

התפוצה העכשווית של אורן ברוטיה (*Pinus brutia*): הערכה מחודשת לאור עדויות דנדרוארכיאולוגיות ודנדרוהיסטוריות

נילי ליפשיץ, המעבדות הבוטניות – המכון לארכיאולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב nilili@post.tau.ac.il

גדעון ביגור, המחלקה לגיאוגרפיה, אוניברסיטת תל-אביב

תקציר

שטח התפוצה העכשווי של אורן ברוטיה מכסה כיום בעיקר את מזרחו של אזור הים התיכון. מחקרים דנדרוארכיאולוגיים, המבוססים על הגדרת חלקי עץ שמקורם בחפירות ארכיאולוגיות, ומחקרים דנדרוהיסטוריים במבנים היסטוריים בישראל, מראים שאורן ברוטיה נעדר מנופי הצומח הטבעי של ישראל בעבר, וחשיבותו בכלל מזרחו של אזור הים התיכון היתה פחותה מזו המיוחסת לו. אורן ברוטיה הובא לנטיעות בארץ-ישראל החל משנות השלושים של המאה העשרים, וכיום הוא מחליף בחלקו את אורן ירושלים ביערות נטע אדם בארץ.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): אורן ירושלים, אתרים ארכיאולוגיים, מבנים היסטוריים, מזרח הים התיכון, ישראל.

מבוא

בשנים האחרונות החליף אורן ברוטיה את אורן ירושלים כעץ ייעור ראשי, והוא מהווה אחוז נכבד מכלל עצי היער הניטעים כיום ביערות קרן קימת לישראל. בחרנו, לפיכך, להציג במאמר זה את תפוצתו של העץ בארץ בעבר ובהווה.

אורן ברוטיה (*Pinus brutia* Ten.), הנקרא גם אורן קפריסאי, הוא אחד ממיני האורן הגדלים כיום באזור מזרח הים-התיכון. שמו האנגלי של אורן ברוטיה הוא Calabrian pine, אך יש הקוראים לו גם אורן טורקי או אורן אדום (Frankis 1993). אורן ברוטיה הוגדר בוטנית במחוז קלבריה שבאיטליה, אשר נקרא בתקופה הרומית פרובינציית ברוטיה, ומכאן מקור שמו המדעי. זאת, אף שקרוב לוודאי שאורן ברוטיה הובא לקלבריה, ולא גדל בה באופן טבעי (Farjon 1984).

אזור התפוצה של אורן ברוטיה כיום כולל את טורקיה, כלקדוניה שבצפון מזרח יוון, האי תאסוס שבצפון הים האגאי, אסיה הקטנה, כרתים, קפריסין, סוריה, לבנון ומובלעות קטנות בכורדיסטאן העירקית ובצפון איראן (Davis 1965).

לפי Panetsos (1981), התפוצה העכשווית שלו נובעת מההיסטוריה הגיאולוגית של אזור הים התיכון ומתנאי האקלים ששררו בעידן הרביעון. לפי Nahal (1962), שינוי אקלימי, שאירע בצפון מזרח הים התיכון בסוף עידן השלישון ובתחילת עידן הרביעון, הביא לכך שאורן ברוטיה, העמיד יותר לקור, שרד באזור זה, בעוד שאורן ירושלים (*Pinus halepensis* Mill) נותר במערב הים התיכון.

אורן ברוטיה קרוב מאד מבחינה סיסטמטית לאורן ירושלים. חוקרים רבים נטו בעבר לראות בשני המינים מין אחד, אך כיום מקובל על כל החוקרים כי אורן ברוטיה הוא מין נפרד (Mirov 1967; Critchfield & Little 1966). כיום אורנים אלה גדלים בר באזור הים התיכון בלבד. שני המינים הם מינים ויקאריים: תפוצת אורן ירושלים עיקרה במערב הים התיכון בעוד שאורן ברוטיה גדל במזרחו (Mirov 1955). גבול התפוצה הצפוני שלהם משתרע בדרום מערב הארצות הים תיכוניות, וגבול התפוצה הדרומי הוא שולי מדבריות סהרה וערב (מפה 1). אורן ברוטיה גדל באופן טבעי בתנאי קרקע שונים באזורים גיאוגרפיים שונים בתחום תפוצתו. העץ קשור לקרקעות צורניות וגירניות באסיה הקטנה ולסלעים וולקאניים בהרי טרודוס שבקפריסין. בדרום לבנון הוא מופיע על גבי שכבות מתקופת היורה (Feinbrun 1959). לפיכך, לא ניתן להסביר את תפוצתו של אורן ברוטיה בגורמי הקרקע בלבד.

הן אורן ברוטיה והן אורן ירושלים הם פירופיטים, היכולים להתחדש ולעמוד בתחרות עם עצי חורש צפופים רק בעקבות שריפות (נווה 1981). מכאן שגם תכונה זו אינה יכולה להסביר את ההבדלים בתפוצתם של שני מיני האורן באזור הים התיכון. אורן ברוטיה נבדל מאורן ירושלים בדרישות האקולוגיות. נראה שהאקלים הוא הגורם המגביל הקובע את תפוצת שני המינים כיום. על-פי Panetsos (1981) אורן ירושלים דורש תנאי חום גבוהים יותר משל אורן ברוטיה ואינו מסוגל לשרוד בטמפרטורה הנמוכה מ-10 מעלות צלזיוס מתחת לאפס, בעוד שאורן ברוטיה עמיד בטמפרטורות נמוכות יותר. לדבריו, אורן ירושלים גם דורש תנאי לחות גבוהים מאשר אורן ברוטיה, אם-כי על-פי הניסיון היעריני בארץ, אורן ירושלים עמיד ליושב

השרף פזורים על פני כל רוחב הטבעת, הן בעצה המוקדמת והן בעצה המאוחרת, בעוד שבאורן ברוטיה הם מופיעים רק בעצה המאוחרת (תמונה 1). הגמצים המופיעים בשדה ההצטלבות של קרני הפרנכימה בחתך האורך הרדיאלי שונים במספרם ובצורתם בשני מיני האורן: באורן ירושלים מספרם נע בין 1 ל-4 בכל תא פרנכימת קרניים, והם קטנים ועגולים. באורן ברוטיה מופיעים רק 2 גמצים בכל תא פרנכימת קרניים, הם גדולים יותר וצורתם ביצית.

הבדל בולט בין עצי אורן ברוטיה לעצי אורן ירושלים קשור לעמידותם של שני מיני האורן בפני כנימת המצוקוקוס (*Matsucoccus josephi*) ונוזקה. אילוח של עצי אורן ברוטיה ואורן ירושלים בכנימה הראה זאת באופן בולט: באורן ברוטיה הכנימה התפתחה רק על ניצנים וענפים צעירים, ורק לעיתים נדירות גם על ענפים בוגרים יותר; לעומת זאת באורן ירושלים התפתחות המונית של הכנימות נראתה על כל הענפים הבוגרים ועל פני כל הגזע. באורן ברוטיה נוצר שְׁעָם פצע על הסות

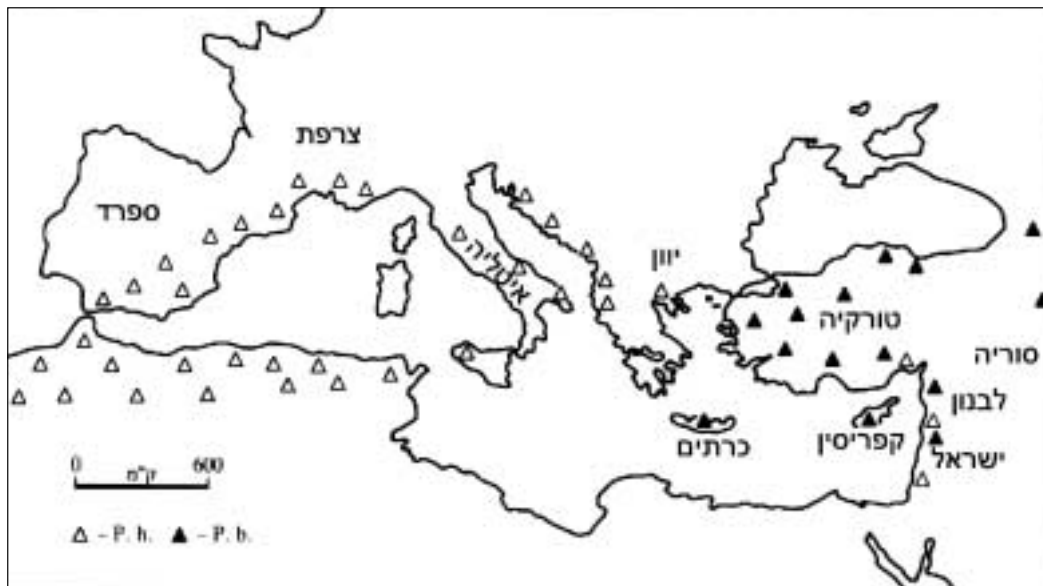
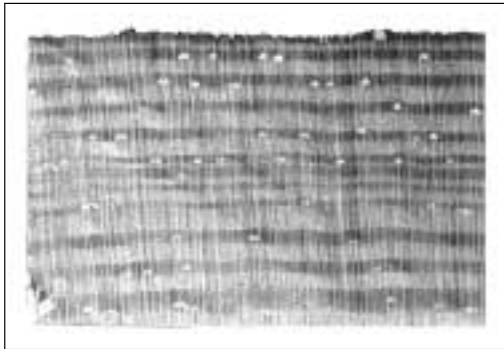
יותר מאורן ברוטיה (עמי זהבי, בע"פ).

מכיוון שדגם התפוצה של אורן ירושלים בארץ ישראל בעת העתיקה (Liphshitz & Biger 2001) ובעת החדשה (ליפשיץ וביגר 1993) נדון לאחרונה בפירוט, מאמר זה מוקדש לבחינת הדעות המקובלות ביחס לתפוצתו של אורן ברוטיה במהלך ההולוקן (משנת 8,300 לפנה"ס ועד ימינו). תשומת לב מיוחדת ניתנת לממצאים הדנדרוארכיאולוגיים והדנדרוהיסטוריים שנאספו בישראל.

הגדרה טקסונומית והגדרה אנטומית של העצה של אורן ברוטיה

הטקסונומיה ותפוצת שני מיני האורנים הים תיכוניים נדונו בהרחבה במספר רב של פרסומים מדעיים (Komarov et al. 1934-1963; Czeott, 1954; Feinbrun, 1953; Nahal 1962; Critchfield & Little, 1966; Mirov, 1967; Mirov & Hasbourck, 1967; Panetsos, 1981; Klaus, 1989) אורן ברוטיה מראה דמיון מורפולוגי רב לאורן ירושלים, אך נבדל ממנו בכמה מאפיינים. הגזע של אורן ברוטיה זקוף בעוד גזעו של אורן ירושלים על-פי-רוב עקום ומפותל. הקליפה של אורן ברוטיה אדומה (ומכאן שמו בטורקית אורן אדום - Kizilçam) וסדוקה כבר בגיל צעיר, המחטים שלו ארוכות ועבות יותר, צבען ירוק כהה יותר והן נוקשות יותר משל מחטי אורן ירושלים. האצטרובלים של אורן ברוטיה יושבים, מפושקים בניצב לענף ומופיעים תמיד יחידים, ואילו אצטרובלי אורן ירושלים בעלי עוקץ, מופנים כלפי בסיס הענף ומופיעים הן יחידים והן בזוגות (ויץ 1970; Humphries et al. 1981). הבדלים בולטים קיימים גם במבנה האנטומי של העצה של שני מיני האורנים (ליפשיץ וביגר, 1991). באורן ירושלים יבי

תמונה 1: חתך רוחב בעצה של אורן ברוטיה



מפה 1: תחום תפוצתם הטבעית של אורן ברוטיה ▲ ואורן ירושלים △

Map 1: Natural distribution of *Pinus brutia* ▲ and *P. halepensis* △.

של העצה כפי שנבדק מיקרוסקופית בחתכים אלה, תוך השוואתם לחתכים שהוכנו מעצים מוגדרים בני ימינו (ליפשיץ 1999).

שרידי עץ בדרך כלל ניתנים להגדרה עד לרמת המין. הגדרה מפורטת כזו מאפשרת לשחזר את הצומח הטבעי שגדל בשכונת לאתר או בקרבתו או את מיני העץ שיובאו ממחקרים לצרכי בנייה מיוחדת (Liphshitz 1986, 1988a).

מחקרים דנדרוהיסטוריים המבוססים על הגדרת חלקי העץ ממבנים היסטוריים ושרידי מבנים בישראל מהמאות ה-19 וראשית המאה ה-20 מאפשרים לזהות את מיני העצים ששימשו בבניה באותה תקופה (Biger & Liphshitz 1995). הדגימות מהמבנים הללו נלקחו מגנות, תקרות, רצפות, עמודים, דלתות, חלונות, משקופים, ספי כניסה ועוד. השוואת הממצאים מתקופות קדומות לממצאים מהזמן האחרון יכולה ללמד על ההבדלים בין הנוף העצי בעבר לנוף בהווה ועל השינויים שחלו במהלך ההולוקן.

עצי המחט בעת העתיקה בישראל לפי מחקרים דנדרוארכיאולוגיים

זיהוי של כ-15,000 חלקי עץ שנאספו בחפירות ארכיאולוגיות ב-170 אתרים בישראל מלמדים, שלאורך הפרופיל הארכיאולוגי של ארץ ישראל, מהתקופה הכלכלית (4000 לפנה"ס) ועד לתקופה הערבית (המאה ה-10 לספירה), רק 204 דגימות (1.34% מסך כל ממצאי העץ) היו של אורן ירושלים. כל ממצאי אורן זה מקורם ב-32 אתרים (Liphshitz, forthcoming). שרידים של אורן ירושלים מכל אותו פרק זמן ארוך נמצאו בחבל ההררי הים תיכוני בישראל בעיקר בירושלים, בחפירות מבנים מונומנטליים – 21 דגימות (10.1%), בעוד שבשאר חלקי יהודה ושומרון נמצאו 12 דגימות בלבד של אורן ירושלים. בגליל ובגולן נמצאו רק 3 דגימות של אורן זה. באזורים הרריים אלה אורן ירושלים מהווה כיום את המרכיב העצי העיקרי בנוף, בעקבות נטיעת היערות.

בירושלים נמצאו, בנוסף לאורן ירושלים, גם חלקי עץ של עצי מחט נוספים: ארז הלבנון, ברוש מצוי (Liphshitz 2002) וגם דגימה יחידה של ערער אדום (פאהן 1976). זאת ועוד, שרידי אורן ירושלים נמצאו גם באזור הנגב ובאזור ים המלח, ולמעשה כשליש מהאתרים (13 מתוך 32) שבהם נמצאו שרידי עץ של אורן ירושלים הם באזור המדברי של הארץ, ששם מעולם לא גדל עץ זה. ללא ספק, חלקי עץ של אורן ירושלים הובאו לאתרים מדבריים אלה במכוון.

למרות ששרידי רבים של עצים מיובאים אחרים – ארז הלבנון, ברוש מצוי וערער אדום נמצאו בחפירות הארכיאולוגיות, שרידי עץ של אורן ירושלים נמצאו רק בבית הקברות מתקופת בית שני ביריחו, שם נתגלה ארון קבורה אחד, שהוכן מקורות של אורן ירושלים (Liphshitz & Waisel 1999). נראה שארון הקבורה הובא מחוץ לארץ ישראל.

(הקליפה) מיד לאחר התחלת התפתחות הכנימה. שעם פצע זה מונע יצירת נוקים לעצה. באורן ירושלים, לעומת זאת, לא נוצר כל שעם פצע. הכנימה גורמת לנוקים כבדים מאד לעצה, לשיפה ולקליפה של אורן ירושלים. נוצרים שפע ביבי שרף ואצטרובלים, ובסופו של דבר העץ מת ממחסור במים ובחומרי הזנה (Liphshitz & Mendel 1989).

השוואת צמיחת הרוחב (רוחב הטבעות השנתיות) של עצי אורן ברוטיה ואורן ירושלים שניטעו באותם בתי גידול, הראתה התנהגות זהה ועמידות זהה לעקת יובש, הן בבתי גידול יובשניים-למחצה והן בבתי גידול לחים. נמצא דמיון רב בצמיחת הרוחב של שני האורנים כאשר הם גדלו בקרקעות שונות (רנדינה, טרה-רוסה ולס) בצפון הלח ובדרום היבש של ישראל (ליפשיץ ומנדל 1987).

אורן ברוטיה בעת העתיקה

אחת הדרכים לשחזר את צמיחת העבר מבוססת על זיהוי גרגרי אבקה שנמצאו בקידוחים גיאולוגיים (Faegri & Iversen 1975). גרגרי אבקה של אורנים, שהם מואבקי רוח ומייצרים שפע גרגרי אבקה, מיוצגים היטב בקידוחים שנלקחו בארצות אחרות במזרח הים התיכון (van Zeist & Bottema 1982), כגון בטורקיה (Bottema & van Zeist 1981), יוון (Greig & Turner 1974), סוריה (van Zeist & Voldring 1980) וירדן (Vita Finzi & Dimbleby 1971). עם זאת, מכיוון שלא ניתן להבדיל בין גרגרי אבקה של אורן ברוטיה ואורן ירושלים, לא ניתן לשחזר על סמך אנליזת גרגרי אבקה את תפוצתם של שני מיני האורן בעבר (Baruch 1986). אזורים גדולים בטורקיה מכוסים כיום ביערות שבהם גדלים מיני אורן שונים: אורן שחור, אורן היערות, אורן ברוטיה ואורן הצנובר (הגלעין). ניתן להניח שגם בעבר הרחוק יערות האורן שיצרו את גרגרי האבקה היו מורכבים ממיני אורן. עם זאת ראוי לציין, כי מספרם המועט של גרגרי האורן בפרופיל הארכיאולוגי של ארץ ישראל מראה על היעדר כמעט מוחלט של אורנים מכל מין שהוא בנוף הארץ (Liphshitz & Biger; 2001), בירדן המצב דומה (ליפשיץ 1994).

מחקרים דנדרוארכיאולוגיים ודנדרוהיסטוריים – שיטות המחקר

שרידי עץ מפוחמים ובלתי מפוחמים המתגלים בחפירות הארכיאולוגיות, כמו גם חלקי עץ במבנים מתקופות היסטוריות, נלקחים להגדרה בוטנית מאתרים הפזורים על פני כל הארץ. דגימות עץ מחפירות ארכיאולוגיות בגודל 0.5-1 סמ"ק עוברות טיפול בכוהל אתילי מוחלט, נטבלות בתמיסת צלואידין בשמן ציפורן ונשטפות בכוהל אתילי מוחלט. הן מועברות לפרפין בתנור, ובלוקים המוכנים בפרפין נחתכים במיקרוטום בעובי 10-15 מיקרון בשלושה מישורים: רוחב, אורך טנגנציאלי ואורך רדיאלי. הגדרת מין העץ נעשית על סמך המבנה התלת מימדי

העץ שנאספו בעיר עצמה, מרבית הדגימות היו אורן היערות ואורן שחור, אך לא נמצאו כל שרידי אורן ברוטיה (Meiggs 1982). אורן (המין לא זוהה) נמצא בכרתים (12 דגימות באתר יחיד) בשכבות המתוארכות לברונזה הקדומה (2,600 לפנה"ס) (Rackham 1972).

בדיקות הנערכות באחרונה בחלקי עץ של ספינות שטבעו בחופי ישראל העלו את הממצאים הבאים: בספינה שנמצאה טבועה במעגן מיכאל, ותוארכה למאות 5-8 לפנה"ס, רוב חלקי העץ נעשו מאורן ברוטיה. מקורם של חלקי העץ האחרים שמהם נבנתה הספינה הוא, כנראה, במינים הגדלים כיום בצפון מערב טורקיה. מכלול מיני העצים שנמצאו בשתי ספינות שנתגלו בחוף דור – האחת מתוארכת לתקופה הביזאנטית, המאות ה-4-6 לספירה והשניה לסוף התקופה העות'מאנית, למאות ה-18-19 – זהה להרכב מיני העצים של הספינה ממעגן מיכאל. גם בשתי ספינות אלו היווה אורן ברוטיה את המרכיב הדומיננטי (Lipshitz 2004).

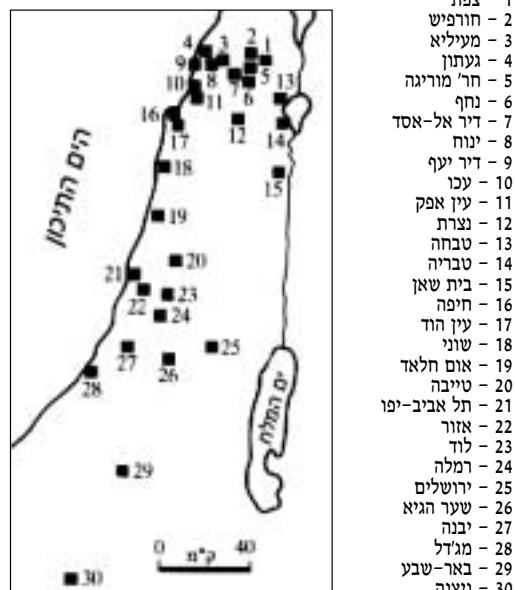
אורן ברוטיה בעת החדשה בישראל לפי מחקרים דנדרוהיסטוריים

מחקר מקיף כלל זיהוי של מיני העץ ששימשו לבנייה בארץ ישראל במאה ה-19 ובראשית המאה ה-20. קורות וחלקי עץ (חלונות, דלתות, משקופים, גנות, ספי כניסה, תמוכות, קירות וחלקי רצפה) נאספו מ-614 מבנים ב-77 ישובים. כמעט כולם ניבנו מעצים שלא גדלו בארץ ישראל אלא הובאו אליה. כ-30% מדגימות העץ שנבדקו היו של עצים שהובאו מצפון מזרח האזור הים תיכוני ושאר חלקי העץ היו ממקורות רחוקים עוד יותר (Lipshitz & Biger 1994; ליפשיץ וביגר, 1989; Biger & Lipshitz 1995; 1990). מתוך 993 קורות וחלקי עץ שמקורם מזרח ים תיכוני, ואשר נאספו ב-326 מבנים ב-30 יישובים בישראל (מפה 2), 380 חלקים (38.2%) הוכנו מאורן ברוטיה. שאר המינים המזרח ים תיכוניים שזוהו במחקר היו: ארז הלבנון (50.4%), אורן שחור (10.1%) ואשוח קיליקי (1.3%) (טבלה 1). מתוך 3341 קורות וחלקי עץ רק 4 נעשו מאורן ירושלים (טבלה 1). מינים אלה היו נפוצים במבנים בכל הערים העתיקות: צפת, טבריה, חיפה, עכו, נצרת, ירושלים, יפו, אשקלון (מג'דל), וכן בכפרים הערביים ובחוות החקלאיות (Biger & Lipshitz 1991a, 1991b, 1992; Lipshitz & Biger 1998).

ראשית נטיעות אורן ברוטיה בישראל בעת החדשה
מחקר מקיף על תהליך ייעורה של ארץ ישראל בעת החדשה ראה אור בספר שיצא לאחרונה (ליפשיץ וביגר 2000). נראה, כי הראשונים שעסקו בניסויים לנטיעת אורן ברוטיה ולאיקלומו בארץ היו יערני קרן קימת לישראל. נסיונות ראשונים של נטיעות אורן ברוטיה נעשו ביער בן-שמן בשנת 1927. הנטיעות הצליחו והעץ התאקלם היטב בכל הקרקעות. יתרה מזאת,

הוכחות נוספות לקיום אורן ברוטיה במזרח הים התיכון בעבר (בתקופה 1000 עד 300 לפנה"ס) נמצאו באתר תמסוס שבקפריסין, שם היוו שרידי אורן ברוטיה 15% מכלל ממצאי העץ באתר (Buchholz 1988). נוסף להם נמצאו בתמסוס גם שרידי עץ של אורן שחור מהתקופה הארכאית (מאות 6-7 לפנה"ס) ומהתקופה ההלניסטית (Lipshitz 1988b). בניגוד לזה לא נמצאו חלקי אורן ברוטיה באתרים אחרים באי. כיום אורן ברוטיה הוא מין האורן העיקרי הגדל בקפריסין. ככל הנראה, תפוצתו בעבר היתה מצומצמת בהרבה (Jones et al. 1958). אורן ברוטיה התפשט באותם אזורים שבהם החורש או היער נהרסו בידי אדם או בשרפות (נווה 1981). מכיון שהעץ גדל בקפריסין החל מגובה פני הים ועד לרום של 1450 מטר, יש בכך כדי להראות על התפשטותו המשנית (Jones et al. 1973; Zohary 1958). סיכום על זיהוי שרידי עץ שנמצאו בחפירות ארכיאולוגיות בכל המזרח התיכון (Willcox 1992). מתאר רק כמות קטנה של אורנים (ההגדרה נעשתה רק עד לרמת הסוג), בעיקר באתרים המתוארכים לתקופת ימי הביניים ואילך. בתל אל קרק (Tell el Kerkh) בסוריה, המתוארך לתקופה של 7700 שנים לפני ימינו, נמצאו 2 דגימות של אורן – אורן ירושלים או אורן ברוטיה (Noshiro & Fujii 2000). באנטוליה נמצאו שרידי אורן, שהוגדרו רק עד לרמת הסוג, רק בשכבות המתוארכות לימי הביניים המאוחרים (Willcox 1974). בשכבות קדומות יותר לא נמצאו כל שרידים של אורן. בקבר שנחפר בגורדיון שבאנטוליה, המתוארך למאה ה-8 לפנה"ס, נמצאו קורות רבות, וביניהן גם של הסוג אורן. משרידי

מפה 2: אתרים ארכיאולוגיים שבהם נמצאו חלקי אורן ברוטיה
Map 2: Archaeological sites where *P. brutia* fragments were excavated



לאחר קום המדינה המשיכו לטעת בארץ יערות חד-מיניים, דווקא של אורן ירושלים. למרות התמותה של היער הצעיר במשמר העמק בשנת 1944, תמותה המונית של עצי אורן ירושלים בשנות השבעים ביער שער-הגיא וקרסה גוברת והולכת של עומדי אורן ירושלים רבים מיערות הארץ, נמשכו הנטיעות החד מיניות במין זה כמעט עד לשלהי שנות השבעים (ליפשיץ וביגר 1993). רק בשנים האחרונות, בעקבות המחקרים שנערכו להשוואת עמידותם של שני מיני האורן בפני כנימת המצוקוקוס, שונתה מדיניות הייעור, התמעטו הנטיעות של אורן ירושלים ובמקומן הוחל בנטיעת יער מעורב, שבהן את אורן ירושלים החליף אורן ברוטיה (טבלה 2).

מסקנות

הממצאים מלמדים שאורן ברוטיה נעדר מנוף הצומח הטבעי של ישראל במהלך העת העתיקה ועד לתחילת הנטיעות העכשוויות. היעדר אורן ברוטיה, המתאים למטרות בניה, משרידים ארכיאולוגיים מראה שתפוצתו היתה מצומצמת גם בארצות הקרובות, כי משם הובאו מיני עצים אחרים. ממצא זה תואם את היעדרו גם ממרבית השכבות הארכיאולוגיות בשאר ארצות מזרח אגן הים התיכון.

במשך מרבית התקופות השתמשו הבונים בעיקר בעצים מקומיים עבור בניה יומיומית עם קורות קטנות יחסית, ואילו ייבוא עצים היה רק למטרות בניה מיוחדות. עובדה זו עולה מהשימוש שנעשה בעצי ארז הלבנון (וכמוהו באורן ירושלים, בערער אדום ובברוש מצוי) בבניית מבנים מונומנטליים (ארמונות) או מבני פולחן (מקדשים) (ליפשיץ 1987; Liphshitz & Biger 1991).

לעומת תקופת העבר הרחוק, השימוש בעץ מיובא בולט במבנים שניבנו בארץ ישראל במאות ה-19 וה-20, כאשר הארץ היתה חשופה ונעדרת עצים מתאימים למבנים גדולים. העץ הובא מאזורים שכנים (לבנון, סוריה וטורקיה) ומאוחר יותר – מצרפת, ארה"ב ושאר חלקי עולם. בתקופה זו בלט השימוש הרב שנעשה באורן ברוטיה במבנים שניבנו בארץ עד סוף המאה ה-19. מאוחר יותר העץ המזרח ים-תיכוני הוחלף במיני עצים שהובאו מאירופה. תפוצתו הרחבה באותה עת של אורן ברוטיה בצפון מזרח הים התיכון – מרכזה של האימפריה העות'מאנית השלטת – יכול להסביר את השימוש הרב בעץ זה, שימוש שנעדר לחלוטין בפרופיל הארכיאולוגי של ארץ ישראל בתקופות קודמות.

בנטיעות של אורן ברוטיה ואורן ירושלים בני אותו גיל, בתנאים זהים, טען יוסף ויץ כי "בלט אורן ברוטיה בקומתו הזקופה כבר בשנים הראשונות, בניגוד לאורן ירושלים שגזעו היה כפוף ועקום" (ויץ 1970). למרות שהשתילים נקלטו היטב, לא הרחיבה קק"ל את נטיעתו בשנות העשרים, וזאת כנראה בעיקר בשל קצב צמיחתו האיטית. יוסף ויץ טען כי "בסכמי את הסעיף הזה, בחירת מיני העצים, עלי לציין בעזר, שלפי שעה מוגבלת מאד הרשימה של מיני העצים העומדים לרשות הייעור. בעצי המחט - אורן ירושלים בעיקר, ואורן ברוטיה כבן לוואי" (ויץ 1970). בשנות השלושים של המאה העשרים חזרו אנשי קק"ל לערוך נסיונות בנטיעת אורן ברוטיה. זרעים שהגיעו מקפריסין הונבטו במשק הפועלות בירושלים ומשם הופצו לנטיעות ביערות (הארכיון הציוני 1). בשנת 1938 טיפלו אנשי קק"ל ב-6 ק"ג זרעים שהגיעו מקפריסין ונשלחו לקיבוצים אילון, חניתה, משמר העמק ועין השופט בצפון הארץ (הארכיון הציוני 2). 4,000 שתילי אורן ברוטיה ממוצא יווני וקפריסאי, שטופחו במשתלת ראש פינה, נשלחו בנובמבר 1947 לנטיעות בהרי ירושלים, באזור נוה-אילן וברבדים שבגוש עציון, וכמו כן למנרה ולמשגב-עם שבגליל העליון (הארכיון הציוני 3). גם יערני מחלקת היערות הבריטית בארץ-ישראל, שעסקו רבות בנסיונות איקלום של עצי יער בארץ-ישראל, ניסו לטעת אורן ברוטיה בארץ. בקיץ 1936 נשלחה בקשה אל מחלקת היערות של ממשלת יוון לקבל כמות קטנה של זרעי אורן ברוטיה לנסווי נטיעה (גנזך המדינה 1). בינואר 1937 נתקבלו 600 גרם זרעים שנאספו באי היווני תאסוס שבים האגאי. בעקבות הצלחת הניסוי בהנבטה ובשתילה נשלחו מיוון 2 ק"ג נוספים של זרעי אורן ברוטיה. בהמשך שלחו היוונים עוד כ-10 ק"ג של זרעים, שהונבטו במשתלות הממשלתיות בכל הארץ (גנזך המדינה 2). מלחמת העולם השנייה והמתיחות ביוון לאחר המלחמה הביאו את הממשל הבריטי בארץ לחפש מקורות נוספים לזרעי אורן ברוטיה (גנזך המדינה, שם). בתחילת נובמבר 1947 נשלחו מקפריסין כ-250 ק"ג של זרעי אורן ברוטיה, שהופצו במשתלות ברחבי הארץ.

טבלה 2: השתנות יחסי הנטיעות של אורן ירושלים ואורן ברוטיה במהלך השנים (מספרי שתילים בשנים מייצגות). הנתונים נתקבלו ממדור המידע היערני באגף היער

Table 2: Changes in the ratio of *Pinus Brutia* and *P. halepensis* seedlings planted in Israeli forests in the last decades (certain years)

שנה	אורן ירושלים	אורן ברוטיה	סה"כ 2	% אורן ירושלים	% אורן ברוטיה
1957	2,185,992	681,545	2,867,537	76.2	23.8
1967	2,162,382	960,908	3,123,290	69.2	30.8
1977	595,715	506,818	1,102,533	54.0	46.0
1987	320,055	498,335	818,390	39.1	60.9
1997	48,130	779,547	827,677	5.8	94.2

טבלה 1: חלקי עץ שמקורו מזרח ים תיכוני, שנמצאו במבנים מהמאה ה-19 בישראל
Table 1: Tree fragments of Mediterranean origin, found in 19th century buildings in Israel

צורת היישוב	אורן ברוטיה		ארז הלבנון		אורן שחור		אשוח קיליקי		סה"כ
	סל	%	סל	%	סל	%	סל	%	
ערים	295	38.5	429	52.5	89	10.8	10	1.2	823
חצות חקלאיות	16	36.3	26	59.1	1	2.3	1	2.3	44
ישובים מסודתיים	41	48.8	40	47.6	3	3.6			84
ישובים מודרניים	28	66.7	6	14.3	8	19.0			42
סה"כ	380	38.2	501	50.4	101	10.1	11	1.3	993

נספח: טבלת המינים הנזכרים במאמר

<i>Abies cilicica</i>	אשוח קיליקי
<i>Cedrus libani</i>	ארז הלבנון
<i>Cupressus sempervirens</i>	ברוש מצוי
<i>Juniperus phoenicea</i>	ערער אדום
<i>Pinus brutia</i>	אורן ברזיה
<i>Pinus halepensis</i>	אורן ירושלים
<i>Pinus nigra</i>	אורן שחור

מקורות

- הארכיון הציוני (1): תיק KKL5/8784
- הארכיון הציוני (2): תיק KKL/ 5/10526
- הארכיון הציוני (3): תיק KKL5/17228/9
- גנז המדינה (1): חטיבה 7, תיק F/14/F12
- גנז המדינה (2): חטיבה 7, תיק F/14/F13
- ויץ, י', 1970. יער וייעור בישראל. מסדה, רמת גן.
- ליפשיץ, נ', 1987. הארז ושימוש בימי קדם. א' שילר (עורך), ספר וילנאי כרך ב'. הוצאת אריאל, ירושלים, 294-291.
- ליפשיץ, נ', 1994. הצומח בעבר הירדן. אריאל 105-106, 115-113.
- ליפשיץ, נ', 1999. בדיקות מיקרוסקופיות של שרידי עץ מחפירות ארכיאולוגיות. מתוך: ארזי ט' ושוורץ מ' (עורכות): יסודות המיקרוטכניקה הבוטנית, 110-107. אוניברסיטת תל-אביב, כרך ב', 110-107.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג', 1989. חלקי עץ בבנייה בארץ ישראל במאה ה-19 וראשית המאה ה-20. דוח מס' 1 מוגש לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מרס 1989.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג', 1990. חלקי עץ בבנייה בארץ ישראל במאה ה-19 וראשית המאה ה-20. דוח מס' 2 מוגש לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, מרס 1990.
- ליפשיץ, נ' וביגר ג' 1991. הבדלים אנטומיים בעצה של אורן ירושלים ואורן ברזיה. השדה 71: 470-468.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג' 1993. עלייתו ונפילתו של אורן ירושלים כעץ ייעור ראשי בארץ ישראל. 24 עמ', הוצאת קרן קימת לישראל.
- ליפשיץ, נ' וביגר, ג' 2000. נלבישך שלמת ירק - הייעור בארץ ישראל: מאה שנים ראשונות 1850-1950, 265 עמ'. הוצאת קרן קימת לישראל ואריאל.
- ליפשיץ, נ' ומנדל, צ' 1987. הצמיחה לרוחב באורן ירושלים ובאורן ברזיה. השדה 68: 559-561.
- נוה, ז', 1981. אקולוגיה של אדם ונוף. הוצאת גסטליט, חיפה.
- פאהן, א', 1976. זיהוי שרידי עץ מפוחמים מחפירות ארכיאולוגיות בירושלים. עלון למורי הביולוגיה, ירושלים, האוניברסיטה העברית, 51: 22-16.
- Baruch, U., 1986. The late Holocene vegetational history of Lake Kinneret (Sea of Galilee) Israel. *Paleorient* 12:37-48.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1991a. Regional dendrohistory and timber analysis: the use of wood in the buildings of 19th century Jaffa. *Mediterranean Historical Review* 6:86-109.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1991b. Historical geography and botany: timber in the 19th century Old City of Jerusalem. *P.E.Q.* 123:4-18.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1992. The rural dwelling house in 19th century Palestine – a dendrohistorical view. *Area* 24:45-55.
- Biger, G. & Liphschitz, N. 1995. Foreign tree species as construction timber in 19th century Palestine. *Journal Historical Geography* 21:262-277.
- Bottema, S. & van Zeist, W. 1981. Palynological evidence for the climatic history of the Near East, 50,000-6,000 BP. *Colloques Internationaux du CNRS No. 598 – Prehistoire du Levant Maison de l'Orient, Lyon, 10-14 Juin, 1980, Paris. Edition du CNRS 1981.*
- Buchholz, H.G., 1988. Archäologische Holzfunde aus Tamassos, Zypern. *Acta Prehistorica et Archaeologica* 20:75-157.
- Critchfield, W.B. & Little, E.L. 1966. Geographic Distribution of Pines of the World. *USDA Forest Service Misc. Pub.* 991. Washington DC
- Czecott, H., 1954. The past and present distribution of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. *International Congress of Botany VIII Paris, Sect. 2-6:196-197.*
- Davis, P.H., 1965. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. I.* Edinburgh University Press.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1975. *Textbook of Pollen Analysis.* Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Frankis, M.P., 1993. Morphology and affinities of *Pinus brutia*. In: Tashkin O. (ed.), *Papers International Symposium Pinus brutia*, pp.11-18. Marmaris/Ankara:11-18.
- Feinbrun, N., 1959. Spontaneous Pineta in Lebanon. *Bulletin Research Council Israel* 7D:132-153.
- Greig, J.R.A. & Turner, J. 1974. Some pollen diagrams from Greece and their archaeological significance. *Journal of Archaeological Science* 1:177-194.

- Humphries, C.J., Press, J.R. & Sutton, D.A. 1981. Trees of Britain and Europe. Hamlyn, New York.
- Jones, D.K., Merton, L.F.H., Poore, M.E.D. & Harris D.R. 1958. Report on pasture research, survey and development in Cyprus. Cyprus: Department of Agriculture.
- Klaus, W., 1989. Mediterranean pines and their history. *Plant Systematics and Evolution* 162:133-163.
- Komarov, V.L. et al., (eds.) 1934-1963. Flora USSR (30 volumes). Leningrad – Moscow, Nanka.
- Liphshitz, N., 1986. Overview of dendrochronology and dendroarchaeology in Israel. *Dendrochronologia* 4:37-58.
- Liphshitz, N., 1988a. Dendrochronological and dendroarchaeological investigations in Israel as a means for reconstructing past vegetation and climate. *PACT* 22:133-146.
- Liphshitz, N., 1988b. Dendroarchaeological investigations in Tamassos. *Acta Prehistorica et Archaeologica* 20:149-150.
- Liphshitz, N., 2002. Archaeobotanical remains. In: Geva, H. (ed.), The Jewish Quarter Excavations in the Old City of Jerusalem, Vol. II. The Finds from Areas A, W and X-2. Final Report, pp.504-508, Israel Exploration Society, Jerusalem: 504-508.
- Liphshitz, N., 2004. Dendroarchaeological investigations. In: J. Tresman & Y. Kahanov, eds.: Ma'agan Mikhael Ship: the Recovery of a 2,400-year-old Merchantman. Final Report Vol. II. Chapter 3. 156-163 Israel Exploration Society and Haifa University.
- Liphshitz, N., forthcoming. Trees and Timber in Ancient Israel: Dendroarchaeological and Dendrochronological Research.
- Liphshitz, N. & Biger, G. 1991. Cedar of Lebanon (*Cedrus libani*) in Eretz Israel during antiquity. *I.E.J.* 1:167-175.
- Liphshitz, N. & Biger, G. 1994. The wooden houses of the American Colony in Jaffa – Eretz Israel. *Geography Research Forum* 14:97-108.
- Liphshitz, N. & Biger, G. 1998. Old versus new – timber analysis of Acre and Haifa in 19th century Palestine. *Historical Geography* 26:177-186.
- Liphshitz, N. & Biger, G. 2001. Past distribution of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) in the mountains of Israel (Palestine). *The Holocene* 11:427-436.
- Liphshitz, N. & Mendel, Z. 1989. Interaction between hosts and non-hosts of *Pinus* spp. and *Matsucoccus josephi*: anatomical responses of stem to infestation. *New Phytol.* 113:135-142.
- Liphshitz, N. & Waisel, Y. 1999. Timber analysis. Jericho – A Jewish Cemetery of the Second Temple Period. IAA Report No. 7: 88-92.
- Meiggs, R., 1982. A royal tomb at Gordium. Appendix 5, In: *Trees and Timber in the Ancient Mediterranean World*. Oxford, Clarendon Press
- Mirov, N.T., 1955. Relationships between *Pinus halepensis* and other insignes pines of the Mediterranean region. *Bulletin Research Council Israel* 5D:65-72.
- Mirov, N.T., 1967. *The Genus Pinus*. New York, Ronald Press.
- Mirov, N.T. & Hasbrouck, J. 1967. *The Story of Pines*. Bloomington, Indiana University Press.
- Nahal, I., 1962. Le pin d'Alep: etude taxonomique, phytogéographique ecologique et sylvicole. *Annales Ec. Eaux For.* 19:473-686.
- Noshiro, S. & Fujii, T. 2000. Identification of charcoal from Tell el-Kerekh. *Bull. of Ancient Oriental Museum (BAOM)* 21:31-32.
- Panetsos, C.P., 1981. Monograph of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. *Annales Forestry Zagreb* 9:39-77.
- Rackham, D., 1972. Myrtos – an Early Bronze Age Settlement in Crete. Appendix II. The vegetation of the Myrtos region; Appendix III: Charcoal and plaster impressions. London, Thames and Hudson. 283-304 (British School of Archaeology at Athens:).
- van Zeist, W. & Bottema, S. 1980. Holocene vegetation and climate of northwestern Syria. *Paleohistoria* 22:111-125.
- van Zeist, W. & Bottema, S. 1982. Vegetational history of the Eastern Mediterranean and the Near East during the last 20,000 years. *BAR* 133:277-321.
- Vita-Finzi, C. & Dimbleby, G.W. 1971. Medieval pollen from Jordan. *Pollen et Spores* 13:415-420.
- Willcox, G.H., 1974. A history of deforestation as indicated by charcoal analysis of four sites in eastern Anatolia. *Anatolian Studies* 24:117-133.
- Willcox, G.H., 1992. Timber and trees – ancient exploitation in the Middle East: evidence from plant remains. *Bulletin of Sumerian Agriculture* 6:1-32.
- Zohary, M., 1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.