

מועדים לפורענות

המרכז החדש לחקר אסונות טבע בישראל אוסף נתונים על ההתרחשויות שיש להיערך לקראתן

ישראל מצויה תחת איום תמידי של שיטפונות, רעידות אדמה, סערות ועוד. כדי ליצור מסד נתונים של הפורענויות הללו שפקדו את המדינה במשך השנים הוקם לאחרונה בחוג לגיאוגרפיה ולימודי הסביבה של אוניברסיטת חיפה מרכז לחקר אסונות טבע בישראל. המידע שנאסף שם אמנם לא יכול למנוע את האירועים האלה, אך הוא עשוי לסייע להיערך לקראתם.

"אפשר לחלק את אסונות הטבע לשתי קטגוריות", אומר ראש המרכז, פרופ' משה ענבר, המיינץ' למהדורה הישראלית של מגזין נשיונל ג'יאוגרפיק מאז ראשית דרכה. "יש תופעות גיאולוגיות כגון רעידות אדמה והתפרצויות געשיות, ויש תופעות שמקורן בפעילות אטמוספירית, ובהן שיטפונות, סערות ואירועי בצורת. בכל אסונות הטבע שפקדו את ישראל מאז קום המדינה נספו כ-200 בני אדם, והעלויות הסתכמו בכמה מיליארדי דולרים. מדובר בנזקים קטנים יחסית למדינות אחרות." אולם רמת הנזק אינה קבועה. לדברי ענבר, יש שלושה גורמים שמשפיעים עליה: עוצמת אסון הטבע, היקף התשתיות והתושבים שעלולים להיפגע, והרגישות לפגיעה. כך, למשל, בתרחיש עתידי של רעידת אדמה העוצמה עשויה להיות זהה למקרים שאירעו בעבר, אך בשל הגידול בכמות התשתיות ובצפיפות האוכלוסייה האסון צפוי להיות גדול יותר. לעומת זאת, אם ניערך כראוי, תפחת רמת הרגישות ונהיה עמידים יותר לאסון.

האדם מייצר אסונות

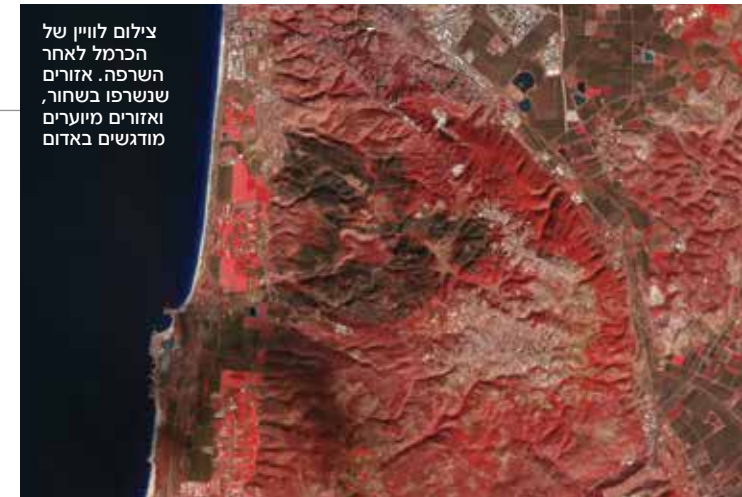
פרופ' ענבר התמקד רבות במחקריו באחד מאסונות הטבע החמורים ביותר שהתרחשו בארץ – השיטפונות שהציפו את צפון ישראל בינואר 1969, אירועים בסדר גודל מוערך של אחת ל-200 שנים. מדובר גם באסון טבע שעלול לגדול עקב פעילות האדם. "הצפי הוא שנפח הזרימה של השיטפונות יגדל בשל איטום הקרקע", מסביר ענבר. "כבישים וגגות, למשל, לא מאפשרים למים לחלחל והם ממשיכים לזרום כנגר עילי". אסון טבע שיד האדם כבר ניכרת בו הוא היווצרות הבולענים בים המלח. בעקבות ירידת המפלס, שכבת המלח שמתחת לפני השטח מתמוססת ובולענים נפערים. "לפני מאה שנים לא היו כאן בולענים", אומר ענבר. "מנגנון היווצרותם הוא טבעי, אך האדם הוא הגורם."

האדם גם שותף לעלייה במהירות התפשטותן של שרפות יער. שרפות דוגמת זו שהתחוללה בכרמל ב-2010 וגרמה לאסון טבע שגבה את מספר הקורבנות הרב ביותר עד כה מתפשטות במהירות בין עצי אורן, אשר ממלאים את נופה של ישראל עקב פעילות יעורר יזומה. באותה השנה חוללה סערה ימית נזקים קשים לתשתיות בחופינו ואף פגעה בעתיקות באשקלון ובקיסריה – ערכי מורשת שאין להם תחליף. אמנם תמיד היו ויהיו סערות, אך האקלים המשתנה מראה מגמה ברורה של עלייה באירועים של מזג אוויר קיצוני, בהם גם עלייה בשכיחות אירועי הבצורת. "הבצורת היא אסון טבע מתמשך, והיחיד שאינו פתאומי, אך ייתכן שהוא מסב את הנזק הכלכלי הגדול ביותר בהשוואה לאסונות טבע אחרים בארץ." לדברי ענבר אל לנו לחשוש לגבי התפרצויות געשיות בארצנו, אך בנוגע לרעידות אדמה עלינו דווקא להיות עם האצבע על הדופק ולדאוג למגן מבנים ותשתיות. "בכל

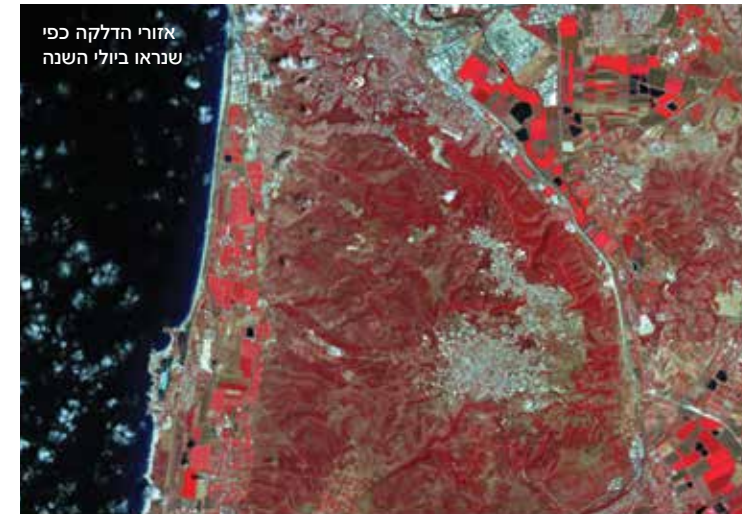
אסונות הטבע שמתחוללים בישראל כוללים סערות, שיטפונות, בולענים, שרפות יער, סופות חול, אירועי בצורת וגם רעידות אדמה (בתמונה האמצעית למטה: בקעים באזור ים המלח מרעידת האדמה ב-1927)



תולדות המדינה לא חווינו רעידת אדמה של ממש, "הוא אומר. "לפני כן, בשנת 1927 התרחשה רעידת אדמה עוצמתית, שבה נספו מאות אנשים ברחבי הארץ. אחת ל-90 עד מאה שנים לערך פוקדת את אזורנו רעידת אדמה חזקה. המועד מתקרב. נקווה לכמה שפחות קורבנות ונזקים." מאגר הנתונים של המרכז לחקר אסונות טבע בישראל זמין לאנשי מקצוע, לאנשי אקדמיה, למחנכים ולציבור באתר האינטרנט geo.haifa.ac.il/~inh עדי ויינברגר



צילום לוויין של הכרמל לאחר השרפה. אזורים שנשרפו בשחור, ואזורים מיוערים מודגשים באדום



אזורי הדלקה כפי שנראו ביולי השנה

עוקצים היתושים

שניים וחצי מיליארדי אנשים בעולם חיים באזורים שבהם הם חשופים לנגיף הדנגי, כך לפי ארגון הבריאות העולמי. צוות חוקרים מאוסטרליה מצא מנגנון ייחודי לבלימת התפשטות קדחת הדנגי באמצעות לחימה ביתושים המפיצים את המחלה. המדענים גילו שהדבקת היתושים בחיידק הקרוי וולבכיה, הנפוץ בכ־60 אחוזים ממיני החרקים בעולם, מקצרת את חיי היתושים ואף מונעת את התפתחות נגיף הדנגי. "עם ההתחממות הגלובלית וככל שבני אדם נעשים ניידים יותר בעולם, כך גובר החשש מהתפשטות הדנגי ומחלות אחרות," אומרת ד"ר מיכל סגולי מאוניברסיטת בן גוריון, שחברה לצוות האוסטרלי. "המיזם מציע מנגנון יעיל, עם השפעות סביבתיות מצומצמות בניגוד לשימוש בחומרי הדברה נגד יתושים, אשר יוכל לפתור בעיה בריאותית בקנה מידה עולמי." לדבריה, החוקרים כבר שחררו בהצלחה יתושים מודבקים בוולבכיה במקומות יישוב באוסטרליה ובווייטנאם, ומדינות נוספות נמצאות על הכוונת. עדי ויינברגר

הנתונים על השרפה באדיבות ענף היער, מחוז צפון, רשות הטבע והגנים. הנתונים מתייחסים לשטח פארק הכרמל ולא כוללים את כל הר הכרמל. צילום עליון: NASA EARTH OBSERVATORY. IMAGE CREATED BY JESSE ALLEN AND ROBERT SIMMON, USING DATA PROVIDED COURTESY OF NASA/GSFC/METIERSDAC/JAROS, AND U.S. JAPAN ASTER SCIENCE TEAM. צילום תחתון: באדיבות רשות הגנים, עיבוד נתוני לוויין Landsat8

חמש שנים לשרפה בכרמל

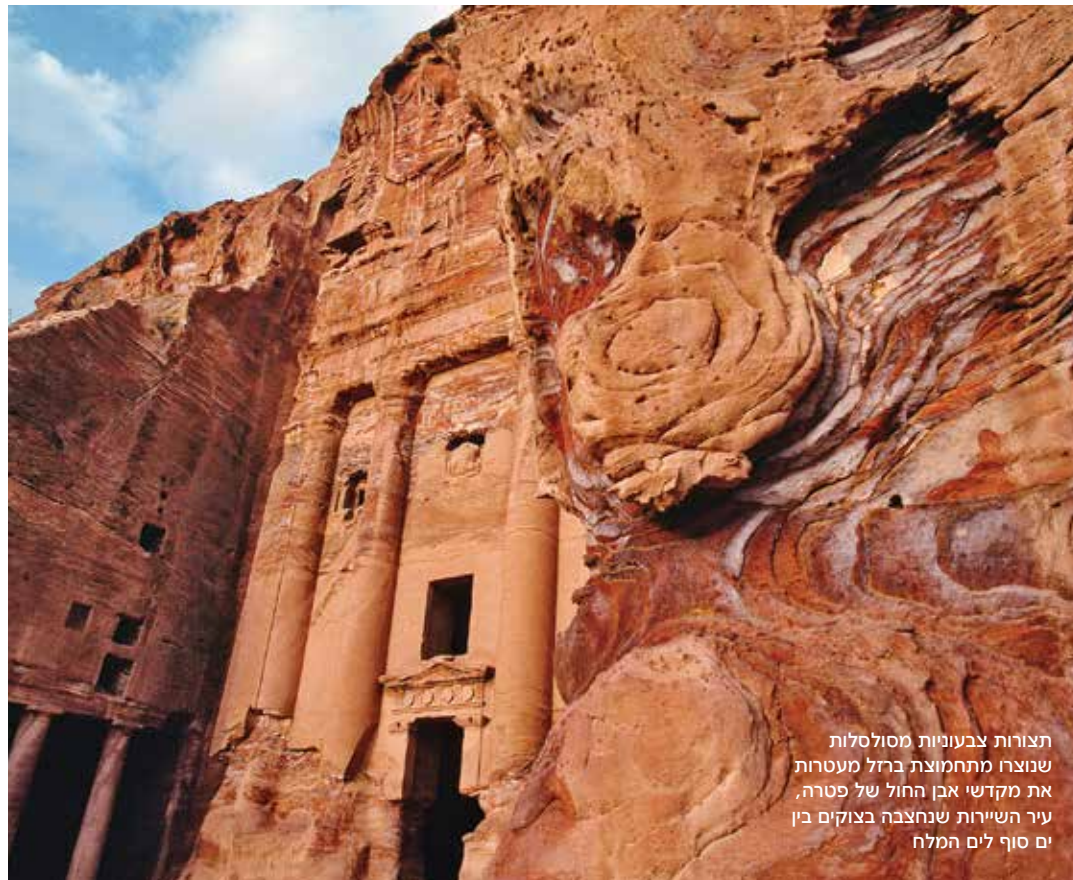
השרפה במספרים
שטח פארק הכרמל: 113,000 דונמים.
גודל השטח שנשרף: 25,380 דונמים.
משך הזמן הנדרש לשיקום: כ־50 שנים.
מסלולי הטיול בכרמל: 17 מסלולים נפגעו ונסגרו בעקבות השרפה. כולם נפתחו מאז, אך הנוף בהם השתנה.
תכנית הצומח בפארק לפני השרפה: כ־26 אחוזים אורנים וערות נטועים (כ־30,000 דונמים).
תכנית הצומח כיום: כ־30 אחוזים אורנים. שלישי מאזור זה מכוסה בעצי אורן צעירים בשטח שנשרף. המטרה היא שעצי האורן הצעירים יוסרו כדי שהאורנים יצמחו רק בפסגות ההרים.
תכנית הצומח לפי תוכנית העבודה לשנים הקרובות: האורנים יכסו קצת פחות מ־20 אחוזים (22,000 דונמים).
טיפול בטיחותי: מאז השרפה נכרתו עצים במרחק של עד 40 מטרים משולי הדרכים לאורך 130 קילומטרים.
עלויות: עלות הטיפול משתנה בהתאם לתנאי השטח ונאמדת ב־2,000-5,000 שקלים לדונם בשלב הראשון. אולם טיפול ביער ובחורש דורש תחזוקה כל שנתיים עד חמש שנים. עדי ויינברגר

הצבע של הסלע האדום

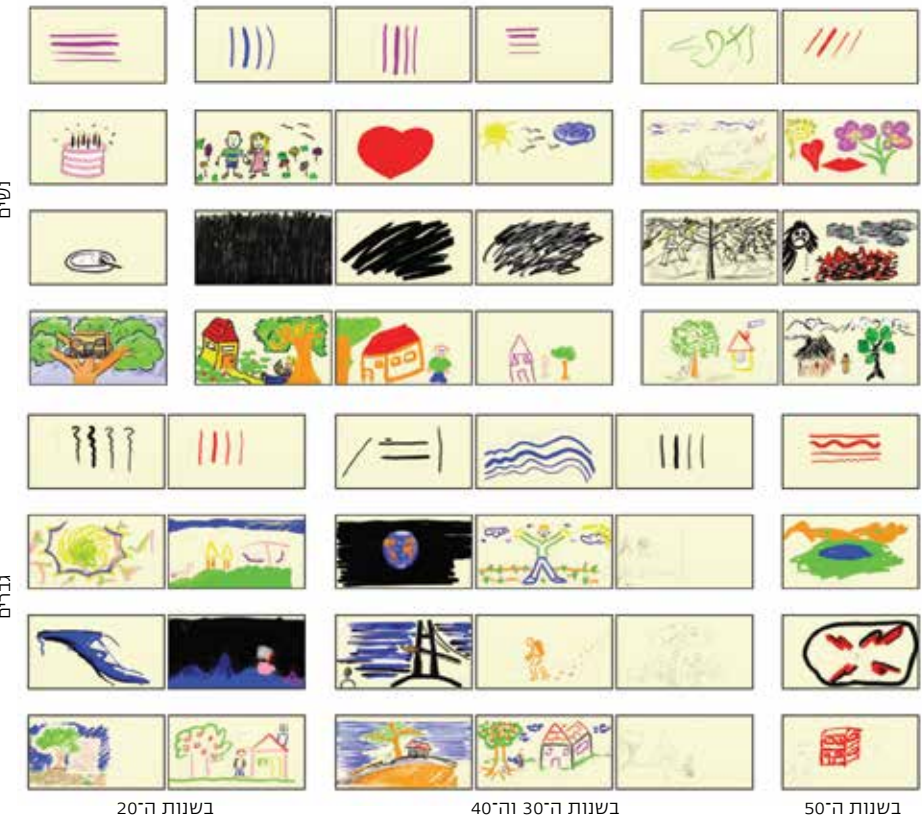
פטרה, בירת האימפריה הנבטית, שהייתה מרכז סחר משגשג בתקופה שבין שנת 400 לפסה"ג ל-106 לספירה, ידועה באבן החול הצבעונית שבה נחצבו בנייניה, ובזכותה היא קרויה "הסלע האדום". התצורות והדגמים המסתלסלים על גבי הסלע של הבירה הנבטית מלאי הוד והדר, אולם כעת מתברר כי מקורם מפואר מעט פחות – פסולת חיידקית.

חוקרים מאוניברסיטת נברסקה ערכו מחקר גיאולוגי של הסלעים, שגילם כחצי מיליארד שנים, אף שהתהליכים שיצרו את התצורות חדשים הרבה יותר והתחוללו קרוב לוודאי במרוצת 60 מיליוני השנים האחרונות. תזוזות של לוחות טקטוניים, אשר גרמו לבקיעת ים סוף ומפרץ עקבה, הן שחוללו את התרוממות הרי אדום. ההרמה הזאת שברה את אבן החול ואפשרה חדירת מי תהום עתירי חמצן, שמקורם במשקעים, לתוך הסלע הנקובי. אמנם מרבית החיים על פני כדור הארץ מקבלים אנרגיה מהשמש, אבל החיידקים – אלה שהוחדרו באמצעות המים או שהיו רדומים בתוך אבן החול – קיבלו את האנרגיה והפחמן שלהם באמצעות סידריט, מינרל של ברזל פחמתי.

מינרל זה מפוזר באופן אקראי, ונשאר יציב רק בתנאים של היעדר חמצן. החמצן שהגיע עם המים אפשר לחיידקים למוסס את הסידריט ולהפריש תחמוצת ברזל כתוצר פסולת ברצועות צבעוניות. קארן גון



תצורות צבעוניות מסולסלות שנוצרו מתחמוצת ברזל מעטרת את מקדשי אבן החול של פטרה, עיר השיירות שנחצבה בצוקים בין ים סוף לים המלח



המחקר עקב אחר בחירת הצבע של הנחקרים, כלי הציור שבהם השתמשו, משכי הזמן שהשתמשו בהם והלחץ המופעל עליהם, מחיקות, שיפועי משיכת קווי הציור. מימין: ציורים של נחקרים בקבוצות גיל שונות

הטיפול באמנויות בשפה כמותית

המטפל באמנות אינו יכול לעקוב אחר כלל ההתרחשויות הקשורות במטופל שלו, כגון מידת הלחץ המופעלת על כלי הציור או תכיפות החלפת הצבעים למשל. שפת מחשב חדשה שיצר פרופ' דוד הראל ממכון ויצמן מאפשרת לכמת ולנתח את הנעשה בטיפול זה ולהבין באופן אמפירי את התהליכים שקורים בעת היצירה. במחקר שנערך על ידי ד"ר בילי סנדק מקבוצת המחקר של פרופ' הראל ועמיתיהם התבקשו תריסר נבדקים לצייר על גבי מסכי טאבלט. "השיטה שפיתחנו אפשרה לנו לעקוב אחר פעולות הנסתרות מעיני המטפל, בהן פרקי הזמן של המחיקות, חילופי צבעים ומהירות הציור", מסבירה ד"ר סנדק. כך נמצא, למשל, כי הנבדקים המבוגרים מחקו יותר מאשר הנבדקים הצעירים, הגברים השתמשו בצבע כחול כפרק זמן גדול פי שלושה מאשר נשים, והנבדקים הצעירים השתמשו ביותר צבעים. "הראינו שהשיטה האמפירית שפיתחנו עובדת ויכולה לספק למטפלים, לאנשי החינוך ולעובדים הסוציאליים כלים ומידע נוסף ומדויק יותר לעבוד איתם", היא אומרת. "אנחנו מציעים דרך לארוז את המידע הדינמי שבטיפול באמנויות בשפה כמותית". "נוסף על כך, השיטה תאפשר להשוות בין הנעשה במפגשים שונים ואף לאתר את נקודות המפנה בטיפול כמותי ומדויק. לדוגמה, נוכל להצביע על הרגע שבו המטופל החל להשתמש בצבע אדום בניתוח המפגשים לאחור". השיטה החדשה יכולה לשמש גם במסגרות טיפוליות נוספות מלבד הטיפול בציור, כמו בטיפול במוזיקה ובתנועה ומחול. החוקרים גם מקווים כי היא תאפשר להתבונן בקשר שנקרם בין המטפל, המטופל ויצירת האמנות. עדי ויינברגר