האם השינויים בצומח ארץ-ישראל הם תוצאה של פעילות האדם או של שינויי אקלים?

אורי רוזנברג – agron@netvision.net.il

טקסטים מן העת העתיקה, עדויות של נוסעים וחוקרים מן העת החדשה, ממצאים ארכיאולוגיים ושרידים בוטניים, כל אלה מלמדים אותנו שבעבר בורכה ארץ ישראל בצמחייה שופעת. הרמות שבארץ ישראל, עבר הירדן ולבנון היו מכוסות עצי-יער, או חורש צפוף וכך גם אזור השרון. מקובל לחשוב שהחל מן הפלישה הערבית לארץ ישראל במאה השביעית, החל תהליך של דלדול והשמדה של הצמחייה בארץ ישראל, אשר הגיע לשיאו תחת שלטון האימפריה העות'מאנית. הדעה שהתקבעה בספרות ובמחקר האקדמי היא שחורבן הצמחייה הוא מעשה ידי אדם בלבד, ולא תהליך טבעי המושפע מהשתנות התנאים הסביבתיים. התנוונות החקלאות והרס תרבות המדרגות שהביאו לסחף-קרקע, רעיית יתר, תעשיית הפחם והסיד, ולבסוף כריתת היערות בעת מלחמת העולם הראשונה, סומנו כגורמים שבעטיים חרבה הצמחייה. אולם בשנים האחרונות, עם פיתוחם של אמצעים טכנולוגיים חדשים והתפתחות מדע הפליאו-קלימטולוגיה, החלו להצטבר ממצאים חדשים, המעידים על שינויים אקלימיים גלובליים ומקומיים שתרמו אף הם לתהליך המדבור באזורנו ולפגיעה בצמחייה. במאמר זה נסקרים הגורמים ההיסטוריים-תרבותיים-שלטוניים שהביאו לחורבן הצמחייה בידי אדם, לצד מחקרים חדשים המראים שגם תהליכים אקלימיים היו מעורבים בכך, ואין להתעלם מהם באזורנו המצוי בסְפָר המדבר.

ההיסטוריה של צומח ישראל

כאשר עלה משה אל ראש הר נבו, הראה לו ה' את הארץ המובטחת, שזהו תיאורה " כִּי יְהוָה אֱלֹהֶיךָ מְבִיאֲךָ אֶל-אֶרֶץ טוֹבָה אֶרֶץ נַחֲלֵי מָיִם עֲיָנֹת וּתְהֹמֹת יֹצְאִים בַּבִּקְעָה וּבָהָר... אֶרֶץ חִטָּה וּשְׂעֹרָה וְגֶפֶן וּתְאֵנָה וְרִמּוֹן אֶרֶץ-זֵית שֶׁמֶן וּדְבָשׁ. אֶרֶץ אֲשֶׁר לֹא בְמִסְכֵּנֻת תֹּאכַל-בָּהּ לֶחֶם לֹא-תֶחְסַר כֹּל בָּהּ" (דברים ח').

יהושע אומר לבני שבט יוסף: "וַיֹּאמֶר אֲלֵיהֶם יְהוֹשֻׁעַ אִם-עַם-רַב אַתָּה עֲלֵה לְךָ הַיַּעְרָה ו בֵּרֵאתָ לְךָ שָׁם בְּאֶרֶץ הַפְּרִזִּי וְהָרְפָאִים כִּי-אָץ לְךָ הַר-אֶפְרָיִם. (יהושע יז). יער אפרים היה צפוף עד כדי כך, שעל הקרב בין דוד ואבשלום מספר הכתוב: וַתְּהִי-שָׁם הַמִּלְחָמָה נפצות (נָפוֹצֶת) עַל-פְּנֵי כָל-הָאָרֶץ וַיֵּרֶב הַיַּעַר לֶאֱכֹל בָּעָם מֵאֲשֶׁר אָכְלָה הַחֶרֶב בַּיּוֹם הַהוּא. (שמואל ב יח, ח').

על פי עדויות של נוסעים וחוקרים שתרו את ארץ ישראל במאות השנים האחרונות, עדיין נותרו שרידי יערות עתיקים בכמה מקומות עד לתחילת המאה העשרים (פז 2018). במפות שהכין שרטט המפות של נפוליאון **פייר ז'אקוטאן (Jacotin)** במסע שערך נפוליאון בארץ ישראל בשנים 1798 – 1799, מופיע יער אלונים גדול ברמת מנשה. במפה שהוכנה על ידי Conder ו- Kitchener חברי הקרן לחקר ארץ-ישראל (P.E.F.) בשנת 1880, מצוינות שתי חורשות אלונים גדולות בשרון. הקדים אותם החוקר הצרפתי וולניי (Volney) שבשנת 1787 תיאר יער אלונים גדול בסביבות קיסריה (רייפנברג 1950).

וולטר קליי לאודרמילק, (**Lowdermilk**) מומחה עולמי בבעיות סחף קרקע ושימור קרקע, הגיע לישראל בשנת 1939, ובשנת 1944 הוא כתב בספרו **ארץ ישראל הארץ היעודה**: "אוכלוסיית-ילידים נחשלת והתנוונות פוליטית וחברתית – אלו תוצאותיה של הידלדלות האדמה מחמת סחף והזנחה. ארץ ישראל היא דוגמה ומופת לתמורה כזאת. הניגוד בין תיאורו של משה ובין מצב הארץ בשנת 1882, השנה הראשונה לעבודת המתיישבים היהודים, הוא פירוש, המדַבֵּר בעדו, להזנחת אוצרותיה של ארץ הקודש ולניצולם לרעה. בהרים נסתחפה האדמה עד הסלע ממחצית הרמות ויותר; נהרות שפלת החוף נסתמו באדמה ובאבנים, שנגרפו מן ההרים, וכן נוצרו ביצות מבאישות, נגועות קדחת ממארת. הערים הנאות והמפעלים רבי ההיקף של ימי קדם נהפכו לעיי חורבות. השינוי לרעה מדהים ממש. התייר המקרי של ימינו, הרואה את הארץ בעד חלונותיה של רכבת או מכונית טסה, סבור, כי ארץ ישראל היא מטבעה סלעית, חרבה למחצה ושרופה. אבל מי שיודע לקרוא ברישומי הזכרונות שנחרתו בקרקע, ברי לו, שמצב התנוונות זה אינו טבעי. מן החורבות של המדרגות ושאר מיתקני-שימור עתיקים הוא למד, כי שממונה הנוכחי של ארץ ישראל בא מחמת הגזל, הניצול וההזנחה בשנות המאות האחרונות"(לאודרמילק 1945).

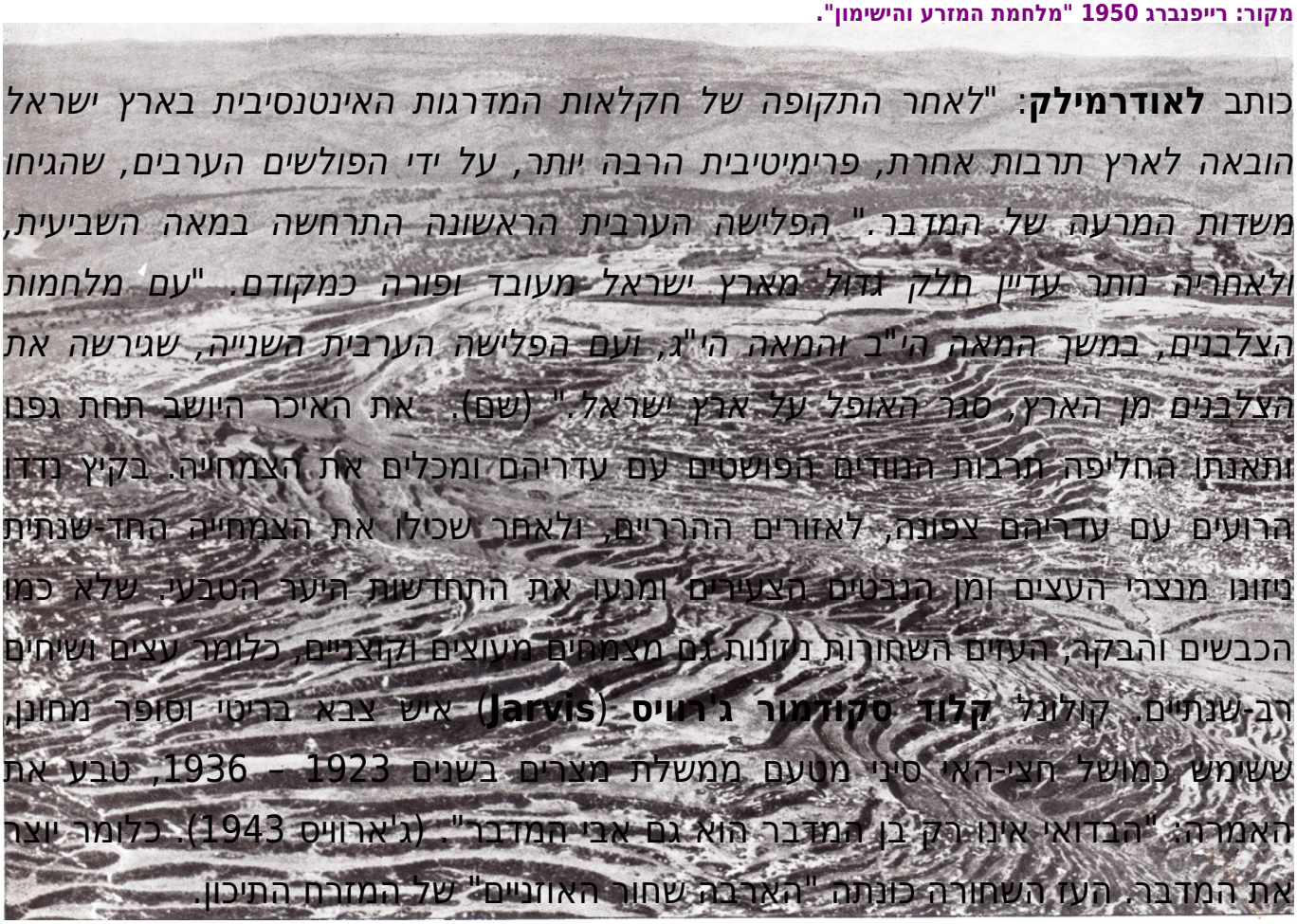
תרבות הרבידות

החקלאות הקדומה החלה במזרח הקרוב באדמות המישור האלוביאליות של ארם נהריים (הפרת והחידקל) ושל מצרים (הנילוס), בהתבססה על השקיה במי הנהרות באמצעות הצפה ותעלות השקיה. בין שני העמקים הגדולים נמצאים מדבריות אך גם אזור הררי גשום, הכולל גם את ארץ ישראל. לשם הרחבת השטח החקלאי בוראו היערות שעל מדרונות ההרים, אך אז נחשפה הקרקע לכוחות הסחף.

בהרי ארץ ישראל מקורות המים מצומצמים. המעיינות נדירים מאחר והמים מחלחלים

לעומק רב; מי התהום העמוקים מקשים על קדיחת בארות לצרכי חקלאות (בניגוד למצב לאורך החוף). אולם הגשמים היורדים על מדרונות ההרים מאפשרים לעבד את אדמת המדרונות ללא השקיה. לצורך זה פותחה בישראל, בלבנון ובעבר הירדן שיטה חדשה של שימוש ושימור הקרקע, על ידי דירוג המדרונות. חקלאות המדרגות **(טרסות,** נקראות בספרים משנות הארבעים – **רבידות**) אפשרה לראשונה קיום חקלאות ברת קיימא על קרקע משופעת שגשמים עזים יורדים עליה. סלעי הגיר מספקים חומר גלם מצוין לבניית קירות התמך של המדרגות, שמילוי קרקע מאחוריהם יוצר משטחי עיבוד אופקיים. יש המשערים כי תרבות הרבידות פותחה לראשונה באזור לבנון, ע"י הפניקים, לפני 3000 – 4000 שנה, תחילה תוך ניצול הטופוגרפיה של מדרגות טבעיות, שנוצרו בגלל השכבתיות של סלעי הגיר והדולומיט מגיל קנומן וטורון, ומשם התפשטה דרומה אל המושבות הכנעניות בארץ ישראל ועבר הירדן. אך שיטה זו מחייבת שמירה מתמדת על שלמות המדרגות, שכן הזנחה שלהן גורמת לסחף מהיר של הקרקע. מקובל לחשוב שתרבות המדרגות או הרבידות שגשגה עד לתקופה הביזאנטית, והחלה להיזנח ולהתנוון עם הכיבוש הערבי במאה השביעית לספה"נ. ומאז – אלף שלוש מאות שנה של הזנחה, ניצול ופלישות חוזרות ונשנות של נוודים, הביאו לאבדן הצמחייה. דוקטרינה זו התאימה גם לאתוס הציוני (איסר 2012).

איור 1 – רבידות (טרסות) נטושות וגבעות ללא צמחייה באזור יהודה.
מקור: רייפנברג 1950 "מלחמת המזרע והישימון".



כותב **לאודרמילק**: "*לאחר התקופה של חקלאות המדרגות האינטנסיבית בארץ ישראל הובאה לארץ תרבות אחרת, פרימיטיבית הרבה יותר, על ידי הפולשים הערבים, שהגיחו משדות המרעה של המדבר." הפלישה הערבית הראשונה התרחשה במאה השביעית, ולאחריה נותר עדיין חלק גדול מארץ ישראל מעובד ופורה כמקודם. "עם מלחמות הצלבנים, במשך המאה ה"ב והמאה הי"ג, ועם הפלישה הערבית השנייה, שגירשה את הצלבנים מן הארץ, סגר האופל על ארץ ישראל."* (שם). את האיכר היושב תחת גפנו ותאנתו החליפה תרבות הנוודים הפושטים עם עדריהם ומכלים את הצמחיה. בקיץ נדדו הרועים עם עדריהם צפונה, לאזורים ההרריים, ולאחר שכילו את הצמחייה החד-שנתית ניזונו מנצרי העצים ומן הנבטים הצעירים ומנעו את התחדשות היער הטבעי. שלא כמו הכבשים והבקר, העזים השחורות ניזונות גם מצמחים מעוצים וקוצניים, כלומר עצים ושיחים רב-שנתיים. קולונל **קלוד סקודמור ג'רוויס** (**Jarvis**) איש צבא בריטי וסופר מחונן, ששימש כמושל חצי-האי סיני מטעם ממשלת מצרים בשנים 1923 – 1936, טבע את האמרה: "הבדואי אינו רק בן המדבר הוא גם אבי המדבר". (ג'ארוויס 1943). כלומר יוצר את המדבר. העז השחורה כונתה "הארבה שחור האוזניים" של המזרח התיכון.

הרס המדרגות והיעלמות הצמחייה חשפו את הקרקע לסחף מהיר. בתחילה נסחפה הקרקע לעמקים ולערוצי הנחלים, אך מהר מאוד הוסעה גם משם עם זרמי המים והצטברה בסמוך למוצא הנחלים בקו החוף. המקטע הדק של חלקיקי החרסית הוסע עם גלי הים לעומק הים ואילו המקטע הגס של גרגרי החול הכבדים הצטבר כחוליות (דיונות) וחסם את מוצא הנחלים לים, מה שגרם להיווצרות ביצות ממאירות. כך לכל אורך מישור החוף – נחל נעמן, הקישון, נחל חדרה, נחל תנינים, נחל אלכסנדר וכו'. מאידך יש חוקרים הסוברים כי אזורי הביצה במרזבות מישור החוף נוצרו בתהליך גיאומורפולוגי שאינו אנתרופוגני, היינו לא קשור לתרבות האדם והתערבותו בטבע (שמידע מידע בע"פ).



איור 2 עזים שחורות בהרי הגליל. מקור: רייפנברג 1950 "מלחמת המזרע והישימון".

גורמים שלטוניים-תרבותיים, מושאע ומפרוז

הצלבנים, שנמצאו בארץ ישראל בשנים 1096 – 1291, הביאו לכאן מאירופה את התרבות השלטונית הפיאודלית. הארץ חולקה למחוזות בהם שלטו אצילים פיאודליים, אגודות אבירים וארגונים דתיים. האיכרים עובדי האדמה הפכו למעמד נמוך, מנוצל וחסר זכויות, רכוש השליט הפיאודלי. אך אין חולק על כך, שהתקופה הקשה ביותר עבור הפלאחים, עובדי האדמה הכפריים הערבים, ועבור החקלאות והצמחייה היתה בעת שהאימפריה העות'מאנית שלטה באזור, שלטון עריץ, מושחת ונצלני, שגזר על עובדי האדמה הערבים בערות ועוני. מנגנונים חברתיים ושלטוניים הם אלו שגרמו להתדרדרות של **כתשע מאות כפרים** חקלאיים (נכון לשנת 1947) לעוני והזנחה, ולחורבן הצמחייה בעטיים של גורמים אלה (לאודרמילק 1945).

עד לתחילת המאה העשרים היתה הבעלות של מרבית הקרקע בכפרים הערביים קניין

קהילתי משותף, מה שנקרא בחוקי הקרקע הטורקיים "**מושאע**". לשם עיבוד הקרקע היו בני הכפר מחלקים אותה בהגרלה בין הפלאחים, מידי שנה או שנתיים. כל פלאח קיבל כמה חלקות קטנות מפוצלות, וביודעו שיילקחו ממנו בעוד זמן קצר, לא טרח לנטוע עצים, לבנות ולשמר את הרבידות, לדשן ולטייב את הקרקע ולהתקין השקיה. כאשר חולקה הקרקע לבעלות פרטית (**מפרוז**) המצב אף החמיר. הקרקע פוצלה לחלקות ארוכות צרות מאוד, ברוחב כמה מטרים, על מנת שכל חלקה תכיל גם את אדמת העידית שבגיא וגם את אדמת הזיבורית במעלה המדרון ההררי. מצב זה חייב לחרוש בכיוון המדרון במקום בכיוון אופקי, והדבר הגביר את סחף הקרקע. חלוקת הקרקע הרעה את מצבו של הפלאח, שעתה היה חשוף להבדלים מעמדיים, למלווים בריבית נשך ולגובי המיסים המושחתים, וסופו שהפך לאריס על אדמתו שלו, כאשר מסר אותה תמורת פדיון חובותיו. אל דלדול הצמחייה בשל אובדן קרקע פורייה, נוספו רעיית-יתר וגדיעת עצים לתעשיית הפחם ושריפת הסיד. לפלאח הערבי לא היה כל יחס לעצי סרק או מודעות לשימורם. העצים נוצלו ללא מגבלה וכן נעקרו ונשרפו בסכסוכי חמולות ופלישות הבדווים. השלטון הטורקי העניק רישיון כריתת עצים לכל מי שחפץ בכך (ושיץ 1947, שמעוני 1947).

התקופה הקודרת ביותר היו ארבע מאות השנים של השלטון הטורקי: 1517 – 1918. על עובדי האדמה הוטלו מיסים כבדים מאוד, עד 50% מיבולם. זכות גביית המיסים היתה נמכרת לבני המשפחות החזקות ואלו היו מחכירים את הגבייה לסוכני משנה שהיו עושקים את הפלאחים ללא רחם. לכך יש להוסיף את השוד ודמי החסות ששולמו לבדווים, ולפלאח העני לא נותר הרבה מיבולו בתום עונת הקציר. הוטל מס על כל עץ, עצי סרק ועצי פרי וגפן, ופלאחים רבים גדעו את עציהם ונמנעו מלנטוע עצים כדי להתחמק מן המס הכבד. כפרים רבים ננטשו ויושביהם הפכו לנוודים או לפועלים חקלאיים בשדות האפנדים. במחצית המאה ה-19 הגיעו תושבי הארץ ואדמתה לשפל המדרגה. הבדווים בזזו את הרכוש והיבולים, הפקידים עשקו באכזריות, ותרבות המרעה של בני המדבר דחקה את רגלי החקלאות המשוכללת העתיקה.



איור 3 – עבודת הגורן בכפר הערבי. מקור: הספר "ערבי ארץ-ישראל", עם עובד 1947

בשנת 1858 נחקק חוק הקרקעות באימפריה העות'מאנית, מתוך מגמה לעודד פיתוח באמצעות הפרטת הבעלות על הקרקע. בשנת 1860 החלו השלטונות הטורקים ברישום קרקעות, במקביל להפיכת הקרקע המשותפת (מושאע) לפרטית. פלאחים רבים חששו שרישום זה נועד להכביד את עול המיסים ולאתרם לשם גיוס לצבא והשתמטו מן הרישום. אדמות שלא נרשמו כחוק כקניינו של מישהו הוכרזו כשטח הפקר, ואפנדים רבים הזדרזו לרכשן בסכומים נמוכים מאוד. בדרך זו רכשה משפחת **סרסוק**, בנקאים מלבנון, כ-200,000 דונם מאדמות עמק יזרעאל במחיר נמוך מאוד (ומכרה ליהודים במחיר גבוה). פלאחים שלא עמדו בתשלום חובותיהם והריבית הגבוהה, איבדו את אדמתם לטובת הסוחרים והמלווים, או שהניחו לאפנדים העשירים לרשום את הקרקע על שמם לכאורה תמורת תשלום המיסים. לאחר זמן הפך הרישום הפיקטיבי לבעלות בפועל. כך נוצר מעמד האפנדים "בעלי האחוזות" שהניחו את הקרקע בשיממונה, או העסיקו בעיבודה האקסטנסיבי אריסים, בשיטות פיאודליות נחשלות. על כל אלה נוספה כריתת יערות אלונים

על ידי הטורקים בעת מלחמת העולם הראשונה, בעיקר לשם הכנת אדנים לפסי הרכבת, אך גם עצי אקליפטוס וזית כחומר בעירה להסקת מנועי הקיטור של הרכבות. מי שניצח על מלאכת כריתת העצים וייצור האדנים היה **אברהם קריניצי**, שהיה, החל משנת 1926, ראש העיר של רמת גן.

אלכסנדר איג, אבי הבוטניקה העברית בארץ ישראל, חקר, החל משנת 1929, את שרידי יערות **אלון התבור** בארץ ישראל ובארצות השכנות. מאמרו בנושא זה התפרסם בכתב עת בוטני בגרמניה ב-1933, ובשנת 1935 בכתב העת "הטבע והארץ" (איג 1935). במאמר זה מגדיר איג את השלבים בתהליך חורבן הצמחייה הטבעית:

– יער: אילנות רמים (אורנים, ארזים, אשוחים, אלונים). (היום נקרא **יער פארק** או יער פתוח).

– מאקי (Maquis): חורשות שיחים או עצים קטנים (אלון, אלה, עוזרר,אטד וכו'); שיחים אלה מגיעים לגובה של מטר וחצי עד שלושה וחצי מטרים. (היום נקרא **חורש**)

– גאריגה: בני-שיח ושיחי-ננס בגובה של מטר עד מטר וחצי.

– בתה: שיחי-ננס ועשבים רב-שנתיים וחד-שנתיים. (כאשר נסחפת הקרקע, גם שלב הבתה נעלם. בראשי ההרים נותרים סלעים חשופים וקרחים).

למעשה, שלבים אלו בסדר הפוך הם שלבי הסוקצסיה אשר בשיאה יוצרת את חברת השיא (קליימקס) של היער. הדעה הרווחת היום שחורש ולא יער הם צומח השיא בישראל כמו גם בשאר המקומות בעולם בעלי אקלים ים-תיכוני (שמידע 1985).

הפרדיגמה האנתרופוגנית

עד אמצע שנות השמונים של המאה הקודמת היו כל החוקרים תמימי דעים שחורבנה של צמחיית ארץ-ישראל היה מעשה ידי אדם בלבד, ללא התערבות של גורמי אקלים. החוקרים הסכימו שבעידנים פרה-היסטוריים שרר באזור אקלים טרופי, כפי שמעידים שרידי בעלי חיים המותאמים לאקלים זה (למשל פיל ישר-חט באתר גשר בנות יעקב), אך טענו בתוקף שבזמנים ההיסטוריים לא חל כל שינוי אקלימי משמעותי שיכל להשפיע השפעה מהותית על הצמחייה ועל תרבות האדם. **לאודרמילק** בדק, יחד עם **נלסון גליק**, את מפלס המעיינות

והתאמתו למתקני השקיה מימי הרומאים, כדי להוכיח שמפלס מי התהום לא השתנה, כלומר לא היה שינוי מאז בכמות המשקעים. הוא כותב: "*בחקירתנו המקפת, שחקרנו את ירידת המזרח הקרוב, מצאנו עדויות רבות ונאמנות לכך, שלא שינוי* האקלים לרעה גרם לירידה, אלא הזנחה וחורבן בידי אדם." (לאודרמילק 1945 עמ' 100). לאודרמילק, וכן אבות הארכיאולוגיה של ארץ ישראל – ויליאם אולברייט, נלסון גליק, ליאונרד וולי ולויטננט-קולונל תומס אדוארד נלסון (נלסון איש ערב) מייצגים את הפרדיגמה ה**אנתרופוגנית**, זו שעל פיה הרס החקלאות והיערות ובעקבות כך איבוד הקרקע והפיכת הארץ לשממה הם מעשה ידי אדם. כפי שכותב גם **אברהם א. רייפנברג**, חוקר הקרקעות מן האוניברסיטה העברית בירושלים בספרו **מלחמת המזרע והישימון** (1950): "ניהול-הרס שבידי אדם – הוא שהביא לידי קלקול התנאים הטבעיים. באו בני-אדם וחיבלו, תוך פזיזות ורשלנות, בצמחייה ובתנאיה הטבעיים. מרעה-גזל, שריפת סיד והתקנת-פחם, וכן ניצול יערות שלא-כהלכה – הם שגרמו לחישופו של נוף-הארץ, ועל-ידי כך גילו ערוות האדמה להיותה טרף לכוחות הסחף"(רייפנברג). הקולונל **קלוד קונדר**, שעמד בשנות השבעים של המאה ה-19 בראש משלחת ה-P.E.F., אמר: "האדם ולא הטבע הוא שהחריב את טיב הארץ".

התיאוריה האנתרופוגנית התבססה בעקבות מחקריהם של הארכיאולוגים יעקובסן ואדמס, אשר פענחו את לוחות החרס מארכיוני המקדשים בשומר העתיקה, מהם למדו על ירידה בתרומות ומיסים בחיטה החל משנת 2500 לפסה"נ עד שנפסקו לחלוטין בשנת 2000, ומאז ואילך ניתנו רק תרומות ומיסים של שעורה וגם כמות היבולים בשדות הלכה ופחתה. הם פירשו זאת בהמלחת השדות בעקבות השקיית-יתר (השעורה עמידה יותר למליחות), שגרמה להרס החקלאות במסופוטמיה. איש לא ניסה לטעון כנגדם שהחקלאות המסופוטמית חרבה בשל התחממות האקלים והתייבשות הנהרות באותה תקופה. (איסר 2012 עמ' 187).

השפעת האקלים – הנטינגטון ותיאוריית הדטרמיניזם הסביבתי

החוקר הראשון אשר טען ששינויים היסטוריים במזרח התיכון ובארץ ישראל התחוללו בהשפעת שינויים אקלימיים, היה הגיאוגרף אלסוורת הנטינגטון(Huntington 1911) מאוניברסיטת ייל, ארה"ב. הנטינגטון, שהיה נשיא האגודה האקולוגית של אמריקה ונשיא האגודה הגיאוגרפית של אמריקה, היה מראשי ההוגים של **תיאוריית הדטרמיניזם הסביבתי** ששלטה במדע הגיאוגרפיה בארה"ב עד אמצע המאה העשרים. על פי תפיסתו של הנטינגטון, האקלים מעצב את אופיו של האדם, משפיע על ההישגים האנושיים וקובע

היכן תתפתח ציוויליזציה משגשגת והיכן תיכשל. בשנת 1909 הגיע הנטינגטון לארץ ישראל בראש משלחת מאוניברסיטת ייל, על מנת לחקור את הקשר הנסיבתי בין האקלים וגורמי סביבה נוספים לבין תהפוכות ההיסטוריה האנושית באזור. הנטינגטון התמקד תחילה בים המלח, ולמראה משקעי המלח שמעל המפלס הנוכחי, הסיק שמפלס הים היה גבוה יותר בתקופה המקראית, כתוצאה מאקלים קריר וגשום יותר, שאפשר את פוריות הארץ ושגשוגה לפני אלפיים שנה. כך גם הסביר את הצלחתן של ערי הנגב העתיקות בתקופה הנבטית-ביזנטית. את ממצאיו פרסם הנטינגטון בספר (**Palestine and its Transformation** – (Huntington 1911 .

רעיונותיו של הנטינגטון היו פשטניים, כוללניים ובלתי מבוססים די הצורך ואף נגועים בגזענות (אקלים נוח יוצר גזעי-על אנושיים) ונתקלו בהתנגדות חריפה. למעשה היה גרעין של אמת במסקנותיו, אך לא עמדו לרשותו הכלים המדעיים להוכיח זאת וחוקרי ארץ ישראל שללו את פרשנותו ודבקו בפרדיגמה האנתרופוגנית.

ערי הנבטים בנגב ונטישתן

בשנות העשרים של המאה הקודמת החל מחקר מקיף של הערים העתיקות בנגב – שבטה, ניצנה, עבדת, ממשית, חלוצה, רוחייבה (רחובות בנגב). ראשיתן בתקופה הנבטית וסופן עם סיום התקופה הביזנטית עת נכבשה הארץ על ידי המוסלמים. השרידים שנותרו סביב הערים החרבות מעידים על תרבות חקלאית מתוחכמת שפרחה באזור המדברי בתקופה הנבטית-רומית-ביזנטית: איסוף מי הנגר בבורות מטויחים, תעלות השקיה וסכרים, בתי-בד, גתות ויקבים. במחקר השתתפו היסטוריונים, ארכיאולוגים, חוקרי קרקע ובוטניקאים. כולם היו תמימי דעים שסופה של תרבות זו הגיע עם כיבוש הארץ בידי הערבים, הנוודים, על גמליהם וצאנם. את הצלחתם של הנבטים הסבירו החוקרים בכושרם להקים מערכות איסוף גשם והשקיה, הדורשים מערכת מנהלית, אשר נשמרה בתנאים היציבים של שלטון מרכזי בתקופה הרומית. מערכת זו נזנחה ונהרסה עם פלישת הכובש הערבי, אשר גם הטיל מיסים כבדים על האוכלוסייה המקומית, עד שנאלצו לנטוש את עריהם. וכך מתאר זאת חוקר הנבטים הארכיאולוג **אברהם נגב**: "בין השנים 700 ו-800 לסה"נ באה אל קיצה פרשה אנושית שנמשכה כאלף וחמש מאות שנה. ראשיתה בצמיחת ערים משגשגות בחולות המדבר וסופה ניוון, נטישה והרס והשתלטות מחודשת של המדבר. הישובים העתיקים בהר הנגב נולדו במאמצים אנושיים כבירים ובתבונת כפיים, תוך היכרות עמוקה של המדבר והאפשרויות הגלומות בו, הם נהרסו בידי בני מדבר שהתרבות החדשה היתה זרה להם."

(נגב 1988).



איור 4 – סכר ביזאנטי בנחל ממשית. מקור: רייפנברג 1950 "מלחמת המזרע והישימון".

ההידרולוג **אריה ש. איסר** החל בשנות השמונים של המאה הקודמת לערער על כך שהאדם הוא האשם הבלעדי במדבור הנגב בתקופת המעבר מן התקופה הביזנטית לכיבוש המוסלמי. תוצאות מחקריו וניתוח מחקרים של אחרים הובילו אותו למסקנה שבתקופה הנבטית-רומית-ביזנטית האקלים בנגב היה קר וגשום יותר, ובתום תקופה זו, עקב התחממות, עבר האזור תהליך הצחחה טבעי. (איסר וגוברין 1991). איסר, אשר גילה עם שותפיו מאגר ענק של מים פוסיליים מתחת לנגב ולסיני, מתקופת הקרח האחרונה, איישש את הנחת העבודה שלו בעזרת ממצאים ישירים, ולא כקודמיו – ממצאים עקיפים ופרשנות. תצפיותיו כבר בשנות החמישים של המאה הקודמת הראו שדיונות חול צעירות חדרו לחלק המערבי של שפלת החוף לאחר התקופה הביזנטית ומתחתן נמצאו בקרקע החמרה שרידי ישובים קדם-מוסלמיים. הדבר מעיד על מעבר לאקלים צחיח שבמקביל גרם לנטישת

החקלאות בנגב. קידוחים בסדימנטים בקרקעית הכנרת הראו עלייה משמעותית בגרגרי אבקה של זית וירידה באבקות האלון והאלה. איסר הניח שבעקבות אקלים גשום יותר באותה תקופה, התאפשרה נטיעת זיתים באזורים הצחיחים למחצה במורדות המזרחיים של הגליל, על חשבון החורש הטבעי. בתקופה הערבית התהפך יחס האבקות. **צפורה קליין** שחקרה את השינויים במפלס ים המלח בתקופות היסטוריות, הגיעה למסקנה שבתקופה הרומית עלה מפלס ים המלח ב-70 מטר (330 מ' מתחת לפני הים התיכון), מה שמחייב עלייה של 40% בכמות המשקעים באגן הניקוז (איסר 2012). ממצאים אלו קיבלו אישור ממחקריו של **עמוס פרומקין** במערות הר סדום (שם). אולם את הממצאים המשכנעים ביותר תרמה טכנולוגיית מחקר חדשנית, המפענחת את אקלים העבר – פלאו-אקלים, בעזרת ניתוח יחסי האיזוטופים במי תהום, במשקעי אגמים ובמערות נטיפים. ממצאים אלו מאששים את הנחותיו של איסר, ובהשאלה לתיאוריה הדטרמיניסטית של הנטינגטון, הוא מכנה את התיאוריה שלו "**ניאו-דטרמיניסטית**". (איסר 2012 עמ' 187). פלישת הנוודים הערבים לחבל הארץ שהפך לצחיח בגלל גורמים טבעיים, הקצינה את תהליך ההצחחה והמדבור. סביר גם להניח שתהליך ההתחממות והמדבור דחף את שבטי הנוודים לנוע צפונה ולפלוש אל שטחי המרעה והמזרע הירוקים של עובדי האדמה בהר הנגב והלאה משם.

חקר אקלים העבר – פלאו-אקלים (פלאוקלימטולוגיה)

בשנים האחרונות עוסקים הגיאולוגים בחקר אקלים העבר תוך ניתוח עדויות גיאולוגיות כפי שהשתמרו בקרח, בקרקעית אוקיינוסים ואגמים, ע"י ניתוח אוספי מאובנים יבשתיים וימיים, גרגרי אבקת צמחים, חקר קרקעות ובייחוד – יחסי איזוטופים בזקיפים ונטיפים במערות. (בר-מטיוס, הרצאה ומצגת).

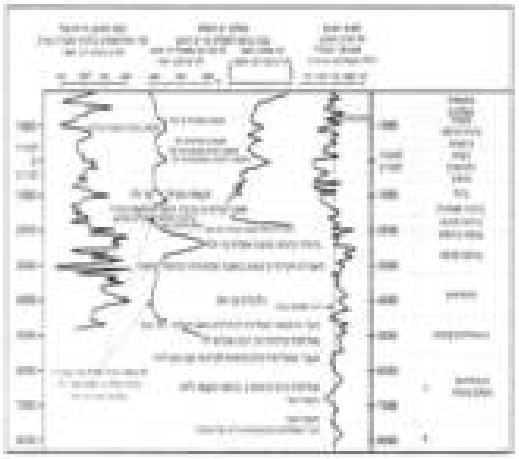
השימוש ביחסי איזוטופים יציבים של חמצן (O^{18}, O^{17}, O^{16}), פחמן (C^{13}, C^{12}), ומימן (דויטריום (H^2-, מקנים נתונים מדויקים ברזולוציית זמן גבוהה על תנאי האקלים בעבר. חוקרים ממכון וויצמן והמכון הגיאולוגי סקרו בשנים האחרונות את הרכב האיזוטופים של יסודות אלה במערות רבות בכל אזורי הארץ, בייחוד נעשה מחקר מקיף ביחסי האיזוטופים בנטיפים ובזקיפים של מערת אבשלום (מערת שורק). נתונים חשובים נוספים התקבלו מאגם ואן באנטוליה (מוצא הפרת והחידקל) במחקר של צוות גרמני (איסר 2012).

הזקיפים והנטיפים במערות נוצרים על-ידי מי הגשמים החודרים דרך הקרקע והסלע

ובדרכם סופחים את דו-תחמוצת הפחמן מהקרקע, הופכים לחומציים וממיסים את הסלע. בהגיעם לחלל המערה נפלטת דו-תחמוצת הפחמן מן הטיפה, המים מתאדים ומותירים משקעים בצורת נטיפים וזקיפים (קלציט). הנטיפים והזקיפים בנויים משכבות דקות – למינות – שכל אחת מהן שקעה בתנאי אקלים שונים. את גיל הלמינות קובעים בשיטת התפרקות רדיואקטיבית, ומנתחים את יחסי האיזוטופים בהן. היחסים בין האיזוטופים של חמצן ומימן תלויים בהרכב האיזוטופי של הים (משם התאדו מי הגשם), טמפרטורת האוויר, כמות הגשמים ומקור הסופות. היחסים בין האיזוטופים של פחמן (C^{12}, C^{13}) מעידים על הרכב הצמחייה דרכה חלחלו המים מעל המערה.

עדות לשינוי התפיסתי שעבר המחקר בשנים האחרונות, משליטה בלעדית של הפרדיגמה האנתרופוגנית, להכרה בחשיבותם שינויי אקלים על תהליכים היסטוריים ובוטניים, אפשר למצוא בקטע הלקוח מאתר המכון הגיאולוגי: "מיקומה הגיאוגרפי המיוחד של ישראל גורם לכך שאפילו שינויי אקלים קטנים ביחס, גורמים לשינויים משמעותיים בכל תחומה המתבטאים בין השאר בתזוזה חדה של גבול המדבר בגבולה הדרומי והמזרחי. ניתן להראות כי שקיעת חלק מהתרבויות בהיסטוריה של אזורנו ארעה בסמוך לשינויים משמעותיים בכמות המשקעים ובמיקומו של גבול המדבר. מאחר וקצב השינויים בגין הפעילות האנושית גבוה במידה ניכרת מאלה הנרשמים ברקורד הפלאואקלימי ברור כי הבנת התהליכים והערכת עוצמתם באזורנו איננה ברת דיחוי לדורות הבאים." (אתר המכון הגיאולוגי).

איור 5 מרכז נתונים מכמה תחומי מחקר ומסכם באופן גרפי את שינויי האקלים באזורנו ואת מפלס ים המלח ב- 10,000 השנים האחרונות. ניתן לראות כיצד ירדה כמות המשקעים השנתית הממוצעת, ובמקביל ירידה בלחות היחסית ובמפלס ים המלח בתקופה בה התרחש הכיבוש המוסלמי. המידע שהתקבל ממערות הר סדום פחות מדויק, מאחר ועליית המפלס מוחקת את הסימנים שהותיר המפלס הנמוך יותר (במקרה זה, משקעים של שרידי עצים).



איור 5. מדע הפלאוקלימטולוגיה – שינויי האקלים ומפלס ים המלח ב-10,000 השנים האחרונות. מקור: איסר 2012, באדיבות הוצאת כרמל.

סיכום

המסקנה העולה מן המאמר היא שהשינויים שחלו בצומח הארצישראלי במאות השנים האחרונות, בייחוד אבדן הצמחייה, נגרמו על-ידי פעולה משולבת של שינויי אקלים ומעשה ידי אדם. לעתים הפעולה ההרסנית של האדם נגרמת מלכתחילה בעקבות שינוי אקלימי ומקצינה את השפעותיו, כמו במקרה של ההתחממות והכיבוש המוסלמי שהתרחשו במקביל בתום התקופה הביזאנטית במאה השביעית לסה"נ. התפתחות חקר אקלים העבר מאפשרת לנו כיום לדעת יותר על שינויי האקלים באלפי השנים האחרונות ולמצוא להם קורלציות לשינויים בהיסטוריה האנושית ובצומח באזורנו. במאה וחמישים השנים האחרונות שוקמה, מעשה יד-אדם, הצמחייה באזורים נרחבים בארץ ישראל, וזאת בעקבות שינויים חוקתיים ותרבותיים ופעולות לדחיקת המדבר.

ספרות:

איג א 1935 מחקר היסטורי-פיטוסוציולוגי של יערות האלון Quercus aegilops בא"י בהווה ובעבר. הטבע והארץ ג': 115 – 127; 209 – 215; 328 – 334; 388 – 393; 444 – 448.

איסר א וגוברין י 1991 שינויים אקלימיים ומדבור הנגב בסוף התקופה הביזנטית. קתדרה 61, ספטמבר 1991, הוצאת יד בן צבי.

איסר א ש 2012 אדם, סלע, מים, מדבר – המאבק המתמיד נגד המדבר במזרח התיכון.

הוצאת כרמל, ירושלים 195 עמ.

בר-מטיוס מ 2019 שינויי האקלים בארץ במאות אלפי השנים האחרונות – בסיס להערכת שינויי אקלים בעשורים הבאים. מצגת להרצאתה של מרים בר-מטיוס, המכון הגיאולוגי

ג'ארוויס ק ס 1943 שבטי ערב (תרגום זאב שרף). עמ' 65 – 66.

המכון הגיאולוגי. אקלים העבר ושינויים גלובליים. אתר המכון הגיאולוגי.

ושיץ י 1947 הערבים בארץ-ישראל – כלכלה וחברה, תרבות ומדיניות. ספרית פועלים. 400 עמ.

לאודרמילק ו ק 1945 ארץ ישראל הארץ היעודה. תרגום ש. גילאי. הוצאת הקיבוץ הארצי השומר הצעיר. 257 עמ.

נגב א 1988 ערי הנבטים בנגב. אריאל, כתב עת לידיעת ארץ-ישראל. (מופיע בפרוייקט בן יהודה ברשת).

פז ע 2018 על יערות אלון התבור ברמת מנשה ובשרון. מגזין כלנית.

רייפנברג א א 1950מלחמת המזרע והישימון. מוסד ביאליק, ירושלים, 149 עמ.

שמידע א 1985 עושר המינים והאבולוציה של המינים החד-שנתיים בחורש הים-תיכוני. רתם 18: 57-68.

שמעוני י 1947 ערבי ארץ-ישראל. הוצאת עם עובד. 476 עמ.

————————————————

Huntington E 1911 Palestine and its Transformation. Houghton Mifflin Company, Boston and New York.

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©

ציטוט: רוזנברג א 2020 האם השינויים בצומח ארץ-ישראל הם תוצאה של פעילות האדם

או של שינויי אקלים? כתב-עת "כלנית" מספר 7.

https://www.kalanit.org.il/vegetation-degradation-29-7-20