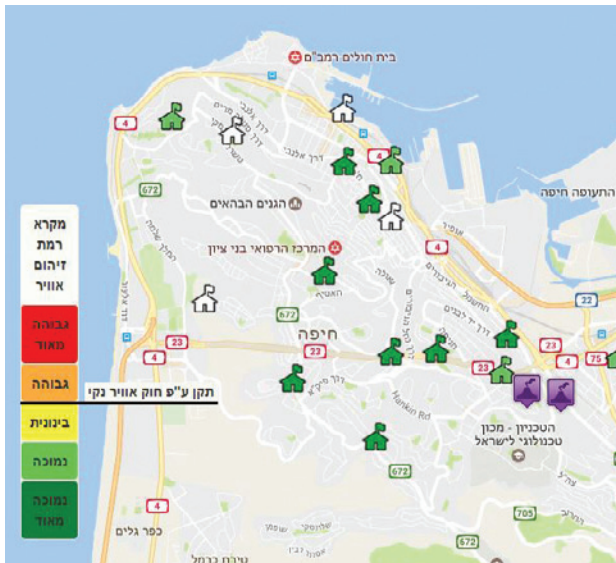


שאינם מומחים, להגיע לרמת הבנה גבוהה ולהעלות רעיונות יצירתיים ומועילים. שיתוף הציבור ומעורבותו בנושאים סביבתיים שונים יכולים לסייע בהעלאת בעיות מקומיות המגיעות מהשטח ולהגדיל את אמון הציבור ברשויות. המחקר הוצג בוועידה השנתית למדע ולסביבה במרכז הבינתחומי הרצליה ב-11.7.2017-10.

**איור 1.** חשים את האוויר. מפת איכות אוויר בזמן אמת - [sensair.net/map.php](http://sensair.net/map.php)



מהמצאים עולה כי הגישה לנתונים באמצעות הפלטפורמה הייתה נוחה ומובנת למשתמשים. הם ציינו את יתרונות הפלטפורמה ש"מאפשרת מעקב מקוון אחרי זיהום אוויר באזור מגורים" ונותנת "כוח להמונים ושקיפות". עוד עולה, כי כ-70% מהמשתתפים הצליחו להבין את נתוני איכות האוויר המוצגים, אך לעתים נדרשו לשם כך דקות ארוכות (זמן ממוצע לשימוש מעמיק בפלטפורמה עמד על כעשר דקות). אי לכך, משתתפים רבים העדיפו לראות נתונים מעובדים ולשמוע מסקנות סופיות במקום להתמודד עם הבנת הנתונים. בכל הנוגע לסביבתם הקרובה של המשתתפים, כגון ביתם או הרחוב שהם גרים בו, התעוררו עניין מוגבר ומוכנות להשקעת זמן באיסוף נתונים ובניתוחם.

המצאים מצביעים על יכולתם של משתתפי המחקר להבין מידע מדעי מורכב בנושא איכות אוויר, בהינתן תצוגה נוחה וידידותית למשתמש. המחקר מדגיש את היתרונות בהצגת מידע ברמות עומק שונות, המאפשרות למשתמשים לקבל מידע ברמה המתאמת לצורכיהם ולהשתמש בו. עם זאת, לעתים יעדיפו משתתפים להימנע מראש מניסיון להבנה מעמיקה של הנושא לנוכח הזמן הרב הנדרש לכך. משתתפים אלה יעדיפו לשמוע מסקנות סופיות בלבד, ויימנעו משימוש בפלטפורמה.

טענה רווחת בקרב מקבלי החלטות היא שלא ניתן לערב את הציבור בתהליך קבלת החלטות בגלל חוסר הבנתו בנושאים סביבתיים. ממצאי המחקר שלנו מערערים על טענה זו, ומצביעים על הרצון של אזרחים לקבל מידע אמין ונגיש, ועל היכולת הגבוהה שלהם להבנת הנושא. בהינתן הצגת מידע מותאמת וידידותית למשתמש, ובהינתן זמן מספק לבחינת הנושא, יכולים גם אזרחים,

הצונאמי הראשון שמוכר לנו בהיסטוריה של מזרח הים התיכון מזכר בדיווח ששלח מלך צור למלך מצרים בשנת 1,365 לפנה"ס, ונאמר בו שחצייה של העיר אוגרית (בחופי צפון סוריה) עלה באש, וחצייה השני הוצף. הדיווח, בכתב יתדות על גבי לוח חימר, נמצא בסוף המאה ה-19 בחפירות ארכאולוגיות באל-עמרנה במצרים<sup>[5]</sup>. מאז הצטבר לא מעט ניסיון, בחלקו מר, שעולה ממנו כי אירועי צונאמי עלולים להיות קטלניים והרסניים בהיקף רחב. על כן, מענה לאירוע צונאמי דורש היערכות מקצה לקצה, כלומר מרגע היווצרותו ועד לתגובת אחרון האזרחים שעלולים להיפגע ממנו, וממקום היווצרותו ועד לחופים שיתנפץ עליהם ויציק אותם. בשל היקפו האפשרי של האירוע נערכות אליו מדינות מבעוד מועד, מנחות את הציבור ואת מפעילי מתקני התשתית שלאורך החוף כיצד להגיב בזמן אמת, ובונות תכנית מגרה לשיקום במקרה הצורך. גם ממשלת ישראל הורתה על תכנון, הכנה ותפעול של מערכת להתרעה על צונאמי בחוף הים התיכון של ישראל בשם

## המלצה למדיניות ולעקרונות של התרעה על צונאמי בישראל

עמוס סלמון<sup>[1]</sup>, סרגיו דב רוזן<sup>[2]</sup>,  
יפים גיטרמן<sup>[3]</sup>, אמיר יהב<sup>[4]</sup>,  
שלום בן אריה<sup>[5]</sup>, יוסי דבוטון<sup>[4]</sup>, דלית  
דובר<sup>[6]</sup>, מיכאל ואתנמכר<sup>[6]</sup> וטוביה מילוא<sup>[7]</sup>

<sup>[1]</sup> המכון הגיאולוגי לישראל

<sup>[2]</sup> חקר ימים ואגמים לישראל

<sup>[3]</sup> האגף לסייסמולוגיה, המכון הגיאופיזי לישראל

<sup>[4]</sup> חטיבת תורה, הדרכה ותרגילים,

רשות חירום לאומית, משרד הביטחון

<sup>[5]</sup> ועדת ההיגוי להיערכות מדינת ישראל לרעידות אדמה

<sup>[6]</sup> ענף הנדסה ומיגון, פיקוד העורף, צה"ל

<sup>[7]</sup> הפקולטה להנדסה, אוניברסיטת תל אביב

\* [salamon@gsi.gov.il](mailto:salamon@gsi.gov.il)

חלשה מאוד, ולא הורגש בחוף (איור 1). מכאן, שחופי הים התיכון של ישראל חשופים לאירועי צונאמי משמעותי אחת ל-200 שנה לערך. רק חלק מהאירועים גרם לנזק חמור, כדוגמת הצונאמי שפגע באלכסנדריה ולאורך הדלתה של הנילוס בשנת 365, שנהרגו בו כמה אלפי אנשים. אם כן, מסתבר שזוהי סכנה נדירה יחסית, אך בעלת פוטנציאל הרס שעלול להיות בלתי נסבל ברמה הלאומית. לפיכך, ולנוכח הניסיון שהצטבר בעולם ובמדינות השוכנות לאורך חופי הים התיכון, המליצה הוועדה על הקמה של מערך ההתרעה "מים אדירים" במבנה הבא:

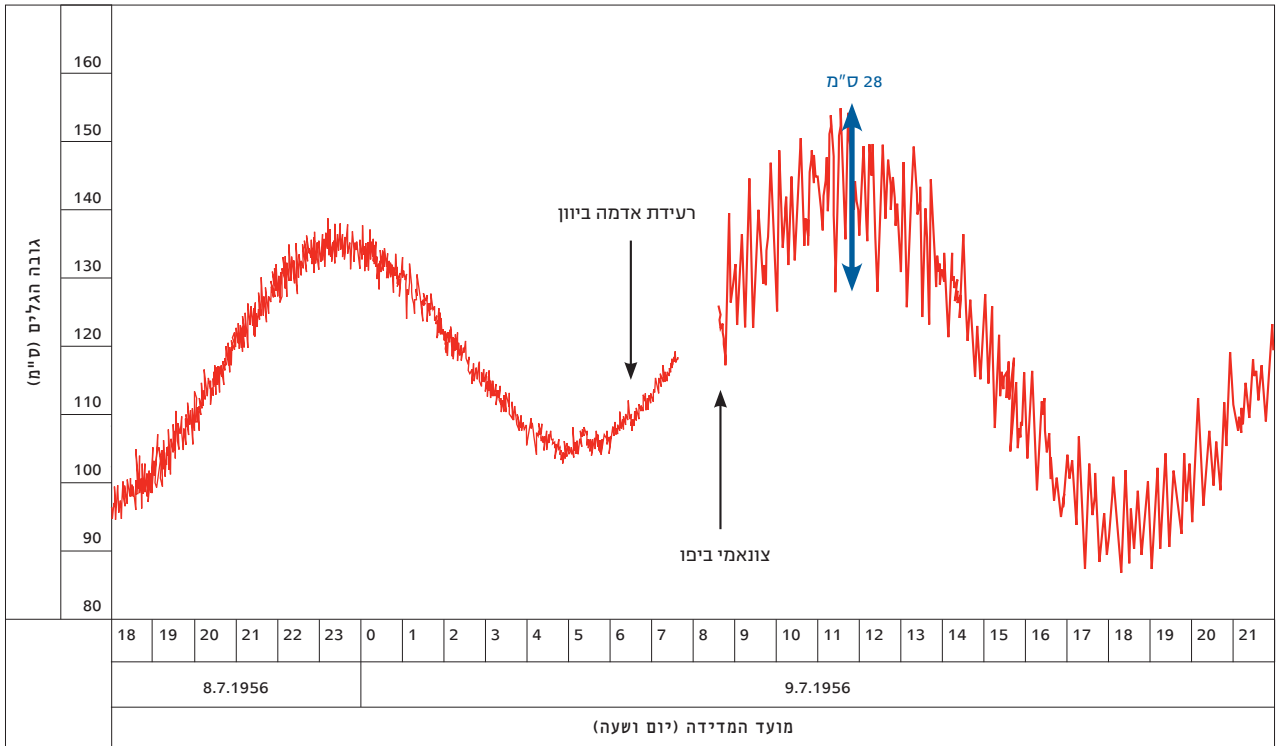
א. מרכז "נחשול נצפה": בעת אירוע שעלול ליצור צונאמי בים התיכון, יהיה המרכז הזה אחראי על גיבוש החלטה בזמן אמת בדבר הסבירות שהצונאמי יגיע לישראל. זהו מרכז מדעי לאומי שיכלול אנשי מקצוע בתחום הסייסמולוגיה, הגאולוגיה והים, שהם בעלי ידע וניסיון בהבנה ובניתוח תופעת הצונאמי ומאפייניה, ובקיאם בתהליך מתן התרעה על צונאמי. המרכז

"מים אדירים"<sup>[2]</sup>. בהתאם לכך, הקים המנהל למדעי האדמה והים (כיום איחוד של המכון הגיאולוגי ואגף סייסמולוגיה מהמכון הגיאופיזי לישראל) ועדה מדעית, שהתמקדה בהערכת הסכנה וגיבוש מדיניות ועקרונות התרעה על צונאמי בישראל. הוועדה הורכבה מנציגים של גופי המחקר המדעיים והאקדמיה, בשילוב נציגי הגופים האופרטיביים האחראים על גיבוש התורה ומתן המענה בשעת חירום, וזאת כדי לכסות את כל ההיבטים הנדרשים לטיפול באירוע, מקצה לקצה.

ב. שלב הראשון דנה הוועדה בהערכת הסכנה מצונאמי בישראל בזמן ובמרחב: עד כה אותרו, על בסיס דיווחים היסטוריים, כ-20 אירועים שפגעו בחוף המזרחי של הים התיכון, מהם כ-10 בישראל ב-2,000 השנים האחרונות. כמו כן נמצאו מספר צונאמיטים - עדויות גאולוגיות לצונאמי, ואף רישום מפלס הים בנמל יפו שתיעד את הצונאמי שנוצר מרעידת האדמה בים האגאי בשנת 1956 - אירוע שגרם נזק בים האגאי אך הגיע לארץ בעוצמה

**איור 1. רישום מפלס הים בנמל יפו בחאריכים 8-9 ביולי, 1956**

רעידת האדמה בעוצמה 7.5 התחוללה בים האגאי, יוון, בחאריך 9.7.1956 בשעה 06:11 לפי השעון המקומי. הצונאמי הגיע ליפו כשעתיים מאוחר יותר, ככל הנראה סביב 8:30. רגע הגעתו של הצונאמי ליפו לא נקלט (זהו האזור באיור בו חסר קטע מהרישום), משום שבאותו זמן הוחלף נייר הרישום במערכת. מפלס הים משקף את מהלך הגאות והשפל, ועליו מורכבות תנודות גלי הרוח הרגילות (גלים קצרים בצד שמאל) ותנודות גלי הצונאמי לאחר הגעתו ליפו (גלים ארוכים בצד ימין). גובה הגל המרבי נמדד בשעות הראשונות של האירוע והגיע ל-28 ס"מ. מעובד מהוך גולדשמיט וגלבוץ<sup>[1]</sup>.



### מקורות

- [1] גולדשמיט ו גולבוע מ. 1986. גאות ושפל בישראל. אופקים בגיאוגרפיה 15: 46-21.
- [2] ממשלת ישראל. 2012. החלטה מס' 4738 (רעד/20). הקמת מערכת התרעה קצרת מועד ארצית לרעידות אדמה וצונאמי (מערכת "תרועה" ומערכת "מים אדירים"). פורסמה ברשומות וקיבלה תוקף ביום 7 ביוני 2012. [www.pmo.gov.il/secretary/govdecisions/2012/pages/des4738.aspx](http://www.pmo.gov.il/secretary/govdecisions/2012/pages/des4738.aspx)
- [3] סלמון ע, רוזן ס"ד, גיטרמן י ואחרים. 2014. המלצה למדיניות, עקרונות התרעה ומסגרת להיערכות לצונאמי בישראל. הוועדה המדעית לגיבוש מדיניות ועקרונות להתרעה מוקדמת מצונאמי בישראל. ירושלים: המכון הגיאולוגי (דו"ח GSI/16/2014), חקר ימים ואגמים לישראל (דו"ח H36/2014), המכון הגיאופיסי לישראל (דו"ח GII 030/797/14). [www.tinyurl.com/GsiReport-Salamon-GSI-16-2014](http://www.tinyurl.com/GsiReport-Salamon-GSI-16-2014)
- [4] רשות החירום הלאומית (רח"ל), חטיבת תורה, הדרכה ותרגילים. 2015. תפיסה לאומית להיערכות ומענה מדינת ישראל לאירוע צונאמי (מעמד ארעי).
- [5] Ambraseys NN, Jackson JA, and Melville CP. 2002. Historical seismicity and tectonics: The case of the eastern Mediterranean and the Middle East. In: Lee WHK, Kanamori H, Jennings PC, and Kisslinger C (Eds). International handbook of earthquake and engineering seismology. Amsterdam: Academic Press.



שלט המתריע על אזור סיכון מצונאמי בחוף אשדוד  
| באדיבות רח"ל

יידרש לתפקד באופן עצמאי ולהתריע על צונאמי שעלול לסכן את חופי מדינת ישראל, ולעשות זאת ללא תלות במרכזי התרעה בין-לאומיים. עם זאת, "נחשול נצפה" יתאים ויסנכרן את עצמו לדרישות הסף, לשיטות העבודה, לנהלים ולתקנים, כמו גם לשפה המשותפת, הנהוגים במערכות ההתרעה הבין-לאומיות בעולם, לרבות אלה של מדינות הים התיכון השכנות לישראל. במקרה הצורך יעביר המרכז את המלצתו לצוות ההתרעה הלאומי "מגדלור".

ב. צוות "מגדלור": מרכז אופרטיבי לאומי שיחליט בזמן אמת, על בסיס ההמלצה של מרכז "נחשול נצפה", אם צריך להפיץ התרעה על צונאמי במדינת ישראל. אם יוחלט הדבר, "מגדלור" יעביר את החלטתו למרכזי ההפעלה האופרטיביים (למשל: פיקוד העורף, משטרת ישראל, מכבי האש, מגן דוד אדום, עיריות ומועצות מקומיות) הפועלים 24/7 בישראל. "מגדלור" הוא שיישא באחריות הלאומית להתרעה.

שני הגופים הללו ינהלו את תהליך ההתרעה "מקצה לקצה" בזמן אמת, החל בגילוי רעידת האדמה שעלולה לחולל צונאמי, אימות הצונאמי במערכת חיישנים מתאימה, עיבוד המידע, הערכת מצב, קבלת החלטה מושכלת על התרעה על צונאמי, והעברת המסר לגופים ולמוסדות הנדרשים – עד לאחרון האזרחים המאוימים.

המענה הראשוני להתרעה על צונאמי כרוך בפינוי מידע של האוכלוסייה שנמצאת באזור המועד להצפה ובפעולות חירום בתשתיות הלאומיות באותו האזור. עם זאת, תהליך ההתרעה כרוך באי-ודאות רבה, משום שבזמן אמת לא ניתן לקבוע בדיוק סביר אם אכן נוצר צונאמי ומהי חומרתו, ולכן ניתוח האירוע והערכת הסכנה מבוססים על מידע ראשוני בלבד. מצד אחד, הסכנות בהחלטה עלולה לגבות מחיר גבוה במקרה של צונאמי, ומאידך גיסא, התרעה שווא עלולה לשבש את שגרת החיים שלא לצורך, לגרום הפסדים כלכליים ואולי אף אבדן אמן במערכת ההתרעה. על כן, המליצה הוועדה לנקוט בגישה מדורגת, ובמקרה של ספק להוציא תחילה הוראת 'היכון', ורק כאשר יתברר שצונאמי אכן נוצר, לעלות לדרגת 'הפעיל'. הניסיון מלמד שלא ניתן לחזות מראש את כל מצבי הביניים האפשריים, ועל כן תמיד תידרש החלטה מושכלת של מרכז "נחשול נצפה" ושל צוות "מגדלור".

המסמך המלא שערכה הוועדה המדעית [3] מפרט את העקרונות שתוארו לעיל, ומציע דרכים להעלות את מודעות האוכלוסייה ולשפר את ביטחונה בעזרת חינוך ותרגול. מסמך זה שימש בסיס לגיבוש התפיסה הלאומית להיערכות ולמענה של מדינת ישראל לאירוע צונאמי [4].