

הגורמים לשריפות ביערות ובחורשים בישראל ועלות כיבוי

חזית המחקר

גיליון קיץ 2018 / כרך 9 (2)

June, 2018 ב 19

שי לוי

החוג הרב תחומי במדעי החברה, המכללה
האקדמית עמק יזרעאל

דפנה דיסני

בית הספר ללימודי סביבה ע"ש פורטר,
אוניברסיטת תל-אביב

מרדכי שכטר

החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת
חיפה

גידי נאמן

החוג לביוולוגיה וסביבה, מכללת אורנים -
אוניברסיטת חיפה

ציטוט

לוי ש, דיסני ד, שכטר מ ונאמן ג. 2018. הגורמים
לשריפות ביערות ובחורשים בישראל ועלות כיבוי.
אקולוגיה וסביבה 9(2).
העתק

תקציר

מדי שנה פורצות בשטחים פתוחים בישראל כ-40,000 שריפות, שכמעט כולן נגרמות מתוך רשלנות או בזדון על-ידי האדם. ביערות ובחורשים פורצות מדי שנה כאלף שריפות. מרבית השריפות גורמות נזקים קטנים בלבד ואינן נחקרות כלל. חקירת שריפות מאפשרת ללמוד על הגורמים לשריפות ולהתאים תוכנית מניעה לצמצום מספר השריפות הנגרמות מהם. ישנן פעולות מניעה כלליות, וישנן פעולות מניעה ספציפיות המתאימות לגורמים שונים.

גל השריפות בנובמבר 2016 הדגיש את חשיבות חקירת השריפות, היות שפוליטיקאים ניצלו את השריפות ככלי פוליטי עוד לפני שנחקרו כלל. הבנת הגורמים לשריפה והשפעתן של כל אחד מהם על עלויות הכיבוי תאפשר למקבלי ההחלטות כלים טובים יותר ליצירת תוכניות מניעה. תוכניות אלה יביאו להפחתת עלויות הכיבוי הגבוהות, על-ידי פעולות לצמצום מספר השריפות בכל אחת מהקטגוריות הרלוונטיות, בשילוב טיפולים להפחתת דליקות הצמחים.

נתונים על אודות גורמי השריפות ועלותן נאספו ממערך הכבאות, מקק"ל ומהקרן לכיבוי אש מהאוויר עבור 11 שנים (1998–2008). נמצא כי קטגוריית השריפות היקרה ביותר לכיבוי היא שריפות שיש חשד שנגרמו מהצתה (שילוב של ריבוי מספר השריפות עם עלות כיבוי גבוהה). שריפות שנגרמות מאימוני הצבא הן היקרות ביותר לכיבוי לשריפה בודדת, אך מספרן מועט. הגורם השלישי מבחינת מספר השריפות ועלויות הכיבוי הוא המטיילים. קיימות דרכי טיפול שונות להפחתת מספר השריפות הנגרמות בכל קטגוריה: הצתת שריפות – על-ידי איכפה מוגברת וענישה כבדה; אימוני צבא – על-ידי הגברת המודעות, צמצום אימונים בימים שמזג האוויר בהם קיצוני, והקטנת דליקות האזורים שסביב מטווחים ושטחי אימון; רשלנות מטיילים – על-ידי הסברה וחינוך. כחלק מתוכניות המניעה, ניהול נכון של הצמחים הדליקים עשוי להקטין את התפשטות השריפה ולאפשר לכוחות הכיבוי התמודדות יעילה יותר. יש לציין כי מספר השריפות שהגורם שלהן אינו ידוע הוא הגבוה ביותר, אך עלות הכיבוי של שריפה בודדת מסוג זה נמוכה. בהנחה שהתפלגותן דומה לשריפות הידועות, מומלץ להתמקד בגורמי השריפות היקרים יותר לכיבוי, וכן להמשיך ולשפר את חקירת השריפות בחורשים וביערות.

על קצה המזלג

- ישנה מגמת עלייה בנזקים משריפות ביערות ובשטחים פתוחים בארץ ובעולם, ושינוי האקלים באזור הים תיכוני אף עלול להגדיל את מספרן ואת חומרתן.
- במחקר נבחנו הגורמים לשריפות יער וחורש ועלויות כיבוי, במטרה ליצור למקבלי ההחלטות כלי עזר לקביעת סדרי עדיפות בהשקעת משאבים במניעתן.
- כדי לשפר את הבנת הגורמים לשריפות ואף לסייע בצמצום התפשטותן, יש להתאים את פעולות המניעה לגורם השריפה, להגביר את חקירת הגורמים לשריפות, ליצור בסיס נתונים אחיד ומשותף לכל הגורמים העוסקים בשריפות, ולשלב שימוש בטכנולוגיות מתקדמות.
- השקעה לאומית במניעת שריפות, בדגש על שריפות שעל פי החשד נגרמו מהצתה, וכאלה שנגרמו מאימוני צבא וממטיילים, צפויה לצמצם את מספרן, להקטין את נזקן וכך לצמצם משמעותית את ההוצאה הלאומית על כיבוי שריפות.

על קצה המזלג

טפסר משנה יגאל זוהר, מפקד תחנה אזורית אשקלון, הרשות הארצית לכבאות והצלה:

שריפות שנגרמות מאימוני צבא הן היקרות ביותר לכיבוי לשריפה בודדת. אף על פי שמספרן היחסי מועט, הרשות לכבאות והצלה מכירה שבכך שגורם זה הוא מקור לשריפות בעייתיות במיוחד. שריפות בשטחי אש מסכנות שטחים פתוחים ובתי גידול בגלל הפוטנציאל שיש להן להתפשטות מהירה על פני שטחים נרחבים. מניעת שריפות כאלה תאפשר הגנה על חיים ורכוש וחיסכון בעלויות כיבוי. חבל לכיש הוא דוגמה למרחב שמרוכזים בו בסיסי אימונים רבים של הצבא. האזור סובל מפגיעה מתמשכת של שריפות, שבמקרים מסוימים אף יוצאות מתחומי שטחי האש ומסכנות אזורים מיושבים ויערות. עבודה משותפת של רשות הכבאות ורשות הטבע והגנים עם מפקדי בסיסים הביאה ליצירת ממשק לצמצום שריפות ולמניעתן, תוך שימוש באמצעים כגון הדרכה, הקפדה יתרה על כללי הבטיחות, יצירת קווי חיץ בשטחי אש, שיפור זמינות ציוד הכיבוי וביצוע שריפות יזומות 2016 הביאו – ונגדיות. פעולות הממשק ב-2015- לירידה של כשני שלישים במספר השריפות, ובעקבות זאת גם לירידה של כשליש בהפעלת טייסת הכיבוי האווירי. כמות המשאבים של רשות הכבאות ורשות הטבע והגנים שהושקעה בשטחי האש פחתה בצורה ניכרת בשנים אלה. להרחבת מיזם 'צבא ההגנה לטבע' לבסיסים נוספים ולאזורים שאינם שטחי צבא עשויה להיות השפעה ארוכת טווח בשמירה על הטבע, על חיי אדם ועל רכוש.

מבוא

מאמר זה בוחן את גורמי השריפות ביערות ובחורשים ואת עלויות הכיבוי שלהן. חשיבות הנושא נובעת מהיקף השריפות בשטחים פתוחים בכלל וביערות בפרט, מהנזקים שהן גורמות, ומהסכנה לאדם ולרכוש משריפות יער וחורש. ישנה מגמת עלייה בנזקי שריפות יער ושטחים פתוחים בארץ ובעולם^[7]. שריפות יער נרחבות הן אירועים שכיחים באזורים של אקלים ים תיכוני^[13]. שינוי האקלים באזורי האקלים הים תיכוני (שצפוי להוביל לשינוי במשטר הרוחות, בלחות היחסית ובלחות הצמחים) אף עלול להגדיל את מספר השריפות ואת חומרתן^[18]. באגן הים התיכון רוב השריפות נגרמות על-ידי האדם^[19,10], ובאזורים ים תיכוניים שיעור זה מגיע ל-95%^[21]. חלק מההצתות באזור זה הן על רקע חקלאי^[18]. ברקים גורמים לעד 4% מהשריפות בלבנון^[11] ובטורקיה^[12]. בישראל, בין השנים 1998–2008 נגרמו 8 שריפות מברקים, שהן פחות מ-0.05% מהשריפות שתועדו^[3], ובשנת 2014, שהייתה שנה חריגה, נגרמו 6 שריפות מברקים^[20]. באיטליה מעל 90% מהשריפות נגרמות על-ידי אדם, ו-50% מהן הן הצתות^[21]. במדינות בעלות אקלים ים תיכוני, כגון אוסטרליה, קליפורניה ודרום אפריקה, אחוז השריפות הנגרמות מברקים גבוה הרבה יותר מאשר באגן הים התיכון. במדינות הים התיכון נמצא כי באזורי הביניים, בין השטח הבנוי לשטחים הפתוחים, ישנן פי תשעה הצתות בהשוואה לאזורים שאינם בסמיכות ליישובים^[14].

בישראל שריפות רבות בשטחים פתוחים לא נחקרו, ולכן הן מופיעות ברשומות כ"גורם לא ידוע" או כ"גורם אחר"^[7,16]. שריפות הנגרמות בגלל פעילות צה"ל פורצות בעיקר בשטחי אימונים, אך השפעתן על שמורות טבע (חלק ניכר משטחי האימונים הם שמורות טבע), על תשתיות ועל רכוש עשויה להיות משמעותית, והן אף עלולות להשפיע על מוכנות הצבא למלחמה. מיזם "צבא ההגנה לטבע" בשיתוף צה"ל, מערך הכבאות וההצלה, רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע מנסה לצמצם את ההשפעות הללו, עד כה בהצלחה (לדוגמה במיזם בא"פ לכיש). כל השריפות בכרמל במאה האחרונה, וכנראה בישראל כולה, נגרמו בידי אדם^[5], פרט לשריפות מועטות מאוד שנגרמו מברקים. הגורמים העיקריים לשריפות במרכז ישראל ובצפונה הם רשלנות של מטיילים ושל נופשים והצתות^[7].

מטרתו של מחקר זה היא לבחון את התפלגות גורמי השריפות ביערות ובחורשים ולבחון בפעם הראשונה את עלויות הכיבוי על פי גורמי השריפות, בהתבסס על נתוני מערך הכיבוי, נתוני הקרן לכיבוי אש מהאוויר ונתוני קק"ל (לשנים 1998–2008). כמו כן, ייבחנו גורמי השריפות המשפיעים על מרב עלויות הכיבוי.

הצתות הן המסוכנות ביותר, משום שהן מוצתות בתנאי מזג אוויר המתאימים להתפשטות שריפות, מתוך כוונה לגרום נזק מרבי. חלק מהשריפות שנגרמו מהצתה הן תוצאת פעילות של גורמים לאומניים, הרואים בפגיעה ביערות פגיעה במדינת ישראל, ויש המכנים אותה "ג'יהאד היערות"^[5]. באביב 2018 אנו רואים שימוש ב"עפיפוני תבערה" וב"בלוני תבערה", המועפים תוך הסתייעות במשטר הרוחות המערביות, מרצועת עזה לתוך שטח ישראל במטרה להצית שדות ויערות. בתקופה קודמת נמצא מתאם בין מתיחות פוליטית בין ישראל לפלסטינים לבין שיעור ההצתות ביערות^[7]. עד היום אין נתונים זמינים על אודות אחוז השריפות הנגרמות מהצתות על רקע לאומני. קשה מאוד לאתר מציתים בזדון, בייחוד בשטחי יער וחורש (הן על רקע פלילי הן על רקע לאומני), ומכאן הקושי להביאם לדין. כמו כן, קשה להוכיח בבית המשפט שאכן האש הוצתה מתוך כוונה לגרום נזק, ושהמצית לא "ניסה לכבות את האש שפרצה", כפי שניתן ללמוד מתיק 45944-11-12 שנדון בבית המשפט המחוזי בבאר שבע, בפני השופטת טלי חיימוביץ "...במרחק של כ-20-30 מ' הבחין בנאשם כשהוא מתכופף, מצית קבוצת עשבים ועורם משני צדיה צמיגים שהיו במקום. כאשר אחזה האש בצמיגים, עבר הנאשם למצבור סמוך של צמיגים וחזר על מעשיו. כל אותה עת עמד העד מאחורי עץ, השקיף על הנאשם ועקב אחר מעשיו. כאשר הצית הנאשם את הערימה השנייה, קרא לו העד לעצור. הנאשם הזדקף וזרק מאחורי גבו מצית. לשאלת העד, השיב הנאשם, כי הוא מנסה לכבות את האש, ואינו יודע מי הדליק אותה".



שריפה ביער אקליפטוס בעוטף עזה, 25.5.2018, שהוצתה באמצעות 'עפיפון תבערה'. "בתקופה קודמת נמצא מתאם בין מתיחות פוליטית בין ישראל לפלסטינים לבין שיעור ההצתות ביערות" | צילום שי לוי

על פי מידע משטרתי^[6] ומנתוני מערך הכבאות^[8], מתרחשות בישראל מעל 40,000 שריפות בשנה, ורובן הן דליקות בשטח פתוח שאינן זוכות לטיפול כלשהו מעבר לצמצום הנזק (בשנת 2016 פרצו 48,391 שריפות, 32,555 מתוכן בשטחים פתוחים). בשנת 2016 הייתה עלייה של 16% במספר הדליקות בשטחים פתוחים לעומת שנת 2015^[9]. בסיכום דו"ח הוועדה הבין-משרדית לשריפות יער, חורש ושטחים פתוחים לשנת 1989^[4] נטען כי "שומה על גורמי הביטחון הנוגעים בדבר לרכז מאמצים ולפעול בדרכים לא שגרתיות ומתחכמות כדי לתפוס מציתים ומבצעי חבלות ביערות", אולם עד היום המאמצים והפעולות כנגד מציתים מוגבלים, וכך גם חקירת השריפות בשטחים פתוחים. בגל השריפות בנובמבר 2016 (18.11–26.11) פרצו 1,773 שריפות, רובן כובו במהירות ללא נזקים משמעותיים, אך חלק מהן, כמו השריפה בזכרון יעקב, השריפה בחיפה ועוד, גרמו נזקי ענק ונזקים רבים לרכוש^[1]. 80 אירועים בגל שריפות זה נחקרו על-ידי מערך הכבאות וההצלה, ונמצא כי 71 מהם נגרמו מהצתות (רן שלף, מידע אישי).

מאמר זה בוחן את הגורמים לשריפות ואת עלויות הכיבוי של שריפות יער וחורש, ומטרתו לספק למקבלי ההחלטות מידע על אודות עלויות הכיבוי, ככלי לבחינת ההשקעה במניעה על פי גורמי השריפות.



שריפה באזור אוניברסיטת חיפה, 8.4.2005. "הבנת הגורמים לשריפה והשפעתו של כל אחד מהם על עלויות הכיבוי תאפשר למקבלי ההחלטות כלים טובים יותר ליצירת תוכניות מניעה" | צילום: שר לוי

תוצאות

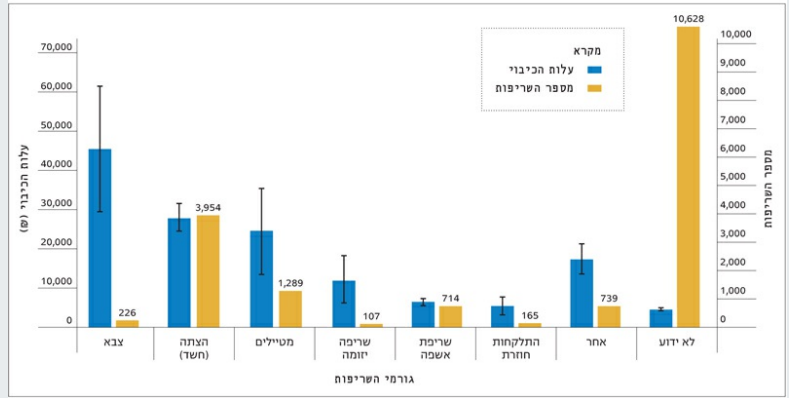
התפלגות מספר השריפות לפי גורם השריפה: שלוש הקטגוריות העיקריות ל-17,822 שריפות בשטחי חורש ויער בישראל בשנים 1998–2008 היו: גורם לא ידוע (10,628 שריפות. הגורם להן לא נודע משום שמרביתן כלל לא נחקרו), שריפות שיש חשד שנגרמו מהצתה (3,954) ורשלנות של מטיילים (1,289) (איור 1; נספח 3).

התפלגות עלות הכיבוי הכוללת לתקופת המחקר (1998–2008) לפי גורם השריפה (איור 2): מרבית ההוצאה על כיבוי שריפות היא על שריפות שיש חשד שנגרמו מהצתה (כ-112 מיליון ₪). שריפות שלא נחקרו ועל כן לא ידוע מה גרם להן הביאו להוצאה השנייה בעלותה (כ-54 מיליון ₪, עקב ריבוי האירועים), ואחריהן שריפות שפרצו עקב רשלנות מטיילים (כ-32 מיליון ₪) ובעקבות אימוני צה"ל (כ-10 מיליון ₪).

עלות כיבוי ממוצעת לשריפה בודדת על פי גורם השריפה (ממוצע ± שגיאת תקן, איור 1) היא $18,369 \pm 4,999$ ש"ח. עלות הכיבוי לשריפה שנגרמה על-ידי צה"ל היא $45,943 \pm 16,268$ ₪, עלות הכיבוי לשריפה שיש חשד שנגרמה מהצתה היא $28,243 \pm 3,655$ ₪, ועלות הכיבוי לשריפה שנגרמה מרשלנות מטיילים היא $24,761 \pm 10,903$ ₪. עלות הכיבוי הממוצעת לשריפה שלא נחקרה ולא ידוע מה גרם לה היא $5,045 \pm 358$ ₪. ההבדלים בעלות הכיבוי היו מובהקים (Kruskal-Wallis, $X^2_{(7)}=1492$, $p<0.001$). חשוב לציין כי העלויות המוצגות הן עלויות חסר, מאחר שלא היו נתונים זמינים ממשטרת ישראל, מרשות הטבע והגנים, מצה"ל ומגופים נוספים.

איור 1. עלות כיבוי ממוצעת (ושגיאת תקן) לשריפה בודדת על פי גורם השריפה, ומספר השריפות

על סמך נתוני כיבוי אש, הכיבוי האווירי וקק"ל, לשנים 1998-2008. ברוב המקרים גורם השריפה לא נקבע על ידי חוקר שריפות מוסמך, אלא בהתאם לדיווחי כוחות כיבוי אש ואנשי קק"ל בשטח. ההבדלים בעלות הכיבוי של השריפות השונות היו מובהקים: $\chi^2_{(m)}=1492$, $p<0.001$ Kruskal-Wallis.



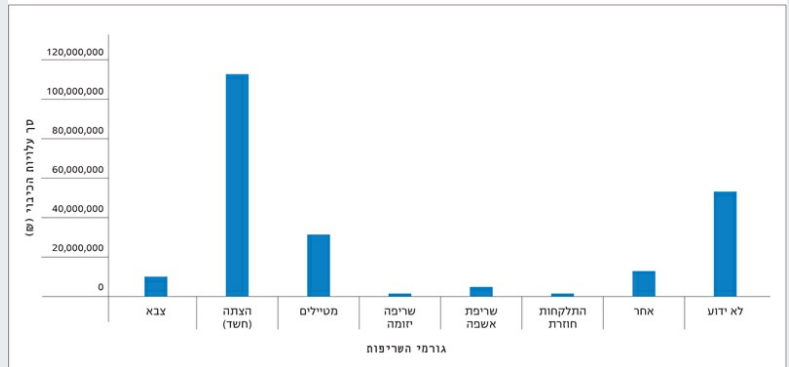
איור 1

עלות כיבוי ממוצעת (ושגיאת תקן) לשריפה בודדת על פי גורם השריפה, ומספר השריפות

על סמך נתוני כיבוי אש, הכיבוי האווירי וקק"ל, לשנים 1998-2008. ברוב המקרים גורם השריפה לא נקבע על ידי חוקר שריפות מוסמך, אלא בהתאם לדיווחי כוחות כיבוי אש ואנשי קק"ל בשטח. ההבדלים בעלות הכיבוי של השריפות השונות היו מובהקים: $\chi^2=1492$, $p<0.001$ Kruskal-Wallis.

איור 2. התפלגות סך עלויות כיבוי שריפות בישראל לפי הגורם להן

על סמך נתוני כיבוי אש, הכיבוי האווירי וקק"ל, לשנים 1998-2008. ברוב המקרים גורם השריפה לא נקבע על ידי חוקר שריפות מוסמך, אלא בהתאם לדיווחי כוחות כיבוי אש ואנשי קק"ל בשטח.



איור 2

התפלגות סך עלויות כיבוי שריפות בישראל לפי הגורם להן

על סמך נתוני כיבוי אש, הכיבוי האווירי וקק"ל, לשנים 1998-2008. ברוב המקרים גורם השריפה לא נקבע על ידי חוקר שריפות מוסמך, אלא בהתאם לדיווחי כוחות כיבוי אש ואנשי קק"ל בשטח.

דיון ומסקנות

שריפות בשטחים פתוחים צפויות לפרוץ בתדירות ובעוצמות גדולות יותר [3, 9, 18]. היות שהגורם האנושי הוא המשמעותי ביותר, ניתן לפעול לצמצום מספר השריפות, תוך בחינה של הגורמים להן ושל עלות כיבוין. עד מחקר זה לא נבחנו עלויות הכיבוי כמידע משלים על אודות מספר השריפות. לעלויות הכיבוי על פי גורם השריפה חשיבות משמעותית בקביעת מידת ההשקעה הנדרשת במניעה.

בעדיפות ראשונה, יש לצמצם את מספר השריפות שעלות כיבוין היא הגבוהה ביותר (איור 2). יש צורך להתמקד בשלושה גורמים עיקריים: הצתות (הן על רקע לאומני הן על רקע פוליטי), אימוני צבא ומטיילים. המציאות היא שהשריפות שנחקרות הן שריפות

שעלות כיבוי גבוהה או שנגרם בהן נזק לאדם ולרכוש.

בחינת סך עלויות הכיבוי על פי גורם השריפה מלמדת כי שריפות שיש חשד שנגרמו מהצתה, הן היקרות ביותר לכיבוי (איור 2), וזאת עקב מספר גבוה של אירועי שריפות ועלות ממוצעת גבוהה. השריפות שנגרמות על-ידי הצבא הן היקרות ביותר לכיבוי לשריפה בודדת, אך מספרן מועט. שריפות הנגרמות מרשלנות מטיילים הן הגורם השלישי מבחינת עלויות הכיבוי (איור 2).



שריפה בשטח אימונים של הצבא נוטה להתפשט על שטח גדול, ועלות כיבוייה הממוצעת גבוהה משל שאר גורמי השריפות | צילום: שי לוי

צמצום מספר השריפות שנגרמות משלושת הגורמים הללו עשוי להוריד משמעותית את עלויות הכיבוי. היות שלכל גורם שריפה יש מדיניות טיפול שונה, צריך להתאים את פעולות המניעה לגורם השריפה: (א) **הצתות לאומניות ופיליות** ניתן לצמצם על-ידי אכיפה מוגברת וענישה כבדה ומרתיעה, כפי שקבע המחוקק (אין בנתונים הקיימים במחקר זה לקבוע אם הגורם לאומני או פילי); (ב) **שריפות בצה"ל** ניתן להפחית עם הגברת המודעות, צמצום האימונים באש חיה במזג אוויר קיצוני, וכפי שנעשה בשנים האחרונות בחלק משטחי האימונים – הקטנת הביומסה הצמחית הדליקה באזורי חיץ ומסביב למטווחים ולשטחי אימון באש חיה. יש ליצור פסיפס נופי ותאי שטח קטנים יותר, שיאפשרו תיחום של שריפות כבר בשלב מוקדם; (ג) **שריפות עקב רשלנות של מטיילים** וכלל האזרחים ניתן לצמצם באופן משמעותי בעזרת: א. אסדרה שתאסור באופן מוחלט הדלקת אש בתנאי מזג אוויר שיש בהם סכנה חמורה של שריפות; ב. הסברה והגדלת המודעות הציבורית לסכנת שריפות, כולל הצבת תמרורי דרכים המוסרים את רמת הסכנה הנוכחית לשריפות, כנהוג במדינות רבות; ג. החדרת הנושא למערכת החינוך.

נוסף על כך, יש לבחון את עלותן של פעולות המניעה השונות במטרה לקבוע את התמהיל היעיל והכלכלי ביותר.

חשוב לזכור כי בכל מקרה יש צורך לצמצם את דליקות הצמחים ואת פיזורם במרחב, כפי שנעשה במדינות רבות. העקרונות המקצועיים המנחים להגנה על יישובים סמוכי יער וחורש מפני דליקות^[1], שנכתבו על-ידי מערך כבאות והצלה, מתייחסים בפירוט לצמצום סכנת השריפות, אך אינם מתייחסים לתנאי השטח (למשל לטופוגרפיה), שהשפעתם בשריפות יער רבה. טיפולים אקטיביים מחד גיסא, כמו חומרים מעכבי בעירה, ממטירים ותותחי גזר, ושימוש ברעייה במקומות מסוימים מאידך גיסא, יאפשרו את צמצום הפגיעה בעצים ויסייעו במניעה יעילה לא פחות מכריתת העצים.

טיפול בשריפות המשתייכות לשלוש הקטגוריות הללו צפוי לצמצם באופן משמעותי את השריפות היקרות ביותר לכיבוי, כך שהמשאבים שיושקעו בפעולות הממוקדות של המניעה, האכיפה, ההסברה והחינוך יתנו את התוצאות היעילות ביותר. מודל אקונומטרי שבחן את כדאיות ההשקעה במניעה יחסית לעלות הכיבוי (על פי מדדים סביבתיים)^[3] הראה כי יש צורך בבחינה נקודתית של הפרמטרים השונים, אך מודל זה לא הביא בחשבון את עלויות הנזקים לאדם לרכוש, וזאת עקב אי-זמינות הנתונים.

יש להרחיב ולשפר את החקירות של הגורמים לשריפות תוך יצירת בסיס נתונים אחיד ברמת פירוט גבוהה, שיהיה משותף לכל הגורמים העוסקים בשריפות, ויאפשר ניתוח מדויק יותר של גורמי השריפות בישראל. הקמת הרשות הלאומית לכבאות והצלה במשרד לביטחון פנים מספקת תנאים נוחים להאחדת בסיס נתונים זה.

שימוש בטכנולוגיות, כגון רחפנים ומצלמות, יאפשר הבנה טובה יותר של גורמי השריפות. שימוש במודלים של התפשטות האש, המבוססים על לוויינים, יאפשר לקבל תמונה מדויקת של מיקומי השריפות, ואף למנוע את התפשטות השריפות.

לסיכום, השקעה לאומית בתחום מניעת שריפות בכלל ובייחוד אלה הנגרמות מהצתה, מאימוני צבא ומרשלנות מטיילים, עשויה לצמצם את מספרן, להקטין את הנזק שהן גורמות, ולהקטין באופן משמעותי את ההוצאה הלאומית לכיבוי שריפות.

תודות

לקרנות ולמלגות אשר תמכו במחקר זה: הסוכנות היהודית, קרן סלים ורחל בנין, קק"ל, משרד החקלאות וקרן שושהיים. במערך כבאות והצלה: רן שלף, חיים תמם, אריה רגב, אייל כספי, יגאל זהר, אמיר לוי, שמעוני יצחק, ירון לוי, יגאל טודובר, ויקטור בן דויד, יוסף בן יוסף, אלי שרביט, סאמר חלבי, עידן בראון, חזי לוי, שמוליק פרנקו, יששכר תוהמי ורמי חלפון. ברשות הטבע והגנים: נתן אלבז, אייל כהן, דותן רותם, דודי וויינר ורפיק אבו-סעדה. בקרן הקיימת לישראל: ד"ר עמרי בונה, ישראל טאובר, ד"ר אבי גפני, פול גינסברג, ד"ר חנוך כליל החורש, ג'ון וודקוק, חנוך צורף, יעקוב ערק, רמי זריצקי, מיכה סילקו, אלכס שרמן, אולג גיציס, אופיר גמליאל. תודה מיוחדת לג'ניה דניסיוק ואירה מור. ברמת הנדיב: ד"ר צח גלסר.

מקורות

1. המשרד לביטחון פנים. 2016. מבצע באש ובמים: סיכום אירועי גל השריפות, 4 בדצמבר.
2. הרשות הארצית לכבאות והצלה. 2017. עקרונות מקצועיים מנחים להגנה על יישובים סמוכי יער וחורש מפני דליקות יער וחורש.
3. לוי ש. 2012. שריפות יער וחורש בישראל: היבטים אקולוגיים, ממשקיים וכלכליים (עבודה לקבלת תואר דוקטור). חיפה: אוניברסיטת חיפה.
4. מרקוביץ י. 1990. דו"ח הוועדה הבין-משרדית לשריפות יער, חורש ושטחים פתוחים לשנת 1989. משרד הפנים, נציב כבאות והצלה.
5. ספריאל א. 1996. ההיבטים האקולוגיים-ממשקיים של השרפה בכרמל – נקודת המוצא בספטמבר 1989. *אקולוגיה וסביבה* 1-2(3): 14-5.
6. קזז א. 2009. אשש (הצתות). *מראות המשטרה – ביטאון המשטרה* 19-18: 230.
7. קידר ג. 2001. גורמים לשריפת יערות נטועים, חורש טבעי ושטחים פתוחים בישראל (עבודת גמר לתואר מוסמך). חיפה: אוניברסיטת

8. שלף ר. 2016. הרשות הארצית לכבאות והצלה – סיכום שנת 2015.
 9. שלף ר. 2017. סיכום ראשוני של אירועי כבאות והצלה לשנת 2016.
 10. Ager AA, Preisler HK, Arca B, et al. 2014. Wildfire risk estimation in the Mediterranean area. *Environmetrics* 25(6): 384-396.
 11. Bassil M. 2000. Fire situation in Lebanon. *International Forest Fire News* 23: 87.
 12. Bilgili E. 1997. Forests and Forest Fire in Turkey. *International Forest Fire News* 17: 15-21.
 13. Bond WJ and Van Wilgen BW. 1996. Fire and plants. London: Chapman and Hall.
 14. Catry FX, Rego FC, Silva JS, et al. 2010. Fire starts and the human activities. In: Silva JS, Rego F, Fernandes P, and Rigolote E (Eds). Towards integrated fire management outcomes of the European project fire Paradox. European Forest Institute.
 15. Figchel J. 2009. The "Forest Jihad". *Studies in Conflict and Terrorism* 32: 802-810.
 16. Kliot N. 1996. Forest and forest fire in Israel. *International Forest Fire News* 15: 2-6.
 17. Lozano FJ, Su'arez Seoane S, Kelly M, and Luis E. 2008. A multi-scale approach for modeling fire occurrence probability using satellite data and classification trees: A case study in a mountainous Mediterranean region. *Remote Sensing of Environment* 112(3): 708-719.
 18. Lozano OM, Salis M, Ager AA, et al. 2016. Assessing climate change impacts on wildfire exposure in Mediterranean areas. *Risk analysis* 37(10): 1898-1916.
 19. Naveh Z. 1975. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Plant Ecology* 29: 199-208.
 20. Paz S, Inbar M, Kutiel H, et al. 2016. Wildfires in the eastern Mediterranean as a result of lightning activity – A change in the conventional knowledge. *International Journal of Wildland Fire* 25(5): 592-596.
 21. Valese E, Lubello D, Anfodillo T, et al. 2007. Economical estimation of forest fires damage. The 4th International Wildland fire Conference, May 14-17, Sivilla, Spain.
 22. Vilar L, Camia A, San-Miguel-Ayanz J, and Martín MP. 2016. Modeling temporal changes in human-caused wildfires in Mediterranean Europe based on Land Use-Land Cover interfaces. *Forest Ecology and Management* 378: 68-78.
-

