Phyllidia ocellata — מין אחד או קומפלקס של מינים?

שונות מורפולוגית, גבולות מינים והשוואה בין תצפיות מים סוף, מאיי שלמה ומרומבלון

תצלומים ותצפיות: בעז ליבס | SeaSlugs.org.il | אוקטובר 2026



איור 1. הפרט שצולם במפרץ אילת (חוף אלמוג – סלע משה, ינואר 2017). דגם כהה ולבן מתפתל, גבשושיות צהובות ורצועת שוליים צהובה. זיהוי: Phyllidia cf. ocellata. צילום: בעז ליבס.



איור 2. הפרט שצולם באיי שלמה (2023). גב כתום, גבשושיות לבנות גדולות וטבעות כהות סביב חלקן. צילום: בעז ליבס.

מבוא

Phyllidia ocellata Cuvier, 1804 היא חשופית ממשפחת Phyllidiidae, המתועדת במרכז האינדו־פסיפי המערבי. פרטים המיוחסים למין מציגים מגוון רב של צבעים, כתמים וגבשושיות. שונות זו מעלה שאלה טקסונומית: האם כל המופעים שייכים למין אחד, או שחלקם מינים נפרדים שלא תמיד זוהו ככאלה?

תצפיות מקוריות ממפרץ אילת, מאיי שלמה ומרומבלון שבפיליפינים ממחישות את השאלה. ההשוואה המפורטת נעשית בין אילת לאיי שלמה, שני המופעים השונים ביותר; התצפית מרומבלון מובאת כדוגמה נוספת למופע הטיפוסי. במפרץ אילת תועדו שני מופעים שונים: הפרט באיור 1, המוצג כאן כ־Phyllidia cf. ocellata, ופרט של Phyllidia undula מאותו אתר צלילה (איור 4) — ושני אלה ממחישים היטב את הבלבול הטקסונומי באזור. תצלומים מאפשרים השוואה מורפולוגית חיצונית, אך אינם תחליף לבדיקה אנטומית וגנטית.

1. השוואה מורפולוגית בין התצפיות

מאפיין	מפרץ אילת	איי שלמה
רקע הגוף	שחור ולבן במרכז; צהוב בשוליים	כתום עז
גבשושיות מרכזיות	צהובות; חלקן מוארכות או צמודות	לבנות, גדולות ועגולות
גבשושיות בשוליים	בעיקר צהובות	לבנות וקטנות
כתמים כהים	משטחים גדולים ופסים מתפתלים	טבעות נפרדות סביב גבשושיות
מחושים	אינם נראים בבירור בתצלום	כתומים ובעלי לוחיות

הפרט מאיי שלמה מתאים היטב למופע הקלאסי של P. ocellata. הפרט מאילת שונה ממנו לא רק בצבע, אלא גם בארגון המרחבי של הכתמים והגבשושיות. עם זאת, הבדלים בין שני פרטים מצולמים אינם מוכיחים כשלעצמם קיומם של שני מינים.

> **הערה על התצפית מרומבלון.** הפרט שצולם ברומבלון שבפיליפינים (ינואר 2026, איור 3) דומה מאוד לפרט מאיי שלמה: רקע צהוב־כתום, גבשושיות לבנות גדולות ומעוגלות, טבעות שחורות מוקפות לבן סביב חלק מהגבשושיות ומחושים כתומים בעלי לוחיות. שני הפרטים מתאימים למופע הקלאסי של המין במרכז אזור תפוצתו, וממחישים את הדמיון בתוך האזור הזה — לעומת השוני של הפרט מאילת.



איור 3. הפרט שצולם ברומבלון, הפיליפינים (ינואר 2026). מופע טיפוסי של P. ocellata. צילום: בעז ליבס.

2. שני מופעים מאילת: P. cf. ocellata ו־P. undula

בים סוף מוכר מין קרוב, Phyllidia undula Yonow, 1986, שעד לא מזמן נחשב לתת־מין של P. ocellata. השתלשלות זיהויו עברה כמה שלבים:

- **1986 — תיאור כתת־מין.** החוקרת נתלי יונו (Nathalie Yonow) פרסמה סקירה של משפחת Phyllidiidae בים סוף, ובה תיארה את הטקסון לראשונה, מים סוף, כתת־מין של P. ocellata בשם Phyllidia ocellata undula. השם undula מתייחס לדגם הגלי והמתפתל של הכתמים הכהים על הגב.
- **1993 — שוב בתוך P. ocellata.** ברוויזיה של המשפחה (Brunckhorst 1993) נחשב undula לאחד ממופעי הצבע של P. ocellata, שבהם השטחים השחורים מתרחבים ומתפתלים על פני הגב. בעקבותיו זוהו גם בעבודות מאוחרות יותר פרטים מים סוף כ־P. ocellata (למשל Fahrner & Schrödl 2000).
- **1996–2012 — הבדל אנטומי.** בעבודותיה על האוקיינוס ההודי שייכה יונו את מופע undula לקבוצת Phyllidia multituberculata, וציינה הבדל אנטומי: פקעת הלוע (pharyngeal bulb) מחולקת ואסימטרית בקבוצה זו, ואילו ב־P. ocellata מהאוקיינוס השקט היא סימטרית.
- **היום — מין עצמאי.** מאגר WoRMS מקבל את Phyllidia undula Yonow, 1986 כמין עצמאי, והשם Phyllidia ocellata undula אינו מקובל עוד; כמקור לשינוי המעמד מצוין הספר Sea Slugs of the Red Sea (Yonow 2008). ברשימת ה־Phyllidiidae של ים סוף (Yonow 2020) מופיע P. undula, שתפוצתו ים סוף וחופי מזרח אפריקה ושהוא מהמינים המצולמים ביותר בים סוף — ואילו P. ocellata אינו מופיע ברשימה.



איור 4. Phyllidia undula מאותו אתר במפרץ אילת (חוף אלמוג – סלע משה, יולי 2016), להשוואה עם איור 1. צילום: בעז ליבס.

השוואה בין שני הפרטים מאילת

מאפיין	איור 1 (P. cf. ocellata)	איור 4 (P. undula)
רקע הגב	לבן ברוב מרכז הגב; צהוב רק בשוליים	צהוב־כתום על פני רוב הגב
כתמים כהים	משטחים רחבים, מוקפים פסים לבנים רחבים; מאחור הם נסגרים לכתמים סביב גבשושית	פס שחור גלי ומתפתל לאורך הגב, מוקף קו לבן צר
גבשושיות מרכזיות	צהובות, גדולות ומוארכות, בשורה לאורך קו האמצע	כתומות וחרוטיות, פזורות על הרקע הצהוב
שוליים	רצועה צהובה עם גבשושיות קטנות וכתמים שחורים	גבשושיות כתומות קטנות וכתמים שחורים מעטים

שתי פרשנויות

הספרות חלוקה בדיוק בשאלה שהתצפיות מאילת מעלות:

- **מופעים של מין אחד.** לפי הגישה של Brunckhorst (1993), שבה צידד גם ביל רודמן (Rudman) ב־Sea Slug Forum, מופע ים סוף הוא צורת צבע של P. ocellata, והמופעים עוברים זה לזה בהדרגה. רודמן הביא כדוגמה פרט מים סוף שבו הכתמים השחורים בצדדים מתפרקים לכתמים המוקפים טבעת לבנה — מופע ביניים בין undula לבין המופע הטבעתי. לפי פרשנות זו, שני הפרטים מאילת הם P. ocellata.
- **שני מינים.** לפי יונו ולפי WoRMS כיום, P. undula הוא מין נפרד, ו־P. ocellata כלל אינו מתועד בים סוף. לפי פרשנות זו הפרט באיור 4 הוא P. undula, והפרט באיור 1 הוא מופע חריג של P. undula או תיעוד נדיר של P. ocellata בים סוף.

הפרט באיור 1 שונה בבירור מהפרט באיור 4, ואינו תואם היטב גם את המופע הטבעתי הקלאסי של P. ocellata (איורים 2 ו־3). מאחורי הגבשושיות הוא מראה כתמים כהים הנסגרים סביב גבשושית — תכונה של המופע הטבעתי

— ולכן הוא מוצג כאן כ־P. cf. ocellata: מתאים במידה מסוימת ל־P. ocellata, אך בלי זיהוי ודאי. ההבדל האנטומי העיקרי בין הקבוצות, מבנה פקעת הלוע, אינו נראה בתצלום, ולכן התצלומים אינם יכולים להכריע בין הפרשנויות.

> **מעמד הזיהוי:** הפרטים מאיי שלמה ומרומבלון מתאימים למופע הטיפוסי של P. ocellata. הפרט מאילת באיור 1 מזוהה כ־Phyllidia cf. ocellata; אין לשלול שהוא מופע של P. undula. הפרט באיור 4 מזוהה כ־P. undula. לאף אחד מהפרטים המצולמים לא נעשתה בדיקת DNA.

3. מה מלמדים המחקרים המולקולריים?

מחקר אינטגרטיבי במשפחה (Papu et al. 2022)

המחקר שילב ניתוח של שני גנים מיטוכונדריאליים (CO1 ו־16S), מורפולוגיה חיצונית ופרופילים כימיים, על סמך מאות פרטים שנאספו בסולאווסי שבאינדונזיה. לגבי P. ocellata עלו ממנו שני לקחים:

- **שונות צבע אינה מחייבת מין נפרד.** פרט כהה כמעט לגמרי, שזוהה תחילה כמין אחר (P. madangensis), נמצא בתוך השושלת הגנטית של P. ocellata. השונות הגנטית בתוך המין הייתה כ־5%, ועד כ־10% כשכוללים ענף חריג אחד.
- **דמיון חיצוני אינו מבטיח מין אחד.** פרטים שנראו כמעט זהים ל־P. ocellata יצרו שושלת גנטית נפרדת (P. cf. babai), ונמצא אצלם גם הרכב כימי שונה.

שיטות שונות לתיחום מינים נתנו תוצאות שונות. בניתוח שאימצו החוקרים נכללו כל פרטי P. ocellata במין אחד; שיטות אחרות (bPTP) פיצלו את המשפחה, ובמיוחד את P. ocellata, ל"מינים" רבים, והחוקרים ראו בכך פיצול־יתר. לכן המרחק הגנטי לבדו אינו מספיק: יש לבדוק אם קיימות שושלות מובחנות, אם הן נתמכות בסמנים גרעיניים, ואם הן תואמות מאפיינים מורפולוגיים ותפוצה גאוגרפית. חשוב לציין שהמחקר התבסס על חומר מסולאווסי ולא כלל דגימות מים סוף.

מחקר על חומר מהודו (Dixit et al. 2023)

המחקר הציג נתונים מולקולריים ראשונים למשפחה מהודו. רצפי P. ocellata מהודו היו קרובים מאוד לרצפים מהאוקיינוס השקט. אחד הפרטים, שלפי מראהו נחשב למופע צבע של P. multituberculata, התברר רק לאחר נתיחה וניתוח גנטי כ־P. ocellata. המחקר ממחיש שזיהוי לפי צבע בלבד עלול להטעות בשני הכיוונים.

אין להסיק ממחקרים אלה שכל מופע מכל אזורי האינדו־פסיפי כבר נבדק גנטית, ובפרט לא מופעי ים סוף.

4. מנגנונים אפשריים לשונות

פולימורפיזם גנטי. וריאנטים תורשתיים שונים באותו מין יכולים להשפיע על דגם הצבע ועל מבנה הגוף.

גמישות פנוטיפית. אותו גנוטיפ יכול לבטא פנוטיפים שונים בהתאם לסביבה. תזונה, תנאים פיזיקליים ואינטראקציות בין גנוטיפ לסביבה הם הסברים אפשריים, אך לא הוכח שהם מסבירים את מופעי הצבע המתועדים כאן.

שינויים אונטוגנטיים. מראה הפרט עשוי להשתנות עם הגדילה וההתפתחות, בלי שמדובר בהכרח בתגובה לסביבה.

קומפלקס מינים. ייתכן שחלק מהמופעים שויכו בעבר למין אחד אף שהם מייצגים שושלות אבולוציוניות נפרדות. היסטוריית השם P. undula — שתואר כתת־מין של P. ocellata, אוחד איתו, ושויך בהמשך לקבוצת P. multituberculata — ממחישה את הצורך לבדוק אפשרות זו.

5. כיצד אפשר לבחון את גבולות המינים?

טקסונומיה אינטגרטיבית משלבת בדיקת דגם הגבשושיות והפיגמנטציה, אנטומיה פנימית, רצפי DNA מיטוכונדריאליים וגרעיניים, פילוגניה, תפוצה גאוגרפית ונתונים אקולוגיים. אם מופעים שונים יוצרים קבוצות גנטיות מובחנות ועקביות, מתחזק החשד שמדובר במינים נפרדים. אם המופעים מתערבבים בין שושלות, מתחזקת האפשרות לשונות בתוך מין אחד.

במקרה של התצפיות כאן, הצעדים הבאים הם: להשוות את שני הפרטים מאילת לתיאור המקורי (Yonow 1986) ולתצלומים של פרטים מזוהים מים סוף, ולחפש מופעי ביניים ביניהם; לבדוק אם פורסמו רצפים גנטיים של P. undula ושל פרטים דמויי P. ocellata מים סוף, ולהשוות אותם לרצפי P. ocellata מהאוקיינוס השקט ומהודו; ובמידת האפשר לבחון דגימה אנטומית, בעיקר את מבנה פקעת הלוע.

6. מסקנה

ההבדלים בין הפרט באיור 1 ממפרץ אילת לבין הפרטים מאיי שלמה ומרומבלון גדולים וברורים, אך אין להסיק מהם לבדם שמדובר בשני מינים. במפרץ אילת עצמו תועדו שני מופעים שונים, והספרות חלוקה בשאלה אם מופעי ים סוף שייכים ל־P. ocellata או למין הנפרד P. undula. לכן הפרט באיור 1 מוצג כ־P. cf. ocellata, ואין להציג את התצפיות כהוכחה לשונות בתוך P. ocellata או כהוכחה לקיומם של שני מינים.

תצלומים מתועדים מאזורי תפוצה שונים יכולים להצביע על שאלות טקסונומיות חשובות, אך ההכרעה מחייבת שילוב של ראיות מורפולוגיות, אנטומיות ומולקולריות — ובמקרה זה, בעיקר דגימות גנטיות מים סוף.

התצפיות באתר

- Phyllidia cf. ocellata ממפרץ אילת (איור 1)
- הפרט מאיי שלמה (איור 2)
- הפרט מרומבלון (איור 3)
- Phyllidia undula ממפרץ אילת (איור 4)

מקורות וקישורים

1. Brunckhorst, D. J. (1993). The systematics and phylogeny of phyllidiid nudibranchs (Doridoidea). Records of the Australian Museum, Supplement 16: 1–107. doi:10.3853/j.0812-7387.16.1993.79
2. Dixit, S., Yonow, N., Venugopal, V. K., Manjebrayakath, H. & Saravanane, N. (2023). The curious case of Phyllidia ocellata and the first molecular data of three phyllidiid species from India (Gastropoda, Heterobranchia, Phyllidiidae). Molluscan Research. Abstract
3. Fahrner, A. & Schrödl, M. (2000). Redescription of Phyllidiopsis sinaiensis (Yonow, 1988), with a review of the Red Sea Phyllidiidae. Journal of Molluscan Studies 66: 467–476. doi:10.1093/mollus/66.4.467
4. Papu, A., Bogdanov, A., Bara, R., Kehraus, S., König, G. M., Yonow, N. & Wägele, H. (2022). Phyllidiidae (Nudibranchia, Heterobranchia, Gastropoda): an integrative taxonomic approach including chemical analyses. Organisms Diversity & Evolution. doi:10.1007/s13127-021-00535-7
5. Rudman, W. B. (2003, July 26). Comment on "An ocellate 'Phyllidia undula' from Red Sea" by Chris Quinn. Sea Slug Forum, Australian Museum, Sydney. Message
6. Yonow, N. (1986). Red Sea Phyllidiidae (Mollusca, Nudibranchia) with descriptions of new species. Journal of Natural History 20(6): 1401–1428. doi:10.1080/00222938600770941
7. Yonow, N. (1996). Systematic revision of the family Phyllidiidae in the Indian Ocean Province: Part 1. Journal of Conchology 35(6): 483–516.

8. Yonow, N. (2008). Sea Slugs of the Red Sea. Pensoft, Sofia–Moscow. 304 pp.
9. Yonow, N. (2012). Opisthobranchs from the western Indian Ocean, with descriptions of two new species and ten new records (Mollusca, Gastropoda). ZooKeys 197: 1–129. doi:10.3897/zookeys.197.1728
10. Yonow, N. (2020). Red Sea Opisthobranchia 6: Phyllidiidae and their paradorid mimic: new species and new records (Heterobranchia, Nudibranchia, Doridina). ZooKeys 1006. doi:10.3897/zookeys.1006.59732
11. World Register of Marine Species (WoRMS): Phyllidia ocellata; Phyllidia undula; Phyllidia ocellata undula.
12. Australian Museum, Sea Slug Forum: Phyllidia ocellata, including messages on the "undula" form from the Red Sea.

הערת עריכה: הקישורים מפנים לפרסומים ולמאגרי מידע רלוונטיים. לפני פרסום מדעי פורמלי יש לאמת את פרטי הביבליוגרפיה מול המקורות ולהשוות לדגימות הטיפוס.