

מערכת התרעה קצרת מועד - צעד חשוב, אך לא

מספיק להיערכות ישראל לרעידות אדמה

אריאל היימן ומאיר אלרן | 17 בפברואר, 2022 | גיליון 1559

לאחרונה הושלמה הקמתה של מערכת "תרועה", האמורה לספק (במגבלות) התרעה קצרת מועד לרעידות אדמה. המערכת הינה צעד חשוב, אך כלל לא מספיק, במסלול הארוך הנדרש של בניית היערכות הולמת. המאמר מבהיר את יתרונותיה ומגבלותיה של המערכת החדשה, מצביע על רכיבים משלימים הנדרשים על מנת למצות את הפוטנציאל הגלום בה ומציע מה נדרש, בנוסף למערכת "תרועה", בתחומים הפיזיים והתודעתיים, על מנת להשלים את ההיערכות החיונית מול הוודאות של התרחשות רעידת אדמה קשה, שנזקה צפוי לגרום אסון המוני בקנה מידה היסטורי.

בשבועות האחרונים מוצג בתקשורת קמפיין הסברתי, מטעם הרשות לחירום לאומית (רח"ל), פיקוד העורף (פק"ע"ר) והמכון הגיאולוגי, המבשר כי מערכת "תרועה", המאפשרת התרעה – למעשה קצרה מאוד (שניות בודדות עד עשרות שניות) - על רעידת אדמה, הפכה מבצעית.

יש להבהיר היטב את משמעויותיה של בשורה מוגבלת זו. נפתח בציון העובדה המצערת, שלפיה אין כיום בידי המדענים יכולת לחזות מראש רעידות אדמה. משום כך, אין אפשרות להודיע על התרחשותה מבעוד מועד כך שיתאפשר לכל העלולים להיפגע ממנה לעזוב את המבנים שבהם הם נמצאים, להתפנות לאזורים פתוחים ובכך למנוע או לפחות לצמצם מאד את היקף הפגיעות בנפש. הפגיעה בתשתיות, במבנים וברכוש תתרחש בכל מקרה. עם זאת, קיימת אפשרות להצלת בני אדם בעזרת התרעה מוקדמת. זו מתבססת על העובדה שמרגע התרחשותה של רעידת האדמה ועד הגעת הגל הסיסמי, העובר בקרקע, לאזורים מאוכלסים העלולים להינזק, חולפות מספר שניות. אלה יספיקו אולי לבצע כמה פעולות הצלה מידיות, העשויות לכלול גם הימלטות מהירה של חלק מהאוכלוסייה ממבנים שיינזקו.

נסביר: כאשר מתרחשת רעידת אדמה, נוצרים גלים סיסמיים מסוגים שונים. שניים מתוכם קשורים לצרכי ההתרעה המדוברת. הגל המהיר יותר, והראשון שיגיע לאתר הרלוונטי, הוא גל P (Primary / Pressure wave), שאינו גורם לנזק. הגל האיטי יותר, שיגיע למרחב המאוכלס מאוחר יותר, הוא גל S (Secondary / Shear wave), והוא זה המרעיד את הקרקע וכך עלול לגרום נזק למבנים. מכאן שיש הפרש של מספר שניות בין הגעת גל P להגעת גל S, שגודלו תלוי במרחק ממוקד הרעש. ככל שהרעידה קרובה יותר לאזור שעלול להיפגע, פער הזמנים בין הגעת שני הגלים יהיה קצר יותר. ככל שנתרחק ממוקד הרעש, פער הזמנים יהיה גדול יותר.

קיימת אופציה זמינה וזולה יחסית של התקנת גלאי (בבית או במוסדות ציבור), המסוגל לזהות את גל ה-P וכך מאפשר לבצע מספר פעולות מצילות חיים (בעיקר הימלטות) עוד בטרם יגיע גל ה-S הגורם לרעידה. מערכות כאלה מותקנות מזה מספר שנים ברוב בתי הספר בארץ (על פי תקנה של משרד החינוך) ובמספר מוסדות ציבור וחברות פרטיות, על פי החלטתם. מערכות אלה מעניקות מידה מסוימת של התרעה, התלויה כאמור במרחק ממוקד הרעש.

זה שנים קיימות בעולם מערכות המבוססות על חיישנים רגישים הממוקמים בקרבת המוקדים הצפויים של רעידות האדמה. היעד של אלה הוא לזהות את גל ה-P כבר בקרבת מוקד הרעש ולשלוח אות התרעה מידית. יתרונה של מערכת כזו הוא בדיוקה הרב, במניעת התרעות שווא מהרעדת הקרקע שלא כתוצאה מרעידת אדמה, ובעיקר ביכולתה לשלוח אל ריכוזי האוכלוסייה גל אלקטרומגנטי מהיר המאפשר עוד מספר שניות של התרעה. המערכת יודעת גם לזהות את גודל (מגניטודה) הרעידה וכך להימנע מהתרעה במקרים שהרעידה היא חלשה ולא מזיקה. מערכות מסוג זה פועלות כבר ב-15 מדינות בעולם, ביניהן יפן, מקסיקו, דרום קוריאה, טורקיה, איטליה, צ'ילה וארצות הברית.

הרעיון להקים מערכת דומה הוצע למקבלי ההחלטות בישראל כבר בשנת 2007 (["התרעה קצרת מועד לרעידות אדמה בישראל", אריאל היימן, המכון הגיאולוגי](#)). התהליך למימוש ההצעה נמשך אמנם קרוב ל-15 שנה, אבל בסופו של דבר אפשר עתה להתברך במערכת חיונית, שהותאמה לתנאים בישראל ושהורכבה ומתופעלת על ידי המכון הגיאולוגי. המערכת, שהפכה מבצעית לפני כשבועיים, מורכבת מ-120 חיישנים המפוזרים לאורך בקע ים המלח ולאורך העתקים פעילים נוספים, ויש לה מרכז עיבוד נתונים שמסוגל בתוך שניות בודדות לדעת עד כמה הרעידה חזקה ומסוכנת, ולשגר התרעה. כך למשל, במקרה של רעידת אדמה בים המלח, ירושלים תקבל התרעה של 3 שניות, תל אביב כ-18 שניות וחיפה כ-30 שניות. בנוסף, המערכת תדע לזהות את המגניטודה של הרעידה ותחליט לאיזה ישובים היא שולחת התרעה. ככל שהרעידה תהיה חזקה יותר, המרחב שיקבל התרעה יהיה גדול יותר. ברעידה במגניטודה 6, או יותר, המדינה כולה תקבל התרעה ([ראו באתר המכון הגיאולוגי](#)).

חשוב להבהיר: ההתרעה תהיה משמעותית יותר ככל שמדובר במבנים הקרובים יותר למוקד הרעש, שם עוצמת הרעידה צפויה להיות גדולה יותר. מצד שני, ככל שמדובר באתרים קרובים למוקד, פער הזמנים בין גל ה-P לגל ה-S יהיה קטן מאד, לעיתים קרובות קטן מדי כדי ליצור סיכוי ממשי של מתן התרעה שתאפשר הצלת חיים. מנגד, ככל שהפער בין הגעת הגלים גדול יותר, יש לכאורה זמן רב יותר לפעולות הצלה, אולם עוצמת הגל הסיסמי נחלשת עם המרחק ולכן נזקה במרחק רב מהמוקד יהיה פחות משמעותי. המסקנה היא שההתרעה תהיה יעילה יותר באזורים שאינם קרובים מאוד למוקד ואינם מאד רחוקים ממנו. הכול בהתאם למגניטודה המקורית של הרעידה, שתגרום לנזק גדול יותר ככל שתהיה חזקה יותר.

רעידות האדמה האחרונות שהורגשו בישראל הגיעו משני מקורות: האחד הוא בקע ים המלח (במקרה האחרון באזור בקעת בית שאן), ורעידות בים התיכון (באזורי קפריסין וכרתים). מערכת

"תרועה", הפרוסה בעיקרה לאורך בקע ים המלח, תדע להתריע על רעידות שקורות בסביבתה, אך לא תהיה אפקטיבית לרעידות שמקורן בים התיכון כל עוד לא ימוקמו שם מערכות שישראל תהיה מחוברת אליהן.

מערכת "תרועה", כפי שהיא מופעלת כיום, שולחת גל התרעה למוקד בפקוד העורף, המעביר את המידע באמצעיו באורח מידי לידיעת הציבור (במכשירי הסלולר, באפליקציה, במערכות כריזה ואזעקה, ועוד). קיומה המבצעי של התרעה שכזו היא צעד חיוני וחשוב מאד, אך הוא עדין מוגבל בהשפעותיו ואינו ממצה את הפוטנציאל הטכנולוגי הזמין. זאת, מאחר והצעד היחיד שאפשר יהיה, בשלב זה, לנקוט באמצעות "תרועה" בשניות הבודדות עד להגעת גל ה-S הינו, במקרה הטוב, להיחלץ מהמבנה (אם אתה נמצאים בקומה הראשונה), להגיע ל-Mמ"ד, או לגרם המדרגות, אך לא מעבר לכך. זה טוב וחשוב, אבל אפשר להרחיב את היריעה באמצעות שכלול ואוטומציה של מערכות ארציות ומקומיות קיימות, שיתמשקו למערכת "תרועה". תוספות חיוניות כאלה יאפשרו, בפרק הזמן הקצר שיעמוד לרשותנו, לבצע אוטומטית מספר פעולות שיצילו חיים. כך למשל, אפשר יהיה לעצור מעליות הנמצאות בתנועה בקומה הקרובה ולכרוז לאנשים לעזוב את המעלית, למנוע ממטוסים לנחות בשדה התעופה, לסגור מעגלי חשמל וטורבינות על פי מתווה מוקדם, לסגור מערכות גז וצנרת של חומרים מסוכנים על מנת למנוע דליפה, למנוע עליית רכבים על גשרים שיתמוטטו ולהפעיל מערכות גנרטורים לגיבוי במקרה של הפסקות חשמל במתקנים חיוניים. ישראל עוד רחוקה ממימוש מתווה חיוני זה, כאשר המחסום הראשון הוא בתחום הרגולציה, שתחייב את הגופים השונים (באמצעות חקיקה, תקנות והתארגנות) לייצר את הממשק היעיל ביניהם.

"רעידת אדמה חזקה זה לא שאלה של האם – זו רק שאלה של מתי". הכותרת הזו נקבעה כבר לפני 20 שנה והיא נכונה גם היום. מדינת ישראל עשתה ועושה מעט מידי על מנת להקטין את הנזק הצפוי מרעידות אדמה צפויות. נדרשים שני סלים עיקריים של פעולות דחופות ביותר: האחד - לחזק מבני ציבור, בעדיפות לבתי ספר ובתי חולים, וכן תשתיות חיוניות, כמו גשרים, וכן גם בתי מגורים. השני - לשפר מאוד את המודעות והמוכנות של הציבור לרעידת אדמה צפויה. זאת, כאשר במצב של רעידת אדמה קשה, העזרה מגורמי השלטון המרכזי (פקע"ר, כבוי אש, מד"א, משטרת ישראל) והמקומי תאחר להגיע ולתת מענה מציל חיים מיידי ותמיכה לוגיסטית בהמשך.

לעצם הקמתה של מערכת "תרועה" יש חשיבות רבה בתהליך הארוך של כינון מוכנות של ישראל לקראת רעידת האדמה. גם לקמפיין התקשורתי הנוכחי יש תפקיד בהעצמת המודעות – גם הציבורית וגם הממשלתית – לסכנה הרבה ולצורך בהתכוננות הנדרשת. עם זאת, המסרים של הקמפיין עלולים ליצור תמונה חסרה ודימוי מטעה של מענה אפקטיבי כביכול לסכנה ושל היערכות הולמת כביכול להתרחשות האסון. זאת ועוד, הזמן הרב (הלא הכרחי) שנדרש להקמת המערכת הנדונה והעובדה שגם כיום אין עיסוק מערכתי בחיזוק מבנים

ובקידום מענים שהוצגו בדוח מבקר המדינה ב-2018, מעידים על קשב נמוך מאד בקרב מקבלי ההחלטות ועל מצבה הרע של ישראל בהיערכות לתרחיש של אסון המוני צפוי זה. מערכת "תרועה" הינה צעד חשוב. אך מדובר עדיין בצעד אחד קטן. הדרך עוד ארוכה מאד.

עורכי הסדרה: ענת קורץ ואלדד שביט