

<div></div>	<div>ספרות</div>
תלמוד ירושלמי, חלה: נ"ח, ע"ג.	
הנוסע מבורדו - Itinerarium Burdigalense. P. Gayer and O. Cuntz eds. <i>Itineraria et alia geographica</i> . Corpus Christianorum. Series Latina, 175. Turnhout 1965: 1-26	
גדות, י. וטפר , י. 2008. מפת רגבים (49), סקר ישראל. רשות העתיקות (מהדורה אלקטרונית). http://www.antiquities.org.il/survey/#map	

גדות, **י. וטפר**, י. 2008. אדם וסביבה - ארכיאולוגיה של הנוף ברמת מנשה. בתוך: ש, בר (עורך). *בהר בשפלה ובערבה*. עיונים ומחקרים מוגשים לאדם זרטל בשנת השלושים לסקר הר מנשה. חיפה: אריאל. עמ' 255-270.

גורלוזני, א. 2004. עינות שוני. *חדשות ארכיאולוגיות*, 116. רשות העתיקות (מהדורה אלקטרונית). http://www.hadashot-esi.org.il/report_detail.asp?id=12&mag_id=108

דריי (ישו), י. 2011. טחנות הקמח כסכר תנינים - מגוון טכנולוגיות. בתוך: איילון, א. איזדרכת, א. (עורכים). *מכמני קיסריה*, א. סיכומים ומחקרים בנושא קיסריה וסביבתה, בהוקרה לד"ר יוסף פורת. ירושלים: כתר. עמ' 141-158.

עד, ע. וא-סלאם סעיד, ע. 2011. סכר תנינים. בתוך: איילון, א. איזדרכת, א. (עורכים). *מכמני קיסריה*, ב. סיכומים ומחקרים בנושא קיסריה וסביבתה, לזכר אמנון קדרון. ירושלים: כתר. עמ' 141-148.

הירשפלד, י. 1989. *סקר ארכיאולוגי ברמת הנדיב*. פרויקט רמת הנדיב. ירושלים.

הירשפלד, י. 2005. חורבת עקב (אתר רמת הנדיב, מהדורה אלקטרונית). http://www.ramat-hanadiv.org.il/lobby.aspx?boneID=312&nsID=164&objID=37

הירשפלד, י. 2005א'. הארמון ההרודיאני (אתר רמת הנדיב, מהדורה אלקטרונית) http://www.ramat-hanadiv.org.il/lobby.aspx?boneId=312&nsId=164&objId=53

הירשפלד, י. 2005. שדה הרגמים (אתר רמת הנדיב, מהדורה אלקטרונית). http://www.ramat-hanadiv.org.il/lobby.aspx?boneId=312&nsId=164&objId=54

וקסמן, ש. ורווה, ק. 1992. דור ים. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 2. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא: 410-407.

טפר, י. 2004. כביש רומי ב"מעבר עירון" - שרידי סליה מקיסריה למחנה הלגיון השישי בלגיו. בתוך: בר-גל, י'. קליאוט, נ'. ופלד, א'. (עורכים). *מחקרים בארץ ישראל*, ספר אביאל רון. חיפה: אוניברסיטת חיפה. עמ' 82-47.

טפר, י. 2011. "19 מיל מ..." כביש רומי מלגיו לקיסריה דרך רמת מנשה. בתוך: איילון, א. איזדרכת, א. (עורכים). מכמני קיסריה, א. סיכומים ומחקרים בנושא קיסריה וסביבתה, בהוקרה לד"ר יוסף פורת. ירושלים: כתר. עמ' 257-275.

טפר, י. בהכנה. שוני, חפירות 2001.

טפר, י. ופלג-ברקת, א. 2007. תוצאות חפירות ארכיאולוגיות ברמת הנדיב, עונת 2007. דוח ראשוני. רמת הנדיב.

טפר, י. ופלג-ברקת, א. 2009. חורבת עלק ברמת הנדיב, סיכום ראשוני של עונות החפירה בשנים 2000-2005. האוניברסיטה העברית בירושלים - רמת הנדיב.

להב, א. 1992. ראשיתה של ההתיישבות היהודית ברמת הנדיב. תל אביב: החברה להגנת הטבע.

ללא שם, תנוני הגשם ברמת הנדיב (אתר רמת הנדיב, מהדורה אלקטרונית). http://www.ramathanadiv-edu.org.il/weather.asp.

נגב, א. 1992. קיסריה. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 4. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא. עמ' 1377-1369.

עולמי, י. סנדר, ש. ואורן א. תשס"ו. מפת בנימינה (48). סקר ארכיאולוגי של ישראל. ירושלים: רשות העתיקות.

פיילשטוקר, מ. וסקלר-פרנס, א.ד. 2005. עיינות שוני. חדשות ארכיאולוגיות, 117. רשות העתיקות (מהדורה אלקטרונית).

http://www.hadashot-esi.org.il/report_detail.asp?id=278&mag_id=110.

פלג-ברקת, א. וטפר, י. 2010. תוצאות חפירות ארכיאולוגיות ברמת הנדיב, עונת 2010. דוח ראשוני. רמת הנדיב.

רבן, א. 1992. קיסריה ים. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 4. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא. עמ' 1391-1385.

רול, י. 2011. הדרכים הרומיות לקיסריה. בתוך איילון, א. איזדרכת, א. (עורכים). *מכמני קיסריה*, א. סיכומים ומחקרים בנושא קיסריה וסביבתה, בהוקרה לד"ר יוסף פורת. ירושלים: כתר. עמ' 239-256.

שטרן, א. 1992. דור. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 2. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא. עמ' 393-407.

שטרן, א. 1992א'. מבורך, תל. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 3. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא. עמ' 871-867.

שיק, ת. 1992. כבארה, מערת. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 2. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא. עמ' 766-762.

שנהב, א. 1992. שוני. בתוך: שטרן, א. (עורך). *האנציקלופדיה החדשה לחפירות ארכיאולוגיות בישראל*, 4. ירושלים: החברה לחקירת ארץ ישראל ועתיקותיה, משרד הביטחון, כרטא. עמ' 1516-1515.

Conder, C.R. abd Kitchener, H.H. 1883. *The Survey of Western Palestine*. Vol II. London: Committee of the Palestine Exploration Fund. pp 31-33.

Greenberg, R. 2000. The Ramat Hanadiv Tumulus Field. In: Hirschfeld, Y. *Ramat Hanadiv Excavations: Final Report of the 1984-1998 Seasons*. Jerusalem: The Israel Exploration Society. pp 583-614.

Guérin. M.V. 1875. Description Géographique, Historique et Archéologique de la Palestine. Tome V. Paris: imprimé par autorisation du government

Hirschfeld, Y. 2000. Ramat Hanadiv Excavations: Final Report of the 1984-1998 Seasons. Jerusalem: The Israel Exploration Society.

Mülinen, E.G.V. 1908. Beiträge zur Kenntnis des Karmels. *Zeitschrift des Deutschen Palaestina Vereins* 31: 1-258.

Porath Y. 2002. The Water Supply to Caesarea Maritima: A Reassessment. In: Amit D., Hirschfeld Y and Patrich J. (eds.). *The Aqueducts of Israel*. Portsmouth: JRA Suppl. Ser. 46. pp 104-129.

Kochavi, M., Beck, P. and Gophna, R. 1979. Aphek-Antipatris, Tel Poleg, Tel Zeror and Tel Burga: Four Fortified Sites of the Middle Bronze age IIA in the Sharon Plain. *Zeitschrift des Deutschen Palaestina Vereins* 95: 121-165.

Oliphant L. 1886. *Haifa, or Life in the Holy Land 1882-1885*. R. Zeevy transl. Jerusalem: Canaan. 1976.

Olami, Y. 1984. Prehistoric Carmel. Jerusalem and Haifa; Israel Exploration Society.

Rosen, B. 2000. Subsistance Possibilities of the Ramat Hanadiv Sites. in Hirschfeld, Y. Ramat Hanadiv Excavations: Final Report of the 1984-1998 Seasons. Jerusalem: The Israel Exploration Society: 637-649.

Schumacher, G. 1889. Recent Discoveries, Notes and News from Galilee. *Palestine Explorations Fund Quarterly Statement* 22:192.

Tsafirir. Y. Di Segni L. and Green, J. 1994. Tabula Imperii Romani Iudaea; Palaestina; Eretz Israel in the Hellenistic, Roman and Byzantine Periods. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities.

10. השפעת שרפות על הדינמיקה של תצורות מעוצות ים-תיכוניות: מקרה רמת הנדיב

ז'אן-מארק דופור-דרור

מבוא

שרפות מוכרות מזמן כגורם מרכזי המשפיע על התפתחות של נופי צומח ים-תיכוניים, בעיקר מסביב לאגן הים התיכון, אך גם בארבעת האזורים הנוספים בעלי אקלים ים-תיכוני (מרכז קליפורניה, מרכז צ'ילה, החלק הדרומי של דרום אפריקה ודרום מערב אוסטרליה) (Naveh 1975, Trabaud 1981, Barbero et al. 1987, Moreno & Oechel 1994, Rundel 1998, Stephens et al. 2009, Chuvieco 2007). לשרפות יש שלוש השפעות עיקריות על הצומח הים-תיכוני:

1) שרפות מאפשרות לצומח עשבוני חד-שנתי ורב-שנתי לגדול בשטחים שרופים שלפני כן היו מכוסים בצומח מעוצה, ובצורה זו הן משנות את הרכב חברת הצומח, אם כי לרוב רק באופן זמני. כתוצאה מכך, המגוון הצמחי גדל במשך החורפים הראשונים שלאחר שרפה (Naveh 1994). העושר הפלוריסטי השרפה, ומידלדל בהתמדה ככל שהצומח המעוצה מתבסס מחדש (Trabaud 1994, Capitanio & Carcaillet 2008).

2) שרפות גם מעצבות את הצורה והמבנה, כלומר את הפיזיוגנומיה, של יחידות הצומח על-ידי עידוד התפתחות של שיחים המתחדשים וגטטיבית (מניצנים תת-קרקעיים) (Gratani 1991 Amadori & וראה גם Trabaud 1994), שהם המרכיב העיקרי של שיחיות וחורשים, כלומר יחידות מעוצות שאינן יער (ראה (Tomaselli 1981, Dufour-Dror 2002). באופן דומה, שרפות מחזקות, ולעתים מנציחות ברמה המקומית, את הנוף של עצים רב-גזעיים, בעיקר סבכי אלון סקלרופיליים (Espelta et al. 1999).

3) אחת התכונות המרכזיות של שרפות, בניגוד למקורות הפרעה אחרים המשפיעים על התפתחותן של יחידות הצומח הים-תיכוניות, היא ההסרה הפתאומית והמיידית כמעט כל הביומאסה הצמחית מעל פני הקרקע (Reyes et al. 2000). מכאן ששרפות לא רק משנות את ההתפתחות הרציפה של יחידות הצומח, אלא גם מפסיקות באחת את מהלך הסוקצסיה הצמחית, ובו-זמנית מתחילות אותו מחדש (Trabaud 1994, Arianoutsou 1998). אם כך, שרפות הן גורם מרכזי המניע את הדינמיקה של יחידות צומח מעוצות באזור הים-תיכוני.

בפרק זה נסקור את הידע הקיים בנושא השפעת שרפות על הדינמיקה של יחידות צומח מעוצה. בחלקו השני ננתח את השפעות השרפה שהתרחשה ברמת הנדיב במאי 1980, נשחזר את גודל השטח שנשרף ונבחן את הדינמיקה של הצומח ברמת הנדיב לאחר השרפה, על-ידי ניתוח המבנה שלו עשרים שנה לאחר שנשרף כליל.

תפקיד השרפה בדינמיקה של מבנים צמחיים מעוצים:

סקירת ספרות

שרפות באגן הים התיכון: מאורע טבעי או התרחשות אנתרופוגנית חוזרת

באזורים הים-תיכוניים של קליפורניה, צ'ילה, דרום אפריקה ואוסטרליה, התפרצויות של שרפות הן לרוב אנטרופוגניות (מקורן מפעילות אדם), כך 74% מהשריפות באוסטרליה ולפחות 79% מהשריפות בקליפורניה. השריפות ממקור טבעי הינן בדרך כלל תוצאה מסופות ברק קיציות (Naveh & Dan 1994 Fuentes et al. 1973). באגן הים התיכון, 95-98 אחוזים מהשרפות נגרמים כנראה על-ידי האדם (Le Houérou 1987, Blondel et al. 2002, Colin et al. 1993, Trabaud et al. 2002). שרפות אלה מהוות הפרעה משמעותית בנוף הצומח הים-תיכוני. יש מידה מסוימת של אי-הסכמה בין חוקרים ביחס לתקופה שבה שרפות התחילו להשפיע באופן משמעותי על הכיסוי הצמחי באגן הים התיכון. לפי נאוה (Naveh 1975, 1990), ייתכן שההשפעה המשמעותית של שרפות ממקור אנתרופוגני על הצומח הים-תיכוני התחילה כבר בתקופה הפליאוליתית. חוקרים אחרים (Blondel & Aronson 1995) טוענים שהשפעת השרפות נהייתה משמעותית רק החל מהתקופה הניאוליתית, כלומר לפני 12 אלף שנים (ראה גם פרק 5, שער IV).

עם זאת, בניגוד להפרעות מסורתיות אחרות הקשורות לפעילות אנושית, כגון כריתה ורעייה, השפעת שרפות על הצומח הים-תיכוני נהייתה משמעותית יותר במשך העשורים האחרונים, כאשר ברוב ארצות הים התיכון גדל היקף השטח השרוף (Le 1998 Moreno & Oechel 1994, Moreno et al. 1998, Houérou 1987).

המספר השנתי הממוצע של שרפות באגן הים התיכון מתקרב ל-50 אלף, כפול ממספר השרפות שהתרחש בשנות השבעים של המאה הקודמת (Alexandrian et al. 1999, Quézel & Médail 2003). בכל שנה נשרף באזור זה שטח של בין 6,000,000-5,600,000 דונמים; שוב, שטח גדול פי שניים בהשוואה לשנות השבעים של המאה הקודמת (Blondel & Aronson 2003 Quézel & Médail 1999, Alexandrian et al. 1995). בחמש המדינות הים-תיכוניות המשתייכות לאיחוד האירופי (מתוך הנחה שהסטטיסטיקה בהן אמינה), נשרפו בין השנים 1980 ל-2001 כ-110 מיליון דונמים (Quézel & Médail 2003). בצרפת בלבד, נשרפו 30% מהנופים הים-תיכוניים לפחות פעם אחת בין השנים 1965 ל-1990 (Ramade 1990).

המקור של רוב השרפות (56%) באזור הים-תיכוני אינו ידוע. נראה שרשלנות או תאונות הן הסיבה העיקרית להתפרצות שרפות (Alexandrian et al. 1999, Colin et al. 2002). היות שהרוב

המכריע של השרפות באזור נובע מפעילות אנושית, אין זה מפתיע שמספר השרפות בעשורים האחרונים גדל, עם עליית הלחץ הדמוגרפי באגן הים התיכון. עם זאת, כפי שציינו לגבי ספרד מורנו וחובריו, קיימת, גם במדינות אחרות בצפוננו של אגן הים התיכון, "נטייה הולכת וגדלה לכך שלשרפות גדולות מקום גדול יותר בסך השטח שנשרף מדי שנה" (Moreno et al. 1998). הסיבה העיקרית לעלייה במקרי השרפות היא נטישה של שטחים מעובדים, ירידה חדה ברעייה נרחבת וחוסר עניין במשאבי יער באזור. שינויים אלו בשימושי קרקע הביאו להרחבת אזורים המכוסים בצומח מעוצה, כלומר לעלייה בכמות הדלק הזמין לשרפה, שבסופו של דבר הובילה לעלייה חסרת תקדים במספר השרפות שפרצו. הנחה זו נתמכת, במהופך, בנתונים מהמדינות המפותחות פחות, לדוגמה ארצות צפון אפריקה, שבהן כמות השרפות נשארה קבועה יחסית במשך העשורים האחרונים (Alexandrian et al. 1999).

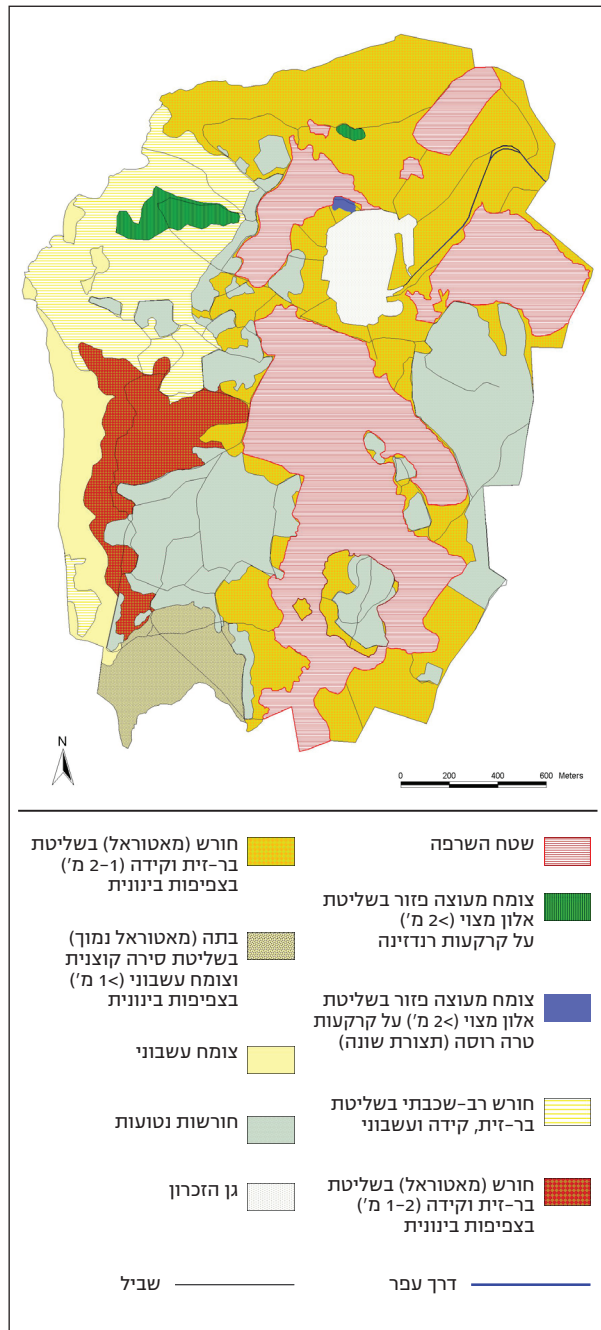
חשיבות השרפות כגורם מניע בדינמיקה של יערות וחורשים
 בסוף שנות השמונים ובתחילת שנות התשעים של המאה הקודמת, ניסו כמה חוקרים להגדיר את התהליכים הדינמיים העיקריים המתרחשים ביערות ובחורשים מסביב לאגן הים התיכון (Barbero & Quézel 1989, Barbero et al. 1990a, 1990b). שניים משלושת התהליכים הדינמיים, שמחברי המאמרים כינו אותם "מודלים", מתייחסים לתצורות של צומח מעוצה (ראה טבלה 1) - מודל ההתפשטות ומודל העמידות - והם בעיקרם תלוי-שרפה, משום שהם קשורים ישירות ליכולת ההתאוששות של המינים המובילים, לאחר שהכיסוי הצמחי מוסר לחלוטין על-ידי הפרעות גדולות, כגון שרפה. מודל ההתפשטות ומודל העמידות דווחו גם מישראל, במקרה של אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) ואלון מצוי (*Quercus calliprinos*), בהתאמה (Dufour, 1999).

היכולת של יערות אורן ירושלים להתאושש לאחר שרפה, או להתנחל באזורים שנשרפו זה מכבר, היא יכולת מוכחת, והיא אחד המאפיינים האקולוגיים של מין מחטני חלוץ זה. ההתבגרות

המוקדמת של מין זה, התאמתו כמעט לכל סוג קרקע, העובדה שזרעיו מופצים ברוח וקצב הגידול המהיר של זרעיו, מאפשרים לאורן ירושלים להתחרות בשיחים ובמינים עשבוניים בעלי אסטרטגיית רבייה r , הנפוצים לאחר שרפות. כתוצאה מכך, אורן ירושלים מצליח, כפי שמנבא מודל ההתפשטות, להקים מחדש תצורת יער תוך עשורים בודדים לאחר שרפה (ראה Barbero & Quézel 1989, Barbero et al. 1990a, 1990b, Quézel & Barbero 1992, Schiller et al. 1997, Broncano et al. 1998). לקבלת תיאור מכניסטי של תהליך ההתפשטות בישראל, ראה מאמר של לביא וחובריה (Lavi et al., 2005), וגם פרק 6 שער IV. גם מודל העמידות, המודגם על-ידי תכונות האלונים הסקלרופיליים (*Quercus ilex*), במערב הים התיכון והאלון המצוי במזרחו, קשור להתרחשות ולתפוצה של שרפות בצומח הים-תיכוני. לאלונים סקלרופיליים, בניגוד לאורן ירושלים, יש יכולת התחדשות וגטטיבית טובה לאחר שרפות, כך שהעמידות של יערות סקלרופיליים היא ללא ספק הגבוהה מבין סוגי היער/חורש הים-תיכוניים, והם מסוגלים להתאושש לחלוטין משרפה תוך שבעים עד שמונים שנים (Barbero et al. 1990a, 1990b, Espelta et al. 1999). חוקרים שונים (Barbero et al. 1992, Vernet 1997, Quézel & Médail 2003) טוענים שהעובדה שהאלונים הסקלרופיליים מתחדשים מהר יותר מהאלונים הנשירים (כגון *Quercus pubescens*) לאחר הפרעות אנתרופוגניות כמו שרפות, פעלה לטובת ההתפתחות של תצורות סקלרופיליות על חשבון יערות נשירים באגן הים התיכון, מאז התקופה הניאוליתית ובמשך התקופות ההיסטוריות (ראה הוכחות רבות אצל Vernet 1997). לפי זה, נראה שההשפעה של שרפות על הדינמיקה של תצורות מעוצות הביאה לשינויים משמעותיים בהרכב של יערות-ים-תיכוניים ובתפוצתם באלפי השנים האחרונות.

עם זאת, הקשר בין שרפות ליחידות מעוצות אינו מוגבל ליערות. ברברו וחובריו הציעו מספר תרחישים של הרס יערות היכולים להביא ליצירת שיחיות או יחידות עשבוניות (Barbero et al. 1990b). מבין התהליכים הללו, מודל הנצחת החורש

איור 1. השטח שנשרף ב-1980 ברמת הנדיב



מפה: ז'אן מארק דופור-דור

להתבסס מחדש כתוצאה משרפות חוזרות (Barbero et al. 1990b). יש דיווחים על תהליך זה ממספר אזורים סביב הים התיכון (Blondel & Aronson 1995, 1999; Vallejo & Alloza 1998), וברוב המקרים, קיום קבוע של חורשים, כלומר תצורות מעוצות שאינן יערות, נחשב לתוצאה ישירה של שרפות חוזרות.

החורש ברמת הנדיב, שבסעיף הבא נדון באופי הדינמיקה שלו לאחר שרפה, כבר היה קיים לפני השרפה האחרונה, שאירעה בשנת 1980. עם זאת, מבנה החורש, ההרכב הפלוריסטי שלו ובמיוחד הדינמיקה שלו במשך 25 השנים שעברו מאז השרפה, חולקים קווי דמיון רבים עם תהליך ה-matorralization.

היקף השרפה ברמת הנדיב בשנת 1980 והצומח אחרי עשרים שנות התחדשות

בסעיף זה נתאר באופן כללי את הממצאים של מחקר שדה שנערך בשנת 2000 במטרה למפות את היקף השטח שנשרף ברמת הנדיב במאי 1980. נתייחס גם להשפעה של שרפה זו על המבנה של החורש המקומי עשרים שנים לאחר האירוע. לבסוף נציע הערכה של תקופת הזמן הדרושה לחורש להתאושש כליל.

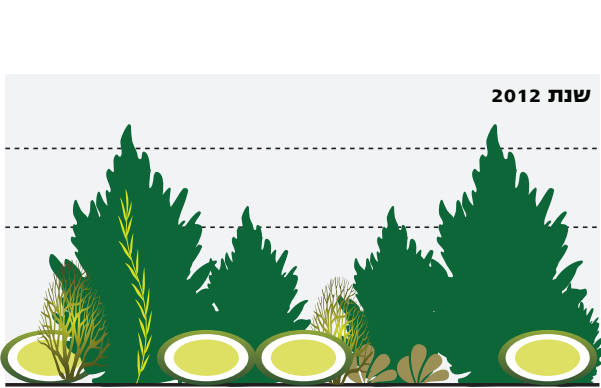
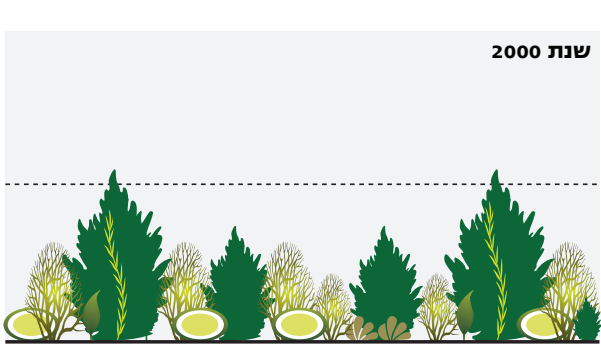
היקף השרפה במרחב

מסיבות טכניות שונות, לא נערך מיד לאחר השרפה רישום מדויק של היקף השטח שנשרף בפארק רמת הנדיב במאי 1980. כאשר התעורר עניין בנושא, בשנות השמונים והתשעים של המאה הקודמת, התברר שאי אפשר להגדיר את האזורים השרופים רק על בסיס תצלומי אוויר כתוצאה מההתאוששות המהירה של הצומח. בהמשך מופיעות תוצאות של סקר שנערך כדי לקבוע בשדה באופן ישיר את גבולות השטח השרוף על-ידי איתור שאריות של גזעים שרופים של השיח השליט באזור: בר-זית בינוני (מפה 1). שרפה מכחידה את כל הביומאסה העל-קרקעית של הכיסוי הצמחי, אולם גזעים של שיחים גבוהים או אפילו בינוניים נשארים, בדרך כלל, שרופים אך עומדים, ולעתים קרובות אף מחוברים לגדם, שברוב המקרים נשאר שלם. כתוצאה מכך, יש אפשרות לברר אלו פרטים נשרפו ואלו לא. נבדקו כ-350 פרטים של בר-זית בינוני הגדלים בשטחים שבהם גבולות השרפה לא נקבעו באופן ברור, ומתוכם נעשה מאמץ לאתר פרטים שנשרפו בשנת 1980 בתצ"א בקנה מידה גדול.

לאחר קביעתו של השטח השרוף (מפה 1), אפשר היה לחשב את גודלו. הסתבר שהשרפה של מאי 1980 התפשטה על כ-1,200 דונם, שהם כ-32% מהשטח שכוסה בצומח טבעי, אשר רובו מתחדש וגטטיבית (ספונטנית) מניצנים תת-קרקעיים. השרפה התרחשה בו-זמנית בארבעה מוקדים עיקריים: שטחו של הגדול בהם, במרכז הפארק, היה כ-800 דונם, ואילו שלושת האחרים הקיפו את גן הזכרון ממערב (120 דונם), מצפון (70 דונם) וממזרח (כ-200 דונם) (איור

matorralization) קשור באופן ישיר לשרפות, היות שהוא מתרחש כאשר תדירות השרפות החוזרות עולה, ולכן מונעת התבססות מחדשת של עצי יער. תהליך ה-matorralization מתאפיין בהתפתחות של מיני שיחים עמידים יחסית ליובש, כגון בר-זית בינוני (*Phillyrea latifolia*), מיני אשחר (*Rhamnus* sp) ומיני אלה (*Pistacia* sp). שיחים אלו מייצרים פירות עסיסיים קטנים המופצים על-ידי ציפורים ולאחר מכן נובטים במרווחים שנוצרו מהיעלמותם של מיני עצים שאינם יכולים

איור 2. הצגה סכמטית של המבנה האנכי ושל המינים המעוצים העיקריים של שיחיית רמת הנדיב עשרים שנה לאחר השרפה (שנת 2000) והיום (2012).



1). שני מוקדי אש נוספים, שהיקפם מוגבל מאוד, נתגלו בחלק הצפוני של הפארק (6 ו-3 דונם).

העובדה שהשרפה התרחשה בו-זמנית בכמה אזורים נפרדים מרמזת על כך שהיא הייתה תוצאה של הצתה, או לחלופין, שהיא התפשטה באמצעות רוחות חזקות מאוד שהפיצו את האש במרחב. רישומים היסטוריים מצביעים על כך שמקור השרפה היה בלול בקיבוץ מעיין צבי, הממוקם במרחק של שני ק"מ מצפון לרמת הנדיב. כיוון ההתפשטות של השרפה העיד על כך שרוח חזקה נשבה מצפון לדרום. זהו כיוון רוח נדיר ביותר באזור שבו הרוחות השליטות הן מדרום-מערב או ממערב (כיוון הים). רוחות שרביות, יבשות וחמות, שבדרך כלל מעודדת שרפות באזור בשלהי האביב או בסתיו, מנשבות ממזרח. לפי הנתונים האקלימיים, אי אפשר להתעלם מהטענה שהשרפה של מאי 1980, שכילתה כמעט שלישי מהצומח הטבעי בפארק רמת הנדיב, נגרמה מהצתה.

הצומח עשרים שנה לאחר השרפה

יחד עם קביעת היקף השרפה במרחב, עלתה גם שאלת השפעתה על הצומח המעוצה לאחר עשרים שנים של דינמיקה והתאוששות. ניתוח השוואתי לא התאפשר, היות שלא היו נתונים על אופי הכיסוי הצמחי לפני מאי 1980. השוואה של תצלומי אוויר שצולמו חודשים אחדים לפני השרפה עם תצלומי אוויר חדשים יותר (סוף שנות התשעים של המאה הקודמת) הוכיחה שהמבנה וההרכב הכללי של השיחייה נשאר דומה מאוד (ברוידא וחובריו 1996). עם זאת, ניתוח של מבנה השיחייה והרכבה עשרים שנה לאחר השרפה, אפשר לנו להבין טוב יותר את השלכות השרפה על שני הפרמטרים הללו.

יחידת הצומח שהתפתחה בשטחים השרופים בתחילת שנות האלפיים הייתה שיחייה בינונית (בגובה 1-2 מ'), שבבתי גידול מתאימים הגיעה לגובה ממוצע של שני מטרים, עם כיסוי צפוף (<90%) של צומח מעוצה הנשלט על-ידי קידה שעירה (*Calicotome villosa*) ובר-זית בינוני. כדי לספק תיאור מדויק של התכונות המבניות והפלוריסטיות של השיחייה, יש צורך לבחון את הרכבה לפי שכבות, כפי שמתואר להלן (מינים עשבוניים אינם נכללים) (איור 1):

שכבה עליונה (<2 מ'): בר-זית בינוני והמטפסים קיסוסית קוצנית (*Smilax aspera*), פואה מצויה (*Rubia tenuifolia*), פרסיון גדול (*Prasium majus*), אספרג החורש (*Asparagus aphyllus*), זלזלת הקנוקנות (*Clematis cirrhosa*).

שכבה אמצעית (1-2 מ'): קידה שעירה, שיחים נמוכים של בר-זית בינוני, קיסוסית קוצנית, אשחר ארץ-ישראלי (*Rhamnus lycioides graeca*).

שכבה תחתונה (>1 מ'): קידה שעירה, סירה קוצנית (*Sarcopoterium spinosum*), אלת המסטיק (*Pistacia lentiscus*), בר-זית בינוני, אשחר רחב-עלים (*Rhamnus alaternus*), אשחר ארץ-ישראלי, חלבולב מגובשש (*Euphorbia hierosolymitana*), געדה מפושקת (*Teucrium divaricatum*), שבטן לבן (*Osyris alba*).

מפתיע למדי שהחורש הנוכחי אינו כולל מיני יער כגון קטלב מצוי (*Arbustus andrachne*), ער אציל (*Laurus nobilis*) או אלה ארץ-ישראלית (*Pistacia palaestina*), אף על פי שמינים אלו נפוצים בדרום הכרמל. כתמים של אלון מצוי גדלים ברמת הנדיב ומעידים כנראה על תנאי שטח מתאימים (פרק 6 שער II). עם זאת, השיחים השליטים, בר-זית, קידה שעירה ואלת המסטיק, כמו גם אשחר ארץ-ישראלי ואשחר רחב עלים, הם בין השיחים המאפיינים את תהליך ה-matorralization (Barbero et al. 1990a, 1990b). אילו השיחייה שהתקיימה לפני השרפה הייתה מורכבת ממיני עצים אופייניים ליער הסקלרופילי (אלון, אלה, וכו'), היו צריכים להימצא שרידים של מינים אלו, ורוב הפרטים היו ללא ספק מתחדשים ספונטנית מיד לאחר השרפה. למעשה, מבחינה של מבנה השיחייה הקיימת והרכבה עולה שהרוב המוחלט של הפרטים הזקנים ביותר של בר-זית

בינוני ואלת המסטיק אכן מתחדשים במרץ. זה מרמז על כך שהדינמיקה לאחר השרפה הביאה לכך שהתבססה יחידת צומח הדומה מאוד לזאת שנשרפה במאי 1980. אין לנו יכולת להוכיח ששיחייה זו התפתחה, בשלב כלשהו בהיסטוריה, ליער אלונים סקלרופילי. לעומת זאת, מבחינת המבנה, ההרכב הפלוריסטי והדינמיקה, יחידה מעוצה זו מפגינה את כל התכונות הקשורות לתהליך ה-matorralization.

היות שאין שינויים משמעותיים בנוף הצמחי שאפשר להצביע עליהם עשרים שנה לאחר השרפה, בהרכב הפלוריסטי, במבנה או בתצורה, אי אפשר לענות על שאלת פרק הזמן עד להגעת השיחייה לשיא ההתפתחות (קלימקס). ייתכן שמרגע ההתחדשות הספונטנית, ההרכב הוא ההרכב הסופי (זה שיעלם זמנית בשרפה הבאה).

בניסיון לענות על קצב ההתאוששות, נמדד הקוטר של בסיס השיח (15 ס"מ מעל פני הקרקע) של הגזעים המתחדשים הגדולים ביותר ושל הגזע השרוף הגדול ביותר שנמצא במקומו המקורי, בארבעים פרטים שונים של בר-זית בינוני. נמצא שהגזע המתחדש הגדול ביותר היה בעל קוטר בסיס קטן ב-0.38 ס"מ בלבד בהשוואה לגזע השרוף הגדול ביותר. הפרש קטן זה מרמז על כך שהשיחייה בשנת 2000 חזרה כמעט לגמרי לדרגת ההתפתחות שהייתה קיימת בשנת 1980. מכאן שהשיחייה גגיע לגודל דומה למקורי בתוך פרק זמן שאפשר להעריכו בין 21 ל-23 שנים (בדומה למסקנת ברוידא וחובריו 1996).

קשה מאוד לקבוע אם שיחייה זו תישאר יציבה, פחות או יותר, בעשורים הבאים. הופעה של מודל עמידות המוביל לכיוון של מבנה יער אלונים, אף שאי אפשר לפסול אותה לחלוטין, תהיה בשלב זה עניין לספקולציה בלבד. התרחיש הסביר ביותר הוא ששרפות, שסביר שיתרחשו בפארק רמת הנדיב בעתיד, רק יתחילו מחדש ויעודדו את תהליך ה-matorralization.

ספרות

ברוידא, ח, קפלן, מ. ופרבולוצקי, א. 1996. שנויים בכיסוי הצומח המעוצה ברמת הנדיב והשפעת שריפה - סקר היסטורי מתצלומי אוויר. *אקולוגיה וסביבה* 3: 127-132.

Alexandrian D., Esnault F. & Calabri G. 1999. Forest fires in the Mediterranean area. *Unasylva* 50: 35-41.

Arianoutsou M. 1998 Aspects of Demography in Post-Fire Mediterranean Plant Communities of Greece. In: Rundel P.W., Montenegro G. & Jakstic F.M. (Eds.). *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-type Ecosystems*. Ecological strudies 136. Berlin: Springer-Verlag. pp. 273-295.

Barbero M., Bonin G., Loisel R., Miglioretti F. & Quézel P. 1987. Impact of forest fires on structure and architecture of Mediterranean ecosystems. *Ecologica Mediterranea* 13: 39-50.

Barbero M. 1990. Méditerranée: bioclimatologie, sclérophyllie, sylvigenèse. *Ecologica Mediterranea* 16:1-12.

Barbero M. & Quézel P. 1989. Structures, achitectures forestières à sclérophylltes et prévention des incendies. *Bulletin Ecologique* 20: 7-14.

Barbero M., Quézel P. & Loisel R. 1990a. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne* 12: 194-214.

Barbero M., Bonin G., Quézel P. & Loisel R. 1990b. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio* 87:151-173.

Barbero M, Loisel R. & Quézel P. 1992. Biogeography, ecology and history of Mediterranean Quercus ilex ecosystems. *Vegetatio* 99-100:19-34.

Blondel J. & Aronson J. 1995. Biodiversity and ecosystem function in the mediterranean basin: Human and non-human determinants. In: Davis G.W. & Richardson D.M. (eds.). *Mediterranean-Type Ecosystems: The Function of Biodiversity*. Ecological studies 109. Berlin: Springer-Verlag. pp 43-119.

Blondel J. & Aronson J. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford: Oxford University Press.

Broncano M.J., Riba M. & Retana J. 1998. Seed germination and seedling performance of two Mediterranean tree species, holm oak (*Quercus ilex L.*) and Aleppo pine (*Pinus halepensis Mill.*): A multifactor experimental approach. *Plant Ecology* 138: 17-26.

Capitanio R. & Carcaillet C. 2008. Post-fire Mediterranean vegetation dynamics: A discussion of succession models. *Forest Ecology and Management* 255: 431-439.

Chuvieco E. 2009. *Earth Observation of Wildand Fires in Mediterranean Ecosystems*. Berlin: Springer.

Colin P.Y., Jappiot M. & Mariel A. 2002. Protection des forêts contre l'incendie – Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen. CEMAGREF. FAO éditions.

Dufour J.M. 1999. Potentialités et dynamiques végétales en Méditerranée orientale : La région du Carmel, Israël. Thèse de Doctorat. Géographie, Spécialité: Biogéographie, Sorbonne Paris-IV, p.551.

Dufour-Dror J.M. 2002. A Quantitative Classification of Mediterranean Mosaic-Like Landscapes. *Journal of Mediterranean Ecology* 3: 3-12.

Espelta J.M., Sabate S. & Retana J. 1999. Resprouting dynamics. In: Roda F, Retana J., Gracia C.A. & Bellot J. (eds). *Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests*. Ecological studies 137. Berlin: Springer-Verlag. pp.61-73.

Fuentes E.R., Segura A.M. & Holmgren M. 1994. Are the responses of Matorral shrubs different from those in an Ecosystem with a reputed fire history? In: Moreno J.M. & Oechel W.C. (Eds.). *The Role of Fire in Mediterranean-type Ecosystems*. Ecological studies 107. Berlin: Springer-Verlag. pp.16-25.

Gratani L. & Amadori M. 1991. Post-fire resprouting of shrubby species in Mediterranean maquis. *Vegetatio* 96:137-143.

Le Houérou H.N. 1987. Vegetation wildfires in the mediterranean basin: evolution and trends. *Ecologica Medirreanea* 13: 13-24.

Moreno J.M. & Oechel W.C. 1994. *The Role of Fire in Mediterranean-type Ecosystems*. Ecological studies 107. Berlin: Springer-Verlag.

Moreno J.M., Vazquez A. & Velez R. 1998. Recent History of Forest Fires in Spain. In: Moreno J.M. (Ed.). *Large Forest Fires*. Leiden: Backhuys Publishers. pp. 159-185.

Naveh Z. 1975. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio* 29: 199-208.

Naveh Z. 1990. Ancient man's impact on the Mediterranean landscape in Israel : Ecological and evolutionary perspectives. In: Bottema S. & Zeist W.V. (eds). *Man's Influence in the Shaping of the Mediterranean Landscape*. Oxford: Taylor & Francis. pp. 43-50.

Naveh Z. 1994. The role of fire and its management in the conservation of mediterranean ecosystems and landscape. In: Moreno J.M. & Oechel W.C. (eds.). *The Role of Fire in Mediterranean-type Ecosystem*. Ecological studies n°107. Berlin: Springer-Verlag. pp. 163-185.

Quézel P. 1998. Caractérisation des forêts méditerranéennes. International Conference on the Conservation and Sustainable Use of the Mediterranean Forest, Malaga October 1998, pp 20-33.

Quézel P. 1999. Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne: Facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios* 32: 19-32.

1.1 ייעור ברמת הנדיב

גבריאיל שילר

ששימשו לייבוש ביצות היו איקליפטוס המקור *Eucalyptus camaldulensis* ו-*E. gomphocephala*. ייצוב חולות התבצע חלקית על ידי נטיעה של שיטה כחלחלה (*Acacia cyanophylla saligna*). עד לשנות השמונים של המאה הקודמת, גרם היעדרה של מיומנות מקצועית ביערנות להבחנה לא מספקת בשנות האקולוגית בין סוגי אתרים. התוצאה הייתה ייעור באמצעות מונו-קולטורות גדולות יחסית, לאו דווקא מותאמות לתנאים ולאיכות של אתרים בקנה מידה קטן (עשרות דונם). בנוסף, קיימות היערות נפגעה כתוצאה משימוש במקורות זרעים שאינם מתאימים, בעיקר של אורן ירושלים, שיובאו מחו"ל (Schiller et al. 1986, Grünwald et al. 1986). הידרדרות חדה חלה במצבם של שטחים נרחבים כתוצאה מחוסר טיפול מיקצועי נאות ועל כן הם נפגעו מעקות אקלימיות וביולוגיות, מבצורת, מזיהום אוויר (Schiller 2003) או מהתקפות מזיקים. מהאחרונים ראוי לציין את כנימת המגן (*Matsucoccus josephi*) (Mendel 1984) ואת הפטרייה *Sphaeropsis sapinea* (Madar et al. 2003).

בתחילת המאה העשרים, היה דרום רכס הכרמל שומם ונטוש לאחר מאות שנים של פעילות אנושית מסורתית. בשנות השלושים של המאה הקודמת, נבחר אזור זה להצבת חלקת הקבר של הברון בנימין (אדמונד) דה רוטשילד ושל רעייתו, משום שהוא השקיף על אזור נרחב שהוקמו בו מספר יישובים יהודיים בעזרתה הנדיבה של משפחת רוטשילד. הקבר המעוצב נבנה בשנים 1936-1954 בראש אזור מורם הממוקם באחוזה בת כ-5,000 דונם. האחוזה גודרה בסוף שנות השלושים של המאה הקודמת, וגידורה מנע רעייה בשטח ואפשר לשרידי הצומח המעוצה הים-תיכוני להתפתח לסבכים. בעמקים שבין הגבעות היו שדות חקלאיים נטושים מכוסים בצומח עשבוני. בזמן פיתוח הגנים, בוצעו גם נטיעות בקנה מידה קטן בשטחים הפתוחים סביב לגן. חורשה של אורן ירושלים ניטעה לאורך דרך הגישה כדי להסתיר את הגן ולהפתיע את המבקרים. פרטים בודדים של ברוש מצוי ניטעו במספר מקומות כדי למשוך את תשומת לבם של המבקרים לנופים שמחוץ לגן. ממערב לגנים, ניטעו עצי אלון מצוי *Quercus calliprinos* ועצי אלון תבור *Q. ithaburensis* כדי ליצור חורשת אלונים מעורבת.

בשנות השבעים של המאה הקודמת, לאחר דחיית ההצעה להקמת גן בוטני תנ"כי בשטח, חיפשו בעלי המקום רעיונות חדשים לשימוש מיטבי בשטח שסביב גני הזיכרון. בקשה זו הייתה הזדמנות מצוינת להצגה של שיטות תכנון יערניות המבוססות על סקרי שדה, שמטרתם להגדיר את תכונות האתר המיועד לנטיעה. הסקר נערך בשנת 1975 וכלל ניתוח

צליינים ומבקרים אחרים שביקרו בארץ הקודש במאות האחרונות תיארו את האזור כחסר יערות, שומם ונטוש (Lipshitz and Biger 2000). פעילות הייעור בישראל התחילה עם בוא הטמפלרים (מתישבים גרמנים נוצרים) כבר באמצע המאה ה-19, בתקופה העות'מאנית (Lipshitz and Biger 2000). כאשר הגיעו החלוצים היהודים, הם המשיכו בפעילות זו ונטעו עצים בסמוך ליישוביהם. הקרן הקיימת לישראל (קק"ל) החלה בפעילות סדורה של ייעור ויערנות בתחילת המאה העשרים. מחלקת היערות של הממשל המנדטורי הבריטי, אשר נוסדה לאחר כיבוש פלסטינה מידי הטורקים בשנת 1918, טיפחה פעילות זו, בעיקר משנת 1926 ואילך (Lipshitz and Biger 2000).

שתי מחלקות ייעור פעלו בפלסטינה, ולאחר מכן במדינת ישראל: מחלקת הייעור הממשלתית הבריטית, שהוחלפה לאחר שנת 1948 באגף הייעור הממשלתי של מדינת ישראל, והקרן הקיימת לישראל. בשנת 1961, אוחדה כל הפעילות הקשורה ליערות טבעיים, ליערות נטועים ולייעור עתידי והועברה לפיקוחה של מחלקת הייעור של קק"ל, שהפכה להיות גוף ממשלתי למחצה. כ-900 אלף דונם ניטעו בנטיעות יערניות בישראל במהלך המאה העשרים, בעיקר בשנות השבעים והשמונים. שטח זה מהווה כחמישה אחוזים מכל שטחה של מדינת ישראל, או כעשרה אחוזים מהשטח שאינו מדברי במדינה.

כמות עצומה של חומר רבייה, בעיקר זרעים, של צמחים אקוטיים בעלי ערך (כלכלי ואסתטי) הובאה מרחבי העולם לפלסטינה, ולאחר מכן לישראל, כדי להעשיר את ההרכב הפלוריסטי של הנטיעות החדשות (Gindel 1956, Lipshitz and Biger 2000). רוב המינים המיובאים לא הצליחו להתפתח במשתלות היער או להתבסס בשטחי ייעור, כתוצאה מתנאי השטח הקשים: אידוי שעלה על המשקעים השנתיים ושישה עד שמונה חודשים בשנה ללא גשם כלל, קרקעות רדודות וסלעיות, טופוגרפיה תלולה וקרקעות גירניות (Oppenheimer 1955, 1965, Schiller 1981). כתוצאה מכך, נותרה ליערנים רשימה קצרה יחסית של צמחים המותאמים מבחינה אנטומית ואקו-פיזיולוגית לתנאים הסביבתיים הנפוצים בישראל (Oppenheimer 1967). המינים השכיחים ששימשו ליעור של אזורים הרריים בעלי אקלים ים-תיכוני (UNESCO 1963) היו, ועודם, אורן ירושלים* *Pinus halepensis*, אורן קפריסאי *P. brutia*, אורן קנארי *P. canariensis*, אורן הצנובר *P. pinea*, אורן אלדריקה *P. eldarica*, ברוש מצוי* *Cupressus sempervirens*, ברוש אריזוני *C. arizonica* וברוש גלבר *C. glabra* (* - מינים מקומיים). המינים העיקריים

and emissions from California's forests, woodlands, shrublands, and grasslands. *Forest Ecology and Management* 251: 205-216.

Tomaselli R. 1981. Main physiognomic types and geographic distribution of shrub systems related to mediterranean climates. In: Di Castri F., Goodall D.W. & Specht R.L. (eds.). *Mediterranean-type Shrublands*, Ecosystems of the world 11, Amsterdam: Elsevier. pp. 95-106.

Trabaud L. 1981. Man and fire: impacts on mediterranean vegetation. In: Di Castri F., Goodall D.W. & Specht R.L. (eds.). *Mediterranean-type Shrublands*, Ecosystem of the world 11, Amsterdam: Elsevier. pp. 523-537.

Trabaud L. 1994. Postfire plant community dynamics in the mediterranean basin. In Moreno J.M. & Oechel W.C. (eds.). *The Role of Fire in Mediterranean-type Ecosystems*. Ecological studies 107. Berlin: Springer-Verlag. pp. 1-15.

Trabaud L., Christensen N.L. & Gill A.M. 1993. Historical biogeography of fire in temperate and Mediterranean ecosystems. In: Crutzen P.J. & Goldammer J.G. (Eds.). *Fire in the Environment: Its Ecological and Atmospheric Importance*. New-York: John Wiley. pp. 277-295

Vallejo R. & Alloza J.A. 1998. The restoration of burned lands: The case of eastern Spain. In: Moreno J.M. (Ed.) *Large Forest Fires*. Leiden: Backhuys Publishers. pp. 91-108.

Vernet J.L. 1997. L'homme et la Forêt Méditerranéenne de la Préhistoire à nos Jours. Paris: Ed. Errance. p. 248.

Quézel P. & Barbero M. 1990. Les forêts méditerranéennes: problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Botanica Malacitana* 15: 145-178.

Quézel P. & Barbero M. 1992. Le Pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne* 13: 158-170.

Quézel P. & Médail F. 2003. *Ecologie et Biogéographie des Forêts du Bassin Méditerranéen*. Amsterdam: Elsevier. p. 571.

Ramade F. 1990. Conservation des écosystèmes méditerranéens. Les fascicules du plan bleu 3, Economica, p. 144.

Reyes O., Basanta M., Casal M., & Diaz-Vizcaino E. 2000. Functioning and dynamics of woody plant ecosystems in Galicia (NW Spain). In: Trabaud L. (ed.). *Life and Environment in the Mediterranean*. Advances in Ecological Sciences 3. Boston: Wit Press. pp.1-41.

Rundel P.W. 1998. Landscape Disturbance in Mediterranean-Type Ecosystems: An Overview, In: Rundel P.W., Montenegro G. & Jakstic F.M. (eds.). *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-type Ecosystems*, Ecological studies 136. Berlin: Springer-Verlag. pp.3-22.

Schiller G., Ne'eman G. & Korol L. 1997. Post-fire vegetation dynamics in a native *Pinus halepensis* Mill. Forest on Mt. Carmel. *Israel Journal of Plant Sciences* 45:297-308.

Stephens S.L., Martin R.E. & Clinton N.E. 2007. Prehistoric fire area

השרפה בכרמל, 2010

