

Research article

מאמר מחקר

המדרגות החקלאיות והשפעתן על צימוח ועל שרידות עצי פרי בהר הנגב המרכזי כמקרה בוחן להצלחת החקלאות העתיקה בתקופה הביזנטית

א' אשכנזי

החוג לגיאוגרפיה, הפקולטה למדעי החברה והרוח, מכללת אורנים
החוגים לגיאוגרפיה ולימודי ארץ ישראל, הפקולטה לחינוך, מכללת בית ברל

פרטי התקשורת: eli.ashkenazi@mail.huji.ac.il 972 52 2948631 +

ת ק צ י ר

בהר הנגב המרכזי פזורים עצי פרי ושרידי בוסתנים, שניטעו בידי תושבי האזור במאות השנים האחרונות. חלקם נטושים זה עשרות שנים וחלקם פעילים עד היום. העצים והבוסתנים ניטעו בחלקות קרקע תחומות במדרגות חקלאיות קדומות, שרובן ניבנו בתקופה הביזנטית (המאות 4–7 לספירה). בבוסתנים גדלים עצי פרי תרבותיים כגון זית (*europaea Olea*), תאנה (*Ficus carica*), גפן (*vinifera Vitis*), רימון (*granatum Punica*), שקד (*dulcis Prunus*), תמר (*Phoenix*), חרוב (*Ceratonia siliqua*), אלת הבוטנה (*vera Pistacia*) וחושש (*aurantium Citrus*), ורובם ניטעו לפני קום המדינה. העצים בבוסתנים הנטושים לא הושקו בידי אדם זה עשרות שנים, ולמרות זאת הם שורדים, צומחים, וחלקם אף מניב פירות. בבוסתנים אחדים נמצאו עצים שגילם מוערך במאות שנים. הצימוח ושרידות העצים מושפעים מגורמים שונים, כגון מאפייני יחידות המסלע הסמוכות לחלקות החקלאיות, מאפייני הקרקע, מצב ההשתמרות של המערכות החקלאיות העתיקות והידע החקלאי של בעלי הבוסתנים הבדווים בגידול עצי פרי. במאמר הנוכחי נדונה השפעת המדרגות החקלאיות הביזנטיות על הצימוח ועל השרידות של עצי הפרי, שניטעו לאורך הדורות עד שנת 1948 במערכות חקלאיות עתיקות בהר הנגב המרכזי. בעיקר נבחנה פוטנציאל הצימוח של העצים, ועד כמה הם הושפעו מתנאי האקלים בהר הנגב בתקופה הביזנטית בהשוואה לתנאי האקלים בימינו.

מילות מפתח:

בוסתנים

זית

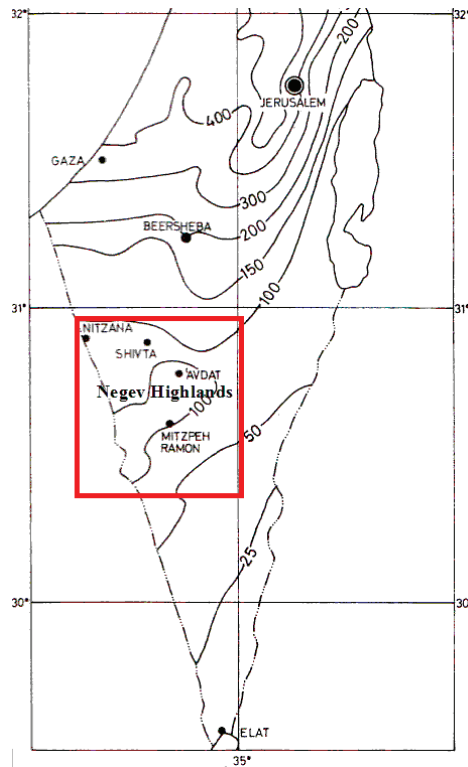
שינויי אקלים בתקופה

הביזנטית

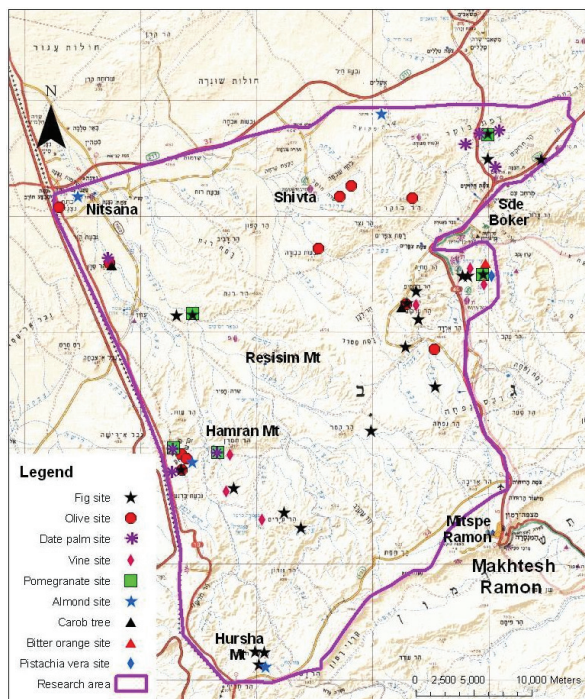
מי נגר

שיטפונות

במחקר זה תוצג ההשפעה של המדרגות החקלאיות הביזנטיות על הצימוח ועל השרידות של עצי פרי תרבותיים בבוסתנים נטושים שניטעו לאורך הדורות עד שנת 1948 במערכות חקלאיות עתיקות בהר הנגב המרכזי. עוד יוצג מה אפשר להסיק מפותנציאל הצימוח של עצי הפרי האמורים בתנאי האקלים הנוכחי על אודות האקלים בהר הנגב בתקופה הביזנטית ועל הצורך של העצים בכמות משקעים רבה יותר כדי להצליח בגידולם.



איור 1: הנגב והר הנגב (המסומן ברביוע אדום)



איור 2: תפוצת עצי פרי שניטעו במערכות חקלאיות מהתקופה הביזנטית בהר הנגב המרכזי

לאבן יסוד של היישוב בנגב. ענפיה המרכזיים היו שמן זית, גידולי חיטה וייצור יינות משובחים (רובין, 1990; Fuks et al., 2014; Avni, 2014; Langgut et al., 2020).

בשל מיעוט המשקעים בהר הנגב, הנמוכים מערכי המינימום החיוניים לגידולים חקלאיים ים-תיכוניים (חיטה, שעורה ועצי פרי שבראשם הזית והגפן), נאלצו החקלאים הקדמונים ללכוד את עודפי המים שאינם נספגים בקרקע בזמן שיטפונות ולרתום אותם לשימושם. החקלאים התגברו על הבעיה במידה רבה באמצעות בניית קירות אבן שסכרו את אפיק הנחל לרוחבו, ומעליהם וביניהם גודלו הגידולים החקלאיים. קירות אלה הם המדרגות החקלאיות, המוכרות יותר בשם "טרסות", שהיו המרכיב העיקרי במערכות החקלאיות הקדומות. המדרגות החקלאיות נבנו לרוב בתקופה הביזנטית ובמידה פחותה גם בתקופה המוסלמית הקדומה (Ashkenazi et al., 2019; Avni, 2014; Haiman, 1986, 1993; Tepper et al., 2020).

רוב המדרגות החקלאיות בולטות מעל פני הקרקע שמאחוריהן בכ-10–60 ס"מ, והן בנויות משורות אבנים המונחות זו על גבי זו. באפיקים הסכורים זורמים המים באיטיות ממדרגה חקלאית אחת למדרגה שמתחתיה, הם מצטברים בתחתית המדרגה ומאחוריה, ולאחר מכן מחלחלים לקרקע. בכך מתאפשר העיבוד החקלאי של המדרגה המדרגות החקלאיות נקבע לפי רוחב האפיק או לפי רוחב החלקה החקלאית. המדרגות במוצא הנחלים התלולים הן לרוב עבות מהשאר, ובשל אופן בנייתן גם העמידות ביותר (Mayerson, 1960).

מידע רב על סוגי הגידולים החקלאיים בתקופה הביזנטית ובתחילת התקופה המוסלמית הקדומה אפשר לשאוב מתעודות מהמאה ה-6 וה-7 לסה"נ שנתגלו בניצנה, וידועות בשם "הפפירוסים של ניצנה". התעודות נכתבו במאה השנים האחרונות של השלטון הביזנטי בנגב, ושפתן יוונית. בשנים הראשונות שלטון הערבי נכתבו תעודות בשפות ערבית ויוונית (Kraemer, 1958). הדגנים הנפוצים שגידלו באותה עת היו חיטה ושעורה, ולצידן גם גפנים ועצי פרי נוספים (Kraemer, 1958). אפשר ללמוד זאת מהתעודות וגם משרידים בוטניים ארכאולוגיים (Colt, 1962; Fuks et al., 2020; Kraemer, 1958) וממתקני ייצור חקלאיים כגיתות המעידות על תעשיית היין הענפה, וכבתי בד המעידים על תעשיית השמן (רובין, 1990).

המדרגות החקלאיות שימשו כאמור לגידול עצי פרי ודגנים לאורך כל התקופות, אף שלא ברצף, מעת הקמתן בתקופה הביזנטית ובתקופה המוסלמית הקדומה, עבור באלף השנים האחרונות, בזמנים שהגיעו לכאן נוודים שזהותם אינה ידועה, וכלה בבדווים שהגיעו לנגב לפני כמאתיים שנים. בהר הנגב המרכזי יש עצי פרי ובוסתנים חקלאיים שניטעו בידי הבדווים ואפילו בידי קודמיהם, תושבי הקדומים של הר הנגב. רוב העצים והבוסתנים נטושים מאז מלחמת העצמאות, חלקם פעילים עד היום, וכולם ניטעו במערכות חקלאיות עתיקות, רובן מהתקופה הביזנטית (איורים 2–3). באתרים השונים גדלים עצי פרי תרבותיים כגון זית, תאנה, גפן, רימון, שקד, תמר, אלת בוטנה, חרוב וחושחש. העצים הנטושים לא הושקו בידי אדם זה עשרות שנים לפחות. בחלק מהאתרים נמצאו עצים שגילם מוערך במאות שנים. אף על פי שאינם מטופלים, עצים רבים עדיין חיים ואף מניבים פירות (Ashkenazi et al., 2015, 2019).

2.3 פוטנציאל הצימוח של המערכות החקלאיות הביזנטיות שבהן גדלים העצים

במחקר נבדקו מאפייני המסלע והקרקע, התנאים ההידרולוגיים ואגן הניקוז, גודל החלקות, קרקע ועומק הקרקע וגם מבנה המדרגות החקלאיות והשתמרותן. ההיסטוריה של העצים והבוסתנים נחשפה בעזרת בדיקת מקורות היסטוריים של חוקרים ונוסעים לאורך הדורות, ובעזרת ראיונות עם בדווים שחיו באזור בעבר וחיים בו היום, ועם חוקרים שחקרו את האזור.

3. תוצאות

3.1 מיקום העצים ביחס למדרגה החקלאית

ככל שהעצים גדלים סמוך למדרגה החקלאית, כן מצבם הכללי טוב יותר. בטווח של עד 2 מ' מהמדרגה החקלאית – מצב כל העצים טוב במידה שמצב המדרגה החקלאית טוב. בטווח של 2–3 מ' מהמדרגה החקלאית – מצבם הצמחי של רוב העצים טוב, אך פחות משל העצים הסמוכים יותר למדרגה החקלאית. מעבר ל-3 מ' יורדת השפעת המדרגה החקלאית על מצב העצים, אך אם מצבה של המדרגה טוב מאוד, השפעתה החיובית ניכרת על פני מרחקים הגדולים בהרבה מ-3 מ' ממנה, כפי שניתן לראות בטבלאות 1–3 ובאיורים 4–6. מבדיקות מצבם הצמחי של עצי הפרי עולה כי רוב העצים הנטושים שנחקרו אינם בעקה, ומצבם הצמחי הוא טוב או מצוין (טבלה 4).

3.2 מבנה המדרגה החקלאית

ככל שהמדרגה החקלאית שלמה יותר ובולטת מעל פני הקרקע, כלומר לא נהרסה בעקבות שיטפונות ויש לה מנגנון יעיל לשחרור עודפי מים, כך תרומת המים שלה רבה יותר, והעצים שגדלים סמוך לה במצב צמחי טוב יותר (איור 3).

3.3 עיצוב עצים

עצים מעוצבים שורדים ומתפתחים טוב בהרבה, וגם מצבם הצמחי טוב יותר מאשר מצבם של עצים שאינם מעוצבים (איור 7). מצאי המים בקרקעות בחלקות החקלאיות הסכורות, די בו לצימוח עצים ואף לתנובת פירות גם ללא השקיית עזר. גיזום נכון מאפשר את צמיחת העץ ואת התפתחותו כולל הנבת פירות (איורים 8–9).



איור 3: עץ זית עתיק הגדל סמוך למדרגה חקלאית עתיקה מהתקופה הביזנטית. המדרגה מצופה מי שיטפון על פני החלקה החקלאית שעליה גדל העץ בוואדי אום-זייתון

2. שיטות

במחקר נסקרו בסך הכול 123 עצי פרי במצבים צמחיים שונים ב-37 אתרים ברחבי הר הנגב המרכזי (איור 2). עצים אלה כללו תשעה מינים: זית, תמר, רימון, תאנה, שקד, גפן, חרוב, אלת בוטנה וחוששח.

2.1 סקר כמותי של עצי פרי ובוסתני עצי פרי נטושים בהר הנגב

הסקר כלל מיפוי מרחבי של בוסתנים על מפה של 1:50,000.

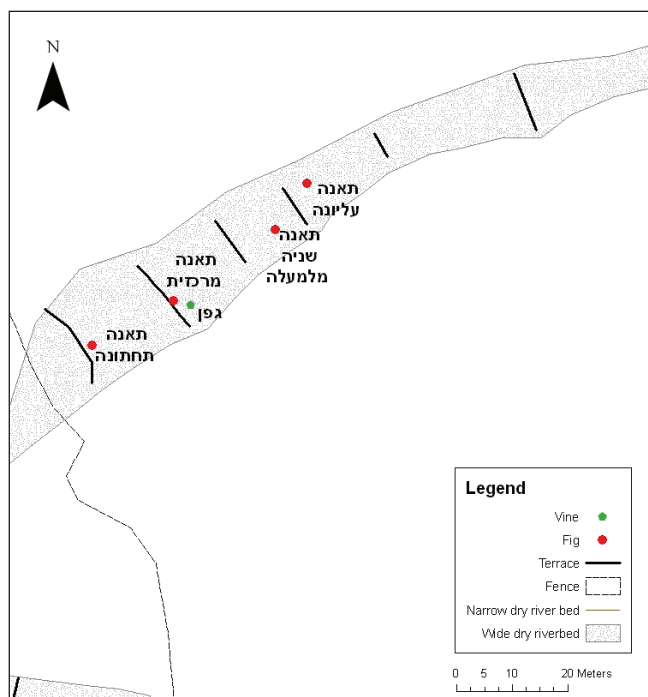
2.2 בדיקת מצב העצים

בדיקת מצב העצים נעשתה באמצעות תצפיות על התפתחותם בהתאם לתקופות השנה, ובהתאם לכמויות המשקעים וסופות הגשם ולזרימת המים בערוצים. מצבם הצמחי של העצים נבדק במיפוי ובמידות שנערכו בשדה ושכללו בדיקת מצב עלווה, מצב פריחה ופירות, מידה ומיקום יובש וגדילת העץ. בעצי זית נבדקו נתוני אורך ורוחב העלה, ובתאנים נבדקו אורך עלה ממוצע. קצב גדילת העצים בסנטימטרים נקבע באמצעות מדידת ענפים מסומנים. בדיקת פוטנציאל הצמיחה והפוריות נעשתה לאחר חידוש עצים לעומת קבוצת ביקורת, והיא התבצעה במקום שגדלים בו לכל הפחות שני עצים מאותו מין. רישום שיטפונות ואירועי גשם עכשוויים נעשה לצורך קבלת מדד נוסף, שתכליתו לסייע להבין את פוטנציאל המים הזמינים לעצי הפרי. מגוון המינים, קבוצת הזנים של העצים ורמת שרידותם נבדקו בהתאם למאפייני הסביבה הפיזית, ובאמצעות ניתוח חלקי של תצלומים ושל מידע כתוב מתקופות שונות. המידע נאסף במשך כל חודשי השנה בשנים 2007–2014. נתונים על חלק מהעצים ממשיכים להיאסף.

טבלה 2: בוסתן עצי תאנה וגפן: מצב צמחי ממוצע ביחס למרחק מהטרסה וביחס למצבה

שם העץ	מצב צמחי ממוצע על סולם 0-10			הערות
	מרחק מהטרסה במטרים	מצב	מת = 0 10 = מצב צמחי מצוין	
תאנה דרומית	2	5	6	הטרסה עוצרת מים ויוצרת שלולית קטנה ורדודה
גפן	3	10	9	הטרסה יוצרת שלולית גדולה ורחבה
תאנה מרכזית	0.5	10	9	הטרסה יוצרת שלולית גדולה ורחבה
תאנה שנייה מצפון	7	7.5	8	העץ במצב צמחי טוב, אך אינו מתפתח. הטרסה יוצרת שלולית
תאנה צפונית	2.5	5.5	8.5	הטרסה עוצרת מים ויוצרת שלולית רדודה (10-20 ס"מ)

הבוסתן נטוע ביוכל של נחל צין בנצ. 17825249 בערוץ מסדר 1 המתחת בתצורת חורשה מגיל איאוקן, וברום טופוגרפי של 515 מ'. בבוסתן גדלים ארבעה עצי תאנה וגפן אחת.



איור 5: בוסתן עצי תאנה וגפן

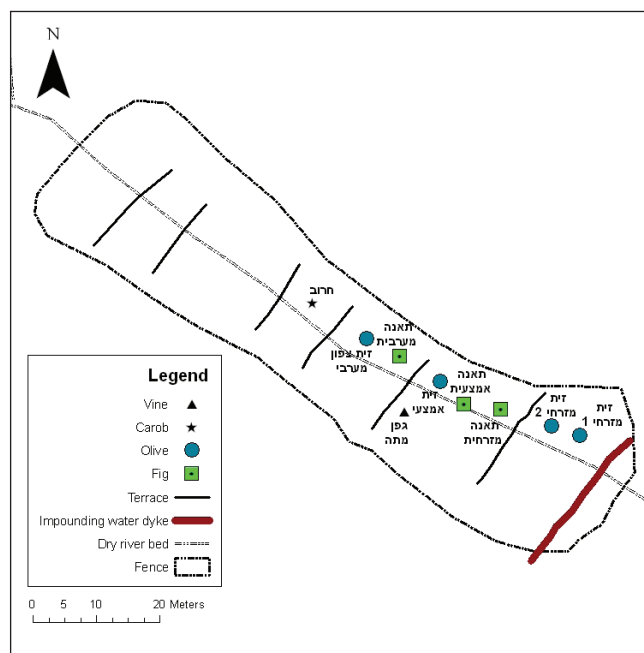
3.4 מיקום הבוסתנים

הבוסתנים ממוקמים באזור הר הנגב, מצפון למכתש רמון (איור 2).

טבלה 1: בוסתן ביוכל של נחל עבדת: מצב צמחי ממוצע ביחס למרחק מהטרסה וביחס למצבה

שם העץ	מצב צמחי ממוצע על סולם 0-10			הערות
	מרחק מהטרסה במטרים	מצב	מת = 0 10 = מצב צמחי מצוין	
זית מזרחי	3	10	9.5	מצב טוב מאוד ויציב
זית שני ממזרח	6	10	9	מצב טוב מאוד ויציב
תאנה צפון-מערבית	3	1.5	9	מצב טוב מאוד ויציב
תאנה דרום-מערבית	5	1.5	8.5	מצב טוב מאוד ויציב
תאנה מערבית	3.5	1.5	0	מתה בחורף 2011-2010
זית שני ממערב	8	1.5	2	מצבו משתנה מעט. לרוב מצבו טוב, אבל אינו מתפתח לגובה
זית מערבי	7.5	2.5	2	לרוב מצבו טוב, אבל אינו מתפתח לגובה
גפן	5	1	0	מתה. תאריך תמותה לא ידוע
חרוב	4	2.5	9.5	מצב טוב מאוד ויציב

הבוסתן נטוע ביוכלים העליונים של נחל רתמים בנצ. 17305226 בנחל מסדר 3 בגובה 670 מ' מעל פני הים בסלעי קירטון מתקופת האיאוקן. בבוסתן גדלים ארבעה עצי זית, שלושה עצי תאנה וחרוב אחד. בעבר צמחה בבוסתן גפן, אך היא מתה. תאריך התמותה אינו ידוע, אולם הגזע שלה עדיין נצפה באתר. העצים ניטעו סמוך מאוד לקו זרימת מי השיטפונות, וסמיכות זו תורמת לשרידותם בשל חלחול מים לאורך נתיב הזרימה. העצים נטועים בלב הערוץ, לכן כל העצים מקבלים מי נגר.

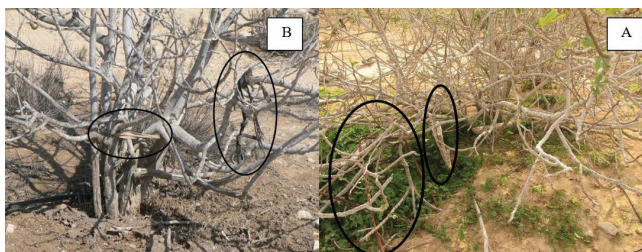


איור 4: בוסתן ביוכל של נחל עבדת

טבלה 4: מספר הפרטים של עצי פרי בהר הנגב הנמצאים בעקה לפי מינים (סולם 0-10. עץ מת, 10 = עץ במצב צמחי מצוין וללא שום סימני עקה) ואחוז העצים בכל רמת עקה

מין העץ	עקה				ללא עקה			
	עקה חלקית 8-5.5	עקה חלקית 5.5-3	עקה חלקית 3-0	עקה חלקית 10-8	עקה חלקית 8-5.5	עקה חלקית 5.5-3	עקה חלקית 3-0	עקה חלקית 10-8
תמר	45.45	0	0	6	5			
רימון	8.33	25	33.33	4	1	3	4	
תאנה	12.82	25.64	15.38	18	5	10	6	
זית	34.78	4.34	13.04	11	8	1	3	
שקד	80	0	0	20	4		1	
חרוב	100	0	0	0	1			
גפן	53.84	38.46	0	7.69	7	5	1	
חושש	100	0	0	0	1			
אלת בוטנה	100	0	0	0	1			

בדיקות המצב הצמחי והעקה של העצים נערכו במשך כל עונות השנה כמתואר בסעיף 2.2 בפרק השיטות. בתאנים, בזיתים ובגפנים נבדקה מוליכות הפיוניות במכשיר מדידה Leaf Porometer מתוצרת Decagon דגם SC-1 (צוהריים, שמיים בהירים ללא עננות) במיקרומול/מ²/שנייה. בתאנים ובזיתים נבדק פוטנציאל תכולת רטיבות יחסית בעלים (צוהריים, שמיים בהירים ללא עננות). פוטנציאל תכולת הרטיבות נבדק לאחר שקילת העלה בזמן קטיפתו. לאחר מכן הוטבל העלה במים מזוקקים ל-24 שעות ונשקל שוב. בשלב הבא הוא הוכנס לתנור בחום 65°C לשבוע ימים. פוטנציאל תכולת הרטיבות היחסית (RWC – Relative Water Capacity) חושב כך: (משקל העלה הקטוף בשטח מינוס משקל העלה לאחר תנור) חלקי (משקל העלה לאחר מים מזוקקים מינוס משקל העלה לאחר תנור) כפול 100. בגפנים נבדק פוטנציאל המים בתא לחץ של חברת MRC, דגם ARIMAD-3000 (צוהריים, שמיים בהירים ללא עננות) במגה פסקל.

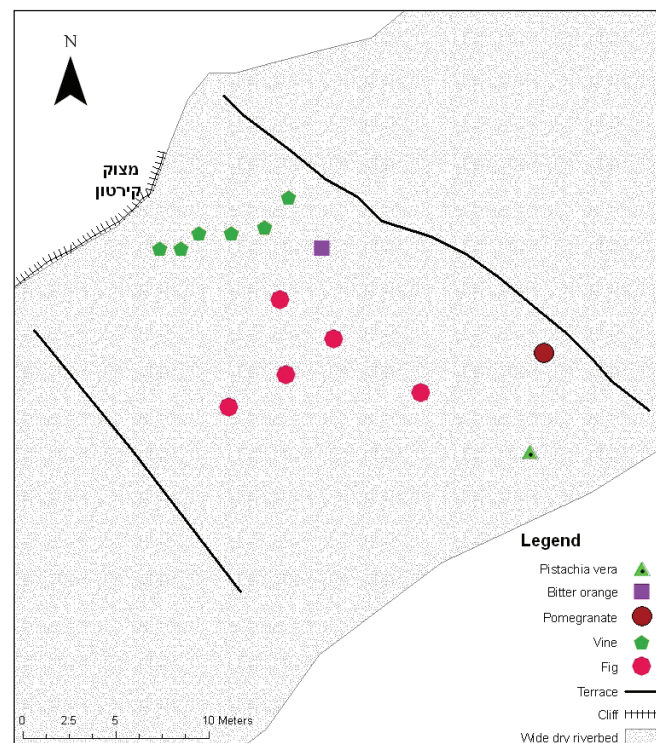


איור 7: עצי תאנה לא מעוצבים שענפיהם התחתונים, הגדולים והכבדים נוטים לקרוס, ונתמכו בתומכות עץ (בעיגול הימני) וברזל (בעיגול השמאלי) (A). מניעת קריסה בוצעה על ידי קשירת הענפים ברצועות בד (סומן בעיגול) (B). העצים גדלים בבוסתן ביובל של נחל עבדת

טבלה 3: בוסתן נחל דבשון: מצב צמחי ממוצע ביחס למרחק מהטרסה וביחס למצבה

שם העץ	מצב צמחי ממוצע על סולם 0-10		
	מרחק מטרסה במטרים	מצב הטרסה	מצב צמחי מצוין
גפן מערבית	8	7	8.5
גפן 2 ממערב	7.5	7	9
גפן 3 ממערב	6.5	7	9
גפן 4 ממערב	5.5	7	9
גפן צפונית	2	7	9.5
גפן 2 מצפון	4	7	9.5
תאנה צפון-מערבית	6.5	7	9
תאנה 2 מצפון מערב	6	7	9
תאנה צפון-מזרחית	6	7	8.5
תאנה שורה שנייה	9	7	8
תאנה דרומית	11	7	6.7
רימון	1	7	9.7
אלת בוטנה	6	7	9
חושש	2.5	7	9

הבוסתן נטוע בנחל דבשון בנצ. 17955251 בערוץ מסדר 4 המתחת בתצורת חורשה מגיל איאוקן וברום טופוגרפי של 500 מ'. בבוסתן כ-13 פרטים ממינים שונים (מפה 18 ותצ"א 8).



איור 6: בוסתן נחל דבשון

הרב מאפשר עצירת מי נגר שיטפוניים בגובה של עד 40 ס"מ ואת פיזורם על פני החלקה החקלאית בהתאם למפלס הגובה שמי הנגר נעצרו בו. בשל כמות מים רבה זו, שהתרכזה על החלקה החקלאית, זוכים העצים הגדלים בחלקה בכמות מים רבה יחסית.

למדרגות חקלאיות גבוהות יש יתרון גם בתרומת נגר עילי, בכך שפוטנציאל עצירת המים שלהן גדול יותר (איורים 3, 10). מנגד, מדרגה חקלאית שנפרצה גורמת ברוב המקרים להידרדרות במצב העץ בתוך שנים אחדות בשל בריחת המים מהחלקה החקלאית (איור 11). פריצה שכזו יכולה לגרום אפילו לתמותת העץ, כפי שקרה לזית באום-זייתון לאחר פריצת מדרגה חקלאית שבעטייה מת הגזע הראשי, אם כי העץ עדיין חי. דוגמה נוספת היא עץ שקד בבוסתן הר רומם. לאחר פריצת המדרגה החקלאית בעקבות שיטפון חלה הידרדרות קשה במצב העץ. פריצת מדרגה חקלאית הביאה למותם של כמה עצים, בהם עץ שקד בבוסתן נחל רומם (ג.צ. 16024914), עצי תאנה בבוסתן ברמת דבשון (ג.צ. 17795248) ועץ תאנה בנחל רתמים (ג.צ. 17375236) (איור 12). אם כן, מתקיימת זיקה ברורה בין מקום העץ ביחס לחלקה החקלאית ולמדרגה החקלאית, לבין מצבו הצמחי. צודקים אפוא נבו (1991) ונבו וקורן (Nevo and Koren, 1991) בטענתם שלא לכל מקום בחלקות העיבוד הגיעו מי נגר, ולמעלה הנחל או לסביבת הגבעות הגיעו מי נגר רבים יותר מאשר לאזורים אחרים במערכת החקלאית. כמו כן נכונה טענתם שלחלקים מסוימים של המערכת הגיעו מי נגר בכמות מזערית, והלכה למעשה פעלו החוות החקלאיות על פי תוכנית של מיקרו-אגני היקוות פנימיים.

לחקלאי הביזנטי הייתה שליטה כמעט מוחלטת על ניתוב מי השיטפונות לאזורים המועדפים על פני החלקה החקלאית באמצעות ביצוע מגוון פעולות: מיקום המדרגה החקלאית, בנייתה ותחזוקתה כך שתבלוט מעל פני שטח החלקה החקלאית, יצירת תעלות מכוונינות נגר על החלקה החקלאית וחפירת גומות השקיה לעצים. שליטה מעין זו הייתה יכולה להיות גם לבדווים, אך בהיותם חברה נוודית חסרה להם הבנה חקלאית בגידול עצי פרי, ולכן ברוב המקרים השליטה לא מומשה.

גם לעיצוב העצים יש השפעה רבה על מצבם. עץ שלא עוצב סובל בעיקר מקריסה של גזעי המשנה או של ענפי המשנה (איור 7). במקום שהמים ינותבו אל כמה גזעים וענפים דומיננטיים ויחזקו אותם, כל חלקיו מנצלים את משאבי המים הזמינים בקרקע. נושא זה חשוב ביותר, כיוון שגיוזם נכון מאפשר לעץ התאוששות ושגשוג ללא השקיה. עדות לכך היא עצים שגזעם המרכזי מת בשל עקת יובש בנחל מתנן, ושהתאוששו והתפתחו מחדש בעקבות גיוזם.

דוגמה לכך היא שיקום עץ הזית בבוסתן בנחל מתנן (ג.צ. 15365096). על פי התיעוד של מוטי היימן מסוף שנות השבעים במסגרת הסקר הארכאולוגי של הנגב, היה העץ גדול ויפה. במרוצת השנים מתו מרכז העץ וזרועותיו, כנראה מחוסר טיפול לאחר נטישת הבוסתן, אך סורים רבים החלו לפרוץ מבסיס העץ. התנוונות הנוף העצי הוציאה את העץ מכלל אפשרות לייצר פירות, והוא הפך לשיח עם תכונות יובינליות. על מנת להשיב לעץ את פוטנציאל הפוריות כבעבר סולקו רוב הסורים והושארו מהם רק חמישה-שישה ענפים החזקים והמובילים ביותר. פריצת הענפים מהניצנים המעטים שהושארו אפשרה את התפתחותם של ענפי גידול חזקים יותר ואת התרחקותם מהשורש, והשבתם לפוריות.



איור 8: עץ זית בעל גזע בודד ביובל של נחל לבן. חלקו התחתון הצר והארון יובינלי, וחלקו הרחב והעליון בוגר. לפני גיוזם החלק היובינלי



איור 9: עץ זית בעל גזע בודד ביובל של נחל לבן. חלקו התחתון הצר והארון יובינלי, וחלקו הרחב והעליון בוגר. לאחר ניקוי הגזע מהחלק היובינלי

4. דיון

כל עצי הפרי שנשתלו במרחק עד 2 מ' מהמדרגה החקלאית במצב צמחי טוב. זאת משום שהמדרגה עוצרת את מי הנגר הזורמים בערוץ הנחל. מאחר שהיא הנקודה הנמוכה ביותר בחלקה החקלאית, רוב המים מתנקזים אליה ומצטברים בצמוד לה. לפיכך העצים שנשתלו בקרבתה נהנים מהכמות הרבה ביותר של מי נגר הנאספים ומתרכזים לאורכה (איור 3). מעבר ל-2 מ' מהמדרגה יורד בהדרגה טווח השפעת פיזור המים, שכן ריכוז המים על פני המדרגה החקלאית נמוך יותר כיוון שהחלקה החקלאית מתגבהת ביחס למדרגה החקלאית, והיא מתרחקת מנקודת ריכוז מי הנגר (טבלה 3). דוגמה לכך היא המדרגה החקלאית הגבוהה, בין 40 ל-60 ס"מ, שנבנתה סמוך לעץ הזית בוואדי אום-זייתון (ג.צ. 17525187) במרחק של כחצי מטר מעץ הזית שמעליה. גובהה

שידועותיהם בגידול עצי פרי עלו בהרבה על הידע שיש לבדווים, ולכן קרוב לוודאי שבאותם תנאים פיזיים ואקלימיים היו הביזנטים מצליחים יותר בגידול העצים. בתנאי המדבר העכשוויים היה צריך החקלאי הקדום לקיים כמה הליכים פשוטים כדי להצליח בגידול העץ: (1) עיצוב, (2) גיזום, (3) שמירה על שלמות המדרגות החקלאיות, (4) שיקום המדרגות החקלאיות והמתקנים החקלאיים מכווני הנגר העילי לאחר שנפגעו בשיטפונות, ו-(5) זיבול ודישון. החקלאים הביזנטים ביצעו פעולות אלו, הכוללות הן טיפול ישיר בעצים והן תחזוקה שוטפת של המערכות החקלאיות, אך מהראיונות עם הבדווים שחיו בהר הנגב לפני קום המדינה, עולה שהן לא נעשו בעבר, וגם היום הבדווים תושבי האזור אינם מבצעים אותן.

הביזנטים השקיעו רבות בעבודת אבן מסיבית: הם הקימו מחצבות אבן ובנו מערכות חקלאיות כבירות רבות, כולל מתקני תמיכה להכוננת נגר עילי (שיאון ואחרים, 2022; Tepper; Ashkenazi et al., 2019; et al., 2017) בעוד הבדווים לא זו בלבד שלא בנו מדרגות חקלאיות ומתקני הכוננת נגר עילי, הם אף צמצמו את אזורי העיבוד החקלאי על המדרגה החקלאית לאזורים שבהם המדרגה לא נפרצה ולמקומות שבחלקה החקלאית יש עדיין קרקע שלא נסחפה בשיטפונות. לפיכך הצלחת הבדווים לגדל עצי פרי בתנאי המדבר הנוכחיים גם ללא הקפדה על טיפול בעצים ועל פעולות של אחזקה שוטפת של המדרגות החקלאיות מעידה על היכולת הבסיסית של האזור לתמוך בקיום עצים, ככל שיהיו להם מי נגר במהלך החורף. הצלחת הבדווים כיום בגידול עצים ללא השקיה מסודרת וללא מדרגות חקלאיות מתוחזקות, באה לידי ביטוי לא רק בגידול של עצים בודדים אלא גם בגידול חלקות קטנות של כרמי זיתים. בנחל אריכא וברמת ציפורים שבהר הנגב המרכזי יש כרמים המושקים באמצעות מי הנגר העילי המגיע אל החלקות החקלאיות בזמן שיטפונות החורף. העצים אינם מושקים ורובם גם אינם מטופלים, ולמרות זאת מצבם הצמחי טוב מאוד (איור 13).



איור 10: עץ זית עתיק הגדל סמוך למדרגה חקלאית עתיקה מהתקופה הביזנטית שגובהה 40-60 ס"מ. ואדי אום-זיתון

שיקומים נוספים דומים נעשו בעצי תאנה ובעוד שני עצי זית: בעץ הזית בנחל לבן נגזם החלק היובינילי שלו ובעקבות זאת התפתחה החופה העליונה המניבה של העץ (איורים 8-9). עץ זית נוסף, אף הוא באגן הניקוז של נחל מתנן, החל להניב חודשים אחדים לאחר גיזום החלק היובינילי שלו, לאחר שנים שהעץ לא הניב פרי. מכאן ניתן ללמוד שהמדרגות החקלאיות עוצרות די מי נגר עילי ומפזרות אותם על פני החלקה החקלאית במידה כזאת, שמצאי המים בקרקע מאפשר צימוח והתפתחות של העץ ותנובת פירות ללא השקיית עזר בידי אדם. מיקום העץ ביחס למקום ריכוז המים הסמוך לו הוא הגורם העיקרי המשפיע על שרידותו. כשהעץ נמצא במקום מיטבי בחלקה החקלאית ביחס לפוטנציאל תרומת מי הנגר שמפזרת המדרגה החקלאית על החלקה החקלאית, הוא שורד. אך אם מיקומו אינו סמוך למקום ריכוז מי נגר, יחמיר מצבו עד שהעץ ימות. היחסים שבין הקרקע-המסלע-המדרגה החקלאית הם הקובעים את ניתוב הזרימה של מי הנגר העילי ואת ריכוזם. אין ספק שבתנאי מסלע טובים התורמים מי נגר עילי רבים, כמו יחידות מסלע רצופות ללא ציפוי קרקעי או מסלע בעל מדרון תלול וקצר כגון תצורת שבוטה, מצב העצים הגדלים בסמיכות אליהם טוב מאוד, אף כאשר מצבה של המדרגה החקלאית העוצרת עבורם את מי הנגר גרוע או שהיא הרוסה. מסיבה זו באתרים מעין אלה היה על החקלאים הקדומים והבדווים במאתיים השנים האחרונות להשקיע מאמץ פחות בהרבה באיסוף ובריכוז מי נגר.

אין להמעיט בתרומת המסלע, אולם עבור החקלאים הקדומים והבדווים בימים שלפני קום המדינה, מבנה המדרגה החקלאית ואיכותה היו הגורם המכריע בהצלחת גידול עצי הפרי בהר הנגב המרכזי. מדרגה חקלאית בנויה היטב שיפרה את מצב העצים גם בערוצים קטנים ומקומיים מסדר 1 בעלי אגן ניקוז זעיר וללא יחידות מסלע התורמות נגר עילי משופר. אפשר לראות זאת בבוסתן ברמת דבשון בנ.צ. 17825249, הממוקם על תצורת חורשה שתורמת הנגר שלה אינה גבוהה. ברמת דבשון נמדד שטח המערכות החקלאיות, ונמצא כי היחס שבין השטחים התורמים נגר עילי משופר לבין השטחים הקולטים הוא של 1:14 בערך. כמויות משקעים נמוכות (כ-50 מ"מ בעונת גשמים) וסופות גשם חלשות הן סף מינימלי לזרימה. די בהן להשיג שרידות טובה של העצים בערוצים מסדר 1 בעלי אגן ניקוז זעיר וללא יחידות מסלע התורמות נגר עילי משופר – זאת בתנאי שמצב המדרגה החקלאית העוצרת את מי השיטפון תקין, ושהיא גבוהה מעל פני החלקה החקלאית.

בעת העתיקה וגם בחקלאות הבדווית המסורתית היה על החקלאי להקפיד לקיים כמה תנאים כדי שעצי הפרי ישגשגו. חשוב מכול היה לטעת את העץ במקום שבו נאספים מי נגר, כלומר סמוך למדרגה החקלאית, מעליה, או בגומת קרקע שעומקה כ-50 ס"מ לפחות. נוסף על כך היה צריך לדאוג שתעלות הָכוֹנֵת מי הנגר, שנחפרו על גבי החלקה החקלאית וניתבו מים אל גומות העצים, יישארו שלמות ופתוחות. לשם כך נדרשת תחזוקה מתמדת, שנשמרה בתקופת החקלאות האינטנסיבית שהתקיימה בתקופה הביזנטית, אך לא כן במאתיים השנים האחרונות, בעת שאת מקום החקלאי הקדום תפסו בדווים שאינם בעלי מסורת וידע חקלאיים. אף על פי שעצי הפרי אינם מטופלים ואינם מטופחים, ואף שהבדווים אינם בעלי מסורת חקלאית והבנתם בטיפוח עצי פרי מועטה, העצים שורדים, חלקם הגדול במצב צמחי טוב, והם אף מניבים. מהמאפיינים של סוגי המערכות החקלאיות של החקלאים הביזנטיים, אפשר להסיק

5. סיכום

נמצא כי התנאי המגביל את גידול העצים בהר הנגב אינו הצורך בתנאי אקלים גשומים יותר, אלא קיום תנאים סביבתיים מקומיים מתאימים, הקשורים בריכוז ובהצטברות מי שיטפונות קיימים בסביבת העץ. עומק קרקע מסיף לגובה העץ ולאיכות צימוח הענפים והעלים, אולם חלק גדול מהעצים גדלים היטב גם בקרקעות רדודות יחסית, אפילו בעומק פחות ממטר אחד. מאחר שמבדיקת נתוני הקרקע עולה כי קרקעות האזור טובות לגידול מינים שונים של עצי פרי, וכי לעצים יש חומרי דשן ברמה מספקת והם אינם סובלים ממליחות, ברור אפוא שהגורם המגביל המשפיע על מצבם הצמחי הוא המים ולא דשן, גיר או מליחות, ואת בעיית המים כגורם מגביל פותרות היטב המדרגות החקלאיות.

מעצם מציאת עצים חיים בהר הנגב השורדים מאות שנים, אפשר להסיק כי הבצורות במהלך מאות השנים האחרונות, ובעיקר משנת 1948 ועד ימינו, לא היו קיצוניות ולא גרמו לניוון העצים או למותם. יתר על כן, רוב העצים הנטושים שנחקרו אינם בעקה, ומצבם הצמחי טוב או אפילו מצוין. בכך ממחישים הבוסתנים את התאמת האקלים הנוכחי לגידול עצי פרי, ושרידותם בהר הנגב המרכזי מסייעת להשיב על השאלה המרכזית המלווה את חקר החקלאות הקדומה בנגב: האם האקלים בתקופה הביזנטית היה טוב מהאקלים הנוכחי?

גם הבוסתנים הבדויים הנטושים וכן אלה המטופלים בימינו תורמים לסוגיה חשובה זו. במקום שבו מצליחים הבדויים, חסרי המסורת והידע החקלאי, לגדל עצי פרי בתנאים הסביבתיים של היום בהר הנגב, היו ודאי החקלאים הביזנטים המנוסים פי כמה, שהתמחו בחקלאות קציר נגר מדברית לאורך כ-400 שנה, מצליחים הרבה יותר, וזאת גם ללא הבדל כלשהו באקלים. הבוסתנים נמצאים בהר הנגב מצפון למכתש רמון, ולא מוכרים לנו בוסתנים או עצי פרי בודדים הגדלים מדרום לקו זה. מיקומם מצפון למכתש רמון מעיד על שימור המסגרת האקלימית הנוכחית, שבה באזור זה עובר הגבול המפריד בין האזור הארידי המושפע ממשקעי הים התיכון, והוא משתרע מצפון למכתש רמון, לבין האזור ההיפר-ארידי, המושפע מאפיקי ים סוף, ומשטרע מדרום לו. באזור הארידי אפשר לקיים חקלאות עצי פרי מבוססת קציר נגר, לעומת זאת באזור ההיפר-ארידי החקלאות מבוססת על דגנים בלבד, כפי שעולה ממחקריו של עוזי אבנר בבקעת עובדה (Avner, 2004; Nadel and Avner, 2007), וגידול עצי פרי התבסס על גידול דקלים בצמוד לנאות המדבר כדוגמת עין יוטבתה ועין שחק בערבה.

מכל זאת עולה שהניסיון להציג את גידול עצי הפרי בהר הנגב בתקופות קדומות כתופעה המחייבת אקלים עבר רטוב מן האקלים הנוכחי, כפי שהציעו הנטינגטון (Huntington, 1911), הירשפלד (Hirschfeld, 2004) ואיסר וזוהר (2006), אינו מתיישב עם מסקנות המחקר הנוכחי. השיטפונות הם המקור העיקרי למי השקיה עבור העצים, והם עולים בחשיבותם על כמויות הגשם השנתיות. כיוון שהבצורות במאות האחרונות ובעיקר במאה השנים האחרונות לא חיסלו את השיטפונות במדבר, גם אם מספרם מועט, במקום שהמדרגה החקלאית התומכת בקיום העצים תקינה וטובה, ישרדו העצים וימשיכו לחיות, וכן במקרה של צימוח העץ בבסיס תצורת מסלע התורמת נגר עילי משופר, כתצורת שבטה למשל, כפי שניתן לראות בעצי הזית בנחל זיתן בנצ. 16715317.



איור 11: תאנה שמתחתיה מדרגה חקלאית שנפרצה בזמן שיטפון. נחל רתמים



איור 12: עץ תאנה שמת לאחר שהמדרגה החקלאית נפרצה בזמן שיטפון



איור 13: כרם זיתים בדווי עכשווי שאינו מושקה. נחל אריכא

- Ashkenazi, E., Avni, Y., Chen, Y., 2019. The vitality of fruit trees in ancient Bedouin orchards in the Arid Negev Highlands (Israel): Implications of climatic change and environmental stability. *Quaternary International*. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.09.039>
- Ashkenazi, E., Chen, Y., Avni, Y., Lavee, S., 2015. Fruit trees survival ability in an arid desert environment without irrigation in the Negev Highlands of Southern Israel. *Israel Journal of Plant Sciences* 62, 5–16.
- Avner, U., 2007. Bedouin cultural remains in the Eilat region. In: Van der Steen, E., Saidel, B., (Eds.), *On the fringe of society: Archaeological and ethnoarchaeological perspectives on pastoral and agricultural societies*. BAR International Series 1657, pp. 112–146.
- Avni, G., 2014. The Byzantine Islamic transition in Palestine: An archaeological perspective. Oxford University Press.
- Avni, Y., Porat, N., Avni, G., 2012. Pre-farming environment and OSL chronology in the Negev Highlands, Israel. *Journal of Arid Environments* 86, 12–27.
- Avni, G., Porat, N., Avni, Y., 2013. Byzantine–Early Islamic agricultural systems in the Negev Highlands: Stages of development as interpreted through OSL dating. *Journal of Field Archaeology* 38/4, 332–346.
- Avni, Y., Porat, N., Plakht, J., Avni, G., 2006. Geomorphic changes leading to natural desertification versus anthropogenic land conservation in an arid environment, the Negev Highlands, Israel. *Geomorphology* 82, 177–200.
- Braun, M., 1967. Type sections of Avdat Group, Eocene formations in the Negev (Southern Israel). *Stratigraphic sections No 4*. Geological Survey of Israel. Israel.
- Bruins, H. J., 2012. Ancient desert agriculture in the Negev and climate-zone boundary changes during average, wet and drought years. *Journal of Arid Environments* 86, 28–42.
- Cohen, R., 1985. Archaeological survey of Israel map of Sede Boker – West (167), 12–03. Department of Antiquities and Museums. Jerusalem.
- Cohen, R., Cohen-Amin, R., 2004. Ancient settlement of the Negev Highlands, Vol. II: The Iron Age and the Persian Period. Israel Antiquities Authority. Jerusalem.
- Colt, H. D., 1962. Excavations at Nessana, 1. The British School of Archaeology at Jerusalem. London.
- Evenari, M., Shanan, L., Tadmor, N., 1982. The Negev: The challenge of a desert. Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts.
- ממחקר זה עולה מסקנה מעשית נוספת: יש צורך לשמור על המדרגות החקלאיות כדי לשמר את העצים, ולכן נחוצה מעורבות הציבור בפרויקט שימור הבוסתנים ועצי הפרי בהר הנגב. היא יכולה לבוא לידי ביטוי בהיכרות עם העצים והמערכות החקלאיות העתיקות כחלק מנוף המורשת של הר הנגב, בחינוך לשמירת העצים ובלמידה בבתי ספר באופנים שונים כגון למידה חוץ-כיתתית, למידה מבוססת מקום ולמידת חקר. מעורבות הציבור ולמידת החקר יוכלו אף לעזור למדענים באיסוף מידע ונתונים על העצים, ויעזרו בכך לשיקום העצים.
- ### מקורות
- אבני, י', 1991. הגיאולוגיה, הפלאוגיאוגרפיה והתפתחות הנוף של הר הנגב הגבוה ומערב קמר הרמון, דו"ח GSI/6/91. המכון הגיאולוגי. ירושלים.
- איסר, א', זוהר, מ', 2006. מדבור – מי האחראי העיקרי? שינויי אקלים והשפעתם על ההיסטוריה של המזרח התיכון. גלילאו 92, 2–14.
- אשכנזי, א', 2007. החקלאות הקדומה בהר הנגב: תפוצה מרחיבת לאור מאפיינים גיאוגרפיים וגיאולוגיים. חיבור לשם קבלת תואר מוסמך. האוניברסיטה העברית בירושלים.
- גולדרייך, י', 1998. האקלים בישראל: תצפיות חקר ויישום. הוצאת מאגנס. ירושלים.
- דנין, א', 1977. הצומח בנגב מצפון לנחל פארן. ספריית פועלים והוצאת יחידי.
- ויזל, י', 1991. הקשר שבין האדם, הצומח והאקלים בנגב. בתוך: משל, ז' (עורך), הר הנגב. משרד הבטחון, ההוצאה לאור. תל אביב. עמ' 189–198.
- זילברמן, ע', 1977. הגיאולוגיה של קו סעד–נפחה–רמת עבדת. חיבור לשם קבלת תואר מוסמך. האוניברסיטה העברית בירושלים.
- זילברמן, ע', 1991. התפתחות הנוף בנגב המרכזי, הצפוני והצפון-מערבי בנאוגן ובקוורטר, דו"ח GSI/45/90. המכון הגיאולוגי. ירושלים.
- זנגביל, א', שמר, ד', 1986. אקלים. בתוך: שטרן, א', גרדוס, י', מאיר, א', קרקובר, ש', צוער, ח' (עורכים), אטלס הנגב. אוניברסיטת בן גוריון בנגב. באר שבע. עמ' 59–66.
- פינקלשטיין, י', פרבולוצקי, א', 1989. התנחלות והתנוודות במדבריות הדרום בתקופות קדומות. קתדרה 52, 3–36.
- רובין, ר', 1990. הנגב כארץ נושבת. יד יצחק בן צבי. ירושלים.
- שיאון, ע', אשכנזי, א', אריקסון-גיני, ט', 2022. עבדת הביזנטית והמערכת החקלאית סביבה. חפירות ומחקרים ארכאולוגיים בדרום הארץ 5, 27–57.
- Ashkenazi, E., Avni, Y., Avni, G., 2012. A comprehensive characterization of ancient desert agricultural systems in the Negev Highlands of Israel. *Journal of Arid Environments* 86, 55–64.

- Fuks, D., Bar-Oz, G., Tepper, Y., Erickson-Gini, T., Langgut, D., Weissbrod, L., Weiss, E., 2020. The rise and fall of viticulture in the Negev Highlands during Late Antiquity: an economic reconstruction from quantitative archaeobotanical and ceramic data. *National Academy of Sciences of the United States of America* 117, 33, 19780–19791. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922200117>
- Haiman, M., 1986. Archaeological survey of Israel map of Har Hamran southwest (198) 10–00. Department of Antiquities and Museums. Jerusalem.
- Haiman, M., 1993. Archaeological survey of Israel map of Har Hamran southeast (199). Israel Antiquities Authority. Jerusalem.
- Hillel, D., Tadmor, N., 1962. Water regime and vegetation in the central Negev Highlands of Israel. *Ecology* 43, 33–41.
- Hirschfeld, Y., 2004. A climatic change in the early Byzantine period? some archaeological evidence. *Palestine Exploration Quarterly* 136, 133–149.
- Huntington, E., 1911. *Palestine and its transformation*. Houghton Mifflin Company. Boston. New York.
- Kedar, Y., 1957. Ancient agriculture at Shivtah in the Negev. *Israel Exploration Journal* 7, 178–189.
- Kraemer, C. J., 1958. *Excavations at Nessana, III: non-literary papyri*. Princeton University Press. New Jersey.
- Langgut, D., Tepper, Y., Benzaquen, M., Erickson-Gini, T., Bar-Oz, G., 2020. Environment and horticultural in the Byzantine Negev Desert, Israel: sustainability prosperity and enigmatic decline. *Quaternary International*. doi: 10.1016/j.quaint.2020.08.056
- Mayerson, P., 1960. The ancient agricultural regime of Nessana and the central Negeb. The British School of Archaeology at Jerusalem. London.
- Mazor, E., 2001. Millennia of sustained desert agriculture in the central Negev versus highly preserved ecosystems inside the makhteshim. In: Krasnov, B., Mazor, E., (Eds.), *The makhteshim country: a laboratory of nature*. Pensoft Publishers. Bulgaria. pp. 333–363.
- Nadel, D., Avner, U., 2019. 'Uvda Valley, Site 190: final Report. *Hadashot Arkheologiyot: Excavations and Surveys in Israel* 131.
- Nevo, Y. D., 1991. Pagans and herders: A re-examination of the Negev runoff cultivation systems in the Byzantine and Early Arab periods. Achva Press. Jerusalem.
- Nevo, Y. D., Koren J., 1991. Hydromechanics, agricultural and economic aspects. In: Nevo, Y. D., (Ed.), *Pagans and herders: A re-examination of the Negev runoff cultivation systems in the Byzantine and Early Arab periods*. Achva Press. Jerusalem. pp. 87–107.
- Sharon, D., 1972. The spottiness of rainfall in a desert area. *Journal of Hydrology* 17, 161–175.
- Tepper, Y., Porat, N., Bar-Oz, G., 2020. Sustainable farming in the Roman-Byzantine period: Dating an advanced agriculture system near the site of Shivta, Negev Desert, Israel. *Journal of Arid Environments* 177. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104134>
- Tepper, Y., Rosen, B., Haber, A., Bar-Oz, G., 2017. Signs of soil fertigation in the desert: A pigeon tower structure near Byzantine Shivta, Israel. *Journal of Arid Environments* 145, 1–9.
- Wieler, N., Avni, Y., Rosensaft, M., 2016. The significance of the geological strata on desert runoff agriculture: Indications for stable desert environment over the last 1600 years in southern Israel. *Journal of Arid Environments* 135, 147–163.
- Yair, A., 1983. Hill-slope hydrology water harvesting and areal distribution of some ancient agricultural systems in the Northern Negev Desert. *Journal of Arid Environments* 6, 283–301.
- Yair, A., 1987. Environmental effects of loess penetration into the northern Negev Desert. *Journal of Arid Environments* 13, 9–24.
- Yair, A., Berkowicz, S. M., 1989. Climatic and non-climatic controls of aridity: The case of the Northern Negev of Israel. *Catena (Supplement)* 14, 145–158.
- Yair, A., Kossovsky, A., 2002. Climate and surface properties: Hydrological response of small arid and semi-arid watersheds. *Geomorphology* 42, 43–57.
- Zohary, D., 1954. Notes on ancient agriculture in the Central Negev. *Israel Exploration Journal* 4, 17–25.