

بررسی کوتیلدون در تعدادی از جورپایان خشکی‌زی (Crustaceae: Isopoda) در ایران

- قاسم محمدی‌کاشانی: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، صندوق‌پستی: ۳۱۳
- عهدیه عابدینی*: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، صندوق‌پستی: ۳۱۳

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

چکیده

تکامل جورپایان خشکی‌زی برای زیستن روی خشکی نیازمند سازش‌های ریختی، تشریحی و فیزیولوژیک بسیاری بود. وجود کیسه پرورشی یا مارسوپوم در ماده‌های باردار از جمله مهم‌ترین ویژگی‌هایی بود که امکان سکونت در زیستگاه‌های خشک را برای این گروه فراهم کرد. کوتیلدون‌ها ساختارهایی تخصص‌یافته می‌باشند که در داخل مارسوپوم جورپایان خشکی‌زی پیشرفته وجود دارند. این اندام‌ها در ترشح مایع مارسوپومی، تغذیه و تأمین اکسیژن برای فرزندان درون کیسه پرورشی نقش دارند. در این پژوهش کوتیلدون‌ها در هفت گونه از جورپایان خشکی‌زی شامل گونه‌های *Porcellionides*، *Hemilepistus elongatus*، *Mongoloniscus persicus*، *Protracheoniscus major*، *Porcellio mehrdadi* و *Porcellio evansi*، *Agabiformius lentus*، *pruinus* گرفته‌اند. نتایج نشان داد که شکل کوتیلدون‌ها در همه گونه‌ها یکسان و مخروطی بود. در تمام گونه‌ها به‌جز *P. major*، چهار کوتیلدون و با آرایش یکی در هر یک از بندهای دوم تا پنجم وجود داشت در حالی که در این گونه، ۱۲ کوتیلدون و با آرایش سه کوتیلدون در هر یک از بندهای دوم تا پنجم وجود داشت.

کلمات کلیدی: جورپایان خشکی‌زی، مارسوپوم، کوتیلدون، ایران



مقدمه

بزرگ‌ترین گروه جورپایان خشکی‌زی می‌باشند (Schmidt, 2008)، اجازه داد تا این گروه زیستگاه‌های بسیار متنوعی را روی خشکی اشغال کنند (Appel, 2011). تاکنون مطالعات کمی در مورد شکل، تعداد و آرایش قرارگیری کوتیلدون‌ها در مارسوپوم جورپایان خشکی‌زی انجام شده است. Lewis (1991)، آرایش و تعداد کوتیلدون‌ها را در بیش‌تر از 60 گونه متعلق به 20 خانواده خرچاکی در استرالیا مورد مطالعه قرار داد و بین 4 تا 28 کوتیلدون را در گونه‌های مختلف گزارش کرد. Appel (2011) نیز 37 گونه از 13 خانواده را در برزیل بررسی کرد و کوتیلدون‌ها را از نظر شکل، تعداد، آرایش و اندازه در گونه‌های مختلف تقسیم‌بندی کرد. وی هفت نوع آرایش را در نمونه‌های بررسی شده تشخیص داد و آن‌ها را از A تا G نام‌گذاری کرد. در مطالعه حاضر، کوتیلدون‌ها در هفت گونه از خرچاکی در ایران از نظر شکل، تعداد، اندازه و آرایش مورد مطالعه قرار گرفت.

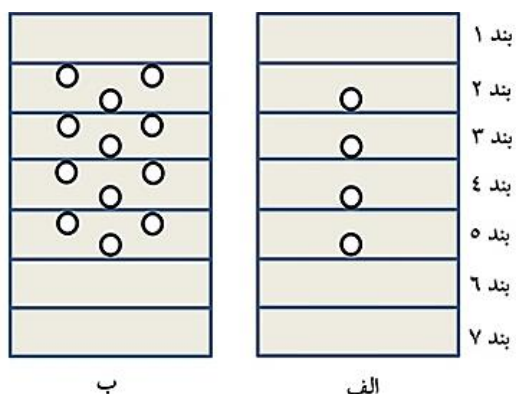
مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، ماده‌های مارسوپوم‌دار از گونه‌های *Mongoloniscus major* (محوطه دانشگاه زنجان)، *Hemilepistus elongates* (محوطه دانشگاه زنجان) و *persicus* (محوطه دانشگاه زنجان) و *Agabiformius lentus* (کازرون، روستای احمدآباد، $29^{\circ}34'3''N$ ، $51^{\circ}44'5''E$ و فسا، $28^{\circ}59'3''N$ ، $53^{\circ}30'15''E$) و *Porcellio evansi* (سنندج، پارک آبی‌در، $31^{\circ}06'3''N$ ، $50^{\circ}58'0''E$ ، سرخون، $31^{\circ}06'3''N$ ، $50^{\circ}58'0''E$) و *Porcellio mehrdadi* (لردگان به آبشار آتشگاه، $31^{\circ}06'3''N$ ، $50^{\circ}58'0''E$) و *Porcellionidae* از خرچاکی‌های ایران مورد بررسی قرار گرفتند. در مورد شکل، اندازه و آرایش کوتیلدون‌ها، از روش Appel (2011) پیروی شد. پس از برداشتن اووستژیت‌ها و خارج کردن تخم‌ها و جنین‌ها، شکل و آرایش کوتیلدون‌ها بررسی شد. قبل از خارج نمودن کوتیلدون‌ها از بدن ماده‌ها به منظور اندازه‌گیری، از نمونه‌ها به وسیله دوربین عکاسی CANON مدل X5 و بینوکولار مدل ZSM-100 عکس تهیه شد، هم‌چنین کوتیلدون‌ها به وسیله بینوکولار مجهز به عدسی مدرج با دقت 0/1 میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. کوتیلدون‌ها از نظر اندازه نسبی، به سه گروه کوتاه، متوسط و بلند تقسیم شدند. اندازه نسبی کوتیلدون‌ها با تقسیم طول دومین کوتیلدون مربوط به سومین بند سینه به عرض سر نمونه ماده تعیین شد (Appel, 2011). کوتیلدون‌ها با اندازه نسبی کم‌تر از 0/5 بین 0/5 تا 1 و بیش‌تر از 1 به ترتیب به عنوان کوتیلدون‌های کوتاه، متوسط و بلند در نظر گرفته شدند.

جورپایان خشکی‌زی یا خرچاکی‌ها (زیرراسته Oniscidea) تنها گروه سخت‌پوستان هستند که به‌طور کامل از محیط آبی مستقل و روی خشکی ساکن شده‌اند (Hornung, 2011). این گروه، از جورپایان دریازی تکامل پیدا کردند و از طریق ایجاد چندین سازگاری از جمله سازش‌های ریختی، فیزیولوژیکی و رفتاری در زیستگاه‌های خشکی ساکن شدند (Warburg, 1968). یکی از ویژگی‌های سخت‌پوستان فوق‌راسته Peracarida، وجود کیسه‌ای پرورشی به نام مارسوپوم در ماده‌ها می‌باشد که در زیر ناحیه سینه تشکیل می‌شود و برای حفاظت از تخم‌ها و جنین‌ها استفاده می‌شود (Hornung, 2011). بدون شک در میان تمام سازگاری‌هایی که جورپایان خشکی‌زی را قادر به زندگی روی خشکی کرده است، وجود مارسوپوم از کلیدی‌ترین آن‌ها بود که اجازه داد تا این گروه بتوانند از محیط‌های آبی به‌طور کامل مستقل شوند (Hoese, 1984؛ Schmalzfuss, 1998). در جورپایان خشکی‌زی، مارسوپوم به‌صورت کیسه‌ای حدوداً یا کاملاً بسته در سطح شکمی افراد ماده ایجاد می‌شود. این کیسه به‌طور موقت و تنها در هنگام بارداری تشکیل می‌شود (Hoese و Janssen, 1989). در این زمان، جورپای ماده پوست‌اندازی زایمانی (parturial) انجام می‌دهد که طی آن صفحات گسترده برگ‌مانندی به نام اووستژیت (oostegite) از بخش میانی قاعده کوکسای پاهای سینه‌ای اول تا پنجم ظاهر می‌شوند. این صفحات به‌صورت شکمی- جانبی روی هم قرار می‌گیرند و محکم به هم می‌چسبند و کف مارسوپوم را تشکیل می‌دهند (Hornung, 2011). Hoese (1984) دو نوع مارسوپوم را در جورپایان خشکی‌زی تشخیص داد: نوع باز (Ligia) که نوع ابتدایی بوده و مایع داخل مارسوپوم از محیط کسب می‌شود و نوع بسته (Porcellio) که در آن مایع داخل مارسوپوم توسط اندام‌های مخروطی شکلی به نام کوتیلدون (cotyledon) ترشح می‌شود. کوتیلدون‌ها که در سال 1816 به‌وسیله Treviranus کشف و نام‌گذاری شدند (Vandel, 1925)، گستره‌های انگشت‌مانندی هستند که از غشای بین‌بندی بندهای سینه‌ای دوم تا پنجم ایجاد می‌شوند (Hornung, 2011). آن‌ها در مارسوپوم ماده‌های باردار، بعد از پوست‌اندازی زایمانی ظاهر می‌شوند و عملکرد ترشحي دارند (Hoese و Janssen, 1989؛ Hornung, 2011). در آغاز دوره بارداری، کوتیلدون‌ها کوچک هستند. آن‌ها هم‌زمان با تکوین جنین‌ها بزرگ‌تر و ضخیم‌تر می‌شوند ولی در پایان دوره بارداری و چندروز قبل از آزاد شدن فرزندان، به‌طور قابل توجهی کوچک می‌شوند (Hoese و Janssen, 1989). کوتیلدون‌ها در جورپایان دریایی، نمونه‌های دوزیست (amphibious) و خانواده‌های ابتدایی جورپایان خشکی‌زی که به خطوط ساحلی یا محیط‌های خیلی مرطوب محدود می‌شوند وجود ندارند (Lewis, 1989). تکامل این ساختارها در Crinocheta که

نتایج

مطالعات محدودی در مورد کوتیلدون در جورپایان خشکی زی انجام شده است که نشان می‌دهد این ساختارها از نظر شکل، اندازه و الگوی قرارگرفتن در مارسوپوم متفاوت می‌باشند (Appel, ۲۰۱۱). در این مطالعه، بررسی کوتیلدون‌ها در هفت گونه خرچاکی نشان داد که شکل این ساختارها در تمام گونه‌ها مشابه و مخروطی می‌باشد. در این نوع کوتیلدون، بخش قاعده‌ای پهن‌تر می‌باشد و به سمت بخش رأسی نازک‌تر می‌شود. از ۳۷ گونه مطالعه شده به‌وسیله Appel (۲۰۱۱)، ۳۱ گونه دارای کوتیلدون مخروطی بودند. از نظر آرایش و تعداد، شش گونه از هفت گونه بررسی شده، دارای آرایش چهارتایی به‌صورت یک کوتیلدون در هر یک از بندهای دوم تا پنجم بودند (شکل-۲، الف). این نوع آرایش به‌وسیله Appel (۲۰۱۱) به‌عنوان آرایش استاندارد معرفی شد و به‌عنوان نوع A نام‌گذاری شد. هم‌چنین Lewis (۱۹۹۱) در اکثر گونه‌های جمع‌آوری شده در استرالیا نیز این آرایش را ثبت کرد. گونه *P. major* دارای ۱۲ کوتیلدون می‌باشد که با الگوی توزیع به‌صورت سه کوتیلدون در هر یک از بندهای دوم تا پنجم، که یکی به‌صورت مرکزی و دوتا در هر طرف بند قرار دارند، آرایش یافته‌اند (شکل-۲، ب). Lewis (۱۹۹۱) این الگو را به‌عنوان دومین الگوی شایع در نمونه‌های بررسی شده در استرالیا گزارش کرد. در نمونه‌هایی که Lewis (۱۹۹۱) مورد بررسی قرار داد، نحوه قرارگیری سه کوتیلدون در هر بند به دو صورت بود: در بعضی گروه‌ها، همانند الگوی یافت شده در این پژوهش، یکی به‌صورت مرکزی و دوتا جانبی بود درحالی‌که در گروه‌های دیگر، هر سه کوتیلدون به‌صورت مرکزی قرار داشتند. در مطالعه Appel (۲۰۱۱) نیز الگوی قرارگیری کوتیلدون‌ها در ۲ گونه به‌صورت سه کوتیلدون مرکزی در هر یک از بندهای دوم تا پنجم گزارش شد که به‌عنوان آرایش نوع C نام‌گذاری شد.



شکل ۱: الگوی توزیع کوتیلدون‌ها در گونه‌های مورد بررسی. هر ردیف در مستطیل نشان‌دهنده یک بند سینه و هر دایره نشان دهنده یک کوتیلدون است. الف- آرایش استاندارد منطبق با آرایش A در Appel (۲۰۱۱)، ب- آرایش یافت شده در *Protracheoniscus major* منطبق با آرایش C در Appel (۲۰۱۱).

شکل، آرایش و اندازه نسبی کوتیلدون‌ها در نمونه‌های مطالعه شده در جدول ۱ ارائه شده است. شکل کوتیلدون‌ها در تمام گونه‌های بررسی شده مخروطی شکل بود. تعداد کوتیلدون‌ها در تمام گونه‌ها به جز *P. major* چهار عدد و دارای آرایش یکی در هر بند که از بند دوم تا پنجم به‌صورت مرکزی قرار دارند، بود (شکل-۱، الف). در *P. major* تعداد کوتیلدون‌ها ۱۲ تا بود که به‌صورت سه تا در هر یک از بندهای دوم تا پنجم آرایش یافته‌اند به‌طوری‌که یکی در مرکز و دو تا به‌صورت جانبی در هر طرف بند قرار می‌گیرند (شکل-۱، ب). در اندازه نسبی کوتیلدون، گونه‌های *A. lentus*، *P. major* و *M. persicus* دارای کوتیلدون با اندازه بلند بودند. گونه‌های *P. pruinosis*، *P. mehrdadi* و *H. elongatus* دارای کوتیلدون با اندازه متوسط و گونه *P. evansi* دارای کوتیلدون کوتاه بودند.

جدول ۱: اندازه نسبی، طول و الگوی آرایش کوتیلدون‌ها در

گونه‌های بررسی شده در مطالعه حاضر

اندازه نسبی از طریق تقسیم طول کوتیلدون مرکزی بند سوم سینه بر عرض سر ماده محاسبه شده است (خطای استاندارد میانگین).

| خانواده/گونه | تعداد | کوتیلدون | |
|---------------------------------|-------|-------------|-------|
| | | اندازه نسبی | آرایش |
| Agnaridae | | | |
| <i>Hemilepistus elongatus</i> | ۵ | ۰/۶۵±۰/۰۴۵ | الف |
| <i>Protracheoniscus major</i> | ۱۷ | ۱/۴۹±۰/۰۷۳ | ب |
| <i>Mongoloniscus persicus</i> | ۷ | ۱/۱۱±۰/۱۵۵ | الف |
| Porcelliodae | | | |
| <i>Agabiformius lentus</i> | ۱۰ | ۱/۰۰۱±۰/۰۹۰ | الف |
| <i>Porcellio evansi</i> | ۱۵ | ۰/۳۶±۰/۰۲۶ | الف |
| <i>Porcellio mehrdadi</i> | ۵ | ۰/۹۴±۰/۱۰۱ | الف |
| <i>Porcellionides pruinosis</i> | ۱۳ | ۰/۷۷±۰/۰۶۲ | الف |

بحث

وجود کیسه پرورشی یا مارسوپوم در جورپایان خشکی زی در ساکن شدن این گروه در زیستگاه‌های خشکی نقش برجسته‌ای داشته است. در گونه‌های ابتدایی که دارای مارسوپوم باز هستند، این کیسه به‌وسیله آب محیط پر می‌شود و در نتیجه این نمونه‌ها محدود به مناطقی هستند که همواره از آب اشباع است. برای ساکن شدن در مناطق خشک‌تر، ساختارهایی به نام کوتیلدون در طی تکامل جورپایان خشکی زی به‌وجود آمدند که با ترشح مایع مارسوپومی، محدودیت این گروه از جورپایان را برای زیستن در مکان‌های بسیار مرطوب رفع کردند و مارسوپوم بسته را ایجاد کردند (Hoese, ۱۹۸۴). تاکنون





شکل ۲: الگوی توزیع کوتیلدون‌ها در دو گونه جورپای خشکی زی، الف - *Porcellio mehrdadi*، ب - *Protracheoniscus major* (مقیاس امیلی متر)

نمی‌دهد و این که *P. major* که در آن تعداد ۱۲ کوتیلدون وجود دارد، نسبت به برخی از گونه‌ها، زیستگاه‌های مرطوب‌تر را ترجیح می‌دهد. به‌طور مشابه، به‌نظر می‌رسد که بین اندازه نسبی این ساختارها و نوع زیستگاه گونه‌ها ارتباط وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

از داوران گرامی که پیشنهادهای ارزشمندشان سبب افزایش کیفیت مقاله شد، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع

1. Appel, C., 2011. Análise e descrição de estruturas temporárias presentes no período ovífero de isópodos terrestres (Crustacea, Oniscidea). Masters dissertation. Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2. Hoese, B., 1984. The marsupium in terrestrial isopods. Symposia of the Zoological Society of London. Vol. 53, pp: 65-76.
3. Hoese, B. and Janssen, H., 1989. Morphological and physiological studies on the marsupium in terrestrial isopods. Monitore Zoologico Italiano, Nuova Serie, Monografia. Vol. 4, pp: 153-173.
4. Hornung, E., 2011. Evolutionary adaptation of oniscidean isopods to terrestrial life: Structure, physiology and behavior. Terrestrial Arthropod Reviews. Vol. 4, pp: 95-130.
5. Lewis, F., 1991. The relationship between broodpouch cotyledons, aridity and advancement. pp. 81-88. In: Juchault, P. and Mocquard, J. (Editors). The Biology of Terrestrial Isopods III. Proceedings of the third international symposium on the biology of terrestrial Isopods. Université de Poitiers, France. Publisher. Poitiers, France. 221 p.
6. Lewis, F., 1989. Themes and Variations: Broodpouch cotyledons in Australian Oniscidae. Isopoda. Vol. 3, pp: 19-27.
7. Schmalfuss, H., 1998. Evolutionary Strategies of the Antennae in Terrestrial Isopods. Journal of Crustacean Biology. Vol. 18, pp: 10-24.
8. Schmidt, C., 2008. Phylogeny of the terrestrial Isopoda (Oniscidea): a review. Arthropod Systematics and Phylogeny. Vol. 66, No. 2, pp: 191-226.
9. Vandael, A., 1925. Recherches sur la sexualité des Isopodes. Les conditions naturelles de la reproduction chez les Isopodes terrestres. Bulletin Biologique de la France et de la Belgique. Vol. 59, pp: 317-371.
10. Warburg, M.R., 1968. Behavioral adaptations of terrestrial isopods. American Zoologist. Vol. 8, No 3, pp: 545-559.

البته قابل ذکر است که در *P. major* کوتیلدون‌های جانبی نسبت به کوتیلدون مرکزی در هر بند با فاصله قرار گرفته‌اند (شکل ۲-ب) در حالی که در مطالعه Appel (۲۰۱۱) کوتیلدون‌های جانبی در مجاورت کوتیلدون مرکزی قرار گرفته‌اند. Appel (۲۰۱۱) برای اندازه کوتیلدون‌ها، سه اندازه نسبی کوتاه، متوسط و بلند را در خرخاکی‌ها تعریف کرد. از میان گونه‌های مطالعه شده، گونه‌های *A. lentus*، *P. major* و *M. persicus* دارای کوتیلدون بلند بودند. گونه‌های *P. pruinus*، *P. mehrdadi* و *H. elongatus* دارای کوتیلدون متوسط و گونه *P. evansi* دارای کوتیلدون کوتاه بودند. در مطالعه Appel (۲۰۱۱)، گونه *P. pruinus* دارای کوتیلدون بلند و گونه *A. lentus* دارای کوتیلدون متوسط گزارش شد. تفاوت مشاهده شده در اندازه نسبی کوتیلدون در این دو گونه در مطالعه حاضر و مطالعه Appel (۲۰۱۱) را می‌توان به احتمال زیاد به اندازه‌گیری کوتیلدون‌ها در مراحل مختلف بارداری نسبت داد. از آنجایی که طول کوتیلدون‌ها با گذشت مراحل بارداری بلندتر می‌شود (Janssen و Hoese، ۱۹۸۹)، بنابراین اندازه نسبی آن‌ها در مراحل مختلف بارداری تغییر می‌کند. به‌همین دلیل در مورد اندازه نسبی کوتیلدون‌ها، مشخص کردن مرحله بارداری نمونه‌های ماده (مرحله تخم، جنین یا مانکا) ضروری به‌نظر می‌رسد. Lewis (۱۹۹۱) معتقد بود که بین تعداد کوتیلدون‌ها و زیستگاه گونه‌ها ارتباط وجود دارد و بیان داشت که نمونه‌های اشتقاق یافته‌تر و با ترجیح زیستگاه‌های خشک‌تر دارای تعداد کوتیلدون‌های بیش‌تری هستند. Appel (۲۰۱۱) با بررسی تعداد زیادی از گونه‌ها که از نظر زیستگاهی، طیف وسیعی از زیستگاه‌های مرطوب تا خشک و حتی غارزی را شامل می‌شد تأکید کرد که بین تعداد کوتیلدون و نوع زیستگاه ارتباطی وجود ندارد به طوری که تعداد چهار کوتیلدون در اکثر گونه‌های مورد مطالعه وی گزارش شد. نتایج این مطالعه نیز یافته‌های Appel (۲۰۱۱) را تأیید می‌کند به طوری که تعداد کوتیلدون‌ها در *H. elongatus* که در مقایسه با برخی از گونه‌ها در مناطق خشک‌تر زیست می‌کند، تفاوتی نشان

