת המצב או ההנחיות
- כיבוי בהיסח הדעת

גורמים סביבתיים:

- ריחוק, רעש רקע

כשל של הציבור לפעול על פי ההנחיות:

ההתרעה בלתי אפקטיבית, דהיינו, הציבור אינו מציית להנחיות פיקוד העורף. ההתרעה יכולה להיות בלתי אפקטיבית מהסיבות הבאות:

- ההתרעה בלתי נשמעת: סיבות אפשריות לכך הן ניתוק הצופרים עקב תקלה או ניתוק בגלל טעות מפעיל, אזעקה חלשה מדי, מרוחקת מדי, בסביבה רועשת מדי, וכד'
- ההתרעה נשמעת, אבל השומעים אינם נותנים את הדעת אליה, מכיוון שהיא אינה מובחנת מקולות אחרים בסביבה, או עקב כך שהשומע מוטרד בעניינים אחרים
- השומעים נותנים את הדעת להתרעה, אבל אינם מוטרדים ממנה, מכיוון שאינם מודעים למשמעותה
- השומעים מוטרדים מההתרעה, אבל מגיבים לאט מדי
- השומעים מוטרדים מההתרעה ומגיבים כראוי, אבל מתרגשים ולא נרגעים בסיום מצב ההתרעה
- השומעים מוטרדים ממצב ההתרעה ונרגעים בסיום מצב זה, אבל נפגעים מאיום חדש, שבא בהמשך למצב ההתרעה.

אופני הכשל הללו הינם רלבנטים לא רק לאזעקות במצב מלחמה, כי אם למערכת התרעות בישומים רבים, בתעשייה, בבריאות, בהיערכות לקראת אסונות טבע, וכד'.

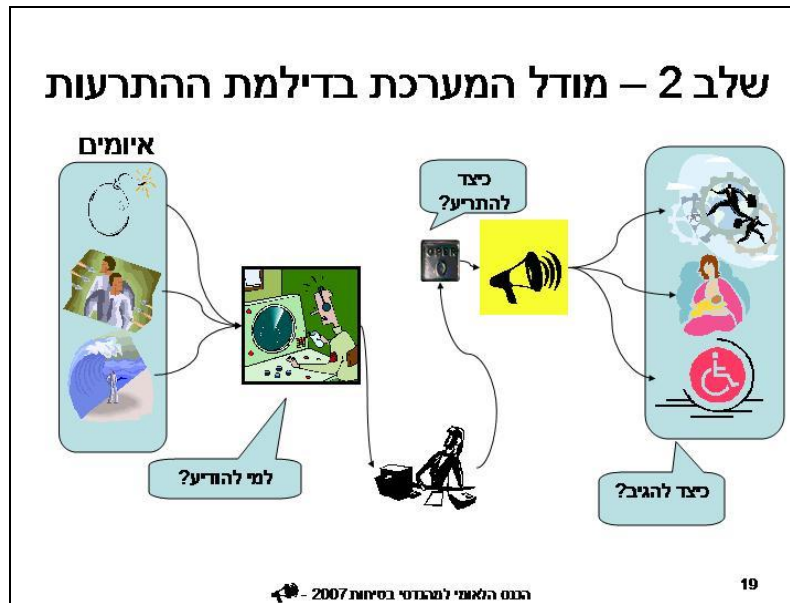
שלב 2 - מודל המערכת ומרכיבי הכשל בדילמת האזעקות

בשלב זה מפרטים את מודל המערכת, כולל תיאור של מרכיבי המערכת ותפקידיהם בתהליך ההתרעה. מערכת התרעות אופיינית כוללת את המרכיבים הבאים:

- א. המודיעין - מרכז זיהוי האיומים, שתפקידו לזהות ולהפיץ את המידע על האיומים לציבור הרלבנטי

- ב. מרכז תפעול האזעקה המקומית, שתפקידו להפעיל את הצופרים
ג. הציבור, שתפקידו להגיב ולהגונן כראוי בפני האיום.

מודל המערכת ומרכיבי הכשל מוצגים בתרשים הבא:



התרשים מציג את הדילמות שעומדות בפני מקבלי החלטות בנושא ההתרעות: במרכז זיהוי האיומים, הדילמה היא למי להתריע על האיום האפשרי? במרכז התפעול המקומי, הדילמה היא כיצד להתריע? ואצל הציבור, הדילמה היא כיצד להגיב על ההתרעה?

שלב 3 - מסגרת תאורטית - מודל הכשל

השלב הרביעי כולל את הגדרת המסגרת התאורטית, מודל הכשל שימש כהתשתית להגדרת הפתרון. הטבלה הבאה מתארת את הדיסציפלינות והמודלים התיאורטיים הדרושים לטיפול יעיל באופני הכשל שאובחנו בשלב הראשון:

אופן הכשל	דיסציפלינה – מודל תיאורטי
ההתרעה אינה נשמעת	פסיכופיסיקה – סף השמיעה
ההתרעה נשמעת, אבל הציבור לא נותן עליה את הדעת	קוגניציה – הכרה וזיהוי אותות קול, הכרת מצבי סכנה; פסיכופתולוגיה – הדחקה
הציבור אינו מתרגש מההתרעה	קוגניציה – למידה לתפקידי שיפוט וקבלת החלטות; פסיכופתולוגיה – הכחשה
הציבור מגיב לאט מדי	קוגניציה – למידה לתפקידי שיפוט וקבלת החלטות; פסיכופתולוגיה – הכחדה

פסיכופתולוגיה – תראומה ופוסט תראומה	מתרגשים, ולא נרגעים
קוגניציה – הכרה וזיהוי אותות קול, מובחנות של מצבי סכנה	נרגעים – ונפגעים

עיצוב התנהגות

המודל הבסיסי של עיצוב התנהגות זהו מודל ההתניה הקלאסית, המבוסס על הניסוי המפורסם של פבלוב. מודל זה מתאר את הקשר בין התרעה לבין התנהגות ברמה הפיסיולוגית. עיצוב ההתנהגות נעשה על ידי חזרה מספר פעמים של צמד ארועים חיצוניים: התרעה, ובעקבותיה 'פרס', שגורם לסיפוק צורך פיסיולוגי. לאחר מספר חזרות, גוף החי 'לומד' את הקשר בין ההתרעה לבין סיפוק הצורך הפיסיולוגי.

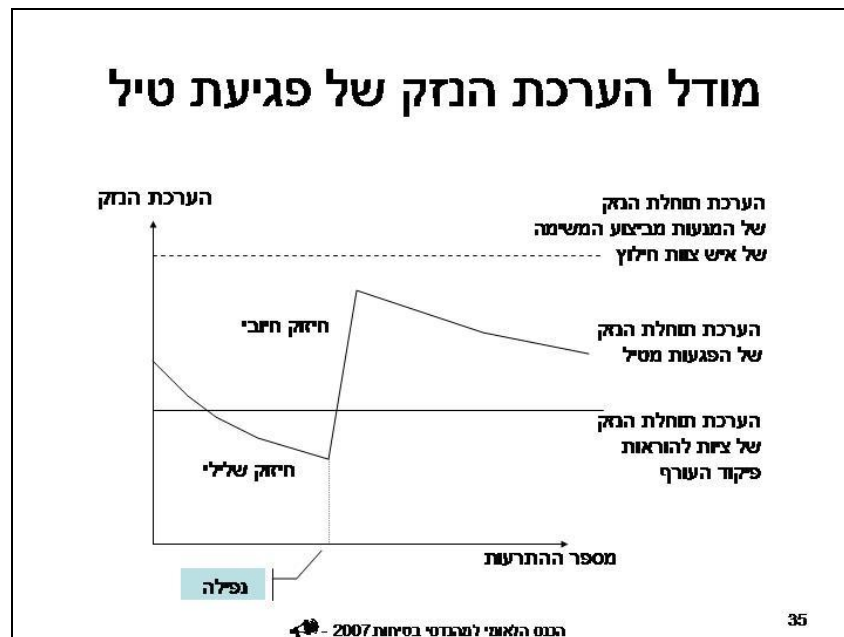
מודל ההתניה הקלאסית משמש בסיס למודל ההתניה האופרנטית, המשתמשת לתהליכי שיפוט וקבלת החלטות. מודל ההתניה האופרנטית מתאר את הקשר בין התרעה, ארוע, בחינת התוצאות לאור המטרות, וההתנהגות הרצויה. ההתרעה נחשבת להתרעת אמת כאשר הארוע תואם את התרעה, ולהתרעת שווא כאשר הארוע אינו תואם את ההתרעה. התרעות אמת גורמות לחיזוק ההתנהגות הרצויה והתרעות שווא גורמות להכחדת ההתנהגות הרצויה. המודל לעיצוב התנהגות הציבור מבוססת על תאוריית תהליכי שיפוט וקבלת החלטות, ועל המחקרים בנושא ההתניה האופרנטית, כמתואר בתרשים הבא:



בהקשר של מערכת ההתרעות, חיזוק חיובי של התרעה זהו מאורע של נפילה קרובה, ואילו חיזוק שלילי זהו מאורע של התרעת שווא. החיזוקים החיוביים מעצבים את ההתנהגות לציות להנחיות פיקוד העורף, ואילו החיזוקים השליליים מעצבים את ההתנהגות באופן שהוא מנוגד להנחיות.

מודלים מיקרו-כלכליים

אופן התנהגות הציבור הוא פונקציה של הערכת הפרט את תוחלת הנזק כתוצאה מפגיעת טיל, והוא תוצאה של האפקטים המצטברים של חיזוקים חיוביים וחיזוקים שליליים. התרשים הבא מציג את תוחלת הנזק, כתלות בסוג החיזוק:



מקרים של פגיעות סמוכות מהווים חיזוק חיובי וגורמים לפיכך לעליה תלולה בתוחלת של הערכת ערך הנזק. מקרים של התרעת שווה מהווים חיזוק שלילי, גורמים להפחתה בתוחלת של הערכת הנזק כתוצאה מנפילות. במערכת התרעות אידיאלית, הערכת תוחלת הנזק של הפגעות מטיל צריכה להיות גבוהה מהערכת תוחלת הנזק של ציוד להוראות פיקוד העורף. במקרים כאשר האלטרנטיבה של אי-ציות להנחיות עלולה להתפס על ידי הציבור כעדיפה על פני האלטרנטיבה של ציות להנחיות, התגובה הצפויה היא של אי-ציות להוראות.

התרשים מראה גם את הערכת הנזק של המנעות מביצוע המשימה על ידי אנשי פיקוד העורף. במערכת התרעות אידיאלית, הערכת תוחלת הנזק של הפגעות מטיל צריכה להיות נמוכה מהערכת תוחלת הנזק של המנעות מביצוע המשימה.

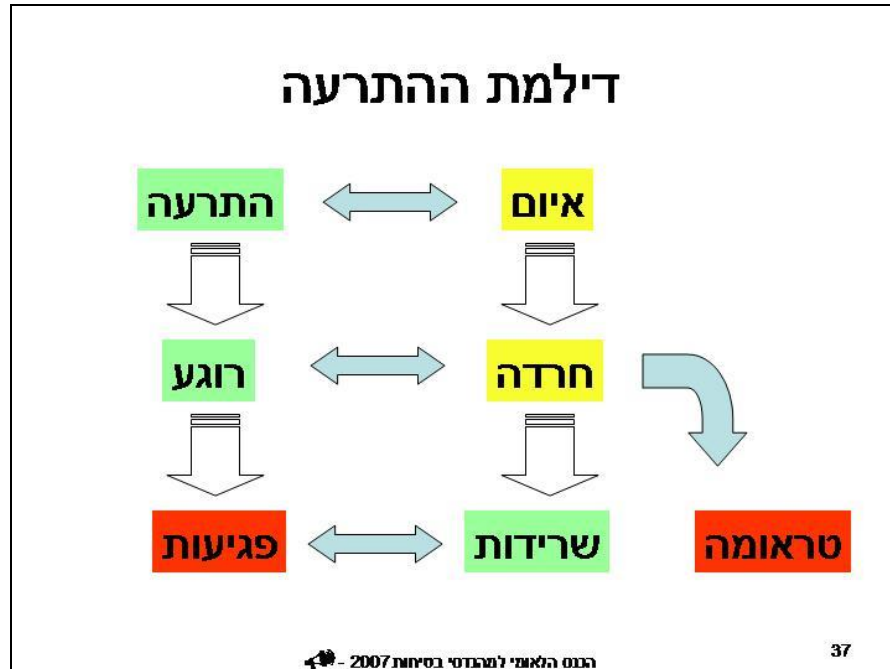
מודלים פסיכואנליטיים

להתרעות שווה יש גם ערך חיובי, כגורם ממתן לתגובות טראומטיות במקרה של מתקפת טילים, הקשורות לחרדה בפני הבלתי ידוע. הרועה שצעק "זאב, זאב" עשה זאת מכיוון שחש מצוקה, בגלל הפחד מפני הזאבים. הקריאות לעזרה גרמו

אמנם לכך שחבריו יתעלמו ממנו בזמן של איום אמיתי, אבל עזרו לו להתמודד עם הפחד. דוגמא נוספת לאפקט החיובי של התרעות שווה היא הרינגטון על פי נעימת האזעקה, שמתריעה בפני תושבי שדרות על ירי קסאם: "ככל שיש יותר קסאמים, יותר נערים משתמשים בו. אולי זאת אפשרות לברוח מהמציאות המעיקה כאן",

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3262558,00.html>

התרשים הבא מדגים את הקשר בין התרעה לבין חרדה:



התרשים מדגים את הגורמים המשפיעים על הלך הרוח של הפרט כתלול באיום ובהתרעה, ואת השפעת הלך הרוח על רמת הפגיעות של הפרט. כל איום עלול להגביר את החרדה, ולפגוע ביכולת התפקוד של הפרט, אבל במצב חרדה הפרט נשמר על נפשו, ומידת השרידות שלו עולה. וכל התרעה שמתבררת כהתרעה שווה עשויה לתרום לשיכוך החרדה. במצב רוגע, יכולת התפקוד של הפרט משתפרת, אבל כתוצאה מכך הפרט נעשה זהיר פחות, ולכן פגיע.

מודלים סטטיסטיים

את דילמת צמצום החרדה לעומת אבטחת עיצוב התנהגות ניתן לתאר בעזרת מודל שמתאר את הסתברות הפגיעה של רקטה שאוכנה במהלך מעופה. שטח הפגיעה הצפוי מתואר על ידי אליפסה שוות הסתברות בשוליה. גודל האליפסה נקבע על פי הסתברות הפגיעה. התרשים הבא ממחיש את המשמעות של הגדלת שטח הפגיעה, כך שהסתברות הפגיעה עולה מ-90% ל-99%.

דילמת החרדה



הגם הלאומי לטכנולוגיית בטיחות 2007 - 43

הגדלת שטח ההתרעה תורמת לרוגע הנפשי של קבוצה גדולה יותר של הציבור, אבל כתוצאה מכך פוגעת בעיצוב ההתנהגות של הציבור על פי צרכי אבטחת העורף.

שלב 4 - ניתוח גורמי הכשל

בשלב זה מנתחים את הסיבות האפשריות לאופני הכשל, ומייחסים אותם למרכיבי המערכת ולמגבלות שמונעות ממנהוגעים בדבר לבצע את תפקידים כראוי. את הסיבות האפשריות לכשל מנתחים בהקשר של תרחישי הפעלה. גורמי הכשל בעיצוב התנהגות הציבור מתוארים בהקשר של התרחישים הבאים:

- תצפית מודיעין מדווחת על הכנות לירי. במקרה כזה קיימת אי וודאות לגבי כוונת הירי, וכן קיים קושי בהערכת תזמון הירי ומיקום הנפילות.
- תצפית מודיעין מדווחת על יציאות. במקרה כזה קיים קושי להעריך את מיקום הנפילה, אבל ניתן להעריך בדיוק מספק את תזמון הנפילה
- מערכת איכון של המודיעין מאתרת את הטילים במעופם. במקרה כזה מיקום הנפילה ניתן להערכה בדיוק מספק, ותזמון הנפילה ניתן להערכה בדיוק רב.

גורמי חיזוק שלילי בעיצוב התנהגות הציבור

החלוקה הדיכוטומית לחיזוק חיובי לעומת חיזוק שלילי מאפשר הוכחה של תהליך הלמידה בתנאי מעבדה, אבל היא אינה מספקת לתיאור מלא של תהליך עיצוב ההתנהגות במציאות. זאת, מכיוון שבמציאות קיימות רמות שונות של איומים, על פי מרחק הנפילה ועוצמת הפגיעה, וקיימת אי וודאות לגבי סיום מצב ההתרעה.

גורמי חיזוק שלילי כוללים:

- מידע חלקי. המידע שחסר כולל:
 - יתרת זמן עד לנפילה
 - יתרת זמן עד לסיום מצב ההתרעה
 - סיום בפועל של מצב ההתרעה
- מידע מטעה, כולל:
 - התרעת שווא – כאשר אין שיגור טילים (לדוגמא, אם המשגר נפגע בשלב ההכנות לירי)
 - התרעה טורדנית – כאשר ההתרעה היא על נפילות במקומות מרוחקים

תוצאות ניתוח גורמי הכשל מוצגות בטבלה הבאה:

אופן הכשל	הסיבה
לא שומעים	מערכת האזעקות לא הופעלה בפעמים הראשונות ביום הראשון למלחמה
שומעים ולא שמים לב	האזעקות היו מובחנות היטב מקולות אחרים בסביבה, ומשמעותן היתה ברורה
שמים לב ולא מתרגשים	ריבוי התרעות שווא. המערכת פעלה לעתים גם כשטילים כווננו לאזורים אחרים
מגיבים לאט מדי	לא היתה אינדיקציה ליתרת הזמן עד לנפילה
מתרגשים ולא נרגעים	לא היתה אבחנה בין התרעה שמחייבת שהיה ממושכת בחדרים המוגנים, לבין התרעה שמחייבת שהייה קצרה בלבד
נרגעים... ונפגעים	לא היתה אינדיקציה לסיום מצב ההתרעה

גורמים המקשים על עיצוב התנהגות ברמת הפרט

גורמים נוספים המקשים על עיצוב התנהגות הפרט כוללים חוסר תשומת לב, נטילת סיכונים, מתח, עייפות, שחיקה, ומסירות יתר לעבודה. השפעה מכרעת על עיצוב התנהגות ברמת הפרט היא התנהגות הציבור בסביבה הקרובה, דהיינו, אפקט העדר. בהתנהגות מתאימה, אדם אחד יכול לגרום לכל הציבור בסביבה לשנות התנהגות ולחפש מחסה בפני האיום. בהעדר דמות כזו, קהל שלם יכול להשאר אדיש להתרעות השונות.

גורמים המקשים על עיצוב התנהגות הציבור ברמת המפעיל

למפעילים של מערכת ההתרעות יש תפקיד מרכזי בעיצוב התנהגות הציבור. ככלל, הם עושים כמיטב יכולתם על מנת להתריע בזמן ולמנוע פגיעות, אבל בהעדר הנחיה מתאימה, הם אינם פועלים לעיצוב התנהגות הציבור. המפעילים פועלים על פי מאפיינים של הפחתת חרדה, על חשבון שיפור עיצוב התנהגות. יש להם עניין רב בהבטחת התרעה לכל איום, והם עושים ככל יכולתם למנוע מצב של פגיעות ללא התרעה מוקדמת. אבל, בכך הם מייצרים כמות רבה של

התרעות שווא. כמו כן, הם אינם מודעים לצורך של הציבור לדעת מתי הסתיים מצב האיום, והם בדרך כלל מתרשלים במתן המידע על כך.

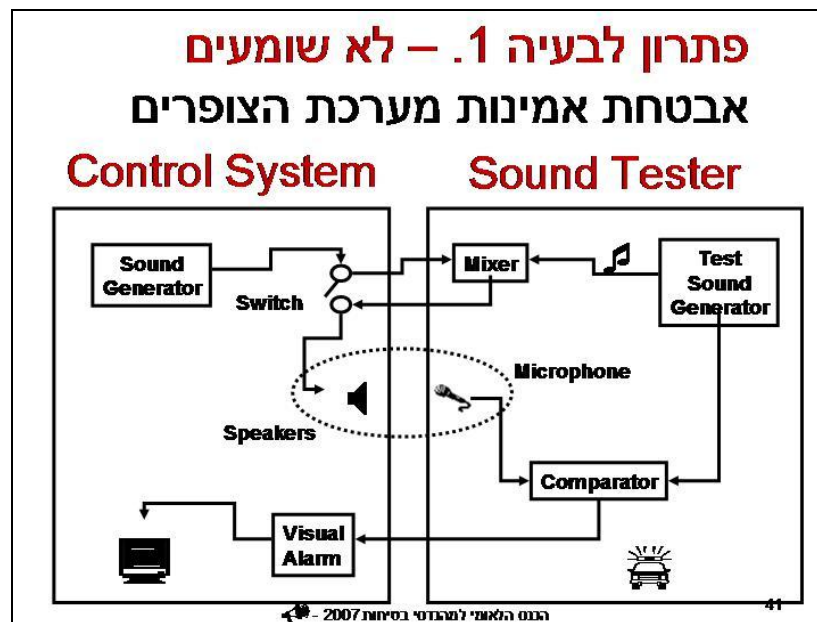
שלב 5 - טיפול מונע – התאמת ההתרעות ליעדי פיקוד העורף

בשלב זה מגדירים את הפתרון המאפשרים את מניעת אופני הכשל הנ"ל, על ידי ניטרול גורמי הכשל שנותחו ואופיינו בשלב הקודם. בהתאם לניתוח גורמי הכשל לעיל, יעדי הטיפול המונע כוללים:

- מניעת התרעות שווא והתרעות טורדניות
- העשרת המידע בהתרעה, באופן שתמוז גם על עוצמת האיום, עיתוי הנפילה הצפוי וסיום מצב ההתרעה
- הנחיית הציבור לגבי אופן ההתנהגות במצבי ההתרעה השונים.

אבטחת אמינות מערכת הצופרים

מערכת הצופרים עלולה להכשל בגלל תקלה טכנית, אבל תקלה אחרת, נפוצה לא פחות, היא בגלל כיבוי המערכת מסיבות שונות, כגון תחזוקה, כיבוי במכוון המטרה למנוע הפעלה בטעות, כיבוי בהיסח הדעת או על ידי ילד בביקור משפחות, וכד'. פתרון אפשרי לאיתור מצב כשל משני הסוגים היא על ידי מנגנון בדיקה, המתואר בתרשים הבא:



המנגנון כולל מיקרופון ויחידה המייצרת קול מוחלש, במבנה קבוע, המוזן למערכת ההתרעה. על ידי השוואת הקול המוחלש עם זה שנקלט במיקרופון ניתן לאתר מצבים שהרמקולים מנותקים או שהמערכת כבויה. במצבים אלו, ניתן לייצר התרעה מקומית למפעיל, באמצעות תצוגה, או בהתרעה במחשב.

אבטחת תשומת הלב להתרעה

כאמור לעיל, מערכת ההתרעות הקיימת עונה על דרישה זו היטב. כל מערכת עתידית תענה על דרישה זו, אם היא תעמוד בתנאים הבאים:

- אזעקה במלודיה טיפוסית
- אזעקה מתמשכת לאורך זמן
- קודמת לאזעקה הכנה מנטאלית, על ידי הודעות לציבור בערוצי התקשורת.

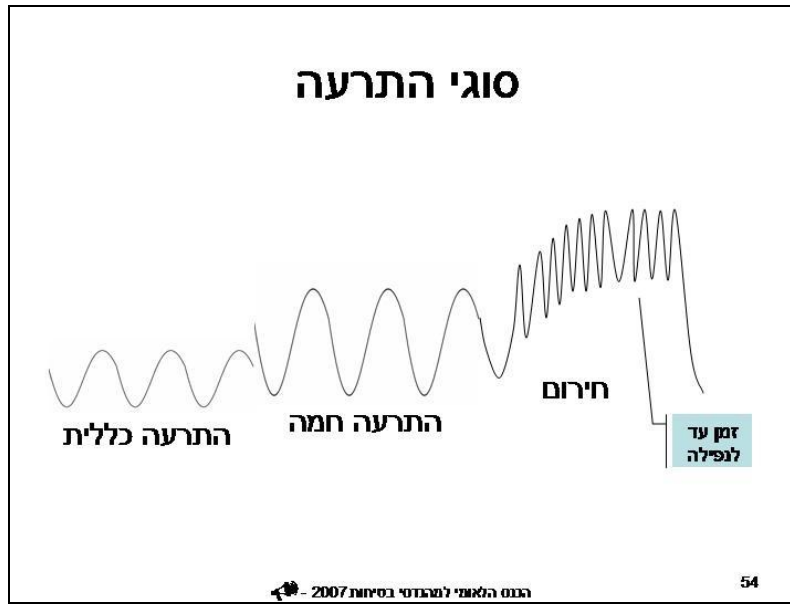
אבטחת התייחסות רצינית להתרעה

כאמור לעיל, הסיבות לכשל הציבור לציית להנחיות פיקוד העורף נובעות מריבוי התרעות שווא והתרעות טורדניות. במקרים כאשר גילוי הרקטות מבוסס על איכון מדויק, ניתן למנוע התרעות טורדניות, על ידי מיקוד ההתרעות באזורים בהם צפויות הפגיעות. במערכת המבוססת על גילוי ירי רקטות מתצפית, אין אפשרות לנבא במדויק את אזור הפגיעות, ולכן במקרים אלו אין אפשרות להמנע מהתרעות טורדניות. במקרים אלו, ניתן לספק התרעה כללית, שאינה ממוקדת.

הישום של עקרון זה אינו טריביאלי. בניסויים בהתרעות במערכות רפואיות, שהוגדרו על פי תקן ISO, התברר שהנבדקים לא הצליחו להבחין בין התרעות למצבים חמורים לבין התרעות כלליות (Smith et al., 2003). הסיבה לכשלון הניסוי היא שתקני ה-ISO הגדירו את הפרמטרים הקוליים, הקריטיים להבחנה בין המצבים, באופן שרירותי, ללא בסיס מחקרי ראוי. יתרה מזאת, במחקר אחר נמצא שאחיות בבתי חולים תופסות מסרים קוליים באופן נחות בהשוואה לאנשים באקדמיה, ולאנשים העוסקים בפיתוח. המשמעות הישומית של ממצא זה היא שעיצוב התרעות קוליות מחייב הוכחה מחקרית שהיא ספציפית לקהל היעד (Sanderson, 2006). הגדרה נכונה של הפרמטרים הללו צריכה להתייחס לגובה הטון, לעוצמה, ותדירות הצלילים (מרווח הזמן בין שיאי הצלילים) ולמובחנות הצלילים (Harel, 2006).

אבטחת מהירות התגובה להתרעה

כאמור לעיל, סיבה עיקרית לתגובה איטית מדי להתרעה היא חוסר מידע ברמת הפרט לגבי עיתוי הפגיעה. הפתרון לבעיה זו הוא על ידי אפנון אינדיקציה לזמן הנותר עד לנפילה. ישום אפשרי לעקרון זה הוא על ידי שינוי דינאמי בפרמטרים הקוליים, כולל עליה בעוצמה, בגובה הטון, וצמצום המרווח בין הצלילים הגבוהים. דרך נוספת היא על ידי אינדיקציה של ספירה לאחור. התרשים הבא מדגים דרך לאפנון הקול במצבים השונים:



בנוסף, יש להדריך את הציבור לגבי המשמעות של שינויי הפרמטרים הללו ושל הספירה לאחור, כך בשניות האחרונות לקראת הפגיעה, הציבור יודרך לצמצם את שטחי הגוף החשופים באופן מיידי (כניסה לתעלה לצד הדרך, מחסה מאחורי קירות וכד').

מניעת טראומות כתוצאה מההתרעות

במלחמת לבנון השנייה, כמו במלחמות אחרות, אנשים רבים נחרדו מההתרעות, וחלקם אף הוגדרו כטראומטיים. אחד הגורמים המגבירים את החרדה הוא אי הוודאות לגבי סיום מצב האיום. במלחמת לבנון השנייה ההנחיה היתה להשאר במרחבים המוגנים במשך עשר דקות. זאת למרות שמעוף הרקטה נמשך פחות מחמש דקות, והיה ידוע למפעילים. הפער בין ההנחיה לבין הזמן עד לנפילות היה משמעותי, וגרם לפער אמון במערכת, שהגביר את החרדה.

דרך אפשרית לצמצום רמת החרדה היא על ידי אינפורמציה מדויקת לגבי סוגי ההתרעות, לגבי משך הזמן עד לנפילה ולגבי סיום מצב ההתרעה.

שלב 6 - התרעה לגבי איומים חריגים

איומים חריגים אלו הם איומים שונים מהאיומים המטופלים על ידי מערכת ההתרעות. לדוגמא, יתכן שבמהלך המלחמה מתקבלת ידיעת מודיעין חמה לגבי איום מסוג חדש, כגון רקטה עם ראש כימי, או מחבל מתאבד. כיצד ניתן לידע את הציבור לגבי איום חריג בהתרעה קצרה?

הבעיה באיומים החריגים היא כיצד לידע את הציבור לגבי האיום וכיצד להנחות אותו כיצד להתנהג. פתרון אפשרי לכך הוא על ידי התרעה אם מאפיינים מיוחדים, שמשמעותה היא שהציבור נדרש לפתוח את מקלטי הרדיו והטלביזיה, או להתקשר למרכזי מידע, על מנת ללמוד להכיר את האיום החדש.

מקורות

- Bernstein, A.S., 1998, The end of false alarms?, *NFPA Journal*, Jan./Feb. 1998
- Harel, A., 2006, Alarm Reliability: What If an Alarm Goes Off and No One Hears It? *User Experience Magazine: Volume 5, Issue 3*
- Harel, A., 2006A - Using Sound for Alerting: Lessons from the War with Hezbollah. *User Experience Magazine*, Vol 5., Issue 3. Postscript
- Kitteringham, G., 2007, Nuisance alarms, *NFPA Journal*, Mar./Apr. 2007
- Kovel, J., *The Enemy of Nature: The End of Capitalism or the End of the World?*, London: Zed Books, 2002.
- Proulx, G., 1999, How to initiate evacuation movement in public buildings, *Facilities*, Vol. 17 (9/10), pp 331-335, ISSN: 0263-2772
- Proulx, G., 2000, Why do building occupants ignore fire alarms? *National Research Council of Canada*, December 2000, ISSN 1206-1220
- Sanderson, P., 2006, Auditory displays in healthcare, *User Experience Magazine: Volume 5, Issue 3*
- Smith, A. F., Mort, M., Goodwin D. and Pope, C., 2003, Making monitoring 'work': human-machine interaction and patient safety in anaesthesia, *Anaesthesia* 58 (11), 1070–1078
- Wolfgang, J., 2000, Plan and design the best gas detection, *InTech*, Sept. 2000