

פרק 10

היבטים של סיכוני רעידות אדמה

רם בן דוד - אדמה

10.1 מטרת העבודה

אזור העיר חיפה הנו בתחום בו קיים שבר גיאולוגי, המכונה העתק יגור. שבר זה עלול להיות גורם הרסני בעת רעידת אדמה חזקה (איור 10.1). לכן, כחלק מדרישות תוכנית המתאר ומתוך רצון לתת מענה לבעיה זו, נדרש מידע המצביע על מידת הסיכון הסיסמי הקיים בתחומי העיר. יש לציין כי בישראל טרם נערכו מפות סיכוני רעידות אדמה לערים.

10.2 מידע גיאולוגי קיים

10.2.1 מפות המשמשות רקע לעבודה

- אזור חיפה מופה לראשונה על ידי קרץ', 1959 בקב"מ 1:50,000. המיפוי כלל מיפוי גיאולוגי וסטרוקטורלי. מאמרו משנת 1959 – "The structure of the northern Carmel" הנו רלוונטי גם כיום.
- מיפוי גיאולוגי מאוחר יותר עשה שימוש במידע זה ובכלל זה – מיפוי גיאולוגי של ישראל בקב"מ 1:250,000, בנתור וחבריו (1964), מיפוי גיאולוגי של ישראל בקב"מ 1:200,000, סנה וחבריו (2001).
- מפות רעידות אדמה של ישראל, המכון הגיאופיזי לישראל. ממפות אלו עולה שרעידות אדמה חלשות ובינוניות נמדדו לאורך שבר יגור לאורך כל שנות היסטוריה המדידה של ישראל.
- מפת השברים הפעילים של ישראל, בקב"מ 1:500,000, ברטוב וחבריו (2000). ממפה זו עולה ששבר יגור הוגדר כשבר פעיל (איור 10.1).
- מפת תאוצות הקרקע, נספחת לת"י 413 – תקן עמידות מבנים ברעידת אדמה (איור 10.2).
- מפת התקן המוצעת כחלופה למפה הקיימת של ת"י 413 המציעה ערכי מכסימום לרעידות אדמה.

10.2.2 עיקרי המחקרים הגיאולוגיים הרלוונטיים לעניין סיכוני רעידות אדמה בסביבות חיפה

- אכמון (1986), הצביע לראשונה על הסטות של ערוצי נחלים היורדים מהכרמל לעמק יזרעאל בשל תנועה אופקית על שבר יגור – תצפיות המעידות על תהליכים המתרחשים בעשרות אלפי השנה האחרונות.

- (Kafri and Folkman 1981) מצביעים על קיומם של שברים בים הממשיכים משבר יגור והעשויים להיות פעילים.
- סנה וחבריו (2001), "מפת תכונות התשתית של אזור חיפה", המכון הגיאולוגי הישראלי (פרויקט לא לפרסום שבוצע עבור מחוז חיפה). במפה זו קיימת חלוקה מסוימת של התשתית הסלעית והקרקעית לפי רגישות סיסמית.
- היימן וחבריו, (2000) – מחקר העוסק בהיסטוריה הסיסמית של אזור חיפה בתקופת הרבעון (מהלך מאות אלפי השנה האחרונות). המכון הגיאולוגי הישראלי. שאלה מרכזית שנבדקה במחקר זה היא – האם קיימות עדויות לליקופקציה (הנזלה) המשמשות עדות ישירה לרעידות חזקות באזור חיפה.
- סלומון וחבריו, (2001) – סיכונים סיסמיים באזור נשר, ומפרץ חיפה. המכון הגיאולוגי. במחקר זה מצביעים המחקרים על פעילותו של שבר יגור.
- סימן טוב, ע. ווקס, ד. (1989) – הערכה ראשונית של הסיכון הסיסמי בעיר חיפה ובעמק זבולון. המכון הגיאולוגי הישראלי. מחקר זה מצביע על הקשר הליטולוגי כמרכיב עיקרי לפוטנציאל הנזקים בעת רעידות אדמה.
- (Kafri and Ecker 1964) מתארים במחקרם את תת הקרקע באזור עמק זבולון. אף שמחקרם מתמקד בהיבטים גיאולוגיים והידרולוגיים, הוא מסייע להבנת מידת הרגישות הסיסמית של אזור זה.
- גם מאמרו של בן-יוסף (2003) בבטאון אגודת המים מצביע על מבנה תת-הקרקע באזור עמק זבולון ומפרץ חיפה, דבר המסייע בהבנת המבנה הגיאולוגי.
- (Kafri 1970) מצביע על עדויות לפעילות טקטונית צעירה באזור מישור החוף שבאזור הכרמל.

10.2.3 מחקרים גיאופיסיים

- זסלבסקי וחבריו (2003) בחנו את תגובת אתר אזור הקישון לרעידות אדמה לשם תכנון גשרים.
- כך גם ביצע זסלבסקי (2003) חקירה דומה באזור דרך דיין ומחלף 75 באזור הקישון.
- (Achmon and Ben-Avraham (1997) מתארים מבנה תת הקרקע של שבר יגור וספיחיו בעומק.
- Rotstein et al. (1993) בדקו מבנה הכרמל ושבר הכרמל באמצעות הדמיה מגנטית.
- Ron et al. (1990) בחנו את הקשר בין רעידות אדמה ובין שבר יגור (איור 10.3).

10.2.4 מחקרים גיאוטכניים

- מחקרים גיאוטכניים לשם הקמת מנהרת הכרמל שבוצעו על ידי גיאופרוספקט ועל ידי חברת נתיבי כרמל.
- חקירה גיאוטכנית לשם ביסוס מבנים מורכבים במתחם הבאהיים וביסוס הגנים התלויים שם (מארכיון מהנדס ד.דוד).

10.2.5 מידע נוסף

- סלומון וחבריו (2003), המכון הגיאולוגי הישראלי, ערכו מפת סיכוני רעידות אדמה לעיר ירושלים. עבודה זו טרם אושרה ע"י מהנדס העיר, אך הקריטריונים שנקבעו ישימים בחלקם גם לחיפה.
- תצלום אוויר מהתקופה הבריטית (סדרה PS-14 משנת 1944) ומגיחות גרמניות (סדרה 8-11, משנת 1918) – במטרה לבחון את פני השטח כאשר הכיסוי הבנוי היה מינימלי.
- ועדת ההיגוי להיערכות לטיפול ברעידות אדמה (ספטמבר 2000), תמצית מנהלים.
- שיחות עם אנשי מפתח בתחום סיכוני רעידות אדמה בהקשר לעיר חיפה: ד"ר אבי שפירא - מנהל המכון הגיאופיסי * ד"ר דני וקס – המכון הגיאולוגי הישראלי * ד"ר עמוס סולומן – המכון הגיאולוגי הישראלי * ד"ר נועם גרינבאום, אוני' חיפה * מר נור אלדן, סמנכ"ל וצוות התכנון בעיר חיפה.

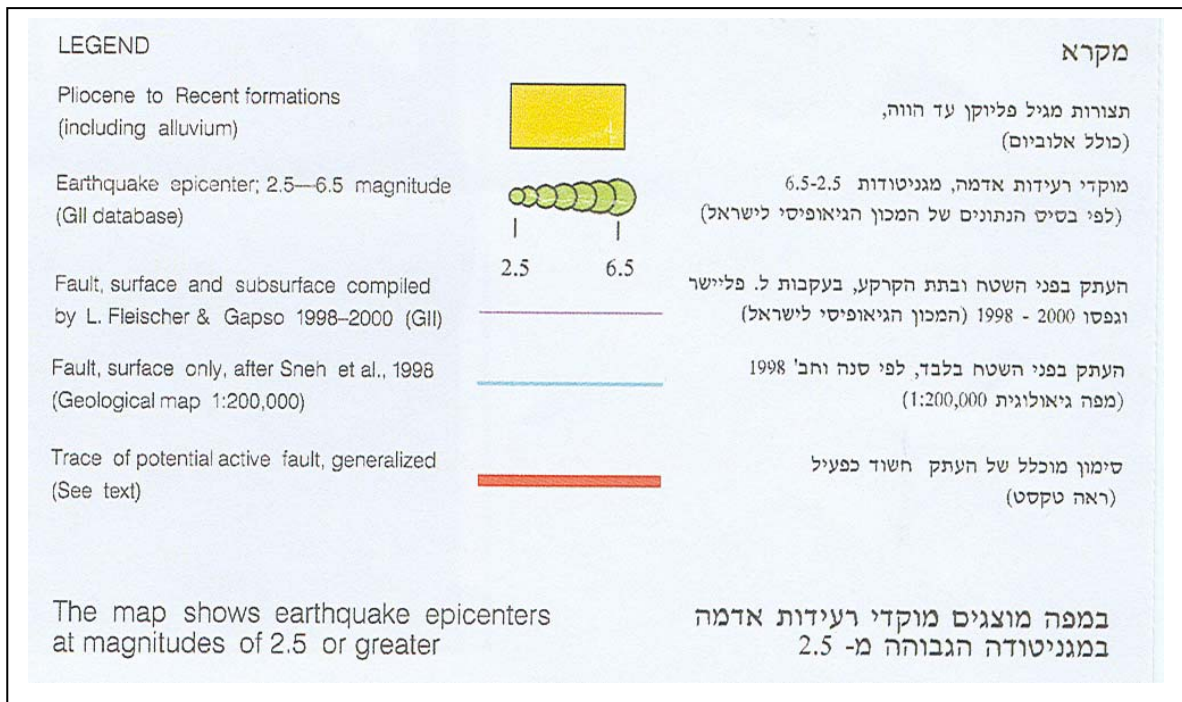
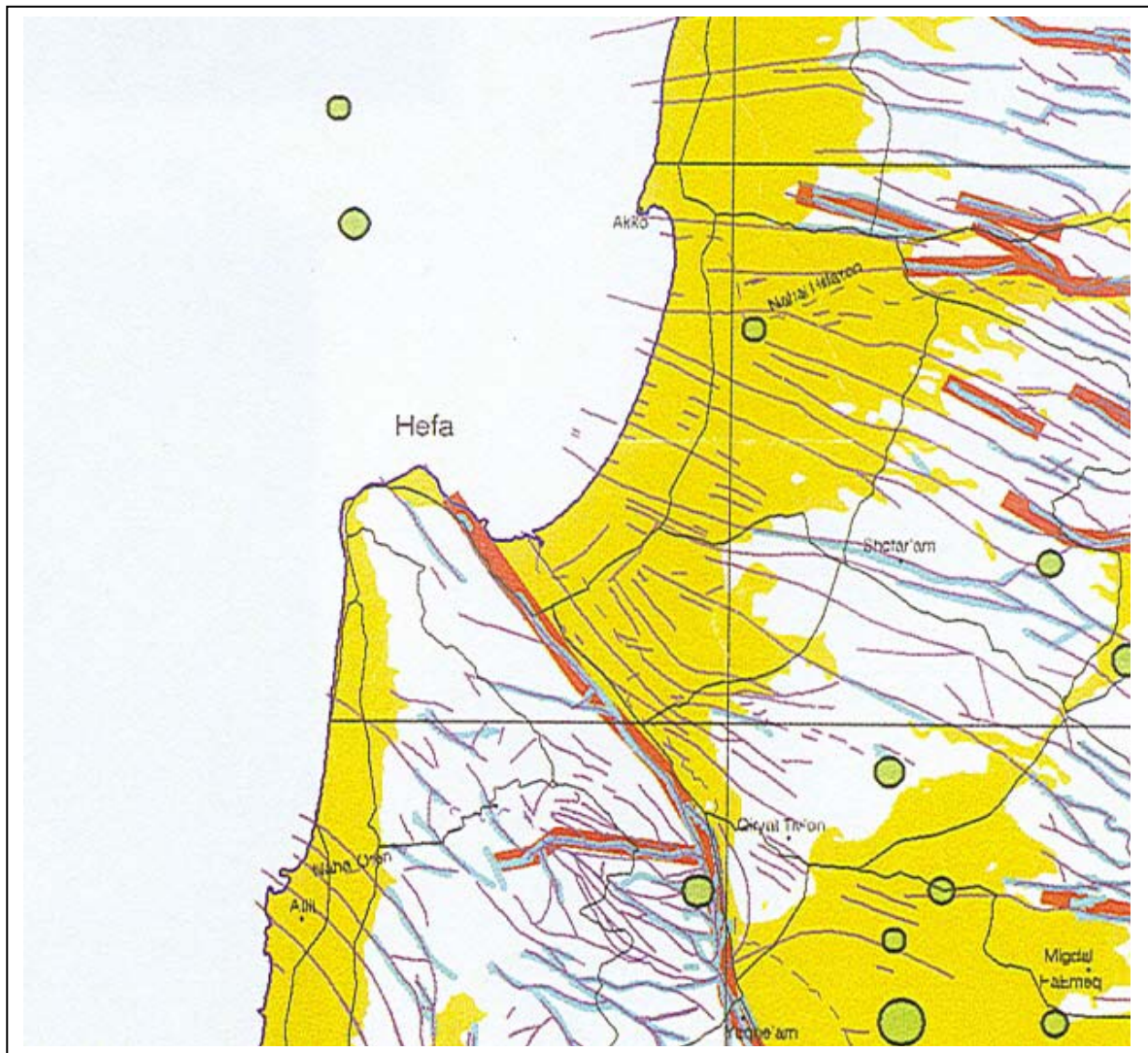
10.3 סיכום ומסקנות עיקריות

המידע הגיאולוגי הקיים מצביע על קיומו של שבר גיאולוגי – העתק יגור – החוצה את העיר חיפה ומפריד גיאוגרפית ובין רכס הכרמל ומורדותיו ואזור מפרץ חיפה. מבנה זה מגדיר למעשה שלושה אזורים בעלי שונות בולטת בתגובה לרעידת אדמה חזקה: (א) אזור הכרמל ומורדותיו (ב) אזור מפרץ חיפה הרצועה הקרובה לחוף (ג) אזור עמק זבולון. עם זאת, מפת סיכוני רעידות אדמה חייבת להיות ברמת פירוט רבה יותר כדי שתשמש כלי עזר לתכנון. לשם כך יש לבחון כיצד מטפלים במרכיבים השונים. הבעיה העיקרית היא לקבוע האם שבר יגור הנו שבר פעיל – קביעה המרחיבה מאוד את אזורי הסיכון. אם יקבע כי פעילות השבר מתרחשת במקומות מרוחקים מסביבות העיר אזי הסכנה פחותה בהרבה. קביעה זו נמצאת בשורש ויכוח שבין הגיאולוגים. יחד עם זאת, אנו סבורים כי הממצאים המצויים בידנו, מתבססים על המקורות שפורטו לעיל, מצביעים על כך ששבר זה הוא פעיל ולכן יש לשקול בכובד ראש את ההשלכות על התכנון בעיר.

להלן קריטריונים המבוססים על קריטריונים שנקבעו ע"י המכון הגיאולוגי הישראלי (סלומון וחבריו, 2001) במסגרת עבודה שהוזמנה על ידי עיריית ירושלים, תוך התאמתם לתנאים המיוחדים של העיר חיפה:

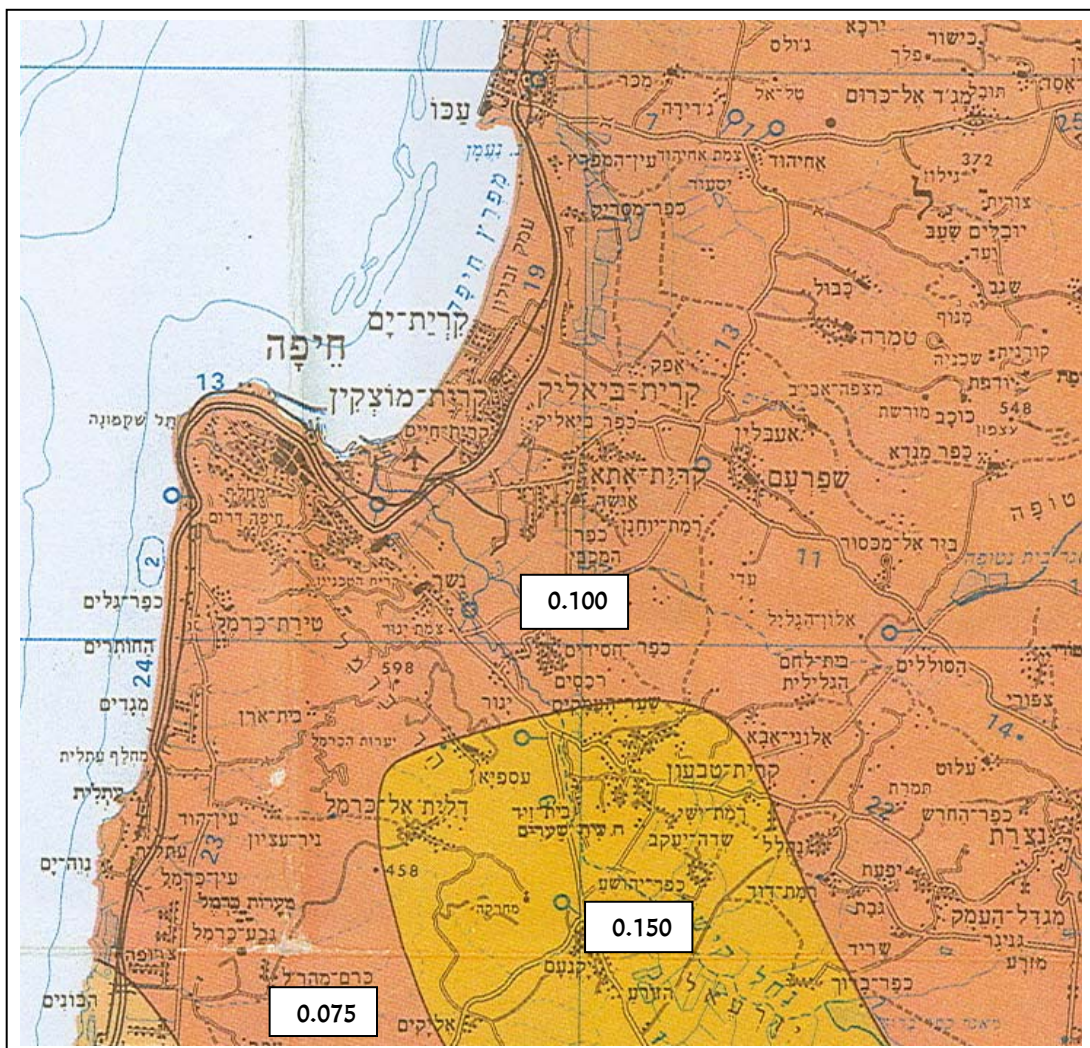
- ריחוק משבר פעיל (שבר יגור).
- מבנה התשתית הטבעית (חתך הקרקע והמסלע).
- מבנה טופוגרפי (באזורים מישורים לעומת אזורים ההרריים-גבעיים), כשהאזור ההררי-גבעי מחייב חלוקה לתחום העולה על 30 מעלות, ותחום שמתחת ל-30 מעלות.
- היסטוריה של גלישות קרקע (במדורות העיר חיפה).
- פוטנציאל ההנזלה (liquefaction) באזורים הנמצאים בשוליים הקרובים לחוף הים של מפרץ חיפה.

איור 10.1: מפת שברים פעילים במרחב שבין מישור החוף לכרמל ושבר יגור



מקור: ברטוב וחבריו, 2000

איור 10.2: מיקום האתר על רקע מפת תאוצות קרקע אופקיות חזויות (Z) הנספחת לת"י 413



איור 10.3 - רעידות אדמה שהתרחשו בהקשר לשבר יגור (Ron et al.,1990)

