

# מה בין זוויות נדירה והימנעות מפריחה בבר-זית לבין יתושים מעפיצים?

מאת: ד"ר גדי פולק ורחלי שוורץ-צחור

על-פי המאמרים:

1. פולק ג', שוורץ-צחור ר' (2003). הביולוגיה והאקולוגיה של בר-זית בינוני - סקירת ספרות וסיכום מחקרים ברמת הנדיב. הוצאת יד הנדיב והחברה להגנת הטבע.
2. שוורץ-צחור ר', פולק ג' (2003). יתושים מעפיצים ומיניות נדירה בבר-זית בינוני - מה הקשר?, טבע הדברים, 95: 104-113.
3. מקורות נוספים, כמפורט בסוף המאמר.

## תקציר

בר-זית בינוני הוא שיח גבוה (לעתים מגיע לממדי עץ) ממשפחת הזיתיים, הגדל בחורש היס-תיכוני. הצמח הוא ירוק-עד, עליו נוקשים, ופירותיו העסיסיים מבשילים בסתיו ונאכלים בחלקם על-ידי ציפורים.

מחקר מתמשך בשטחי רמת הנדיב, גילה תופעות יוצאות דופן בביולוגיית הרבייה הזוויגית של הצמח: בר-זית הוא דוגמה לטיפוס של רבייה זוויגית נדיר ביותר בעולם הצמחים - **זו-ביתיות זכרית**. בצמחים כאלה לחלק מהפרטים באוכלוסייה יש פרחים דו-זוויגיים - כלומר, הם מכילים גם את איברי הזכר (האבקנים) וגם את איברי הנקבה (שחלה, עמוד-עלי וצלקת) - ואילו שאר הפרטים מתפקדים כזכרים בלבד. המחקר גילה שבין הפרטים השונים יש הבדלים גדולים בתדירות הפריחה ובעוצמתה, ואפילו הבדלים משנה לשנה באותו הפרט, בלי כל קשר לכמות המשקעים השנתית (כלומר, שנים שחונות לא היו דווקא מעוטות פריחה ופרי, ושנים גשומות לא היו בהכרח עתירות פריחה ופרי).

ועוד התגלה במחקר: מה שנראה כמו פירות מעוותים שאינם מבשילים, הם עפצים, הנוצרים בתגובה לעקיצה של יתושים (מיני יתושים עדינים). נקבת היתוץ עוקצת את שחלת הפרח ומטילה בה ביצה. השחלה מתפתחת לעפץ, והוא משמש בעת ובעונה אחת גם מקור מזון וגם בית גידול נוח לזחל היתוץ שבתוכו.

המאמר דן בקשרים אפשריים בין תופעות אלה לבין יכולתו של הצמח בר-זית "להתחמק" ממזיקים שונים בבית גידולו. כמו כן, יש בו הסברים אבולוציוניים למכלול תופעות הרבייה שנמצאו בבר-זית, אשר משפרים את יכולתו של הצמח לשרוד ולהתרבות בסביבת החיים הטבעית שלו.



## מבוא

### ■ דו-ביתיות זכרית (androdioecy) -

תכונה של צמח: חלק מהפרטים באוכלוסייה שלו נושאים פרחים דו-זוויגיים (מתפקדים גם כזכר וגם כנקבה), ושאר הפרטים נושאים פרחים זכריים בלבד (מתפקדים כזכר).

### ■ דו-זוויגי - (אנדרוֹגִינוס [מיוונית:

אַנְדְרוֹ = גבר + גִינוס = אישה]) יצור שיש לו גם איברי זכר וגם איברי נקבה.

**פרח דו-זוויגי** מכיל גם את איברי הזכר (האבקנים) וגם את איברי הנקבה (שחלה, עמוד-עלי וצלקת).



בר-זית - ענף נושא פירות

בר-זית בינוני הוא שיח גבוה המגיע לעתים לממדי עץ, הגדל בחורש הים-תיכוני בישראל ובאגן הים תיכון כולו, והוא נמנה עם משפחת הזיתיים. סוגי צמחים אחרים ממשפחה זו הגדלים בארץ בבר ובתרבות הם: זית, יסמין, ליגוסטרם, מילה ולילך. הצמח הוא ירוק-עד והוא בעל עלים נוקשים. כמו מרבית העצים והשיחים של החורש הים-תיכוני, הוא מלבלב ופורח באביב, ופירותיו העסיסיים והמתוקים שצבעם כחול כהה-שחור, מבשילים בסתיו ונאכלים בחלקם על-ידי ציפורים. הצמח עמיד מאוד לשריפה, לכריתה ולרעייה, ובעקבותיהן הוא מתחדש באמצעות צמיחה נמרצת מגדמים, ועל-ידי הצמחת שרביטים מענפים שנפגעו.

במהלך מחקר שערכנו בשטחי רמת הנדיב, שמטרתו הייתה לבחון השפעה של משטרי הפרעה שונים על הצימוח, על הפריחה ועל עשיית הפרי במין זה, התגלו כמה תופעות יוצאות דופן בביווגיית הרבייה הזוויגית שלו.

## דו-ביתיות זכרית בבר-זית

פריחת הבר-זית חלה בחודש מרס. הפרחים שלו קטנים, צבעם ירוק-צהבהב וקוטרם כשלושה מ"מ. הרוח היא הגורם המאביק העיקרי, אם כי בעונת הפריחה השיחים רוחשים גם זבובונים רבים, אך לא ידוע באיזו מידה הם תורמים להאבקה.

במבט ראשון נראו לנו הפרחים **דו-זוויגיים** (אנדרוגנייים), כלומר כל פרח מכיל גם את איברי הזכר (האבקנים) וגם את איברי הנקבה (שחלה, עמוד עלי וצלקת). כך גם היה ידוע לנו מהספרות (כולל במגדיר לצמחי בר בארץ ישראל מאת פינברון-דותן ודנין). אולם בעונת הבשלת הפרי מצאנו מדי שנה שיותר ממחצית השיחים אינם נושאים כלל פרי.

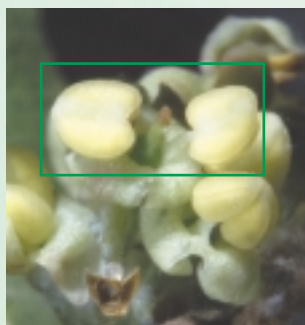
תופעה זו העלתה חשד שהתפקוד הנקבי בשיחים אלה אינו מתממש, ולכן הם אינם עושים פרי. בדיקות מדוקדקות העלו שהפרטים הפורחים באוכלוסייה נחלקים לשתי קבוצות: כמחצית השיחים נושאים פרחים בעלי צלקת גדולה ומפותחת, והשאר נושאים פרחים בעלי צלקת קטנה. עם זאת, בשני טיפוסים הפרחים גם יחד מצויות שחלות מפותחות עם ביציות. מצאנו שפירות מתפתחים רק על שיחים בעלי פרחים עם צלקות גדולות, אף שגם לפרחים בעלי צלקת קטנה יש ביציות בגודל זהה, אך הן אינן מתפתחות לפרי. התפקוד הזכרי, כלומר אבקנים נושאי גרגירי אבקה, קיים בשני טיפוסים הפרחים, דהיינו בכל השיחים.

מתברר שלפנינו טיפוס זוויגיות נדיר ביותר בעולם הצמחים הקרוי **דו-ביתיות זכרית** (Androdioecy), כלומר חלק מהפרטים באוכלוסייה הם **דו-זוויגיים** (אנדרוגנייים), ואילו שאר הפרטים מתפקדים כזכרים בלבד.

פרח דו-זוויגי של בר-זית, ובו שני אבקנים וצלקת גדולה



פרח "זכר" פונקציונלי, ובו שני אבקנים וצלקת קטנה ומנוונת



■ **צמח דו-ביתי** - צמח שחלק מהפרטים באוכלוסייה שלו הם צמחי זכר, ושאר הפרטים - צמחי נקבה.

**טבלה 1: ממדי העלי, תדירות פריחה ותדירות פרייה, בשני טיפוסים הפרחים בבר-זית**

טיפוס הזוויג			
פרח זכר (פונקציונלי*)	פרח דו-זוויגי		
0.19	0.32	רוחב הצלקת	הגודל הממוצע (מ"מ) של העלי (שחלה, עמוד עלי וצלקת)
0.24	0.55	גובה הצלקת	
0.58	0.64	רוחב השחלה	
0.81	0.79	גובה השחלה	
0.31	0.40	גובה עמוד העלי	
1.36	1.75	גובה העלי כולו (שחלה, עמוד עלי, צלקת)	
75.4	63.0	אחוז הפריחה	תדירות ממוצעת (%) של פריחה ושל עשיית פרי, במהלך 5 שנות מעקב
0	36.8	אחוז עשיית פירות	

(\*) פרח זכר פונקציונלי - פרח שיש לו עלי בעל צלקת קטנה, שאינו מתפתח לפרי.

תיאוריות שונות מנסות להסביר את משמעותה של הדו-ביתיות הזכרית, ובמחקר שנערך לאחרונה בנושא זה במשפחת הזיתיים על-ידי החוקרת השוודית אווה וואלאנדר, היא מעלה את הסברה שלפנינו שלב מעבר אבולוציוני לקראת דו-ביתיות מלאה שפועלת לטובת האבקה זרה, ויעילות בהקצאת משאבי הצמח לתפקודים הזכריים (האבקה) והנקביים (ייצור פרי). מכאן שלפי תיאוריה זו, בר-זית בינוני נמצא בעיצומה של התפתחות אבולוציונית שבהמשכה הוא עתיד אולי להפוך לצמח **דו-ביתי** במלוא מובן המילה, כלומר כל פרט נושא רק פרחי זכר או רק פרחי נקבה. יצוין שבאותו זמן שבו גילינו את טיפוס הזוויגיות המיוחד בבר-זית בינוני, דווח על אותה תופעה עצמה באוכלוסיות של מין זה באיטליה ובספרד.

אלא שהבנת תופעות הרבייה בבר-זית בינוני מסתבכת עקב העובדה המוזרה ששיחים רבים באוכלוסיות הצמח מדלגים לעתים על פריחה, ובשנים מסוימות אינם פורחים כלל. במעקב פרטני של ארבע שנים ב-200 שיחים ברמת הנדיב, נמצא שההסתברות שצמח יפרח בשנה מסוימת היא 56 אחוז בלבד, ולא נצפה דגם סדיר של תדירות פריחה ברמת הפרטים - יש שיחים שבמהלך ארבע השנים פרחו כל שנה, אחרים פרחו בחלק מהשנים והיו גם כאלה שלא פרחו אפילו פעם אחת (מובן שבאלה גם איננו יודעים את טיפוס הזוויג). יתרה מזו, עצמת הפריחה, כלומר שפע הפרחים הנישאים על צמח פורח, משתנה (וריאבילית) מאוד, כאשר לצד פרטים שופעי פרחים נמצאו פרטים עם פריחה דלילה או מועטה ביותר. עוד נמצא שתדירות הפריחה ועצמתה גבוהות יותר אצל צמחים בעלי הצלקת הקטנה ("זכרים") מאשר אצל צמחים בעלי הצלקת הגדולה (דו-זוויגיים). כמו כן, שיעור עשיית הפרי באותם הצמחים הדו-זוויגיים שפרחו, נמוך ומשתנה מאוד. מעטים מהם מייצרים שפע של פירות, באחרים יכול הפרי דליל ויש גם כאלה שאינם עושים פרי בכלל, על אף שפרחו.

■ **ערך אֶדְפְּטִיבִי** - החשיבות שיש לתכונה מסוימת מבחינת ההתאמה של הפרט הנושא אותה, לחיים בסביבת חיים כלשהי.

יצוין שתופעות אלה של הימנעות מפריחה ומיצירת פרי ושונות בין-שנתית כה גבוהה במדדים אלה בין פרטים באוכלוסייה ובתוך אותו פרט, אינן מוכרות במינים אחרים של החורש הים-תיכוני, הגדלים בתנאים דומים. לא מצאנו קשר בין מידת השונות ושיעור הדילוג על פריחה ופרי, לבין השונות בכמות המשקעים השנתית, כלומר שנים שחונות לא היו דווקא מעוטות פריחה או פרי ושנים גשומות לא היו בהכרח עתירות פריחה ופרי באופן יחסי. המנגנון הפנימי הקובע את "ההחלטה" של הצמח לפרוח או להימנע מפריחה עדיין לא מובן, כמו גם המנגנונים האחראים לוויסות שיעורי עצמת הפריחה, אם אכן זו מתממשת והמנגנונים המכתיבים את מספר הפירות בפועל לכל שיח אינם ברורים עדיין.

פירות של בר-זית



עם זאת, אנחנו מנסים למצוא הסברים אבולוציוניים שיסבירו את **הערך האֶדְפְּטִיבִי** של מכלול תופעות הרבייה הזוויגית שנמצאו בבר-זית בינוני, המסייע לאורגניזם לשרוד ולהתרבות בתנאי סביבה נתונים.

כיוון הסבר אפשרי מסתמך על מחקרים אחדים שנעשו בפירות עסיסיים של מיני עצים ושיחים ים-תיכוניים. מחקרים אלה מייחסים חשיבות רבה לבעלי חיים מזיקים ובעיקר לחרקים, כגורמי סלקציה על מדדים שונים של עשיית פרי. למשל, זחלי חרקים ניזונים מפירות ומכלים אותם ללא מתן שירות של הפצה, כפי שעושות הציפורים אוכלות הפרי, ומכאן שנוצר לחץ ברירה על הצמח לטובת הימנעות מנזקי אכילה אלה. ייתכן שעקב אי הסדירות והשונות ביצירת פרי, קטן הסיכוי להיווצרות אוכלוסיות גדולות ויציבות של מזיקים. הצמח "מתחמק" מהמזיקים, אך משלם מחיר בהקטנת פוטנציאל הרבייה שלו.

## יתוצים מעפיצים

ממצא מעניין נוסף שהתגלה בבר-זית בינוני עולה בקנה אחד עם סברה זו. במהלך המחקר הבחנו על חלק מהעצים בפירות משונים שאינם כדוריים ואינם מבשילים, כלומר פירות "מעוותים" הנותרים ירוקים בעת שהפירות התקינים הכדוריים הופכים להיות סגולים ועסיסיים.

כאשר חתכנו פרי מעוות כזה והסתכלנו עליו מבעד לבינוקולר, גילינו בתוכו זחל כתום וזעיר. הזחל זוהה כזחל של **יתוץ** על-ידי נטע דורצין החוקרת את "חברי" משפחת היתוציים הנמנים עם תת-סדרת היתושים. התברר לנו אפוא שהפרי המעוות אינו פרי כי אם **עפץ**.

אנחנו, בני אנוש, נוטים לחשוב על יתושים כעל חרקים טורדניים העוקצים אותנו, מוצצים את דמנו ומותירים אותנו מתגרדים ונרגנים על לא עוול בכפנו. מסתבר שיש משפחות יתושים עלומות שעמן נמנים מינים מרתקים. כזאת היא משפחת היתוציים (Cecidomyiidae) שעמה נמנים מיני יתושים היוצרים עפצים בצמחים.

## מהו עפץ ולשם מה נועד?

עפץ נראה כגידול מוזר המתפתח על העלים של צמחים מסוימים ועל הגבעולים, השורשים או על הפרחים של צמחים אחרים. העפץ נוצר על צמח המשמש פונדקאי לבעל-החיים המעפיץ, שעל פי רוב הנו חרק אך יכול להיות גם וירוס, חיידק או פטרייה. חוקרי העפצים סבורים שבעל-החיים המעפיץ מחדיר חומר כימי הדומה להורמון צמיחה לתוך רקמת הצמח. ההורמון המדומה "מבלבל" את הצמח ומתחיל תהליך שבו התאים גדלים יתר על המידה ומתחלקים בתדירות גבוהה מהרגיל. בה בעת מתפתחת מאוד "צנרת" ההובלה, ואל העפץ מוזרמים שפע של מים, מינרלים ומוטמעים. התוצאה היא התפתחות אותו גידול מוזר ויצירה של העפץ המשמש בעת ובעונה אחת מקור מזון ובית גידול נוח למעפיץ המתפתח בתוכו. אצל חרקים מעפיצים מתפתחים בדרך כלל הזחלים בתוך העפץ ולרוב גם מתגלמים בו.

עפץ חתוך ובו זחל של יתוץ



■ **יתוצים** - משפחה של יתושים עדינים המונה כ-4,000 מינים, שמרביתם גורמים ליצירת עפצים.

■ **עפץ** - גידול חריג של רקמת הצמח, בתגובה לפגיעה של חרק, של וירוס, של חיידק, של פטרייה וכדומה. צורת העפצים אופיינית ותלויה בצמח ובגורם לעפץ.



יתוץ על פרח של בר-זית



עפצים הנראים כמו פירות מעוותים

בעפצים שמצאנו בבר-זית בינוני הסתבר שהזחל מתגלם בתוך העפץ, ולקראת עונת הפריחה פורץ הגולם את דופן העפץ בעזרת זיזים מיוחדים שבהם הוא מצויד. מעטפת הגולם נשארת דבוקה לעפץ, ומתוכה מתעופף היתוך הבוגר. היתוצים מתעופפים אל פרחי הבר-זית, נפגשים שם ומזדווגים. הנקבה, לאחר שהופרתה, שולפת צינור הטלה דמוי מחט ומטילה ביצה לתוך שחלת הפרח. שחלת הפרח מתפתחת לעפץ שבו גדל זחל היתוך, וחוזר חלילה. ברור שמהשחלות הנגועות לא מתפתח פרי. היתוך המעפיץ נקרא *Probrugmanniella phillyrea*, ומסתבר שהוא מעפיץ לא רק בבר-זית בינוני (*Phillyrea latifolia* L.) אלא גם מין בר-זית נוסף שאינו גדל בארץ אלא בארצות מערב הים התיכון והוא נקרא בר-זית צר-עלים (*Phillyrea angustifolia* L.).

שיעור הנגיעות של שחלות בר-זית בינוני ביתוצים אינו גבוה, והם תוקפים שחלות של פרחים דו-זוויגיים ו"זכריים" (בעלי צלקות קטנות) כאחד. אנו מעלים סברה כי ייתכן מאוד שאי הסדירות בפריחה ובעשיית הפרי בשיחי בר-זית בינוני מווסתת את אוכלוסיות היתוצים ומשאירה אותן "על אש קטנה". בנוסף, היות שהיתוצים תוקפים גם את פרחי העצים ה"זכריים" שבלאו הכי לא יחנטו פרי, נוצרת הסטה וחלה ירידה בשיעור הפגיעה בפירות התקינים בעצים הדו-זוויגיים. ייתכן גם שמזיקים נוספים של שחלות הפרח תוקפים את הבר-זית הבינוני, ואם כך הדבר, מתחזק ההסבר הזה, אלא שעל כך יש לערוך תצפיות ומחקרים נוספים.

עפצים שאליהם דבוקים גלמים ריקים, לאחר שהיתוצים הבוגרים בקעו מהם



## מקורות

1. פולק ג', שוורץ-צחור ר' (2003). הביולוגיה והאקולוגיה של בר-זית בינוני - סקירת ספרות וסיכום מחקרים ברמת הנדיב. הוצאת יד הנדיב והחברה להגנת הטבע.
2. שוורץ-צחור ר', פולק ג' (2003). יתושים מעפיצים ומיניות נדירה בבר-זית בינוני - מה הקשר?, טבע הדברים, 95: 104-113.
3. פולק ג', שוורץ-צחור ר', פרבולוצקי א' (2001). העיתוי והעוצמה של התהליכים הפנולוגיים בבר-זית בינוני *Phillyrea latifolia* L. בתנאי סובב ים תיכוני ותחת משטרי הפרעה. אקולוגיה וסביבה, 6(3-4): 156-169.

## שאלות

1. המחקר חשף יחסי גומלין מיוחדים בין יתוצים לבין צמחי בר-זית.
  - א. מהי ההשפעה של יחסי גומלין אלה על הצמח?
  - ב. מהי החשיבות של יחסי גומלין אלה ליתוצים?
2. היתוצים מעפיצים הן את פרחי הצמחים הזכריים והן את הפרחים הדו-זוויגיים. האם כתוצאה מכך הפגיעה בבר-זית קטנה או גדולה יותר? הסבירו.
3. שיחי בר-זית רבים אינם פורחים כל שנה, ועוצמת הפריחה שלהם (בשנים של פריחה) אינה קבועה. הסבירו מה היתרון ומה החיסרון של תכונה זאת לצמחים?