

# תמותה עודפת בישראל בשל גלי חום – מחקר ראשוני עבור המדענית הראשית של המשרד להגנת הסביבה

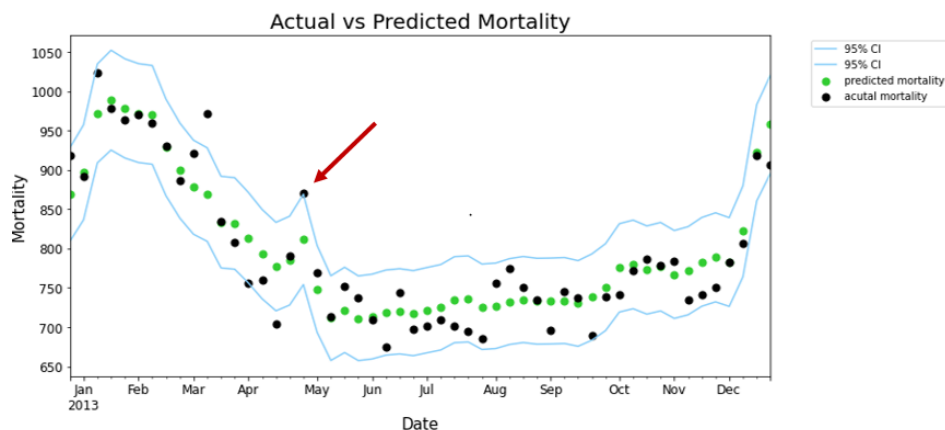
ד"ר דן ימין, ד"ר ארז שמואלי

גלי חום מתאפיינים בשינויים חדים במזג האוויר, ואלו עלולים להוביל לפגיעה ממשית בבריאות הציבור. למיטב ידיעתנו, טרם נבדק בישראל הקשר שבין גלי חום לתמותה. ביצענו ניתוח ראשוני לבחינת ההיתכנות להימצאות של תמותה עודפת בישראל לאחר גלי חום.

**נתונים ושיטה:** הצלבנו נתונים יומיים של תמותה בישראל לפי פילוח גיל שהתקבלו מהלמ"ס עם נתונים יומיים אודות גלי חום מהשירות המטאורולוגי בתקופה 1.1.2012-12.12.2020. תחילה, הגדרנו "שבוע חשוד" כשבוע שבו התקיים בכל או בחלקו גל חום או בשבוע עוקב לשבוע שבו התקיים גל חום. לאחר מכן, ביצענו ניתוח סטטיסטי לבחינת חשד לתמותה עודפת בשבועות החשודים. הניתוח התבצע ע"י בדיקת חריגה בתמותה עודפת ממודל מתוקף שנבנה בעבר [1], שבבסיסו נתונים יומיים של טמפרטורה, לחות, ותחלואה נשימתית (Acute respiratory infection). נדגיש, במודל מגולם המתאם בין ערכי טמפרטורה ולחות לבין תמותה, אך לא השפעות של גלי חום – שינויים חדים במזג אוויר. לכן, חריגה מהתחזיות המודל לאחר גל חום עשויה להיות מוסברת ע"י תמותה בעקבות גל חום. בשנת 2020 לא שוקללו מקרי תמותה שמקורם בתחלואות קורונה. השגיאה במודל מתפלגת נורמלית עם שונות משתנה, כך שסטטיסטי המבחן נבנה ע"י סכימת השגיאות מהמודל. בנייתו אלטרנטיבי, בחנו האם ניתן להצביע על שינוי מגמה ב"שבועות חשודים" לעומת שבועות סמוכים, כפי שהתקבלו באופן ישיר מהנתונים וללא קשר לתחזיות המודל (unsigned error).

**תוצרים:** ככלל, לאורך תקופת המחקר נצפו 8 מקרים שהוגדרו כגלי חום על ידי השירות המטאורולוגי (טבלה 1). השוואת מקרי המוות הצפויים לפי המודל לאלו שנצפו בפועל מלמדים על עליה חדה ומובהקת בתמותה (p.value<0.001, Z=3.075). לדוגמה, לאחר גל החום שהחל ב 26.4.2013, נפטרו 871 אנשים בעוד שתחזיות המודל צפו לתמותה שבועית של 811 איש (איור 1). בפרט, בשמונת מקרי גלי החום נמצאה בסה"כ עליה בתמותה עודפת של 363 אנשים, מתוכם 321 אנשים מעל גיל 70 (88.5%) לעומת 42 איש מתחת לגיל 70 (11.5%). כלומר, עיקר החריגה בתמותה נצפתה במבוגרים מעל גיל 70, וזו כשלעצמה מהווה סטייה מהנורמה, שכן בשגרה אוכלוסייה זו מהווה 70-73% מסה"כ הנפטרים. כמו-כן, זיהינו מגמה דומה בנייתוח החלופי שביצענו שלא גילם את תחזיות המודל.

**המלצות ומגבלות המחקר:** מניתוח של הנתונים עולה כי ישנה היתכנות גבוהה לתמותה בעקבות גלי חום, ובפרט באוכלוסיות מעל גיל 70. בממוצע, כל גל חום עלול להוביל לפטירתם של כ-45 איש, שיתכן וחייהם היו נחשכים ע"י הערכות מותאמת. נדגיש, שהניתוח הראשוני שביצענו מתייחס באופן גס לכל סוגי התמותה באשר הם (למעט קורונה), ולא כולל נזקים אחרים כדוגמת אשפוזים או ביקורי רופא. בנוסף, לא התבצעו פילוחים לפי תתי אוכלוסיות לזיהוי קבוצות סיכון ולרבות לפי מרקם סוציאקונומי, גיאוגרפי, גדלי משקי ואחרים. לכן, אנו ממליצים להעמיק את הבדיקה שביצענו ע"י שימוש בנתונים מפורטים יותר. זאת, בכדי לתקף את הממצאים שהתקבלו ולזהות קבוצות אוכלוסייה שלהם סיכונים גבוהים להינזק מגלי החום על מנת להיערך בהתאם.



**איור 1:** דוגמה לתמותה שנצפתה (כחול כהה) לאחר גל חום באפריל 2013 המסומן בחץ האדום לעומת התחזית (ירוק בהיר). לאחר גל החום נפטרו 871 אנשים בעוד שתחזיות המודל צפו לתמותה שבועית של 811 איש.

תאריכים	גל חום
2012 ביולי 13-19	1
2013 באפריל 26-30	2
2015 בספטמבר 1-6	3
2016 ביוני 5-11	4
2018 במאי 1-4	5
2018 ביולי 23-26	6
2020 במאי 14-22	7
2020 בספטמבר 4-8	8

**טבלה 1:** גלי חום שהוגדרו על ידי השירות המטאורולוגי בתקופת המחקר [2]. לפי הגדרת השירות המטאורולוגי: "גלי חום הם אירועים ממושכים בהם עומס החום כבד מהרגיל ומתמשך על פני שעות רבות ביממה. בהרים ובפנים הארץ גלי החום מאופיינים בטמפרטורות גבוהות ולחות נמוכה. בשפלה ובמישור החוף, גלי החום נובעים משילוב בין טמפרטורות גבוהות לערכים גבוהים של לחות יחסית שעשויים להגיע במישור החוף ל- 70% ויותר במשך רוב שעות היממה."

**ד"ר דן ימין:** ד"ר דן ימין הינו חבר סגל בכיר וראש המעבדה לחקר התפשטות מחלות מידבקות בפקולטה להנדסה באוניברסיטת תל אביב. דן ביצע את פוסט הדוקטורט באפדימיולוגיה ואף שימש עמית מחקר באוניברסיטת ייל (YALE) בבית הספר לניהול הבריאות. תחומי העניין שלו כוללים: מידול מחלות מדבקות, חקר קבלת החלטות בבריאות ורפואה, כלכלת בריאות וניהול מערכות בריאות. מחקריו של דן פורסמו בירחונים רפואיים מובילים ואף הובילו לשינוי מדיניות בישראל וזכו בפרסים של קרנות המחקר המובילות באיחוד האירופאי (ERC) ובארץ (ISF, רפואה מותאמת אישית). מחקריו על מחלת אבולה התפרסמו בירחונים הרפואיים המובילים והמלצותיו יושמו בליבריה ותרמו להפחתת התחלואה. דן ייעץ בעבר לחברת החיסונים Merck, Sanofi Pasteur MSD, ו Merck בניית מודלים להתפשטות מגיפות.

**ד"ר ארז שמואלי:** ד"ר ארז שמואלי הינו חבר סגל בכיר וראש מעבדת נתוני עתק (Big Data Lab) במחלקה להנדסת תעשייה באוניברסיטת תל-אביב וחוקר אורח במדיה לאב במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT). הוא השלים תואר ראשון במדעי המחשב באוניברסיטה הפתוחה (בהצטיינות יתרה), תואר שני ושלישי בהנדסת מערכות מידע באוניברסיטת בן גוריון ובתור-דוקטורט במדיה לאב במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT). תחומי העניין של ארז כוללים: נתוני עתק, רשתות מורכבות, היבטים חישוביים של מדעי החברה, למידת מכונה, מערכות המלצה, בסיסי נתונים, אבטחת מידע ופרטיות. בהיבט הנסיון המקצועי, ארז שימש כמפתח תוכנה וכראש צוות בחיל האוויר הישראלי, כמנהל פרויקטים במעבדות דויטשה טלקום

באוניברסיטת בן-גוריון, כמייסד של שני סטארטאפים (SafeMode ו-Babator) וכיועץ טכנולוגי (בין השאר למיקרוסופט ולעיריית אשדוד).

#### מקורות:

1. מיכל ביתן, מנפרד גרין, אבנר פורשפן, חוה פרץ, ליטל קינן-בוקר, דוד שטיינברג, נעמה רותם: "דפוס תמותה יומית בישראל לפי קבוצות גיל 2000-2019; בנית מודל לתחזית עתידית של תמותה ואמידת עודף תמותה בצל פנדמיית הקורונה." נובמבר 2020.
2. השירות המטאורולוגי: סקירות אקלימיות. <https://ims.gov.il/he/ClimateReports>.