

כף-הצפרדע בישראל

יריב עברי

הסוג **כף-הצפרדע** (*Alisma*) הוא אחד משני הסוגים של משפחת **כף-הצפרדע** (*Alismataceae*) הגדלים בארץ, והוא מיוצג בה בשני מינים: **כף-הצפרדע האיזמלנית** *Alisma lanceolatum* With. ו**כף-הצפרדע הלחכית** *Alisma plantago - aquatica* L. אלו הם צמחי ביצה יפי-פריחה אשר תפוצתם פחתה מאוד בעשרות השנים האחרונות עקב ייבוש וצמצום בתי-גידולם.

המינים בסוג (כ-9 מינים) הם צמחים רב-שנתיים בעלי קנה שורש אשר עליהם טבולים בבסיסם במים. תפוצת הסוג היא בעיקר באזורים ממוזגים. בישראל גדלים הצמחים בצפון הארץ ובמרכז.

בעוד שבשראל יש לכף-הצפרדע הלחכית תפוצה מצומצמת בצפון הארץ, הרי שבמשרעת התפוצה העולמית גדלים שני המינים בשטחים נרחבים בברי-גידול משותפים. ברשימה זו ייסקרו שני המינים בארץ על-פי נתוני ספרות, נתוני עשבייה, על סמך תצפיות בטבע שנערכו בבית-גידול משותף ותצפיות בצמחי מעקב.

ביצוע התצפיות ואיסוף הנתונים

נתונים על תפוצה וסימני הבחנה של המינים נלקחו מספרות אודות הסוג **כף-הצפרדע** (4,3), מספרי המחקר של צמחיית הארץ והארצות השכנות (9,7,5,2,1), מאוסף העשבייה של האוניברסיטה העברית בירושלים וממעש אהרונסון. פרטים על הביולוגיה של הפרחים וההאבקה נלקחו מספרות בתחום זה (8,6,4,3). תצפיות בביולוגיה של הפרחים וההאבקה נערכו בקיץ 1987 במעיינות הנוחיללה (נ.צ: 2963, 2109) ובהעלת הנוחיללה שמצפון לתל דן. (נ.צ: 2951, 2107) תצפיות בצמחי מעקב נערכו ב-3 צמחים מכל מין אשר הועברו לאילת השחר באישור רשות שמורות הטבע. בגמר התצפיות נשתלו הצמחים מחדש בבית-גידולם.

תצפיות במהלך הפריחה נעשו באמצעות סטריאוסקופ (50x) ומיקרוסקופ אור (400x). קיום אפשרות לפיזור אבקה באמצעות רוח נבדקה על-ידי מלכודות אבקה שהותקנו מלוחות זכוכית מצופים באגר גליצרין 5%.

נתוני ספרות ועשבייה

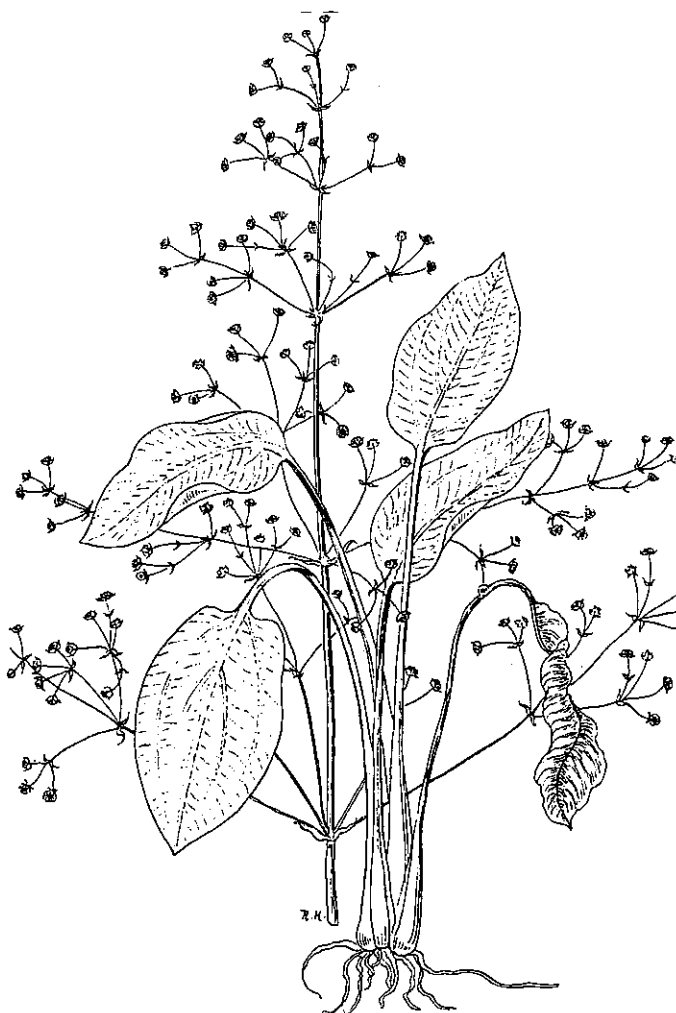
תפוצה: כף-הצפרדע הלחכית גדלה כיום בישראל בצפון עמק החולה, במעיינות הנוחיללה, עין באריד ועין דיב, ובנחלים היוצאים מהם ונאספים בתעלת הנוחיללה מצפון לתל דן.



Alisma lanceolatum with. כף הצפרדע האזמלנית.

עד 1987 הייתה ידועה אוכלוסייה קטנה נוספת ממין זה במעיין שבכפר עין קיניה שבחרמון, אך היא נכחדה עקב איסוף מל המעיין בצינורות ב-1987. בעבר נאסף הצמח ממקומות נוספים בעמק החולה, בבירכת צלחיה (מדרום-מזרח לכפר בלום) על-ידי נ. פלינברון ב-23.6.1952 ומנחל עינן (מלחה) על-ידי ד. זהרי ב-4.9.1941. על-פי Post (9) מצוי הצמח בנחל Auga בחולה, בדותן שבשומרון, בחדרה וכו'. איזכורים אלו נראים מפוקפקים מכיוון שאין איסופים מהארץ של הצמח מדרום לעמק החולה, וגם ב-Flora Palaestina (7) לא נכללים נתונים אלו. הנקודה הדרומית ביותר בארץ שבה גדלה כיום כף-הצפרדע הלחכית היא שני ק"מ מדרום לתל דן.

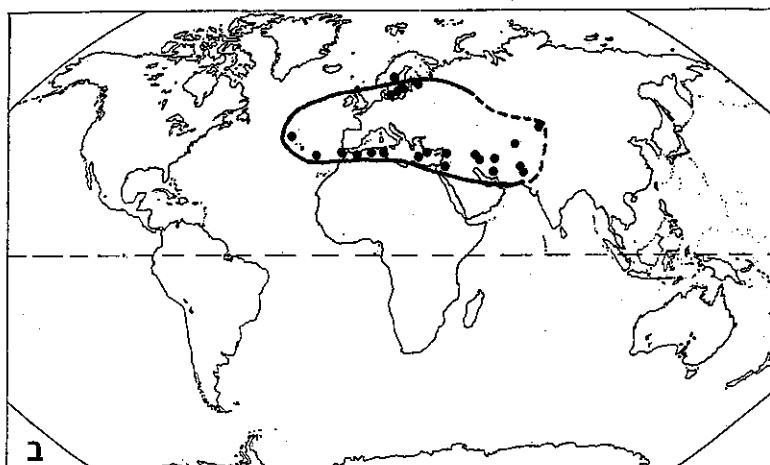
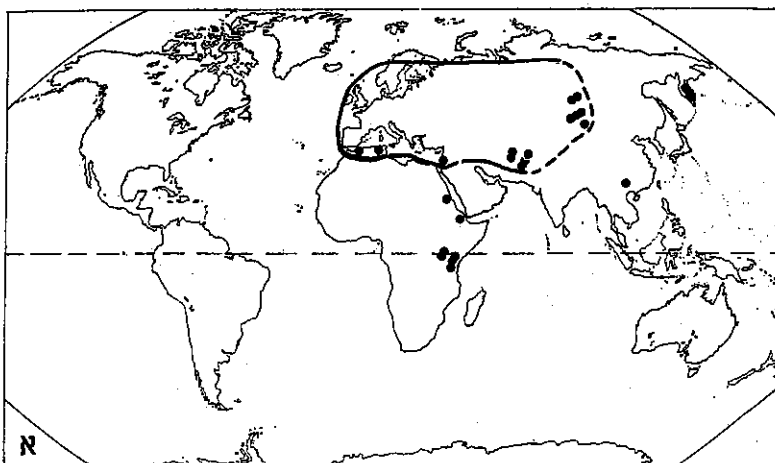
למין זה יש תפוצה עולמית נרחבת יותר מאשר למינים אחרים בסוג, והיא כוללת את מרבית אירופה, ארצות הים התיכון ואזורים נרחבים באסיה (ראה איור 1). בדורות האחרונים הובאה לדרום אמריקה, דרום אפריקה, דרום אוסטרליה וביו זילנד והתפשטה שם (3). תפוצתה בחצי כדור הארץ הדרומי נחשבת איפוא למשנית.



כף הצפרדע הלחכית *Alisma plantago-aquatica* L.

לכף-הצפרדע האיזמלנית הייתה וישנה עדיין תפוצה רחבה יותר בארץ, ומלבד עמק החולה היא גדלה גם בגולן (צפון ומרכז הגולן), עמק עכו, עמק יזרעאל, חוף הכרמל, השרון, חוף פלשת, השפלה, והשומרון (איור 2). אולם גם באוכלוסיות של מין זה בארץ ניכרת הפחתה מדאיגה, ובמקומות רבים תפוצתו נקודתית בלבד. תפוצת מין זה בעולם חופפת את זו של כף-הצפרדע הלחכית, אך אינה רחבה כשל מין זה, והיא כוללת את מרבית אירופה, אזור הים התיכון והמזרח התיכון.

בדורות האחרונים הובאה כף-הצפרדע האיזמלנית גם לצפון אמריקה. הצמח כנראה רגיש לקור יותר מאשר כף-הצפרדע הלחכית ואינו גדל בצפון אירופה. לעומת זאת, כף-הצפרדע האיזמלנית נפוצה יותר מכף-הצפרדע הלחכית באזור הים-תיכוני ובאסיה הקטנה (3). הצמחים גדלים במשותף בבתי-גידול לחים רבים בתחום תפוצתם, וכך גם



איור 1. מפת התפוצה של שני מיני כף הצפרדע.
 א. כף הצפרדע הלחית *Alisma plantago*
 ב. כף הצפרדע האזמלנית *Alisma lanceolatum*

במעיינות נוחיילה בארץ גדלים הצמחים זה בצד זה בשולי זרימות כאשר חלקיהם התחתונים טבולים במים או בקרקע ביצתית לחה. בבית-גידול זה יש צמחים הנראים כצורות ביניים שלהם. ע"פ Bjorkuist (4,3) שני המינים מכליאים ביניהם בטבע, אך לצורות הביניים יש פוריות נמוכה.

על-פי המגדיר החדש לצמחי ישראל (2) גדל במלחות בסיני מין נוסף מהסוג - כף-הצפרדע הדגנית (*Alisma gramineum* Lejeune). הצמח גדל במים מלוחים, ותפוצתו באירופה המזרחית ובקדמת אסיה, אך הוא מתפשט גם עד דנמרק וצרפת. לצמח זה יש בדרך כלל עלים צרים ביחס למינים שנזכרו לעיל והוא נבדל מהם גם בפרחיו הקטנים יחסית ובעמודי עלי קצרים ביחס בפרחים. אין איסופים של צמח זה בעשבייה בירושלים.



איור 2. תפוצת כף צפרדע אזמלנית וכף צפרדע לחכית בארץ.

סימני היכר וזיהוי של הצמחים

העלים: טרף העלה של כף-הצפרדע האיזמלנית ארוך ביחס לרוחבו (יחס של יותר מפי שלושה בין אורך העלה לרוחבו), ואילו הטרף של כף-הצפרדע הלחכית הוא ביצי, לעתים לבוב בבסיסו, ואורכו אינו עולה בדרך-כלל על רוחבו ביחס של יותר מפי שניים. (מנתוני Flora Palaestina ומדידות אישיות). תכונות העלה נחשבות רק לתכונות מסייעות מבחינה טקסונומית, בשל ההשחנות הרבה במורפולוגיה ובמבנה העלה בהתאם לתנאי בית-הגידול (3).

הפרחים: לפרחים בסוג 3 עלי גביע מפורדים ו-3 עלי כותרת מפורדים אף הם. בבסיס עלי הכותרת כתם צהוב. לפרחים 6 אבקנים שמאביהם האליפסואידים נפתחים בסדקי אורך. לגרגרי האבקה צורה מעוגלת פחות או יותר וגודלם 26-31 מיקרומטר*. מספר העליים איננו קבוע (11-28) אך בדרך-כלל מספרם בכך-הצפרדע האיזמלנית נמוך מאשר בכך-הצפרדע הלחכית. בכל עלי ביצית אחת. הצוף מופרש מצופנים מחיצתיים המצויים בדפנות השחלות בין כל שני עליים ונאגר בבסיס הפרח. משך חיי הפרח בדרך כלל בין 6 ל-11.5 שעות (3). הבדלים בפרחים של שני המינים מסוכמים בטבלה 1 (עפ"י 3).

טבלה 1. סיכום ההבדלים בין כך-הצפרדע הלחכית לבין כך-הצפרדע האיזמלנית.

התכונה	כך-הצפרדע הלחכית	כך-הצפרדע האיזמלנית
אורך עלי הכותרת	3.5 - 6 מ"מ	4.5 - 6.5 מ"מ
צבע הכותרת	לבן עד ורוד בהיר	ורוד
מידת הכיסוי של פפילות הצלקות	לא יותר מחמישית אורכו של עמוד העלי	מחצית או יותר מאורכו של עמוד העלי
גודל הפפילות של הצלקות	ממוצע: 31.6 מיקרומטר תחום: 19-44 מיקרומטר	ממוצע: 51.7 מיקרומטר תחום: 38-69 מיקרומטר

האבקה: הפרחים מסווגים בעמדות מעבר בין האבקת רוח להאבקת חרקים (6). בפרחים מתרחשת האבקה עצמית באופן ספונטני, וכל ביצית הופכת לזרע (3) ע"פ Percival (8). שחרור האבקה מהמאבקים נעשה בין השעות 10.00-13.00 כאשר ע"פ מיונה, הצמח (כך-הצפרדע הלחכית) נמנה עם הצמחים פורחי הצהריים. שחרור האבקה מהמאבקים מהיר מאוד (לעתים מתרחש בתוך 30 דקות) כאשר המאבקים נפתחים בו-בזמן. שחרור האבקה אינו מתעכב גם כאשר הלחות באוויר היא 98%, אך בגשם כאשר המאבקים רטובים, אין הם נפתחים. כמות האבקה המיוצרת בפרח היא מעטה (0.06 מ"ג בלבד), אך היא נאספת על-ידי דבורי דבש הלוגמות גם צוף בפרחים (שם).

מספרי כרומוזומים: מספר הכרומוזומים של כך-הצפרדע הלחכית הוא $2n=14$. זהו מספר הכרומוזומים הנמוך ביותר בסוג שיש בו גם צמחים בעלי טטראפלואידיות

* מיקרומטר - מיליונית המטר, אלפית המילימטר.

והקסאפולואידיות* (המספר הבסיסי הוא 7). אי לכך, נחשב כיום כף-הצפרדע הלחכית לצמח העתיק בסוגו. בכף-הצפרדע האיזמלנית יש שני טיפוסים כרומוזומליים, של $2n=26$ ו- $2n=28$, אשר קשה להבחין ביניהם מבחינה מורפולוגית, אך הם מבודדים אחד מהשני במידה רבה. לצורת הביניים של כף-הצפרדע הלחכית וכף-הצפרדע האיזמלנית יש הרכב של $2n=21$, שהוא תוצר הכלאה בטבע של כף-הצפרדע הלחכית עם הטיפוס הכרומוזומלי של $2n=28$ בכף-הצפרדע האיזמלנית. צורות הביניים של מינים אלו הן היחידות שנמצאו בטבע בסוג כף הצפרדע. (4,3).

מידות ותצפיות בארץ

הפרחים: הפרחים של כף-הצפרדע האיזמלנית גדולים בדרך-כלל מאלו של כף-הצפרדע הלחכית: כ-10,1 מ"מ בכף-הצפרדע האיזמלנית לעומת 8 מ"מ בכף-הצפרדע הלחכית ($12=N$) פרחים מכל מין. $p > 0.001$). מספר עמודי העלי בכף-הצפרדע האיזמלנית הוא 11-12 (לעתים רחוקות 13-14) ומספרם בכף-הצפרדע הלחכית הוא 15-16 (17).

עונת הפריחה: עונת הפריחה היא ממושכת ומשתרעת ממרץ עד נובמבר (כולל). הפריחה בארץ של כף-הצפרדע האיזמלנית מקדימה בכחודש וחצי את זו של כף-הצפרדע הלחכית, על-פי Bjorkuist (3). גם בשוודיה מקדימה פריחת כף-הצפרדע האיזמלנית במספר שבועות את זו של כף-הצפרדע הלחכית.

מגנבון הפריחה: משך חיי הפרח שונה בהתאם לתנאי מזג האוויר. בימים חמים ונאים נשארים הפרחים פתוחים למשך של 6-7 שעות בלבד, אך בימים קרירים ומעוננים מתארך משך חיי הפרח עד ל-10 שעות וליותר, ובימי גשם מתארך משך חיי הפרח ל-24 שעות וליותר, והפרחים ייבלו רק למחרת יום פתיחתם. פתיחתם וסגירתם של הפרחים בכף-הצפרדע האיזמלנית מקדימה את הפתיחה והסגירה של פרחי כף-הצפרדע הלחכית ב-1.5-2.5 שעות בדרך-כלל. בימים נאים וחמים נפתחים פרחי כף-הצפרדע האיזמלנית בין השעות 8.00-9.00, והם נסגרים בין השעות 13.00-15.00. לעומת זאת, פרחי כף-הצפרדע הלחכית נפתחים בימים כאלו בין השעות 9.30-10.30 ונסגרים בין השעות 16.00-17.00. מאבקי האבקנים נפתחים בשעות הבוקר המוקדמות, לעתים כאשר הניצן עודו סגור. בכף-הצפרדע האיזמלנית ניצבות הצלקות במרכז הפרח בעת פתיחתו, והמאבקים שרויים בתהליך פתיחה, מתרחקים מתרכז עם פרישת הכותרת. לעומת זאת, בכף-הצפרדע הלחכית שרויים המאבקים בשלב פתיחה מתקדם עוד בניצן, וחלקם נמצא במגע עם הצלקות. עם פרישת הכותרת מתרחקים גם כאן האבקנים ממרכז הפרח. בשני המינים פונות הצלקות בהדרגה כלפי היקף הפרח. בעת סגירת הפרחים מתקפלים עלי הכותרת כלפי

* טטראפולואידי - בעל ארבעה מערכי כרומוזומים (4n).
הקסאפולואידי - בעל שישה מערכי כרומוזומים (6n).

מרכז הפרח, וזירי האבקנים מוטים כלפי מרכז הפרח. בכף-הצפרדע האיזמלנית באים כעת חלק ממאבקי האבקנים במגע עם צלקות הפרחים, ולאחר מכן מתקפלים הזירים לאחור. לעומת זאת, בכף-הצפרדע הלחכית מתקפלים הזירים לאחור עוד טרם קיפולם של עלי הכותרת, וכתוצאה מכך אין המאבקים באים במגע עם הצלקות בדרך-כלל.

דרכי ההאבקה

בפרחים מתקיימת האבקה בדרכים שונות:

האבקה עצמית

מבנה הפרח ומנגנון הפריחה מאפשרים האבקה עצמית. בכף-הצפרדע האיזמלנית נושאים המאבקים מעט אבקה בעת פרישת הכותרת, והם מתרחקים ממרכז הפרח בעת פתיחתו. כפועל יוצא מואבקות צלקות מעטות יחסית בשלב זה של הפריחה (13% מהצלקות מואבקות בעת פתיחת הפרחים, $N=15$ פרחים). לעומת זאת, האבקה עצמית במידה רבה יותר עשויה להתבצע במין זה בעת סגירת הפרחים כאשר האבקנים נעים כלפי מרכז הפרח. בכף-הצפרדע הלחכית המאבקים נושאים אבקה רבה יותר בעת פתיחת הפרח, וכפועל יוצא מכך מואבקות צלקות רבות יותר כבר בשלב זה של הפריחה (כ-32% מהצלקות מואבקות בעת פתיחת הפרחים, $N=15$ פרחים). לעומת זאת, לא מתבצעת בדרך-כלל במין זה האבקה עצמית בעת סגירת הפרחים, בשל קיפול הזירים לאחור עוד לפני התכנסות הכותרת.

האבקה באמצעות הרוח

בעת נשיבת רוחות בינוניות נצפה מעבר של גרגרי אבקה לצלקות הפרחים. במלכודות אבקה שהונחו במרחק 10 ס"מ מהפרחים, נמצאו גרגרי אבקה מעטים ביחס (בין 0-8 גרגרי אבקה למלכודת בגודל 10 3 ס"מ), ואילו במלכודות שהונחו במרחק 50 ס"מ מהפרחים נמצאו גרגרי אבקה רק לעתים רחוקות. נראה לכן, שהאבקה רוח יעילה לטווחים קצרים בלבד (בפרח עצמו או בהאבקה שכנים).

האבקה באמצעות חרקים

מבנה הפרח הפתוח מאפשר בו ביקורים של חרקים בעלי גפי פה קצרים. בפרחים מבקרים חרקים קטנים יחסית, כדבורים קטנות, נמלים, חיפושיות זעירות וזבובים ממשפחות שונות. בפרחים מבקרים גם חרקים זעירים מה-*Thysanoptera*, התורמים אף הם להאבקה הפרחים במידה זו או אחרת. בעוד שדבורים קטנות מבקרות בפרחים בכדי לאסוף אבקה בעיקר, הרי שמרבית הזבובים לוגמים צוף הנאגר בתחתית הפרח. זבובי רחף מבקרים בפרחים לשם אכילת אבקה ולגימת צוף. הן זבובים והן דבורים נצפו במעבר בין פרחים משני המינים. בדרך-כלל ראשונים לבקר בפרחים הם זבובי הרחף (בכף-הצפרדע האיזמלנית), אך בהדרגה, עם התחממות האוויר, פוחתת פעילותם ומתרבים ביקוריהן של דבורים קטנות בפרחים. בשעות אחר-הצהריים שוב עולה מספרם של זבובי הרחף המבקרים בפרחים.

התאמות לתנאי גשם

בימי גשם נפתחים הפרחים, אך כאשר המאבקים נרטבים הם אינם נפתחים. ליבוש פני המאבקים מביא לפתיחתם ולשחרור מהיר של האבקה.

יעילות ההאבקה

יעילות ההאבקה בדרכים השונות היא גבוהה (בעיקר בימים נאים וחמים). בצמחי המעקב שהועברו לאיילת השחר נמצא בדרך-כלל כשעה לאחר פתיחת הפרחים כבר מואבקות בהם מרבית הצלקות. (בשבוע שבין ה-5.10 ל-12.10 1987 היו 100% צלקות מואבקות שעה אחת לאחר פתיחת הפרחים).

דיון

בצמחי כף-הצפרדע קיימת גמישות רבה של דרכי ההאבקה בפרחים. גמישות זאת יש לראות על רקע תחום התפוצה באזורים צפוניים בעיקר, שם האקלים אינו יציב וגשמי קיץ שכיחים בעונת הפריחה. כך למשל, בימים נאים וחמים עשויה מרבית ההאבקה להיות מושגת באמצעות האבקת חרקים, בימי נשיבת רוחות - באמצעות האבקת רוח, ובימי סגריר - בהאבקה עצמית. בימים כאלו מתמשכים שלבי הפריחה השונים, ולכן גדל הסיכוי להאבקה עצמית.

שני המינים הם מינים קרובים, הגדלים בבת-גידול משותפים ואשר פריחתם חופפת במרבית עונת הפריחה. כתנאים כאלה עשויות להיווצר צורות ביניים שלהם, בעיקר כתוצאה מהאבקת חרקים. כאמור, גדלים במעיינות נוחיילה צמחים ה"חשודים" כצורות ביניים כאלה, אך ההוכחה במקרה זה קשה בשל היעדר אוכלוסיות מבודדות של כף-הצפרדע הלחכית בארץ. נראה שהכלאה בין שני המינים מצטמצמת בשל שעות פריחה שונות כאשר החפיפה מתקיימת רק בכ-1/3 ממשך הפריחה המשותף לשני המינים (בין 10.00 ל-13.00 בימים נאים). הפריחה בשעות שונות משפיעה על צמצום ההכלאה גם בכך, שעם פתיחת פרחי כף-הצפרדע הלחכית מואבקות בהם כבר צלקות רבות כתוצאה מהאבקה עצמית, ובאותה עת כבר מואבקות צלקות רבות בכף-הצפרדע האיזמלנית כתוצאה מהאבקת רוח או האבקת חרקים.

רשימת הספרות:

1. אהרונסון, א. (ערכו אופנהיימר ה.ר. ואבן ארי מ.). (1940) צמח מערב הירדן II. הוצאת קרן אהרונסון. זיכרון יעקב.
2. זהרי, מ. (1976) מגדיר חדש לצמחי ישראל, הוצאת עם עובד.
3. Bjorkuist, I. (1967). Studies in Alisma L., Op. Bot. (Lund) 17:1-128

4. Bjorkuist, I. (1968). Studies in *Alisma* L., Op. Bot. (Lund) 19:1-138
5. Dandy, J. E. (1971). Alismataceae, in K. H. Rechinger (ed) Flora Iranica 78:1-5
6. Dauman, E. (1966). Pollenkitt, Bestäubungsart und Phylogenie. Novit. bot. univ. Carol. Pragensis. 1966, 19-28.
7. Feinbrun - Dothan, N. (1986). Flora Palaestina. Vol. 4: 1-2.
8. Percival, M.S. (1955). The presentation of pollen in certain Angiosperms and its collection by *Apis Mellifera*. New Phytol. 54, 353-68.
9. Post, G.E. Dinsmore J.E. (1933) Flora of Syria, Palaestina and Sinai. 2nd ed. Vol 2: 537-538