

כשרות אתרוגים מורכבים – היבטים הלכתיים וכיולוגיים

א. תקציר

בעיית האתרוג המורכב, שהתעוררה במאה ה־16, גררה דיון פורה בעשרות ואולי מאות ספרי הלכה ושו"תים. מתוך המכלול הרחב של הנושאים שנידונו בהם קיימים כמה נושאים המשיקים למדעי החיים, ובחלקם נעסוק במאמר זה.

רבים עסקו בשאלה, מהו "פרי עץ הדר" (ויקרא כ"ג, מ) שהתורה ציוותה עליו. זיהויו המקובל כאתרוג, מסתמך על המסורת הנקוטה בעם ישראל מימים ימימה, ועל עדויות היסטוריות וארכאולוגיות. אישוש נוסף לזיהוי זה ניתן לקבל מכך שהאתרוג יוצא דופן מבין כל ההדרים. הוא היחיד שנשאר כזן טהור לאורך כל ההיסטוריה שלו. לכן ברור, שאם נפרש את הביטוי "פרי עץ הדר" במשמעות המקובלת היום, הרי שהאתרוג העתיק והמקורי הוא המועמד המתאים ביותר.

השוואה גנטית בין האתרוג ללימון מצביעה על כך שקיים ביניהם הבדל מהותי בהרכב הגנטי. בעוד שהאתרוג הוא מין מקורי, הרי שהלימון הוא צאצא משותף של אתרוג ושל חושחש או ליים. יש מקום לדון, האם מידע זה עשוי לתרום להגדרתם כמינים שונים לעניין כלליים ולעניין מצוות ארבעת המינים.

ממקורות הלכתיים רבים משתמע שלהרכבה על לימון, או על מיני הדרים אחרים, אין השפעה גנטית משמעותית על הרכב, האתרוג עצמו, ובוודאי שלא על צאצאיו, ולכן אין ערך לסימנים שניתנו כדי להבחין בין אתרוג מורכב למקורי. למסקנות דומות ניתן להגיע הן מתוך הכרת תהליך ההרכבה הן מתוך השוואה גנטית של זני אתרוגים שונים ממקורות גאוגרפיים רחוקים. במחקר שבדק 12 זני אתרוגים מפורסמים בעולם היהודי לא נמצאה חדירה של גנים ממיני הדר אחרים, למרות שקשה מאוד להניח שלא היה אף אירוע הרכבה באחד מאבות המוצא (לפחות מאירופה). ממצאים אלו דוחים את

* חלקו ההלכתי של מאמר זה נכתב, רובו ככולו, לאורו של הפרק 'בעניין אתרוג מורכב' בספרו של הרב יהודה עמיטל זצ"ל, רסיסי טל, אלון שבות תשס"ה, עמ' רמח-רנה. תודתי נתונה לרב זאב ויטמן, לד"ר אבי ליפשיץ ולבני, הרב נחמיה רענן, על הערותיהם המועילות, ולצוות ספריית ישיבת הר עציון ומכללת הרצוג על העזרה ומאור הפנים.

האפשרות שלתופעה של 'השתקת גנים', המדווחת לאחרונה בספרות, יש השפעה גנטית מתמשכת על הרוכב.

הסימנים שניתנו על ידי הפוסקים להבחנה בין אתרוגים מורכבים ושאינם מורכבים אינם משקפים את ההבדלים הממשיים בין שני סוגי אתרוגים אלו, ויסודם לעתים בטעות או בשל הגדרה שונה של המושג 'מורכב'. סימנים אלו מבחינים אך ורק בין אתרוג (מורכב ושאינו מורכב) ובין לימון. אתרוג מורכב שונה רק במעט, ובלשון האלשיך: "...ואין הפרש אלא שהחמוץ שבתוכו מרובה, מה שאין כן לאתרוג בלתי מורכב, שהחמוץ מועט והקליפה שעליו עבה מאד".¹ ייתכן שההבדלים הגדולים שנצפו היו הגורם הראשוני, אצל חלק מהפוסקים, לפסול אתרוג מורכב, והטעמים והדיונים שבאו מאוחר יותר היו בגדר של נימוקים בדיעבד. אני רק יכול לשער, שעל רקע הבנה ברורה מהו תהליך ההרכבה, ומתוך תצפית בתוצרים הזהים כמעט לחלוטין של שני סוגי האתרוגים, לא היה מתפתח האיסור הגורף שהוטל על אתרוגים מורכבים.

המחשבה שאתרוג מורכב שונה מאתרוג שאיננו מורכב התפתחה בעקבות הופעה של לימונים שהופרו על ידי אתרוגים ורכשו תכונות 'אתרוגיות', אך נותרו גם בעלי מאפיינים 'לימוניים'. ייתכן שהדבר התרחש בעקבות הרכבה על לימון שענפיו לא נקצצו והמשיכו להניב, ופרותיהם 'התגנבו' ליכול האתרוגים של הרוכב. ייתכן גם שעץ לימון שהורכב על ידי אתרוג כונה 'אתרוג' ופרותיו כונו בשם 'אתרוגים מורכבים'.

הפוסקים המאוחרים יותר שעמדו בפני העובדה שאתרוגים מורכבים נראו זהים לאתרוגים שאינם מורכבים, תלו את ההבדלים בשינויים בסביבה או ב'התחכמות הגננים'. היות שקשה להניח שברשות גנני המאות הקודמות היו טכנולוגיות חדשות העשויות למנוע את השינויים ברוכב, נראה שההסבר הסביר הוא שהם התחילו להרכיב בשיטה הנהוגה היום, וקיצצו את כל ענפי הפנה, ומאז נעלמו הלימונים ה'אתרוגיים' וכל האתרוגים המורכבים נראו כאתרוגים מקוריים.

למרות הדמיון הגנטי הרב שנמצא בין זני האתרוגים, הם שונים בפרטי מבנה רבים זה מזה. שונות זו נובעת מתוך תהליכי ברירה וטיפוח שונים. מנקודת מבט גנטית, ההתייחסות אל הזנים התימני והמרוקאי כ'בטוחים יותר' איננה מוצדקת, משום שהאתרוגים ה'אשכנזים' (הארץ ישראלים המסורתיים והאירופאים) כמעט זהים להם בהרכבם הגנטי. ההבדלים המעטים הקיימים בפרופיל הגנטי של הזנים שנבדקו מאפשר, אולי, להכריע בין הגרסות הסותרות לגבי מסורת מוצאם של כמה מזנים אלו.

העיסוק בשאלה מדוע אין התייחסות במקורות להאבקה על ידי הדורים אחרים, והניסיון לפסוק בשאלה זו, יסודם בטעות. אין ספק, שהאתרוג אינו מופרה על ידי הדורים אחרים. הדבר עולה מתוך מחקרים רבים, שבהם האתרוג מעורב ביצירת מינים חדשים,

1. שו"ת מהר"ם אלשיך סי' קי"ד"ה השתא.

אך תמיד כהורה הזכיר. כך ניתן להסיק גם מהשוואת זני האתרוגים שהוזכרה לעיל. עדות נוספת היא רמת ההומוזיגוטיות² כפי שהיא מתגלית מהשוואת מבנה כרומוזומים וסמנים גנטיים, ומצפיות המראות שקיימת אחידות רבה בין הצאצאים המתפתחים מזרעים. ההכשרים הניתנים היום לאתרוגים אינם מתייחסים לבעיה קשה יותר העלולה לפסול אותם. בעיה זו חריפה בעיקר ביחס להכשרים המסתפקים בקביעה שהאתרוג עצמו איננו מורכב,³ אך ייתכן שהיא קיימת גם כאשר יש מסורת שהאתרוג איננו מ'תולדות המורכב', שהרי המסורות הקיימות בידינו הן בנות מספר דורות מועט. ייתכן (אמנם בסבירות נמוכה) שהאתרוג איננו אלא זן של לימון, שהתפתח בעקבות האבקה על ידי אתרוג, ואכן, היום יש לפחות שני זנים שהם צאצאי אתרוג ולימון. על מנת לשלול אפשרות זו ייתכן שיש מקום לבצע (לזנים שעדיין לא נבדקו בשיטה זו) בדיקה גנטית בעזרת סמנים גנטיים מולקולריים כתנאי לקבלת הכשר. מאידך גיסא, יש להדגיש שאין די במראה מהודר במיוחד של אתרוג, שנקנה במחיר נמוך, כדי להצביע על כך שהוא לימון או מורכב בלימון, משום שקיימת גם אפשרות של הרכבה מותרת, לדעת הרבה מהפוסקים, של זן מהודר של אתרוג (מאחד הזנים האירופאים) על כנת אתרוג (מהזנים המקומיים המסורתיים).⁴

ב. רקע כללי

1. מבוא

הסוג 'הדר' (Citrus) וסוגים קרובים לו, הנכללים במשפחת הפיגמיים (Rutaceae), מהווים כר נרחב למחקר מזה עשרות שנים בתחומים שונים, בגלל חשיבותה של הקבוצה כעץ פרי, שרק הגפן קודמת לו בכמות הייצור. מאמץ מחקרי רב, המנצל שיטות חדישות, הוקדש בעשור האחרון על מנת לפענח את המערכת הפילוגנטית⁵ של הקבוצה,

2. ביצורים חיים המתרבים ברבייה מינית יש זוג גנים לכל תכונה, כאשר כל גן מוצאו מאחד ההורים. התכונה שבאה לידי ביטוי היא התכונה הדומיננטית (שליטה). כאשר הגנים המגיעים מההורים לתכונה מסוימת שונים זה מזה, הרי הצאצא הטרוזיגוט לתכונה זו (למשל אם גן לסוג דם A נפגש עם גן O הרי שהצאצא יהיה בעל סוג דם A). תכונה הומוזיגוטית היא תכונה שבה שני ההורים תרמו גן זהה לתכונה זו. רמה גבוהה של הומוזיגוטיות (הרבה תכונות הן הומוזיגוטיות) מצביעה על כך שהמין מתרבה בעיקר בהפריה עצמית, ולכן מגוון הגנים נמוך. שהרי לדעת פוסקים רבים 'תולדות המורכב' מותרות.
4. בשימוש במונח 'מהודר' כוונתי לאתרוג בעל מבנה סימטרי מוארך כמגדל, בעל בליטות המסודרות לאורכו כ'ערוגות' ובדרך כלל בעל פיטם. בזנים המקומיים הפירות אינם סימטריים ומתארים גס, בעל בליטות ושקעים המפוזרים באופן לא סדיר.
5. פילוגנזה היא מערך משוער של מערכת יחסי קרבה בין מיני צמחים ובעלי חיים, המתאר את התפתחותם זה מזה. בדרך כלל, מערך זה מתואר כאילן יוחסין הנקרא 'עץ פילוגנטי'.

מתוך רצון למצוא מאגרי גנים מקוריים ולפתח זנים חדשים המניבים פרי טעים וחדשני, עמידים למחלות שונות הצצות מדי פעם ומותאמים לבתי גידול מיוחדים (יבשים, קרים וכו'). האתרוג (*Citrus medica*) זכה להתייחסות רבה בין מחקרים אלו,⁶ הן בגלל מעמדו המיוחד כמין ביולוגי מעניין הן בגלל חשיבותו כמקור לתרכובות יקרות לבשמים ולתרופות.

שפע המחקרים מספק נתונים רבים ומגוונים על העץ הפילוגנטי של ההדרים, ובכללם על האתרוג והלימון שהם עיקר מאמר זה. לנתונים אלו, המבטאים את יחסי הקרבה בין המינים השונים, עשויים להיות השלכות לגבי הלכות כלאי אילן בהדרים (נושא שלא נעסוק בו במסגרת זו) ועל מעמדו של האתרוג המורכב לעניין מצוות ארבעת המינים.

מאמר זה איננו הראשון המנסה לקשור בין הידע המדעי והשאלות ההלכתיות בנושא האתרוג המורכב.⁷ ייחודו של המאמר הנוכחי הוא בכך שהוא מעדכן כמה מהמסקנות על פי מידע מחקרי חדש שהתגלה בעיקר בעשור האחרון. המאמר איננו מתיימר להקיף את הנושאים ההלכתיים באופן מלא, ובוודאי שלא לפסוק הלכות, אלא לעורר מחשבה לגבי נקודות בהן משיק המדע המודרני לפסיקה הקיימת.

2. מאפייני האתרוג על פי חז"ל

בתורה הצטוונו לקחת פרי עץ הדר כאחד מבין ארבעת המינים במצוות נטילת לולב:

וּלְקַחְתֶּם לָכֶם בַּיּוֹם הָרִאשׁוֹן פְּרִי עֵץ הָדָר כַּפֹּת תְּמָרִים וְעֶנְף עֵץ עָבֹת וְעֶרְבֵי נָחַל וּשְׂמַחְתֶּם לִפְנֵי ה'... שְׁבַעַת יָמִים (ויקרא כ"ג, מ).

על זהותו של פרי עץ ההדר אנו לומדים מתוך המדרשים,⁸ התלמוד הירושלמי והבבלי. בירושלמי מצאנו:

6. (Phylogentic tree), הבנוי על סמך ההנחה שהדמיון בין היצורים מסמל קרבה התפתחותית. כל נקודת פיצול באילן היא אב קדמון משותף לשני הענפים. ככל שהמינים שונים הם רחוקים יותר. יש להעיר שרק חלק קטן מחקרים אלו נערך על רקע תורני.
7. עיין: א' גולדשמידט, 'בעיית האתרוג המורכב וטיבם של האתרוגים המצויים בימינו', תחומין ב, תשמ"א, עמ' 145-135; ל"י סופר, 'האתרוגים המכונים 'יאנאווע' (ב), אור ישראל יד, תשס"ט, עמ' קפו-קפט; E. Nicolosi et al., 'The search for the authentic citron (*Citrus medica* L.): historic and genetic analysis', *HortScience* 40, no. 7, 2005, pp. 1963-1968.
8. תורת כוהנים אמור פרק טז ד, מהד' ווייס קב ע"ב; ויקרא רבה פרשה ל, מהד' מרגליות עמ' תשו.

כתיב 'פרי עץ הדר' עץ שפריו הדר ועצו הדר אי זה זה אתרוג אין תימר רימונא
פיריו הדר ואין עצו הדר אין תימר חרובה עצו הדר ואין פיריו הדר אי זה זה
אתרוג (סוכה פ"ג, נג ע"ד).

בבבלי:

תנו רבנן 'פרי עץ הדר' עץ שטעם עצו ופריו שוה הוי אומר זה אתרוג... רבי אומר
אל תקרי 'הדר' אלא הדיר מה דיר זה יש בו גדולים וקטנים תמימים ובעלי מומין
הכי נמי יש בו גדולים וקטנים תמימים ובעלי מומין אטו שאר פירות לית בהו
גדולים וקטנים תמימין ובעלי מומין אלא הכי קאמר עד שבאין קטנים עדיין
גדולים קיימים רבי אבהו אמר אל תקרי 'הדר' אלא (הדר) דבר שדר באילנו משנה
לשנה בן עזאי אומר אל תקרי 'הדר' אלא אידור שכן בלשון יווני קורין למים
אידור, ואיזו היא שגדל על כל מים הוי אומר זה אתרוג (סוכה לה ע"א).

אם נסכם את המקורות, הרי שהאתרוג מתאפיין בכמה תכונות מיוחדות שאינן קיימות
בעצים אחרים: א. פריו ועצו הדורים; ב. טעם עצו ופריו שווה; ג. פירות בני גילאים
שונים נמצאים בו זמנית על העץ; ד. הפרי מתקיים על העץ משנה לשנה; ה. הוא גדל על
כל מים, כלומר זקוק להשקיה כל השנה.

3. זיהוי האתרוג

האתרוג המוכר לנו הוא "פרי עץ הדר" שעליו ציוותה התורה. לדעת הרמב"ם⁹ הדבר הוא
קבלה בידינו, והוא פוסק: "פרי עץ הדר האמור בתורה הוא אתרוג".¹⁰ כך אכן נהגו בכל
קהילות ישראל, לפחות מימי התנאים.¹¹ קיים תיעוד לרצף מלא למדי של מסורת שימוש
באתרוג, הן למצווה הן לרפואה. בשפות רבות נשמר השם אתרוג בהטיות שונות. גם

9. הקדמה לפירוש המשניות.

10. הלכות שופר וסוכה ולולב פ"ז ה"ב.

11. קיים ויכוח בין החוקרים לגבי גילו של השימוש באתרוג למצווה. יש המסיקים מתוך הממצא
הארכאולוגי שהאתרוג הגיע למצרים כ-1500 שנה לפנה"ס, בתקופה המקבילה לצאת בני
ישראל ממצרים, ויש המאחרים אף מעבר לימי הביניים המאוחרים, בעיקר בגלל היעדר ממצא
ארכאולוגי; ראה: ג' ביגר ונ' ליפשיץ, 'האתרוג – האם הוא "פרי עץ הדר"?' בית מקרא 42,
תשנ"ז, עמ' 28-33. פולמוס חריף ומעניין התפתח בינם ובין י' פליקס לגבי מועד התחלת
השימוש באתרוג; ראה: י' פליקס, 'פרי עץ הדר – האתרוג', בית מקרא 42, תשנ"ז, עמ' 288-
292. סקירות נוספות בנושא זה, ראה: י' פליקס, עצי פרי למיניהם: צמחי התנ"ך וחז"ל,
ירושלים תשנ"ד, עמ' 150-160; ז' עמר, ארבעת המינים, נווה צוף תש"ע, עמ' 25-30.

אצל עמים אחרים באזור, האתרוג נחשב פרי בעל ערך קדוש. בארץ מוצאו – הודו,¹² ייחסו לו סגולות קדושות ורפואיות¹³ רבות. כך גם בכל הארצות לשם נדד האתרוג לפני אלפי שנים: אפגניסטן, פרס, ארם נהריים, ארץ ישראל ומצרים. שרידים של אתרוגים נמצאים במקדשים ובקברים רבים מתקופות קדומות.¹⁴ בנוסף לקבלה שבידינו ולעדויות הארכאולוגיות, האתרוג עונה באופן ברור על חלק מהקריטריונים של פרי עץ הדר שהובאו במדרשים: בהדרים בכלל ובאתרוג בפרט, אין עונת פריחה מוגדרת. הפריחה והתפתחות הפרות משתרעות כמעט על פני כל השנה, ולכן ניתן למצוא פרחים ופרות בשלים במקביל. האתרוג גדל על כל מים, כדוגמת הירקות,¹⁵ והוא זקוק להשקיה מרובה על מנת להניב. הבבלי אומר: "שכן בלשון יווני קורין למים אידור", ואמנם גם ביוונית ובשפות נוספות בנות ימינו, הידרו = מים.¹⁶

12. מחקר גנטי מולקולרי שנערך לאחרונה טוען, בניגוד למה שהיה מקובל עד עתה, שהאתרוג הגיע מאזור מרוחק יותר, בסביבתה של אוסטרליה, גיניאה החדשה או קלדוניה החדשה. ראה: J. Randall et al., 'A Molecular Phylogeny of the Orange Subfamily (Rutaceae: Aurantiodeae) using nine cpD.N.A Sequences', *American Journal of Botany* 96 (3), 2009, pp. 668-685.
13. B.A. Arias and L. Ramón-Laca, 'Pharmacological properties of circus and their ancient and medieval uses in the Mediterranean region', *J. Ethnopharmacolgy* 97 (1), 2005, pp. 89-95; G.D. Manners, 'Citrus limonoids: analysis, bioactivity, and biomedical prospects', *J. Agric. Food Chem.* 55 (21), 2007, pp. 8285-8294; F. Conforti et al., 'In vitro activities of *Citrus medica* L. cv. Diamante (Diamante citron) relevant to treatment of diabetes and Alzheimer's disease', *Phytother Res.* 21 (5), 2007, pp. 427-433.
14. בחפירות ניפור בדרום בבל נמצאו גרעיני אתרוג (שבוטנאים אימתו בבדיקותיהם) מהתקופה השומרית (4000 לפנה"ס). על קירות מקדש כרנך במצרים, מתקופת תוסמוס השלישי, חקוקים בתמונות הגן פרות אתרוג. לכן, הסברה היא שהאתרוג הובא למצרים כ-1500 שנה לפנה"ס. נמצאו גם פרות אתרוג יבשים וגרעיני פרי בקברים במצרים מאותה תקופה; עיין: ג' ביגר ונ' ליפשיץ (לעיל, הערה 11); 'הל-אור', 'פרי עץ הדר', ג' ונוף ה', 2002, עמ' 12-18; ר' בן-ששון, 'האתרוג בפסיפסי ארץ ישראל – האמנם רק סמל יהודי?', הרצאה במסגרת הקונגרס העולמי החמישה עשר למדעי היהדות, 2009, <http://jewish-studies.org/imgs/uploads/proceedings/etrog.pdf>.
15. "מה ירק דרכו ליגדל על כל מים ובשעת לקיטתו עישורו אף אתרוג דרכו ליגדל על כל מים ובשעת לקיטתו עישורו" (קידושין ג ע"א). מפרש רש"י: "מפני שדרכו ליגדל על כל המים – שמשקין אותו במים שאובין כירק".
16. ואכן, תכונות אלו נבחרו על ידי החזון איש (זרעים, הלכות כלאיים סי' ג אות ז) על מנת לאפיין את 'טבעם' של ההדרים.

“טעם עצו ופריו שוה” מוסבר בכך שעיקר פרי האתרוג הוא הקליפה הסיבית והיבשה דמוית העץ. הדבר נכון באתרוגים המוכרים לנו, בניגוד ללימונים למשל, שקליפתם דקה ולכן עיקר הפרי הוא הציפה (החלק הפנימי) העסיסית.¹⁷ לדעתו של פרופ' יהודה פליקס,¹⁸ בזמן המשנה והתלמוד השתמשו למאכל גם בעלים ובגבעולים הרכים של האתרוג (‘תימורות’) וטעמם דומה במידה רבה לטעם הפרי.¹⁹ הסבר אחר, מקובל יותר, הוא שאכן הזנים הארץ ישראלים המסורתיים,²⁰ בדומה לזן התימני, ראויים למאכל כמות שהם, וטועמיהם מעידים שהם מתוקים כטעם העץ ושוורשיו.²¹

הגדרת הירושלמי של “עץ שפריו הדר ועצו הדר” קשה יותר, משום שאין בגמרא תיאור מפורט לגבי המאפיינים הנדרשים כדי להיחשב ‘הדר’.²² ניתן לקבל רמז מסוים מתוך ההשוואה שערך הירושלמי בין אתרוג לבין חרוב ורימון, ולחפש מאפיינים מקבילים באתרוג. החרוב הוא עץ מהודר ואילו הרימון בעל פרי מהודר. ייתכן, שייחודו של החרוב מבין עצי הפרי האחרים שהיו נפוצים באזור, הוא היותו ירוק-עד ובעל מופע רענן במהלך כל השנה, כמו האתרוג.²³ לגבי הדר הפרי, אין ספק שהרימון הוא פרי

17. עיין: כפות תמרים, סוכה לה ע”א. בשו”ת מנחת יצחק (חלק ח סימן נח) מובאות דעות שונות ביחס לרעיון זה.

18. “פליקס, עצי פרי למיניהם: עולם הצומח המקראי, רמת גן 1968, עמ’ 66.

19. “פליקס (לעיל, הערה 11, עמ’ 152, 186), מתאר את האופן שבו ניצלו לאכילה את ה‘תימורות’, שהם הנצרים הרכים המיתמרים ובוקעים באביב מגזע הצלף. פעולה זו נקראה ‘המתקה’, והיא התבצעה על ידי החמצה או כבישה במלח. על פי הסבר זה צריך להניח שבניגוד לאתרוג, הרי שבצלף הטעם של האביונות (פרי הצלף) שונה מטעם התימורות, שאם לא כן, אין ייחוד לאתרוג.

20. על זנים אלו ומאפייניהם ראה בהרחבה: ד’ עמר, אתרוגי ארץ ישראל, נווה צוף תשע”א.

21. תיאורים מפורטים של זני האתרוגים המקוריים בארץ ישראל (עיין: ד’ עמר, לעיל, הערה 20, עמ’ 71-72) משמיטים את הקרקע מתחת לשתיים מהראיות בהן משתמשים חסידי האתרוג התימני להוכחת מקוריותו: א. מדברי הגמרא משמע שהאכילה הייתה מידית, ולא היה צורך בתיקון ממושך כבאתרוגים ה‘אשכנזים’: “אתרוג דלאכילה קאי אי שרית ליה להריח בשבת אתי למגזייה” (סוכה לו ע”ב), ומפרש רש”י: “אבל אתרוג דלאכילה קאי – כי מורח ליה מינשי ותליש ואכיל ליה, ואף אם אוכלו במחובר אין לך תולש גדול מזה”. ובמקום נוסף: “מיד התינוקות שומטין את לולביהן ואוכלין אתרוגיהן” (שם, מה ע”א); ב. האתרוגים היו גדולים מהאתרוגים המוכרים לנו, ולראיה המעשה ברבי עקיבא “שבא לבית הכנסת ואתרוגו על כתפו. אמר לו רבי יהודה: משם ראייה? אף הם אמרו לו: אין זה הדר” (סוכה לו ע”ב). מסתבר, שגם פירות הזנים הארץ ישראלים מגיעים לגודל רב והם ראויים לאכילה ללא התקנה אם אין קוטפים אותם לפני ההבשלה.

22. בוולגטה מפורש “פרי עץ הדר” כפרי העץ היפה ביותר. ראה: ג’ ביגר ונ’ ליפשיץ (לעיל, הערה 11).

23. צ’ שוורץ (‘החרוב – העץ היהודי’, אמונת עתיך 10, תשנ”ו, עמ’ 8-11) טען, שייחודו והדרו של

מהודר ולא בכדי הוא נבחר לעטר את המנורה ואת מעילו של הכהן הגדול, אנו מוצאים אותו גם בצירי קיר ובפסיפסים רבים. הקושי הוא להגדיר באופן מדויק מהם המאפיינים המעניקים לו את הדרו, והנמצאים גם באתרוג.²⁴ ייתכן, שהתוספת של נץ הרימון המעטר את הפרי מקבילה לבליטות שעל פני הרימון (ה'ערוגות').²⁵ מחקרים התנהגותיים מצביעים על כך שמבנה סימטרי מעורר משיכה ומועדף על בני אדם ואפילו על בעלי חיים.²⁶ זו הסיבה שבגללה אנחנו מוצאים נטייה לארכיטקטורה סימטרית ומורכבת בהקשרים שונים ובתקופות שונות כמו מבני ציבור, מקדשים וכו'. אמנם בפרות אחרים קיימת סימטריה כדורית מדויקת, אך הסימטריה באתרוג מורכבת, ולכן היא יוצרת תחושה עזה יותר.²⁷ ייתכן גם ששני פרות אלו, הרימון והאתרוג, נקראים הדורים בגלל גודלם. הרימון היה הפרי הגדול ביותר²⁸ והאתרוג דומה לו בגודלו.

החרוב הוא בנופו הרחב והעבות, והוכיח זאת מדברי המשנה: "מרחיקין את האילן מן העיר עשרים וחמש אמה ובחרוב ובשקמה חמשים אמה. אבא שאול אומר כל אילן סרק חמשים אמה" (בבא בתרא פ"ב מ"ז). רש"י בסוגיה שם (כד ע"ב) פירש, שההרחקה נדרשת מפני "שענפיהם רבים". על פי הסבר זה יהיה קשה לזהות את פרי עץ ההדר עם האתרוג, משום שהוא עץ קטן. יתר על כן, אם האתרוג היה דומה בתכונה זו לחרוב, היה צורך לצרפו לחרוב ולשקמה ולהרחיק גם אותו חמשים אמה. סביר יותר לפרש, שהרחקת החרוב מהעיר אכן קשורה לגובהו (15-10 מ') והיקפו הרחב, אך 'הדר' נובע מתכונה אחרת – היותו ירוק עד.

24. קיימת סברה שההדר הוא הניקיון של הפרי: "כבר נתבאר שהאתרוג הדרו לפי נקיותו וכל שהוא נקי יותר הוא גם מהודר יותר" (א' וייספיש, ספר ארבעת המינים: הידורם והכשרם, ירושלים תש"ך, עמ' יט). סברה זו תמוהה, משום שאין היא מאפיינת גם את הרימון.

25. דברי שו"ת חלקת יואב (סימן לב) עשויים לתמוך במעט בסברה זו: "וה"נ סימניו הוא נוי והדרו ולכן נקרא הדר וכו'". אכן ה'ערוגות' הן הסימן החיצוני המשמעותי ביותר של האתרוג.

26. J. Swaddle and I. Cuthill, 'Preference for symmetric males by female zebra finches', *Nature* 367, 1994, pp. 165-166; M. Enquist and A. Arak, 'Symmetry, beauty and evolution', *Nature* 372, 1994, pp. 169-172; R. Johnstone, 'Female preference for symmetrical males as a by-product of selection for mate recognition', *Nature* 372, 1994, pp. 172-175; D. Zaidel et al., 'Appearance of symmetry, beauty, and health in human faces', *Brain and Cognition* 57, 2005, pp. 261-263.

27. ייתכן, שגם אם נסיק שהאתרוג והלימון נכללים במסגרת מין אחד, ולכן אין איסור בהרכבתם, עדיין קיים החיסרון של הדר. ההדר נובע מהתכונות הנראות לעין, ולכן אולי אין חשיבות להבדלים הפנימיים בין לימון ואתרוג, אלא רק ל'ערוגות' המאפיינות את פני השטח של האתרוג והמעניקות לו את התואר 'הדר'. ג' ביגר ונ' ליפשיץ (לעיל, הערה 11) טוענים שלא ייתכן שהאתרוג הוא עץ הדר, שהרי פריו איננו טעים. נראה לי, שניתן להבין גם באופן הפוך, שהביטוי 'עץ הדר' מדגיש את ייחודו של העץ כבעל פירות יפים וריחניים בניגוד לעצי פרי אחרים המצטיינים בפרי טעים וראוי לאכילה.

28. "כל כלי בעלי בתים שערון ברמונים" (כלים פי"ז מ"א), ומפרש תוספות יום טוב שם: "כל כלי בעלי בתים שיעורן ברמונים – בעלי בתים חסין על כליהם. הלכך ניקב כמוציא קטנית מצניעו

4. הופעת שאלת האתרוג המורכב

שאלת האתרוג המורכב, שכה הרבו לדון בה בספרי האחרונים, עוסקת אך ורק בהרכבה של אתרוג על הדריס, ובעיקר בהרכבה על לימון. להרכבה על עצים ממשפחות אחרות אין כל ערך ואין סיכוי שיהיה בה יתרון כלשהו למרכיב.²⁹ האתרוג המורכב לא נזכר בדברי התנאים, האמוראים והראשונים למרות שפעולת ההרכבה בעצי פרי הייתה מוכרת והייתה בשימוש.³⁰ המקורות הראשונים המתייחסים לבעיה הם מלפני כ-400 שנה, אך ניתן להניח שהבעיה עלתה מעט קודם לכן. בשו"ת הרמ"א מובאת תשובת רבי שמואל יהודה קצנלנבוגן, בנו של מהר"ם מפדוואה:

על דבר האתרוגים המורכבים בלימון, זיל קרי בי רב הוא בארצנו שלא לצאת בו אפילו ע"י הדחק. ומפי הגאון א"א ז"ל שמעתי כי פעם אחת קרה מקרה בפדוואה שלא היה לכל הקהל כי אם אתרוג אחד, ויהי כאשר שלחו אותו מקהל האשכנזים לקהל הלועזים פגעו השטודנט"ו באיש המביא אותו וגזלוהו ממנו ופדאוהו מהם בדמים יקרים ולא רצו לצאת במורכבים אשר רבו כמו רבו בכל בתי השרים (שו"ת הרמ"א סי' קכו).

ממקור זה עולה שמהר"ם מפדוואה הכיר את הבעיה ואסר את השימוש באתרוג מורכב. מאוסף המקורות נראה בבירור שהשאלה הייתה מפורסמת באותו דור באיטליה, בארץ ישראל וגם בפולין, וכבר התגבש נוהג פסיקה לאסור אתרוגים מורכבים.³¹ היעדר התייחסות מוקדמת יותר לבעיית האתרוג המורכב עשוי לנבוע מכמה סיבות:

א. בקרב החוקרים מקובלת ההנחה שמיני ההדר פרט לאתרוג, חדרו לאזור הים התיכון רק החל מהתקופה הערבית, כלומר החל מהמאה השביעית לספירה.³² יתר על כן,

לזיתים, ניקב כמוציא זית משתמש לאגוזים, ניקב כמוציא אגוז משתמש בו רמונים".

29. אמנם הרמב"ם בהלכות כלאיים פ"א ה"ה כתב "כגון שהרכיב ייחור של תפוח באתרוג או אתרוג בתפוח", אך סביר שאין זו אלא דוגמה, שהרי הרכבות בין מינים כה רחוקים (האתרוג ממשפחת ההדרים ירוקת העד והתפוח הוא עץ נשיר ממשפחת הוורדניים) אינה עשויה להצלח. ז' עמר (לעיל, הערה 11, עמ' 43, הערה 104) הוכיח מכאן, שלדעת הרמב"ם הרכבה אסורה גם כאשר איננה מניבה.

30. ראה: משניות כלאיים פ"א מ"ד; שביעית פ"ב מ"ו, ועוד.

31. ראה, למשל, בשו"ת מהר"ם אלשיך (סי' קי'): "וראינו מי שרצה לנהוג היתר, תולה עצמו על אחד מן המורים שבארצנו שהורה שיוצאים בו, עם היות שכל חכמי צפת רבנים ושופטים אשר קדמוני היו מרחיקים האיסור עד מאד". גם הרמ"א אסר אתרוג מורכב (שו"ת הרמ"א סי' קיז) ועוד רבים.

32. ז' עמר, גידולי ארץ ישראל בימי הביניים, ירושלים תש"ס, עמ' 252, 256; ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

רוב מיני ההדר הם תוצרי הכלאות מאוחרות, ולכן הם חדשים יחסית,³³ כך שבכל מקרה בתקופת המשנה והתלמוד הבעיה לא הייתה יכולה להתעורר. משערים שהלימון (נשוא הדיון העיקרי לגבי הרכבה) והחושחש הגיעו ראשונים לאחר האתרוג.³⁴ לא מן הנמנע, שגם לאחר שהלימון חדר לארצות הים התיכון חלפו כמה מאות שנים עד שטכניקת ההרכבה של האתרוג על הלימון התפתחה והתפשטה. קצב החיים לפני מאות שנים היה שונה מקצב החיים התזזיתי המאפיין את ימינו, ולכן המסורות החקלאיות עשויות היו להשתנות בקצב אטי. פרופ' זהר עמר טען,³⁵ שאכן בתקופה זו הפכו ההרכבות מתחביב בעל תפוצה מצומצמת בבתי האצולה,³⁶ לנושא בעל חשיבות מדעית שנחקר באוניברסיטאות. ספרות ההלכה התוודעה בעקבות כך לתופעה והגיבה בהתאם.

ב. ייתכן שלא היה מקובל להרכיב אתרוגים³⁷ משום שלא היה צורך בהרכבה. הרכבת עצי פרי נועדה לפתור בעיות כגון התאמת העץ לסוג הקרקע, משטר המים והקניית עמידות למחלות. במקרים רבים מרכיבים רוכב זהה על כנות שונות המתאימות כל אחת לבית גידול אחר. במצבים שבהם העץ המבוקש מתאים מלכתחילה לבית גידולו, אין צורך להחליף את מערכת השורשים שלו, או בניסוח אחר, אין צורך להרכיב אותו על כנה שונה. ייתכן שמלכתחילה האתרוג היה מותאם היטב לסביבות שונות, ורק במהלך תהליכי הטיפוח שלו לזני השונים אבדו גנים מסוימים,³⁸ שהיו חשובים לקשר לקרקע ולעמידות למחלות. תמיכה להצעה זו ניתן למצוא מתוך השוואה בין פרות הזנים האירופאים בעלי המבנה המהודר לזנים הארץ ישראלים

בנושא זה אין הסכמה, ולדוגמה ד' מברלי (D.J. Mabberley, 'A classification for edible (Citrus [Rutaceae]', *Telopea* 7 [2], 1997, pp. 167-172) הציע שהאתרוג הובא לאירופה על ידי אלכסנדר הגדול לאחר קרבותיו באסיה והרומאים הכניסו מאוחר יותר את הלימון והחושחש. הערבים הוסיפו את הליים והפומלו והפורטוגזים הביאו את התפוז המתוק. המנדרינה לא הגיעה לאירופה עד 1805.

33. בפרק ג סעיף 4, נדון בהרחבה בנושא זה.

34. אי-מצאוותם של מינים קרובים לאתרוג עולה לכאורה גם מדברי הגמרא (סוכה לא ע"א): "לא מצא אתרוג לא יביא לא פריש ולא רמון ולא דבר אחר", ועיין בדברי הטורי זהב אורח חיים סי' תרמט ס"ק ג, שניסה להביא מכאן ראייה להכשיר אתרוג מורכב.

35. ז' עמר (לעיל, הערה 11), עמ' 44.

36. "...ולא רצו לצאת במורכבים אשר רבו כמו רבו בכל בתי השרים" (מתוך תשובת הרמ"א לעיל).

37. כאמור לעיל, הערה 29, הרמב"ם תיאר הרכבת תפוח ואתרוג כדוגמה בלבד.

38. לדוגמה, מוכרים לנו מזיקי חקלאות ומחלות שונות הפוגעים אך ורק בגידולים חקלאיים, ולא באבות המוצא של אותם גידולים. בתהליכי הטיפוח האדם העדיף תכונות החשובות לצרכיו, כמו גודל פרי, גודל יכול ומתיקות ותוך כדי ברירה של זנים רצויים, ומבלי לשים לב הדבר בא על חשבון תכונות חשובות שלא בלטו לעין תוך כדי תהליכי הטיפוח.

המקוריים בעלי מבנה הפרות הגס. הזנים האירופאים הם ללא ספק תוצרי ברירה ממושכת שתוצאתה הייתה רגישות רבה למחלות, ואילו הזנים הארץ ישראלים שלא עברו ברירה עמידים יותר ולכן לא נזקקו להרכבה. ייתכן גם, שהופעה של מחלות חדשות הביאה לצורך בהרכבה רק מאוחר יותר.³⁹

לאור האפשרויות הנזכרות לעיל, העובדה שאין דיונים מוקדמים לגבי כשרותם של אתרוגים מורכבים אין בה כדי להוות תמיכה בשיטות המכשירות אתרוג מורכב, משום שאכן קיימות סיבות טובות להניח שבעיה זו לא הייתה קיימת עד למאה ה-16.

החל מתקופה זו, הבעיה של האתרוגים המורכבים הפכה למקור דאגה לחברה היהודית, עם התקרב הימים הנוראים. הבעיה העסיקה בעיקר את יהודי מרכז אירופה, משום שהם לא ראו את העצים עצמם והיו תלויים במידע שהתקבל מהסוחרים, שאף המידע שהיה בידם הגיע מכלי שני ושלישי. ההמלצה המקובלת הייתה להשתמש באתרוגי מחוז קלבריה שבאיטליה: "כל האתרוגים שאינם מעניווע⁴⁰ אין לקחת בלי כתב הכשר שיודע המעיד שאינם מהמורכבים".⁴¹

במשך הזמן עלה חשד להרכבות גם באזור זה, במקביל למחשבה שאין די בתצפית בעץ עצמו כדי לקבוע את כשרותו, משום שאם מקורו לא ידוע הוא עלול להיות פסול, כי גם ייחורי עץ מורכב נחשבו פסולים.⁴² חששות אלו הביאו למאמץ למצוא עצי אתרוג במקומות נידחים, שברור היה שלא הם ולא אבות המוצא שלהם הורכבו אי-פעם. בארץ ישראל הוקמו שושלות גידול מתוך אתרוגים פליטי תרבות שנמצאו באזורי שכס, אום אל-פחם ווואדי קלט.⁴³ גם לאתרוגים התימני והמרוקאי יש חסידים הטוענים שאין בהם חשש הרכבה, משום שהגיעו מאזורים בהם לא הייתה מקובלת הרכבה.

5. מחלוקת הפוסקים בשאלת האתרוג המורכב

רוב הפוסקים אסרו את השימוש באתרוג מורכב למצוות ארבעת המינים אך נחלקו בכמה שאלות מרכזיות: מהו טעם האיסור? האם קיימים סימנים המבדילים בין אתרוג מורכב

39. מ' בריינסוף וא' גולדשמידט ('אתרוגי קלבריה', אמונת עתיד 70, תשס"ז, עמ' 67-69) מתארים במאמר על אתרוגי קלבריה התפרצות מחלת קרקע, שנגרמה על ידי פטרייה מסוג 'פיטופטורה', בשנת תקצ"ב (1832). מחלה זו שהתפשטה באגן הים התיכון אילצה את הפרדסנים לבצע הרכבות בשטחים נרחבים ובכללם פרדסי אתרוגים.

40. יעניווע הוא, ככל הנראה, שמה של עיר הנמל ג'נואה (Genoa), שדרכה היו משווקים אתרוגים הגדלים בקלבריה שבדרום איטליה. חסידי חב"ד נוהגים להשתמש באתרוגים אלה גם היום.

41. שו"ת חתם סופר אורח חיים סי' רז.

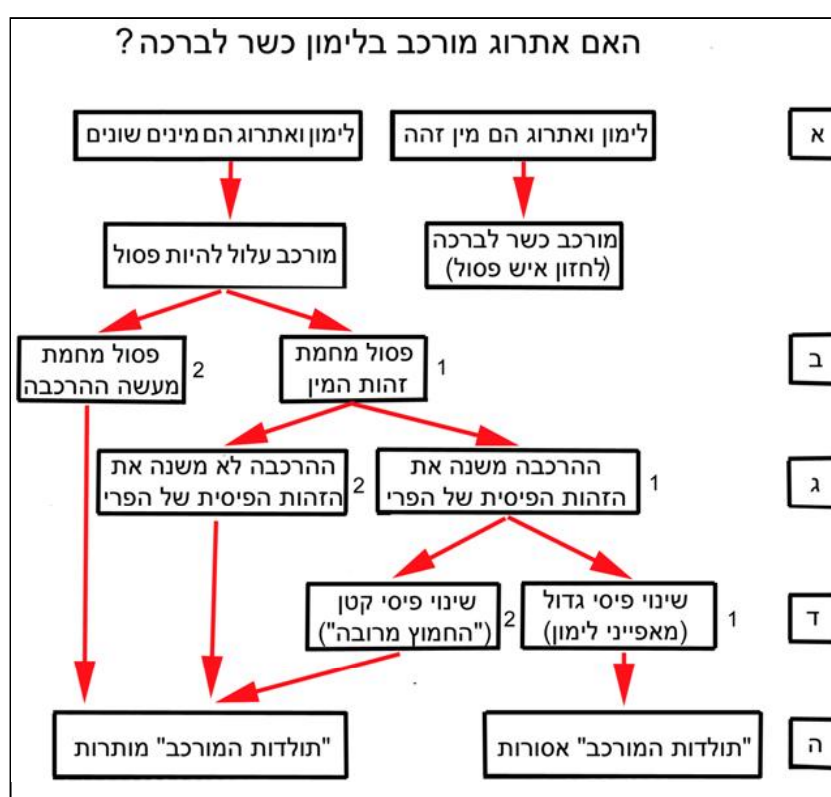
42. שו"ת בית מאיר סי' ו.

43. ניתן למצוא חומר רב על השושלות הארץ ישראליות המסורתיות בספרו של ז' עמר (לעיל, הערה 20).

לאחר שראינו שאיננו מורכב והאם ניתן להשתמש בהם להכשיר אתרוגים? האם אתרוגים שמקורם בייחור שנלקח מאתרוג מורכב ונשתל בקרקע (ללא הרכבה) אסורים אף הם? במבט שטחי, השאלות נראות מנותקות זו מזו, אך לעניות דעתי, לפחות אצל חלק מהפוסקים, יש ביניהן קשר משמעותי. ייתכן, שהכרה טובה של תהליך ההרכבה והשפעתו על פרי הרוכב הייתה מסירה את חששותיהם של האוסרים אתרוג מורכב בגלל השינוי הפיזי שהתחולל בו, ובוודאי שהייתה מתירה את פירותיו של ייחור שנלקח מאתרוג מורכב.⁴⁴

6. טעמי איסור אתרוג מורכב

בסעיף זה נרחיב בנימוקים לאיסור אתרוג מורכב. איור מספר 1 משקף את הנושאים



איור מספר 1

44. כך משתמע מדברי הבגדי ישע (שאלה יד ס"ק ד) שיובאו להלן בפרק ה סעיף 3.

העיקריים המופיעים בספרות הפסיקה במאות השנים האחרונות, באופן כללי ביותר.⁴⁵ יש להדגיש, שההלכות המופיעות בתרשים אינן מקובלות על הכול, אלא הן מייצגות את הפסיקה המקובלת. האותיות והספרות בהסבר להלן מציינות את השלב בתרשים.

א. השאלה הראשונה היא, האם לימון ואתרוג הם מין אחד או שניים? שאלה זו מקרינה על כשרות האתרוג המורכב בשתי רמות שונות. אם אכן שני מינים אלו הם למעשה מין זהה, הרי שבכך נפתרות, לכאורה, הבעיות המתוארות להלן (סעיף ב בתרשים): 1. אין בהרכבה בלימון משום שינוי בתכונות האתרוג; 2. אין במעשה ההרכבה איסור כלאיים, שהרי בוודאי אין איסור הרכבה של מין במינו. האפשרות שאתרוג ולימון הם מין זהה עולה בדבריו של רבי יעקב ריישר: "מכל מקום, אתרוג באילן לימון אפשר דהוי מין במינו וליכא בו איסור הרכבה כלל".⁴⁶ לדעת רבי שלמה אליעזר אלפאנדרי⁴⁷ לא זו בלבד שאין איסור בהרכבה של לימון ואתרוג, "אף על פי שיש להחמיר במרנץ ופורטוגל (התפוזים)", אלא שהוא סבור שבזמן חז"ל היה גם הלימון נכלל בשם 'פרי עץ הדר', אלא שלא נהגו לקחתו למצווה, אולי משום שהאתרוג הדור יותר⁴⁸ (הוא גם טען שחלק מן הפוסקים לא היו מודעים לדמיון הרב שבין הלימון לאתרוג).

גישה זו איננה רווחת בפוסקים. בעל שבות יעקב עצמו, שהעלה את הספק לגבי איסור ההרכבה התייחס (שם) לאתרוג המורכב כאל "שני מינים מעורבבים", ובמפורש כתב זאת החזון איש (הלכות כלאיים ג, ז):

ולימון ואתרוג ואשכוליות ותפוזי יש להסתפק בהן אם הן מין אחד. וכן יש להסתפק בהשתוותן במראה ותבנית שהתיר הר"מ אפי' ב' מינין. ומיהו אפילו אם תמצא לומר דאתרוג ולימון ב' צורות מחד מינא הן, מ"מ לענין מצוה קבלנו מאבותינו שהוא אתרוג דווקא, והוא 'פרי עץ הדר' הכתוב בתורה, ואם הרכיב אתרוג בלימון לענין מצוה חשיב כתערובת מין אחר.⁴⁹

45. סקירות רחבות בנושא זה ראה: ערך 'אתרוג', אנציקלופדיה תלמודית ב, עמ' שיד; ובמאמרו של הרב י' עמיטל (לעיל, הערת כוכבית).

46. שו"ת שבות יעקב סי' לו.

47. שו"ת מהרש"א, חלק אורח חיים סימנים יג-יד.

48. אם נקבל את קביעתו שהאתרוג הדור יותר, הרי שיש בכך משום רמז שלשיטה זו יש להקפיד על אתרוגים בעלי מראה 'אתרוג' דווקא. ייתכן שאחד ממאפייני האתרוג ההופכים אותו להדור יותר הוא המבנה הגבשושי (ה'ערוגות'), כפי שתיארתי בפרק ב סוף סעיף 3.

49. נראה, שהמקור לדעתו זו הם דברי המגן אברהם (סימן תרמח סוף ס"ק כג), שלא היה שותף לחיפוש אחר נימוקים לאסור אתרוג מורכב והסתפק באמירה: "ול"ג דפסול משום דלא מקרי אתרוג כלל וכו'".

בדברי החזון איש יש ניתוק של הזיקה שערכנו בין העובדה שלימון ואתרוג הם מין אחד, ובין כשרות האתרוג המורכב. לדעתו, גם אם מדובר במינים זהים, התורה ציוותה דווקא על אתרוג. מובן שטיעון זה אפשרי רק על פי גישת הרמב"ם (בפירוש המשניות) ורמב"ן,⁵⁰ שבפסוק "ולקחתם לכם פרי עץ הדר" התורה מצווה לקחת דווקא אתרוג.⁵¹

ב. אם נצא מתוך ההנחה שאתרוג ולימון הם מינים שונים, הרי שיש באתרוג מורכב שורה של בעיות שניתן לחלקן לשתי קבוצות עיקריות: 1. ההרכבה עלולה לגרום לשינוי בזהות האתרוג (ב-1); 2. עצם ההרכבה אסור ולכן אתרוג מורכב פסול, גם אם לא עבר שינוי, משום מצווה הבאה בעבירה (ב-2).

נתחיל בבעיות בזהות המין (ב-1). אנו מוצאים בספרות ההלכתית טיעונים השייכים לשני תחומים עיקריים: ג-1. זהות פיזית; ג-2. זהות 'הלכתית'. יש פוסקים האוסרים אתרוג מורכב גם כאשר ההרכבה לא משנה את זהותו, מטעמים של הגדרות הלכתיות. מטבע הדברים, רק לתחום הזהות הפיזית יש נגיעה לתחום המדעי, ולהלן נעסוק בעיקר בשאלה האם וכיצד משפיעה הרכבה על הרכוב (האתרוג), אך גם בשאלה מדוע לא קיימת בהלכה התייחסות לגורם שלפחות לכאורה משמעותי אף יותר, והוא ההאבקה.

ג-1. יש הרואים בהרכבה פעולה של ערבוב תכונות בין האתרוג והלימון. תפיסה זו רואה בהרכבה של רוכב על כנה פעולה הדומה במהותה להכלאה בין בעלי חיים, כדוגמת הפרד, שהוא צאצא של סוס וחמור. כפי שהפרד הוא בן כלאיים, הכולל בתוכו תכונות הן של אביו הן של אמו, כך פירות האתרוג המורכב כוללים גם מרכיבים מהלימון.⁵² האלשיך בתשובותיו (סימן קי) משתמש גם בטיעון זה על מנת לאסור לברך על אתרוג מורכב: "דגוף האתרוג שיוצאין בו מעורב עם לימון". עירוב פיזי זה של האתרוג בלימון פוסל אותו משורה של טעמים אפשריים שאנו מוצאים בדברי הפוסקים:

1. הפרי איננו אתרוג אלא מין אחר.⁵³
2. האתרוג חסר משום שיש בו חלק לימון.⁵⁴
3. אם גודל האתרוג בדיוק כביצה הוא נפסל בדין פחות מכשיעור.
4. יש כאן איסור של בל תוסיף, שהרי נוטל אתרוג ולימון יחד.⁵⁵

50. ויקרא כ"ג, מ, ד"ה פרי.
51. לאור ההנחה שקרוב לוודאי שהאתרוג היה עץ ההדר היחיד בעת מתן תורה, ברור שציווי התורה מתייחס באופן ישיר רק אליו.
52. הביטוי לגישה נמצא בשו"תים הרבים הדנים בנושא מתוך תפיסה של דיני 'תערובות' (זהו זה גורם, 'חוששים לזרע האב', 'שה ואפילו מקצת שה', 'מי שחציו עבר וחציו בן חורין', ועוד).
53. שו"ת הרמ"א סימן קיז; מגן אברהם אורח חיים סי' תרמח ס"ק כג.
54. שו"ת מהר"ם אלשיך, שם; טורי זהב אורח חיים סי' תרמט ס"ק ב.
55. חלקת יואב סי' לב.

5. בעת נטילת הלולב חוצץ החלק ה'לימוני' בין ידו ובין האתרוג.⁵⁶
6. באתרוג מורכב החלק העסיסי תופס חלק גדול יותר, ולכן לא מתקיים 'טעם עצו ופריו שווה'.⁵⁷

ג-2. גם אם אין שינוי פיזי באתרוג, עצם ההרכבה גורמת לשינוי במעמדו כאתרוג. האלשיך (שם) משווה בין אתרוג מורכב ובין ייחור של עץ צעיר תוך שנות ערלה שהורכב בעץ מבוגר. לגבי ערלה אומרת הגמרא: "ילדה שסיבכה בזקנה בטלה" (סוטה מג ע"ב), כלומר אין לייחור הצעיר דין ערלה. באופן דומה, טוען האלשיך, האתרוג המתפתח מייחור המורכב על כנת לימון מאבד את זהותו כאתרוג ומקבל מעמד של לימון. רבים השיגו על דבריו, כגון החתם סופר: "אך מה שכתב האלשיך בתחילת תשובתו מש"ס פרק משוח מלחמה דבריו תמוהים, דמה ענין ילדה בטלה בזקנה לכאן? דהתם לענין ביטול איסורם מיירי ולא שישתנה הפרי ויעשה מאגוז תפוח".⁵⁸ מסתבר, על פי גישה זו, ש'תולדותיו' של עץ מורכב זה יהיו מותרים, שהרי ברגע ניתוק הייחור הוא מאבד את הזהות שקיבל כתוצאה מהרכבתו על הלימון.⁵⁹

ב-2. התחום השני הוא פסול שאינו כרוך בשינוי בזהות המין, אלא פסול הנובע מעצם מעשה ההרכבה: אם אכן אנו יוצאים מתוך הנחה שאתרוג ולימון הם מינים שונים, הרי שיש בהרכבתם משום איסור הרכבה, ולכן ייאסר האתרוג משום מצווה הבאה בעבירה או משום מיאוס במצוות. האיסור של מצווה הבאה בעבירה בהקשר מצוות נטילת לולב מופיע לראשונה בדברי הגמרא (סוכה כט ע"ב), המשווה בין איסור קרבן גזול ללולב גזול. הלבוש פוסק זאת להלכה: "ואני אומר שהם פסולים מן התורה, שהרי ידוע שהם מורכבים, שהורכב ענף מאילן האתרוג בתוך אילן... לימוני"א או איפכא וכו'".⁶⁰ לדעת הלבוש האיסור קיים גם אם ההרכבה התבצעה על ידי נכרי, משום שבני נח מצווים על ההרכבה.⁶¹ איסור זה קיים רק בעץ שבו נעשתה העבירה עצמו, ולא בצאצאיו.⁶² לכן, אם

56. בכורי שלמה סי' מג ס"ק ו.

57. כפות תמרים, סוכה לה ע"א.

58. הגהות חתם סופר, שולחן ערוך אורח חיים סי' תרמח.

59. דין 'תולדות המורכב' לאוסרים בגלל השינוי בזהות הפיזית עשוי, כמובן, להיות שונה.

60. לבוש החור, אורח חיים סי' תרמט ס"ד.

61. הבית אפרים, אורח חיים סי' נו מרחיב ודן סביב גדר מצווה הבאה בעבירה ומיאוס במצוות.

62. הקביעה שאין איסור באתרוג שגדל על עץ שמקורו בייחור שנלקח מעץ מורכב איננה פשוטה, והיא נתונה למחלוקת. כפי שכבר ראינו, אם האיסור הוא רק בגלל מצווה הבאה בעבירה, אין מקום לאסור את 'תולדות העץ', אך אם האיסור נובע משינוי בזהות הפיזית, ייתכן שגם צאצאי המורכב יהיו אסורים. על כך נרחיב בפרק ה סעיף 3.

ברור לנו שהעץ איננו מורכב (קל לזהות הרכבה על פי ה'תפר' בין הרוכב והכנה, ראה איור מספר 2), על פי גישה זו, אין צורך לברר מהו מקורו, משום ש'תולדותיו' מותרים. סעיף ד בתרשים משקף את הבדלי התפיסה שהיו קיימים בין הפוסקים ביחס להשפעת ההרכבה על האתרוג, ועל כך נראה בפירוט בהמשך. לכל האוסרים רק מהטעם שההרכבה גורמת לשינוי פיזי באתרוג, ברור שצריך להיות שינוי כלשהו, אלא שהם חולקים במידת השינוי. לסוברים שההרכבה גורמת לשינויי מבנה משמעותיים עד כדי דמיון ללימון, הרי שיש לאסור גם את 'תולדות המורכב' (ד-1), ואילו לרוב הסוברים שהשינוי הוא מועט, ה'תולדות' מותרים. בפרק ה סעיף 3 נרחיב בנושא זה.

7. סימני אתרוג מורכב

להלן נתאר את הסימנים המקובלים בין הפוסקים כדי לאפיין אתרוגים מורכבים (ראה איורים 3-5):

הסימן הא' הוא, כי המורכבים הם חלקים ולאתרוגים בליטות קטנות בכל גופם וגובה להם;⁶³ הב', כי המורכבים העוקץ בולט ועוקץ האתרוג שוקע. הג' הוא, כי תוך המורכב דהיינו המיץ רחב והמוהל שלו רב והקליפה התיכונה קצרה, ובאתרוג הוא להפך כי הקליפה רחבה והתוך קצר והוא כמעט יבש, וסימנים אלו מובהקים אצלנו.⁶⁴



איור מספר 2: עץ הדר מורכב – הגבול בין הרוכב לכנה נראה בבירור.

63. נראה שהכוונה למבנה המאורך יותר של האתרוגים בהשוואה למורכב.

64. מהר"ם מפדוואה, מובא בשו"ת הרמ"א סימן קכו.

כשרות אתרוגים מורכבים – היבטים הלכתיים וביולוגיים

המגן אברהם⁶⁵ הביא סימנים אלו והוסיף עוד סימן, שבאתרוג הגרעין זקוף לאורך האתרוג, ובמורכב הגרעין מושכב לרוחב האתרוג.⁶⁶ תכונה מעניינת הוסיף הרב חיים דוד



איור מספר 3: הלימון
(מימין) ניכר בפני שטח
חלקים. האתרוג (משמאל)
ניכר בפני שטח מגובששים
(‘ערוגות’).



איור מספר 4: אתרוג
ובו עוקץ בולט (מימין)
ואתרוג בעל עוקץ
שטוח (משמאל).



איור מספר 5: ללימון (מימין) ציפה
עסיסית וקליפה דקה יותר בהשוואה
לאתרוג (משמאל).

65. אורח חיים סי' תרמח ס"ק כג.

66. על פי הספר עולת שבת על השולחן ערוך אורח חיים סי' תרמח. סימן זה נזכר גם בספר כנסת הגדולה להר"ח בנבנשתי.

הלוי,⁶⁷ שאמנם לא סמך עליה להלכה, והיא יופיו של האתרוג. הוא התייחס בחשד לאתרוגים יפים מדי יחסית למחירם. הוא גם חשש שהשיפור במראה החיצוני של האתרוגים התימניים בשנים האחרונות הוא תוצאה של הרכבות. ייתכן שדעתו הייתה משתנה אם הוא היה מודע לכך שהמקור העיקרי לגידול אתרוגים מהודרים בעת החדשה הוא הרכבות מותרות של זני אתרוגים מהודרים מאירופה בזני אתרוגים מקומיים.⁶⁸

8. הגורמים לחיפוש סימנים מאפיינים לאתרוג מורכב

רבים מבין הפוסקים עסקו בשאלה האם אכן פרי האתרוג המורכב שונה במבנהו מאתרוג שאיננו מורכב, והעלו שלושה כיוונים מרכזיים בנושא זה:

- א. מעטים סברו שהאתרוג המורכב איננו שונה במהותו מאתרוג שאיננו מורכב ולכן התירו אותו למצוות ארבעת המינים.
- ב. רוב הפוסקים היו ערים לשינויים הנובעים מההרכבה, ולכן אסרו את האתרוג המורכב עצמו, אך חלקו לגבי כשרות 'תולדות המורכב'. השאלה הייתה האם לאסור פרי של ייחור שנלקח מאתרוג מורכב ונשתל בקרקע. ככלל נראה, שהפוסקים שהיו מודעים לכך שההרכבה גורמת לשינויים קלים בלבד, התירו את 'תולדות המורכב'.⁶⁹
- ג. לאחר שנפסק לאסור אתרוגים מורכבים, התעורר צורך למצוא מאפיינים שיאפשרו לזהותם, משום שבדרך כלל הם יובאו ממקומות רחוקים ולא הייתה אפשרות לצפות ולהשגיח על העצים בפרדסים עצמם.

בשולי הדברים ברצוני להעלות שאלה שאין בידי תשובה מוחלטת עליה והיא, האם ובאיזה אופן היה למראה ה'לימוני' של האתרוג (לכאורה) המורכב השפעה על תפיסתו, בקרב הפוסקים, כמין 'מעורבב'. האם לא ייתכן שהאיסור הראשוני נבע מטעות בזיהוי או הגדרה של לימון מורכב כאתרוג מורכב (בפרק ג סעיף 3 נרחיב בנושא זה), והבדלי המבנה הגדולים בין השניים הניעו את פסילתו של האחרון למצוות ארבעת המינים. הטעמים הרבים שנאמרו לאחר מכן היו טעמים של בדיעבד. השאלה נוגעת, כמובן, לאוסרים משום זהות המין, ייתכן שהיא אולי השפיעה גם על האוסרים מטעמים הלכתיים תאורטיים.

מעניינת היא גם גישתו של האלשיך (סימן קי) שהיה מודע לכך שההרכבה כמעט איננה משפיעה,⁷⁰ ולכן ביסס את רוב רובו של האיסור על כך שהאתרוג מתבטל בלימון

67. ח"ד הלוי, 'אתרוג מורכב ושמחת יום טוב', תחומין יח, תשנ"ח, עמ' 328-335.

68. ראה: ד' עמר (לעיל, הערה 20), עמ' 16-21.

69. ראה, למשל: בית אפרים סי' נו.

70. בין היתר כתב האלשיך: "ואין הפרש אלא שהחמוץ שבתוכו מרובה, מה שאין כן לאתרוג בלתי מורכב, שהחמוץ מועט והקליפה שעליו עבה מאד".

מסיבה הלכתית ולא פיזית.⁷¹

ג. השפעת ההרכבה על האתרוג

1. יחס המקורות ההלכתיים ל'סימני אתרוג'

מסקירת המקורות ההלכתיים השונים עולה שקיים מגוון דעות גדול לגבי השפעת ההרכבה על האתרוג. מחד גיסא, עומדים מעטים הנותנים אמון בלתי־מסויג בסימני האתרוג, ומאידך גיסא עומדים הפוסקים הסוברים שאין הבדל משמעותי במבנה אתרוג מורכב ביחס לאתרוג מקורי. על קבוצה זו נמנים בעיקר הפוסקים בני הדורות האחרונים. בתווך עומדים הפוסקים המתייחסים לסימנים בהסתייגות, אך אינם שוללים את עובדת קיומם. הם מפרשים את חוסר העקביות בהופעת הסימנים בהשפעות אזור הגידול, הטיפול וכד'.

על הקבוצה הראשונה נמנה בעל בגדי ישע, שסמך על הסימנים ללא צורך בעדות נוספת:

א"כ אנחנו כמונו היום, שרחוקים אנחנו מאד מהמדינות שהאתרוגים גדלים שם, אם באנו לחוש לזה⁷² לא נוכל לברך לעולם על שום אתרוג, כי חתימת הרבנים דשם לא ניכר לנו ואפשר שהוא מזויף, אלא ודאי כשרואים אתרוגים שהם בצורת אתרוגים, בתמונה ובתואר ובמראה, ויש להם סימני כשרות מבחוץ, סמכינן ואמרינן דהם אינם מורכבים דכל דפריש מרובא פריש וכו' (בגדי ישע סי' יד ס"ק כ).

ברוב המקורות רבה המבוכה ביחס למידת האמון שניתן להעניק ל'סימני האתרוג', ואולי משום כך נפסק לרוב שלא להשתמש באתרוגים שאין לגביהם מסורת שהם אינם מורכבים. רבי שמואל יהודה קצנלנבוגן כתב:

והמורכבים הגדלים במדינות אלו נכרים וידועים אלינו, אבל ממחוז פולין באים אתרוגים אשר אנחנו מסופקים בהם... ואני כותב למכ"ת ג' סימנים אשר תוכל להכיר בהם המורכבים הגדלים בארצנו, כי מפולין לא יוכלו לבוא אליכם כי רב מכם הדרך.⁷³

71. ייתכן שהאלישיך, שהיה תושב צפת, הכיר היטב את שיטת ההרכבה, בניגוד לפוסקים שגרו רחוק מפרדסי האתרוגים.

72. כלומר, לאתרוגים מורכבים המגיעים בתוך משלוחי האתרוגים מקורסיקה.

73. דבריו מובאים בשו"ת הרמ"א סי' קכו.

לאחר תיאור הסימנים הוא מסיים "וסימנים אלו מובהקים אצלנו", אבל מאידך כתב שאין להסתמך על סימנים אלה לזיהוי אתרוגים הבאים ממחוזות אחרים.⁷⁴ בשו"ת מהר"ם אלשיך (סי' קי) נאמר: "ואין הפרש אלא שהחמוץ שבתוכו מרובה, מה שאין כן לאתרוג בלתי מורכב, שהחמוץ מועט והקליפה שעליו עבה מאד". כבר בדברי האלשיך מושמטים הסימנים האחרים, שכנראה אינם משתנים בגלל ההרכבה. ייתכן שבאתרוג מורכב, בגלל תנאי גידול טובים יותר, הפרי עסיסי יותר, ולכן "החמוץ שבתוכו מרובה".⁷⁵ מעניין לציין מעין סתירה פנימית בדברי האלשיך. מצד אחד קיימת באתרוג, לדבריו, השפעה על פרי הרוכב, ולכן הוא מסתפק מה דינו, ואילו בהרכבת לימון באתרוג פשוט וברור לו שהוא מוציא רק לימונים "כדברי הגננים". הוא מסתמך גם על דברי רש"י: "מרכיב – שנוקב האילן ונוטל מן הרך שבענפי האילן ותוחב לתוכו ועושה ענף בתוך הנקב ונושא ממין אותו אילן שנוטל ממנו..." (סוטה מג ע"ב). בעל שבות יעקב⁷⁶ התקשה בדברי האלשיך, שמבין כל הסימנים התייחס רק לסימן "שהחמוץ בתוכו מרובה", משום שלכאורה זו מחלוקת במציאות, ולכן הציע שתי הצעות: 1. ההבדלים בסימנים קשורים להשפעות הסביבה; 2. הסימן העיקרי הוא היחס הכמותי בין המין והקליפה, ואילו הסימנים החיצוניים משניים בחשיבותם. עיקר הבדיקה היא על ידי חיתוך, אך כדי למנוע פסילת אתרוגים על ידי חיתוכם לשווא, בוחרים מדגם לבדיקה על פי הסימנים החיצוניים: "לכן נותן עוד בו שני סימנים שהם מבחוץ, ואז אם ניכרין בהן אותן סימנים מבחוץ אז חותכין שנים או שלשה. אם נמצא בתוכו המין רחב אז מחזקין כל האתרוגים אלו שיש בו שני סימנים אלו מבחוץ למורכבים". ההסבר השני בדברי האלשיך אינו מחוור, שהרי הוא מדגיש בדבריו: "ואין הפרש אלא שהחמוץ שבתוכו מרובה, מה שאין כן לאתרוג בלתי מורכב". לעניות דעתי יש לקבל את דברי האלשיך כפשוטם, ובאמת הוא שם לב לכך שאתרוג מורכב איננו שונה מאתרוג שאיננו מורכב באופן מהותי, אלא רק ברמת העסיסיות.

74. כן פסק החתם סופר בתשובות סימן רז.

75. א. בשו"ת בגדי ישע (סי' יד ס"ק טז) נכתב: "ומה שהמוהל שבפנים בהמורכב הוא מעט יותר מהמוהל שבאינו מורכב אין קפידא כי לא גרע מניתמסמס ונימוק בפנים שהוא כשר וכו'". ב. בעלון של צעירי חב"ד (התקשרות תרצא, תשס"ח, ניתן לצפייה גם בקישורית www.chabad.org.il/_Uploads/1077hit691.pdf) מובא שו"ת לגבי אתרוגי כפר חב"ד שנטען שהם עסיסיים באופן המחשיד אותם כמורכבים. תשובת הרב אלעזר גורליק, מגדל האתרוגים, הייתה שזו תוצאה ישירה של עודף השקיה המתבצע במכוון על מנת להשפיע על עונת ההבשלה. גם הרכבה עשויה לשפר את אספקת המים ולשנות במידת מה את עסיסיות הפרי, אך לא לשנות באופן מהותי את פרי האתרוג ולהפכו לדומה ללימון.

76. חלק א סימן לו.

הרב שניאור זלמן פרדקין,⁷⁷ בתשובה לשאלה האם ניתן להסתמך על סימנים כדי להכשיר אתרוג שמקורו לא ידוע, סקר סיבות שבגללן לא ניתן להכשיר אתרוג רק על פי הסימנים. חלק מהסיבות הן הלכתיות, ולא נעסוק בהן, אך אחת מהן היא מעשית. הוא הבין מתוך דברי מהר"ם מפדוואה (לעיל, פרק ב סעיף 4) שהסתפק באתרוגים שהגיעו מפולין, משום שסימנים אלו משתנים בהתאם לתנאים השונים באזורי הגידול. הוא משווה מצב זה לדברי הרמב"ם בהלכות כלאיים (פ"ג ה"א) הפוסק שבמין אחד אין איסור כלאיים, גם בין מופעים שונים, משום ששינויים אלו קשורים לצורת העיבוד. הרב פרדקין מיישם את דברי מהר"ם מפדוואה בדיון על אתרוגי קורפו, וטוען שלאור דבריו אין די בסימנים הנזכרים לעיל.

בהמשך דבריו מנסה הרב פרדקין לדחות את הטענה שלתנאי הסביבה יש השפעה על מבנה האתרוגים המורכבים בהסבר ב'ניחוח מדעי'. לדבריו, אם אכן התכונות של פרי הרוכב תלויות באופיה של הכנה, ובלשונו: "כי טבע התולדה תכריחם לקבל מהות ואיכות המין שהרכיב בסימנים אלו הפרטיים", הרי שאם הלימון או התפוז עצמם, המשמשים ככנות, שומרים על תכונותיהם באזורים שונים, אין סיבה שהאתרוג המורכב בהם ישנה את תכונותיו:

ואחרי שראינו כי מין הלימון או המראנץ שומר תבניתו בכל המקומות, ואין אחד בהם שיחליף צורתו שיולד בו בשינוי המקומות כל הסימנים הללו שבאתרוג, מנין לנו לחוש שנשתנו סימנים באתרוג המורכב בהם על ידי שינוי המקומות ושההרכבה תחלף ותבדל בסימנים אלו ממין שהורכב ממנו עצמו במקומו שם.

הקביעה שאין לסביבה אפשרות להשפיע על מבנה הפרי מעוגנת בעובדה שאם מקור הסימנים הוא גנטי, אין הוא משתנה באופן קיצוני בגלל תנאי הסביבה. לאחר שדחה את האפשרות שתנאי סביבה גורמים לאתרוג מורכב להיראות כאתרוג שאיננו מורכב, הוא מציע הסבר אלטרנטיבי:

רק דמסברא נלע"ד שיש לחוש בלאו הכי שבהמשך הזמן נתחכמו בחכמת הנטיעה וההרכבה לעשות ההרכבה באומנות שיגדל ההרכבה בתמונה מוגבלת בכל הפרטים באופן שתתהפך כחומר חותם וישתנו גם סימניו... וכן אפשר שגם בחכמת הנטיעה נתחכמו באופני ההרכבות באופן שלא יוכרו על ידי הסימנים הנ"ל שהיו בימי מהרי"פ והרמ"א.⁷⁸

77. שו"ת תורת חסד סי' לד.

78. הוא משווה את מעשה ההרכבה לעירוב חלב טמא וטהור שהיה 'התחכמות' בת זמנו.

במאמר מוסגר הוא מעלה גם את האפשרות ש"נשתנו הטבעים". הקביעה של כמה מהפוסקים, שלא ניתן להסתמך על סימני ההרכבה בגלל 'התחכמות הגננים' לאחר תצפיות בעצים מורכבים, המניבים פרי בצורת אתרוג מקורי, מעידה בעליל שאכן אין צורת הפרי המורכב שונה מפרי של אתרוג מקורי. קשה להניח, שגנני אמצע המאה ה-18 השתמשו בשיטות גנטיות שמנעו את השינויים בפרות האתרוגים המורכבים.⁷⁹

החזון איש (סימן ג ס"ק ז) דן בשאלה האם מותר להרכיב ייחור של עץ מורכב בכנה של אחד ממיני המוצא. הוא פסק, שאסור להרכיב ייחור אתרוג מורכב בלימון, אך לעומת זאת התיר להרכיב אתרוג מורכב בכנת אתרוג, משום שבמקרה האחרון קיים דמיון בפרות הייחור ובפרות הכנה: "והלכך נראה דמותר להרכיב אתרוג המורכב באתרוג שאינו מורכב שהפירות דומין דמיון גמור כצנן ולפת". מכאן נובע שבהרכבת אתרוג מורכב בלימון, הפרות שונים זה מזה ואילו אתרוג מורכב באתרוג, הפרות דומים.⁸⁰ אולם, בסימן ב החזון איש כתב דברים שלכאורה סותרים:

ולפיכך יש להסתפק להכשיר אתרוג המורכב בלימון בזמן שהפירי כולו אתרוג בטעמו וריחו ומראיתו, אבל באמת הוא משתנה בתבניתו הפנימי והחיצוני ע"י ההרכבה בכמה פרטים וכבר יצא הדבר לאיסור, וגם אין ללמוד מין אתרוג מכלאים דכלאים מראיתו עיקר ואתרוג מינו עיקר וכו'.

החזון איש, לשיטתו, אוסר אתרוג מורכב גם אם הוא דומה לאתרוג, משום שהמצווה היא ליטול דווקא אתרוג. הקושי הוא בכך שאם האתרוג המורכב משתנה ואין הוא דומה לאתרוג מקורי, כיצד בסימן ג התיר להרכיבם בגלל הדמיון ביניהם, או לחלופין, מדוע ההרכבה אסורה על לימון, שהרי האתרוג השתנה ודומה יותר ללימון!

לעניות דעתי, הדרך היחידה ליישב את הסתירה היא בכך שאכן ההרכבה גורמת לשינויים מזעריים בלבד. אמנם די בהם כדי לקבוע שמינו של האתרוג המורכב שונה מהאתרוג המקורי, אך עדיין הם אינם הופכים את האתרוג להיות דומה ללימון. הסבר זה מבהיר את דברי החזון איש שהובאו לעיל לגבי הצורך באתרוג דווקא: "ומיהו אפילו אם תמצא לומר דאתרוג ולימון ב' צורות מחד מינא הן, מ"מ לענין מצוה קבלנו מאבותינו שהוא אתרוג דווקא וכו'". עתה ייתכן, על פי גישתנו, שהחזון איש מבחין בין הבדלים קלים במסגרת אותו המין, הנגרמים כתוצאה מהרכבה, שדי בהם לפסול אתרוג למצווה,

79. א. רבי אליעזר די טולידו (שו"ת משנת רבי אליעזר חלק ב יורה דעה סוף סימן נא) התייחס אף הוא לכך שאתרוגים מורכבים זהים לאתרוגים שאינם מורכבים בגלל פעולת הגננים.

ב. בהמשך, לאחר שנדון במקור התפיסה השגויה לגבי השפעת ההרכבה (פרק ג סעיף 3) אנסה להסביר מהי 'התחכמות הגננים', בעזרת סעיף ג שם.

80. הדיון המובא הוא לעניין כלליים ואילו לעניין מצוות ארבעת המינים הוא אוסר להשתמש באתרוג מורכב שהוכלא עם אתרוג מקורי.

אך אין הם אוסרים את עצם ההרכבה. נוכל להסיק מדברים אלו, שאתרוג מורכב אכן איננו משתנה במידה רבה עד כדי להפכו לדומה ללימון, כפי שמתארים הסימנים המקובלים לאתרוג מורכב.⁸¹ יש לשים לב לכך שאם האיסור בהרכבת אתרוג הוא רק בגלל השינויים הפיזיים המתרחשים בו, הרי שאם החזון איש אסר את 'תולדות המורכב', היה עליו להניח שהשינויים בצמח המורכב עוברים בתורשה.

בניגוד מוחלט למשתמע מספרות הפסיקה, הרי שהתחושה הרווחת בציבור הרחב היא, לפחות לכאורה, נתינת אמון מלא בסימנים. אמנם קיימת הקפדה על רכישה של אתרוג בעל כתב הכשר ראוי, אך רבים הם המסיימים את מצוות ארבעת המינים בחיתוך האתרוג לרוחבו על מנת לקבל אישור, בדיעבד, לכשרותו.

2. השפעת הכנה על הרכב מנקודת מבט ביולוגית

בסעיף זה נסקור את הראיות משדה המחקר הגנטי לכך שההרכבה על לימון איננה משנה באופן מהותי את פרי הרכב – האתרוג. לכאורה, ראיות אלו מיותרות, שהרי בידינו עדויות רבות של פוסקים ומומחים הטוענים שאתרוג מורכב נראה כאתרוג מקורי. גם מתוך בחינת תהליך ההרכבה⁸² עצמו ניתן להסיק שעץ מורכב מניב פירות דומים לפירות הרכב. האיחוי של הכנה והרכב בנקודת המפגש ביניהם באזור הקמביום מאפשר את התפתחותן של רקמות הובלה משיקות המעבירות מים ומינרלים בלבד (אולי גם הורמונים) משורשי הכנה לרכב, אך אין בו כדי לשנות את ההרכב הגנטי של הרכב. להרכבה אין יכולת לשנות את המבנה הגנטי, משום שמדובר בתהליך סומטי⁸³ ולא בתהליך הקשור לתאי המין. הכנה עשויה לשפר את אספקת המים והמינרלים לעץ ובכך להגביר את יעילות תהליך הפוטוסינתזה (הטמעה), דבר התורם להעלאת כמות היבול ואיכותו. אין בכוחה לשנות תכונות גנטיות מובהקות ולהעביר תכונות אלו לדור הבא. למעשה, בתקופה האחרונה עולה צורך מיוחד לאשש את הסברה שלא מתחוללים שינויים גנטיים, משום שהולכות ומצטברות עדויות ממחקרים על צמחים, על כך שחלים שינויים גנטיים ברכב בעקבות ההרכבה. אם בעבר ההתייחסות לדיווחים מסוג זה הייתה חשדנית, הרי שהיום ההתייחסות רצינית יותר ומלווה בניסיון להציע מנגנונים שיהיה בכוחם להסביר את התופעה ובמיוחד את האפשרות להעביר תכונות לדור הבא.⁸⁴

81. ברקע הדברים קיים הקושי מדוע פסק החזון איש באופן נחרץ לאסור הרכבת ייחור של אתרוג מורכב בלימון בגלל ההבדלים ביניהם, ואילו לעניין אתרוג הסתפק אם הם מין אחד. שאלה נוספת היא, מדוע הם אינם נחשבים שני מינים הדומים זה לזה ומותרים.

82. תיאור מפורט של טכניקת ההרכבה והמושגים הקשורים אליה מובא בפרק 1 סעיפים 2-1.

83. תהליך הקשור לאברי הצמח שאינם קשורים לרבייה.

84. סקירה רחבה ראה: K. Mudge et al., 'A History of Grafting', *Horticultural Reviews* 35, 2009, pp. 478-485.

מחקרים שהתבצעו בעת האחרונה⁸⁵ מצביעים על תופעה המכונה 'השתקת גנים'. על פי מחקרים אלו מועברים בין הכנה והרכב לא רק מים ומינרלים, אלא גם מקטעי חומצת הגרעין RNA⁸⁶, המשפיעים על התבטאות גנים ברוכב. מחקרים כאלו עדיין לא התבצעו באתרוגים, אך מתוך עדויות של מומחים בגידול אתרוגים עולה, שבכל מקרה השינויים באתרוג מורכב הם מזעריים וכמעט שאינם משפיעים על התכונות המבדילות בין אתרוג ללימון. כך גם נטען על ידי גלסיו (1811),⁸⁷ שבדק את תוצאות הרכבת הדורים בצרופים שונים ובהן לא מצא השפעה על פרי הרוכב. עדות נוספת ומפורטת תובא בהמשך בפרק ג ממחקרם של ניקולוסי ואחרים.⁸⁸

3. המקור להתפתחות המוטעית של 'סימני אתרוג מורכב'

ההתחבטות הרבה בכתובים מבטאת את העובדה שאכן הסימנים המקובלים אינם מבדילים בין אתרוגים מורכבים לאתרוגים שאינם מורכבים. ההצעות למנגנונים שיסבירו מדוע גם אתרוגים מורכבים עשויים לכלול מאפייני אתרוג ('התחכמות הגנים' או השתנות הטבעיים) מעידות על כך שאתרוגים מעין אלו היו נפוצים ומוכרים.⁸⁹ לעניות דעתי, הסימנים אינם מבדילים בין אתרוג מורכב לשאינו מורכב, אלא אך ורק בין אתרוג ולימון.

הרקע להתפתחות התפיסה שיש בכוח הסימנים לשמש כאמצעי הבחנה בין סוגי האתרוגים בטעות יסודו, והוא קשור, אולי, לתופעות הבאות:

א. נתאר לעצמנו מטע של הדורים הכולל בתוכו מינים שונים ובכללם לימונים ואתרוגים מורכבים. ההבחנה בין עצי הלימון ועצי האתרוג קשה למדיי, בגלל הדמיון הרב בעלים. מכיוון שההדורים בכללם מסוגלים להאביק זה את זה באופן חופשי, כמעט ללא יוצא מן הכלל, הרי שעצי האתרוג מסוגלים להאביק את עצי הלימון שבשכנותם ולגרום להם להניב פירות במגוון צורות דמויות פרי אתרוג.⁹⁰ קוטפי

85. ריכוז מקורות ראה: ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

86. ה-RNA הוא חומצת גרעין שתפקידה להעביר את המידע האצור בחומצת הגרעין DNA למערכת האחראית על סינתזת החלבונים. בנוסף לכך הוא גם מעורב בתהליך הסינתזה עצמו.

87. מצוטט על ידי ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

88. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

89. הרב יעקב אפשטיין ('הרכבה והכלאה באתרוג', חבל נחלתו ב, עצמונה תשס"ב, סימן מ, עמ' 145-150) מתייחס ל'סימני אתרוג מורכב' כמאפיינים של האתרוג המורכב שאינם שינויים גנטיים. כאמור, מרב המקורות משתמע ששינויים אלו אינם מתחוללים עקב ההרכבה.

90. דנג ואחרים דיווחו על זן חדש שנוצר מהכלאה של לימון ואתרוג; ראה: Z.N. Deng et al., 'Identification of in vivo and in vitro lemon mutants by RAPD markers', *J. Hort. Sci.* 70, 1995, pp. 117-125.

הפרי עלולים בנקל להתייחס לאחד מבין עצי הלימון שבפרדס כאתרוג מורכב, למרות שהוא למעשה לימון שהואבק על ידי אתרוג. רמז לאפשרות זו ניתן למצוא בהמשך דברי הרב פרדקין שהבאנו לעיל: "וכמו שנמצא בזמננו בכל האתרוגים כמעט שאין אחד שימצאו בו כל הסימנים לטיבותא או כולם לגרועותא". מגוון הלימונים ה'אתרוגיים' גדול, משום שהם תוצרי האבקה בין לימונים ואתרוגים.⁹¹ יש לחזור ולהדגיש שהמצב ההפוך בלתי-אפשרי, משום שהאתרוג מופרה רק על ידי אתרוגים. ממגדל אתרוגים מזן 'חזון איש' שמעתי שהוא מגלה בפרדסו השפעות של אתרוגים מזן תימני הגדלים בפרדס סמוך.

ב. לאחר הרכבת אתרוג בלימון עשוי הלימון להוציא מתחת ל'תפר' ההרכבה 'חזירים' (ענפים העולים מבסיס הצמח), ולשאת פירות. בגלל קצב הגידול המהיר של הלימון, עשויים ה'חזירים' והענפים הצדדיים העולים מתחת להרכבה להיות בגודל ובמספר העולה על הרוכב – האתרוג – עצמו, עד כדי דומיננטיות מוחלטת והסתרתו.⁹² במצבים קיצוניים הרוכב (האתרוג) עצמו עלול אף להתייבש ולמות. בתנאים אלו עלול קוטף הפרי לטעות ולחשוב שהוא קוטף פרי אתרוג מורכב, בשעה שלמעשה הוא קוטף לימונים במגוון צורות. גם במצבים פחות קיצוניים, כאשר מתפתח רק ענף בודד הנושא לימונים, עלולה להתפתח טעות כאשר מקום ההרכבה מטושטש, ולתוך יכול האתרוגים משתרכבים גם לימונים במסווה של אתרוגים מורכבים. לטעות זו מסייע גם האמור לעיל בסעיף א. העובדה שהחלק ה'לימוני' של העץ מואבק על ידי חלקו ה'אתרוגי' גורמת לקושי להבדיל בין האתרוגים ללימונים בעלי מגוון צורות הדומות לאתרוג.⁹³

ג. בסעיפים הקודמים ניסיתי לתאר את מקור השימוש ב'סימני אתרוג מורכב' בטעות בזיהוי והחלפה בין אתרוגים ולימונים. לחילופין ניתן לפרש שהבעיה נובעת מתפיסה שונה של מהות ההרכבה בין המקובל היום למקובל בעבר. ההרכבות שהיו מקובלות בעבר לא כללו את קציצת ענפי הכנה באופן מוחלט כפי שנהוג בימינו, ולכן כללו לא רק את חיבור הרוכב לכנה, אלא גם האבקה הדדית בין פרחי הכנה

91. בבגדי ישע (סי' יג) מובאת שאלה כיצד להתייחס לפרי דמוי אתרוג שנמצא בארגז לימונים. התשובה הייתה שיש להכשירו, משום שקרוב לוודאי שהאתרוג הגיע מעץ אתרוג בסביבה. לעניות דעתי סביר יותר שמדובר בלימון שהואבק על ידי אתרוג. בשאלה יד הוא דן במשלוח אתרוגים מקורסיקה שהיו במגוון צורות. האפשרות הסבירה יותר היא שגם כאן מקור הפרות הוא בלימון מואבק.

92. רעיון זה שמעתי מפי הרב אלחנן סמט.

93. שו"ת משנה הלכות (חלק טו סימן רכב) כתב לגבי אתרוגים שנמצאו בהם רק חלק מהסימנים: "והגם שבאותו אילן נמצאו אחרים כשרים אפשר דענף אחד מאילן זה הורכב והאי אתרוג מורכב והשני אינו מורכב וכו'".

והרוכב.⁹⁴ בלשון חז"ל המושג הרכבה כלל גם האבקה, כפי שאנו מוצאים שאנשי יריחו עשו בערב פסח: "ששה דברים עשו אנשי יריחו, על שלשה מיחו בידם ועל שלשה לא מיחו בידם. ואלו הן שלא מיחו בידם: מרכיבין דקלים כל היום..." (פסחים פ"ד מ"ח). על פי פירוש הגמרא, הכוונה היא להאבקת עצי הנקבה על ידי פריחה זכרית (פסחים נו ע"א). ייתכן, אם כן, שהדיונים המוקדמים לגבי אתרוג מורכב התייחסו לעצי לימון מורכבים באתרוג ומואבקים על ידו, ובאמת פירותיהם היו שונים מאתרוג טהור. ההתייחסות לעץ הייתה על פי הרכב, וכל העץ נקרא עץ אתרוג. 'התחכמות הגננים' שגרמה לכך שאתרוג מורכב יראה כאתרוג טהור, היא קציצת הענפים של הלימון (הפנה), ובאמת מעתה פרי מורכב ושאינו מורכב זהים במראם. השו"תים המאוחרים 'ירשו' את סימני המורכב בלי העדכון הנדרש בעקבות השינוי בשיטת ההרכבה.

ד. עדות מעניינת לתפיסה שגויה של המושג אתרוג מורכב מופיעה בשו"ת בגדי ישע,⁹⁵ הטוען באופן מפורש שהאיסור שהטיל המהר"ם מפדוואה⁹⁶ על אתרוגים מורכבים היה על פרי של עץ לימון שייחורו הורכב על אתרוג. לדעתו, הרכבה של אתרוג על לימון בוודאי מותרת. ייתכן שהסימנים שניתנו על מנת לזהות אתרוג מורכב היו סימני לימון שהורכב על אתרוג, והוא ללא ספק היה שונה מאתרוג. דבריו מעוררים פעם נוספת את השאלה האם לא ייתכן שהפולמוס שהתחיל במאה ה-16 התפתח לכיוון שונה ולא רלוונטי בעקבות החלפת הפרי נשוא הדיון.

4. הטקסונומיה⁹⁷ של ההדרים

ככלל מקובל להניח, שמקור ההדרים הוא באזורים הטרופיים והסוב-טרופיים של דרום-מזרח אסיה, ולאחר מכן הם התפשטו ליבשות אחרות. מחקרים שנערכו בעבר על היחסים הפילוגנטיים בין המינים וסוגי ההדרים התבססו בעיקר על מאפיינים מורפולוגיים. נוסחו מערכות סיווג רבות, כאשר המקובלות ביותר היו של סווינגל⁹⁸ ושל

94. שאם לא כן, לפחות על פי דעתו של הרב ישראלי (ארץ חמדה, ספר ב, ח"ב סי' ג), לא היה איסור כלליים בהרכבה.

95. סי' יד ס"ק ד. גם בשו"ת תשורת ש"י ניתן לראות התייחסות לתוצרי הרכבה של לימון באתרוג והרכבת אתרוג בלימון כדוגמות לקבלת אתרוג מורכב.

96. צוטט לעיל, פרק ב סעיף 4.

97. טקסונומיה היא המדע העוסק בחלוקת היצורים החיים למינים, סוגים, משפחות, מחלקות וכו'.

98. W.T. Swingle and P.C. Reece, 'The botany of Citrus and its wild relatives', in: W. Reuther et al. (eds.), *The Citrus Industry* 1, Berkeley 1967, pp. 190-430.

טנאקה,⁹⁹ וגם לשני חוקרים אלו יש תפיסות שונות ביחס לסיווג המינים. סווינגל כלל בסוג 16 מינים ואילו על פי טנאקה, שכלל ברשימה גם בני כלאיים וצורות מורפולוגיות שונות, יש בסוג 'הדר' (Citrus) 162 מינים. ניתוחים פילוגנטיים מאוחרים יותר שנערכו עד לעת האחרונה והתבססו על מאפיינים מתחומים שונים ומגוונים, הגיעו להסכמה גורפת שבין ההדרים התרבותיים יש רק שלושה מינים 'אמתיים': אתרוג (*Citrus medica* L.), מנדרינה (*C. reticulata*) ופומלו (*C. grandis*).¹⁰⁰ פה ושם ניתן למצוא חוקרים המוסיפים מין אחד או שניים מסוגים אחרים, ובעיקר את הסוג Papeda.¹⁰¹ הגנוטיפים האחרים נגזרו על ידי הכלאות בין מינים 'אמתיים' אלו, ולעתים בין מינים אלו וסוגי בר קרובים. גנוטיפים נוספים התווספו בעקבות מוטציות סומטיות¹⁰² והכלאות טבעיות.

T. Tanaka, 'Fundamental discussion of Citrus classification', *Stud. Citrol.* 14, 1977, pp. 1-6.

H.C. Barrret and A.M. Rhodes, 'A numerical Taxonomic Study of Affinity.100 Relationships in Cultivated Citrus and Its Close Relatives', *Systematic Botany* 1 (2), 1976, pp. 105-136; A. Torres et al., 'Leaf isozymes as genetic markers in Citrus', *Amer. J. Bot.* 65, 1978, pp. 869-881; E. Nicolosi et al., 'Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers', *Theor. Appl. Genet.* 100, 2000, pp. 1155-1166; Z. Deng et al., 'Identification and evaluation of chloroplast uni – and trinucleotide sequence repeats in citrus', *Scientia Horticulturae* 111, 2007, pp. 186-192; A. Uzun et al., 'Genetic diversity and relationships within Citrus and related genera based on sequence related amplified polymorphism markers (SRAPs)', *Scientia Horticulturae* 121, 2009, pp. 306-312; S.N. Jena et al., 'Molecular phylogeny in Indian Citrus L. (Rutaceae) inferred through PCR-RFLP and trnL-trnF sequence data of chloroplast DNA', *Scientia Horticulturae* 119, 2009, pp. 403-416; E.F. Araújo et al., 'What is Citrus? Taxonomic implications from a study of cp-DNA evolution in tribe Citreae (Rutaceae subfamily Aurantioideae)', *Organisms Diversity Evol.* 3, 2003, pp. 55-62; R. Carvalho et al., 'The relationships among lemons, limes and citron: a chromosomal comparison', *Cytogenet. Genome Res.* 109, 2005, pp. 276-282; N.A. Barkley et al., 'Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs)', *Theor Appl Genet* 112, 2006, pp. 1519-1531.

R.W. Scora et al., 'A :ראה: *C. halimii* נוסף מין נוסף ואחרים מין נוסף *C. halimii*. מאוחר יותר הוסיפו סקורה ואחרים מין נוסף *C. halimii*. ראה: A', *Phytochemical investigation of Citrus halimii*', *Biochemical Systematics and Ecology* 4, 1976, pp. 255-258.

102. בהדרים קיימת שכיחות גבוהה של מוטציות בניצני ההתחדשות. מוטציה המתרחשת בניצן עלולה לגרום להתפתחות של ענף בעל תכונות גנטיות שונות. אם התכונות של הפרי המתפתח על הענף רצויות למגדל, הוא עשוי להשתמש בו לריבוי על ידי ייחורים והרכבה או אפילו,

בחלק לא מבוטל של המינים עדיין אין הסכמה לגבי אבות המוצא אך ככלל התמונה המצטיירת עקבית למדי.

האתרוג מעורב בהופעתם של כל המינים הלימוניים ומינים נוספים על ידי הכלאות בין-מיניות. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7) מצאו, שבמינים אלו חלק מרכזי מהמטען התורשתי מקורו באתרוג. מאידך גיסא התברר, שבכל המקרים האתרוג היה ההורה הזכרי. זאת ניתן היה לקבוע בעזרת השוואה של DNA ממקור אימהי (DNA כלורופלסטי). משמעות התופעה היא שהאתרוג מאביק אך איננו מואבק. בגלל בידוד הגנטי (החד-סטרי) האתרוג הומוזיגוט לכל זוגות הכרומוזומים. הרחבה בנושא הבידוד הרבייתי ניתן למצוא להלן בפרק 1 סעיף 4. גם השוואה בעזרת סמנים מולקולריים שנערכה בין 15 מיני הדורים הראתה, שרמת ההטרוזיגוטיות שלו היא הנמוכה ביותר, וקטנה בהרבה משני המינים המקוריים האחרים (פומלו ומנדרינה).¹⁰³ מסיבה זו, מגוון המופעים המתקבל ברבייה מינית קטן מאוד.¹⁰⁴ על מהותה של הרבייה המינית בצמחים ניתן לקרוא להלן בפרק 1 סעיף 3. השוואה של שני זנים שונים לחלוטין מבחינה מורפולוגית, 'אתרוג מאוצבע' (Fingered citron) וקלבריה (Diamante), הראתה קרבה גנטית גדולה מאוד.¹⁰⁵ המשמעות המעשית של כל הנתונים שתוארו היא שהאתרוג מתרבה כמעט אך ורק בעזרת האבקה עצמית.

לרמת ההומוזיגוטיות הגבוהה באתרוג יש משמעות רבה לא רק ככלי מעקב גנטי אחר מוצאו אלא גם לתכונותיו כעץ פרי. העובדה שהמגוון הגנטי קטן חושפת את האתרוג לפגיעה ממחלות, פוריות נמוכה ועמידות מוגבלת לתנאים סביבתיים משתנים.¹⁰⁶

במקרים מסוימים, להשתמש בזרעים מתוך הפרות המתפתחים על ענף זה ומכילים עוברים אל-מיניים (ראה להלן, הערה 118).

103. ברקלי ואחרים (לעיל, הערה 100).

104. M. Yamamoto et al., 'CMA Banding Patterns of Chromosomes in Major Citrus Species', *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 76 (1), 2006, pp. 36-40.

105. R.W. Scora and M.L. Roose, 'Phylogenetic relationships within the genus Citrus (Rutaceae) and related genera as revealed by RFLP and RAPD analysis', *Theor Appl Genet.* 96, 1998, pp. 812-822.

106. א. ראח: M. Jannati et al., 'Genetic diversity analysis of Iranian citrus varieties using micro satellite (SSR) based markers', *Journal of Horticulture and Forestry* 1 (7), 2009, pp. 120-125.

ב. מסיבה זו גם ניתן לרבות אתרוגים מזרעים ואין צורך להשתמש דווקא בייחורים. ההומוזיגוטיות הגבוהה וההאבקה העצמית גורמים לכך שהמטען התורשתי בזרעים דומה למטענם של ההורים.

מחקרים רבים מצביעים על הדמיון הגנטי בין אתרוג ולימון, וברובם הלימון נראה כמין הקרוב ביותר לאתרוג מבין כל שאר מיני ההדרים.¹⁰⁷ בחלק מהמחקרים הלימון איננו הראשון במידת הקרבה, אם כי עדיין נחשב כמין קרוב. מקובל להניח שהלימון הוא תוצר הכלאה, שבו ההורה הזכרי הוא האתרוג,¹⁰⁸ אך נטוש ויכוח סביב השאלה מהו ההורה הנקבי.¹⁰⁹ שתי ההשערות שהועלו הן שההורה הנקבי הוא ליים או חושש. נתונים מסמנים מולקולריים מראים שמקור הלימון הוא מאתרוג ומחושש, כאשר החושש הוא ההורה האימהי. קרוואל¹¹⁰ פוסל את האופציה של ליים.

הסיבוך הרב במיון ההדרים הביא את גולדשמידט¹¹¹ להשאיר את שאלת מעמד היחסי של האתרוג והלימון כשאלה מדעית פתוחה, כפי שהיא גם בין הפוסקים. לדעתי, אם ישולב החומר המדעי שהצטבר עד עתה, ושאת תמציתו הבאתי כאן, בהגדרה מעודכנת של מושג המין ההלכתי, ניתן יהיה לקבל החלטה בסוגיה זו, ואולי להשפיע על הפסיקה הכללית בנוגע למותר ולאסור בהרכבות הדרים. במסגרת זו אין באפשרותי להרחיב בנושא זה.

5. השוואה גנטית של כמה מזני האתרוגים הנפוצים

ממחקרים רבים עולה, שזני אתרוגים שונים שומרים על עצמאות גנטית, ולא ניתן למצוא בהם מרכיבים גנטיים ממיני הדרים אחרים.¹¹² מחקר מעניין במיוחד וקשור באופן הדוק לסוגיה בה אנו עוסקים הוא מחקרם של ניקולוסי ואחרים,¹¹³ שהתייחס באופן מפורט

107. ראה, למשל: M. Jannati et al., 'Genetic diversity analysis of Iranian citrus varieties using micro satellite (SSR) based markers', *Journal of Horticulture and Forestry* 1 (7), 2009, pp. 120-125.

108. ראה: R. Carvalho et al., 'The relationships among lemons, limes and citron: a chromosomal comparison', *Cytogenet. Genome Res.* 109, 2005, pp. 276-282; N.A. Barkley et al., 'Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs)', *Theor Appl Genet* 112, 2006, pp. 1519-1531.

109. R. Carvalho et al., 'The relationships among lemons, limes and citron: a chromosomal comparison', *Cytogenet. Genome Res.* 109, 2005, pp. 276-282 (לעיל, הערה 100).

110. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7); קרוואל ואחרים (לעיל, הערה 100), ועוד.

111. א' גולדשמידט (לעיל, הערה 7).

112. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 100).

113. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7). ראה גם: א' גולדשמידט, 'מחקר גנטי השוואתי של 12 טיפוסים אתרוג', הליכות שדה 146, תשס"ה, עמ' 21-31.

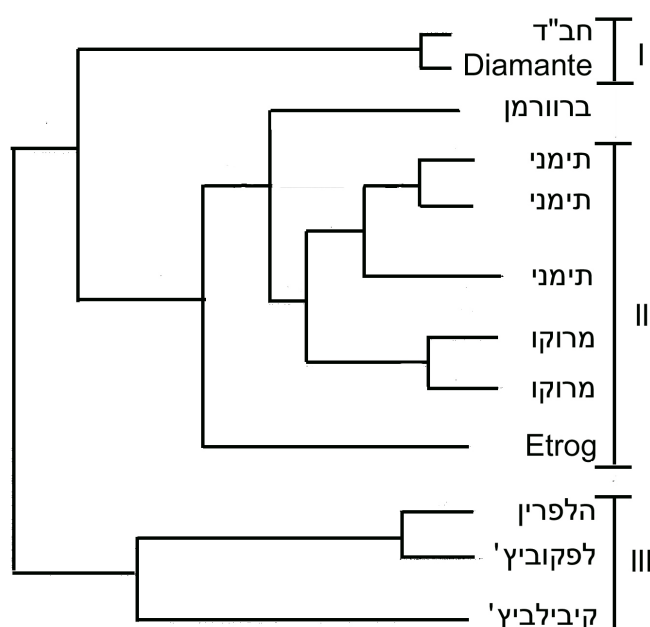
וספציפי לזנים המקובלים למצוות ארבעת המינים, ולכן נביא את תוצאותיו ומסקנותיו באופן מפורט.

במחקר זה נערכה השוואה שהתבססה על סמנים מולקולריים¹¹⁴ בין DNA שהופק מעלים צעירים של 12 שושלות אתרוגים שונים: 3 אתרוג תימני; 2 מזן מרוקאי; 1 קיבילביץ' – ישראל; 1 ברוורמן – ישראל; 1 חזון איש-הלפרין – ישראל; 1 חזון איש-לפקוביץ' – ישראל; 1 קלבריה-חב"ד – ישראל; 1 קלבריה (Diamante) – איטליה; 1 Etrog – איטליה. ההשוואה בין זני האתרוג נערכה תוך השוואתם למיני הדורים אחרים (פומלו, מנדרניה, לימון וחושחש), על מנת לוודא שאין באתרוגים מרכיבים גנטיים משותפים עם מינים אלו. תוצאות ההשוואה העלו כמה מסקנות חד-משמעיות:

1. בכל שושלות האתרוגים לא נמצא אף סמן גנטי המאפיין גם את מיני ההדרים האחרים.
2. הניתוח של DNA הציטופלסמטי¹¹⁵ לא מצא רב-צורתיות גנטית בהשוואה בין שושלות האתרוגים השונות, אך מצא רב-צורתיות גנטית בהשוואה בין האתרוגים ומיני ההדר האחרים.
3. הדמיון הגנטי המחושב בין השושלות השונות היה גבוה מאוד. הדמיון הגבוה ביותר היה בין שושלות קלבריה (חב"ד ואיטליה). תוצאה זו איננה מפתיעה, לאור זאת שמוצא הפרדסים של חב"ד הוא באתרוגי קלבריה. תוצאות אלו מעידות על מוצא משותף של כל הזנים ועל אחידות גנטית גבוהה בין כל השושלות שנבדקו.
4. בעזרת אילן יוחסין גנטי ניתן לראות שניתן לחלק את 12 השושלות שנבדקו לשלוש תתי-קבוצות (ראה את התרשים שבאזור מספר 6).

114. סמנים מולקולריים הם רצפים ייחודיים, המאפיינים את המטען התורשתי של יצורים חיים. המטען התורשתי כולל בתוכו בנוסף לרצפי החומר התורשתי (DNA) הפונקציונלי (גנים שונים), רצפים חסרי תפקיד שהצטברו כחלק מהמטען התורשתי. לרצפים אלו, שהם חסרי תפקיד מוגדר, יש היום שימוש רב בקביעת מרחקים גנטיים ובניית עצים פילוגנטיים. מתברר, שלכל מין יש רצפים ייחודיים, ואפילו לכל פרט במסגרת המין יש רצפים ייחודיים. ההסתברות למצוא שני פרטים בעלי רצפים זהים היא אפסית, ולכן משתמשים היום בשיטה זו בזיהוי פלילי. על ידי הפקת DNA מזירת פשע והשוואתו לרצפים ייחודיים של חשוד, ניתן לקבוע האם הוא הפושע.

115. DNA ציטופלסמטי הוא החומר התורשתי הנמצא בנוזל התא (ציטופלסמה), ולא בגרעין. בדרך כלל מקובל לחשוב שהחומר התורשתי מרוכז בגרעין כחומר הבניין של הכרומוזומים, אך הדבר אינו מדויק. למעשה, חומר תורשתי רב נמצא גם באברונים הנמצאים בציטופלסמה, כדוגמת המיטוכונדריות (אברונים הקשורים להפקת אנרגיה) והכלורופלסטידות (האברונים המבצעים את הפוטוסינתזה). למחקר של DNA ציטופלסמטי יש יתרון, משום שבהדרים הוא מגיע בדרך כלל מההורה הנקבי דרך הציטופלסמה, ומאפשר לקבוע זהות הורה זה.



איור מספר 6: אילן יוחסין גנטי של שושלות אתרוגים (על פי ניקולוסי ואחרים, לעיל, הערה 7).

116. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

117. רבים מפקפקים אם קיים זן אתרוגים שלא הורכב, ולכן לעובדה שהזנים שנבדקו היו ללא חדירת גנים זרים יש משמעות ככלי להוכחה שההרכבות אינן מותירות חותם גנטי על הרוכב (ראה אוסף מקורות אצל ניקולוסי ואחרים [לעיל, הערה 7]).

מנקודת מבט בוטנית, הרעיון שהאתרוג המרוקאי או אפילו התימני אנדמיים¹¹⁸ לאזורם לא נראית סבירה, ולכן ניתן לומר כמעט בוודאות שמקורם הוא לפני מאות שנים, ואולי אף יותר, באגן הים התיכון. במבט ראשון, מקור האתרוג התימני נראה לא ברור, משום שהמבנה הגס שלו מזכיר מופע של עץ הדר הודי שלא נחקר בפירוט, אך הממצאים של מחקר זה מספקים הוכחה חד-משמעית שהאתרוג התימני קרוב מאוד מבחינה פילוגנטית לזנים הים תיכוניים, דבר המעיד על מקורו הים תיכוני או מהמזרח הקרוב.

אם כן, כל סוגי האתרוג שנחקרו, כולל הזן המרוקאי והתימני, הם ככל הנראה צאצאים ממקור קדום באגן הים התיכון. השאלה היא כיצד הצליח להגיע האתרוג למקומות כה רחוקים. כפי הנראה, האתרוג גודל באופן נרחב כבר מהעת הקדומה, על ידי יהודים ועבור יהודים שהיו זקוקים לו לקיום מצוות לולב. לפי מסורות של קהילות מרוקו ותימן ישבו שם יהודים כבר בתקופה הרומית לפני כ-2000 שנה.¹¹⁹ האתרוג הוא פרי קשה, והזרעים בתוכו נשארים חיוניים תקופות ארוכות. ייתכן, שבמהלך נדודיהם לקחו אתם יהודים פרות או זרעים, וכל אימת שהדבר התאפשר הקימו מחדש פרדסי אתרוגים. מתוצאות מחקר זה ניתן ללמוד על תפקידם ההיסטורי של היהודים בהתפשטות האתרוג.¹²⁰

מחקרים נוספים דומים שירחיבו את התמונה המתקבלת ממחקרם של ניקולוסי ואחרים¹²¹ עשויים לסייע בפתרון חידת מוצאם של זני ארץ ישראל המסורתיים (וגם אחרים) שאותה חקר פרופ' זהר עמר.¹²² לדוגמה, ניתן לציין את הקרבה הגנטית הרבה בין זני קבוצה III שבתרשים. שני זני 'חזון איש' שנבדקו (הלפרין ולפקוביץ') נמסרו על ידי החזון איש לשני האישים בזמנים שונים, ולפי הסברה מוצא זן הלפרין הוא בצפת ואילו מוצא זן לפקוביץ' ברור פחות.¹²³ מתרשים אילן היוחסין משתמע שמקור שני הזנים דומה ושניהם קרובים מאוד לזן קיבילביץ', שלגביו קיימת מחלוקת גרסות אם הוא משכם (או מאום אל-פחם) או מוואדי קלט.¹²⁴ מיקומו של זן ברוורמן¹²⁵ (קבוצה II

118. אנדמיים – התפתחו באופן עצמאי באותם מקומות, ללא אב מוצא משותף לזנים אחרים במקומות אחרים.

119. ראה סקירה של עדויות על נוכחות יהודית במרוקו כבר מתקופת הבית הראשון אצל א"ח אלנקוה, סאלי וחכמיה, ירושלים תשס"ד. תורה לתלמידת ברקת רביבו על ההפניה למקור זה.

120. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

121. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

122. ד' עמר (לעיל, הערה 20).

123. על פי סברה אחת הוא משכם וסברה אחרת טוענת שהוא מאום אל-פחם (ז' עמר [לעיל, הערה 20], עמ' 57-61).

124. ד' עמר (לעיל, הערה 20), עמ' 32-40.

125. ד' עמר (לעיל, הערה 20), עמ' 27-32.

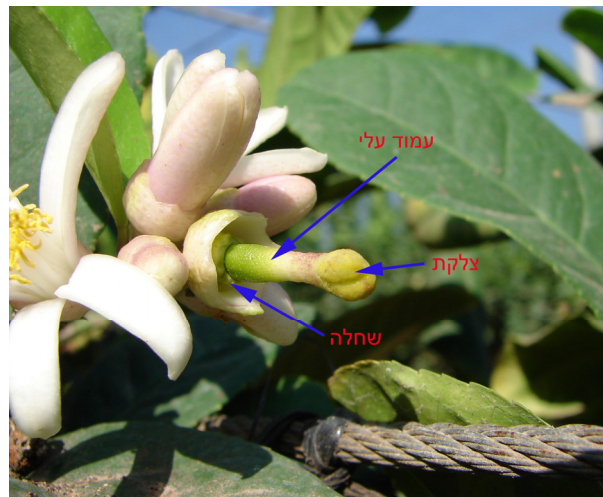
בתרשים) בקרבה רבה יותר לזן התימני או המרוקאי נראה תמוה, משום שהמסורות לגביו מתייחסות אף הן לאתרים דומים לקבוצה III.

בין כך ובין כך התוצאות מצביעות על קבוצה III כשושלת עתיקה יחסית, שמוצאה קדום אף למועד ההתפצלות של הזנים האירופאיים מהזנים התימני והמרוקאי.

6. מקור השונות בזני האתרוגים

לאור הקביעה שלכל זני האתרוגים שנבדקו קיים אב-מוצא משותף, עולות מספר שאלות: מהו מקור המגוון הרב של זני האתרוגים? כיצד התפתחו זנים שונים, כמו למשל האתרוג התימני והאתרוג המרוקאי חסר הזרעים? כיצד נוצרו זנים חלקים וזנים בעלי בליטות ('ערוגות'), זנים בעלי פיטם, חסרי פיטם וכד'? בניגוד להרכבה, שכאמור לעיל, אין בכוחה לשנות את פרי הרוכב במידה משמעותית, משום שאיננה מלווה בשינויים במבנה הגנטי, הרי שקיימים גורמים אחרים בעלי הקשר גנטי העשויים לתרום להתפתחותם של מופעים שונים של אתרוגים, דבר העשוי להסביר את השונות הקיימת במין זה.¹²⁶

הגורם העיקרי הוא כנראה מוטציות סומטיות (שאינן בתאי המין), שהופיעו מדי פעם בניצני עצי אתרוג, והביאו להתפתחות ענפים בעלי תכונות שונות. ענפים שנשאו



איור מספר 7 : פריחה של אתרוג.

126. כדוגמה לתכונה הנתונה לבקרה גנטית (ואולי גם להשפעות סביבתיות) ניתן להביא את נוכחות הפיטם בפרי בשל. הפיטם הוא למעשה העלי והצלקת של פרח האתרוג שלא נושר עם ההבשלה בחלק מהזנים. ראה איור מספר 7.

פרות שונים אך רצויים, שימשו לריבוי כייחורים או כמקור לזרעים שכללו כבר את התכונות החדשות. זרע האתרוג הוא חד-עוברי וההאבקה היא בדרך כלל עצמית.¹²⁷ משום כך, הזרעים של הפרות הנוצרים על ענף שעבר מוטציה הם בעלי סיכוי גבוה לייצג את המטען התורשתי החדש. על ידי ברירת תכונות רצויות למגדלים, התפתחו זנים כה שונים זה מזה באזורים שונים. הקרבה בהרכב הגנטי של הזנים מאזור גאוגרפי משותף קשורה לכך שהתפצלותם זה מזה נערכה מאוחר יחסית, ועדיין לא הצטברו שינויים גנטיים רבים. גורם נוסף לשינויים העשויים לעבור מדור לדור רק בעזרת ריבוי על ידי ייחורים הוא הדבקה על ידי וירוסים או וירואידים. ה'מותן' ('גרטל') המפורסם הוא כנראה תוצאה של הדבקה על ידי וירואיד. מעניין לקבל 'דרישת שלום' מוירואידים בצורה של אתרוגים נגועים המוטבעים על מטבעות מתקופת מרד בר-כוכבא, או בפסיפס מבית הכנסת במעון-נירים מתחילת המאה השישית (ראה איור מספר 8).¹²⁸ גם אם הגורם ל'מותן' פרי האתרוג אינו מוכח באופן מוחלט, הרי ברור שאין הוא חלק מהמטען התורשתי העצמאי של האתרוג, משום שניתן למצוא על עץ אחד פרות



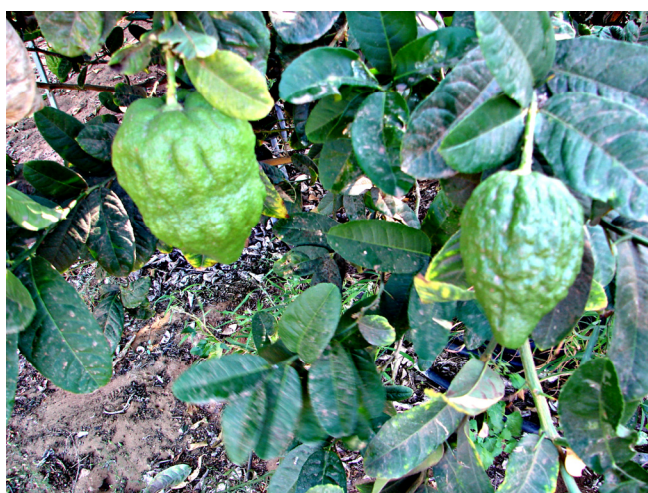
איור מספר 8: אתרוגים בעלי 'מותן' בפסיפס בית הכנסת במעון.

127. א' גולדשמידט, 'ריבוי אתרוג: זרעים או ייחורים?', עלון הנוטע, שנה ס"ג, מרץ 2009, עמ' 692-694.

128. מ' בן-יוסף, 'אתרוגים קשורי מותן', גלילאו 7, 1994, עמ' 39; ז' עמר (לעיל, הערה 11), עמ' 33-34, מביא דעות שה'מותן' הוא תוצאה של התאחות האבקנים סביב השחלה בעת התפתחותה.

בעלי 'מותן' בצד אתרוגים חסרי 'מותן' (ראה איור מספר 9).

לאור הדמיון הגנטי הרב בין הזנים השונים והעובדה שכולם צאצאי אב-מוצא משותף שעברו תהליכי ברירה בכיוונים שונים, עולה מאליה שאלת המופע האוטנטי של האתרוג.¹²⁹ מעדויות ארכאולוגיות לא ניתן להסיק לגבי הצורך בקיומם של 'ערוגות' ופיטם, משום שהן סותרות.¹³⁰ העובדה שבחלק מהזנים יש 'ערוגות' וחלק מהזנים חלקים, מעוררת את השאלה: מהי הצורה המקורית? ייתכן, שניתן להשיב על שאלה זו מתוך השוואה לווריאנטים של אתרוגים ששמרו על תכונותיהם המקוריות. מועמד מתאים להשוואה הוא אתרוג האצבעות (*Citrus medica var. sarcodactylis*; ראה איור



איור מספר 9: אתרוג בעל 'מותן' ואתרוג חסר 'מותן' הגדלים יחד על עץ אחד.

129. הקורא עשוי לשאול כיצד במהלך המאמר נטען במקביל שזני האתרוגים קרובים מאוד זה לזה מבחינה גנטית, ומאידך גיסא נטען שקיימים ביניהם הבדלי מבנה גדולים? התשובה לשאלה היא בכך שאת הקרבה אנחנו קובעים לא בעזרת גנים פונקציונליים, אלא בעזרת סמנים שאינם קשורים בהכרח לתכונות הנראות לעין (פנוטיפיות) של האורגניזם. ייתכן, אם כן, שהסמנים יציביו על קרבה רבה, אך מספר גנים קטן הקובע התבטאות של תכונות הנראות לעין יגרום לשונות רבה בתכונות אלו. דוגמה מקבילה לתופעה זו התפרסמה לאחרונה במחקר שמצא קשר גנטי בין עדות ישראל בגלויות השונות, למרות הניתוק הממושך והשונות הפנוטיפית הרבה ביניהן. בעזרת סמנים גנטיים משותפים נקבע, שמוצא כל הקבוצות הוא לפני אלפי שנים מאוכלוסייה אחת במזרח התיכון (G. Atzmon et al., 'Abraham's Children in the Genome Era: Major Jewish Diaspora Populations Comprise Distinct Genetic Clusters with Shared Middle Eastern Ancestry', *Am. J. Hum. Genet.* 86 [6], 2010, pp. 850-859). בשיטות דומות נמצאו 'גן הכוהנים' ו'ארבע האמהות'. ראה: ' (פרוינד) אברהם, מוסף דיוקן, מקור ראשון, גיליון 680, 'י' באלול תש"ע (20.08.2010), עמ' 16-20.

130. סקירה רחבה על הצורות הרבות של האתרוג שהיו קיימות בתקופת חז"ל, ראה: ז' עמר (לעיל, הערה 11), עמ' 30-37.

מספר 10),¹³¹ הכולל וריאנטים רבים המצטיינים בפני שטח בעלי רכסים ברמות שונות של גובה, שהוא תכונה הנתונה לבקרה גנטית. הצורה המאובצעת לחלוטין מייצגת את המצב הקיצוני, אך קיימים גם מצבי ביניים בעלי רכסים מודגשים, ומהם ניתן להסיק אולי לגבי האתרוג המקורי. אולי היו הן ה'ערוגות' הסימטריות שהעניקו לאתרוג את מעמדו כפרי עץ הדר כפשוטו.¹³²

כיום מוכרים בשוק זני אתרוגים מהודרים במיוחד, שעלה לגביהם חשד שהם מורכבים. לאור העדויות מהשו"תים ומהמחקרים קשה לי להניח שלהרכבה של אתרוג על לימון יש השפעה כה רבה, וסביר יותר שהתופעה נובעת מאחד מארבעה מנגנונים:

1. הרכבה של זני אתרוגים מהודרים שמוצאם באירופה בזני אתרוגים מקוריים שלא היו מהודרים (הרכבה זו הותרה לראשונה על ידי רבי חיים אלעזר ווקס והרב מאיר אורבך, ובהמשך הצטרף להיתר גם הרב קוק).¹³³
2. שיטות טיפול חדישות ותהליכי ברירה מכוונת של תכונות התורמות להדר כמו מבנה חרוטי, 'ערוגות', פיטם וכד'. אין ספק שברירה כזאת אפשרית, ולראיה ניתן להביא את זני האתרוגים ה'בטוחים' הקיימים היום ושונים במידה רבה זה מזה, למרות שכולם צאצאי אב-מוצא משותף.



איור מספר 10: אתרוג
האצבעות (צילום: חנוך
פלסר).

131. זני אתרוג זה מתועדים בסין בצירי קיר, בפיתוחים וכו' כבר מהמאה העשירית לספירה; ראה: F.J. Simoons, *Food in China: a cultural and historical inquiry*, Boca Raton 1991, pp. 201-203.

132. ראה את ההסבר בפרק ב, סעיף 3.

133. על נושא זה ראה בהרחבה: ד' עמר (לעיל, הערה 20), עמ' 16-23.

3. הופעה של זן לימונים שמקורו בזרעים אל-מיניים של פרי לימון שהופרה על ידי אתרוג ורכש תכונות 'אתרוגיות'.
 4. זן לימון שעבר ברירה מכוונת לכיוון תכונות 'אתרוגיות'. אפשרות זו סבירה פחות.
- השוואה בעזרת סמנים גנטיים מולקולריים בשיטה של ניקולוסי ואחרים¹³⁴ עשויה לגלות ללא קושי מהו הגורם האמתי להופעת הזנים החדשים.¹³⁵

ד. מעמד ההאבקה בפסול אתרוג מורכב

שאלה המעסיקה רבים, המודעים לכך שההרכבה איננה משנה את פרי הרכב היא, מדוע אין בהלכה התייחסות לבעיית ההאבקה על ידי עצי הדר אחרים, שיש בה כדי לשנות את תכונות האתרוג. שאלה זו קשה במיוחד אם נקבל את קביעתו של הרב י"מ שטרן,¹³⁶ המתאר בדיקת מעבדה¹³⁷ שנערכה על ידי מומחים, שתוצאתה "ולא מצאו אתרוג שלא נמצא בו חלק לימון", וזאת בגלל האבקה של פרחי האתרוג על ידי פרחי לימון. מצב דומה מתאר גם הרב יעקב אפשטיין¹³⁸ לאור מה ששמע מפי ד"ר אביחיל גרינברגר (על פי ברור עם פרופ' גולדשמידט), שבפרדסי הארץ חלק גדול מהפרות מוכלאים. לפי דבריו, זרעים שיילקחו מפרי אתרוג אחד יגדלו מופעים שונים של אתרוג (דברים אלו חופפים לנכתב על ידי פרופ' גולדשמידט במאמר מוקדם¹³⁹ אך עומדים בסתירה לנכתב במאמר שפרסם מאוחר יותר בעקבות ממצאים חדשים).¹⁴⁰

לדעת הרב שלמה זלמן אויערבאך¹⁴¹ התשובה לשאלה היא בכך שההרכבה האסורה היא בין מינים שכל אחד מהם מסוגל להצמיח בכוחות עצמו. בהרכבת ייחורים, הן הכנה הן הרכב יכולים להתפתח גם באופן עצמאי, ולכן היא אסורה. בניגוד לכך, אבקת פרחים איננה 'מין' צמח, משום שאין באפשרותה להתפתח בכוחות עצמה. מכאן הסיק הרב י"מ שטרן שאין מניעה להזריק לצמחים מיצויים או הורמונים מצמחים אחרים. הרב שטרן מבסס את דבריו דודו הרש"ז אויערבאך על דברי החזון איש¹⁴² אך מאותו מקור

134. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

135. ראה גם את ניתוחו של ד' עמר (לעיל, הערה 11), עמ' 52, הערה 137, לתוצאות מחקר זה.

136. י"מ שטרן, כשרות ארבעת המינים, ירושלים תשנ"ב, עמ' קפא.

137. לא ברור לי לאיזו בדיקה הכוונה, משום שבדיקות גנטיות מראות שאין חדירה של גנום מהלימון.

138. י"א אפשטיין (לעיל, הערה 89), סימן מ, הערת יעקב אריאל, עמ' 150.

139. לעיל, הערה 7.

140. לעיל, הערה 127.

141. מובאים על ידי הרב שטרן (לעיל, הערה 136), עמ' קפב.

142. הלכות כלאיים סי' ב אות טז.

מוכיח בעל שבט הלוי¹⁴³ שהדבר אסור.¹⁴⁴ לדעת הרב יעקב אפשטיין,¹⁴⁵ קיימת סתירה בפסקיו של הרב ישראלי, משום שבספרו ארץ חמדה¹⁴⁶ הוא אוסר להאביק, ואילו במכתב לרב יואל פרידמן¹⁴⁷ מתיר. הרב יואל פרידמן, שנדרש לשאלה זו, השיב: "נראה לי שאם הדבר נעשה באופן טבעי 'לא ניתנה תורה למלאכי השרת', וכיוון שהפרי נוצר על עץ האתרוג, הריהו ממין האתרוג".¹⁴⁸ הרב אריאל מוסיף בהערה על מאמרו של הרב אפשטיין,¹⁴⁹ שמכיוון שבדרך הטבע לא ייתכן שלא תהיה האבקה הרי שכל עוד ניכרת צורת האתרוג המסורה מדור לדור אין חוששים לעירוב. משום כך, רק אם השתנה האתרוג מצורתו הוא ייפסל.

לאור המחקרים שתוארו בפרק הקודם ברור שהשאלה לגבי המשמעות ההלכתית של האבקה בטעות יסודה, משום שהאתרוג איננו מופרה (או רק לעתים נדירות) על ידי הדריס אחרים.¹⁵⁰ כפי שראינו לעיל, קיימות ראיות מוצקות לכך שהוא מתרבה על ידי האבקה עצמית. השאלה שניתן היה לשאול היא, לכל היותר, מדוע בעיה זו לא זכתה להתייחסות בעבר. ניתן לענות על שאלה זו על פי מה שנכתב לעיל (פרק ג סעיף 3 ג). המונח הרכבה כלל בתוכו גם את ההאבקה, והדיון היה סביב אתרוג מורכב על לימון, כאשר ענפיו התחתונים של הלימון קיימים. עץ מורכב באופן זה נקרא אתרוג מורכב, ופרות החלק הלימוני נחשבו גם הם אתרוגים. באופן זה ברורה השאלה שהגיעה לבגדי ישע לגבי משלוח אתרוגים שכלל מגוון צורות שונות. לפוסקים שהיו מודעים לכך שההרכבה איננה משנה את פרי הרוכב, הגיעו מן הסתם אתרוגים מורכבים זהים לאתרוג טהור, ולא היה מקום לשאלה. הם אמנם היו מודעים לכך ש'סימני אתרוג' אינם ערובה לכך שאיננו מורכב, משום שההרכבה אינה משפיעה על פרי, אך לא היו מודעים לקיומו של תנאי הכרחי נוסף לשמירה על מבנה פרי האתרוג, והוא הבידוד משאר ההדרים.

143. ח"ט סימן רכד.

144. קטונתי מלהכניס ראשי בין ענקים אבל מעיון בדברי החזון איש נראה, לכאורה, שקיימת בהם סתירה.

145. י' אפשטיין (לעיל, הערה 89), סימן מ, הערת יעקב אריאל, עמ' 150.

146. כרך ב, חלק ב סי' ג.

147. התורה והארץ ד, תשנ"ט, עמ' 121.

148. אמונת עתיד 67, תשס"ו-תשס"ז, עמ' 72-73. להלן מצורפת קישורית למאמר באינטרנט: www.toraland.org.il/machonhatora/web/newspaper/katava6.asp?id=24459

149. לעיל, הערה 145.

150. מצאתי הסבר זה גם במאמרו של הרב אפשטיין (לעיל, הערה 89), אלא שהסיפא של מאמרו סותרת לחלוטין את תחילת הדברים. מחד גיסא הוא מתאר את המסקנות הנובעות ממחקרו של פרופ' א' גולדשמידט, שמהן משתמע שאתרוגים מהווים זן טהור, ואילו בסיפא הוא מציע ריבוי אך ורק על ידי ייחורים, משום שזרעים אפילו של אתרוג טהור יצמיחו קרוב לוודאי אתרוגים בני כלאים.

ה. דיון הלכתי-ביולוגי

כפי שכבר נאמר לעיל, אין בכוונתי להציע פסקי הלכה למעשה, אלא להביא לפני הקורא את העולה לכאורה מתוך ההקשר הביולוגי ולהציע כיווני מחשבה הנובעים מכך.

1. היחס הטקסונומי בין אתרוג ולימון

חלק גדול מבין הפוסקים מתייחס לאתרוג וללימון כמין זהה לעניין כלאיים, אך מחלק ביניהם לעניין מצוות ארבעת המינים. הניתוח הגנטי מלמד, שייתכן שהאתרוג והלימון קרובים מאוד מבחינה טקסונומית, אך שייכים למאגרים גנטיים שונים. בשעה שבאתרוג אין גנים שמקורם בלימון, הרי שמחצית מהגנים של הלימון מקורם באתרוג. מצב זה, ויחסי הגומלין בין ההדרים בכלל, עשויים לספק עניין רב לפוסקים העוסקים בכלאי הדורים, משום שהם דורשים הערכה מחדש של המותר ושל האסור בכלאי הדורים. לעניין ארבעת המינים עולה בבירור שאתרוג איננו לימון.

2. דין אתרוג מורכב

מתוך עדויות ספרות הפסיקה עצמה, מתוך הכרת התהליך הביולוגי של ההרכבה ומתוך בדיקת זני האתרוגים מתברר, שההרכבה איננה משנה באופן משמעותי את פרי האתרוג. למרות זאת, לרוב הדעות עובדה זו לא מעלה ולא מורידה לגבי פסול האתרוג עצמו. לדעות האוסרות אתרוג מורכב מטעמים הלכתיים טהורים, מובן שאין משמעות לכך שהאתרוג לא השתנה, אך גם לדעות האוסרות אתרוג מורכב בגלל השינוי הפיזי, הרי שלדעתן די בשינויים הקטנים המתחוללים באתרוג כדי לפסולו למצווה. כפי שראינו, ההבדל בין שני סוגי האתרוגים הוא בעובי היחסי של הקליפה, לעומת הציפה העסיסית, ובלימון היא דקה יותר. שאלה שנשארה פתוחה היא האם לא ייתכן שהגדרת ההרכבה בימינו שונה מהמציאות שלגביה התייחסו חלק מהפוסקים, וייתכן שהיו מתירים את ההרכבה הנהוגה היום.

3. דין 'תולדות המורכב'

ההשלכה העיקרית הנובעת מכך שכמעט אין השפעה להרכבה על האתרוג היא לגבי 'תולדות המורכב'; כלומר לדור הבא, שהתרבה על ידי ייחורים או זרעים. חלק מהפוסקים אסרו לעולם, "אפילו יצאו ממורכבים מאלף שנים קדמוניות, אם הם מורכבים תולדותיהם כיוצא בהם וגם דור עשירי לא יבוא להם בקהל ה' עד עולם".¹⁵¹ אם לגבי האיסור בעץ המורכב עצמו תהיתי כיצד עשויה הייתה להשפיע הגדרת ההרכבה,

151. בגדי ישע, סי' טז ס"ק כג.

כפי שהיא מקובלת היום, והכרת השפעותיה, על הפסיקה הרי שלגבי 'תולדות המורכב' התמונה ברורה יותר. נראה שהדעות לאיסור ולהיתר מתפלגות על פי האופן בו הבין הפוסק את תפקיד ההרכבה.

הבית אפרים¹⁵² סבר שכל איסור מורכב הוא "במורכב עצמו" ולא בתולדותיו, ומנמק זאת בכך שהייחור של האתרוג איננו מקבל מכנת הלימון דבר, פרט להיותו דרך למעבר המים, והראיה לכך היא שאין הוא משתנה: "ולכך יוצא ממנו תבנית אתרוג במעט שינוי". כך גם בשו"ת בגדי ישע¹⁵³ הסיק מהירושלמי שמותר לשתול ייחורים או אף לזרוע זרעים מעץ מורכב, מאחר שהאיסור הוא לקיים קשר בין שני מינים שונים. גם כאן, ייתכן שעמדתו נובעת מכך שהוא מבין שהרכבה איננה משנה את מהות הפרי. באופן מפורש הוא אומר בסימן יט: "ועוד דאילן הלימון אשר הרכיבו בו הייחור של אתרוג אינו נותן ממשות פרי בגוף האתרוג, רק כוח הצמיחה לבד ורטיבותן נותן בו בפנים, אבל גוף הפרי כולו אתרוג ואינו חסר כלל".¹⁵⁴

לעומתם, יש האוסרים את 'תולדות המורכב'. המהרש"א אלפאנדרי¹⁵⁵ משווה בין ייחור הנלקח מאתרוג מורכב לאיסור להרכיב בהמת כלאיים עם אמה משום "דחוששין לזרע האב שבו". מדברים אלו משתמע שאין הוא מתייחס לייחור כמין הרוכב בלבד ולכן אסור להרכיבו על אתרוג.

כך כתב גם החזון איש: "ומיהו לענין מצוה, אם המורכב הראשון פסול וכו', הגידולים השניים נמי פסול".¹⁵⁶ החזון איש לשיטתו¹⁵⁷ מבחין בין שני סוגי שינויים: אמנם לעניין כלאיים אין ההרכבה משנה את פרי הרוכב באופן משמעותי ("שהפירי כולו אתרוג בטעמו וריחו ומראיתו"), אך לעניין מצוות ארבעת המינים יש שינוי ("אבל באמת הוא משתנה בתבניתו הפנימי והחיצוני ע"י ההרכבה בכמה פרטים וכו'"). לאחר סתירה פנימית זו, לכאורה, הוא מסכם: "וגם אין ללמוד מין אתרוג מכלאים דכלאים מראיתו

152. אורח חיים סי' נו.

153. סי' יז ובשו"ת חלקת יואב סי' לב בסופו.

154. דברי הבית אפרים ובגדי ישע חסרים הסבר, מדוע אפוא האתרוג המורכב עצמו נאסר. אם אכן הם מבינים שלא מתחולל שינוי מהותי באתרוג מורכב, ולכן מתירים את הייחור, מדוע לא יכשירו גם את האתרוג עצמו? ניתן ליישב באופן חלקי בכך שהייחור, שהוא למעשה ענף, מהווה צינור דרכו עוברים המים וחומרי ההזנה, ולכן אין בו מאומה מחומרי הלימון, ואילו בפרי מתרכז המעט שעובר ומגיע אליו, ולכן הוא נחשב "שני מינים מעורבבים". על פי הסבר זה יש לחלק בין ריבוי על ידי ייחורים המותר, לבין ריבוי על ידי זרעים שמקורם בפרי האסורים. לחלופין, ניתן להסביר שהם אוסרים את המורכב עצמו בגלל הסיבות שאינן קשורות לשינוי בזהות המין (לעיל, פרק ב סעיף 6), אך ממהלך התשובות נראה שהם אינם סוברים כך.

155. סי' יג, ד"ה וראיתי להרב"א וד"ה ואם.

156. הלכות כלאיים, סי' ג אות ז.

157. שם, סי' ב אות טו.

עיקר ואתרוג מינו עיקר". לדעתו השינויים הקטנים "בכמה פרטים" דיים כדי לקבוע שהאתרוג המורכב הוא מין אחר. מובן, שעליו להניח ששינויים אלו עוברים גם לדורות הבאים. החזון איש קובע שהמורכב הוא מין חדש: "ואע"ג דנוטל אדם ייחור מהמורכב ונוטעו ואין בו משום כלאיים דחשיב כבריה חדשה ומקרי מין אחד". כפי שראינו, החזון איש דורש ליטול אתרוג דווקא ולא מין אחר, גם אם הוא דומה לו לגמרי.

אם נתרגם את המחלוקת שהצגתי עד עתה למונחים ביולוגיים, הרי שניתן לטעון שקיימת כאן לכאורה מחלוקת במציאות, שניתן להכריעה בעזרת המחקר הביולוגי. האוסרים את 'תולדות המורכב' משום שהמורכב הוא מין חדש או תערובת מינים, רואים בהרכבה פעולה שיש בכוחה להשפיע על המבנה הגנטי של הרוכב. רק שינויים גנטיים עשויים לעבור מדור לדור. המתירים סוברים שההשפעה היא השפעה חיצונית, הקיימת רק כל זמן שהרוכב מחובר לכנה, והיא חולפת עם קציצת הייחור. השפעה זו שאיננה גנטית קיימת רק ברוכב עצמו ולא בתולדותיו.

מלכתחילה סברתי לתלות את המחלוקת בדין 'תולדות הרוכב' בידיעה מהי רמת ההשפעה של ההרכבה על פרי הרוכב. לסוברים שההשפעות קטנות התולדות מותרות, ואילו לסוברים שסימני האתרוג מעידים על כך שהוא איננו מורכב, התולדות תהיינה אסורות. לאור דבריו של החזון איש האוסר תולדות גם כאשר הבין שההבדלים בין אתרוג מורכב לאתרוג מקורי קטנים, יש מקום לומר שהקשר בין שתי המחלוקות אינו הכרחי, אם כי אולי קיים.

תוצאות מחקרם של ניקולוסי ואחרים¹⁵⁸ עשויות להכריע במחלוקת זו, ולהניח את דעתם של החוששים מהרכבה בעבר ('תולדות המורכב') לפחות ביחס לזני האתרוגים שנבדקו על ידם, משום שהן מוכיחות בסבירות גבוהה מאוד שגם אם היו הכלאות בינם ובין מיני הדר אחרים הן לא השפיעו על ההרכב הגנטי של זנים אלו. הדמיון בין הזנים הים תיכוניים והזנים הנחשבים 'בטוחים' יותר, כלומר הזן המרוקאי והזן התימני, 'משדרג' את הראשונים למעמד דומה. במחקר זה נבדקו אתרוגים מרוקאיים שנלקחו מאזור מבודד,¹⁵⁹ שבו אתרוגים מגודלים במשך דורות כגידול ההדרים היחיד ועד היום לא מרכיבים בו עצים.¹⁶⁰ האתרוג התימני הגיע ארצה לפני כ-125 שנה על ידי עולים מתימן ועל פי מסורתם לא הורכב מעולם.¹⁶¹

158. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

159. באזור Souss במרכז מרוקו בקניון מבודד של Asssads באזור מרוחק של הרי האנטי אטלס.

160. ראה בערוך לנר סוכה (תוספת בכורים סוף סי' תרמח): "ובשנה הזאת קבלתי אתרוג ממרוקו יפה ומהודר בכל מיני הכשר אשר עדיין לא ראיתי כמוהו".

161. א. במאמר 'מעלת האתרוג התימני' (www.temani.net/http/mamrim/etrog.htm), שערך מ"ל לוי על פי ספרי הרב יצחק רצאבי, מובא שכמה מגדולי ישראל ראו בו אתרוג מהודר ביותר: "מפורסם מתלמידיו (של החזון איש), וכן נדפס בשמו שכשר הוא לברכה, כי אין בו שום חשש

הסבירות שמכל 12 הזנים שנבדקו לא היה אפילו אחד שהורכב אי-פעם נמוכה ביותר,¹⁶² ולכן אני רואה בתוצאות אלו הוכחה (עם הסתייגות מסוימת) שאכן, כפי שתיארתי לעיל, ההרכבה אינה משנה את ההרכב הגנטי של הרכב, ולכן עצי אתרוג, שברור לעין שאינם מורכבים, כשרים גם אם מוצאם מסופק. על מנת לאשש סברה זו כדאי יהיה לבדוק את ההרכב הגנטי של עץ שברור לנו שהוא מורכב.

הרב י"י אפרתי,¹⁶³ בתגובה לתוצאות מחקרם של ניקולוסי ואחרים¹⁶⁴ כפי שדווח על ידי א' גולדשמידט,¹⁶⁵ הציע להמשיך במחקר ולבצע השוואה גנטית בין שני זוגות של אתרוגים: 1. בין אתרוג מורכב בוודאות לאתרוג שאיננו מורכב; 2. לאחר מכן בין אתרוג שהוא צאצא לאתרוג מורכב ובין אתרוג שהוא בחזקת שאיננו מורכב מאז ומתמיד. ההשוואה השנייה חשובה, לדעתו, לנוקטים בשיטת החזון איש שגם 'תולדות המורכב' אסורות. אמנם ההשוואה הראשונה פשוטה אך ההשוואה השנייה בעייתית שהרי מי "יתקע לידינו כף" שהייחור שבו נשתמש אכן לא הורכב מעולם.

לעניות דעתי 'זריקת הכפפה' לפתחו של מדע הגנטיקה בהצעת הרב אפרתי באופן שהיא הוצגה, נובעת מכך שהתוצאות המצופות ממחקר זה סומנו על ידו מראש. הוא מצפה שהמחקר הגנטי יזהה את 'תולדות המורכב' ובלשונו:

...שהרי אם המחקר הגנטי עם כל התפתחותו איננו מסוגל לזהות תערובות כאלו ב'רכב' של עץ אתרוג שממנו ניטל יחור של העץ וניטע בלא הרכבה, הרי מכיון שעפ"י פסק החזו"א זיע"א האתרוג הגדל בעץ זה נחשב למצוות אתרוג כמורכב, והמחקר הגנטי איננו מסוגל לזהותו, אם כן עדיין עבודה רבה לפני עורכי המחקר.

פקפוק, שמהותו הפנימית מעידה עליו שאין לו מיץ. ורבים מסרו לי שהחזון אי"ש אמר בלשון, 'אין יותר כשר מאתרוג תימני'... ועוד שמעתי מאחד מראשי הישיבות שליט"א, כי הגרי"ז מבריסק היה מחשיב ביותר מכל האתרוגים את האתרוג התימני, וכן נהגו בניו אחריו. וכן הגרב"צ אבא שאול זצ"ל היה לוקח רק אתרוג תימני, כמו שכתוב בספר תולדותיו. וכן פשט המנהג אצל רבים מיראי ה' מכל קהילות ישראל ספרדים ואשכנזים". מאמר זה מסוכם בקביעה שכל הזנים הם בספק הרכבה בלימון, חוץ מהאתרוג התימני.

ב. בשו"ת ציץ אליעזר (חלק יא סימן מד) ניתן למצוא תיאור מפורט של דרכים שנקטו למצוא זנים שלא הורכבו מעולם.

162. חלק מהפוסקים התייחסו בחשדנות רבה לזנים האירופאים (קלבריה, קורסיקה, קורפו) והביעו את חוסר אמונם מהיותם בלתי-מורכבים מאז ומתמיד.

163. י"י אפרתי, 'הערות למחקר גנטי השוואתי של טיפוס אתרוג', הליכות שדה 147, תשס"ו, עמ' 33-35.

164. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

165. גולדשמידט (לעיל, הערה 113).

סביר יותר להניח שה"תערובות" אינן מזוהות משום שאכן אין שינויים גנטיים מתמשכים ולא משום שעדיין לא קיימות שיטות לזהותן.¹⁶⁶ המוטיבציה למצוא השפעות גנטיות של ההרכבה גם ב'תולדות המורכב' ברורה שהרי אם לא כן לא תהיה מובנת שיטת החזון איש הפוסלת אותם במקביל להתייחסות לאתרוג ולימון כמין אחד לעניין כלאיים.¹⁶⁷ לאחר שמצאנו ש'תולדות המורכב' זהים בצורתם לאתרוג מקורי, החלופה הבלעדית להסבר שיטת החזון איש היא במציאת הבדלים גנטיים שאינם מתבטאים בתכונות פנוטיפיות.¹⁶⁸

אם נעיין מחדש במחקר הנזכר לעיל הרי שלמעשה נבדקה בו רק שאלת 'תולדות המורכב'. ההשוואה של 12 זני האתרוגים ומסקנות המחקר הניחו שלא ייתכן שלא אירע שום מקרה של הרכבה בכל הזנים לכל אורך ההיסטוריה הארוכה שלהם. כאמור לעיל, נמצא שבכל הזנים שנבדקו לא הייתה חדירה של גנים 'לימוניים'. המשמעות המדויקת של תוצאות המחקר היא שההרכבה איננה משנה את המטען התורשתי של 'תולדות הרוכב' שהרי רק הוא נבדק. שיטת המחקר הנזכר לעיל שהתבססה על DNA אימהי-ציטופלסמטי (ולא על DNA גרעיני¹⁶⁹) יש בה כדי לשכנע ברמת סבירות גבוהה שהעובדה שאין אפשרות לזהות את 'תולדות המורכב' נובעת מהטעם הפשוט שאין בהן שינויים גנטיים ולא משום שהמחקר הגנטי עדיין לא מצא דרך לאפיין שינויים אלו. כפי שרמזתי לעיל יש צורך לאשש את המחקר אך מסיבה שונה. המחקר מניח שלא ייתכן שלא היה אף אירוע הרכבה בעבר ומכאן הוסק שההרכבה לא משנה את המטען התורשתי. אני מעלה כאפשרות רחוקה ובסבירות נמוכה שכל 12 הזנים טהורים ולא עברו מעולם הרכבה ורק משום כך לא נמצאה בהם חדירה של גנים 'לימוניים', אולם אם

166. במחקרם של ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 100) נערכה במקביל השוואה למיני הדר אחרים, ובכללם לימון, והשיטה הצביעה על הבדלים מובהקים בינם ובין האתרוג. קשה להניח שההשפעה הגנטית של ההרכבה, אם היא קיימת, תהיה סלקטיבית ותכלול אך ורק רצפי DNA דומים לאתרוג, דבר שגרם לכך שלא נמצאו השפעות 'לימוניות' על האתרוגים. חשוב להדגיש שאין אני שולל לחלוטין את האפשרות שבעתיד יתגלו מאפיינים גנטיים חדשים שיאפשרו לזהות צאצאי אתרוגים מורכבים, אך על פי התמונה הקיימת היום הסיכוי לכך קטן.

167. אם הם מין אחד לעניין כלאיים הרי שאיסורם עשוי לנבוע רק כתוצאה משינוי פיזי. לדעת החזון איש די בשינויים הקטנים כדי לפסול אתרוג מורכב אך ב'תולדות המורכב' לא קיימים אפילו הבדלים קטנים.

168. הגנוטיפ, כלומר המבנה הגנטי, כולל רצפי DNA המתבטאים בתכונות האורגניזם (תכונות פנוטיפיות) ורצפים שאינם באים לידי ביטוי. במקרים רבים פרטים הדומים מאוד במבנה הפנוטיפי עשויים להיות שונים בגנוטיפ שלהם.

169. בניגוד ל-DNA גרעיני שהרכבו משתנה ותלוי בטיב ההכלאות הספציפי שעברה השושלת הרי ש-DNA אימהי-ציטופלסמטי עובר מדור לדור בתאי הביצית בהרכב קבוע ושלם ולכן ניתן להתייחס אליו באמון רב יותר.

נבצע הרכבה היא תגרום לשינויים מתמשכים. על מנת לשלול אפשרות זו יש לבצע מחקר תחת הנחת עבודה הפוכה. ההנחה תהיה שכל הזנים טהורים ומערך הניסוי יתבצע כהצעתו של הרב אפרתי. תיערך השוואה של 'זנים טהורים' (על פי הגדרה ולא בהכרח למעשה) עם זנים מורכבים באופן יזום. ניסוי אחרון זה עשוי להשלים את התמונה ויקבע האם יש להרכבה השפעות גנטיות המתבטאות גם ב'תולדות המורכב'.¹⁷⁰

4. מהות הצורך בהכשר לאתרוג מצווה

כתבי ההכשר הניתנים היום, לגבי היותם של האתרוגים בלתי-מורכבים או חזקת היותם של האתרוגים בלתי-מורכבים,¹⁷¹ ובעיקר המסורות לגבי אילנות היוחסין שלהם, חשובים גם עבור הסוברים ש'תולדות המורכב' מותרים.¹⁷² אמנם בעיית ההרכבה כמעט שאיננה קיימת היום בשוק, אך קיימת סכנה של שימוש בזני לימון שהתקבלו כתוצאה מהאבקה על ידי אתרוגים. ללא מסורת ברורה, הדרך היחידה לשלול אפשרות זו היא סריקת סמנים גנטיים על פי השיטה של ניקולוסי ואחרים.¹⁷³ סריקה זו הוכחה כמבחינה בין הפרופיל הגנטי של האתרוג ושל הדריים אחרים.

חוגים המקפידים להשתמש באתרוגים מזני 'חזון איש' מתייחסים בחשדנות לזנים בעלי פירות מהודרים, ולדעתם הם מורכבים או אפילו לימונים ממש. מפי אדם שהיה מקורב לחצרו של החזון איש זצ"ל שמעתי, שהחזון איש כינה כמה מזנים אלו בשם 'לימון', ואכן נדיר מאוד למצוא אתרוגים מהודרים בפרדסי זני 'חזון איש' בעלי מסורת ארץ ישראלית. ייתכן, שמכאן גם נבעה הסתייגותו של הרב חיים דוד הלוי מאתרוג מהודר שמחירו היה נמוך.¹⁷⁴

נראה לי, שאין די בעובדה שמחירו של אתרוג מהודר נמוך, כדי לקבוע שהוא מורכב על לימון, משום שקיימות חלופות אחרות לקבלת אתרוגים מהודרים כאשר דווקא

170. תוספת הסבר למבנה הלוגי של המחקר: בפועל לא נמצאו גנים 'לימוניים' בהשוואת 12 הזנים שנערכה על ידי ניקולוסי. הדבר עשוי לנבוע משתי אלטרנטיבות: 1. הרכבה איננה משנה את 'תולדות המורכב'; 2. הזנים לא הורכבו מעולם ולכן הם טהורים. על פי אלטרנטיבה 2 (הזנים טהורים) נוכל להרכיב ולהשוות בין זנים 'טהורים' לזנים מורכבים. על פי תוצאות ההרכבה נוכל להחליט מהי השפעתה.

171. על ההבדל בין שני הנוסחים ראה: א' סוחובולסקי, 'אתרוג לא מורכב או אתרוג בחזקת שלא מורכב', אמונת עתיד 67, תשס"ו-תשס"ז, עמ' 16-28.

172. מתוך השוואות גנטיות ניתן להסיק במידה רבה של וודאות שלהרכבות אין השפעה מתמשכת על הצאצאים ('תולדות המורכב').

173. ניקולוסי ואחרים (לעיל, הערה 7).

174. כאמור, ראה הרב חיים דוד הלוי (לעיל, הערה 67) בהידור יתר של אתרוגים סיבה לחשוש שמא הם מורכבים.

החשש להרכבה על לימון הוא בעל הסבירות הנמוכה ביותר. מערכת ההשגחה על הפרדסים מסוגלת לזהות בקלות את ההרכבות ואת המינים המעורבים בהרכבה. סביר יותר שהגורם העיקרי לשכיחותם הרבה של אתרוגים מהודרים במחיר זול יחסית הוא הרכבות של זני אתרוג מהודרים על כנות אתרוגים ארץ ישראלים מסורתיים,¹⁷⁵ טיפולים חדישים ותהליכי טיפוח. כאמור, קיימת גם אפשרות לקיומם של זני לימון שהופרו על ידי אתרוג, אך חשש זה לא קיים בזנים שהפרופיל הגנטי שלהם נבדק ונמצא שאיננו כולל מרכיבים 'לימוניים'.

ו. נספח ביולוגי

1. גזע העץ (המבנה הרקמתי)

גזע העץ הוא החלק של העץ הנושא את ענפיו, עליו, פרחיו ופירותיו של העץ. הגזע משמש להעברת מים ומינרלים מהקרקע עד לצמרת העץ, ותוצרי פוטוסינתזה מהעלים עד לשורש. הגזע מקנה לעץ את האפשרות לעמוד זקוף כנגד כוח המשיכה של כדור הארץ.

הגזע מקביל בתפקידו ובמבנהו לגבעול, אלא שרקמותיו עבות וקשות יותר באופן ניכר. בחתך רוחב בגזע (ראה איור מספר 11) ניתן להבחין (מבפנים כלפי חוץ) ברקמות



¹⁷⁵. כאמור, הרכבות אלו הותרו על ידי חלק מהפוסקים. החזון איש אסר להשתמש גם באתרוגים אלו, משום החשש שמא הרוכבים האירופאים המהודרים הם מ'תולדות המורכב'.

הבאות: עצה – מערכת 'צינורות', הבנויה מתאים אופייניים, המעבירה מים ומינרלים מהשורש אל שאר חלקי הצמח (1); שיפה – מערכת 'צינורות' הבנויה מתאים אופייניים המעבירה תרכובות אורגניות שסונתזו על ידי העלים, בתהליך הפוטוסינתזה, אל שאר חלקי הצמח (2). שתי רקמות אלו נקראות רקמות הובלה, והן נוצרות כתוצאה מחלוקה והתמיינות תאים עובריים ברקמה הנקראת קמביום (3). בשלבי ההתפתחות הראשונים, לפני הופעת הגזע, העץ הוא בעל גבעול הכולל בתוכו עצה ושיפה ראשוניים היוצרים יחד עם הקמביום, בצמחים הדו-פסיגיים, טבעת לא רציפה של צינורות¹⁷⁶ (ראה איור מספר 12). תוך כדי גידול העץ צינורות הצינורות יחד עם הקמביום מתרחבים ומתקרבים זה לזה עד ליצירת טבעות רציפות.

תאי הקמביום המתחלקים, מתמיינים ומייצרים כלפי פנים הגזע תאי עצה, המהווים את העצה השניונית. רובו של הגזע עשוי עצה שניונית, ועצה זו היא למעשה העץ המשמש את האדם בחיי היומיום. תאי הקמביום הפונים כלפי חוץ מתמיינים לתאי שיפה שניונית. תאי העצה בפנים הגזע דוחפים במשך הזמן את הקמביום ואת השיפה כלפי חוץ ומגדילים את קוטנם. באזורים שבהם מתקיים חילוף עונות בין עונה נוחה לחלוקת הקמביום לעונה קשה, ניתן להבחין בטבעות גידול בחתך רוחב של הגזע.

השכבה החיצונית ביותר של הגזע היא האפידרמיס. בדרך כלל, האפידרמיס נסדק עקב התרחבות הגזע ומתקלף מעצמו. בין האפידרמיס והשיפה מצויה רקמה נוספת, הפרידרם, אשר מתפתחת בדרך כלל במשך השנה הראשונה לחיי העץ. קליפת הגזע מוגדרת ככלל הרקמות המצויות בצד החיצוני של הקמביום. הקליפה כוללת, אם כן, את האפידרמיס, את הפרידרם ואת השיפה.



איור מספר 12: חתך רוחב בגבעול (צילום בהגדלה: חגי רענן).

¹⁷⁶. הודות לתכונה זו, גזע של צמח דו-פסיגי מסוגל לגדול לרוחב על ידי הוספת שכבות חדשות של רקמת הובלה, ומכאן נובע ריבוי מיני העצים שבמחלקה. בחד-פסיגיים אנו לא מוצאים עצים (מלבד הדקלים).

2. הרכבה

הרכבת עצים היא פעולה שבה מחברים בין עץ הנושא פירות בעלי תכונות רצויות (רוכב) עם עץ שמותאם לסוג הקרקע והאקלים הקיימים באזור הנטיעה (כנה). כתוצאה מההרכבה מתקבל צירוף אופטימלי של תכונות אשר לא ניתן לקבלן בעץ הבודד. בעזרת הרכבה ניתן לקבל עצים חיוניים יותר, עמידים למחלות ומאריכי חיים. בדרך כלל ההרכבות מתבצעות בין זנים שונים של אותו המין או בין מינים קרובים. הרכבות בין מינים רחוקים אינן אפשריות בדרך כלל, בגלל הבדלים גדולים באופן התפתחות הקמביום. בתהליך ההרכבה המטרה היא לאחות את הרוכב והכנה, ודבר זה ניתן לעשות רק על ידי הצמדה של תאים עובריים, כלומר, להביא את הקמביום של הרוכב במגע עם הקמביום של הכנה. קיימות שיטות שונות לבצע פעולה זו, באיור מספר 13 מתוארת אחת מהן כפי שהתבצעה בגפן.



ב – הרוכב



א – הכנת הרוכב



ד – הצמדת קמביום הרוכב לקמביום הכנה



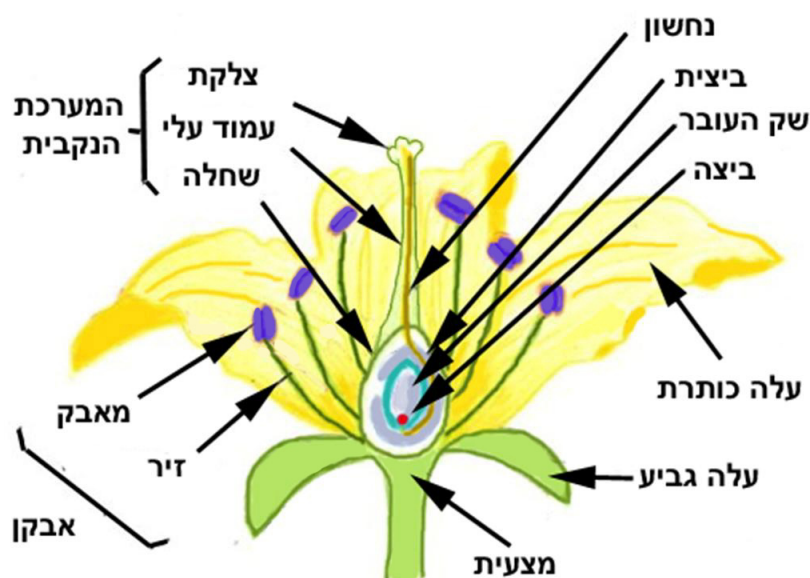
ג – הכנה

איור מספר 13 : הרכבת גפן על ידי עקיבא יאיר (צילום : יהודה רענן).

3. רבייה מינית בצמחים

צמחים ובעלי חיים עשויים להתרבות באופן מיני ואל-מיני. הרבייה האל-מינית בצמחים היא בעזרת התפתחות של ייחורים או השתרשות של קטעי צמח. השרשה יכולה להתבצע באופן ספונטני, כמו למשל בענפים של ערבה, או באופן מאולץ על ידי שימוש בחומרי השרשה. ברבייה אל-מינית למעשה מתנהל תהליך של 'שיבוט', משום שהמטען התורשתי של צמחי הבת זהה לצמח האם. רבייה מינית, לעומת זאת, תלויה במפגש בין תא מין זכרי (גרגיר אבקה) ותא מין נקבי (ביצית), השייכים לאותו המין.¹⁷⁷ תאי האבקה נמצאים באבקן, והביציות בשחלה (ראה איור מספר 14). צאצאי הרבייה המינית אינם זהים להוריהם.

המפגש בין גרגיר אבקה ובין ביצית מותנה בתהליך הנקרא 'האבקה'. גרגיר אבקה נוחת על הצלקת ובהשפעתה הוא שולח מעין שורשון, הנקרא 'נחשון', המתפתח ויורד דרך עמוד העלי, עד שהוא חודר אל תוך השחלה. בהמשך, יורד גרעין תא האבקה אל הביצית דרך הנחשון, ומתלכד עם גרעין תא הביצית כדי ליצור את הביצית המופרית, שממנה יתפתח העובר. במיני הצמחים השונים אנו מוצאים שתי דרכים להאבקה (בצמחים רבים קיימות שתי השיטות): א. האבקה עצמית – גרגירי אבקה מאביקים את



איור מספר 14: תרשים של מבנה הפרח הדו-מיני.

177. להלן נדון בשאלה זו באופן נרחב יותר.

הצלקת של אותו הפרח; ב. האבקה הדדית – האבקה בין פרחים הגדלים על פרטים שונים של אותו המין. ברוב מיני הצמחים קיימים מנגנונים שונים המונעים האבקה עצמית ומבטיחים האבקה הדדית, העדיפה בדרך כלל, משום שהיא מגדילה את המגוון הגנטי. מנגנון נפוץ למניעת האבקה עצמית נקרא אי-סבילות עצמית. מנגנון זה מונע נביטת גרגיר האבקה, או מונע את הגעתו לשחלה אם הוא שייך לצמח עצמו, או לצמח אחר הזהה לו מבחינה גנטית. יש כאן תהליך של 'הכרה עצמית גנטית', ורק אבקה שמבנה רקמתה איננו 'מוכר' תצליח לנבט. מנגנון זה איננו מהווה מחסום מוחלט, והוא מושפע מתנאי סביבה ומטיפולים כימיים והורמונליים. לעתים רבות הוא מלווה במנגנונים נוספים, על מנת להבטיח את יעילותו.

4. מנגנוני בידוד בין מיניים

המנגנונים הגורמים לבידוד רבייתי או למחסומי הכלאה רבים וכוללים הבדלים מבניים, פיזיולוגיים וגנטיים. מנגנונים אלו מונעים הפריה בין-מינית או גורמים לצאצאים של הפריה מסוג זה להיות עקרים. מחסומים אלו שומרים על עצמאות המינים ועל מאפייניהם במשך תקופות ארוכות, על ידי מניעת זרימת גנים בין מינים שונים. ניתן לחלק מנגנונים אלו לשתי קבוצות עיקריות: מנגנונים הפועלים לפני ההאבקה, וכאלו הפועלים לאחר ההאבקה. המנגנונים הפועלים לפני ההפריה נחשבים לחסכוניים יותר, משום שהם מונעים את הבזבוז האנרגטי הכרוך ברבייה שאינה מניבה תוצאות רצויות. חשוב להדגיש, שבדרך כלל פועלים בצמחים כמה מהמנגנונים באופן משולב. מנגנונים הפועלים לפני ההאבקה:

א. הפרדה לבתי גידול שונים או לעונות פריחה שונות – במינים אלו ניתן לגרום באופן מלאכותי להכלאה בין-מינית על ידי גידול בסביבה משותפת ועונת פריחה חופפת.
ב. במיני צמחים רבים התפתחה מערכת מתואמת בין הפרחים ומאביקיהם, עד כדי ספציפיות מוחלטת בין הצמח והחרק המאביק. הפרחים שונים זה מזה במבנה, בצבע, בריח, בריכוז הצוף ועוד. מאפיינים אלו מנצלים את זהות החרק המאביק עד כדי תלות מוחלטת במין אחד של חרק. בצמחים אלו קיים בידוד רבייתי מעצם העובדה שהמין המאביק מבקר ומעביר אבקה אך ורק בין הפרטים השייכים למין הצמח שאליו הוא קשור.

מנגנונים הפועלים לאחר ההאבקה:

א. מניעת הפריה – התנאי להפריה מוצלחת בצמחי פרחים הוא התפתחות הנחשון של תא האבקה בתוך עמוד העלי, ומעבר הגרעין של תא האבקה אל הביצית. מתברר, שבהכלאות בין-מיניות רבות הנחשון איננו מתפתח, או שהתפתחותו נעצרת תוך כדי

תנועה בעמוד העלי (cross-incompatibility). מנגנון זה קשור לתופעה של מניעת האבקה עצמית, שבה עסקנו לעיל. בצמחים כמו בבעלי חיים, קיימים מנגנוני הכרה המבוססים על קשרים כימיים הנוצרים (או לא נוצרים) בין מולקולות הנמצאות בגרגיר האבקה ועל פני הצלקת. מנגנונים אלו מסוגלים לזהות ולהבחין בין מולקולות זרות ומולקולות השייכות לאורגניזם עצמו. מנגנוני הכרה אלו מופעלים בכיוונים שונים בהתאם לצורך. הם יכולים לחסום האבקה עצמית, או לחילופין למנוע הכלאות בין מינים שונים.

ב. תמותה של הביציות המופרות או חוסר חיוניות של בני הכלאיים – לעתים, למרות שמתרחשת הפריה, הביצית המופרת אינה מתפתחת, או גם אם היא מתפתחת, העובר איננו חיוני. בצמחי הפרחים רוב הבידוד הרבייתי שלאחר ההאבקה מאופיין בהפלת עוברים, הנגרמת כתוצאה מכך שהאנדוספרם (גופיף המזון המלווה את העובר בזרע) איננו מתפתח כראוי.

ג. עקרות של בני הכלאיים – עקרות בני הכלאיים נובעת מסיבות שונות, וביניהן הפרעה בתהליך יצירת תאי המין בגלל מספרי כרומוזומים שונים או מסיבות אחרות. אף על פי כן יש להדגיש, שבניגוד לבעלי חיים, הרי שבצמחים בני הכלאיים יכולים להמשיך להתקיים על ידי רבייה א־מינית. תופעה זו מהווה פתח להתפתחות מיני צמחים חדשים. משערים, שאחד ממיני החיטה הוא צאצא של שלושה מינים שונים.