

רבי רגלים בקלי-קלות - *Millipedes Made Easy*

א. מבוא

מחלקת רבי הרגלים (millipedes (Diplopoda) כוללת כ-10,000 מינים מתוארים. לבעלי חיים אלו היסטוריה מכובדת ורבת שנים על כדור הארץ, המשתרעת על כ-400 מיליוני שנים. חשיבותם האקולוגית של רבי הרגלים עצומה: בריאותם והישרדותם של כל יער נשיר תלויה בהם, מכיוון שרבי הרגלים הם מבין המפרקים המכאניים הראשיים של עצים ונשר עלים, בעיקר באזורים הטרופיים. למרות חשיבותם הרבה, זה זמן רב שרבי הרגלים הוזנחו בכל תחומי המחקר הביולוגיים ומעט הוא הידוע עליהם. אפילו זיהוי בסיסי של דגימות הוא אתגר. אנחנו מקווים להפוך את זיהוי רבי הרגלים נגיש לכל. האתגר הראשון הוא להבחין בין נציגים של מחלקת רבי הרגלים (Diplopoda) ממחלקות אחרות של מרבי רגל (Myriapoda) כמו מחלקת הנדלים (Chilopoda) או משתי מחלקות נוספות של מרבי רגל זעירים (Pauropoda; Symphyla).

חלק ב' של מגדיר זה מדגים את ההבדלים בין ארבעת המחלקות השונות השייכות למרבי הרגל (Myriapoda). **בחלק ג'** ניתנת הקדמה קצרה למורפולוגיה (מבנה) של רבי הרגלים. **בחלק ד'** רשימת עצות העוזרות בטיפול בדגימות מתחת לסטריאו-מיקרוסקופ (בינוקולר, dissecting scope). **בחלק ו'** ניתן למצוא את המפתח המאויר לסדרות רבי הרגלים במספר שפות. בעת הכנת המפתח שמנו דגש על שיקולים מעשיים. ניסינו להשתמש בתכונות קלות לזיהוי אשר יאפשרו לאדם שאינו מומחה לרבי רגלים למצוא את הדרך הנכונה והמהירה לזיהוי הסדרה. חלק מהסעיפים אינם דיכטומיים (בעלי שני תת סעיפים), אך מאורגנים לפי עקרון ה- "רב-ברירה": מספר תכונות אפשריות שאינן יכולות להתקיים בו-זמנית ומופיעות כסעיפים בדידים, על המשתמש לבחור רק סעיף אחד. בתרגום לעברית הוספנו מילון מושגים אותו ניתן למצוא בסוף המפתח לזיהוי סדרות רבי הרגלים. לאחר היכרות עם התכונות המשמשות להגדרה, ניתן להשתמש בתרשים הזרימה שנמצא בסוף המפתח, מיד לאחר מילון המושגים.

חלק נוסף כולל טבלאות זיהוי שבעזרתן ניתן לוודא האם הדגימות הוגדרו נכון. בטבלה מספר

- 1 רשימת תכונות מפתח עבור כל אחת מהסדרות, וטבלה מספר 2 מכילה את אזורי התפוצה הגיאוגרפית לכל סדרה. הדגימה שהוגדרה צריכה להיות בעלת התכונות בטבלה 1 ולהימצא באזור הגיאוגרפי בטבלה 2. כל חוסר התאמה מצביע על בעיה בהגדרה. **בטבלה מספר 3** רשימת כל המשפחות שבתוקף כיום עם התפוצה הגיאוגרפית שלהם. לדוגמא, אם הגדרת פרט מדרום אפריקה כשייך לסדרה Polydesmida, ניתן להסתכל בטבלה מספר 3 ולבדוק איזה משפחות ידועות כיום בסדרה זו מדרום אפריקה. מידע זה יעזור לצמצם את מספר המשפחות שיש לבחון על מנת להגדיר את הדגימה לרמת המשפחה, הסוג והמין. עם זאת, יש לזכור שייתכן ומצאת פרט השייך למשפחה שלא דווחה עד כה מדרום אפריקה. במקרה ומצאת פרט שלא דווח עד כה מדרום אפריקה, ייתכן כי משפחה זו היא משפחה פולשת, שהגיעה לדרום אפריקה בעקבות פעילות האדם ורק לאחרונה

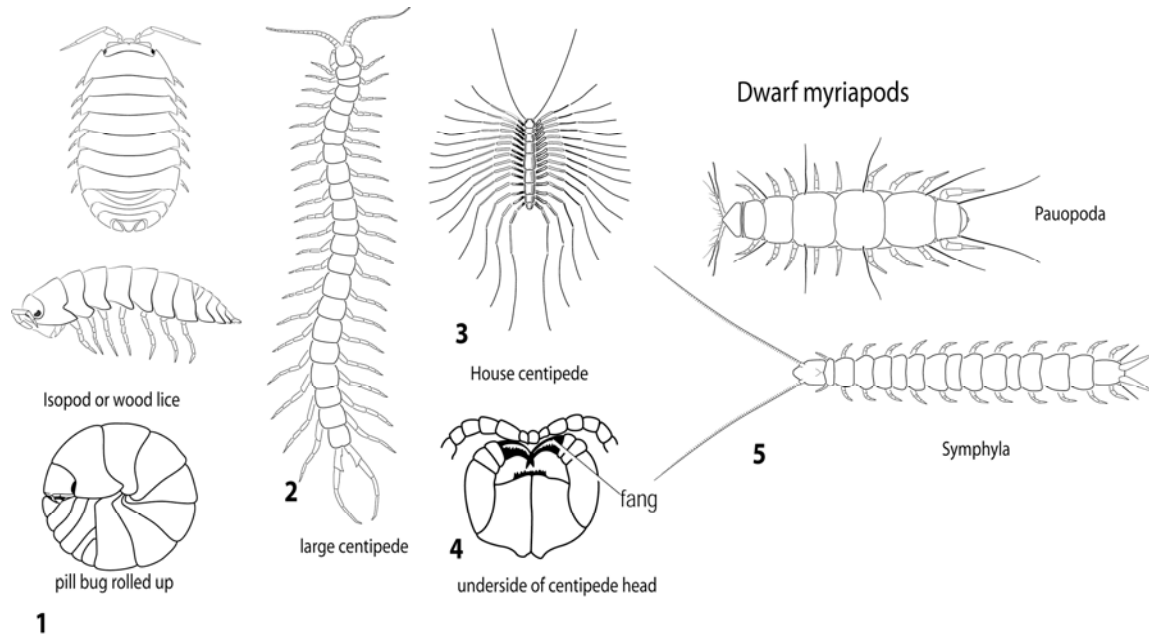
התרחשה התבססות אוכלוסיות מוצלחת. לחילופין, ייתכן כי מין זה ומשפחה זו קיימים בדרום אפריקה זמן רב, אך אף אחד לא מצא או לא זיהה אותם קודם לכן. במקרה האחרון הימצאות חברי משפחה זו בדרום אפריקה היא מידע חדש למדע.

המונחים הטכניים שהשתמשנו בהם מוסברים במילון. רשימה של ספרות מקצועית-מדעית חשובה בנושא רבי רגלים מופיעה בביבליוגרפיה, בפרק תוצרים וכלים (Tools & Products) באתר MILLI-PEET.

ב. מהם רבי רגלים?

לכל רבי הרגלים גוף ארוך ושני זוגות רגלים היוצאות מכל טבעת גוף. רבי הרגלים משתייכים לקבוצה של בעלי חיים הנקראים מרבי רגל Myriapoda. קבוצת מרבי הרגל כוללת ארבע מחלקות נפרדות: רבי הרגלים (Diplopoda), נדלים (Chilopoda), ושתי מחלקות של מרבי רגל זעירים (dwarf Myriapods: Symphyla, Pauropoda). קיימת סבירות גבוהה שהמחלקות היחידות המוכרות לך הן רבי הרגלים והנדלים (איור 2, 3).

לנדלים מחושים ארוכים לעומת רבי הרגלים שהם בעלי מחושים קצרים. לנדלים זוג רגלים יחיד בכל טבעת גוף ולעיתים זוג הרגלים יכול להיות ארוך, כמו בנדל הבית האמריקאי (איור 3). בעוד רוב רבי הרגלים הם צמחוניים, הנדלים הם טורפים הצדים טרף. זוג הגפיים של פרק הגוף הראשון של הנדלים - ה "רגלסות", אשר בבסיסן נמצאות בלוטות ארס, בעלות קצה חד ונוקשה (ניבי ארס) ובו ממוקמים פתחי הארס (איור 4). רק הנדלים הגדולים ביותר יכולים לנשוך בני אדם (איור 2). שתי המחלקות הנוספות של מרבי הרגל: ה- Pauropoda וה- Symphyla (איור 5) הם יצורים קטנים החיים על נשר עלים ועץ מרקיב וניתן למצוא אותם בדגימות אדמה ונשר. כמו כן, ניתן למצוא בדגימות אדמה ונשר קבוצה של סרטניים יבשתיים: שווה-רגלאים (Isopoda) (איור 1), הכוללת טחביות, כדרוריות וכדרוריות, יש לשים לב ולא להבלבל בין שווה-רגלאים ורבי רגלים. לשווה-רגלאים מחושים ארוכים ודקים, אשר מופנים אחורה. לשווה-רגלאים אין יותר מ-7 זוגות רגלים, בעוד שלרבי רגלים בוגרים תמיד יותר משבע זוגות רגלים. בקצה גוף שווה-הרגלאים יש תמיד סגמנטים ללא רגלים לכאורה. הכדרוריות המגולגלות הן בעלות סגמנטים רבים וקטנים בקצה הגוף, לעומת רבי רגלים מסדרת Glomerida ו-Sphaerotheriida, אשר גם הם מגולגלים, אך להם מגן אנאלי גדול ומוצק.



1

איור 1 – שווה-רגלאים או טחבית / כדרורנית / כדרורית (Isopod or wood lice / saw bugs) למטה: כדרורית מגולגלת (pill bug). איור 2 – נדל גדול (*Scolopendromorph centipede*). איור 3 – נדל הבית האמריקאי ארוך רגל. איור 4 – ניבי הארס בחלק התחתון של ראש הנדל איור 5 – רבי הרגלים הננסיים: dwarf Myriapods: Pauropoda and Symphyla

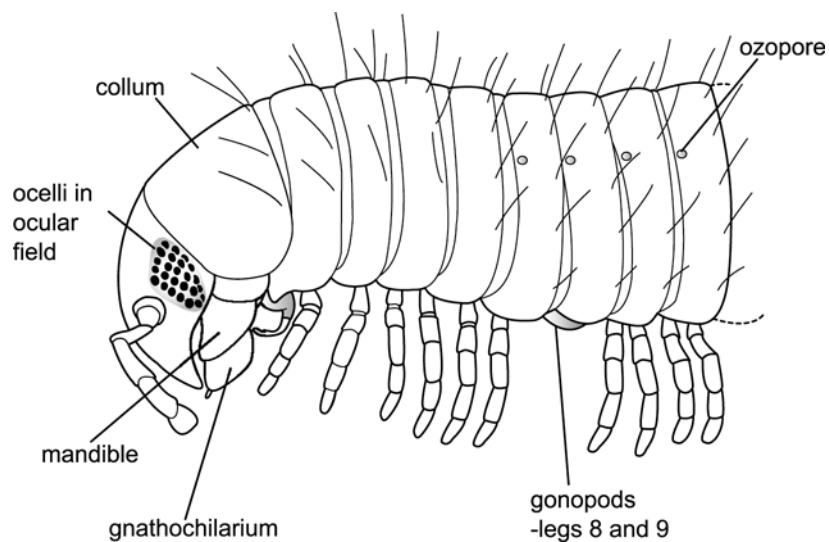
ג. מורפולוגיה של רבי רגלים: קורס קצר

ניתן לאפיין שני אזורי גוף ברבי רגלים: החלק הקדמי—**הראש** והחלק האחורי הארוך – **הגוף**. הגוף בנוי מטבעות גוף (פרקים) (איור 6). ברבי רגלים בוגרים רוב טבעות הגוף נושאות שני זוגות רגלים (איור 6, 7) טבעת הגוף הראשונה, הנמצאת מאחורי הראש, נקראת **טבעת הצוואר (collum)** והיא חסרת רגלים (איור 6). שלושת טבעות הגוף הבאות (טבעות גוף 2-4) נושאות זוג רגלים יחיד (איור 6). לעיתים, לפרטים צעירים של רבי רגלים יש טבעות גוף ללא רגלים בקצה גופם. מאוד קשה להגדיר רבי רגלים צעירים, לכן מומלץ לבחור לצורך הגדרה רבי רגלים בוגרים, אלו שאינם נושאים טבעות גוף אחוריות ללא רגלים או שרק מעט מהטבעות חסרות רגלים.

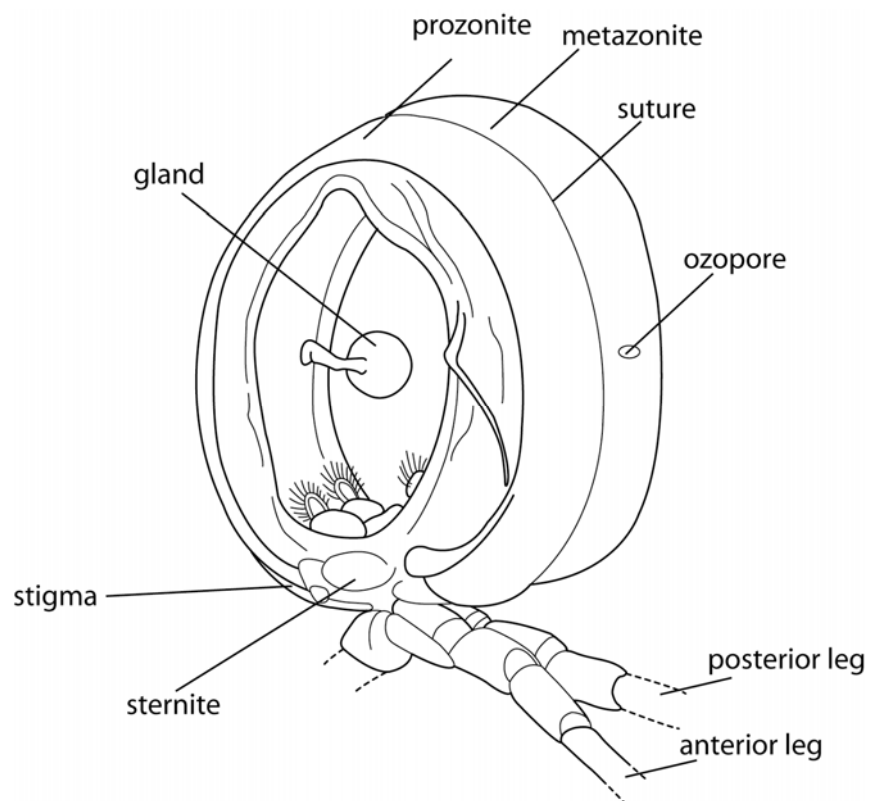
גפי הפה (איור 6): לרבי רגלים שני זוגות של גפי פה בלבד, **הלסתות** (מנדיבולות -

mandibles) המשמשות ללעיסה ו**שפה תחתונה** (מקסילות *maxillae*), הנמצאת מאחורי הלסתות ונושאת זוג בחנינים ונקראת ה- **Gnathochilarium** (איור 6, 43, 44 במפתח). על מנת לזהות סדרות מסוימות של רבי רגלים, חשוב לבחון את השפה התחתונה מצידה התחתון. לשם כך יש להניח את רב הרגלים על גבו, עם הרגלים פונות למעלה, ולחפש את זוג הרגלים הראשון. יש להכניס סקלפל (סכין ניתוח) לפני זוג הרגלים הראשון ולנתק את הראש. כעת ניתן להסתכל לתוך הצד התחתון של השפה התחתונה. ניתן לראות את השפה התחתונה גם ללא ניתוק הראש מהגוף.

איבר **Tömösváry organ**: זהו איבר חוש הממוקם בראש רבי רגלים רבים. האיבר יוצר מעין טבעת מוגבהת, פרסה, או לעיתים רק נקב קטן (pore). האיבר ממוקם מאחורי שקעי המחושים antenna (sockets) (ראו איור 11 במפתח). איבר זה אינו קיים בכל סדרות רבי הרגלים. **Ozopores**: בסדרות רבות חלק מסגמנטי הגוף נושאים **אוזופורים**, אלו פתחי בלוטות הסירחון. לעיתים קל מאוד לזהות פתחים אלו ולעיתים קשה. ברוב הקבוצות בעלות פתחים אלו הם נמצאים לאורך צידי הגוף, החל מטבעת הגוף השישית (איור 7); בחלק מהקבוצות הפתחים ממוקמים לאורך קו האמצע הדורסלי (dorsal midline). **Paranota**: החלק הגבי של כל טבעת גוף של רבי הרגלים מכוסה בפלטה קשיחה הקרויה **tergite** - לוחית הגב, ההתרחבויות הצידייות של לוחית הגב נקראות **paranota** (ראו איור 14 במפתח). להרבה רבי רגלים יש 'עיניים' בצידי הראש, עיניים אלו מכילות מעט/הרבה עיניות (**ocelli**) מקובצות יחד בשדה אוקולרי (**ocular field**), תכונה זו מופיעה במפתח מספר פעמים. חלק מרבי הרגלים כמו Polydesmida אינם בעלי עיניות, ורבי רגלים מסדרות רבות החיים במערות איבדו את עיניהם, אפילו שבני דודם החיים מעל האדמה בעלי עיניים מפותחות. **לכן מפתח זה אינו מתאים לרבי רגלים החיים במערות**. כמו כן, רבי רגלים בוגרים המשתייכים לקבוצות רבות הם בעלי אברי רבייה ברורים, אשר ניתן לראותם בקלות בעזרת סטריאו מיקרוסקופ (בינוקולר). אברי הרבייה קיימים בשני הזוויגים, אך ברורים ביותר בזכרים, כמו רגלים שעברו שינויי תפקודי ומשמשות כאברי רבייה משניים. הרגלים נמצאות בזכרים בשני אזורים בגוף: סביב טבעת גוף מספר 7 (איור 16, 34 במפתח), או בקצה הגוף, וכוללות את שתי זוגות הרגלים האחרונות - **telopods**. הרגלים שעברו שינוי בטבעת גוף 7 נקראות **gonopods** והן בעלות חשיבות גבוהה בהגדרת המין הביולוגי, והן לעיתים חבויות בכיס בגוף. בקבוצות אשר קיים כיס כזה, נראה שלזכרים הבוגרים חסרות רגלים בטבעת גוף 7 (ראו בהמשך תחת סעיף 'עצות שימושיות'). לנקבות אברי רבייה **cyphopods** הממוקמים מאחורי זוג הרגלים השני. אברי הרבייה הנקביים משמשים רק לעיתים רחוקות להגדרת המין הביולוגי.



איור 6 – חלקי הגוף של רב רגלים זכר, מסדרת Julida. במבט צד, זוג הרגלים הקדמי נראה כיוצא מהטבעת שלפני הטבעת ששם מקור הרגלים האמיתי (Blower, 1985).



איור 7 – מבנה טבעת גוף (diplosegment) (Demange, 1981).

ד. הגדרת רבי רגלים: טיפים שימושיים

1. אם זו פעם ראשונה שאת/ה מסתכל על רבי רגלים, אבל יש לך נגישות לחומר מוגדר, מומלץ לבחון מספר רבי רגלים מהאוסף המוגדר. יש לשים את הדגימה בצלוחית / צלחת פטרי, לוודא שהדגימה מכוסה בכוהל ולהסתכל דרך סטריאו מיקרוסקופ. מומלץ לעקוב אחר השלבים המתוארים במפתח על מנת להגדיר את הדגימה. בעזרת הליך זה ניתן להתנסות בהגדרה לפי המפתח לסדרות. אם המפתח אינו מוביל לתשובה הנכונה, מומלץ לנסות רב רגלים מסדרה שונה. יש לזכור שההגדרות באוסף הנבחן עלולות להיות שגויות.
2. ה רבה יותר קל להגדיר זכר בוגר מאשר צעירים ונקבות בוגרות. רבי רגלים צעירים לפעמים נושאים טבעות גוף חסרות רגלים בקצה הגוף. אם יש מספר פרטים הנראים כשייכים לאותו מין, יש לבחור פרטים בוגרים, הגדולים ביותר ואלו שלהם אין או יש רק מעט טבעות גוף חסרות רגל בקצה הגוף להמשך הזיהוי. לזכרים בוגרים יש אברי רבייה בולטים – רגלים שעברו שינוי (gonopods) ומשמשות כאברי רבייה הנמצאות בטבעת הגוף ה- 7 (ראו איורים בפרק העוסק בארגון הגוף). בחלק מהקבוצות, שני זוגות הרגלים האחוריות עברו שינוי בזכרים בוגרים ומשמשות כאברי רבייה. הדרך הטובה ביותר לראות את הרגלים היא להפוך את החיה על הגב. רגלי המין (gonopods) בטבעת גוף 7 לעיתים נמצאים בתוך כיס בתוך הגוף, במקרה זה נראה כי הפרט חסר רגלים בטבעת גוף 7. זכרים ונקבות לעיתים נושאים אברי רבייה (זכר: penes) או אברי הטלה (ovipositors) על או ליד זוג הרגלים השני.
3. יש שונות בדגימות של רבי רגלים, אפילו דגימות מאותו מין. במידה ובדגימה יש יותר מפרט אחד, יש לבחון מספר פרטים ולאשר את התכונות בעזרת המפתח עם לפחות שני פרטים נפרדים.

בעיות אפשריות

4. כפי שצוין קודם לכן, מינים החיים במערות לעיתים איבדו (במהלך האבולוציה) עיניים, גם כאשר בסדרה שהם משתייכים אליה יש עיניים. מינים החיים במערות לעיתים גם איבדו פיגמנטציה ובעלי רגלים ארוכות ומחושים ארוכים. מפתח זה אינו מותאם למינים רבים החיים במערות.
5. רבי רגלים צעירים לעיתים בעלי מספר טבעות נמוך מזה של פרטים בוגרים באותו המין. המפתח מתאים להגדרת פרטים בוגרים.

טיפול בדגימות ועצות לשימוש בבינוקולר (סטריאו מיקרוסקופ)

6. יש להשתמש בבינוקולר בעל הגדלה של 40X ויותר.
7. יש להשתמש בתאורה טובה. יש לשמור על העדשות נקיות. יש להשתמש ברקע לבן וכהה תחת אובייקט הבינוקולר על מנת לשפר את היכולת לראות פרטים. חלק מהפרטים נראים טוב יותר על רקע כהה. תמיד יש להתחיל עם ההגדלה הנמוכה ביותר ואור נמוך. יש למקד בעזרת בורג המיקוד, ורק אז לעבור להגדלה גדולה יותר, ולהגביר את רמת האור ולמקד שוב.

8. יש לשמור את הדגימה שקועה בכוהל ככל הניתן במהלך ההסתכלות. יש לכסות את הדגימה לחלוטין על מנת להפחית החזרת אור אשר מקשה על הנראות.
9. יש להוציא פרטים מהבקבוקונים שבהם הם נמצאים לשם השוואה עם פרטים אחרים. כאשר משווים בין דגימות ממקור שונה (בקבוקונים שונים) אין לשים אותם באותה צלחת יחד ויש לשמור את התווית שלהם יחד איתם תמיד – על מנת למנוע בלבול! דגימה ללא תווית או עם תווית שגויה לא תוכל לשמש בעתיד.
10. רבי רגלים לעיתים מסתלסלים בזמן השימור. ניתן להשתמש במעט צמר-גפן בכדי לתמוך בפרטים בכדי להסתכל בפרטים באזור הראש ובגוף. יש להכין צמר גפן ולגלגל אותו בצורת נקניקיה קטנה ולהניח את רב הרגל על הצמר גפן בכדי לייצב אותו לקראת בחינתו. שימוש בג'לי K-Y מתאים לשמור על דגימות בצלחת. עם זאת, יש לזכור שהג'ל משאיר שארית בלתי נראית על הדגימה הנראית תחת מיקרוסקופ אלקטרוני סורק. לכן יש לשטוף פרטים שנמרחו בג'ל K-Y.
11. לעיתים רבי רגלים עלולים להתקשות ויש צורך לחצות אותם על מנת לראות פרטים מסוימים או להפריד את הראש. חשוב לשמור על כל החלקים של הפרט הפגוע באותו בקבוקון עם התווית הנכונה.
12. מינם רבים של רבי רגלים חיים בין נשורת צמחית או באדמה. גם פרטים שמורים עלולים להיות מכוסים בגרגרי אדמה, בעיקר באזור הראש. מומלץ להשתמש במכחול דק ועדין ונקי!! על מנת להסיר חלקיקי אדמה ולכלוך מהפרט, או לחליפין טיפת כוהל מטפי עדין.