

26392



33

דו"ח לתכנית מחקר
=====

קוד זיהוי: 274-0010

שנה תהצובית: 1990

חוקר ראשי: זהר יחיאל

נושא המחקר: השפעת שריפה מקדומה (PRESCRIBED BURNING) על התפתחות היער, הצומח ותכונות הקרקע

מקורות המימון: עבורם מיועד הדו"ח:

הנהלת ענף ייעור
קרן קיימת לישראל

סוג דו"ח: שנתי

תמצית הדו"ח:

מטרות המחקר הם:

1) ללמוד את אופן התנהגות האש בעת שריפה מבוקרת בתנאים אקלימיים שונים ולגבש מיני עצים שונים, 2) לאמוד תרומתה להקטנת החומר הדליק הפוטנציאלי, 3) לבחון השפעותיה האקולוגיות על הרכב הצומח, 4) לקבוע את מהות ההבדלים בעמידות לשריפות של אורן ירושלים וא. ברוטיה, 5) לבדוק המקצב השנתי של רגישות לשריפות של עצי החורש העקריים.

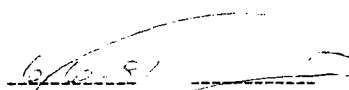
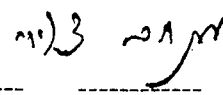
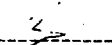
בצוע השריפות המבוקרות השנה נערך במחבנות דומה לזו של השנה הקודמת כאשר המין העקרי שנבחר השנה הוא אורן ירושלים, הממצאים מורים כי קיימת קורלציה מובהקת ($P < 0.05$) בין מהירות התפשטות האש לבין מהירות הרוח, וזאת ללא קשר לכמות הביומסה הדליקה ורטיבותה. בתנאי יער סגור מהירות רוח של 4 מ' לשניה מאפשרת שריפה יעילה. בתנאים אלה מהירות התפשטות האש עשויה להגיע עד 2.2 מ' לדקה. בתנאי רוח נאותים ניתן לבצע שריפות מבוקרות בטווח של 3-10 ימים לאחר הגשם. נקבע כי השריפות גרמו להפחתה ממוצעת של 77%-36% מהחומר הדליק, כאשר שעור החומר הנשרף מותנה בעקר ברטיבות נשר המחטים, גובה חריכת הגזעים נמצא בתלות חיונית מובהקת לגובה הלהבות, מהירות התפשטות האש והביומסה של הענפים העבים. תלות שלילית מובהקת לשעור רטיבות המחטים ולמשר השריפה.

מבחינת ההשפעה האקולוגית לטווח אורך של השריפה המבוקרת שבוצעה בברמל בשנה שעברה, נמצא כי היות עצי א. ברוטיה לא נפגעה, כמו כן, לא נמצאו כל סימני נגיעות של חרקים ופטירות בחלקים החרובים של הגזע. מבחינה פיטו-סוציולוגית נמצא כי הטביחות, הצפיפות והכיסוי של מיני צומח התת-יער הושפעו באופן שונה משפולי השריפה. נמצאו מינים שהשריפה עודדה הופעתם, כאלה שנפגעו מהשריפה ומינים שהופעתם לא הושפעה מהותית.

בהמשך לממצאים קודמים בהם נקבעה רגישות יתרה לשריפות של א. ירושלים בהשוואה לא. ברוטיה, נמצא כי עובי הקליפה היחסי (ביחס לקוטר העצים) של האקוטיפים השונים של א. ירושלים קטן בהשוואה לזה של א. ברוטיה. בדיקות מקבילות שנערכו לגבי כמות השרף במחטים הראו על דמה גבוהה יותר בא. ברוטיה.

בחירת המקצב השנתי של רגישות העלווה לשריפות של 7 מיני צמח החורש מורה על הבדלים ביניהם. הבדלים אלו משתנים בדיכ בהתאם לעונת השנה וקשורים למהלך הפיזיולוגי של העלים, במצב רטוב חרוב מצוי ואלת המסטיק הם העמידים ביותר ואלון התבור ועוזרר אחרון רגישים יחסית.

חתימות ואישורים

		
חוקר ראשי	מנהל המעלה	מנהל המכון
מנהל המכלול	מנהל המכלול	מנהל המכלול

דו"ח שנתי - 1990

פרויקט מס' 274-0010

שימוש בשריפות מבוקרות ככלי בממשק היער
מוגש להנהלת ענף היער - קרן הקיימת לישראל
ולקרן הכרמל - המשרד לאיכות הסביבה

מאת

יחיאל זהר

אברהם ויינשטיין

אילנה מידני

המחלקה למשאבי טבע וגידולי שדה

מינהל המחקר החקלאי

בית-דגן

עמוס ישראלי

השרות המטאורולוגי

בית-דגן

שימוש בשריפות מבוקרות ככלי בממשק היער

ת ק צ י ר

מטרות המחקר הם:

- (1) ללמוד את אופן התנהגות האש בעת שריפה מבוקרת בתנאים אקלימיים שונים ולגבי מיני עצים שונים.
- (2) לאמוד תרומתה להקטנת החומר הדליק הפוטנציאלי.
- (3) לבחון השפעותיה האקולוגיות על הרכב הצומח.
- (4) לקבוע את מהות ההבדלים בעמידות לשריפות של אורן ירושלים וא. ברוטיה.
- (5) לבדוק המקצב השנתי של רגישות לשריפות של עצי החורש העקריים.

בצוע השריפות המבוקרות השנה נערך במתכונת דומה לזו של השנה הקודמת כאשר המין העקרי שנבחן השנה הוא אורן ירושלים.

הממצאים מורים כי קיימת קורלציה מובהקת ($P < 0.05$) בין מהירות התפשטות האש לבין מהירות הרוח, וזאת ללא קשר לכמות הביומסה הדליקה ורטיבותה. בתנאי יער סגור מהירות רוח של 4 מ' לשניה מאפשרת שריפה יעילה. בתנאים אלה מהירות התפשטות האש עשויה להגיע עד 2.2 מ' לדקה. בתנאי רוח נאותים ניתן לבצע שריפות מבוקרות בטווח של 3-10 ימים לאחר הגשם. נקבע כי השריפות גרמו להפחתה ממוצעת של 36%-77% מהחומר הדליק, כאשר שעור החומר הנשרף מותנה בעקר ברטיבות נשר המחטים. גובה חריכת הגזעים נמצא בתלות חיובית מובהקת לגובה הלהבות, מהירות התפשטות האש והביומסה של הענפים העבים. תלות שלילית מובהקת לשעור רטיבות המחטים ולמשך השריפה.

מבחינת ההשפעה האקולוגית לטווח ארוך של השריפה המבוקרת שבוצעה בכרמל בשנה שעברה, נמצא כי חיות עצי אורן ברוטיה לא נפגעה כמו כן לא נמצאו כל סימני נגיעות של חרקים ופטירות בחלקים החרוכים של הגזע.

מבחינה פיטוסינולוגית נמצא כי השכיחות, הצפיפות והכיסוי של מיני צומח התת-יער הושפעו באופן שונה מטפולי השריפה. נמצאו מינים שהשריפה עודדה הופעתם, כאלה שנפגעו מהשריפה ומינים שהופעתם לא הושפעה מהותית.

בהמשך לממצאים קודמים בהם נקבעה רגישות יתרה לשריפות של אורן ירושלים בהשוואה לאורן ברוטיה, נמצא כי עובי הקליפה היחסי (ביחס לקוטר העצים) של האקוטיפים השונים של אורן ירושלים קטן בהשוואה לזה של אורן ברוטיה. בדיקות מקבילות שנערכו לגבי כמות השרף במחטים הראו על רמה גבוהה יותר באורן ברוטיה.

בחינת המקצב השנתי של רגישות העלווה לשריפות של 7 מיני צמחי החורש מורה על הבדלים ביניהם. הבדלים אלו משתנים בד"כ בהתאם לעונת השנה וקשורים למהלך הפנולוגי של העלים. במצב רטוב חרוב מצוי ואלת המסטיק הם העמידים ביותר ואלון התבור ועוזרר אהרון רגישים יחסית.

מטרות העבודה

1. להמשיך ללמוד את אופן התנהגות האש בעת שריפה מבוקרת בתנאים אקלימיים שונים ולגבי מיני עצים שונים.
2. לאמוד תרומתה להקטנת החומר הדליק הפוטנציאלי.
3. לבחון השפעותיה האקולוגיות על הרכב הצומח.
4. לקבוע את מהות ההבדלים בעמידות לשריפות של אורן ירושלים ו-א. ברוטיה.
5. לבדוק המקצב השנתי של רגישות לשריפות של עצי החורש העקריים.

חומרים ושיטות

העבודה בשנה החולפת התרכזה ב-3 נושאים:

1. שריפות מבוקרות.
2. בחינת המקצב השנתי של רגישות העלוה לשריפות של 7 צמחי החורש העקריים.
3. איפיון ההבדלים בין אורן ירושלים ל-אורן ברוטיה לגבי רגישותם לשריפות.

1. שריפות מבוקרות

הפעילות בנושא זה התרכזה בתקופה שבין 20/2/91 ל-18/3/91, זאת בשל האחור בהופעת הגשמים. במהלך תקופה זו בוצעו 11 שריפות מבוקרות. 8 שריפות בוצעו ביער אורן ירושלים בגיל 26 שנה ביער בן-שמן. 2 שריפות בוצעו בחלקות סמוכות כברעם, האחת של א. ירושלים והשניה של א. ברוטיה. שריפה נוספת בוצעה בכרמל בחלקה של א. הגלעין. כל שריפה בוצעה בשטח של 200 מ². בכל נסוי שריפה נערכו הבדיקות הבאות:

- | | |
|-------|---|
| 1.1 | בדיקות קדם שריפה |
| 1.1.1 | קוטר העצים (בגובה 1.3 מ') |
| 1.1.2 | עובי הקליפה (בגובה 0.3 ו-1.0 מ') |
| 1.1.3 | צפיפות הנטיעה (מספר עצים להקטר) |
| 1.1.4 | משקל (גרם למ ²) ורטיבות (%), רכיבי הביומסה הדליקה על קרקע היער. |
- הקביעה נערכה ע"פ 12 דגימות שנערכו לאורך 2 אלכסונים שחצו כל חלקה בצורת X. שטח כל דגימה 0.25 מ² (0.5x0.5 מ'). המרכיבים הנבדקים הם: מחטים, אצטרובלים, ענפים דקים שקוטרם עד 1 ס"מ וענפים עבים שקוטרם 1-3 ס"מ. כל מדגם כלל גם קביעת עומק הנשר. רטיבות החומר נעשתה הן ע"י לקיחת דגימות וקביעת אחוז רטיבות של כל החומר על בסיס משקל יבש בתנור והן בבדיקת שדה בה נבחנה הרטיבות של פני השטח של כל אחד מהמרכיבים. הבדיקה האחרונה בוצעה באמצעות מד רטיבות - protimeter.

1.2 בדיקות בעת השריפה

- 1.2.1 טמפרטורת האויר
- 1.2.2 לחות האויר
- 1.2.3 עוצמת הרוח וכוונה
- 1.2.4 מהירות התפשטות האש
- 1.2.5 גובה הלהבות
- 1.2.6 טמפרטורת האש. בדיקה זו בוצעה באמצעות מערכת של תרמוקפלים מחוברת לאוגר נתונים. טמפרטורת האש נבחנה ב-3 נקודות לאורך החלקה בגובה פני הקרקע. במרכז החלקה נבדקה הטמפרטורה גם בעומק $2\frac{1}{2}$ ס"מ וגם בגובה של 15 ו-40 ס"מ מעל פני הקרקע. הבדיקות בוצעו מדי 10 שניות ותאור הדינמיקה של התנהגות האש מובא עפ"י ממוצעים של השתנות הטמפרטורה מדי דקה.
- 1.3 בדיקות לאחר השריפה
- 1.3.1 קביעת מרכיבי הביומסה ע"י אותה שיטת דגום כמפורט בסעיף 1.1.4 תוך חשוב אחוז החומר הנשרף.
- 1.3.2 עומק שכבת הנשר
- 1.3.3 גובה חריכת הגזע
- 1.4 בדיקות לטווח ארוך לגבי ההשפעה האקולוגית של שריפה מבוקרת.
- בדיקות אלו בוצעו בנטיעות א. ברוטיה בכרמל שטופלו בשריפה מבוקרת בינואר 1990 (Zohar et al, 1990).
- 1.4.1 מצב חיות העצים נקבע ע"י השוואת רמת הלבלוּב של העצים המטופלים בהשוואה לעצי הבקורת.
- 1.4.2 רגישות לפגיעות חרקים במיוחד חיפושיות קליפה. נערך סקר ע"י אנטמולוגים. הסקר נערך כ-9 חודשים אחרי השריפה.
- 1.4.3 השינויים במערך הפיטוסוציולוגי.
- המערך הפיטוסוציולוגי נבחן בשני שלבים: האחד לפני השריפה בתאריך 7/1/90 והשני כ-3 חודשים לאחר השריפה, בין 29/3/90 לבין ה-11/4/90. תקופה זו מהווה עונת השיא בצמיחת העשבים. הבדיקות בוצעו בכל אחד משלושת הטיפולים - חלקות הבקורת, חלקות עם ביומסה נמוכה וחלקות עם ביומסה גבוהה. בדיקה נוספת באותה מתכונת תעשה השנה (אפריל, 1991) לגבי אותן חלקות.
- הגדרת והערכת המינים נעשתה בריבועים של 1 מ^2 ($1\text{ מ} \times 1\text{ מ}$) שפורזו בכל חלקה וחלקה לאורך אלכסונים. בכל חלקה העבודה נעשתה על 25 ריבועים. לכל מין ומין חושבו הנתונים הבאים:

(א) תדירות (frequency) - מס' החלקות בהם מופיע המין $\times 100$
סה"כ החלקות

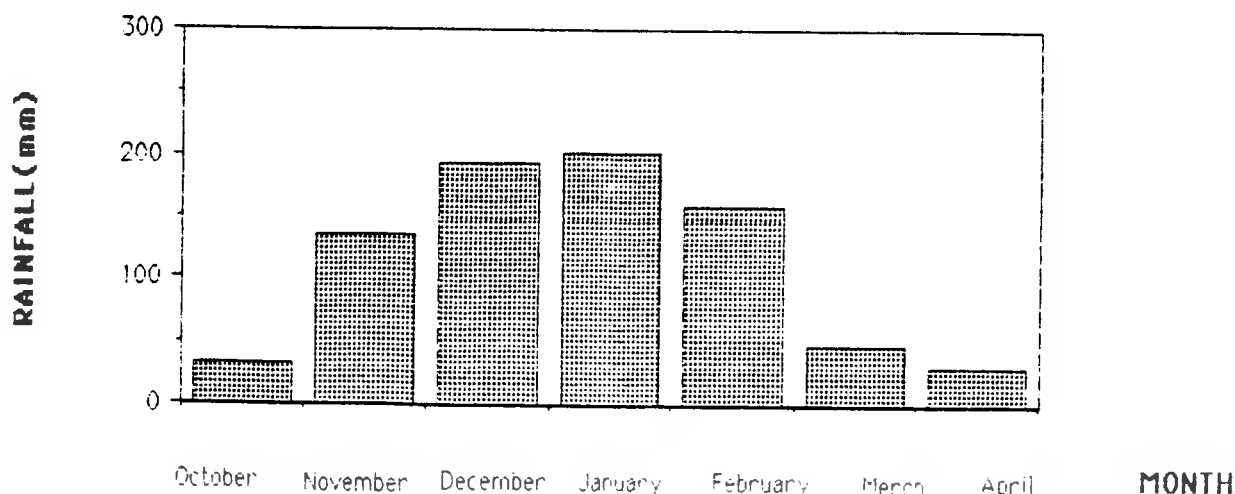
(ב) צפיפות (density) - מס' הצמחים ממין מסוים
כלל השטח הנדגם

(ג) כסוי (cover) - שטח הכסוי של מין מסוים
כלל השטח הנדגם

2. בחינת המקצב השנתי של רגישות העלווה לשריפות של 7 מיני צמחי החורש העקריים. נבחנו צמחי החורש הבאים: אלון התולע, אלון התבור, אלון מצוי, חרוב מצוי, אלה ארץ ישראלית, אלת המסטיק ועוזרר אהרון. מינים אלו גדלים בכפיפה אחת בתנאים דומים באילנות. עלים מעצים אלו נדגמו מדי כחודשיים. דגימות העלים הועברו למעבדה. חציים הועברו לקביעת שיעור הרטיבות (על בסיס משקל רטוב) והיתרה חולקה למדגמים של 1 גר' ואלו נבחנו ב"אפירדיטור". במכשיר זה ניתן לבצע סימולציה (הדמייה) של שריפה. מניחים את המדגם במתקן המחמם אותם לטמפרטורה של 540 מ"צ ומעליו במרחק של 4 ס"מ מצוי מקור אש. הבדיקה מתבצעת ע"י קביעת הזמן הנדרש להצתת העלים. הזמן נקבע בשניות בדיוק של מאית השניה, כאשר הזמן הנדרש משמש כמדד לעמידות. כל דגימה נבחנה ב-3 חזרות. בדיקות אלו בוצעו הן במצב טרי והן במצב יבש (יבוש בתנור). המהלך החודשי של המשקעים בתקופת הדגום מובא באיור 1.

Fig 1. Monthly rainfall at the experimental plot Ilanot (1989/1990).

איור 1. נתוני הגשם בחלקת חורש באילנות 1989/90



3. איפיון ההבדלים בין אורן ירושלים לאורן ברוטיה לגבי רגישותם לשריפות האפיון נקבע לגבי אקוטיפים שונים של אורן ירושלים ו-אורן ברוטיה.

3.1 קביעת עובי הקליפה - בדיקה זו בוצעה באמצעות מד עובי קליפה. עובי הקליפה נקבע בגובה סטנדרטי של 1 מ'. בגובה זה התבצעו 3 דגימות בהיקף הגזע. בדיקה זו בוצעה לגבי כל אחד מהאקוטיפים של אורן ירושלים ואורן ברוטיה, כאשר כל אקוטיפ יוצג ע"י 3 החזרות הקיימות בשטח. במקביל לקביעת עובי הקליפה נמדד קוטר העץ וחושב עובי הקליפה ביחס לקוטר.

3.2 בדיקות שרף באקוטיפים השונים של אורן ירושלים ואורן ברוטיה - בדיקות אלו בוצעו במערכת להפקת שרף במעבדה בבית-דגן. כמות השרף חושבה ל-100 גר' חומר רטוב של המחטים.

תוצאות

1. שריפות מבוקרות

שריפות מבוקרות בוצעו בתנאי מזג אויר שונים, בחורף המאוחר ובאביב המוקדם. עקר נסויי השריפות התרכזו בנטיעות בוגרות של אורן ירושלים באזור בן-שמן. אתרי הנסוי כללו רמות ביומסה של 1-2 טון לדונם בצפיפות נטיעה של 60-115 עץ לדונם. הקוטר הממוצע של העצים (D.B.H.) נע בטווח של 13.3-17.1 ס"מ. עובי הקליפה הממוצע בבסיס העצים נע בין 1.3-2.2 ס"מ. נקבע הבדל ברור בכמות נשר המחטים בין המינים הנבחרים. עומק הנשר בא. ירושלים היה בממוצע 2.3 ס"מ לעומת 3.7 ו-3.4 ס"מ ב-א. ברוטיה וב-א. הגלעין, בהתאמה (טבלה 1). השריפות בוצעו מספר ימים שונה לאחר כל סדרת גשמים (3-10 ימים). בכל ארועי השריפות כוון הרוח היה בגזרה דרום מערבית-מערבית (210° - 270°). טווח טמפרטורות האויר נע בין 13-25 מ"צ והלחות היחסית היתה בין 13%-50%.

מהממצאים מסתבר שהגורם העיקרי שהכתיב את התנהגות השריפה בכל הארועים היה מהירות הרוח. גורם זה קבע את מהירות התפשטות האש והתנהגותה וזאת ללא קשר לרמות הביומסה הדליקה ורטיבותה. במקרה זה נמצאה קורלציה בין מהירות הרוח למהירות התפשטות האש ברמת מובהקות של $P < 0.05$ (טבלה 4). ככלל מהירות הרוח בנסויים היתה בד"כ נמוכה, יחסית, ונעה בטווח של 1.2-4.0 מ'/שניה. כתנאים אלו מהירות התפשטות האש השתנתה מ-0.28 ועד 2.18 מ'/דקה. גובה הלהבות השתנה במהלך השריפות ונע בממוצע מ-27 עד 95 ס"מ. אך מדי פעם עקב מצבורי ביומסה, יש לשונות אש העשויים להגיע לגובה של 130 ס"מ.

גובה החריכה נמצא בכל המקרים גבוה יותר בצד העץ שמכנגד לכוון התפשטות האש. גובה זה היה בדרך כלל פי 3 ויותר בהשוואה לגובה החריכה בצד הפונה לכוון התפשטות האש (טבלה 2). נמצאה קורלציה חיובית מובהקת בין גובה החריכה לבין גובה הלהבות, ביומסה של הענפים הקטנים ומהירות התפשטות האש; קורלציה שלילית

נמצאה לגבי שעור הרטיבות של המחטים.

השריפות המבוקרות גרמו להפחתת 45%-77% מהחומר הדליק הפוטנציאלי ביער ולהפחתת כ-2/3 מעומק שכבת הנשר. הפחתה זו שנמצאה ביער בן-שמן, שעורה גבוה יחסית לנמצא בחלקת א. ירושלים ביער ברעם (36%). ניתן ליחס את ההפרש בשעור שריפת החומר הדליק להבדלים בשעור הרטיבות. כך שעור הרטיבות הממוצע של ענפים דקים ושל נשר ביער בן-שמן היה 14% לעומת 26% בברעם (טבלה 3). ככלל, קורלציות שליליות מובהקות נמצאו בין הרטיבות של כלל החומר הדליק ושל שטח פניו לבין שעור ההפחתה של הענפים הדקים, האצטרובלים ועומק שכבת נשר המחטים. תאור הדינמיקה של התנהגות האש עפ"י ההשתנות בטמפרטורת האש מובא באיור 2. הנתונים באיור מורים כי טמפרטורת האש המירבית בגובה פני הקרקע הגיעה ל-660 מ"צ. בתחנה בה נבחן פרופיל הטמפרטורה נמצא כי בגובה 15 ס"מ הטמפרטורה הגיע ל-370 מ"צ, בגובה 40 ס"מ נקבעה טמפרטורה של 230 מ"צ ובעומק 2.5 ס"מ נמדדה טמפרטורה של כ-20 מ"צ.

היות ויעילות השריפה נקבעת ע"י משך השריפה ושעור החומר הנשרף. ניתן לחלק השריפות שבוצעו ל-3 קבוצות (טבלה 5):

1. שריפות יעילות - משך שריפה קטן מ-20 דקות ושעור החומר הנשרף גבוה מ-60%.
2. שריפות בעלות יעילות בינונית - משך השריפה גדול מ-20 דקות או אחוז החומר הנשרף קטן מ-60%.
3. שריפות בעלות יעילות נמוכה - שריפות אשר משך השריפה גדול מ-20 דקות ואחוז החומר הנשרף קטן מ-50%.

מהטבלה מסתבר כי ההבדל בין שריפה יעילה (ארוע 7) לבין שריפה בעלת יעילות בינונית באותם תנאי מזג אויר (ארוע 5) נעוץ כנראה בהבדלים בשעור רטיבות נשר המחטים והאצטרובלים.

בבדיקות ארוכות טווח לגבי השריפות המבוקרות שבוצעו בשטחי אורן ברוטיה בכרמל בחורף 1990 נמצא:

- א. מבחינה פסיכולוגית עצי הנסוי הגיבו בדומה לעצי הבקורת - נקבעה אותה עוצמת לבלוב.
 - ב. לא נמצאו כל סימני נגיעות של חרקים או פטריות באזור חריכת הגזעים, כאשר הדגש בבדיקות הושם על פגיעות אפשרויות של חפושיות קליפה.
 - ג. המעקב הפיטוסינולוגי לגבי צומח התת-יער מראה כי השריפות משפיעות על הרכב המינים, חיותם, צפיפותם וכסויים (טבלה 6). על פי התדירות והכסוי של המינים לפני ואחרי שריפה בשני טפולי השריפה בהשוואה לבקורת, ניתן לאפיין את המינים לפי הפרוט הבא:
1. מינים שלא הושפעו מהותית מהשריפה - 16 מינים.
 2. מינים שהשריפה פוגעת בהופעתם - 23 מינים.
 3. מינים שהשריפה מעודדת את הופעתם - 6 מינים.

2. בחינת המקצב השנתי של רגישות העלווה לשריפות של 7 מיני צמחי החורש העקריים.
נתוח התוצאות נערך הן לגבי מצב רטוב והן לגבי מצב יבש.

במצב רטוב

דרוג עמידות המינים לפי נקודת ההצתה השנתית הממוצעת במצב רטוב הוא כדלקמן:
אלת המסטיק, חרוב מצוי, אלה ארץ ישראל, אלון התולע, אלון מצוי, אלון התבור,
עוזרר אהרון (איור 3).

הבדלים מובהקים נקבעו בין המינים אלת המסטיק וחרוב מצוי שנמצאו כבעלי עמידות גבוהה, לבין אלון התבור ועוזרר אהרון שנמצאו בעלי רגישות יתרה להצתה.

המקצב השנתי של שיעור רטיבות העלים על בסיס משקל רטוב מצביע על אחוז רטיבות גבוה בחודש מרץ-יולי ושיעור רטיבות נמוך נמצא בחודש ינואר.
מבין המינים בולט החרוב המצוי בשיעור רטיבות גבוה של העלים במהלך כל חודשי השנה (איור 4). לא נמצא קשר ברור בין מקצב הגשמים לרטיבות. חוסר הקשר מוסבר בשינויים של הפעילות הפיזיולוגית של עלי עצי החורש במהלך השנה.
נקודת הצתה גבוהה לגבי רוב המינים נקבעה בחודשים מאי-יולי. נקודת הצתה נמוכה יחסית נמצאה בחודשים ספטמבר ואוקטובר (איור 5).

במצב יבש:

דרוג המינים לפי הממוצע השנתי של נקודת ההצתה במצב יבש הוא כדלקמן: אלון מצוי, חרוב מצוי, אלון התולע, אלת המסטיק, עוזרר אהרון, אלון התבור, אלה ארץ ישראלית, כאשר הבדל מובהק נקבע בין אלון מצוי (איור 6) לבין שאר המינים.

נקודת הצתה גבוהה במצב יבש נקבעה בחודש ינואר, ואילו נקודת הצתה נמוכה יחסית נקבעה בחודשים מרץ-ספטמבר. בחודשים אלה בולט בנקודת ההצתה הגבוהה יחסית אלון מצוי (איור 7).

3. אפיון ההבדלים בין אורן ירושלים ואורן ברוטיה לגבי רגישותם לשריפות.

1.3 הנתונים לגבי שיעור עובי הקליפה (ביחס לקוטר) מובאים בטבלה 7.
הממצאים מורים על העדר הבדלים מובהקים בין האקוטיפים השונים של אורן ברוטיה ובין רוב האקוטיפים של אורן ירושלים. השוואת כלל האקוטיפים של שני המינים מורה על הבדל מובהק ביניהם ($P > 0.05$).
עובי הקלפה היחסי באורן ברוטיה גבוה יותר 8.7% לעומת 6.4%.

3.2 נתונים לגבי כמות השרף במחטים של אקוטיפים שונים של אורן ירושלים ואורן ברוטיה מובאים בטבלה 8. הנתונים מורים על הבדלים מובהקים ($P > 0.05$) בין אורן ירושלים ואורן ברוטיה. במקרה זה כמות שרף גבוהה יותר נמצאה באורן ברוטיה (0.27 גר/100 גר' מחטים) בהשוואה לאורן ירושלים (0.21 גר/100 גר' מחטים).

הבדלים מובהקים נמצאו בין מספר קטן של אקוטיפים בשני המינים.

ס כ ו ם

1. שריפות מבוקרות

מכלל הממצאים שנקבעו הן בניסויי שריפה מבוקרת של אורן ברוטיה בכרמל (1990), והן השנה לגבי א. ירושלים באזור בן-שמן וברעם, מסתבר כי מבין גורמי מזג האוויר, מהירות התפשטות האש מותנית רק במהירות הרוח (נספח 1). בתנאי יער צפוף יחסית (60-115 עץ לדונם) מהירות רוח מעל ל-4 מ' לשניה מאפשרת שריפה יעילה. בתנאי יער פתוח (30-40 עץ לדונם), כפי שנבחן בשריפות המבוקרות בכרמל, ניתן לבצע שריפות החל ממהירות רוח של 2 מ' לשניה. במהירות רוח של כ-4 מ' לשניה ניתן לבצע שריפה יעילה בטווח של 3-10 ימים לאחר כל סדרת גשמים. ההפחתה ברמת הביומסה הדליקה על קרקע היער השתנתה בהתאם למרכיבים כאשר ס"ה ההפחתה הממוצעת נעה בין 36%-77%. הפחתה זו תואמת את המגמות שנמצאו בניסויי הכרמל בשנה שעברה. נמצאה תלות שלילית מובהקת בין רטיבות מרכיבי הביומסה לבין ההפחתה בעובי שכבת נשר המחטים ובין שעור השריפה של ענפים דקים ואצטרובלים. ממצא זה מצביע על חשיבות השמוש בשריפה המבוקרת כטכניקה יעילה בהפחתת סיכוני שריפה ביערות בשטחים המטופלים. גובה חריכת הגזעים נמצא בתלות חיובית מובהקת עם גובה הלהבות, מהירות התפשטות האש, קוטר הגזעים, הביומסה של הענפים ורטיבות המחטים.

מבחינת ההשפעות האקולוגיות לטווח ארוך של השריפה המבוקרת נמצא כי חיות עצי אורן ברוטיה לא נפגעה. כמו כן לא נמצאו כל סימני נגיעות של חרקים ופטריות בחלקים החרוכים של הגזעים.

השכיחות, הצפיפות והכסוי של מיני צומח התת-יער הושפעו באופן שונה מטפולי השריפה. נמצאו מינים שהשריפה עודדה הופעתם, כאלה שנפגעו מהשריפה ומינים שהופעתם לא הושפעה מהותית.

2. בחינת המקצב השנתי של רגישות העלווה לשריפות של 7 מיני צמחי החורש העקריים. קיימים הבדלים ברגישות להצתה בין מיני החורש השונים. הבדלים אלו משתנים בד"כ בהתאם לעונת השנה וקשורים למהלך הפנולוגי של העלים.

מבחינת דרוג המינים עפ"י נקודת ההצתה הממוצעת השנתית במצב טרי נקבע כי חרוב מצוי ואלת המסטיק הם העמידים ביותר, ואלון התבור ועוזרר אהרון רגישים יחסית. לגבי אלון התבור ועוזרר אהרון שנמצאו רגישים לשריפות, מסתבר שרגישותם מתמקדת בעיקר בחודשי החורף (כאשר הם נתונים בשלכת חלקית) בהם הסכנה משריפה מיזערית.

3. איפיון ההבדלים בין אורן ירושלים לאורן ברוטיה לגבי רגישותם לשריפות.

בהמשך לקביעה של הרגישות היתרה לשריפות של אורן ירושלים בהשוואה לאורן ברוטיה (Zohar 1988, 1990) נערכו מספר בדיקות לאפיון ההבדלים. עובי הקליפה היחסי (ביחס לקוטר העצים) של האקוטיפים השונים של אורן ירושלים נמצא קטן באופן משמעותי בהשוואה לאקוטיפים של אורן ברוטיה. בדיקות מקבילות

שנערכו לגבי כמות השרף במחטים הראו על רמה גבוהה יותר באורך ברוטיה.

נתונים שהתקבלו עד כה עשויים לשמש כנתוני יסוד ראשוניים למודפקציות של המודלים לחזוי התנהגות האש ("Fire behave"). בשל מיעוט נסויי השריפות והשונות הרבה המאפינת את הפרמטרים הנבדקים, נראה כי יש להרחיב הנסויים בשנה הבאה מתוך מגמה ליצירת בסיס רחב הן לשפור המודלים והן ליעול השמוש בשריפות מבוקרות ככלי בממשק היער.

ס פ ר ו ת

Zohar, Y. Weinstein, A. Goldman, A. and Genizi, A. (1988). Fire Behaviour in conifer Plantations in Israel. Forest mediterrannee, t.x.No. 2.

Zohar, Y., Weinstein, A., Frankel, H., Kutiel, Pua and Israeli, A. (1990). Prescribed burning as a tool in forest management. Progress report to J.N.F. A.R.O. Bet-Dagan, Israel.

הבעת תודה

תודתינו נתונה להנהלת ענף היער - קק"ל ולקרן הכרמל - במשרד לאיכות הסביבה, על תרומתם לתיקצוב המחקר. תודה מיוחדת לכל אותם עובדי קק"ל שסיעו בכל עבודות השדה. כן אנו מביעים הוקרה לד"ר נעם זליגמן, על עזרתו בשלבי עבוד הנתונים.

טבלה 1 : איפיון חלקות הניסוי ורמות הביומסה הדליקה לפני השריפות המבוקרות.

TABLE 1 : Forest and fuel characteristics before prescribed burning in late winter, 1991

DATE	PLACE	SPECIES	AGE	PLOT NO.	Stocking DENSITY	DIAMETER DBH	BARK THICKNESS (cm)*		FUEL BIOMASS FRESH WT. (gr/m ²)					NEEDLE LITTERFALL	
							0.3 m	1.0 m	small branches	big branches	needle litterfall	cones	total biomass	depth (cm)	
			(year)		(tree/ ha)	(cm)									
25.2.91	BEN SHEMEN	Pinus halepensis	26	1	900	13.9	1.4	1.1	313	236	401	467	1417	2.4	
							S.D	3.5	0.4	0.1	43	169	47	106	366
25.2.91				2	1150	14.8	1.3	1.0	329	352	331	258	1270	2.2	
						S.D	4.8	0.3	0.2	88	190	33	113	424	0.2
				3	CONTROL	15.7		1.0	48	192	353	433	1026		
						S.D	5.3	0.3	57	226	196	305	784		
11.3.91				4	800	16.0	1.7	1.0	278	233	288	399	1197	2.3	
						S.D	3.5	0.5	0.2	65	171	96	109	441	0.2
11.3.91				5	950	17.1	1.7	1.1	196	192	279	391	1059	2.4	
						S.D	4.6	0.4	0.2	21	96	68	106	291	0.2
				6	CONTROL	13.7		1.0	64	256	257	657	1234		
						S.D	4.6	0.2	44	175	161	480	860		
11.3.91				7	900	14.2	1.4	1.0	185	517	295	321	1319	2.2	
						S.D	3.7	0.5	0.3	27	191	67	89	374	0.3
18.3.91				8	650	16.1	1.8	1.0	225	237	253	399	1114	2.5	
						S.D	4.1	0.5	0.2	39	167	62	146	414	0.3
18.3.91				9	600	16.2	2.2	1.1	222	336	217	275	1049	2.3	
						S.D	5.6	1.1	0.3	63	82	36	172	354	0.4
				10	CONTROL	15.7		1.1	104	416	543	870	1933		
						S.D	3.6	0.2	106	427	179	210	922		
18.3.91				11	900	13.3	1.6	0.9	268	564	198	416	1446	2.3	
						S.D	0.9	0.4	73	282	48	186	589	0.4	
				12	CONTROL	14.4		1.1	70	280	430	810	1590		
						S.D	3.1	0.2	61	245	222	370	898		
20.2.91	BARAM	Pinus halepensis	31	13	550	17.9		1.6	247	423	597	532	1799	2.3	
							S.D	3.7		0.4	395	501	182	593	1671
		Pinus brutia	31	13	550	17.2		1.6	426	227	1097	113	1863	3.7	
						S.D	2.9		0.3	375	393	436	203	1407	1.5
21.2.91	CARMEL	Pinus pinea	24	14	300	19.3		2.3	173	267	670	167	1277	3.4	
							S.D	3.0		0.2	186	271	269	408	1134

*Bark thickness measured at 0.3 m and 1.0 m above ground level.

טבלה 2 : תנאי מזג האוויר, התנהגות האש וגובה חריכת העצים.
TABLE 2 : Weather conditions, Fire behavior and scorching height.

PLACE	SPECIES	PLOT NO.	DAYS AFTER RAIN	AIR		WIND		RATE OF FIRE SPREAD (m/min)	FIRE DURATION (min/ 200m ²)	FLAME HEIGHT		SCORCHING HEIGHT		
				TEMPERATURE (°C)	RELATIVE HUMIDITY (%)	VELOCITY (m/sec)	DIRECTION (degrees)			AVERAGE (cm)	EXTREM (cm)	SIDE FACING FIRE (cm)	SIDE OF TREE NOT FACING FIRE (cm)	
BEN SHEMEN	Pinus halepensis	1	10	15.8	50	1.5	210	0.35	56.6		60	130	10.8	31.1
		2	10	15.8	45	1.5	210	0.48	41.3	SD	25		13.9	14.2
										42	70	7.4	27.2	
		4	3	23.0	13	1.5	270	0.50	40.1	SD	13		12.7	18.8
										27	30	8.1	22.3	
		5	3	25.0	13	4.0	270	1.18	17.0	SD	3		12.6	12.7
										76	130	15.6	57.7	
		7	3	25.0	13	4.0	270	2.18	9.2	SD	14		12.4	23.2
										72	100	24.5	88.0	
		8	5	23.0	35	2.0	210	0.28	73.5	SD	28		28.0	43.3
										43	70	13.7	43.7	
9	5	23.0	42	2.0	210	0.36	56.0	SD	23		12.4	39.3		
								80	90	20.0	49.1			
								SD	3		34.6	45.1		
11	5	23.0	37	2.0	210	0.48	28.0	SD	95	130	36.2	90.1		
								SD	18		43.5	49.4		
								BARAM	Pinus halepensis	3	15.0	39	1.8	210
SD	20		4.9	31.0										
	Pinus brutia	3	13.0	45	1.2	210	1.40	27.0		52	75	18.7	57.2	
									SD	23		9.2	26.8	
CARMEL	Pinus pinea	4	14.5	53	2.0	240	0.80	25.0		28	40	6.0	39.0	
									SD	7		2.5	26.0	

טבלה 3 : שיעור חריבות של חביוסס חדליקה לפני חשריפה ואחוז חחוסר חנשרף.

TABLE 3 : Fuel moisture content just before burning and the percent of fuel consumed by fire.

DATE	PLACE	SPECIES	AGE	PLOT NO.	FUEL MOISTURE (%) JUST BEFORE BURNING								BURNT FUEL (%)						
					all biomass				surface only				reduction of						
					small branches	big branches	needle litterfall	cones	small branches	big branches	needle litterfall	cones	needle depth	litterfall	small branches	big branches	needle litterfall	cones	average biomass
25.2.91	BEN SHEMEN	Pinus halepensis	26	1	S.D	15.0	14.0	19.0	18.0	8.2	8.2	8.0	6.7	66.7	81	53	70	85	72.3
25.2.91				2	S.D	17.0	13.0	16.0	14.0	10.2	10.2	9.7	9.3	63.6	91	73	69	75	77.0
				3	CONTROL					2.1	2.1	0.5	1.5						
					S.D														
11.3.91				4	S.D	13.0	17.0	12.0	21.0	9.1	10.1	7.4	7.7	77.8	74	21	30	64	47.3
					S.D					2.1	1.7	1.7	0.4						
11.3.91				5	S.D	11.0	12.0	13.0	21.0	9.1	10.1	7.4	7.7	66.7	74	20	24	63	45.3
				6	CONTROL					2.1	1.7	1.7	0.4						
					S.D														
11.3.91				7	S.D	17.0	12.0	6.0	15.0	9.1	10.1	7.4	7.7	66.8	90	87	44	84	76.3
					S.D					2.1	1.7	1.7	0.4						
18.3.91				8	S.D	13.0	14.0	25.0	18.0	10.4	11.0	10.8	9.8	79.3	87	42	40	90	64.8
					S.D					0.2	1.2	0.9	0.9						
18.3.91				9	S.D	18.0	13.0	12.0	15.0	8.4	7.8	9.6	8.4	78.3	84	78	47	85	73.5
				10	CONTROL					1.2	0.2	0.8	1.5						
					S.D														
18.3.91				11	S.D	9.0	5.0	8.0	10.0	9.6	7.8	10.1	7.9	73.9	93	72	35	82	70.5
				12	CONTROL					1.0	0.8	0.5	0.7						
					S.D														
20.2.91	BARAM	Pinus halepensis	31		S.D	25.9	21.0	26.3	29.0	11.5	22.0	20.7	30.2	21.7	23	53	44	23	35.8
					S.D	12.4	8.5	14.5	15.0	5.8	15.9	5.1	14.5						
		Pinus bruttia	31		S.D	16.8	22.0	26.0	42.5	17.4	24.0	23.8	31.5	45.9	78	46	64	38	56.5
					S.D	3.1	9.9	7.1	34.6	5.0	4.9	8.6	19.0						
21.2.91	CARMEL	Pinus pinea	24		S.D									47.1	46	36	28	62	43.1

טבלה 4 : סקדמי הקורלציה בין כמות החומר הדליק, תנאי מזג האוויר והשפעת השריפה הסבוקרת. (1991)

TABLE 4 : Simple correlation coefficients between fuel, weather and fire effects in prescribed burn experiments (1991).

FUEL AND WEATHER		FIRE CHARACTERISTICS		FLAME AVERAGE	HEIGHT EXTREME	FIRE EFFECTS		BURNT FUEL (%)					
		RATE OF FIRE SPREAD	FIRE DURATION			SIDE FACING FIRE	HEIGHT SIDE NOT FACING FIRE	reduction of					
								needle depth	litterfall	small branches	big branches	needle litterfall	cones
FUEL MOISTURE % (all biomass)	SMALL BRANCHES	0.30		-0.39	-0.40	-0.42		-0.75**	-0.69***		0.39	-0.57*	
	BIG BRANCHES			-0.71**	0.62*	0.62*	0.45	-0.66**	-0.64**			-0.76**	-0.57*
	NEEDLE LITTERFALL			-0.58**	-0.34	0.52	-0.42	-0.58*	-0.52	-0.35	0.38	-0.55*	-0.42
	CONES			-0.41	0.34			-0.66**	-0.49	-0.42		-0.81***	-0.58*
	SMALL BRANCHES							-0.56*			0.32	-0.65**	
	BIG BRANCHES			-0.38	-0.38			-0.85***	-0.64**			-0.89***	-0.57*
(surface only)	NEEDLE LITTERFALL					-0.80***	-0.56*		0.31	-0.81***	-0.43		
	CONES	-0.35	-0.34			-0.87***	-0.66*			-0.88***	-0.53		
FOREST CONDITION	STOCKING DENSITY	-0.33	0.38		0.35			0.36	0.49			0.46	0.42
	DBH			-0.42	-0.45	-0.45		-0.53	-0.68**	-0.54		-0.73**	-0.78***
	BARK THICKNESS 0.3m'							0.78**			-0.45		
	BARK THICKNESS 1.0m'			-0.31				-0.88**	0.73**			-0.89***	-0.58*
FRESH BIOMASS	SMALL BRANCHES	-0.41	-0.43	-0.33			-0.32	-0.30			0.68**	-0.37	
	BIG BRANCHES			0.46		0.64**	0.70**			0.76**			0.33
	NEEDLE LITTERFALL							-0.69**	-0.35		0.46	-0.73**	
	CONES											-0.39	-0.35
	TOTAL BIOMASS							-0.83***	-0.51		0.41	-0.73**	
	NEEDLE LITER' DEPTH							-0.31			0.33	-0.45	
WEATHER CONDITION	DAYS AFTER RAIN	-0.47	0.52				-0.45		0.36	0.30	0.70**	0.46	0.60*
	AIR TEMPERATURE			0.43		0.41	0.37	0.69**	0.38		-0.79***	0.57*	
	RELATIVE HUMIDITY	-0.51	0.45							0.35	0.78***		0.32
	WIND VELOCITY	0.65**	-0.50	0.48	0.45	0.32	0.56*				-0.54		
	WIND DIRECTION	0.58*	-0.46							-0.35	-0.60*		
FIRE BEHAVIOR	RATE OF FIRE SPREAD		-0.68**			0.32	0.58*						
	FIRE DURATION	-0.68**					-0.56*	0.55*	0.37			0.55*	0.38
	FLAME HEIGHT (AVERAGE)				0.84***	0.84***	0.75**		0.40	0.45		0.40	0.41
	FLAME HEIGHT (EXTREME)			0.84***		0.55*	0.53		0.30			0.36	0.33
SCORCHING HEIGHT	SIDE FACING FIRE	0.32		0.84***	0.55*		0.90***		0.41	0.47			0.36
	SIDE NOT FIRE												
BURNT FUEL	DEPTH LITTERFALL		0.55*										
	SMALL BRANCHES			0.40		0.41		0.82***		0.33		0.88***	0.55*
	BIG BRANCHES			0.45		0.47	0.46		0.30		0.41	0.82***	0.81***
	NEEDLE LITTERFALL						-0.32					0.35	0.74**
	CONES		0.55*	0.38	0.36			0.88***	0.82***	0.35			0.48
	TOTAL BIOMASS		0.38	0.41	0.33	0.36		0.55*	0.81***	0.74**		0.80***	

*** P< 0.01

** P<0.05

* P<0.1

טבלה 5 : חגורים המשפיעים על יעילות חשירת הסבוקרת.

TABLE 5 : FACTORS THAT WERE RELATED TO BURNING EFFICIENCY

PLOT ID*	FIRE EFFICIENCY	RATE OF FIRE SPREAD (m/min)	BURNING EFFICIENCY		BURNING CONDITIONS WEATHER								
			FIRE DURATION (min/200m ²)	FUEL REDUCTION (%)	WIND VELOCITY (m/sec)	DIRECTION (degrees)	RELATIVE HUMIDITY (%)	AIR TEMPERATURE (°C)	BIOMASS MOISTURE CONTENT (WHOLE SAMPLE)				
									SMALL BRANCHES (%)	BIG BRANCHES (%)	NEEDLE LITTERFALL (%)	CONES (%)	AVERAGE (%)
7	HIGH	2.18+	9+	76+	4+	270	13+	25+	17	12	6+	15+	13
5	MEDIUM	1.18	17	45	4+	270	13+	25+	11	12	13	21	14
Bh		0.48	14	36-	2	210	39	15	26-	21	26	29	26-
11		0.48	28	71	2	210	37	23	9+	5+	8	10	8+
Bb		1.40	27	57	1-	210	45	13-	17	22-	26-	43-	27-
2		0.48	41	77+	2	210	45	16	17	13	16	14+	15
9		0.36	56	74	2	210	42	23	18	13	12	15+	15
1		0.35	57	72	2	210	50-	16	15	14	19	18	17
8		0.28-	74-	65	2	210	35	23	13	14	25-	18	18
Cp	LOW	0.80	25	43	2	240	53-	15	-	-	-	-	-
4		0.50	40	47	2	270	13+	23	13	17	12	21	16

* See table 1

Extreme values :

- + Favorable for fire efficiency
- Unfavorable for fire efficiency

טבלה 6 א' : חחרכב חבוטני של צומח חתת-יער ביער אורן ברוטיה בכרמל,
לפני שריפתו, ינואר 1990, שכיחות חסינים-F(%, צמיסותם = C (% וביסויים = D (%).

TABLE 6a : Preliminary survey of seedlings in the understory of a *Pinus brutia* plantation
before prescribed burning, on Mt. Carmel on January 1990. (frequency =F,density =D, cover =C).

SPECIES	treat code	BEFORE FIRE								
		control			low biomass			high biomass		
		F	C	D	F	C	D	F	C	D
<i>Arisarum vulgare</i> Targ-Tozz	4	6.0	0.110	0.070	6.0	0.100	0.030	16.0	0.300	0.080
<i>Aristolochia parvifolia</i> Sibth et S	1	9.0	0.130	0.040	6.0	0.100	0.070	2.0	0.040	0.009
<i>Eryngium creticum</i> Lam	11	14.0	0.210	0.070	20.0	0.430	0.220	11.0	0.210	0.090
<i>Medicago polymorpha</i> L.	21	13.0	0.260	0.280	2.0	0.040	0.050	2.0	0.040	0.009
<i>Pinus brutia</i> Ten	2	11.0	0.130	0.090	4.0	0.040	0.020	9.0	0.130	0.040
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	16	9.0	0.190	1.620	8.0	0.160	2.400	2.0	0.020	0.120
<i>Quercus calliprinos</i> Well.	3	11.0	0.110	0.140	2.0	0.020	0.010	4.0	0.040	0.340
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	28	2.0	0.040	0.010	6.0	0.220	0.110	2.0	0.050	0.009
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	8	9.0	0.110	0.080	8.0	0.270	0.160	9.0	0.250	0.120
<i>Rubia tenuifolia</i> D'Urv	12	6.0	0.060	0.030	6.0	0.080	0.030	-	-	-
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	26	2.0	0.040	0.050	-	-	-	2.0	0.020	0.040
<i>Crepis aspera</i> L.	31	2.0	0.060	0.010	-	-	-	2.0	0.020	0.009
<i>Convolvulus scammonia</i> L.	6	2.0	0.020	0.010	-	-	-	-	-	-
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	25	2.0	0.020	0.010	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax officinalis</i> L.	30	2.0	0.020	0.010	-	-	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i> L.	10	-	-	-	8.0	0.120	0.120	9.0	0.160	0.120
<i>Plantago lanceolata</i> L.	24	-	-	-	4.0	0.140	0.060	2.0	0.020	0.009
<i>Prasium majus</i> L.	15	-	-	-	2.0	0.020	0.010	2.0	0.020	0.009
<i>Arum palaestinum</i> Boiss.	9	-	-	-	4.0	0.040	0.100	-	-	-
<i>Sarcopoterium spinosum</i> (L).Sp.	22	-	-	-	10.0	0.420	0.700	-	-	-
<i>Vicia</i> sp.	29	-	-	-	2.0	0.020	0.010	-	-	-
<i>Asphodelus</i> sp.	37	-	-	-	-	-	-	2.0	0.020	0.009
<i>Carduus argentatus</i> L.	20	-	-	-	-	-	-	2.0	0.040	0.009
<i>Crataegus aronia</i> (L).Bunc.et DC.	34	-	-	-	-	-	-	2.0	0.020	0.009
<i>Cyclamen persicum</i> Mill.	17	-	-	-	-	-	-	5.0	0.070	0.030
<i>Cynanchum acutum</i> L.	32	-	-	-	-	-	-	2.0	0.020	0.009
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	27	-	-	-	-	-	-	4.0	0.040	0.020
<i>Osyris alba</i> L.	35	-	-	-	-	-	-	2.0	0.020	0.009
<i>Pallenis spinosa</i> (L) Cass	33	-	-	-	-	-	-	5.0	0.070	0.060
<i>Stellaria media</i> (L).Vill.	13	-	-	-	-	-	-	4.0	0.070	0.050
<i>Tamus communis</i> L.	36	-	-	-	-	-	-	2.0	0.040	0.009

טבלה 6 ב' : חחרבב חבוטני של צומח חתת יער ביער אורן ברוטיח בברמל
לאחר שריפה (אפריל 1990).

TABLE 6b : The effect of prescribed burning on understory vegetation-species ,
Mt. Carmel , April 1990, frequency= F(%), density= D(%), cover=C(%)

SPECIES	treat code	3 MONTH AFTER FIRE								
		control			low biomass			high biomass		
		F	C	D	F	C	D	F	C	D
Aristolochia parvifolia Sibth et Sm	1	9.0	0.350	0.100	2.0	0.050	0.009	4.0	0.050	0.022
Bongardia chrysogonum (L). Spach.	45	2.0	0.040	0.010	4.0	0.080	0.020	1.0	0.010	0.005
Carduus argentatus L.	20	3.0	0.040	0.030	3.0	0.050	0.010	3.0	0.190	0.040
Clematis cirrhosa L.	50	0.0	0.007	0.004	0.1	0.009	0.005	1.0	0.010	0.005
Crepis syriaca (Borm)Borm.	42	2.0	0.040	0.010	6.0	0.110	0.030	6.0	0.180	0.030
Dactylis glomerata L.	10	4.0	0.050	0.030	7.0	0.250	0.070	13.0	0.530	0.087
Eryngium creticum Lam	11	6.0	0.190	0.130	9.0	0.110	0.070	9.0	0.130	0.070
Eryngium falcatum Delar	23	4.0	0.070	0.030	7.0	0.160	0.050	11.0	0.240	0.080
Hedypnois rhagadiloides (L)F.W Schmidt.	39	0.0	0.007	0.004	4.0	0.580	0.110	1.0	0.010	0.005
Lotus peregrinus L.	40	0.0	0.040	0.010	2.0	0.020	0.009	2.0	0.030	0.010
Picris sperengeriana (L).Poir.	49	1.0	0.010	0.007	0.1	0.019	0.005	2.0	0.065	0.030
Pinus brutia Ten	2	8.0	0.100	0.040	4.0	0.050	0.019	1.0	0.010	0.005
Rubia tenuifolia D'Urv	12	6.0	0.090	0.030	9.0	0.190	0.080	5.0	0.060	0.027
Salvia verbenaca L.	7	6.0	0.320	0.240	8.0	0.190	0.310	13.0	0.250	0.150
Scorzonera papposa DC.	5	2.0	0.040	0.010	6.0	0.200	0.070	9.0	0.420	0.170
Tamus communis L.	36	0.0	0.015	0.004	2.0	0.019	0.030	2.0	0.030	0.010
Convolvulus scammonia L.	6	2.0	0.040	0.010	0.1	0.030	0.004	-	-	-
Crepis aspera L.	31	0.0	0.007	0.004	0.1	0.009	0.005	-	-	-
Cyclamen persicum Mill.	17	0.0	0.007	0.003	0.1	0.019	0.005	-	-	-
Medicago truncatula Gaertn.	55	1.0	0.070	0.050	0.1	0.020	0.005	-	-	-
Pistacia lentiscus L.	16	4.0	0.070	0.700	0.1	0.050	0.850	-	-	-
Plantago lanceolata L.	24	1.0	0.070	0.040	3.0	0.090	0.033	-	-	-
Sanguisorba minor Scop.	25	2.0	0.020	0.010	0.1	0.009	0.005	-	-	-
Scorpiurus muricatus L.	53	2.0	0.050	0.030	0.1	0.009	0.005	-	-	-
Smilax aspera L.	43	1.0	0.010	0.007	2.0	0.019	0.080	-	-	-
Trifolium clypeatum L.	38	8.0	0.490	0.870	2.0	0.040	0.009	-	-	-
Trifolium tomentosum L.	54	0.0	0.007	0.004	0.1	0.009	0.050	-	-	-
Arum palaestinum Boiss.	9	1.0	0.020	0.020	-	-	-	1.0	0.010	0.005
Atractylis comosa Sieb.	48	1.0	0.030	0.007	-	-	-	1.0	0.010	0.005
Cephalanthera longifolia (L).Fritish	47	0.0	0.007	0.004	-	-	-	1.0	0.010	0.005
Geranium purpureum Vill.	27	0.0	0.010	0.003	-	-	-	1.0	0.022	0.005
Pallenis spinosa (L) Cass	33	0.0	0.015	0.004	-	-	-	1.0	0.010	0.005
Quercus calliprinos Well.	3	4.0	0.040	0.090	-	-	-	1.0	0.076	0.980
Stellaria media (L).Vill.	13	1.0	0.030	0.007	-	-	-	1.0	0.010	0.005
Tetragonolobus palaestina Boiss et Bl	51	0.0	0.015	0.004	-	-	-	1.0	0.010	0.005
Arisarum vulgare Targ-Tozz	4	1.0	0.010	0.007	-	-	-	-	-	-
Styrax officinalis L.	30	0.0	0.007	0.019	-	-	-	-	-	-
Valantia hispida L.	52	0.0	0.007	0.004	-	-	-	-	-	-
Vicia palaestina Boiss	14	3.0	0.070	0.050	-	-	-	-	-	-
Crepis palaestina (Boiss)Borm	44	-	-	-	5.0	0.330	0.060	4.0	0.220	0.022
Medicago polymorpha L.	21	-	-	-	2.0	0.019	0.028	1.0	0.010	0.005
Allium sp.	56	-	-	-	0.1	0.019	0.005	-	-	-
Crataegus aronia (L).Bunc.et DC.	34	-	-	-	0.1	0.009	0.020	-	-	-
Geranium dissectum L.	46	-	-	-	0.1	0.009	0.005	-	-	-
Sarcopoterium spinosum (L).Sp.	22	-	-	-	3.0	0.130	0.260	-	-	-

טבלה 7 : עובי הקליפה ביחס לקוטר (%) באקוטיפים השונים של אורן ירושליים ואורן ברוסיה (בקוע 1990).

Table 7 : Bark thickness -DBH ratio for different ecotype of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* (BEQA 1990).

<i>Pinus brutia</i>			<i>Pinus halepensis</i>		
ecotype	bark (%)	*	ecotype	bark (%)	*
30	10.37	A	1	9.82	A
24	10.25	A	10	7.95	AB
31	9.62	A	12	7.47	AB
26	9.55	A	18	7.12	AB
33	9.29	A	22	7.06	AB
35	9.16	A	2	7.02	AB
29	8.88	A	3	6.81	AB
28	8.72	A	19	6.65	AB
32	8.62	A	8	6.54	AB
23	8.33	A	5	6.37	AB
25	8.33	A	17	6.32	AB
34	7.81	A	13	6.19	B
36	7.44	A	15	6.10	B
27	7.22	A	14	5.83	B
			9	5.81	B
			4	5.74	B
			16	5.71	B
			21	5.59	B
			11	5.22	B
			7	5.20	B
			6	5.08	B
			20	4.87	B
AVERAGE	8.75	A		6.38	B

ממוצעים שאינם חולקים אות משותפת נבדלים אחד מהשני לפי מבחן התחום המרובה של דנקן
 * $p < 0.05$ -1

טבלה 8: כמות חֶשֶׁרף (סמ"ק שרף/100 גר' מחטים) באקוטיפים
חשונים של אורן ירושליים ואורן ברוטיה (בקוע 1990).

**Table 8 : Resin extraction (cc/100 g needles) of
defferent ecotype of Pinus halepensis and Pinus brutia (BEQA 1990).**

Pinus brutia			Pinus halepensis		
ecotype	resin*	* *	ecotype	resin*	
25	0.35	A	20	0.28	A
28	0.33	AB	13	0.26	AB
36	0.32	AB	6	0.24	AB
23	0.31	AB	10	0.24	AB
32	0.29	AB	15	0.24	AB
29	0.28	AB	17	0.24	AB
31	0.26	AB	14	0.23	AB
35	0.25	AB	7	0.23	AB
26	0.24	AB	9	0.19	AB
33	0.20	B	11	0.18	AB
34	0.19	B	3	0.18	AB
			2	0.17	B
			19	0.16	B
			8	0.16	B
averag	0.27	A		0.21	B

* * -
* -

סמ"ק שרף/100 גר' מחטים טריות
ממוצעים שאינם חולקים אות משותפת נבדלים אחד מהשני
ב- $p < 0.05$ לפי מבחן התחום המרובה של דנקן

Fig. 2. Profile of fire temperature ($^{\circ}\text{C}$) at ground level at a depth of 2.5 cm and height of 15 and 40 cm (*Pinus halepensis*, Ben Shemen 18.3.91)

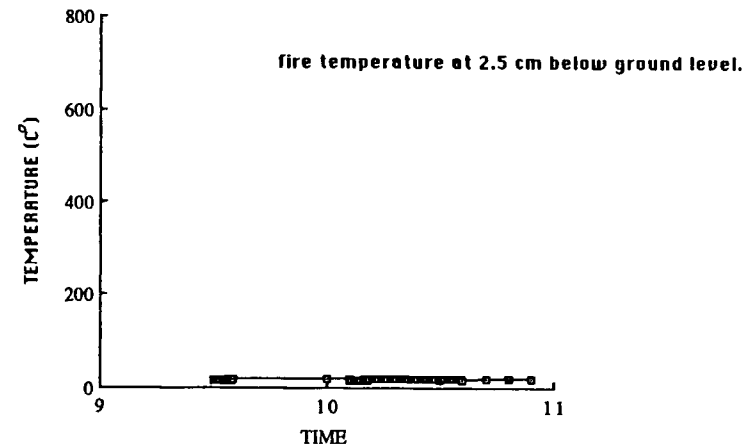
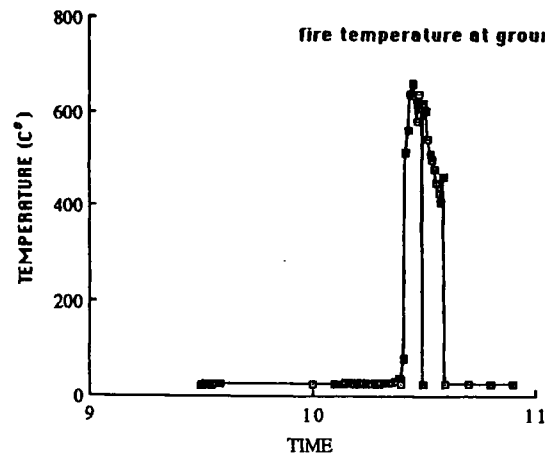
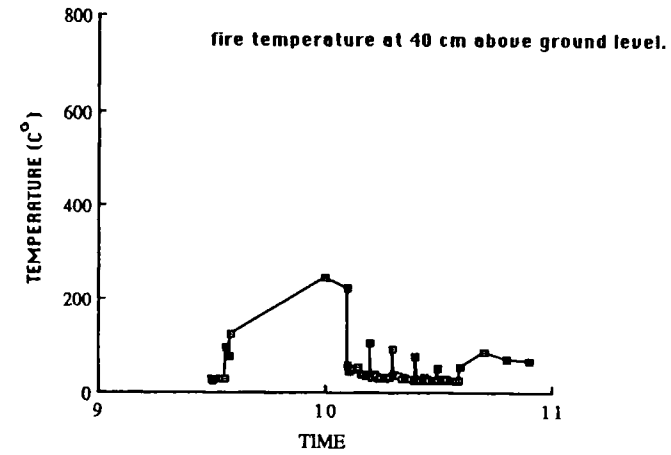
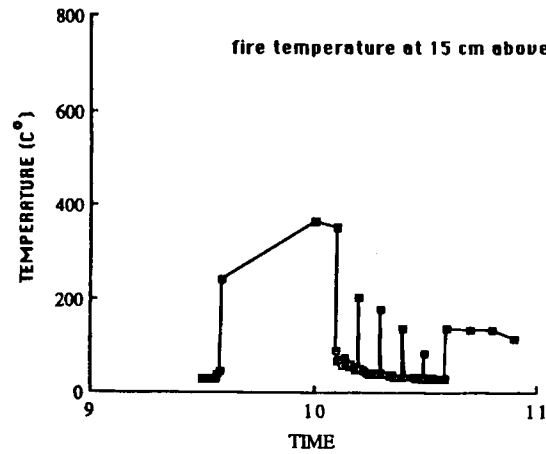


Fig 3. Oak scrub characteristics according to mean annual ignition point of the fresh leaves.

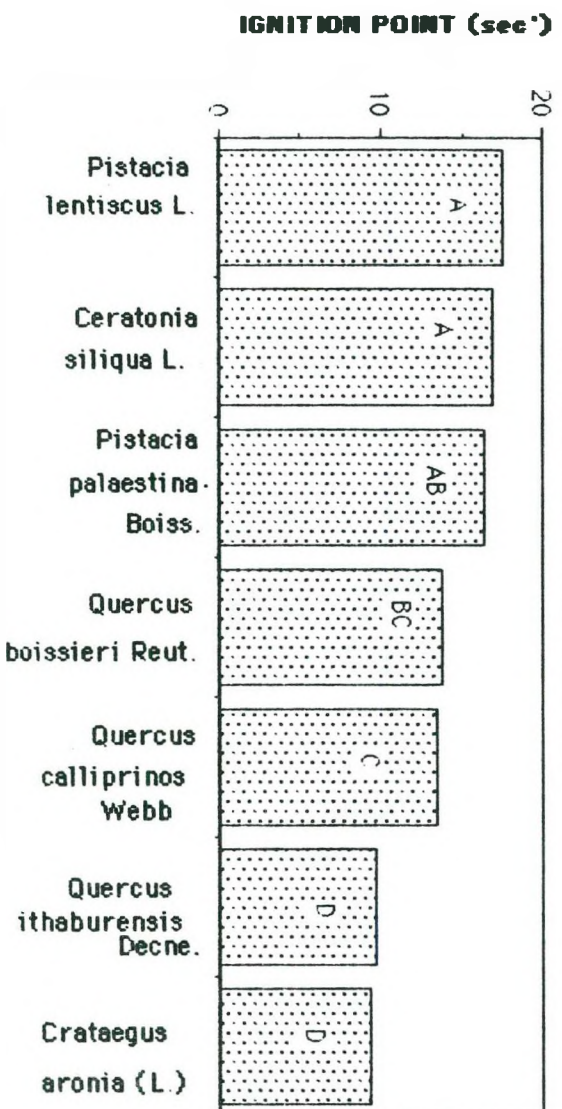


Fig 4. Annual rhythm of leaves moisture of the oak scrub species.

איור 4. המקצב השנתי של שיפור רטיבות העלים בצומח חורש.

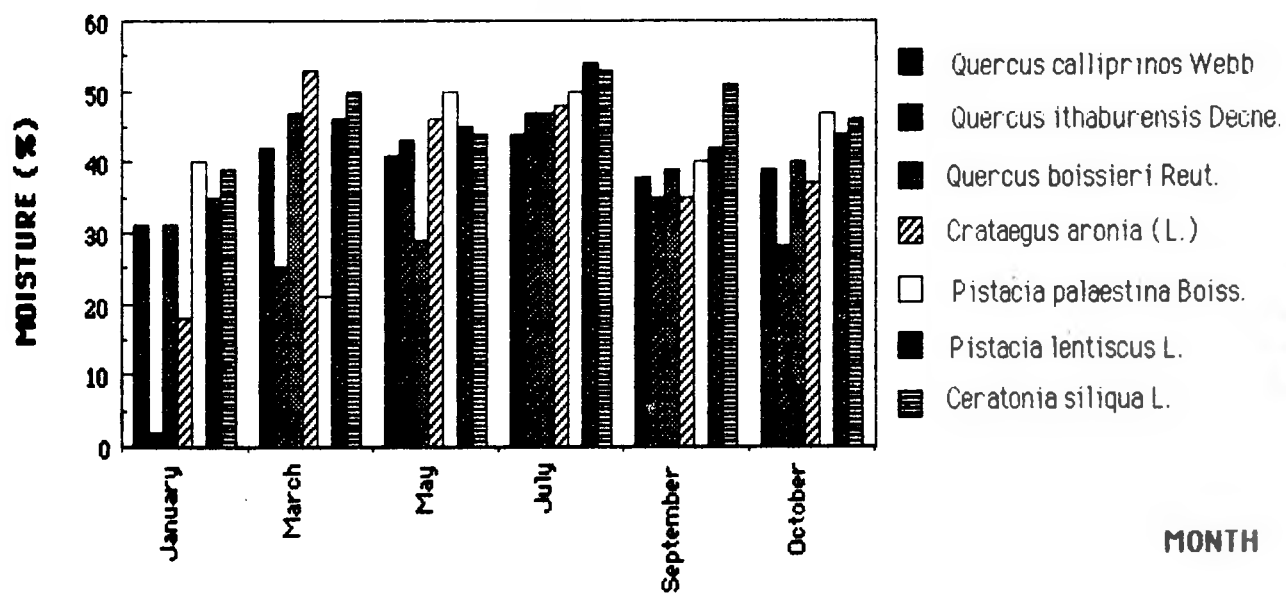
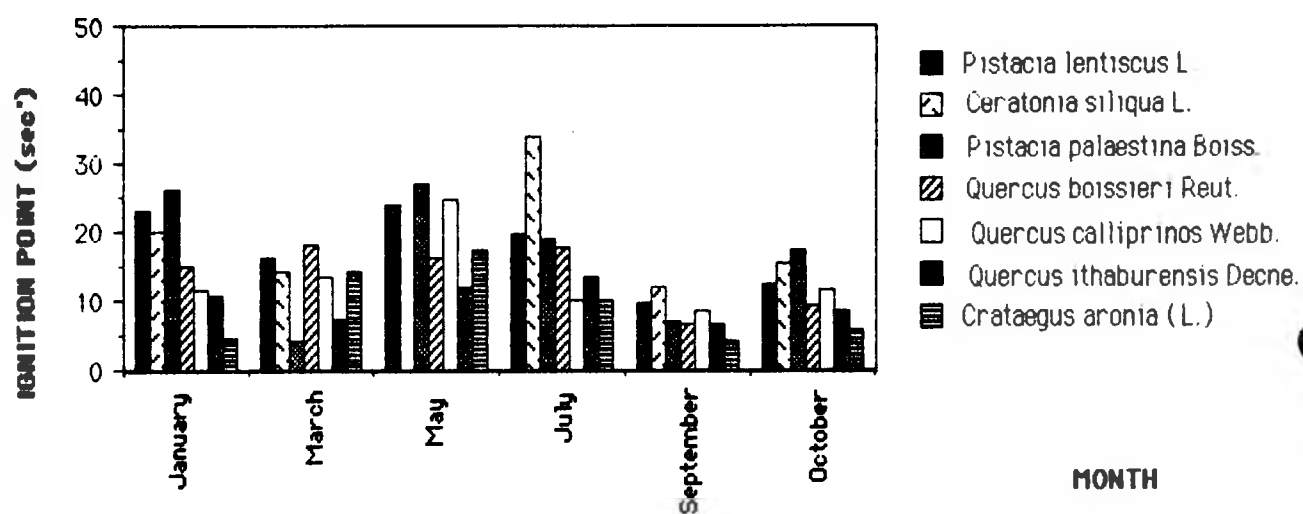


Fig 5. Annual rhythm of the ignition point for fresh leaves of oak scrub.

איור 5. המצב השנתי של נקודת ההצתה בצומח החורש במצב טרי.



נספח 1 : מקדמי הקורלציה בין כמות החומר הדליק, תנאי מזג האוויר והשפעת השריפה המבוקרת. (1990-1991)

Appendix 1: Simple correlation coefficients between fuel, weather and fire effects in prescribed burn experiments (1990-1991).

FUEL AND WEATHER		FIRE CHARACTERISTICS				FIRE EFFECTS								
		RATE OF FIRE SPREAD	FIRE DURATION	FLAME AVERAGE	HEIGHT EXTREME	SCORCHING SIDE FACING FIRE	HEIGHT SIDE NOT FACING FIRE	BURNT FUEL (%)						
								reduction of needle depth	litterfall	small branches	big branches	needle litterfall	cones	average biomass.
FUEL MOISTURE % (all biomass)	SMALL BRANCHES	0.5**	0.42	-0.38	-0.40	-0.36	0.67***	-0.75**	-0.68***		0.39	-0.57*		
	BIG BRANCHES			-0.71**	-0.62*	-0.49*		-0.66**	-0.60**	-0.34		-0.75**	-0.57*	
	NEEDLE LITTERFALL			-0.58*				-0.58*				-0.55*	-0.42	
	CONES			-0.41				-0.66**	-0.49	-0.42		-0.81***	-0.58*	
	SMALL BRANCHES							-0.56*			0.32	-0.65**		
	BIG BRANCHES			-0.38	-0.41	-0.38		-0.85***	-0.64**					
(surface only)	NEEDLE LITTERFALL	-0.35			-0.80***	-0.56*		0.31	-0.81***	-0.43				
	CONES				-0.87***	-0.66*			-0.88***	-0.53				
FOREST CONDITION	STOCKING DENSITY	0.55**	0.61***	0.37	0.51	0.70***		0.45	0.62**			0.42	0.54*	
	DBH			-0.55*	-0.58*			-0.58*			-0.64**	-0.81***		
	BARK THICKNESS 0.3m'			-0.33	0.38			0.78**			-0.45			
	BARK THICKNESS 1.0m'	0.46**	0.63***	-0.50	-0.47	0.56**	-0.71**			-0.58*	-0.61**			
FRESH BIOMASS	SMALL BRANCHES	0.44*	-0.49**	0.48	-0.39	0.37	0.79***				0.72**	-0.30		
	BIG BRANCHES	0.36	-0.56**						0.33	0.37			0.36	
	NEEDLE LITTERFALL							-0.71**	-0.44			-0.72**	-0.41	
	CONES	-0.37			0.32									
	TOTAL BIOMASS		-0.44**				0.60***	-0.76***		0.41	-0.72**			
	NEEDLE LITERFALL DEPTH		-0.44**	-0.32			0.42*	-0.41			-0.42	-0.35		
WEATHER CONDITION	DAYS AFTER RAIN	-0.47	0.53*	0.51			-0.42		0.37	0.32	0.69**	0.46	0.60*	
	AIR TEMPERATURE		0.47**					0.72**			-0.56*	0.56*		
	RELATIVE HUMIDITY							-0.35			0.53*			
	WIND VELOCITY	0.50**	-0.53	0.46	0.43		0.52**				-0.49			
	WIND DIRECTION		0.37				-0.50**				-0.60**			
FIRE BEHAVIOR	RATE OF FIRE SPREAD	-0.61***	-0.61***					0.77***						
	FIRE DURATION							-0.63***						
	FLAME HEIGHT(AVERAGE)							0.57*			0.30	0.56*	0.41	
	FLAME HEIGHT(EXTREM)							0.37	0.51	0.49		0.40	0.50	
SCORCHING HEIGHT	SIDE FACING FIRE	0.77***	-0.63***	0.86***	0.62**	0.36	0.36	0.32	0.39	0.53**		0.31	0.45	
	SIDE NOT FIRE			0.74***	0.54*									
BURNT FUEL	DEPTH LITTERFALL		0.57*	0.37		0.32			0.83***			0.87***	0.60*	
	SMALL BRANCHES			0.51	0.43	0.39				0.38		0.77***	0.84***	
	BIG BRANCHES			0.50	0.31	0.53**			0.38		0.46	0.36	0.76***	
	NEEDLE LITTERFALL		0.30										0.55*	
	CONES		0.56*	0.40	0.37			0.87***	0.77***	0.36			0.77***	
	TOTAL BIOMASS		0.41	0.50	0.44	0.45		0.60*	0.84***	0.76***	0.55*	0.77***		

*** P< 0.01

** P<0.05

* P<0.1

fresh biomass. This is a significant reduction of wild fire hazards in the forest. Negative significant correlations was found between fuel moisture and the reduction in the needle litter fall depth.

Scorching height was related significantly to flame height, rate of fire spread, branch biomass, moisture of the needle litterfall and tree DBH.

Tree vitality and bark beetle infestation were not affected by the burn.

Phyto-sociological analysis shown three main groups: species that were not affected by the prescribed burning, species that were disappeared after the prescribed burning and species that the fire encourage their appearance.

Ecotypes of P. halepensis had thinner bark and lower needle resin content than P. brutia.

The annual rythm of the ignition point of the fresh leaves for the seven main oak scrub species shown that Ceratonia siliqua L. and Pistacia lentiscus L. have the highest ignition points while Quercus ithaburensis Decne. and Crataegus aronia (L.) Bosc. have the lowest.

The data that were collected so far may be used as a base for modifications of the U.S.D.A, F.S. fire behavior models.

In view of our limited experience and the high variation of the parameters which are involved in the prescribed burning, it is recommended to enlarge the prescribed burning study programs so as to improve models and parameterization to improve the efficiency of prescribed burning as a tool in semi arid forest management.

Prescribed burning as a tool in forest management

Progress report for 1990

Submitted to J.N.F

by

Zohar, Y., Weinstein, A. and Midani Ilana

Division of Natural Resources

(Forest Section) A.R.O.

P.O.Box 6, Bet Dagan 50 250, Israel

Meteorological Service

SUMMARY

The aims of this project are to examine fire behaviour in pine plantations under different environmental conditions and the effect of prescribed burning on the reduction of fuel biomass, the tree response and the understorey vegetation. In addition, the relation between tree characteristics (bark thickness, resin content of the needles) as indication for fire sensitivity is investigated in different ecotypes of Pinus halepensis and P. brutia. The annual rhythm of the ignition point of 7 major species in Oak-scrub vegetation was determined.

The data that were collected from the prescribed burning in P. brutia (Carmel 1990) and P. halepensis (Ben-Shamen 1991) plantations indicate that the rate of fire spread is depended mainly on wind vilocity. In this case significant correlation was found at a level of $P < 0.05$, while no correlation was observed with other weather parameters.

Under dense plantations (600-1150 trees/ha) wind vilocity at 4m/sec. causes efficient burning. While under open plantations (300-400 trees/ha) efficient burning is achieved already at 2 m/sec. Under such conditions prescribed burning can be conducted 3-10 days after rain storm.

The reduction of the fuel biomass varied according to their components, while the average reduction reached 36-77% of total

