

# גילוי דעת בנושא מוכנות העורף לרעידות אדמה וצונאמי בישראל

מאת

סרג'יו דב רוזן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מהנדס אזרחי רשום ורשוי במדור מבנים, בעל התמחות בהנדסה חופית וימית, חבר איגוד המהנדסים למבנים ותשתיות וחבר לחיים באגודת המהנדסים האזרחיים האמריקאית; עד מרץ 2018 שימש יועץ למנהל ועדת ההיגוי להיערכות ישראל עם רעידת אדמה, בנושא צונאמי, ומאז נובמבר 2005 ועד יוני 2018 שימש כיו"ר או כיו"ר משותף של קבוצת העבודה 3 בנושאי מפלס הים של ועדת התאום הבין-ממשלתית (ICG) למערכת ההתראה מצונאמי בחופי אירופה ובים התיכון (NEAMTWS) שבחסות הועדה הבין-ממשלתית לאוקיאנוגרפיה (IOC) של UNESCO, ומאז 2012 גם חבר ועדת ההיגוי של ICG, ובין השנים 2005 עד 2016 גם ראש משלחת ישראל למפגשי ICG/NEAMTWS ובמקביל כמנהל המחלקה לגיאולוגיה ימית ותהליכים חופיים במכון לחקר ימים ואגמים עד יציאתו לגמלאות ביולי 2014. כמו כן, היה חבר הועדה המדעית לגיבוש מדיניות ועקרונות להתרעה מוקדמת מצונאמי בישראל ומחבר שותף לדו"ח שהוגש לממשלה ב-2014: *יהמלצה למדיניות, עקרונות התרעה ומסגרת להיערכות לצונאמי בישראל*."

מצאתי לנכון להביא לידיעת נציגי הציבור ואמצעי התקשורת, מספר דברים שלדעתי לא ידועים ולא מטופלים באופן נכון, מסיבות בלתי ברורות לגמרי, כנראה מקמצנות תקציבית קצרת ראות וגם אינטרסים צרים של כבוד, שמשפיעים באופן שלילי על שיפור המוכנות להתמודדות באירוע איום שכזה, הצפוי בעתיד, בזמן בלתי ידוע שנע בין ימים עד כמה עשרות השנים הבאות. גילוי הדעת מובא בתקווה כי בלחץ הציבור, נציגיו בכנסת והתקשורת, יגרמו לממשלה שתפעל לשיפור מזרז של הדרוש תיקון, שאני מתאר להלן. הסיבה לכתיבת גילוי דעת זה הם אירועי רעידות האדמה החלשות יחסית שהתרחשו בימים האחרונים, והתמונה המתבהרת לציבור של חוסר מוכנות המדינה, לאירוע של רעידת אדמה עוצמתית, בתחום מגניטודות מומנט 6 עד 7 (בעלות עוצמה אנרגטית של בין פי כ- 300 עד פי כ- 9600, בהתאמה, ביחס לעוצמה האנרגטית של רעידת האדמה במגניטודת מומנט 4.5 שהתרחשה ב-4.7.2018). רעידת אדמה כזאת שעלולה להיות מלווה בגלי צונאמי, אשר יביאו למפלסי מים בקו החוף בגובה של בין 5 עד 10 מ' מעל פני הים השקטים, (והיו כבר אירועי צונאמי לא מעטים ב-2000 השנים האחרונות שפגעו בחופי ישראל בים התיכון, אזור שנמצא במקום שני בעולם, מבחינת כמות אירועי הצונאמי שהתרחשו ותועדו).

1. כמהנדס אזרחי עם ותק של 47 שנים, אני יכול לציין מה שכבר ידוע, כי כמות גדולה של מבנים ישנים לא צפויה לעמוד ברעידת אדמה עוצמתית כנ"ל ויתמוטטו עם כל המשמעותיות הנלוות. להערכתי, בניגוד לאומדן הנפגעים שהוזכרו בעיתונות, של כ- 20,000 הרוגים וכמות גדולה עוד יותר של פצועים, אני סבור לצערי כי המספרים יהיו הרבה יותר גדולים. חוששני שגם חלק מאותם מבנים שעברו תמ"א 38 או אפילו כאלה שנבנו לאחר שנת 1980, כשתוקנה התקינה בארץ, מבחינת מקדמי התאוצות לתכן מבנים כדי לעמוד בכוחות גזירה המתפתחים בעת רעידות אדמה באזורי הארץ השונים, לא יעמדו ברעידת האדמה כזאת. כמו כן, אם המבנים ממוקמים באזור רצועת החוף, להערכתי הם גם לא יעמדו בפגיעת גלי צונאמי וכך גם תשתיות שונות (מסילות הרכבת, גשרים, נקזים ועוד).

ראשית, מפני שתקן הבניה בארץ, דורש שמבנים רגילים, למגורים למשל, יעמדו בתאוצות של רעידות אדמה עם תקופת חזרה ממוצעת של אחת ל-475 שנה (או לסיכון של 10% במשך 50 שנה, שתאוצה גדולה מערך התכן תתרחש). עבור מבנים/מתקנים שפגיעה או נזק בהם עלולה להוביל לתוצאות חברתיות או כלכליות חמורות, כגון בתי ספר, התקן דורש לתכנן לסיכון של 5% במשך 50 שנה, ורק עבור מבנים חיוניים קריטיים, המשמשים להגנה על האוכלוסייה או האמורים לספק שירותים ולתפקד גם מיד לאחר אירוע רעידת האדמה (רציפות תפקודית ללא השבתה) כגון בתי חולים, נדרשת עמידה בתאוצות אירוע רעידת אדמה עם תקופת חזרה ממוצעת של אחת ל-2475 שנה (שווה ערך לעמידה בסיכון של 2% בלבד במשך 50 שנה שיתרחשו תאוצות גבוהות יותר). משמעות דרישות התקן היא, כי עבור מרבית המבנים בארץ, קיים סיכון יחסית גבוה, כי בעת התרחשות רעידת אדמה יתפתחו תאוצות גבוהות מהערכים שקובע התקן הישראלי, ולכן המבנים לא יישארו עומדים.

שנית, מפני שבמידה ויתרחשו גלי צונאמי, כל המבנים ברצועת החוף בארץ לא יעמדו בכוחות שיתפתחו בעת פגיעת גלי הצונאמי, כיוון שכלל לא קיימת דרישה לעמידה בצונאמי בתקן הישראלי, והתכנון לא מתחשב בכוחות

הנוצרים מפגיעה ישירה של צונאמי (כולל כוחות זרימה הידרודינמיים וכוחות עילוי) ולא בכוחות מפגיעת סחף של גופים נגרפים או צפים (כמו מכוניות, סירות, מכלים ועוד). בדיקה שבוצעה עבור פיקוד העורף על ידי חברה הנדסית, קבעה כי ככל הנראה לא צפויה התמוטטות של מבני מגורים טיפוסיים ברצועת החוף, אך בתחשיב השתמשו בהנחה שגויה, של התפתחות זרמים בעלי מהירות של 5 מ'שני בלבד, כאשר במציאות בקרבת שפת הים בחוף צפויות מהירויות כמעט כפולות מהערך שהונח (וכוחות הזרימה יחסיים לריבוע מהירות הזרימה, כלומר הכוחות בחישובים היו רק כרבע מהכוחות הנכונים). וחישובי הבדיקה גם לא כללו התחשבות בכל הכוחות שמומלצים להיכלל בתכנון מבנה עמיד לצונאמי על פי התקן האמריקאי החדש, (ASCE 7-16, chapter 6), תקן שבשנה הבאה יאומץ כתקן בינלאומי לתכנון לעמידה בצונאמי.

יתרה מכך, מבני תשתית חופיים, כמו למשל שני מזחי פריקת הפחם בחדרה ובאשקלון והגשרים המובילים אליהם צפויים להערכתי להתמוטט בעת פגיעת גלי צונאמי. גם ראשי היניקה של כל מתקני ההתפלה החופיים צפויים להיגזר עקב הזרמים החזקים בצונאמי שלא נלקחו בחשבון בתכנונם, דבר שיגרום למחסור מים במשך חודשים עד הקמת חדשים. למרות שהתרעתי על כך בעבר והמלצתי למגן את ראשי היניקה, לא ידוע לי שמישהו ברשות המים או משרד האנרגיה פעל למניעת אסון כזה.

2. ניטור רעידות אדמה מבוצע בארץ על ידי האגף לסיסמולוגיה במכון הגיאופיזי - חברה ממשלתית מסחרית. האגף אמור לעבור למכון הגיאולוגי, יחידת סמך ממשלתית במשרד האנרגיה, אך בפועל המעבר נמשך כבר שנים ללא שינוי המצב. למרות היותו של האגף הסיסמולוגי גוף חשוב ביותר, בראש האגף לא עומד איש מקצוע גיאופיזיקאי סיסמולוג כבר שנים רבות, כפי שהיה מצופה מבחינה מקצועית. גם מספר החוקרים הסיסמולוגים שם מצומצם ביותר. במשמרות הערב, הלילה ובחגים מועסקים סטודנטים למיטב ידיעתי. לא ברור עד כמה הם יידעו לתת מענה למקרה של אירוע אמת ההולך ומתפתח. אמנם הממשלה הקציבה תקציב להקמת רשת תחנות סיסמיות חדשות באזור בקע ים המלח, אך להבנתי התקציב איננו מספיק, ותקצוב הנדרש להתמודדות בפגיעת צונאמי לא קיים בפועל. מאידך, אותו חלק של מערכת ההתרעה הישראלית שמתבסס על קבלת התרעות ממערכת ההתרעה מצונאמי הבינלאומית (שגם לי הייתה הזכות להשתתף בהקמתה ופיתוחה), טרם יכול להיחשב כעומד בדרישות למתן התרעה בזמן בישראל, על פי דרישות ICG/NEAMTWS. המערכת הבינלאומית תתריע במקרה של רעידות אדמה מרוחקות, מאזור קפריסין או כרתים\הקשת ההלנית\יוון, העלולות ליצור גלי צונאמי, עם זמני התרעה שבין מחצית שעה עד שעה, בתלות במיקום האירוע. בארץ המידע יזרום לאגף הסיסמולוגיה ולר"ח"ל, שחסרים השכלה וידע ברמה סבירה בנושא צונאמי. הצעות שהוצעו להעביר הדרכה בנדון לאנשי האגף עד היום לא התבצעו ונדחו פעם אחר פעם, למועד עתידי, לאחר המעבר למכון הגיאולוגי וקבלת תקצוב.

בנוסף לכך, במקרה של אירוע רעידת אדמה חזקה בבקע ים המלח או בכל מקום אחר בארץ, שעלול לגרום גם לגלישת גוש קרקע במדף היבשת בים התיכון (ולאו גם במפרץ אילת) וכך ליצור צונאמי, המערכת הבינלאומית לא תוציא כל התרעה כי היא אינה מטפלת במצבים כאלה. לכן, התכנון הוא להעביר מיד התרעה לציבור השוהים ברצועת החוף, להתרחק מהחוף קילומטר לפחות, תוך חוסר וודאות בכלל, האם נוצרה גלישה וצונאמי או לאו. לדעתי הדבר יגרום לבלבול הציבור, היות ואם יש רק רעידת אדמה, אזי התושבים בבניינים גבוהים בקומות הראשונות, נדרשים לעזוב הבניינים, אך לאלה בקומות גבוהות ממליצים להישאר בהם בממ"דים או בחדרי המדרגות. מאידך, אם יתרחש צונאמי עקב גלישת גוש קרקע, גלי הצונאמי צפויים להגיע לחוף בתוך דקות ספורות בקטע החוף מול אזור הגלישה, ובתוך עד כ-20 דקות בקטעי החוף הכי רחוקים מאזור הגלישה. לצערי לא התקבלה המלצתי להציב מערכת של ארבע מכל"מים בתדר גבוה (טכנולוגיה קיימת ומיושמת בעולם) שמסוגלת לזהות היווצרות הצונאמי במצב שכזה לכל מדף היבשת הישראלי ולהתרע כמעט מידית. כתוצאה מכך, לא רק שיש סכנה לבלבול האוכלוסייה, אלא שאין אפשרות לקבל החלטה מושכלת, האם להורות על הפסקה מידית של פעילות טורבינות תחנות הכוח החופיות (עצירה שבעצמה נמשכת זמן ניכר כדי למנוע הרס הטורבינות). עצירת הטורבינות תגרום כמובן לנפילה של מרבית רשת החשמל. אם לא תהיה גלישת גוש קרקעית, ולא ייווצר צונאמי, ייגרם נזק ניכר ומשמעותי בעשרות עד מאות מיליוני ש"ח עקב קבלת החלטה שגויה והפסקת הטורבינות והחשמל. מאידך, אם יחליטו שלא להפסיק הטורבינות וכן יתרחש צונאמי, יהרסו הטורבינות ותופסק פעולת תחנות הכוח

החופיות. החלפת הטורבינות לאחר הזמנת חדשות מחו"ל תיקח בין כמה חודשים עד לכמה שנים, תקופה בה המשק יהיה במחסור חשמל חמור. מול נזקים אלה, קיימת חלופה טובה לקבלת התרעה בתוך 3 דקות של תחנות המכ"ם הנ"ל, שתמנע הנזקים עקב החלטה שגויה במידה ולא נוצר צונאמי. מערכת כזאת יכולה לספק בנוסף מידע שוטף על משטר הגלים והזרמים בכל מרחב הימי הישראלי בים התיכון כתוצר לוואי ללא תוספת עלות, מידע בעל ערך שימושי וכלכלי רב לספנות, חקלאות ימית, סביבה וביטחון. בנוסף, הצעתי בניית מאגרי חירום בתחנות החופיות, שיאפשרו המשך קירור קיטור הטורבינות במשך יממה. נאמר לי כי לא ישקיעו כספים לכך היות וממילא בסביבות 2022 התחנות יעברו לייצור חשמל מבוסס גז, אף כי זה לא משנה כלל מבחינת פגיעות הטורבינות. וגם רעיון נוסף של רכישת יחידות טורבינה רזרביות נדחה.

3. הגוף שהופקד על מערכת ההתרעה מרעידות האדמה ומצונאמי היה רשות חירום לאומית במשהב"ט, אך לפי מה שנמסר לי, האחריות הזאת זלגה השנה לפיקוד העורף, כאשר הניטור הסיסמולוגי המקצועי מבוצע ע"י אגף סיסמולוגיה במכון הגיאופיזי. העומד בראש אגף זה איננו גיאופיזיקאי סיסמולוג, ולמרות שלמיטב הערכתי הוא איש אחראי ומנוסה בקבלת החלטות במצבי חרום, זהו מצב בלתי סביר לחלוטין מבחינה מקצועית, עקב חוסר היכולת להערכה מקצועית גיאופיזית - סיסמולוגית עצמית. אגף סיסמולוגיה אמור, על פי המלצות מערכת ההתרעה הבינלאומית לצונאמי, להפעיל מרכז לאומי להתרעה מצונאמי. לצערי טרם הוקצבו התקציבים הדרושים להגדלת הצוות לעבודה 7/24 ואנשי האגף חסרי ידע והשכלה מתאימה הדרושה לגבי צונאמי. יש לפעול בדחיפות לתיקון המצב ללא שהות נוספות.

4. גם לגבי אנשי רח"ל ופקע"ר, למיטב ידיעתי ולצערי, אין להם ההשכלה הנדרשת בנושא סיסמולוגיה וגלי צונאמי, ובראש ועדת ההיגוי להיערכות המדינה לרעידות אדמה, עומד פקיד שאיננו בעל השכלה פורמלית בנושאי גיאופיזיקה וסיסמולוגיה כפי שהיה בעבר, וגם לא בנושא צונאמי. אני שימשתי מאז מרץ 2015 עד מרץ השנה כיועץ למנהל הוועדה בנושא צונאמי, בחוזה ייעוץ מול משהב"ט ובין אוגוסט 2014 עד מרץ 2015 מילאתי התפקיד בהתנדבות. השנה לא חודש החוזה שלי, מכיוון ש, כפי שנמסר לי, במקום מנהל רח"ל שיצא לגמלאות, נתמנה איש משהב"ט בכיר, שלא היה מוכן לאשר נסיעותיי לחו"ל להשתתפות בישיבות ועדת התאום הבין-ממשלתית למערכת ההתרעה מצונאמי, למרות ששימשתי כחבר ועדת ההיגוי ויו"ר אחת מארבעת קבוצות העבודה של ועדת התאום הבין-ממשלתית. כתוצאה מכך, הגשתי התפטרותי מכל התפקידים שלי בקבוצת התאום ICG/NEAMTWS, וישראל איבדה יכולת להשפיע בוועדת ההיגוי של ICG, להערכתי לפחות בשנתיים הקרובות. בדיעבד הסתבר לי כי הסיבה לאי חידוש החוזה שלי, הייתה דרישת ועד עובדי רח"ל שיועצים של רח"ל לא ייסעו לחו"ל במקום עובדי רח"ל והמנהל החדש לא רצה להתעמת עם הוועד. מצב זה, בו ענייני יוקרה ואינטרסים צרים גוברים על ההחלטה המקצועית יש לתקן.

בתקווה שלאור המידע דלעיל תפעלו ככל יכולתכם לתיקון המצב ושיפור המוכנות ויכולת העמידה של תושבי המדינה באירועי רעידות אדמה וצונאמי, העתידים להגיע לארצנו.

בכבוד רב,

ס' דב רוזן, חיפה