

**נספח 1.** פירוט מרכיבי המודלים לבחינת קצב התפשטות האש, סכנת הצתת צמרות וסכנת קיום שריפת צמרות

הסבר	מקור (מדידה בשטח/ערך ספרותי/חישוב נוסחה)	פרמטר
עומס דלק - מורכב ממשקל קבוצות הדלק השונות תוך שימוש בנתוני הצומח ובקשרים האלומטריים שפותחו כמפורט בפרק השיטות.	מדידה בשטח	$W_o$ - Oven dry fuel load ( $\text{kg m}^{-2}$ )
עומק הדלק - גובה ממוצע של צומח תת היער חושב מתוך הנתונים שנאספו בסקר צומח תת היער. חשיבותו גבוהה בשל היותו מאפיין של הסידור המרחבי של חומרי הדלק. בנוסף, חשוב לבחינת הסכנה להצתת צמרות הנגרמת בעקבות סולם דלקים.	מדידה בשטח	$\delta$ - Fuel depth (m)
יחס זה מתאר את השטח של חומרי הדלק החשופים לבעירה. SAV גדל ככל שחומר הדלק דק יותר. חומרי דלק דקים זמינים יותר לבעירה מפני שחלק גדול יותר מהביומסה שלהם נמצא על פני השטח וחשוף יותר לחום. $4/d = \text{SAV}$ (עבור כל חומרי הדלק פרט לעלים) [25]. 42.306 - ערך ממוצע עבור עלים מצומח ים תיכוני (Dimitrakopoulos & Panov, 2001).	מדידה בשטח וחישוב לפי נוסחה	SAV ( $\sigma$ ) - Surface area to volume ratio ( $\text{cm}^{-1}$ )
תכולת לחות בחומר הדלק - מהווה מרכיב במודלים השונים כגורם המשפיע על "קלות" ההצתה, התפשטות השריפה, עוצמת האש, קלות דעיכת האש ועוד (Keeley, 2009).	ערך מהספרות - נתון תכולת הלחות נלקח מהספרות. ערכו	$M_f$ - Fuel moisture content (%)

<p>בקבוצות הדלק 1-6 מ"מ, 7-10 מ"מ, 11-25 מ"מ ו- &lt;25 מ"מ הוערך כ- 46% תכולת לחות. ערך מינימלי של תכולת לחות בשיחים מתוך עבודה שבוצעה בספרד [8].</p> <p>עבור נשר עלים הוערך 10% תכולת לחות. ערך זה נלקח מנתונים בעבודה שנעשתה על אורנים בפורטוגל (Viegas &amp; Lopes, 2014).</p> <p>ערכי תכולת הלחות של עלים 1.6% וצומח עשבוני 1% נלקחו גם כן מעבודה שנעשתה בספרד (Saura-Mas &amp; Lloret, 2007).</p>	<p>משתנה עבור כל קבוצת דלק.</p>	
<p><u>צפיפות חלקיקים</u> - משפיע על הולכת החום של חומר הדלק ומכך גם על זמן ההצתה של חומר הדלק.</p> <p>נעשה שימוש בממוצע צפיפות החומרים עבור הקבוצות השונות, כפי שפורסם בעבודה שנעשתה ביוון על צומח ים תיכוני (Dimitrakopoulos &amp; Panov, 2001).</p> <p>עבור נשר עלים, עלים וצומח עשבוני נעשה שימוש בערך של 398.3 (kg/m<sup>3</sup>). 1-6 מ"מ - 610 (kg/m<sup>3</sup>); 7-10 מ"מ - 678 (kg/m<sup>3</sup>); 11-25 מ"מ - 678 (kg/m<sup>3</sup>); &lt;25 מ"מ - 760 (kg/m<sup>3</sup>).</p>	<p>ערך מהספרות</p>	<p><math>\rho_p</math> - Fuel particle density (kg m<sup>-3</sup>)</p>
<p><u>צפיפות גושית</u> - היחס בין עומס הדלק וגובה הצומח בתת היער. מחושב לפי: <math>\frac{W_o}{s}</math> (Wilson, 1980). הצפיפות הגושית מתארת את רמת דחיסות הצומח וכן את הרציפות המרחבית של חומרי הדלק בתא שטח מסוים. ערך גבוה ישפיע באופן שלילי על התפשטות השריפה בעקבות הגבלת חדירת חמצן לנפח הבוער (Brown, 1981).</p>	<p>מדידה בשטח וחישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\rho_b</math> - Bulk density (kg m<sup>-3</sup>)</p>
<p><u>יחס דחיסות</u> - רמת הדחיסות של חומר הדלק בתת היער. מחושב לפי: <math>\frac{\rho_b}{\rho_p}</math> (Wilson, 1980). הדחיסות נגזרת מהיחס בין הצפיפות הגושית לצפיפות החלקיקים. ככל שערך זה</p>	<p>מדידה בשטח, שימוש בערך מהספרות וחישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\beta</math> - Packing ratio</p>

<p>יהיה גבוה יותר תופחת עוצמת הבערה עקב מגבלה של חדירת חמצן אל הנפח הבוער.</p>		
<p>יחס דחיסות אופטימלי - נוסחה לחישוב מופיעה במודל: (Wilson, 1980; [28]). ערך זה מושפע באופן שלילי מ-SAV.</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\beta_{op}</math> - optimum packing ratio</p>
<p><u>יחס שטף ההפצה</u> - מדד המתאר איזה חלק מתוך אנרגיית האש במהלך הבעירה תורם להתקדמות האש בעזרת חימום חומרי הדלק שבהמשך קו האש [30]. נוסחה לחישוב רמת התפשטות השריפה מופיעה במודל: (Wilson, 1980; [28]).</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\xi</math> - Propagating flux ratio</p>
<p><u>מספר חימום אפקטיבי</u> - החלק היחסי מתוך סה"כ חומרי הדלק שחייב לעבור חימום לפני הצתה - חומרי דלק דקים מאוד כדוגמת עשבים יהיו בעלי ערך קרוב ל-1 [30]. נוסחה לחישוב <math>\varepsilon</math> מופיעה במודל: (Wilson, 1980; [28])</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\varepsilon</math> - Effective heating number</p>
<p><u>חום הצתה</u> - האנרגיה ליחידת שטח הדרושה להצתת יחידת דלק מסוימת. ערך זה נמצא בקשר ישר לתכולת הלחות של חומרי הדלק - תכולת לחות גבוהה תביא לדרישה של כמות אנרגיה גבוהה להצתה. נוסחה לחישוב כמות האנרגיה הדרושה להצתת חומרי הדלק. מופיעה במודל: (Wilson, 1980; [28])</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>Q_{ig}</math> - heat of pre-ignition (kJ kg<sup>-1</sup>)</p>
<p>חומרים כימיים מסוימים עשויים לסייע לתהליך הבעירה ולחלופין, ישנם כאלה שמעכבים אותה (כמפורט בפרק המבוא). בעבודה נעשה שימוש בערכים: עבור <math>S_T</math> ו-0.055 עבור <math>S_E</math> [29].</p>	<p>ערך מהספרות</p>	<p><math>S_T/S_E</math> - Fuel particle total/effective mineral ash</p>
<p><u>עומס דלק נטו</u> - ערך המבטא את עומס הדלק ללא תכולת המינרלים הקיימת בחומרי הדלק. הנוסחה לביטוי עומס הדלק נטו במערכת. מופיעה במודל: (Wilson, 1980; [28]).</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>W_n</math>- Net fuel loading (kg m<sup>-2</sup>)</p>

<p><u>מהירות רוח במרכז גובה הלהבות</u> - מהירות הרוח הינה הגורם הסביבתי המרכזי להתפשטות השריפה (Dimitrakopoulos, Vlahou, Anagnostopoulou, &amp; Mitsopoulos, 2011). בעבודה זו נעשה שימוש במהירות רוח של 15, 35, 60 קמ"ש (מהירויות רוח בינונית, גבוהה וקיצונית בהתאמה- מידע שבעל פה, חנוך צורף - קק"ל).</p>	<p>מידע שבעל פה.</p>	<p>U- Wind velocity at midflame height (m min<sup>-1</sup>)</p>
<p><u>תכולת חום</u> - מדד אשר מבטא את האנרגיה התרמית הפוטנציאלית שיכולה להשתחרר מחומר דלק. בעבודה זו נעשה שימוש בערך (Albini, 18608(kJ/kg), Sugihara et al., 2006; [28], 1976).</p>	<p>ערך מהספרות</p>	<p>h - heat content (kJ kg<sup>-1</sup>)</p>
<p>מקדם זה מתייחס לאפקט של תכולת המינרלים בהפחתת מהירות תגובת ההצתה הפוטנציאלית (Sugihara et al., 2006). המקדם הינו נגזרת של <math>S_E</math> ולכן הינו ערך קבוע. נוסחה לחישוב המקדם מופיעה במודל: [28].</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\eta_S</math> - mineral damping coefficient</p>
<p>מקדם זה מתייחס לאפקט של תכולת הלחות בהפחתת מהירות תגובת ההצתה הפוטנציאלית (Sugihara et al., 2006). המקדם הינו נגזרת של <math>M_f</math> ושל <math>M_x</math>. נוסחה לחישוב המקדם מופיעה במודל: [28].</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\eta_M</math> - moisture damping coefficient</p>
<p>מדד זה מוגדר כתכולת הלחות בחומר הדלק אשר מעבר לה האש תחדל מלהיות בת קיימא (Dimitrakopoulos et al., 2010; [28]). לצורך קביעת הערך בוצע ממוצע עבור ערכי תכולת הלחות של מיני צומח ים תיכוני (Dimitrakopoulos &amp; Papaioannou, 2001).</p>	<p>ערך ספרותי</p>	<p><math>M_x</math> - Moisture of extinction</p>
<p><u>מקדם רוח</u> - מבטא פונקציה של מהירות הרוח בגובה חצי הלהבה ולוקח בחשבון את מהירות הרוח וכן את מאפייני הארגון המרחבי של הדלק (SAV), צפיפות גושית וצפיפות חלקיקים). הנוסחה לחישוב מקדם הרוח מופיעה במודל: [28].</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p><math>\Phi_W</math> - Wind coefficient</p>

<p><u>פקטור המדרון</u> - מבטא פונקציה של רמת השיפוע וצפיפות חומר הדלק בתת היער. הנוסחה לחישוב השפעת השיפוע מופיעה במודל: [28].</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p>- Slope factor <math>\Phi_s</math></p>
<p><u>שעור העצמה</u> - ערך זה מתאר את הקצב שבו מיוצרת אנרגיה תרמית בתהליך השריפה. הערך מוגדר ככמות חום ליחידת זמן ליחידת שטח. הנוסחה לחישוב עצמת האש מופיעה במודל: [28].</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p>IR - Intensity rate</p>
<p><u>צפיפות גושית של צמרות העצים</u> - מתארת את המשקל ליחידת שטח של חומרי דלק מצמרת האש אשר יישרפו בשריפת צמרות [19]. נתון זה חושב מתוך נתוני הסקר היערי שבוצע על חופת היער וכן מחישוב נתוני עומס דלק זמין בעזרת שימוש במשוואות אלומטריות קיימות מעבודה שנעשתה במזרח אגן הים התיכון על עצי אורן ברוטיה (בוגרים, De-Miguel, Pukkala, Assaf, &amp; Shater, 2014).</p>	<p>מדידה בשטח בשילוב עם נתוני אלומטריה מהספרות</p>	<p>CBD(kg/m<sup>2</sup>) - Crown Bulk Density</p>
<p><u>גובה מינימלי של בסיס הצמרות</u> - גובה זה נלקח בחשבון ביצירת רצף אנכי בין תת היער לבין חופת היער.</p>	<p>מדידה בשטח</p>	<p>Canopy base minimum height(m)</p>
<p><u>כמות חום ליחידת שטח</u> - תוצר של כמות החום הנפלטת מחומרי הדלק ושל המשקל של חומרי הדלק שנשרפו במהלך הבעירה. הנוסחה לחישוב כמות החום הנפלטת תלויה ביחס שטח פנים לנפח של חומרי הדלק [29].</p>	<p>חישוב לפי נוסחה</p>	<p>HPA - Heat per unit area (kJ/m<sup>2</sup>)</p>
<p><u>פקטור הפחתת הרוח</u> - ערך זה מייצג את היחס שבין מהירות הרוח שבגובה 6.1 מטר לבין מהירות הרוח בגובה הלהבות. זהו גורם המבטא את הפחתת מהירות הרוח ע"י צמרות העצים [29].</p>	<p>ערך מהספרות</p>	<p>WRF - Wind reduction factor</p>