



Planning Provisional Accommodation For Uprooted Communities תכנון דיור זמני עבור קהילות עקורות

אזור הדמדומים: מגורים זמניים לאחר רעידת אדמה

דו"ח סופי

ינואר 2021

מחברים ראשיים:

עינב לוי, בית הספר הישראלי לסיוע הומניטארי
משה ויינשטיין, מכון לב

ערן פייטלסון, האוניברסיטה העברית
אמוץ עגנון, האוניברסיטה העברית
ערן לדרמן, בצלאל
מייק טרנר, בצלאל
תומר שמי, בצלאל



האוניברסיטה העברית בירושלים
THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM
الجامعة العبرية في اورشليم القدس



בצלאל
אקדמיה
לאמנות ועיצוב
ירושלים



מבוא: רקע ומטרת העבודה

רעידת אדמה חזקה עלולה לגרום לנזקים רחבי היקף בישראל. תרחיש הייחוס אליו נערכת מדינת ישראל, שמבטא מעין ממוצע של רעידות אדמה חזקות, מעריך פגיעה בסדר גודל של 7,000 הרוגים, 8,600 פצועים קשה וכ- 170,000 עקורים. אך קיימים גם תרחישים עם היקף נפגעים רחב יותר. בערים רבות, ובהן ערים באזורים רגישים מבחינה סייסמית ובעיקר לאורך השבר הסורי-אפריקאי, יותר משליש מהמבנים בני שלוש קומות או יותר נבנו לפני 1980, שהיא השנה בה נכנסו התקנים לתוקף.¹ יתר על כן, ברוב הערים המצויות ברמות הסיכון הגבוהות ביותר ערכי הקרקע נמוכים ולכן המבנים לא חוזקו במסגרת תמ"א.² לאור זאת לאחר רעידה חזקה ישראל עלולה למצוא את עצמה עם אלפי יחידות דיור (יח"ד) שגם אם לא נהרסו לא יהיו ראויות למגורים בשל הפיכת המבנים למבנים מסוכנים. מהניסיון בעולם משך השיקום של ערים ושכונות שנהרסו עלול לקחת זמן הנמדד בחודשים מרובים ואף שנים לא מעטות.

לאור תמונת מצב זו יהיה צורך לשכן את העקורים, שמספרם עלול להגיע לעשרות ואולי אף למאות אלפים, במבנים זמניים. בעוד שבשלב המיידית לאחר רעידת האדמה ניתן לשכן את העקורים במבנים ציבוריים ובתי מלון, או שחלקם יעברו לקרובי משפחה, הרי בטווח הזמן עד לשיקום מגוריהם, שכאמור נמדד מחודשים ואף בשנים, יהיה צורך בהקמת מחנות של מגורים זמניים. מציאת מגורים זמניים למשקי הבית שנעקרים מביתם בגין רעידת אדמה זכה עד כה להתייחסות מצומצמת בספרות, גם בעולם.³ אי לכך האפשרות להתבסס על הניסיון בחו"ל מוגבל, ובחלק מהמקרים בעיקר מעיד על כשלים מהם רצוי להימנע.

תקופת הזמן שבה נדרש להקים מגורים זמניים מתחילה עם סיום האחרזועים (aftershocks) שבאים בעקבות הרעידה העיקרית. התקופה בה מתגוררים במגורים הזמניים מסתיימת עם שיקום המבנים שנפגעו או מציאת מענה דיור קבוע למשקי הבית שנעקרו ממגוריהם בעקבות הרעידה. תקופה זו, המכונה על ידנו "תקופת הדמדומים", היא התקופה המצויה במוקד המחקר. האתגר הראשון בהתמודדות עם סוגיית המגורים הזמניים הוא לזהות מתי מסתיימים האחרזועים ומתחילה התקופה בה ניתן להקים מגורים זמניים. אחרזועים אלו יכולים להמשך תקופת זמן ניכרת. על כן הפרק הראשון בעבודה זו בא לתת בידי מקבלי ההחלטות כלי שמאפשר הערכה באיזו מידה האחרזועים אכן שכנו. כמו כן, הפרק נותן תיעודף של אזורים לפי הסכנה של פגיעה עתידית של אחרזועים, מה שניתן לחישוב דינמי ככל שמגיעים נתונים סייסמולוגיים.

השלב השני של העבודה בא לזהות את המקומות בהם ניתן להקים מגורים זמניים. הצורך בזיהוי אתרים וקביעת הנחיות להקמתם הוכר על ידי משרד הבינוי והשיכון, ואף הוכן תדריך שבמסגרתו סומנו אתרים שונים.⁴ יחד עם זאת, מערך שימושי הקרקע הוא דינמי, ומקום הרעידה והמבנים שיפגעו אינו

¹ פייטלסון ע., מגב מ., סגל א., רזין ע., וריין-ספיר י., חבילות מדיניות לקידום חיזוק מבנים נגד רעידות אדמה תוך רגישות לתנאי המקום, דו"ח מסכם, 2020.

² Mualam N., Salinger E. and Goldberg S., Implementing Value capture in Israel: an examination of recent Tools and Policies for Urban renewal and earthquake Preparedness, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge MA, March 2020.

³ Kako M., Steenkamp M., Ryan B., Arbon P. and Takada Y., 2020, Best practice for evacuation centers accommodating vulnerable populations: a literature review, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 46, 101497

⁴ פייטלסון, שילה, יעקובסון – אדריכלים, אתרים לסיור זמני: מדריך למתכנן, ינואר 2016.

ידוע, ולכן לא ברור האם האתרים שזוהו יהיו רלבנטיים ביום הפקודה ובאיזו מידה הם תואמים את המתווה שיתממש - נקודה שהוכרה גם בעבודה שהכנה עבור משרד הבינוי והשיכון. אי לכך בעבודה זו הוכן אלגוריתם על בסיס מערכת מידע גיאוגרפית (ממ"ג) במטרה לאתר את האזורים המתאימים ביותר להקמת מגורים זמניים, כתלות באזור ממנו מפונים משקי בית ומוקד הרעידה. אלגוריתם זה בא לתת בידי מקבלי החלטות כלי העשוי לאפיין במהירות את האזורים המתאימים להקמת המגורים הזמניים בלי צורך לקבע מראש את האתרים. אלגוריתם זה והפרמטרים הכלולים בו מתוארים בפרק השני של העבודה.

לאחר איתור השטחים בהם ניתן לבנות מגורים זמניים יש צורך לזהות מהם המבנים אותם מתאים להקים באתרים אלו, וכיצד יש לתכנן את האתרים. על כן השלב השלישי בעבודה הוא זיהוי המבנים המתאימים למצבים שונים, וכן גיבוש הנחיות ראשוניות להקמת האתרים. בחלק זה של העבודה, המפורט בפרק השלישי, יש התייחסות לשורה ארוכה של פרמטרים המשפיעים על היכולת לקיים חיים ברמה סבירה על פני זמן, עד להקמת מגורי הקבע או שיקומם. האתרים עצמם נקבעים בהתחשב במערכות התחבורה, ואחת השאלות הנותרות בהקמת האתרים היא כיצד יש לספק להם את התשתיות הנדרשות, ובייחוד מערכות חשמל, מים וטיפול בשפכים. מאחר שלא ברור עד כמה מערכות-העל יעמדו על תילן וכמה זמן ייקח לשקם אותן מוצעות מספר הנחיות לבחינת והקמת מערכות אוטונומיות. אלו מצוינות בפרק הרביעי.

הקמת מגורים זמניים אינה רק שאלה טכנית של זיהוי אתרים המתאימים פיסית, הקמת מבנים והתאמת התשתיות. לאסון נרחב כרעידת אדמה ופניו אוכלוסיות בהיקפים גדולים יש היבטים חברתיים ונפשיים. בחלק החמישי של העבודה מוצגות ההשלכות של היבטים אלו לתכנון ולהקמת המגורים הזמניים, במטרה להתמודד עד כמה שאפשר עם ההיבטים הללו.

רכיבי העבודה כפי שתוארו עד כה ומפורטים בפרקים השונים משלימים זה את זה. הם רכיבים בהתמודדות עם סוגיית המגורים הזמניים בתקופת הדמדומים, שכאמור עלולה להתארך לכדי שנים. בכדי לבחון את המידה בה הם אכן נותנים מענה כולל נערכה סימולציה של רעידת אדמה שתפגע בטבריה. סימולציה זו מתוארת במסגרת הפרק השלישי. במסגרתה מוצגת ערכה, המבוססת על מערכת ממוחשבת, שבאה לתת בידי מקבלי החלטות את כלי העבודה הנדרשים בכדי לתת מענה לתכנון מהיר של מגורים זמניים למפונים מרעידות אדמה, או בגין פנדמיה, תוך התייחסות למגוון השיקולים הפיזיים, הסוציאליים, התרבותיים והנפשיים המשפיעים על קבלת החלטות טרם תכנון זה. ערכה זו תוכל, עם התאמות, לשמש אף לאסונות אחרים.

על אף שעבודה זו התמקדה בסוגיית המגורים הזמניים בעקבות רעידת אדמה, ואף שהסימולציה היא של תרחיש רעידת אדמה, התוצר עשוי כאמור לתת מענה גם למקרים של אסונות אחרים, ובכלל זאת פנדמיות, בהם נדרש פינוי של אוכלוסיה רבה למגורים זמניים לתקופות זמן ארוכות יחסית, תקופות זמן הנמדדות בחודשים ואף שנים. על כן כלי העבודה שפותחו במסגרת עבודה זו עשויים לשמש למגוון רחב יותר של מקרים. יחד עם זאת, העבודה המוצגת בדו"ח זה היא עבודה ראשונית. יש לא מעט נושאים שמחייבים עבודה נוספת, אלו מצויינים במהלך העבודה ויסוכמו בקצרה בסיימה.

1. זמן החזרה לשקט לאחר רעידת רצף אחרזועים (Aftershocks)

אמוץ עגנון, אסנת ברנע, יניב דרבסי

מרכז ניב לגיאואינפומטיקה, המכון פרדי ונדין הרמן למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים

1. הקדמה: אחרזועים (Aftershocks)

אחרזועים הם רעידות המופיעות אחרי כל רעידת אדמה, לאחר ששכנה רכבת הגלים שנפלטה במהלך הרעידה העיקרית (mainshock). אחרזוע מוגדר כזעזוע (shock) העומד בשלושה קריטריונים: (1) מוקדו בטווח של אורך הקרע (rupture) שעורר את הרעידה העיקרית. (2) חל בחלון הזמן שקודם לחזרה לקצב הפעילות הסייסמית שקדמה לרעידה העיקרית (פעילות הרקע). (3) בעל מגניטודה הקטנה ביחידה אחת לפחות מהרעידה העיקרית (Utsu, 1971).

אחרזועים עשויים לזעזע במשך שבועות, חודשים ואפילו שנים. באופן כללי, ככל שהרעידה העיקרית בעלת מגניטודה גבוהה יותר, כך מספר האחרזועים, גודלם (מגניטודה) והתמשכות התופעה גבוהים יותר. במקרה של רעידה עוקבת בעלת מגניטודה גבוהה מקודמתה, הרעידה הראשונה תוגדר כרעידה מקדימה (foreshock) והרעידה העוקבת תירש את מעמדה כרעידה העיקרית. המאפיינים של רצף אחרזועים, כולל התפלגותם במרחב ובזמן, נקבעים לפי מאפייני הזעזוע העיקריים ועל פי משטר המאמצים בסביבה (Kisslinger, 1996).

1.1. חוק גוטנברג-ריכטר (Gutenberg and Richter, 1944)

רצף אחרזועים מקיים לרוב את יחס גוטנברג-ריכטר (1944), העומד על הקשר בין המגניטודה למספר רעידות האדמה באיזור גיאוגרפי ופרק זמן מסוים. חוק אמפירי זה מוגדר כך שמספר הרעידות (N) במגניטודה השווה או גדולה מ- m , בחלון זמן ואזור גיאוגרפי מסויימים, מקורב לפי היחס:

$$\log N(m) = a - bm, M_{max} \geq m \geq M_c \quad 1.$$

כאשר a ו- b קבועים. גבול החיתוך התחתון, M_c , מיוחס למגניטודה המינימלית שתלקח בחשבון (magnitude of completeness) ו- M_{max} , המגניטודה המקסימלית באזור.

בקטלוגים המכילים נתוני רעידות רבות, ערך b בדרך כלל קרוב מאוד ל-1. Frohlich and Davis (1993) דיווחו על תנודות של עד 30% עבור b כתלות בקטלוג, שיטת הערכה, וטווח המגניטודה. Wiemer and Wyss (2002) חישבו שונות גבוהה במובהק- 0.4 עד 2.0 עבור b .

1.2 חוק אומורי

חוק אומורי מקשר בין הדעיכה בקצב האחרזועים לזמן שעבר מאז הרעידה העיקרית. בניגוד לרעידות עיקריות, קצב האחרזועים מנובא בצורה טובה לפי חוקים אמפיריים. גירסה ראשונה של החוק, מתחילת ימי הסייסמומטריה, קובעת שהזמן הממוצע בין אחרזועים יחסי למשך הזמן אחרי סיום הרעידה העיקרית (בתוספת פרק זמן קצר) (Omori, 1894):

$$n(t) = K(t + c)^{-1} \quad 2.$$

כאשר n מספר האירועים, t זמן מאז הרעידה העיקרית, K ו- c , קבועים התואמים רצף אחרזועים מסויים. מחקרים בעשורים האחרונים שיפרו את הנוסחה לחוק מעריכי (Utsu, 1961):

$$n(t) = K(t + c)^{-p} \quad 3.$$

כאשר p קבוע נטול מימדים (וקרוב ליחידה). קשרים אלו מתארים רק את ההתנהגות הסטטיסטית של אחרזועים; הזמנים האמיתיים, המגניטודות והמיקומים בפועל סטוכסטיים. כחוק אמפירי, ערכי המקדמים מתקבלים על ידי התאמה לנתונים לאחר רעידה עיקרית.

חוק אומורי המעודכן שימש בהצלחה למידול דעיכת אחרזועים בכל העולם (Utsu and Ogata, 1995). עם זאת, מיעוט רעידות אדמה אינו תואם את הקשר של אומורי, במיוחד לנחילי רעידות אדמה (Utsu, 1971) (earthquake swarms).

1.3 פיזור אחרזועים במרחב לפי מודל שינוי מאמצים של קולומב

רעידות אדמה משתחררות מקרעים דינמיים בקרום כדור הארץ. תורת הכשל של סלעים ניתנת לפישוט לפי מעטפת הכשל של Coulomb: הקרום נקרע כאשר כוח גזירה גוברים על כוח החיכוך על גבי מישורי העתקה. התנגדות הסלע לגזירה נתונה על ידי (e.g., Jaeger and Cook, 1979)

$$\sigma_c = \tau - \mu(\sigma_n - p) \quad 4.$$

כאשר τ הוא מאמץ הגזירה על המישור שמועתק, μ – המאמץ הנורמלי, p – לחץ מי הנקבובים, μ – מקדם החיכוך. מהמשוואה עולה כי הקרום נקרע כאשר מאמצי הגזירה גדלים או כאשר המאמץ הנורמלי האפקטיבי ($p - \sigma_n$) דועך. ערכו של המאמץ על גבי העתק אינו ידוע, אולם שינוי המאמצים ניתן לחישוב (e.g., Freed, 2005). מודל המאמצים הסטטי לפי קולומב ושינוי המאמצים מאפשר תחזית של אזורי פיזור האחרזועים בעקבות רעידת אדמה חזקה (למשל Baer et al., 2008). מודל שינוי המאמצים לפי קולומב:

$$\sigma_c = \tau - \mu(\sigma_n - p) \quad 5.$$

מודל שינוי המאמצים מציג כי רעידת אדמה חזקה יכול לזרז או לעכב את הזמן עד להתרחשות רעידות נוספות (King et al., 1994). שינוי מאמצים חיובי מציג אזורים בהם ישנה הסתברות גבוהה לאחרזועים, בעוד ערכים שליליים מייצגים אזורים שבהם ההסתברות נמוכה (e.g., Harris, 1998). תבנית דומה לאזורי ריכוז אחרזועים מתקבלת גם בקצב הפעילות: קצב הרעידות גבוה באזורי שינוי מאמץ חיוביים ונמוך באזורי מאמץ שליליים (e.g., Reasenber and Simpson, 1992).

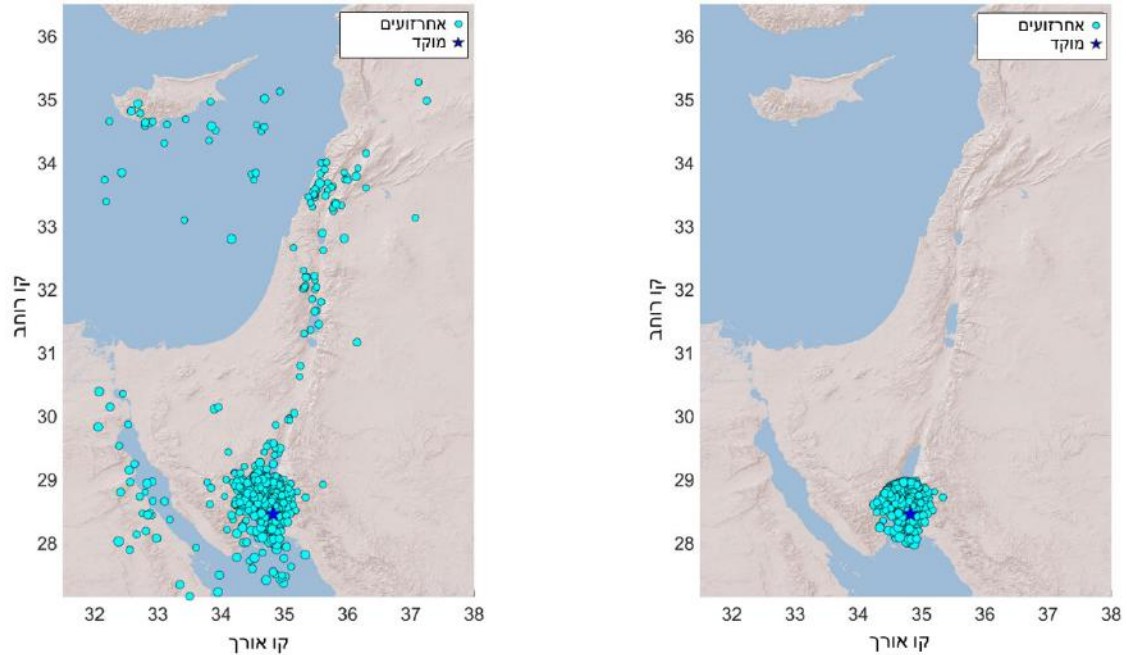
2. תוצאות: ניבוי אחרזועים בזמן ובמרחב

2.1 תוצאות ניבוי בזמן

על בסיס משוואת אומורי המעודכנת (משוואה 3) פיתחנו קוד שמטרתו לחזות בזמן אמת את זמני דעיכת קצב האחרזועים חזרה לקצב הפעילות הסיימי הנורמלי. הקוד מבוסס על נתוני קטלוג רעידות האדמה של המכון הגיאופיזי לישראל הזמינים במרשתת. הקוד שפיתחנו מציג תחילה מפה של אזור הרעידה

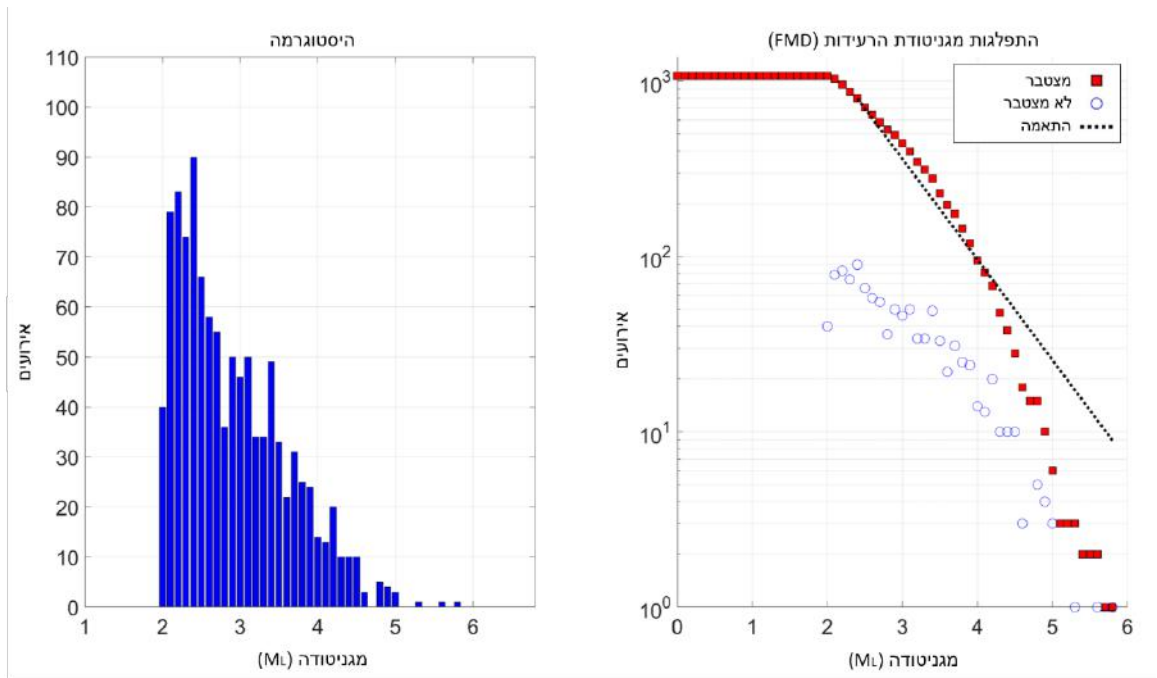
העיקרית וכלל האחרזועים שנבחרו בחלון הזמן (איור 1 משמאל). בהמשך, האחרזועים סוננו לפי מרחקם מהרעידה העיקרית (איור 1 מימין), לפי משוואתם של Wells & Coppersmith (1994):

$$M = 4.07 + 0.98 \log(\text{rupture area}[\text{km}^2]) \quad .6$$



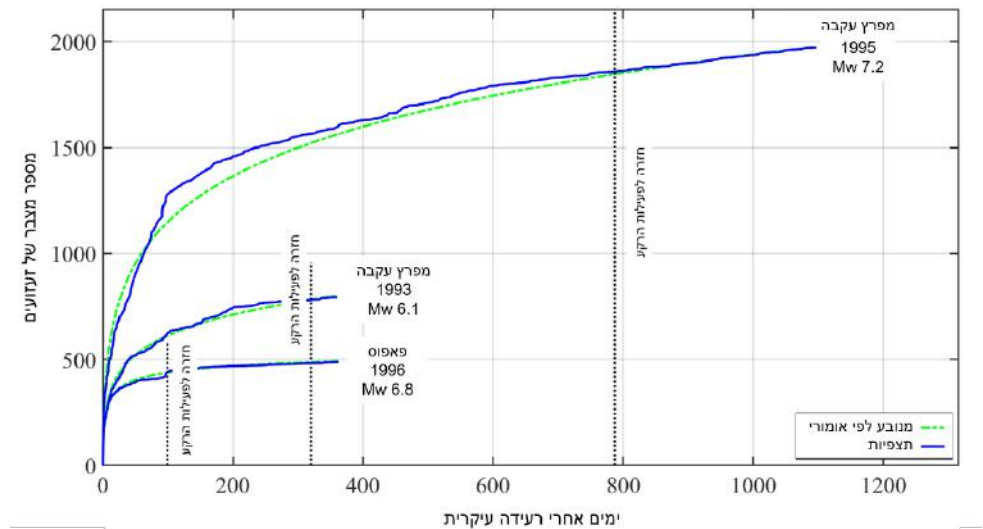
איור 1: מפת מיקום. משמאל כלל הרעידות מהקובץ שהורד מאתר המכון הגיאופיזי הישראלי (gii.co.il) לפי חלון הזמן שהוגדר בעת הורדת הקובץ. מימין, רעידות האדמה מסוננות על פי משוואתם של Wells & Coppersmith (1994). (נתונים מהרעידה בעקבה 1993 (Mw 6.1)).

הצעד הראשון להגדרת מקדמי משוואת אומורי הוא קביעת M_c . הגדרנו ערך זה על ידי העקמומיות המרבית של התפלגות האחרזועים בחלון הזמן הנבחר (איור 2).



איור 2: חישוב M_C . משמאל היסטוגרמה של כלל הרעידות שנבחרו. מימין, התפלגות המגניטודה של הרעידות (distribution - FMD frequency magnitude) של הנתונים בנפרד ובמצטבר. בדוגמה זו, M_C חושב ל-2.4. (נתונים מהרעידה בעקבה 1993 (M_w 6.1)).

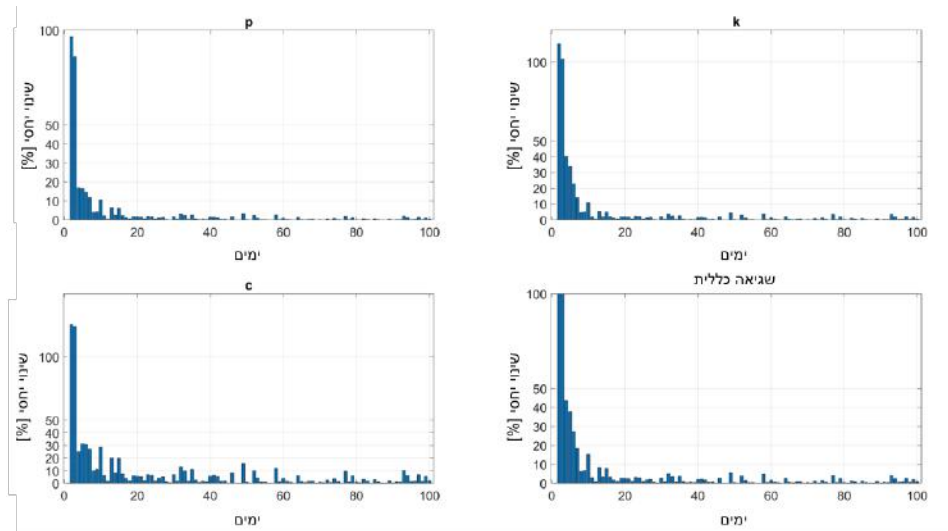
לאחר הגדרת M_C , הקבועים של משוואת אומורי חושבו לפי אומדן שיטת הסבירות המרבית (MLE – maximum likelihood estimation). התחזית מוצגת לפי האירועים המצטברים בהשוואה לתצפיות (איור 3).



איור 3: מספר האחרזועים היומי ותלותו במספר הימים מאז הרעידה העיקרית עבור שלוש רעידות גדולות שפקדו את אזרנו בשנות ה-90. כחול – מדידות, ירוק – חישוב, בשחור מקווקו צפי לחזרה לכמות אירועים המתאימה לרעש הרקע.

בכדי לבחון את ההלימות של משוואת אומורי העדכנית והקוד שפיתחנו, חקרנו שלוש רעידות גדולות: עקבה 1993 (Mw 6.1), עקבה 1995 (Mw 7.2) וקפריסין 1996 (Mw 6.8). בדקנו את שלושת המקדמים בכל יום עד 100 ימים לאחר הרעידה העיקרית (איור 4). חישבנו את שגיאת השונות לפי:

$$Error = \sqrt{error(p)^2 + error(c)^2 + error(k)^2} \quad .7$$



איור 4: השגיאה היחסית של כל פרמטר במשוואת אומורי. כל עמודה מייצגת את השגיאה היחסית מהיום שעבר. (נתונים מהרעידה בעקבה 1993 (Mw 6.1)).

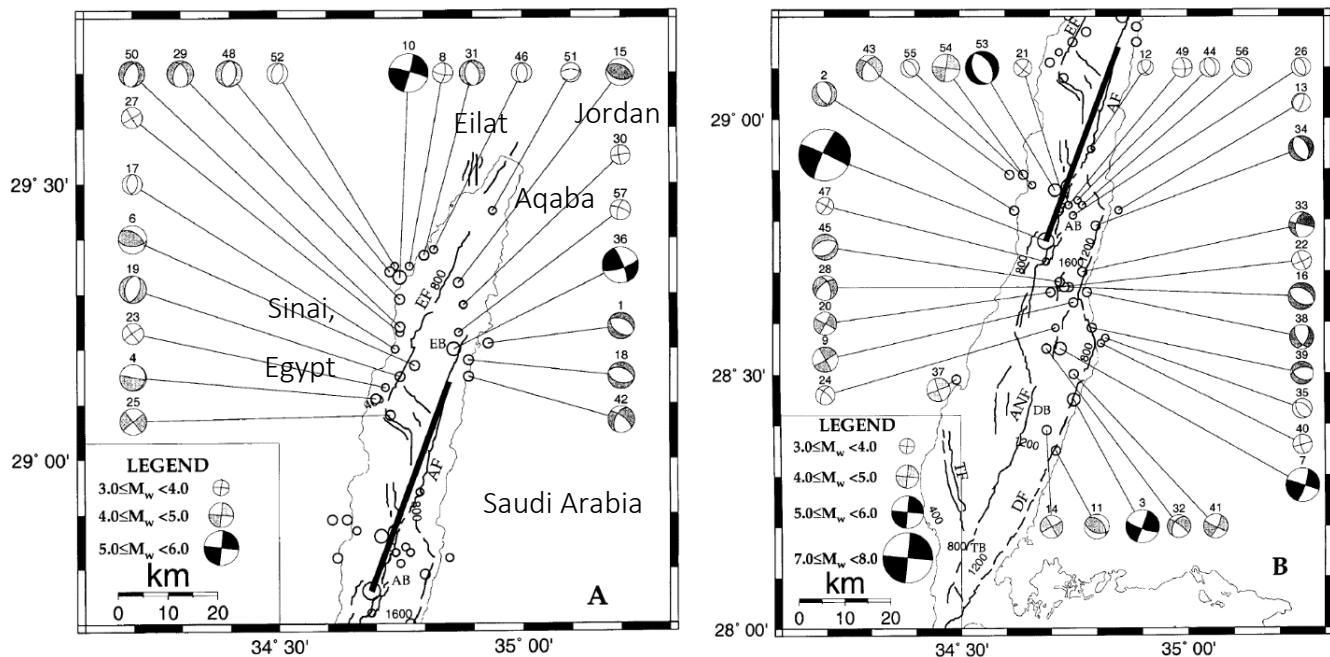
2.2 תוצאות ניבוי במרחב

חישבנו פיזור של אחרזועים במרחב בעקבות רעידת אדמה בינונית עד חזקה, שיכולה לקרוע מספר קילומטרים בקרום כדור הארץ. רעידות האחרזועים יכולות לסכן חיי אדם, בעיקר בעקבות קריסת בניינים על תושביהם, לאחר הנזק הראשוני מרעידת האדמה המרכזית. בנוסף לנזקים פיזיים, יתכנו גם היבטים פסיכולוגיים לאחר הרעידה המרכזית: אחרזועים חזקים או רדודים יכולים לעורר פאניקה. מודל סטנדרטי המציג אזורים שבהם היתכנות גבוהה לאחרזועים ואזורים שבהם היתכנות קטנה, יכולים לשמש כהמלצה לאזורי פינוי לקהילות שנעקרו מבתיהם בעקבות הרעידה המרכזית. המודל מתבסס על שינוי אלסטי סטטי במאמצי הקרום בעקבות הרעידה המרכזית. במחקר זה בדקנו רעידות בשלושה אתרים: צפון מפרץ אילת, הכרמל (העתק כרמל-גלבוע) ובאזור הכנרת.

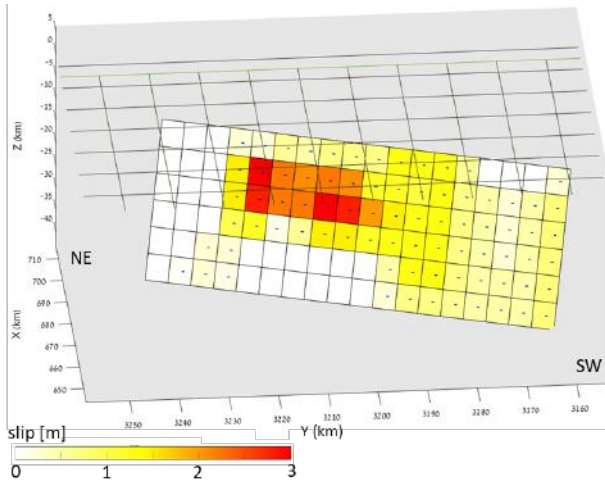
מקרה בוחן 1 – צפון מפרץ אילת

בתאריך ה-22 לנובמבר 1995, רעידה במגניטודה 7.2 הוקלטה במפרץ אילת (לדוגמא, Hofstetter et al., 2003; Shamir et al., 2003). רעידה זו [איור 5] לוותה בתשעה אחרזועים משמעותיים (<4.6Mw) באזור המפרץ (Hofstetter et al., 2003). הוצעו מספר נסיונות למדל את פיזור האחרזועים לאחר הרעידה המרכזית. לדוגמא, Hamiel et al. (2018) הציגו פתרון של שינוי מאמצי קולומב, המתבסס על מודל ההסטה על גבי ההעתק של Baer et al. (2008). לפי ממצאיהם [איור 6], ההסתברות הגבוהה לאחרזועים הינה מצפון מערב להעתק. מאוחר יותר Kukuliev (2011) הציגה

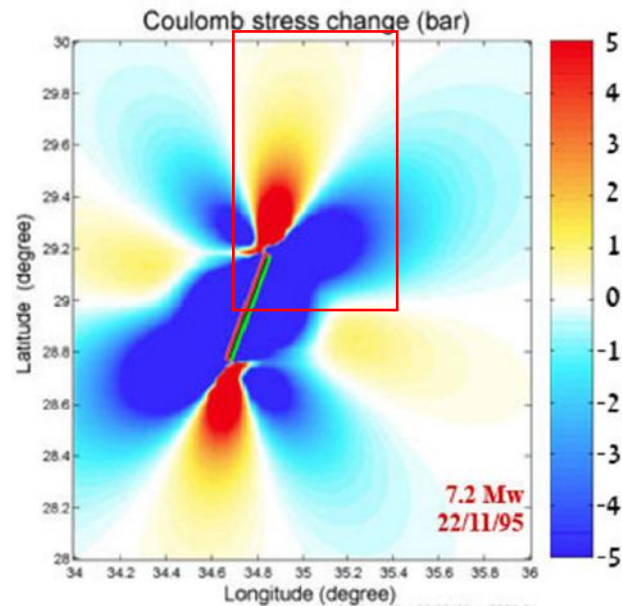
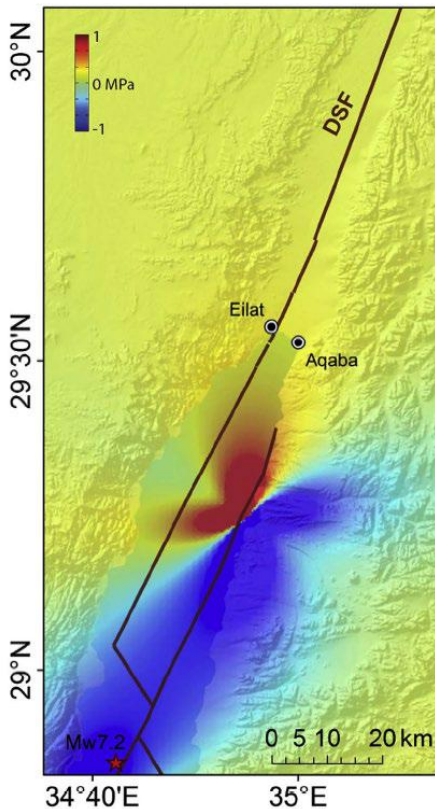
פתרון לשינוי המאמצים במודל קולומב וכן במודל מורכב יותר, כשחילקה את תת הקרקע לשלוש יחידות. במחקרה השתמשה גם היא במודל ההסטה של Baer ושות' (2008). ממצאיה עולה כי 6 מתוך 9 האחרזועים החזקים ביותר ממוקמים באזורי שינוי מאמץ חיובי במודל קולומב, אולם המודל המורכב יותר של תת הקרקע ההטרוגני, הציג התאמה טובה יותר. הפתרון שמציגים Hamiel ושות' (2018) שונה מעומק זה של Kukuliev (2011) [איור 7], Hamiel ושות' (2018) מציגים את המודל בעומק שלושה ק"מ ואילו האחרונה מציגה פתרון בעומק 7.2 ק"מ. אנחנו טוענים כי ניתן לשפר את שני המודלים: Hamiel ושות' (2018) לא התייחסו למערכת ההעתקים המלאה המוכרת כיום בצפון מפרץ אילת. לפי המודל שהציגו, ההעתק שעליו חלה הרעידה מסתיים בצפון המפרץ [איור 7], והעתק מערבי ממשיך צפונה ומתחבר להעתק עברונה היבשתי (טרנספורם ים המלח). מאידך, בעבודתה של Kukuliev (2011) אין כל התייחסות להעתקים שסביב ההעתק שעל גביו חלה הרעידה, ולכך חשיבות מרכזית בפיזור המאמצים במרחב. לפיכך, בפרויקט זה, אנו מציגים את שינוי המאמצים לפי קולומב, בהתחשבות במערכות ההעתקה המוכרות כיום. על פי מחקרם של Ehrhardt et al. (2005), שעבדו על קווים סייסמיים במפרץ, ההעתק שעליו חלה הרעידה מתעקל מערבה בחלקו הצפוני של המפרץ ומתחבר להעתק עברונה (טרנספורם ים המלח) [איור 8]. באזור ההתעקלות, ההעתק מתפצל ולו ענף מזרחי, העתק עקבה, שממשיך צפונה סמוך לגבול המזרחי של המפרץ (לדוגמא, Ehrhardt et al., 2005; Medvedev, 2013). העתק טרנספורם ים המלח זוהה בצפון מערב המפרץ גם על ידי Makovsky ושות' (2008) במדף הצפוני, קורע שונות אלמוגים. מאוחר יותר ההעתק מופה בשיטות סייסמיות על ידי Hartman ושות' (2014, 2015). מצפון למפרץ, הטרנספורם מופה באזור המלונות (Garfunkel, 1981) ובחפירות ובהדמיות תת קרקע (Frieslander, 2000; Kanari et al., 2013; Medvedev, 2013). העתק עקבה גם הוא מופה במדף הצפוני (Hartman et al., 2014, 2015) ומצפון למפרץ, מתעקל לכיוון צפון מזרח (Niemi and Smith, 1999; Slater and Niemi, 2003). העתק דומיננטי נוסף שהוספנו למודל הינו העתק אילת, בגבול המערבי של המפרץ (לדוגמא, Shaked et al., 2004) [איור 8]. היות והמטרה המרכזית של המחקר הינה לזהות אזורי הסתברות גבוהה לאחרזועים המסכנים התיישבותיות גדולות, מדרום להעתק שעליו חלה הרעידה, לא נלקחו בחשבון העתקים שסביב.



איור 5: פתרון מוקד לרצף האחרזועים בעקבות הרעידה במגניטודה 7.2 ב-1995 בנואיבה, מפרץ אילת. הקו השחור העבה מייצג את ההעתק שעליו חלה הרעידה. A – אחרזועים בצפון מפרץ אילת, B – אחרזועים במרכז מפרץ אילת. (Hofstetter et al., 2003).

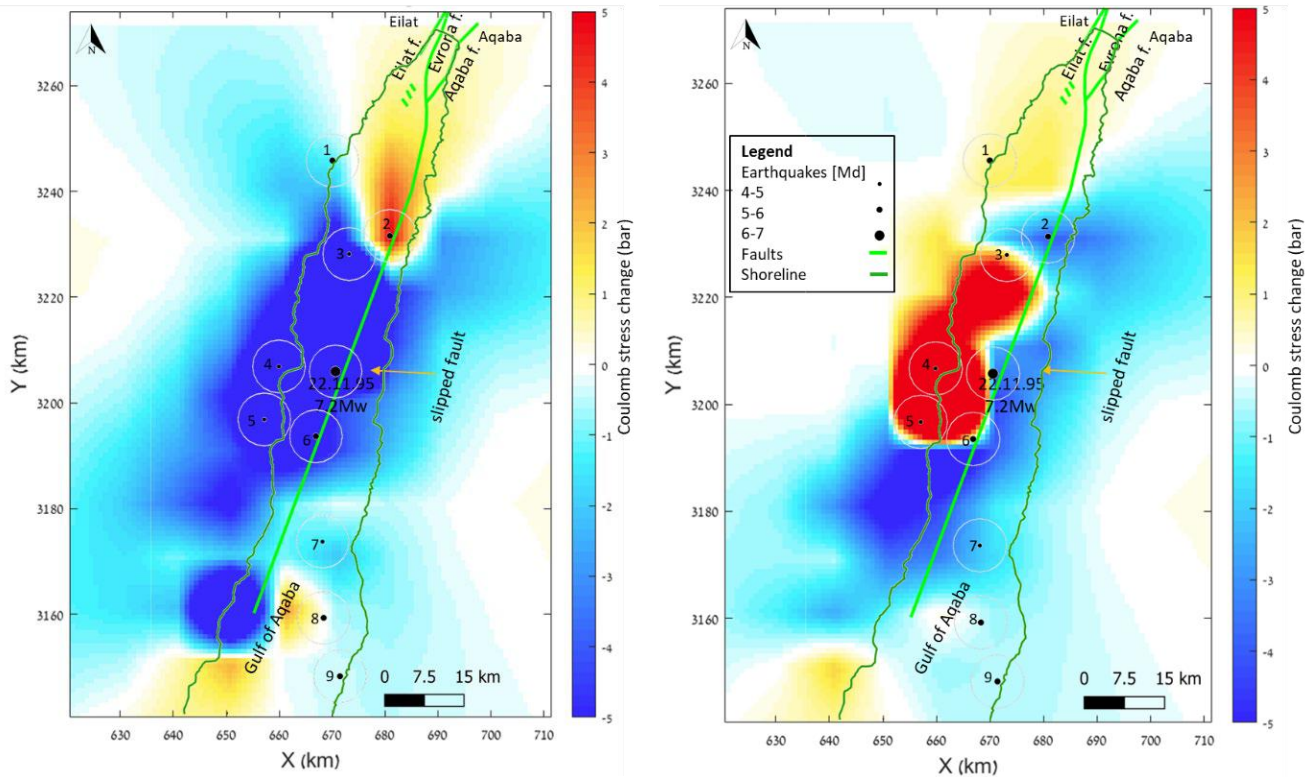


איור 6: פיזור ההעתקה על פני הקרע מרעידת הסטרייק-סליפ מתאריך 22.11.1995 בנואיבה במגניטודה 7.2 (בעקבות Baer et al., 2008). מישור ההעתק מחולק לתאים בגודל 5*5 קמ"ר.



איור 7: מודל שינוי המאמצים לפי קולומב עבור הרעידה ב-1995 בנואיבה. מודל ההעתקה על גבי הקרע לפי Baer ושות' מוצג באיור 2. שמאל – פתרון של Hamiel ושות'. בעומק 3 ק"מ. ימין – פתרון של Kukuliev בעומק 7.2 ק"מ. המלבן האדום מציג קירוב למיקומו של האיור השמאלי.

שינוי המאמצים לפי קולומב מהרעידה ב-1995 מוצגים בעומק 7.2 ו-21.6 ק"מ באיור 8 (בהתאם לעומקים שמציגה Kukuliev, 2011). מודל ההעתקה על גבי הקרע נלקח לפי Baer ושות' [איור 9]. שינוי מאמץ חיובי בעומק של 7.2 ק"מ [איור 8] זוהה מצפון ומדרום להעתק, בצפון המפרץ, ובאזור הערים אילת ועקבה הגובלות במפרץ. שני אחרזועים, מספר 2 ו-8 (מתוך תשעת האחרזועים החזקים ביותר) ממוקמים באזור שבו ההסתברות לאחרזועים גבוהה על פי המודל. הפתרון בעומק 21.6 ק"מ מציג אזורים המיועדים לרעידות עמוקות יותר. האחרזועים צפויים מדרום להעתק, בצפון המפרץ וגם ממערב להעתק שעליו חלה הרעידה. מתוך תשעת האחרזועים החזקים, חמישה (מספר 1, 3, 4, 5 ו-6) ממוקמים באזורי מאמץ חיובי. לפיכך, שתי רעידות, מספר 7 ו-9, לא מתאימים למודל (בשילוב הפתרונות מעומק 7.2 ו-21.6 ק"מ עומק). אף על פי כן, שתי רעידות אלו מצויות בדרום אזור המחקר, היכן שההעתקים סביב ההעתק שעליו חלה הרעידה, לא נלקחו בחשבון ולכן, הממצאים שם חלקיים.

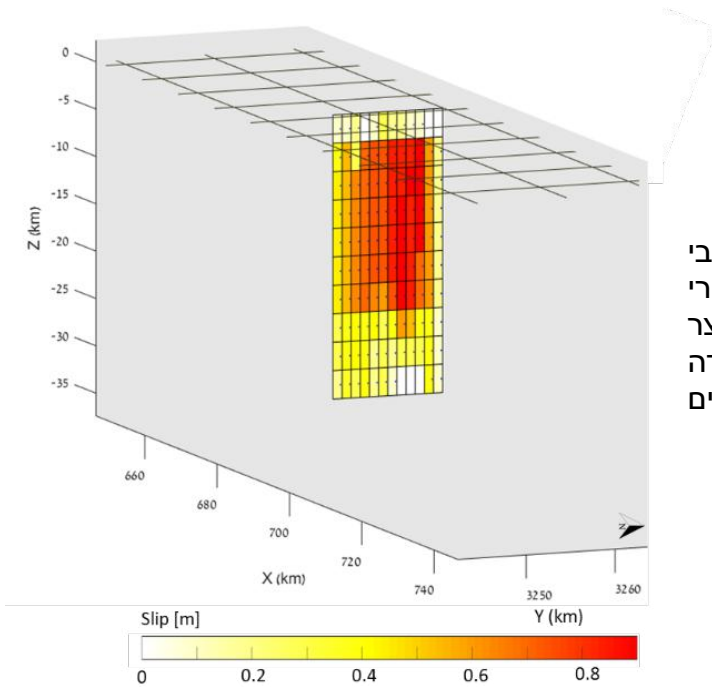


איור 8: מודל המאמצים של קולומב למחקר זה מהרעידה בנואיבה ב-1995. תשעה האחרזועים החזקים ביותר (ממוספרים 1-9) מוצגים (טבלה 1) לפי Hofstetter et al. (1993). שגיאת מיקום של 5 ק"מ במעגלים אפורים סביב הרעידות. שמאל - פתרון בעומק 7.2 ק"מ. ימין - פתרון בעומק 21.6 ק"מ. שתי רעידות, מספר 7 ו-9 לא ממוקמות באזורי סיכון לרעידות אדמה בחיבור התוצאות משני העומקים.

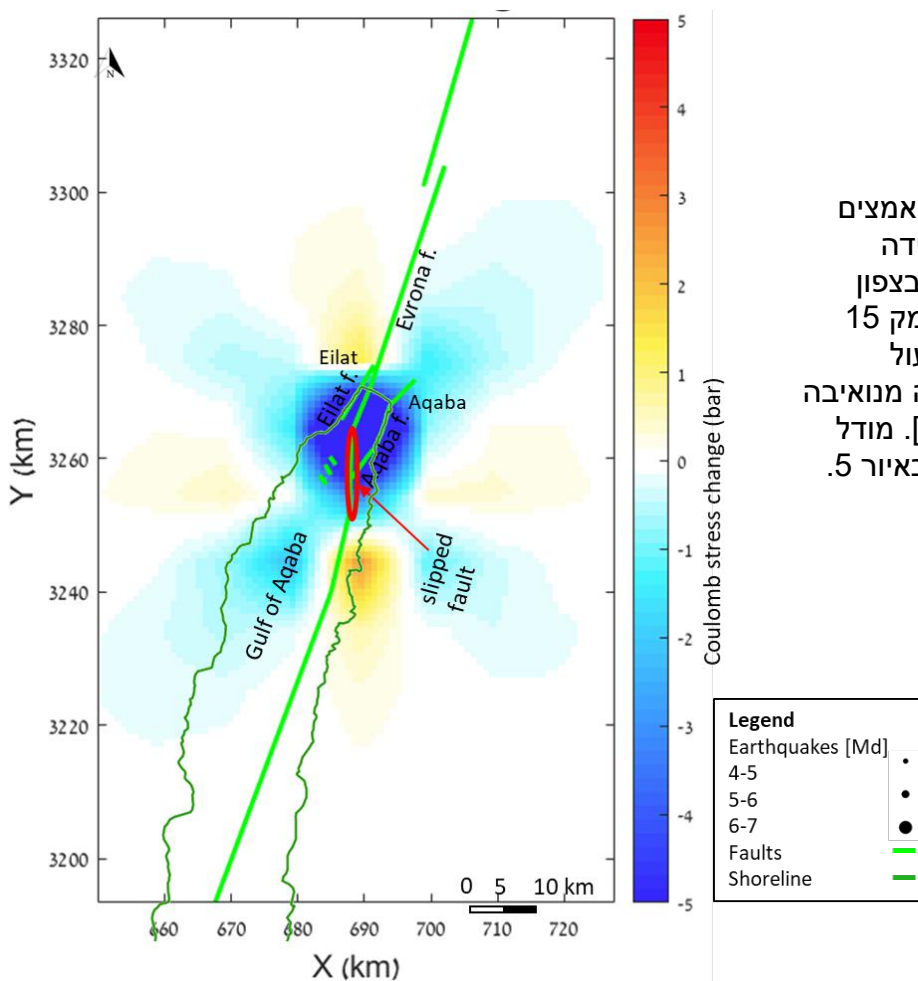
No.	Date	Latitude	Longitude	Depth km	Strike		Dip		Slip		M0	Mw
9	953261247	28.45	34.75	9	20	110	89	78	-12	-179	5.00E+23	5.1
3	953262002	29.17	34.78	2	89	305	49	47	64	117	9.02E+22	4.6
8	953262216	28.55	34.72	9	288	18	88	78	168	2	6.98E+23	5.2
1	953271807	29.33	34.75	24	15	284	86	83	7	176	2.66E+24	5.6
7	953281643	28.67	34.74	24	121	295	45	45	-86	-94	1.26E+23	4.7
2	953450132	29.2	34.86	24	339	72	79	74	164	12	6.79E+23	5.2
5	953600619	28.89	34.61	12	313	207	69	54	-141	-27	7.22E+22	4.5
6	960520459	28.86	34.71	18	328	159	48	42	-97	-82	6.25E+23	5.2
4	960570717	28.98	34.64	9	188	98	90	89	1	180	2.05E+23	4.8

טבלה 1: מאפייני תשעת האחרזועים הגדולים שליוו את הרעידה בנואיבה מ-1995 (Hofstetter et al., 2003). עמודת התאריך בנויה (משמאל לימין) משנה, יום יוליאני, שעה ודקה. Mw – מומנט המגניטודה, M0 – המומנט הסייסמי.

היות ובצפון המפרץ סיכוי גבוה לאחרזועים על פי תוצאות מחקר זה וכן על פי ממצאיהם של Kukuliev (2011) ו-Hamiel et al. (2018), בנינו מודל שינוי מאמצים נוסף לתרחיש לרעידת אדמה אפשרית. לפי Hartman et al., (2014, 2015) ההעתק בצפון המפרץ אנכי. לפיכך, חישבנו את שינוי המאמצים מרעידת אדמה על העתק אנכי מסוג סטרייק-סליפ שמאלי, שלו הסטה בכיוון הסטרייק של ההעתק. על פי יחס אורך העתק – מגניטודה – כמות הסטה, על פי Wells and Coppersmith (1994), אנו צופים לרעידה במגניטודה 6.5, לקרע שאורכו כ-12 ק"מ והעתקה מקסימאלית של 0.9 מטרים. מישור הקרע חולק לרשת של 3*1 קמ"ר [איור 9] ופילוג ההעתקה דומה לזה של Baer מהרעידה ב-1995. התוצאות מוצגות בעומק של 15 ק"מ [איור 10]. פיזור המאמצים בעומקים אחרים דומה לזה של העומק המוצג. לפי התוצאות, העיר אילת בסכנה לאחרזועים בעקבות רעידה זו. יתר האזורים שלהם הסתברות גבוהה לאחרזועים בלתי מיושבים.



איור 9: מודל ההעתקה על גבי קרע סטרייק-סליפ אפשרי בצפון מפרץ אילת אשר יוצר רעידה אפשרית במגניטודה 6.5. ההעתק מחולק לתאים בגודל 3*1 קמ"ר.

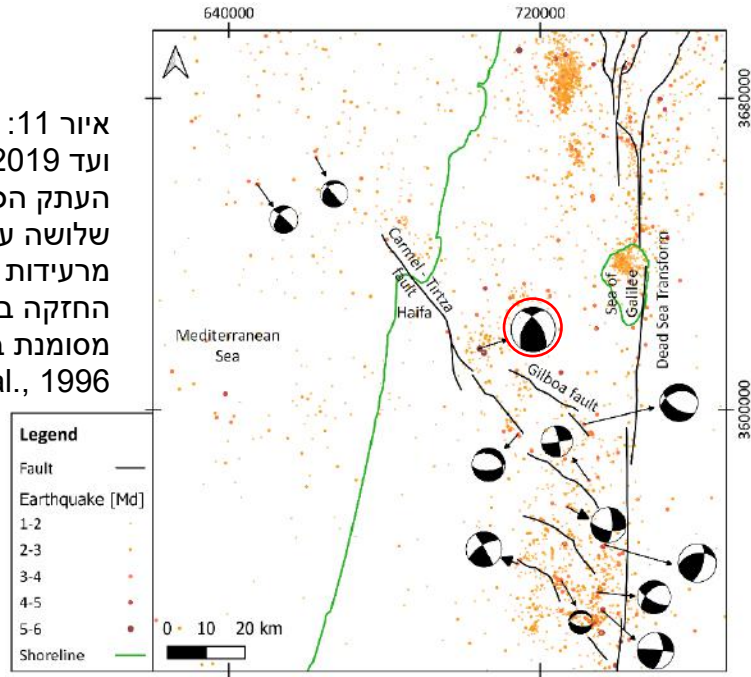


איור 10: שינוי מאמצים לפי קולומב לרעידה במגניטודה 6.5 בצפון מפרץ אילת בעומק 15 ק"מ שיכולה לפעול בעקבות הרעידה מנואיבה ב-1995 [איור 4]. מודל ההעתקה מוצג באיור 5.

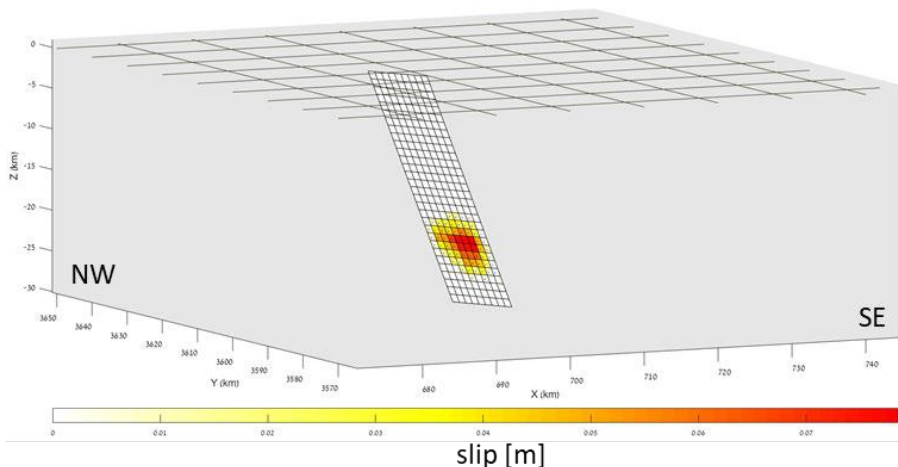
מקרה בוחן 2 – אזור הכרמל, העתק כרמל-גלבוע

העתק כרמל-גלבוע הינו ענף המתפצל מטרנספורם ים המלח מצפון לים המלח ומדרום לכנרת [איור 11]. ההעתק, שאורכו 27 ק"מ, חודר לתוך הים התיכון. ההעתק פעיל, מתאפיין בהסטת סטרייק-סליפ שמאלית וקצב הסטה >1 מ"מ לשנה (Even-Tzur and Reinking, 2012; Sadeh et al., 2019).

איור 11: רעידות אדמה מ-1900 ועד 2019 (www.gii.co.il) באזור העתק הכרמל-גלבוע. מוצגים שלושה עשר פתרונות מוקד מרעידות בשנים 1984-1994, החזקה ביותר במגניטודה 5.2 מסומנת במעגל אדום (לאחר Hofstetter et al., 1996).

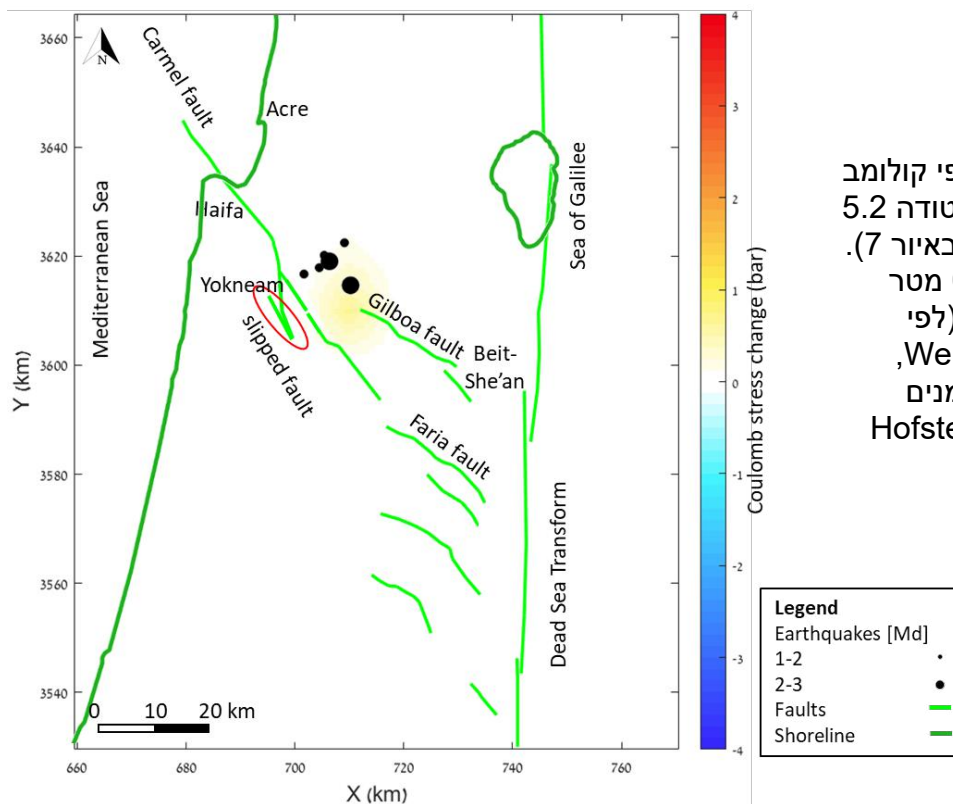


Hofstetter et al. (1996) חקרו רעידות מהאזור משנים 1984 ועד 1994 וחישובו פתרון מוקד של מספר רעידות [איור 11]. הם מצאו כי חלק מהרעידות מסוג סטרייק-סליפ, חלק נורמליות ואחרות הפוכות. הרעידה החזקה ביותר שהוקלטה במגניטודה 5.2 מה-24 לאוגוסט 1984, מעומק של 21 ק"מ היא הפוכה. ניצלנו את פיזור האחרזועים של רעידה זו בכדי לוודא שאכן מודל שינוי המאמצים של קולומב מתאים לאזור זה. ההעתקים הפעילים שנכללו למודל נלקחו מתוך Fleischer (2003) ו-Sharon et al. (2020). ההעתקה על הקרע דועכת לשוליים כצפוי [איור 12].



איור 12: מודל ההעתקה על גבי העתק הפוך מרעידה במגניטודה 5.2 בעומק 21 ק"מ מתאריך 28.4.1984 באזור העתק הכרמל. הרעידה מסומנת במעגל אדום באיור 11. ההעתק מחולק לתאים בגודל 1×1 קמ"ר.

עבור הרעידה במגניטודה 5.2, מקסימום ההעתקה 0.05 מטרים [איור 12], ואורך העתק מוסט כ-6 ק"מ (לפי Wells and Coppersmith, 1994). לפי המודל שינוי המאמצים החיובי תואם למיקומם של האחרזועים [איור 13].

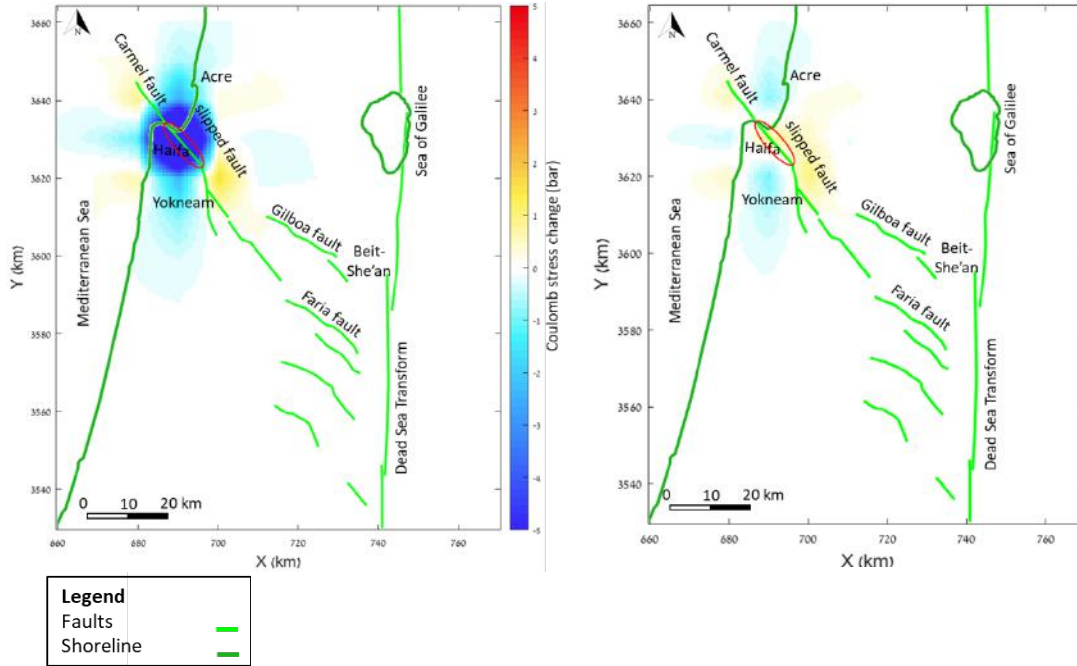


איור 13: שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה ב-1984 במגניטודה 5.2 (מסומנת במעגל אדום באיור 7). מקסימום העתקה 0.05 מטר להעתק שאורכו 6 ק"מ (לפי Wells and Coppersmith, 1994). אחרזועים מסומנים (et al., 1996).

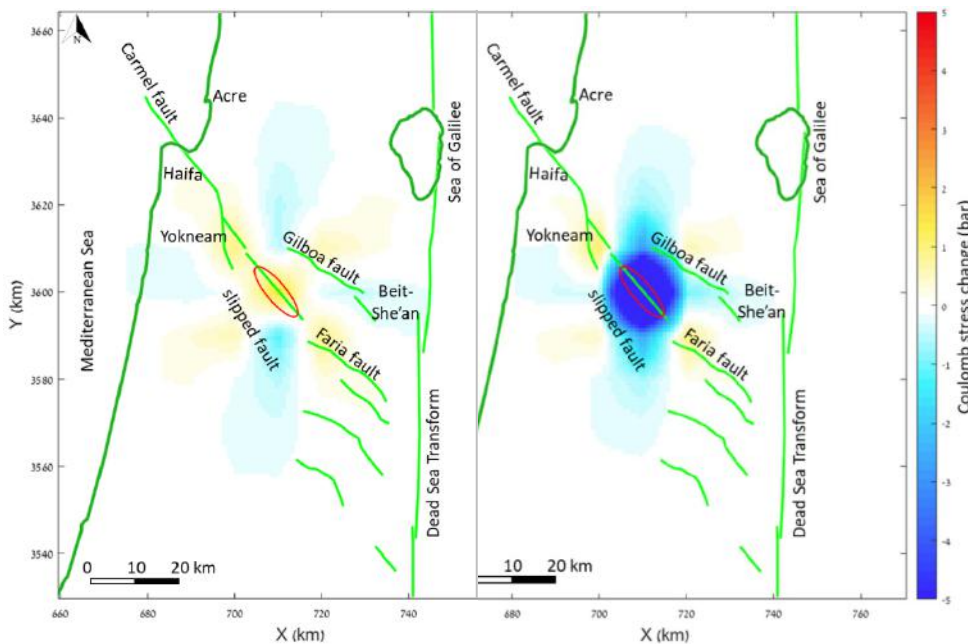
השתמשנו במודל קולומב לבדיקה של שלושה תרחישי רעידות על העתק כרמל-גלבוע. הנחנו כי להעתקים תנועת סטרייק-סליפ, דיפ של 90° , וכיוון הסטה התואם לסטרייק ההעתקים. בחרנו רעידות במגניטודה 6.3, עם קרע באורך 12 ק"מ ומקסימום הסטה של 0.5 מטר (לפי Wells and Coppersmith, 1994). גם במקרה זה נלקחו בחשבון ההעתקים שסביב ההעתק שעליו חלה הרעידה האפשרית. בתרחיש הראשון בדקנו פיזור אחרזועים מרעידה על גבי העתק הכרמל, בעיר חיפה. פתרון המודל בעומק 10 ו-25 ק"מ מוצג באיור 14. באונה המרכזית שבה שינוי המאמצים שלילי (צבעים קרים) ב-10 ק"מ עומק, מצויה העיר חיפה. אולם, אחרזועים עמוקים יותר, בעומק 25 ק"מ, צפויים גם בעיר

חיפה. לפיכך, על פי המודל, אזורים המומלצים לפינוי קהילות עקורות, לאחר הרעידה המרכזית, הינם מזרחית ליקנעם ודרום מזרחית לעכו.

לתרחיש השני בדקנו את שינוי המאמצים לפי קולומב במרכז העתק כרמל-גלבוע. פתרונות מעומק 2 ו- 20 ק"מ מוצגים באיור 15 (תוצאות פיזור המאמצים דומה בעומקים אחרים). הסתברות גבוהה לאחרזעים נמצא על העתק הכרמל באזור יקנעם וחיפה וכן על גבי העתק פריעה והגלבוע. פינוי אפשרי, לדוגמא, הוא לבית שאן וממערב ליקנעם.

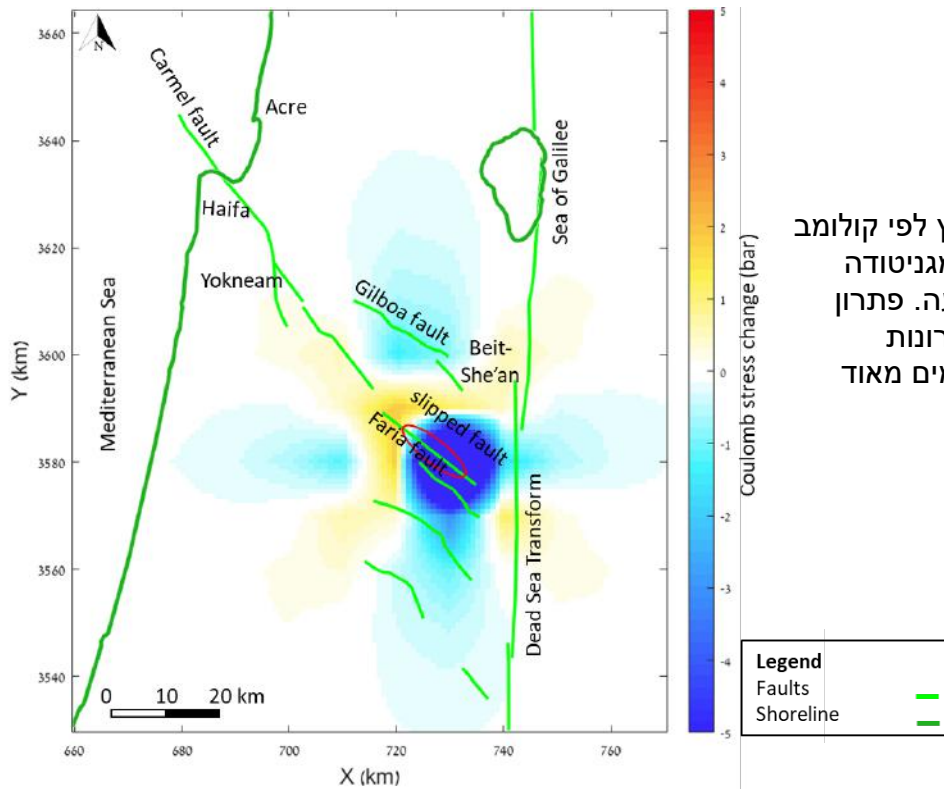


איור 14: שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה אפשרית במגניטודה 6.3 על העתק הכרמל. ההעתקה על הקרע מוצגת באיור 10. שמאל – פתרון בעומק 10 ק"מ. ימין – פתרון בעומק 25 ק"מ.



איור 15: שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה אפשרית במגניטודה 6.3. על מרכז העתק הכרמל-גלבוע. ההעתקה על הקרע מוצגת באיור 12. שמאל – פתרון בעומק 2 ק"מ. ימין – פתרון בעומק 20 ק"מ. פתרונות בעומקים אחרים דומים מאוד לאלו המוצגים.

לתרחיש השלישי בדקנו רעידה אפשרית על גבי העתק פריעה [איור 16]. לפי המודל צפויים אחרזעים בצפון מערב ההעתק. אין שינוי משמעותי בפיזור המאמצים בעומקים שונים, לכן מוצג פתרון מייצג מעומק של 10 ק"מ. לפי המודל, אחרזעים צפויים על גבי הענף המרכזי של הטרנספורם, מצפון לאזור הרעידה (מזרחית לבית שאן) ומדרום להעתק פריעה. בנוסף לכך, רעידות צפויות גם על העתק הכרמל מצפון מערב וגם מדרום מערב להעתק.



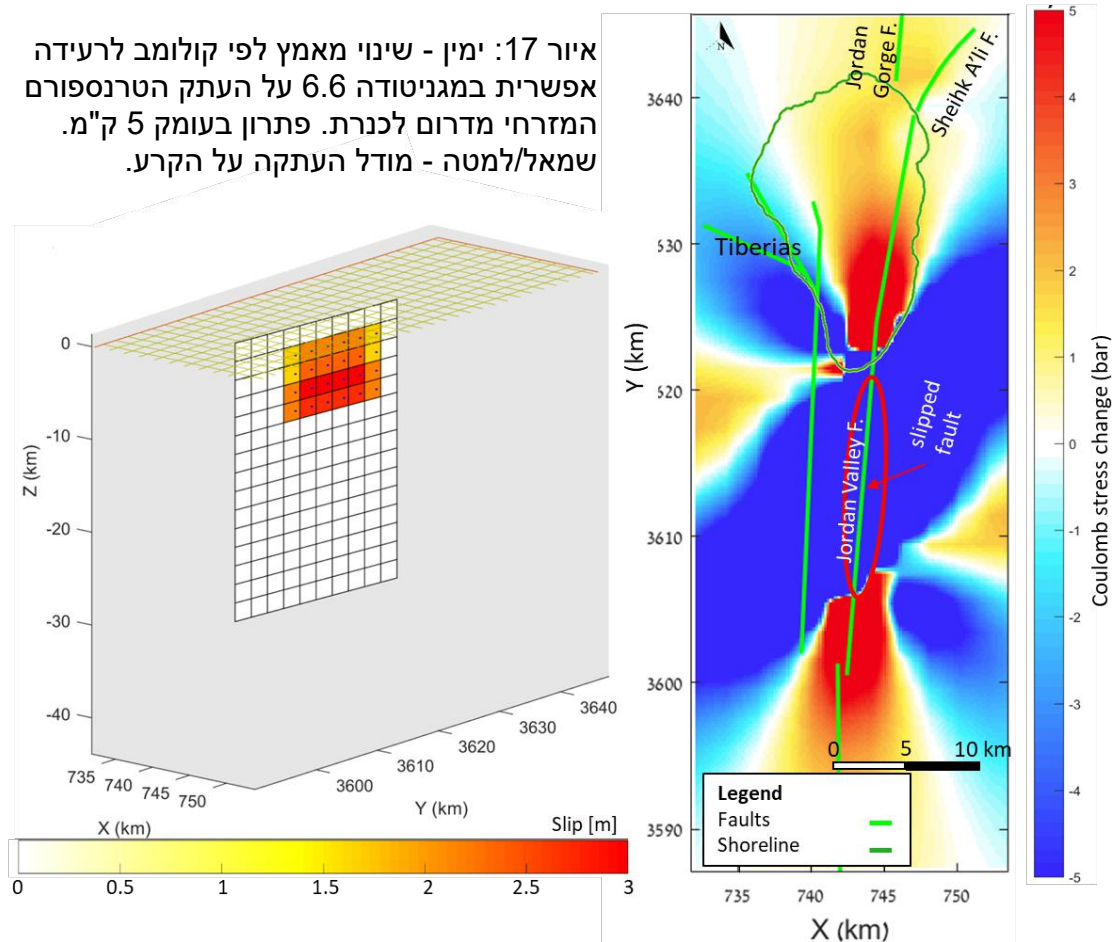
איור 16: שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה אפשרית במגניטודה 6.3 על העתק פריעה. פתרון בעומק 10 ק"מ. פתרונות בעומקים אחרים דומים מאוד לזה המוצג.

מקרה בוחן 3 – רעידה באזור הכנרת

במקרה הבוחן השלישי בדקנו את ההסתברות לאחרזועים באזור העיר הגדולה השוכנת ממערב לכנרת, טבריה. טבריה מצויה על גבי הענף המערבי של טרנספורם ים המלח, המתפצל להעתקי משנה המתעקלים לכיוון צפון מערב [איור 17]. העתק המזרחי (Jordan Valley fault) ממשיך צפונה מדרום לכנרת עד לחלקו הצפוני של האגם, בסמוך לגבול המזרחי (לדוגמא, Ferry et al., 2007). מצפון מערב להעתק המזרחי, בצפון הכנרת, מופה העתק הירדן ההררי (Jordan Gorge fault) (לדוגמא, 1981 Garfunkel, 1989, Rotstein and Bartov; 2005, Marco et al.; Wechsler et al., 2014; Ellenblum et al., 2015). שני העתקי סטרייק-סליפ אלו (ההעתק המזרחי והעתק הירדן ההררי) יוצרים דירוג שמאלי. להעתקים אלו קצב הסטה דומה (4.1 ~ מ"מ לשנה) ועומק נעילה של 10 ~ ק"מ (לדוגמא, אלדרסון ובן-אברהם, 2014; Hamiel et al., 2016). מצפון מזרח לכנרת, העתק שייח עלי מתעקל לכיוון צפון מזרח (לדוגמא, Michelson, 1972).

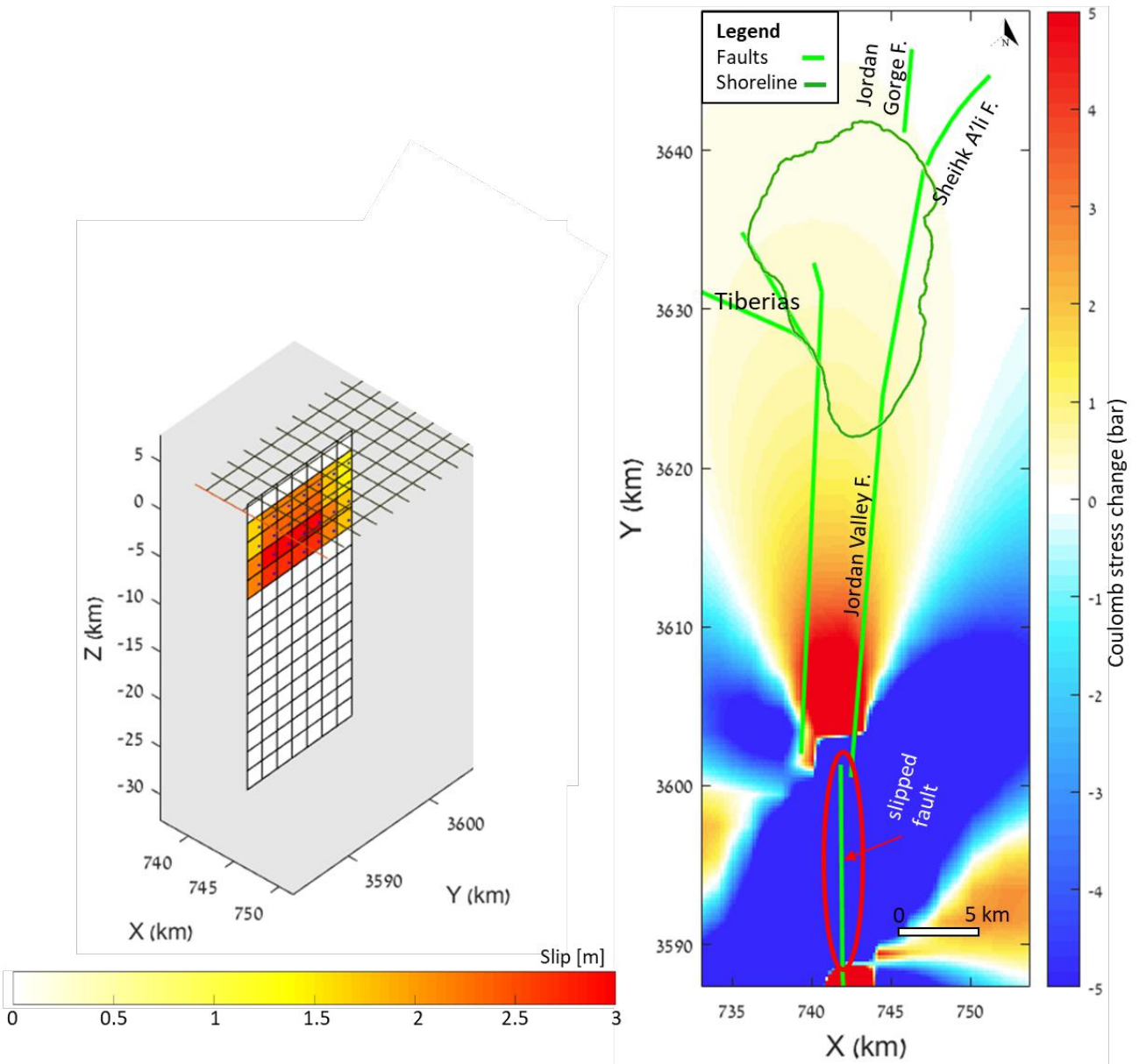
בדקנו אפשרות לרעידת אדמה על ההעתק המזרחי [איור 17], היכן שמחקרים גיאודטיים זיהו דפורמציה אינטרסיסמית (לדוגמא, Hamiel et al., 2016). חישבנו את מודל שינוי המאמצים לפי קולומב לרעידה אנכית מסוג סטרייק-סליפ שכיוון ההסטה תואם לסטרייק של ההעתק. בחרנו ברעידה במגניטודה 6 והתאמנו את אורך ההעתק וכמות ההסטה לפי Wells and Coppersmith (1994) לרעידה מעומק 2 ק"מ ועד ל-10 ק"מ (מתחת לאזור זחילה שזוהה על ידי Hamiel et al., 2016). ההעתק חולק לרשת תאים של 2.5*2 קמ"ר. לפי המודל, מדרום לאזור ההסטה, על גבי הטרנספורם, יתכנו רעידות. גם מצפון לאזור הרעידה, בכנרת וכן על גבי העתק הירדן ההררי והעתק שייח עלי צפויים אחרזועים. אולם, לפי תרחיש רעידה זה אזור טבריה לא חשוף לסכנת האחרזועים.

איור 17: ימין - שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה אפשרית במגניטודה 6.6 על העתק הטרנספורם המזרחי מדרום לכנרת. פתרון בעומק 5 ק"מ. שמאל/למטה - מודל העתקה על הקרע.

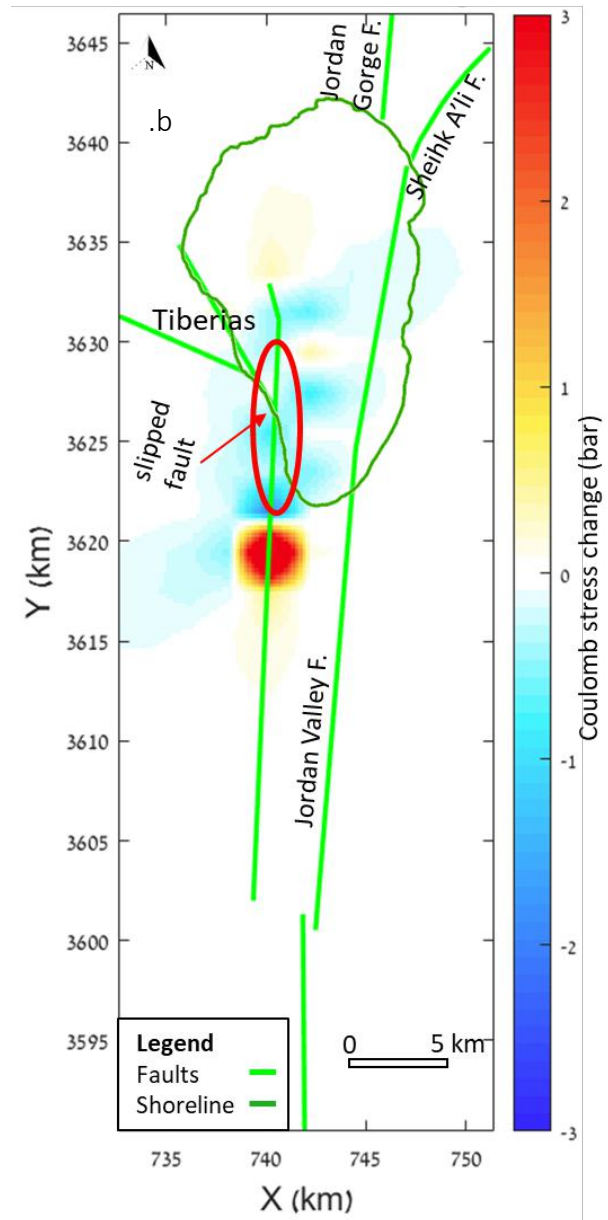
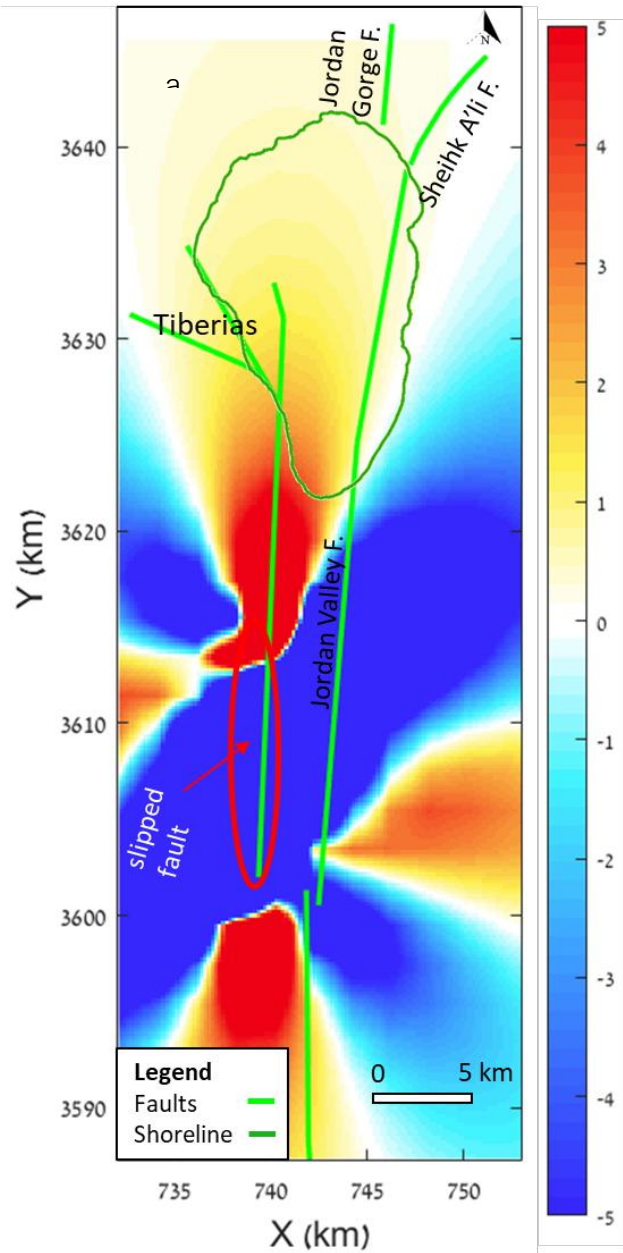


לתרחיש השני בדקנו רעידה אפשרית, גם היא על גבי העתק המזרחי של הטרנספורם, מדרום לתרחיש הקודם [איור 18]. המגניטודה, העומקים ופילוג ההעתקה תואמים לרעידה לעיל. לפי תרחיש זה, צפון ההעתק המזרחי בהסתברות גבוהה לאחרזעים וכן העיר טבריה. לפיכך, משני תרחישים אלו ניתן להסיק כי העיר טבריה אכן בסכנה לאחרזעים, כתלות במקום הרעידה על ההעתק המזרחי של הטרנספורם.

לתרחיש השלישי בדקנו כיצד רעידה על ההעתק המערבי תשפיע על העיר טבריה [איור 19 שמאל]. בדקנו רעידה במגניטודה 6 עם פילוג העתקה כמו באיור 21. לפי החישוב, העיר טבריה חשופה לאחרזעים מרעידה כזו. בתרחיש האחרון בדקנו רעידת אדמה שהתרחשה בעקבות הרעידה מהתרחיש הקודם, צפונית לה, על גבי ההעתק המערבי [איור 19 ימין]. בחרנו רעידה שהמגניטודה שלה 5. לפי התוצאות, ברעידה זו ההסתברות לאחרזעים באזור העיר טבריה נמוכה.



איור 18: ימין - שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה אפשרית במגניטודה 6.5 על העתק הטרנספורם המזרחי מדרום לכנרת. פתרון בעומק 5 ק"מ. שמאל/למטה - העתקה על גבי העתק. ההעתק חולק לתאים בגודל 2*2 קמ"ר.



איור 19: שמאל - שינוי מאמץ לפי קולומב לרעידה אפשרית במגניטודה 6.6 על העתק דגניה (ענף הטרונספורם המערבי מדרום לכנרת). פתרון בעומק 5 ק"מ. ימין - שינוי המאמצים בעקבות רעידה במגניטודה 5 שחלה בעקבות הרעידה במגניטודה 6.6 הדרומית לה (שמאל).

3.1. הגדרת M_C

בימים הראשונים לאחר הרעידה העיקרית, אין מספיק מידע ולכן קשה להעריך את M_C . הגדרנו ערך שמרני 2.5-3 אשר מונע כניסת "רעש" מרעידות חלשות במחיר של המתנה להצטברות מספיק אירועים חזקים מהסף. היבט קריטי יותר בקביעת M_C הוא שערך b בקשר G-R צריך להיות ~ 1 , והמתאם (r^2) coefficient of determination בין הנתונים ויחס G-R צריך לשאוף ל-1. לכן, בכדי לחשב בצורה מדויקת יותר את מקדמי משוואת אומורי, נאלצנו לחשב את מקדם b המתאים ביותר מבחינת ערך ותאימות (r^2) ומשם להשתמש ב- M_C הרלוונטי במשוואת אומורי.

3.2. מקדמי משוואת אומורי

בכל שלושת הדוגמאות השגיאה היחסית קטנה מ-15% לאחר 10 ימים. לכן, הקוד מתאים לחיזוי הזמן בו האזור יחזור לרעש הסייסמי הנורמלי לאחר תקופת זמן זו. השגיאה הכללית מחושבת כך שלכל משתנה משקל שווה. למקדם c ישנה פחות השפעה על התוצאה הסופית של משוואת אומורי. לכן, רצוי לחשב את השגיאה הכללית כך שלא כל האיברים בעלי אותו משקל.

חישבנו את רעש הרקע הסייסמי באמצעות אותם מקדמים שנמצאו לנתונים הרלוונטיים. ההבדל היחיד הוא שחלון הזמן לחישוב הוא ב-60 שנים האחרונות. הקוד שנכתב מזהה כמה רעידות ($2M_L <$) יחולו בכל יום מלפני 60 שנים ועד הרעידה הנבדקת. ביום בו המספר המצטבר בין רצף האחרזועים הספציפי לבין כלל נתוני 60 השנים שווה, הפעילות הסייסמית מוגדרת כרגילה (בתהליך זה מקדם c מוזנח).

3.3. עבודה עתידית

בכדי להרחיב ולשפר את דיוק עבודה זו, מומלץ להוסיף למערכות שפיתחנו מספר תכנים.

עבור מערכת ניבוי זמן הדעיכה של שרשרת האחרזועים אנו ממליצים על שלושה שדרוגים:

א. מפת מקורות סייסמיים, בכדי לסנן גיאוגרפית טוב יותר את רצף האחרזועים. מאפיין זה ישפר או יחליף את משוואת המגניטודה-שטח קריעה של Wells and Coppersmith (2004).

ב. תוסף הקורא את רצף האחרזועים בצורה אוטומטית. תוסף זה יקטע את רצף הנתונים כשיתקל ברעידה שאינה עומדת בקריטריונים לאחרזועים.

ג. הגדרה יציבה יותר לפעילות הסייסמית ברקע. זאת בכדי להעריך טוב יותר את עיתוי סיום רצף האחרזועים.

עבור מערכת ניבוי הפיזור המרחבי של אחרזועים אנו ממליצים על שלושה שדרוגים:

ד. חישוב דינמי ומתעדכן של שדה המאמצים כתוצאה משחרור האחרזועים. זאת בניגוד למצב הנוכחי בו רק הזעזוע העיקרי (mainshock) נכנס כתשומה לחישוב.

ה. חיפוש אוטומטי של האזורים המועדים לאחרזועים כולל מידע על העומק. זאת בניגוד למצב הנוכחי בו המרחב מצויר על מפה ועל חתכים אנכיים מהם נגזר המידע. המערכת תזהה חתכים קריטיים אשר יעזרו לוויזואליזציה אפקטיבית לטובת המומחים ולצורך תקשור התוצאות לרשויות ולציבור.

ג. חישוב השפעת מפלסי מים (מי תהום ומי אגמים) על פיזור האחרזועים. ידוע שללחץ הנוזלים בנקבובים השפעה מכרעת על כשל הסלע וחוקי ההתנהגות מנוסחים היטב. הוספת המידע דורשת רק שיתוף פעולה עם הידרולוגים.

4. סיכום

במחקר זה פיתחנו מערכות בסיסיות החוזות מתי ולהיכן מומלץ לספק מגורים זמניים לקהילות עקורות באזור שנפגע מרעידת אדמה שלווה ברצף אחרזועים. לפי שלוש הדוגמאות במחקר, מקדמי משוואת אומורי יציבים לאחר עשרה ימים מהרעידה העיקרית. לכן, הפלט של המערכת לאחר זמן זה מתאים בכדי להגדיר מהו משך הזמן שנתר עד שהאזור "ישקוט". המידע על מיקום האחרזועים החזוי ניתן על ידי מערכת משלימה, והשילוב שלה עם מערכות המידע הגיאוגרפי של המתכננים טבעי. בכדי לחזות טוב יותר מתי רצף אחרזועים יסתיים והיכן יחריד את הבריות, עלינו להוסיף מאפיינים נוספים למערכות. למרות זאת, שימוש במערכות הקיימות עשוי להשפיע באופן חיובי ומובהק על תפקוד הרשויות הלאומיות והמקומיות מבחינת תכנון וניהול משברים.

מראי מקום

Aldersons, F., and Ben-Avraham, Z., 2014, Dead Sea Transform Fault System: Reviews (Z. Garfunkel, Z. Ben-Avraham, & E. Kagan, Eds.): Dordrecht, Springer, v. 6, 53–90 p., doi:10.1007/978-94-017-8872-4.

Baer, G., Funning, G.J., Shamir, G., and Wright, T.J., 2008, The 1995 November 22, Mw 7.2 gulf of elat earthquake cycle revisited: Geophysical Journal International, v. 175, p. 1040–1054, doi:10.1111/j.1365-246X.2008.03901.x.

Ehrhardt, A., Hübscher, C., Ben-Avraham, Z., and Gajewski, D., 2005, Seismic study of pull-apart-induced sedimentation and deformation in the Northern Gulf of Aqaba (Elat): Tectonophysics, v. 396, p. 59–79, doi:10.1016/j.tecto.2004.10.011.

Ellenblum, R., Marco, S., Kool, R., Davidovitch, U., Porat, R., and Agnon, A., 2015, Archaeological record of earthquake ruptures in Tell Ateret, the Dead Sea Fault: Tectonics, v. 34, p. 2105–2117, doi:10.1002/2014TC003815.

Even-Tzur, G., and Reinking, J., 2019, Surface deformation processes in the Carmel Fault based on 17 years of GPS measurements: Journal of Geodesy, v. 93, p. 2529–2541, doi:10.1007/s00190-019-01313-2.

Ferry, M., Meghraoui, M., Karaki, N.A., Al-Taj, M., Amoush, H., Al-Dhaisat, S., and Barjous, M., 2007, A 48-kyr-long slip rate history for the Jordan Valley segment of the Dead Sea Fault: Earth and Planetary Science Letters, v. 260, p. 394–406, doi:10.1016/j.epsl.2007.05.049.

Fleischer, L., 2003, Northern Israel structural map on top Judea group, 1:200,000, no. 763/312/2003: The Geophysical institute of Isarel.

Freed, A.M., 2005, Earthquake triggering by static, dynamic, and postseismic stress transfer: *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 33, p. 335–367, doi:10.1146/annurev.earth.33.092203.122505.

Frieslander, U., 2000, The structure of the Dead Sea transform emphasizing the Arava, using new geophysical data: Ph.D. thesis, Hebrew University, Jerusalem (Hebrew, English Abstract), 72, 101 p.

Frohlich, C., and Davis, S.D., 1993, Teleseismic b values; Or, much ado about 1.0: *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, v. 98, no. B1, p. 631–644, doi: <https://doi.org/10.1029/92JB01891>.

Gutenberg, B., and Richter, C.F., 1944, Frequency of earthquakes in California: *Bulletin of the Seismological society of America*, v. 34, no. 4, p. 185–188.

Hamiel, Y., Masson, F., Piatibratova, O., and Mizrahi, Y., 2018, GPS measurements of crustal deformation across the southern Arava Valley section of the Dead Sea Fault and implications to regional seismic hazard assessment: *Tectonophysics*, v. 724–725, p. 171–178, doi:10.1016/j.tecto.2018.01.016.

Hamiel, Y., Piatibratova, O., and Mizrahi, Y., 2016, Creep along the northern Jordan Valley section of the Dead Sea Fault: *Geophysical Research Letters*, v. 43, p. 2494–2501, doi:10.1002/2016GL067913.

Harris, R.A., 1998, Introduction to Special Section: Stress triggers, stress shadows, and implications for seismic hazard: *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, v. 103, p. 24347–24358, doi:10.1029/98jb01576.

Hartman, G. et al., 2015, Distinct relict fringing reefs in the northern shelf of the Gulf of Elat/Aqaba: markers of Quaternary eustatic and climatic episodes: *Sedimentology*, v. 62, p. 516–540, doi:10.1111/sed.12179.

Hartman, G., Niemi, T.M., Tibor, G., Ben-Avraham, Z., Al-zoubi, A., Makovsky, Y., Akawwi, E., Abueladas, A., and Al-Ruzouq, R., 2014, Quaternary tectonic evolution of the Northern Gulf of Elat/Aqaba along the Dead Sea Transform: *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, p. 9183–9205, doi:10.1002/2013JB010879.

Hofstetter, A., Van Eck, T., and Shapira, A., 1996, Seismic activity along fault branches of the Dead Sea-Jordan transform system: The Carmel-Tirtza fault system: *Tectonophysics*, v. 267, p. 317–330, doi:10.1016/S0040-1951(96)00108-4.

Hofstetter, A., Thio, H.K., and Shamir, G., 2003, Source mechanism of the 22/11/1995 Gulf of Aqaba earthquake and its aftershock sequence: *Journal of Seismology*, v. 7, p. 99–114, doi:10.1023/A:1021206930730.

Jaeger, J.C., and Cook, N.G., 1979, *Fundamentals of Rock Mechanics*, London: Chapman & Hall. 3rd ed:

Kanari, M., Ben-Avraham, Z., Tibor, G., Bookman, R., Goodman-Tchernov, B.N., Niemi, T.M., Wechsler, N., Ash, A., Nimer, T., and Marco, S., 2015, On-land and offshore evidence for Holocene earthquakes in the Northern Gulf of Aqaba-Elat, Israel/Jordan: *INQUA Focus Group on Paleoseismology and Active Tectonics*, p. 240–243.

King, G.C.P., Stein, R.S., and Jian, L., 1994, Static stress changes and the triggering of earthquakes: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 84, p. 935–953.

Kisslinger, C., 1996, Aftershocks and fault-zone properties: *Advances in geophysics*, v. 38, p. 1–36. Garfunkel, Z., 1981, Internal structure of the Dead Sea Leaky Transform (rift) in relation to plate kinematics: *Tectonophysics*, v. 80, p. 81–108, doi:[https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90143-8).

Klinger, Y., Rivera, L., Haessler, H., and Maurin, J.C., 1999, Active faulting in the Gulf of Aqaba: New knowledge from the MW 7.3 earthquake of 22 November 1995: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 89, p. 1025–1036.

Kukuliev, M., 2011, Coulomb failure stress change in heterogeneous crust; case study for the 7.2Mw Nuweiba earthquake, M.Sc in Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University, doi:10.13140/RG.2.2.18135.06561.

Makovsky, Y., Wunch, A., Ariely, R., Shaked, Y., Rivlin, A., Shemesh, A., Ben Avraham, Z., and Agnon, A., 2008, Quaternary transform kinematics constrained by sequence stratigraphy and submerged coastline features: *The Gulf of Aqaba: Earth and Planetary Science Letters*, v. 271, p. 109–122, doi:10.1016/j.epsl.2008.03.057.

Marco, S., Rockwell, T.K., Heimann, A., Frieslander, U., and Agnon, A., 2005, Late Holocene activity of the Dead Sea Transform revealed in 3D palaeoseismic trenches on the Jordan Gorge segment: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 234, p. 189–205, doi:10.1016/j.epsl.2005.01.017.

Medvedev, B., 2013, Partitioning and wrinkles in 3D: laboratory and subsurface evidence for shear associated with transform: Ph.D. thesis, The Hebrew University, Jerusalem (in Hebrew, English abstract).

Michelson, H., 1972, *The hydrogeology of the southern Golan Heights*. Tahal—Water Planning for Israel Ltd., Tel-Aviv:

- Niemi, T.M., and Smith, A.M., 1999, Initial results of the southeastern Wadi Araba, Jordan Geoarchaeological Study: Implications for shifts in late quaternary aridity: *Geoarchaeology*, v. 14, p. 791–820, doi:10.1002/(SICI)1520-6548(199912)14:8<791::AID-GEA6>3.3.CO;2-3.
- Omori, F., 1894, On the after-shocks of earthquakes: *J. Coll. Sci., Imp. Univ., Japan*, v. 7, p. 111–200.
- Reasenberg, P.A., and Simpson, R.W., 1992, Response of regional seismicity to the static stress change produced by the Loma Prieta earthquake: *Science*, v. 255, p. 1687–1690, doi:10.1126/science.255.5052.1687.
- Rotstein, Y., and Bartov, Y., 1989, Seismic reflection across a continental transform: An example from a convergent segment of the Dead Sea Rift: *Journal of Geophysical Research*, v. 94, p. 2902–2912, doi:10.1029/JB094iB03p02902.
- Sadeh, M., Hamiel, Y., Ziv, A., Bock, Y., Fang, P., and Wdowinski, S., 2012, Crustal deformation along the Dead Sea Transform and the Carmel Fault inferred from 12 years of GPS measurements: *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, v. 117, p. 1–14, doi:10.1029/2012JB009241.
- Shaked, Y., Agnon, A., Lazar, B., Marco, S., Avner, U., and Stein, M., 2004, Large earthquakes kill coral reefs at the north-west Gulf of Aqaba: *Terra Nova*, v. 16, p. 133–138, doi:10.1111/j.1365-3121.2004.00541.x.
- Shamir, G., Baer, G., and Hofstetter, A., 2003, Three-dimensional elastic earthquake modelling based on integrated seismological and InSAR data: the Mw=7.2 Nuweiba earthquake, gulf of Elat/Aqaba 1995 November: *Geophysical Journal International*, v. 154, p. 731–744, doi:10.1046/j.1365-246X.2003.01978.x.
- Sharon, M., Sagy, A., Kurzon, I., Marco, S., and Rosensaft, M., 2020, Assessment of seismic sources and capable faults through hierarchic tectonic criteria: Implications for seismic hazard in the Levant: *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 20, p. 125–148, doi:10.5194/nhess-20-125-2020.
- Slater, L., and Niemi, T.M., 2003, Detection of active faults along the Dead Sea Transform using ground penetrating radar and implications for seismic hazards within the city of Aqaba, Jordan: *Tectonophysics*, v. 368, p. 33–50.
- Utsu, T., 1961, A statistical study on the occurrence of aftershocks: *Geophys. Mag.*, v. 30, p. 521–605.
- Utsu, T., 1971, Aftershocks and earthquake statistics (2): further investigation of aftershocks and other earthquake sequences based on a new classification of

earthquake sequences: *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 7, Geophysics*, v. 3, no. 4, p. 197–266.

Utsu, T., and Ogata, Y., 1995, The centenary of the omori formula for a decay law of aftershock activity: *Journal of Physics of the Earth*, v. 43, no. 1, p. 1–33, doi: 10.4294/jpe1952.43.1. Wechsler, N., Rockwell, T.K., Klinger, Y., Štěpančíková, P., Kanari, M., Marco, S., and Agnon, A., 2014, A paleoseismic record of earthquakes for the dead sea transform fault between the first and seventh centuries C.E.: Nonperiodic behavior of a plate boundary fault: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 104, p. 1329–1347, doi:10.1785/0120130304.

Wells, D.L., and Coppersmith, K.J., 1994, New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 84, p. 974–1002.

Wiemer, S., and Wyss, M., 2002, Mapping spatial variability of the frequency-magnitude distribution of earthquakes, in *Advances in geophysics*, Elsevier, p. 259– V.

2. מיקום אתרים למגורים זמניים

ערן פייטלסון, עדי בן-נון, יעל גורביץ

מבוא

רעידת אדמה חזקה עלולה לחייב פינוי של מאות או אף אלפי יחידות דיור. את העקורים יש לשכן לתקופה הנעה בין חודשים לשנים במגורים זמניים. הצעד הראשון לצורך הקמת מגורים זמניים, לאחר שוך האחרזועים, הוא לזהות את האזורים בהם ניתן למקם את המגורונים בצורה בטוחה. לשם כך פותח אלגוריתם מבוסס מערכת מידע גיאוגרפית (ממ"ג). בשלב הראשון נערכה סקירת ספרות בכדי לזהות את הפרמטרים שעל פיהם יש לנתח את השטח בכדי לאתר את השטחים בהם ניתן להקים מגורים זמניים. על סמך סקירת הספרות ודיונים נוספים זוהו בשלב השני הפרמטרים ששימשו כבסיס לניתוח הממ"ג. לשם כך היה צורך להבחין בין משתנים שהם בבחינת תנאי סף – קרי שבמידה שלא עומדים בהם השטח לא מתאים להקמת המגורונים – לבין תבחינים רציפים. לדוגמה, בשטחים בנויים לא ניתן להקים ריכוזים של מגורונים ולכן רק שטחים פתוחים הוגדרו כמתאימים לבניית מגורים זמניים. בו זמנית, אין זה רצוי להקים מתחמי מגורים זמניים בתחומי שמורות טבע, גנים לאומיים ויערות, שכן אלו שטחים רגישים שעלולים להיפגע אנושות מריכוז מגורים זמניים. אי לכך גם שטחים אלו, על אף היותם שטחים פתוחים, הוגדרו כשטחים שאינם ראויים. על כן גם אלו מהווים תנאי סף. לעומת זאת מרחק מכבישים, או שיפועים הם משתנים רציפים. רצוי לכן לצמצם את המרחק מכבישים ראשיים ולבנות באזורים בהם השיפועים מתונים, אך משתנים אלו אינם קטגוריאליים ואין בהם סף חד-ערכי. לאחר אפיון התבחינים הם שימשו למתן ציון לכל תא שטח כדי לקבוע את התאמתו למיקום מגורים. זו מהות האלגוריתם. התוצר של האלגוריתם הוא מפה בה ניתן לראות את מידת ההתאמה של כל תא שטח להקמת ריכוזי מגורונים בעקבות רעידת אדמה. בפרק זה, לאחר סקירת הספרות, מפורטים התבחינים, וכן מסוכמת הדרך בה ניתן להריץ את אלגוריתם שהוכן, ומוצגות מפות המראות את התוצרים של הרצת אלגוריתם זה.

מיקום מגורים זמניים ואתרי שיקום בעולם: סקירת ספרות

המונח בו משתמשים לעיתים קרובות בספרות עבור מגורים זמניים הוא "Transitional Shelter" כמו גם "Reconstruction Site" או "Rehabilitation Site". מונחים אלו משמשים על מנת לתאר אתרי שיקום הנדרשים בכדי לייצר מעבר בטוח ותקין ככל האפשר של האוכלוסייה ממצב של שהייה באזור אסון למצב של פתרון מגורים מלא לטווח ארוך: כפי שמגדירים אותו (Corcellis and Vitale (2005): "מקלט מעבר מספק מרחב מחיה מקורה למגורים וסביבת חיים בטוחה ובריאה, עם פרטיות וכבוד לדיירים בתקופה שבין אסון טבע לבין השגת פתרון מקלט עמיד" מקלט מעבר הוא חלק מכיסוי תהליכי הספקטרום ממקלט זמני / חירום מידי לאחר עקירה דרך תהליך שחזור המגורים של האוכלוסייה ועד להשגת מקלט עמיד.

בעקבות שרשרת של רעידות אדמה שהתרחשו בסין במהלך המאה ה-20 צ'אנג וונג ערכו פרסום בנושא שיקום המרחב הבנוי לאחר רעידות אדמה, ובכלל זאת המגורים הזמניים. במאמר הפותח שחובר על ידי ליו זיגאנג (Zhiganag, 1996) מהאגף להתמודדות עם רעידות אדמה במשרד השיכון הסיני מובאות המלצות רשמיות של ממשלת סין לעניין בחירתו ותכנונו של אתר שיקום. על אף שמדובר בשיקום קבע, העקרונות המוצגים (עמ' 4-2) עשויים להיות רלבנטיים גם למגורים זמניים:

- שיקום מתחיל ביצירת תכנון אזורי מתאים. תכנון שכזה צריך לקחת בחשבון את מקורות המימון לשיקום, ואת לוח הזמנים ליישום השיקום. בנוסף מדגיש המאמר כי במקרים של רעידות אדמה יש צורך מיוחד באיגום משאבים ומאמצים, באיחוד תכנוני בין זרועות התכנון השונות, גופי הביצוע השונים והנהלת מאמצי השיקום.

- שיקום של תשתיות עירוניות חייב להיות בעדיפות גבוהה, ושיקומם של מענה לצרכי חיים של תושבים, מגורים ואמצעי ייצור מהווים יעד ראשוני למענה.
 - ככלל, אתר שיקום חייב להיות קרוב ככל הניתן למיקום המקורי של העיר או היישוב.
 - השיקום חייב לכלול עיבוי תשתיות העיר והישוב שנפגעו, תוך יצירת תכנון מותאם למספר גבוה יותר של אזרחים ובתים מזה של המצב ברגע הפגיעה.
- במאמר אחר באותו קובץ מובאות מסקנות דומות ביחס לבחירת אתר נאות לשיקום לאחר רעידת אדמה, תוך ציון העובדה כי בחירת האתר הינו צעד ראשון במערכת סבוכה של החלטות ואילוצים המשלבים רפואה דחופה, שיקום סוציולוגי וכלכלי ואתגרים הנדסיים ותכנוניים. על פי מאמר זה, לא ניתן לנתק בין בחירת אתר שיקום בצעד הראשון, המוגדר "פעולת חירום", לצעדים הבאים המוגדרים כשיקום (Ye, 1996). כלומר, בניה לטווח מיידי, המגורונים לפי הגדרתנו בעבודה זו, ובניה לטווח ארוך צריכות להתבצע בתיאום תוך שימוש נכון במשאבים ובתכנון לטווח ארוך (שם עמ' 67). כמאמר הקודם, מאמר זה ממליץ לנסות ולמקם את אתר השיקום קרוב ככל הניתן לאתר שנפגע. רק במקרים של הרס משמעותי מאד של היישוב, כך שלא ניתן לנוע בתוכו כלל, הסכמתם של תושבי האזור הפגוע להתמקם מחדש באזור אחר, ניתן לשקול מיקום מרוחק יותר.
- תכנית הפעולה של הרשות לניהול אסונות בגוג'ארט הודו, שפורסמה לאחר רעידת האדמה שהתרחשה בינואר 2001⁵ מציינת כי הממשלה אפשרה לקהילות שנפגעו ברעידת האדמה טווח רחב של פתרונות החל מניוד מלא של הקהילה למקום אחר ועד לשיקום באתר עצמו. באמצעות מנגנון של שיתוף ציבור הקהילות קיבלו את המנדט להחליט על הפתרון המתאים להן, תוך ציון העובדה כי "מדיניות השיקום הושפעה מהנטייה הברורה של הקהילות לצמצם את ניווד הקהילה למינימום האפשרי". תכנית הפעולה ציינה גם כי בניית מקלטים זמניים שונה מהכפר לעיר: במקרה העירוני כמעט תמיד נדרשת העתקה זמנית או מלאה לאתר הזמני, ועל כן הממשלה זרועותיה תיקח אחריות על בניית האתר, בסיוע ארגונים מקומיים. במקרה של כפרים הרי שתושבי הכפר יקבלו את חומרי הבניה והם ישקמו את האתר על פי שיקוליהם (עמ' 9).
- בדו"ח שחובר בעקבות רעידת האדמה שהתרחשה בפקיסטן באוקטובר 2015 ב-Khyber Pakhtunkhwa על ידי הרשות לניהול מצבי אסון בשיתוף פעולה עם תכנית הפיתוח של האו"ם (UNDP), מצוין כי: " בהתחשב בתנאים הקיצוניים, מקלט מעבר (transitional shelter) יבוא בחשבון אם הוא מהווה מענה מספק למגורים, מרחב מחיה מקורה וסביבת חיים בטוחה ובריאה, עם פרטיות וכבוד לדיירים בתקופה שבין אסון הטבע להשגת פתרון מקלט לטווח ארוך. עם זאת, מקלטי מעבר צריכים להיות:
- **ניתנים לשדרוג.** המקלט צריך להשתפר עם הזמן ולהפוך לדיור קבוע, אשר מושג באמצעות תחזוקה, הרחבה או החלפה של החומרים המקוריים;
 - **ניתנים לשימוש חוזר.** משמש לפונקציה חלופית, למשל חנות או אחסון;
 - **ניתנים לפירוק מחדש ומחזור.** שחומריו ניתנים לפירוק ומשמשים כמשאב למכירה והחומר ממקלט המעבר משמש לבניית קבע מבנה.⁶

⁵ Gujarat Earthquake Reconstruction and Rehabilitation Policy.
<http://www.gsdma.org/uploads/Assets/iec/earthquakerr06172017024901390.pdf>

⁶ 2015 Earthquake recovery plan: Provincial Disaster Management Authority, Government of Khyber Pakhtunkhwa, pp. 13-14. See:
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Earthquake%20Recovery%20Plan%202015.pdf>

על אף שנכון ונוח להמליץ על יעדים מסוג זה, הרי שבמקרים רבים, ובעיקר במדינות מתפתחות בהן יש מחסור בידע ממופה אודות אוכלוסיות ומקומות מגורים, נתקלים בקושי כפול: ראשית, קשה לייצר פתרון מקיף ומדויק בזמן "בין הדמדומים", ושנית, יש נטייה לפתרונות הראשוניים והחלקיים שניתנים ביום-יומיים הראשונים של האסון להפוך לפתרונות של קבע לחודשים ואף שנים, כמו שמציינים קשב וחוב' במאמרם משנת 2018 על האתגרים לשיקום לאחר רעידת האדמה בגורקה שבנפאל.

ארגון ה-GFDRR (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery)⁷ מיסודו של הבנק העולמי הוא פרויקט של שיתוף ידע ותגובות ממוקדי אסון שונים בעולם, תוך יצירת תהליכים טובים יותר להתמודדות עם שיקום והתמודדות עם אזורי אסון. בדו"ח מקיף המפיק לקחים מטיפול בעשרות מקרי רעידת אדמה,⁸ ממליץ הארגון על שילוב האוכלוסייה הנפגעת במאמצי השיקום: "יש לאפשר למשפחות העקורים להשתתף בשחזור הבתים והשכונות, להקים מחדש קשרים קהילתיים, להבטיח אחיזה בקרקע ולהשיב את הקירבה לעבודה הקודמת או למקור הפרנסה. אם זה לא אפשרי, יש לשכן את המשפחות קרוב ככל הניתן לבית ולקהילה, ומספקים אמצעי תחבורה הולמים חינוך לאתרי המגורים או העבודה" (עמ' 27). כמו כן מפרט הדו"ח מקרים שונים של הקמת אתר שיקום זמני, אלו מסוכמים בטבלה 1.

בדו"ח של ממשלת יפן⁹ על מאמצי השיקום בעקבות רעידת האדמה המזרחית הגדולה (שנודעה גם לאחר מכן כאסון פוקושימה) שהתרחשה ב-11 למרץ 2011 מוצגת מתודולוגיה אחרת, שנבעה כנראה מהרס מוחלט של העיירות מיאגי, איווטה ופוקושימה וכמובן האסון הגרעיני שהתלווה לרעידת האדמה. בשלב הראשון פונו כל התושבים למרכזי טיפול שהוסבו לייעודם מאולמות ספורט ומתקנים קהילתיים. בתוך כך הקימה הממשלה, מכוח חוק, כ-55,000 יחידות מגורים מתועשים על קרקע פנויה ובטוחה שנודעו בשם "Kasetsu"¹⁰. מגורים זמניים אלו שימשו כאתר שיקום בעוד הממשל המקומי יצר תכניות חדשות לערים שניזוקו ובנה בסיוע הממשלה יחידות מגורים חדשות במיקום שונה לעיתים מהמיקום המקורי של העיירות, על מנת למנוע נזקים עתידיים לערים ששוקמו (Sekiguchi et al., 2019). הפעולות שנקטו על ידי ממשלת יפן יצרו שתי בעיות עיקריות. האחת היא טווח הזמן הארוך עד שניתן מענה מגורים קבוע למפונים (על אף שהחוק מחייב הגבלה של שנתיים בבניה המתועשת בעקבות אסון).¹¹ שנית, התברר כי שהיה ארוכה מדי במגורים הזמניים מפחיתה את יכולתם של המפונים, בפרט אלו מאוכלוסיות מזדקנות, לעבור שוב למגורי קבע חדשים ללא תופעות לוואי קשות של בדידות קהילתית ודיכאונות. (Sekiguchi et al., 2019 עמ' 1).

⁷ <https://www.gfdr.org/en>

⁸ https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/GFDRR_Earthquake_Reconstruction16Nov2011_0.pdf
Translated by the author

⁹ <https://www.reconstruction.go.jp/english/>
https://www.reconstruction.go.jp/english/topics/Progress_to_date/pdf/201710_The_Road_to_Recovery_E.pdf

¹⁰ <https://www.japantimes.co.jp/community/2017/04/02/how-tos/temporary-disaster-housing-unforeseen-permanence/#.XZxC0uczZ0s>

¹¹ <https://www.japantimes.co.jp/community/2017/04/02/how-tos/temporary-disaster-housing-unforeseen-permanence/#.XZxMAeczZ0t>

טבלה 1: ניסיון עולמי באיתור מבנים זמניים

מיקום רעידת האדמה	שנה	פתרון לאתר שיקום
מקדוניה	1963	20,000 מבנים ארעיים הוצבו באתר שיקום שנמצא כ-10 קילומטרים ממרכז העיר Skopje
ניקרגואה	1972	5,000 מבנים ארעיים הוצבו בערים שכנות לעיר Managua
גוואטמלה	1976	פיתוח מואץ של 10,000 מגרשים ריקים או מפונים בתוך גוואטמלה סיטי
הודו-גוג'ארט	2001	חלוקה המונית של חומרי בניה מבוססי במבוק לתושבים לבניה עצמית בהנחיית הרשויות
אירן	2003	מחנה של מבנים ארעיים הוצב מחוץ לעיר Bam, יחידות של 18 מ"ר הוצבו באזורים פנויים בתוך השטח העירוני
אינדונזיה	2008	25 מיליון מוטות במבוק חולקו לאוכלוסייה המקומית תוך הדרכה ליצור מקלטים זמניים באתר סמוך לעיר
איטליה	2009	4,500 יחידות דיור נבנו באתר שיקום שהפך לשיכון בעיר Abruzzo

מקור: GFDRR 28 p.

בדו"ח¹² של צוות מקצועי מטעם מרכז התכנון של קיימברידג' שליווה את מאמצי השיקום של רעידת האדמה בקרייטצ'רץ', ניו זילנד ביוני 2011 נכתב כך: "כ-10,000 תושבים, כלומר כ-3% מאוכלוסיית העיר, נסעו לעיירות אחרות בניו זילנד וערים רחוקות יותר. 5,000 תושבים שוכנו בטימארו, שעתיים דרומית לדרום קרייטצ'רץ'... ילדים הושמו בבתי ספר בקרבת המקום אליו עברו ולמשפחות רבות העזיבה של העיר הייתה לתקופה ארוכה ולעיתים סופית.. (עמ' 4). על פי מסקנות הדו"ח אוכלוסיית המתפנים הייתה קטנה מספיק לקבל מענה בעיירות אחרות, או אצל חברים ובני משפחה (עמ' 58).

החסר העיקרי בספרות שנסקרה כאן הוא תשומת הלב המועטה באופן יחסי לשאלת איתור לאתרי "אזור מדומים" ותשומת לב רחבה יותר לאתר ההרס עצמו או לאתר החדש שבו יקומו הערים והתשתיות שנהרסו. לשם דוגמה, ספר ההנחיה של הצלב האדום לשיקום קהילתי באזורים מוכי אסון¹³ מפרט בפרק " Site selection for construction of new infrastructure " את הדברים הבאים: "אחד הצעדים החשובים ביותר בתכנון הבנייה (מחדש) ולשיקום האתר היא בחירת האתר המתאים. האתרים עבור פעילויות בנייה מחדש (יוקמו) על ידי הממשלה ורשויות מקומיות. לפני שתקבל את האתר המוצע, יש לוודא: בטיחות האתר: הערך את סוג הסיכונים שהסביבה עשויה להתמודד איתם. אם בונים מחדש באתר של מתקן פגום יש לקבוע אם המבנה נפגע כתוצאה

¹² Platt, Stephan (2012), *Reconstruction in New Zealand post 2010-11 Christchurch Earthquakes, ReBuilDD Field Trip February 2012*, Cambridge: Cambridge Architectural Research Ltd.
http://www.carltd.com/sites/carwebsite/files/Reconstruction%20New%20Zealand%20Post%202010-11%20Christchurch%20Earthquakes_0.pdf

¹³ International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2012), *Post-disaster community infrastructure rehabilitation and (re)construction guidelines*, Geneva: See
https://www.ifrc.org/PageFiles/71111/PostDisaster_Infrastructure-Guidelines.pdf

מביצוע לקוי או עיזוב. גישה: האם האתר נגיש בקלות? האם יש מתקני הובלה נאותים בסמיכות? האם בעלות על קרקעות אומתה? שירותים: יש לבדוק עם הרשויות המקומיות אם רשתות המים והחשמל תומכות בתשתית הפיתוח. מהם התנאים הסניטריים? בצע סקר היתכנות לפיתוח או שדרוג תשתיות במיקום הנתון כמו גם באזור. אם במהלך הערכת קרקעות ברור שהקרקע אינה בטוחה, אין לקבל את ההצעה לבנות שם, אלא יש לנהל משא ומתן מחדש עם הרשויות ולפעול להקצאת אדמות בטוחות". אם העבודה כוללת הקמת מבנים כמו בתי חולים, בתי ספר וכו' מבטיחים שהאתר קשור היטב לתחבורה ציבורית..." (עמ' 72).

מסגנונה של חוברת ההדרכה, כמו גם בהרבה מן הפרסומים שנסקרו כאן עולה תחושה כי לאורך רוב הספרות הנסקרת במסמך זה לא נמצא דיון מהותי במיקום מועדף לאתר מקלט זמני של "אזור דמדומים", אלא ההנחה הרווחת היא כי השיקום של אזורי אסון מתמקד ראשית בהצלת האוכלוסייה מאזור האסון עצמו, ולאחר מכן מתמקד במאמצי שיקום, תכנון וניהול לטווח ארוך באתר עצמו או באתר אחר שנבחר משיקולים שונים. במילים אחרות, נראה שהנחת העבודה של רוב הפרסומים היא שמשלב האסון עצמו ועד לתחילת השיקום באתר או במקום אחר, על האוכלוסייה יחול פתרון זמני של מגורים שממילא יהיה בעייתי, כאוטי ורצוף בעיות שלא ניתן לפתור אלא לאחר פרק זמן משמעותי.

מסקנה זו איננה מוגבלת אך ורק לאזורי אסון במדינות מתפתחות אלא כוחה יפה גם למדינות מפותחות המתמודדות עם רעידות אדמה. תוצאות רעידת האדמה ביפן מראים כי גם במדינה ערוכה היטב לאסונות לרעידות אדמה, הן מבחינה תקציבית והן מבחינת תשתית ניהולית וחוקתית, אזור השיקום הזמני הפך לרבים מן התושבים למצב קבוע שרבים מדייריו התקשו לצאת ממנו לאחר כמה שנים של השתקעות. הלקחים שנלמדו מהטיפול ברעידת האדמה בניו זילנד מעידים אף הם ששיקול אתר השיקום הזמני כמעט ולא נלקח בחשבון. על אף שכ-3% מאוכלוסיית העיר נאלצו להתפנות מבתיהם, לא הושם דגש מיוחד על יצירת אתר שיקום למפונים אלא נוצר מצב שכל משפחה מצאה את הפתרון שלה באופן אישי, אם על ידי הגירה לערים אחרות ואם על ידי התארחות אצל משפחה או חברים.

סיכום הולם לשאלת שיקולי המיקום של אתר מקלט זמני עולה מעבודתו של בולטון (1996)¹⁴, שמציג תחלופה בין מהירות התגובה לאסון לבין יעילות הפתרון התכנוני של אתר שיקום: "כנראה שאין דרך נכונה לתכנון שיקום לאחר רעידות אדמה. מקרי בוחן מלמדים אותנו כי יש תוצאות שונות לגישה הנלקחת בעת תכנון השיקום... כאשר מדיניות השיקום מבוססת על הצורך בהעמדת חלופה מהירה של מבנים ופונקציות, הרי שאם האוכלוסייה שנפגעה איננה יכולה להסתפח לתוך המגורים ששרדו את האסון, המדיניות שתיקבע תעדיף את המהיר על פני שיקולים ארוכי-טווח. מדיניות זו בדרך כלל באה לידי ביטוי במבצע גדול של בנייה מהירה של מגורים זמניים אשר הדעת נותנת שלא יוסרו בעתיד. על פי רוב, פתרונות כאלו אינם נותנים מענה לצרכים החברתיים של המונח מגורים, בהיותם אך מילוי הצורך הבסיסי של קירות, גג ומים זורמים... היות שכך הדעת גם נותנת שאיכות המגורים ומיקומם לא יבטיח חסינות מפני רעידות אדמה עתידיות כך שאסון נוסף יכול להכות תוך מספר שנים או עשורים..." (עמ' 168). בטבלה 2 מופיע הסיכום של בולטון בנוגע לתוצאות השיקום כפונקציה של טווחי הזמן, המוגדרים כיעדים (עמ' 169).

¹⁴ Translated by the author

טבלה 2: תוצאות השיקום כפונקציה של היעדים

תוצאות השיקום הכלליות				יעדי השיקום
בטוחים לאסון עתידי	ברי-קיימא / בר השגה	התאמה חברתית	זמינות ומהירות	
דגש נמוך על מוגנות מול רעידות אדמה עתידיים	מגורים חלופיים בסבירות גבוהה ברי-השגה	מגורים חלופיים אחידים ופשוטים ללא דגש מיוחד על העדפות הדיירים	פרופורציה משמעותית של משפחות נפגעות משוכנות מחדש בתוך שנה אחת	שיקום מהיר של מתקנים ופונקציות
דגש נמוך על מוגנות מול רעידות אדמה עתידיים	בעיות מגורים שקדמו לאסון בסבירות גבוהה יחזרו על עצמם או יוחמרו	המגורים והמיקום שלהם בסבירות גבוהה יהיו דומים לתקופה שלפני האסון ומקובלים על המשפחות	פרופורציה משמעותית של משפחות נפגעות משוכנות מחדש בתוך שנתיים	ניסיון לשמור על המאפיינים המוכרים של המגורים שנחרבו
דגש גבוה להתגוננות בפני רעידות אדמה	סבירות שפתרונות המגורים לא יהיו ברי-השגה אלא אם כן יקבל סבסוד ממשלתי	שכונות ישנות או בעייתיות יחודשו ואוכלוסיות רבות ינועו למיקומים פחות נוחים	שיקום רוב המגורים יעוכבו עקב הצורך בתכנון מורכב של תכניות אב לשיקום	התחדשות עירונית בהיקף רחב מבחינת אורחות חיים, תשתיות ושירותים
דגש גבוה להתגוננות בפני רעידות אדמה	סבירות שפתרונות המגורים לא יהיו ברי-השגה אלא אם כן יקבל סבסוד ממשלתי	תכנון מחדש של אזורים ויעודי קרקע. השפעה ישירה על דיירים, שכונות וכיוונים לפיתוח	סבירות לעיכובים בשיקום עד למיפוי ועדכון מכלול הצרכים לתכנית השיקום	בניה מחדש תוך התגוננות מרבית נגד רעידת אדמה עתידית

מקור: בולטון (1996), עמ' 129

ואכן, הדעת נותנת כי קיימות חלופות מובהקות ליצירת פתרון למקלט זמני בעקבות רעידות אדמה. חלופות אלו ינועו על פני הטווח שבין יעדי שיקום שונים, מהצלת חיים מיידיים ועד ליצירת בסיס איתן לפיתוח עתידי בר קיימא. עם זאת, נדמה שניתן לזקק כמה תובנות בסיסיות העולות מסקירת הספרות הרלוונטית:

- השיקולים למיקום אתר שיקום זמני צריכים לשאוף להשיג כמה שיותר מטרות בעת ובעונה אחת לפי ההירארכיה הבאה:

- הצלת חיי אדם באופן מיידי ושמירתם באופן בטוח ובר קיימא
- שמירה, ככל הניתן, על יכולות השרידות הפיזית והנפשית של הפרט והקהילה בעתיד הקרוב והרחוק: קרבה מקסימלית למקום היישוב שננטש, קרבה למקורות עבודה ופרנסה, שמירה על הרקמה המשפחתית והקהילתית של אוכלוסיית הנפגעים, רשת בטחון נפשית ופיזית לחלשים ביותר בחברה ובקהילה.

- יצירת מענה שישרת את האוכלוסייה הנפגעת גם לטווח קצר וגם לטווח ארוך במכלול המלא של יעדי שיקום (זמינות ומהירות, התאמה חברתית-כלכלית, ברי קיימה ומספקים ביטחון לטווח ארוך)

- פתרון טוב תלוי מאד במידת ההיערכות לאסון לפני שזה מתרחש. היערכות מתאימה בסוגיות של תפקוד הרשויות, שרשרת הפיקוד הניהולית, יצירת צוותי חרום לפינוי והצלה, תקצוב ותיעדוף וגם לתכנון והקמה של אתרי שיקום, יכולה לסייע מאד ביצירת מענה המאפשר פתרונות משוכללים יותר בעת האסון עצמו. יש ספרות רחבה מאד הנוגעת לאדמיניסטרציה של ניהול הטיפול ברעידות אדמה, אדמיניסטרציה כזו, בהנחה והיא מוקמת לפני שהאסון יתרחש מוכרחה להיערך לאפשרויות השונות של מענה לאתר שיקום קודם להתרחשות האסון.

התבחינים לזיהוי אתרים מתאימים

מסקירת הספרות עלו שלוש תובנות מרכזיות: (1) האזור בו יבנו המגורים הזמניים צריך להיות בטוח, ולכן יש לקחת בחשבון את רגישותו לפגיעות נוספות; (2) בכדי לשמור על המבנה הקהילתי ולצמצם את הפגיעה הקהילתית והנפשית חשוב שהאתרים יהיו קרובים ככל האפשר למגורי הקבע שנפגעו; (3) מאחר שהאתרים ישמשו לתקופת זמן, וכן קצב הפינויים לא יהיה אחיד, בשל ההבדלים בקצב בניית מגורי הקבע בין אזורים ושכונות שונות, יש למצוא אזורים שתואמים תכנון עתידי ולהישען על תשתיות קיימות עד כמה שאפשר. מעבר לכך, יש להימנע ככל האפשר מפגיעה בשטחים פתוחים איכותיים, שכן האתרים לא ישובו למצבם הקודם על פני תקופות זמן ניכרות. נקודה זו חשובה במיוחד בארץ ישראל, בה הלחץ על השטחים הפתוחים חריג בעוצמתו.

לאור תובנות אלו, וכן על בסיס התייעצות בתוך הצוות ועם מומחים נוספים, אופיינו מספר תבחינים למיקום האתרים. אלו נחלקים כאמור לתבחינים שהם קטגוריאליים, בהם יש סף מחייב, ולתבחינים רציפים.

הנתונים הקטגוריאליים מסוכמים בטבלה 3. בטבלה מצויינים השטחים המתאימים עקרונית ואלו שאינם מתאימים עקרונית. הם קובעים את ההתכנות או אי ההתכנות של יחידת שטח לשמש למגורים זמניים. על אף שמרחק מהישוב הוא משתנה רציף קבענו סף של 5 ק"מ מהישוב כקטגוריאלי, שכן בטווחים אלו יוממות ונסיעות הן סבירות. שטחים בשימוש צבאי יכולים להתאים בתלות באופי המתקן הצבאי. מחנות "רגילים" יכולים לשמש כאתרים מצויינים. לעומת זאת ישנם מתקנים צבאיים שלאור השימוש בהם לא מתאימים כלל. אי לכך המתקנים הצבאיים נותחו פרטנית, ורק אלו שנמצאו מתאימים נכללו, בעוד האחרים סומנו כאזורים מבונים.

טבלה 3: התבחינים הקטגוריאליים

נושא	מתאים	לא מתאים
שטח בנוי		+
בתחום תכניות ותמ"ל	+	
שטחי יערות, שמורות טבע וגנים לאומיים		+
שטחים בשימוש צבאי	+(חלקית)	
שטח ירוק עירוני	+	
שטחים רגישים סייסמית		+
מרחק של עד 5 ק"מ מהישוב שנפגע	+	

הסוג השני של תבחינים נגע לנתונים רציפים. אלו נושאים שמשפיעים על הבחירה, אבל אינם קובעים האם אתר מתאים או לא. לגבי רוב התבחינים הללו נוסחת הדעיכה של מידת ההתאמה איננה ליניארית¹⁵. לכן לגבי כל אחד

¹⁵ הנוסחאות הן מסוג fuzzy small function, כאשר ערך האמצע לכבישים הוא 1000 מ', בעוד ערך האמצע לשיפועים הוא 7 מעלות. קרי יש עדיפות מובהקת לאתרים בקרבה הקטנה מ-1000 מ' מכביש ראשי ובשיפועים מתחת ל-7 מעלות.

מהם אופיינה נוסחה המציגה את המידה בה אתר מסויים עשוי להשתייך לקבוצה המאופיינת על ידי התבחין. בטבלה 4 מצוינים התבחינים הרציפים וכן המשקל שניתן להם. לאור חשיבות השיפועים בקביעת התאמת אתרים הם קיבלו משקל רב יותר מהמשתנים האחרים.

טבלה 4: התבחינים הרציפים

נושא	הסבר	משקל
שיפועים	שיפועים במעלות	0.3
כבישים	מרחק מכבישים ראשיים	0.1
מוקד הרעידה	נוסחת דעיכה בתלות במוקד ועוצמתו	0.1

המודל

השטח הנכלל במודל הינו כל שטחי ישראל הסטטוטורית (ישראל כולל רמת הגולן ומזרח ירושלים), וכן שטחים עד טווח של קילומטר מהקו הירוק. הרזולוציה של הנתונים שנבחרה לחישוב היא 25X25 מ'. תכנת המידול בה נעשה שימוש היא ArcGISPro.

הנתונים הקטגוריאליים חוברו כדי לזהות את כלל השטח שניתן להתייחס אליו כשטח פוטנציאלי לבינוי מגורים זמניים, בטווח של 5 ק"מ מהישוב שנפגע.

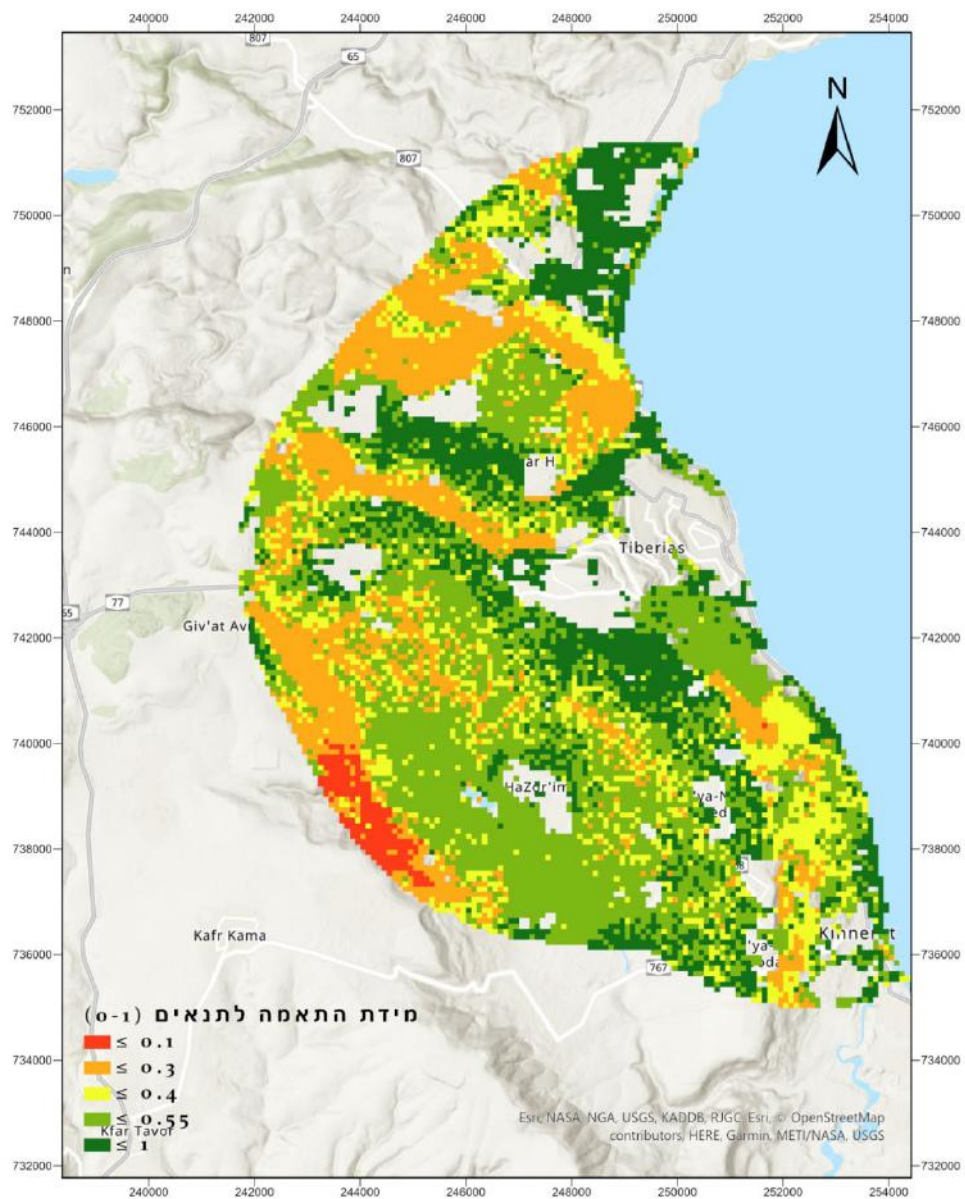
השטחים הבנויים הוצאו כולם מהשטחים הפוטנציאליים, ולכן כל שאר הקטגוריות חלות רק בשטחים פתוחים – פנים-עירוניים גדולים וחוף-עירוניים. לגבי שטחים פתוחים איכותיים (יערות, שמורות טבע וגנים לאומיים) נלקחה הקבוצה המשלימה (שטחים שאינם יערות שמורות וגנים). בדומה, גם שטחים שהם בעייתיים סייסמית הוצאו מכלל השטחים הפוטנציאליים בצורה דומה.

לגבי השטחים הפוטנציאליים הופעלו התבחינים הרציפים. כל יחידת שטח קיבלה ציון בהתאם למידת התאמתה לכל תבחין על פי הנוסחה הרלוונטית לאותו תבחין. לבסוף, כל הערכים חוברו ושוקללו בהתאם למשקלות. לצורך כך כל המשתנים נורמלו לטווח של 0 עד 1, כאשר כל השטחים שנמצאו פוטנציאליים על פי אחד התבחינים הקטגוריאליים קיבלו משקל של 0.1. ככל שתבחין מסויים קיבל ציון מנורמל הקרוב יותר ל-1 האתר מתאים יותר עפ"י אותו תבחין.

התוצר של המודל הוא מפה המציינת את מידת ההתאמה של תאי שטח שונים למיקום מגורים זמניים. דוגמה למפה כזו לגבי אזור טבריה, עבור רעידה המתרחשת באזור בקעת הירדן, מוצגת בתרשים 1. המקרא של המפה, והצבעים מציגים את מידת ההתאמה של תא השטח. ככל שהציון של תא השטח קרוב יותר ל-1 תא השטח מתאים יותר להקמת מגורים זמניים (התאים הירוקים במפה).

EQ4_אזור טבריה

רעידת הייחוס של עמק הירדן



הפעלת המודל

מטרת המודל היא לזהות את האתרים המתאימים להקמת מגורים זמניים. לכן המודל מופעל על ידי הכנסת נקודות ציון מרכזיות של המבנים שנהרסו או נפגעו באופן שיש לפנותם מיושביהם. על בסיס זה, ועל ידי הכנסת

נקודת הציין של מוקד הרעש, וחישוב פונקציית הדעיכה ממנו, ניתן לזהות בכל נקודה בארץ את מידת ההתאמה להקמת מגורים זמניים בהתייחס לכל קבוצת מבנים שנהרסו או שהפכו ללא ראויים למגורים.

במקרים רבים יתכן שיזוהו כמה אזורים כמתאימים. במקרים אלו מקבלי ההחלטות ידרשו להעריך את האתרים השונים בהתייחס לתובנות שיעלו באותה נקודת זמן, כגון זמינות של שירותי רפואה. בהתייחס לכך יש לציין שישנו עוד תבחין קטגוריאלי שלא נכלל במודל. תבחין זה הוא הבעלות על הקרקע. בעקרון יש להעדיף שהאתרים למגורים הזמניים יהיו על קרקעות בניהול רמ"י. אך על אף מאמצים מרובים רמ"י לא הסכימו להעביר נתונים לגבי אילו קרקעות נמצאות בניהולם. לכן במצב אמת יהיה על מקבלי ההחלטות לבחון את האזורים שזוהו באמצעות המודל ביחס לבעלות על הקרקע.

לאחר בחירת האתר המודל מאפשר גם לקבל נתונים לגבי תכונות האתר. כך כאשר נבחר אתר מסויים כמתאים ניתן להוציא מהמודל את נתוני הרקע לאותו אתר ספציפי – שיפועים, מרחקים וכד'. נתונים אלו יכולים לשמש לתכנון האתר עצמו – נושא הנדון ברכיב העבודה הבא.

מראי מקום

- Bolton, P.A. (1996), "The Integration of Housing Recovery into Reconstruction Planning" in: Cheng, F. Y. and Wang, Y.Y. (Eds. 1996), *Post-Earthquake Rehabilitation and Reconstruction*, Oxford: Pergamon Publishers
- Corsellis, Tom and Antonella Vitale (2005), *Transitional Settlement for Displaced Population*, University of Cambridge Shelter Project, Oxfam.
- Sekiguchi T, Hagiwara Y, Sugawara Y, et al (2019), *Moving from prefabricated temporary housing to public reconstruction housing and social isolation after the Great East Japan Earthquake: a longitudinal study using propensity score matching*. In: *BMJ Open*, pp. 2
- Ye Yaoxiam (1996), "Decision making for the recovery and reconstruction following strong Earthquakes" in: Cheng, F. Y. and Wang, Y.Y. (Eds. 1996), *Post-Earthquake Rehabilitation and Reconstruction*, Oxford: Pergamon Publishers
- Zhiganag, Liu (1996), "Briefing on Rehabilitation in Earthquake Disaster Areas in China" in: Cheng, F. Y. and Wang, Y.Y. (Eds.), *Post-Earthquake Rehabilitation and Reconstruction*, Oxford: Pergamon Publishers

3. עיצוב ופיתוח כלי מבוסס ידע, ניסיון ושיתוף רב תחומי המסייע בקבלת החלטות לתכנון מיטבי של מרחבי מגורים זמניים לנפגעי תרחישי אסון

ערן לדרמן, תומר שמי, מייק טרנר
רומי אטאס, גל נאפ, ג'ורדן ליכט, עופרי דר, ליהיא ברגר

RDfD - מחקר עיצוב לסביבת אסון – בצלאל, אקדמיה לאמנות ועיצוב, ירושלים

תקציר

אסונות טבע נוטים להשאיר אחריהם שובל של הרס מבנים ותשתיות בנוסף לאובדן של חיי אדם ופגיעתם של רבים נוספים. רעידות אדמה ואירועי אסון נוספים מותירים לרוב אנשים, משפחות וקהילות ללא קורת גג, עקורים על אדמתם.

מקובל לחשוב כי אתגר יצירת פתרונות המגורים מונח בתחום אחריותם של אנשי מנהל והנדסה בלבד. עם זאת, ניסיון רב שנצבר לאורך שנים, באזורים שונים ברחבי העולם, מצביע על כך שראיה צרה שתכליתה אספקה של חלל, רצפה, קירות ותקרה בלבד לעקורים אינה נכונה. ישנה חשיבות מכרעת לשיתוף גורמים שונים בקבלת ההחלטות הקשורות בבחירת סוג ואופי המבנים אשר ישמשו למגורים ולאופן הצבתם במרחב, זאת תוך התייחסות רגישה לאספקטים חברתיים, פסיכולוגיים, טכנולוגיים וסביבתיים.

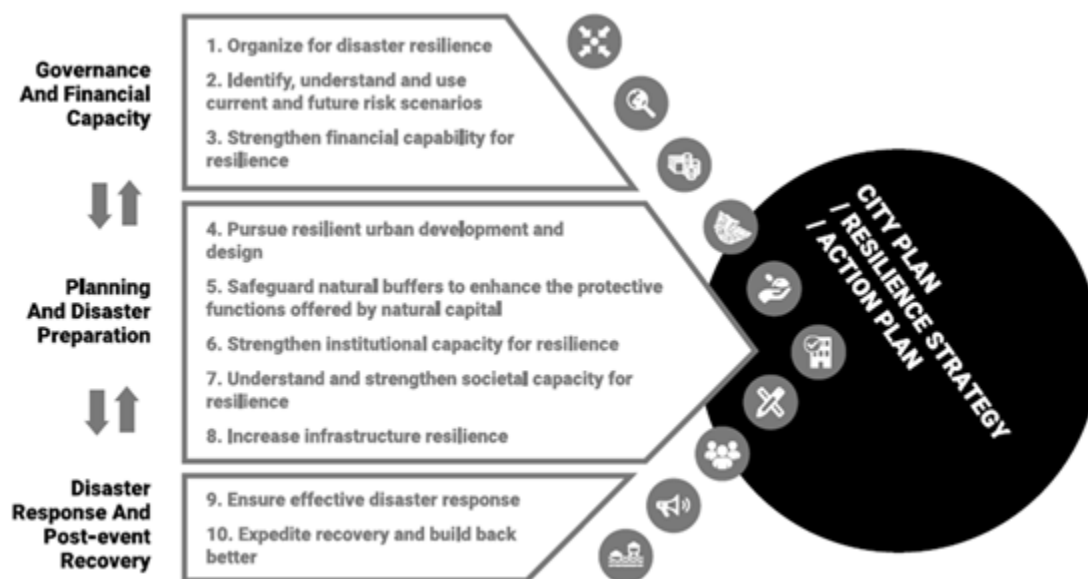
מחקר זה עושה שימוש בכלים עיצוביים ליצירת שפה משותפת המאפשרת שיתוף של ידע וניסיון ממגוון דיסציפלינות. זאת מתוך תפיסה מקצועית כי תכלית העיצוב היא לשמש כגשר בין שפות ותפיסות שונות, וכך לגשר בין טכנולוגיה לתרבות, בין חומר לרוח ובין הנדסה לרגש. שיתוף ידע וחיבור ניסיון שנצבר בשטח ובמחקר אקדמי, יצירת מפגש ושיח בין מומחים בתחומים רלוונטיים מגוונים ומקבלי החלטות וקובעי מדיניות, הם המפתחות ליצירת הבנה של התנאים הקיימים, ובהמשך לפיתוח אסטרטגיות ישומות להתנהלות בשעת חירום. המחקר מציע פיתוח של כלי שמטרתו לסייע למקבלי ההחלטות בבואם לבחור פתרונות מחסה ודיור זמניים שיספקו לקהילה הנפגעת תוך התחשבות במגוון רחב של שיקולים. כלי זה ישמש לתכנון (לפני) האירוע ולתגובה במהלכו.

כבסיס לפעולה, נאספו ונותחו נתונים אודות מקרי מבחן משמעותיים שהתאפיינו בצורך להקמת מתחמים ומבנים זמניים למגורים שהתרחשו בישראל, זאת מתוך מטרה להבין טוב יותר את ההשפעות הנובעות מהחלטות שונות הקשורות לשימוש בפתרונות דיור זמני למקרי חירום. בשלב שני נאספו נתונים אודות פתרונות דיור זמניים קיימים וזמניים אשר פותחו ונוסו ברחבי העולם, נתונים אלו נותחו על פי קריטריונים שונים בהתייחס לתרחישים שונים. המידע שנאסף והתובנות מניסיון העבר הוטמעו בכלי המתואר.

המחקר ופיתוח הכלי מהווים צעדים ראשונים בלבד בהם יש לנקוט למען גיבוש אסטרטגיה יעילה להתמודדות עם אתגר אספקת דיור זמני בשעת חירום. יש להמשיך ולפתח את הכלי, להוסיף ולאסוף מידע על פתרונות שונים כדי לאפשר פעילות רחבה ומורכבת יותר, ואולי אפילו לשמש כמאגר מידע בין-לאומי.

על פי ה- UNDRR, the Resilient Cities Campaign, במסגרת מסמך סנדאי (Sendai Framework), זוהו עשרה יסודות חיוניים לקראת גישה כוללת להפחתת סיכוני אסון.

“A protocol is needed that should be updated at regular intervals, and not more than five years, to apply new techniques and the availabilities of temporary dwellings” (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015.)



מחקר זה מתמקד ביצירת כלי המסייע בקבלת החלטות מיטביות לאספקה והקמה של מתחמי דיור זמני לנפגעי תרחישי אסון. מוטב כי יעשה תכנון מוקדם טרם קרות האסון זאת על מנת להבטיח פתרון איכותי וקוהרנטי המספק לקהילה הנפגעת ולאנשיה את פתרונות הדיור המתאימים ביותר בזמן הקצר ביותר תוך יצירת אקלים שיקומי מיטבי, מינימום השפעה סביבתית שלילית, מניעת עימותים בין הגורמים האמונים על מתן הפתרונות וכל זאת תוך עידוד השתתפות קהילתית בתהליך השיקום והבנייה.

יצירת כלי תומך החלטות הוא בראש סדר העדיפויות:

“will enable the relevant stakeholders to identify through determined classes of types and ranges the most relevant solution, for the certain needs ensuring effective disaster response to the specific situation.” (Chimenz & Lederman, 2019)

רשויות ממשלתיות בכל הרמות נוקטות לרוב בגישה ה- 'מלמעלה למטה' (top-down), גישה חיונית המייחסת חשיבות לסטנדרטיזציה ולפתרונות מוטי טכנולוגיה המתאימים להשגת תוצאות מיטביות בדגש על מהירות וחיסכון במשאבים. אך בה בעת ובשל תחושת הדחיפות לספק יחידות מגורים מוזנחים בדרך זו אספקטים קונקרטיים מקומיים הקשורים לתרבות וצרכים אנושיים.

ההנחיות העדכניות של משרד הבינוי והשיכון ורשות החירום הלאומית בישראל מעידות על חוסר התייחסות לנושאים חשובים כמו אקלים, קיימות והיבטים תרבותיים וסוציולוגיים / פסיכולוגיים. (Feitelson, Shila, Jacobson Architects, Temporary Housing sites-Planner Guide, 2016)

מהצד השני גישה ה- 'מלמעלה למעלה' (bottom-up) מאפשרת מקום להשפעת הקהילה והמשתמשים על קבלת ההחלטות וניהול תהליך בחירת ויצירת פתרונות הדיור. גישה זו שמה דגש על מתן פתרונות

המתייחסים לשיקולים תרבותיים, כלכליים סביבתיים נסיבתיים, והיא מציגה רגישות לצרכים ספציפיים דוגמת שימוש במשאבים מקומיים, יצירת מקורות פרנסה לנפגעים, שימוש חוזר בבניינים לצורכי קהילה ותיעדוף אחריות האחזקה בידי האנשים ולא בידי הרשויות הרשמיות. עם זאת, גישת ה-'מלמטה למעלה' הנשענת על משאבים מקומיים מוגבלת ביכולתה לספק פתרון רחב היקף בהשוואה ליכולות הממשלות לספק כמויות גדולות של יחידות באמצעות מימון ומוכנות. (Abulnour, 2013)

"In preparation for a disaster, the position of Chief Resilience Officer (CRO) is located in the Mayor's office, or equivalent, that has an overarching role in the city, rather than being placed in one particular office or department. Visible support from the Mayor or City Manager is also essential to build inter-disciplinary trust. This generally helps the CRO to work effectively across all departments, avoiding siloing challenges. This cross-cutting thinking can be key to solving multiple challenges with single solutions in a cost-effective mode." (Rockefeller Foundation, 2016)

כפי שצוין לעיל, בבואנו לאפיין וליצור פתרונות מגורים זמניים שלאחר האסון, יש חשיבות מכרעת להתייחס באופן מרוכז וכולל לנושאים אלה המפוזרים לרוב בתחומי התייחסות של דיסציפלינות שונות, זאת במטרה להשיג תוצאות מיטביות בהיבטים פונקציונליים, כלכליים וסביבתיים ולהשגת יעילות מרבית.

2. מטרות

גישת מחקר זו, מתבססת על שיתוף פעולה בין תחומי בגיבוש אסטרטגיות לפעילות שלאחר האסון בכלל, ובבחירת פתרונות דיור זמני בפרט.

ניתן לסווג דיור זמני לפי שתי קטגוריות עיקריות:

1. מקלט זמני - מענה מגורים בבית משפחה או חברים, או במקלט טרומי כגון מבנה ארעי או אוהל. מצב זה עשוי להימשך בין מספר ימים למספר שבועות לאחר האסון עד למתן פתרונות דיור זמניים איכותיים יותר.

2. דיור זמני - עשוי לאפשר חזרה לפעילות רגילה כולל עבודה, לימודים, בישול וקניות. פתרונות דיור אלה עשויים לאכלס אנשים במשך חודשים ואף שנים לאחר האירוע. לעיתים, הבית הזמני עשוי להתפתח לפתרון קבוע, אם הפתרון הניתן איכותי דיו. (Abulnour, 2013)

מחקר זה מתייחס לקטגוריה השנייה של דיור זמני, תוך התייחסות לתרחישים שונים כולל שיטפונות, הוריקנים, סופות טורנדו, התפרצויות געש, רעידות אדמה, צונאמי וסופות, וכן מגיפות דוגמת וירוס הקורונה הנוכחי.

המטרה היא לאחד את התובנות שנאספו ונלמדו מאירועים קודמים כמו גם מההנחיות הקיימות כיום במספר גופים שונים, ולהפיק מסמך אחד המבהיר את התנאים האידיאליים לזיהוי מיקום להקמת יישוב זמני, בהתאם לתנאים הקיימים בשטח בהתייחס לניסיון קודם. גורמים שיש לקחת בחשבון במהלך התכנון יכללו אקלים מקומי, ממשל, ניידות ותרבות בטווחי זמן ספציפיים. (Feitelson, 2019 & Turner, Lederman)

אחד העקרונות המנחים של UNDRR - תוכנית סנדאי (Sendai Framework) להפחתת סיכוני אסונות קובעת בבירור:

"Academia, scientific and research entities and networks to focus on the disaster risk factors and scenarios, including emerging disaster risks, in the medium and long term; increase research for regional, national and local

application; support action by local communities and authorities; and support the interface between policy and science for decision-making” (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015)

אנו מאמינים ששיתוף פעולה בין-תחומי המערב גורמים בעלי ניסיון שטח וגורמים מהאקדמיה, יחד עם קובעי מדיניות ומקבלי החלטות מהרשויות, הוא המפתח להבנת התנאים הקיימים ולפיתוח אסטרטגיות ישימות למימוש PAUC בזמני חירום.

מחקר זה מציע כלי תכנון שיאפשר לממשלות לשקול היבטים מגוונים באמצעות נקודות מבט של דיסציפלינות שונות בעת בניית אסטרטגיות התאוששות בעקבות אסון. הכלי עתיד להציג פתרונות מגורים זמניים שתוכננו מראש על פי מידת התאמתם לצרכים הייחודיים של כל תרחיש ומיקומו, בהתאם לסדרי העדיפויות והאילוצים שיוגדרו בידי מקבלי ההחלטות. כלי זה יסייע בקבלת החלטות מבוססות גישת 'מלמעלה למטה' אופטימליות על בסיס שיקולי תקציב, מסגרת זמן, אקלים, הערכה מדעית של האסון ופוטנציאל ההחמרה אפשרי, תוך התחשבות בנתונים על התרבות המקומית, אופי הקהילה וצרכי המשתמשים.

3. מתודולוגיה

בשלב הראשון, חקרנו מקרי מבחן המתארים שימוש במגורים זמניים בישראל, על מנת ללמוד מהם לקחים. המקרים שנבחנו הינם המעברות - 1948, אתרי הקרוואנים שהוקמו עבור העולים בשנות ה-80 וה-90 ואתרי ה"קראווילות" עבור מפוני/עקורי גוש קטיף - 2005. כולם מהווים דוגמא לתכנון שנעשה באופן תגובתי ומיידי בשעת הצורך, ולא כאסטרטגיה קוהרנטית שגובשה מראש למקרים מסוג זה. ברוב המקרים, לאור הדחיפות וחוסר התכנון מראש, רק חלק מן ההיבטים נלקחו בחשבון וקבלו התייחסות. לכן מקרים אלו מהווים דוגמא טובה להצלחות וכישלונות שנגרמו כתוצאה מהתחשבות בגורמים בודדים ולא בראייה כוללת בתהליך קבלת החלטות.

המסקנה ממקרי מבחן אלו היא כי אין די בבחינת היבטים הפיזיים במתן פתרונות לסיטואציות כה מורכבות. הדרך לקבלת החלטות מיטבית, תוך הימנעות מהחלטות שגויות שתוצאתן יצירת בעיות חברתיות, תשתיות ובזבז משאבים, זמן וכסף, היא באמצעות שיתוף פעולה בין-תחומי ובחינת האירוע והפתרונות המתאימים לו מריבוי נקודות מבט ושכלול שיקולים מקיף.

בשלב השני, אספנו מידע על מבני דיור זמניים מרחבי העולם, אפיינו אותם על פי קריטריונים כגון ייעוד מרכזי, מימדים פיזיים, מחיר, זמינות, עמידות לתנאי הסביבה ומידת החיבוריות לתשתיות. את המידע שנאסף ניתחנו אל מול מגוון האירועים האפשריים, תוך התייחסות למאפייני האוכלוסייה, מיקום, אקלים ועוד. את המידע והניתוח שילבנו בתוך מערכת נוחה לשימוש, שמטרתה להציג את פתרונות הדיור הזמינים והרלוונטיים ביותר בהתאם לתרחיש הנבחר.

תהליך זה התאפשר הודות לשיתוף פעולה בין-תחומי של מומחים מתחומי הגיאולוגיה, גיאוגרפיה, תכנון עירוני, עיצוב תעשייתי, סיוע הומניטרי, בריאות וטכנולוגיה. יצרנו תהליך בו כל תחום ודיסציפלינה זיקקו ותיעדפו את הערכים החשובים ביותר בראייתם, ואלו שולבו לכדי פלטפורמה משותפת.

גיאולוגים מצאו כי הערכים המשמעותיים ביותר הם יציבות הקרקע שעליה ניתן להקים את הדירות, והסבירות לאירועים משמעותיים או רעידות משנה לאחר הפגיעה הראשונה.

מבחינת הגיאוגרפים, הערכים המכריעים הם זמינות הקרקע, שעשויה להיות מוגבלת למסגרת זמן מסוימת; קרבה לתשתיות וצירי תנועה ראשיים על מנת להקל על הובלת חומרים וניידות התושבים, קרבה למרכזים רפואיים וכן מיקרו אקלים בסביבה. בנוסף יש לייחס חשיבות לשיפוע אזורי הבנייה הפוטנציאליים, נתון שעשוי להשפיע על מאמץ, עלות וכמות העבודה הדרושה להכנת השטח להצבת המבנים.

הערכים שנוסחו בידי דיסציפלינת התכנון העירוני כללו אפשרות להרחיב את מבני המגורים ולהעריך את צפיפותם האופטימלית, הגמישות של המבנים ביכולתם לשימוש רב תכליתי כמבני ציבור ושירותים. הם כללו גם ערכים חופפים עם דיסציפלינות נוספות דוגמת אקלים ונגישות וכן מרחק ממתקנים ושירותים ציבוריים. בנוסף, הדגישו את חשיבות הזהות, כלומר האפשרות ליצור מרחב קהילתי ותחושת קהילה בפריסת המבנים הבודדים.

עיצוב תעשייתי, התמקד בעיקר בתכונות של מבני המגורים הפוטנציאליים, תוך בחינת מימדיהם הפיזיים, עמידות המבנה בתנאי מזג אוויר מקומיים, רמת יכולתם להתחבר לתשתיות, ולבסוף מחיר, זמינות, שינוע ומאמץ הקמה נדרש.

אנשי מקצוע בתחום הבריאות בחנו גם את האיכויות הבריאותיות והסביבתיות של המבנה. ערכים אלה כוללים יעילות אוורור של החלל, עמידות בפני חומרי חיטוי וניקוי, רמת בידוד והתאמה לשימור מזון לפרקי זמן ארוכים.

מנקודת מבט טכנולוגית, הגורמים המכריעים ביותר היו רמת האוטונומיה, למשל האפשרות להתחבר לתשתיות קיימות והאפשרות לבצע תיקונים ושינויים במבנה.

מההיבט ההומניטרי, ניתוח הקהילה המושפעת הוא ההיבט הקריטי ביותר במתן פתרונות. הערך הראשון יהיה הבנת רמת הפגיעות של הקהילה כולה ושל הפרטים המרכיבים אותה. היבט נוסף כולל מעמד משפחתי ורמת התמיכה הקהילתית. כמו גם רמת האינדיבידואליזם של הקהילה לעומת הקולקטיביזם שבה ורמת האמון של האנשים במערכת וברשויות.

על ידי קישור הערכים המוזכרים לעיל אל מקורות נתונים המכילים מידע הנוגע לאירוע ופתרונות דיור אפשריים, יצרנו פלטפורמה ייחודית ייעודית שתסייע למקבלי ההחלטות לבחור בפתרון הדיור האופטימלי לכל תרחיש ותרחיש. התוכנית משתמשת בעיצוב כגשר בין דיסציפלינות מרובות, בין משתמש לחוקרים, ובין אירועים אקטואליים לנתונים קיימים.

4. סקירת מקרי מבחן

שלושה אירועים נסקרו: המעברות 1948, קרוואנים 1989 וקרווילות 2005.

4.1 המעברות

הדוגמה המובילה לתשובה הישראלית לאתגר יצירת מגורים זמניים היו 'מעברות' (מחנות מעבר) אשר שסיפקו דיור למאות אלפי עולים שהגיעו בגלי העלייה בשנים שלאחר קום מדינת ישראל בשנת 1948. למרות מדובר היה המגוון של פתרונות מגורים קצרים וארוכי טווח, כולם תוכננו בסופו של דבר כתגובת מעבר זמנית אשר שהפכה לעתים קרובות פתרון ליישוב קבע.

שלושה פתרונות עיקריים אומצו בתקופה זו:

- הקמת הישוב הזמני בקרבה ליישובים קיימים. קרבה זו אפשרה קבלת שירותים ואפשרויות תעסוקה בישוב הקבע, אפשרה לתושבים לבסס את פרנסתם וסייע להפחית את עלויות השתלבותם. המגורים בישובים זמניים אלה היו בעיקר באוהלים או במבנים זמניים עשויים מחומרים זולים וזמינים. פתרון זה היה מוצלח יחסית בעיקר בכל הקשור להתמזגות עם ההתיישבות המקורית, לתעסוקה ובמעבר ממחנה זמני למעמד קבוע, זאת במקום אלטרנטיבת הפיזור לערים שונות; בת ים היא דוגמה.

- שימוש חוזר בתשתיות קיימות ומבנים בנויים כולל מבנים ערבים נטושים, מתקני צבא בריטי ומתקנים אזרחיים. זמינותם המיידית אפשרה חיסכון בהוצאות בניה רבות בעיקר מפני שהבניינים היו במצב טוב וספקו תנאים טובים יותר מהאוהלים. רבים מהמהגרים שהו במבנים אלה, שהפכו בהמשך לפתרון קבוע; דוגמאות לכך כוללות את כפר שלם, יהוד, מחנה ישראל, המושבות הגרמניות ולוד.

- הקמת ישובים מרוחקים כחלק ממדיניות לאומית לפיזור אוכלוסין. בישובים אלה נעשה בעיקר שימוש באוהלים ומבנים זמניים העשויים מחומרים זולים וזמניים. יישובים אלה התמודדו עם קשיים בצורך להקים קהילה חדשה וביצירת מערכת אספקת שירותים, כל זאת בהיעדר תשתיות נאותות; הדוגמאות, להצלחות ולכישלונות של יישובים אלה כוללות את קיסריה, דימונה וקרית שמונה. (Haya & Avigial, 1995)

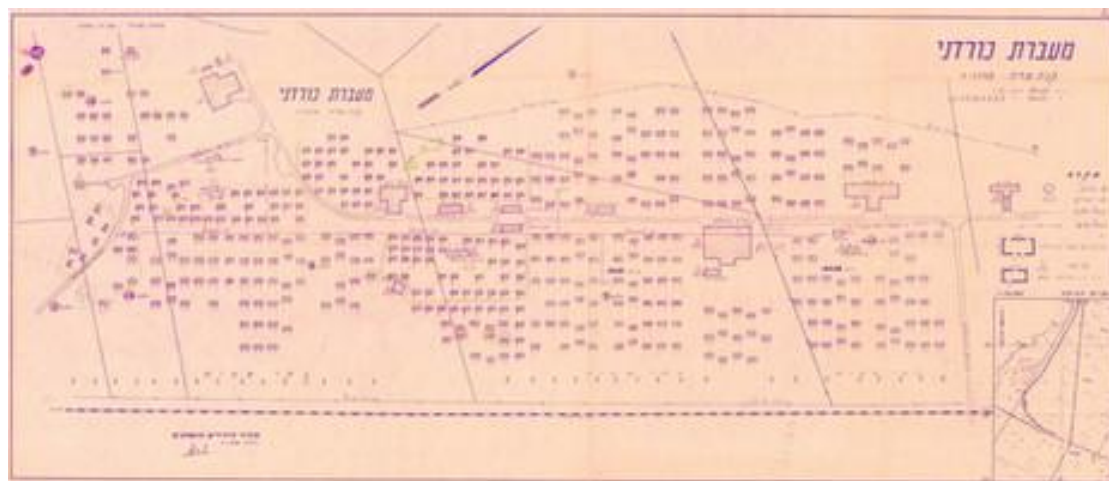
" The successes and failures need to be evaluated through planning, architectural, social and economic perspectives. One of the main failures of the transition camps was the absence of integrating the environment-psychological dimension, namely, some people's attachment to the transitional homes which after several years of occupancy, many considered as their permanent home, and which they refused to abandon. This was in sharp contrast to the psychological disturbances due to dislocation from the original home to the temporary housing. The top-down relocation of the residents to the permanent houses, and their dispersal in different existing cities and towns across the country, often disrupted the community ties that had been forged, creating new traumas. This highlighted the dissonance between national policies and priorities and local needs" (Katchensky, 1986).



איור 2 - אוהלים במעברת בית ליד



איור 1 - מבנים במעברת בתלפיות



איור 3 - תכנית מעברת קרית מוצקין

4.2 קרוואנים - העלייה האתיופית והעלייה הרוסית

מחנות ההגירה מבוססי קרוואנים המכונים לעתים 'מחנות מעבר מודרניים', אשר נבנו כדי לאכלס את מאות אלפי העולים מאתיופיה וברית המועצות לשעבר שהגיעו לישראל החל בסוף שנות השמונים וראשית שנות התשעים.

המחסור הגדול בדיוור שנוצר בשנות התשעים כתוצאה מגלי ההגירה הביא את ראש הממשלה דאז אריאל שרון להורות על הקמת 430 אתרי קרוואנים שהכילו 27,000 קרוואנים, כדי לאכלס את גלי העולים החדשים (לשם, 2009).

יישוב הקרוואנים בקעה נחל - שכונה פרברית בדרום באר שבע שהוקמה בשנת 1991, הייתה דוגמה טיפוסית עם 2308 בתים.

המטרה הייתה ליצור שכונה שתאפשר מעבר ממגורים בקרוואנים אל בתים קבע שנבנו בשיטת 'בנייה קלה' ומבוססת על קירות גבס ועמודי עץ שהובאו מאירופה ואמריקה ונבנו בישראל. למרבה הצער, הדיור ה'קבוע' לא עמד בסטנדרטים הדרושים כאשר תושבים רבים התלוננו על נזילות, סדקים ובידוד לקוי. הדבר נבע מהעובדה שהמבנים תוכננו עבור אקלים אירופי ואמריקני ולא עבור אקלים ישראלי (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2008). בזמן הקמתם של יישובים אלה עלו שאלות בנוגע לגודל האופטימלי של כל יישוב זמני, מצד אחד הרצון לספק לתושבים את השירותים המינימאליים ומאידך, עידוד האינדיבידואליות ועידוד התמזגות הקהילה עם הקהילות והשירותים ביישובים הסמוכים.



איור 5 - תוכנית שכונת הקרוואנים נחל בקע



איור 4 - קרוואנים בגבעת המטוס

4.3 קרווילות - יישוב מחדש של מפוני גוש קטיף וצפון השומרון

הדוגמה האחרונה לפרויקט הקמת התיישבות זמנית רחבת היקף בישראל היא זו של מפוני יישובי גוש קטיף וצפון השומרון בשנת 2005. התוכנית פיזרה את הקהילה ברחבי הארץ וכללה קשת של פתרונות מגורים, החל משיכון במלונות ועד הצבת קרוואנים למגורים.

חסרונה של התוכנית היה בכך שלא השכילה לשמר את הקהילות שפוננו אלא התמקדה באנשים הפרטיים. ההשלכות החברתיות והכלכליות השליליות על המפונים עדיין מורגשות שנים רבות לאחר שיושמה.

אחת הביקורות העיקריות על התוכנית הייתה הכישלון לאפשר לקהילה לשמור על עצמה בכך שפוזרה בכמה אשכולות ברחבי הארץ, החלטה שגררה כעס רב מהקהילה והובילה לסדרת מחאות. מדיניות זו הובילה לכך שמפונים סרבו לשהות במלונות שיועדו לכך, והעדיפו לגור באוהלים זמניים על מנת לשמור על הלכידות הקהילתית ולהביע אמירה פוליטית.

נושא נוסף היה היעדר תכנון ובחירה בשיטות בניה באיכות ירודה. בחלק מהיישובים החדשים שנבנו עבור המפונים חסרו תשתית ושירותים בסיסיים בשלב האיכלוס, תשתיות דוגמת כבישים, חנויות מכולת, בתי ספר ובתי כנסת. מפונים רבים התלוננו על איכות המבנים שאותם הם השוו ל'בתים מקרטון'.

בנוסף, חסרה גם תכנית שתאפשר למפונים לשמור על פרנסתם. כ-60% מהמפונים התפרנסו מעבודה במגזר הציבורי בגוש קטיף, כאשר הושבו מחדש, הרוב המכריע איבד את מקום עבודתו בעוד שלא הוצגה שום אסטרטגיית תעסוקה חלופית. הצטברות הגורמים הללו הגיעה לשיאה במחאה, בשנת 2005, מחוץ לבית ראש הממשלה אריאל שרון על ידי אלף מפגינים מפונים. (ממשלת ישראל, 2004)

כישלונות היישוב מחדש של תושבי גוש קטיף מהווים עדות לצורך לשקול הן את הדרישות המעשיות של מפונים, דהיינו דיור, תשתיות ותעסוקה, והן את המימד החברתי של יישוב מחדש, כצורך לאפשר למפונים לשמור על מבנה קהילתם, והתייחסות לרגישויות פוטנציאליות. דוגמאות אלו גם הדגישו את הקונפליקט הקיים בין המדיניות הלאומית לאינטרסים המקומיים ואף האישיים.



איור 7 - תכנית ניצן ב'



איור 6 - קרווילות בניצן ב'

כל הדוגמאות שמוצגות כאן מציגות מדיניות תגובה לצרכים מידיים ולא כאסטרטגיה המושתת על מבט מקיף ורחב שמטרתו צמצום הפגיעה מסיכונים. האירועים המתוארים התאפיינו בצורך דחוף למציאת פתרונות דיור רחבי היקף בזמן קצר ובתחושת דחיפות. בהיעדר תכנון מראש, נלקחו בחשבון רק היבטים ספציפיים באפיון ובהקמת פתרונות הדיור. לכן מקרים אלה מספקים דוגמה טובה לתוצאות לא מספקות שהתקבלו כתוצאה מראיה צרה ולא מורכבת ומהתייחסות לשיקולים ספציפיים בלבד בתהליך קבלת ההחלטות.

למשל במעבורות בהן ההיבט החברתי-כלכלי טופל בצורה נבונה האסטרטגיה כללה הצבת ישובים זמניים לצד יישובים או ערים קיימות עם אפשרויות תעסוקה, או כישוב מרוחק שהושתת על ההנחה שהקהילה תוכל לפתח כלכלה משלה. מצד שני, פתרונות המגורים שסופקו נבנו מחומרים זולים ולא מתאימים, אשר כשלו מלספק תנאי מחיה הולמים.

בתקדים השני נבנו בתים "קבועים" במטרה להחליף את הקרוואנים הזמניים. עם זאת, בחירת המבנים והחומרים מהם נבנו לא תאמו את תנאי האקלים המקומיים ולכן שיטת הבנייה האמריקאית 'המבנה הקל' התבררה כלא מתאימה למגורים בישראל.

לבסוף, במקרה של הקרווילים, היעדר התכנון הביא למחסור בשירותים בסיסיים ובתשתיות. יתר על כן, הקשר בין החברה לקהילה לא נלקח בחשבון במהלך אסטרטגיית היישוב מחדש, מה שהוביל להשלכות חברתיות וכלכליות שליליות לטווח ארוך על המפונים שעדיין מורגשות עמוקות.

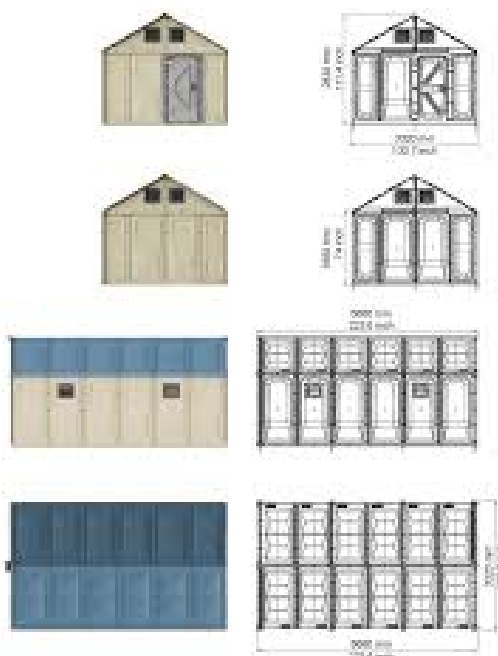
לסיכום, אנו למדים כי אין להסתפק בטיפול בהיבטים בודדים בלבד של סיטואציה מורכבת כל כך (גם אם אלה נחשבים לחשובים והדחופים ביותר). הדרך להימנעות מבעיות קצרות וארוכות טווח דוגמת אלה שתוארו לעיל, הוא על ידי שיתוף פעולה רב-תחומי. בחינת האירוע והפתרונות מהיבטים שונים ומגוונים היא הדרך המתאימה ביותר להשיג תוצאות אופטימליות.

5. מבנים זמניים לדוגמא:

תשע דוגמאות של פתרונות דיור זמניים קיימים זמניים אשר פותחו ונוסו ברחבי העולם נחקרו כדי לספק הבנה טובה יותר של המודל. פתרונות הדיור שנמצאו רלוונטיים אשר נדגמו ונכללו בהדגמה של התוכנה הם:

1. Better Shelter
2. Half a House
3. Future Shack
4. 100K House
5. FEMA trailer
6. Special NO9 House
7. InterShelter
8. Hex House
9. C.A.S.E. Project

1. *Better Shelter* הוא מוצר מאת IKEA Foundation ו-UNHCR. בנוי כאוהל עמיד ומיוצר מראש, שניתן להזמין בכמויות ולהרכיב בשטח. מתפקד כמבנה מגורים לשעת חירום בגודל של 17.5 מ"ר ומיועד לחמישה אנשים. עשוי ברובו מפלסטיק וחומר פולימרי, מתאים לשימוש עד 36 חודשים. מבנה פשוט מאוד, כולל דלתות, חלונות, מנורה עם פאנל סולארי, אך ללא חיבור לתשתיות, שירותים או מטבח. הקמה מהירה תוך חמש עד שש שעות על קרקע רכה או בטון בשיפוע של עד 6% ללא צורך בציוד כבד. מחיר המוצר בשער המפעל עומד על \$1,284 ליחידה.



איור 9 - *Better Shelter* תכניות



איור 8 - *Better Shelter* בשטח



איור 11 - *Better Shelter* שימוש במוצר

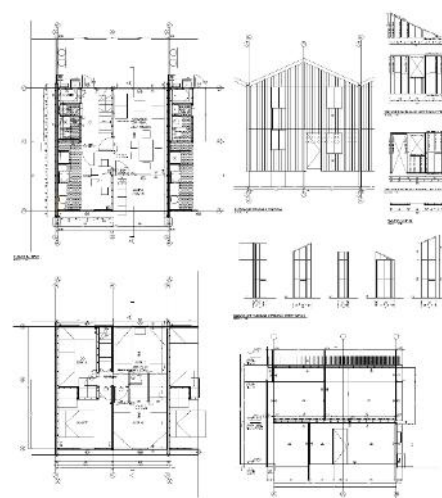


איור 10 - *Better Shelter* גודל האריזה

2. *Half a House* מאת Elemental הוא עיצוב המסופק כאוסף תכניות אדריכליות שיש להתאים למקום בעזרת אנשי מקצוע ולייצר עצמאית. העיצוב מתפקד כמבנה מגורים קבוע בתקציב נמוך, בגדול ראשוני של כ-40 מ"ר עם אפשרות להרחבה ע"י המשפחה לכ-80 מ"ר, כולל שניים עד ארבעה חדרי שינה. עשוי ברובו מבטון ומתאים לשימור ארוך טווח. מבנה בסיסי הכולל שירותים, מטבח וחיבור לתשתיות. במידה ונעשה שימוש בחלקים טרומיים, ניתן להקים את המבנה תוך 24 שעות על קרקע המתאימה לבניה תוך שימוש בציוד כבד. התקציב המוערך של עלות הבניה בשער המפעל בצ'ילה, נע בין \$7,500 ל-\$10,000.



איור 13 - *Half a House* בשטח



איור 12 - *Half a House* תכניות



איור 14 - *Half a House* לפני ואחרי הרחבה

3. *Future Shack* מאת Sean Godsell Architects, RD McGowan Building, Shush Metal פרוטוטיפ למבנה מגורים מינימלי אוטונומי, בגדול של 15 מ"ר ומתאים לעד שישה אנשים. עשוי ממכולת פלדה ובניה מעץ. מבנה בסיסי הכולל שירותים, מטבח, שתי מיטות, גנרטור, פאנלים סולארים, מכלי מים וצלחת לוויין. ניתן להקים את המבנה תוך 24 שעות על רוב סוגי הקרקע בשיפוע של עד 45%. מחיר הפרוטוטיפ שנבנה הוא \$30,000, מחיר משוער לייצור המוני עומד על

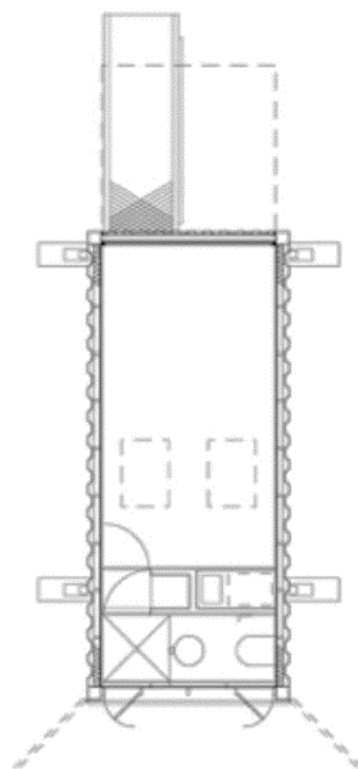
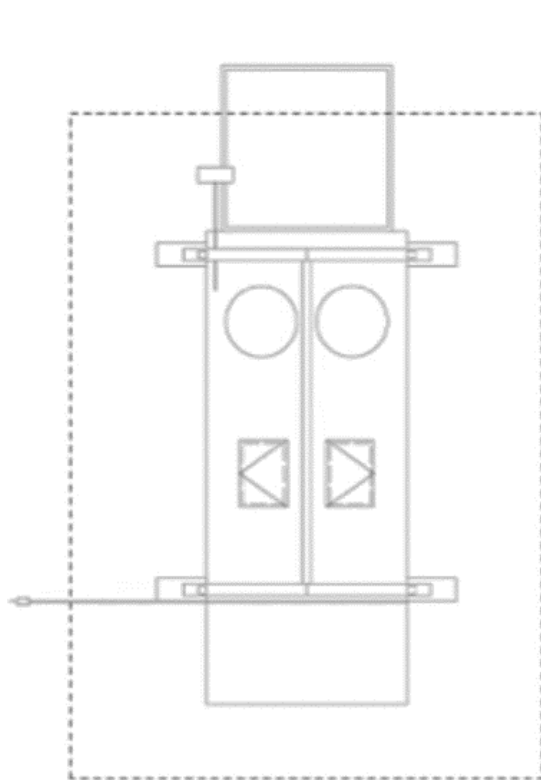
\$15,000. המוצר מעולם לא יוצר בייצור המוני, אך יש אפשרות לרכוש תכניות אדריכליות של המוצר ולבנות אותו ממכילות קיימות.



איור 16 - Future Shack מבט מבפנים

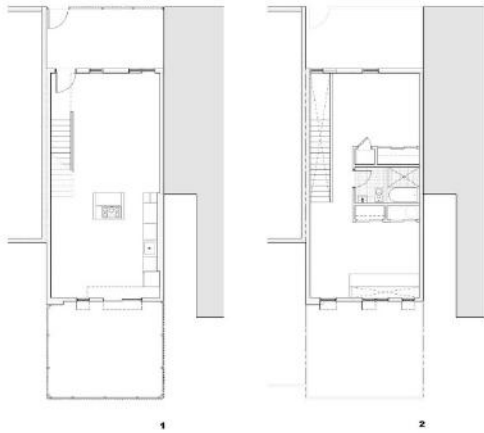


איור 15 - Future Shack פרוטוטיפ



איור 17 - Future Shack תכנית

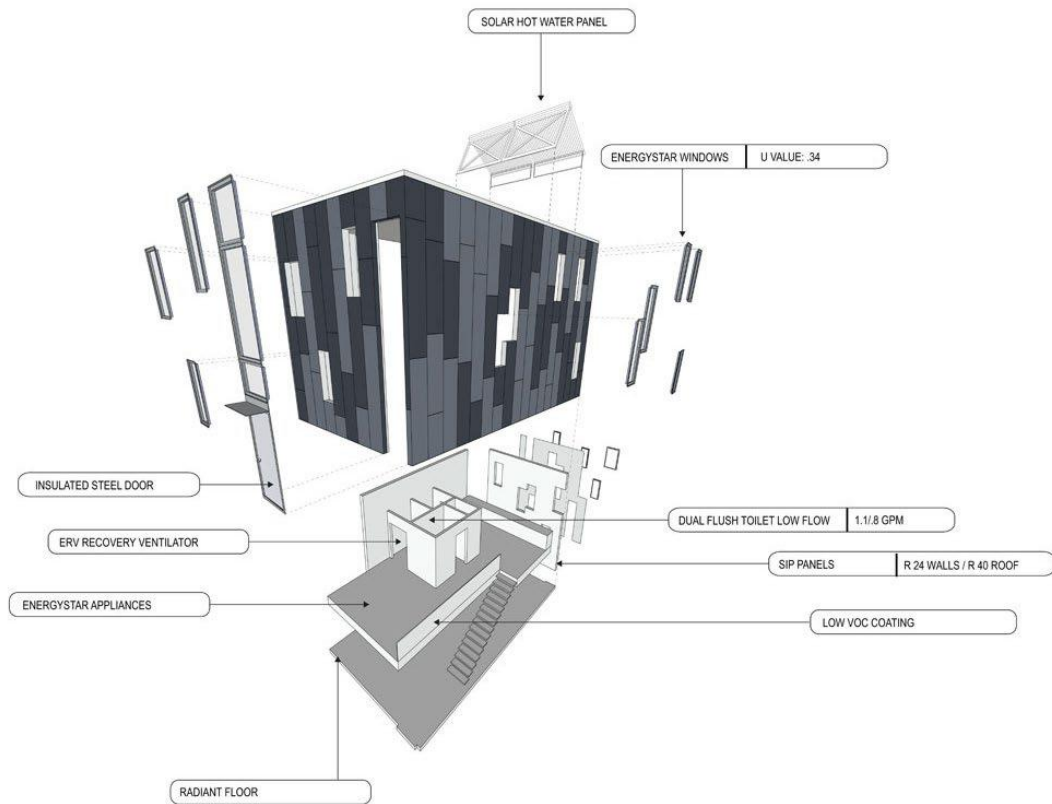
4. *100K House* עוצב על ידי *postgreen homes / interface studio architects* ומיועד להיות מבנה מגורים קבוע בגודל 107 מ"ר ומתאים למשפחה של כחמש נפשות. המבנה מיוצר מחלקים טרומיים הכוללים לוחות פיבר צימנט ועץ, אשר נועדו להרכבה באתר. המבנה מחובר לתשתיות וכולל גם חימום תת-רצפתי, חימום מים סולארי ובוילר, אוורור פסיבי ומזגן, מיכל איסוף מי גשם. זמן הייצור הוא תשעה חודשים, והמחיר המוערך הוא \$120,000-\$100,000.



איור 19 *100K House* תכנית



איור 18 *100K House*

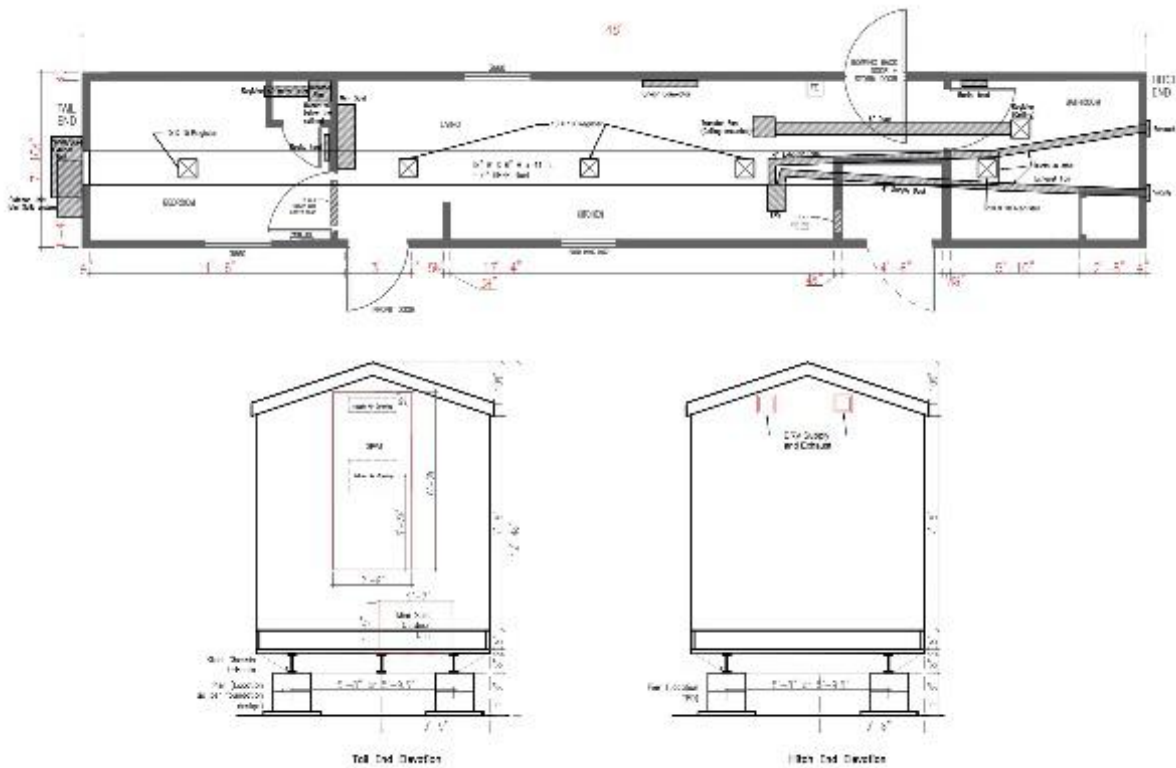


איור 20 *House100K* – טכנולוגיית בניה

5. *FEMA trailers* הינם מבני דיור זמני אשר הוקצו לנפגעי אסונות טבע על ידי הסוכנות הפדרלית לנהלי חירום (FEMA). הטריילרים נועדו לספק מקלט לטווח בינוני של עד 18 חודשים והם מגיעים במספר גדלים בין חדר שינה אחד לשלושה. המבנים כוללים שירותים, מטבח וחיבור לתשתיות לרבות אינטרנט וקו טלפון. הבנייה היא טרומית וההקמה עורכת עד 72 שעות וכוללת שימוש בציוד כבד. לאורך השנים, נרשמו דיווחים רבים על סכנות בריאותיות ותקלות בעת השימוש במבנים.



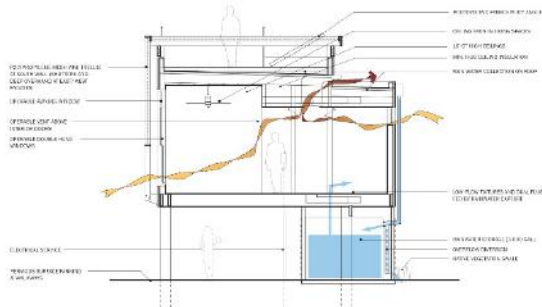
איור 21 - FEMA trailers



איור 22 - FEMA trailers תכנית

6. *Special NO9 House* תוכנן על ידי Williams Architects of New Orleans עבור קרן Make It Right בשביל לספק אפשרות דיור עמידה בפני סערות, ברת השגה ומקיימת. המבנה יועד עבור התושבים של ניו אורלינס אשר איבדו את בתיהם כתוצאה מהוריקן קתרינה. המבנה בגודל של 141 מטרים רבועים והוא מכיל שני חדרי שינה וחדר וחצי של שירותים. שימוש העיקרי הינו בית מגורים עמיד בפני הצפות ולכן הוא מוגבה מעל הקרקע. למבנה חיבורים לתשתיות וכן תשתיות מובנות ביניהן משאבה גיאותרמית וצינורות לקצירת מי גשמים. הרכבתו דורשת ציוד כבד ובעלי מקצוע. המחיר ליחידה הינו \$150,000 בשער המפעל.

SUSTAINABLE STRATEGIES

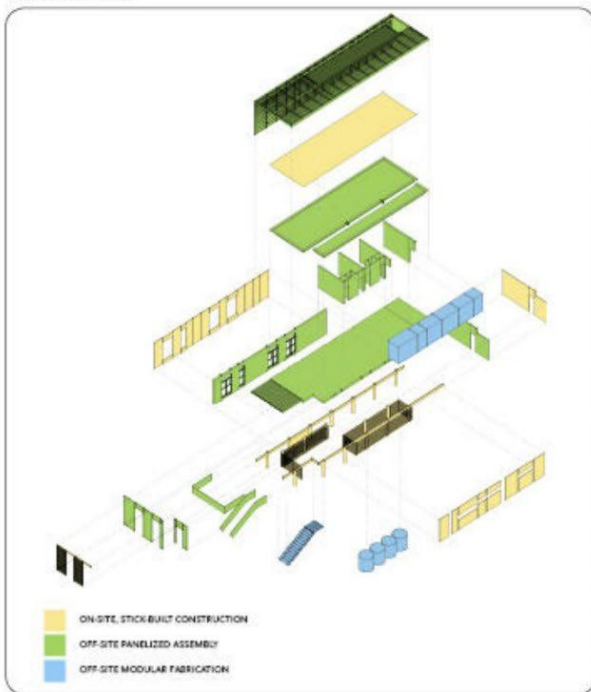


איור 24 - *Special NO9 House* חתך

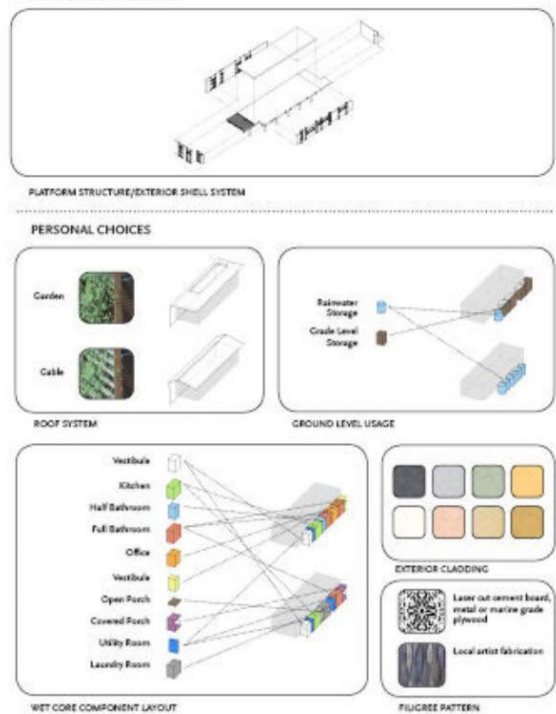


איור 23 - *Special NO9 House*

GENERATION THREE

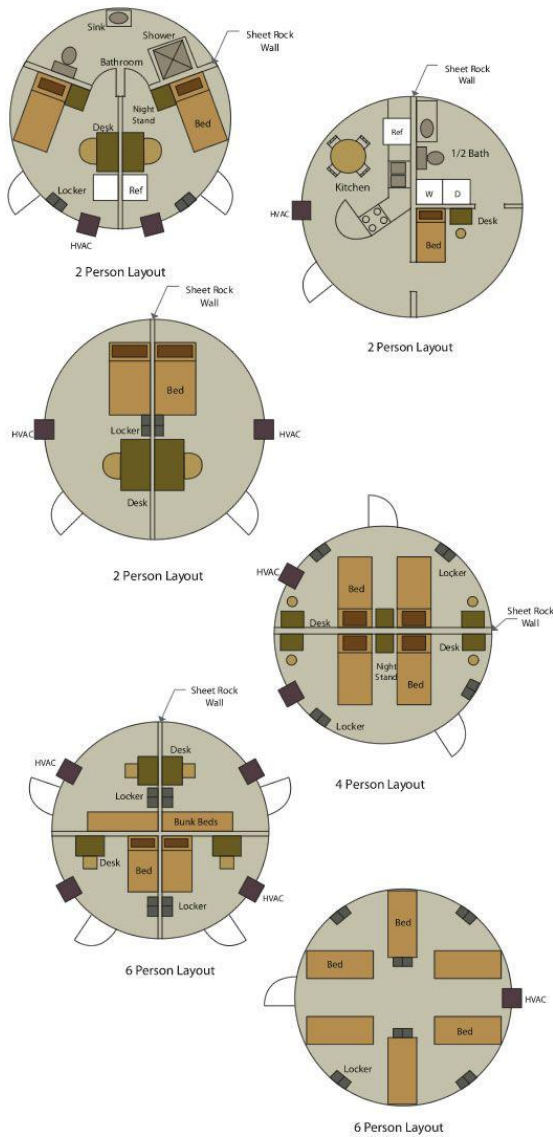


COMMON COMPONENTS

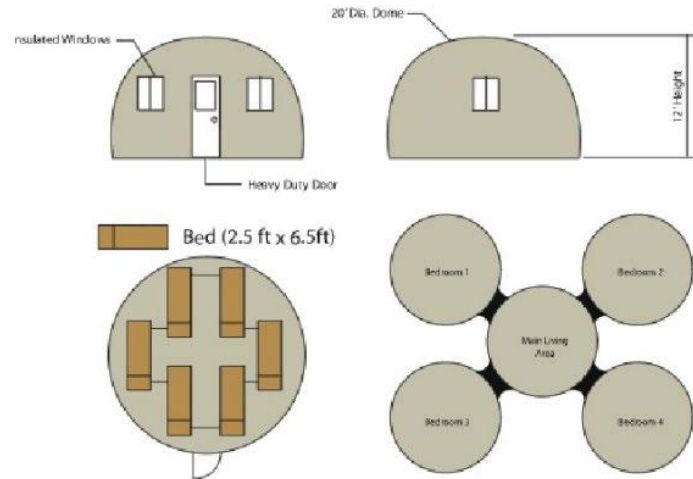


איור 25 - *Special NO9 House* טכנולוגיות יצור

7. *InterShelter* הוא מבנה כיפתי אשר מיוצר בארה"ב ואושר על ידי FEMA (הסוכנות הפדרלית לנהלי חירום של ארה"ב) כמבנה חירום עמיד בפני רעידות אדמה. נועד לשמש כמבנה מגורים אך יכול לשמש גם לצרכים שונים כגון מטה מרכזי או קליניקה ניידת. המבנה עמיד בפני טמפרטורות קיצוניות ורוחות והוא בעל רמת אוטונומיות גבוהה. הוא מגיע בשני גדלים - 14 או 29 מטר רבוע, הקמתו עורכת כשעתיים ואינה דורשת מיומנות מיוחדת.



איור 27 - דוגמאות לשימושים נוספים

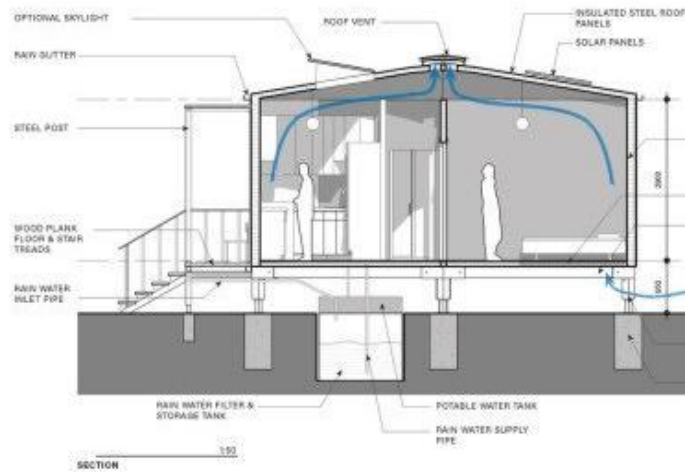
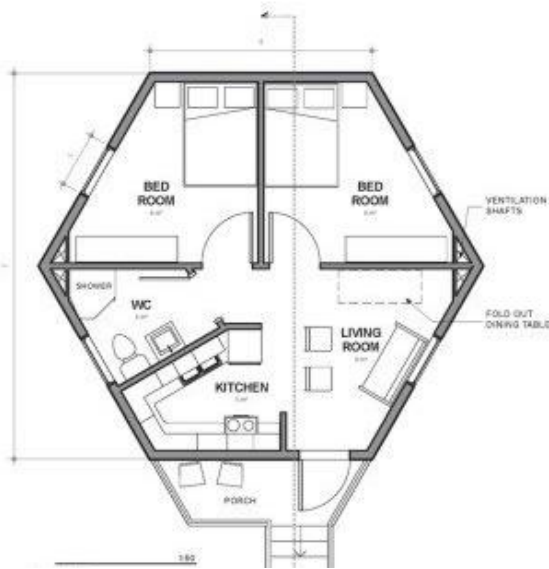


איור 26 - *InterShelter* תכניות

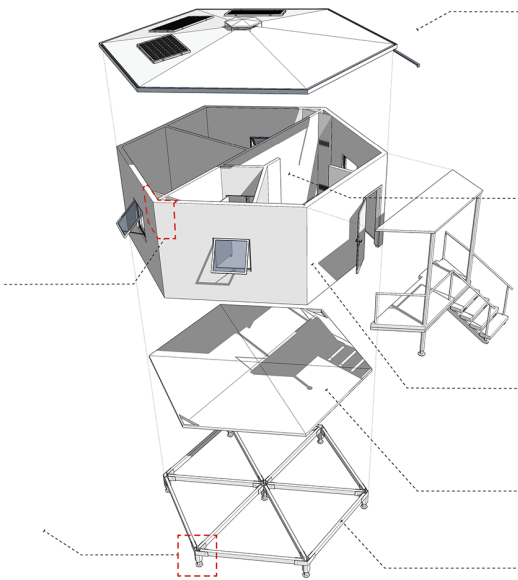


איור 28 - *InterShelter* בשטח

8. *Hex House* מאת Architects for Society הוא מבנה אקולוגי בצורת משושה אשר יצא לשוק בשנת 2016. גודל המבנה הוא 47 מטר רבוע והוא מיועד לשלושה עד ארבעה אנשים. המבנה מכיל שני חדרי שינה, מטבח, מקלחת, סלון ומרפסת קטנה והוא מיועד לשימוש לטווח ארוך של 15-20 שנה, ובעל יכולת התאמה לצרכים אישיים. קיימת אופציה לחבר בין המבנים בשביל לייצר יחידות גדולות יותר או שכונות. כמו כן, המבנה מאפשר רמת אוטונומיות גבוהה בעל תשתית לאגירת מי גשם ושירותים המבוססים על ביו-גז או קומפוסט. מחירו בשער המפעל הוא \$55,000-\$60,000.



איור 29 - *Hex House* תכנית

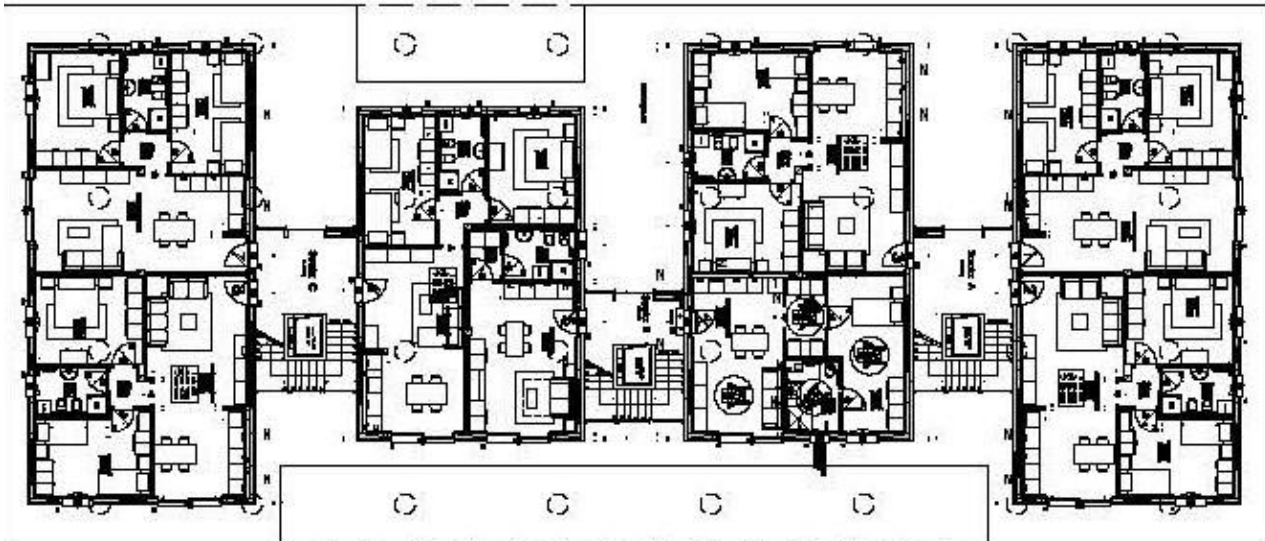


איור 31 - *Hex House* חלקי המבנה



איור 30 - *Hex House* בשטח

9. *C.A.S.E. Project* הוא פרויקט שנבנה על ידי studio Calvi בעיר ל'אקווילה באיטליה בין השנים 2009-2010 לאחר רעידת האדמה שהתרחשה באזור בשנת 2009. במסגרת הפרויקט נבנו 185 מבנים הכוללים 4,500 דירות ומיועדים לאכלס כ-15,000 אנשים. הפרויקט מאופיין בשיטת בנייה אשר מאפשרת הושבה של הבניין על מגוון של שיפועים וסוגי קרקעות הכוללת שימוש בעמודי בטון איתנים להתמודדות עם רעידות אדמה עתידיות. המחיר ליחידה הוא 120,225 יורו לדירה אחת בנוסף ל- 160,382 יורו לשם תשתיות ועבודות משלימות.



איור 32 - *C.A.S.E. Project* תכנית טיפוסית



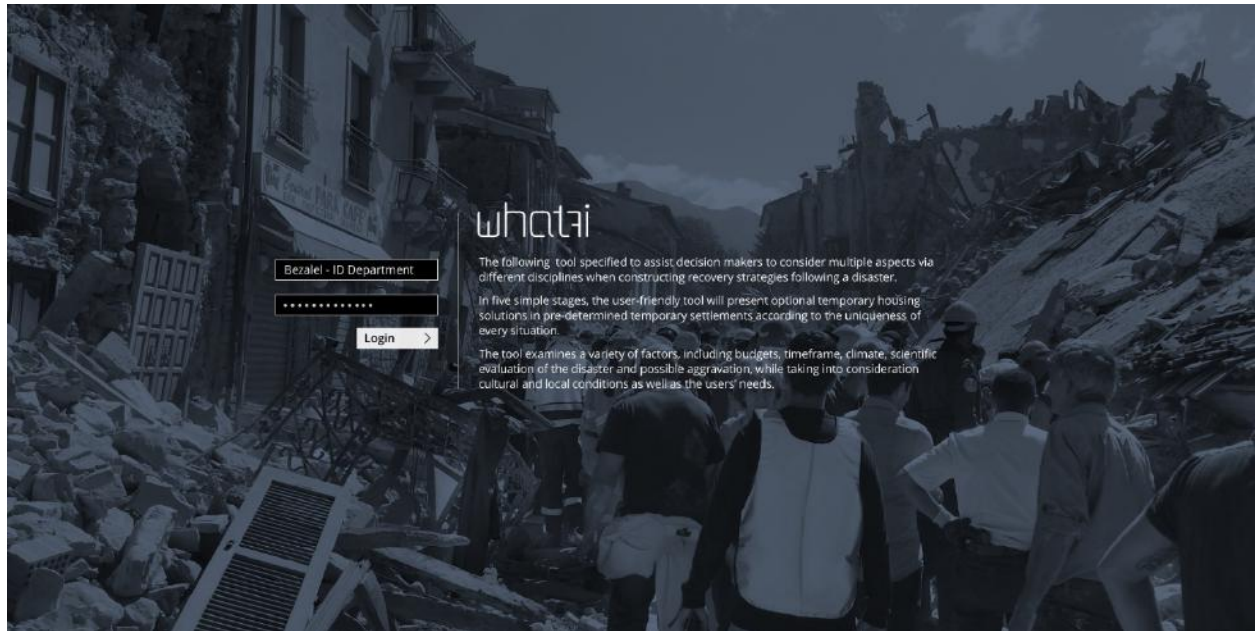
איור 34 - *C.A.S.E. Project* בשטח



איור 33 - *C.A.S.E. Project* מבנה על עמודים

6. ממשק תוכנה

המערכת שפותחה בהתבסס על מחקר זה, תציע אפשרויות לבחירה ותיעדוף בין מבני מגורים זמניים אשר הולמים את האירוע והמקום, זאת באמצעות חמישה שלבים פשוטים. למעשה המערכת בוחנת מגוון שיקולים הכוללים תקציב, מסגרת זמן, אתרים פוטנציאליים, אקלים וניתוח גיאולוגי וגיאוגרפי, ובו בזמן לוקחת בחשבון תנאים תרבותיים, מקומיים, ואת צרכי המשתמשים. בשלב זה, המוצג מהווה מודל מתוך תהליך הפיתוח, ובעתיד צפוי לכלול תחומי ידע נוספים.



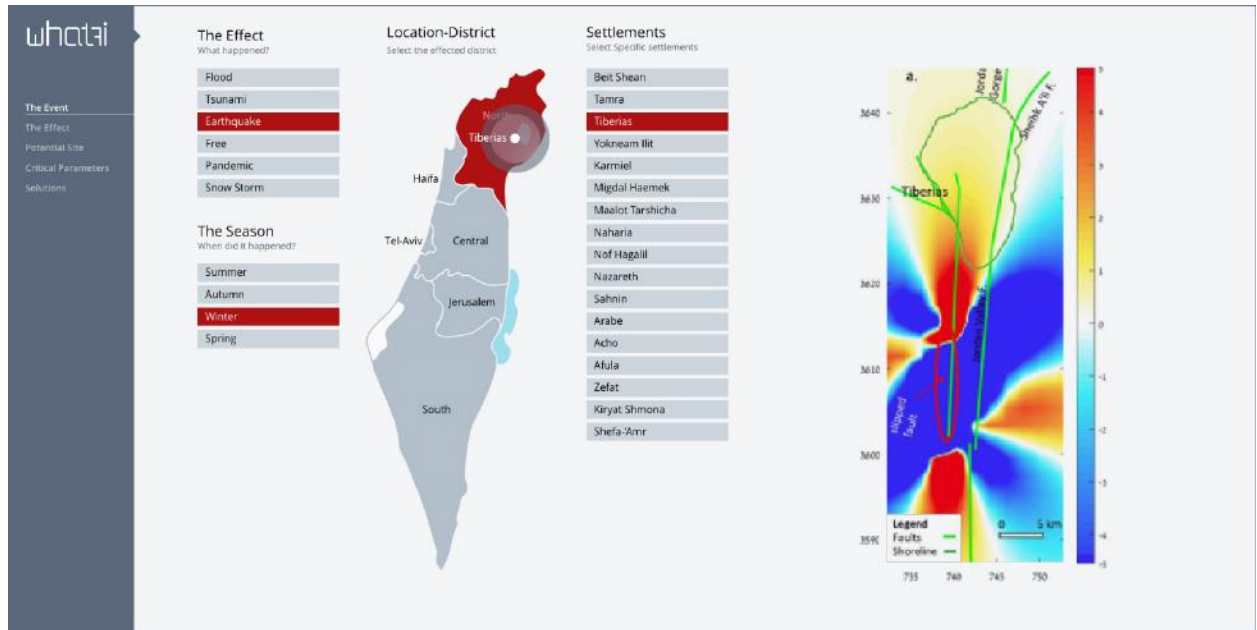
איור 35 - מסך הכניסה של המערכת



איור 36 - חמשת שלבי השימוש במערכת (משמאל לימין)

שלב א – הגדרת האירוע: הגדרה של סוג אירוע, מיקומו והזמן בו התרחש, מספק למשתמש מידע רלוונטי על המקום. הדוגמה המוצגת במסמך זה מתייחסת לרעידת אדמה פוטנציאלית באיזור טבריה. המידע בנוגע לרעידת האדמה, גודלה ורעידות המשנה הפוטנציאליות יקושרו לתכנית, יחד עם עונת ההתרחשות. (איור 37)

במקרים רבים התרחיש מתפתח לסדרה של אירועים עוקבים הגורמים זה לזה כעין נפילת קוביות דומינו, כפי שקרה בטוהוקו, יפן 2011. מה שהחל ברעידת האדמה ובצונאמי הפך לאסון גרעיני וחברתי. שלב זה יפותח במחקר העתידי כדי לשקף את המורכבויות הללו.

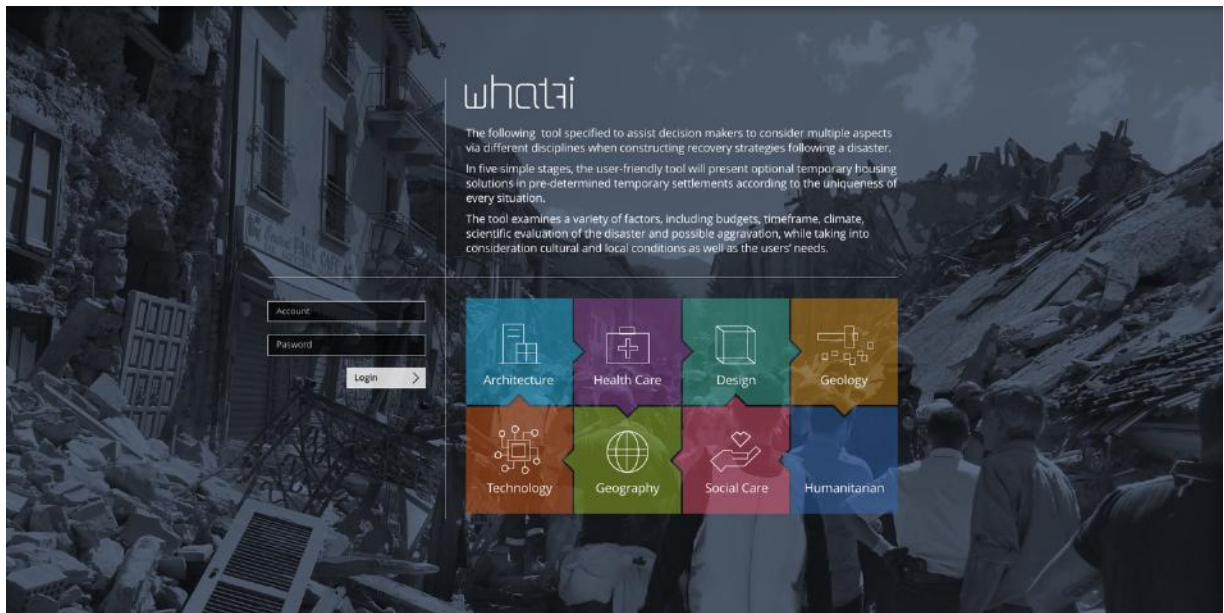


איור 37 - הגדרת האירוע

שלב ב - ניתוח ההשפעה: המערכת מספקת ניתוח של השפעת האסון על האתר שנבחר מהיבט גיאולוגי, גיאוגרפי, תכנון עירוני, עיצוב תעשייתי, סיוע הומניטרי, בריאות וטכנולוגיה.

מוצג מידע אודות נתונים דמוגרפים וכן ועל תשתיות, זאת באמצעות קישור לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומנהל התכנון. הדבר נדרש בשתי רמות, זיהוי אזורים פוטנציאליים להקמת אתר מגורים זמני וכן הצגת מאפייני המבנים עצמם.

המספר הכולל של האנשים שנפגעו מהאירוע יהיה ספק בסיס להערכת צרכי הקהילה על פי הערכת נזק מפורטת. מידע זה יכלול את גודל המשפחה, זיקות דתיות ונתונים אחרים המשפיעים על בחירה הפתרונות שיוצעו. (איור 38)

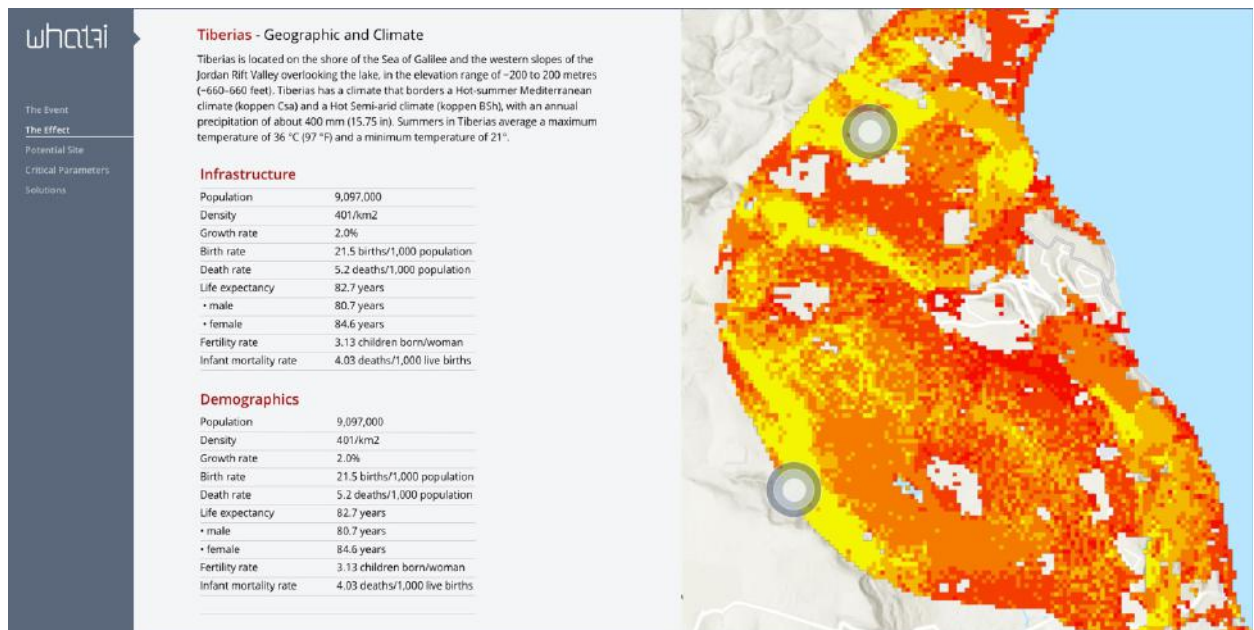


איור 38 - ניתוח האירוע והשפעתו

שלב ג - בחינת אתרים פוטנציאליים: האירוע המוצג הוא רעידת אדמה במרחק 15 ק"מ מטבריה, מערבה לכנרת, בעוצמה 6.6.

המידע נאסף על ידי יחידת ה-GIS של האוניברסיטה העברית ומספק נתונים הנוגעים לאוכלוסיית האיזור הפגוע, מספר משקי הבית וסוגי המבנים, זמינות הקרקע וקירבה לתשתיות. על פי ניתוח האתר, רעידת אדמה בקנה מידה של 6.6 תגרום לפגיעה קשה ב-20% מבנייני העיר, ותשפיע על למעלה מ-15,000 איש.

החלת הנתונים על מערכת ה-GIS מספקת מיפוי של אזורים פוטנציאליים לאתרי דיור זמני. אזורים צהובים וכתומים במפה הוכרו כאזורים המתאימים ביותר למטרה. (איור 39)



איור 39 - בחינת אתרים פוטנציאליים

שלב ד – תיעדוף פרמטרים קריטיים: פרמטרים הכוללים בין היתר מיקום וקרבה למרכזים, אפשרות ציפוף, פגיעות אוכלוסייה, זמינות, סוג הקרקע, נגישות, תקציב ועוד, ומדורגים בסולם של 1 עד 5. ניתן לקבל תיאור מפורט יותר של הפרמטר ביחס לתרחיש על ידי לחיצה על תיבת הפרמטר. (איור 40 איור 41, שמאל)

שלב ה – בחירת פתרונות: בהתאם להגדרת האירוע/תרחיש ודירוג הפרמטרים השונים על פי חשיבותם, המערכת תברור ותציע מגוון פתרונות דיור רלוונטיים, יחד עם מידע מורחב המתאר את המבנה, התאמתו לתנאי האקלים, מידת המאמץ הדרוש להקמתו בשטח, זמן שימוש צפוי, שימושים משניים, מחיר ומידע המתייחס לזמינות בעולם ואמצעי הובלה דרושים. (איור 40 איור 41, ימין)

whatati

Critical Parameters


In this paper, we consider the reverse order law for inverses of matrices and we do that taking two completely different approaches. The paper is an illustration of how in working with problems related to generalized inverses of matrices, one can sometimes.

- Proximity to Permanent Home**
Proximity to permanent home
- Potential Site**
Areas designated for development but not developed yet
- Capacity for Densification**
Connecting buildings - can the buildings be attached to each other?
Ground cover - How many buildings can be inserted in a given area?
- Accessibility**
The effective living space in the structure, the ability to change and adapt the arrangement of the interior space with regard to the sub-division into...
- Buildings for Public Use Assignment**
Can the building serve as a store, kindergarten, school, clinic, synagogue, shop?
Connecting buildings - can the buildings be attached to each other?
- Population vulnerability**
The extent of which individual / group or a community are exposed to threats due a specific characteristic of the individual / group / community.
- Availability**
Time needed from order to construction in the field and use, degree of transport flexibility (directional - flight or ship).
- Rock quality**
The rock overwith
- General Health Status**

Potential Solutions

In this paper, we consider the reverse order law for inverses of matrices and we do that taking two completely different approaches. The paper is an illustration of how in working with problems related to generalized inverses of matrices, one can sometimes.


Better Shelter



Better Shelter provide temporary shelter for humanitarian operations, and offer technical consultation, project planning and support before, during and after implementation.

- Capacity: 5-7 People
- Weather Conditions: 5-45 °C / +12 km/hr
- Assembly: 1.5 hrs
- Life span: 36 Months
- Floor Measures: 5.68 X 3.32 m²
- Portability: Ship / Air plan
- FOB / Unit: \$6,700 - \$7,350
- Infrastructure: Solar panels
- Life span: 36 Months
- Package: 1.14 m³ / 180kg
- Equipment type: Mechanical (light)


Hex House



The Hex House is a revolutionary system by which high end design of sustainable buildings is made economically and physically accessible to the general public.

- Occupancy / Unit: 2-3 People
- Weather Conditions: -20-55 °C / +12 km/hr
- Assembly: 5 People - 5-8 Days
- Floor Measures: 1.14 m³ / 180kg
- Portability: Ship / Air plan
- FOB / Unit: \$50,000
- Infrastructure: solar panels
- Life span: 36 Months
- Package: 1.14 m³ / 180kg
- Equipment type: Mechanical (light)


The Case Project



The case project plan drawn up in the framework of the reconstruction in Abruzzo after the earthquake of April 2017, for the project and the realization of new houses for people who have been left without a house.

- Capacity: 5-7 People
- Weather Conditions: 5-45 °C / +12 km/hr
- Assembly: 1.5 hrs
- Life span: 36 Months
- Floor Measures: 5.68 X 3.32 m²
- Portability: Ship / Air plan
- FOB / Unit: \$6,700 - \$7,350
- Infrastructure: Solar power
- Life span: 36 Months
- Package: 1.14 m³ / 180kg
- Equipment type: Mechanical (light)

Inter Shelter



Inter Shelter offer a quick, cost-effective solution with the ability to tailor to your specific needs. Whether you need emergency relief, a getaway, water shelter have you covered.

- Occupancy / Unit: 6 People
- Weather Conditions: 5-45 °C / +12 km/hr
- Assembly: 1.5 hrs
- Life span: 36 Months
- Floor Measures: 314 SF
- Portability: Semi-Portable
- FOB / Unit: \$12,000
- Infrastructure: Solar power
- Life span: 36 Months
- Package: 1.14 m³ / 180kg
- Equipment type: Mechanical (light)

איור 40 - דירוג פרמטרים ופתרונות

whatati

Critical Parameters


In this paper, we consider the reverse order law for inverses of matrices and we do that taking two completely different approaches. The paper is an illustration of how in working with problems related to generalized inverses of matrices, one can sometimes.

- Proximity to Permanent Home**
Proximity to permanent home
- Potential Site**
Areas designated for development but not developed yet
- Capacity for Densification**
Connecting buildings - can the buildings be attached to each other?
Ground cover - How many buildings can be inserted in a given area?
- Building codes**
It is possible to have multiple occupancies (or building uses) within one building. For example, a high-rise building can have retail stores occupying the lower levels, while the upper levels are residential. Different occupancies within a building are separated by a fire barrier[2] with a defined fire-resistance rating. It is common for a penetration (such as a fire door) to have a fire protection rating lower than the wall fire-resistance rating in which it is installed.[3] For example, a two-hour fire separation normally requires fire doors rated at 90 minutes.
For some high challenge occupancies,[4] the code requirements for an occupancy separation are more stringent than for other fire barriers, even with an identical fire resistance rating. In this case, an occupancy separation with a two-hour fire-resistance rating may not be able to "leak" its closures, such fire doors and firestops. For example, a two-hour rated "high challenge fire wall"[5] requires two-hour rated fire doors.
- Building utilization**
The interior of a vacant building showing signs of vandalism and decay.
Occupancy can also refer to the number of units in use, such as hotel rooms, apartment flats, or offices. When a motel is at full occupancy, it is common practice to turn on a NO VACANCY neon sign. Completely vacant buildings can also attract crime. A 2017 study found that demolishing vacant buildings "reduce crime by about 8 percent on the block group in question and 5 percent on nearby block groups".
- The rock overwith**
- General Health Status**

Potential Solutions

In this paper, we consider the reverse order law for inverses of matrices and we do that taking two completely different approaches. The paper is an illustration of how in working with problems related to generalized inverses of matrices, one can sometimes.

Hex House



The Hex House is a revolutionary system by which high end design of sustainable buildings is made economically and physically accessible to the general public.

- Occupancy / Unit: 2-3 People
- Weather Conditions: -20-55 °C / +12 km/hr
- Assembly: 5 People - 5-8 Days
- Floor Measures: 499 SF
- Portability: Ship / Air plan
- FOB / Unit: \$50,000
- Infrastructure: solar panels
- Life span: 36 Months
- Package: 1.14 m³ / 180kg
- Equipment type: Mechanical (light)

Component	Length of
Interior Partition	1000 ft
Exterior Partition	1000 ft
Roof Structure	1000 ft

איור 41 - דירוג פרמטרים ופתרונות, מבט מורחב

מאגר נתונים ופתרונות: ישנה חשיבות גדולה להקפיד ולעדכן באופן קבוע את הנתונים בנוגע לגיאוגרפיה ולדמוגרפיה כדי לשמור על רלוונטיות המידע. בנוסף, יש צורך לעדכן באופן רציף את בנק הפתרונות, לפחות כל חמש שנים, בכדי להבטיח כי המערכת ערה לחידושים ופתרונות המופיעים מעת לעת.

7. סיכום

בהסתמך על ניתוח מקרי מבחן מהעבר וניתוח פתרונות מגורים זמניים קיימים ממגוון נקודות מבט, יש לראות כל מקרה ומקרה כייחודי וככזה החייב להיבחן על פי המאפיינים הספציפיים של האירוע, סביבתו והקהילה הנפגעת. בעת תכנון של אתר ומבנים המשמשים מגורים זמניים יש להקפיד ולהתייחס במקביל לאספקטים שונים ומגוונים. ביניהם, אקלים, ממשל, יבילות ותרבות, כל זאת בהתייחס למועד ומסגרת הזמן הצפויה. (Feitelson, 2019 & Turner, Lederman)

בעת קביעת מדיניות ובחירת פתרונות מגורים יש לערב ולשכלל מגוון שיקולים ממגוון נקודות מבט, כולל גורמים שצברו ניסיון בשטח, גורמים מהאקדמיה ומקבלי החלטות ומדיניות. תחומים שנמצאו כרלוונטיים ונכללו במחקר הינם גיאולוגיה, גיאוגרפי, תכנון אורבני, עיצוב תעשייתי, סיוע הומניטרי, בריאות וטכנולוגיה.

מסקנות אלו הובילו לפיתוח כלי המרכז את המידע מהדיסציפלינות השונות ומשקף את הערכים והשיקולים המרכזיים שהן מייצגות בפלטפורמה אחידה ונוחה לשימוש. כלי זה יכול וצריך לשמש את מקבלי החלטות בזמן הכנה למצבי חירום ובמהלכם, ולסייע בבחירת פתרונות דיור הולמים למצב תוך התחשבות בתנאים רלוונטיים.

8. מסקנות

המחקר ופיתוח הכלי הם רק התחלה של הצעדים שיש לנקוט בהם למען גיבוש אסטרטגיה יעילה להתמודדות עם אתגרי אספקת דיור זמני לנפגעי אסונות בשעת חירום. אלו ההמלצות שלנו לפעולות הכי דחופות שיש לנקוט בהן:

- 8.1 יש להמשיך ולפתח את הכלי, להרחיב את מאגר המידע ופתרונות הדיור המוצגים בו, זאת על מנת לאפשר פעילות רחבה, מורכבת ואפקטיבית יותר, ואף לשמש כמאגר מידע בין-לאומי בעתיד.
- 8.2 לעודד שיתוף מידע בין גופים ממשלתיים, במיוחד בהקשר של זמינות קרקעות, על מנת ליצור מאגר נתונים אחיד.
- 8.3 יש לרענן ולעדכן את מדריך משרד השיכון והבינוי בנושא פתרונות וטכנולוגיות עדכניות ותחומי מידע נוספים בכל הקשור בדיור זמני לנפגעי אסונות, כפי שעלו במחקר. יש לערוך עדכון זה בפרקי זמן קבועים במטרה לשמור על המדריך רלוונטי בכל עת.
- 8.4 קיים צורך בהטמעה של מיזמים לחינוך והעלאת מודעות בנוגע לתכנון למניעת אסונות, יחד עם סימולציות בשיתוף פיקוד העורף.
- 8.5 כמו כן, כדאי לפתח פלטפורמה, בשיתוף עם UNDRR, לפיתוח והערכה של פתרונות מגורים, בהתבסס על "Ten Essentials for Making Cities" (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015) ובכך לקדם שיתוף פעולה בין-לאומי ושיתוף ידע.

Abulnour, A. H. (2013). The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction. *Housing and Building National Research Center*, 10-24.

Central Bureau of Statistics. (2008). *Population Census - Data on the Nahal Baqa Neighborhood*. Tel Aviv: Central Bureau of Statistics.

Central Bureau of Statistics. (2017). *Settlement table*. Tel Aviv: Central Bureau of Statistics.

Chimenz, L., & Lederman, E. (2019). *Supporting Decision Making in Disasters: The DiMas Tool*. Switzerland: Springer Nature.

Contreras, D., Blaschke, T., & Hodgson, M. E. (2017, August). Lack of spatial resilience in a recovery process: Case L'Aquila, Italy. *Technological Forecasting and Social Change*, 121, pp. 76-88. doi:10.1016/j.techfore.2016.12.010.

Feitelson, Shila, Jacobson Architects, Temporary Housing sites-Planner Guide. (2016). *Temporary Housing sites-Planner Guide*.

Forum of Gush Katif settlers. (2006). *Gush Katif evacuees*.

Government of Israel. (2004). *Prime Minister Ariel Sharon's Disengagement Plan*. Jerusalem: Prime Minister's Office.

Haya, R., & Avigial, O. (1995). *Immigrant and Maabarot Camps*. Jerusalem: Matah: Center for Educational Technology; Israel. Ministry of Education. Division of Curriculum Planning and Development; Tel Aviv University. School of Education.

Katchensky, M. (1986). *Immigrants and Transitions, 1948 - 1952: Sources, Summaries, Selected Issues and Reference Material*. Jerusalem: Yad Yizhak Ben Zvi.

Leshem, P. E. (2009). *Integration of Immigrants from the Former Soviet Union in Israel 1990–2005: Interdisciplinary Infrastructure Research*. Jerusalem: MASAD KLITA, founded by JDC-Israel, the Ministry of Immigrant Absorption, the Ministry of Social Affairs and Social Services, the Ministry of Education, and the Ministry of Construction and Housing.

Map Archive at Tel Hai Academic College. (2016). *Map Archive*. Tel Hai: Tel Hai Academic College.

Rockefeller Foundation. (2016). *100 Resilient Cities, Pioneered by the Rockefeller Foundation*. New York: Rockefeller Foundation.

Turner, M., Lederman, E., & Feitelson, E. (2019). *DIMDUMIM - the twilight zone after a major earthquake*.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). *The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. Sendai: UNDRR.

4. מטלות טכנולוגיות בתקופת דמדומים

משה ויינשטיין, נח דנה-פיקארד, יואל אריאלי, אהובה ספיץ

רקע

כדי לבנות את האסטרטגיה הנכונה להערכות לרעידת אדמה, במיוחד בתחום הטכנולוגי, חשוב להבהיר כמה עובדות הידועות בדרך כלל, אך בשל אי הנוחות שלהן לפסיכולוגיה האנושית עובדות אלה נדחפות אל מתחת לשטיח, או לפי פרויד נדחקות אל תת המודע.

1. אין שום סיבה להאמין שרעידת אדמה הרסנית, מהסוג שהתרחשו כאן לאורך ההיסטוריה, לא תתרחש בזמן הקרוב.

2. יש הבדל חשוב בהשוואה לאירועי העבר. מדובר במלאי דיור עצום, ובנוסף אחוז גדול של בניינים שנבנו מבלי להתחשב בעמידות ברעידות אדמה. רוב הבתים הללו יישארו במקומם עד רעידת האדמה.

3. בהתחשב בסעיף 2, נעשתה הערכה של הנזק האפשרי. די אם נאמר כי אומדן מספר מקרי המוות ברגע אחד יעלה על מספר מקרי המוות כתוצאה מווירוס הקורונה בשנה. האומדן של הנותרים ללא דיור הוא כ- 170 אלף (עפ"י דוח מבקר המדינה 2018).

4. לרעידת האדמה נערכים בתנאים של חוסר וודאות: יש להודות שניסיונות לחזות את הזמן, מיקום המוקד (דרגה\ מגניטודה) נכשלו. בתנאים אלה אי אפשר לבנות מראש אתרים זמניים עבור המפונים, ותקופת בנייתם המוערכת לאחר רעידת האדמה היא כשנה, על פי משרד הבינוי.

מדינה החפצה בחיים לא יכולה להרשות לעצמה שלא תהיה בידה תכנית סדורה לשנה הראשונה הקשה ביותר אחרי רעידת האדמה ההרסנית.

5. באשר לתכנית הנוכחית, להלנת מפונים בבניינים ציבוריים או בבתי מלון, לא ברור איך יעמדו אלו ברעידת אדמה ומה יהיו השפעותיהם (גופניות ונפשיות) בתקופת אחרזעזועים (aftershocks). יתר על כן, מנקודת מבט אפידמיולוגית, אירוח צפוף של אנשים גם הוא בעייתי.

מעבר לכך, לא ברור גם מה יקרה למקורות החשמל והמים בחודשים הראשונים שלאחר רעידת האדמה. לכן, תקופה זו מצריכה מחקר מעמיק ביותר.

האחריות על פינוי האוכלוסייה לאחר אסון מופקדת על רשות חירום לאומי(רח"ל) ומשרד הבינוי והשיכון. לפי הגדרות של רח"ל מדינת ישראל נדרשת למענה בשלושה טווחי זמן:

קצר – עד חודש;

ביניים – עד שנה (בנייה זמנית);

ארוך – שנה ואילך (זמנית – קבע).

משרד הבינוי והשיכון מחזיק תכנית מפורטת להקמת אתרים למפונים מבתיים. אבל לא ניתן להעביר אוכלוסייה לאתרים הללו אלא בטווח הארוך.

במחקר זה אנו מנתחים את אחד הפתרונות הטכנולוגיים הנוספים בשנה הראשונה לאחר רעידת אדמה הרסנית. מכיוון שטכנולוגיה זו היא מהפכנית וחדשה ויש רק דוגמאות ניסיוניות בכל רחבי העולם, אנו לא מתיימרים לספק

פתרון מלא ומפורט, אלא מתמודדים עם משימה צנועה יותר – זיהוי האפשרות ליישם את הטכנולוגיה החדשה במקרה של רעידת אדמה ולנסות למצוא יישומים נוספים בתחומים אחרים.

הפתרון המוצע לשנה הראשונה הוא מבנים אוטונומיים יבילים.

מבנים אוטונומיים יבילים: ACOSH --autonomous container smart home

בכל מצבי חירום הקשורים לפינוי האוכלוסייה או מציעים להשתמש בבתיים אוטונומיים ניידים. בית אוטונומי הוא בית שאינו דורש חיבור לתשתיות חיצוניות (חשמל, מים, ביוב). טכנולוגיה מודרנית מאפשרת ליצור בית כזה.

מקור החשמל במבנים אלו הם פאנלים סולאריים ומחוללי דלק או רוח; בעוד מקור המים, הם מים המתקבלים מהאוויר (קציר מים), באמצעות מכשירים כגון של חברות WaterGen או AquaSciences. ניקוי הביוב האוטונומי מפרק עודפים והפרשות למים נקיים ודשן. ניתן לחבר את כל המערכות הללו לבסיס הבית- פלטפורמה, וגם להתנתק ממנו. לצורך פרויקט זה ניתן להשתמש בפלטפורמות קלילות בעלות קומה אחת. ניתן להעביר אותם במכולה. הם יכולים לשנות צורה באתר ההתקנה-בית-טרנספורמר. לפיכך, בתים כאלה יכולים לנוע בכל מרחק דרך יבשה, דרך הים ואפילו באוויר. ניתן למקם אותם באתרים שאינם דורשים הכשרה מיוחדת עם טביעת רגל מצומצמת בסביבה.

כדוגמאות למערכות אוטונומיות אמיתיות, אנו נותנים תיאור קצר של המכשיר הקומפקטי "ג'יני" (Genny) שיצר ווטרגן (Watergen), ושירותים אוטונומיים שפותחו ביזמת קרן ביל גייטס.

מדובר במכונה המייצרת מים מאוויר, ומטרתה לספק מים במקומות בהם קשה להשיג את אלו במצב נקי ולחסוך בבקבוקי פלסטיק. במידה ואתם משתמשים כיום במכונות מים רגילות בביתכם, וודאי הזדקקתם למכלי מים גדולים אותם הצבתם על המכונה, או שחיברתם את המכונה לצינורות המים שבבית. המכונה האמורה לא דורשת אף אחת מהפעולות הללו.

תהליך ייצור המים פשוט למדי ומתבצע בשלושה שלבים:

בשלב הראשון המכונה שואבת אוויר אל תוך הגוף הפנימי, מנקה את האוויר שהתקבל מאבק ולכלוך;

בשלב השני המכונה מקררת את האוויר הנקי שנוצר ומביאה אותו ל"נקודת הטל" שלו, שם הוא מבצע תהליך התעבות ועובר ממצב גז לנוזל. משם המים עוברים דרך מספר מנקים הדואגים שלא יישארו שום לכלוכים.

השלב האחרון כולל את אחסון המים. לאחר שהמים עברו את שני השלבים הקודמים, המים מאוחסנים ועוברים סירקולציה על מנת לשמור על טריותם, זאת תוך כדי הוספת מינרלים ושמירה על הטעם הכללי.

קרן ביל גייטס השקיעה עד היום כ-200 מיליון דולר במימון מחקר בנושא סניטציה. בכנס בבייג'ינג היא הציגה כעשרים דגמי שירותים ומתקני עיבוד חדשניים, שהופכים שפכים לדשן ומים נקיים.

הדגמים מורכבים מאסלה זולה, קלה לתחזוקה וירוקה, שאינה משתמשת במים, והופכת את הצרכים שלנו לחשמל ומים נקיים. התחילו בניסויי שטח בגאנה שבאפריקה במהלך שנת 2016.

האסלה, שפותחה על-ידי חוקרים באוניברסיטת Cranfield שבבריטניה ומכונה "Nano Membrane Toilet", בנויה על-פי קונספט חדש לטיפול בשפכים שעשוי לעזור ל-2.3 מיליארד בני אדם ברחבי העולם שאין להם גישה לחדרי שירותים בטוחים ונקיים.

אחרי שהמשתמש מסיים את ענייניו וסוגר את מכסה האסלה, מנגנון סיבובי שנמצא בתחתית שלה מסיט את הצרכים לתא משקעים אשר מונע מהריחות הלא-נעימים לצאת.

לאחר שתיארנו את המערכות הבודדות, נעבור לתיאור בית אוטונומי בקנה מידה מלא.

אנו מציגים את הפרמטרים של הבית האוטונומי לחלוטין הראשון בעולם, שנוצר על ידי סטארט-אפ אוקראיני לפני שתיים עד שלוש שנים :

בעיר רינו שבנבאדה מתקיימת סדנה בה נוצר הבית הראשון האוטונומי לחלוטין - פרויקט של הסטארטאפ האוקראיני PassivDom. הבית לא מצריך חיבור לחשמל או אספקת מים מרכזית, ומאפשר לאנשים לחיות בכל מקום. החלק הקשה ביותר באוטונומיה של כל בניין הוא מרכיב האנרגיה. צריכת האנרגיה של בית כזה תהיה כ-800 וואט לשעה, שזה פחות מהאנרגיה הנדרשת להכנת קפה. בבית חלונות שכמעט בלתי אפשרי לשבור, שהם גם עוזרים לחסוך באנרגיה, בבית שבו שני קירות עשויים למעשה מזכוכית. לכן, כוחם של פאנלים סולאריים מספיק למדי לכל דרישות האנרגיה של הבית. אין פתרון סטנדרטי אחד בבית. מסגרת מונוליטית שתודפס במדפסת תלת ממד - תערובת של חומרים שלא יתמוטטו בשום אקלים. אם נשווה פולימרים כאלה עם אבנים רגילות, לבנים או עץ, מהם בנויים מבנים קלאסיים, הרי שהפולימר הזה עמיד פי מאה. אותו ציפוי משמש למשל ליאכטות. על פי בקשה, הבית יכול להיות מצויד במערכת להפקת מים מלחות האוויר. ניתן לייבא יותר מ-1000 ליטר מים באופן עצמאי ולאחסן במכלים מובנים. המקלחת בבית על פי טכנולוגיות החלל - מוציאה רק עד תשעה ליטרים בכל פעם. מערכות לטיהור מים מאפשרות לעשות בה שימוש חוזר. מחיר בית בשטח של 38 מ"ר הוא החל מ-64 אלף דולר. העלות הראשונית של הבית הזה בדרך כלל יקרה יותר מהקלאסי - אבל בהתחשב בכך שלעולם לא תשלמו יותר על חשמל, דלק, כמעט מים, אז הבית הזה הוא כמעט בחינם לכל החיים. בשל העובדה שהבית מונוליטי ונייד, תוכלו לחסוך באתר בו הוא יעמוד. הבית הזה אינו מבנה קבוע, ניתן להעביר אותו בקלות. הבית יכול להיות ממוקם בקרקע שאינה מצריכה היתר בנייה קבוע, ולכן הקרקע הזו הרבה יותר זולה. הבית הזה עדיין לא פולט פחמן, וכמעט לא פוגע בסביבה.

בית חכם עם שלט רחוק. סולארי בלבד, מחוץ לרשת החשמל לחלוטין. אין צורך בבסיס. בקרת איכות אוויר מתקדמת, הגנה על 99.9% אנטי בקטריאלי ואנטי וירוס. מערכת הצללת חלונות: וילונות, תריסים חכמים, לוח בקרה מזכוכית כהה. נבחרים קיבולת הסוללה מחוץ לרשת ואחסון אנרגיה נוסף - 16 קילוואט * שעה ו-64 קילוואט * שעה. אפשרויות חיבור מים / ביוב זמינות: חיבורים, מים וביוב אוטונומיים, הפקת מים מלחות אוויר ומערכת מקלחת מיחזור דיגיטלית. בטיחות והגנה: הגנה נוספת על מקומות מיוחדים, הגנה מפני התקפה, הוריקנים ורעידות אדמה .

בית הוא קונסטרוקטור. הוא מורכב כולו ממודולים מוכנים. כדי להרכיב אותו, אינך צריך להעסיק אנשים שהוכשרו במיוחד - כל צוות עובדים חמוש במברגים יכול להתמודד עם זה. אתה רק צריך לעקוב אחר ההוראות, כמו עם ריהוט של איקאה. הודות לכך, הבית לא רק מפוברק מראש (ההתקנה מאפס אורכת בין 7-14 יום) .

פסקה אחרונה זו של התיאורים היא חשובה ביותר, והיא מוכיחה שוב כי כל המערכות הנוחצות לייצור בית אוטונומי קיימות והן מודולריות, כלומר ניתן להרכיב את הבית על פי עיקרון LEGO .

יש להוסיף כי כל הבתים המנוסים שנוצרו עד כה הם בתים בעיצוב הצפוני, עם דרישות מוגברות לבידוד תרמי . טרם נוצר בית אוטונומי גם מתאים לתנאים של הים התיכון וגם מוכן לייצור המוני.

יש לציין כי הבית שמתואר נוצר אך ורק למגורים ברמת נוחות גבוהה. לענייננו, אנו יכולים לזנוח בקלות כמה אלמנטים וליצור עיצוב פשוט יותר, ולהוזיל משמעותית את המחיר. במקרה של העיצובים הפשוטים ביותר, אנו יכולים לדבר על מחירים החל מ-10 אלף דולר.

אנו רואים כי בתים אוטונומיים יכולים לפתור את הבעיה הקריטית ביותר בשנה הראשונה לאחר רעידת האדמה, כלומר להפחית באופן דרסטי את הזמן שלוקח להעביר מפונים לדיור זמני.

בנוסף, במהלך המחקר התברר כי לבתים אוטונומיים יש יישומים נוספים רבים. מדוע זה חשוב? אם מתקבלת החלטה חיובית על הרכישה או הייצור של בתים אוטונומיים, אז מיד עולה השאלה מתי בדיוק צריך לרכוש אותם - לפני רעידת האדמה או מיד אחריה. בהתחשב בכך שאחרי אירוע בסדר גודל כזה, המצב הסביר מאוד הוא של תוהו ובוהו, עדיף שלפחות חלק מהבתים נמצאים כבר בארץ, ואז מיד עולה שאלת האחסון שלהם. הגענו למסקנה ששמירה של מספר כזה של בתים יקרים במחסן היא בלתי סבירה לחלוטין. תכנית מוצלחת יותר היא לרכוש בתים בהדרגה עם השימוש המידי שלהם בתחומים אחרים עוד לפני רעידת האדמה. אכן יש הזדמנויות רבות לשימוש בהם בזמנים שלפני המשבר. מטבע הדברים, השימוש צריך להיות כזה שלאחר רעידת אדמה ניתן יהיה לשחרר אותם במהירות למטרות פינוי. הטבלה שלהלן מציגה את יישומים אפשריים של בבתים אוטונומיים, גם בתקופות שקטות וגם בתקופות של מצבי משבר שונים.

רשימת הבעיות אשר לפתרון מוצע להשתמש בבתים אוטונומיים ניידים מפורטת בטבלה.

טבלה 1: שימושים במבנים אוטונומיים בתקופות חירום ורגיעה

חירום	רגיעה
מגפות (קורונה ואחרות)	יישומים שונים לצורכי הצבא
רעידת אדמה הרסנית	בניה באזורים מאתגרים / בלתי נגישים
זיהום סביבתי חמור, כולל רדיואקטיבי	הגדלת חלק האנרגיה המתחדשת - הסכם פריז
שריפות ושיטפונות	תיירות פנימית/חיצונית/רפואית
פגיעה במקורות אנרגיה ו/או מים	משרדים/כיתות - קפסולות למניעת מגפות
התקפות טילים	

כארבעים אלף בתים כאלה (הנתון המחושב לפי מספר הנשארים חסרי בית עם רעידת אדמה חזקה מאוד) יכולים לפתור את כל הבעיות הללו יחד, מכיוון שלא נדרש יישום סימולטני לכל הבעיות, ובמידת הצורך ניתן להחיל אותם בשלבים והעברתם ממקום למקום. יתר על כן, בשום רגע בזמן לא יעמדו בתים ללא שימוש. יחד עם זאת, רק יישומים כאלה של בתים מוצעים בזמן "רגוע", המאפשרים לגייס אותם במהירות במקרה חירום.

נכון לעכשיו, היישומים הרלוונטיים ביותר לבתים אוטונומיים הם המאבק נגד מגיפות וייצור אנרגיה סולארית מתחדשת. העבודה בשני התחומים הללו בוצעה על ידי שתי קבוצות שונות במרכז האקדמי לב.

אנרגיה סולארית טופלה על ידי קבוצה ממחלקת האלקטרואופטיקה : פרופ' יואל אריאלי, משה וינשטיין, אביהו לוי ואוריאל חימי .

מודולים סולאריים לבתים אוטונומיים ניידים

במהלך העשור הבא (2020-2030), מדינות רבות החליטו להגדיל את חלקה של האנרגיה המתחדשת, בהתאם להסכם האקלים בפריז. המשמעות היא שיוקמו תחנות כוח סולאריות חדשות, ומספר הבניינים מהסוג BIPV יוגדל באופן דרמטי.

אנו מציעים להשתמש בסוג מיוחד של בניינים - בתים אוטונומיים ניידים . BIPV

בתים אוטונומיים ניידים תואמים דרישות גבוהות לבתים הכוללים לוחות פוטו-וולטאיים :

1. ZEB (Zero Energy Building) בהגדרה, מכיוון שהוא אינו מחובר לרשת חשמל חיצונית .

2. מערכת turnkey מודולים סולאריים מחוברים לבתים אוטונומיים בתהליך הייצור של בתים אלה.

3. אלה בתים ירוקים וידידותיים לסביבה.

4. אלה בתים חכמים, זה נדרש בעיקר לאיזון בין ייצור האנרגיה וצריכה.

5. בתים אלו יכולים לפתור לפחות באופן חלקי , את בעיית חוסר האנרגיה הסולארית בלילה (למעט סוללות רגילות).

6. ייצור במפעל: כמעט ואין צורך להכין את האתר להתקנת בתים.

יש לציין כי באותם בתים הצורך בחשמל אינו לשימוש ביתי רגיל בלבד, אלא להזנת מערכת המים האוטונומית.

היעילות של מקור החשמל הראשי (פאנלים סולאריים) חשובה מאוד ואף מכריעה, לכן, עבודתה של תת-קבוצה זו הוקדשה לדרכים למקסם את היעילות של מערכת פאנלים סולאריים.

אנחנו סקרנו את ההתקדמות הטכנולוגית העכשווית בנושא החל מ-

silicon solar panel דרך multijunction solar panel עד quantum dot solar panel

כאשר מטרתם של השיטות השונות היא לנסות לעצב את מבנה התא הסולרי כך שיקלוט כמה שיותר מספקטרום השמש, וידחה את מה שלא מצליח לקלוט (על מנת למזער התחממות יתר).

בנושא - "נקודות קוונטיות" שתפנו פעולה עם מרכז הננו טכנולוגיה של מכון לב בראשותו של ד"ר קרסנטי.

בנוסף אנחנו רואים כל מיני דרכים לשיפור נצילות ייצור האנרגיה בבתים כגון:

- שיטה של חברה סולאראונד אשר מייצרת פאנלים סולאריים דו-כיווניים, כאשר הפאנל האחורי מקבל אור המוחזר מעצמים בסביבה.

- חלונות סולאריים.

- PCM= phase change material לדוגמא (plusice) מטפל בהתחממות יתר של הפאנל הפוגעת ביעילות הפאנל ומקצרת את זמן חייו.

לאחר סיום הפרויקט הראשי תת-קבוצה זו תמשיך לעבוד. משרד האנרגיה העניק לאחד הסטודנטים שלנו מלגה לשנתיים לעבודה מחקרית בכיוון זה. הרעיון החדש העיקרי הוא להשתמש בבית אוטונומי נייד כמרכיב בסיסי של תחנת כוח סולארית ניידת :

Distributed Renewable Energy Autonomous Mobile (DREAM) Power Station.

נושא השימוש בבתים ניידים אוטונומיים למניעת מגיפת הנגיף קורונה נחקר על ידי צוות רפואי ממחלקת סיעוד : ד"ר אהובה ספיץ, ד"ר צביקה אור, ישי קופרמן ורועי גורודצר.

הקבוצה הצטרפה למחקר בשלב מאוחר יחסית, ולכן אנו מדווחים באופן כללי על יחסם לשימוש בבתים אוטונומיים במקרה של מגיפה.

היערכות מוקדמת לעומס על מערכת הבריאות

במסגרת מחקר שנועד לבחון דרכי התמודדות יצירתיים ויעילים בזמני משבר, וטכניקה משולבת לפינוי אוכלוסיות בפרק זמן קצר, אנו רוצים להציע פתרון יעיל שימנע קריסה של מערכת הבריאות וישפר את סיכויי ההישרדות של חולים שעלולים להינזק מטיפול לקוי בתנאים קשים.

מטרות:

1. להפחית עומס ממערכת הבריאות ובתי החולים.
 2. להקל על תהליך ההחלמה של חולי קורונה קלים הסובלים ממחלות רקע.
 3. להפחית הדבקה של אנשי צוות רפואיים.
 4. לקטוע שרשרת הדבקה כללית.
- להפחית עומס ממערכת הבריאות ובתי החולים- חולים רבים, שכיום מאושפזים במצב "קל" במחלקות בית החולים, יכולים לעבור את האשפוז שלהם במסגרת נוחה יותר הן למטופלים והן למערכת הבריאות.
- בעזרת מבנים יבילים, בעלי תכונות מיוחדות שיאפשרו מגורים בתנאים אנושיים בכל מקום, תהיה אפשרות לדאוג לחולי קורונה עם התיציגות של תסמינים קלים-בינוניים להתקיים בבידוד מוחלט, או יחד עם משפחתם, במידה וגם הם מאומתים לנגיף, בבית שיש בו תשתיות לתמיכה נשימתית על ידי חמצן. ניתן לדאוג לתשתיות של חמצן שיאפשר זרימה של עד תשעה ליטר לדקה. השהות במבנה תהיה מותנית בהחלטה ובמעקב רפואי וסיעודי.
- להקל על תהליך ההחלמה- היתרונות למטופל ברורות: מעבר לעובדה שהמטופל יישאר בסביבת מגורים נוחה במקום אשפוז בבית חולים, העומס על מיטות האשפוז בבית חולים יפחת ויאפשר לתעדף טיפול בחולים המורכבים יותר.
- במידה והחולים ישהו במבנים יחד עם בני משפחתם, ישנו היתרון של טיפול תומך בכל שעות היום.
- קטיעת שרשרת הדבקה בקרב אנשי צוות רפואיים- בזכות הבידוד של החולים אחד מהשני במבנים נפרדים, שלא כמו מסדרון סגור של מחלקה בבית החולים, שיעורי ההדבקה של צוותים רפואיים יקטן.
- תיתכן תחלופה גבוהה של אנשים במבנים הללו אודות לטכניקות ניקוי מתקדמות ויעילות.

קהל היעד למבנים היבילים מתחלק לשלוש קבוצות:

1. חולים קלים, השוהים בימים אלו במלונות שהמדינה מסבסדת.
2. חולים קלים הסובלים ממחלות רקע.
3. חולים בינוניים.

על פי הנחיות משרד הבריאות, אלו הם החולים שמיועדים להעברה למלונות:

"מלונות ההחלמה יהוו אכסניה לחולים שמצבם הרפואי מוגדר כקל, שהינם עצמאיים בתפקודם, ויאפשרו את בידודם עד תום מחלתם בהתאם לנוהל הבידוד שפרסם המשרד." (<https://www.health.gov.il/hozer/mr-160804320.pdf>)

חולים קלים הם אלו שהוגדרו כדלהלן:

הטיפול בחולים ניתן בהתאם לחומרת המחלה ובהתאם להגדרות המחלה במסמך הגדרות המחלה מיום 12.07.2020, סימוכין: 294754420

מצב המטופל	הגדרת המצב
ללא תסמינים	קיימת תוצאת PCR חיובית ל-COVID-19 ללא סימפטומים.
קל	קיימת תוצאת PCR חיובית ל-COVID-19 עם סימפטומים של מחלה ויראלית קלה כדוגמת חום, שיעול, חולשה, אובדן טעם וריח וכדומה. החולה ללא קוצר נשימה וללא פתולוגיה בצילום החזה.
בינוני	אבחנה קלינית או רנטגנית של COVID-19 Pneumonia עם סטורציה מעל 94% באוויר החדר.
קשה	COVID-19 ואחד מהקריטריונים הבאים: 1. קצב נשימות מעל 30 לדקה. 2. רווית חמצן בדם 93% ומטה באוויר החדר*. 3. יחס PaO2/FiO2 נמוך מ-300.
מונשם/קריטי	1. חולה הסובל מאי ספיקה נשימתית וזקוק לתמיכה הנשמה פולשנית או לא פולשנית 2. פגיעה קשה בתפקוד מערכת: הלב, פגיעה לבבית, פגיעה כבדית, פגיעה כלייתית.

אנחנו מאמינים ששלושת האוכלוסיות המוזכרות מעלה יוכלו לשהות במבנים אלו בצורה בטוחה.

ייתרה מכך, נכון להיום (15/10/2020), על פי נתונים שפורסמו באתר משרד הבריאות (https://datadashboard.health.gov.il/COVID-19/general?utm_source=go.gov.il&utm_medium=referral) ישנם 242 חולים בינוניים. בעזרת הפרויקט שלנו נוכל לפנות 242 מיטות מבית החולים!

כדי לוודא את בטיחותם של החולים הבינוניים נרצה לחקור כמה זמן לוקח בממוצע לחולה בינוני להידרדר. נדגיש שחולה המוגדר בינוני הוא חולה עם ממצא של דלקת בצילום ריאות. ומדד סטורציה של 94% באוויר חדר. לפני תקופת הקורונה חולה כזה היה שוהה בביתו ומקבל טיפול אנטיביוטי בהשגחת רופא משפחה.

יש לציין כי את שתי הקבוצות הראשונות עליהן דיברנו, ניתן להכין עכשיו באופן מיידי לפינוי למבנים היבילים שלנו. הקבוצה השלישית, כלומר, החולים הבינוניים זקוקה עדיין למחקר.

מסקנות והמלצות כלליות

ניתן לומר כי בתים ניידים אוטונומיים הם אמצעי אמיתי ויעיל להפגת התוצאות הקשות של רעידת אדמה הרסנית, במיוחד בשנה הראשונה לאחר רעידת האדמה.

פרט לרעידות אדמה, בתים אלה יכולים להיות יעילים בכל מקרי חירום הדורשים פינוי אוכלוסייה. ישנם גם שימושים שונים בתקופות שקטות.

ראינו שבית אוטונומי הוא מודולרי, אז עכשיו אפשר לרכוש מערכות אוטונומיות, כמו גם פלטפורמות, ועל בסיסן ליצור מבנים שעונים על הדרישות שלנו, ועל תנאי אזור הים התיכון.

בהתחשב בגישה זו, יהיה זה הגיוני לבדוק את האפשרות הבאה - להשתמש בפלטפורמות שמשרד הבינוי מתכנן לרכוש בחו"ל (להקמת אתרים לתקופה השלישית לאחר רעידת האדמה, החל מסוף השנה הראשונה ואילך. ניתן להשתמש בפלטפורמות כאלה במהלך השנה הראשונה, ולבנות בתים אוטונומיים על בסיסם. במקרה זה, ניתן להעביר אנשים לבתים אלה תוך מספר ימים לאחר רעידת האדמה.

בשלב הבא, כאשר האתרים הזמניים מוכנים, ניתן לנתק את המערכות האוטונומיות ולהצטרף לתשתיות הקבועות.

בסופו של דבר, אנו יכולים לומר שמצד אחד לפרויקט זה יש פוטנציאל גדול ומצד שני, אפילו הביצוע הפשוט ביותר הוא יקר מאוד. אנו נמצאים בתחילת הדרך ונדרש מחקר נוסף לצורך קבלת החלטות, והמחקר צריך להיות אינטנסיבי מאחר ורעידת האדמה לא תחכה לנו.

בשל היעדר מקום, תיאורים מפורטים יותר של מערכות אנרגיה סולארית, מערכות אוטונומיות להשגת מים מהאוויר, מערכות ביוב אוטונומיות מודרניות וניתוח השוואתי של שיטות לשימוש באנרגיה סולארית ניתנים בקבצים המצורפים, אותם ניתן לקבל ממנהלי הפרויקט, פרופ' ערן פייטלסון ופרופ' אמוץ עגנון.

עינב לוי

מדינת ישראל הנה צד בשבע האמנות המרכזיות הבינ"ל בתחום זכויות האדם (1). כחלק מהתחייבות וגישה זו, מערכות המדינה נדרשות לספק זכויות אלו כחלק מהמערך המגן על האזרח (PROTECTION¹⁶) (2).

חלק מהותי בזכויות אלו הנו הזכות לדיור הולם הכוללת את הזכות לחיות בביטחון, בשלום ובכבוד.

הכלים המשפטיים המפרטים זכות זו, כוללים מספר מרכיבים:

- א. הגנה מהשפעות מזג אוויר (רוח, גשם, רטיבות).
- ב. נגישות וזמינות של שירותים, מוצרים, מתקנים ותשתיות.
- ג. גישה בטוחה לאמצעי קיום בסיסיים - מים, ניקוז, אמצעי בישול וחימום, אמצעים לאגירת מזון, סניטציה וכו'.
- ד. מיקום ראוי והולם לשירותי ציבור וקהילה – כמו בתי ספר, מוסדות בריאות ומחייה.
- ה. האמצעים למגורים ולבנייה, והחומרים מהם עשויים המחסות מאפשרים ביטוי לגיוון התרבותי, וכאלו אשר אינם פוגעים במרכיבי התרבות והחוסן של האוכלוסייה.
- ו. קיימות- הסתמכות על יכולות, מיומנויות ומשאבים מקומיים יאפשרו את התייעלות המענה. זאת, תוך הימנעות מפגיעה בכלכלה המקומית ובאוכלוסייה הנפגעת.
- ז. קרבה למקום המגורים המקורי יאפשר תהליכי שיקום.
- ח. תשתיות אשר נעשה בהן שימוש ואשר שייכות לאוכלוסייה אשר נפגעה באופן משני מאירוע החירום- יש למזער את השימוש בתשתיות אלו באמצעות תכנון, ולהעביר את האוכלוסייה העקורה מתשתיות אלו בהקדם האפשרי.

עיצוב ותכנון יחידות המגורים, אופן הצבתן כמו גם תכנון המרחב בו יוצבו היחידות עשוי להשפיע על רווחת העקורים. מחקרים מהעבר מצביעים על כך שללא קשר לתנאי מגורים, רווחת הניצולים מושפעת בין השאר מתחושות הדחק שעלולות להיווצר בשל האירוע הקשה או האסון שהוביל לעקירתם. יתרה מכך, מחקרים נוספים מצביעים על תנאי המחיה במחנות עקורים, כתנאים אשר עלולים להוות גורמי סיכון לרווחה ולבריאות. גורם נוסף אשר נמצא משפיע על רווחת העקורים הוא אופי הקבוצה העקורה. לפיכך, בתכנון נכון, ניתן לקדם חוסן ורווחה קהילתיים ולכל הפחות לצמצם את הסיכון לדחק. מהלך כזה יסייע לניהול חיים תקין במרחב המגורים, יאפשר רמה של ניהול עצמי של העקורים, וככזה הינו מהותי לקיום חיי משפחה (3,4,5,6).

¹⁶ All activities aimed at obtaining full respect for the rights of the individual in accordance with the letter and spirit of the relevant bodies of law, namely human rights law, international humanitarian law and refugee law.

תכנון מקדים

השכנת העקורים באופן אופטימאלי, אשר מטרתה יצירת תנאי מחייה הולמים הפועלים לקידום מרכיב הכבוד הסגולי (DIGNITY) (7), הביטחון והפרטיות של העקור, יתאפשר באמצעות תכנון. תכנון זה יתבסס על מספר סדרי עדיפויות ועל נתונים שניתן לאסוף עוד טרם השכנת העקורים בפועל.

מתוך כך, על מנת לקיים הליך השכנה מוסדר, על מקבל ההחלטות לבחון שלושה מרכיבים מרכזיים של השכנת העקורים:

- א. סדר ותיעדוף השכנה באתר הקבע מבחינת זמנים ומיקומים (תיעדוף לסוג אוכלוסייה).
- ב. תכנון המרחב (שורות) מרחבים קהילתיים\ בנייה סביב מוקדי דת\ קרבה למבני ציבור- מתנ"ס, בית ספר, מרפאה וכו' קרבה לשירותים ומקלחות).
- ג. עיצוב ותכנון פנימי של כל יחידה.

ביצוע תהליך יעיל לפריטת המרכיבים לעיל לכדי פרקטיקה, מתאפשר בזמן שגרה, אולם חלק ממרכיביו ניתנים לבחינה רק לאחר האירוע האסוני. זאת, מאחר ומאפיינים ספציפיים נדרשים על מנת לערוך את ההתאמות הנדרשות. יתרה מכך, הצבת יחידות המגורים, החיבור לתשתיות והמוכנות לקבלת העקורים יצריכו משאבי זמן רבים טרם השכנת העקורים בפועל, אשר בתקופה זו ישהו במגורים זמניים. מצב זה מאפשר טרם המעבר ליחידות המגורים, לאסוף נתונים אשר יסייעו בהשכנה מסודרת המאפשרת מענה הולם ויעיל לסוגי האוכלוסייה השונים. נתונים אלו מתייחסים לפגיעות, מדדי חוסן, חרדה, SOCIAL COHESION, מנהיגות רשמית ובלתי רשמית וכו'.

פגיעות

מרכיב משמעותי בבחינת סדרי העדיפויות ובקביעת המדדים להשכנה הוא מרכיב הפגיעות של העקור. פגיעות¹⁷ בהקשר למצב החירום מתייחסת לרמת החשיפה של העקור לאיומים על רווחתו או חייו, בכפוף לאירוע החיצוני ובתלות במאפיינים ספציפיים של העקור (8). הווה אומר, כי פגיעות הינה גורם משתנה בין סיטואציות ובין אנשים. הפגיעות נוצרת מהשתייכות ושילוב של מספר מאפיינים.

קביעת הפגיעות כמדד לקביעת סדר ההשכנה והתיעדוף, מתבסס על שלושת המרכיבים הבאים על פי סדר חשיבות:

- א. חוסן ופגיעות אינדיבידואלית.
- ב. מצב משפחתי ומעגל חברתי תומך.
- ג. רמת קהילתיות (ציר אינדיבידואליזם- קולקטיביזם).

¹⁷ Vulnerability is the extent of which individual/ group or a community are exposed to threats due a specific characteristic of the individual/ group/ community. This characteristic could be derived from demographic variables (gender, age, socio-economic status, etc.) and/or psycho-social variables (stress, sense of coherence, social cohesion, connectedness, collectivism, resilience).

מרכיבים אלו נשענים על מספר מודלים המתייחסים למעגלי הפגיעות של האדם, וככאלו מהווים גם מוקד להתייחסות מרכיבי המענה עבור מקבלי ההחלטות.

חוסן ופגיעות אינדיבידואלית

המאפיינים הספציפיים של כל אדם כמו גם הנגישות שלו למשאבים אשר מצריכים מענה מותאם, ואשר משפיעים על רמת הפגיעות שלו:

1. גיל
2. מגדר
3. מוגבלות\ ניידות (פיזית\ קוגניטיבית)
4. שפה
5. אוריינות
6. מחלות כרוניות
7. צרכים מיוחדים

יש לחדד ולציין כי אדם בגיל ילדות או בגיל זקנה, איננו בהכרח פגיע. הפגיעות שלו נוצרת או מתעצמת במידה והוא נותר ללא עורף משפחתי או מעגל תומך, כפי שמבואר מטה:

מצב משפחתי ומעגל תומך

מעגל משפחתי, מבנה המשפחה וגודלה משפיעים על תחושת הרווחה של הפרט ומשפיעים על תכנון ממוקד של שיכון גרעיני המשפחות, ביחידות מגורים מותאמות. יש לבחון את מבנה המשפחה בהתאם להקשר התרבותי של המשפחה (חרד\ חברה ערבית\ חילוני). יש להביא בחשבון מגורים של שלושה דורות באותו מרחב בהקשרים תרבותיים מסוימים, כמו גם צרכים הנובעים מאורח החיים אשר קדם לאירוע החירום (לדוגמה- עקורים אשר היו רגילים לחיות ברווחה יחסית- האם יסופק להם אותו החלל כפי שיסופק לעקורים אחרים). נתונים אלו משפיעים גם על המרחב סביב יחידות הדיור מבחינת מאפיינים זהים\ שונים של יחידות דיור שכנות, מבני ציבור, בתי ספר, מרפאות וכו'.

רמת קהילתיות

קבוצת אנשים בעלת רמת קהילתיות גבוהה תקדם יכולת התמודדות עם מצבי הדחק. לצד זאת, רמות גבוהות של אינדיבידואליזם יאפשרו קידום יזמות מקומיות המתבססות על משאבי היחיד. מאידך, הימצאות על אחד הקצוות טומן בחובו גורמי סיכון כמו בדידות, ויכולת מצומצמת לקבל סיוע חיצוני. דוגמה ליישום בפועל - קבוצת אנשים אשר תדגים רמת קהילתיות גבוהה בשלב המיפוי ואיסוף הנתונים, ניתן יהיה לשכן אותה במרחב אחד של מספר יחידות דיור. מתוך האמור, יושפע תכנון המרחב הכללי של מרחב המגורים- צפיפות, מעגל- סביב מוקדי דת, מרכזים קהילתיים, מרחק מאוכלוסיות אחרות- בכפוף למאפיינים קולקטיביסטיים, מבני ציבור- בתי ספר, מתנ"סים, כיתות לימוד למבוגרים, מרפאה, פעילויות וכו'.

הערכה ומענה

על מנת להעריך את המרכיבים לעיל וכחלק מעקרונות לתכנון המענה, אנו ממליצים לאסוף בשלב הביניים, טרם השכנת העקורים במגורי קבע, את הנתונים הבאים (ואחרים על פי שיקול דעת) באמצעות שאלונים מתוקפים שקיימים בספרות המקצועית (פירוט בנספח שאלונים):

- א. מדדים דמוגרפיים
- ב. מדדי חוסן
- ג. חרדה
- ד. פגיעות
- ה. לכידות חברתית
- ו. אמון במקבלי ההחלטות ובמערכות התומכות
- ז. נתונים על מנהיגות רשמית ושאינה רשמית

בעת ביצוע ההערכה, לקראת ההשכנה אנו ממליצים לפעול לאור העקרונות הבאים לניתוח והתייחסות לפגיעויות:

- גיוון (DIVERSITY) – באחריות מנהל מערך איסוף הנתונים, לשאוף כבר בשלב המיפוי לכלול, לפנות, לשאול ולסקור מגוון רחב ככל היותר של סוגים שונים של אוכלוסייה אשר כוללים בין השאר עקורים שאינם מגיעים לידי ביטוי בדרך כלל (ילדים, מיעוטים, קבוצות מודרות וכו').
- הכללה (INCLUSION) – לשלב מגוון רחב ככל הניתן של סוגי אוכלוסייה שונים בתהליכי קבלת ההחלטות הנוגעים לניהול ותכנון המרחב והחללים הפנימיים.

עקרונות לניהול התהליך

1. שילוב גופי חברה אזרחית לצד גופים ממשלתיים
2. תמיכה בפרנסה
3. קידום מנגנונים קהילתיים בסיסיים כדוגמת מערכת חינוך
4. ניטור, הערכה ומדידה- סיכונים, צרכים, הזדמנויות
5. העקורים כשותפים בתהליך- כחלק מגישה משתפת
6. מזעור מתחים פוטנציאליים וצמצום סטיגמטיזציה
7. יצירת מנגנוני היזון חוזר
8. קידום ויצירת אחריותיות ACCOUNTABILITY

א. תכנון פיזי של המרחב

1. שימור הקהילתיות והמבנה אשר היה קיים טרם האירוע- תצורות בניית מרחב משפיעות או מושפעות ממבנה הקהילה. לדוגמה, מרחב עירוני ובנייה רוויה מאפשרת קרבת שכנים מחד ומאידך מאפשרת פרטיות. במקביל לכך, תצורות קהילתיות יותר כדוגמת כאלו אשר עושות שימוש במטבחים משותפים, שירותים משותפים ומרחבים משותפים כדוגמת קהילות מסורתיות בחלק מהיישובים בחברה הערבית, מאפשרות התחככות תדירה יותר עם המעגלים הרחבים יותר ממעגל המשפחה. היצמדות למבנה המרחב אשר היה קיים לפני אירוע החירום יאפשר מחד היכרות עם הרציונל של התכנון המרחבי ויתרום לשמירה על סדר ורציפות. מאידך, בכפוף לרצון ולאילוץ, ניתן לייצר מרחבים שאולי אינם בהכרח מוכרים לעקורים, אולם כאלו אשר יקדמו את הקהילתיות- זאת באמצעות בניית "שכונות" קטנות סביב מוקדים משותפים של שירותים, בישול וכו', כמו גם סביב מרחבים פיזיים פתוחים לפעילות קהילתית יזומה.
2. סמיכות למקורות תעסוקה ופנאי- חזרה לתפקוד ויצירת פעילות יאפשרו מזעור מצוקות מחד ומענה על צרכים אשר עלו מאירוע החירום מאידך. לפיכך, בתכנון מרחב המחנה, מומלץ לשאוף לקרב את המגורים למקורות תעסוקה ופנאי קיימים ומוכרים (ככול שניתן במסגרת שמירת הביטחון של העקורים). יתרה מכך, יש להציב מבנים ציבוריים אשר יכללו חללים בהם העקורים יוכלו לעשות לפרנסתם ככל הניתן, ולחילופין לייצר מרחבים של עבודות יזומות וקרבה למקורות פרנסה חיצוניים.
3. תכנון מיקום של מוסדות ציבור- בהתאם לרמת הקהילתיות (בתי ספר, מרכזים קהילתיים, מוסדות דת), תכנון הכמות, הגיוון וגודל מבני הציבור הינו בכפוף למאפיינים השונים של הקהילה (וכמובן בכפוף לגודלה). לדוגמה- גיוון באוכלוסייה מבחינת תרבות ואוריינות ישפיע על כמות הכיתות או המרחבים שיש למקם. אוכלוסייה בעלת אורח חיים דתי לדוגמה, תצריך מספר בתי תפילה על פי הזרם אליו משתייכת הקהילה ובכמות גדולה יותר בהשוואה לאוכלוסייה חילונית.
4. סמיכות לשירותי אספקת צרכים בסיסיים- (סניטציה, מרפאות, מוקדי הכנת מזון, חלוקת מזון וציוד). תכנון המרחב לאור צרכים אלו צריך להביא בחשבון נגישות, תאורה ואמצעי בישול אשר הולמים את אופי התזונה של העקורים (מטבחים תואמים, כשרות, שמירה על נהלים ורגישויות פיזיות), וכן ציוד ייעודי לצרכי העקורים. מרכזים אלו מצריכים יצירת תשתית עצמאית אשר מאפשרת נגישות גם לציוד ולאמצעים הנדרשים לתפעול המרכזים. לדוגמה- מרכזי מזון, תשתיות גז ואנרגיה מאובטחים ושאינם בסמיכות גדולה מדי ליחידות המשפחתיות. דוגמה נוספת- מרכז חלוקת ציוד אשר מצריך גישה למשאיות או לציוד כבד.
5. קיומם של מרחבים פתוחים- מרחבים בין היחידות וכן הגדרה של שטח רחב יותר תוך תכנון מפתח של גודל מרחב לכל מספר משפחות. מרחבים אלו אינם מיועדים לאספקת פרנסה חיצונית או להפעלה מסודרת של האוכלוסייה.
6. מתן חשיבות לבחירה של העקורים- מבחינת מיקום בסמיכות למוקדי חוסן (משפחה, גורמי זהות אחרים). ייתכן ויהיו עקורים אשר יבחרו שלא להתגורר במחנה אלא להצטרף למערכות תומכות חיוניות (משפחה, קהילה שאיתה הם מזדהים וכו'). כמו כן, יש לבחון חלופות הולמות כדוגמת אירוח על ידי קהילות או משפחות- במקרה בו לאוכלוסייה העקורה יש מענים בקרב משפחה או קהילות "קולטות" יש לאפשר זאת תוך הקפדה על חופש הבחירה לקיים תהליך זה. כמו כן, יש לוודא כי הפתרון הניתן לאוכלוסייה העקורה הינו פתרון הולם וכזה אשר אף יכלול הצבת מחסה בצמוד לבית המארח.

1. יחידת הדיור הקיימת- ייתכן ומתוך אילוצים, יחידות הדיור אשר יסופקו למחנה, תהיינה בעלות מאפיינים ספציפיים. יש לשאוף למודולציה או מתן אפשרות לייצר יחידות נוספות בתוך היחידה הקיימת על פי צרכי המשוכנים ורצונם.
2. כמות נפשות למשק בית- לכל יחידת דיור, ישנו מפתח לגבי כמות הנפשות אשר גודל הבית מאפשר את מחייתן. יחד עם זאת, יש לייצר אבחנה בין מחייה מינימאלית לרווחה. הגרעין המשפחתי משתנה מתרבות לתרבות ומהקשר להקשר. לדוגמה- בחלק מהחברה הערבית קיים נוהג של מגורים של שלושה דורות בבית. דוגמה נוספת היא כי משפחה מסורתית או דתית אשר רגילה לקיים אורח חיים המאפשר לזוגות ולחמישה ילדים ומעלה להתגורר יחד- תבקש להמשיך לקיים אורח חיים כזה.
3. נגישות לצרכים פרטניים (בני נוער וילדים למוסדות חינוך, אזרחים ותיקים למרפאות ומרכזי יום וכו')- לצד הצורך לערוך את המרחב על פי צרכים קהילתיים, יש לתכנן את המבנים לאור צרכים פרטניים אשר כוללת בין השאר נגישות פיזית, התאמת גבהים, בטיחות המבנה (אזרחים ותיקים, בעלי מוגבלויות, ילדים וכו'). לפיכך, בתכנון המרחב ולאחר איסוף הנתונים הדמוגרפיים, יש להתאים את יחידת הדיור (או את מבנה הציבור) לצרכים הספציפיים של העקור.

סיכונים סביבתיים

יש להביא בחשבון את הצורך לוודא כי המבנים וסביבתם מאפשרים קיימות ואיכות סביבה. יש לתת את הדעת לסיכון מרכזי- נוכחותם של גורמים בתוך מרחב המחיה, שאינם חלק מהעקורים. אחד האתגרים המרכזיים בניהול מרחב כזה הינו ההתמודדות מול נוכחותם של גופים אחרים המביעים עניין במחנה. טבע הדברים הוא שלרוב, אנשים מתגוררים בביתם בבטחה, מכירים את אורח החיים, את שכניהם וסביבתם ויודעים כיצד להתמודד עם הסביבה. במרחב חדש, בנוסף לצורך ללמוד להכיר את המרחב, הניסיון והמציאות מלמדים שגורמים רבים שאינם מוכרים לקהילה העקורה עשויים לייצר נוכחות בתוך המרחבים הציבוריים. גורמים אלו יכולים להיות בעלי עניין, בעלי אינטרסים כלכליים, עמותות, גופי מחקר ואף גורמי פשיעה. המשמעות של נוכחות של גופים חיצוניים אלו ללא בקרה או ניטור היא שהעקורים עלולים להיות חשופים לניצול בתוך המרחב הלא מוכר, אובדן פרטיות, פגיעה בכבוד או אובדן משאבים אשר מיועדים לעקורים, או כאלו שנעשה בהם שימוש מוטעה לאור נוכחות של גופים לא מורשים הנוכחים במרחב.

מחקרים מראים כי גם בכל הכרוך לסמכות ההורית לדוגמה, ישנו סיכון שאורח חיים בתוך מחנה כזה עלול לפגום בסמכות ההורית בשל מצוקת ההורה. משמעות העניין היא שגורמים חיצוניים ייקחו את תחומי האחריות הללו מההורים. יש לציין שישנן אפשרויות ותהליכים אשר מסייעים למנגנון הקהילתי, אך יש לתכנן את התהליכים ולנהל אותם בצורה מושכלת.

לפיכך, בתכנון המרחב, יש לייצר מנגנון פיזי אשר יצריך מעבר מסודר וקבלת אישורים של כלל הגופים אשר אינם חלק מניהול המחנה. בניית פרוטוקול הניהול והתכנון המערך פעולות של גופים חיצוניים איננו מהותו של מסמך זה. יחד עם זאת, במערך השיקולים בתכנון המחנה, יש לקחת בחשבון חציצה בין המחנה לסביבתו.

סיכום

יש לציין כי האמור לעיל מצביע על גישה מרחיבה שמצביעה על עקרונות. המשמעות היא כי ניתן להיערך בשלבים מקדימים לאפיון המדדים אשר יאפשרו מענה הולם לאוכלוסייה עקורה. העניין מצריך עקביות, ניהול אחראי ושילוב האוכלוסייה העקורה בתוך מנגנוני קבלת החלטות. יתרה מכך, שילוב מספר תחומי מומחיות בתוך מערך מקבלי החלטות, יחזק את הסבירות לקבלת החלטות מושכלות ומאוזנות. בתוך כך, עקרונות ה- DIVERSITY וה- INCLUSION לצד שימוש בכלים מתוקפים של הערכה ומדידה יסייעו במזעור הסיכונים בתרחישי חירום שונים.

לצד זאת, בתהליך המוצע קיימות מגבלות. מגבלות אלו נובעות מהצורך בשקיפות וסטנדרטיזציה שאינן קיימות במידה שווה בין כלל גורמי המענה. יתרה מכך, שיקולים פוליטיים עלולים להשפיע ורעה על התהליך ועל איתור הפתרון האופטימאלי לעקורים.

ביבליוגרפיה

1. Israel's Core Document to the UN Human Rights Committee- The Israeli Ministry of justice (Retrieved at January 4th, 2021 from- <https://www.justice.gov.il/Units/YeutzVehakika/InternationalLaw/UnitWork/HumanRightsInternationalLaw/AreasOfResponsibility/HumanRightsConvention/Pages/CoreDocument.aspx>)
2. Handbook for the protection of internally displaced persons (UNHCR, 2010). (Retrieved at January 4th, 2021 from- <https://www.unhcr.org/4c2355229.pdf>).
3. The SPHERE Project, 2018 version. (Retrieved at January 5th, 2021 from- <https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/>)
4. Roberts, B., Ocaka, K. F., Browne, J., Oyok, T., & Sondorp, E. (2008). Factors associated with post-traumatic stress disorder and depression amongst internally displaced persons in northern Uganda. *BMC psychiatry*, 8(1), 38.
5. Mujeeb, A., & Zubair, A. (2012). Resilience, stress, anxiety and depression among internally displaced persons affected by armed conflict. *Pakistan Journal of Social and Clinical Psychology*, 10(2), 20-26.
6. Levy, E., Farchi, M., Gidron, Y., & Shahar, E. (2020). Psychological first aid through the 'SIX Cs model' – an intervention with migrants on the move. *Intervention*, 18(1), 71.
7. Kamir, O. (2016). Basic Law: Israel as Nation State — National Honor Defies Human Dignity and Universal Human Rights. *Israel Studies*, 25 (pp 213-227), (Retrieved at January 8th, 2021 from- <http://www.oritkamir.org/publications>).
8. Wisner, B., Gaillard, J. C., & Kelman, I. (2012). Framing disaster: theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk. In *Handbook of hazards and disaster risk reduction* (pp. 47-62). Routledge.

סיכום

רעידת אדמה חזקה בשטחה של מדינת ישראל עתידה להותיר עשרות אלפי משקי בית ללא קורת גג ראויה למגורים. את משקי הבית הללו יהיה צורך לשכן במגורים זמניים למשך זמן העלול להתארך מחודשים ועד שנים. בכדי להצליח ולהתמודד עם אתגר זה יש להיערך מראש. ישראל אינה ערוכה באופן מיטבי למתן מענה בהיקף שעלול להידרש.

מתן מענה איכותי ויעיל ומהיר מושתת על היכולת לאתר שטחים מתאימים להקמת מגורים זמניים אלו, בהבנת התנאים (גיאולוגיים, תשתיתיים), באפיון יחידות המגורים המתאימות ביותר ובהכנת מקבלי ההחלטות והאוכלוסייה להתמודדות עם תקופה מאתגרת זו.

במסגרת עבודה זו אופיין אלגוריתם לאיתור האתרים המתאימים להקמת מגורים זמניים כאלו, ואופיינה מערכת להצגת מערכת השיקולים הרחבה והכוללת לבחירת יחידות המגורים המתאימות ביותר שראוי להקים באתרים אלו. כמו כן מחקר זה מספק את הרקע הנדרש בכדי לאפיין החל ממתי ניתן להקים מגורים זמניים (קרי אחר סיום האחרזעים - aftershocks). עקרון מרכזי באיתור השטחים המתאימים להקמת מגורים זמניים הוא צמצום של פגיעה בלתי הדירה (לא רברסיבילית) בדורות הבאים. לכן ניתנה עדיפות לבניה באזורים המיועדים ממילא לבנייה אך בהם הבנייה טרם התחילה, והימנעות מבניית מגורים זמניים בשטחים בעלי ערכי טבע ונוף חשובים.

הזמניות היא ערך משמעותי בבואנו להתמודד עם אתגר אספקת המגורים לנפגעים, מעבר לצורך הברור להחזרת הנפגעים למסלול חייהם בזמן הקצר ביותר ובכלל זה חזרתם למגורי קבע. יש לקצר ככל הניתן את זמן הקמת המגורים ובה בעת לתכנן מראש את פירוקם והעלמותם מהשטח, בלי להותיר נזק סביבתי או חותם. המבנים שיוקמו צריכים לתת מענה לצרכי האוכלוסייה, ולהתאים לתנאי השטח והאקלים בהם הם מוקמים. בהקשר זה, יש לתת מענה לא רק למגורים עצמם אלא גם למבני ציבור הנדרשים, וזאת בהתאמה לתכונות האוכלוסייה (לדוגמה- מסורתיות, תרבות ומשתנים דמוגרפיים). מאחר שתיתכן פגיעה רחבה בתשתיות-על, והרצון להימנע ממשכת תשתיות לאותם אתרים שאינם מיועדים לבינוי בעתיד, ניתן וצריך לשקול את מידת האוטונומיות של מבנים אלו בכל הקשור לתשתיות.

המחקר הכין את הבסיס לכלים שיתמודדו בקבלת החלטות מורכבות תוך שקלול הפרמטרים והנתונים בזמן אמת – *WhatIf*. הגידול המשמעותי בנתונים של smart cities ברשויות מקומיות מעמיד אפשרויות חדשות, והדבר נחוץ ביותר כפי שחוינו בתקופת הקורונה. יחד עם זאת, יש מספר רכיבים המחייבים השלמות ועבודה נוספת. בהקשר של זיהוי אתרים יש צורך להוסיף למודל הממ"ג שכבה המתארת את סטטוס בעלויות הקרקע. לשם כך נדרש שיתוף פעולה עם רשות מקרקעי ישראל. לאחר הוספת שכבה זו ניתן יהיה לעדכן את המודל ולקבוע כתנאי סף שקרקע בנייה רמ"י תועדף להקמת מגורים זמניים לעקורים. כמו כן יש לבחון את המידה והאופן בו יש לשמור על מאגר של מבנים יבילים ופריקים, שכן אכסון של מבנים כאלו דורש שטח, ושימוש בהם למטרות שונות (כגון מגורי חיילים) עלול להביא להתבלותם בטרם עת. יתר על כן, יתכן ויפותחו בעתיד מגורים זמניים טובים מאלו הקיימים היום, וקיומו של מלאי ימנע הצטיידות במבנים הטובים ביותר הזמינים בשעת צורך. אי לכך יש לבחון באיזו מידה ניתן לייצר או לייבא מבנים זמניים כאלו. במידה שיידרש זמן הצטיידות קצר (שבועות ספורים) אזי יתכן ועדיף שהעקורים יתגוררו באזורי הפינוי הראשוני עד לפריסת המבנים הזמניים.

לבסוף, יש צורך לעדכן באופן שוטף של התכניות והאפשרויות השונות, לכך מוצע שיתקיימו תרגולים גם של "היום אחריו", ולא רק של התגובה הראשונית.