

# פירות בר עסיסיים בצמחיית ארץ ישראל והתאמתם להפצה על ידי בעלי חיים

אבי שמידע ואלון ארונסון

## תוכן

מבוא

- הפרי העסיסי, מכנהו וטיפוסיו המורפולוגיים והאקולוגיים  
על הקואבולוציה בין פירות מתוקים וצבעוניים לבין הפצתם על-ידי  
בעלי-חיים

הפצת פירות עסיסיים על-ידי ציפורים

- הפצת פירות עסיסיים בחורש וביער הים-תיכוני
- הפצת פירות בעצים שולטים ובעצים בעלי תפוצה מפורזת
- מהו פרי בוסר?
- על-דו-צבעוניות בפירות אדמונית החורש ובמיני הסוג אלה

צבע ורעילות בפירות העסיסיים

- פירות עסיסיים רעילים
- הפרי ה"רעיל" של הדודא הרפואי
- ובחזרה לפירות עסיסיים אדומים ורעילים

מועדי ההבשלה וההפצה של הפירות העסיסיים

הפצת פירות עסיסיים באזור הטרופי לעומת הפצתם באזור הממוזג

- הפצת פירות עסיסיים במדבר
- פיצור הפצת הפירות באזור הטרופי לעומת סינכרוניזציה  
באזור הצפוני
- הפצת פירות על-ידי יונקים - פרי גדול, שומני/ מתוק  
ומדיף ריח
- פירות הזית והער האציל - שריד להתאמה לעולם הטרופי
- פירות התאנה והתמר - התאמה להפצה על-ידי עטלפים
- פירות האגס, התפוח, השזיף והלבנה - התאמה להפצה על-ידי  
יונקי-קרקע צפוניים

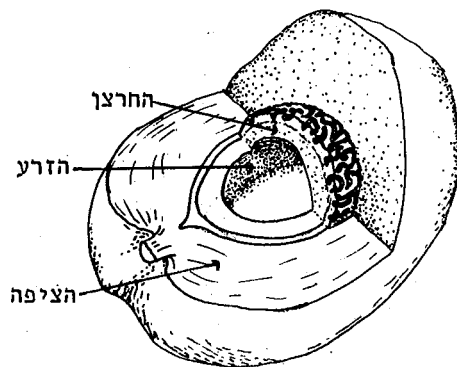
על הקשר שבין פירות עסיסיים לבין חד-זוויגיות הצמחים

## מבוא

פירות עסיסיים מהווים מרכיב חשוב מאוד בתפריטו של האדם. רבים מן הצמחים בעלי פירות עסיסיים תורבתו ואנו מכירים אותם כצמחי תרבות. אולם פירות עסיסיים ומתוקים אינם גדלים רק כגידולי תרבות, אלא הם מצויים גם בצמחית הבר. בין צמחי הבר מהווים הצמחים בעלי הפירות העסיסיים קבוצת מיעוט, שכן רוב הצמחים יוצרים דוקא פירות יבשים בעלי זרעים קטנים, יבשים וקשים שאין בהם סוכרים. המיוחד בפירות העסיסיים הוא שזרעיהם מבשלים בתוך בתי-קיבול גדולים, עשירי מזון - סוכרים, שומנים וויטמינים, ולרוב בתי-קיבול אלה (ציפת הפרי) הם גם בעלי צבע מושך עין. המזון העסיסי המצוי בציפת הפרי איננו משמש כמקור ואנרגיה לנבליטת הזרעים.

הפרי העסיסי מקובל כמבנה שהתפתח במהלך האבולוציה למשיכת בעלי-חיים לצורך אכילת הפרי והפצתו. בעל-החיים אוכל את הפרי, ניזון מחלק הציפה החיצוני, בעוד הזרע עובר בשלמותו במערכת העיכול, אינו ניזוק ונפלט עם הצואה. מבחינה מורפולוגית קיים אמנם מגוון גדול של טיפוסים פירות עסיסיים, אך מן הבחינה האקולוגית-תפקודית משמש הפרי העסיסי כאמצעי הפצת זרעים, והתכונות המורפולוגיות של הפרי הן רלוונטיות רק במידה שיש להם חשיבות בביולוגיה של הפרי - כמו האם הפרי הוא חד או רב-זרעי, ובאיזו צורה מתבצעת השמירה על הזרעים במעברם במערכת העיכול של בעל-החיים המפיץ.

והשאלות שאנו שואלים על פירות עסיסיים בהקשר האקולוגי הן: מהי משמעותו של הצבע בפרי העסיסי? מהו הקשר של תפוצת הפירות העסיסיים לאיזורים עולמיים ומי הם המפיצים העיקריים? מהי משמעות העיתוי בהבשלת הפירות העסיסיים? מה בין פירות מדיפי ריח וחטרי ריח ומדוע פירות הם בוטר לפני הבשלתם? על אלה ועל שאלות אחרות במאמר שלפנינו.



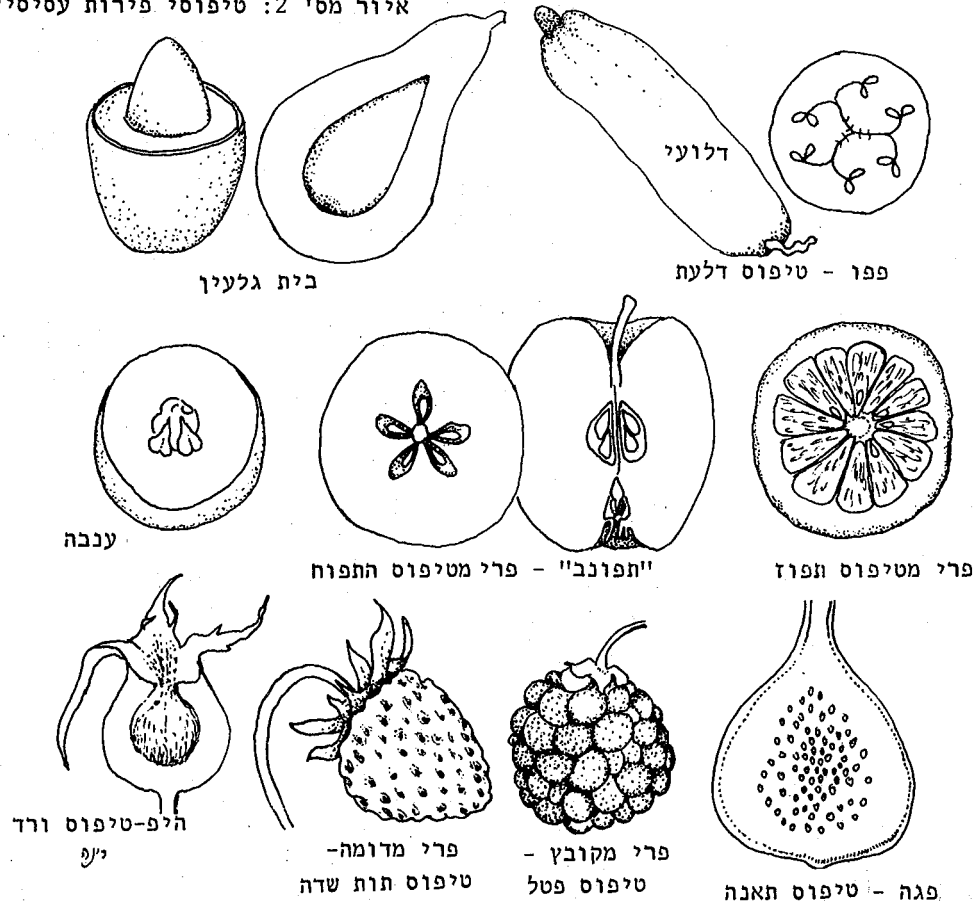
איור מס' 1: סכמה כללית של פרי עסיסי

הפרי העסיסי - מבנהו וטיפוסיו המורפולוגיים והאקולוגיים

מבחינה אקולוגית מאופיינים כל הפירות העסיסיים לפחות בשני חלקים: הזרע - אחד או רבים, והציפה העסיסית שהיא לרוב בעלת קליפה דקה, המהווה "אריזה" למזון הנוזלי המצוי בציפה (איור מס' 1).

מבחינת דרך ההתפתחות והמוצא עשוי חלק הציפה להתפתח ממקורות שונים, ובהתאם לכך יוגדר טיפוסו. אם התפתחה הציפה מן השחלה או מן העלי של הפרי, הרי הפרי הוא פרי אמיתי. ואולם, אם התפתחה הציפה ממצעית הפרח או משחלה תחתית מכונה הפרי פרי מדומה (תות שדה, תפוח, אבטיח ומלון). אם הפרי נוצר מתוך עלי שחלה מאוחים, המהווים בית-קיבול אחד, הריהו פרי פשוט, ואם עלי השחלה והעליים של הפרי המתפתח הם מופרדים, באופן שכל אחד חופן לו זרע בנפרד, הרי שהפרי הוא פרי מקובץ (פטל). ישנם גם פירות הנוצרים מתפרחת שלמה של פרחים, והחלק העסיסי (אשר מבחינה אקולוגית ייקרא גם הוא ציפה, להלן) מתפתח מחלקים שמחוץ לפרח. כך הם, לדוגמא, האננס (Coenocarpium) ופרי התאנה (Syconium). אלה נקראים פירות קיבוציים (המונחים לפי זהרי, 1978).

איור מס' 2: טיפוסים פירות עסיסיים



בפירות העסיסיים מבדילים בין ענבה (berry) ל**בית גלעין** (drupe). מקובל להגדיר את הענבה כפרי עסיסי המכיל זרעים רבים, לעומת בית הגלעין המכיל זרע אחד. הבדלה זו נכונה ברוב המקרים, כיוון שבדרך-כלל קיים גם קשר עובדתי בין מספר הזרעים לבין קיומו או חסרונו של החרצן (stone). אולם מבחינת ההגדרה היבשה אין היא נכונה. בית גלעין הינו פרי, אשר בו האזור הפנימי עשוי שכבות תאי-אבן (אנדוקרפ) היוצרות חרצן קשה, השומר מבחינה מכנית על הזרע (דוגמת דובדבן, שזיף, אפרסק). בפרי הענבה אין אזור פנימי קשה המפריד בין הציפה לזרע (איור מס' 2).

נציין כי מבחינה מורפולוגית קיימות עוד הבחנות רבות בין סוגי בית-גלעין וסוגי ענבות, על-פי חלוקת שכבות הפרי (אנדוקרפ, מזוקרפ ואקסוקרפ) ומוצאן. ברוב הענבות למשל, החלק העסיסי הוא האנדוקרפ בלבד. יש והאקסוקרפ היא אשר יוצרת את השכבה העסיסית (תמר), ויש שהאזור העסיסי מצוי רק במזוקרפ (בית גלעין של שזיף). בפירות ה**צבר** החלק הבשרני נוצר מהתעסותם של מוקדי הזרעים, ובתפוז נובעת העסיסיות משערות דופן הפרי.

#### ענבה (berry)

פרי עסיסי או בשרני, בלתי נפתח, שזרעיו מרובים על פי רוב (עגבניה, גפן).

בית גלעין (Drupe) - פרי עסיסי או בשרני בעל גלעין קשה שבתוכו נמצא זרע בודד. חלקו הבשרני של הפרי מכונה בשם ציפה. לרוב הציפה עסיסית (משמש) ולפעמים הציפה יבשה כמעט (אלה).

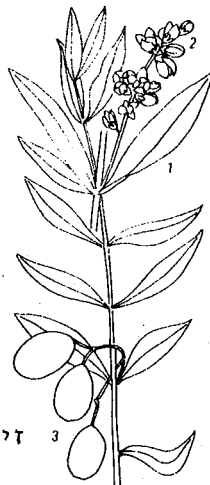
תפוח (pome) - היא ענבה מדומה כמו זו של תפוח, אגס או עוזרר. ציפת הפרי בנויה מדופן השחלה יחד עם דופן המצעית. השכבה הפנימית של הפרי (האנדוקרפ) עשויה רקמת קלף (בתפוח) או רקמת תאי-אבן (באגס) או בלתי ניכרת לחלוטין (עוזרר, חוזרר). במקרה האחרון, כאשר הפירות קטנים, חרצן הזרע בנוי מקליפת הזרע ולא מהשכבה הפנימית של הפרי (אנדוקרפ) כמו בבית גלעין טיפוסי. מונח זה הוא בבחינת הצעה בלבד.

להלן נשתמש רק במשמעות האקולוגית של המושגים - קליפה, ציפה, חרצן, ענבה או בית גלעין, מבלי להתחשב במוצא המורפולוגי של הפרי ובהומולוגיות בין הרקמות השונות. כך למשל פריו של עץ השמן הוא, מבחינה אקולוגית, בית-גלעין מושלם, אף על פי שמוצא הציפה שלו כלל לא מהשחלה. וכן האבוקדו הינו "ענבה" ולא בית-גלעין (השווה זהרי, 1978) כיוון שהזרע איננו מכוסה בחרצן.

מהבחינה האקולוגית יש חשיבות לכך אם הפרי הוא חד זרעי או רב-זרעי, ובאיזו צורה מתבצעת השמירה על הזרעים במעברם במערכת העיכול של בעל-החיים המפיץ. בפרי הענבה אין הזרעים מוקפים בחרצן קשה, אלא שהם עצמם קשים מאוד ומכילים לעתים חומרי רעל או חומרים משלשלים, המונעים את עיכולם ומזרזים את פליטתם. במקרים אחדים הוכח כי שהיית הזרעים במעי בעלי-החיים מעלה את כושר הנביטה של הזרעים ואף את מהירות נביטתם.



ערער מצוי



זית

בחלק מן הצמחים בעלי בית-גלעין הפירות גדולים מאוד ומכילים חרצנים גדולים ובהם זרע גדול (זית, שזיף, לבנה). בחלק מהפירות הללו ניכרת מגמה אבולוציונית של הצטמקות הציפה, יחסית לחרצן ולזרע הגדול (דוגמת שקד, לבנה ואף אלת הבטנה). החרצן הולך ומתעבה ואנו מוצאים חרצנים אלה מכורסמים על-ידי מכרסמים. ישנם צמחים הנמצאים ב"אמצע הדרך" (כגון זית, לבנה) האבולוציונית, ופירותיהם בעלי ציפה פסיטית וחרצניהם משמשים כ"אגוזים" למכרסמים.

## על הקואבולוציה בין פירות מתוקים וצבעוניים לבין הפצתם על ידי בעלי חיים

תופעה מאוד מעניינת היא שכמעט כל מיני הפירות המתוקים גדלים על עצים, על שיחים או על מטפסים. הפירות העסיסיים בצמחית הארץ (טבלה 1) נוהגים אף הם לפי דגם כזה. עובדה זו ידועה זה מכבר, אך למרבה הצער לא הוקדשה לה תשומת-לב מספקת.

ובכן, באה האקולוגיה המודרנית ונתנה הסבר סיבתי מעניין לשאלה מדוע נמצא "מזוננו המתוק" דווקא בפירות של מטפסים (דוגמת הפטל), שיחים (דוגמת אוכמניות) ועצים\*:

טבלה מס' 1: תפוצת פירות עסיסיים בצמחית ישראל לפי צורות החיים (ראה רשימה מלאה בנספח בעמ' 40-44)

<u>%</u>	<u>מספר המינים בעלי פירות עסיסיים</u>	<u>צורת החיים</u>
26.9	25	עצים
34.4	32	שיחים
19.3	18	מטפסים
4.3	4	בני-שיח
3.2	3	עשבוניים רב-שנתיים
7.5	7	גיאופיטים
3.2	3	חד-שנתיים
<u>1.1</u>	<u>1</u>	טפילים
100%	93	סה"כ

\* גם יונקים אוהבים מזון מתוק, ויש מעט מיני ציפורים (עורבים ויונים) הניזונים על פירות שומניים, אך הם יוצאי-דופן (ראה Van der Pijl, 1973).

כדי למשוך בעלי-חיים לאכול את פירותיהם ולהפיצם למרחקים, הוסיפו העצים לפירותיהם חלקים עסיסיים עשירי-מזון טעימים ומושכי-עין. אכן, ללא אמצעי התפוצה באמצעות בעלי-החיים, יפלו רוב הפירות והזרעים לרגלי עצי-האם, ואם ינבטו שם הם יתחרו הן עם צמח האם והן ביניהם לבין עצמם. בהתאם לכך, אותם עצים שבמהלך האבולוציה ציפו את פירותיהם בציפה עסיסית וטעימה, זכו ליתרון גדול בהפצת זרעיהם בהשוואה לעצים אחרים. נוצרה כאן התאמה מופלאה, כאשר בעלי-החיים אוכלים את חלקיו העסיסיים והמתוקים של הפרי ומותירים את הזרעים בלתי-פגועים. שימו לב כי ברוב המקרים מוגנים זרעי הפירות המתוקים בגלעין קשה מאוד, העובר ללא נזק במערכת העיכול של בעל-החיים. ישנם גם פירות אשר המעבר במערכת העיכול של בעל-החיים גורמת לפירוק חומר מעכב נביטה, וכתוצאה מכך מתבטל מנגנון עיכוב נביטה והזרע מוכן ומזומן לנביטה (הרחבה של נושא הפצת הפירות על-ידי בעלי-החיים, ראה שמידע 1983, ראה גם Jansen, 1969)

הפירות המתוקים התפתחו, איפוא, במהלך האבולוציה כהתאמה להפצתם על-ידי בעלי-חיים. שתי קבוצות עיקריות משמשות כגורם להפצה - הציפורים והיונקים. שתי קבוצות אלה, ובמיוחד הציפורים, "אוהבות" וצורכות סוכרים כחלק ממזונן, ובהתאם לכך פיתחו העצים פירות מתוקים. גם צבע הפרי חייב למשוך את העין, ולכן צבעם של רוב הפירות מנוגד לצבע הירוק. כיוון שהעצים בעלי הפירות המתוקים מתחרים ביניהם על משיכת הציפורים, הרי ככל שייצרו פרי מתוק יותר ומושך יותר את עין הציפור, כך יזכו ליותר ציפורים מבקרות, וסיכויי הפצת זרעיהם ילכו ויגדלו.

כך נוצרו בעצים פירות מתוקים מאוד, בעלי-צבעים מושכי-עין: כתום, צהוב, שחור, סגול או אדום. שימו לב כי אין קיימים כמעט פירות בעלי צבע ירוק, שהרי אם הנך מעוניין למשוך חיה או ציפור לאכילת פרייך, לא "תצבע" פרי זה בצבע הסוואה ירוק. ולהיפך, כל עוד לא הבשיל הפרי, ישתדל הצמח להעלימו מעיני האכלן-גרגרן ולציידו בחומרים בלתי טעימים שיעלמו עם ההבשלה. לכן רבים מן הפירות הבלתי בשלים הם ירוקים ומכילים חומרים בלתי-טעימים המקהים את לשוננו (לרוב טנינים).

עתה עלינו להסביר שאלה נוספת: מדוע יתפתחו הפירות המתוקים בעלי ציפה עסיסית עשירת מזון בעיקר על עצים, שיחים ומטפסים? ובכן, אלה צמחים מאריכי-ימים, אשר בשל גודלם ורב-שנתיותם מסוגלים להקצות משאבים מספיקים ליצירת פירות רבים, עשירי-מזון, המעניקים גמול אנרגטי גבוה לאוכל אותם. צמחים אלה גדלים לרוב ביערות או בחורשים צפופים וסגורים, שם ההפצה על-ידי הרוח היא בלתי-אפשרית והוקטור היעיל להפצה למרחקים הוא ההפצה על-ידי בעלי-חיים. ואכן, רוב העצים בעלי-הפירות המתוקים מקורם באזורי יער טרופיים או ממוזגים.

### פירות עסיסיים באזורים ממוזגים

הקבוצה החשובה באזורים הממוזגים היא משפחת הורדנילים, הכוללת סוגים רבים של עצי פרי: תפוח, אגס, שזיף, פטל ודובדבן. במשפחה זו תצויין במיוחד קבוצת סוגים, שפירותיהם הותאמו להפצה באמצעות ציפורים על-ידי פיתוח פירות אדומים ומתוקים מאוד. לסוגים עוזרר, פטל, דובדבן, חבושית ותות-שדה פירות אדומים או סגולים כהים, הנאכלים בתאווה על-ידי ציפורים. הציפורים נמשכות במיוחד לצבע האדום, והסוכרים המצויים בציפה המתוקה דרושים להם כ"ספקי" אנרגיה ההכרחית לתעופה המאומצת שלהן.

## הפצת פירות עסיסיים על ידי ציפורים

רוב הפירות העסיסיים בצמחיית הארץ - טעמם מתקתק, כלומר: פירות המכילים סוכרים. צבעם של פירות אלה כולל את גווני האדום (מכתום לאדום-ורוד ועד לאדום-סגול/שחור) (ראה את הנתונים בנספח מס' 1). יש לפנינו התאמה יפה בין הציפורים לבין הפצת פירות הצמחים: הציפורים (לעומת היונקים, כפי שנראה להלן) הן בעלות חוש ריח חלש, או החסרות אותו לחלוטין (McKay, 1975; Bawa, 1981, Howe, 1981). חוש הראייה שלהן, לעומת זאת, מפותח. מחקרים הראו שציפורים מגיבות במיוחד לגווני האדום, ובהתאם לכך התמחו גם בהאבקת פרחים אדומים. במהלך האבולוציה התפתחו מספר תכונות אופיניות בפירות הצמחים שהתאימו עצמם להפצה באמצעות ציפורים (לפי Van der Pijl, 1973):

1. הפרי עסיסי, עשיר בחומרי מזון ומכיל לרוב סוכרים, ויתכן שאף ויטמינים וחומצות אמיניות.
2. צבע הפרי הבשל מושך מאוד את עין הציפורים, והוא קונטרסטי על רקע הצמחים הירוקים. הצבע המועדף על-ידי הציפורים הוא הצבע האדום (Raven, 1973, Howe, 1977).
3. הגנת צבע והגנת טעם המונעות את אכילת הפרי כל זמן שהוא בוטר. הפרי הבלתי בשל הוא ירוק ומכיל חומרים דוחים, או אף רעילים (טנינים, חומצות).
4. חוסר ריח (או, ליתר דיוק, ריח שאינו הכרחי לפעולת ההפצה על-ידי ציפורים).



5. הגנה מיכנית או הגנה כימית על הזרע, על-ידי מעטה קשה (החרצן Kernel - דובדבן, שזיף, תפוח), או על-ידי ייצור חומרי רעל בזרע עצמו (לבנה, שקד).
  6. לעומת זאת, קרום פרי חיצוני דק ועדין, הניתן בקלות לריסוק ולשבירה (בניגוד למצב ההפוך באגוז).
  7. הפרי קשור בקשר חזק וקבוע אל הענף, ואינו נופל לארץ עם הבשלתו.
  8. הפירות קטנים בדרך-כלל (3-17 מ"מ) וניתנים לבליעה בנגיסה אחת על-ידי הציפור. זאת לעומת פירות מותאמים להפצה על-ידי יונקים, שהם בדרך-כלל גדולים יותר (אפרסק, אננס, אבוקדו, דום מצרי).
  9. אם הפרי עצמו קשה ומתייבש, הרי שהוא נפתח והזרעים המתגלים הם עסיסיים ולעיתים תלויים ומיטלטלים (למיני שיטה, אדמונית).
- לכאורה נראות מרבית התכונות המאפיינות את תסמונת הפרי מופץ-ציפורים פשוטות ושכיחות, אולם ייחודן בעולם הצומח תתבלט כשנשווה אותן לשאר הצמחים בצמחיית ארץ-ישראל. טבלה מס' 1 לעיל והנספח בעמ' 40 מראים כי אחוז הצמחים בעלי הפירות העסיסיים גבוה במיוחד בעצים, בשיחים ובמטפסים, בהשוואה למשקלם הכללי בצמחיית הארץ; לעומת זאת בולט היעדרם הכמעט מוחלט של צמחים בעלי פירות עסיסיים בין החד-שנתיים, בני-השיח והעשבוניים הרב-שנתיים. רק מיני הסולנום (ס. שער, ס. שחור וס. סיני) הם חד-שנתיים בעלי פרי עסיסי, ויש לזכור כי בית-גידולם הוא ציד-דרך והם "עשבים רעים". בין בני-השיח יימנו רק הפואנית, השבטן (טפיל למחצה!) ועצבונית החורש, ובין העשבוניים הרב-שנתיים יצויינו: ירוקת החמור והקישוא המשולש, שניהם עשבים רעים הגדלים בציד-דרכים ובשדות מעובדים (על אדמונית החורש ראה להלן).

#### הפצת פירות עסיסיים בחורש וביער הים-תיכוני

- סיכום צורות החיים מראה כי כ-80% מכלל הצמחים בעלי פירות עסיסיים הם מטפסים, שיחים ועצים. אלה גדלים בעיקר בחורש הים-תיכוני, ותופעה זו מאפיינת את כלל השיחות, החורשים והיערות בעולם - אחוז הצמחים בעלי הפצה אנדוזואוכורית גבוה מאוד בתצורות יעריות אלו. נמנה לכך מספר סיבות אקולוגיות לתופעה זו השזורות זו בזו:
- א. ככל שצורת החיים גדולה יותר ומשך חייה ארוך יותר, כך מסוגל הצמח להשקיע בפרי גדול יותר. כך לדוגמא העצים, שהם הגדולים ומאריכי-הימים ביותר - יוצרים גם את הזרעים והפירות הגדולים יותר.

- ב. עיקר ההפצה האנדוזואוקורית בחורשים וביערות באזורים הממוזגים נעשה על-ידי ציפורים\* (Van der Pijl, 1973). החורש הוא סגור וצפוף, ויחידות ההפצה אינן מסוגלות להתרחק מרחק רב מן הצמח (על-ידי רוח, גרבימטריה, בליסטיקה או באופן אקראי). אי-לכך יש יתרון רב בצומח סגור להפצה על-ידי בעלי-חיים המסוגלים לנוע בחורש וביער בחופשיות יחסית. קבוצת בעלי-החיים המותאמת ביותר לכך היא קבוצת הציפורים\*\*. ואכן, אם נשווה את החורש הסגור לבתה הפתוחה, ניווכח כי הפירות העסיסיים מתפתחים לרוב בצמחי החורש, ואילו לצמחי הבתה מנגנוני-ההפצה אחרים (רוח, היגרוכסיה, בליסטיקה וכו') (דפני, 1982).
- ג. ככלל, יש לציפורים יתרון הגנתי לשהייתן בתוך החורש והיער, שם הן פחות פגיעות להתקפת טורפים, ובהתאם לכך שוהות "באי רצון בשטחים פתוחים וחשופים" (Simot and Baily, 1915, in: Van der Pijl, 1973).

#### הפצת פירות בעצים שולטים ובעצים בעלי תפוצה מפוזרת

צמחי החורש מתחרים, איפוא, ביניהם במשיכת הציפורים. הם נוקטים לשם כך בשני אמצעים, היעילים ביותר בהתחשב בתכונות הציפור - צבע אדום מבהיק ומזון סוכרי. על יתרון הצבע האדום במשיכת ציפורים נכתב רבות לגבי ההאבקה, ובאופן עקרוני "עובד" המנגנון באופן זהה גם לגבי הפצת פירות (ראה Raven, 1972; Shmida, 1981; Eisikovitch, 1983). התכונה השניה, מזון סוכרי, חשובה מאוד לציפור שכן מחלקת הציפורים נמנית על בעלי-החיים בעלי מטבוליזם גבוה במיוחד, בשל פעילות התעופה המאומצת נדרש לציפורים סוג מזון בעל זמינות אנרגטית מיידית. בהתאם לכך אנו רואים כי רוב הפירות המותאמים להפצה על-ידי ציפורים מכילים סוכרים, ויש בהם מעט מאוד שומנים\*\*\*.

---

\* הפצה על-ידי יונקים ועטלפים שכיחה יותר ביערות הטרופיים - ראה להלן (Jansen 1979; Bawa, 1980)

\*\* עולה כאן השאלה מדוע החרקים לא עברו קואבולוציה והתאמה להפצת זרעים? שאלה קשה ומעניינת! ייתכן שעקב גודלם הקטן (הממוצע) של החרקים וייתכן בגלל שקואבולוציה כזאת היא בלתי-אפשרית.

\*\*\* גם יונקים אוהבים מזון מתוק ויש מעט מיני ציפורים (עורבים ויונים) המיזונים על פירות שומניים, אך הם יוצאי-דופן (ראה Van der Pijl, 1973).

מעניין שדווקא מיני העצים השולטים ביער באזור הממוזג ובחורש הים-תיכוני אינם בעלי פרי עסיסי מופץ ציפורים. נמנה, לדוגמא, את הסוג אורן, אלון, אשור, מילה ואדר. ייתכן שאטטרטגיה הפרי העסיסי מופץ-ציפורים קשורה להיותו של העץ או המטפס מין שאינו שולט (ייתכן שהוא מין נדיר, או מין שכיח המופיע באופן מפורז, אך אינו שולט באזור המסויים). ייתכן שניתן להטביר זאת בכך שלמינים השולטים יש כמויות אדירות של זרעים, והם מותאמים בעיקר להפצה בקרבת עץ-האם (טווח של 2 עד עשרות מטרים, כמו לדוגמא: אלון ובעלי כנפיות כמילה וכאדר). אלה משקיעים את מירב מזונם בזרע עצמו להבטחת עמידתו בתנאי תחרות קשים בזמן הנביטה ולפיכך זרעיהם גדולים ובחלקם עברו קואבולוציה עם מכרסמים לאגוזים, הנאכלים גם על-ידי בני-אדם (אגוז המלך, אגוז תורכי וערמון).

מאידך, המינים הנדירים או השכיחים שאופי גידולם מפורז, משקיעים מזון רב לא רק בזרע עצמו, אלא גם בהפצתו על-ידי הציפורים. שכן, הציפורים אוכלות כמויות קטנות, יחסית ליונקים, ומפרישות את צואתן בפזורה רב ובמרחק רב מן העץ שמפריהן אכלו. כדוגמא להתאמה בין דגם תפוצה מפורז במרחקים לבין פרי עסיסי נציין את האלה הארץ-ישראלית, האשחר הארץ-ישראלי, העוזרר הקוצני והמטפסים: שרביטן ריסני, טמוס מזרחי ויערה איטלקית. להפצה על-ידי ציפורים יתרון רב במיוחד בזמן הנדידה בסתיו, כאשר זרעי הצמח עשויים להיות מופצים למרחקים של עשרות קילומטרים\*. על-כן יש יתרון לאותם צמחים שפירותיהם בשלו בעונת הנדידה בסתיו, בה אלפי ציפורים חולפות מעל ארצנו. תופעה זו ידועה גם בארצות הצפון, שם לדוגמא מצוי מין של אוג (*Rhus typhina*, הקרוב לאוג הבורסקאים שלנו) העומד גלוי מעל השלג ועליו פירות עסיסיים המשמשים מזון כמעט בלעדי לציפורים החולפות.

\*(Marks pers. comm.)



אשחר רחב עליים

\* הנני מודה לידידי עזי פז על שהפנה את תשומת לבי לנקודה זו.

## מהו פרי בוסר?

הצמחים ש"בחרו" בדרך של הפצה אנדוזואוכורית עומדים בפני אתגר גדול: מחד, הם "מעוניינים" שפריים יהיה מושך-עין וגדול, אך מאידך אין הם "מעוניינים" שהזרעים ייפגעו בקיבת בעל-החיים, וחשוב מזאת - שבעל-החיים יאכל את הפרי רק לאחר שהזרעים הבשילו, ולא לפני כן\*. כלומר, אם המזון שבציפת הפרי העסיסי הוא כה טעים ומזין, קיים חשש שבעלי-החיים יאכלוהו בטרם הבשילו הזרעים.

בהתאם לכך פיתחו צמחים אלה במהלך האבולוציה פירות בוסר (אלה יוגדרו כפירות בהם הזרעים לא הבשילו עדיין). בפירות אלה מצויים חומרים דוחים או אף רעילים, וזהו גם הגורם ל"טעם בוסר" והחומציות אותה אנו חשים באוכלנו פרי בלתי בשל.

התאמה אחרת שנועדה למנוע אכילה טרם הבשלה היא הסוואת פרי הבוסר בצבע ירוק, למען ייקשה לגלותו. על כן רוב פירות הבוסר הם ירוקים, כמו לדוגמא: תאנה, טמוס, אבוקדו, גפן, אשחר וזית. האדם שתירבת חלק מעצי הפרי הללו, הצליח לשנות את צבע הפרי הבשל ולפתח זנים ירוקים כמו במיני תאנה, גפן, אבוקדו וזית, המבשילים תוך כדי שמירת צבעם הירוק (בטבע מינים אלה משחירים!). בד בבד עם הבשלת הזרעים חל שינוי כימי בחומרים המשמשים את פרי הבוסר. קיימים אנזימים מיוחדים בפרי הוופכים את החומרים הדוחים לתרכובות בלתי פעילות, או מפרקים אותם (McKay, 1979). שתי קבוצות של תרכובות כימיות עיקריות מהוות את חומרי הבוסר: אלקלואידים וטנינים. ממחקרים שנערכו (בעיקר במיני סולנום) התברר כי הצמחים מפרקים את הסטרוואידים הגלוקואלקלואידים הדוחים (טומטין בתפוח-אדמה וסולסודין בסולנום החדק); בצמחים בהם חומרי הבוסר הם טנינים, גורמים האנזימים לפולימריזציה שלהם, ועל-ידי כך הם הוופכים לבלתי אקטיביים מבחינת טעמים.



תאנה

צילם: עזריה אלון

\* התאמת ה"בוסר" של הפירות בה ידובר להלן, נכונה לגבי כל הפירות העסיסים האנדוזואוכוריים, בין שהם מופצי-ציפורים, עטלפים, יונקים גדולים או קופים, ולכן ידובר עליהם ככלל להלן.

### על דו-צבעוניות בפירות אדמונית החורש ומינל הסוג אלה

פירות וזרעים בעלי שני צבעים קונטרסטיים חזקים ידועים ממינים שונים של צמחים, במיוחד באזור הטרופי (Van der Pijl, 1973). ון-דר-פיל מתאר את פירות האדמונית בה נוצר קונטרסט צבע בין הפירות הפוריים בעלי צבע סגול כהה, לבין הפירות העקרים בעלי צבע ורוד. ניגוד צבעים זה מושך את העין, וכנראה - גם את הציפור המפיצה. גם אצל אדמונית החורש שלנו המצב דומה, כאשר הזרעים הפוריים כהים, גדולים ועסיסיים יותר, ואילו הזרעים העקרים הם קטנים ופחות עסיסיים. יש כאן, כנראה, מנגנון התאמה אבולוציוני פשוט ומופלא, כאשר הזרעים העקרים ש"התפסדו" את היכולת לשמש כמעבירי-גנים הפכו במהלך האבולוציה ל"פרסומת" למשיכת הציפורים המפיצות. אדמונית החורש היא מין נדיר מאוד בארץ, ולכן רוב חובבי הטבע לא זכו לראות את תופעת הדו-צבעוניות של פירותיה. אולם בסוג אלה, התופעה נפוצה מאוד.

מימי רון ויאיר אהרוני למדונו מזה זמן רב כי רק הפירות השחורים (למעשה סגולים-כהים מאוד) של מינל האלות (אלת המסטיק, אלה ארץ-ישראלית ואלה אטלנטית) פוריים הם, ואילו הפירות האדומים עקרים. דוד מזיק הראה לנו תופעה דומה בפירות אלת הבטנה מזן עבדת וזן לרנקה. לרוב מרובה מספר הפירות העקרים יותר מאשר מספר הפירות הפוריים, והם מופיעים בתפוח אחת, ב"תשבץ" דו-צבעוני מושך-עין. מדוע לא הבשילו על ענפי האלה כל הפירות? על כך אין לנו תשובה. יתכן שהפרחים לא הופרו, או שלעץ לא היה מזון בכמות מספקת כדי לגדל את כל הפירות שנוצרו, אולם ייתכן גם שבמהלך האבולוציה התפתח דגם בו חלק מהפירות מיועד מראש לבניית "תשבץ הפרסומת" הדו-צבעוני. חלק זה ויתר, איפוא, על שליחותו הרביילית.

גם באשחר רחב-עלים אנו רואים לרוב תפוחות פירות דו-צבעוניות בהן הפרי שחור עסיסי וגדול, ואילו הפרי האדום - בוסר. האם קיימת לפנינו במקרה זה התאמה נוספת כפי שראינו בצמחים שהוזכרו? \*

---

\* רצוננו להדגיש כי האשחר רחב-העלים הוא יוצא-דופן בכך שפירות הבוסר שלו הם אדומים ועם הבשלתם הם הופכים שחורים. שכן טענו בפרק ב' כי הגיוני שכל פירות הבוסר יהיו ירוקים כהתאמה שנועדה לצרכי הסוואה.

חולפים אנו בשוק הירקות על פני אבוקדו, אננס, פאפאיה ומנגו, ואנו מתפעלים מגודלם ומצורתם של פירות טרופיים אלה. האבוקדו אינו מתוק, ולכן נחשב לעתים לירק. אנו אוכלים את האבוקדו בתאוה ובצורות הכנה שונות, אך האם שאלנו אי-פעם את עצמנו - ריבונו של עולם! בשביל מה נוצר פרי ענק שכזה, המכיל כל כך הרבה מזון ושומן ובו זרע גדול כל כך?

ואכן, לעומת האזור הממוזג, באזור הטרופי קיימים פירות גדולים יותר, כאשר חלקם אינם פירות מתוקים, אלא מכילים חומרים שומניים. תכונה נוספת המייחדת חלק ממיני הפירות הללו היא ריחם החזק, המצוי למשל במנגו, בגויאבה, באנונה ובפאפאיה. החוקים האקולוגיים קושרים תופעה זו של פירות גדולים, בחלקם שומניים ובעלי-ריח, להתאמה לאכילה ולהפצה על-ידי יונקים, בעיקר: קופים, טורפים ומפריסי פרה. ון דר פיל, חוקר הטבע המפורסם, מספר לדוגמא כי הפילים הם אכלני פירות ענקיים, ובצואתם נמצאו חרצנים של אבוקדו, דקל דום ושאר דקלים בעלי פירות ענק מהאזור הטרופי (Van der Pijl, 1973). בפרק הקודם הדגשנו כי הבשלת הפירות באזור הטרופי נמשכת לאורך כל חודשי השנה, וכך יכולים בעלי-חיים ליציבים לבסס את תזונתם העיקרית על פירות. זאת לעומת האזור הממוזג, שם תקופת הבשלת הפירות העונתית ובעלי-החיים שם חייבים למצוא מזון מסוג אחר בעונות ללא פרי בשל (Howe, 1981, 1977).

נדגיש כי הציפורים וגם היונקים נמשכים למזון מתוק, עשיר בסוכרים (ארדרי, 1977 McKay, 1975). בהתאם לכך, הפירות המתוקים ככלל מושכים הן ציפורים והן יונקים, כאשר ההפרדה בהפצה נעשית בעיקר על-פי גודל הפרי ומיקומו על העץ. אולם ליונקים יש חוש ריח מפותח לעומת הציפורים, ובהתאם לכך מקובל להניח כי הפירות בעלי-ריח נאכלים עם הבשלתם ומופצים על-ידי יונקים. תכונה זו מתאימה גם לדודא הרפואי ולפרי האפרסק והנקטרין, הידועים בריחם הנעים.

וּן-דֶר-פִּיל מסכם את מסכת התכונות (תסמונת) המאפיינת התאמה להפצת פירות על-ידי יונקים:

- א. פרי גדול, שכן היונקים גדולים ובעלי שיניים העשויות לנגוס בפרי.
- ב. פרי המדיף ריח למשיכת החיה.
- ג. הפרי בעל צבע\* (ייתכן גם צבע צהוב, ולא דוקא אדום או שחור).
- ד. מיקום הפרי על העץ הוא כזה שהיונק יגיע אליו בקלות, או, במקרים אחרים, חייב הפרי ליפול על הקרקע, להקלת הגישה.

---

\* לעומת יונקים גדולים, בהם מפותחים אברי חוש הריח (פרסתניים, טורפים), בקופים מפותח חוש הראיה והם מבחינים בפירות יותר לפי הצבע מאשר יונקים אחרים (Van der Pijl 1973 p. 46).

## צבע ורעילות בפירות העסיסיים

טבלה מס' 2 מראה את השכיחות היחסית של צבע הפירות בקבוצות של צורות החיים השונות: מטפסים, שיחים, עצים וכו'. כאשר הפרדנו את מיני המדבר מן המינים הים-תיכוניים, וניתחנו כל קבוצה בנפרד (טבלה 3), לא נתקבלו הבדלים מובהקים בין צבעי הפירות העסיסיים באזורים הים-תיכוניים לבין הפירות העסיסיים באזורי המדבר.

טבלה מס' 2: השכיחות היחסית של צבע הפירות העסיסיים בצמחיית ישראל על-פי צורות החיים של הצמחים

צורת החיים	מס' מינים	צבע הפרי (באחוזים)			אחר (חום-ירוק)
		אדום	שחור	צהוב	
עצים	23	34.8	30.5	9.4	13
שיחים	28	53.6	35.7	3.6	10.7
מטפסים	18	61.1	38.9	-	-
בני-שיח	3	66.7	33.3	-	-
עשבוניים ר"ש	4	-	25	50	25
גיאופיטים	7	100	-	-	-
חד-שנתיים	3	66.7	33.3	-	-

טבלה 3: צבע פירות עסיסיים בצמחייה הים-תיכונית והמדברית בישראל באחוזים

	צבע הפרי			צמחיה ים-תיכונית
	אדום	שחור	צהוב	
אחר (חום, ירוק)				
	48	42	8	2
צמחיה מדברית	48	19	9	24

ההבדל הכללי בשכיחות היחסית של צבע הפירות העסיסיים של צמחי הים-התיכון לבין הפירות העסיסיים של צמחי המדבר מסוכם בטבלה 3: שכיחות הפירות האדומים דומה הן במדבר והן באזור הים-התיכון והוא הצבע הנפוץ ביותר; הצבע השחור שכיח הרבה פחות במדבר לעומת אזור הים-התיכון (19% לעומת 42%). לעומת זאת, שכיחים במדבר צבעים אחרים מצבעי האדום והשחור, ובמיוחד בולטים פירות בעלי צבע חום וחום-ירקרק (פירות של זקום מצרי, שיזף מצוי ואוג קוצני). אלה הם בעיקר עצים ושיחים סודניים-טרופיים.

הצבע הצהוב אינו נפוץ (ככלל) בפירות העסיסיים. למעשה, הוא מצוי בשתי קבוצות: עצי ורדניים בעלי פירות גדולים במיוחד (התאמה להפצה על-ידי יונקים, ראה להלן) ומיני סולנניים (סולנום ודודא). הצבע הצהוב הוא, כנראה, אדפטציה להפצה על-ידי יונקים, והוא קשור לתכונתם של פירות אלה להפיץ ריח עם הבשלתם (לדוגמא: דודא רפואי ושיזף הדוב).

רק מין אחד בארץ הוא בעל צבע-פרי עסיסי לבן - רכפתן מדברי. מעניין מדוע הצבע הלבן, שהוא כה בולט לעין באזור הים-התיכוני, נעדר כמעט לחלוטין מהפירות הטבעיים. בחרמון נאסף הדבקון הלבן שפריו לבנבן לעומת דבקון הזית שפריו אדום.

טבלה 2 מלמדת אותנו כי הצבע האדום הוא הנפוץ בין צבעי הפירות העסיסיים. עובדה זו מתקשרת היטב לתיאוריה האקולוגית, הגורסת כי לציפורים משיכה מיוחדת לצבע האדום. יצויין כי הצבע האדום שכיח יותר בין השיחים והמטפסים, ושכיח פחות בין העצים. מעניין מאוד הוא האחוז הגבוה של צבע שחור (או, מדויק יותר - סגול-שחור) בפירות העסיסיים של ארצנו. חלק ממיני הפירות השחורים הם ירוקים בהיותם בוסר

(פואה, מורן, זית, ער, סמבוק, אשחר)

וחלקם אדום בהיותם בוסר (אשחר רחב-

עלים, מיני אטד וסלואדורה פרסית).

מעניינת התפתחותו של מצב בו הפרי,

בעודו בוסר, הינו אדום, ורק עם

הבשלתו הוא הופך לשחור. אין ספק כי

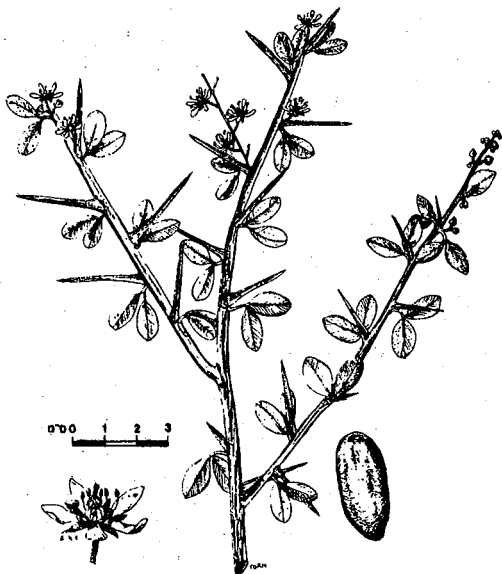
הציפור מסוגלת ללמוד במהירות רבה את

הקשר בין סוג הצבע ומידת טעימותו של

הפרי (איזיקוביץ, בעל-פה). אולם

כאן לפנינו צבע אבולוציוני אדום,

המשמש בדרך כלל כאמצעי משיכה אידיאלי



זקום מצרי



לציפורים, המופיע דווקא כ"פרסומת" לבוסר!!

### פירות עסיסיים רעילים

בין מיני הצמחים המטפסים בעלי הפירות העסיסיים מצויים רק צבעי פרי שחורים או אדומים, ואין אף מין בעל צבע פרי צהוב, חום או אחר. בין מיני הגיאופיטים קיימת קבוצה מיוחדת של הלופיים (לופ, לופית ואחילוף) שפירותיהם אדומים. צמחים אלה ידועים כצמחי רעל, ועד כה לא ידוע לנו על בעל-חיים כלשהו הניזון מפירותיהם\*.

ייתכן שהצבע האדום של פירות הלופיים פוען אכן כ"צבע פרסומת", אך בניגוד לשאר מיני הפירות העסיסיים אין זו פרסומת-משיכה לאכילה, אלא צבע-אזהרה שמשמעותו: "אדום הוא רעל - אל תתקרב ואל תאכל אותי, אני רעיל". מנגנון זה של פרוסום תכונת הרעילות באמצעות צבע אזהרה בולט ידוע ממיני פירות וזרעים באזורים טרופיים (Van der Pijl, 1973) וכן מצבעיהם של בעלי-חיים כמו דנאית סדום, הפרפר הברוד, כושן ארסי ופשפשים ארסיים.

פירות עסיסיים אחרים הידועים ברעילותם (החלקית, לפחות)\*\* הם: יערה איטלקית, קיסוס החורש, לבנה רפואי (ויזל וחבריו, 1977). נודה על המאמת, כדי לבדוק את "התיאוריות האקולוגיות במציאות" אכלנו את מרבית הפירות העסיסיים, הידועים בספרות כרעילים (פרט ללופיים). נכון, לחלק גדול מהם יש, בצד הטעם המתקתק, טעם מריר כלשהו, אך לדעתנו, בהיותם בשלים אין הם רעילים למפיצייהם הטבעיים. לגבי הלבנה הרפואי נדגיש כי רק הזרעים הקשים עצמם (כלומר, החרצן עצמו) מכילים רעל, בעוד בציפה אין כל חומר רעיל. נהפוך הוא, העזים אוכלות את פירות הלבנה בתאווה, ומפיצות את זרעיו למרחקים. גם מיני הסולנום, הגדלים בר בארץ, הם בעלי פרי-בוסר רעיל, אולם פירותיהם הבשלים נאכלים על-ידי ציפורים, ואף אנו טעמנו מהם ולא קרה לנו דבר. כך הם מיני הסולנים החד-שנתיים: סולנום שעיר, ס. סיני וס. שחור. לגבי סולנום החדק, הרי פריו הבשל צהוב, ואין לנו תצפית בבעל-חיים הניזון ומפיץ אותו. אנו משערים כי ה"סיפור" האבולוציוני שלו דומה ל"סיפורו" של הדודא הרפואי שיובא להלן.

---

\* קובי כוח מוסר כי נראו ציפורים אוכלות פירות לופ, אולם מאידך נציגי רת"ם רבים מדווחים לנו על פירות של לופ העומדים תקופה ארוכה ללא ביקורי ציפורים.

\*\* בזאת אין אנו כוללים פירות-בוסר רעילים (סמבוק שחור, דודא רפואי ורבים אחרים).

### הפרי ה"רעיל" של הדודא הרפואי

מזה שנים חונכנו לדעת כי הדודא הרפואי הוא צמח רעיל, בעל שימושים רפואיים ומגיים (ראה קריספיל, 1983). הוזהרנו כי אסור בשום פנים ואופן לאכול את פירות הדודא הבהקים בצבעם הצהוב. אולם, יש המשתמשים בהם כבושם - פירות הדודא הכשלים מפיצים ריח נעים בבתים.

ובכן, כיצד מתקשרים הסיפורים הללו לתיאוריה האקולוגית אודות קואבולוציה והתאמות בין בעלי-חיים מפיצי-זרעים לבין צבע הפירות? נודה על האמת, שנים רבות זלזלנו בסיפורים ולתכונות המיוחסות לצמחי המרפא והתבלין, אך לאחרונה נקשרו הסיפורים והתיאוריה. נלסיס קריספיל, המתמחה בשימושיהם של צמחי-בר, סיפר לנו כי לאמיתו של דבר אין הציפה העסיסית של פרי הדודא הבשל רעילה, נהפוך הוא - אם מקלפים את הקליפה ומוציאים את הזרעים, הרי שהציפה העסיסית ערבה לחך. והרי כל התכונות הללו מתאימות להפליא להתאמת הפירות העסיסיים להפצה על-ידי יונקי-קרעק - פרי צהוב גדול בהיותו בוסר, מבשיל על הקרקע, ריחני, עשיר-מזון ובעל זרעים רעילים.

### ובחזרה אל פירות עסיסיים אדומים ורעילים

נודה על האמת, אין לנו כל הסבר "רציני" לתהליך האבולוציוני שהביא לרעילותם של הפירות האדומים העסיסיים (יתכן ובאמת אין פרי רעיל לגמרי לכל החיות, יתכן שלחלק מהן הוא משמש כמזון). נכון כי קל לנו להבין עכשווית את ההתאמה של הצבע האדום כ"פרסומת" המזהירה מפני רעילות הפרי, אך מדוע פרי זה גם עסיסי? והרי כל שנכתב במאמר זה התבסס על ההנחה כי ציפת הפרי העסיסית\* משמשת כאמצעי-משיכה חיובי לבעל-החיים, לאמור: "בוא ואכול את פריי, השמד את ציפתי, ותוך כדי כך הפץ את זרעי למרחקים בעודם שלמים ובלתי פגועים". הרי לפנינו מנגנון אבולוציוני יפהפה של "תן וקח" כאשר הצמח מפתה את בעל-החיים באמצעות מזון עשיר-אנרגיה למען יופצו זרעיו למרחקים. בעבור אותה הפצת זרעים מבזבז הצמח משאבי אנרגיה בפיתוח ציפה עסיסית וביצירת צבע מושך-עין.

---

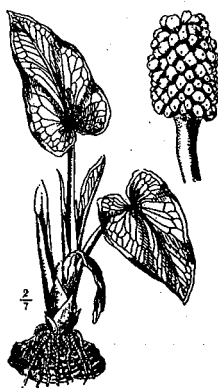
\* ואין זה משנה אקולוגית מאיזה חלק התפתחה הציפה העסיסית של הפרי, אלא החשוב הוא שישנו חלק בפרי המשמש כמזון עשיר-אנרגיה לבעל-החיים המפיץ, ואכילתה של ציפה זו אינה פוגעת בזרע אלא אפילו לפעמים עוזרת להפצתו למרחקים.

על כן מוזר שחלק ממיני הצמחים בעלי פירות עסיסיים פיתחו במהלך האבולוציה רעלים, המצויים גם בפירותיהם הבשלים. נכון שיצירת מנגנון זה אינה קשה, כיוון שבפירות הבוסר יש יתרון חזק ליצירת רעלים וחומרים דוחים (ראה לעיל). אולם אם חוש הטעם של האדם דומה לחוש הטעם של הציפורים ושל היונקים הקרקעיים, מתעוררת השאלה מדוע נשאר מיני פירות עסיסיים מסויימים מרירים ואף רעילים גם לאחר הבשלתם.

אין לנו תשובה על כך, ואנו מגרים את הקורא למחשבה. ייתכן והטעם המריר של פירות רבים של שיחי ומטפסי ארצנו (אשחר, יערה, מורן, אלה, שרבילן וקיסוסית) אינו מורגש על-ידי הציפורים. אולם, לגבי הצמחים בעלי הפירות העסיסיים שהם בלתי מתוקים ורעילים ממש, קיים לדעתנו הסבר תיאורטי אחד לדרך ההתפתחות האבולוציונית שלהם (דוגמת מיני הלוף והלופית): לפנים היו מינים אלה בעלי פירות מתוקים שהופצו על-ידי בעלי-חיים. במהלך האבולוציה התגלה חסרון בהפצה ארוכת-טווח זו, והם החזירו אליהם בקלות רבה את הרעלים המצויים בכל אברי הצמח של הלופיים. זאת היא האפשרות היחידה הנראית לנו לפי שעה כהסבר לשאלה מדוע "מבזבזים" פירות הלוף משאבים ליצירת פרי עסיסי רעיל.



פירות של סולנום



פירות של לוף



פירות של יערה

## מועדי ההבשלה וההפצה של הפירות העסיסיים

(או: מדוע מבשילים רוב מיני הצמחים האנדוזואוכוריים בסתיו?)

איור מס' 3 מסכם את השכיחות היחסית של זמן הבשלת הצמחים בעלי-פירות עסיסיים בצמחיית ארצנו. בהשוואה לעקום של ההבשלה בכל הפלורה של ארץ-ישראל, אנו רואים בבירור כי היא עונת ההבשלה בגילדת הפירות העסיסיים\* חל בסתיו, בחודש אוקטובר, ואילו היא עונת ההבשלה של הזרעים בכל הצמחייה בארץ חל בחודשי מאי-יוני. תוצאות אלה תקפות גם אם נשווה את גילדת-הפירות העסיסיים רק לצמחים הרב-שנתיים בארצנו: לעומת כלל הצמחים הרב-שנתיים, שזמן הבשלת זרעיהם חל בחודש יוני, הרי שהיא של הבשלת הפירות חל בחודש אוקטובר.

תופעת ההבשלה הסתוית מעניינת מאוד, ועד כה נמצאו לה בספרות שני הסברים עיקריים:

א. זמן הבשלת הפירות העסיסיים קשור בזמן השיא של נדידת הסתיו של הציפורים. ה"תזמון הסתווי" נוצר כהתאמה להפצת הפירות באמצעות הציפורים, החולפות מעל ארצנו בסתיו. ציפורים אלה נמצאות במצב של רעב, ומחסני השומן שלהן מדולדלים (ספריאל, 1968, יום-טוב, 1983). בהתאם לכך מהווה המשאב של פירות אדומים ועסיסיים מזון אטרקטיבי מצויין עבורן (Howe, 1977; Debouch, 1982; Herrera, 1981).

ב. הבשלת הפירות העסיסיים והפצתם והכנתם כזמינים לנביטה נעשית בעונת הסתיו, לפני עונת הגשמים, כהתאמה לבריחה מפני תמותת זרעים בקיץ, וכהכנתם הטובה לנביטת החורף. הדגשנו כי פירותיהם של "גילדת העסיסיים" נשארים צמודים לענפי העץ במשך תקופה ארוכה. אי-נפילתם על הקרקע מאפשרת אכילה נוחה על-ידי הציפורים מחד, ומונעת את טריפתם והשמדתם על-ידי בעלי-חיים וארועים סביבתיים בלתי מתאימים, מאידך (שריפות, נמלים וכו').

---

\* "גילדת הפירות העסיסיים" - כך תכונה קבוצת הצמחים שיש להם הסינדרום המשותף של פרי עסיסי ומתוק.

שלב ההבשלה וההפצה חל בסתיו, והזרעים, איפוא, מגיעים למקומם החדש זמן קצר לפני גשמי החורף הראשונים, או ממש עם ירידתם. על-ידי כך קטנה ההסתברות שלפחות לגבי מיני צמחים אחדים משמש המעבר במערכת העיכול של הציפור כגורם "שובר" תרדמה המכין את הזרע לנביטה.

שני ההסברים שהעלינו לעיל אינם סותרים, לדעתנו, זה את זה, אלא משלימים אחד את השני. הקואבולוציה בין הציפורים לבין גילדת הצמחים בעלי פירות עסיסיים התוותה באמצעות שני כוחות אבולוציוניים אלה. הזואולוגים שחקרו בשנים האחרונות את התופעה הדגישו רק את ההסבר הראשון, ולכן נפרט להלן את השני.

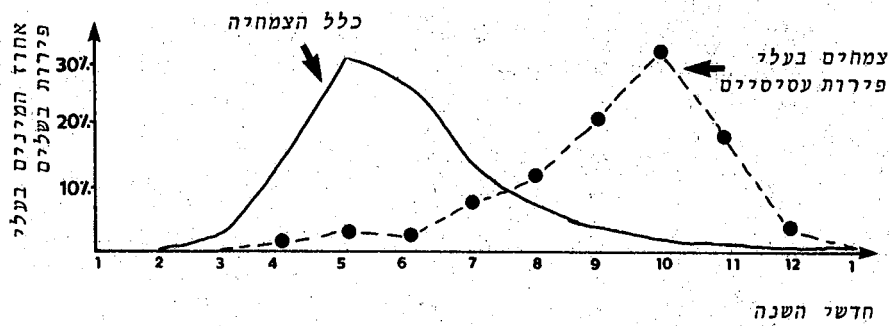
אם נשווה את זמן ההבשלה וההפצה של גילדת העסיסיים לזמן ההבשלה של עצי החורש והיער שאינם מפיצים באמצעות ציפורים, ניווכח שגם עצי החורש והיער מבשילים רק בסתיו ולא בעונת האביב או הקיץ. ידוע מכל הוא האלון, המבשיל פירותיו בסתיו\*, ובנוסף לכך נמנה סוגים צפוניים חשובים כגון: אשור, מילה, דולב ואדר. כלומר, התזמון להבשלה ולהפצת הפירות בעונת הסתיו אינו נחלתם של העצים האנדוזואוכוריים בלבד, ולכן לא נראה לנו כי הגורם האבולוציוני הראשוני המניע (Evolutionary driving force) לדחית שלב ההבשלה, היה נדידת הסתיו של הציפורים.

רצוננו להדגיש כי לדעתנו מדובר כאן לרוב בפירוש, בדחית הבשלה מכוונת מעונת סוף האביב והקיץ אל הסתיו, ואין זה מקרי שהעץ היוצר פירות גדולים ובכמות גדולה מנצל את הקיץ ליצירת משאבים למילוי הפרי\*\*. כל המטיל בחורש ומתבונן באשחר רחב-עלים, במורן החורש ואפילו בשזיף הדוב ואגס סורי, נוכח לדעת שהפירות מתמלאים ומגיעים קרוב מאוד לגודלם המקורי כבר בסוף האביב ובקיץ, ולאחר מכן הם עומדים ירוקים-בוטר על העץ ו"מחכים" ב"טפשות לכאורה". רק עם בוא הסתיו חל לפתע שינוי, ובבת-אחת משתנה צבעם וטעם הבוטר הדוחה הופך לטעם מושך ומתקתק.

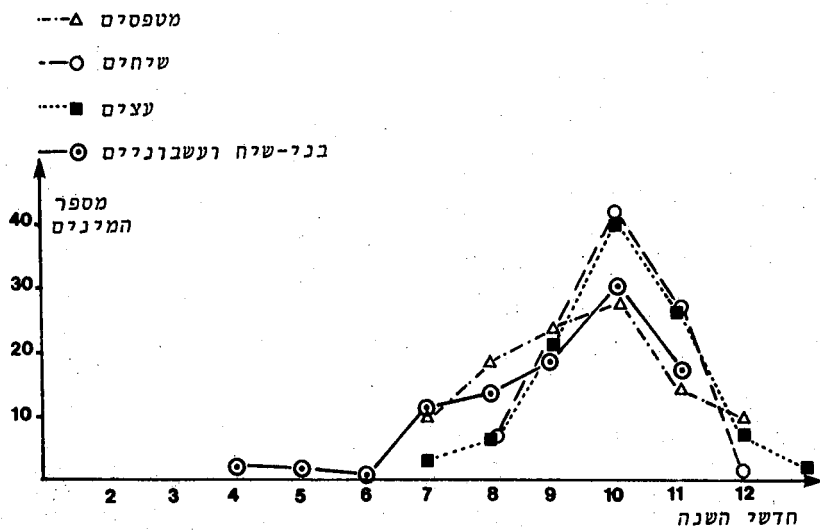
---

\* לכך ישנה סיבה נוספת והיא שהבלוט הנופל מאבד תוך זמן קצר את כושר נביטתו ביובש (חריף, 1974).

\*\* כך אפשר להסביר אולי את פירות האלונים ועצים בעלי פירות גדולים במיוחד, כגון: אגס, שזיף ועוזרר, הנראים כשהם מתמלאים רק בעונת הקיץ.



איור מס' 3: מועדי הבשלת פירות עסיסיים בצמחיית ישראל בהשוואה לכלל הצמחיה.



איור מס' 4: מועדי הבשלת פירות עסיסיים בצמחיית ישראל לפי צורות חיים.

## הבשלת הפירות בצורות החיים השונות

איור מס' 4 מתאר את השכיחות היחסית של זמן הבשלת הפירות על-פני חודשי השנה, בצורות החיים השונות הקיימות באזור הים-תיכוני\*. אנו רואים שהזמן והשפעה היחסית של הבשלת הפירות על העצים והשיחים זהים כמעט במדויק: ישנם מינים מועטים המבשילים כבר בחודשי יולי-אוגוסט, כאשר רוב המינים מבשילים בחודשי ספטמבר-אוקטובר-נובמבר, כשהשיא חל באופן ברור בחודש אוקטובר. מעניין כי בחודשי החורף (ינואר, פברואר ומרץ) אין כלל פירות עסיסיים מבשילים. בינאר ניתן לעיתים לראות פירות אדומים זקנים התלולים על ענפי העצים ואשר סופות החורף והציפורים עדיין לא הפילו אותם. תוצאות אלה, לגבי חוסר הבשלת פירות אדומים בחורף, סותרות את תוצאותיו של הספרדי הררה (Herrera, 1978, 1981) אשר עבד על חורש ים-תיכוני דומה מאוד לשלנו בהרכבו (לא פחות מ-55% מינים משותפים בקירוב לחורש שלנו ולחורש הספרדי שנחקר!); הררה מצא כי מינים רבים מבשילים פירות אדומים עסיסיים בחורף, וקשר זאת להתאמה קואבולוציונית לציפורים הניזונות מהם בחורף\*\*.

גם קבוצת המטפסים מבשילה את פירותיה בעיקר בחורף, אולם הגרף מראה הבדל ברור בינה לבין קבוצת השיחים והעצים. בקבוצת המטפסים מצוי אחוז גבוה יותר של מינים המבשילים פירותיהם ממש בתקופת הקיץ (יולי-אוגוסט). על אלה נמנים: הפרסיון הגדול (לעיתים מבשיל כבר בסוף יוני!), הפואה המצויה והיערה האיטלקית. האם התופעה של הבשלה מקדימה של חלק מהמטפסים עוד ביולי-אוגוסט היא תופעה כללית לאזורים הצפוניים ולאזור הים-תיכוני? ומדוע תופעה זו קיימת דווקא בקבוצת המטפסים לעומת עצי החורש? אנו קוראים למטיילים לפקוח עיניהם בטיוליהם בארץ ובאירופה, ולהציע הכללות והסברים.

בקבוצה האחרונה של צורת החיים (איור 4) כללנו מספר צורות חיים נמוכות, שיש להן רק מספר מינים קטן מאוד של בעלי פירות עסיסיים - בני-שיח (3 מינים), עשבוניים רב-שנתיים (4 מינים), גיאופיטים (7 מינים - לוף ואחילוף), חד-שנתיים (3 מיני סולנום) ופרזיטים (דבקון זית ורימונית הלוטם). גם ברוב המינים הללו ההבשלה היא סתוית ויצוינו במיוחד מיני הלופים הפורחים באביב (לוף) או בסתיו (אחילוף). מקרה מיוחד הוא מקרהו של הדודא הרפואי - זהו המין היחידי בארץ בעל ענבה עסיסית המונחת למעשה על הקרקע ומבשילה בסוף אפריל (ראה לעיל בפרק על פירות רעילים).

\* באזור המדברי מועטים מיני הצמחים בעלי פרי עסיסי, והמספר המועט אינו מאפשר ניתוח דומה.

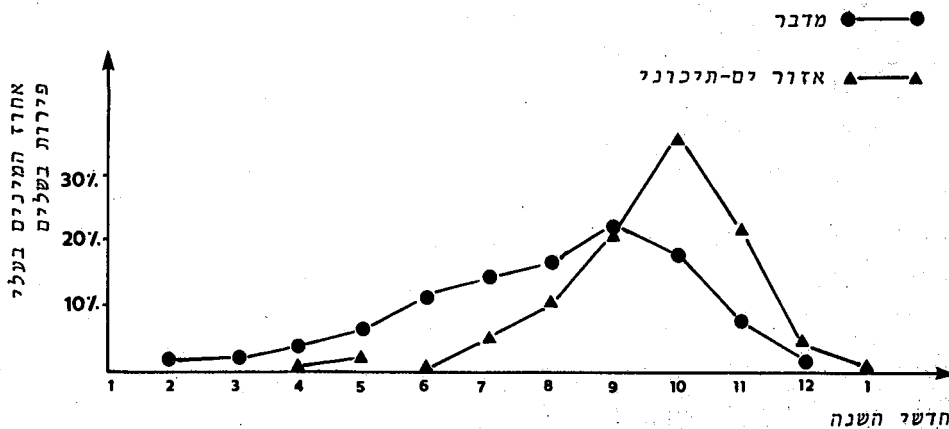
\*\* כחלק מטבלת הנתונים של הררה יש הטעיה, כאשר הררה הגדיר את החורף מנובמבר עד פברואר. ייתכן שחלק מההבדל נובע משוני אמיתי באסטרטגיה שונה של הבשלת פירות של אותם מינים בחורש בישראל לעומת החורש בספרד.

## הפצת פירות עסיסיים באזור הטרופי לעומת הפצתם באזור הממוזג

בנושא זה נדון רק באותן נקודות הנוגעות לצמחיית ארצנו ואשר בהן ההבדלים בין אסטרטגית ההפצה באזור הממוזג לבין ההפצה באזור הטרופי באים לידי ביטוי גם בצמחיית הבר של ארצנו. לכך נקדים ונאמר כי במושג אזור ממוזג אנו כוללים את כל האזורים הקרים של אירופה ואסיה, וכן את האזור הים-תיכוני והאסיאתי (אירנו-טורני) (זהרי, 1973). מאידך, האזור הטרופי כולל לא רק את היערות הגשומים אלא גם את אזורי הסוואנות היובשניים ואת אותם נציגים טרופיים-סודניים החודרים מן האזור הסודני לעבר הנגב והבקע הסורי-אפריקאי (שמידע ואור, 1983). רבים ממיני השיחים והעצים במדבר שלנו מוצאם סודני, ובהתאם לכך גם ההתאמות שלהם בכל הנוגע להפצת הפירות קשורות, כנראה, לאזור הסודני (זהרי, 1973). לכן הקטע להלן, שיעסוק בהפצת הפירות העסיסיים באזור המדברי קשור דווקא לאזור הטרופי, לעומת הפרקים שעסקו בחורש הים-תיכוני והקשורים להתאמת הפצת הפירות העסיסיים באזורים הצפוניים.

### הפצת פירות עסיסיים במדבר

טבלה מס' 4 מפרטת את השכיחות היחסית של הפירות העסיסיים בצורות החיים השונות. אנו רואים כי בדומה לאזור הים-תיכוני גם במדבר מצויים הפירות העסיסיים בעיקר במיני שיחים ועצים (31.8% ו-54.5% בהתאמה). צורות החיים הנמוכות כוללות מספר קטן מאוד של צמחים בעלי פירות עסיסיים, אשר חלקם בעלי התאמה מיוחדת (ראה לעיל על דודא רפואי).



איור מס' 5: מועדי הבשלת פירות עסיסיים בצמחייה ים תיכונית ומדברית בישראל.



**טבלה מס' 4: שכיחות הפירות העסיסיים בצמחייה ים-תיכונית ומדברית בצורות החיים השונות**

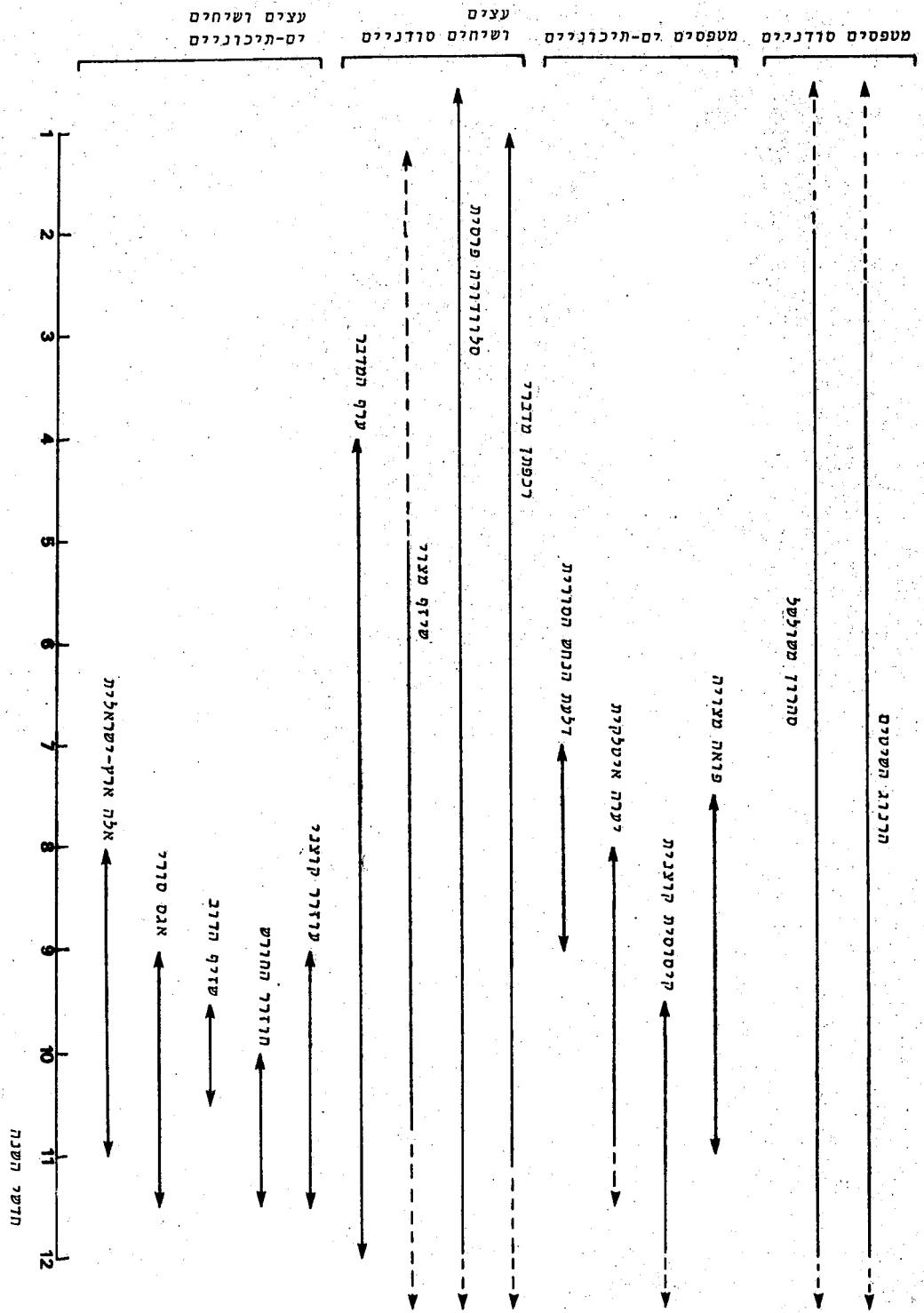
צורת החיים	% פירות עסיסיים במדבר	% פירות עסיסיים באזור הים-התיכון
עצים	31.8	25.7
שיחים	54.5	25.7
מטפסים	9.1	22.9
בני-שיח		5.7
עשבוניים ר"ש		4.3
גיאופיטים		10.
חד-שנתיים	5.5	2.6
פרזיטים		2.6
סה"כ	100%	100%

איור מס' 5 מתאר את השכיחות היחסית של הבשלת הפירות העסיסיים במדבר לעומת הבשלתם באזור הים-תיכוני. עיקר ההבשלה חל בחודשי אוגוסט-ספטמבר-אוקטובר, כאשר היא ההבשלה חל בחודש ספטמבר (חודש לפני זמן-השלא באזור הים-תיכוני). הבדל נוסף, וכנראה חשוב עוד יותר, הוא משך ההבשלה. הצורה השטוחה יותר של הגרף באזור המדברי לעומת האזור הים-תיכוני נובעת הן ממינים מדבריים, המבשילים מחוץ לתקופת אוגוסט-אוקטובר ובמיוחד מהעובדה שמינים חשובים (רכפתן מדברי, אטד ערבי, שיזף מצוי) מבשילים את פירותיהם לאורך תקופה ארוכה של השנה. תופעה זו בולטת במיוחד לעומת תקופת ההבשלה הקצרה והחדה באזור הים-תיכוני, שם לרבים מהצמחים סינכרוניזציה מלאה בהבשלת הפירות - הם מבשילים בבת-אחת.

האם נוכל להסביר את ההבדל בין סינכרוניזציה והבשלה קצרה-טווח באזור הים-התיכוני לעומת פיזור ההבשלה באזור הסודני?

**פיזור הפצת הפירות באזור הטרופי לעומת סינכרוניזציה באזור הצפוני**

איור מס' 6 מדגים זמן ואורך תקופת ההבשלה והפצת הזרעים בצמחי הים-התיכון לעומת הצמחים הסודניים בעלי פירות עסיסיים בארץ-ישראל. אנו רואים בבירור כי בעוד ההבשלה וההפצה בחורש הים-תיכוני מתרחשות בעונת הסתיו, פחות או יותר באותו זמן, הרי שבאזור הסודני עונת ההבשלה מפוזרת אפילו באותו מין על פני תקופה ארוכה. כדוגמה לכך ישמש השיזף המצוי בו נראים פירות ירוקים לצד פירות בשלים מועטים במשך רוב חודשי השנה, באזורים החמים בארצנו. ברכפתן המדברי ניתן לראות כשיחים



איור מס' 6: הבשלה ותפוצת זרעים בצמחים ים תיכוניים וסודניים בעלי פירות בשרניים

נקביים רבים, ברוב חודשי השנה, לצד הפריחה גם פירות בשלים לבנים.

פיזור עונת ההבשלה של הצמחים הארכוריאליים (מטפסים מעוצים, שיחים ועצים) ידוע באזור הטרופי ממקומות שונים בעולם (Van der Pijl, 1973; Richards, 1971; Bawa, 1980) ונמצא בהתאמה עם האקלים הטרופי המתון, שכן האקלים הטרופי חסר עונתיות ברורה, ובהתאם לכך הפריחה וההפריה מפורזות על-פני כל חודשי השנה. בעלי-החיים למיניהם: החרקים, הציפורים והיונקים, פעילים באזור הטרופי לאורך כל חודשי השנה, ובהתאם לכך מציעים להם הצמחים את "מרכולתם" לאורך כל חודשי השנה. באזור הסודני, שהוא החבל היובשני של האזור הטרופי באפריקה, קיימת דו-עונתיות, כאשר הגשמים יורדים בשתי תקופות עיקריות - האביב והסתיו (ראה הלוי, 1968). בהתאם לכך נראה שחלק ממיני הצמחים הסודניים אכן התאימו את פריחתם לעונות הגשומות, והם פורחים בעיקר באביב ובסתיו (לדוגמא: השיטה הסלילנית, שיזף מצוי ורכפתן מדברי). עונת הבשלת הפרי של מיני צמחים רבים מפורזת על-פני כל חודשי השנה, עם שיא ברור בעונת הקיץ (יולי-אוגוסט), כאשר הבשלת הפרי של פריחת הסתיו בנגב סובלת לרוב מהקור בחורף (לעומת אפריקה המזרחית שבה אין החורף משפיע כמיט על ההבשלה). קיימים מינים כגון: שיזף, זקום וסהרוו שפירותיהם הצעירים שנוצרו בחודשי הסתיו "מחכים" לאורך עונת החורף הקרה ומבשילים רק באביב של השנה הבאה (יאיר אור. מידע בע"פ מאזור עין-גדי: שמידע ואור, 1983).

פיזור ההבשלה על-פני חודשי השנה מתאים מבחינת הפעילות לבעלי-חיים יציבים הפעילים לאורך כל השנה. כאלה הם הציפורים, העטלפים והיונקים באזור הטרופי. לעומת זאת, באזור הים-תיכוני ובדרומו של האזור הממוזג חלה עונת הפעילות העיקרית בקיץ ובעת הנדידה בסתיו ואילו בחורף רבים מבעלי-החיים נודדים דרומה או עוברים את עונת הקור. במצב של תרדמה.

#### הפצת פירות על-ידי יונקים - פרי גדול, שומני או מתוק ומדיף ריח

קיים בלבול בהבחנה בין פירות לבין ירקות. מדוע מקובל לחשוב כי אבוקדו, אבטיח ומלון הם ירקות, בעוד מבחינה מורפולוגית הריהם פירות לכל דבר? אם נבחר את הגדרת הפרי מן הבחינה הפופולרית, הרי קיימים למעשה שלושה מגדירים לפירות (שאינם צמודים בכל מקרה): רוב הפירות אכן מכילים זרעים; מבשילים על העצים, והם גם עסיסיים ומתוקים (ראה שמידע, 1983).

בפרק 3 הסברנו את שכיחותם של הפירות העסיסיים דווקא במטפסים ובעצים. במאמר אחר (שמידע, 1983) ניסינו להסביר את דרך היווצרותם של מעט היוצאים מן הכלל - אותם פירות מתוקים הגדלים על הקרקע (תות שדה, אבטיח ומלון). להלן ננסה להסביר את המגוון והתכונות ה"מוזרות" של הפירות הטרופיים.

מבין מיני העצים הסודניים בארצנו נזכיר את הזקום המצרי כעץ אשר פריו מותאם כנראה להפצה על-ידי יונקים גדולים. צבע הפרי עם הבשלתו הוא חום-מלוכלך, והוא מכיל בית-גלעין גדול, העטוף בשכבת ציפה דמויית ציפת התמר, ואף בעלת ריח דומה. מימי רון ראתה פירות זקום נאכלים על-ידי גמלים בסביבות עוג'ה וכל תכונות הפרי שציננו מרמזות כי הוא מותאם להפצה על-ידי יונקים קרקעיים.

### פירות הזית והער האציל - שריד של התאמה לאזור טרופי?

מבין מיני עצי החורש שלנו מצויים שני מיני עצים בעלי פרי עסיסי שאינו מתוק כלל ועיקר - אלה הם הזית האירופי והער האציל\*. פירותיהם מכילים אחוז גבוה של שומן, ועם הבשלתם הם משחירים ונשארים תלויים בעודם בשלים במשך זמן-מה על העץ. על פי הספרות (Van der Pijl, 1973) אנו למדים כי פירות הזית נאכלים על-ידי עורבים, קאקים וכן על-ידי יונים (כל סוגי הציפורים הללו הם אוכלי-כל). ד. מייקין וחוה להב מסרו לנו כי ראו סימנים של אכילת זיתים על-ידי עטלפי פירות בכרמל.

אין בידינו עדויות לאכילת פירות הזית והער על-ידי יונקים כלשהם באזור הים-תיכוני. הדגשנו כי פרי שומני התפתח במהלך האבולוציה בעיקר באזור הטרופי, כהתאמה להפצה על-ידי יונקים, וכי באזור הממוזג כמעט כל הפירות הם מתוקים, בהתאמה להפצה על-ידי ציפורים. ובכן, מכל האמור לעיל יוצא כי אין אנו יכולים להסביר את הקואבולוציה של פירות הער והזית על בסיס האקולוגיה של ההווה, אולם קל לנו יחסית להסבירה על סמך ההיסטוריה הגיאולוגית, שכן מקובל וידוע כי רבים מן האלמנטים של החורש הים-תיכוני הם שרידים פליאו-טרופיים של הצמחייה הטרופית, אשר שלטה לפניו באזור הים-התיכון (זהרי, 1959, 1973) ונסוגה עם התקררותו והתייבשותו של האקלים. ליתכן שפירות הער והזית התפתחו באזור הטרופי בעבר כהתאמה להפצה על-ידי ציפורים ויונקים טרופיים.

---

\* יתר השיחים ובעצי החורש בעלי פירות עסיסיים יש להם לפחות שמץ של מתקתקות בפרי - המעורבבת לרוב עם מרירות מיוחדת. לדוגמא: בר-זית, הדס, יערה, אשחר, טמוס, פואה, מורן. על הערך האדפטיבי של המרירות המתלווה למתיקות אין אנו יודעים.

ועוד - ראה הסבר בפרק הפירות הרעילים, עמ' 21

### פירות התאנה והתמר - התאמה להפצה על-ידי עטלפים

הפצת פירות עסיסיים על-ידי עטלפים ידועה בעיקר מן האזור הטרופי (גליל, 1975, Van der Pijl, 1973). עטלפי הפירות נפוצים בעיקר באזור הטרופי, ורק מעטים מן המינים חורגים לאזורים הסוב-טרופיים, כמו לאזור הים-תיכוני (McNab, 1980). הסיבה קשורה בעונתיות הבשלת הפירות באזור הממוזג, בו אין אפשרות לבסס את מקור המזון היציב על משאבי הפירות בכל חודשי השנה.

ון דר פיל מציין כי פירות הפיקוסים ואף פירות התמרים נאכלים ומופצים בעיקר על-ידי עטלפים. תסמונת ההתאמה לאכילה ולהפצה של פירות על-ידי עטלפים כולל עץ שצורתו קצורת פגודה, פירות על הגזע וענפים בוגרים (Cauliflower), פרי בעל ריח (העטלפים הם ליליים ועוורים לצבע) וטעם מתוק עדין יחד עם טעם חמוץ חזק (?)\*. הפצת פירות השקמה על-ידי עטלפי-פירות נחקרה על-ידי גליל וחב' (1980). הפצת תאנים על-ידי עטלפים נצפתה על-ידי ד. מייקין.

מזה שנים אנו מציינים את התופעה שתאנים רבות צומחות הישר מתוך מערות ובורות מים הרוססים\*\* ושואלים - מדוע דווקא כאן? חשבנו שיתכן ויש לתאנה התאמה מיוחדת לנביטה ולצמיחה באור דל, אולם ייתכן שהעטלפים האוכלים את פרי התאנה ויחד עם זאת מרבים לבקר במערות, הם הגורם לתופעה זו, על-ידי הפצת הזרעים במקומות אלה.

גם התמר מותאם במיוחד להפצה על-ידי עטלפים. זהו עץ סודני, השייך למשפחה טרופית. הפירות מצויים על ענפים מיוחדים, שלעטלפים קל להגיע אליהם, וצבע הפרי הכהה וקליפתו הכהה מותאמים היטב לאכילה על-ידי עטלפים.

נסכם ונאמר כי ייתכן ותאנת הבר במקורה היתה מותאמת להפצה על-ידי עטלפים טרופיים. תפוצתה כיום היא באזור אגן הים-התיכון, אולם מתוך קירבתה הסיסטמטית ומתוך התאמת פירותיה להפצת עטלפים, נוכל להסיק שאכן מוצאה פליאוטרופי, כדוגמת הזית והער (אין בכך חידוש אלא חיזוק; השווה Zohary, 1973).

---

\* יודגש כי הסינברום מכיל כמה מרכיבים, וכאשר מופיעים כולם זהו "מקסימום הביטוי לסינדרום". אולם בטבע מופיעים לרוב רק צירופים חלקיים של חלק מהסימנים בכל מין ומין בנפרד.

\*\* דוגמא יפה לכך קיימת בראש הר גריזים שם גדלות תאנים בבורות הרוססים בצד שרכי הגריזית.

## פירות האגס, התפוח, השזיף והלבנה - התאמה להפצה על-ידי יונקי-קרקע צפוניים

עד כה הדגשנו את התאמת הפירות העסיסיים באזור הממוזג להפצה על-ידי ציפורים. פירות אלה הם קטנים, עסיסיים, חסרי-ריח ונשארים עם הבשלתם על גבי העצים, משום כך "הציקו לנו" במשך שנים פירות הבר של האגס, השזיף והלבנה, שכל תכונותיהם מנוגדות למה שכתבנו לעיל. והנה, תוך כדי עבודתנו באזור החרמון, עוד בתחילת שנות השבעים, חזינו במחזה מופלא - פירות שזיף הדוב והאגס הסורי נופלים באלפיהם על פני הקרקע מיד עם הבשלתם, והחזירים אוכלים אותם בתאוה. החזירים אף מנענעים את גזעי העצים כאשר לא נותרו עוד פירות על הקרקע. בפירות שנפלו מתרחשת כנראה פעולת תסיסה, וריחם נודף למרחקים.

מתוך הסתכלות זו בפירות השזיפים ובחזירים האוכלים אותם, העלינו את ההשערה (שמידע ודניו, 1981) כי הפירות הגדולים של עצי החורש בעלי הצבע הצהוב התפתחו בקואבולוציה עם יונקים גדולים. לשזיף הדוב ולאגס הסורי נוכל להוסיף גם את הלבנה הרפואי ומיני חוזרר ותפוח (כגון: חוזרר החורש ובן חוזרר לבנוני). לכולם תסמונת תכונות המותאמת להפצה על-ידי יונקים ולא על-ידי ציפורים - פרי גדול, צהוב, מדיף ריח חזק ונופל מיד עם הבשלתו על הקרקע. תכונת השרת הפירות וצבע צהוב בפירות הנאכלים על-ידי יונקים, לעומת הישארותם של הפירות האדומים על העץ (פירות הנאכלים על-ידי ציפורים) היא הכוללת ביותר לעין חובב הטבע. ולסיום, אנו מזמינים את חובבי הטבע לסייר בסתיו המאוחר בחורשי הגליל והחרמון, ולהנות ממראה העצים האדמדמים ומן החזירים אוכלי-האגסים ושזיפי הבר למרגלות העצים.

## על הקשר שבין פירות עסיסיים לבין חד זוויגיות הצמחים

חד-זוויגיות בבעלי-חיים היא האסטרטגיה המקובלת - רוב מיני החיות עמן גדלנו, והקשורות בתרבות האדם, הן חד-זוויגיות. התופעה נראית לנו "טבעית" לחלוטין ואינה מצריכה הסבר.

בטבלה 5 אנו רואים כי רק אחוז מזערי (כ-1.9%) מכלל צמחיית ארצנו הוא חד-זוויגי, כאשר לא מצויים כלל מינים חד-שנתיים חד-זוויגיים (0.01%). בכלל מיני הצמחים הרב-שנתיים התמונה מעניינת: ככל שמשך החיים (= גודל צורת החיים) של הצמחים עולה, עולה גם אחוז החד-זוויגיים, כ-23.5% מכלל מיני העצים בארצנו, ולא פחות מ-61.1% מכלל מיני המטפסים הם חד-זוויגיים.

טבלה מס' 5: אחוז השכיחות של מינים בעלי חד-זויגיות ודו-זויגיות בצמחיית ישראל, בצורות החיים שלהם. n = מספר המינים

סך כל סוגי חד-מיניות n = 124	אנדרוגיניום +חד-מיניים n = 30	חד-ביתיים n = 51	דו-ביתיים n = 43	אחוז השכיחות בפלורה	
1.8%	.7	1.0	0.01	48.8	צמחים חד-שנתיים
2.6	1.2	1.2	0.17	25.3	עשבוניים ר"ש
3.6	1.2	2.4	0.	11.1	בני-שיח
25.4	4.2	8.5	12.7	3.1	שיחים
47.	10.3	13.2	23.5	3.0	עצים
66.7		5.6	61.1	0.8	מטפסים
45.5	3.	30.3	12.1	1.5	צמחי-מים טבולים
(50)	-	-	(50)	0.1	פרזיטים (רב-שנתיים) (שני מינים בלבד)
5.5%	1.3%	2.6%	1.9%	100%	(2258 = סה"כ)
1.7	0.7	1.0	0.01	48.8	חד-שנתיים
9.7	0.2	3.7	4.0	48.1	רב-שנתיים

חוזרת ונשאלת השאלה - מדוע דוקא בקרב מיני השיחים והעצים, ובמיוחד בקרב מיני המטפסים, נפוצה האסטרטגיה של מיניות חד-זויגית?  
 בשנים האחרונות התעניינו מאוד בפירות העסיסיים האדומים, הנאכלים ומופצים על-ידי ציפורים, והנה - "ראה זה פלא" - רשימת הצמחים בעלי פרי עסיסי ואדום מראה כי חלק גדול מן המינים הינם חד-זויגיים. לדוגמא נזכיר את העצים: אלה, אשחר, תמר ואת המטפסים: קיסוסית, דלעת נחש ושרביטן.

מה לעניין החד-זויגיות ולהפצת פירות עסיסיים? שתי התופעות נראות לכאורה בלתי-תלויות זו בזו לחלוטין, וכל קשר סיבתי ביניהן נראה מקרי לגמרי. אולם מופלאות הן דרכי האקולוגיה, וכאשר טייל עמנו מייק אורבך, אקולוג של חרקים, הוא הפנה את תשומת לבנו לתיאוריה הקיימת באזור הטרופי, בדבר הקשר בין הפצת פירות עסיסיים לבין מיניות חד-זויגית.

טבלה מס' 6: טיפוסים מיניות ביחס לאסטרטגיות של הפצה של הזרעים בצמחיית העצים והשיחים של ישראל (במספרים ולא באחוזים)

סה"כ	אנדרוגיני דו-זויגי משותף	אנדרוגיני + פרחים (חד-מיניים)	חד-ביתיים (פרחים חד-מיניים)	דו-ביתיים	יחידת התפוצה
25	5	2	18	פרי עסיסי	
5	2 (מלש, אולמוס)	2	1	פרי מכונף	
			(שרביטן מכונף)		
14		11	3	פרי נילטרלי או כבד	
4			4	פרי בעל ציצית	
1	1 (מתנך)			פרי זעיר נילטרלי	
	18	15	26		

טבלה מס' 6 מסכמת את קטגוריות ההפצה של הצמחייה הארכוראלית (=המעוצה, הכוללת שיחים ועצים) של ארצנו ביחס לאסטרטגית המיניות שלהם. אנו נוכחים לדעת כי רוב המינים בעלי הפרי העסיסי הם חד-זויגיים (דו-ביתיים), ואילו רוב המינים בעלי זרעים חסרי אמצעי תפוצה מיוחד הם דו-זויגיים (חד-ביתיים). במיוחד בולטת התופעה בשיחים ובמטפסים של החורש, בסוגים: שבטן, עצבונת, אלה, אשחר, אוג, קיסוסית וטמוס, שלהם פירות עסיסיים אדומים הנאכלים בתאווה על-ידי הציפורים בעונת הנדידה של הסתיו ושל תחילת החורף, בו שאר סוגי המזון מועטים ביותר.

הפצת הזרעים והפירות של צמחי החורש והיער קשה מאוד. צפיפות החורש והיותו סגור בפני רוח אינם מאפשרים הפצה באמצעות רוח או גורמים אקראיים הקשורים לכוח הכובד, כמו בבת-גידול פתוחים. לפיכך התאימו מינים רבים מצמחי החורש את עצמם להפצת זרעים על-ידי ציפורים. פירותיהם של מינים אלה עברו, כאמור לעיל, תהליך של קואבולוציה עם הציפורים הנזונות מהם.

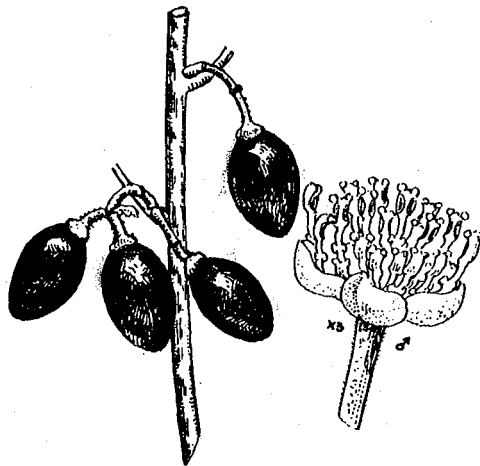
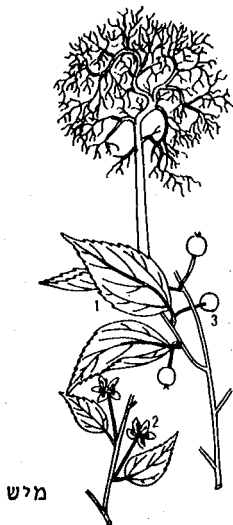
ננסה להסביר את הקשר בין תסמונת הפירות העסיסיים האדומים לבין החד-זויגיות באמצעות תיאורית האטרקטיביות (Givnish, 1980; Bawa, 1980). הצמחים בעלי הפירות העסיסיים מתחרים ביניהם על משיכת הציפורים. כל מין שייצר פרי מושך יותר יזכה ביותר ציפורים מבקרות. כיוון שהשקעת המשאבים באברים זכריים (אבקה) חייבת להיות עבר המין הביולוגי באותה כמות כמו השקעת המשאבים עבור



האברים הנקביים (בליציות) הרי יש יתרון במערכת כזו להפריד את האברים הזכריים ולמקמם על פרטים שונים מאשר הפרטים המליצרים את הפירות העסיסיים. כלומר, כאשר לא קיים אילוץ של השקעת אנרגיה רבה בפרח דו-זויגי ומאידך, עיקר התחרות האבולוציונית מוסט להשקעה באטרקטיביות של פירות עסיסיים, יש יתרון להפרדה מוחלטת של הפרחים הנקביים מן הפרחים הזכריים, ולמיקומם בעצים שונים, קרי - חד-זוויגיות.

הדוגמה היפה ביותר לקשר שבין פרי עסיסי המופץ על-ידי ציפורים לבין חד-זוויגיות קיימת דוקא בחשופי-הזרע. מבין כל מיני חשופי-הזרע המוכרים לנו רק לסוגים ערער ושרביטן יש פירות עסיסיים, ואכן רק הסוגים הללו הם חד-זוויגיים (דו-ביתיים). הסוג ערער הוא המחטני החד-זוויגי היחיד באזור, לעומת המחטניים (אורן, ארז וכו') שהם דו-זוויגיים מופרדים. ואכן, רק לו יש פרי עסיסי (Givnish, 1980).

עם זאת, רבים מבין בעלי הפירות העסיסיים הם בכל זאת חד-ביתיים או אנדרוגניים (זית, ער אציל, קטלב, מיש, פואה, ורדניים) וכן מחקר מפורט על לחצי הסלקציה והקצאת המשאבים עשוי להסביר את אסטרטגית המיניות שלהם.



## רשימת הספרות

- ארדרי, ., 1977. הציווי הטריטוריאלי. זמורה, ביתן, מודן. ת"א, גליל, י., 1972. המוצא של צומח הסוואנות בארץ. טבע וארץ, 14, 4, 139-145. גליל, י., 1966. תרבות עץ השקמה בציביליזציה של המזרח-התיכון. טבע וארץ, 8, 306-318; 335-338.
- גליל, י., שטיין, מ. והורוביץ, א. 1980. על מוצא השקמה במזרח-התיכון. 71-92. מתוך: קובץ - במערבו של הגליל - קובץ בוטני. בעריכת משה ידעיה. החוג האזורי לדיעת הארץ סולם צור וגעתון.
- הלוי, ג. 1967. שיטים בדרום הנגב, טבע וארץ, ט, 3.
- ויזל, י., פולק, ג. וכהן, י. 1977. אקולוגיה של הצומח בארץ-ישראל. הוצאת המדור לאקולוגיה ולהזנה של צמחים. המחלקה לבוטניקה, אוניברסיטת תל-אביב.
- זהרי, מ. 1959. גיאובוטניקה. ספרית פועלים. תל-אביב.
- זהרי, מ. 1978. כל עולם הצמחים. הוצאת עם עובד.
- זהרי, מ. 1973. היסודות הגיאובוטניים של המזרח-התיכון. גוסטב-פישר. (באנגלית)
- חריף, י. 1964. התפתחות מרכיבי הגריגה והחורש הראשיים בשנתם הראשונה וחשיבותה בקביעת הטורים הסוקסיוניים בהרי-יהודה. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה. המחלקה לבוטניקה. האוניברסיטה העברית בירושלים.
- יום טוב, י. 1983. צפורים מעל אילת. טבע וארץ כ"ה, 5, 12-13.
- ספריאל, א. 1968. נדידת ציפורים באילת, ישראל. איביס, 110, 283-320. (באנגלית)
- קריספיל, נ. 1983. ללקוט הצמחים. הוצאת כנה, ירושלים.
- שמידע, א. 1983. האקולוגיה של סוגי המזון הצמחי של האדם. כתב-יד.
- שמידע, א. ודנין, א. 1981. צמחי החודש. טבע וארץ כ"ג, 6, 276, 274.
- שמידע, א. ואור, י. 1983. הצמחיה הסודנית בישראל. עלון רת"ם מס' 8. הוצאת החברה להגנת הטבע, ת"א.
- Bawa, K.S. and J.H. Beach, 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants, Ann. Miss. Bot. Garden, 68, 257-274.
- Bawa, K.S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. Ann. Rev. Eco. Sys. 11, 15-39.
- Charnov, E.L., J. Maynard - Smith and J.J. Bull, 1976. Why be an hermaphrodite? Natureland 263, 120-125.
- Faegri, K. and Van der Pijl, 1979 (1966). The principles of pollination ecology. 3rd ed. 244p. pergamon Press, Oxford.

- Freeman, D.L., L.G. Klikoff and K.T. Harper, 1976. Differential resource utilization of sexes of dioecious plants. *Science*, 193, 597-599.
- Ghiselin, M.T. 1974. *The economy of nature and the evolution of sex*. 346 pp. Univ. California Press. Berkeley.
- Givnish, T.J. 1980. Ecological constraints on the evolution of breeding systems in several plants: Dioecy and dispersal in Gymnospermae. *Evo.* 34, 5. 959-972.
- Mckey, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems pp. 133-171. in: L.E.G. Gilbert and P.H. Raven (eds.) *Coevolution of animals and plants*. Univ. of Texas.
- Pianka, E.R. 1978. *Evolutionary Ecology*. 297 pp. Harper & Row pub. N.Y.
- Van der Pijl, L. 1978. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer-Varlag, New York, 161 pp.

#### הבעת תודה

תודתנו לכל משתתפי השתלמויות רת"ם (מרכז המידע לצמחי ארץ-ישראל) אשר יחד שאלנו את השאלות בשדה, ובמשך שלוש שנים, תוך כדי סיורים ודיונים, הגענו אל חלק מההכללות המובאות במאמר זה.

הסדר בכל פירוט צמחים הוא לפי הפלורה פלסטיונה

נספח : רשימת הצמחים בעלי פירות עסיסיים במחוזות ישראל

ש ו ר ת	זמן הפצה (חודשי השנה)	גודל הזרע (מ"מ)	מס' זרעים בפרל	זמן הפרי	צבע הפרי	(ס"מ)	גודל הפרי	סלפוס הפרי	עצים ים תכלוניים
10	1-2	5-10	סגול-שחור	0.8	ענבה	<i>Juniperus oxycedrus</i>	ערער אדום		
10	5-7	1	שחור	0.6 0.9	ביח גלעין	<i>Celtis australis</i>	מלח דרומי		
8-9	1	רבים	סגול-שחור	2-3	ענבה קיבוצית	<i>Ficus carica</i>	פיקוס אחאבה		
9-10	11-14	1-2	שחור	1.5-2.0	ביח גלעין	<i>Taurus nobilis</i>	ער אציל		
9-11	6-12	11	צהוב	6.0	תפוח	<i>Pyrus syriaca</i>	אגס סורי		
10-11	3-6	8	צהוב	1.5-2.0	תפוח	<i>Sorbus trilobata</i>	חוזרר חורש		
9-11	4-9	2-3	צהוב	1.0-1.4	תפוח	<i>Crataegus aronia</i>	עוזרר קוצני		
9-11	4-8	2-3	אדום	1.0-1.5	תפוח	<i>Crataegus azarolus</i>	עוזרר אדום		
10-12	4-7	1	אדום	1.0-1.2	תפוח	<i>Crataegus monogyna</i>	עוזרר חד-גלעני		
10	15	1	צהוב	2.2-2.7	ביח גלעין	<i>Prunus ursina</i>	שזיף חד		
8-11	2-5	1	אדום	0.3-0.6	ביח-גלעין	<i>Pistacia palaestina</i>	אלה איי		
8-11	2-5	1	אדום	0.4-0.6	ביח-גלעין	<i>Pistacia atlantica</i>	אלה אטלנטית		
9-12	2-4	1	חום-אדום	0.4-0.6	ביח-גלעין	<i>Rhus coriaria</i>	אוג הבורסקאים		
9-10	17	1	ירוק(?)	1.5 1.8	ביח גלעין	<i>Eleagnus angustifolia</i>	ער השמן תלסני		
11	1-4	30	אדום	1.1-1.3	ענבה	<i>Arbutus andrachne</i>	קטלף מצוי		
9-10	8-12	1-2	צהוב חיוור	1.2	ביח-גלעין	<i>Styrax officinalis</i>	לבלב פראי		
10-11	1.0-1.3	1	סגול-שחור	1.2-1.5	ביח-גלעין	<i>Olea europea</i>	זית אירופי		
10-11	3-4	1	סגול-שחור	0.4-0.6	ביח-גלעין	<i>Phillyrea media</i>	בר-זית בינוני		
5-11	20	1	סגול-שחור	3-3.6	ענבה קיבוצית	<i>Ficus pseudosycamoros</i>	פיקוס בת שקמה		
			חום		ביח-גלעין	<i>Balanites aegyptiaca</i>	זקום מצרי		

עצים מדבריים

פיקוס בת שקמה

זקום מצרי







