

تنوع زیستی دوجورپایان زیرزمینی جنس *Niphargus* در ایران با معرفی ثبت جدید گونه *N. hosseiniei*

• سمیه اسمعیلی رینه*: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۶

چکیده

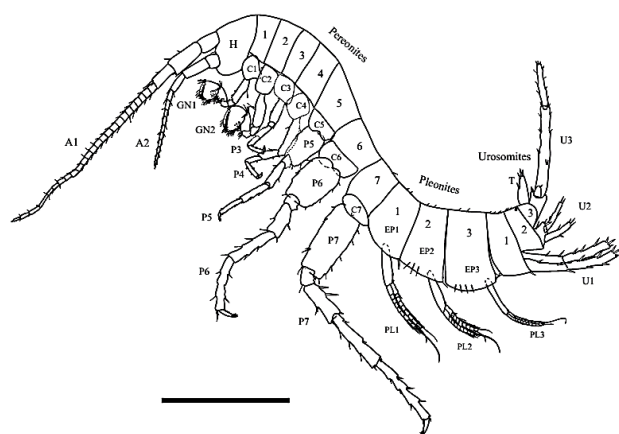
اعضای جنس زیرزمینی *Niphargus* Schiödte, ۱۸۴۹ در آب‌های زیرزمینی و یا آب‌های مرتبط با محیط‌های زیرزمینی نظیر چشمه‌ها زندگی می‌کنند. اعضای این گروه یکی از غنی‌ترین جنس‌های دوجورپایان آب شیرین از نظر تعداد گونه (بیش از ۳۰۰ گونه و زیر گونه) در جهان هستند که در غرب پاله آرکتیک پراکنش دارند. ایران به‌عنوان محدوده شرقی جنس *Niphargus* مشخص می‌شود و تاکنون ۱۷ گونه از این جنس در ایران یافت شده است که به‌جز گونه *N. valachicus*، سایر گونه‌ها بومی ایران می‌باشند. در این مطالعه، تنوع و پراکنش اعضای این جنس در ایران و صفات تشخیصی مهم هر گونه بررسی و ثبت جدیدی از گونه *N. hosseiniei* در اطراف روستای بیلوار شهر کرمانشاه گزارش می‌شود. نقشه توزیع جغرافیایی گونه‌ها با نرم‌افزار Arc GIS ترسیم گردید. اکثر گونه‌های این جنس از ایران در ۵ سال گذشته معرفی شده‌اند و انتظار می‌رود در آینده‌ای نزدیک گونه‌های بیش‌تری به فون زیرزمینی ایران اضافه گردد.

کلمات کلیدی: تنوع زیستی، *Niphargus*، آب زیرزمینی، ثبت جدید، ایران



مقدمه

نظیر از دست دادن چشم، از دست دادن رنگدانه و طولیل شدگی پیوسته‌ها از ویژگی‌های این گروه محسوب می‌شود (Endler, ۱۹۸۶). از آنجایی که دوجورپایان جنس *Niphargus* همیشه نابینا هستند و معمولاً رنگ بدن آن‌ها سفید است، از این‌رو نام جنس آن‌ها از واژه یونانی کلمه *niphargês* به معنی "سفید مثل برف" می‌آید (Flot و همکاران، ۲۰۱۰). در رشته کوه‌های البرز و زاگرس که حدود یک سوم از مساحت کشور را شامل می‌شوند، مناطق کارستی و آبخوان‌های بزرگی وجود دارد. تنوع آب و هوایی و زیستگاهی در این نواحی موجب تنوع خارق‌العاده دوجورپایان در ایران شده است (Hekmatara و همکاران، ۲۰۱۱). هدف از این تحقیق، نخست بررسی تنوع زیستی دوجورپایان زیرزمینی آب شیرین از جنس *Niphargus* در ایران است که تاکنون توصیف شده‌اند و سپس ارایه ثبت جدیدی از گونه *N. hosseiniei* در استان کرمانشاه می‌باشد.



شکل ۱: نمای جانبی نمونه‌ای از گونه *Niphargus kermanshahi*. H: سر؛ A1: شاخک ۱؛ A2: شاخک ۲؛ C1-C7: کوسکاهای ۱-۷؛ EP 1-3: صفحات اپی مرال ۱-۳؛ GNI-2: پاهای گیره‌ای ۱-۲؛ P1-7: بندهای سینه‌ای ۱-۷؛ P3-7: بندهای شکمی ۱-۳؛ PL1-3: پاهای شکمی ۱-۳؛ U1-3: پاهای دمی ۱-۳؛ Urosomites 1-3: بندهای دمی ۱-۳.

مواد و روش‌ها

در این مقاله ثبت جدید گونه *N. hosseiniei* براساس صفات ریختی از روستای بیلوار در استان کرمانشاه ارایه می‌گردد. قبل از تشریح نمونه، طول سر و بدن یعنی فاصله نوک سر تا تلسون در زیر لوپ اندازه‌گیری شد. جهت مطالعه ریختی و بررسی صفات

اعضای گروه دوجورپایان (Amphipoda) یکی از بزرگ‌ترین راسته‌های سخت‌پوستان هستند که دارای نماینده‌هایی در دریا، آب شیرین و خشکی می‌باشند و معمولاً در اندازه‌های ۲۰ تا ۵۰ میلی‌متری دیده می‌شوند (Brusca و Brusca, ۲۰۰۳). این راسته مشتمل بر بیش از ۸۰۰۰ گونه است که به علت تنوع زیاد در بیش از ۱۰۰ خانواده قرار می‌گیرند. دوجورپایان خانواده Niphargidae بخش مهمی از جانوران زیرزمینی آب شیرین در بسیاری از بخش‌های جهان را تشکیل می‌دهند. آن‌ها جز فراوان‌ترین، گسترده‌ترین و متنوع‌ترین موجوداتی هستند که در سیستم‌های آب زیرزمینی یافت می‌شوند (Schram, ۱۹۸۶). جنس *Niphargus* Schiödt, 1849 در زیر راسته Gammaridea و خانواده Niphargidae قرار دارد و بزرگ‌ترین جنس دوجورپایان آب شیرین با بیش از ۳۰۰ گونه و زیرگونه است. اکثر گونه‌های این جنس در انواع آب‌های زیرزمینی نظیر شکاف‌ها، نه‌های زیرزمینی، کارست‌ها، چاه‌ها، چشمه‌ها، آب‌های لب‌شور و معدنی زندگی می‌کنند و بخش قابل توجهی از تنوع زیستی آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند (Sket, ۱۹۹۹). اعضای این جنس در اکثر نقاط اروپا (به‌خصوص محدوده‌های یخی پلیوستوسن) پراکنش دارند و گونه‌های کمی نیز از خاورمیانه معرفی شده‌اند (Karaman و Ruffo, ۱۹۸۶؛ Karaman, Akbulut و همکاران، ۲۰۰۱؛ Fišer و همکاران، ۲۰۰۸). خاستگاه این جنس شمال غربی یوگسلاوی سابق با ۵۸ گونه می‌باشد (Barnard, ۱۹۸۳). وجود تعداد زیاد گونه در این منطقه به طبیعت کارستی کوه‌های آن برمی‌گردد (Culver, ۱۹۸۲). گونه‌هایی که به‌طور موفقیت‌آمیز در محیط‌هایی نظیر محیط‌های زیرزمینی مستقر می‌شوند، دستخوش تغییرات سازشی می‌گردند. تصور می‌شود گذار از زندگی سطحی به زیرزمینی به آرامی و تحت فرایندهای تدریجی صورت می‌گیرد و به مجموعه‌ای از تغییرات ریختی وابسته است که به‌عنوان صفات تروگلمورف (Troglomorphy) شناخته می‌شود (Trontelj و همکاران، ۲۰۱۲) و جانورانی که دارای صفات تروگلمورف می‌باشند، تروگلوبیت (Troglóbite) نامیده می‌شوند (Christensen و Pauly, ۱۹۹۲). گونه‌های زیرزمینی برای زندگی در محیط‌های زیرزمینی چهار نوع سازش شامل سازش‌های ریختی ظاهری و داخلی، سازش‌های رفتاری، سازش‌های فیزیولوژیک و سازش‌های ژنتیکی را کسب کرده‌اند (Boutin و Coineau, ۲۰۰۰). اعضای جنس *Niphargus* نیز از جمله تاکسون‌های تروگلوبیت محسوب می‌شوند و ویژگی‌هایی

دمی ۱ قابل تشخیص هستند (Sari و Esmaeili-Rineh، ۲۰۱۳).
گونه *N. bisitunicus*: محل تیپ این گونه سراب بیستون (طول جغرافیایی ۲۸°۰۷' و عرض جغرافیایی ۲۵°۳۴') در استان کرمانشاه می‌باشد. جمعیت‌های این گونه دارای ویژگی‌های تشخیصی زیر هستند: بندهای سینه‌ای ۱-۲ به ترتیب دارای یک و سه تارچه خارمانند همراه با دو تارچه ساده در امتداد پشتی-جانبی، پروپودوس پاهای گیره‌ای ۱-۲ هر یک با دو تارچه خارمانند کوچک در حاشیه پالم (-Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۵ الف).

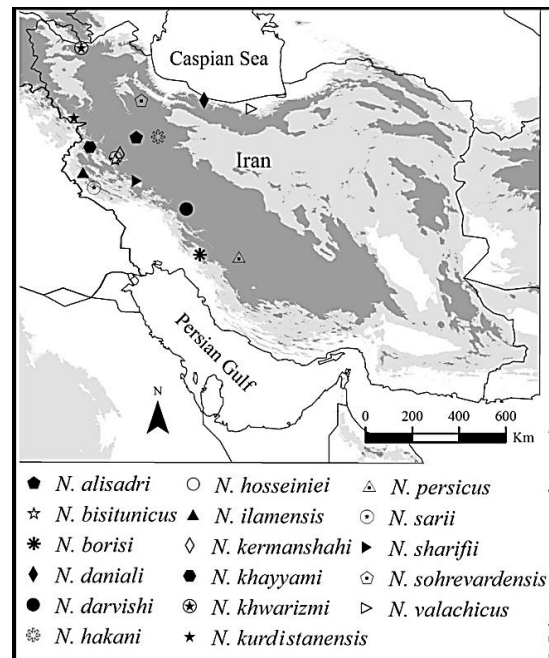
گونه *N. borisi*: محل تیپ این گونه چشمه سیاه (طول جغرافیایی ۴۴°۵۰' و عرض جغرافیایی ۴۵°۳۰') در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد. جمعیت‌های این گونه به واسطه حضور دو تارچه خارمانند در پایه پای دمی ۱، حضور تارچه خارمانند در سطح پشتی بند دمی ۳ و حضور دو تارچه خارمانند ساده در گوشه پالم قابل تشخیص می‌باشند (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۵ الف).

گونه *N. daniali*: محل تیپ این گونه غار دانیال (طول جغرافیایی ۱۰°۵۱' و عرض جغرافیایی ۳۹°۳۶') در استان مازندران می‌باشد. اعضای این گونه به واسطه حضور تارچه در بند اول پالم ماندیولار، داشتن تنها یک تارچه خارمانند در بندهای دمی ۱-۲ و وجود هفت و پنج تارچه به ترتیب در پدانکل پاهای شکمی ۱-۲ قابل تشخیص می‌باشند (Sari و Esmaeili-Rineh، ۲۰۱۳).

گونه *N. darvishi*: محل تیپ این گونه چشمه دیمه (طول جغرافیایی ۱۳°۵۰' و عرض جغرافیایی ۳۰°۳۲') در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. اعضای این گونه به واسطه داشتن برجستگی‌های دندانی زیاد در تارچه‌های خارمانند لوب خارجی، عرض بیش‌تر از طول در پروپودوس‌های پاهای گیره‌ای، حضور بیش‌تر از یک تارچه خارمانند در حاشیه داخلی داکتیلوس پاهای سینه‌ای ۱-۳ قابل تشخیص می‌باشند (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۵ الف).

گونه *N. hakani*: محل تیپ این گونه چشمه خدرگلی (طول جغرافیایی ۰۷°۴۹' و عرض جغرافیایی ۲۷°۳۵') در شهر رزن در استان همدان می‌باشد. از صفات تشخیصی این گونه حضور تنها یک تارچه خارمانند در پایک پای دمی ۱، پالپ طویل‌تر از صفحه خارجی در آرواره تحتانی ۱ می‌باشد. هم‌چنین در اعضای این گونه به ترتیب دو، پنج و دو تارچه خارمانند در حاشیه پشتی-جانبی بندهای دمی ۱-۳ وجود دارد. صفحات اپی مرال به‌طور مشخصی زاویه‌دار بوده و به ترتیب دارای سه و چهار تارچه خارمانند در سطح شکمی صفحات ۲-۳ می‌باشند.

تاکسونومیکی، قطعات مختلف بدنی در زیر لوپ با استفاده از سوزن‌های تشریح ظریف جدا و روی لام حاوی چسب Euoparal قرار داده شد. لام‌های آماده شده بعد از خشک شدن جهت بررسی‌های مورفولوژیکی دقیق‌تر در زیر میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین اندازه‌گیری و عکس‌برداری شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار Adobe Illustrator CS6 اجزای مختلف نمونه‌ها رسم گردید. اطلاعات مربوط به گونه‌های جنس *Niphargus* در دامنه پراکنش آن در ایران با استفاده از تحقیقات صورت گرفته تاکنون به همراه صفات شاخص تشخیصی ارائه می‌گردد. در ادامه نقشه پراکنش گونه‌ها (شکل ۲) با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS ver ۱۰٫۱ ترسیم می‌گردد.



شکل ۲: دامنه پراکنش گونه‌های جنس *Niphargus* در ایران

براساس مطالعاتی که تاکنون بر روی جنس *Niphargus* در ایران صورت گرفته است، این جنس مشتمل بر ۱۷ گونه می‌باشد که موقعیت و ویژگی‌های تشخیصی آن‌ها در ذیل آمده است:

گونه *N. alisadri*: محل تیپ این گونه غار علی‌صدر (طول جغرافیایی ۱۷°۴۸' و عرض جغرافیایی ۱۶°۳۵') در استان همدان می‌باشد. جمعیت‌های این گونه به واسطه طول پای دمی ۳ که نصف طول بدن نمونه است، حضور پنج تا شش تارچه خارمانند در حاشیه‌های خلفی پشتی-جانبی بندهای دمی ۲ و ۳ و فقدان دو شکلی جنسی در پای



گونه *N. Khwarizmi*: محل تیپ این گونه چشمه کهریز (طول جغرافیایی $46^{\circ}10'$ و عرض جغرافیایی $38^{\circ}41'$) در استان آذربایجان غربی می باشد. اعضای این گونه به واسطه داشتن ۱۰-۵ تارچه در امتداد حاشیه پشتی - خلفی، دو شکلی جنسی در پاهای دمی ۱ و ۳ و حضور تارچه در حاشیه خارجی پاهای سینه‌ای ۷-۳ قابل شناسایی هستند (Hekmatara و همکاران، ۲۰۱۳).

گونه *N. kurdistanensis*: محل تیپ این گونه، غار شوی (طول جغرافیایی $45^{\circ}53'$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ}00'$) در ۱۲ کیلومتری شهر بانه در استان کردستان می باشد. از صفات تشخیصی این گونه حضور چهار تارچه خارمانند راسی در هر لوب تلسون و نرسیدن پالپ آرواره تحتانی ۱ به راس لوب خارجی می باشد. هم‌چنین در اعضای این گونه، بندهای دمی ۱-۳ به ترتیب دارای دو، دو و یک تارچه خارمانند و خارهای صفحه خارجی آرواره تحتانی ۱ دارای یک برجستگی جانبی و یا بدون آن می باشند (Mamaghani و همکاران، ۲۰۱۷).

گونه *N. persicus*: محل تیپ این گونه چشمه تیره باغ (طول جغرافیایی $52^{\circ}40'$ و عرض جغرافیایی $30^{\circ}14'$) در روستای تیره باغ شهرستان مرودشت در استان فارس می باشد. از صفات تشخیصی این گونه داشتن شاخک ۱ طویل تر از نصف بدن است. هم‌چنین در اعضای این گونه اندازه کوکسای پاهای گیره‌ای ۲-۱ مشابه و پروپودوس در آن‌ها بیضوی شکل است. لوب خارجی آرواره تحتانی ۱ حاوی هفت تارچه خارمانند است که هر یک بیش از سه برجستگی جانبی را حمل می کنند. گوشه پالمار پای گیره‌ای ۱ دارای دو تارچه خارمانند حمایت کننده کوتاه است. هم‌چنین در حاشیه داخلی پدانکل در پای شکمی ۲، سه تارچه ساده وجود دارد (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۷).

گونه *N. sarii*: محل تیپ این گونه چشمه جوخانم (طول جغرافیایی $46^{\circ}40'$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ}19'$) از شهر چرداول در استان ایلام می باشد. اعضای این گونه به واسطه اندازه برابر راموس‌های پای دمی ۱، نرسیدن داکتیلوس به حاشیه خلفی پروپودوس در پای گیره‌ای ۲، حضور یک و دو تارچه خارمانند به همراه یک تارچه ساده به ترتیب در حاشیه پشتی - جانبی بندهای دمی ۲-۱ قابل شناسایی هستند (Esmaeili-Rineh و همکاران، در دست چاپ).

گونه *N. sharifii*: محل تیپ این گونه سراب رباط (طول جغرافیایی $48^{\circ}18'$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ}35'$) در استان لرستان می باشد. اعضای این گونه با نسبت طول بیش تر از عرض در پروپودوس پاهای گیره‌ای ۱-۲ و وجود بیش از یک تارچه خارمانند حمایت کننده در سطح

پروپودوس پای گیره‌ای ۱ به حاشیه خلفی پالم نمی رسد و سومین بند از پالپ ماندیبولار دارای یک گروه دستجات A-setae دو تارچه‌ای می باشد (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۷ الف).

گونه *N. hosseiniei*: محل تیپ این گونه سراب نوجیوران (طول جغرافیایی $47^{\circ}29'$ و عرض جغرافیایی $34^{\circ}29'$) در استان کرمانشاه می باشد. ثبت‌های دیگر این گونه در غار قوری قلعه کرمانشاه و چشمه برولان در استان آذربایجان غربی می باشد. اعضای این گونه به واسطه حضور دو گروه دستجات A-setae در بند سوم پالپ ماندیبولار، پروپودوس مثلی شکل در پای گیره‌ای ۲ و حمل دو تارچه خارمانند در گوشه پالمار پای گیره‌ای ۲ قابل تشخیص می باشند (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۷ ب).

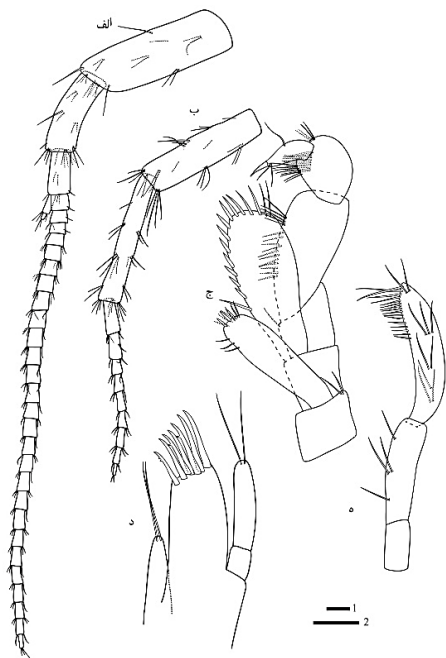
گونه *N. ilamensis*: محل تیپ این گونه سراب مورد (طول جغرافیایی $46^{\circ}54'$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ}14'$) در استان ایلام می باشد. اعضای این گونه در سراب کانی پهن نیز یافت شده‌اند. از صفات تشخیصی این گونه داشتن یک تارچه خارمانند در سطح پشتی - خلفی بند دمی ۳، حضور دو یا بیش از دو تارچه خارمانند حمایت کننده در گوشه پالمار پاهای گیره‌ای ۱-۲، داشتن پروپودوس مستطیلی و مثلی شکل به ترتیب در پاهای گیره‌ای ۲-۱ و حضور تارچه‌های خارمانند متعدد در حاشیه خلفی صفحه اپی مرال ۳ می باشد (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۷ ب).

گونه *N. khayyami*: محل جمع‌آوری جمعیت‌های این گونه غار قوری قلعه (طول جغرافیایی $46^{\circ}30'$ و عرض جغرافیایی $34^{\circ}53'$) در استان کرمانشاه می باشد. اعضای این گونه به واسطه داشتن سه تارچه ساده در امتداد حاشیه پشتی - خلفی، داشتن چندین برجستگی در شش تارچه خارمانند و یک برجستگی در تنها یک تارچه خارمانند در لوب خارجی آرواره تحتانی ۱ و حضور یک تارچه ساده و دو تارچه خارمانند در پایه ناخن در داکتیلوس پاهای سینه‌ای ۶-۳ قابل تشخیص می باشد (Hekmatara و همکاران، ۲۰۱۳).

گونه *N. kermanshahi*: محل تیپ این گونه چشمه کنگرشاه (طول جغرافیایی $47^{\circ}39'$ و عرض جغرافیایی $34^{\circ}36'$) در استان کرمانشاه می باشد. جمعیت‌های این گونه به واسطه حضور سه تارچه ساده در امتداد سطح پشتی - میانی بندهای سینه‌ای ۲-۱، وجود دو تارچه خارمانند در سطح پشتی - جانبی بند سینه‌ای ۲ و نرسیدن پالپ به سطح خارجی آرواره تحتانی ۱ قابل شناسایی می باشند (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۶).

عرض جغرافیایی $38^{\circ}34'$ ، اردیبهشت ۹۴. دامنه پراکنش: چشمه برولان در استان آذربایجان غربی، غار قوری قلعه و چشمه نوجیوران در استان کرمانشاه.

اندازه نمونه ۸ میلی متر. شاخک ۱: $0/45$ طول بدن. قطعات یک تا سه در پایک به ترتیب کوتاه تر، طول قطعه سه برابر با نصف قطعه دو، تاژک اصلی با 27 بند، هریک با تارچه های کوتاه، تاژک فرعی دارای دو بند، به نصف بند سه از تاژک اصلی می رسد، بند اول و دوم به ترتیب با دو و سه تارچه ساده (شکل ۳ الف). شاخک ۲: نسبت طول شاخک ۲ به ۱: $0/50$. قطعه پنج پایک تا اندازه های طویل تر از قطعه چهار (نسبت $1/22$ به $1/19$)، به ترتیب با یازده و ده گروه تارچه ساده، تاژک با نه بند، تقریباً $0/46$ طول قطعات چهار و پنج پایک (شکل ۳ ب). پاهای آرواره ای: صفحه داخلی کوتاه، با سه تارچه خارمانند انتهایی مخلوط با پنج تارچه ساده، با سه تارچه ساده طویل جانبی نزدیک انتهایی، صفحه خارجی از نصف حاشیه خلفی بند دو پالپ تجاوز می کند، با 12 تارچه خارمانند حاشیه ای و دو تارچه ساده انتهایی، بند سه پالپ در حاشیه خارجی با گروه هایی از تارچه های ساده، بند انتهایی پالپ با یک تارچه ساده در حاشیه خارجی، ناخن کوتاه تر از پدیستال (شکل ۳ ج).



شکل ۳: *Niphargus hosseiniei*، نمونه ۸ میلی متر، الف: شاخک ۱؛ ب: شاخک ۲؛ ج: پاهای آرواره ای؛ د: آرواره تحتانی؛ ه: پالپ ماندیبولار. مقیاس: ۱ = 0.5 میلی متر (ج-ه)؛ ۲ = 1 میلی متر (الف-ب).

داخلی قابل تشخیص می باشند (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۵ الف).

گونه *N. sohrevardensis*: محل تیپ این گونه چشمه سهپورد (طول جغرافیایی $48^{\circ}29'$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ}40'$) در 110 کیلومتری شهر زنجان در استان زنجان می باشد. جمعیت این گونه به واسطه اندازه پالپ کوتاه تر از لوب خارجی در آرواره تحتانی ۱، پروپودوس مستطیلی شکل در پاهای گیره ای ۱-۲ و حضور تنها یک تارچه خارمانند حمایت کننده قابل تشخیص می باشد. هم چنین در اعضای این گونه آرواره تحتانی ۱ مشتمل بر هفت تارچه خارمانند است که به ترتیب دارای یک (دو خار)، دو (دو خار)، چهار و فاقد (دو خار) برجستگی های جانبی می باشد. بندهای ۱-۲ به ترتیب دارای یک و دو تارچه خارمانند در حاشیه پشتی - خلفی هستند. هم چنین بند ۲ دارای یک تارچه ساده نیز می باشد. داکتیلوس پاهای سینه ای در جمعیت های این گونه دارای یک تارچه خارمانند در سطح داخلی و پایه ناخن می باشند (Esmaeili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۵ الف).

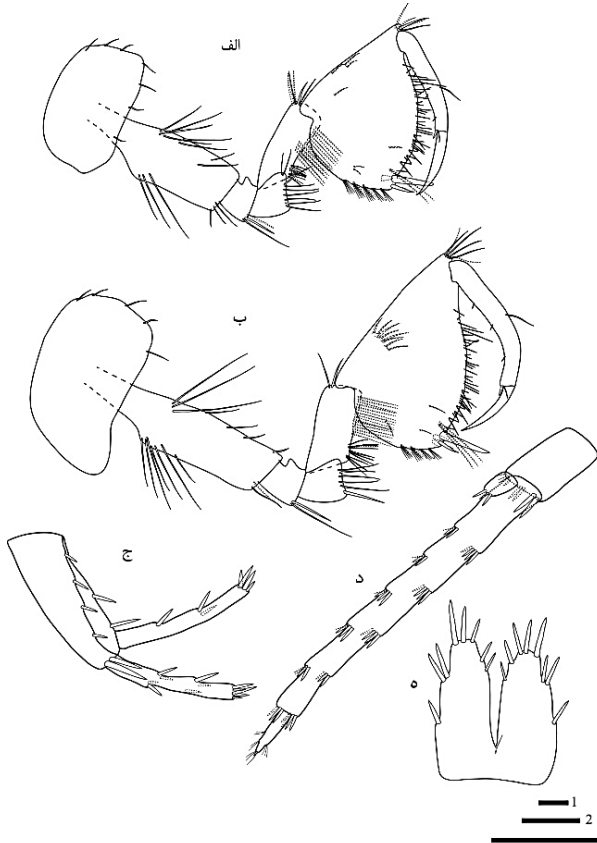
گونه *N. valachicus*: محل تیپ این گونه چشمه ای در بلغراد یوگسلاوی است که توسط Dobreanu و Manolache (۱۹۳۳) برای اولین مرتبه شناسایی و توصیف شد. این گونه دامنه پراکنش گسترده ای در آب های سطحی سیبری، اسلوانی، سرتاسر کرواسی، رومانی، یونان، اوکراین، سرتاسر دریای سیاه و جنوب دریای خزر دارد (Karaman، ۱۹۹۸). اولین جمعیتی که از این جنس در ایران شناسایی شده است ثبت جدیدی از گونه *N. valachicus* از قائم شهر استان مازندران می باشد (Karaman، ۱۹۹۸). اعضای این گونه توسط میرزاجانی و همکاران در منطقه دو آب قائم شهر در استان مازندران جمع آوری شدند و توسط Karaman (۱۹۹۸) شناسایی و به ثبت رسید. ویژگی های تشخیصی این گونه مشتمل بر حضور تنها یک تارچه خارمانند در سطح پشتی - جانبی بندهای ۱-۲، تعداد زیاد تارچه های خارمانند در سطح داخلی و در پایه ناخن داکتیلوس پاهای سینه ای ۳-۷ و حضور بخش انگشت مانند در سطح انتهایی - شکمی پدانکل پای ۱ می باشد.

نتایج

ثبت جدید گونه *Niphargus hosseiniei*: نمونه های مورد استفاده: سه نمونه نر، چشمه شاه حسین، روستای بیلوار، شهر کرمانشاه، مختصات جغرافیایی: طول جغرافیایی $47^{\circ}04'$ و



پای دمی ۱: قطعه پایک در پای دمی ۱ به ترتیب با شش و دو تارچه خارمانند بزرگ در حاشیه‌های جانبی - پشتی و میانی - پشتی. نسبت طول شاخه داخلی به خارجی: ۱/۴۲: ۱/۴۶. شاخه داخلی با دو گروه از تارچه‌های خارمانند و چهار تارچه خارمانند انتهایی. شاخه خارجی با چهار گروه از تارچه‌های خارمانند جانبی و پنج تارچه خارمانند منفرد انتهایی (شکل ۴ج). پای دمی ۳: قطعه پایک پای دمی ۳ با پنج تارچه خارمانند و سه تارچه ساده در حاشیه انتهایی، بند اول از شاخه خارجی با پنج و شش گروه از تارچه‌های خارمانند به ترتیب در امتداد حاشیه‌های خارجی و داخلی، بند دوم با تارچه‌های ساده حاشیه‌ای و سه تارچه ساده انتهایی، شاخه داخلی کوتاه، با سه تارچه خارمانند انتهایی (شکل ۴د). تلسون: طول تلسون سه برابر پهنای آن، هر لوب با سه تارچه خارمانند طویل انتهایی، با سه تارچه خارمانند جانبی و دو تارچه خارمانند میانی (شکل ۴ه).



شکل ۴: *Niphargus hosseiniei*، نمونه نر ۸ میلی‌متر، الف: پای گیره‌ای ۱؛ ب: پای گیره‌ای ۲؛ ج: پای دمی ۱؛ د: پای دمی ۳؛ ه: تلسون. مقیاس: ۱=۰.۵ میلی‌متر (۵)؛ ۲=۱ میلی‌متر (الف-ج)؛ ۳=۲ میلی‌متر (د).

پالپ آرواره فوقانی: فاقد تارچه در اولین بند، دومین بند با چهار تارچه ساده طویل در سطح شکمی، سومین بند با دو دسته سه‌تایی از تارچه‌های گروه A، سه دسته از گروه B، فاقد تارچه‌های گروه C، ۱۲ تارچه از گروه D و چهار تارچه از گروه E (شکل ۵). آرواره تحتانی ۱: صفحه داخلی با دو تارچه ساده طویل، صفحه خارجی با هفت تارچه ضخیم که دو تا با یک، یکی با دو و چهار تا بدون برجستگی‌های جانبی، پالپ دو قطعه‌ای، طویل، با دو تارچه طویل ساده انتهایی (شکل ۵۳). پای گیره‌ای ۱: کوکسای پای گیره‌ای ۱ کوتاه‌تر از پای گیره‌ای ۲. کوکسا دوزنقه‌ای، با پهنای بیش‌تر از طول، حاشیه جلویی و شکمی به ترتیب با سه و چهار تارچه ساده؛ قطعه دو با تارچه‌هایی در حاشیه‌های جلویی و خلفی؛ قطعات سه تا چهار با یک دسته از تارچه‌ها در موقعیت خلفی، قطعه پنج با یک دسته از تارچه‌ها در موقعیت جلویی - انتهایی، برجستگی در موقعیت خلفی با تارچه‌های ساده طویل، طول قطعه پنج، ۰/۶۲ طول قطعه دو و ۰/۸ طول قطعه شش؛ قطعه شش تا اندازه‌ای گرد در حاشیه جلویی و با پهنای بیش‌تر از طول، حاشیه جلویی با سه تارچه در دو گروه به همراه یک گروه پنج تارچه‌ای در موقعیت جلویی - انتهایی؛ پالم تا اندازه‌ای محدب، با یک تارچه خارمانند محکم طویل در گوشه پالم، یک تارچه خارمانند حمایت‌کننده کوچک در سطح داخلی و یک تارچه خارمانند کوچک بایرون زدگی‌های جانبی در سطح خارجی، دو تارچه ساده در زیر تارچه خارمانند حمایت‌کننده در گوشه پالم. داکتیلوس به حاشیه خلفی قطعه شش می‌رسد، حاشیه‌های خارجی و داخلی به ترتیب با یک ردیف از یک و سه تارچه ساده، ناخن کوتاه، طول ناخن ۰/۳۴ طول کل داکتیلوس (شکل ۴الف). پای گیره‌ای ۲: کوکسای ۲ مستطیلی، قطعه دو با گروهی از تارچه‌ها در حاشیه‌های خلفی و جلویی، حاشیه خلفی قطعات سه تا چهار هر یک با یک دسته تارچه. طول قطعه پنج، ۰/۴۶ طول قطعه دو و ۰/۵۷ طول قطعه شش. قطعه پنج با تارچه‌های ساده پراکنده در موقعیت خلفی، قطعه شش در پای گیره‌ای ۲ بزرگ‌تر از ۱، مثلی، با پهنای بیش‌تر از طول، حاشیه جلویی با هشت تارچه ساده در یک گروه به همراه شش تارچه در موقعیت جلویی - انتهایی، پالم تا اندازه‌ای محدب، با یک تارچه خارمانند محکم، دو تارچه خارمانند حمایت‌کننده کوچک در سطح داخلی و یک تارچه خارمانند دارای برجستگی‌های جانبی در سطح خارجی. داکتیلوس به حاشیه خارجی قطعه شش نمی‌رسد، حاشیه‌های داخلی و خارجی داکتیلوس به ترتیب با یک و سه تارچه ساده، طول ناخن ۰/۳ طول کل داکتیلوس (شکل ۴ب).

بحث

در این مقاله فون دوجورپایان زیرزمینی جنس *Niphargus* و دامنه پراکنش آن‌ها در ایران بررسی شد. تاکنون دو گونه معرفی شده از این جنس در ایران در امتداد رشته کوه البرز و ۱۵ گونه دیگر در امتداد رشته کوه‌های زاگرس یافت شده‌اند. معرفی اکثر گونه‌ها در چند سال گذشته صورت گرفته است که حاکی از تلاش و تمرکز بر مطالعه وضعیت این جنس در ایران دارد و انتظار می‌رود در آینده‌ای نزدیک گونه‌های بیشتری به فون جانوران زیرزمینی ایران اضافه گردد.

منابع

1. Akbulut, M.; Bat, L.; Sezgin, M. and Çulha, M., 2001. On the occurrence of *Niphargus valachicus* Dobrenau & Manolache, 1933 (Amphipoda, Gammaridae) in the Western Black Sea Region of Turkey. Turkish Journal of Zoology. Vol. 25, No. 3, pp: 235-239.
2. Barnard, J. and Barnard, C.M., 1983. Freshwater amphipoda of the world I. evolutionary pattern, II. Handbook and Bibliography. Hayfield Associates, Mt. Vernon, Virginia. 830 p.
3. Bay, L.K. and Caley, M.J., 2011. Greater genetic diversity in spatially restricted coral reef fishes suggests secondary contact among differentiated lineages. Diversity. Vol. 3, pp: 483-502.
4. Boutin, C. and Coineau, N., 2000. Evolutionary rates and phylogenetic age in some stygiobiontic specie in Subterranean Ecosystems, edited by H. Wilkens, D.C. Culver and W. Humphreys. Amsterdam and New York, Elsevier. 410 p.
5. Brusca, R.C. and Brusca, G.J., 2003. Invertebrates. 2nd Ed. Sinauer Associates. Sunderland, MA. 935 p.
6. Christensen, V. and Pauly, D., 1992. Ecpath II-software for balancing steady state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling. Vol. 61, No. 1, pp: 169-185.
7. Culver, D., 1982. Cave life, evolution and ecology. Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts. 189 p.
8. Dobreanu, E. and Manolache, C., 1933. Beitrag zur kenntnis der Amphipoden Rumniens. Notationes Biologicae Bucarest. Vol. 1, pp: 103-108.
9. Endler, J.A., 1986. Natural selection in the wild. Princeton University Press. USA. 336 p.
10. Esmaili-Rineh, S. and Sari, A., 2013. Two new species of *Niphargus* Schiödte, 1849 (Crustacea: Amphipoda: Niphargidae) from two caves in Iran. Journal of Natural History. Vol. 47, No. 41, pp: 2649-2669.
11. Esmaili-Rineh, S.; Sari, A. and Fišer, C., 2015a. Making future taxonomy of *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda: Niphargidae) in the Middle East easier: DELTA database of Middle East species with description of four new species from Iran. Zootaxa. Vol. 4020, pp: 401-430.
12. Esmaili-Rineh, S.; Sari, A.; Delić, T.; Moškrič, A. and Fišer, C., 2015b. Molecular phylogeny of the subterranean genus *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda) in the Middle

اعضای جنس *Niphargus* در آب‌های زیرزمینی یا آب‌های مرتبط با محیط‌های زیرزمینی غرب پال‌آرکتیک نظیر چشمه‌ها زندگی می‌کنند (Fišer و همکاران، ۲۰۱۳). تاکسونومی و فیلوژنی این جنس تا اندازه‌ای در بخش غربی و مرکزی دامنه پراکنش مورد بررسی قرار گرفته است و وضعیت این جنس در دامنه شرقی تا اندازه‌ای مبهم است. بر طبق یافته‌های اسمعیلی رینه و همکاران (۲۰۱۵ ب)، آنالیز فیلوژنتیکی جمعیت‌های اروپا، ایران، لبنان و جزایر کریمه نشان می‌دهد که گونه‌های دامنه شرقی جنس *Niphargus* به‌طور مستقل چندین مرتبه ساکن شده‌اند. شواهد ساعت مولکولی نشان می‌دهد که بخش‌های سرزمینی امروزی بالکان، زاگرس و آناتولی در حدود ۲۰ تا ۱۳ میلیون سال پیش در الیگوسن - ابتدای میوسن به‌هم متصل بوده‌اند. ارتباط بین اروپا و خاورمیانه در اواسط تا اواخر میوسن (۱۲ تا ۱۱ میلیون سال پیش)، زمانی که عقب‌نشینی بین دریای مدیترانه و دریای سیاه رخ داد، از بین رفت (Esmaili-Rineh و همکاران، ۲۰۱۵ ب). احتمالاً این حادثه منجر به جدایی کلاد بزرگ ایران از خویشاوندان اروپایی‌اش شده است (Karaman, ۱۹۹۸).

طبق نظر Bay و Caley (۲۰۱۱)، تراکم جمعیت‌ها بایستی در مرکز دامنه پراکنش جنس بالاتر و به سمت حاشیه‌ها کاهش یابد. جمعیت‌های حاشیه‌ای کوچک‌تر و قطعه‌قطعه می‌شوند و تنوع ژنتیکی در آن‌ها افزایش می‌یابد. تفاوت در تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های حاشیه‌ای و جمعیت مرکزی تحت تاثیر تفاوت بین نرخ‌های موتاسیون ایجاد می‌شود. نرخ موتاسیون بالا در جمعیت‌های حاشیه‌ای ناشی از فشارهای محیطی بر این جمعیت‌ها می‌باشد. بر این اساس Fišer و همکاران (۲۰۰۹)، پیشنهاد کردند که دامنه شرقی جنس ممکن است در نتیجه بیابان‌زایی قطعه‌قطعه شده باشد و انتظار می‌رود که گونه‌های متعددی در نواحی با ذخایر آب کافی یافت شود.

جمعیت جدید از گونه *N. hosseiniei* در چشمه شاه حسین در استان کرمانشاه زندگی می‌کند. این جمعیت همه ویژگی‌های تشخیصی این گونه را دارا می‌باشد. اما بررسی سایر صفات نشان می‌دهد که بین این جمعیت و جمعیت اصلی از چشمه نوجیوران در صفاتی نظیر تعداد تارچه‌های خارمانند در بخش حاشیه‌ای هر لوب تلسون، نسبت راموس داخلی به خارجی و شکل پروپودوس پای گیره‌ای ۱ تفاوت‌هایی وجود دارد.



۲۶. Papadopoulou, A.; Anastasiou, I. and Vogler, A.P., 2010. Revisiting the insect mitochondrial molecular clock: the midaegean trench calibration. *Molecular Biology and Evolution*. Vol. 27, pp: 1659-1672.
۲۷. Raeisi, E., 2004. Iran cave and karst, in *Encyclopedia of Cave and Karst*. edited by J. Gunn, Fitzroy Dearborn. New York, USA. pp: 460-461.
۲۸. Schram, F.R., 1986. *Crustacean*. Oxford University Press. New York, USA. 660 p.
۲۹. Sket, B., 1999. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 8, pp: 1319-1338.
۳۰. Trontelj, P.; Blejec, A. and Fišer, C., 2012. Ecomorphological convergence of cave communities. *Evolution*. Vol. 66, pp: 3852-3865.
۳۱. Väinölä, R.; Witt, J.D.S.; Grabowski, M.; Bradbury, J.H.; Jazdzewski, K. and Sket, B., 2008. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*. Vol. 595, pp: 241-255.
۱۳. Esmacili-Rineh, S.; Heidari, F.; Fišer, C. and Akmali, V., 2016. Description of new endemic species of the genus *Niphargus* Schiödte, 1849 (Amphipoda: Niphargidae) from a karst spring in Zagros Mountains in Iran. *Zootaxa*. Vol. 4126, No. 3, pp: 338-350.
۱۴. Esmacili-Rineh, S.; Mirghaffari S.A. and Sharifi, M., ۲۰۱۷a. The description of a new species of *Niphargus* from Iran based on morphological and molecular data. *Subterranean Biology*. Vol. 22, pp: 43-58.
۱۵. Esmacili-Rineh, S.; Sari, A.; Fišer, C. and Bargrizaneh, Z., 2017b. Completion of molecular taxonomy: description of four amphipod species (Crustacea: Amphipoda: Niphargidae) from Iran and release of database for morphological taxonomy. *Zoologischer Anzeiger*. Vol. 271, pp: 57-79.
۱۶. Esmacili-Rineh, S.; Mohammad-Niakan, A. and Akmali, V., 2017c. *Niphargus sarii* sp. nov. a new subterranean niphargid (Crustacea: Amphipoda) from Iran based on molecular and morphological characters. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum*. (Accepted)
۱۷. Fišer, C.; Sket, B. and Trontelj, P., 2008. A phylogenetic perspective on 160 years of troubled taxonomy of *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda). *Zoologica Scripta*. Vol. 37, No. 6, pp: 665-680.
۱۸. Fišer, C.; Trontelj, P.; Luštrik, R. and Sket, B., 2009. Toward a unified taxonomy of *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda): a review of morphological variability. *Zootaxa*. Vol. 2061, pp: 1-22.
۱۹. Fišer, C.; Zagmajster, M. and Zakšek, V., 2013. Coevolution of life history traits and morphology in female subterranean amphipods. *Nordic Society Oikos*. Vol. 122, No. 5, pp: 770-778.
۲۰. Flot, J.F.; Dattagupta, S. and Woerheide, G., 2010. Unsuspected diversity of *Niphargus* amphipods in the chemoautotrophic cave ecosystem of Frasassi, central Italy. *BMC Evolutionary Biology*. Vol. 10, pp: 171-184.
۲۱. Hekmatara, M.; Sari, A. and Heidary Baladehi, M.H., 2011. Two new *Gammarus* species (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae) from Zagros Mountains, Iran. *Zootaxa*. Vol. 2894, pp: 39-57.
۲۲. Hekmatara, M.; Zakšek, V.; Heidari, M.B. and Fišer, C., 2013. Two new species of *Niphargus* Crustacea: Amphipoda) from Iran. *Journal of Natural History*. Vol. 47, No. 21, pp: 1421-1449.
۲۳. Karaman, G.S. and Ruffo, S., 1986. Amphipoda: *Niphargus* group (Niphargidae sensu Bousfield, 1982), in *Stygofauna Mundi*. Edited by Botosaneanu, Leiden. E.J. Brill/Dr Backhuys. pp: 514-534.
۲۴. Karaman, G.S., 1998. First discovery of the family Niphargidae (Gammaridea) in Iran (contribution to the knowledge of the Amphipoda 243). *Glasnik Republičkog zavoda zaštite prirode- Prirodnjačkog muzeja Podgorica*. Vol. 12, pp: 9-22.
۲۵. Mamaghani-Shishvan, M.; Esmacili-Rineh, S. and Fišer, C., 2017. An Integrated Morphological and Molecular Approach to A New Species Description of Amphipods in the Niphargidae from Two Caves in West of Iran. *Zoological Studies*. doi:10.6620/ZS.2017.56-33

