

השרפה ברמת-הנדיב ב-1980: תהליכי התחדשות ופוטנציאל צומח

ז'אן-מארק דופור-דרור

החוג לגיאוגרפיה ולסביבת האדם, אוניברסיטת תל-אביב
המרכז "ביוגיאוגרפיה-אקולוגיה" Ecole Normale Supérieure, פונטני-סינט קלאוד, צרפת

הקדמה

בחודש מאי 1980 פרצה שרפה גדולה באזור רמת-הנדיב. האש התפשטה מהלולים של קיבוץ מעין-צבי שמצפון לפארק, ושרפה חלקים ניכרים משטח הפארק של היום. מאמר זה מסכם מחקר שעסק בהשפעת השרפה, מתייחס לתהליכי השיקום של הצומח בעשרים השנים שעברו מאז, ומנסה להגדיר את אופי הפוטנציאל הצמחי בשטח השרוף.

סקרי נוף שנערכו ברמת-הנדיב קודם למחקר זה הראו כי אלון מצוי *Quercus calliprinos* Webb, גדל ברמת-הנדיב אך ורק בקרקעות רנדזינה אשר על מחשופי טוף חווארי, בעיקר בחלק המערבי של הרמה. בשאר השטח, ובמיוחד בחלק המרכזי של הפארק בו מצויה קרקע טרה רוסה⁹, חסר אלון זה כמעט לחלוטין מלבד אוכלוסייה קטנה אליה נתייחס בהמשך^{10,3,1}. ברוב שטחה של רמת-הנדיב שליט בר-זית בינוני *Phillyrea latifolia* L., אשר פרטיו מופיעים על פי רוב כשיחים מפותחים. העדרותו של אלון מצוי מרוב השטח דורשת הסבר, במיוחד לאור העובדה שכיסוי הצומח ברמת-הנדיב התפתח בצורה ספונטנית וללא הפרעות במשך 40 השנים האחרונות, למעט השרפה של מאי 1980. אי-התפתחותו של יער אלון מצוי בחלקים המרכזיים של רמת-הנדיב מעלה את שאלת מהות הפוטנציאל הצמחי בחלקי הפארק עם קרקעות טרה-רוסה על גבי מחשופי גיר קשה או דולומיט מתצורת שונה.

על מנת להגדיר את הפוטנציאל הצמחי יש לבחון את מאפייני הדינמיקה של כיסוי הצומח לאחר השרפה. לשם כך יש לענות על השאלות הבאות: מה היתה תצורת הצומח לפני השרפה? באיזו מידה היא היתה דומה לתצורת הצומח הנוכחית? מהו קצב התפתחות כיסוי הצומח מאז השרפה?

ממדי השרפה של מאי 1980

עשרים שנה לאחר השרפה קשה מאד לזהות בוודאות את סימני השרפה בעזרת תצלומי אוויר בלבד. נערכה השוואה בין תצלומי אוויר שצולמו בשחור-לבן שנים אחדות לפני השרפה (24.09.1976) לבין תצלומי אוויר שצולמו (גם הם בשחור-לבן) 5 חודשים לאחר האירוע (18.10.1980). פענוח התצלומים העלה כי אי-אפשר להגדיר באופן מדויק את גבולותיו של השטח

השרוף על גבי תצלומים אלה. גם השוואה בין תצלומי 1976 לבין תצלומים צבעוניים משנת 1994 העלתה כי אי-אפשר לקבוע בוודאות את גבולות השַרְפָה, בעיקר משום שהטופוגרפיה וסוגי קרקע ברמת-הנדיב מגוונים, והשפעתם על אופי יחידות הצומח רבה. לכן קשה לקבוע למשל אם הבדלים בגובה בין יחידות-צומח שונות נובעים מן השַרְפָה או מתנאי בתי-גידול שונים.

לכן נעשתה קביעת גבולות השטח השרוף על ידי חיפוש בשדה אחר שרידים שרופים של גזעי בר-זית בינוני שנשארו באתרם (in situ) לאחר השַרְפָה. האקלים היבש גורם לכך שהשרידים השרופים אינם נרקבים מהר, והם נשמרים היטב גם כעבור 20 שנה. נוסף לכך מעניק תהליך ההתחדשות (resprouting) המהיר-מאד של בר-זית בינוני מחסה לשרידים השרופים תוך זמן קצר, ובכך עוזר בשמירתם.

כ-350 פרטים של בר-זית בינוני נבדקו בשטח, ובאמצעותם סומנו גבולות האזורים השרופים על גבי תצלום אויר צבעוני. נתונים אלה תורגמו למפה בעזרת מערכת GIS (מערכת מידע גיאוגרפית). איור 1 מציג את גבולות האזורים השרופים ברמת-הנדיב.

השטח הכולל של רמת-הנדיב הוא 4,850 דונם. השטח המכוסה בצומח ספונטני ונטוע (בניכוי גן הזיכרון ושטחי החניה והפיקניק) הוא 4717.6 דונם. השטח שעלה באש בשַרְפָה של 1980 משתרע על פני 1194.3 דונם, המהווה 25.3% מכלל השטח המכוסה בצומח ספונטני ונטוע, או קרוב לשליש (31.7%) מהשטח שהיה מכוסה בצומח ספונטני בלבד (ללא החלקות הנטעות המשתרעות על פני 950 דונם).

מיפוי השטחים השרופים מראה כי השַרְפָה כילתה את רוב השטח המכוסה בצומח ספונטני בחלק המרכזי, דרומית לחלקת הקבר (789.4 דונם). זהו הגוש השרוף הגדול ביותר. גם חלק גדול מהשטח שמזרח לחלקת הקבר עלה באש (209.6 דונם). באזור המרכזי, שמצפון לחלקת הקבר, התפשטה האש בשני אתרים בגודל בינוני – האחד מצפון-מערב לחלקת הקבר (119.2 דונם) והאחר מצפון-מזרח לה (66.7 דונם).

כפי שאפשר לראות במפה 1 התפתחה האש ב-4 מוקדים עיקריים, אשר אינם מחוברים זה לזה. שני מוקדים נוספים גרמו לשרפות בשטחים קטנים מאד (3.5 ו-5.9 דונם) בחלק הצפוני של רמת-הנדיב. העובדה כי יש 6 מוקדי אש מעלה את הסברה כי השַרְפָה התפשטה על-ידי רוחות חזקות, שפיזרו חומר מצית במקומות שונים ברמת-הנדיב.

מאז השַרְפָה של 1980 התפתח כיסוי הצומח בגושים השרופים באופן ספונטני, ללא הפרעה כלשהי. לכן אפשר כיום, אחרי 20 שנות התפתחות הצומח, לערוך בחינה כוללת של אופי הדינמיקה שלאחר השַרְפָה של כיסוי הצומח באזור זה, ובכך להצביע על הפוטנציאל הצמחי שלו.

הדינמיקה של הצומח אחרי השַרְפָה

מתודולוגיה להגדרת הדינמיקה

המטרה של הגדרת הדינמיקה של יחידת צומח כלשהי היא להעריך כיצד תתפתח אותה יחידה במשך הזמן, כלומר איזה שינויים צפויים להתרחש באופי הכללי של יחידת הצומח. הגדרת הדינמיקה עוסקת בעיקר בקביעה מהי המגמה השלטת בהתפתחות יחידת הצומח הנבחנת^{16,22}.

במחקר זה נערך בשלב ראשון פענוח השוואתי בין תצלום אויר נוכחי (1998) לבין תצלום אויר שצולם מעט לאחר השַרְפָה (אוקטובר 1980). למרות שאי-אפשר לקבוע באופן מדויק את גבולות השַרְפָה באמצעות השוואה זו, אפשר בכל זאת לראות כי, כצפוי, הגובה ושְעוֹר הכיסוי של הצומח גדלו במשך תקופה זו בצורה ברורה. מכאן נובע שמדובר בדינמיקה "פרוגרסיבית", כמו ברוב המקרים לאחר שַרְפָה באגן הים התיכון. במלים אחרות, לצומח שנשמד כליל בשַרְפָה יש יכולת לחזור ולכסות את השטח, ולכן עוצמתו (כיסוי, גובה) היא בעיקר פונקציה של הזמן שעובר מאז השַרְפָה. אולם השוואה זו בלבד אינה מאפשרת לדעת מהי המגמה של התפתחות הצומח ומהם ההבדלים בין אופי כיסוי הצומח כיום לבין אופי כיסוי הצומח בעת התפרצות השַרְפָה.

כדי לדעת מהי המגמה הנוכחית יש לבחון את המבנה (סטרוקטורה) ואת הרכב המינים של כיסוי הצומח באזורים השרופים. נושא זה נבחן בעבודת שדה. שאלת הדינמיקה מחייבת התמקדות בהרכב המינים בהתאם לשיכוב. נוכחות או העדרות של מין מסוים בשכבה ספציפית, ובמיוחד בשכבות הנמוכות, יכולה להצביע על שינוי צפוי באופי יחידת הצומח במהלך התפתחותה. כמו כן אפשר להעריך בעזרת בדיקה זו אם צפוי שינוי מבחינת ההרכב ו/או המבנה של היחידה הנבחנת.

כדי לדעת מה היה האופי של כיסוי הצומח בעת השַרְפָה, וכדי להעריך מהו קצב התחדשות של הפרטים של בר-זית, ערכנו מספר בדיקות נוספות. ב-40 פרטים של בר-זית בינוני, שנשרפו כליל בעת השַרְפָה, נמדדו: הקף הגזע השרוף הגדול ביותר, באתרו, והקף הגזע החי הגדול ביותר (אשר התחדש מאז השַרְפָה). שתי בדיקות אלה נעשו בגובה של 15 ס"מ מעל פני הקרקע. השוואת שתי המדידות זו לזו אפשרה לדעת לאיזה שלב-התפתחות הגיע הצומח כאשר עלה באש, והאם שלב זה היה מתקדם יותר מהשלב הנוכחי, 20 שנה לאחר השַרְפָה. צומח זה יכולה להלן בשם מטוראל (matorral), שהוא מונח ספרדי המתאר יחידת צומח ים-תיכונית מעוצה, המורכבת מצמחים אשר אי-אפשר לראות במבנה שלהם הפרדה ברורה בין גזע לצמרת^{32,38}. לפי ההגדרה של Tomaselli (1981) יחידות מכוונות גריגה, בתה, פריגנה ומקי הינן מטוראלים נמוכים או בינוניים. היחידות המכוונות חורש בישראל הינן מטוראלים גבוהים או יחידות יעריות המכוונות באנגלית coppice או בצרפתית taillis.

שיטה זו אמנם אינה השיטה האופטימלית, אולם היא מאפשרת לדעת באופן ודאי ותוך זמן קצר מה היה גובהו של המטוראל טרם השַרְפָה בהשוואה למטוראל הנוכחי. השוואה כזו אי-אפשר לעשות על סמך פענוח תצלומי אויר.

פענוח השוואתי של תצלומי אויר שצולמו בין 1980 ל-1998 מראה כי כיסוי הצומח התפתח במשך תקופה זו בדינמיקה "פרוגרסיבית". אולם מעבר לעובדה זו נשאלת שאלה ספציפית יותר באשר לדינמיקה של כיסוי הצומח: כיצד יתפתח המטוראל הנוכחי בעתיד? האם מראה יחידה זאת סימנים של שינוי צפוי במבנה ו/או בהרכב המינים שלה?

הדינמיקה של כיסוי הצומח בשטחים השרופים

כיום יש יחידת צומח אחת באזורים השרופים. יחידה זו היא מטוראל, שגובהו ברובו בינוני (1-2 מ'), לעתים גבוה (מעל 2 מ'). המטוראל ברמת-הנדיב נשלט על-ידי בר-זית בינוני וקידה שעירה *Calycotome villosa*. הכיסוי של מטוראל זה גבוה (מעל 90%) ברוב השטח שהוא משתרע בו.

בכמה מקומות אפשר להבחין בשכבה משמעותית של עשבונים.

מבין המינים המעוצים השכיחים במטוראל זה אפשר לציין גם סירה קוצנית *Sarcopoterium spinosum* ואלת המסטיק *Pistacia lentiscus* השכיחים ביחידה זו, אם כי שיעור הכיסוי שלהם נמוך בהרבה משיעור הכיסוי של קידה שעירה ובר-זית בינוני.

הרכב המינים המעוצים במטוראל זה הוא (הסדר בכל שכבה הוא לפי השליטה – המין הראשון בסדר הוא השולט):

- ☐ שכבה גבוהה (<2 מ') : בר-זית בינוני, קיסוסית קוצנית *Smilax aspera*.
- ☐ שכבה בינונית (1 עד 2 מ') : קידה שעירה, בר-זית בינוני, קיסוסית קוצנית, אשחר ארץ-ישראלי *Rhamnus lycioides* (שיח זה אינו שכיח במטוראל, אלא מופיע לעתים).
- ☐ שכבה נמוכה (>1 מ') : קידה שעירה, סירה קוצנית, אלת המסטיק. בשכבה זו גדלים גם כמה בני-שיח אשר אינם שכיחים, אך הם מופיעים בסקרים בתדירות קבועה, כגון חלבולב מגובשש *Euphorbia hierosolymitana*, געדה ממושקת *Teucrium divaricatum*, אשחר ארץ-ישראלי ושבטן לבן *Osyris alba*. כמו כן יש גם בשכבה זו פרטים של בר-זית בינוני ושל אשחר רחב-עלים *Rhamnus alaternus*. נוסף למינים אלה נמצאים בשכבה זו מטפסים אחדים, כולם נפוצים באותה מידה: קיסוסית קוצנית, פואה מצויה *Rubia tenuifolia*, פרסיון גדול *Prasium majus*, אספרג החורש *Asparagus aphyllus* וזלזלת הקנוקנות *Clematis cirrhosa*. הצגה סכמתית של מטוראל זה מוצגת באיור 2.

מעבר לתאור של המבנה והרכב המינים של המטוראל, אפשר להצביע על שלוש תכונות מיוחדות של יחידת צומח זו:

א. שליטה כמעט מוחלטת של מינים מסוג ביולוגי "r", כלומר מינים עם קצב גידול מהיר, היוצרים מספר רב של זרעים המופצים בעיקר על-ידי הרוח (לדוגמה קידה שעירה) ו/או על-ידי בעלי-

חיים, בעיקר ציפורים (בר-זית בינוני). אלה מינים המאפיינים תהליכי סוקסציה משנית המתרחשת אחרי הפרעה.

כל המינים שהוזכרו לעיל, פרט לאשחר רחב-עלים, שייכים לסוג ביולוגי "I". למרות שמטוראלים רבים סביב אגן הים התיכון מכילים מינים מסוג "K", כלומר עצים ומינים המרכיבים יערות בשלבי סוקסציה מתקדמים, אין במטוראל שהתפתח בשטחים השרופים ברמת-הנדיב מינים כאלה (מלבד אשחר רחב-עלים). המינים המעוצים המרכיבים מטוראל זה הם שיחים ובני-שיח בלבד.

ב. העדרות של אלון מצוי.

מלבד מספר פרטים של אלונים אליהם נתייחס בפירוט בהמשך, לא נצפה אף פרט מתחדש של אלון מצוי בשטח שנשרף בשנת 1980 למרות שעץ זה מרכיב יערות מזרח ים-תיכוניים טיפוסיים במרחק של כמה מאות מטרים מרמת-הנדיב, בעיקר באזור זכרון-יעקב והר-חורשן. אלון מצוי נמצא בכמה נקודות ברמת-הנדיב, במחשופי טוף שבמערב הפארק (מקומות אלה לא עלו באש 1980-).

נוסף להעדרותו המפתיעה של האלון הסקלרופילי הטיפוסי, יש להדגיש כי לא נמצא במטוראל אף פרט של אלון התבור *Q. ithaburensis*. כמו כן לא נמצא אף עץ מבין המלווים של אלון מצוי ביערות שהוא שולט בהם, כגון: אלה ארצישראלית *P. palaestina*, קטלב מצוי *Arbustus andrachne*, ער אציל *Laurus nobilis*, עוזרר קוצני *Crataegus aronia*, לבנה רפואי *Styrax officinalis*. העדרותם של מינים אלה היא מוחלטת, ובכל שכבות המטוראל, כולל הנמוכות ביותר.

ג. הרכב פלוריסטי דומה בכל השכבות.

מלבד נוכחותו של אשחר רחב-עלים בשכבה הנמוכה (בפרק ה'דן בהגדרת הפוטנציאל תפורש נוכחות זו) בחינת הרכב המינים לא מראה הבדלים משמעותיים בין השכבות ("*per stratum*"). עובדה זו מצביעה על כך שלא עומד להתרחש בעתיד הקרוב תהליך של החלפת מינים במטוראל זה. לכן אפשר לשער כי אופי המטוראל אינו עומד להשתנות בהרכבו ו/או במבנה שלו בזמן הקרוב.

שילוב שלוש הנקודות הללו מצביע על כך שהמטוראל הנוכחי דומה מאד ליחידת הצומח שנשרפה במאי 1980. סביר להניח שהרכב המינים המעוצים היה זהה: אילו היו עצים כמו אלונים, הם היו מתחדשים והיו נוכחים גם היום. אפשר להעמיק מסקנה זו ולומר אפילו כי העדרות של אלון מצוי (ומלוויו) בשטח זה היא עובדה בת חמישים שנה לפחות. לבסוף, על פי ניתוח המבנה ולפי הרכבו של אותו מטוראל, נראה כי הוא הגיע אחרי 20 שנה לשלב שהתפתחותו הספונטנית אינה מובילה לשינויים משמעותיים באופיו בעתיד הקרוב והבינוני. אפשר לכנות מצב זה, מבחינת הדינמיקה, מצב של "אוטו-סוקסציה", כלומר מצב של קביעות בהרכב ובמבנה של

תצורת הצומח. ליתר זהירות נגדיר את השלב שהמטוראל הגיע אליו כשלב של שמירת אופי לתקופת זמן של עשרות שנים לפחות (למעט שינוי בגובה הפרטים).

למרות שאנו יודעים כי המטוראל הנוכחי דומה בהרכבו למטוראל שנשרף ב-1980, אין אנו יכולים להסיק מהנתונים הקיימים מה היה מבנהו של אותו מטוראל, ובעיקר מה היה גובהו לפני השרפה.

לפי מדידות שערכנו נמצא שהערך הממוצע של ההפרש בין הקף הגזע החי לבין הקף הגזע השרוף שלילי, אך קטן יחסית: 1.2 ס"מ. כלומר ברוב המקרים היו הפרטים של בר-זית בינוני במאי 1980 קצת יותר מפותחים מאשר אלה שנמדדו בסוף 1999 / תחילת 2000. מעניין להשוות נתונים אלה עם תוצאות המחקר שנערך ברמת-הנדיב בעקבות השרפה על-ידי ברוידא ואחרים³. מסקנתם היתה כי "בעבור 21 שנה (מאז השרפה) חוזר הצומח לכיסוי זהה לזה שהיה לפני השרפה". וזאת מהשוואה של קצב הצימוח בין השנים 1946 עד שנת השרפה וקצב הצימוח בין 1980 ל-1991 (לאחר השרפה), כפי שנלמד מהשוואת נתונים של תצלומי אור.

מכאן אפשר להסיק כי המטוראל שעלה באש במאי 1980 היה זהה בהרכבו למטוראל הנוכחי, ומעט יותר גבוה ויותר מתקדם בהתפתחותו. מכאן שהמטוראל שנשרף ב-1980 התחיל להתפתח באופן ספונטני וללא הפרעות לקראת סוף שנות החמישים. יש לזכור שהשטח נסגר מפני רעיה והפרעות אחרות כבר בתחילת שנות החמישים. נוסף על כך, היות וסביר להניח כי שְעור גידול של צמחים מעוצים כמו בר-זית בינוני אינו ליניארי במשך הזמן אלא יותר לוגריתמי, אין לשלול את ההנחה כי התפתחותו של המטוראל החלה מוקדם יותר, באמצע ואף בתחילת שנות החמישים.

אולם המספר הרב של גזעים, שמקורם בתהליך התחדשות (resprouting process) אצל הפרטים הקיימים כיום של בר-זית, עשוי להוביל אותנו למסקנה סותרת: לאחר הפרעה כמו כריתה, רעיה או שרפה, רב יותר מספר הגזעים (או הגבעולים) מאשר לפני כן^{21,29}. יתכן שזו סיבה לכך שהגודל הממוצע של הקף הגזע הגדול ביותר כיום קטן ממה שהיה לפני השרפה. לכן יתכן שההפרש בין הקף של הגזעים החיים לבין הגזעים השרופים אינו מצביע על הפרש משמעותי בין שני המטוראלים מבחינת גילם וזמן התפתחותם.

לסיכום, הסימנים מראים כי המטוראל שעלה באש במאי 1980 התחיל להתפתח ללא הפרעות מתי שהוא בשנות החמישים.

ההבדלים שנמדדו במהלך המחקר בין ערכי סטיית תקן בגובה הפרטים של בר-זית (0.26 מ'), ובהקף הגזעים החיים (2.99 ס"מ) והשרופים (3.17 ס"מ) הינם משמעותיים. אפשר להסביר תוצאות אלה בהבדלים מקומיים באיכות מיקרו-בית-הגידול, איכות התלויה בקנה-מידה זה, בעיקר בסוג הקרקע ובמשק המים המקומי.

ניתוח הדינמיקה הצמחית בשטח השרוף: מסקנות כלליות

מהנתונים שנאספו במהלך פענוח הדינמיקה של כיסוי הצומח בשטח השרוף עולות המסקנות הבאות:

- א. יחידת הצומח שנשרפה במאי 1980 היתה זהה, הן בהרכבה והן במבנה שלה, למטוראל שהתפתח באותו שטח לאחר השִׁרְפָה. אולם המטוראל שעלה באש היה ככל הנראה בשלב מעט יותר מתקדם בהתפתחותו מהמטוראל הנוכחי.
 - ב. הדינמיקה מאז מאי 1980 היא מבחינת אופיה דינמיקה פרוגרסיבית, כיוון ששְׁעוֹר הכיסוי גובה היחידה עולים עם הזמן. סביר להניח כי פרמטרים אלה ימשיכו במגמת עליה, במיוחד באשר לבר-זית בינוני.
 - ג. המטוראל הנוכחי אינו מראה שום סימן של התפתחות, בטווח קרוב ובינוני, לקראת יחידת צומח שונה מבחינה הרכבה. להפך, ניתוח המטוראל מגלה כי יחידה זו נוטה להחליף את עצמה באופן ספונטני במשך הזמן. פרוש הערכה זו הוא כי המטוראל נכנס לתהליך של אוטו-סוקסציה.
 - ד. לכן המסקנה הבולטת ביותר לגבי המטוראל הזה, מבחינת הדינמיקה שלו, היא שאין לו עתיד יערי בטווח הנראה לעין. העדרות מוחלטת של אלון מצוי בשטח השרוף היא חריגה ודורשת הסבר. יתרה מזו: מלבד נוכחותם של כמה פרטים נמוכים של אשחר רחב-עלים תחת הפרטים של בר-זית בינוני, לא נמצא במטוראל זה שום עץ, בגיל כלשהו, המאפיין את היער הסקלרופילי המזרח ים-תיכוני.
- נקודה אחרונה זו מעלה את שאלת הפוטנציאל הצמחי בשטח השרוף. האם צריך להתייחס למטוראל הקיים כיום כאל פוטנציאל צמחי תואם את תנאי הסביבה? או האם צריך לראות באותו מטוראל פוטנציאל צמחי נוכחי, כלומר פוטנציאל הנובע מהשפעה משולבת של התערבות אנושית ושל תנאי הסביבה הקיימים כיום, כתוצאה עקיפה ו/או ישירה של פעילות האדם במקום בעבר?

הפוטנציאל הצמחי בשטח שנשרף

הנחות בסיסיות לגבי אופי הפוטנציאל הצמחי בשטח השרוף

הפוטנציאל הצמחי הוא יחידת צומח המייצגת את שלב ההתפתחות המתקדם ביותר אשר הצומח יכול להגיע אליו, בהתאם לתנאי הסביבה באזור נתון^{20,36}. חשוב להדגיש כי הפוטנציאל הצמחי הוא יחידת צומח המוגדרת על-ידי הרכב ומבנה המתפתחים באופן ספונטני במקום מסוים, כאשר אין בו כל הפרעה פעילה.

ניתוח הדינמיקה של המטוראל בשטח הנדון מצביע על כך שהוא תואם לפוטנציאל הצמחי בשטח השרוף, אם כי צפויים שינויים במבנה עקב עליה בגובה של הפרטים של בר-זית בינוני. לכן

עולה השאלה: מדוע אין הפוטנציאל בשטח זה יערי? וכן: כיצד אפשר להסביר את העדרותו של אלון מצוי?

הביו-אקלים הים-תיכוני¹⁸ בדרום הכרמל הוא לח למחצה (sub-humid), עם מגמת חורף "חמה עד חמה מאד" (טמפרטורת מינימום של החודש הקר ביותר מעל +10 מעלות צלסיוס). ביו-אקלים זה אינו מונע ואינו מקשה על התפתחותם של יערות אלון מצוי, כפי שאפשר לראות סביב רמת-הנדיב. לכן הגורם הביו-אקלימי אינו יכול להסביר את העדרותו של האלון הסקלרופילי בשטח השרוף.

הועלתה השערה שמשק המים האופייני לרמת-הנדיב יוצר תנאים יובשניים מדי להתפתחות האלונים במרבית שטחי הפארק, למעט בשטחים בהם יש שכבת טוף, היוצרת אקוויפר לח, קרוב לפני השטח, ושורשי העצים מגיעים אליה בקלות⁵. לצד הנחה זו אשר צריכה להיבדק בעתיד, יש לדעתנו, מקום להעלות הנחה נוספת, שאינה מנוגדת להנחה הראשונה, כדי להסביר את העדרותו של האלון המצוי במטוראל.

בשל התערבותו בת אלפי שנים של האדם בהתפתחות כיסוי הצומח באגן הים התיכון, ובארץ ישראל בפרט, רצוי שלא לראות בתנאים הא-ביוטים את הגורם היחיד או הוודאי ביותר כדי להסביר את האופי והתפוצה של יחידות הצומח. מבלי לדחות כלל ההשפעה האפשרית של הסלע, יש להתחשב גם בתולדות המקום, כלומר בהתערבות האדם בעבר. מחקרים היסטוריים^{4,8,25,24} הראו כי ההתיישבות ברמת-הנדיב החלה כבר בתקופת הבית השני, והתעצמה במיוחד במהלך התקופה הביזאנטית. סביר להניח כי כיסוי הצומח, ובמיוחד העצים, נכרתו לשם אספקת אנרגיה (בישול, חימום, מלאכה ותעשייה), ולאספקת חומר בניה (למבנים עצמם ולהרכבת פיגומים להקמתם). יתכן שכריתה זו גרמה להכחדתם. יתכן שמספר אלונים, אלון מצוי ואלון התבור, הגדלים קרוב למחשוףי טוף במערב ובצפון הפארק, נשמרו במכוון עוד בתקופה שאזור רמת-הנדיב שימש כאזור חקלאי. עדויות היסטוריות מהמאה ה-19 ומסוף המאה ה-18 באזור זה של ארץ-ישראל מצביעות על מסורת של שמירת חלקות אלונים קטנות, צמודות לשדות חקלאים, אולי על מנת לנצל את הבלוטים, ששימשו בעיקר כמזון לעדרים ואף כמאכל לאוכלוסיה המקומית בשנות רעב^{23,40}. ניצול זה של אלונים מוכר היטב גם בצפון-מערב אגן הים התיכון³⁹.

אפשר להניח כי נוסף לפגיעה ישירה בכיסוי הצומח לווה ניצול העץ גם ברעה. לכן אין ספק שכיסוי הצומח ברמת-הנדיב, ובמיוחד העצים, סבל קשות מהתיישבות האדם. עם זאת ידוע כי הניצול המאסיבי של כיסוי הצומח באגן הים התיכון לא הוביל בהכרח להעלמות יערות אלונים, במיוחד במדינות עם תודעה של שמירת-טבע, ביניהן ישראל, בהן היתה אפשרות לכיסוי הצומח להתחדש. התחדשות זו מקורה בשינויים חברתיים-כלכליים, ששינו לחלוטין את האופי של יחסי אדם-צומח במהלך 50–80 השנים האחרונות. לכן אין זה נכון להתייחס אך ורק להשפעת הגורם הפיזי כדי להסביר את העדרותו של האלון המצוי במטוראל. כפי שרואים בשטח, התאושש בר-זית בינוני והתפתח בצורה נמרצת ברמת-הנדיב אחרי הפסקת פעילות האדם, ואילו אלון מצוי כמעט שלא הצליח להתאושש.

על מנת לאמת את ההנחה כי אפשר להבחין ברמת-הנדיב בין שני סוגי פוטנציאל צמחי - הפוטנציאל של הסביבה והפוטנציאל הנוכחי - יש לענות על השאלה הבאה: האם קיימים כיום

סימנים, בשטח השרוף או באזורים הסמוכים לו, המצביעים על כך שהפוטנציאל הצמחי של הסביבה הוא אכן יערי?

הבחנה בין שני סוגי הפוטנציאל צמחי: פוטנציאל של הסביבה ופוטנציאל הנוכחי

מדידות מפורטות שערכנו בקבוצה של מספר אלונים מצויים הנמצאים צפונית לחלקת הקבר, על גבול השטח השרוף ועל גבי קרקעות טרה רוסה – ולא על גבי רנדזינה – (טבלה 1) מראות כי האלונים אינם מגלים סימנים לבעיות התפתחות או דיכוי כלשהו, שהרי אורך הענפים החדשים (גידול מתחילת האביב האחרון עד לתאריך הבדיקה) סביר. גם המספר הרב-יחסית של גזעים בכל פרט מראה כי יכולתם להתחדש באזור זה אינה מוטלת בספק. העובדה כי האלונים הם רבי-גזעים מצביעה על הפרעות כגון אש, כריתה או רעיה בהתפתחותם בעבר.

הגובה הממוצע של האלונים מצביע על התפתחות ספונטנית, ללא הפרעות, מזה כ-60 שנה. הערכה זו נעשתה בהשוואה לגובה האלונים כיום במדרון הצפוני של הר-חורשן, אשר נשרפו כליל בשנת 1943. לכן גילם של אלונים אלה הוא בערך פי 3 יותר מזה של הפרטים של בר-זית שהתפתחו מאז השרפה. מעניין לציין כי מבחינת הגובה אין הבדל משמעותי בין האלונים (2.7 מ') לבין הבר-זית (2.3 מ').

תחת האלונים וסביבם נמצאו בלוטים רבים, הוכחה נוספת להתפתחות רגילה בבית-גידול מתאים. כן נצפו גם כמה זרעיים (בגובה של פחות מחצי מ') של אלון, הגדלים אך ורק תחת הכיסוי של העצים הבוגרים.

כדי להדגיש כי נתונים אלא מתייחסים לקבוצה של כמה עשרות אלונים המתפתחים על גבי טרה רוסה – ולא על גבי רנדזינה⁹, כלומר באותם תנאים א-ביוטיים בהם מתפתח המטוראל נטול אלונים בשאר שטחו. עקב כך, לפי נתונים אלה, אפשר להסיק כי תנאי בית הגידול באזור שגדלים בו היום אלונים אינם מונעים את המשך התפתחות חורש אלון מצוי. בהתאם למסקנה זו אפשר להניח כי הפוטנציאל הצמחי של הסביבה הוא יערי בשליטת אלון מצוי. חשוב להזכיר כי ישנה גם הנחה שונה, לפיה משק-מים מיוחד ברמת-הנדיב הוא המונע התפתחות אלון מצוי בשטחים מסוימים⁵. לכן דרושים, במסגרת מחקרים עתידיים ברמת-הנדיב, מחקרים על משק המים, שיכללו נסיונות שתילת בלוטי אלון מצוי תחת עצי בר-זית, על מנת לבחון את שתי ההנחות האלה אשר לכאורה אינן מנוגדות, ואולי אף משלימות זו את זו.

בבדיקת הרכב המינים מתחת ל-50 שיחים של בר-זית בינוני בשטח השרוף נמצאו בין 1 ל-4 זרעיים של אשחר רחב-עלים תחת 22 מהשיחים (44%). גובהם של פרטים אלה היה בין 20 לבין 130 ס"מ. הפרטים של אשחר רחב-עלים שבמטוראל גדלים אך ורק תחת שיחי בר-זית בינוני. אין ספק כי עץ זה דורש צל מלא, לפחות בשלבים הראשונים של התפתחותו. אשחר רחב-עלים הוא כידוע אחד העצים הבולטים ביערות אלונים סקלרופילים, הן של *Quercus ilex* בצפון-מערב אגן הים התיכון, והן של אלון מצוי במזרח אגן הים התיכון^{12,14,31,32}.

אופן פיזור הזרעים של אשחר רחב-עלים שונה למדי מזה של אלון מצוי, והבדל זה יכול להסביר במידה רבה מדוע מוצאים פרטים של אשחר רחב-עלים תחת פרטי בר-זית בינוני, בעוד שלא נמצא שם אף פרט של אלון מצוי. אמנם שניהם מפיצים את זרעיהם על-ידי בעלי-חיים (zoochory), אולם בלוטי אלון מפוזרים בעיקר על-ידי מכרסמים, ובמידה מצומצמת בלבד גם על-ידי עורבנים^{15,35,27}. כתוצאה מכך מתפזרים הבלוטים, לאחר נפילתם מהעץ, למרחקים של מטרים ספורים בלבד, עד 24 מ'^{34,37}. לעומת זאת מפוזרים זרעי אשחר רחב-עלים על-ידי ציפורים, דבר המאפשר להם לעבור מרחקים גדולים הרבה יותר^{37,19}. מכאן שמבחינת התפשטות מרחבית יש למינים כמו אשחר רחב-עלים, וכן בר-זית בינוני, אלת המסטיק ואשחר א", יתרון משמעותי על פני האלון המצוי, כי הם יוצרים זרעים בתוך פירות בעלי ציפה עסיסית, המופצים על-ידי ציפורים^{26,27}.

יש הבדל נוסף בין פיזור הזרעים של אלון מצוי לבין פיזור הזרעים של אשחר רחב-עלים (ובר-זית בינוני): המכרסמים נזונים מהזרע, וכשהם אוכלים הם משמידים אותו, ונובטים רק זרעים שהמכרסמים לא סיימו לאכלם; בעוד שבאשחר ובר-זית ניזונות הציפורים מציפת הפרי, והזרע המופץ נותר שלם. פעילות המכרסמים עלולה לגרום בשנים מסוימות להשמדה כמעט מוחלטת של היבול השנתי של הבלוטים^{37,28}. שְעוֹר צריכת הבלוטים על-ידי המכרסמים גבוה מאד³⁷, ולכן שְעוֹר הישרדות הבלוטים נמוך³⁵. לעומת זאת אין אכילת פירות של אשחר רחב-עלים (ובר-זית בינוני) על-ידי ציפורים מונעת את נביטת הזרעים. להפך, העברת זרעים עם ציפה עסיסית במערכת העיכול של ציפורים מגבירה את שְעוֹר נביטתם לאחר הטלתם בהפרשות הציפורים²⁶. הבדלים אלה יכולים להסביר מדוע סיכוייהם של בלוטים המסוגלים לנבוט להגיע לבית-גידול מתאים, תחת כיסוי בר-זית, מעטים מאד, במיוחד כאשר אוכלוסיית האלונים המבוגרים מצומצמת כמו ברמת-הנדיב.

גם זרעי בר-זית בינוני, כמו זרעי אשחר רחב-עלים, מופצים על-ידי ציפורים. יתרון זה מבחינת יעילות ההתפשטות המרחבית יכול להסביר במידה מסוימת מדוע התפתח בר-זית לאחר הפסקת פעילות האדם, בעוד שאלון כמעט ולא התאושש. נוסף לכך הראו מחקרים, אשר בחנו את תגובתם של אלון מצוי ובר-זית בינוני להפרעות, כי בר-זית מציג תכונות וגטטיביות המאפשרות לו להתאושש מהר מאד אחרי הפסקת הכריתה או לאחר שֶרְפָה^{29,30}. יכולת התאוששות גדולה יותר ואופן פיזור זרעים יעיל יותר מאלה של אלון מצוי יכולים להסביר מדוע בר-זית "מחליף" את האלון המצוי ברוב שטח הפארק של רמת-הנדיב.

באזור רמת-הנדיב, כמו באזורים רבים סביב אגן הים התיכון^{20,36}, אין הפוטנציאל של הסביבה תואם את הפוטנציאל הנוכחי. תוצאות עבודתנו בשטח אינן מאפשרות להסיק באופן חד-משמעי אם גורמים א-ביוטים (קרקע, משק מים), גורמים ביוטיים (הפצה, טריפה) או השפעת האדם (אש, כריתה) הם האחראיים ליחסי הצומח המרחביים בין בר-זית ואלון ברמת-הנדיב.

תודות

תודה לד"ר אבי פרבולוצקי על הביקורת המקצועית למאמר ועל הערותיו הבונות.

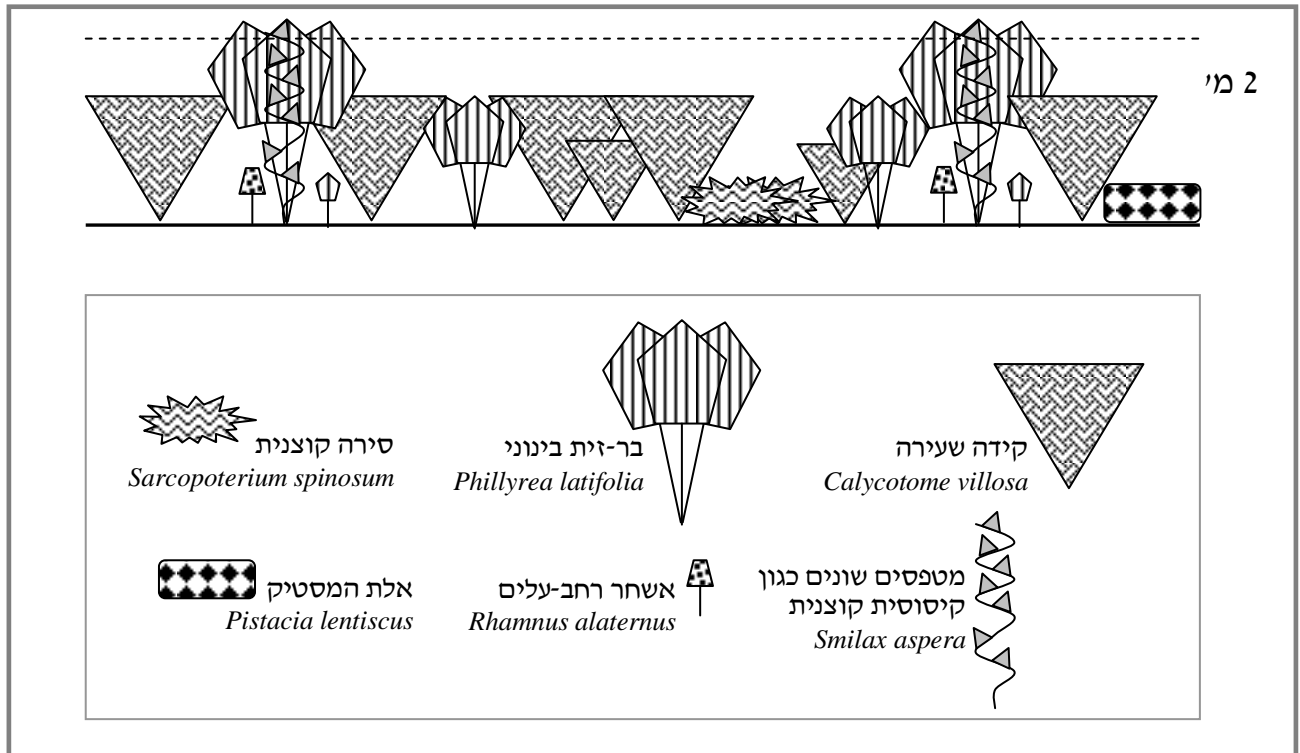
ספרות

1. בן-דוד, ז. ופרקש, מ. 1983. רמת-הנדיב: סקר טבע ונוף. החברה להגנת הטבע, 28 עמ'.
2. בר, י. 1988. הגיאולוגיה של רמת-הנדיב. החברה להגנת הטבע, 44 עמ'.
3. ברוידא, ח., קפלן, מ. ופרבולוצקי, א. 1996. שינויים בכיסוי הצומח המעוצה ברמת-הנדיב והשפעת שרפה – סקר היסטורי מתצומי אויר. אקולוגיה וסביבה 3: 127-132.
4. הרשפלד, י. ובירגר, ר. 1989. חורבת מאנסור אל עקב. החברה להגנת הטבע, 5 עמ'.
5. פרבולוצקי, א. 1992. רמת-הנדיב: טיול בהיבט אקולוגי. החברה להגנת הטבע, 11 עמ'.
8. קלונר, ע. ועולמי, י. 1980. התקופה הרומית והביזנטית. אטלס חיפה והכרמל. עמ' 40-41.
9. קפלן, מ. 1989. קרקעות רמת-הנדיב. החברה להגנת הטבע, 56 עמ'.
10. שמידע, א. ודרום, ד. 1992. מדריך עצים ושיחים בישראל. הוצאת כתר, 328 עמ'.
11. Barbero, M. 1983. Les chênaies vertes du Sud-Est de la France méditerranéenne. Valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles. (Holm oak forests in SE France: Phytosociological and dynamics aspects). *Phytocœnologia* 11: 229-244.
12. Barbero, M. and Quezel, P. 1989. Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. (Structures of sclerophyllous forests and fire hazard). *Bull. Ecol. T20*: 7-14.
13. Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R. and Quezel, P. 1990. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio* 12: 194-214.
14. Barbero, M., Loisel, R. and Quezel, P. 1992. Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetatio* 99-100: 19-34.
15. Bossema, I. 1979. Jays and oaks: An eco-ethological study of symbiosis. *Behaviour*. 70: 1-117.
16. Connell, J.H. and Slatyer, R.O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
17. Daget, P. 1988. *Mediterranean bioclimate and its variation in the palaeartic region*. In: Specht, R.L. (Ed.) *Mediterranean-type ecosystems, a data source book*. Tasks for vegetation science n°19. Kluwer Academic Pub., Dordrecht. pp: 139-148.
18. Daget, P., Ahdali, L. and David, P. 1988. *The mediterranean bioclimate and its variation in the paleartic region*. In: Specht, R.L. (Ed.), *Mediterranean-type ecosystems, a data source book*. Tasks for vegetation science n°19. Kluwer Academic Pub., Dordrecht. pp: 139-148.
19. Debussche, M. and Lepart, J. 1992. Establishment of woody plants in mediterranean old fields: opportunity in space and time. *Landscape Ecology*.6: 133-145.
20. Dufour, J.M. 1999. *Dynamiques et potentialités végétales en Méditerranée orientale: La région du Carmel*. (Vegetation dynamics and potentialities in the eastern Mediterranean: The Carmel mount case study). PhD Thesis, 551 pp.
21. Espelta, J.M., Sabate, S. and Retana, J. 1999 *Resprouting dynamics*, in Roda, F., Retana, J., Gracia, C.A. and Bellot, J. *Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests*, Ecological studies 137, Springer, 373p, 61-73.

22. **Glenn-Lewin, D.C., PEET, R.K. and Veblen, T.T. 1992.** *Plant succession: Theory and prediction*, Population and community biology series 11, Chapman &Hall, 352p.
23. **Guerin, V. 1875.** Description géographique, historique and archéologique de la Palestine. (Geographical, historical and archeological description of Palestine). vol. n°1, Samaria, 467 pp; vol. n°2, Samaria, 440 pp; vol. n°3 Galilée 530 pp and vol. n°4, Galilée 563p. Ed. Leroux Paris.
24. **Hirschfeld, Y. and BIRGER, R. 1986.** Ramat-HaNadiv 1984-1986. Israel Exploration J. 36: 275-277.
25. **Hirschfeld, Y. and BIRGER-Calderon, R. 1991.** Early Roman and Byzantine estates near Caesarea. Israel Exploration J. 41: 81-111.
26. **Izhaki, I. and Safriel, U.N. 1990.** The effect of some mediterranean scrubland frugivores upon germination patterns. J. of Ecology 78: 56-65.
27. **Izhaki, I., Walton, P.B. and Safriel, U.N. 1991.** Seed shadows generated by frugivorous birds in an eastern Mediterranean scrub. J. of Ecology 79: 575-590.
28. **Jensen, T.S. and Nielsen, O.F. 1986.** Rodents as seed dispersers in a heath - oak wood succession. Oecologia 70: 214-221.
29. **Perevolotsky, A. and Haimov, Y. 1991.** Structural response of Mediterranean woodland species to disturbance: evidence of different defense strategies. Israel J. of Botany 40: 305-313.
30. **Perevolotsky, A. and Haimov, Y. 1992b.** The effects of thinning and goat browsing on the structure and development of Mediterranean woodland in Israel. Forest Ecology and Management 49: 61-74.
31. **Quezel, P., Barbero, M. and Akman, Y. 1978.** *L'interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans le bassin méditerranéen oriental.* (Phytosociological interpretation of forests in the eastern Mediterranean). Documents Phytosoc. N.S. Vol. II: 329-352.
32. **Quezel, P. 1981.** *Floristic composition and phytosociological structure of sclerophyllous matorral around the mediterranean.* In: **Di Castri, F., Goodall D.W. and Specht R.L.** (Eds.), *Mediterranean-type shrublands.* Ecosystems of the world Elsevier Scientific, Amsterdam, Vol. 11. pp: 107-121.
33. **Rameau, J.C., Darracq, S. and Pigeon, V. 1995.** *Réflexion sur la notion de végétation potentielle, l'exemple des Alpes du Sud.* (The concept of potential vegetation: The example of the southern Alps). Document ENGREF, Nancy. 27 pp.
34. **Ruiz de la Torre, 1971.** *Arboles y arbustos de la Espana peninsular.* Int. For. Invest. Zexper., Madrid. 512 pp.
35. **Shigeo, I. 1996.** Quantitative analysis of acorn transportation by rodents using magnetic locator. Vegetatio 124: 39-43.
36. **Simon, L. 1997.** *Climax et dynamiques végétales méditerranéennes: des notions à redécouvrir: Exemples pris dans les Alpes du Sud* (Climax and vegetation dynamics in the mediterranean basin: Concepts to be renewed: Examples in the southern Alps). In: **Beaudet, G. and Moissenet, E.** (Eds.), *Géo-Méditer, Géographie physique et Méditerranée.* Hommage à, Publication de la Sorbonne, pp 175-184.
37. **Siscart, D., Diego, V. and Lloret, F. 1999.** *Acorn ecology* In: **Roda F., Retana, J., Gracia, C.A. and Bollot J.** (Eds.), *Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests.* Ecological Studies. Springer.137: 75-87

- 38. 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. *Mediterranean-type shrublands*, Coll. Ecosystems of the World 11, Elsevier, 643p, pp 95-106.
- 39. Vernet, J.L. 1997.** *L'homme et la forêt méditerranéenne de la préhistoire à nos jours* (Man and the mediterranean forest from prehistoric times). Ed. Errance, 248 pp.
- 40. Volney, F.C. 1822.** *Comte de Voyage en Syrie et en Egypte pendant les années 1783, 1784, 1785* (Journey in Syria and Egypt during the years 1783-1785). Ed. Bossanges Frères libraires, 5ème éd., 455 pp.

איור 1: יחידת הצומח שהתפתחה לאחר השַרְפָה ברמת-הנדיב – מטוראל סגור עם בר-זית בינוני (*Phillyrea latifolia*) וקידה שעירה (*Calycotome villosa*).



מדידות של מספר פרמטרים לגבי 15 פרטים של אלון מצוי הנמצאים סמוך לשטח הנשרף, על גבי קרקעות טרה רוסה

7.2	32.9	7.7	2.7	ממוצע
7.2	31.7	8.0	2.7	ממוצע ללא ערכים קיצוניים