

שינויי צומח באזור הכנרת ב־5500 השנה האחרונות על סמך העדות הפלינולוגית

אורי ברוך

א. הפלינולוגיה מהי?

הפלינולוגיה היא תחום מחקר העוסק בשיחזור תולדות הצומח על סמך תפוצת גרגירי אבקה (פולן) ונבגים אשר נלכדו בשכבות גיאולוגיות ונשתמרו בהן.

מדע הפלינולוגיה החל את צעדיו הראשונים בתחילת המאה בצפון מערב אירופה. על בסיס העדות הפלינולוגית אשר נשתמרה בבליצות הכבול והאגמים הרבים אשר הופיעו ביבשת לאחר נסיגת הקרחונים, נעשו שיחזורים מפורטים ביותר של השלבים השונים בהתפתחות הצומח באזור זה במשך 14,000 השנה האחרונות למן הופעת צמחי חלוץ, דרך התהוות יערות קלימקס, וכלה בהופעת חברות צומח אנתרופוגניות באלפי השנה האחרונות. כיום משמשת הפלינולוגיה ככלי חשוב ביותר לשיחזור תולדות הצומח בתקופת הרביעון המאוחר (40,000-50,000 השנה האחרונות), בחלקים נרחבים של העולם.

החומר האורגני הבונה את המעטפת החיצונית של גרגירי האבקה והנבגים עמיד ביותר והוא עשוי להשתמר בתנאים מסוימים מאות אלפי ולעיתים אף מאות מיליוני שנים. מעטפת חיצונית זו, הקרויה אקטין (Ectine), היא מעין "תעודת זיהוי" של גרגיר האבקה; המבנה שלה שונה מגרגיר לגרגיר, וגרגירים של צמחים שונים נבדלים אלו מאלו לעיתים בעשרות תכונות מורפולגיות. זיהוי של גרגיר האבקה נעשה באמצעות מיקרוסקופ אור, תוך שלמוש בהגדלות של $400 \times$ ו- $1000 \times$, ותוך הסתייעות באוסף השוואה של גרגירי אבקה רצנטיים ובמגדירים.

שכבות כבול ושכבות חרסית אגמיות מהוות מדיום עיקרי למחקרים פלינולוגיים, שכן באלו קלימים תנאי השימור הטובים ביותר לגרגירים. במידה מוגבלת יותר מבוצעות בדיקות פלינולוגיות גם בשכבות יבשתיות, בעיקר שכבות ארכיאולוגיות; אולם בגלל תנאי השימור הגרועים הקלימים בדרך כלל בסוג זה של שכבות שימור הגרגירים בהן הוא סלקטיבי ועל כן המידע הפלינולוגי המתקבל מהן אינו תמיד מהימן באותה המידה כמו זה המתקבל משכבות אגמיות וביצתיות.

כיצד מתבצע המחקר הפלינוולוגי?

הדגימות שעליהן מבוצעות הבדיקות הפלינוולוגיות נלקחות מגלעין (Sediment core), המוצא מקרקעית האגם ושהינו למעשה גליל של בוץ מליצג חתך של שכבות האגם. הגלעין חייב להיות בלתי מופרע מבחינת גיאולוגית ועל כן משתמשים לשם השגתו במכשיר דגימה מיוחד. קיזמים טיפוסים שונים של דוגמים המיועדים לעומקים שונים ולסוגים שונים של שכבות. ככל שהגלעין ארוך יותר, פרק הזמן המיוצג על ידיו אף הוא ארוך יותר. הדגימות נלקחות לאורך הגלעין במרווחים קצובים, בד"כ בסדר גודל של 20 סנטימטרים. בתהליך מיוחד המתבצע במעבדה, מופרדים גרגירי האבקה מתוך הסדימנט ומועברים לשם שימור ואיחסון לשמן סיליקון. חומר זה משמש הן כחומר משמר והן כחומר נושא אשר באמצעותו מועברים גרגירי האבקה לזכוכית נושאת לשם בדיקה מיקרוסקופית. בדיקה זו כוללת זיהוי של הגרגירים השונים וספירתם.

תוצאות הבדיקות הפלינוולוגיות מוצגות בדרך כלל בצורה גרפית, כסידרה של עקומות אשר כל אחת מהן מתארת את השינויים בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה השונים לאורך הגלעין. כל דגימה מליצגת נקודת זמן בפרק הזמן המיוצג ע"י הגלעין כולו. הכרונולוגיה האבסולוטית נקבעת על סמך בדיקות גיל רדיומטריות הנערכות על מספר דגימות לאורך הגלעין. המכלול הפלינוולוגי המליצג דגימה אחת נקרא ספקטרום. השכיחות היחסית של כל טיפוס גרגירי מבוטאת באחוזים מכלל האוכלוסיה המהווה את הספקטרום.

דיאגרמה פולן סטנדרטית מתחלקת בדרך כלל לארבעה חלקים. החלק השמאלי ביותר מראה את השינויים בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה של מיני העצים (Arboreal pollen). לאחריו בא הקטע המתאר את השינויים ביחס שבין כלל גרגירי האבקה של העצים לבין כלל גרגירי האבקה של הצמחיה הלא עצילת, דהיינו, השיחים והעשבים (Non-arboreal pollen). בקטע זה של הדיאגרמה משורטטים עפ"י רוב גם העקומות של התורמים העיקריים לספקטרה הפלינוולוגיים של הגלעין הנחקר. בדיאגרמה המצורפת למאמר זה (איור מס' 1) אלו הם הזית, המהווה את המרכיב הבולט ביותר בצמחיה העצילת, והדגניים, המהווים את המרכיב השולט בצמחיה העשבונית. החלק השלישי של הדיאגרמה, שהוא עפ"י רוב גם הארוך ביותר, מורכב מסידרה של עקומות המתארות את השינויים בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה של השיחים והעשבים למיניהם; באיור מס' 1 המצורף למאמר זה, והמהווה רק תמצית של דיאגרמה מפורטת הרבה יותר (Barouch 1983), הובאו עקומות של שני טיפוסים גרגיריים בלבד מתוך אוכלוסיה של למעלה ממאה. החלק הרביעי של הדיאגרמה מתאר את השינויים בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה והנבגים של צמחי המים (חלק זה לא מופיע בדיאגרמה המצורפת).

שיחזור הרכב הצומח על סמך העדות הפלינוולוגית חייב לקחת בחשבון שני גורמים:
א. היחס בין גרגירי האבקה לבין הצמחים המליצרים אותם אינו

חד-ערכי. במילים אחרות, שכיחותו היחסית של גרגיר מסוים בספקטרום הפלינולוגי אינה בהכרח מליצגת את תפוצתו האמיתית של צמח האם. הסיבה לכך נעוצה בעובדה שצמחים שונים מליצרים כמויות שונות של אבקה ואף מפזרים אותה באופן שונה. עפ"י רוב צמחים המואבקים ע"י הרוח מיוצגים בספקטרום הפלינולוגי בשכיחות הרבה יותר גבוהה מאשר צמחים המואבקים ע"י חרקים, אולם גם בתוך כל אחת משתי הקבוצות יש הבדלים. כדי ללמוד מהו היחס האמיתי בין שכיחות גרגירי האבקה לבין תפוצת הצמחים המליצרים אותם, יש לערוך בדיקות פלינולוגיות של דגימות קרקע מאזורי צומח שונים ולהשוות התוצאות עם ההרכב האמיתי של הצומח באזורים אלו. במזרח התיכון נערכו מספר מחקרים כאלו (Bottema & Barakoudah 1979; Van Zeist et al, 1977), (Wright et al, 1967), אולם הם הניבו תוצאות חלקיות בלבד, בעיקר משום שהמידע הכמותי על הרכב הצומח בתחנות הדגימה לא היה מלא.

ב. השונות המורפולוגית של גרגירי האבקה אינה נמצאת על אותה רמה כמו זו של הצמחים אותם הם מליצגים. ישנן משפחות בהן כל הטקסונים מיוצגים ע"י טיפוס אחד של גרגיר אבקה, (למשל, הדגניים); כלומר, במשפחות אלו לא ניתן להבדיל בין הסוגים או המינים השונים. במשפחות אחרות ניתן להבדיל בין סוגים שונים אך לא בין מינים שונים (לדוגמא, המורכבים), ואילו באחרות ניתן להבחין בין מינים שונים או בין קבוצות קרובות של מינים.

לא ניתן, אם כן, על סמך העדות הפלינולוגית להגדיר את הרכב הצומח במונחים מדויקים של חברות צמחים כפי שניתן לעשות ע"ס תצפיות שדה. עם זאת יש להדגיש כי העדות הפלינולוגית בהחלט מהווה ביטוי מציאותי להרכב הצומח ומאפשרת ללמוד על השינויים שחלו בו לאורך זמן.

ב. המחקר הפלינולוגי של הכנרת

I. מבוא

הבדיקות הפלינולוגיות אשר תוצאותיהן תוצגנה להלן בוצעו כחלק מפרויקט מחקר בין-תחומי הנערך זה מספר שנים על הסדימנטים של הכנרת ואשר כולל בין השאר גם בדיקות איזוטופים של חמצן ופחמן, בדיקות פליאומגנטיות, ולימוד אוכלוסיות האצות (Stiller et al, 1984).

הדיאגרמה המוצגת כאן מהווה תמצית התוצאות של בדיקות פלינולוגיות אשר נערכו על גלעין באורך 5 מ' אשר הוצא מדרום הכנרת. נבדקו 21 דגימות אשר נלקחו במרווחים של 25-20 ס"מ. זהו 135 טיפוסים שונים של גרגירי אבקה ונבגים, כאשר גודל המדגם נע בין 500 ל-1500 גרגירים לדגימה. הכרונולוגיה נקבעה על סמך

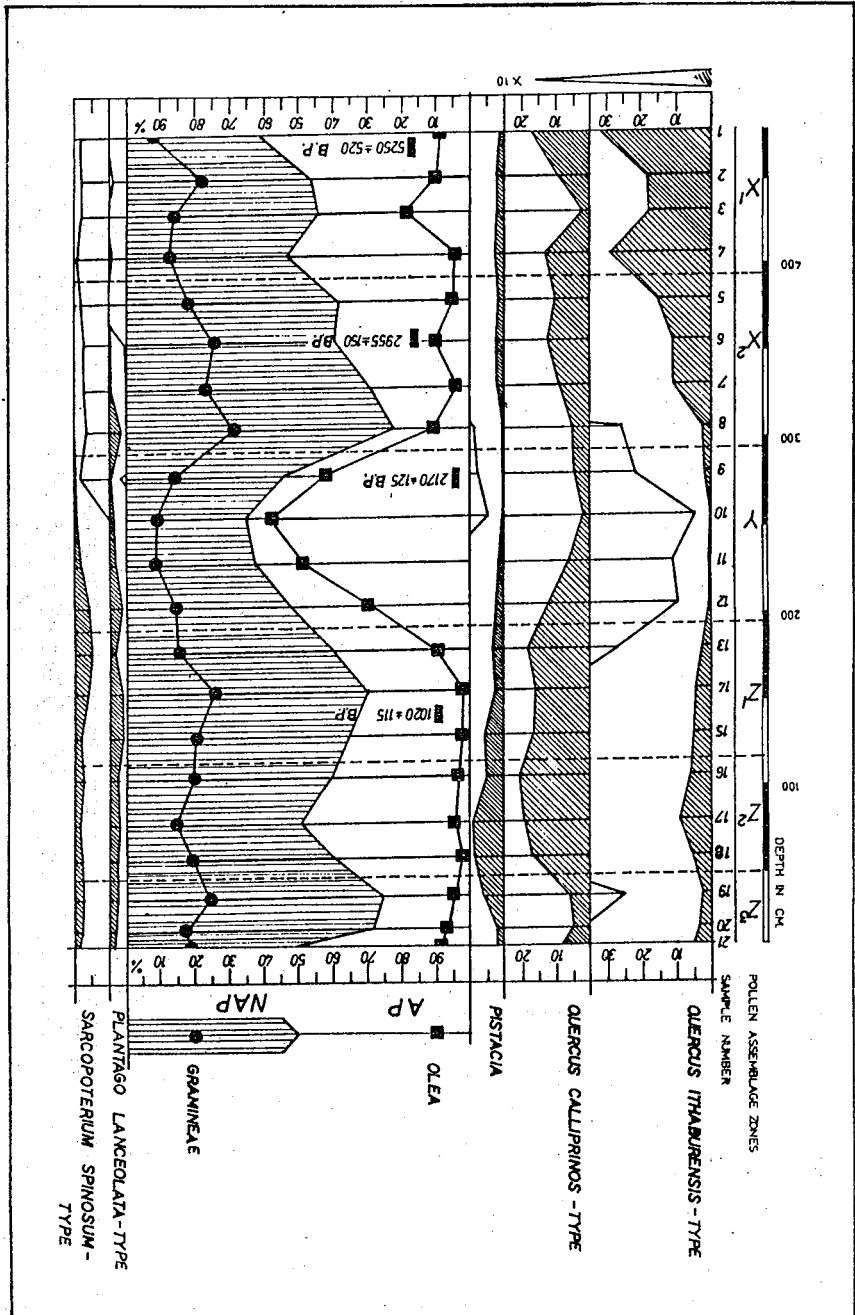


Fig 1. Palynological diagram from lake Kinneret.

Explanation:

The curves describing the changes in the relative frequency of the arboreal plant taxa should be read from right to left, whereas the curves describing the changes in the non-arboreal plants should be read from left to right. Curves which include values lower than 1% are accompanied by a magnification (x 10) curve.

ארבעה תאריכי פחמן 14 אשר על פיהם התברר כי הדיאגרמה מליצגת פרק זמן של 5500 שנה בקירוב.

על מנת להקל על הדיון מקובל לחלק דיאגרמה פלינולוגית לתת-שלבים הנקראים אזורי פולן (Pollen assemblage zones). החלוקה מתבססת בעיקרו של דבר על השינויים ביחס שבין השכיחות היחסית של כלל העצים לזו של כלל הצמחיה הלא עצית. הגבול בין כל שני אזורים (או תת-אזורים), עובר בדרך כלל במחצית הדרך שבין שיא לשפל על עקומת השינויים הכללית. הדיאגרמה הנוכחית (איור 1) מחולקת לשלושה אזורים, כאשר שניים מהם, העליון והתחתון, מחולקים חלוקת משנה לתת-אזורים.

להלן יוצגו המאפיינים העיקריים של כל אזור ואזור; התאריכים המיוחסים לאזורים ולתת-האזורים השונים נקבעו על סמך אינטרפולציה אשר נעשתה בין הדגימות המוארכות.

II. אזורי הפולן

1. אזור X

אזור זה מחולק לשני תת-אזורים:

א. תת-אזור X1 (1700 B.C. - 3400 B.C.)

תת-אזור זה מאופיין ע"י שכיחות יחסית גבוהה של גרגירי אבקה של עצים (60%-50). הטיפוסים השולטים הם של אלון התבור ושל אלון מצוי. בספקטרום 3 חלה ירידה-מה באלונים ולעומתם חלה עלייה בשכיחות היחסית של גרגירי אבקה של זית.

ב. תת-אזור X2 (350 B.C. - 1700 B.C.)

תת-אזור זה מתאפיין ע"י ירידה הדרגתית בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה של עצים, ירידה הנגרמת בעיקר עקב הירידה באלונים. בתחילת התקופה מהווים אלון התבור והאלון המצוי כ-15% ו-11% (בהתאמה), מכלל הספקטרום הפלינולוגי, ואילו בסופה הם מהווים יחדיו פחות מ-10%. הזית, לעומת זאת, שומר על יציבות. בסופה של התקופה חלה עלייה ניכרת בנוכחות של גרגירי אבקה מהטיפוס של לחך איזמלני.

2. אזור Y (550 A.D. - 350 B.C.)

המאפיין את אזור Y הוא בעיקר העלייה הדרגתית בשכיחות היחסית של גרגירי אבקה של זית. מין זה, אשר בתקופות הקודמות שכיחותו לא עלתה על 10%, מגיע כאן לשיא של קרוב ל-60% (ספקטרום מס' 10), כאשר הוא מהווה כ-95% מכלל העצים. במקביל נמשכת הירידה באלונים עד אשר הם מהווים יחדיו פחות מ-3% מכלל הגרגירים (ספקטרום 10). בנוסף לכך מאופיין אזור Y בהופעת החרוב ואגוז המלך, ובעלייה משמעותית בנוכחות של גפן (לא מופיעים בדיאגרמה).

בחצי העליון של אזור Y מתחיל הזית לרדת ובמקביל חלה עלייה ניכרת בנוכחות של סירה קוצנית.

3. אזור Z

אזור זה מתחלק לשלושה תתי-אזורים:

א. תת-אזור Z1 (1150 A.D. - 550 A.D.)

הירידה בזית נמשכת עד אשר הוא חוזר לערכים אשר איפיינו אותו לפני אזור Y. במקביל חלה עלייה באלונים ובשכיחות היחסית של גרגירי אבקה של אלה.

ב. תת-אזור Z2 (1150 A.D. - 1750 A.D.)

המגמות אשר החלו בתת-האזור הקודם מגיעות כאן לשיאן. השכיחות היחסית של גרגירי האבקה של כלל העצים מגיעה כאן עד 50% בקירוב (ספקטרום 17), כאשר התורם העיקרי הוא האלון המצוי המגיע עד ל-21% (ספקטרום 16). אלון התבור לעומתו מגיע עד 10% בלבד (ספקטרום 17), ואילו באלה נמשכת העלייה והיא מגיעה לשיא של 10% בקירוב (ספקטרום 17).

ג. תת-אזור Z3 (1750 A.D. - 1979 A.D.)

ספקטרה 19 ו-20 מאופיינים ע"י ירידה מחודשת בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה של כלל העצים; ירידה זו חלה הן באלונים והן באלה. בספקטרום מס' 21 מתהפכת המגמה ונוכחות העצים שבה ומתגברת. הסיבה העיקרית: עלייה בשכיחות גרגירי האבקה של ברוש ואורן (אשר אינם מופיעים בדיאגרמה הנוכחית). כמו כן חלה עלייה קלה באלונים, בעיקר באלון המצוי.

לאורך כל אזור Z שומרים הלחך והסירה הקוצנית על יציבות.

III. דיון

א. מבוא

שיחזור תולדות הצומח באזור הכנרת ב-5500 השנה האחרונות בקירוב, אשר יוצע להלן, מבוסס על ההנחה שהספקטרום העליון בדיאגרמה (מס' 21), משקף את הצומח באזור הכנרת כיום. עפ"י הנחה זו ספקטרה אשר הרכבם שונה באופן משמעותי מספקטרום זה משקפים הרכב שונה של צומח.

השיחזור המוצע הוא במידת מה היפותטי, עקב העובדה שהעצים השולטים אינם ניתנים לזיהוי ברמה של המין. באשר לאלונים ניתן להבדיל רק בין קבוצת הנשירים לקבוצת ירוקי העד. האחרונים כוללים באזורנו רק מין אחד, אולם על הראשונים נמנים מספר מינים הנבדלים ביניהם בדרישותיהם האקולוגיות. באזור הכנרת אמור הדבר בעיקר במינים: אלון תבור ואלון תולע, הראשון מין חובב חום הנפוץ בחגורת הרום שבין 0 ל-500 מ' מעל פני הים, ואילו השני מין "קר" יותר הצומח בעיקר מעל 700 מ' מעל פני הים (Zohary 1973). כאמור, לא ניתן בבדיקות פלינולוגיות להבדיל בין שני המינים הללו; אולם יהיה זה סביר להניח כי באזור הכנרת (הנמצאת כידוע 210 מ' מתחת לפני הים), אלון התבור היה המין הנפוץ יותר, ולפיכך מכונה כאן טיפוס גרגירי האבקה המליצג את האלונים הנשירים על שם מין זה.

עץ נוסף שלא ניתן להבחין בין מיניו הוא האלה, אולם על סמך בדיקות פלינולוגיות של דגימות קרקע אשר נערכו במקומות שונים במזרח התיכון (ראה לעיל), התברר כי משלושת מיני האלה הנפוצים בארץ רק לאלה הארץ-ישראלית ייצוג פלינולוגי ביחס סביר לנוכחותה בצומח, ואילו ייצוגם של המינים האחרים בספקטרה הפלינולוגיים של דגימות הקרקע נמוך בהרבה בהשוואה לנוכחותם האמיתית בצומח. לפיכך ניתן להניח כי התורמת העיקרית של גרגרי אבקה של אלה לספקטרה של הכנרת היא האלה הארץ-ישראלית.

ב. תולדות הצומח

השוואת שכיחותם היחסית של האלונים בספקטרום 21 לזו שבספקטרום 1 מעידה כי במחצית השנייה של האלף הרביעי לפנה"ס כיסו יערות וחורשי האלונים באזור הכנרת שטח נרחב יותר, במידה ניכרת, מזה המכוסה על ידם כיום. במיוחד אמור הדבר לגבי מדרגת היער הנמוכה, בה שולט אלון התבור; נראה כי רמות הבזלת סביב האגם, אשר היום הן חשופות ברובן, היו בתקופה האמורה בעלות כיסוי נרחב של יער-פארק של אלון תבור, יער אשר ניתן להניח כי לא היה שונה בהרבה בהרכבו מיער יהודיה אשר בדרום מערב הגולן. יש להניח כי בין מלוי החשובים של יער זה היתה גם האלה האטלנטית, אולם כיוון שמין זה אינו מיוצג כמות מבחינה פלינולוגית לא ניתן לקבוע מה היה חלקו בהרכב הצומח.

המדרגה הגבוהה יותר של היער נשלטה ככל הנראה, בדומה להיום, ע"י אלון מצוי. השכיחות היחסית הנמוכה יותר של מין זה בהשוואה לאלון התבור, בספקטרום 1, בוודאי נובעת מהעובדה שריכוזי האלון המצוי היו מרוחקים יותר מהאגם מאלו של אלון התבור. לפיכך אפשר להניח כי גם חורשי האלון המצוי השתרעו בסוף האלף הרביעי לפנה"ס על שטח גדול יותר מזה המכוסה על ידם כיום. לעומת זאת השכיחות היחסית הנמוכה של גרגרי אבקה של אלה, ככל הנראה מצביעה על כך כי האלה הארץ-ישראלית עדיין לא שלמשה בתקופה זו מרכיב חשוב בחורשי האלון המצוי, וכפי שיוסבר להלן, הסלבה לכך נעוצה, ככל הנראה, בעובדה שהשפעת האדם על הצומח בשלב זה עדיין לא היתה ניכרת.

לאחוז הגבוה של גרגרי אבקה של אלונים נשירים בספקטרום 1 תרמה בוודאי, בין השאר גם העובדה כי במדרגה העליונה של היער, מקום בו מרובים מיני האלונים הנשירים ה"קרים", כגון אלון תולע, היה היער בעל כיסוי נרחב יותר מזה של היום. כאמור, לא ניתן להבדיל בין גרגרי האבקה של האלונים הנשירים למיניהם, ולפיכך אי אפשר לקבוע באופן כמותי מה היתה תרומתו של כל מין לספקטרום הפלינולוגי.

הצומח העשבוני בספקטרום 1, ולמעשה לאורך כל הדיאגרמה, נשלט ע"י דגניים, אך הוא כולל עשרות רבות של מינים ממשפחות נוספות כגון

הלחכיים, המצליבים, הארכוביתיים, הנוריתיים, השלמוניים, הפרפרניים, השפתניים ועוד (Barouch, 1983).

בהסתמך על שיחזורים שונים שהוצעו לגבי צומח הקלימקס של האזור שמסביב לכנרת (אלוני, 1969; דנין, 1968; זהרי, 1980), ניתן לומר כי הרכב הצומח במחצית השנייה של האלף הרביעי לפנה"ס, כפי שהוא בא לידי ביטוי בספקטרום 1, לא היה שונה באופן כללי מזה שהיה צפוי להיות באזור כיום לולא היתה בו יד האדם. מסקנה זו מוליכה למסקנה נוספת והיא, כי ככל הנראה היה אקלים האזור בתקופה האמורה דומה לזה השורר בו כיום.

מקורה של עליית הזית בספקטרום 3 היא ככל הנראה בגידול מכוון של זיתים ע"י תושבי האזור. תאריכו המשוער של ספקטרום 3 הוא 2450 לפנה"ס בקירוב; העלייה בזית חלה לפיכך בין 3000 לפנה"ס בקירוב והתאריך הנ"ל. בתקופה זו, המכונה תקופת הברונזה הקדומה, חל שגשוג תרבותי בארץ אשר בא לידי ביטוי בהופעת מספר רב של ישובים גדולים ומבוצרים. על ישובים אלו נמנתה גם בית ירח השוכנת כשלושה ק"מ דרומית לאזור אשר ממנו נלקח הגלעין, ואפשרי כי תושביה עסקו בין השאר גם בגידול זיתים. במאות 23-24 לפנה"ס חרבו מרבית הישובים הללו, ובית ירח בכללם, ובעקבות כך באה תקופה של נסיגה תרבותית חריפה אשר נמשכה עד 1800 לפנה"ס בקירוב (גופנא 1982); ייתכן כי הירידה של הזית בחלק העליון של תת-אזור X1 קשורה לאירועים אלו.

הירידה ההדרגתית בשכיחות היחסית של גרגירי אבקה של עצים לאורך תת-אזור X2 אשר מקורה כאמור, בירידת האלונים, משקפת הצטמצמות ניכרת בשטח היערות והחורשים באזור הכנרת בפרק הזמן שבין השליש השני של האלף שני לפנה"ס והשליש האחרון של האלף הראשון לפנה"ס. לדעת כותב טורים אלו, הצטמצמות זו היא עדות לבירוא נרחב של יערות ע"י האדם אשר נועדה, ככל הנראה, לצורך הכשרת שטחים להתיישבות ולחקלאות. פירוש זה מתבסס בחלקו על העדות הפלינולוגית ובחלקו על עדויות ארכיאולוגיות והיסטוריות. החצי העליון של תת-אזור X2 (ספקטרום 7 ואילך), מאופיין ע"י עלייה ניכרת באחוז גרגירי האבקה מהטיפוס של לחך איזמלני. טיפוס זה כולל גם את הלחך המצוי שהוא צמח המאפיין צידי דרכים ומעזבות (Feinbrun-Dothan, 1978). ניתן, אם כן, להניח כי העלייה בשכיחות היחסית של טיפוס גרגירי אבקה זה של הלחך משקפת התגברות פעילות האדם באזור הכנרת בפרק הזמן הנדון. בהקשר זה יש לציין כי גם בשכיחות היחסית של מרקולית מצויה - אף הוא צמח של צידי דרכים ומעזבות (Zohary, 1972) - חלה עלייה מסוימת בסוף תת-אזור X2, דהיינו, במקביל לעליית הלחך (Barouch 1983).

העדות הארכיאולוגית מצביעה על עלייה ניכרת בצפיפות היישוב באזורים ההרריים של הארץ, בעיקר החל מהמאה ה-12 לפנה"ס ואילך (אהרוני 1957; כוכבי 1972). עלייה זו מיוחסת להתנחלות בני-ישראל, אירוע אשר יש הקובעים את ראשיתו כבר למאה ה-14

לפנה"ס (אהרוני, 1962); מכל מקום, כפי שמלמדים הסקרים הארכיאולוגיים, התופעה לא פסחה גם על אזור הכנרת (גל, 1982; צורי, 1977), וללא ספק היתה מלווה בבירוא נרחב של יערות, עובדת המאוירת היטב ע"י דברי יהושע לבני יוסף: "כל הר יהיה לך כי יער הוא ובראתו והיה לך תוצאותיו..." (יהושע י"ז, י"ח).

העלייה הדרמטית בשכיחות היחסית של גרגירי האבקה של הזית באזור Y משקפת ללא ספק התרחבות רבת-היקף בשטחם של מטעי הזיתים באזור בתקופה ההלניסטית והביזנטית. בתקופה זו היווה הזית אחד מגידולי החקלאות הראשיים בארץ, והוא נועד בעיקר לצורך הפקת שמן ליצוא (אבי-יונה 1964: 137-151). עדויות על חשיבות הזית מצויות למכביר במקורות היסטוריים בני התקופה, כגון כתבי יוסף בן מתתיהו והתלמוד. בהקשר לעדות הפלינולוגית של הכנרת, ראויה לציון העובדה כי במקורות אלו נזכר הגליל כאחד מאזורי הארץ המבורכים ביותר בזיתים: "...והנה ארץ הגליל היא ארץ זבת שמן..." (יוסף בן מתתיהו: תולדות מלחמת היהודים עם הרומאים, ב' כ"א: ב'*) .

בספקטרום 10 מגיע הזית לשאיא והוא מהווה כאמור כ-95% מכלל העצים. ספקטרום זה מתוארך על סמך אינטרפולציה לתחילת הספירה הנוצרית בקירוב. ייתכן והשכיחות היחסית הגבוהה של הזית בתקופה זו נבעה מציאותם של מטעי זיתים סמוך לחוף האגם עצמו; מציאותם של מטעי זיתים בקרבת האגם (בבקעת גינוסר) מוזכרת ע"י יוסף בן מתתיהו (שם ג' ל' י"ח).

כפי שכבר צויין, מאופיין אזור Y גם בעלייה בנוכחות גפן, ובהופעת אגוז המלך והחרוב (Barouch 1983). יש להניח כי גם תופעות אלו נבעו מגידול תרבותי של מינים אלו. שני המינים הראשונים נזכרים אצל יוסף בן מתתיהו לצד הזית כגידולים המאפיינים את בקעת גינוסר, ואילו על חשיבותו של החרוב בתקופה זו ניתן ללמוד מהאיזכורים הרבים של עץ זה בכתבי חז"ל.

ירידת הזית בחצי העליון של אזור Y, ירידה הנמשכת גם לתוך אזור Z, מצביעה על הצטמצמות ניכרת בשטח מטעי הזיתים; ייתכן ויש לייחס ירידה זו למאורעות הפוליטיים אשר פקדו את הארץ לאחר מרד בר-כוכבא (135 לספירה), ואשר במיוחד החל מהמאה השלישית לספירה ואילך הביאו לנזקים כבדים לחקלאות. איכרים רבים נאלצו לנטוש את אדמתם (אבי-יונה 1962), וככל הנראה כתוצאה מכך הפכו שטחים חקלאיים נרחבים לשדות בור. מצב זה משתקף היטב בדיאגרמה בעלייה החדה של הסירה הקוצנית אשר חלה במקביל לירידה בזית החל מהחצי העליון של אזור Y ואילך. אין ספק כי עלייה זו משקפת את פלישתו של צמח בתה אגרסיבי זה לשטחים מעובדים שניטשו.

* תרגום ע"י נ. שמחוני; הוצאת מסדה 1968.

כיוון העקומות של שני מיני האלונים ושל האלה, החל מהחלק העליון של אזור Y ואילך, מורה על התחדשות הדרגתית של היער הטבעי. כפי שמלמדות העקומות היה יער זה שונה בהרכבו מהיער אשר איפיון את האזור בסוף האלף הרביעי לפנה"ס. ביער המתחדש, אשר הגיע לשיא התפשטותו סביב 1500 A.D. בקירוב, עולה חלקו של האלון המצוי על חלקו של אלון התבור במידה ניכרת, ואף האלה, ככל הנראה אלה ארץ-ישראלית, תופסת עתה מקום נכבד ביותר. נראה כי הרכב זה של היער משקף השפעה של האדם על הצומח. אפשר להניח כי השפעה זו באה לידי ביטוי בעיקר בצורה של כריתה מוגבלת ורעייה, מצב המקנה לאלון המצוי יתרון על-פני אלון התבור (שמידע 1980). את ריבוי גרגירי האבקה של האלה יש לייחס, כאמור, להתפשטותה של האלה הארץ-ישראלית; יכולת ההישרדות שלה דומה לזו של האלון המצוי ובדומה לו היקנה לה הדבר בוודאי יתרון תחת לחץ האדם.

הירידה בשכיחות היחסית של עצי החורש בתחילת תת-אזור Z3 משקפת ככל הנראה את התחדשות כריתת היערות באזור במאות ה-18 וה-19. כריתה זו נבעה בעיקר מהצורך ההולך וגובר בפחם להסקה (פליקס, 1968), והיא הגיעה לשיאה בימי מלחמת העולם ה-I כאשר שארית פליטת היערות בארץ נכרתה ע"י התורכים לצורך אספקת פחם לרכבות הצבא (איג, 1935). כפי שכבר צויין, העלייה המחודשת של עצים בספקטרום 21 נובעת בחלקה מהתחדשות עליית האלונים, ובעיקרה מהעלייה של האורן והברוש, שני עצים אשר עד כה, לאורך כל הדיאגרמה, היו נוכחים באחוזים נמוכים ביותר (Barouch 1983). ספקטרום 21 משקף את עשרות השנים האחרונות אשר בהן שב היער והתפשט במידת-מה, והודות למאמצים הנעשים להגנת הצומח הטבעי בפני כריתה ורעייה, והודות לנטיעות אשר בהן רב חלקם של האורנים והברושים.

ניתן לסכם ולומר כי השינויים אשר חלו בהרכב הצומח באזור הכנרת ב-5500 השנה האחרונות נבעו ככל הנראה בעיקר כתוצאה מהתערבות האדם בצומח. היער הטבעי אשר שלט באזור עד תחילת האלף השני לפנה"ס ואשר היה מורכב בעיקר ממינים שונים של אלונים, נכרת ברובו במרוצת האלף השני והראשון לפנה"ס, ואת מקומו תפסו מטעי זיתים שהגיעו לשיא שטחם בערך בתחילת התקופה הרומאית, ואשר המשיכו להתקיים בהיקף זה או אחר עד התקופה הביזנטית. הצטמצמות שטחי המטעים, אשר יש לייחס אותה, ככל הנראה, לירידה הכללית בפעילות החקלאית בארץ במרוצת האלף הראשון לספירה, הביאה להתפשטות מחודשת של היער הטבעי. יער זה היה שונה מהיער הבראשיתי ששלט באזור שלושת אלפים שנה קודם לכן, והרכבו שיקף את תוצאות לחץ האדם על הצומח. במדרגה הנמוכה של היער לא הצליח אלון התבור לשוב ולכבוש את מרבית השטחים בהם שלט קודם לכן, ואילו במדרגה הגבוהה התבססה חברה חדשה: חברת האלון המצוי והאלה הארץ-ישראלית. בכך הפך פרצוף הצומח באזור דומה יותר לזה המוכר לנו כיום.

במאות השנים האחרונות, עם התחדשות פעולות הכריתה, שוב נסוג היער, ורק בעשרות השנים האחרונות שב והתפשט במידת-מה כתוצאה מפעולות הננקטות לטיפוחו.

ספרות

- אבי-יונה, מ. 1962: מסות ומחקרים בדילעת הארץ. הוצאת מ. ניומן בע"מ ירושלים: 151-137.
- אהרוני, י. 1957: התנחלות שבטי ישראל בגליל העליון. הוצאת מגנס, ירושלים.
- אהרוני, י. 1962: ארץ ישראל בתקופת המקרא. מוסד ביאליק, ירושלים.
- איג, א. 1935: מחקר היסטורי-פיטוסוציולוגי יערות האלון בא"י בעבר ובהווה. הטבע והארץ ג': 115 ואילך.
- אלוני, ר. 1969: צומח הגליל התחתון. עבודת M. SC. האוניברסיטה העברית, ירושלים.
- גופנא, ר. 1982: הופעתה וקיצה של חברה עירונית ראשונה בארץ ישראל. מתוך: אפעל, י. (עורך): ההיסטוריה של ארץ ישראל, הוצאת כתר ויד יצחק בן-צבי ירושלים: 127-97.
- גל, צ. 1982: הגליל התחתון בתקופת הברזל. עבודת דוקטור, אוניברסיטת תל-אביב, תל-אביב.
- דנין, א. 1968: הצומח בגולן. טבע וארץ ל': 167-162.
- זהרי, מ. 1980: נופי הצומח של הארץ. עם עובד, תל-אביב.
- כוכבל, מ. 1972: יהודה, שומרון וגולן; סקר ארכיאולוגי בשנת תשכ"ח. האגודה לסקר ארכיאולוגי של ישראל, הוצאת כרטא, ירושלים.
- פליקס, . 1968: הרס החורש והיער. טבע וארץ, ל': 178-168.
- צורי, נ. 1977: נחלת יששכר; סקר ארכיאולוגי של הגלבוע ומורדותיו, עמק יזרעאל והגליל התחתון והמזרחי.
- שמידע, א. 1980: על בעיית החורש והיער של האלון המצוי בארץ ישראל. טבע וארץ, כ"ב/2: 57-52.

Barouch, U. 1983: The palynology of a late holocene core from Kinneret. M.A. thesis, The Hebrew University Jerusalem.

Feinbrun-Dothan, N. 1978: Flora Palaestina vol. 3, Israel Academy of Science and Humanities.

Bottema, S. & Y. Barakoudah 1979: Modern pollen precipitation in Syria and Lebanon and its relation to vegetation. *Polen et Spores XXI* (4): 427-480.

Stiller, M., A. Ehrlich, U. Pollinger, U. Barouch & Kaufman 1984: The lake holocene sediments of lake Kinneret (Israel) - multidisciplinary study of a five meter core. in: A. Ehrlich (ed): *Geological Survey of Israel, Current Research 1983-84* 83-88

van-Zeist, W., H. Woldring & D. Stappert: Late quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey. *Palaeohistoria XVII*: 53-143

Wright, H. E., J. H. McAndrews & W. van-Zeist 1967: Modern pollen rain in western Iran, and its relation to plant geography and quaternary vegetational history. *Journal of Ecology* 55: 415-443.

Zohary, M. 1972: *Flora Palaestina* vol. 2. The Israel Academy of Science and Humanities, Jerusalem.

Zohary, M. 1973: *Geobotanical foundations of the Middle East*. 2 vols. Gustav Fisher, Stuttgart-Amsterdam.