



משרד התשתיות הלאומיות
המכון הגיאולוגי

הצעה לאימוץ סולם העוצמה הסיסמית האירופאי EMS-98 ועדכון שאלון הדיווח בישראל

עמוס סלמון

מוגש לוועדת ההיגוי להיערכות לרעידות אדמה

במסגרת פרויקט מס' 210-02-002

תקציר

עבודה זו דנה בבחירת סולם העוצמה הסיסמית (Seismic Intensity Scale) המועדף לשימוש בישראל ועדכון שאלון האינטרנט לאיסוף מידע מהציבור לאחר רעידת אדמה בישראל. סקר ספרות לגבי התפתחות הסולמות הללו והשימוש המקובל כיום בעולם מעלה שהסולמות הנפוצים הם Modified Mercalli Intensity (MMI) European Macroseismic Scale, המקובל לשימוש בעיקר בארה"ב, EMS-98 (Japan Meteorological Agency seismic intensity scale) המקובל באירופה והשימוש בו הולך ומתרחב, ו-JMA intensity scale (EMSC) המקובל ביפן. במקביל, המרכז הסיסמולוגי האירופאי-ים תיכוני (USGS) מקבל מידע מהקהל הרחב על בסיס סולם EMS-98 ואילו המכון הגיאולוגי האמריקאי (USGS) במסגרת סולם MMI.

בחינת המצב בישראל מעלה העדפה מסוימת לסולם MSK אשר היה הבסיס לפיתוח הסולם האירופאי הנוכחי, EMS-98. אגף סיסמולוגיה שבמכון הגיאופיסי לישראל אוסף כיום מידע מהקהל הרחב במסגרת סולם זה, וקיימים מספר פרסומים הנשענים עליו. שאר הספרות המקצועית בתחום זה בארץ אינה מעדיפה סולם כלשהו לשימוש.

סקירת המצב מעלה שהסולם האירופאי EMS-98 (Grünthal, 1998) הוא המתקדם, המעודכן והמפורט ביותר מכולם, בבסיסו הוא נשען על סולם MSK המועדף כעת בארץ, ועל כן מוצע לאמץ אותו לשימוש בישראל. המהלך שנעשה לאחרונה על ידי ESC (European Seismological Commission) לניסוח שאלון אחיד לשימוש בכל ארצות אירופה על בסיס סולם זה, תומך בהצעה הנוכחית. שיקול נוסף הוא באיזו מידה כשל מבנים בישראל דומה לכשל המתואר בסולם האירופאי או בסולם האמריקאי, ואולם המידע בנושא זה חסר משום שהניסיון הרלוונטי בארץ מועט. לכל היותר ניתן לומר שקיימת זיקה בין מספר סגנונות בנייה היסטורית בישראל לבין בנייה אירופאית. לגבי בנייה מודרנית המצב מורכב ודורש בחינה נוספת. כמו כן, יידרשו התאמות להפעלת תוכנות תרחישים בישראל במידה והן מסתמכות על הסולם האמריקאי, כדוגמת HAZUS.

במקביל לאימוץ סולם העוצמות EMS-98, מוצע לאמץ גם את השאלון האירופאי האחד שנלווה אליו. השוואה בין השאלון הישראלי הנוכחי לשאלון האירופאי מעלה שהשאלון הישראלי מצומצם וחסרות בו שאלות חשובות שנמצאות בשאלון האירופאי ומשום כך נדרש לעדכן אותו. חשוב שתהליך העדכון יתבצע תוך שמירה על השאלות הקיימות בו כיום, וזאת בכדי לשמור על אחידות ורציפות בעיבוד המידע שנאסף לגבי רעידות אדמה שקדמו לעדכון ורעידות עתידיות. כדי להרחיב את קהל היעד שיוכל לענות על השאלון ובהתאם לשפות העיקריות הנהוגות בישראל, מוצגת כאן טיוטא של השאלון גם בשפות אנגלית וערבית.

תוכן העניינים

4	מבוא	1.1
6	תכנית העבודה	1.2
6	סולם העוצמה הסיסמית	1.3
6	התפתחות סולם העוצמה הסיסמית	3.1
8	הסולמות הנפוצים כיום בעולם	3.2
9	התאמה בין סולמות עוצמה סיסמית	3.3
10	שאלון העוצמה הסיסמית	3.4
10	מסקנות והמלצות	4.0
10	הסולם הסיסמי המועדף לשימוש בישראל	4.1
11	הצעה לעדכון שאלון האינטנסיבי הישראלי על פי השאלון האירופאי EMS-98	4.2
12	הצעה לשאלון איסוף מידע מרעידות אדמה על בסיס סולם EMS-98	4.2.1
14	נוסח באנגלית לשאלון איסוף מידע מרעידות אדמה על בסיס סולם EMS-98	4.2.2
16	נוסח בערבית לשאלון איסוף מידע מרעידות אדמה על בסיס סולם EMS-98	4.2.3
18	המלצות להמשך העבודה	4.3
18	תודות	5.0
19	ספרות	6.0
21	סולם MSK (MEDVEDEV-SPONHEUER-KARNIK)	נספח א'
22	הגרסה המקורית המלאה של סולם EMS-98	נספח ב'
25	גרסה מקוצרת של סולם EMS-98	נספח ג'
26	גרסה מקוצרת של סולם EMS-98	נספח ג'
27	השאלון הישראלי הנוכחי, בשימוש על ידי אגף סיסמולוגיה במכון הגיאופיסי	נספח ד'
28	טיוטת השאלון המוצע לשימוש באירופה על בסיס סולם EMS-98	נספח ה'-1
30	תרגום לעברית של השאלון המוצע לשימוש באירופה (מוצג בנספח ה'-1)	נספח ה'-2

1. מבוא

מיד לאחר רעידת אדמה חזקה יש להעריך במהירות ובדיוק מיטבי את מימדי רעידת האדמה ואת היקף הנזק שנגרם בכדי לאפשר לכוחות המענה וההצלה לסייע במהירות וביעילות לאוכלוסייה באזורים שנפגעו. הערכת ראשונית של ממדי רעידת האדמה והיקף הנזק מתבססים כיום על שני מקורות עיקריים: (א) רישום מסיסמוגרפים ומדי תאוצה אשר מספקים מידע כמותי לגבי תנודות הקרקע. מקור מידע זה מוגבל בפרישה המרחבית של המכשירים והוא ניתן במונחים של מהירות, תנועה ותאוצת קרקע; (ב) מידע מאקרוסיסימי הכולל דיווחים על תופעות שהורגשו בעת הרעידה ועל הנזק שנגרם למבנים ותשתיות במרחב. זהו מידע איכותי במהותו אשר מתבסס על דיווחים שנאספים מהציבור הרחב, פרישתו רחבה כהיקף האוכלוסייה שהרגישה את האירוע ותחום האזורים המבונים, והוא ניתן במונחים של עוצמה סיסמית (Seismic Intensity).

המגמה המסתמנת כיום בעולם, כפי שמוביל אותה לדוגמא המכון הגיאולוגי האמריקאי (USGA), הינה לאסוף את המידע קרוב ככל האפשר לזמן אמת (near real time) על ידי שימוש במרב מערכות התקשורת הקיימות כיום בעולם ובעיקר האינטרנט, לעבד אותו באופן אוטומאטי ולפרסם אותו מוקדם ככל שניתן (דקות או שעות ספורות לאחר האירוע) לציבור הרחב. במסגרת מגמה זו יש לציין את מערכת ShakeMap (Wald et al., 1999b, 2006) אשר מספקת מפות של תנודות קרקע מדודות ודרגות עוצמה סיסמית מחושבות, מערכת "Did You Feel It?" (Wald et al., 1999a, Atkinson and Wald, 2007) אשר קולטת מידע מאקרוסיסימי מהציבור ומתרגמת אותו למפות עוצמה סיסמית, ובנוסף מערכת PAGER (Earle and Wald, 2007) אשר מעריכה את מידת החשיפה של האוכלוסייה לתאוצות הקרקע ולעוצמות הסיסמיות ומספקת הערכה ראשונית לגבי היקף הנזק והפגיעה בנפש. המידע ממקורות אלה מותאם להעברה לתוכנת התרחישים HAZUS (FEMA, 2006) אשר מסוגלת לאמוד במהירות ובאופן כמותי את מידת הנזק הצפוי למבנים ותשתיות, היקף הנזק הכלכלי ופגיעה בנפש. באופן זה המידע הגולמי שנרשם במכשירים והדיווח על התופעות שנלוו לרעידת האדמה כפי שנאסף מהציבור הרחב, מתורגמים במהירות לתמונת נזקים ראשונית וזו מאפשרת להבין מוקדם ככל האפשר את אשר ארע ברעידת האדמה.

באופן מסורתי, תיאור של רעידת אדמה באמצעות סולם עוצמה סיסמית החל כבר בתחילת המאה ה-19 וקדם לשימוש במכשור סיסמוגרפי. סולם זה אפשר לתעד רעידות אשר זה עתה התרחשו ולהשוות בין אירועים במקומות שונים בעולם. בגישה זו ניתן היה לתאר גם אירועי עבר לגביהם כל אשר נותר הינו דיווח היסטורי כלשהו. במהלך השנים פותחו כמה עשרות סולמות במקומות שונים בעולם ובמגוון של גישות (ראה סעיף 3.1 בהמשך).

המידע שנאסף מהציבור לאחר רעידת האדמה מתמקד בתיעוד התחושות שהרגישו האנשים ואפקטים של הרעידה על חפצים ביתיים ומבנים בהם שהו בעת הרעידה. מידע מפורט לגבי חומרת הנזק שנגרם

למבנים, לתשתיות וכן תיעוד תופעות הטבע שהתרחשו (גלישות קרקע, סדקים בפני השטח, וכד') מתבצע על ידי מהנדסים וגיאולוגים באשר נדרשים התמחות, ידע וניסיון מקצועיים לשם כך. עיבוד כל סוגי המידע שנאסף לכדי מפה איזוסיסטמלית (קווים שווי נזק) מאפשר לקבל תמונת נזק מלאה ואמינה של האירוע. יתר על כן, בהתבסס על ממצאי סקרים אלה ניתן לבנות תרחישים ותחזיות נזק לאירועים עתידיים, להשוות את מידת הנזקים לרעידות קודמות לרבות רעידות היסטוריות אשר לא נרשמו במכשירי מדידה, לבנות תמונת מצב ריאלית להערכות ביטוח, וכדומה.

סולם העוצמות הסיסטמיות כפי שמופיע בספרות המחקרית בישראל וסביבותיה אינו אחיד אם כי ישנה העדפה לכיוון MSK (נהוג לציין את סולם העוצמה הסיסטמית בראשי תיבות של שמו המלא, בדרך כלל שמות עורכיו- פרוט בהמשך). למשל, אגף סיסמולוגיה במכון הגיאופיסי לישראל קולט מידע מאקרוסיסמי מהקהל על בסיס סולם זה, ניתוח ממוחשב של אירועים שהתרחשו בישראל אשר נעשה על ידי Shapira (1988) נשען על מידע זה כפי שנאסף מהציבור, היחס האופייני בין המגניטודה המקומית (M_L) לעוצמה הסיסטמית בישראל חושב בערכים של MSK (Feldman and Shapira, 1994), וכך גם נהגו אבני (1999) אשר העריך את העוצמות הסיסטמיות ברעידת האדמה משנת 1927, וסלמון (2002) אשר העריך את ההשפעה של תנאי המקום על ערכי עוצמות סיסמיות בישראל. מאידך, Amiran et al. (1994) השתמשו בסולם מרקלי החדש - MMI לתיאור נזקים בקטלוג שערכו וכך גם ווקס (1993) אשר העריך עוצמות סיסמיות מרביות בישראל על בסיס סולם מרקלי החדש. Sbeinati et al. (2005) התייחס בקטלוג שלו לסולם EMS-92 ואילו Guidoboni and Comastri (2005) אשר כללו גם רעידות שהתרחשו במזרח התיכון הסתמכו על סולם MCS.

לאור ההתעוררות המחודשת בעולם בנושא הערכת העוצמה הסיסטמית, וביחס לחוסר האחידות הקיים בישראל ובסביבותיה, מוצע לקבוע סולם אחיד אשר יהיה מועדף לשימוש בישראל וישמור על האחידות בדיווחים. במקביל, כדי ליצור מכנה משותף בתיאור נזקים מרעידות אדמה, מוצע לעדכן את שאלון איסוף המידע שנמצא כיום בשימוש באגף סיסמולוגיה שבמכון הגיאופיסי. השאלון המעודכן יאפשר לאסוף מידע מהציבור באופן יעיל בהתאם לסולם שיקבע, ולהתאימו לנוסח המקובל כיום בעולם. מילוי השאלון על ידי אזרחים ותיעוד התרשמותם וחוויותיהם מתוך ידיעה שהמידע שהם מוסרים יתועד ויוכל לסייע בידי נותני המענה לאירוע, עשוי לעזור להם בזמן אמת בהתמודדות עם האירוע.

מעניין לציין שנושא התנהגות בעלי חיים כמבשר לפני רעידות אדמה, כמו גם תגובת בעלי החיים בעת רעידת האדמה ולאחריה, מושך תשומת לב רבה בתקשורת ובספרות העממית ואולם עד כה טרם הושגה הבנה באשר להתנהגות זו, אף לא תיאור איכותי או כמותי שיטתי ומבוסס. אשר על כן, תיאור תגובתם של בעלי חיים לרעידת אדמה לא נכלל בשאלון העוצמות הסיסטמיות.

2. תכנית העבודה

בתחילה נערך סקר ספרות לגבי השימוש המקובל כיום בעולם בסולמות עוצמה סיסמית והשאלונים הנפוצים לאיסוף מידע, בפרט באינטרנט. במקביל נבחן השימוש בסולמות הללו בארץ. לאחר דיון והשוואה בין הסולמות נבחר הסולם המועדף המוצע לשימוש בישראל, ובהתאם גם נוסח שאלון איסוף מידע אחיד אשר מתבסס על מגוון שאלות עם תשובות מובנות מראש וכן שאלה פתוחה להשלמות מידע.

3. סולם העוצמה הסיסמית

כיום מקובל לתאר את חוזקה או גודלה של רעידת אדמה בשני סולמות (Scales) עיקריים: 1) מגניטודה (Magnitude) שהיא סולם כמותי ו-2) עוצמה (Intensity) שהיא סולם איכותי. המגניטודה הינה ערך מדיד המתאר באופן כמותי ורציף את הגלים הסיסמיים שנוצרו ברעידה. כך למשל, מתייחסים למשרעת המכסימלית בדרך כלל במדידה ברשת מקומית (M_L) אשר מסתמכת על מכשירים בעלי מחזור קצר (Short-period), וכן גם לגלי גוף (m_b) וגלי שטח (M_S). בשנים האחרונות נפוץ השימוש במגניטודת המומנט הסיסמי (M_W) אשר מתבססת על עוצמת הגלים ביחס לספקטרום התדירויות שנוצרו ברעידה.

מאידך, סולם העוצמה הסיסמית מתאר באופן איכותי ובערכים בדידים (דיסקרטיים) את מידת החומרה, הרושם והאפקטים שיצרה רעידת האדמה על בני האדם, חפצים, בניינים ותופעות טבע, ובמקרים החמורים על מידת הנזק למבנים.

בשפה העברית הביטוי 'Seismic Intensity' מתורגם בדרך כלל למינוח- 'עוצמה סיסמית', ולעיתים גם ל- 'היזק סיסמי' ול- 'עצימות סיסמית'. בספרות העולמית מקובל לכוון את סולם העוצמות גם כ- Macroseismic Scale.

3.1 התפתחות סולם העוצמה הסיסמית

השימוש בסולם העוצמה הסיסמית קדם לשימוש במכשור הסיסמוגרפאי. עיקר התועלת בשימוש בסולמות אלה הוא באפשרות לתאר את רעידת האדמה גם ללא מכשירי מדידה בעזרת צופים שאינם סיסמולוגים, ובדיעבד גם לאחר שהאירוע הסתיים. במהלך השנים פותחו לפחות 61 סולמות (Ferrari and Guidoboni, 2000). לאורך ההיסטוריה של התפתחות הסולמות, כפי שמתאר זאת Musson (http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/hazard/History_intensity.htm), הסולם המוקדם ביותר הוצע על ידי Egen, במסגרת תיאור רעידת האדמה שהתרחשה בבלגיה בשנת 1828, למרות שכימות פשוט של רעידת אדמה הוצע עוד קודם לכן על ידי Schiantarelli עבור רעידת האדמה שהתרחשה בשנת 1783 בקלבריה, איטליה, שם תוארה מידת הנזק בעזרת מקרא של סמלים.

שימוש נפוץ בשיטה זו החל רק בסוף המאה ה-19, על בסיס הסולמות שהוצעו על ידי Rossi בשנת 1874 ועל ידי Forel בשנת 1881. שני החוקרים הללו שיתפו פעולה בהמשך ופרסמו סולם משותף Rossi-Forel, אשר היה מורכב מ-10 דרגות והפך למקובל בשימוש בין לאומי. בהמשך שופר סולם זה על ידי Mercalli, אשר פרסם גרסה מעודכנת בת 10 דרגות, ואולם עם הזמן התברר שמספר דרגות זה אינו מספיק דיו בכדי לתאר את מגוון התופעות והאפקטים, מהחלש ביותר ועד להרסני ביותר. בהתאם לכך הציע Cancani להרחיב את הסולם לכדי 12 דרגות בליווי הערכה של תאוצות קרקע המקבילות לדרגות הללו, ואולם ההגדרות שנתן היו כלליות בלבד.

בשנת 1912 פרסם Sieberg גרסה מעודכנת, אשר כללה תיאור מלא של התופעות, והיא למעשה מהווה את הבסיס לסולמות המודרניים הנהוגים כיום. בהמשך עודכנה גרסה זו עוד מספר פעמים ופורסמה תחת הכינוי Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) והיא עדיין משמשת היום לתיאור רעידות היסטוריות בעיקר בדרום אירופה.

בשנת 1931 תורגם סולם זה לאנגלית על ידי Wood and Neumann אשר משום מה התעלמו משמותיהם של Cancani ו-Sieberg, הותירו על כנו את Mercalli בלבד, וקראו לסולם Modified Mercalli Scale (MM או MMI). בשנת 1956 עדכן Richter את הסולם הזה, אך נמנע מלקרוא אותו על שמו כדי שלא ליצור בלבול עם סולם המגניטודות שהוא עצמו פיתח – סולם ריכטר. גרסה זו מכונה Modified Mercalli Scale of 1956 (MM56). לאחר מכן פורסמו במקומות שונים עיבודים ועדכונים לגרסה זו, כולם מכונים "Modified Mercalli", אך לא כולם נאמנים למקור.

בשנת 1964 פרסמו Medvedev, Sponheuer and Karnik גרסה משלהם (סולם MSK) על בסיס סולמות MCS, MM56 ועבודתו של Medvedev ברוסיה (נספח א'). סולם זה, MSK, הוסיף היבטים כמותיים להערכת העוצמה הסיסמית וחיזק אותו באופן זה. בשנים שלאחר מכן עודכן סולם MSK עוד מספר פעמים.

בשנת 1988 הוחלט במסגרת European Seismological Commission (ESC) לבצע שינויים בסולם MSK, ולשם כך מונתה קבוצת עבודה ייעודית בראשותו של Grünthal. הקבוצה התמקדה בניסוח מדוקדק של דרגות הסולם, הוספת נספחים לביאור שיטת העבודה ואיורים להמחשה של מידת הנזק האופייני עבור כל אחת מדרגותיו. גרסת הטיוטא לסולם זה פורסמה בשנת 1992 וכונתה "European Macroseismic Scale (EMS-92)". בשנים שלאחר מכן נבחן השימוש בסולם באופן מעשי, הוכנסו בו שינויים ועדכונים, והוא אושר סופית בשנת 1998 ונקרא EMS-98 (Grünthal, 1998). בנספח ב' מופיעה הגרסה המקורית של סולם זה ובנספח ג' גרסה מקורית מקוצרת. סולם זה הוא הראשון מבין הסולמות הקיימים אשר מופיע בצרוף הנחיות שימוש והסברים לגבי כוונת המחבר, וכולל תיאורים גרפיים

וצילומים המתארים את מידת הנזק על פי הדרגות השונות. מאז פרסומו גבר השימוש בסולם זה באירופה ובמקומות אחרים בעולם.

לאחרונה פיתחו Michetti et al. (2004) סולם עוצמות המתאר את מידתן והיקפן של תופעות טבע וסביבה שקרו ברעידת האדמה. גם סולם זה מורכב מ-12 דרגות אשר נוסחו והותאמו לדרגות המקבילות בסולם המקרוסיסמי המקובל.

במקביל לרעידות אדמה, פותח סולם עוצמה בן 6 דרגות לאירועי צונאמי, כאשר סולם Sieberg-Ambraseys הוא הנפוץ לים התיכון וסולם Imamura-Iida לאוקיאנוס השקט. בשנת 2001 הציעו Papadopoulos - Imamura להציג את סולם עוצמת הצונאמי ב-12 דרגות, מקבילות פחות או יותר לסולם העוצמות הרגיל.

היום, מרבית סולמות העוצמה מורכבים מ-12 דרגות בדידות, להוציא הסולם היפני (JMA) הכולל 7 דרגות בלבד, אם כי לאחרונה נוספו בו 3 דרגות משנה חדשות. נהוג לציין את דרגות העוצמה הסיסמית בספרות רומיות כדי להבדילן מערכי המגניטודה. ככלל, קבוצת הדרגות הנמוכות מתייחסת לאופן שבו אנשים חשו את רעידת האדמה, בשעה שקבוצת הדרגות הגבוהות מתבססת על מידת הנזק למבנים. הופעה ראשונה של נזק מוגדרת כדרגה V ואילו עוצמות מדרגה VII ומעלה אשר מתבססות על חומרת הנזק למבנים נקבעות על ידי מהנדסי מבנה מומחים בדבר.

3.2 הסולמות הנפוצים כיום בעולם

הסולמות הנפוצים כיום בעולם הם Modified Mercalli Intensity (MMI) המקובל לשימוש בעיקר בארה"ב, European Macroseismic Scale (EMS-98) המקובל באירופה והשימוש בו הולך ומתרחב, ו-Japan Meteorological Agency seismic intensity scale (JMA) המקובל ביפן. סולמות שהיו בשימוש נרחב בעבר וממשיכים גם כיום הם Mercalli Cancani Sieberg (MCS) בעיקר לתיאור אירועים היסטוריים, ו-Medvedev Sponheuer Karnik (MSK).

המרכז הסיסמולוגי האירופאי-ים תיכוני EMSC מקבל מידע מהקהל הרחב על בסיס סולם EMS-98 ואילו המכון הגיאולוגי האמריקאי USGS במסגרת MMI. בישראל, אגף הסיסמולוגיה שבמכון הגיאופיסי קולט מידע מהקהל על בסיס סולם MSK שהיווה בזמנו הבסיס שעליו פותח סולם EMS-98.

3.3 התאמה בין סולמות עוצמה סיסמית

התאמה בין סולמות העוצמה השונים (דוגמא בטבלה 1) ובינם לבין פרמטרים כמותיים של רעידות אדמה אינה פשוטה משום שסולמות העוצמה תיאוריים במהותם ואינם רציפים. מורכבות זו נדונה בהרבה עבודות, למשל Panza (2004), Musson and Cecic (2006), Ferrari and Guidoboni (2006), Michetti (2000) הגיעו למסקנה שלמרות הקשיים הללו, אפשר לקשר בין הסולמות באופן פשוט יחסית. Environment et al. (2004) אשר פיתחו לאחרונה סולם עוצמות של תופעות טבע ממקור סיסמי (Intensity Scale, ESI-2007) "... due to the level of uncertainty inherent in the structure itself of the macroseismic scales, and in case a conversion between scales is a step that cannot be absolutely avoided, the best we can do is to consider all the twelve degrees scales as equivalent", תוך שהם מתייחסים לסולמות המקובלים בני 12 דרגות: MCS, MM, MSK EMS, וכן גם לסולם הסיני.

טבלה 1: השוואה בין סולמות עוצמה שונים

מתוך Musson et al. (2009)

J Seismol

Table 2 Non-prescriptive guidelines to conversion from five major scales to EMS-98

RF	EMS-98	MCS	EMS-98	MMI 56	EMS-98	MSK	EMS-98	JMA-96	EMS-98
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2 or 3
3	3	3	3	3	3	3	3	2	4
4	4	4	4	4	4	4	4	3	4 or 5
5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
6	5	6	6	6	6	6	6	5L	6
7	6	7	7	7	7	7	7	5U	7
8	7 or 8	8	8	8	8	8	8	6L	8
9	9	9	9	9	9	9	9	6U	9 or 10
10	^a	10	10	10	10	10	10	7	11
		11	11	11	^a	11	11		
		12	^a	12	^a	12	^a		

^aThis intensity is defined in such a way that it relates to phenomena that do not represent strength of shaking, e.g. those due to surface faulting, or reaches a saturation point in the scale where total damage refers to total damage to buildings without antiseismic design

3.4 שאלון העוצמה הסיסמית

איסוף המידע המקרוסיסמי מהקהל הרחב בארץ ובעולם נעשה בעזרת גלויות דיווח, שאלונים וראיונות. לאחר מכן מעובד מידע זה באופן סטטיסטי במרחב הגיאוגרפי לכדי יצירת מפה של העוצמות הסיסמיות. עד לאחרונה חולקו ופוזרו שאלונים וגלויות דיווח באופן בלתי אמצעי ובעזרת הדואר, ואולם לאחרונה גבר השימוש ברשת האינטרנט. כך לדוגמא, השאלון הישראלי (נספח ד') נמצא בדף האגף לסיסמולוגיה שבאתר האינטרנט של המכון הגיאופיסי: <http://www.seis.mni.gov.il/heb/questionnaire.asp?SendDate=&SendTime>. השאלון הבריטי נמצא באתר <http://www.earthquakes.bgs.ac.uk/questionnaire/eqquestpage1.html>, השאלון הקנדי ב: <http://earthquakescanada.nrcan.gc.ca/dyfi-lavr/unknown-inconnu-eng.php>, השאלון ההודי: <http://asc-india.org/menu/felt-india.htm>, וכדומה.

לאחר אימוץ סולם EMS-98 במדינות אירופה, הוצע במסגרת כנס ESC שנערך בשנת 2008 לנסח שאלון מאקרוסיסמי ושיטת עיבוד אחידים לשימוש בכל מדינות אירופה, והוחלט על הקמת קבוצת עבודה בהתאם - http://seismologist.co.uk/ESC_internet_macroseismology.html. ההנחה היא שהשאלון האחיד (נספח ה'-1 גרסה אנגלית, נספח ה'-2 בתרגום לעברית) יאפשר להשוות ביתר קלות בין רעידות שונות במקומות שונים בעולם, כמו גם לעבד מידע ממדינות שונות ושפות שונות לגבי אותו אירוע.

4. מסקנות והמלצות

4.1 הסולם הסיסמי המועדף לשימוש בישראל

בחינה ההתפתחות ההיסטורית של סולמות העוצמה הסיסמית וסקירת הסולמות הנפוצים כיום בשימוש בעולם מעלה שישנן שתי אפשרויות מעשיות לשימוש בישראל, הסולם האירופאי EMS-98 והסולם האמריקאי - מרקלי חדש (MMI). הסולם האירופאי הוא המתקדם, המעודכן והמפורט ביותר מכולם, והמהלך שנעשה לאחרונה על ידי ESC לניסוח שאלון אחיד (נספח ה') לשימוש בכל ארצות אירופה על בסיס סולם זה, תומך באפשרות זו. מאידך, הסולם האמריקאי מתאים לשימוש בתוכנת התרחישים HAZUS אשר נקלטת בימים אלה בישראל.

בחינת הסולמות בשימוש בישראל אשר העלתה כי קליטת המידע המאקרו סיסמי על ידי האגף לסיסמולוגיה נעשית במסגרת סולם MSK שעליו נשען סולם EMS-98, תומכת במעבר לסולם זה כההליך התפתחות טבעי.

שיקול חשוב ביותר לגבי קביעת סולם האינטנסיטי המועדף בישראל הוא עד כמה המבנים בישראל דומים למבנים באירופה או בארה"ב, ובפרט באיזו מידה כשל מבנים בישראל דומה לכשל המתואר

בסולם האירופאי או בסולם האמריקאי. המידע בנושא זה חסר, בין השאר משום שהניסיון המעשי בארץ בתחום זה מועט. לכל היותר ניתן לומר שקיימת זיקה בין מספר סגנונות בניה היסטוריים ואולי גם כאלה שנבנו בראשית המאה הקודמת בישראל לבין בניה אירופאית. לגבי בנייה מודרנית אפשר להניח שהמצב מורכב יותר. כך או אחרת, זוהי בעיה הנדסית ויידרש לדון בה.

בסיכום השיקולים נראה שהסולם האירופאי EMS-98 (Grünthal, 1998) עדיף לשימוש בישראל ומוצע לאמץ אותו. כאמור, מאחר וסולם זה מתייחס לנזק במבנים מקובלים באירופה, יידרש להתאימו לבניה הישראלית הטיפוסית, בעיקר בתחום הדרגות הגבוהות. כמו כן יידרשו התאמות להפעלת תוכנת התרחישים HAZUS בישראל במצבים בהם היא מסתמכת על סולם MMI.

4.2 הצעה לעדכון שאלון האינטנסיבי הישראלי על פי השאלון האירופאי EMS-98

במקביל להצעה לאמץ את סולם EMS-98 לשימוש בישראל (סעיף 4.1), מוצע לאמץ גם את השאלון האירופאי האחד שנלווה אליו ונמצא בעת הזאת בשלבים אחרונים של הכנה (נספח ה'). מתוך השוואה בין השאלון הישראלי הנוכחי (נספח ד') לשאלון האירופאי (נספח ה'), נראה שהשאלון הישראלי מצומצם יחסית וחסרות בו שאלות חשובות שנמצאות בשאלון האירופאי.

מוצע שתהליך עדכון השאלון הישראלי יתבצע תוך כדי שמירת השאלות הקיימות בו כיום, וזאת בכדי לשמור על אחידות בעיבוד המידע שנאסף מרעידות אדמה שקדמו לעדכון והמידע אשר ייאסף ויעובד ברעידות עתידיות. עורכי השאלון האירופאי ממליצים להתייחס לשאלון המוצע על ידם כבסיס ולהוסיף עליו שאלות בנושאים ייחודיים ובעלי עניין למדינות או למוסדות שאוספים מידע זה. בתוך כך הם גם מדגישים את החשיבות בשמירת המסגרת הבסיסית השלמה של השאלון מבלי להסיר ממנו אילו מן השאלות. במידה ובמהלך העדכון יחול שינוי מהותי במבנה השאלון, כי אז יקטע הרצף ההיסטורי ויקשה על המשתמש להשוות בין מידע שעובד באירועים מוקדמים למידע מאירועים מאוחרים.

בהתבסס על הכתוב מעלה, השאלון המעודכן המוצג להלן (סעיף 4.2.1) מבוסס על הטייטא האירופאית (נספח ה' 2, מודגש כאן בצהוב) ובתוכה הוטמע השאלון הישראלי (נספח ד', מודגש כאן בירוק). באופן זה השאלון המעודכן מותאם לשיטת איסוף המידע האירופאית ובתוך כך משמר בתוכו גם את השאלון הישראלי הנוכחי. השאלון המעודכן שמוצע בעבודה זו מאפשר רציפות והמשכיות בין הגרסה הישראלית "הישנה" לזאת ה"חדשה" מבלי לאבד מידע חיוני.

כדי להרחיב את קהל היעד שיוכל לענות על השאלון ובהתאם לשפות העיקריות הנהוגות בישראל, מוצגת טיוטת השאלון המוצע גם בשפה האנגלית (סעיף 4.2.2) והערבית (סעיף 4.2.3).

4.2.1 הצעה לשאלון איסוף מידע מרעידות אדמה על בסיס סולם EMS-98

ההצעה מבוססת על הנוסח האנגלי (מודגש בצהוב) אשר בתוכו הוטמע השאלון הישראלי הנוכחי (מודגש בתכלת). כאמור, גישה זו מאפשרת רציפות והמשכיות בין הגרסה של השאלון הישראלי הנוכחי לגרסה שתעודכן בעתיד מבלי לאבד מידע חיוני. שאלות חדשות אשר לא הופיעו קודם לכן באיזה מן השאלונים נרשמו ללא הדגשה.

שאלון איסוף מידע על רעידות אדמה

שאלון זה אוסף מידע על תופעות רעידת אדמה. המידע הינו בעל ערך גם אם לא הרגשת את רעידת האדמה בעצמך. אנא, דווח על מה שהרגשת או קרה לך, או בקרבתך. בבקשה המנע מלדווח על אירועים ותופעות שקרו במקומות אחרים בהם לא נכחת, או שדווחו בתקשורת.

מידע אישי

שם:

מספר טלפון לביהורים:

התאריך בו ארעה רעידת האדמה: [.....] השעה: [.....]

האם הרגשת את רעידת האדמה?

[] כן, אנא מלא את כל חלקי השאלון
[] לא, אנא מלא חלק I בלבד

חלק I – היכן היית בזמן הרעידה

1. תיאור המקום בו היית בזמן רעידת האדמה?

הכתובת בה היית בזמן הרעש: ישוב: _____ רחוב: _____ מספר בית: _____ מיקוד: _____
[] מחוץ למבנה [] במקלט/מרתף
[] בבניין, אם כן אנא ציין את מספר הקומה בה היית _____ אנא ציין את מספר הקומות הכולל בבנין _____
[] ברכב חונה/עומד [] ברכב נוסע _____ אחר: _____

2. תאר את מצב פעילותך בזמן הרעידה

[] נמצאתי במנוחה (ישבתי/שכבתי) [] נמצאתי בפעילות (הליכה, עבודה פיזית, נהיגה, וכד')
[] ישנתי והמשכתי לישון [] ישנתי והתעוררתי

3. האם אנשים אחרים לידך חשו ברעידת האדמה?

[] אף אחד לא שמ לב [] מעט אנשים הבחינו ברעידה (פחות משליש).
[] רוב האנשים הבחינו ברעידה (בין שליש לשני שלישי) [] כמעט כולם הבחינו ברעידה (יותר משני שלישי).
[] לא יודע אם אנשים שמו לב או לא [] לא היו אנשים לידי

חלק II – השפעות על אנשים

4. מה לדעתך מתאר באופן הנאמן ביותר את תחושת הזעזוע

[] לא הרגשתי דבר [] שמעתי רעש ללא זעזוע [] זעזוע (תנודות) חלש ביותר
[] זעזוע (תנודות) חלש [] זעזוע מתון (כאילו עברה משאית או רכב כבד בסביבה)
[] זעזוע חזק (כאילו נפל חפץ כבד בבנין) [] זעזוע אלים (הכול מסביבי התנדנד בחוזקה)

5. מה היית תגובתך, נבהלת?

[] לא הגבתי [] הגבתי קלות (שמתי לב לאירוע) [] התרגשתי, אבל לא נבהלתי
[] נבהלתי מעט [] נבהלתי מאוד [] מפוחד באופן קיצוני...

6. האם אנשים רצו החוצה בבהלה במקום בו היית?

4.2.2 נוסח מוצע באנגלית של שאלון איסוף מידע מרעידות אדמה על בסיס סולם EMS-98

ההצעה מבוססת על הנוסח האנגלי (מודגש בצהוב) אשר בו הוטמע השאלון הישראלי הקיים (מודגש בתכלת). שאלות חדשות אשר לא הופיעו קודם לכן באיזה מן השאלונים נרשמו ללא הדגשה.

EARTHQUAKE QUESTIONNAIRE

The following questionnaire collects information on earthquake effects. It's also useful to know if you did not feel the earthquake. Please report on what you observed and what was observed by others nearby (if any), e.g. in the same or adjacent buildings. Do not include effects from other locations that you read about in news reports.

Personal information

Name:

Phone number:

Date of earthquake: [.....] Time: [...]

Did you feel the earthquake?

Yes – Please fill in all sections below

No – Please fill in Section A below

SECTION A – WHERE YOU WERE

1. At the time of the earthquake, where were you?

The address you were in during the earthquake:

Street.....No.....City.....Country..... Zip code.....

Outdoors Basement

Indoors If so, which floor? Total number of floors in the building.....

Stationary vehicle Moving vehicle Other

2. What were you doing?

Sitting/ Lying down Standing/ Moving around (standing, working, driving, etc.)

Sleeping and slept through it Sleeping and was woken up

3. Did other people nearby feel the earthquake?

Nobody noticed it A few or some did (less than a third)

Most people noticed it (a third to two thirds) Almost everyone noticed it (more than two thirds)

I don't know whether other people noticed it or not/ No-one nearby

SECTION B – EFFECTS ON PEOPLE

4. What best describes the shaking?

Nothing perceptible Heard noise but felt no shaking

Very weak shaking Weak shaking

Moderate shaking (as if a heavy truck passed nearby)

Strong shaking (as if a heavy object hit the building)

Violent shaking (All around)

5. What was your reaction, were you frightened?

No reaction Very little reaction Excited but not alarmed

A bit frightened Very frightened Extremely frightened

6. Where you were, did anybody run outdoors in fright?
 No-one One or two Few Many Most Everyone Don't know

7. Was it difficult to stand or walk? Was your balance disturbed?
 No Yes, little Yes, it was difficult to keep in balance Don't know

SECTION C – EFFECTS ON OBJECTS, BUILDINGS, ETC

8. Did you observe any of the following things?

	No	V slight	Slight	Moderate	A lot	All	Don't know
Windows/doors rattled	<input type="checkbox"/>						
Crockery or other light objects rattled	<input type="checkbox"/>						
Objects swung from side to side	<input type="checkbox"/>						
Doors swung opened or closed	<input type="checkbox"/>						
Hanging objects (Pictures, chandeliers, etc.) moved askew	<input type="checkbox"/>						
Pictures fell off the wall	<input type="checkbox"/>						
Small unstable objects shifted or fell	<input type="checkbox"/>						
Books or similar light objects fell from shelves or tables, etc.	<input type="checkbox"/>						
Heavy furniture/appliances shifted out of place	<input type="checkbox"/>						
Liquids in bowls, vases, etc., disturbed or spilled out	<input type="checkbox"/>						
Furniture/appliances toppled over	<input type="checkbox"/>						
Water tanks and solar heaters on roofs toppled over	<input type="checkbox"/>						

9. Did you observe any of these types of damage to buildings?

	No	V slight	Slight	Moderate	A lot	All	Don't know
Cracks to interior plaster or tiles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fall of plaster from walls or ceiling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fall of ceiling tiles/ light fittings	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cracks to exterior walls	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Windows cracked or broken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Damage to chimneys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
If you did observe any damage, what was the building made of?							
Brick <input type="checkbox"/>	Stone <input type="checkbox"/>	Concrete <input type="checkbox"/>	Steel <input type="checkbox"/>	Wood <input type="checkbox"/>	Other/don't know <input type="checkbox"/>		
and was it built before the 1950s? <input type="checkbox"/>							
		Between the 1950s and 1980s? <input type="checkbox"/>				After the 1980s? <input type="checkbox"/>	

10. Did you observe any major structural damage, such as collapse of house walls, separation of parts of buildings, buildings shifted from foundations?
 No Yes Don't know

11. Did you observe any damage to free-standing walls (garden, field) or similar?
 No V slight Slight Moderate A lot All Don't know

12. Have you any other comments about the effects or damage of the earthquake that you want to describe?

.....

4.2.3 נוסח מוצע בערבית של שאלון איסוף מידע מרעידות אדמה על בסיס סולם EMS-98

ההצעה מבוססת על הנוסח הערבי של שאלון EMS-98 המופיע באתר האינטרנט של EMSC והוטמע בו השאלון הישראלי הקיים.

استطلاع رأي حول حدوث الهزات الأرضية

يهدف هذا الاستطلاع إلى جمع معلومات عن ظواهر الهزات الأرضية. لهذه المعلومات قيمة علمية هامة جدًا حتى لو لم تشعر بالهزة الأرضية. الرجاء أخبرنا عما شعرت به أو حدث معك أو بالقرب منك. رجاء لا تخبرنا عن أحداث وظواهر هزات أرضية حدثت في مكان لم تتواجد فيه أو أنك سمعت عنها في وسائل الإعلام.

تفاصيل شخصية:

الاسم:

رقم هاتف للاستفسارات:

تاريخ حدوث الهزة الأرضية [] الساعة: []

هل شعرت بحدوث الهزة الأرضية؟

[] نعم، (الرجاء تعبئة الاستمارة).

[] لا، (الرجاء تعبئة القسم الأول فقط).

القسم الأول: أين كنت عند حدوث الهزة الأرضية؟

1. وصف المكان الذي تواجدت فيه عند حدوث الهزة الأرضية.

العنوان الذي تواجدت فيه عند حدوث الهزة الأرضية: البلدة _____، الشارع: _____، رقم المنزل: _____، ميكود _____.

[] خارج البناية

[] في الملجأ/ أو الطابق السفلي

[] داخل بناية، إذا كنت داخل مبنى، الرجاء تحديد الطابق الذي تواجدت فيه _____ ما هو عدد الطوابق في كل البناية _____؟

[] داخل سيارة واقفة

[] داخل سيارة متحركة

[] غير ذلك _____،

2. صف النشاط الذي كنت تمارسه عند حدوث الهزة (استيقظت من النوم؟)

[] وقت الراحة (جالسا/مضطجعا).

[] كنت أمارس نشاطًا معينًا (مشي، عمل جسماني، سواقة، الخ...).

[] كنت نائمًا وتابعت نومي

[] كنت نائمًا واستيقظت

3. هل شعر أشخاص آخرون من حولك بالهزة الأرضية؟

[] لم ينتبه أحد إلى حدوثها

[] القليل من الأشخاص شعروا بها (أقل من الثلث)

[] معظم الأشخاص شعروا بها (ثلثان تقريبًا)

[] الجميع تقريبًا شعروا بالهزة الأرضية (أكثر من ثلثين)

[] لا أعرف إذا انتبهوا للهزة أم لا

[] لم يكن هنالك أحد بجانبني

القسم الثاني: التأثيرات على الناس

4. حسب رأيك، ما الذي يصف بأكبر درجة من الدقة الشعور بالارتجاج والاهتزاز؟

[] لم أشعر بشيء

[] سمعت ضجيج بدون اهتزاز

[] اهتزازات خفيفة جدًا

[] اهتزاز (ارتجاج) خفيف

[] اهتزاز يشبه عبور شاحنة أو مركبة ثقيلة في المكان.

[] اهتزاز قوي (يشبه سقوط شيء ثقيل في المبنى)

[] اهتزاز عنيف (كان كل شيء من حولي يتأرجح بشدة)

5. ماذا كان رد فعلك، هل ذهلت؟

[] لم يصدر عني رد فعل

[] ذهلت قليلاً

[] رد فعل بسيط (انتبهت قليلاً لما حدث)

[] ذهلت جدًا

[] انفعلت قليلاً فقط ولم أخف

[] خفت وارتعبت جدًا

4.3 המלצות להמשך העבודה

העבודה הנוכחית התמקדה בבחירת סולם ושאלון עוצמה סיסמית מועדף לשימוש בישראל. בהמשך יידרש להטמיע את השאלון הישראלי המעודכן באתר האינטרנט של האגף לסיסמולוגיה, וייתכן שגם באתרים נוספים כפי שיתבקש. לא מן הנמנע שהניסיון שיצטבר עם הזמן בעבודה עם השאלון החדש הלכה למעשה, יתרום לשיפור בניסוח שלו, ואף לעדכון והוספת שאלות והיבטים חדשים.

לצורך קביעת דרגת העוצמה הסיסמית על פי הנתונים שיאספו בשאלון, מוצע להסתמך על עבודתו של Musson (2006) אשר מפרט את הפרוצדורה להערכה אוטומטית של דרגת העוצמה הסיסמית בסולם EMS-98. עבודה זו תוכל להוות בעתיד הקרוב ככל הנראה בסיס משותף לעיבוד השאלון בכל ארצות אירופה, כך שהאחידות תשמר גם באופן המרת המידע לדרגות העוצמה הסיסמית.

יש לזכור שהערכת העוצמה הסיסמית באתר מסוים היא בעצם פרמטר סטטיסטי. העוצמה המתקבלת משאלון בודד מתפלגת נורמאלית ונדרשים מספר שאלונים בכדי לתת הערכה של העוצמה בישוב או שכונה נתונים. השאלון הישראלי הקיים הותאם בשעתו לתת תוצאה סטטיסטית אוטומטית וגם השאלון החדש יידרש להתאמה שכזו.

חשוב לציין שהשאלון נועד בעיקר להערכת העוצמה הסיסמית בדרגות הנמוכות. קביעת הדרגות הגבוהות (VI ומעלה) דורשת ידע, הבנה וניסיון מקצועי בהערכת נזק במבנים. מאחר והשאלון האירופאי מתייחס לנזק במבנים מקובלים באירופה, יידרש להתאים היבט זה לבניה הישראלית הטיפוסית אשר לגביה אין מידע בנמצא מאחר ואין ניסיון מעשי בארץ. בבסיס המלצה זו מצויה הנחה שהבנייה האירופאית מתאימה יותר לישראל מאשר הבנייה האמריקאית. ניתן להניח כי אכן כך הדברים לגבי בניה היסטורית, ואולם לגבי בניה מודרנית נדרש ניתוח נוסף.

מוצע שסולם זה ישמש גם לצורך עיבוד נתוני עוצמות סיסמיות בתוכנת התרחישים HAZUS שנקלטת ומוטמעת בימים אלה בישראל. חשוב לציין שתוכנה זו מתבססת על סולם מרקלי החדש (MMI) ועל תגובת מבנים אמריקאים לרעידת אדמה ועל כן תידרש התאמה בין סולם העוצמה האמריקאי לאירופאי לצורך השימוש בארץ.

5. תודות

תודה לאופיר ברוך על עזרתו באיסוף המידע והורדת שאלונים מרשת האינטרנט. תודות גם לאיזד סואעד ולנא אשקר-חלאק על עזרתם בתרגום ועריכת השאלון בערבית. הערות והארות מאת דר' אבי שפירא, וורניק אבירב, לאה פלדמן ודר' צפריר לוי התקבלו בברכה.

6. ספרות

- אבני, ר., 1999. רעידת האדמה של שנת 1927 – מחקר מאקרוסיסמי על בסיס מקורות התקופה, עבודת דוקטור, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע.
- וקס, ד., 1993. עוצמות סייסמיות (אינטנסיטי) מרביות במרכז ובצפון ישראל, המכון הגיאולוגי, דוח מס' GSI93/16.
- סלמון, ע., 2002. הערכת ההשפעה של תנאי המקום על ערכי עוצמות סייסמיות (dI) ביישובים בישראל. המכון הגיאולוגי, דוח מוזמן עבור המכון הגיאופיסי לישראל, מס' TR-GSI/4/2002.
- Amiran, D. H. K., Arieh, E. and Turcotte, T., 1994. Earthquakes in Israel and adjacent areas: Macro seismic observations since 100 B.C.E. *Isr. Explor. J.*, **44**, 260-305.
- Atkinson, G. M. and Wald, D. J., 2007. "Did You Feel It?" Intensity Data: A Surprisingly Good Measure of Earthquake Ground Motion. *Seismological Research Letters*, **78**, 362-368.
- Earle, P. S. and D. J. Wald, D. J., 2007. PAGER—Rapid assessment of an earthquake's impact, U.S. Geological Survey Fact Sheet 2007–3101, 4 p.
- EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre), 2011. <http://www.emsc-csem.org/>
- ESC (European Seismological Commission) Working Groups, 2011. http://www.esc-web.org/esc_working_groups.htm.
- Feldman, L., and Shapira, A., 1994. Analysis of seismic intensities observed in Israel. *Nat Hazards*, **9**, 287-301.
- FEMA, Federal Emergency Management Agency and National Institute of Building Sciences, 2006. Multi-hazard loss estimation methodology, HAZUS-MH MR2 user manual, prepared for the Federal Emergency Management Agency, Washington DC, United States, pp 294
- Ferrari, G. and Guidoboni, E., 2000. Seismic scenarios and assessment of intensity: our criteria for the use of the MCS scale. in: *Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 BC. to 1997*, Introductory texts, "Annali di Geofisica", **43** (4), 707-720.
- Grünthal, G., (ed.) 1998, European Macro seismic Scale 1998 EMS-98. European Seismological Commission, Luxembourg (http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98_Original_englisch_pdf).
- Guidoboni, E., and Comastri, A., 2005. *Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area from the 11th to the 15th Century*. INGV-SGA, Italy.
- Michetti A. M., Esposito E., Gürpınar A., Mohammadioun J., Mohammadioun B., Porfido S., Rogozhin E., Serva L., Tatevossian R., Vittori E., Audemard F., Comerci V., Marco S., McCalpin J., Mörner N.A.. (2004). The INQUA Scale. An innovative approach for assessing earthquake intensities based on seismically-induced ground effects in natural environment. Special paper APAT, Mem. Descr. Carta geol. d'Italia, Vol LXVII. (E. Vittori & V. Comerci eds.), 115 pp.
- Musson, R M W. 2006. Automatic assessment of EMS-98 intensities. *British Geological Survey*, Technical Report IR/06/048.

- Musson, R M W, and Cecic, I., 2002. Macroseismology. 807-822 in *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology*. Lee, W H K, Kanamori, H, Jennings, P C, and Kisslinger, C (editors). 1. (San Diego: Academic Press.)
- Musson, R. M. W., Grunthal, G. And Stucchi, M., 2009. The comparison of macroseismic intensity scales. *Journal of Seismology*, doi;10.1007/s10950-10009-19172-10950.
- Panza, G.F., 2004. Correlation among intensity scales. Trieste, 15p.
(http://www.apat.gov.it/site/en-GB/Projects/INQUA_Scale/Documents/).
- Richter, C. F. (1958). *Elementary Seismology*, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 135-149.
- Sbeinati, M. R., Darawcheh, R. and Mouty, M., 2005. The historical earthquakes of Syria: an analysis of large and moderate earthquakes from 1365 B.C. to 1900 A.D., *Ann. Geophys.*, **47**, 733-758.
- Shapira, A., 1988. Computerized seismic intensities of recently felt earthquakes in Israel. *Environ. Geol. Water. Sci.*, 11, 45-53.
- USGS (United States Geological Survey), 2011. The Modified Mercalli Intensity Scale. <http://earthquake.usgs.gov/learn/topics/mercalli.php>.
- Wald, D. J., and Dewey, J.W. (2005). Did You Feel It? Citizens Contribute to Earthquake Science, USGS Fact Sheet 2005-3016.
- Wald, D. J., Quitariano, V., Dengler, L. A., and Dewey J. W. (1999). Utilization of the Internet for Rapid Community Intensity Maps, *Seismological Research Letters*, 70, No. 6, 680-697.
- Wald, D. J., Quitariano, V., Heaton, T. H., Kanamori, H., Scrivner, C. W. and Worden C. B., 1999b. TriNet "ShakeMaps": Rapid Generation of Peak Ground Motion and Intensity Maps for Earthquakes in Southern California, *Earthquake Spectra*, Vol. 15 (3), 537-556.
- Wald, D.J., Worden, B.C., Quitariano, V., Pakow, K.L., 2006. ShakeMap Manual: Advanced national seismic system, 156 pp.
- Wood, H. O., and F. Neumann (1931). Modified Mercalli Intensity Scale of 1931, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 21, p. 277-283.

נספח א': סולם MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik)

סולם MSK הוצע לראשונה על ידי שלושת החוקרים Sponheuer, Medvedev ו-Kárník בשנת 1964, על בסיס סולמות קודמים, כולל MMI, והניסיון שהצטבר באותו הזמן. סולם זה שימש מאוחר יותר בסיס לסולם האירופאי הנוכחי (EMS-98). כותרת הדוח בו פורסם הסולם וגרסה מקוצרת של דרגותיו מובאים להלן. הגרסה המלאה: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001545/154508eb.pdf>



UNESCO/NS/SEISM/28
Paris, 7 May 1965
Original: English/Russian

UNITED NATIONS EDUCATIONAL,
SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION

WORKING GROUP ON SEISMICITY AND SEISMO-TECTONICS

First Meeting, Tbilisi, 8-12 June 1965

SEISMIC INTENSITY SCALE VERSION MSK 1964

by S.W. Medvedev, W. Sponheuer and V. Kárník

(communicated by the International Association of Seismology and Physics
of the Earth's Interior)

TABLE III

Short characterization of the earthquakes

Intensity

- I. Only recorded by seismographs.
- II. Only felt by individual people at rest.
- III. Only felt by a few people.
- IV. Felt by many people. Dishes and doors rattle.
- V. Hanging objects swing, many sleeping people awake.
- VI. Slight damages in buildings and small cracks in plaster.
- VII. Cracks in plaster, gaps in walls and chimneys.
- VIII. Wide gaps in masonry, parts of gables and cornices fall down.
- IX. In some buildings walls and roofs collapse, landslips.
- X. Collapses of many buildings, cracks in ground up to widths of 1 m.
- XI. Many cracks in ground, landslips and falls of rocks.
- XII. Strong changes in the surface of the ground.

נספח ב': הגרסה המקורית המלאה של סולם EMS-98

מבוסס על Grünthal (1998). ניתן למצוא את הגרסה המלאה ברשת, באתר :

http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/projects/04_seismic_vulnerability_scales_risk/EMS-98/EMS-98_language_versions

Definitions of intensity degrees

Arrangement of the scale:

- a) Effects on humans
- b) Effects on objects and on nature
(effects on ground and ground failure are dealt with especially in Section 7)
- c) Damage to buildings

Introductory remark:

The single intensity degrees can include the effects of shaking of the respective lower intensity degree(s) also, when these effects are not mentioned explicitly.

I. Not felt

- a) Not felt, even under the most favourable circumstances.
- b) No effect.
- c) No damage.

II. Scarcely felt

- a) The tremor is felt only at isolated instances (<1%) of individuals at rest and in a specially receptive position indoors.
- b) No effect.
- c) No damage.

III. Weak

- a) The earthquake is felt indoors by a few. People at rest feel a swaying or light trembling.
- b) Hanging objects swing slightly.
- c) No damage.

IV. Largely observed

- a) The earthquake is felt indoors by many and felt outdoors only by very few. A few people are awakened. The level of vibration is not frightening. The vibration is moderate. Observers feel a slight trembling or swaying of the building, room or bed, chair etc.
- b) China, glasses, windows and doors rattle. Hanging objects swing. Light furniture shakes visibly in a few cases. Woodwork creaks in a few cases.
- c) No damage.

V. Strong

- a) The earthquake is felt indoors by most, outdoors by few. A few people are frightened and run outdoors. Many sleeping people awake. Observers feel a strong shaking or rocking of the whole building, room or furniture.
- b) Hanging objects swing considerably. China and glasses clatter together. Small, top-heavy and/or precariously supported objects may be shifted or fall down. Doors and windows swing open or shut. In a few cases window panes break. Liquids oscillate and may spill from well-filled containers. Animals indoors may become uneasy.
- c) Damage of grade 1 to a few buildings of vulnerability class A and B.

VI. Slightly damaging

- a) Felt by most indoors and by many outdoors. A few persons lose their balance. Many people are frightened and run outdoors.
- b) Small objects of ordinary stability may fall and furniture may be shifted. In few instances dishes and glassware may break. Farm animals (even outdoors) may be frightened.
- c) Damage of grade 1 is sustained by many buildings of vulnerability class A and B; a few of class A and B suffer damage of grade 2; a few of class C suffer damage of grade 1.

VII. Damaging

- a) Most people are frightened and try to run outdoors. Many find it difficult to stand, especially on upper floors.
- b) Furniture is shifted and top-heavy furniture may be overturned. Objects fall from shelves in large numbers. Water splashes from containers, tanks and pools.
- c) Many buildings of vulnerability class A suffer damage of grade 3; a few of grade 4.
Many buildings of vulnerability class B suffer damage of grade 2; a few of grade 3.
A few buildings of vulnerability class C sustain damage of grade 2.
A few buildings of vulnerability class D sustain damage of grade 1.

VIII. Heavily damaging

- a) Many people find it difficult to stand, even outdoors.
- b) Furniture may be overturned. Objects like TV sets, typewriters etc. fall to the ground. Tombstones may occasionally be displaced, twisted or overturned. Waves may be seen on very soft ground.
- c) Many buildings of vulnerability class A suffer damage of grade 4; a few of grade 5.
Many buildings of vulnerability class B suffer damage of grade 3; a few of grade 4.
Many buildings of vulnerability class C suffer damage of grade 2; a few of grade 3.
A few buildings of vulnerability class D sustain damage of grade 2.

IX. Destructive

- a) General panic. People may be forcibly thrown to the ground.
- b) Many monuments and columns fall or are twisted. Waves are seen on soft ground.
- c) Many buildings of vulnerability class A sustain damage of grade 5.
Many buildings of vulnerability class B suffer damage of grade 4; a few of grade 5.
Many buildings of vulnerability class C suffer damage of grade 3; a few of grade 4.
Many buildings of vulnerability class D suffer damage of grade 2; a few of grade 3.
A few buildings of vulnerability class E sustain damage of grade 2.

X. Very destructive

- c) Most buildings of vulnerability class A sustain damage of grade 5.
Many buildings of vulnerability class B sustain damage of grade 5.
Many buildings of vulnerability class C suffer damage of grade 4; a few of grade 5.
Many buildings of vulnerability class D suffer damage of grade 3; a few of grade 4.
Many buildings of vulnerability class E suffer damage of grade 2; a few of grade 3.
A few buildings of vulnerability class F sustain damage of grade 2.

XI. Devastating

- c) Most buildings of vulnerability class B sustain damage of grade 5.
Most buildings of vulnerability class C suffer damage of grade 4; many of grade 5.
Many buildings of vulnerability class D suffer damage of grade 4; a few of grade 5.
Many buildings of vulnerability class E suffer damage of grade 3; a few of grade 4.
Many buildings of vulnerability class F suffer damage of grade 2; a few of grade 3.

XII. Completely devastating

- c) All buildings of vulnerability class A, B and practically all of vulnerability class C are destroyed. Most buildings of vulnerability class D, E and F are destroyed. The earthquake effects have reached the maximum conceivable effects.

נספח ג': גרסה מקוצרת של סולם EMS-98

(מתוך: Grünthal, 1998)

8 Short form of the EMS-98

The short form of the European Macroseismic Scale, abstracted from the Core Part, is intended to give a very simplified and generalized view of the EM Scale. It can, e.g., be used for educational purposes. *This short form is not suitable for intensity assignments.*

EMS intensity	Definition	Description of typical observed effects (abstracted)
I	Not felt	Not felt.
II	Scarcely felt	Felt only by very few individual people at rest in houses.
III	Weak	Felt indoors by a few people. People at rest feel a swaying or light trembling.
IV	Largely observed	Felt indoors by many people, outdoors by very few. A few people are awakened. Windows, doors and dishes rattle.
V	Strong	Felt indoors by most, outdoors by few. Many sleeping people awake. A few are frightened. Buildings tremble throughout. Hanging objects swing considerably. Small objects are shifted. Doors and windows swing open or shut.
VI	Slightly damaging	Many people are frightened and run outdoors. Some objects fall. Many houses suffer slight non-structural damage like hair-line cracks and fall of small pieces of plaster.
VII	Damaging	Most people are frightened and run outdoors. Furniture is shifted and objects fall from shelves in large numbers. Many well built ordinary buildings suffer moderate damage: small cracks in walls, fall of plaster, parts of chimneys fall down; older buildings may show large cracks in walls and failure of fill-in walls.
VIII	Heavily damaging	Many people find it difficult to stand. Many houses have large cracks in walls. A few well built ordinary buildings show serious failure of walls, while weak older structures may collapse.
IX	Destructive	General panic. Many weak constructions collapse. Even well built ordinary buildings show very heavy damage: serious failure of walls and partial structural failure.
X	Very destructive	Many ordinary well built buildings collapse.
XI	Devastating	Most ordinary well built buildings collapse, even some with good earthquake resistant design are destroyed.
XII	Completely devastating	Almost all buildings are destroyed.

נספח ד': השאלון הישראלי הנוכחי, בשימוש על ידי אגף סיסמולוגיה במכון הגיאופיסי

השאלון הנוכחי הסתמך על סולם MSK (Shapira, 1988). ניתן למצוא את השאלון באתר המכון הגיאופיסי לישראל: <http://www.seis.mni.gov.il/heb/questionnaire.asp?SendDate=&SendTime>

מידע אישי

שם:

מספר טלפון לביהורים:

הכתובת בה היית בזמן הרעש: ישוב: _____ רחוב: _____ מספר בית: __ מיקוד:

אנא ענה על השאלות הבאות

א. תאור המקום בו היית בזמן רעידת האדמה

- [] מחוץ למבנה. [] במקלט/מרתף. [] ברכב נוסע. [] ברכב חונה. [] בבנין.
- במידה ושהית בבנין אנא ציין את מספר הקומה ____ .
- אנא ציין את מספר הקומות בבנין ____ .

ב. תאר את מצב פעילותך בזמן רעידת האדמה

[] נמצאתי בפעילות(הליכה, עבודה פיזית, נהיגה וכו'). [] נמצאתי במנוחה. [] ישנתי.

ג. תחושת הזעזוע

- [] לא הרגשתי דבר.
- [] הרגשתי תנודות חלשות.
- [] הרגשתי כאילו עברה משאית בסביבה.
- [] הרגשתי כאילו עבר רכב כבד בסביבה.
- [] הרגשתי כאילו נפל חפץ כבד בבנין.
- [] הרגשתי שהכול מסביבי מתנדנד בחוזקה.

ד. נבהלת?

[] לא. [] כן, מעט. [] כן, מאוד.

ה. הרגשת הפרעה בשיווי משקל?

[] לא. [] כן, מעט. [] כן היה קשה לשמור על יציבות.

ו. התעוררת משינה?

[] לא ישנתי. [] לא. [] כן, הרעידה העירה אותי.

ז. חלונות וחפצים קלים בבית רטטו?

[] לא הבחנתי. [] לא. [] כן, מעט. [] כן, בחוזקה.

ח. ספרים או חפצים קלים אחרים נפלו ממדפים או שולחנות?

[] לא הבחנתי. [] לא. [] כן, מעט. [] כן, בחוזקה.

ט. נוזלים בצנצנות, אגרטלים, סירים וכו' הופרעו או גלשו?

[] לא הבחנתי. [] לא. [] כן, מעט. [] כן, בחוזקה.

י. חפצים תלויים(תמונות, מנורות) התנדנדו?

[] לא הבחנתי. [] לא. [] כן.

יא. טיח, חרסינה או ציפויי קיר אחרים ניזוקו.

[] לא הבחנתי. [] לא. [] כן.

יב. רהיטים כבדים(מקרר, טלביזיה, ארון) זזו ממקומם.

[] לא הבחנתי. [] לא. [] כן.

יג. האם ראית נזק בבנין?

אם כן, כתוב לנו על כך בנפרד

נספח ה': 1. טיוטת השאלון המוצע לשימוש באירופה על בסיס סולם EMS-98

טיוטת השאלון (גרסה מתאריך 29/7/2011) נכתבה באנגלית על ידי הסיסמולוג הבריטי רוג'ר מאסון (Roger Musson) אשר מרכז את עבודת הוועדה של ESC-2008 שמטרתה לנסח שאלון מאקרואסימי אחיד לשימוש במדינות אירופה. השאלון גובש בשיתוף פעולה בין חברי הוועדה.

EARTHQUAKE QUESTIONNAIRE

The following questionnaire collects information on earthquake effects. It's also useful to know if you did not feel the earthquake. Please report on what you observed and what was observed by others nearby (if any), e.g. in the same or adjacent buildings. Do not include effects from other locations that you read about in news reports.

Date of earthquake: [.....] **Time:** [...]

Did you feel the earthquake?

Yes – Please fill in all sections below

No – Please fill in Section A below

SECTION A – WHERE YOU WERE

1. At the time of the earthquake, where were you?

Address (including post/zip code).....

Outdoors Indoors ; If so, which floor?

Stationary vehicle Moving vehicle Other

2. What were you doing?

Sitting/ Lying down Standing/ Moving around

Sleeping and slept through it Sleeping and was woken up

3. Did other people nearby feel the earthquake?

Nobody noticed it A few or some did (less than a third)

Most people noticed it (a third to two thirds) Almost everyone noticed it (more than two thirds)

I don't know whether other people noticed it or not/ No-one nearby

SECTION B – EFFECTS ON PEOPLE

4. What best describes the shaking?

Nothing perceptible Heard noise but felt no shaking

Very weak shaking Weak shaking

Moderate shaking Strong shaking

Violent shaking

5. What was your reaction?

No reaction Very little reaction Excited but not alarmed

A bit frightened Very frightened Extremely frightened

6. Where you were, did anybody run outdoors in fright?

No-one One or two Few Many Most Everyone Don't know

7. Was it difficult to stand or walk?

No Yes Don't know

SECTION C – EFFECTS ON OBJECTS, BUILDINGS, ETC

8. Did you observe any of the following things?

No V slight Slight Moderate A lot All Don't know

Windows/doors rattled

Crockery or other objects rattled

Objects swung from side to side

Doors swung opened or closed

Pictures moved askew	<input type="checkbox"/>						
Pictures fell off the wall	<input type="checkbox"/>						
Small unstable objects shifted or fell	<input type="checkbox"/>						
Books or similar fell from shelves etc	<input type="checkbox"/>						
Furniture/appliances shifted out of place	<input type="checkbox"/>						
Furniture/appliances toppled over	<input type="checkbox"/>						

9. Did you observe any of these types of damage to buildings?

	No	V slight	Slight	Moderate	A lot	All	Don't know
Cracks to interior plaster	<input type="checkbox"/>						
Fall of plaster from walls or ceiling	<input type="checkbox"/>						
Fall of ceiling tiles/ light fittings	<input type="checkbox"/>						
Cracks to exterior walls	<input type="checkbox"/>						
Windows cracked or broken	<input type="checkbox"/>						
Damage to chimneys	<input type="checkbox"/>						

If you did observe any damage, what was the building made of?

Brick Stone Concrete Steel Wood Other/don't know
 and was it: Built in the 1950s or later? Built before the 1950s?

10. Did you observe any major structural damage, such as collapse of house walls, separation of parts of buildings, buildings shifted from foundations?

No Yes Don't know

11. Did you observe any damage to free-standing walls (garden, field) or similar?

No V slight Slight Moderate A lot All Don't know

12. Have you any other comments about the effects of the earthquake that might be useful?

.....

נספח ה' - 2: תרגום לעברית של השאלון המוצע לשימוש באירופה (מוצג בנספח ה'-1)

שאלון מידע על רעידות אדמה

שאלון זה אוסף מידע על תופעות רעידת אדמה. המידע הינו בעל ערך גם אם לא הרגשת את רעידת האדמה בעצמך. אנא, דווח על מה שהרגשת או קרה לך, או בקרבתך. בבקשה המנע מלדווח על אירועים ותופעות שקרו במקומות אחרים בהם לא נכחת, או שדווחו בתקשורת.

התאריך בו ארעה רעידת האדמה: [.....] השעה: [.....]

האם הרגשת את רעידת האדמה?

[] כן, אנא מלא את כל חלקי השאלון
[] לא, אנא מלא חלק I בלבד

חלק I – היכן היית בזמן הרעידה

1. היכן היית בזמן רעידת האדמה?

כתובת (כולל מיקוד):

[] בחוץ [] במבנה, אם כן באיזו קומה:

[] ברכב חונה/עומד [] ברכב נוסע; אחר

2. מה עשית בזמן הרעידה?

[] ישבתי/שכבתי [] עמדתי/הסתובבתי
[] ישנתי והמשכתי לישון [] ישנתי והתעוררתי

3. האם אנשים אחרים לידך חשו ברעידת האדמה?

[] אף אחד לא שם לב [] מעט אנשים הבחינו ברעידה (פחות משליש).
[] רוב האנשים הבחינו ברעידה (בין שליש לשני שלישי) [] כמעט כולם הבחינו ברעידה (יותר משני שלישי).
[] לא יודע אם אנשים שמו לב או לא [] לא היו אנשים לידי

חלק II – השפעות על אנשים

4. מה לדעתך מתאר באופן הנאמן ביותר את הזעזוע

[] לא הורגש דבר [] נשמע רעש ללא זעזוע [] זעזוע חלש ביותר [] זעזוע חלש
[] זעזוע מתון [] זעזוע חזק [] זעזוע אלים

5. מה היית תגובתך?

[] לא הגבתי [] הגבתי קלות [] התרגשתי, אבל לא נבהלתי
[] נבהלתי מעט [] נבהלתי מאוד [] מפוחד באופן קיצוני...

6. האם אנשים רצו החוצה בבהלה במקום בו היית?

[] אף אחד [] אחד או שניים [] מעטים [] רבים [] מרבית האנשים [] כולם [] לא יודע

7. האם היה קושי לעמוד או ללכת?

[] לא [] כן [] לא יודע

חלק II – השפעה על חפצים, מבנים וכד'

8. האם הבחנת בתופעות הבאות?

לא יודע	הכול	הרבה	בינוני	מעט	מעט מאוד	לא הבחנתי
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						

9. האם הבחנת בנזק כלשהו למבנים?

לא יודע	הכול	הרבה	בינוני	מעט	מעט מאוד	לא הבחנתי
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						

אם הבחנת בנזק, אנא ציין מהו סוג המבנה בו קרה הנזק?
 לבנים אבן בטון ברזל עץ אחר / לא יודע

מתי נבנה הבניין: לאחר 1950 לפני 1950

10. האם הבחנת בנזק חמור למבנה, למשל קירות בית שקרסו, בתים שנקרעו או נעקרו מיסודותיהם?

כן לא לא יודע

11. האם הבחנת בנזק לקירות חופשיים, למשל לאורך גדרות, בין גינות, וכד'

לא יודע	הכול	הרבה	בינוני	מעט	מעט מאוד	לא הבחנתי
<input type="checkbox"/>						

12. האם ברצונך לציין תופעות נוספות שקרו בעת הרעידה?

.....

Abstract

This work examines the various seismic intensity (macroseismic) scales and earthquake questionnaires that are in a common use around the world and proposes the preferred scale to be adopted in Israel. The scales in practice nowadays are the European Macroseismic Scale (EMS-98), the Modified Mercalli Intensity (MMI) mostly in the US, and the Japanese Meteorological Agency scale (JMA). In accordance, the European-Mediterranean Seismological Center (EMSC) collects macroseismic data from the public on the base of the EMS-98 and the United States Geological Survey (USGS) on the base of MMI. The Israeli literature published so far shows some preference towards the MSK scale, which was the base for developing the EMS-98.

Of all scales, it appears that the EMS-98 (Grünthal, 1998) is the most advanced, detailed and updated one, and therefore is the proposed scale for use in Israel. This is also supported by the recent initiative driven by the European Seismological Commission (ESC-2008) to formulate a uniform earthquake questionnaire for use in Europe on the base of the EMS-98. Another important consideration is the degree to which the failure of Israeli buildings during an earthquake is similar to the failure of European structures. Nevertheless, there is no practical experience as such in Israel. At the most, some traditional building practices were imported from Europe to the Levant, mostly during historical times. This however, can not hold for modern times.

In addition, it is also proposed to adopt the associated EMS-98 questionnaire. Comparison with the Israeli questionnaire in use by the Seismological Division at the Geophysical Institute of Israel (GII) shows that it lacks many important questions and needs an update. In order to assure uniformity and continuity in evaluating the data collected for past earthquakes as well as for future ones, it is important to preserve the key questions that appear in the Israeli questionnaire while changing into the modern one.

In order to widen the potential public capable of filling questionnaires about local earthquakes, we also present its version in English and Arabic, the other common languages in Israel.



THE MINISTRY OF NATIONAL INFRASTRUCTURES
GEOLOGICAL SURVEY OF ISRAEL

**A proposal for the adoption of the European Intensity
Scale EMS-98 and update of the earthquake
questionnaire in Israel**

Amos Salamon

Prepared for the Inter-Ministerial Steering Committee for Earthquake
Preparedness in Israel

Contract No. 210-02-002

Report No. GSI /30/2011

Jerusalem, December 2011