

# הקלימאקס של החורש היס-תיכוני - דמיון או מציאות?

זאב נאווה

חיבור זה מוקדש לזכרו של מיכה ליטב ז"ל, האקולוג הראשון של הצומח בארץ, שמתח ביקורת על תורת הקלימאקס והסוקצסיות המקובלת.

מבוא

בין מרבית האקולוגים, הבוטנאים וחובבי הטבע בארץ, עדיין מושרשת הדעה, שהקלימאקס של החורש היס-תיכוני והטורים הסוקצסיוניים המובילים אליו, הם ישות ריאלית כביכול ואין לערער עליה. גם בארצות הים התיכון האחרות, תורה זו משמשת עדיין כהסבר עיקרי לדינמיקה של הצומח היס-תיכוני. על-פי ההנחה הכמעט מיסטית, מתפתח הצומח היס-תיכוני "הטבעי" - דהיינו, זה שאינו מופרע בידי האדם, בהמתו וגרזנו - בגלים מתחלפים, מחברות חלוץ עשבוניות דרך חברות בתה וגריגה אל חברות הקלימאקס של החורש, ובתנאים אקולוגיים נוחים ביותר, אל היער היס-תיכוני. באלה שולטים המינים נוקשי העלים, הסקלרופיליים, שהם ירוקי עד בעיקרם, כגון אלון מצוי ומלוויו.

על-פי הנחה זו, קיימת חוקיות הכרחית (דטרמיניסטית) בהתפתחות הצומח, החלה על-ידי שינויים חד-כיווניים באמצעות טורים מתחלפים (סוקצסיוניים) כאשר כל טור בעל דרישות אקולוגיות צנועות יותר משפר לטובה את תנאי בית-הגידול ומקל בכך את התבססות הטור הסוקצסיוני הבא אחריו, עד לשלב הסופי של השיא (הקלימאקס). חברת הקלימאקס היא, על כן, חברת הצומח המפותחת ביותר היכולה לקיים עצמה לאורך ימים, כל עוד לא משתנים תנאי האקלים והסביבה שלה. הנחה נוספת היא, שכאשר חברת הקלימאקס מופרעת בידי האדם או אירוע קטסטרופלי, הטורים הסוקצסיוניים הקודמים לקלימאקס חוזרים על עצמם, עד שבסופו של דבר הקלימאקס יתבסס מחדש, אם תנאי האקלים ובית-הגידול לא השתנו בלתי-ימים. לירידה זו אל השלבים הנמוכים יותר קראו סוקצסיה נסוגה, ולהזרה המחודשת בטורים עולים קראו סוקצסיה משנית מתקדמת.

תורת הקלימאקס והסוקצסיות המובילות אליו, פותחה עוד בראשית המאה על-ידי האקולוגים האמריקאים בהנהגתו המזהירה של קלמאנטס (1) תחת הרושם של שטחי הפרא הנרחבים של ערבות עשב, שיחים ויערות, שעדיין לא הופרעו על-ידי המתיישבים האירופיים. חברות צומח אלה נחשבו, על כן, בטעות כצומח הבתולין הטבעי, כיוון שאקולוגים אלה (כפי הנראה, על-פי התדמית התרבותית המעוותת שהיתה מקובלת באותם ימים, של זלזול מוחלט באינדיאנים "הפרימיטיביים") התעלמו לחלוטין מההשפעה הרבה והממושכת של שבטי האינדיאנים הצידים, מלקטי המזון, על תצורות הצומח האלה. אולם כיום, חוקרים אנתרופולוגיים,

אתנולוגיאוגרפיים ואקולוגיים, מדגישים במיוחד את השימוש הנרחב של האינדיאנים  
בשריפה מכוונת כאמצעי הממשק העיקרי, הן בערבות העשב והן ביערות ובחורשים.  
כך, למשל, פיתחו האינדיאנים בחוף המרכזי והדרומי של קליפורניה, בתנאים  
אקולוגיים הדומים ביותר לאלה של חוף הכרמל והגליל המערבי, תרבות מורכבת  
ועשירה של כלכלה טרום-חקלאית יציבה ביותר, הבנויה על ציד, דיג ולקט מזון  
(כולל איסוף זרעי דגנים ובלוטי אלונים להכנת לחם). בכלכלה זאת תפסה השריפה  
המכוונת מקום חשוב ביותר, אשר לפי דעת החוקרים (2) יצרה נוף מגוון ופסיפס של  
יערות פתוחים, חורשים וכרי עשב, בשלבי התחדשות שונים אחרי שריפה. הודות לכך  
נוצר שיווי-משקל דינמי בין משאבי הטבע המתחדשים (הצומח והחי) שהיה יציב  
לטווח ארוך וביטא את הסימביוזה הרוחנית והחומרית המופלאה שבין האינדיאנים  
לטבע.

עם המבקרים הראשונים והחשובים ביותר של תורת הקלימאקס נמנה האקולוג הדגול  
ואלטר, שכתב את הספר המקיף ביותר, המקובל עד היום, על הצומח בעולם מנקודת  
מבט אקו-פיסולוגית וביולוגיאוגרפית, מבלי להיעזר כלל במונחים של קלימאקס  
וסוקססיה, כדי לתאר את הדינמיקה של הצומח ברחבי העולם (3). בספרו האחרון (4)  
מקדישים הוא ושותפו ברקלה פרק מיוחד לביקורת המושגים האלה, ומדגישים, בין  
היתר, שזוהי תפיסה תיאורטית טהורה, שבשום מקום אינה מליצגת את המציאות. הם  
כותבים, שהאקולוגים הרגישו די מהר, שאי-אפשר להצדיק את מושג הקלימאקס  
כמליצג את השלב הסופי של כל הטורים באיזור מסוים - דהיינו, הקלימאקס האחד,  
"המונוקלימאקס" של קלמאנטס. במקומו הוטבעו המושגים "פוליקלימאקס", או  
לחלופין "פאראקלימאקס" (הקלימאקס המדומה) ולגבי אזורים הרריים הוטבע המושג  
"להקה" של קלימאקס, ביחס למדרונות השונים. מובנו של הקלימאקס נעשה על-ידי  
כך מטושטש עוד יותר ולכן, לדעתם, יש לזנחו לחלוטין. גם על תורת הטורים  
הסוקסיוניים הדטרמיניסטיים מתחו ביקורת קשה. עם המבקרים הראשונים נמנה  
האקולוג האמריקאי הדגול, אגלר (5) אשר מתח גם ביקורת נוקבת על התורה  
הפיטו-סוציולוגית האירופאית, מהאסכולה של בראון-בלנקה, וגם על הגישות  
האמריקאיות שהיו מקובלות עד לפני כמה עשרות שנים. הוא טען, בין היתר, שברוב  
המקרים, הסוקסיות המשניות אינן מתנהגות על-פי הדגם הקלסי של טורים צמחיים  
"המכוונים עצמם" מחדש (Relay floristics) אלא, הן מתבססות בעיקר על הצמחיה  
הראשונית (Initial floristics) שמקורותיה הם זרעים או התחדשות וגטיביית, וזאת  
תוך כדי תחרות בין המינים השונים. קובל וסלטייר (6) הסתמכו בעיקר על  
ביקורתו של אגלר ושללו גם הם את הייחודיות ההכרחית של התחלפות טורים  
סוקסיוניים, המקלים אחד על הבא לאחריו את ההתבססות על-פי "מודל ההקלה"  
(Facilitation model). הם הציעו מודלים נוספים על-פי תכונות הצמחים  
האינדיבידואליים המצויים בשטח או פולשים אליו ומסוגלים להתבסס בו בזכות  
כושר התחרות והחיוניות שלהם.

תורת הקלימאקס הובאה ארצה על-ידי המורים הדגולים שלנו, אייג וזהרי, בהשפעת

הפיטוסוציולוגים האירופיים מהאסכולה של בראון-בלנקה ממונפלייה בדרום צרפת. כפי שאפשר להיווכח מהקובץ המקיף שחובר לאחרונה על אקוסיסטמות ים-תיכוניות של שיחים (7) תורה זו שולטת עדיין שלטון כמעט מוחלט בין האקולוגים של איזור זה. זאת, למרות העובדה, שבאותו כרך מובאים ממצאים ארכיאולוגיים והיסטוריים (עליהם נעמוד להלן) הסותרים את התורה הזו לחלוטין. לעומת זאת, אין בכרך זה אפילו הוכחה משכנעת אחת, המבוססת על מחקר רב-שנתי שיטתי, שתאמת את תורת הקלימאקס והסוקסיות המובילות אליו, החלה ללא התערבות האדם בחורש וביער הים-תיכוניים. העורך הראשי של כרך זה, די קסטרי (8), במאמר המבוא המצוין שלו, כבר עמד על סתירה זו והצביע על ההשפעות ויחסי הגומלין ההדוקים בין הנוף והצומח הים-תיכוניים לבין האדם, שבהם אפשר לראות, לדבריו, אפילו קו-אבולוציה חלקית.

בחינה ביקורתית של תולדות הנוף והצומח הים-תיכוניים בארץ, כמו באיזור זה בכללו, מאשרים דברים אלה ומראים בביורו, שבשלבי ההתפתחות המכריעים שלהם – החל מהפלייסטוקן התיכון – היה לאדם חלק פעיל מאוד בעיצוב הנוף ובתצורות הצומח שלו. על כן, אי-אפשר כלל לדבר עוד על צומח טבעי, בלתי מופרע, של חברות קלימאקס ועל התפתחות מערכות אקולוגיות יציבות שאין לאדם חלק בהן. למעשה, גם אבות תורת הקלימאקס הים-תיכוני והארץ-ישראלי, הכירו בכך בסוף ימיהם. בראון-בלנקה (9) טען, שבאזורים ה"מתורבתים", שבהם השפעת האדם היא מרחיקת לכת ביותר, הקלימאקס הוא היפותטי לחלוטין. זהרי הרחיק לכת וטען בכתביו האחרונים, שעוצמת ההשפעה ההרסנית של האדם על הצומח, בעבר, היתה מרחיקת לכת יותר מאשר כל הגורמים האחרים (10) ושיש ליחס את השינויים שחלו בצומח, כבר בפלייסטוקן, יותר להשפעת האדם (כולל שריפות מכוונות!) מאשר לאקלים.

#### הקו-אבולוציה של האדם הטרנס-היסטורי והנוף הים-תיכוני

קו-אבולוציה מוגדרת כאבולוציה בו-זמנית של שני קווים אבולוציוניים, שהם בלתי תלויים זה בזה מבחינה תורשתית, אך תלויים הדדית מבחינה אקולוגית (12). אם ניחס לאבולוציה משמעות מערכתית כוללנית רחבה יותר ונגדיר אותה כתהליך סדיר ודינמי של מורכבות פיזית וביוולוגית ההולכת וגדלה, אזי נוכל לדבר בהחלט על הקו-אבולוציה של האדם והצומח הים-תיכוניים.

השלבים המכריעים והסופיים באבולוציה של הנוף והצומח הים-תיכוניים, חלו בתקופת הקרחונים, תוך כדי תהפוכות אקלימיות וגיאומורפולוגיות חריפות, שבאו בעקבות פעילות וולקנית והתקדמות ונסיגה של הקרחונים באירופה. משטרי המשקעים והטמפרטורות המאפיינים את האקלים הים-תיכוני, התגבשו בעיקר בתקופות הבין-קרחוניות היבשות והחמות יותר, שבהן הגיעו המינים המעוצים הסקלרופיליים לנדי שליטה. בו בזמן, חלו גם השלבים העיקריים באבולוציה הביוולוגית והתרבותית של האדם הקדמון, משלב פרימיטיבי ביותר של הומו האביליס לאדם

הזקוף (הומו ארקטוס) ועד לאדם המודרני (הומו ספיאנס). כמו כן חל בתקופה זו מעבר הדרגתי של האדם מכלכלה של ציד ולקט מזון, בתרבויות האבן המוקדמות, לאיסוף אינטנסטיבי של מזון, בתרבויות האבן התיכוניות והמאוחרות, ועד לייצור המזון של תרבות האבן החדשה, בסוף תקופת הקרחונים.

בהשפעות הגומלין שבין האדם לנוף היס-תיכוני, מילאה האש תפקיד חשוב ביותר כמקור לאנרגיה החוץ-גופנית של האדם. היא שימשה לא רק לחימום, לבישול ולתאורה (תיפקודים שבהם פעלה כגורם מזרז בהתפתחות החברתית והתרבותית) אלא גם כאמצעי עזר להגברת המזון. במיוחד התרבו הצמחים העשבוניים בבתי-הגידול השוליים, "האקוטוניים", שהיא יצרה. האש איפשרה גם פתיחה וחדירה אל סככי היער תוך רדיפה אחר חיות הציד. באמצעותה הרחיק האדם הקדמון את השפעתו הישירה והעקיפה על הצומח הרחק מעבר לתחום המגורים, המדורה ואשפות המטבח שלו.

הרוב המכריע של הארכיאולוגים והאנתרופולוגים שעבדו באזורנו, סבורים היום, שהאדם הקדמון למד מוקדם מאוד להשתמש באש מן השריפות הטבעיות הרבות שהשתוללו בפלייסטוקן, כתוצאה מפעילות וולקנית וסופות ברקים. הממצא הארכיאולוגי המוקדם ביותר הידוע כיום, המשמש כהוכחה לשימוש באש על-ידי האדם הזקוף, נמצא בצפון יוון, במערת פטרלונה. מערה זאת נמצאת בנוף קארסטי של חורש פתוח של אלון קוקציפרה (*Quercus coccifera*) ובר-זית, הדומה להפליא לנוף החורש של אלון מצוי בגליל העליון ובכרמל. הממצאים הם של אפר, כירות, עצמות חרוכות ועוד, והם שייכים לתרבות האשליית המוקדמת; גילם המשוער כמיליון שנים (13). ממצאים דומים, שגילם נאמד בכחצי מיליון שנים, קיימים במערת אסטל אשר בדרום צרפת, בתנאים ים-תיכוניים מובהקים של סלעי גיר. בארץ מצא שטקליס (14) בעמק הירדן כלי אבן אשליים יחד עם עצמות חרוכות מלפני כשלוש-מאות אלף שנים, ולפי הורוביץ (15) כבר שלטו באותו זמן בסביבה זו המינים הסקלרופיליים של אלון ואלה (הורוביץ אינו מזכיר את האש אפילו פעם אחת בספר מקיף זה על הרביעון בארץ-ישראל (15) ואינו מליחס חשיבות רבה להשפעתו המשוערת של האדם הקדמון על הצומח, כיוון שהוא מאפיין אותו בעיקר כצייד ופחות כמלקט מזון).

לפי הסקירה המקיפה של פרלס (16) על שימוש האדם הטרום-היסטורי באש, כבר הגיעו הניאנדרטלואידים לשיא השליטה הטכנולוגית באש ויצרו מנורות ולפידים אשר בעזרתם יכלו להצית אש בכל מקום. מאותה תקופה מוסטרית - לפני כמאה אלף שנים - יש לנו גם הוכחות מפורטות ביותר על השימוש באש באיזור היס-תיכוני בארץ, ממערת התבון בכרמל. משם אף יש רמזים על הימצאות שכבות אפר בכל שטח המערה, דבר המצביע על חדירת השריפה אל תוך המערה (א. רונו, בעל-פה). מאותה תקופה נמצאו בדרום צרפת גם שרידים מפוחמים של אלון ובר-זית.

כפי שתוארתי בפרוטרוט בדוגמה של הנטופיס בכרמל (18), אפשר להצביע על קווים מקבילים רבים בין תרבויות האבן היס-תיכוניות המאוחרות בסוף תקופת הקרחונים, לפני כעשרה עד חמישה-עשר אלף שנים, לבין שבטי האינדיאנים

הטרום-חקלאיים בקליפורניה, אשר הזכרתי לעיל. אלה וגם אלה - כמו האבוריגינים בחופי מערב אוסטרליה, בתנאים ים-תיכוניים דומים - עשו שימוש אינטנסיבי ומתוחכם במשאבי הטבע המתחדשים על-ידי שריפה מכוונת של הצומח המעוצה, לשם העשרת בתי-הגידול בצמחים עשבוניים. ביניהם היו גם מיני דגנים שנקצרו ונטחנו על-ידי הנטופים באמצעות כלי אבן. השטחים השרופים משכו, כנראה, גם את הצבאים, שלפי דעת הארכיאולוגים היו מבויתים למחצה והוחלפו מאוחר יותר בעזים מבויתות. אפשר גם להניח, שכך נוצר שיווי-משקל דינמי ארוך-טווח בין השטחים השרופים לבין המרכיבים העשבוניים והמעוצים, בשלבי ההתחדשות השונים, עליו גם עמד פרופ' צ'רנוב (19) בתיאור נוף הכרמל בתקופה זו.

מכל האמור לעיל, ניתן להסיק, שכבר בסוף הפלייסטוקן אין להתייחס עוד אל הצומח כאל ישות נפרדת, טבעית ובלתי מופרעת, אלא כאל חלק בלתי נפרד מן המערכת האקולוגית הכוללת, אשר בה מהווה האדם גורם מוסת, מכוון ומשפיע על תהליכי ההתמיינות והברירה הטבעית, יחד עם מכלול גורמי הסביבה הטבעית, הפיזיים והביולוגיים, כולל האש. זו הפכה מגורם טבעי לגורם "תרבותי-אנושי", וכתוצאה מכך, הפך הצומח הטבעי לצומח קרוב לטבעי ולצומח טבעי למחצה, בהתאם לעוצמת ההשפעה של התהוות האדם. אך בכל מקרה, כבר אז, לאחר תקופה ארוכה של קו-אבולוציה, אין לדבר על "קלימאקס בלתי מופרע ויציב" של היער והחורש הים-תיכוניים.

#### הנוף הים-תיכוני האגרו-פסטורלי ושיווי-המשקל הדינמי שלו

הקו-אבולוציה בין הנוף הים-תיכוני לאדם הים-תיכוני, הסתיימה בראשית ההולוקן, עם המעבר מאיסוף מזון לייצורו באמצעות פליחה, ביות צמחים ובעלי-חיים ורעייתם. כבר בתקופת הברזל - תקופת התנחלותם של שבטי ישראל - הפך, למעשה, כל הנוף הים-תיכוני ההררי בארץ ומאוחר יותר בכל אגן הים התיכון, לנוף חקלאי של פליחה ורעיה. שינוי זה נתחולל בעקבות השימוש בגרזני ברזל, אשר איפשר עקירתם משורש של עצים ושיחים (דבר שלא היה אפשרי קודם, באמצעות גרזני אבן) וכן עקב עיבוד המדרונות לטרסות ושימוש בכלי יד בין נקיקי הסלעים. הרועה החקלאי הים-תיכוני, המשיך להגביר את הלחצים של הסרת העלווה מהצמחים המעוצים, על-ידי שריפה, כריתה ורעיה של חיות המקנה. הוא עודד בכך גם את פלישתם של צמחים עשבוניים ומעוצים מאזורים יבשים יותר, שהיו מותאמים להפרעות אלה. בעקבות זאת, נותר הצומח הקרוב לטבעי רק במקומות הבלתי נגישים ביותר, ומכאן והלאה יש להתייחס לכל מה שצומח כאל צומח טבעי למחצה, אגרו-פסטורלי. צומח זה אמנם מתרבה ומתפשט באופן טבעי, אך הוא שונה במבנהו ובהרכבו מהצומח הטבעי המקורי, ומנוצל בצורה זו או אחרת בידי האדם ובהמתו כמזון וכצמחי רפואה, בושם או חומר דלק, עץ לבניה ועוד.

הממצאים הפאלינולוגיים החדשים של ברוך (א), מצביעים על שינויים דינמיים ארוכי-טווח של התקדמות הצומח המעוצה בתקופות היסטוריות של דלדול האוכלוסיה, ונסיגתו בתקופות של פריחה כלכלית וחקלאית, עת אוכלוסיה צפופה עשתה שימוש אינטנסיבי בשטחים הרריים, כמו, למשל, בתקופה ההלניסטית והביזנטית. ידועים ממצאים דומים גם ממערב הים התיכון, ואלה נזכרו על-ידי פונס (20). הוא הגיע למסקנה, שבמערב הים התיכון, בעקבות פעילות האדם, התפשטו הצמחים המעוצים הסקלרופיליים מפורמציות קטנות ומבודדות, החל מהפלייסטוקן העליון. התפשטות אלון אילקס (*Quercus ilex*) הנחשב שם כצמח קלימאקס מובהק, ואשר שימש לאיג כדגם לבניית הקלימאקס של יער האלון המצוי, היא תוצאה של הלחצים הדמוגרפיים על יערות עתיקים יותר של אלון פובסצנס (*Q. pubescens*). על כן, בסתירה לתורת הקלימאקס, התפשטותו והשתלטותו של אלון אילקס איננה תוצאה של אי התערבות האדם, אלא להיפך, היא באה בעקבות האדם והיא "אנתרופוגנית" במלוא מובן המלה. גם ברוך (א) מצא הבדלים בהרכב היערות הטרומ-חקלאיים והאגרו-פסטורליים, אך הנתונים הפאלינולוגיים אינם מספיקים עדיין לשם הסקת מסקנות ברורות בנדון. אולם אין ספק, שמיני ה"קלימאקס" של החורש - מיני האלון, אלה ארץ-ישראלית, ער אציל ועוד, יחד עם השיחים הסקלרופיליים כמו אלת המסטיק ואשחר ארץ-ישראלית - היו נתונים ללחצים משתנים, בעלי עוצמה שונה, במשך כל התקופה ההיסטורית. התקופה ההיסטורית.

ממצאים אלה מחזקים את המסקנות שאליהן הגיעו נאוה ודן (ב) אשר תיארו בפרוטרוט את ניוון הנוף היס-תיכוני בידי האדם. הם הציגו את הדינמיקה של הצומח היס-תיכוני וההררי בארץ בתקופות ההיסטוריות, כפונקציות רבות משתנים של גורמי האקלים, תנאי בית-הגידול והאורגניזמים המגיעים אליו, ואת האדם, החקלאי-הרועה, ככוח מניע עיקרי. כיוון ואופיין של פונקציות אלה משתנה במרוצת התקופות ההיסטוריות השונות, וזאת בהתאם למשטר השורר באותה התקופה וללחצי השימוש בקרקע, המאפיינים אותה. המשטרים המסורתיים הממושכים של רעיה, גדיעה וקצירה, במשולב עם תנאי בית-הגידול ההרריים המגוונים, הביאו ליצירת שיווי-משקל דינמי ארוך-טווח בין המרכיבים המעוצים והעשבוניים ובין השכבות השונות של חברות הצומח, באותן יחידות נוף שלא היו חשופות ללחצים חזקים או קלים מדי, לתקופות ממושכות מדי. שיווי-משקל דינמי זה, המוחזק בידי האדם ושימושי הקרקע שלו, מופר לאחרונה עקב ניצול יתר והפעלת לחצים אגרו-פסטורליים מוגברים, עקב פעולות הכרוכות בעיור, בינוי, כריה וחציבה ולחצי נופש המוניים וגם בשל הפסקה מוחלטת של התערבות האדם באתרים שהוכרזו כשמורות טבע ובשל פעולות יעור חדגוניות של אורנים ואקליפטוסים (ב, ג).

#### הדינמיקה של הצומח היס-תיכוני עם או בלי התערבות האדם

ניפוץ האגדה של הקלימאקס היציב והבלתי מופרע על-ידי האדם והטורים הסוקסיוניים המובילים אליו על-פי חוקיות קבועה והכרחית - דטרמיניסטית -

מתבסס לא רק על הסקת מסקנות אקולוגיות ועל ממצאים ארכיאולוגיים והיסטוריים, אלא גם על בחינה ביקורתית של הדינמיקה של הצומח בלימנו. המצע הוא קצר מדי לדיון מפורט בנושא זה, ודבר זה ייעשה במאמר מקיף יותר הנמצא כעת בהכנה.

אחד היערות העתיקים באיזור הים-תיכוני הוא היער של אלון אילקס ליד אורסולו, בהרי סרדיניה הנידחים. הוא משתרע על-פני כ-250,000 דונם, ומכיל עצי אלון עתיקים שגילם קרוב לאלף שנים. אך הוא מראה עדיין רעננות מפתיעה ומכיל עצים מכל קבוצות הגיל, המעידים על התחדשותו המתמדת. הוא מנוצל כמעט ברציפות מאז ימי הרומאים, על-ידי רועים סרדיניים בעלי חזירים ומקנה, ונחקר בסודיות בידי צוות אקולוגים-יערנים מאוניברסיטת פדואה (21). אלה מצאו כי יער זה מקיים מאזן אנרגטי, מטבולי ופלוריסטי תקין, למרות שהחזירים מכלים כחמישים אחוז מבלוטי האלון, בתנאי הרעיה והממשק המסורתיים. לאור ממצאים אלה, סבורים החוקרים, שיער זה מתקיים רק הודות למאזן האקולוגי ארוך-הטווח, שנוצר תוך קיום-יחדיו בין כלכלת המרעה המסורתית, צמחיית היער וחיות הבר. למאזן אקולוגי דינמי זה אין ולא כלום עם תורת הקלימאקס, הגורסת ש"מאזן טבעי" נוצר רק ללא התערבות האדם ובהמתו. לפי דעת חוקרים אלה ההיפך הוא נכון, והם מזהירים מפני הפיכת היער המפואר לשמורת טבע סגורה, שתגביר, בין היתר, את סכנת השריפות, או מפני הפיכתו ליער עצה מסחרי. לדעתם, ניצול הצמחייה התחתית על-ידי המקנה, הבטיח את "חידוש הנעורים" של היער וגם הקטין את כמות הדלק היבש, המצוי בעונת הקיץ היבשה, ובכך הפחית את הסכנה מפני פריצת שריפות פרא בעלות עוצמה רבה, שקשה לכבותן בנקל.

ואכן, היום מתרבות ההוכחות, שכל המקומות, שבהם נפסק הניצול המסורתי של יערות אלה, בגלל דלדול האוכלוסיה הכפרית, הם הולכים ומאבדים את הופעתם הפתוחה ואת מגוון המינים של צמחים ובעלי-חיים והופכים לטבח חדגוני ודליק ביותר. כך, למשל, הופכים חלקים רבים של שמורת הטבע הנפלאה של סיריה עריבדה במערב פורטוגל, שנעזבה לגורלה לפני כמאה שנים, ליער סקלרופילי סבוך של אלונים, שאינו מראה סימנים של התפתחות וגטטיבית או התחדשות מנבטים או תהליך של דילול עצמי. לדעתו של האקולוג הבכיר של פורטוגל, פרופסור קאטארינו, היעדר רעיה, כריתה ושריפה מבוקרים, גורם גם לטשטוש הפסיפס המגוון של יערות, חורשים, בתות וכרי עשב בשלבי התחדשות שונים, ועל-ידי כך לאובדן מגוון המינים, כפי שנכחנו גם אנו בעבודתנו על מגוון המינים של חברות יער וחורש בדרום צרפת. למסקנות אלה הגיעו אף מחברי הספר על הצומח בדרום-מזרח אירופה, ביחס ליערות הים-תיכוניים באיזור האדריאטי והאגאי (22). גם בוטנאים יוגוסלבים, החוקרים את הצומח באי לוקרום ליד דוברובניק בחוף הדלמטי, שהוכרז ב-1948 כשמורת טבע סגורה לחלוטין, טוענים, בדאגה רבה, שבגלל השתלטות חוזרת של "צמחיית הקלימאקס" הסקלרופילית נכחדות חברות הצומח האחרות, על העושר הצמחי שלהן (23). אנו, בארץ, עדים כמובן לתהליך כזה מאז קום המדינה, ולי אישית היתה האפשרות לעקוב אחריו מתחילת ההתיישבות היהודית בגליל המערבי,

בראשית שנות הארבעים. חלק מממצאים אלה פורסמו במאמר על שימור הרבגוניות בדרך של ממשק אקולוגי (ג) ואפשר לסכם כדלקמן:

הפסקת רעיית העזים והבקר, קיצוץ וכרייתה של עצים ושיחים והפרעות אחרות בשימושי הקרקע האגרו-פסטורליים המסורתיים, בשטחי החורש הפתוחים שבהם קיימים עדיין צמחים מדוכאים של המינים המעוצים הסקלרופיליים (ואך ורק בהם!) מביאים, בשלב ראשון, להתאוששות המהירה של צמחים אלה על-ידי התפשטות והתחדשות וגטטיבית מענפי הגידול הצעירים, מגדמים ומניצנים רדומים של השורשים, שכמעט ואינם נראים לעין. על כן אפשר להחליף על נקלה את הנצרים החדשים בשתילים חדשים. תוך כדי כך, נדחקים בהדרגה המינים העשבוניים ובני-השיח אל שולי הסלעים והשבילים. בשלב מאוחר יותר, כאשר משתלטים המינים הגבוהים, ובעיקר אלון מצוי, בר-זית בינוני ואלה ארץ-ישראלית, נדחקים גם השיחים הנמוכים יותר, כמו אלת המסטיק, אל שולי הסלעים והשבילים. בשלב זה קצב הצמיחה נעשה איטי יותר ויותר, וחברות הצמחים מאבדות את המבנה הרב-שכבתי, ומגוון המינים הולך ומצטמצם, מיותר ממאה צמחים עלאיים לדונם עד לפחות משלושים מינים, מעוצים בעיקרם. יחד עם זאת, הולכים ופוחתים גם מגוון המינים ומידת תפוצתם של בעלי-חיים – ציפורים, זוחלים, מכרסמים וחרקים (24).

על כן אין לראות בתהליך זה סוקצסיה משנית – על-פי "מודל ההקלה" המקובל עדיין בארץ כהסבר עיקרי לדינמיקה של הצומח, והמבוסס, כאמור, על פלישתם של מינים חדשים המכוננים עצמם מחדש – אלא אפשר, לכל היותר, לקרוא לו "סוקצסיה עצמית" של המינים המעוצים הקיימים, המשתלטים בהיעדר לחצים של הסרת העלווה.

גם זהרי המנוח, בספרו המקיף על היסודות הגיאובוטניים של המזרח הקרוב (10), מודה בכך, שחברות הקלימאקס של חורש האלון המצוי הופכות, ללא התערבות האדם, לסבך שיחים חדגוני ודל מינים. הדוגמה המאלפת ביותר בארץ, ואולי בכל המזרח התיכון, למה שאפשר לצפות מחברת חורש בלתי מופרעת כעבור כשישים שנים, היא שמורת היער של אום-ריחן בהרי השומרון, עליה דיווחתי באותו מאמר (ג).

בחמש-עשרה השנים שעברו מאז ביצענו מדידות אלה, לא חלה כל התפתחות ניכרת לעין בצמיחה לגובה של שיחי האלון המצוי, שגובהם חמישה עד שישה מטר והתופסים כארבעים אחוז מכלל הכיסוי, ושל בר-זית בינוני, התופס כשלושים אחוז מכלל הכיסוי, ויתר המלווים המעוצים – בסה"כ עשרים מינים בלבד. בסבך הבלתי חדיר, המוצל ומכוסה שכבה עבה של נשר עלים בלתי מפורקים, אין למצוא צמחים מבוססים צעירים של מינים אלה, וצמחים עשבוניים שרדו אך ורק במספרים קטנים, בעיקר בשולי הסלעים והשבילים. ללא התערבות והפרעה חיצוניים של גרזן או של שריפה, אין כל אפשרות לחידוש הצמיחה ומיחזור החומרים בקרקע, ולפנינו, אם כן, לא חברת קלימאקס בוגרת, המקיימת את עצמה באמצעות חידוש דורות מתמיד, אלא חברה סטטית מזדקנת, הקופאת על שמריה עד שתרחש ההפרעה החיצונית הבאה.

במידה שחלה התערבות מחודשת ושיטתית – כמו בדוגמה המוצלחת של יער גורן – אפשר להפוך את סבך השיחים החדגוני, הצפוף והדליק ביותר, ליער פארק על-ידי





תמונה 1. שמורת היער של אום-ריחון בשומרון: המדרון הצפוני, הנראה בחזית התמונה, הפך, לאחר יותר מ-60 שנה של הגנה מוחלטת, לסבך שלחים צפוף ודל מינים, בגובה של 5-6 מטר, עם שליטה של אלון מצוי ובר-זית בינוני. המדרון ממול פתוח לרעיה חזקה ולכריחה, עם שליטה של אלת המסטיק - השיח העמיד ביותר, היוצר כרים צפופים - אך אפשר למצוא שרידים מדוכאים של רוב המינים, המצויים גם בחורש המוגן.

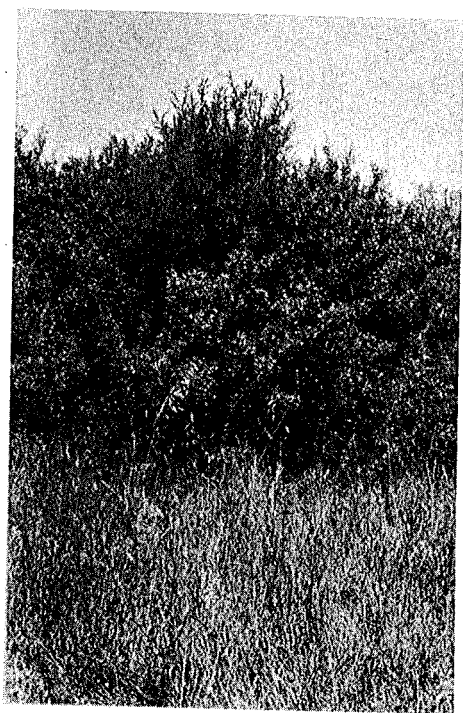


תמונה 2. סרטה עתיקה של סרה רוסה על גבי דולומיט, ליד עבדון בגליל המערבי, שנעזבה בתקופת הצלבנים. עצי חרוב ואלון נאחזים בקיר הטרסה, אך בתוכה שולט מגוון מינים עשיר ורב-שכבתי, כתוצאה מהגדיעה של שיחים, בני-שיח ועשבים (פרטים נוספים על טרסות אלה, ראה במאמר על ניוון הנוף הים-תיכוני בידי האדם [ב]).

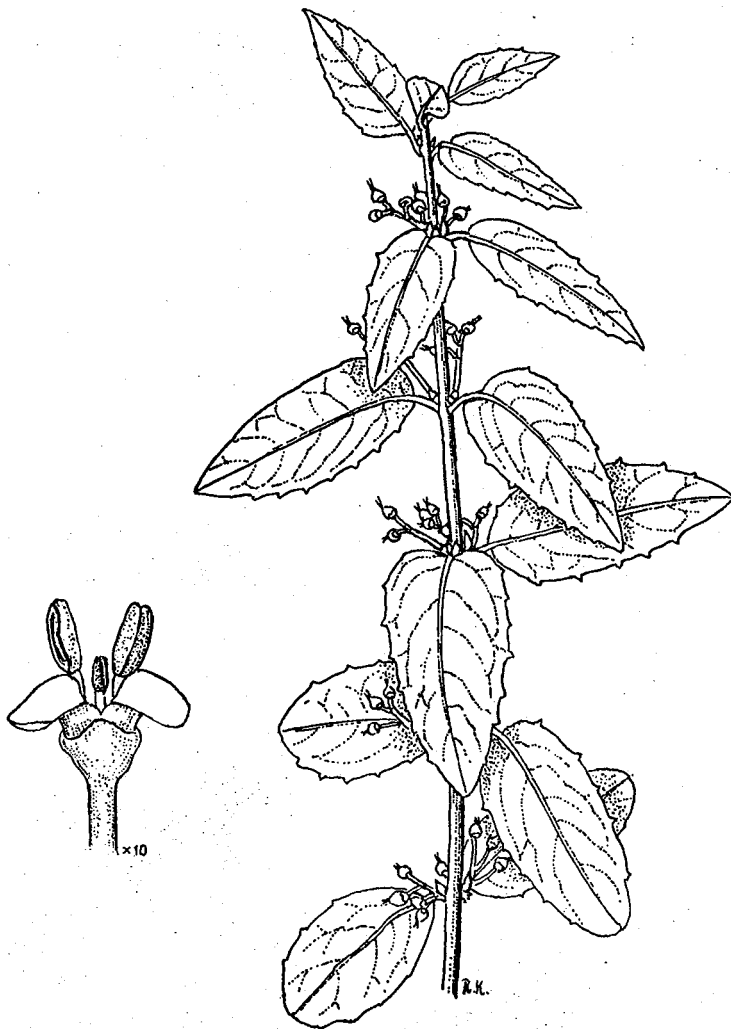


תמונה 3. סרטה של רנדזינה בהירה על גבי קירטון, ליד מצובה בגליל המערבי, שנעזבה לפני 43 שנים, ועתה היא מכוסה בתה עם שליטה של סירה קוצנית. דוגמה טיפוסית של סוקצסיה משנית, שנעצרה בשלב הבתה ולא נכבשה על-ידי שליח החורש הסקלרופיליים הגדלים, הגובלים בה (בניגוד לתורת הקלימאקס והסוקצסיות).

תמונה 4. מבט מקרוב על קיר הטרסה של תמונה 2. שרידים של קירות כאלה נפוצים בכל שטחי הגיר הקשה והדולומיט, והם שימשו כמפלט אחרון לעצי החורש, כאשר שטחים אלה עובדו, בעבר הרחוק; יש להם השפעה רבה גם על דגמי התפוצה של מינים אלה בהווה.



תמונה 5. טרסה של רנדזינה כהה על גבי נארי, ליד מצובה בגליל המערבי, שנעזבה לפני למעלה מ-40 שנה, ומכוסה עתה בכר עשבוני עשיר ויציב, עם שליטה של שיבולת שועל נפוצה. דוגמה טיפוסית של סוקצסיה משנית, שנעצרה בשלב העשבוני ולא נכבשה על-ידי שיחי החורש הגובלים בה.



*Phillyrea latifolia* L. ברִיזית בינוני

האיור נלקח מתוך, Feinbrun-Dothan,

N. 1978 - Flora Palaestina III.

בהוצאת האקדמיה הישראלית למדעים.

דילול, גיזום ומניעת התחדשות הענפים מהגזם בעזרת רעיית עיזים מבוקרת. השוואת מגוון המינים בחורש האלון הבלתי מופרע לעומת היער המטופח בגורן, אותה ביצענו באביב 1982, הראתה עליה בחמישים מינים - בעיקר גיאופיטים פורחים ודגנים וקטניות בעלי ערך מרעה גבוה. הפיכת סבך השיחים הבלתי מופרע לפארק, לא רק שהעלתה את ערכי שימור הטבע - הכלכלי למרעה, והחברתי לנופש - אלא גם הפחיתה באופן ניכר את סכנת השריפה. כאן המקום להדגיש, שהחורשות הקדושות - המכילות דוגמאות מפוארות של עצי אלון ואלה עתיקים, אותם הציגו בטעות כדגם של הקלימאקס של היער היס-תיכוני - הן תוצאה של טיפוח רב-שנתי מסור ולא של התפתחות בלתי מופרעת של הצומח הטבעי.

גם בחלקות עיבוד בטרשים ובטרסות, שניטשו לפני עשרות שנים, הדינמיקה של הסוקצסיות המשניות מתנהלת לא על-פי מודל ההקלה הקלסי, אלא להיפך; יש רושם ברור, שדווקא הטור הסוקצסיוני הראשוני שכבש את השטחים אשר בהם נפסק העיבוד, מעכב בעצם נוכחותו את המשך הסוקצסיה. על כן אין כלל סימנים של שיקום ה"קלימאקס" המדומה, כפי שתואר בספרי הלימוד שלנו (הצרה היא, שהצמחיה היס-תיכונית לא קראה ספרים אלה ועל כן איננה יודעת להתנהג על-פי הכללים המופיעים בהם).

כפי שכבר קבע זהרי בספר הנ"ל (10) ביחס לטרסות הנטושות בהרי יהודה, חברות הבתה של סירה קוצנית, של שפתניים, לוטם וקידה שעירה, אינן מתקדמות לקראת החורש על-ידי פלישה של המינים הסקלרופיליים, אפילו אם מצויים שיחים של אלון מצוי, אֵלָה ואחרים בשולי הטרסות, ואף אם מנסים לזרוע בלוטי אלון בין צמחי הבתה, כפי שעשה חריף בעבודת הדוקטור שלו (ד). בדיקת הטרסות האלה על ידינו, כעבור עשר שנים, אישרה את הממצאים הנ"ל, אך גילתה, יחד עם זאת, פלישה של אורן ירושלים - כעץ חלוץ מובהק - אל טרסות הגובלות בחורשת אורן נטועה - ובתוך החורשה עצמה, התבססות של מספר שתילי אלון מצוי. כן מצאנו שתילי אלון בחסותם של עצי דובדבן, במטעים הנטושים של נווה אילן בתוך כר עשב דליל, לשם הובאו, כנראה, הבלוטים על-ידי ציפורים. אלה גם אחראיות להפצת הפירות האדומים של אשחר רחב-עלים - המין הסקלרופילי היחיד המגלה תוקפנות רבה בהתפשטותו בשטחי בתה - בשולי גדרות ובגנים, שם הפך למעשה לעשב רע.

על תפקידן של הציפורים בהפצת ובהתבססות אלונים בכרמים נטושים, ללא כל צורך בשלבי ביניים בטורים סוקצסיונים עולים, מסרו גם כמה חוקרים בדרום צרפת, בעבודות רב-שנתיות יסודיות של מעקב רצוף באותו שטח (25, 26). עבודות אלה אישרו גם את הממצאים שלנו, ועליהם עמד גם מ. ליטב במאמר ביקורתי על הסוקצסיות (שלא הגיע לידי פרסום): אין כל צורך בשיפור תנאי הקרקע ובית-הגידול כדי להבטיח את התבססותם של מיני הקלימאקס המעוצים. כפי שראינו, הם מסוגלים לנבוט ולהתבסס כבר בשנים הראשונות לאחר נטישת השדה, באדמה חשופה או מכוסה בצמחיה עשבונית דלה, בעיקר בחסות עצי מטע או יער נטושים, אם קיימים זרעים מוכנים, תנאי משקעים נוחים, וגומחות מתאימות להתבססותם. לעומת זאת,

דווקא חברות החלוץ של בני-שיח ושיחים של קידה שעירה, וכן כרי עשב צפופים הנשלטים על-ידי דגניים חד ורב-שנתיים, מונעים את נביטתם והתבססותם של המינים הסקלרופיליים. סוקצסיות משניות אלה נעצרות, כנראה, בשלב זה, ועל-פי "מודל העיכוב" של קונול וסלטייר (6), כושר התחרות הגבוה יותר של המינים הקיימים מונע את התבססותם של מינים נוספים.

חברות עשבוניות, המתבססות, בדרך-כלל, באדמות רנדזינה כהה ופוריה לאחר הוברתן, מראות יציבות לא פחות גדולה מאשר חברות הבתה באדמות הגירניות, הדלות יותר, ובטרה רוסה. כרי עשב עשירים ויציבים כאלה, הגובלים בחברות חורש, בשטחי הטרשים הסמוכים שלא עובדו בעבר, מצויים, בין היתר, בהרי יהודה הדרומיים (ב), בתנאי רעיה באיזור מצובה, זה ארבעים וחמש שנים ובאום-ריחן זה שישים וחמש שנים לפחות, ללא רעיה.

לבסוף, ברצוני להתייחס בקצרה למקום השריפה כדינמיקה של הצומח היס-תיכוני המעוצה. בגלל השילוב האומלל של שריפות פרא עם רעיה בלתי מבוקרת שבאה אחריהן והתוצאות ההרסניות של התהליך הזה, התעלמו האקולוגים באיזור הים התיכון, בעבר (ולרוע המזל, עושים זאת רבים מהם גם כעת) מחשיבות השריפה ככוח בירני באבולוציה של הצומח וממקומה במיחזור חומרי המזון, חידוש הנעורים והבטחת חיוניותם לטווח ארוך של חברות חורש ויער. הם גם לא מודעים לאפשרות של שימוש בשריפה בממשק של חברה לשימור טבע, כאמצעי להפחתת כמות הדלק היבש במלחמתה בשריפות בלתי מבוקרות, כדרך שנעשה היום בקליפורניה, בדרום אפריקה ובאוסטרליה, בתנאים דומים. לעומת זאת, שפטו את השריפה אך ורק על-פי תוצאותיה השליליות - הנכונות והמדומות - וראו בה, כמו במקרה של רעיית עזים, אך ורק כוח הרסני, המרחיק את החברה מהקלימאקס המדומה. אכן, כמו העזים והמקנה בכלל, השריפה עלולה להיות עריץ אכזרי כאשר היא שולטת בנו, אך אנו יכולים לאלפה למשרת נאמן, כאשר אנו שולטים בה ומנצלים אותה לתועלתנו ולתועלת שימור הטבע והרבגוניות האקולוגית, שהיא היעד המרכזי שלנו.

אני סמוך ובטוח, שגם אצלנו יקום דור צעיר של אנשי מדע ומעשה, אשר יהיו מסוגלים להשתחרר מדעות קדומות ומסולפות וייתיחסו אל השריפה באובייקטיביות מדעית, כמו לכל גורם אקולוגי אחר. למעשה, דור כזה כבר קם בטכניון, ובעת כתיבת מאמר זה הושלמה עבודת מחקר מקיפה על ההיבטים האקולוגיים של שריפות בתכנון האזורי (ה). כן בוצעו כמה עבודות מחקר קטנות אך מעולות על-ידי תלמידי בתי-ספר תיכוניים בחיפה, במגמה הביולוגית, שעסקו בתצפיות רב-שנתיות על התחדשות הצומח אחרי שריפת יערות אורנים בכרמל. עבודות אלה, וכן תוצאות מוקדמות של מחקר המתנהל כעת על ידינו בנושא השפעת השריפה על הצומח והקרקע בכרמל, הנעשה על-ידי פ. קותיאל, מאשרת במלואם את ממצאי המחקרים הקודמים שלנו בגליל המערבי (ו), בדבר כושר ההתחדשות המפליא של הצומח המעוצה והעשבוני לאחר שריפה.

המינים הסקלרופיליים והמטפסים אינם נובטים, בדרך-כלל, באפר השריפה ואינם

מצוידים, כמו חלק מהמינים האלה בקליפורניה ובאוסטרליה, באברי התחדשות מיוחדים. אולם הם מסוגלים לגייס במהירות רבה את חומרי המזון והמים הנאגרים ברקמת השורשים המסועפת שלהם, לשם הנצה מהירה מהשורשים ומניצני התחדשות, שלא נפגעו מהטמפרטורות הגבוהות של השריפה. בהתאם לתנאי האקלים, בית-הגידול והקרע, עוצמת השריפה ותולדות השטח לפני השריפה ולאחריה, הם מסוגלים לחדש את שליטתם בשטח ולהגיע לכיסוי המקורי תוך כמה שנים בלבד. לאורן ירושלים, כעץ יחיד שאינו מתחדש באופן וגטיבי, יש, לעומת זאת, אסטרטגיה יעילה להפצת הזרעים בתוך האפר הטרי המעניק להם תנאי נביטה נוחים. בדרך-כלל, מופיעים מספר רב של נבטים בחורף הראשון והשני לאחר השריפה, מסביב לעצים הזקנים והשרופים. אמנם מאלה רק חלק מגיע להתבססות ולהתגרות. אך, בדרך-כלל, רק לאחר שריפה אפשר למצוא שתילים צעירים, הנעדרים כליל ביערות האורן הטבעיים השמורים בכרמל (שלווע מזלנו נשרפו ברובם לפני שנתיים) בגלל התשתית הסבוכה של שיחים ובני-שיח המונעים כל התבססות של אורנים צעירים אלה.

כמו לאחר שריפת חורש, כך גם ביערות אורן, קיים לאחר השריפה "שלטון ביניים" בן כמה שנים של צמחים עשבוניים. ביניהם בולטים דגנים רב-שנתיים, במיוחד נשרן הדוחן, וכן גיאופיטים רבים. ביערות האורן הצפופים שנשרפו בכרמל בולטים גם נבטי הלוטם הרבים. בחלקות הצפית מסוימות נמצאו מאות פרטים של רקפות, כלניות וסחלביים, לעומת עשרות בלבד שנמצאו בשטחים סמוכים בלתי שרופים.

כל המינים הרב-שנתיים העשבוניים וכן בני-השיח והקידה השעירה, הדומה יותר באקולוגיה ובדינמיקה שלה לבני-השיח מאשר לשיחים הסקלרופיליים, מתחדשים הן מהשורשים ומאברי התחדשות וגטיביים והן מנביטה חוזרת, ולעיתים קרובות אף מוגברת, לאחר שריפה. גם בין הצמחים החד-שנתיים, וכן דגניים וקטניות שנבדקו, נמצאו מינים שבהם העלאת הטמפרטורות החישה את נביתתם. השריפה יכולה לשמש לא רק כגורם פיזיולוגי המזרז את ההתחדשות הוגטיבית והרפרודוקטיבית, אלא גם, בעקיפין, לזרזן על-ידי העשרת הקרקע במינרלים זמינים וייתכן גם על-ידי הגברת הפעילות המיקרוביולוגית בקרקע. כל הנושאים האלה מחייבים בדיקה שיטתית, כדי לבחון באיזו מידה נועד לשריפה תפקיד הכרחי להבטחת מגוון המינים וחיוניות המערכות האלה לטווח ארוך.

מכיוון שבקר ועזים אוכלים לא רק את הצמחים העשבוניים (במיוחד את הדגניים הרב-שנתיים) אלא גם את נצרי ההתחדשות העסיסיים של השיחים הסקלרופיליים, רעיה לאחר השריפה פוגעת קשות בהתחדשותם ומעניקה יתרון בתחרות לבני-השיח הבלתי-טעימים, ובמיוחד לסירה קוצנית, לוטם, שפתניים וקידה שעירה. על כן, מינים אלה מתגברים, בדרך-כלל, בתנאי שריפות ורעיה בלתי מבוקרת לאחריהן. אין ספק, שבלי הפרעות אלה מתרחש תהליך דומה של "סוקססיה עצמית" לאחר שריפה, כמו לאחר גדיעה ורעיה חזקה בשטח חורש מדוכא. התהליך מבוסס בעיקרו על התחדשות וגטיבית של המינים הסקלרופיליים, המגיעים כעבור חמש עד עשר שנים לשליטה ולכיסוי מלאים.

לסיכום, אין להבין את הדינמיקה של הצומח היס-תיכוני בלי לקחת בחשבון את ההשפעה מרחיקת הלכת של השריפה, שכמו רעיית המקנה, הפכה מגורם הפרעה טבעי, במרוצת האבולוציה של המערכות האלה, לגורם הפרעה אנושי. לשם כך יש להמיר את ההכללות והמשפטים הקדומים על שריפה כגורם הרסני בלבד, ואת הסקת המסקנות הנמהרות לאחר תצפיות והסתכלויות אקראיות בתוצאותיהן של שריפות פראיות, במחקר שיטתי ורב-שנתי המבוסס על שריפות מבוקרות בכת-גידול, במועדים שונים ותוך הגנה מוחלטת מרעיה וכריתה לאחר שריפה.

## דיון ומסקנות

כפי שראינו, התפתחות הנוף והצומח היס-תיכוניים משולבת עד כדי כך בהתפתחות האדם ושימושי הקרקע הטרום-חקלאיים שלו, עד שניתן לדבר על הקו-אבולוציה שלה באיזור זה בארצנו. בעקבותיה נוצרה כבר בסוף תקופת הקרחונים מערכת אקולוגית כוללת – "המערכת האקולוגית האנושית הכוללת" – שבה פועלים מרכיבי הטבעיים והאנושיים-תרבותיים כיחידה תפקודית אחת, שאינה ניתנת להפרדה. יש יסוד סביר להניח, שכבר בתקופה זו הפך הצומח הטבעי ברובו לצומח טבעי-למחצה, שהחזק, על-פי הדגם של שימושי הקרקע הטרום-חקלאיים של הציידים-לקטים המודרניים, בשוויי-משקל דינמי באמצעות שריפה מכוונת. מאז ובמשך כל התקופה ההיסטורית, הגבירו הלחצים של שימושי הקרקע האגרו-פסטורליים עוד יותר את הגורמים שהביאו להסרת העלווה של המינים המעוצים והוסיפו גורמי הפרעה חדשים, בעיקר כריתה עצים ופליחה.

לכל הגורמים האלה היתה, מן הסתם, השפעה רבה על האבולוציה והברירה הטבעית של הצומח היס-תיכוני, יחד עם גורמי העקה הסביבתיים ובמיוחד תהליכי ההשחנה האקלימית. הם הביאו לידי גיבוש אסטרטגיות מורכבות – גבטיות, פיזיולוגיות, מורפולוגיות ואקולוגיות – אשר הבטיחו את כושר העמידות של הצומח המעוצה והעשבוני ואיפשרו את יצירת שווי-המשקל הדינמי בין מרכיבים אלה. זה נוצר כתגובה לשימושי הקרקע האגרו-פסטורליים המסורתיים והבטיח את חיוניותן ויציבותן של מערכות אלה לטווח ארוך.

מכל זה מסתבר שאין כל אחיזה, תיאורטית או מעשית, לתורת הקלימאקס והסוקצסיות המקובלת בארץ לגבי הדינמיקה של הצומח היס-תיכוני בעבר ובהווה. אם היינו נוהגים על-פי תורה זו בממשק שמורות הטבע, מתוך ההנחה שהמערכות האקולוגיות, ועמן הצומח, שואפות לחזור אל מצבן הטבעי המפותח ביותר אם לא נפריע להן, היינו יוצרים מצב מלאכותי שאינו קיים מזה עשרות אלפי שנים באזורנו. לא רק שלא היינו יכולים לשקם את הצומח המקורי ההיפותטי או חברות צומח הקרובות אליו, אלא היינו פוגעים בתהליכים האקולוגיים החיוניים (27) ובמגוון הביולוגי. מסיבה זו אין גם לראות בהגנה מוחלטת מכל הפרעה אנושית את היעד המרכזי של שימור הטבע באיזור הררי יס-תיכוני, אלא את אחר מטיפולי הממשק



החשובים מבחינה מדעית וחינוכית בלבד.

באירופה, שם היתה השפעת האדם על הצומח הטבעי אמנם קצרה יותר אך לא פחות אינטנסיבית, הכירו באופיו הטבעי למחצה של הצומח והמירו את המונח קלימאקס במונח יותר מציאותי ופחות יומרני ומטעה והוא: "הצומח הטבעי הפוטנציאלי" המסוגל להשתלט כאשר מפסיקים כל התערבות אנושית. זאת מבלי לקחת בחשבון את מרווח הזמן הדרוש לכך ומבלי לקשור את הצומח הפוטנציאלי עם טורים סוקצסיוניים כלשהם. האקולוג הנודע אלנברג, בספרו המאלף על הצומח של מרכז אירופה (28) – ובעקבותיו גם מחברי הספר על הצומח של מזרח-אירופה, הכולל כאמור גם את הצומח היס-תיכוני באיזור האדריאטי והאגאי (22) – מבחינים בין צומח פוטנציאלי זונאלי (אזורי) המבטא את תגובת הצומח לתנאי האקלים האזוריים ומקביל למונח של הקרקע הזונאלי לבין צומח אקסטרא-זונאלי (חוץ-אזורי) המבטא את תגובת הצומח לתנאים הטופו-אקלימיים המיוחדים של המדרון, לבין צומח א-זונאלי (לא אזורי), וזאת כאשר הצומח מושפע בעיקר מתנאי הקרקע והלחות המיוחדים של ביצות, חולות ועוד. הצומח הפוטנציאלי, וכמוכן גם המציאותי, מורכב למעשה מפסיפס של קבוצות אלה, בהתאם לאופיו של הנוף.

כפי שהסברנו בפרוטרוט בספר חדש על האקולוגיה של הנוף (29), קיימת גם סתירה גדולה בין הפירושים התרמודינמיים הניתנים כיום לקלימאקס, כמערכת בוגרת שהגיעה ליעילותה המירבית בניצול האנרגיה הזמינה הודות לרבגוניותה האקולוגית, לבין המציאות התרמודינמית של החורש היס-תיכוני המזדקן והחדגוני. בספר זה גם הצענו פירושים חלופיים עבור המערכות האקולוגיות היס-תיכוניות המבוססים על התורה החדשה של התרמודינמיקה של היעדר שיווי-משקל. אך לא כאן המקום להרחיב את הדיבור על כך. כמו כן, לא נוכל לדון כאן בגישות החדשות המנסות להסביר את קיומן לטווח ארוך של מערכות אקולוגיות בהיעדר שיווי-משקל, על סמך תורת הוויסות הקיברנטית והיציבות האבולוציונית, הנעזרת בטופולוגיה ובתורת הקטטרופות המאטמית, אשר פותחה על-ידי הגנטיקאי-פילוסוף וודינגטון (30), שעליה עמדנו בספר הנדון וב"סביבות".

בניגוד לדגם הקלסי של "מודל ההקלה" על-ידי טורים סוקצסיוניים מתקדמים לפי חוקיות קבועה ודטרמיניסטית, ראינו שהסוקצסיה המשנית בשדות נטושים, באיזור היס-תיכוני-הררי, נעצרת, בדרך-כלל, בשלב מוקדם של כרי העשב או הבחה, להוציא מכלל זה פלישת מינים מעוצים חלוציים, כאורן ירושלים, או תוקפניים כאשחר רחב-עלים. לעומת זאת, השתלטותם של מיני הקלימאקס – או יותר נכון, של הצומח הטבעי הפוטנציאלי, הסקלרופילי – היא בעיקרה תהליך של סוקצסיה עצמית על-ידי התחדשות וגטטיבית מצמחים מדוכאים או שרופים. מינים אלה ובמיוחד אלון מצוי, יכולים גם להתבסס על-ידי פלישה ישירה מזרעים למטעים עזובים, לכרמי זית או גפן, לחורשות אורנים ועוד. במקרים אלה, ציפורים, מכרסמים, צל והיעדר תחרות של צמחים אחרים, מקלים עליהם את ההתבססות הזאת. אולם אין היא מותנית בשלבים הסוקצסיוניים המוקדמים של בני-שיח או שיחים, לשם שיפור תנאי הקרקע

## זכית-הגידול.

המסקנה הכללית מהמציאות האקולוגית בשטח היא מורכבת מכדי שאפשר יהיה לצמצם אותה לתוך דפוסים דטרמיניסטיים. היא תלויה בגורמים רבים ומורכבים - ביניהם גורמים מקריים (סטוכאסטיים) שאי אפשר לצפותם מראש. הדרך היחידה הפתוחה לפנינו היא בדיקה שיטתית רב-שנתית של דינמיקה זו בבת-גידול שונים ובתנאי שימושי קרקע שונים, מבלי להיתפס להכללות שאין להן אחיזה במציאות ומבלי להקיש מסקנות מבדיקת חלקות סמוכות על מהלך הסוקצסיה בחלקות אלה לטווח ארוך.

## ספרות

- א. ברוך, א. 1983. הפאלינולוגיה של ההולוקן המאוחר באגן הכינרת. עבודת מחקר לתואר מגיסטר במחלקה לפרהיסטוריה של האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- ב. נאווה, ז. ודן, י. 1981. ניוון הנוף הים-תיכוני בישראל בידי אדם. ב: אקולוגיה של אדם ונוף. ז. נאווה: 169-145. הוצאת גסטליט חיפה.
- ג. נאווה, ז. 1981. שלמור הרבגוניות בדרך של ממשק אקולוגי. ב: אקולוגיה של אדם ונוף: 275-252. הוצאת גסטליט חיפה.
- ד. חריף, י. 1974. התפתחות המינים המובילים של חברות הצמחים בהרי יהודה בשנה הראשונה ותפקידה בסוקצסיה. עבודת מחקר לתואר דוקטור במחלקה לבוטניקה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- ה. דרמן, ע. 1985. היבטים אקולוגיים של שריפות בתכנון אזורי. עבודת מחקר לתואר מגיסטר למדעים בתכנון ערים ואזורים, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.
- ו. נאווה, ז. 1981. האקולוגיה של השריפה בישראל. ב: אקולוגיה של אדם ונוף: 251-223. הוצאת גסטליט חיפה.
- ז. נאווה, ז. 1981. פרק המבוא בספר: אקולוגיה של אדם ונוף: 74-11. הוצאת גסטליט חיפה.
- ח. נאווה, ז. 1985. זרימה מערכות. שיחה עם ע. אוריון. ב: סביבות 15: 69-63.

1. Clements, F.E. 1916. The climax and its complexities. Am. Midl. Nat. 21: 146-181.
2. Lewis, H.T. 1973. Pattern of Indian burning in California: Ecology and Ethnohistory. Ballena Press Anthropological Papers 1. Ramona, California.
3. Walter, H. 1973. Vegetation of the Earth. The English University Press, London and Springer Verlag New York.

4. Walter, H. & S.W. Breckle. 1985. Ecological Systems of the Geosphere 1. Ecological Principles in Global Perspectives. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo.
5. Egler, F.E. 1954. Vegetation science concepts, I: Initial floristic composition a factor in old field development, *Vegetation* 4: 412-417.
6. Connell, J.H. & R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The Amer. Natur.* 111: 1119-1144.
7. Di Castri, F., W. Goodall & R. Specht, Eds. 1981. Ecosystems of the World 11 - Mediterranean-Type Shrublands. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.
8. Di Castri, F. 1981. Mediterranean-type shrublands of the world (introductionary chapter). in: *Ecosystems of the World 11*, pp. 1-52. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.
9. Braun Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie und Grundzuege der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien.
10. Zohary, M. 1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
11. Zohary, M. 1983. Man and vegetation in the Middle East. in: *Man's Impact on Vegetation*. Eds. W. Holzner and I. Kusima, pp. 287-296. Dr. W. Junk Publishers, The Hague-Boston-London.
12. Stebbins, G.L. 1982. *Darwin to DNA, Molecules to Humanity*. W.K. Junk, Freeman and Company, San Francisco.
13. Ikeya, M. & A.N. Poulianos. 1979. ESR Age of the trace fire at Petralona. *Anthropos*, 6: 44-47.
14. Stekelis, M. 1960. The paleolithic deposits of Jisr Banat Yaqub. *Bull. Res. Council. Israel, Sect. G. Geo-Science*, 9: 346-367.
15. Horowitz, A. 1979. *The Quaternary of Israel*. Academic Press, New York.
16. Perles, C. 1977. *Prehistoire de Fue*. Masson, Paris.
17. Vernet, J.L. 1973. Etude sur l'histoire de la vegetation du sudest de la France au Quaternaire, d'apres les charbons de bois principalement. *Paleobiol. Continent*, 4: 1-90.
18. Naveh, Z. 1984. The vegetation of the Carmel and Nahal Sefunim and the evolution of the cultural landscape. in: *Sefunim Prehistoric*

- Sites Mount Carmel, Israel. A. Ronen, pp. 23-63. B.A.R. Oxford.
19. Tchernov, E. 1984. The fauna of Sefunim Cave, Mt. Carmel. in: The Sefunim Prehistoric Sites, Mt. Carmel. A. Ronen, B.A.R. Oxford.
  20. Pons, A. 1981. The history of the Mediterranean shrublands. in: Ecosystems of the World 11, pp. 131-138. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.
  21. Susmel, L., F. Viola & G. Bassato. 1976. Ecologia della lecceta del Supramente di Orgosolo. Annali del Centro di Economia Montana dello Venezia. Padova, Vol. XX 1969/70.
  22. Horvat, I., V. Glavac & R. Ellenberg. 1974. Vegetation Suedosteuropas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
  23. Ilijanic, L.J. & S. Hecimovic. 1981. Zur Sukzession der Mediterranean Vegetation auf der Insel Lokrum by Dubrovnik. Vegetatio, 46: 75-81.
  24. Naveh, Z. & R.H. Whittaker. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in Northern Israel and other Mediterranean areas. Vegetatio 41: 171-190.
  25. Debusshe, M., B.J. Escarre & J. Lepart. 1982. Ornithochory and plant succession in Mediterranean abandoned orchards. Vegetatio 48: 255-266.
  26. Escare, B.J. 1979. Etude de successions post-culturelles dans les Hautes Garrigues du Montpellicienais. These doct. spe. Iniv. Sci. Tech. du Languedoc, Montpellier.
  27. Ricklefs, R.E., Z. Naveh & R.E. Turner. 1984. Conservation of ecological processes. Commission on Ecology Papers N.8. The Environmentalist 4 supplement.
  28. Ellenberg, H. 1983. The Vegetation of Central Europe. Cambridge University Press, Cambridge.
  29. Naveh, Z. & A.S. Lieberman. 1984. Landscape Ecology - Theory and Applications. Springer Verlag, New York-Heidelberg-Berlin.
  30. Waddington, C.H. 1975. The Evolution of an Evolutionist. Cornell University Press, Ithaca, pp. 252-266.