



דגימת צומח לאחר שרפה בכרמל | צילום: נעמה טסלר



חזית המחקר

ההרכב הגנטי של אורן ירושלים טבעי בכרמל כבסיס לתוכנית שימור

רננה מילבסקי ^[1]*, גידי נאמן ^[2], אבי בר-מסדה ^[2] ורחל בן-שלמה ^[2]

^[1] החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה

^[2] החוג לביולוגיה וסביבה, הפקולטה למדעי הטבע, אוניברסיטת חיפה-אורנים

Renazmilavski@gmail.com*

*כתובת נוכחית: מנהל המחקר החקלאי, נווה יער

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

תקציר

בכרמל גדלות אוכלוסיות טבעיות של אורן ירושלים, הנחשבות לאקוטיפ ייחודי הנבדל גנטית משאר האוכלוסיות במערב אגן הים התיכון. בקרבת האוכלוסיות הטבעיות ניטעו יערות של אורן ירושלים ממקור גנטי זר ולא ידוע. האבקה רוח והפצת זרעים רחוקה טווח חושפות את האקוטיפ המקומי לזיהום גנטי, שעלול לפגוע בהתאמתו לבית גידולו, ואף לגרום להכחדתו. מטרת המחקר היו: (א) לאפיין את ההרכב הגנטי של האורנים הטבעיים והנטועים בכרמל; (ב) לאמוד את מידת החדירה (אינטרוגרסיה) של גנים מהיער הנטוע לאוכלוסיות הטבעיות; (ג) לבחון אפשרות של יצירת אזורי חיץ לשימור האקוטיפ הייחודי. דגמנו מחטים מ-286 פרטים מ-13 אוכלוסיות טבעיות ומשני יערות נטועים בכרמל, הגברנו 298 אתרים גנטיים, ואפינו את 'טביעת האצבע' הגנטית (AFLP) שלהם. האוכלוסיות הטבעיות נמצאו מגוונות מבחינה גנטית. חלק מהן נבדלות אלה מאלה בהרכב הגנטי שלהן, ונבדלות גם מהיער הנטוע הסמוך. במרבית האוכלוסיות הטבעיות לא נמצאו הבדלים גנטיים בולטים בין העצים הקטנים לבין הבוגרים, כלומר ההרכב הגנטי שלהן יציב. המסקנה היא שעדיין קיימות אוכלוסיות של האקוטיפ המזרחי של אורן ירושלים הייחודי לכרמל. כחלק מחובתנו לשמור על המגוון הביולוגי, אנו ממליצים להקים אזורי חיץ נטולי אורנים, שיכולו באזורי החיץ הקיימים נגד שרפות, כדי שיבודדו את האוכלוסיות של האורנים הטבעיים בכרמל ויסייעו בשמירה ארוכת טווח שלהן.

מילות מפתח: אזור חיץ · אינטרוגרסיה · אקוטיפ מזרחי · חדירה גנטית · שמירת טבע · AFLP

מבוא

האוכלוסייה הטבעית הגדולה ביותר של אורן ירושלים (*Pinus halepensis*) בישראל נמצאת בשמורה הביוספרית הר הכרמל. נוסף לה קיימות אוכלוסיות מבודדות ברכס הסולם, בהרי יהודה, בהר שפנים, וברכא^[14, 33]. מחקרים קודמים, שבדקו רק חלק מהאוכלוסיות האלה, הראו שהן נבדלות בהרכב הכימי של השרף, של החלבונים ושל הדי-אן-איי (DNA), ובעיקר שהן שונות מאוכלוסיות אורן ירושלים הגדלות במערב אגן הים התיכון^[13]. היות שכן, הן הוגדרו כאקוטיפ (אוכלוסיות מקומיות של מין ביולוגי רחב תפוצה, שלהן התאמות סביבתיות והרכב גנטי ייחודיים) המזרחי של אורן ירושלים^[11, 25, 26].

בין השנים 1950–1970 ניטעו בישראל יערות אורן ירושלים^[15] מזרעים שמקורם במדינות ים תיכוניות שונות. הקרבה של היערות הנטועים ויכולת התפשטותם לאזורים סמוכים לאוכלוסיות הטבעיות^[16] גורמות לכך שתיתכן האבקה של עצים טבעיים באבקה שמקורה ביערות נטועים. תהליך כזה עלול לשנות את ההרכב הגנטי הייחודי של פרטים צעירים באוכלוסיות טבעיות^[30]. תהליך חדירה של גנים מאוכלוסייה אחת לאחרת נקרא אינטרוגרסיה. בטווח הארוך אינטרוגרסיה עשויה לגרום להאחדה (הומוגניזציה) גנטית של שתי אוכלוסיות^[20]. במקרה הנדון, תהליך כזה עלול לטשטש את ההבדלים הגנטיים בין האקוטיפ המזרחי לבין העצים ביערות הנטועים ולגרום בכך להכחדת האקוטיפ המזרחי של אורן ירושלים הגדל רק בישראל. כמו כן, הוא עלול גם לפגוע בהתאמת האקוטיפ לבית הגידול המקומי.

על פי אמנות בין-לאומיות מדינת ישראל מחויבת לשמור על המגוון הביולוגי והגנטי בתחומה, ולכן אנו חייבים להגן על האוכלוסיות הטבעיות של האקוטיפ המזרחי של אורן ירושלים^[4]. מטרת-העל של מחקר זה היא לבדוק אם האקוטיפ המזרחי של אורן ירושלים בכרמל עדיין קיים, ואם כן – להציע דרכים לשימורו.

כדי לענות על השאלות האלה הצבנו שלוש מטרות משנה:

א. אפיון ההרכב הגנטי של אוכלוסיות המוערכות כטבעיות של אורן ירושלים בכרמל. ההנחה היא שהעצים הגדולים (שגילם נאמד ביותר מ-70 שנה), מייצגים את האקוטיפ המזרחי, משום שהם נבטו לפני נטיעות של יערות אורנים על-ידי קק"ל.

ב. הערכה איכותית לקיום חדירה (אינטרוגרסיה) של גנים מיערות נטועים. שיעור חדירת הגנים מעצים ביערות נטועים לאוכלוסיות טבעיות הוא פונקציה של המרחק הגאוגרפי ושל הזמן שחלף ממועד הנטיעה^[6]. לכן, השערתנו היא שאם הייתה אינטרוגרסיה, אזי מידת הדמיון הגנטי בין העצים באוכלוסיות הטבעיות לבין היער הנטוע תהיה גדולה יותר אצל העצים הקטנים והבינוניים מאשר אצל העצים הגדולים, ומידת הדמיון תהיה תלויה גם במרחק מהיער הנטוע. טווח הפצת הזרעים של אורן ירושלים הוא כ-500–1,000 מטר^[3, 18, 21, 27], ויש רק מעט נתונים לגבי טווח ההאבקה היעיל שלו^[28]. השערתנו היא שאם הפרופיל הגנטי של עצים בינוניים וקטנים דומה לפרופיל הגנטי של העצים הגדולים באותה אוכלוסייה, ניתן להגדיר עומדים אלה כאוכלוסיות של אורן ירושלים מהאקוטיפ המזרחי. מלבד הגדלת הדמיון הגנטי בין היערות הנטועים



נראית כנטועה בשורות ישרות, אך למרות זאת לא מצאנו עדות כתובה לכך שהיא אכן נטועה, ולא ידועה שנת הנטיעה שלה. בשל גובה העצים יכולנו לדגום רק שבעה עצים ביער זה. לכן, ההשוואה הגנטית של האוכלוסיות הטבעיות נעשתה רק בינן לבין היער הנטוע בהר סומק.

אנליזה גנטית

לביצוע האנליזות הגנטיות אספנו מכל עץ מספר מחטים צעירות שנשמרו בקירור עד להקפאתן במעבדה. מהמחטים מוצה הדי־אן־איי והוגבר בתגובת שרשרת של האנזים פולימרז בעזרת טביעת אצבע גנטית בשיטת (AFLP Amplified Fragments Length Polymorphism) ^[31]. פירוט נוסף של כל שיטות המחקר מובא בנספחים 1 ו־2 באתר כתב העת.

תוצאות

שונות גנטית ואתרים ייחודיים לאוכלוסיות

נמצאו 298 אתרים גנטיים (loci) ואופיין הפרופיל הגנטי של כל אחת מהאוכלוסיות שנדגמו. ערכי ההטרוזיגוטיות הצפויה (He) באוכלוסיות הטבעיות (n=13) הייתה בטווח של 0.029-0.137. ההטרוזיגוטיות של היער הנטוע בהר סומק (מס' 15 בטבלה 1, באיור 1



דגימת מחטי אורן ירושלים בכרמל

על קצה המזלג

- * בכרמל קיימות אוכלוסיות טבעיות של אורן ירושלים, הנבדלות גנטית משאר האוכלוסיות של מין זה. לצד אוכלוסיות אלה יש אוכלוסיות זרות של אורן ירושלים שניטעו כחלק ממפעל ייעור הארץ.
- * המרחק הקצר בין האוכלוסייה הטבעית לאוכלוסייה הזרה חושף את האוכלוסייה הטבעית לזיהום גנטי, שעלול לפגוע בהתאמתה לבית הגידול ואף לתרום להכחדתה.
- * חקר מבנה האוכלוסיות הטבעיות של אורן ירושלים בכרמל יכול לתרום להכנת תוכנית שימור יעילה של אוכלוסיות אלה, תוך ניתוב מאמצים לטובת אוכלוסיות שעברו התאמות רבות־שנים לתנאי האקלים בארץ, ושהן עדיפות גנטית.

המערכת

לבין האוכלוסיות הטבעיות, אינטרוגרסיה צפויה גם להקטין את ההבדלים בין האוכלוסיות הטבעיות עצמן. לכן, הבדלים מובהקים בין האוכלוסיות הטבעיות, בינן לבין עצמן, יהיו גם הם עדות לאינטרוגרסיה חלשה בלבד אם בכלל. ג. אם יימצאו אוכלוסיות טבעיות הנבדלות מיער האורנים הנטוע, תיבחן אפשרות שימור האוכלוסיות הטבעיות על־ידי יצירת אזור חיץ נטול עצי אורן ירושלים נטועים לבידוד האוכלוסיות הטבעיות.

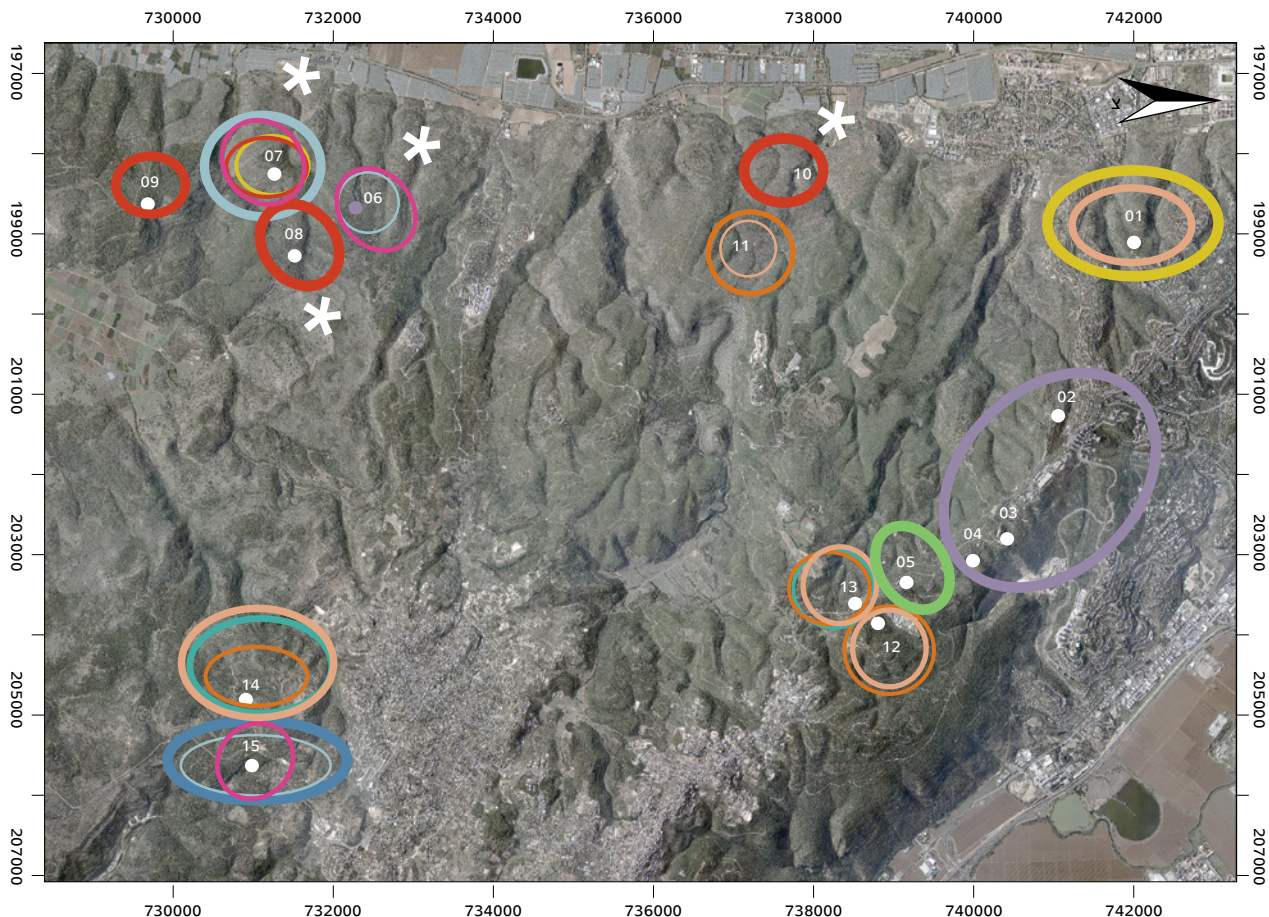
שיטות

דגימה

בהתבסס על מידע מהספרות ^[1,3] ומרשות הטבע והגנים, דגמנו בכרמל 261 עצים מ־13 עומדים לא נטועים המוערכים כאוכלוסיות טבעיות. השרפה ב־2010 כילתה עצי יער רבים, ולכן יכולנו לדגום רק יער נטוע אחד בהר סומק הסמוך לאוכלוסיות הטבעיות (אוכלוסייה 15, איור 1; ניטע ב־1959) (n=18). אוכלוסייה נוספת בחלק המזרחי של חניון חורשת הארבעים (אוכלוסייה 4, איור 1)

איור 1. חלוקת אוכלוסיות המחקר לקבוצות גנטיות לפי תוצאות אנליזת STRUCTURE [23]

1. תמונת לוויין (Google) של הר הכרמל עם ציון המספרים של כל האוכלוסיות הנבדקות (טבלה 1). כל אוכלוסייה מוקפת בעיגולים שצבעם מאפיין את קבוצת הפרופיל הגנטי העיקרי שהאוכלוסייה משתייכת אליה בהתאם לצבעי הצביר (cluster) שהתקבלו באנליזה. עובי העיגול מסמל את התרומה היחסית של כל צביר לפרופיל הגנטי של האוכלוסייה. פרח מסמל את האוכלוסיות המדורגות בסדר עדיפות עליון לשימור בשל סיכון נמוך יחסית לשרפות חוזרות: שטח אש - חג'לון (מס' 6), נ.ג. 181 (מס' 7), נחל מערות (מס' 8) ורכס מתלה (מס' 10).



נוספים (4%) משותפים ליער הנטוע בהר סומק ולעצים הקטנים או הבינוניים. בעצי היער הנטוע בהר סומק נמצאו שמונה אתרים גנטיים ייחודיים, שתדירותם נעה בין 0.12 ל-0.68.

ההרכב הגנטי של האוכלוסיות

על פי המרחק הגנטי (Nei's Genetic Distance), ההרכב הגנטי של היער הנטוע בהר סומק (מס' 15 בטבלה 1, באיור 1 ובנספח 3) שונה באופן מובהק מכל האוכלוסיות הטבעיות בכרמל. נמצאו גם הבדלים מובהקים רבים בין האוכלוסיות הטבעיות (נספח 4 באתר כתב העת). במפת אזור המחקר (איור 1) מוצגות האוכלוסיות מוקפות בעיגולים בצבעים שונים על פי השתייכותן לקבוצות של דמיון גנטי **בנספח 3**. נמצאו שלושה דפוסים של פרופילים גנטיים באוכלוסיות הטבעיות: (1) פרופיל גנטי שהוא ייחודי לאוכלוסייה אחת: ירוק,

ובנספח 3 ($He=0.151$) הייתה גבוהה מזו של מרבית האוכלוסיות הטבעיות, וגם מזו של היער החשוד כנטוע בחורשת הארבעים (מס' 4 בטבלה 1, באיור 1 ובנספח 3). השוואה של האתרים הגנטיים גילתה 183 (כ-61%) אתרים משותפים לכלל האוכלוסיות הטבעיות ולעצים ביער הנטוע, לאוכלוסיות הטבעיות נמצאו 69 (כ-23%) אתרים גנטיים ייחודיים, ו-37 (כ-12%) אתרים גנטיים נוספים היו משותפים לכלל האוכלוסיות הטבעיות וליער החשוד כנטוע בחורשת הארבעים. האתרים הייחודיים לאוכלוסיות הטבעיות נמצאו בכל קבוצות הגודל (קטנים, בינוניים וגדולים) של האוכלוסיות הטבעיות. בדיקת שיעור האינטרוגרסיה, על פי מספר האתרים הגנטיים המשותפים הראתה רק שלושה (1%) אתרים גנטיים משותפים ליער הנטוע בהר סומק ולעצים הטבעיים הקטנים, ו-12 אתרים גנטיים





מנחי המחקר, פרופ' רחל בן־שלמה, פרופ' גידי נאמן (במרכז) ודי"ר אבי בר־מסדה, צופים על מיקום אוכלוסיות שדווחו כטבעיות ומתאימות לדגימה

חזית המחקר

אינטרוגרסיה מהותית (טבלה 1). יש לציין שמרבית היערות הנטועים שהיו בכרמל נשרפו בשרפה הגדולה בשנת 2010, אבל צאצאיהם עשויים לנבוט סמוך לאוכלוסיות הטבעיות.

דיון

תוצאות המחקר מראות שהאקוטיפ המזרחי של אורן ירושלים בכרמל מורכב ממספר תת־אוכלוסיות עם הרכב גנטי הטרוגני, שאינן יוצרות אוכלוסיית־על אחת עם פרופיל גנטי אחיד. התוצאות מחזקות מסקנות דומות של מחקרים קודמים שבחנו את השונות הגנטית באמצעים מולקולריים שונים [29, 5].

ההרכב הגנטי של כל האוכלוסיות הטבעיות שנבדקו נבדל מזה של היער הנטוע. במרבית המקרים התקבצו העצים הקטנים, הבינוניים והגדולים מכל אוכלוסייה יחדיו. לכן, ניתן לומר שלמרות המדגם הקטן והקרבה לעצי היער הנטוע, לא נמצאה אינטרוגרסיה משמעותית של גנים זרים מעצי היער הנטוע לאוכלוסיות הטבעיות. כלומר, לנטיעות של אורן ירושלים בכרמל הייתה רק השפעה שולית, אם בכלל, על ההרכב הגנטי הייחודי של האוכלוסיות הטבעיות של אורן ירושלים מהזן המזרחי בכרמל.

צהוב וכתום (אוכלוסיות 1, 5, ו־15 בטבלה 1, באיור 1 ובנספח 3); (2) פרופיל גנטי משותף לשלוש אוכלוסיות: טורקיז ותכלת; (3) פרופיל גנטי המאפיין מספר אוכלוסיות: אדום, כחול, וסגול (בטבלה 1, באיור 1 ובנספח 3).

כאשר נבדקה גם ההשפעה של קבוצות הגודל (קטנים, בינוניים או גדולים; סך הכול 40 קבוצות), נמצא שהחלוקה הסבירה ביותר היא ל־11 קבוצות. הפרופילים הגנטיים של הפרטים בשלוש קבוצות הגודל בתוך כל אחת מהאוכלוסיות היו דומים. במרבית המקרים הקבוצות קובצו יחדיו על פי הפרופיל הגנטי של העצים הבוגרים באוכלוסייה שהם משתייכים אליה (נספח 3).

הקשר בין מרחק גאוגרפי למרחק גנטי

לא נמצא קשר בין המרחק הגנטי למרחק הגאוגרפי בין האוכלוסיות (בחלוקה המרחבית לקבוצות גנטיות (איור 1) $(r=0.061; P=0.1941)$). ניתן לראות שקבוצות שהן קרובות גאוגרפית לא חולקות בהכרח פרופיל גנטי דומה. לכן, לא ניתן להסביר את הדמיון הגנטי בין האוכלוסיות הטבעיות על פי קרבה מרחבית. שמונה מתוך 13 האוכלוסיות הטבעיות מרוחקות בין 500-1,000 מטר מיער נטוע (טבלה 1). למרות המרחק הקצר לא נמצאה

טבלה 1. פרמטרים המשפיעים על ההערכה של דרגת שימור של אוכלוסיות אורן ירושלים טבעיות

שם ומספר אוכלוסיות אורן ירושלים שנדגמו בכרמל, מספר הפרטים שנדגמו, ערכי הטרוזיגוטיות צפויה (He) ממוצעת מתוקנת לגודל האוכלוסייה וסטיית התקן, מרחק לעומד אורן ירושלים נטוע קרוב ביותר (לפי מפת קק"ל משנת 2015), הערכת החדירה (אינטרוגרסיה) של גנים מהיער הנטוע לאוכלוסייה הטבעית, דירוג לשימור גנטי של האוכלוסיות טבעיות על פי מידת ההטרוזיגוטיות והייחודיות הגנטית (1) העדיפות הגבוהה ביותר, 4 הנמוכה ביותר) ודירוג לשימור על פי מידת הסיכון הנמוך לשרפות חוזרות (א עדיפות גבוהה, ב עדיפות נמוכה).

מספר אוכלוסייה	שם אוכלוסייה	מספר פרטים	ערכי הטרוזיגוטיות צפויה (He ± סטיית תקן)	מרחק מיער נטוע (מ')	מידת ההחדרה	דירוג שימור גנטי	דירוג שרפות
1	גבעת העיזים	25	0.047±0.006	1,350	אין	1	ב
2	חניון הר טללים	22	0.137±0.008	908	*אפשרי	1	ב
3	מעונות האוניברסיטה	30	0.116±0.007	237	*אפשרי	1	ב
4	חורשת הארבעים - נטוע	7	0.104±0.010	-	-	-	-
5	אנטנה	19	0.058±0.007	340	אין	1	ב
6	שטח אש - חג'לון	20	0.085±0.008	1,520	אין	1	א
7	נג 181	18	0.109±0.007	830	אין	4	א
8	נחל מערות	16	0.048±0.006	1,091	אין	1	א
9	חרבת חרוב	17	0.029±0.005	66	אין	3	ב
10	רכס מתלה	18	0.042±0.006	1,940	אין	3	א
11	נחל מגדים	20	0.040±0.006	963	אין	3	ב
12	ההגנה	16	0.046±0.006	243	אין	2	ב
13	כרמן	22	0.061±0.007	573	אין	1	ב
14	סומק	18	0.051±0.006	868	אין	2	ב
15	הר סומק - נטוע	18	0.151±0.010	-	-	-	-

* יכול להיות שקיימת אינטרוגרסיה, אך מספר הפרטים שנדגמו בחורשת הארבעים (4) קטן מדי להוכחה

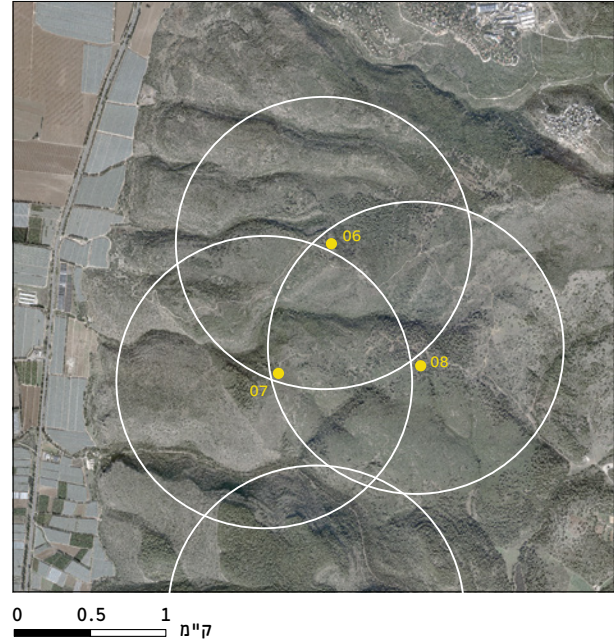
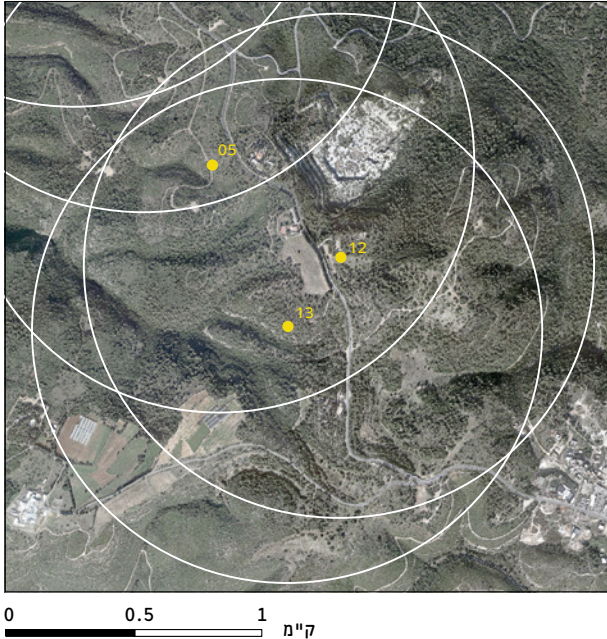
את השימור של ההרכב הגנטי הייחודי באוכלוסיות קרובות גאוגרפית, במין מואבק רוח ובעל הפצת זרעים ברוח, ניתן להסביר בכך שמרבית הזרעים מופצים לטווח קצר בלבד^[16], ושצמרות העצים מגבילות האבקה הדדית גם בין אוכלוסיות קרובות^[28]. גורמים אלה מעכבים כנראה את ההתפשטות של נבטים שמקורם ביער הנטוע, ואת יכולתם של עצי אורן צעירים (בני 15 שנים) ונמוכים (כ־3 מטר) שמקורם ביער הנטוע להאביק עצי אורן טבעיים במרחק של כ־500 מטר^[27,24,21,3]. במחקרים אחרים נמצא שרק כ־30-35 שנים לאחר הנטיעות מתחילה התפשטות של עצים מיערות אורן נטועים לשטחים פתוחים^[27]. אף על פי שגילם של יערות האורן הנטועים בכרמל היה מעל 60 שנים, לא נמצאה אינטרוגרסיה רבה של גנים מהיער הנטוע לאוכלוסיות הטבעיות. יתכן שצפיפות הנטיעה הגבוהה גרמה לתחרות חזקה בין עצי היער, לעיכוב של הצמיחה והפוריות^[12], להגבלת הייצור של אבקה וזרעים ולפיזורם למרחקים קצרים בלבד. עם זאת, קיימת סבירות שלאורך זמן עצי היער הנטוע שמקורם בנבטים שגדלו לאחר השרפה בשנת 2010, יתפשטו, יצמצמו את המרחק בין עומדים טבעיים ונטועים, ויגבירו את הסיכוי להפריה הדדית ולערבוב גנטי.

לסיכום, כ־60 שנה ויותר לאחר נטיעות האורנים בכרמל עדיין לא נמצאה אינטרוגרסיה משמעותית של גנים מהיער הנטוע לאוכלוסיות הטבעיות, ועדיין קיימות אוכלוסיות טבעיות של אורן ירושלים מהזן המזרחי בכרמל שאנו חייבים לשמרן.

את השימור של ההרכב הגנטי הייחודי באוכלוסיות קרובות גאוגרפית, במין מואבק רוח ובעל הפצת זרעים ברוח, ניתן להסביר בכך שמרבית הזרעים מופצים לטווח קצר בלבד^[16], ושצמרות העצים מגבילות האבקה הדדית גם בין אוכלוסיות קרובות^[28]. גורמים אלה מעכבים כנראה את ההתפשטות של נבטים שמקורם ביער הנטוע, ואת יכולתם של עצי אורן צעירים (בני 15 שנים) ונמוכים (כ־3 מטר) שמקורם ביער הנטוע להאביק עצי אורן טבעיים במרחק של כ־500 מטר^[27,24,21,3]. במחקרים אחרים נמצא שרק כ־30-35 שנים לאחר הנטיעות מתחילה התפשטות של עצים מיערות אורן נטועים לשטחים פתוחים^[27]. אף על פי שגילם של יערות האורן הנטועים בכרמל היה מעל 60 שנים, לא נמצאה אינטרוגרסיה רבה של גנים מהיער הנטוע לאוכלוסיות הטבעיות. יתכן שצפיפות הנטיעה הגבוהה גרמה לתחרות חזקה בין עצי היער, לעיכוב של הצמיחה והפוריות^[12], להגבלת הייצור של אבקה וזרעים ולפיזורם למרחקים קצרים בלבד. עם זאת, קיימת סבירות שלאורך זמן עצי היער הנטוע שמקורם בנבטים שגדלו לאחר השרפה בשנת 2010, יתפשטו, יצמצמו את המרחק בין עומדים טבעיים ונטועים, ויגבירו את הסיכוי להפריה הדדית ולערבוב גנטי.

איור 2. בדיקה היחכנות ליצירת שטח חיץ סביב אוכלוסיות נבחרות. מקור התמונות Google earth, רדיוס העיגולים 1,000 מטר. א. אוכלוסיות שטח אש – חג'לון (מס' 6), נ.ג. 181 (מס' 7) ונחל מערות (מס' 8) הנמצאות בעדיפות עליונה לשימור, ובסיכון נמוך יחסית לשרפות (טבלה 1, איור 1 ונספח 3).

ב. אוכלוסיות ההגנה (מס' 12), אנטנה (מס' 5) וכרמן (מס' 13), הנמצאות קרוב יחסית ליער נטוע (טבלה 1) ונמצאות בסכנה גבוהה להחפשות שרפות (איור 1).



המלצות לשימור

לשימור תוכל לשמש גם להגנה על ההרכב הגנטי הייחודי של האוכלוסיות הטבעיות של אורן ירושלים בכרמל. אנו ממליצים להכין תוכנית ממשק ליצירת אזורי חיץ שימשו בו זמנית למניעת שרפות ויתרמו לשימור הגנטי.

יש להדגיש שמרבית היערות הנטועים של אורן ירושלים הסמוכים לאוכלוסיות הטבעיות נשרפו ב-2010, דבר המקל על שימור האקוטיפ המזרחי של אורן ירושלים בכרמל.

תודות

אנחנו מודים למשרד להגנת הטבע שמימן את המחקר במסגרת מחקרי שיקום הכרמל (מחקר 4-1-125), לרשות הטבע והגנים על אישור הדגימה בשמורה ולקרן הקיימת על מפות היערות הנטועים. אנו מודים לאמיר שריג על עזרה באיסוף הדגימות ולד"ר נעמה טסלר על שיתוף המידע והייעוץ המקצועי.

מקורות

ראו נספח 6 באתר כתב העת.

פרט למחויבות הרשמית לשימור המגוון גנטי כחלק מהותי וחשוב של המגוון הביולוגי, ממשק יערי צריך להתמקד גם בשימור המגוון הגנטי הכללי^[30], וראו מקורות בתוך^[1]. לכן, אנו ממליצים לשמר מספר רב ככל הניתן של אוכלוסיות הטרוגניות המתאפיינות בפרופילים גנטיים שונים יחסית של אורן ירושלים מהאקוטיפ המזרחי.

בחירת האוכלוסיות הטבעיות לשימור צריכה להתחשב גם בסיכון לשרפות חוזרות, ולשמר בעיקר אוכלוסיות שהסיכון בהן נמוך. פירוט גורמי הסיכון לשרפה^[8, 21, 32] מובא בנספח 5 באתר כתב העת. בהתאם לקריטריונים אלה בדקנו את ההיתכנות של יצירת אזורי חיץ סביב אוכלוסיות שטח אש – חג'לון ונחל המערות, וסביב האוכלוסיות שנמצאו באתרים ההגנה, אנטנה וכרמן. באיור 2 נראית חפיפה רבה בין אזורי החיץ ברדיוס של 1,000 מטר סביב האוכלוסיות, דבר המקל מאוד על יצירת החיץ. נראה לנו שגם 500 מטר יוכלו לספק ההגנה חלקית אך סבירה לאקוטיפ המזרחי. במסגרת המאמץ לצמצום סכנת שרפות בכרמל יוצרת רשות הטבע והגנים אזורי חיץ רבים שכל האורנים מסולקים מהם. יצירת אזורי חיץ נגד שרפות סביב אוכלוסיות האורנים הטבעיים הראויים



דגימת עצי אורן ירושלים. הערכת גיל העץ נעשית על פי היקף הגזע בגובה החזה

הלכה למעשה

החוקרים מראים שמידת החדירה של גנים מהיער הנטוע לאוכלוסיות טבעיות נמוכה. המסקנה של החוקרים היא שצריך להקים קווי חיץ בני מאות מטרים סביב העומדים של אורן ירושלים מהזן המזרחי כדי לשמור עליו. עד היום הייתי בטוח שהניסיון לשמר את הזן המזרחי הוא ברכה לבטלה היות שאין אפשרות מעשית להפריד בינו לבין עצי האורן הנטועים, ולפיכך בסופו של דבר

תהיה "האחדה" גנטית. המחקר מראה שדווקא ניתן לשמר את הזן המזרחי משום שהחדירה של גנים מעצים נטועים לאוכלוסיות מהזן המזרחי "שולית, אם בכלל" (הציטוט מהמאמר). אבל אם כך, למה עלינו להשקיע משאבים בשימור מין שמצליח לשמור על עצמו ללא כל התערבות?

ד"ר יהושע שקדי
מדען ראשי, רשות הטבע והגנים

