על הספר "אקולוגיה של צמחים במזרח התיכון"

גדי פולק מערכת כלנית gadpollak@gmail.com

תקציר: ספר חדש על אקולוגיה של צמחים במזרח בתיכון התפרסם לאחרונה, מאת אחמד חיגאזי ויונתן לובט-דאוסט:

Ahmad Hegazy and Jonathan Lovett-Doust: **Plant Ecology in the Middle East**. Oxford University Press, 2016. 339 pp.

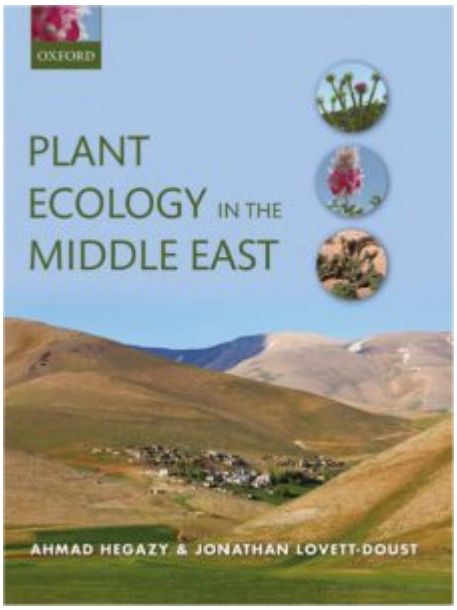
הספר מציג תמונת מצב עדכנית באקולוגיה של צמחים באזור בדגש על מדבריות. הנושאים נדונים בהקשר רחב של תהליכים גיאולוגיים, אקלימיים ואבולוציוניים שעיצבו את תכונות הצומח והצמחייה במזרח התיכון, תוך התייחסות למקומו של האדם בניצול המערכות האקולוגיות של האזור ובהשפעותיו עליהן בעבר ובהווה. בסקירה מובלט הקשר אל צמחיית ישראל.

==========

חלפו למעלה מ-40 שנה מאז הופעת ספרו המקיף של מיכאל זהרי על היסודות הגיאובוטניים של המזרח התיכון (Zohary, M. 1973. Geobotanical Foundations of the Middle East). ספר זה מדגיש מאד את ההיבטים הפיטוגיאוגרפיים ומייחד מקום נכבד לצומח ולצמחייה הים-תיכוניים. בימים אלה הופיע ספר חדש העוסק באקולוגיה של צמחים במזרח התיכון שאותו כתבו אחמד חגאזי מאוניברסיטת גיזה בקהיר ויונתן לובט-דאוסט מאוניברסיטת וינדזור באונטריו, קנדה בהוצאת אוניברסיטת אוקספורד. בכך נוסף נדבך חדש של ידע המספק בין היתר הקשר אזורי רחב לאקולוגיה של צמחי ישראל. למעשה זהו הספר המדעי הראשון המסכם את עבודות אקולוגיות רבות שנעשו במרחב המזרח-התיכון במאה השנים האחרונות. יתרונו הגדול של הספר הוא בהיותו מעודכן וכולל ציטוטים עד 2015 בנושאים שונים של הבוטניקה והאקולוגיה של צמחי האזור – דבר נדיר בספרי סיכום מעין אלה המעודכנים לעתים רק כמה שנים אחורה. להלן קישור לתוכן העניינים ולראשי הפרקים של של הספר, לפי הפירסום של המו"ל.

עצם הגדרת ה"מזרח התיכון" כיחידה בעלת משמעות בוטנית-אקולוגית מצריכה בירור והבהרה. המושג "מזרח תיכון" הוא מושג מעורפל מעט שמשמעותו היא בראש ובראשונה

גיאופוליטית. מיקומו וגבולותיו משתנים מעת לעת ונקבעים מנקודות מבט שונות לפי היחידות הפוליטיות, קרי המדינות הנכללות בו. מחברי הספר בחרו להגדיר ולתחום את המזרח התיכון באופן רחב ביותר לפי גבולות מדיניים (ראו במפה שלהלן) וכך נמנות בו 24 מדינות. לפי תפיסת הספר המזרח התיכון מקיף גם כמה מדינות כמו לוב וארצות במזרח אפריקה ובקרן אפריקה (מלבד מצרים השייכת לאיזור באופן מסורתי מבחינה פוליטית) והן: סודאן (צפון ודרום), אתיופיה, אריתריאה, ג'יבוטי וסומליה. בנוסף לאלה, כללו המחברים גם את אזרביג'אן וארמניה בתוך המזרח התיכון בגבולו הצפוני. האי סוקוטרה באוקיינוס ההודי בעל הצמחייה המיוחדת, נכלל אף הוא, בגלל שייכותו המדינית לתימן.



מימין – כריכת הספר; משמאל – גבולות המזרח התיכון לפי גישת מחברי הספר

הספר מציג סקירות מבוא קצרות של האקולוגיה, הצומח והצמחייה של כל אחת מ-24 מדינות אלה והקורא יכול להעמיק ולהרחיב את הידע בעזרת המקורות המצוטטים בסקירות אלה.

חצי האי ערב מהווה את הליבה הגיאוגרפית-אקולוגית של האזור הנידון ואכן חלק ניכר מפרקי הספר עוסק באקולוגיה, בביוגיאוגרפיה בצומח ובצמחייה של הליבה הזאת. החלקים הים-תיכוניים של האזור, ההרים של אירן וצפון עירק, כמו גם החלקים הטרופיים של אפריקה הכלולים באזור, הם מעין פריפריה שנדונה יותר בצמצום ולעתים משמשת כהקשר והסבר לתופעות של הליבה. ונשאלת השאלה מהי ההצדקה לתיחום המאוד רחב של המזרח התיכון המוצג בספר? שכן גם המחברים מודעים לכך שהתחום הגיאוגרפי שבו עוסק הספר איננו מהווה יחידה ביוגיאוגרפית ואקולוגית טבעית. האזור מגוון מאד מבחינה אקלימית ובטיפוסי בתי גידול. מיוצגות בו שתי ממלכות צמחייה ובהם ארבעה אזורים

פיטוגיאוגרפיים: בחלק הממלכה ההולארקטית נכללים האזורים הים-תיכוני, האירנו-טורני והסהרו-ערבי ואילו בחלק הממלכה פאליאוטרופית נכללים האזור הסודני וחלק מהאזור הסהרו ערבי. מצד שני יחידות ביוגיאוגרפיות ואקוסיסטמות בעלות מידה רבה של טבעיות – נקטעות בצורה שרירותית: האקוסיסטמות של הים-תיכוניות במזרח אגן הים התיכון – בטורקיה, קפריסין, סוריה, לבנון ישראל, ירדן וקירנאיקה בלוב נקטעות מאלה של מערב הים התיכון; חלקי הסהרה שבלוב, מצרים והמדבר הנובי בסודאן מנותקים בתוך הדיון שנערך בספר מחלקי הסהרה המערביים. ובכל זאת, מחברי הספר מציעים למזרח התיכון מכנה משותף אקולוגי והוא היותן של מרבית המערכות האקולוגיות באזור צחיחות או צחיחות למחצה. מדבריות מהווים את מרבית שטח האזור והם כוללים את מדבר הסהרה ונוביה שבתחומי לוב, מצרים וסודאן (כולל סיני והנגב), מדבריות חצי האי ערב, המדבר הסורי (סוריה, ירדן ועירק), מדבריות מזרח אפריקה בסומליה, מדבר דאנאקיל באריתריאה, וכן מדבריות המלח הגדולים דשט-א-כוויר ודשט-א-לוט במרכז אירן. לאלה ניתן להוסיף גם את רמת אנטוליה הערבתית הצחיחה למחצה. האקוסיסטמות הגשומות והקרירות יותר, כגון הים תיכוניות בחלקים של טורקיה, בקפריסין, בסוריה, לבנון, ישראל וקירנאיקה שבלוב; היער ההירקני באירן ואזרביג'אן, יערות הזגרוס באירן ועירק, הצומח הטרופי באתיופיה והצומח של הרי תימן ורכס חיג'אז – אלה נתפסים בספר כפריפריה ושוליים של הגלעין המדברי שבו עוסק עיקרו של הספר. תפיסה זו (הלגיטימית) מדגישה את המדבריות כאקוסיסטמה מרכזית במזרח התיכון על בסיס המציאות שלפיו מרבית שטחו של המזרח התיכון הוא אכן מדברי. מצד שני יש לזכור שמרכזי עושר ומגוון המינים והאנדמיזם נמצאים דווקא באותם "שוליים" של המזרח התיכון שאינם מדבריים, מרכזים אלה מצויים בטורקיה, אירן ואתיופיה, בעוד שהמדבריות המובהקים הם דלי מינים יחסית. דוגמה לעושר מינים זעום בצורה קיצונית היא במדבר העצום רוב-אל ח'לי שבמרכז חצי האי ערב, שם נמנו 21 מינים בלבד! המחברים בחרו אפוא להתייחס לאזור בעיקר לפי האקוסיסטמה הייצוגית ביותר מבחינת גודל השטח ופחות לפי האקוסיסטמות המכילות את מרבית מיני הצמחים כלומר: תפיסה זו מטה את האיזון בספר באופן מובהק לכיוון טיפול באקולוגיה של הצמחים במדבר, עד כדי טביעת המונח Drylandia (=ארץ צחיחה) כמייצג את המזרח התיכון מבחינה אקולוגית. גם הצילום שעל גבי כריכת הספר משדר את מרכזיותן של האקוסיסטמות הצחיחות בדיון. הרבה פחות מכך מטפל הספר באקולוגיה של הצמחים באקוסיסטמות שאינן מדבריות. ייתכן שעל בחירה זו השפיעה גם היותו של המחבר הראשון של הספר מצרי שעיקר מחקריו נעשו במצרים ובארצות מדבריות נוספות באזור. בהחלט מתקבל על הדעת שגישה מוטה כזאת מוצדקת, שכן הספרות התיאורית והמחקרית

שהתפרסמה בעולם, למשל על אקולוגיה של צמחים במערכות הים-תיכוניות – רחבה ועשירה. לעומת זאת מידע אינטגרטיבי על מדבריות בכלל ושל המזרח התיכון בפרט – אמנם קיים בספרות, אך היקפו קטן בהרבה ובוודאי שיש מקום להציג תמונת מצב עדכנית רחבה דווקא למערכות המדבריות.

מכנה משותף נוסף שמוצאים המחברים לאיזור המוגדר כ"מזרח התיכון" הוא העבר הגיאולוגי, האקלימי והביוגיואגרפי שלו שעיצבו את ההווה האקולוגי והפלוריסטי. המזרח התיכון שוכן בצומת מרכזי של ים הטתיס שנסגר והתייבש במהלך השלישון תוך כדי תנועת הלוחות הערבי והאפריקאי צפונה. על קו השבר שבין שני הלחות הללו החל להיווצר ים סוף. עובדה זו מסבירה את הקשר הביוגיאוגרפי הקדום בין צמחיית מזרח אפריקה וקרן אפריקה לבין צמחיית רכסי חיג'אז והרי תימן. קשר זה נקטע עם התרחבותו ההדרגתית של ים-סוף מאז תחילת המיוקן וניתוק זה הוליך להתפתחות אנדמיזם מקומי בחצי האי ערב. כל אלה ומהווים צידוק , מבחינת המחברים, לכלילת חלקים אלה של אפריקה בתוך המזרח התיכון. במקביל חלה מאז תום הניאוגן התייבשות אקלימית שהולידה בהדרגה את המדבריות ואת הצמחיות הנוכחיות מתוך המקורות השלישוניים, בין אם ים-תיכוניות ובין אם מדבריות. התמורות בטמפרטורה, במשקעים ובגובה פני הים במהלך התקופות הקרחוניות והבין-קרחוניות בשני מיליון השנים האחרונות בפליסטוקן הטביעו אף הן את חותמן על האיזור. התנאים היובשניים של ההווה שוררים מאז סיום תקופת הקרח האחרונה. הצמחיות היובשניות הנוכחיות באקוסיסטמות השונות במזרח התיכון הן איפוא רליקט ששרד מהצמחיות הקדומות יותר ששיגשגו בתנאים יותר לחים. היער ההירקני הלח המפותח של מורדות הרי האלבורז באירן כלפי הם הכספי הוא שריד יוצא דופן שהשתלשל מצמחייה שלישונית של תנאי אקלים יותר לחים ושרד במובלעת בעלת תנאים ייחודיים של לחות וטמפרטורה.

נאמנים לשיטתם, מתמקדים המחברים באקולוגיה של צמחי מדבר ופורשים קשת רחבה של נושאים – החל מאיפיון אקולוגי של האקוסיסטמה המדברית, דרך מאפיינים סיסטמטיים וביוגיאוגרפיים, אדפטציות עיקריות, ביולוגיה רפרודוקטיבית של צמחי מדבר (סקס, האבקה, הפצת פירות וזרעים), יחסי גומלין של צמחים (בעיקר דרך חומרים כימיים) וכלה בהשפעות הרעייה. רבים מהמחקרים הנסקרים התבצעו במצרים ובחצי האי ערב. מחברי הספר הצליחו להגיש סיכום עדכני ומקיף של הידע הבוטני-אקולוגי אודות החלק המדברי של האזור. לעומת זאת, ייצוגם של המחקרים באקוסיסטמות הים תיכוניות או האפריקאיות

מצומצם בהרבה, כאמור בהתאמה לגישה הכללית הרואה את המדבר כליבה האקולוגית של המזרח התיכון. על יסוד המחקרים הרבים המתוארים בספר, מודגשת ההתאמה של צמחים למדבר כאסטרטגיות של פיזור סיכונים וניצול הזדמנויות יחד עם גמישות רבה בתזמון הפנולוגי, בשונות של צורת החיים בתוך אותו מין, במאפייני מבנה הצמח ובטיפוס המיניות-כתשובות אבולוציוניות לא רק לחסר במים אלא ובעיקר לאי הוודאות ולשונות הרבה בזמינות המשאבים בזמן ובמרחב. תכונת מבנה שנדונה בהרחבה היא הסוקולנטיות הקשורה למעגל הפוטוסינתטי CAM [1] (להבדיל מהסוקולנטיות של צמחי מדבר ומלחה הנפוצה מאד בצמחיית המזרח התיכון במיוחד במשפחות הסלקיים וזוגניים). בין היתר מוקדש בהקשר זה מקום נכבד למיני הסוג **חלבלוב** דמויי הקקטוס. אלא שתופעה זו דווקא חסרה כמעט לחלוטין באזור הקלאסי של המזרח התיכון (הלבנט, המדבר הסורי מדבריות הסהרה וערב וטורקיה) והיא מוגבלת בעיקר למזרח אפריקה, לחופים הדרומיים של ים סוף ולאי המיוחד במינו סוקוטרה, המאכלס צמחייה אנדמית נדירה שרבים בה הצמחים הסוקולנטיים מטיפוס זה. במרבית שטחו של המזרח התיכון ובמדבריותיו המינים הסוקולנטיים מטיפוס זה נדירים או חסרים. כידוע הסוקולנטיות אופיינית לסביבות חיים יובשניות או יובשניות למחצה שאינן קיצוניות, מתונות במשרעת הטמפרטורה ולרוב נהנות מערפילי חוף[2]. ועם זאת, הדיון בקשר בין מרכזי הסוקולנטיות במזרח אפריקה ובדרומה לבין האיים הקנריים ולבין אותם חלקי המזרח התיכון שבהם גדלה צמחייה זו – מעניין. הקשר בין המרכזים המקוטעים הללו מוסבר ברצף קדום דרך קווי חוף דרומיים קדומים של ים הטתיס. אלה נעלמו עם הצטמצמותו והיעלמו של ים הטתיס והיווצרות מדבר הסהרה וכך נותקו הסוקולנטים של האיים הקנריים מאלה של מזרח ודרום אפריקה כמו גם מחלקי המזרח התיכון שבהם גדלים צמחים כאלה. מרכזים מקוטעים אלה דומים זה לזה מבחינה סיסטמטית (הרכב משפחות וסוגים) ובתנאיהם האקולוגיים. בעקבות ניתוקם זה מזה נמשכת בהם אבולוציה נפרדת אך מקבילה במגמותיה.

הספר מייחס משקל רב ליחסי גומלין של הדדיות חיובית (מוטואליזם) בין צמחים ובעלי חיים ובין צמחים לצמחים כמנגנון המשפיע על תחזוקת מגוון המינים במדבר וכגורם מסביר חשוב של דגמי הפיזור במרחב של הצמחים. זאת בניגוד לתחרות שמשקלה כגורם המסביר תופעות אקולוגיות בצמחים בסובב מדברי שבו ההתמודדות היא בעיקר מול הסביבה הא-ביוטית העוינת – מועט. צמחי מפתח מעוצים כגון **שיטת הסוכך** ו**רכפתן מדברי** מקיימים מערכים מורכבים של יחסי גומלין עם בעלי חיים ומהווים בעצם קיומם המרחב מעין "אומנת" היוצרת עבור צמחים אחרים תנאי גידול נוחים יותר מבחינת אספקת מים ומינרלים

מזינים בדרך של הקלה facilitation בתוך תנאי המדבר הקשים. יחסי גומלין אלה הם גורם מרכזי המכתיב את דגם הפיזור המקובץ בצומח המדברי, בנוסף להתקבצות הטבעית סביב אתרים המספקים יותר מים. "איים" מקובצים כאלה מספקים למינים רבים "נישת רגנרציה" שרק בה הם מסוגלים לנבוט וליצור דורות חדשים. בהקשר זה מתוארת בספר בהרחבה התופעה בנוף המדברי המכונה **"נבח'ה"** (Nabkha). הנבח'ה היא תלולית הנוצרת מהצטברות קרקע המוסעת על ידי הרוח בתוך נוף של שיח ו"קוברת" את הענפים. הצמח מלבלב מתוך הענפים הקבורים וקולט קרקע נוספת המגביהה בהדרגה את התלולית. נוף של נבח'ות מאפיין במיוחד שטחי חול נרחבים השכיחים במדבריות המזרח התיכון. תופעת התלוליות הזו מוכרת גם מחולות מדבריים בארץ. דוגמאות לצמחים אופייניים יוצרי נבח'ות בכל מדבריות המזרח התיכון הם **ימלוח פגום, שבטוט מצויץ, דוחן אשון, רותם המדבר, חמדת השיח** ורבים נוספים. השיחים יוצרי הנבח'ות מתפקדים כ"מהנדסי סביבה" וכיוצרי מיקרו-בתי גידול שבהם נקלטים זרעים ומסופקים לנבטים תנאי צל ולחות יחד עם תנאי הזנה משופרים בקרקע. תופעה דומה ולמעשה זהה לנבח'ה תוארה על ידי זהרי (Zohary, 1973) בצומח ה"סקסאול" במדבריות החול של אירן, מרכז אסיה ומונגוליה, שם יוצרים שיחי **עציון** (פרקרק) **פרסי** ו**שבטוט מצויץ** נוף דומה.

המזרח התיכון הוא ערש של ציווילזציה ותרבות ומרכז חשוב של ביות צמחים ובעלי חיים למשק האדם ונסקרים מיני הבר החשובים שהתאימו לביות או לניצול כלכלי כצמחי בר. לאורך דורות רבים התקיים במדבר מעין שיווי משקל בין אוכלוסיות האדם והטבע. בדורות האחרונים – גידול האוכלוסייה, ההתפתחות הכלכלית ושינוי אורח החיים במיוחד בארצות המדבריות מפיקות הנפט, התרחבות החקלאות, השינויים בדפוסי הרעייה של גמלים, צאן וסוסים, מגמות מידבור, חדירת צמחים פולשים, מפעלי ענק של סכירת נהרות וואדיות – כל אלה יוצרים שינויים באקוסיסטמות הטבעיות שחלקם אינם הפיכים. הספר מטפל בהרחבה באיומים הללו, רואה בהם אתגר, אך מתקשה למצוא להם פתרון ברור, במיוחד בנסיבות של הקונפליקטים ואי היציבות פוליטית המאפיינים רבות מארצות האזור.

בתוך פרקי הספר משולבים נושאים בסיסיים בבוטניקה ובאקולוגיה, כרקע לסוגיה הנדונה בכל פרק. מושגי יסוד רבים מתוארים ומוסברים בתוך גוף הטקסט, בתיבות טקסט מיוחדות ובהערות שוליים. לדוגמה, הסבר המושג **"פנולוגיה"** המופיע בהערת שוליים בעמוד 163בהקשר לדיון בתופעות המיניות בסביבות יובשניות והגמישות בעיתוין, להלן בתרגום:

פנולוגיה היא הלימוד של המחזוריות התקופתית באירועי מחזור החיים וכיצד הם מושפעים מהאקלים ומגורמי בית-גידול כמו למשל הרום. במקור פנולוגיה התייחסה בעיקר לתאריכים של התחלת ההופעה בצמח של עלים בעת הלבלוב, התחלת פריחה, התחלת שינוי צבע בעלים, שלכת וכדומה.

מכל אלה מפיק הקורא והמעיין תועלת רבה. בנספח מיוחד רשומים כל הצמחים (וגם כמה בעלי חיים) שנזכרו ושימשו בספר כדוגמאות ורבים מהם מיני צמחים הגדלים בארץ. אלא שלמרבה האכזבה רשימה זו אינה ערוכה כאינדקס ואין בה מיספור של העמודים שבהם נזכר כל צמח, דבר המקשה על איתור מידע בספר על צמח כלשהו.

מחצית שטחה של ישראל הוא מדבר, אבל שטח זה הוא פינה קטנטונת בתוך רצף המדבריות הרחב של המזרח התיכון. ועם זאת, התרומה של ידע שמקורו בישראל ליריעה הנפרשת בספר ונחקר ופורסם על ידי חוקרים ישראלים וזרים – היא רבה ועולה בהרבה מאד על החלק היחסי של הנגב, הערבה ומדבר יהודה ברצף השטח המדברי הכללי במזרח התיכון. תוכנם של כמה עשרות מחקרים ופירסומים שנעשו בארץ, מתוך המאות שנסקרו בספר, מצוטט ולפרקים גם מובא בהרחבה. כמה מהם משמשים תשתית בסיסית לנושאים הנדונים בפרקים אחדים בספר. מבין הנושאים הבסיסיים והמורחבים שנדונו בספר על בסיס מקורות ישראליים, נציין את הסיסטמטיקה והביוגיאוגרפיה של המדבריות, תופעת הקוצניות, חשיבותם של **רכפתן מדברי** ומיני **שיטה** כמיני מפתח באקוסיסטמה המדברית. על רקע זה מוזר שהפלורה פלשתינה של זהרי פינברון (למעט אטלס התפוצה של אבינעם דנין) לא שימשה כמקור לתיאור הצמחיות של ישראל, הרשות הפלסטינית וירדן. כמו כן מעט מאד, אם בכלל, בא לידי ביטוי שפע המחקרים שנעשו בארץ על הנגב ועל ההתאמות של צמחי מדבר אשר סוכמו בספרם של אבן-ארי, שנן ותדמור (1980) "הנגב – מלחמת קיום במדבר" אשר פורסם במקור בגירסה אנגלית The Negev – The challenge of the Desert. אלא שחומר זה בכל מקרה זמין לקורא הישראלי.

בוטנאים, אקולוגים וחובבי צמחים יוכלו למצוא בספר הרחבה והקשר לידע המקומי על האקולוגיה של צמחי הארץ. דרך הספר ניתן להתוודע לידע חדש על צמחים "משלנו" כמו **טוריים זיפניים**, **כפתור החולות**, **שושנת-יריחו אמיתית**, **ערער אדום** ורבים נוספים ולהגיע גם אל המקורות הראשוניים שבהם ידע זה מתואר ומסוכם. מחקרים אלה נערכו במיוחד בחצי האי ערב, במצרים ובלוב. בכלנית ננסה בעתיד להביא סיכומים ותמציות ממחקרים אלה. ניתן גם ללמוד על האקולוגיה של צמחי מפתח נוספים במזרח התיכון שאינם גדלים בישראל. העיון בספר פותח צוהר לאזורים ולנושאים פחות מוכרים לישראלים – כגון הרי חיג'אז ותימן, האי סוקוטרה ועומאן. זהו עולם אקולוגי שונה ומעניין שברובו קשור

לאקולוגיה האפריקאית ולסביבות חיים טרופיות-הרריות.
רבות מארצות המזרח התיכון היו סגורות בעבר וסגורות גם כיום לחוקרים, מבקרים ומטיילים ישראליים. הדברים קשים כיום יותר מאי פעם עקב המצב הפוליטי המעורער והאלימות השולטת בחלק מארצות האזור. נותר רק לחלום ולקוות לעתיד שאולי הדברים ישתנו לטובה ואז גם ניתן יהיה לצפות ולהכיר ישירות את העולם המעניין הנפרש בספר זה.

הערות

[1] מסלול קיבוע של פחמן דו-חמצני האופייני לצמחים בסביבות חיים יובשניות. הפחמן הדו-חמצני נקלט בצמח בלילה חושך, כאשר הפיוניות פתוחות. הפחמן הדו-חמצני מקובע לתוך חומצות אורגניות המצטברות בוקואולות של תאי העלה או הגבעול . הוקואולות הללו גדולות מאד ובתוך מוהל הוקואולה המימי החומצות האורגניות נמהלות לרמה שאיננה מזיקה לצמח. ביום בתנאי הארה הפיונות נסגרות כדרך למניעת איבוד מים. הפחמן הדו חמצני שקובע לחומצות אורגניות בלילה עובר הטמעה בעזרת האור ליצירת פחמימות. מסלול פוטוסינתטי זה מכונה מסלול "המטבוליזם של חומצות אורגניות במשפחת הטבוריתיים" (Crassulacean Acid Metbolism) ובקיצור CAM. דרך זו של קיבוע פחמן דו-חמצני נפוצה מלבד במשפחת הטבוריתיים גם בחייעדיים, צבריים ("קקטוסים"), בחלק מהמורכבים, בסקציה Euphorbia שבסוג **חלבלוב** ובעוד משפחות. הצמחים שלהם מסלול CAM, חסכוניים במים. התכונה המורפולוגית המאפיינת צמחים אלה היא הסוקולנטיות (בשרניות) הנובעת מהימצאות הוקואולות הגדולות אוגרות המים בתאי העלים או הגבעולים.

[2] על האקולוגיה והביוגיאוגרפיה של צמחים סוקולנטיים – קראו במאמרם של שמידע ובורגס **בקישור**

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©
ציטוט: פולק ג 2016 על הספר "אקולוגיה של צמחים במזרח התיכון", כתב-עת "כלנית" מספר 3.

על הספר "אקולוגיה של צמחים במזרח התיכון"