



צל עץ תמר – סקר מצב אוכלוסיות התמרים בנגב ובערבה (מאילת ועד חוף אשקלון)

רועי גלילי^{1*} | אריאל מרוז² | יובל כהן³ | גיא בר עוז¹

- 1 בית הספר לארכאולוגיה ותרבויות ימיות, אוניברסיטת חיפה
- 2 מו"פ מדבר וים המלח, מצפה רמון
- 3 המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני
- * roy.galili@gmail.com

תקציר

והצומח החוסות בצילן. במחקר זה ביצענו הערכת מצב עדכנית של הרכב אוכלוסיית התמרים בנגב ובערבה וסקרנו מאות דקליות, עצים בודדים ומקבצים גדולים, מאילת ועד קו חוף אשקלון במערב ודרום ים המלח במזרח. הנתונים שנבחנו: כמות העצים, גודלם, יחס הגזע והצמרת, יחסי הזוויגים והתפלגות הגילים בדקלייה. אוכלוסיות בריאות מתאפיינות בפרטים בריאים ובשונות גילית. יחס הזוויגים באוכלוסייה מעיד על מידת ההשפעה האנושית ועל אופייה. בסיס הנתונים שנאסף מאפשר להעריך את מצבן הבריאותי של אוכלוסיות התמרים, את אופן התפתחותן ואת הסיכונים לקיומן. הממצאים משקפים סיכונים ממשיים ומידיים לאוכלוסיות תמרי הבר לנוכח תהליכים מדאיגים של זיהומי קרקע ומים באזורים נרחבים, בעיקר בזיקה גאוגרפית לאזורי כרייה ותעשייה ולאזורים חקלאיים.

התמר המצוי הוא צומח הידרופילי שהתפתח בטבע בסביבות לחות של אזורים מדבריים. עצי התמר הם מין מפתח באקולוגיה של המדבר, והדקלייה – מקבץ התמרים שהתפתח במבנה משפחתי סביב הורה קדום – יוצרת תנאי מיקרו-סביבה ומספקת שירותי מערכת אקולוגית חיוניים, כמו צל ומחסה למיני החי והצומח. העמידות הגבוהה של התמר למליחות בקרקע ובמים, המבנה המשפחתי המיוחד של הדקלייה ואופן התפתחותה בתהליכים של רבייה מינית ורבייה וגטטיבית מקנים לאוכלוסיות התמרים יכולת שרידות גבוהה, אך למרות עמידותם לתנאי סביבה משתנים עצי התמר רגישים לשינויים במפלס מי התהום ובאיכותם של המים בסביבת בית השורשים. אוכלוסיות עצי התמר המצוי הגדלות בנאות המדבר בנגב ובערבה מרוכזות במספר בתי גידול ומתאפיינות בשונות רבה: אוכלוסיות יציבות של תמרים מוסיפות להתקיים במרכז הנגב, אולם מצבם של רבים מעצי התמר הגדלים בבר, בעיקר בערבה, הוא בכי רע בשל ירידת מפלס מי התהום, המלחות וזיהומים תעשייתיים שהביאו לסף ההכחדה חלק ניכר מהן ואף את אוכלוסיית התמרים הגדולה בארץ שהתקיימה בעין צין ובעין עקרב. האיזומים האלה וכן השפעות שינוי האקלים משותפים לאזורים נרחבים בכל דרום הלבנט, ומאיימים על קיומם של המעיינות ועל שרידיהן של אוכלוסיות התמרים וחברות החי

מילות מפתח

נסיגת מי תהום, עצי מורשת, צמחים בסכנת הכחדה, שימור מורשת האדם, שינוי האקלים, תמרי פרא (feral)

מבוא

מטיפוס זכר (כך גם במטע המודרני, שבו רק כ-2% עצי זכר מושארים להפקת אבקה לשם האבקת עצי הנקבה).

לתמרים יש שתי צורות רבייה – רבייה וגטיבית מחוטרים ורבייה מינית מזרעים. חוטרים הם נצרים המתפתחים בדרך כלל מבסיסו של הגזע, והם זהים גנטית לעץ ההורה. לכן חוטרים של עצי זכר יתפתחו לעצי זכר, וחוטרים של עצי נקבה יתפתחו לעצים נושאי פרי הדומים לפרי האם. הפרדת החוטרים ונטיעתם היא הדרך המסורתית לברירה ולריבוי וגטיבי של זנים איכותיים (Krueger, 2021). בעצים מטופלים אופן הפעולה המסורתי הוא הסרת החוטרים והשאת הגזעים חשופים, ואילו בעצים שאינם מטופלים החוטרים נותרים צמודים לגזע העץ ויוצרים נוף של מספר עצים צמודים המחוברים בבסיסם במבנה המכונה דקליה. לעיתים הדקליות צפופות ויוצרות רצף סבך. התמרים הם חברת השיא של חברת הצומח בנאות המדבר במדבריות דרום הלבנט (ויזל ואגמי, 1979), שכן עצי התמר הופכים בתנאים יציבים את נוף הדקליה לסבך צפוף המונע התפתחות של צמחים אחרים.

יחס הזוויגים בדקליה מאפשר להעריך את מידת ההשפעה של האדם על התפתחות הדקליות בנאות המדבר: באוכלוסיות שהתפראו לגמרי והתפתחו מרבייה מינית (זרעים) מצאנו יחס שווה בין הזוויגים, ואילו באוכלוסיות שהן תוצר טיפוח של האדם מצאנו רוב של נקבות, המשקף את הברירה לעצים מניבי פרי. כמו כן, בשל אופן התפתחותה של הדקליה – הן בתהליכים מיניים הן בתהליכים וגטיביים – דקליות זכריות יישארו חד-מיניות, ואילו סביב דקליות נקביות נושאות פירות תתפתח אוכלוסייה מעורבת (מחוטרים נקביים ומזרעים ביחס של 50:50). במחקר זה ביצענו הערכת מצב עדכנית של דקליות התמרים בנגב ובערבה. קביעת הרכב אוכלוסיית התמרים, ובכלל זה שכיחותם וגודלם של העצים, ויחסי הזוויגים והתפלגות הגילים שלהם סביב אתרי המעינות, מאפשרת לאמוד את מצבן של הדקליות ולהעריך את הסיכונים לקיומן.

התמר המצוי (*Phoenix dactylifera* L.) הוא מין מפתח (keystone species) במערכות האקולוגיות והחקלאיות של נאות המדבר בדרום-מערב אסיה ובצפון אפריקה מזה אלפי שנים (Tengberg, 2012; Gros-Balthazard et al., 2016). בחפירות ארכאולוגיות באתרים המדבריים של דרום הלבנט, בעיקר באתרים מן הנגב, מבקעת הירדן ומן הערבה, נמצאו גלעיני תמרים ומוצרים שונים שנעשו מחלקי עץ התמר (לונדון ובן יהושע, 2018; Bar-Oz et al., 2022), והם מעידים על התפקיד המרכזי שמילא התמר בחייהם של שוכני המדבר, ועל הקשר ההדדי, ארוך השנים, בין האדם לעצי התמר, שממשיך גם כיום: בני אדם נוטים להתיישב סמוך לאזורי הגידול של התמרים (שגדלים על מי תהום) להשתמש בהם מחד גיסא, ולתרום להפצתם מאידך גיסא.

ויזל (1984) העלה בעבר את האפשרות שבמעינות הנגב גדלים תמרי בר טהורים, שלא ניטעו בידי האדם, ובימים אלה נחקרת השערה זו באמצעות מחקר גנטי-מולקולרי (Ernesto Testé, מידע אישי). מן המחקר האתנוגרפי ידוע לנו שבמקצת מעצי התמר בנאות המדבר שלא היו בהם יישובי קבע טיפלו נוודים שהיו מגיעים אליהם במהלך מחזורי הנדידה, ונהנו מן הפירות ומן הצל (לוי, 1987). בנאות מדבר אחרים גודלו התמרים ביישובי קבע לאורך ההיסטוריה. לימים ננטשו מרבית העצים, ואוכלוסייתם, שמורכבת מצאצאי העצים המקוריים שהתפתחו מחוטרים או מזרעים שנבטו לצד העצים המקוריים, התפראה (feral). עצי המורשת האלה הם חלק מאוצרות הטבע והתרבות של ארץ ישראל והם מהווים ממצא ארכאולוגי "חי ונושם". עם זאת, כיום שינויים במפלס מי התהום וזיהומי המלחה מסכנים חלק ניכר מאוכלוסיות התמרים האלה, ולפיכך יש חשיבות מדעית רבה לשימורם, לשימור חברות הצומח הנלוות אליהם ולאכיון המגוון הגנטי האצור בהם בהיבט הביולוגי-מחקרי ובהיבט של שימור מורשת האדם.

התמר הוא צמח דו-ביתי, כלומר קיימים עצי זכר שפריהם זכריים, ועצי נקבה שפריהם נקביים. עצי הנקבה מואבקים באופן טבעי על ידי הרוח. בתי הגידול של התמרים הם סביבות לחות של מי תהום גבוהים, מעיינות ושולי מלחות (ויזל ואגמי, 1979). באופן מסורתי הואבקו העצים בידי האדם באמצעות איסוף התפירות הזכריות והצבת מקטעי סנטיים נושאי פרחים בתוך התפירות הנקביות, או על ידי הפקת אבקה מהפרחים הזכריים ופיזור על התפירות הנקביות (ברנשטיין, 2004; Krueger, 2021; Zohary et al., 2012). לאורך הדורות נעשתה במטע המסורתי ברירה לטיפוס הנקבה נושאי הפירות המצטיינים, והושארו רק מעט עצים

שיטות

הסקר בוצע בחודשים מרץ-מאי וספטמבר-דצמבר 2024. אתרי הדגימה נבחרו על סמך סקרים בוטניים קודמים, מידע של מטיילים על מיקום דקליות, מידע זמין מאתרי מיפוי שיתופיים (עמוד ענן, Israel Hiking Map) ובסיס נתונים ממחקרים קודמים (משל ומרקוס, 1976; מרקוס, 1982, 1983; אור ועבאדי, 1983; רוזנטל, 1995; אשכנזי, 2007; גוטליב ווידן, 2009). הסקר כלל מיפוי ודגימה של אתרי הדקליות על פי השלבים הבאים:

(שדרת אשכול הסנסנים) ארוכה (שניים-שלושה מטר לערך), ואילו בעצי הזכר שדרת התפרחת מפסיקה להתארך אחרי הפריחה ונותרת קצרה. חנטים ופירות מתפתחים על עצי הנקבה במשך תקופה ארוכה. הם נותרים על העץ יחד עם התפרחות הזכריות חודשים ארוכים אחרי הבשלת הפירות, ומסייעים בזיהוי המין. מתחת לכל עץ נקבה שתועד נאספו לפחות 25 זרעים, וכן נאספו עלים חיים למחקר גנטי עתידי.

אזורי המחקר

הערבה הדרומית: בערבה הדרומית דקליות מצויות בשלושה אתרים עיקריים – בעין עברונה, בעין רחם ובעין רדיאן (יטבתה). נאות המדבר עין רדיאן ועין עברונה חופפים את ההידרו-גאולוגיה של עמקים חסרי ניקוז (Playa), שמתפתחות בהם מלחות, והמקור ההידרולוגי שלהם הוא אקוות המילוי מתור הרביעון (בחלקו הדרומי). דקליית רחם ממוקמת בלב ערוץ רחם, ונראה כי מקור המים לעצים הוא זרימת מים ערוצית הנכלאת במעלה חבורת יהודה (מגיל הטורון). בדקליות שבנאות עין עברונה ועין רדיאן התקיים בעבר רצף של יישובים חקלאיים (Avner and Magness, 1998), וממצאים ארכאולוגיים רבים מצביעים על גידול תמרים ועל הדומיננטיות שלהם בתרבויות המקומיות מתקופת הברזל (David et al., 2022), לרבות בתקופות הקלאסיות (Meshel, 1989) ובתקופה האסלאמית הקדומה (פורת, 2016). הערבה הדרומית סובלת ב-20 השנים האחרונות מירידה עקבית במפלס מי התהום. דו"ח רשות המים (צוריאלי ושוורץ, 2019) מצביע על ירידה של כ-10 מטרים בעין עברונה ושל כ-15 מטרים בקידוחים הסמוכים לעין רדיאן.

הערכת מספר העצים: א. באתרים שנמצאו בהם עצים בודדים או דקליות בודדות נספרו כל העצים ותועדו הזוויג (זכר/נקבה), גובה הדקלייה ומצבה הבריאותי; ב. באתרים שנמצאו בהם עשרות בודדות של דקליות נספרו כל העצים, אך התפלגות הזוויגים, גובה העצים ומצבם הבריאותי תועדו רק עבור 20% מהעצים שנדגמו. העצים נבחרו מכל חלקי האתר, באופן שישקף שינויים מקומיים במצב העצים; ג. באתרים שנמצאו בהם מאות דקליות הערכנו את גודל האוכלוסייה באמצעות זיהוי וספירה של צמרות העצים בתצלומים אנכיים על בסיס תצלומי אוויר של המרכז למיפוי ישראל משנת 2019 ומשנת 2022 ברזולוציה של 0.2 מטר לפיקסל ועל בסיס תצלומי רחפן (איור 1). נתוני התפלגות הזוויגים, גובה העצים ומצבם הבריאותי נבדקו בכמה עשרות עצים מכל האתר, באופן שישקף השפעות מקומיות בחלקיו השונים.

הערכת המצב הבריאותי של העץ: א. יחס הגודל בין הגזע (קוטר וגובה) לגודל ולנפח של העלווה; ב. צבע העלים החיים, ובפרט מידת ההצהבה של קצות העלים; ג. זווית העלים החיים ביחס לגזע (עלים ירוקים בזווית של פחות מ-90 מעלות מעידים על כותרת ענפה ועל מצב בריאותי תקין). על בסיס המדדים האלה קבענו ארבע קטגוריות למצב העצים או הדקלייה: בריאים, בינוניים, מראים סימני עקה, גוססים/מתים. באתרים שנמצאו בהם מאות דקליות נקבע מצבן על פי מדדים דמוגרפיים: יחס בין פרטים חיים לפרטים מתים ומראה כללי.

קביעת זוויג העצים בדקלייה (זכר/נקבה): קביעת הזוויג נערכה באופן חזותי לפי מבנה התפרחות מנקודת יציאת המתקל (עלי החף המגינים על התפרחת עד פתיחתה): בעצי הנקבה שדרת התפרחת שהופכת לידת האשכול



איור 1

ספירת צמרות באמצעות צילום אנכי מרחפן לצורך הערכת גודל האוכלוסייה (עין זיק) כל נקודה אדומה מסמלת צמרת.

אקווה הנחשפת בחלקו התחתון של מצוק הצינים. נטיית השכבות ברמת עבדת היא כלפי צפון, ועל כן המעיינות נחשפים במקום שהערוצים מתחתרים סמוך למצוקיה הדרומיים של הבקעה (זילברמן ואח', 2011).

דקליות הר הנגב: בהר הנגב גדלים עצי תמר בודדים בשרידי בוסתנים מן המאות ה-19 וה-20 וסמוך לאקוות מקומיות במכתש רמון.

דקליות חבל הבשור: אוכלוסיית התמרים במרחב הבשור הן שריד של עצי פרי בחלקות חקלאיות ובבתי חווה מן המאה שעברה (Schmidt et al., 2024; Ashkenazi et al., 2025).

דקליות חוף אשקלון ניצינים: אזור חולי זה נהנה ממפלס מי תהום גבוהים של אקוות המילוי באזור החוף, ומתקיימות בו דקליות פזורות, ככל הנראה פליטי תרבות. נראה שפריסת הדקליות משקפת את תפוצת היישובים ואת חקלאות המוואסי בתקופה המנדטורית ובתקופה העות'מאנית (Zohar et al., 2025).

תוצאות

סך הכול דגמנו 469 דקליות מ-30 אתרים. בטבלה 1 מוצגים אתרי דגימה לפי חלוקה אזורית ומספר הדקליות שנסקרו בכל אתר, וכן נתונים על יחס הזוויגים ועל גודלם ומצבם הבריאותי של העצים. באיור 2 מוצגות תוצאות הסקר על גבי מפה.

המפה מציגה את המיקומים של אתרי הדקליות שנסקרו על מפת מדד צחיחיות וכן זיקה מרחבית לדרכים המרכזיות בנגב ובערבה (מבוסס על כהן ששון 2017 וכן על Bar-Oz et al., 2024). ברקע כל סימול מופיעה הערכה כמותית של הדקליות בכל אתר. המספרים באיור מציגים את שמות האתרים כמפורט בטבלה 1.

הערכת גיל העצים כפונקציה של גובהם מורכבת: במטעים מטופלים בערבה עץ בוגר יכול לשאת 20–30 עלים, אולם במטעים לא מטופלים קצב הצימוח מושפע מתנאי הסביבה, ולכן הוא איטי בהרבה. היות שכך, השוואת גיל העצים בדקליה היא יחסית. בנאות המדבר הגדולים – עין הכיכר ועין תמר, עין זיק ועין שביב – נצפו עצים שגובהם עד 15 מטר, ונמצאה שונות ברורה בהתפלגות הגילים בין הפרטים בדגם הפיזור של העצים: הפרטים הבוגרים, שגובהם עד 15 מטר וגילם עשרות רבות של שנים, נמצאים במרכז הדקליה, והצעירים בשוליה (איור 3). דקליות זכריות

הערבה התיכונה: באזור זה מרוכזות הדקליות סביב שתי אקוות: אקוות הסנון, הכוללת את מעיינות השוליים עין זך, עין משק, עין תמיד, עין שחק, עין רחל ועין יהב ואת מעיינות ספיר ואורחן מור, ואקוות המילוי, הכוללת את מעיינות הערבה התיכונה באזור חצבה: עין גדרון, עין לייקה ועין בתרון, וכן את מעיינות עין אמציה, עין עופרים ועין ימלוח (Bruins et al., 2012; Meroz et al., 2024). מצבן של הדקליות האלה מושפע מזמינות המים באקוות ומתנאי הסביבה המייצבים את מפלסי המים בתת-הקרקע. ממצאי הסקר באשר לכריסה המרחבית, לשינויים באופי חיגור הצמחייה (vegetation succession) ולהתרחבות חגורת צמחי המלחה בהיקף המעיינות מלמדים על שינויים היסטוריים במיקומם של המעיינות ועל תהליכים של ירידת גובה המים באקווה (groundwater-level declines). ממצא ארכאולוגי שמשקף שימוש רב בתמרים התגלה במספר אתרים במרחב הזה (פורת, 2016; Bar-Oz et al., 2022). בערבה התיכונה ניכרת בעשורים האחרונים ירידת מפלסים משמעותית במי התהום. במעיינות הסנון חלה ירידה מתמדת מאז שנות ה-80, ומפלס המים מצוי כיום בעומק מוערך של כ-40 מטר מתחת לפני השטח שבו נחשף בעבר (צוריאלי, 2021).

מעיינות הכיכר: מקבץ המעיינות הגדול, המשתרע מדרום לחופו הדרומי של ים המלח ומצפון-מזרח לשלוחות החוואר של תצורת הלשון, כולל מספר מעיינות חסרי שם השופעים לאורך העתק אמציה (צוריאלי, 2016) ובתחומם דקליות רבות. מרחב זה סמוך לעיר הקדומה צוער ולאחד המרכזים ההיסטוריים לגידול תמרים. במאות השנים האחרונות שימש האתר מקום מנוחה ושהייה לנוודים, לרועים ולחקלאים (Hirschfeld, 2006; Erickson-Gini, 2016). הקרקע באזור מלוחה מאוד, ובאזורים שאין בהם זרימת מים מתוקים מתפתחת רק צמחיית מלחות.

נאות המדבר עין צין ועין עקרב: עד ראשית שנות ה-70 שפעו בערוצו התחתון של נחל צין מים מתוקים משני מעיינות שכבה עיקריים – עין עקרב ועין צין – מעיינות מבודדים שבתחומם גדלה חורשה גדולה של עצי תמר שתוארה כחורשת דקלי התמר הגדולה בארץ (מרקוס, 2020). המעיינות האלה הומלחו וזוהמו מאוד בעקבות הזרמת תשטיפים תעשייתיים שמקורם במפעל הפוספטים במעלה האפיק (Amiel et al., 2021). בראשית שנות ה-50 ערכי המליחות במימי עין צין ועין עקרב היו כחות מ-500 מ"ג כלור לליטר (מג"ל), וכיום הערך גבוה מ-10,000 מג"ל.

מעיינות מצוק הצינים: במצוק הצינים מצויות אוכלוסיות תמרים יציבות בכל מעיינות השכבה (עין עבדת, עין עקב, עין זיק, עין שרב). מקור המים של נאות המדבר האלה הוא

גדלות ומתרחבות באמצעות חוטרים, ואילו בדקליות נקביות או מעורבות הרבייה היא וגטטיבית ומינית גם יחד. תהליכי התרחבות הדקלייה מתרחשים במשך עשרות שנים, ובחינה מורפולוגית של העלים, התפרחות והפירות של כל עץ ועץ ושל מיקומו בדקלייה מאפשרת להעריך כיצד נוצרו ולאפיין את ההיסטוריה של כל אחת מן הדקליות.

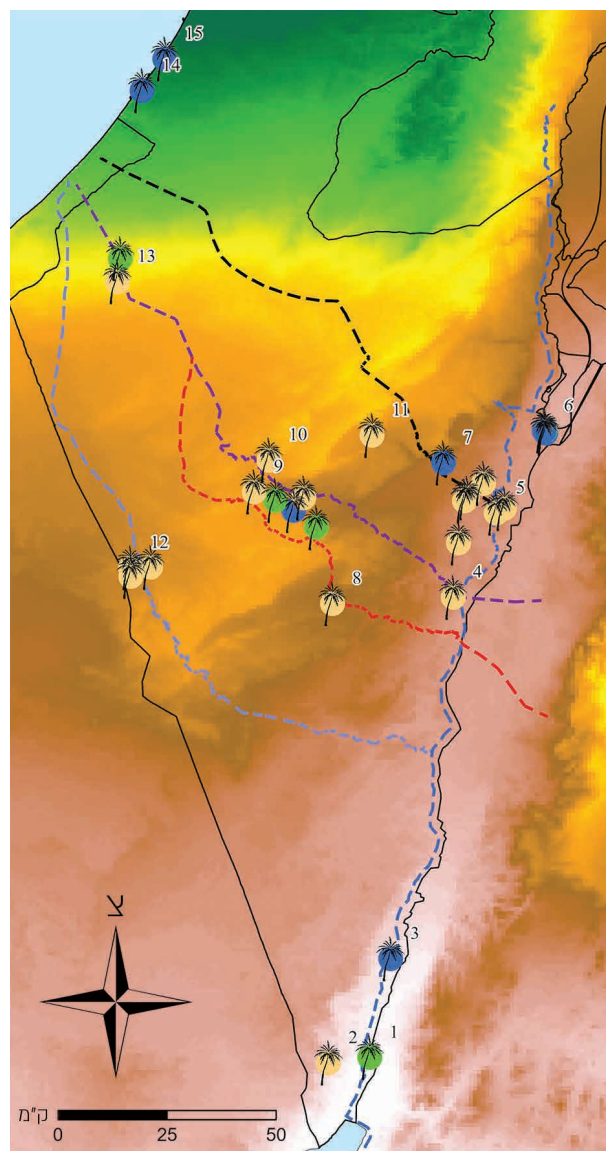
נתוני הסקר מספקים תמונת מצב על המעיינות המזוהמים עין צין ועין עקרבם ועל מעיינות אקוות המישאש המתייבשים בערבה כקבוצת הביקורת לעצים בתנאי עקה. ניכר בבירור שבדקליות האלה נותרו רק מעט עצים בוגרים חיים, וכולם ללא חוטרים, ורוב העצים בדקלייה מתים או נמצאים בשלבי התייבשות שונים. לצד הפרטים החיים נותרו גדמי גזעים, ועל כן מראה הדקליות עמודי (איור 3). מצב זה מצביע על הקושי של הזרעים לנבט ועל ירידה ברמות הפוריות של הרבייה הווגטיבית בתנאי מליחות ותחרות עם צמחיית המלחה.



איור 3

מבנים שונים של דקליות

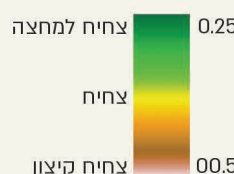
למעלה: דקלייה "עמודית" בשלבי התייבשות, ללא חוטרים צעירים בעין תמיד; למטה: דקליות בריאות במבנה "כיפתי" שמשקף שונות גילית ופוריות גבוהה בעין זיק.



הערכת מספר הדקליות

- מאות
- עשרות
- בודדות

מדד הצחיחות



עצי תמר ודקליות

דרכים עתיקות

- דארב אל סולטן
- דרך הבשמים הדרומית
- דרך הנחושת
- דרך הערבה
- דרך שור

איור 2

תוצאות מיכיו סקר הדקליות שנדגמו במרחב

לפירוט שמות האתרים לפי מספרים ראו טבלה 1.

טבלה 1

האתרים והמעיינות שנסקרו ומאפייני אוכלוסיית התמרים

הטבלה כוללת מידע על המיקום והגודל של אוכלוסיית הדקליות, מבנה האוכלוסייה – אם היא מורכבת מדקליות צפופות או מעצים בודדים, וכן על החלוקה הזוויגית (זכר/נקבה = M/F) ביחס לגודל המדגם (n) ואיומים פוטנציאליים בכל אתר שנבחנו. ניתוח החלוקה הזוויגית בוצע על בסיס תצפיות בעצים בודדים או במדגם דקליות באתר. נוסף על כך, נערכה הערכה חזותית של גובה העצים ובריאותם. ייתכנו אי-התאמות בין החלוקה הזוויגית הרשומה לבין סך כל העצים שנדגמו, שנובעות ממקרים שלא ניתן היה לזהות בוודאות את זוויג התמר.

מס'	אזור	המעיינות שנסקרו	רוחב	אורך	גודל האוכלוסייה (דקליות אלא אם צוין אחרת)	חלוקה זוויגית (n – גודל המדגם)			גובה מוערך בעצים הבוגרים ביותר (מטר)	בריאות האוכלוסייה	מקור הזנת המים	איומים עיקריים
						n	M (%)	F (%)				
1	עין עברונה		200227	398608	20–10	7	43	29	5–4	בינוני	אקוות המילוי	זיהומים תעשייתיים זיהום האקוות שאיכות יתר – התדלדלות האקוות
2	דקלי רחם		192119	397379	1	3	67	33	10–8	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
3	עין יטבתה (רדיאן)		204401	420943	158	25	32	68	10–6	בריאה סימני עקה	אקוות המילוי, השקיה משנת 2022 (פרויקט עין רדיאן)	שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
4	מעיינות השוליים (הערבה התיכונה)	עין יהב	216750	502791	4 עצים	4	100		10–6	סימני עקה	אקוות הסנון	שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		עין יהב – מושקה	216750	502791	3	13	62		5	בריאה		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		ספיר (היקף היישוב)	217150	502390	5	4	50	50	10–7	סימני עקה		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		עין תמיד	218976	524660	6	6	33	33	8–6	בריאה		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		עין זך	226759	522938	3 עצים		לא ניתן לזיהוי	לא ניתן לזיהוי	8–6	בריאה		שאיבות יתר – הידלדלות האקוות
		עין שחק	218976	524660	1		לא ניתן לזיהוי	לא ניתן לזיהוי		גוססת / מתה		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
5	מעיינות הערבה התיכונה (חצבה)	עין בתרון	226782	585867	1	4	100		10–6	בריאה	אקוות המילוי	שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		עין גדרון	226759	522938	1	11	לא ניתן לזיהוי	לא ניתן לזיהוי	10–6	בריאה		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		עין לייקא	225143	521860	1	8	62.5	37.5	8–6	בריאה		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות
		עין ימלוח	222689	528607	5	7		1	3–2	גוססת		שאיבות יתר – התדלדלות האקוות

מס'	אזור	המעיינות שנסקרו	רוחב	אורך	גודל האוכלוסייה (דקליות אלא אם צוין אחרת)	חלוקה זוויתית (גודל המדגם - n)			גובה מוערך בעצים הבוגרים ביותר (מטר)	בריאות האוכלוסייה	מקור הזנת המים	איומים עיקריים
						F (%)	M (%)	n				
6	מעיינות כיכר סדום	נאות הכיכר	234805	539988	43				20–15	בריאה	אקוות המילוי	שינוי האקלים פיתוח אזורי
		מלחת תמר	234484	540499	10	60	40	25	20–15	בריאה סימני עקה		שינוי האקלים פיתוח אזורי
		עין פלוטית	234691	540584	10	55	20	60	12–8	בריאה סימני עקה		שינוי האקלים פיתוח אזורי
7	עין צין - מושקה		215140	533790	2	10	90	14	8–6	בינוני מושקה – סימני עקה	אקווה מקומית, השקיה	זיהומים תעשייתיים זיהום האקוות
	עין עקרים - מושקה		214859	533243	3		100	15	10–8	בינוני מושקה – סימני עקה	אקווה מקומית, השקיה	זיהומים תעשייתיים זיהום האקוות
8	עין סהרונים		193126	501405	10–6	67	33	6	8–5	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
9	בקעת צין	עין שביב	185790	522043	112	47	35	70	18–5	בריאה	אקוות חבורת עבדת	שינוי האקלים
		עין זיק	185628	522490		42	47	132	20–6	בריאה		שינוי האקלים
		עין עקב	182029	524819	3	13	77	9	6–4	בריאה		שינוי האקלים
		עין שרב	190053	518681	8				12–8	בריאה		שינוי האקלים
		עין מור	177893	526796	1		0.2	6	8	בריאה		שינוי האקלים
		דרך ג'פים – עין שרב	187609	525334	2	66.6	33.3	3	8	בריאה		שינוי האקלים
10	נחל עץ		534617	181663	עץ בודד			1	0.5	סימני עקה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
11	המכתש הגדול	נחל חתירה	200964	539524	1		100	3	5	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
12	נחל חורשה	נחל מתנן (שני אתרים)	153749	507770	עצים אחדים	25	50	4	6–2	בריאה	אקווה מקומית, קציר מי נגר	שינוי האקלים
		הר חמרן	157631	509783	עץ בודד		100	1		סימני עקה		שינוי האקלים
13	נחל הבשור		152122	579760	60–40	50	50	14	8–2	בריאה	אקווה מקומית	שינוי האקלים
14	חולות זיקים וגן לאומי אשקלון		200964	539524	112	10	90	14	5–3	בריאה	אקוות המילוי (חורף)	שינוי האקלים
15	חוף ניצנים		161328	625847	186				5–3	בריאה	אקוות המילוי (חורף)	שינוי האקלים

לפגיעה במצב העצים נגרמה רובה ככולה משאיבות יתר (צוריאלי, 2019). בעין רדיאן נעשית כיום השקיה מלאכותית לשיקום העצים, אך לא כל העצים מושקים. ליד עין עברונה ניכרת החמרה במצב העצים גם בדקליית דקלי הדום (*Hyphaene thebaica*) הנדירים שנמצאת בקרבת מקום. דקלייה קטנה ויציבה נצפתה בדקליית רחם המבודדת שניזונה מאקווה מקומית.

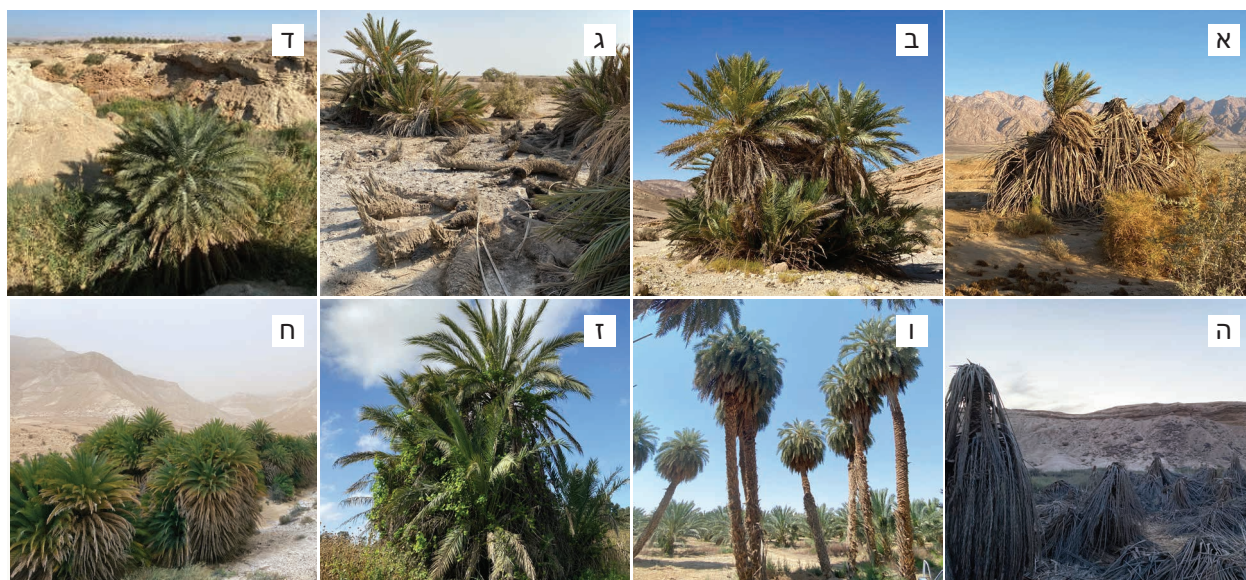
דקליות הערבה התיכונה: פגיעה קשה בעצי התמר בעקבות ירידת מפלסי מי התהום נצפתה בסקר בכל המעיינות הניזונים מאקוות הסנון. בחלק מן המעיינות מתו העצים כולם (כמו בעין שחק), ובחלק העצים במצב קשה (כמו בעין תמיד). גם במעיינות אקוות המילוי ניכרת ירידת מפלסים של כ-14–18 מטר (צוריאלי, 2021), וההשפעה על עצי התמר דרמטית: במעיינות עין אמציה ועין עופרים לא נותרו כיום עצי תמר חיים, ובעין ימלוח נותרה דקלייה אחת בלבד, קטנה ובשלבי נסיסה. ירידת המפלס שגרמה לפגיעה במצב העצים נגרמה רובה ככולה משאיבות יתר. מצב הדקליות מרמז על עתיד מעיינות האקווה עקב המשך שאיבה, ובפרט במקרים של רצף שנים שחונות. אף על פי שהעשור האחרון התאפיין בממוצע משקעים ושיטפונות גבוה במיוחד, ירידת מפלס מי התהום נותרה עקבית בשל המשך השאיבה (Meroz et al., 2024). מגמה הפוכה נתגלתה במעיינות המזרחיים, עין חופיירה, עין גדרון, עין לייקא ועין בתרון, שבשנים האחרונות חזרו לשפוע, וגדלות סביבם דקליות

ספירת הצמרות ככלי להערכת גודל האוכלוסייה התגלתה כיעילה להערכת מצבה הבריאותי של הדקלייה. בדקליות בריאות ומתפתחות נצפו 13–28 צמרות ל-100 מ"ר, ואילו באוכלוסיות שחיות בתנאי עקה נצפו עד חמש צמרות חיות ל-100 מ"ר. ההבדלים האלה משקפים הבדלים ביכולת הרבייה המינית והווגטיבית של האוכלוסייה ותמותה או ירידה ביכולת הרבייה במרביתם.

פריסה מרחבית והקשר למאפיינים אקולוגיים של בתי הגידול והשפעות האדם

הדקלים הם צמחים הידרופיליים שמיטיבים לגדול בתנאי חום. לפיכך, אוכלוסיות תמרים מתקיימות באזורים לחים, בזיקה ברורה לאקוות השונות – במעיינות ובשולי מלחות סמוך למי תהום גבוהים ובנאות המדבר (איור 4).

מתצפיות בעצי התמר בסקר ובמחקרים נוספים נראה שמרבית אוכלוסיית התמרים באזור חוותה פגיעה אנושה. פגיעה בתמרים בעין עברונה נצפתה לראשונה לפני כעשור (עוזי אבנר, מידע אישי) ובעין רדיאן בשנת 2019 בעקבות ירידת מי התהום (גרינברג, 2022). הצהבת עלים בעצים והיעדרם של פרטים צעירים בשני המעיינות מצביעים על מצבן הקשה של האוכלוסיות הללו, ובשתיהן נמצאו גם עצים בודדים שהתייבשו ומתו. ירידת המפלס שגרמה



איור 4

תמונות מסקר עצי התמר

א. עין עברונה; ב. דקלי רחם; ג. עין ימלוח; ד. עין בתרון; ה. עין צין; ו. עין תמר (הדקליות ממוקמות בלב חלקת תמרים חקלאית); ז. חוף אשקלון; ח. עין זיק.

מלאכותית במטרה לשמר את מעט העצים ששרדו, עד שיבוצע טיפול מקיף במקורות הזיהום.

דקליות מעיינות מצוק הצינים: ממצאי הסקר מלמדים על אוכלוסיות יציבות במצבן ובגודלן בדקליות האלה. למרות רצף של שנים שחונות ברמת הנגב מאז 2022 לא ניכרו אף לא באחת מן הדקליות במעיינות סימני עקה בולטים, לא בפרטים בודדים ולא במבנה הדקלייה ובמאפייניה הדמוגרפיים. זהו האזור היחיד בדרום הארץ שהפריסה המרחבית של חברת הצומח במעיינות משקפת בו את יציבותן היחסית של האקוות בתת-הקרקע, את גובה מי התהום ואת תהליכי חיגור הצומח ללא השפעת אדם. חשוב להמשיך ולנטר את השפעת תהליכי הבצורת בהר הנגב בשנים האחרונות.

דקליות הר הנגב: מקורן של הדקליות הבודדות בעין סהרונים אינו ידוע. מצב בריאותם של העצים הללו טוב, אך הם קטנים יחסית, וקצב הצימוח שלהם נמוך, ככל הנראה עקב תנאי סביבה קשים עבור תמרים (בעיקר משרע הטמפרטורות הרחב, טמפרטורות המינימום הנמוכות והיעדר מים זמינים בתת-הקרקע). עצי תמר בודדים נסקרו בשרידי בוסתנים בהר הנגב, והם ניזונים בעיקר מהטיית מי נגר עיליים בערוצים מקומיים ומתנאי מסלע וטופוגרפיה ייחודיים שמספקים להם מים. שרידותם הגבוהה ראוייה לציון ומצביעה על סבילותם הגבוהה של עצי התמר בנגב (אשכנזי, 2007).

דקליות חבל הבשור: בחבל הבשור נסקרו דקליות בכמה אתרים מבודדים, מרביתן סמוך לערוץ נחל הבשור. מצבם של העצים האלה משתנה, ככל הנראה מאחר שמקור המים שלהם כיום הוא מי תהום גבוהים, ותלוי מיקום ספציפי.

דקליות חוף אשקלון ניצנים: כמה מאות דקלים נסקרו באזור הזה. נראה שמקור המים שלהם הוא מי נגר עילי מזרימות עונתיות ומי תהום גבוהים. מצבן של הדקליות השונות משתנה, אך אף על פי שמצב בריאותם של עצים מסוימים נראה תקין, מדדים דמוגרפיים, ובייחוד הדומיננטיות הברורה של זכרים, משקפים תנאי עקה בכל המרחב.

דיון

אפיון הדקליות על פי חלוקה זוויתית

יחס הזווית בעין זיק ובעין שביב, בבקעת צין, במעיינות כיכר סדום ובעין רדיאן משקף תהליכים בהתפתחות הדקליות. במעיינות עין זיק ובעין שביב זהו ונספרו 202 צמרות עצים מ-18 דקליות, ונמצא שיעור זהה (43%) של

בריאות גם במראה וגם במדדים דמוגרפיים. ככל הנראה, הסיבה לכך היא הקרבה לשטחים חקלאיים וזליגה של מי השקיה אל המעיינות (Oren et al., 2004; Shalev et al., 2015; Meroz et al., 2024). הממצאים האלה מדגישים את ההשפעה האנושית על זמינות מי התהום, על האקולוגיה של האזור ועל חשיבות המעקב אחר מגמות השינוי. הזיקה הגאוגרפית בין פיזור עצי התמר במרחב לאתרי היישוב הקדומים, שנבנו סמוך למקורות המים בערבה התיכונה (מצד חצבה, עין מרזב, מצד רחל, עין ווייבה, אורחן מור, ביר אל ע'אמר), חלקית. הכחדתם של עצי התמר מקרבת האתרים האלה קשורה ככל הנראה לפעילות אנושית, כגון פיתוח חקלאי, בנייה מואצת ושאיבת יתר, שגרמה לירידת מפלס מי התהום.

דקליות מעיינות הכיכר: מן הסקר ניכר שמרבית אוכלוסיות התמרים במרחב הזה הן במצב בריאותי סביר כפרטים וכן בהיבטים דמוגרפיים. יוצאי דופן הם האזור הצפוני של מעיין עין תמר, שניכרים בו תהליכי התייבשות והמלחה, ומספר דקליות ממערב לכביש הכניסה ליישובים. נראה שהסיבה להחמרת מצבם של העצים בשני המקרים היא הרחבת כביש הגישה וכניעה בזרימה התת-קרקעית לעבר אזור הנביעות ההיסטוריות (צוריאלי, 2016). אנו סבורים שיש להמשיך לעקוב אחר התהליך. בגלל מליחות הקרקע באזור זה המאפיינים המרחביים של הדקליות משקפים את פריסת אפיקי המים המתוקים. השטחים החקלאיים הרבים ומטעים חקלאיים סביב המושבים עין תמר ונאות הכיכר מצביעים בבירור גם על השפעות מודרניות על אוכלוסיות התמרים ההיסטוריות. התהליכים האלה באים לידי ביטוי בריבוי עצים זריעים ברחבי המעיין ובשינויים גנטיים שחלו באוכלוסיית העצים בעקבות האבקת המטע המסחרי.

דקליות עין צין ועין עקרב: חלחול רב שנים מברכות תשטיפים של מפעלי פוספטים במעלה אפיק נחל צין גרם להמלחה ולהרעלת קרקע ומים. בעטין נמצאות כיום חורשות הדקלים הגדולות שהתקיימו בעבר בעין צין ובעין עקרב על סף הכחדה, תהליך שנצפה ותועד משנת 1983 (אור ועבאדי, 1983; גוטליב ווידן, 2009; מנדלסון, 2021), הגם שעצי התמר ידועים בעמידותם למליחות מים וקרקע (Tripler et al., 2011). ממאות העצים שהתקיימו בשתי נאות המדבר נותרו כיום רק חמש דקליות, ועל שטחי המעיינות השתלטה צמחיית מלחה. הפגיעה בדקליות האלה שונה בהיקפה ובמאפייניה מכניעה בעצי התמר באזורים אחרים. היא נגרמה מזיהום בתשטיפי מפעל הפוספטים של חברת רותם אמפרט (מנדלסון, 2021), ואפשר שגם ממזהמים תעשייתיים נוספים, כפי שהתגלה לאחרונה (Amiel et al., 2021). כיום מתבצעות באתר פעולות חירום להצלת התמרים וצמחיית האזור הקדומה, והן כוללות השקיה

שביב. במעיינות שנסקרו במחקר זה נמצאו בעקה, נצפתה דומיננטיות של קנה ולעיתים גם של צמחי מלחה נוספים סמוך לדקליות. בעבר הוצע שדומיננטיות התמרים במעיינות מתרחשת בעקבות הצללת המרחב (גוטליב ווידן, 2009), אך אפשר גם שהתהליך מתרחש בשל תהליכי אללופתיה נוספים (Warrag and Al-Wasel, 2000).

ממצאי הסקר מעידים על סבילות גבוהה של עצי התמר לתנאי הסביבה. גמישותו הפיזיולוגית של עץ התמר לתנאי סביבה משתנים נובעת מעילותה של מערכת השורשים המתפתחת בעומק וגם סמוך לפני הקרקע, בהתאם לזמינות המים, ומשילוב מיוחד של תהליכי רבייה מינית ווגטטיבית בדקליה.

סיכום ומסקנות

הדקליה והמבנה המשפחתי המיוחד שלה הם שמעצבים את הנוף ואת האקולוגיה של נאות המדבר בנגב ובערבה. הדקליה יוצרת תנאי מיקרו-סביבה ומספקת שירותי מערכת אקולוגית חיוניים, כמו צל ומחסה. חשיבותן האקולוגית של הדקליות, שרידותן ורציפותן הבין-דורית בנאות המדבר הופכות את התמר למין מפתח באקולוגיה של המדבר ואת הדקליות למדד ייחודי ורגיש לבחינת שינויים אקולוגיים ארוכי טווח.

הזיקה וההדדיות בנוכחות אוכלוסיות התמרים ובני האדם במרחב המדברי משתקפת היטב באיור 2, המציג את הפריסה המרחבית של ריכוזי הדקליות סמוך לצירי התנועה המרכזיים בנגב מראשית האלף הראשון לספירה. עצי התמר גדלים סמוך למים בנאות המדבר, שהיו תחנות דרך של נוודי המדבר. בהיבט זה התמרים הם סוכני זיכרון של הנוכחות האנושית במדבר לאורך ההיסטוריה.

מדדים דמוגרפיים מספקים מידע משמעותי על מצבן הבריאות של הדקליות, והמשך מעקב וניטור על בסיס הנתונים שנאסף במחקר הנוכחי נדרש עבור כלל אוכלוסיות התמרים בנאות המדבר. רבות מהאוכלוסיות מתייבשות בשנים האחרונות בעקבות שאיבות יתר ונסיגת מי תהום וכן בשל שינוי האקלים, המפחית עוד יותר את כמות מי השיטפונות הזמינים לעצים. בתצפיות ראשוניות שערכנו נראה שעצי תמר במרכזי ערוצים שורדים טוב יותר מאשר עצים שגדלו על במות הסחף או סמוך לערוצים משניים. מחקר המשך נדרש לניטור רמות המליחות בנאות המדבר השונים, ובפרט יש לבחון את עין צין ועין עקרב, שהמערכת האקולוגית כולה קרסה בהם בעקבות אירועי המלחה ותמותת עצי התמר.

עצי זכר ועצי נקבה (החלק הנותר אינו ידוע). בבקעת צין אין עדויות היסטוריות על התיישבות קבע חקלאית במאות השנים האחרונות (Bailey, 1980), ונראה, אם כן, שזהו יחס המשקף התפתחות טבעית של הדקליה. תוצאות ראשוניות של מחקר מורפולוגי וגנטי של האוכלוסיות בעין זיק ובעין שביב מעיד אף הוא שעצי התמר של בקעת צין משתייכים לטיפוסים ייחודיים שאינם מוכרים מאתרים ארכאולוגיים (Ernesto Testé, מידע אישי). לעומת זאת, בעין רדיאן התקיים יישוב בדואי חקלאי עד לפני כמאה שנה (גרינברג, 2022), ויחס הזוויגים מעיד על כך – במעין נדגמו 25 דקליות, ונמצא כי 70% מהעצים בהן הם עצי נקבה, ו-30% עצי זכר. במעיינות כיכר סדום, שמוכרת בהם התיישבות חקלאית במהלך המאה ה-19 (ברסלבסקי, 1955), נמצא יחס זוויגים של 60% זכרים ו-40% נקבות (טבלה 1). הנתונים האלה משקפים את תהליכי ה"התפראות" של הדקליות במעיינות שטופלו עד לפני כמאה שנה, והם מבטאים יחס ביניים בין ברירה חקלאית והתחדשות טבעית שמתרחשת בהיעדר מעורבות אנושית.

סבילות לתנאי עקה

נתוני הסקר מספקים תמונת מצב על המעיינות המזוהמים עין צין ועין עקרב ועל מעיינות אקוות המישאש המתייבשים בערבה כקבוצת הביקורת לעצים בתנאי עקה. בנאות המדבר המזוהמים, עין צין ועין עקרב, נותרו 28 עצי זכר ועץ נקבה אחד, וזאת בניגוד לעדותו של ויזל (1984: 251) על שוויון מספרי בין זכרים לנקבות. ייתכן שעצי זכר מגלים עמידות גבוהה יותר מנקבות לתנאי עקה. יתרה מכך, רוב העצים בדקליה מתים או מתייבשים, ולצד הפרטים החיים נותרו גדמי גזעים, ועל כן מראה הדקליות עמודי (איור 3). מצב זה מצביע על הקושי של הזרעים לנבט ועל ירידה ברמת הפוריות הווגטטיבית בתנאי מליחות ותחרות עם צמחיית המלחה.

ריבוי תמרים זכרים (70%) נצפה גם בדקליות חוף אשקלון וניצנים. אנו מניחים שגם מצב זה הוא תוצאה של תהליך לא טבעי, בפרט בהתייחס לאפשרות שהדקלים האלה הם שרידים למטעים מטופחים, ששיעור הזכרים בהם היה נמוך מאוד. תופעה של שרידות זכרית גבוהה בתנאי עקה התגלתה בעצים אחרים (Lev-Yadun, 2021) ומתצפיות בתהליכי השיקום של דקליות עין צין אפשר להסיק כי התופעה קשורה אולי לרגישותן של הנקבות למחסור במים בשלבי החנטה וניפוח הפרי.

מאפיין נוסף שיש להתייחס אליו כמדד לבריאות אוכלוסיית התמרים הוא יכולתן של אוכלוסיות תמרים בריאות להתבסס כחברת שיא בבתי הגידול הלחים, כפי שהיה בעבר בעין צין ובעין עקרב, וכפי שניתן לראות כיום בעין זיק ובעין

נכוחותם של בני אדם במרחב עודדה בעבר את קיומן של אוכלוסיות התמרים סמוך לאתרי המגורים ובבר, אך מתוצאות הסקר ניכר שכיום נכוחות אנושית, ובפרט פעילות חקלאית ותעשייתית, היא האיום המרכזי על קיומם של תמרי הבר. עצי התמר שנותרו בנאות המדבר של הנגב והערבה אוצרים בתוכם מידע רב על ההיסטוריה האקולוגית והחקלאית של האזור, ומספרים את סיפורה ההיסטורי של הזהות המקומית ואת ההקשרים הסביבתיים והתרבותיים שהתקיימו במרחב במשך אלפי שנים. הם ממציאים ארכאולוגיים חיים ונושמים, ועל כן אין ראויים מהעצים האלה למעמד של "עצי מורשת".

תודות

פרויקט זה נתמך על ידי מענק של הרשות לשמירת הטבע והגנים הלאומיים והקרן האירופית למחקר ERC Advanced (מענק מספר 101096539). ברצוננו להודות לאבשלום באב"ד ולאודי גלילי על הייעוץ ההידרולוגי, לעמיתנו ברט"ג על שיתוף הפעולה, ל-Ernesto Testé מאוניברסיטת חיפה וממכון המחקר הצרפתי Montpellier על ייעוץ בתחומי המחקר הגנטי, לעמיתנו בקבוצת תמרי המעיינות בערבה התיכונה על התמיכה הרבה בחומר וברוח, לאופיר כץ ולעוז ברזני על חוות הדעת המקצועית ולענת פלדמן על העריכה הלשונית הראשונית.

זיהומים שמקורם בתעשייה, כגון אלה שהתרחשו בעברונה ובעין צין, עשויים לגרום לפגיעה אקוטית באוכלוסיית התמרים. אירועים מסוג זה חמורים במיוחד משום ששאירות הזיהום יישארו בסביבה עוד שנים רבות. כמו כן, בהיבטים רגולטוריים ומשפטיים יש לתת את הדעת לכך כי הזיהומים התרחשו במעלה אפיק הזרימה, והיה אפשר למנוע אותם מבעוד מועד. שיקום נאות המדבר הפגועים לא יוכל להיעשות ללא אקטיביזם חברתי ומעורבות אנושית משמעותית, בין היתר, על ידי הקמת גרעין רבייה גנטי לשמירת תמרי הבר לצרכים יישומיים ומחקריים. הצלת עצי התמר נמצאת הלכה למעשה במוקד מחקר, פעילות חינוכית ומדע אזרחי של חממת הערבה, מו"פ מדבר וים המלח ומו"פ ערבה תיכונה, בשיתוף עם רשות הטבע והגנים, קק"ל ותושבי הקהילה. הפעולות כוללות גם הנבטה ושימור של חומר גנטי של אוכלוסיות התמרים מכל אחד מהאתרים. מבין עצי התמר במעיינות בולטות במיוחד האוכלוסיות של עין זיק ועין שביב, ותוצאות ראשוניות של מחקר מקביל, העוסק באפיון הגנטי של תמרי המעיינות, מרמזות על קיומם של תמרים מטיפוסים גנטיים ייחודיים בשני הנאות הללו. השערה זו נתמכת גם בממצאי סקר זה: מאפייניהן הדמוגרפיים של האוכלוסיות מצביעים על יחסי זווית מאוזנים, התפלגות גילים רחבה, פריסת הדקליות וריחוקן הגאוגרפי. אפשר שהאוכלוסיות האלה משמרות אוכלוסייה שרידית של תמרי פרא עתיקים, שמקורם בנטיעות שננטשו, ואולי אף של תמרי בר (*Phoenix sylvestris*) שנבטו באופן עצמאי. נושא זה ייבדק לעומק במחקר גנטי עתידי.

מקורות

מנדלסון ע. 2021. **סקר טבע עין צין ועין עקבים**. החברה להגנת הטבע. מרקוס מ. 1982. **סקר נוף חבל אילות (1978-1979)**. המועצה האזורית חבל אילות. מרקוס מ. 1983. **הר הנגב המרכזי ומכתש רמון: סקר נוף ומסלולי טיול**. רשות שמורות הטבע. מרקוס מ. 2020. תצהיר. בתוך: גלילי ואח' נגד רותם אמפרט נגב ואח', **בקשה לתובענה ייצוגית סביבתית**. בית המשפט המחוזי באר שבע, ת"צ 8375/20. משל ז ומרקוס מ. 1976. **סקר נוף: באזור רכס חצרה, בקעת נחל צין, הר ההר והערבה הצפונית**. תל אביב: המכון לחקר שמירת הטבע, אוניברסיטת תל אביב. פורת י. 2016. בארות-מנהרה ויישובים מהתקופה האסלאמית הקדומה בערבה. **עתיקות**, 86, 1-81. צוריאלי א. 2016. **תמונת מצב הידרוגיאולוגית עדכנית לאזור הערבה הצפונית וכיכר סדום**. דו"ח הידרולוגי ISSN – 0334-3367. השירות ההידרולוגי. צוריאלי א. 2021. **מעיינות ושיאבות מהאקוויפרים בערבה**. מצגת לרשות הטבע והגנים. השירות ההידרולוגי, רשות המים. צוריאלי א. ושוורץ צ. 2019. **סיכום סיור בנושא עין יטבתה (עין ע'אדיאן)**. השירות ההידרולוגי, רשות המים. רוזנטל י. 1995. **גיאודידרולוגיה ואקולוגיה של מעיינות הערבה**. רשות שמורות הטבע.

אור נ ועבאדי מ. 1983. **היבטים סביבתיים של תהליך ההמלחה וזיהום המים בעין עקבים/צין**. רשות שמורות הטבע. אשכנזי א. 2007. **החקלאות הקדומה בהר הנגב: תפוצה מרחבית לאור מאפיינים גיאוגרפיים וגיאולוגיים** (עבודת גמר לתואר מוסמך). ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים. ברנשטיין צ. 2004. **התמר**. המועצה ליצור ושיווק פירות. ברסלבסקי י. 1955. **הידעת את הארץ? כך ג: ים המלח סביב סביב**. עין חרוד: הקיבוץ המאוחד. גוטליב א. ווידן ע. 2009. **נאת צין – עקבים**. תיק ממשק. רשות הטבע והגנים. גרינברג א. 2022. **עין רדיאן מקום, מחקר – טקסט** (עבודת גמר לתואר מוסמך). חיפה: אוניברסיטת חיפה. ויזלי י (עורך). 1984. **החי והצומח של ארץ ישראל, כרך 8: הצומח של ארץ ישראל**. תל אביב: משרד הביטחון – ההוצאה לאור. ויזלי י ואגמי מ. 1979. **צמחי מלחה בישראל**. פתח תקווה: המדור לאקולוגיה. זילברמן ע, אידלמן ע, אבני י וגינת ח. 2011. **הגיאולוגיה והתפתחות הנוף בנגב**. ירושלים: העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח התיכון. כהן ששון א. 2017. **מבט מחודש על מפעל הכרייה המצרי בבקעת תמנע: היבטים חברתיים של מערכת הפקת הנחושת בתקופת הממלכה החדשה** (עבודה לקבלת תואר דוקטור). באר שבע: אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. לוי ש. 1987. **הבדלים במדבר סיני: דגם של חברה מדברית**. ירושלים: שוקן. לונדון ע ובן יהושע ש. 2017. תולדות ענף התמרים בארץ ישראל. **קתדרה**, 166, 7-30.

- Lev-Yadun S. 2021. Age, rainfall and gender expression in stressed *Pinus pinea* trees planted in an arid region. *Negev, Dead Sea and Arava Studies*, 13(2), 46–53.
- Meroz AM, Babad A, and Levin N. 2024. Identifying the climatic and anthropogenic impact on vegetation surrounding the natural springs of the Arava Valley using remote sensing methods. *Land*, 13(3), 361.
- Meshel ZE. 1989. A fort at Yotvata from the time of Diocletian. *Israel Exploration Journal*, 39(3/4), 228–238.
- Oren O, Yechieli Y, Böhlke JK, and Dody A. 2004. Contamination of groundwater under cultivated fields in an arid environment, central Arava Valley, Israel. *Journal of Hydrology*, 290(3–4), 312–328.
- Schmidt J, Ben Bassat Y, and Bar-Oz G. 2024. In the land of the Dabouki: Interdisciplinary notes on a native grape cultivar in Israel. *Journal of Arid Environments*, 224, 105220.
- Shalev N, Burg A, Gavrieli I, and Lazar B. 2015. Nitrate contamination sources in aquifers underlying cultivated fields in an arid region – The Arava Valley, Israel. *Applied Geochemistry*, 63, 322–332.
- Tengberg, M. 2012. Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of Arid Environments*, 86, 139–147.
- Tripler E, Shani U, Muallem Y, and Ben-Gal A. 2011. Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agricultural Water Management*, 99(1), 128–134.
- Warrag MOA and Al-Wasel AS. 2000. Autoallelopathic potential of leaflets and seeds on seedling growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 5(1), 7–10.
- Zohar M, Ben-Bassat Y, and Bar-Oz G. 2025. Historical roots of heritage horticulture in the southern coastal plain of Israel. *Land*, 14, 285.
- Zohary D, Hopf M, and Weiss E. 2012. *Domestication of plants in the old world: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Oxford University Press.
- Ashkenazi E, Wachtel I, Bar-Oz G, Marom R, and Kolska Horwitz L. 2025. An ecological comparison of two abandoned heritage orchards in northern Israel. *Heritage*, 8, 76.
- Amiel N, Dror I, Zurieli A, Livshitz Y, Reshef G, and Berkowitz B. 2021. Selected technology-critical elements as indicators of anthropogenic groundwater contamination. *Environmental Pollution*, 284, 117156.
- Avner U and Magness J. 1998. Early Islamic settlement in the southern Negev. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 310(1), 39–57.
- Bailey C. 1980. The Negev in the nineteenth century: Reconstructing history from Bedouin oral traditions. *Asian and African Studies*, 14, 35–80.
- Bar-Oz G, Galili R, Fuks D, Erickson-Gini T, Tepper Y, Shamir N, et al. 2022. Caravanserai middens on desert roads: A new perspective on the Nabataean–Roman trade network across the Negev. *Antiquity*, 96(387), 592–610.
- Bar-Oz G, Galili R, Hildebrandt B, Shamir O, Shamir-Shafira N, Lokshina DG, et al. 2024. Treasures in the trash mounds of Nahal 'Omer: An Early Islamic village in Wadi Arabah, Israel. *CARMEL: Studies in Archaeological Sciences and Conservation*, 3, 1–24.
- Bruins HJ, Sherzer Z, Ginat H, and Batarseh S. 2012. Degradation of springs in the Arava Valley: Anthropogenic and climatic factors. *Land Degradation & Development*, 23, 365–383.
- David M, Kislev M, Melamed Y, Ben-Yosef E, and Weiss E. 2022. Plant remains from Rothenberg's excavations in Timna: Smelters' food and cultic offerings at the turn of the first millennium BCE. *Tel Aviv*, 49(2), 230–249.
- Erickson-Gini T. 2016. Excavations at the Nabatean Site of 'En Tamar'. *Atiqot*, 87, 49–71.
- Gros-Balthazard M, Newton C, Ivorra S, Pierre MH, Pintaud JC, and Terral JF. 2016. The domestication syndrome in *Phoenix dactylifera* seeds: Toward the identification of wild date palm populations. *PLoS ONE*, 11(3), e0152394.
- Hirschfeld Y. 2006. The Nabatean presence south of the Dead Sea: New evidence. In: Bienkowski P and Galor K (Eds). *Crossing the Rift: Resources, Routes, Settlement Patterns and Interaction in the Wadi Arabah*. Oxford. pp. 167–180.
- Krueger RR. 2021. Date palm (*Phoenix Dactylifera* L.) biology and utilization. In: Al-Khayri JM, Jain SM, and Johnson DV (Eds). *The Date Palm Genome, Vol. 1: Phylogeny, Biodiversity and Mapping*. Cham: Springer. pp. 3–28.