



אנשים מתאספים ליד בניין שנפגע ברעידת אדמה בדרום-מערב האיטי, ב-2011 צילום: Joseph Odelyn/איִפי

## פיזיקה

# ברעידת האדמה הגדולה הבאה, ייתכן שהבינה המלאכותית תהיה הראשונה לדעת

חוקרים פיתחו מערכת שעוקבת אחר שינויים זעירים בשדה הכבידה של כדור הארץ, במטרה לספק במהירות ובדיוק גדולים יותר התרעות על רעידות יבשה חמורות





רעידת אדמה היא תופעת טבע גיאולוגית דרמטית, המתרחשת לרוב בשל חיכוך שנוצר בעת תנועת הלוחות הטקטוניים. רעידות אדמה והצונאמי שחלקן מחוללות גרמו לכמעט מיליון הרוגים ופצועים ב-30 השנים האחרונות. מערכות התרעה פותחו כדי לצמצם את הנזק בחיי אדם וברכוש של אסונות טבע אלו אולם הן מספקות זמן התרעה קצר מאוד (הנע לרוב בין שניות בודדות לעשרות שניות). מעבר לכך, ברעידות חזקות מאוד (בדרגה 8 ומעלה) הן מתקשות לתת הערכה מדויקת של דרגת הרעידה בזמן אמת, ונוטות להעריך בחוסר את עוצמתה.

מחקר שפורסם בשבוע שעבר (רביעי) בכתב העת נייצ'ר מציע מודל חדש לזיהוי רעידות אדמה חזקות מאוד. במקום להשתמש בגלים סיסמיים, הנעים באיטיות יחסית בקרום כדור הארץ, החוקרים אימנו בינה מלאכותית לגלות אותות המעידים על שינויים בשדה הכבידה בעקבות רעידת האדמה. אותות אלה נעים במהירות האור, וכך מקווים החוקרים להגדיל את טווח ההתרעה ולשפר את מידת הדיוק של הערכת עוצמת הרעידה.

המחבר הראשון של המאמר, הגיאופיזיקאי ד"ר אנדראה ליצ'ארדי, אמר ל"הארץ" שהאותות עליהם מסתמכת השיטה החדשה נוצרים בעת רעשים חזקים בגלל שינוי בפיזור צפיפות המאסה של הסלעים באזור הרעש, דבר המשפיע על שדה הכבידה. קיומם של אותות אלה אומת לראשונה בתצפית רק בשנת 2016.

- פרסומת -



פרופ' מיכאל צסרסקי מהמחלקה למדעי כדור הארץ והסביבה באוניברסיטת בן גוריון בנגב הסביר שבעת רעידת אדמה, גלי הלחץ שעוברים בקרום כדור הארץ מייצרים שינוי בצפיפות הלחץ של החומר דרכו הם עוברים ושאת השינוי הזה ניתן למדוד. "כמו שגם מטוס סילון שטס מייצר גלי לחץ (גלי קול) כי הוא דוחס את האוויר, גם גלי הלחץ דוחסים באופן רגעי ומשנים את הצפיפות של הסלע שדרכו הם עוברים, דבר שיוצר באופן רגעי הפרעה בשדה הגרביטציה, שמתפשטת במרחב". הגלים הסייסמיים מתקדמים במהירות של אלפי מטרים בשנייה אבל ההפרעה שהם מייצרים בשדה הכבידה כתוצאה מהשינוי הרגעי בצפיפות החומר מתפשטת במרחב במהירות האור.

### רוצים סיכום? קבלו את "היומית" כל ערב ישירות למייל

דוא"ל \*

אנא הזינו כתובת אימייל

להרשמה



צוות של סוכנות האנרגיה האטומית הבינלאומית בסיור בפקושימה, כחודשיים אחרי הצונאמי שפגע בכור צ'ילום: HANDOUT / AFP

### נאס"א הצליחה לתעד לראשונה רעידת אדמה במאדים

מזנונים ופרכים משקרים לאוטומוט... עם נאס"א גדול לנרצ כעוזרת נאס"א



עד כה לא היה ידוע אם השינויים בשדה הכבידה אכן מסוגלים לספק הערכה מהירה ואמינה של מיקומם של רעשים גדולים ומהלך התפתחותם. במחקר החדש הראו החוקרים, מאוניברסיטת קוט ד'אזור בצרפת, מהמעבדה הלאומית בלוס אלמוס ומאוניברסיטת קיוטו, שניתן להשתמש באות הזה כדי להעריך באופן מהיר מאוד את עוצמתן של רעידות אדמה גדולות. דבר זה עשוי לאפשר פיתוח מערכות התראה מהירות ומדויקות יותר.

- פרסומת -

פרופ' צסרסקי אמר על המחקר: "זה שאפשר מבחינה טכנולוגית, בזכות מכשירים מדויקים מאוד עם טווח תדרים רחב מאוד, לזהות את אותות הכבידה זה מרשים מאוד". עם זאת הוא ציין שלא ברור עדיין אם מדובר במשהו פרקטי, שכן המאמר ניתח נתונים על רעידת אדמה שהתרחשה בעבר – בסנדאי ביפן, ב-2011. "חובת ההוכחה היא על החוקרים", הוא ציין.

ליצ'ארדי אמר שבעת רעידת אדמה יש שני סוגי גלים סייסמיים. הראשונים מהירים יותר, וגורמים נזק מועט – אולם קשה להעריך על פיהם את עוצמת הרעידה לפני הגעת הגלים מהסוג השני, וההרסני. ברעידת האדמה של 2011, שהיתה הרביעית בעוצמתה בעולם מאז החלו המדידות, העריכה המערכת היפנית שמדובר ברעש בעוצמה 8 במקום עוצמה 9. זהו הבדל גדול - כמות אנרגיה גבוהה פי 32 - שהביא לכך שבמקום גלים של 3 מטרים, שטפו את החוף גלים בגובה עשרה מטרים ויותר, שגרמו לאסון בפוקושימה. בשיטה החדשה, אמר ליצ'ארדי, ניתן להשיג אות ברור מספיק כדי לספק הערכה מדויקת ומהירה יותר.



אם הרעידה מתרחשת במרחק 500 ק"מ ממוקד אוכלוסייה, המחיש ליצ'ארדי, לגלים ההרסניים לוקח כ-135 שניות להגיע. במצבים כאלה, התרעה מהירה בכעשר שניות, כפי שאמורה לספק המערכת החדשה, עשויה להציל חיי אדם רבים. כאשר מדובר ברעידה בים, שגורמת צונאמי, המשיך, יש למערכת משמעות גדולה אף יותר. "ברגע שמעריכים את העוצמה והמיקום של הרעידה, אפשר להעריך את גובה גלי הצונאמי והמהירות שלהם. גלים אלה מגיעים רק כמה דקות אחרי רעידת האדמה ואז להתרעה המוקדמת משמעות גדולה".



מאמצי חילוץ לאחר רעידת אדמה במחוז איזמיר בטורקיה, ב-2020 צילום: KEMAL ASLAN/רויטרס

צסרסקי ציין שרעידת אדמה אינה אירוע רגעי אלא היא מתפתחת לאורך זמן. "ברעידות גדולות לעתים לוקח יותר מדקה עד שהיא מגיעה למלוא עוצמתה, אבל אנחנו רוצים לקבוע את גודל הרעידה כבר בשניות הראשונות, שהרבה פעמים לא מייצגות את הרעידה עצמה. בעבודה הזו הם אומרים שבעזרת ההפרעה בשדה הכבידה אפשר לזהות את זה כבר בהתחלה".

- פרסומת -



במחקר אימנו החוקרים מערכת של למידת מכונה לזהות את אותות הכבידה החלשים ולהעריך את עוצמת הרעש. לשם כך הם נדרשו להזין את המערכת בכמות עצומה של נתונים, בדומה לאימון של בינה מלאכותית לזהות פרצופים למשל. אלא שהאות המדובר חלש כל כך, שהוא זוהה עד כה רק בשש רעידות אדמה. החוקרים ייצרו אפוא 350 אלף תרחישים אפשריים לרעידות אדמה ב-1,400 מיקומים שונים ביפן והשתמשו בנתונים המלאכותיים הללו לאימון הבינה המלאכותית וליצירת אלגוריתם זיהוי. את האלגוריתם שהתקבל הם הפעילו על המידע האמיתי שנרשם בעת רעידת האדמה ב-2011. נמצא שהאלגוריתם זיהה את הרעידה בצורה מדויקת יותר ומהירה יותר מהמערכת הקיימת.



למערכות הסייסמויות. "יש פה פוטנציאל לשפר את ההתרעה של מערכות קיימות, במיוחד בכל הנוגע לסכנת צונאמי", אמר.

בדומה ליפן, גם ישראל ממוקמת מעל אזור מגע של שני לוחות טקטוניים, והתרחשו באזורה לאורך השנים רעידות אדמה רבות. כבר בספר עמוס הוזכרה רעידת אדמה, שגרמה לפי הכתוב לנזקים לבית המקדש הראשון. לפי יוסף בן מתתיהו, בשנת 31 לפני הספירה גרמה רעידת אדמה למותם של כ-30 אלף איש. בעידן המודרני גרמה רעידת אדמה ב-1759 ליותר מ-10,000 הרוגים ורעידה נוספת, ב-1837, גרמה לכ-5,000 הרוגים ונזקים כבדים לצפת וטבריה.

בשנת 2012 התקבלה החלטה על הקמת מערכת התרעה לאומית בישראל, אולם יישום ההחלטה התעכב שנים רבות. רק בינואר השנה הפכה מערכת "תרועה", שפותחה בשיתוף פעולה של המכון הגיאולוגי ואוניברסיטת ברקלי, לפעילה. המערכת מבוססת על כ-120 תחנות עם חיישנים סייסמיים שמשדרים ברציפות את נתוני תזוזות הקרקע אל מרכז שליטה ובקרה של האגף לסיסמולוגיה של המכון הגיאולוגי בירושלים. כאשר מתרחשת רעידת אדמה, תוך מספר שניות מתקבל זיהוי ראשוני של מיקום הרעידה ועוצמתה, על סמך נתונים מגל הרעד הראשון. על פי זיהוי זה נשלחת התרעה לפני הגעת הגל השני, שכאמור מתפשט לאט יחסית אבל נזקו רב. אם הרעידה תהיה בצפון ים המלח, ההתרעה לתושבי ירושלים תהיה בת כ-3 שניות, לתושבי תל אביב כ-18 שניות ולתושבי חיפה כ-30 שניות. אם תתרחש רעידה בעמק בית שאן, זמן ההתרעה לירושלים יהיה 20 שניות, לתל אביב 19 שניות ולחיפה 12 שניות.

הסיסמולוג ד"ר איתי קורזון מהמכון הגיאולוגי בישראל היה מנהל פרויקט תרועה לאורך הקמתו ועד 2020. הוא אמר על המחקר החדש: "גלי הכבידה הם נושא שתופס תאוצה בשנים האחרונות. יש פה שילוב של הפיזיקה של הגלים שעד היום לא נבחנו לעומק ושל למידת מכונה שמאפשרת לזהות את הגלים האלה בצורה מהירה ומיידית. זה משהו שלא היה אפשרי עד עתה".

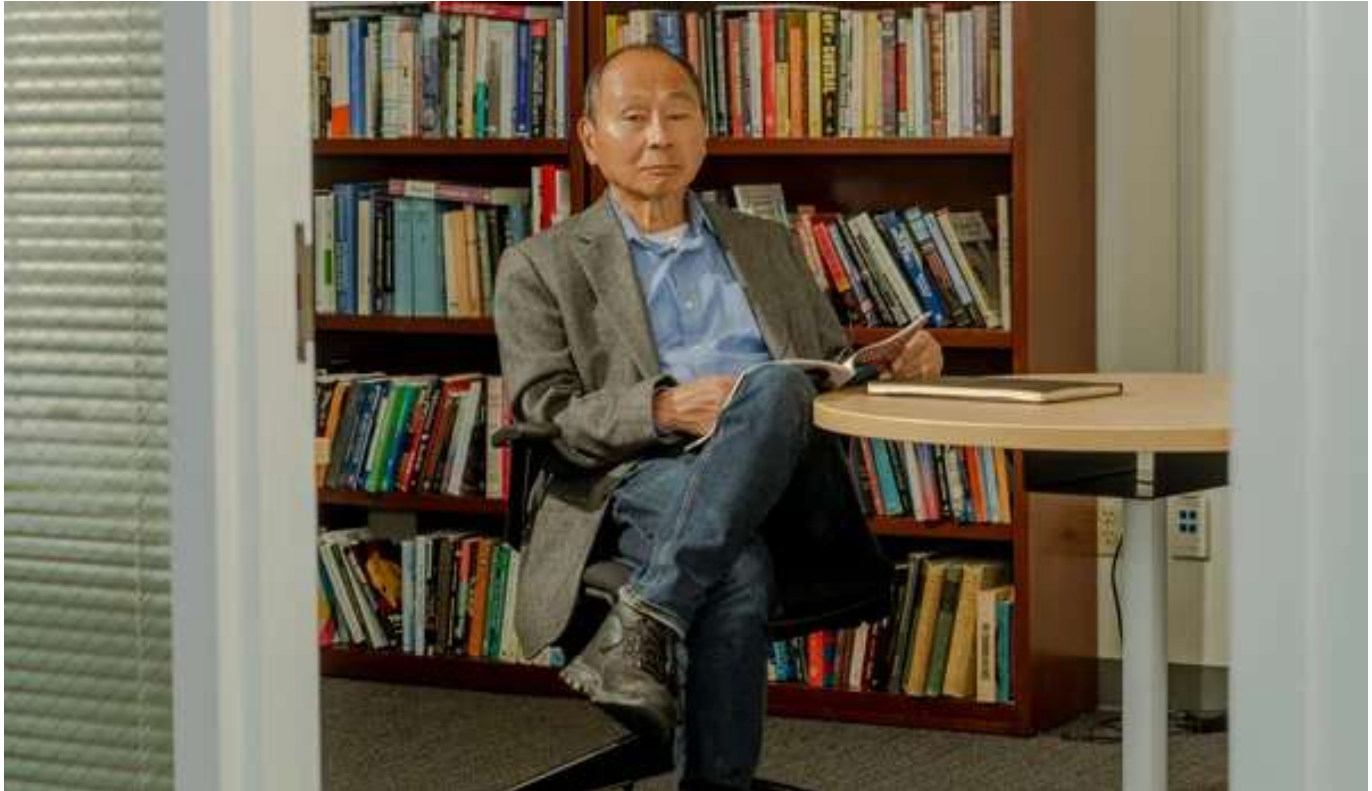
קורזון אמר שגלי הכבידה צפויים לעורר עניין רב בקרב החוקרים בתחום. "שווה לבחון איפה אפשר ליישם את זה בעולם. יפן, צ'ילה או אלסקה למשל נראות כמו מקומות מאוד רלוונטיים". לדבריו, מסיבות גאו-מכניות מגוונות, רעידות אדמה בסקלות המדוברות באזורנו הן נדירות מאוד – עניין של פחות מפעם באלף שנים – ולכן הפיתוח החדש פחות רלוונטי לישראל.



## כתבות מומלצות



הוא היה חלש אופי. במקום להתמודד עם הקיום הוא הפסיק לחשוב



פוקויאמה: ההיסטוריה מתקדמת ונוטה לעבר סוג מסוים של צדק







"התינוקת של גרבר" מתה בשיבה טובה



בקשת ערכו אזכרה ליצירה שהיתה ואיננה, ברשת צץ לפתע "שידור חי"





סוף קרי שוב להט. הפעם בוסטון שילמה על זה מחיר כואב

Recommended by

### כתבות נוספות שעשויות לעניין אותך



ממומן

**בית אבי חי / הוא נולד בגרמניה אחרי המלחמה, עלה**



ממומן

**וז / Sonovia Store המסכה הכי טובה לטיסות! קבלו 40%**



**הארץ / אוננות היא דבר נהדר, אך מתי יש להיזהר ממנה?**



**הארץ / קילשטיין נגד אברכהן: מי ירוויח ומי יפסיד מההפוכות**



ממומן

**פרדס חנה - תוכנית לעתיד / 1400 משפחות כבר רכשו קרקע פרטית**



ממומן

**The123 / "אחרי 3 שבועות הקמטים נעלמו והעור הנפול פשוט**



**הארץ / המדינה שסובלת מסופות חול לכודה בין החשמל האיראני לכסף**



**הארץ / 2,300 שקל, כולל חשבונות: השכונה שהצעירים עוד לא גילו**



ממומן

**הזירה המקצועית למסחר / שוקלים להיכנס למסחר עצמאי בבורסה? 5**



ממומן

**חדשות גוש דן - קרקעות / הלהיט החדש בירושלים: קונים**



**הארץ / המנכ"ל סירב לאשר מינויים פוליטיים. העונש: בעיטה הביתה**



**הארץ / סמארטפונים עם מסך קטן נכחדים מהעולם - ויש יזם אחד שלא מוכן**

### תגובות

להוספת תגובה מזהה

לבחירת השם כנינוי קבוע

שם

