

ORIGINAL ARTICLE

Radula and shell morphology in freshwater snails *Lymnaea palustris* and *Physa acuta* in west and south of Tehran province

Mina Azhari¹, Elham Ahmadi^{2*}

¹Department of Biology, Science College, Payame Noor University, Tehran, Iran.

²Agricultural Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Correspondence

Elham Ahmadi

Email: e1_ahmadi@yahoo.com

How to cite

Azhari, M., & Ahmadi, E. (2024). Radula and shell morphology in freshwater snails *Lymnaea palustris* and *Physa acuta* in west and south of Tehran province. *Experimental Animal Biology*, 12(47), 41-52.

ABSTRACT

Freshwater snails are intermediate hosts of a large and important group of parasitic worms in medicine and veterinary medicine. In Iran, millions of rials of losses are caused by human Fascioliasis, which can be its intermediate hosts, the right-rounded snail *Lymnaea palustris* and the left-rounded snail *Physa acuta*. To investigate the morphology of freshwater snails *L. palustris* and *P. acuta* from two families Lymnaeidae and Physidae, samples were collected during spring and summer from the west and south of Tehran province in 2021 and 2022. A total of 987 samples were collected and after being killed in boiling water, the samples were kept in 70% alcohol. In the laboratory, the radula of the samples were extracted and stained using Malery II and the dental formula, radula teeth and shell morphology were examined. In the species *L. palustris*, the central tooth is narrow and covered with a small cusp, the marginal teeth are poorly developed and have an irregular structure but in the species *P. acuta*, the central tooth has three main cusps and large marginal teeth. In terms of the difference in the shell of these two species, we can mention the length and the type of twisting, which in the adult species of *L. palustris*, their standard size is around 21 mm, but in the adult species of *P. acuta*, its standard size is about 15 mm. Also, a significant correlation was observed between the environmental factor of temperature and the population changes of the studied species.

KEYWORDS

Lymnaea palustris, *Physa acuta*, radula, shell, population fluctuations, temperature.

نشریه علمی

زیست‌شناسی جانوری تجربی

«مقاله پژوهشی»

مورفولوژی رادولا و پوسته در حلزون‌های آب شیرین *Physa* و *Lymnaea palustris* *acuta* در غرب و جنوب استان تهران

مینا ازهارى^۱، الهام احمدی^{۲*}

چکیده

حلزون‌های آب شیرین میزبانان واسطه گروه بزرگ و مهمی از کرم‌های انگلی در پزشکی و دامپزشکی هستند. در ایران سالانه میلیون‌ها ریال خسارات ناشی از فاسیولیازیس انسانی ایجاد می‌شود که می‌تواند میزبانان واسطه آن، حلزون راست‌گرد *Lymnaea palustris* و حلزون چپ‌گرد *Physa acuta* باشد. برای بررسی مورفولوژی حلزون‌های آب شیرین *P. acuta* و *L. palustris* از دو خانواده Physidae و Lymnaeidae، اقدام به جمع‌آوری نمونه‌ها طی دو فصل بهار و تابستان از غرب و جنوب استان تهران طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ شد. جمعاً تعداد ۹۸۷ نمونه جمع‌آوری و پس از کشته شدن در آب جوش، در الکل ۷۰ درصد نگهداری شدند. در آزمایشگاه، رادولای نمونه‌ها استخراج گردیده و با استفاده از رنگ Mally II، رنگ‌آمیزی شدند و فرمول دندان، دندان‌های رادولا و مورفولوژی پوسته موردبررسی قرار گرفت. در گونه *L. palustris*، دندان مرکزی باریک و با یک کاسپ کوچک پوشیده شده و دندان‌های حاشیه‌ای نیز رشد ضعیفی داشته و دارای ساختار نامنظمی است، اما در گونه *P. acuta*، دندان مرکزی دارای سه کاسپ اصلی و دندان‌های حاشیه‌ای بزرگ است. از نظر تفاوت در پوسته این دو گونه می‌توان به طول و نوع پیچش آن‌ها اشاره کرد که در بالغ گونه *L. palustris* اندازه استاندارد آن‌ها در حدود ۲۱ میلی‌متر بوده ولی در بالغ گونه *P. acuta* اندازه استاندارد آن‌ها در حدود ۱۵ میلی‌متر است. همچنین همبستگی معنی‌دار بین عامل محیطی دما با تغییرات جمعیت گونه‌های موردبررسی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی

گونه *Lymnaea palustris*، گونه *Physa acuta*، رادولا، پوسته، نوسانات جمعیت، دما.

^۱دانشگاه پیام نور، واحد تهران شرق، تهران، ایران.
^۲بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:

الهام احمدی

رایانامه: e1_ahmadi@yahoo.com

استناد به این مقاله:

ازهارى، مینا و احمدی، الهام (۱۴۰۲). مورفولوژی رادولا و پوسته در حلزون‌های آب شیرین *Lymnaea palustris* و *Physa acuta* در غرب و جنوب استان تهران. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۱۲(۴۷)، ۴۱-۵۲.

<https://eab.journals.pnu.ac.ir/>

مقدمه

اکثر نرم‌تنان متعلق به رده شکم پایان بوده و به‌طور عمده از حلزون‌های آب شیرین و خشکی بالغ بر ۴۰۰۰۰ گونه در سراسر جهان تشکیل شده‌اند (Harzhauser & Neubauer, 2021; Nwoko et al., 2022). مهم‌ترین حلزون‌ها، در زیررده پولموناتا قرار دارند. حلزون‌های آبزی و در رأس آن‌ها حلزون‌های آب شیرین این زیررده، اکثراً متعلق به راسته بازوماتوفورا هستند (Imani Baran et al., 2010). آن‌ها میزبان واسط گروه بزرگی از کرم‌های انسانی و حیوانی بوده که اکثراً متعلق به گروه ترماتودها می‌باشند (Salahi-Moghaddam, 2005). میلیون‌ها نفر در معرض خطر ابتلا به این بیماری‌های مشترک بین انسان و دام بوده و تقریباً تمامی ترماتودها بخشی از چرخه زندگی خود را در بدن حلزون‌ها سپری می‌کنند که باعث بیماری‌هایی همچون شیستوزومیازیس، فاسیولیازیس و هتروفیازیس می‌گردند (Chelsea et al., 2020). در ایران، سالانه میلیون‌ها ریال خسارت ناشی از فاسیولیازیس انسانی ایجاد می‌شود و شیستوزومیازیس در گذشته‌ای نه‌چندان دور، یکی از بیماری‌های مهم در ایران بوده است (Salahi-Moghaddam, 2005). سازمان بهداشت جهانی تخمین زده است که بیش از ۲۳۷ میلیون نفر انسان در جهان در سال ۲۰۱۹ نیاز به درمان پیشگیرانه بیماری شیستوزومیازیس داشته‌اند که حلزون‌ها میزبان واسط آن می‌باشند (WHO, 2020). همچنین بیماری‌های منتقله از طریق حلزون اهمیت دامپزشکی بالایی داشته و بخش عمده‌ای از بیماری‌های انگلی قابل انتقال به دام را تشکیل می‌دهند. خسارت سالانه جهانی ناشی از بیماری فاسیولیازیس در تولید دام بالغ بر ۳٫۲ میلیارد دلار برآورد شده است (Mehmood et al., 2017). در گزارشی دیگر خسارت سالانه به صنعت دام توسط بیماری فاسیولیازیس در سراسر جهان را بالغ بر ۲٫۵ میلیارد یورو هزینه اعلام می‌نماید که به‌طور عمده به‌دلیل تأثیر قابل‌توجه بر سلامت حیوانات و امنیت غذایی است (Chelsea et al., 2020). فاسیولیازیس در تمام قاره‌ها و در بیش از ۸۱ کشور جهان به‌استثنای قطب جنوب، دیده می‌شود (Caravedo & Cabada, 2020).

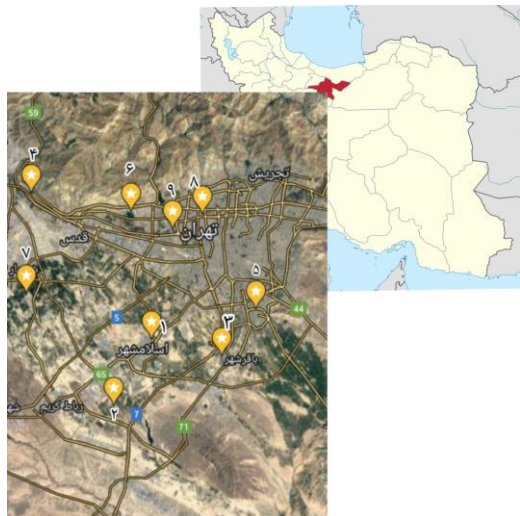
Charlier et al. (2020) خسارت مرتبط با بیماری انگلی فاسیولیازیس در صنعت دام ۱۸ کشور اتحادیه اروپا را بیش از ۷۵۰ میلیون دلار در سال برآورد کرده است که بیش‌ترین تأثیر را در صنایع لبنی و گاو گوشتی در اتحادیه اروپا داشته است. بنابراین، شناسایی حلزون‌ها و آگاهی نسبت به نحوه پراکنش جمعیت آن‌ها در منطقه و بیماری‌های انگلی ایجادشده توسط آن‌ها، یکی از

الزامات پایه برای مقابله با حلزون‌ها و بالابردن سطح سلامت جامعه است (Caravedo & Cabada, 2020).

مطالعات نشان داده است که تنوع، پراکنش و تراکم حلزون‌های آب شیرین در زیستگاه‌های خاص برحسب خصوصیات زیست‌شناختی، بیوشیمیایی و فیزیکی محیط آن‌ها تغییر می‌کند (Kariuki et al., 2004). بسیاری از گونه‌های گاستروپود بسیار متحرک هستند و به‌دلیل این تحرک در آب‌های کم عمق دیده می‌شوند (Skoog, 1976; Jokinen, 2007; Egonmwan, 2007). گونه‌های متعلق به خانواده Lymnaeidae در سراسر جهان وجود دارند (Correa, 2010). این خانواده، تنوع زیادی در مورفولوژی پوخته دارند اما ویژگی‌های تشریحی بسیار همگن دارند. حلزون‌های متعلق به خانواده لیمنیده دوزیست بوده و در اطراف جوی‌های آب، رودخانه‌ها و برکه‌های آب شیرین زندگی می‌کنند. این خانواده میزبان واسط ترماتودها (اورنیتوبیلارزیا ترکستانیکم، فاسیولاژیگاتیکا و فاسیولا هپاتیکا) می‌باشند و به‌طور قابل‌توجهی، بیماری فاسیولیازیس را انتقال می‌دهند. محیط مناسب، درجه حرارت و رطوبت مطلوب، سه عامل مهم تأثیرگذار در زندگی حلزون‌های میزبان واسط و در نتیجه شیوع فاسیولیازیس می‌باشد (Salahi-Moghaddam, 2005; Eslami, 2008). تاکنون هفت گونه از این خانواده در ایران شناسایی شده است (منصوریان، ۱۳۴). اندازه متوسط طول بالغین ۱۷ میلی‌متر در زیستگاه‌های موقت و ۲۳ میلی‌متر در زیستگاه‌های دائمی می‌باشند (Brown & Devries, 1985). خانواده Physidae، یک خانواده از حلزون‌های کوچک آب شیرین است. اغلب در مناطق شهری و در محل تخلیه آب گرم از نیروگاه‌ها و در برخی رودخانه‌ها یافت می‌شوند و به‌ندرت در گودال‌ها زندگی می‌کنند (Vitaliy, 2008). در واقع ثابت شده است که استقرار آن‌ها در مناطق دور از نفوذ انسانی دشوار است (Brown, 1994). گونه‌هایی از این خانواده به‌عنوان میزبان واسط سبب "خارش شناگران" در انسان‌ها می‌شوند (Dillon Junior et al., 2002). گونه Physa acuta یک حلزون آب شیرین هوازی، میزبان واسط ترماتودهای انسانی و گونه مهاجم جهانی است که منشأ آن، آمریکای شمالی است (Bousset et al., 2004; Albrecht, 2009).

Merk (1987) دریافت که تراکم حلزون‌ها در زیستگاه‌های آبی آلوده به فاضلاب‌های صنعتی و غیرصنعتی، بالاتر است. وی

موقعیت هر یک از ایستگاه‌ها توسط دستگاه GPS تعیین و ثبت شد. پایش مستمر نمونه‌ها در منطقه در فصول بهار و تابستان ۱۴۰۱ انجام شد.



شکل ۱. مناطق نمونه برداری در غرب و جنوب استان تهران.
۱- غرب استان تهران، ۲- جنوب استان تهران

جدول ۱. نام و مشخصات ایستگاه‌های انتخاب‌شده

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	اسلام‌شهر	۳۵°۳۳'۵۱/۸"	۵۱°۴۱'۴۹"
۲	بهارستان	۳۵°۲۸'۱۰/۵"	۵۱°۱۰'۳۸/۱"
۳	بهشت زهرا	۳۵°۳۲'۱۷/۳"	۵۱°۲۲'۱۵/۶"
۴	گرمره	۳۵°۴۶'۴۵/۶"	۵۱°۰۲'۱۹/۳"
۵	ری	۳۵°۳۶'۱۷/۵"	۵۱°۲۶'۰۰/۲"
۶	پارک ارم	۳۵°۴۳'۲۳/۹"	۵۱°۱۷'۱۸/۷"
۷	شهریار	۳۵°۳۸'۲۰/۴"	۵۱°۱۳'۴۵/۵"
۸	پونک	۳۵°۴۴'۳۶/۴"	۵۱°۲۰'۳۰/۷"
۹	چیتگر	۳۵°۴۴'۵۸/۳"	۵۱°۱۲'۵۴/۶"

جمع‌آوری و شناسایی حلزون‌های آب‌شیرین

مکان‌یابی و نمونه‌برداری از ایستگاه‌ها و حلزون‌ها در محل (شکل ۲)، به‌روش دستی و چشم غیرمسلح توسط الک سیمی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و در مواردی با دست از رود، بستر رود، زیر سنگ‌های مجاور رودخانه در مناطق غرب و جنوب استان تهران انجام شد. عملیات میدانی بین ساعت‌های هفت صبح تا ۱۳ انجام شد. حلزون‌های جمع‌آوری‌شده را درون لوله‌های پلاستیکی درب‌دار که بر روی آن‌ها مشخصات زیستگاه، نوع گونه و تاریخ جمع‌آوری نوشته شده بود، قرار داده و نمونه‌ها برای ادامه بررسی به

استدلال کرد که در منابع آبی، نیتريت حاصل از تجزیه بقایای مواد آلی در اثر فرآیند نیتريفيکاسيون به نيترات تبدیل می‌شود. نيتريت سمیت و آلاینده‌گی بیش‌تری دارد، درحالی‌که نيترات از عناصر مغذی اصلی در آب‌ها بوده و وجود آن شاخصی برای پرغذایی و تولید بیش‌تر در یک منبع آبی است. Williams (1970) و Ofoezie (1999) گزارش کردند که محیط‌های عاری از حلزون، دارای غلظت‌های پایینی از کلسیم هستند. Harrison et al. (1966) دریافتند که نسبت بالای کلسیم بر منیزیم بر روی تولید تخم در حلزون آبزی تأثیر منفی می‌گذارد.

رادولا، ساختار کالبدشناختی و عضو کتینی است که نرم‌تنان برای تغذیه از آن استفاده می‌کنند و به نوعی نقش دندان را در این جانوران ایفا می‌نمایند. یک رادولا، شامل تعدادی ردیف دندان مشابه متقارن دو طرفه است که در یک غشای رادولا ریشه دارند (Ellorin et al., 2023). مورفولوژی رادولا به رژیم غذایی گونه‌ها مربوط می‌شود. برخی از نرم‌تنان می‌توانند شکل دندان‌های رادولا خود را باتوجه به منابع غذایی فراوان خود تطبیق دهند (Padilla, 1998). هر ردیف دندان رادولا از یک دندان مرکزی (C)، تعدادی دندان جانبی (L) و تعداد قابل ملاحظه‌ای دندان حاشیه‌ای (M) تشکیل شده است (منصوریان، ۱۳۸۳).

هدف از پژوهش حاضر، بررسی جامع اقلیم حلزون‌های آب شیرین گونه‌های *Physa acuta* و *Lymnaea palustris* از خانواده‌های Physidae و Lymnaeidae براساس روش استاندارد به‌منظور شناسایی ساختار مورفولوژی رادولا و پوسته و تعیین الگوی پراکندگی و فراوانی و تغییرات جمعیت هریک از گونه‌های مورد اشاره همراه با شناسایی عوامل اکولوژیکی دخیل در تغییرات مشاهده‌شده در فصول بهار و تابستان در مناطق غرب و جنوب استان تهران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به‌صورت میدانی انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۳۷۶ کیلومترمربع و ارتفاع حدود ۱۲۰۰ متر از سطح دریا بوده که بین ۵۱ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. ابتدا از روی نقشه جغرافیایی تهران (شکل ۱)، مناطق موردنظر شناسایی و برای نمونه‌برداری مشخص گردید (جدول ۱).

میکروسکوپ اندازه‌گیری شد. تعداد ردیف‌های عرضی دندان در هر ردیف شمارش و برای تعیین فرمول دندانی ثبت شد.

تحلیل آماری

جامعه آماری شامل جمعیت حلزون‌های آبی‌زی گونه‌های *Physa acuta* و *Lymnaea palustris* در محدوده‌ای به مساحت ۲۵ مترمربع (۵×۵ متر) با استفاده از یک پنس و الک سیمی به قطر ۲۰ سانتی‌متر با سه بار تکرار به مدت ۱۵ دقیقه در سه نقطه متفاوت واقع در ایستگاه سه استان تهران بود. نمونه‌برداری توسط یک شخص انجام شد و در نهایت، با محاسبه میانگین دفعات نمونه‌برداری در ایستگاه، به‌عنوان فراوانی گونه حلزون موجود در ایستگاه مورد اشاره انجام شد (Canete et al., 2004; Gutierrez et al., 2005). تغییرات جمعیت تخم، نابالغ و بالغ حلزون‌ها در فصول بهار و تابستان تجزیه آماری شدند. برای تجزیه داده‌های ریخت‌سنجی حلزون‌ها و رسم نمودارهای نوسان جمعیت از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد.

نتایج

برطبق پژوهش‌های انجام‌شده در غرب و جنوب استان تهران در مجموع تعداد ۹۸۷ نمونه حلزون‌های *Lymnaea palustris* و *Physa acuta* جمع‌آوری و شناسایی شد.

مورفولوژی حلزون‌ها

خانواده Lymnaeidae

صدف راست‌گرد، مخروطی و اندازه آن از ۱۰ میلی‌متر تا ۴۵ میلی‌متر متغیر، شاخک پهن و مثلثی، سوراخ‌های تنفسی و تناسلی در سمت راست، تخم به‌صورت توده ژلاتینی از طریق دفع کپسول سوسپسی شکل، دندان مرکزی یک دندانه‌ای.

جنس Lymnaea spp., 1799 Lamarck

با نام حلزون برکه‌ای، حلزون‌های آب‌شیرین هوازی از اندازه کوچک تا بزرگ، گاستروپود ریهدار آبی‌زی، برخی از گونه‌ها در آبی‌پروری با نام حلزون‌های *Melantho*، گونه‌های مختلف این جنس به‌عنوان میزبان واسطه ترماتودها.

آزمایشگاه نرم‌تنان مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور منتقل گردیدند. در آنجا پس از کشتن در آب جوش، حلزون‌ها در الکل اتانول ۷۰ درصد قرار داده شد. طول پوسته حلزون، قبل از تشریح به کمک کولیس اندازه‌گیری شد و برای مطالعه مشخصات مورفومتریک از جمله رادولا و دستگاه تولید مثلی، به‌وسیله پنس سرکج، بخش احشایی حلزون (بافت‌های نرم) به‌دست آمد.

نمونه‌های حلزون براساس خصوصیات شکل، اندازه، نقوش روی صدف، تعداد پیچ‌های صدف، ناف، دریچه صدف، راست‌گرد یا چپ‌گرد بودن صدف، دستگاه گوارش (سوهانک) و دستگاه تولیدمثلی، اندازه بدن، دستگاه گوارش (سوهانک) و دستگاه تولیدمثلی به کمک استریومیکروسکوپ مورد مطالعه قرار گرفتند و با استفاده از کلیدهای موجود (Gittenberger, 1991; Pflieger, 1999; Bristol, 2000; Brown, 2003; Kantor et al., 2010; Mahmoud et al., 2011)، مورد شناسایی قرار گرفتند. همچنین دمای آب به کمک دماسنج اندازه‌گیری شد.



شکل ۲. محل جمع‌آوری حلزون‌ها و نمونه‌برداری از آن‌ها به کمک توری

رنگ‌آمیزی رادولا

توده بوکال مس حلزون را به‌طور کامل برداشته (Kristensen, 1984) و برای این که بافت‌های اطراف رادولای شاخی، حل شود، به مدت ۲۴ ساعت، در محلول سود یا پتاس (KOH) ۷/۵ درصد قرار داده شد. سپس اقدام به رنگ‌آمیزی با استفاده از رنگ Mally II شد (Mansourian, 1986). مراحل رنگ‌آمیزی، شامل خنثی‌شدن در استیک‌اسید ۱۵ درصد به مدت پنج دقیقه، قراردادن لام محتوی رادولا در محلول رقیق رنگ Mally II به مدت پنج دقیقه، قراردادن رادولا در اکسالیک‌اسید ۲ درصد برای شست‌وشو و آبیگری با الکل ۹۶ درصد، شست‌وشو رادولا با یک الی دو قطره نفت و در آخر، برای تعیین پیکربندی دندان‌ها، رادولا با استفاده از کانادا بالزام بر روی لام تثبیت شدند. طول دندان‌های مرکزی (C)، جانبی (L) و حاشیه‌ای (M) رادولا با استفاده از

به‌عنوان یکی از رایج‌ترین منابع اطلاعاتی مورد استفاده برای مطالعه سیستماتیک نرم تنان در نظر گرفته شده است.



شکل ۳. (A) سطح پشتی و شکمی حلزون *Lymnaea palustris*; (B) سطح پشتی (همراه توده تخم) و شکمی حلزون *Physa acuta*.

در گونه *L. palustris* (شکل A-۴)، دندان‌های پروگزیمال بخشی از رادولا، به سمت مرکز آن، در طول تغذیه ساییده می‌شود و به‌طوری که کاسه آن‌ها به‌طور معمول گرد است. دندان‌های شعاعی، در ردیف‌های طولی منظم قرار می‌گیرند. تعداد ردیف‌های عرضی همیشه بزرگ‌تر از ردیف‌های طولی است. قسمت‌های چپ و راست رادولا معمولاً متقارن هستند. دندان مرکزی (C) باریک، بلند و تیز بوده و توسط یک کاسپ پوشیده شده است. طول رادولا در دندان مرکزی (C) ۲۸ میکرومتر بوده، دندان کناری (L) بزرگ‌تر بوده و کاسپ در آن‌ها توسعه یافته است. در هر ردیف، اولین دندان کناری سمت راست دندان مرکزی، دارای یک اکتوکون دوسویه است که این ویژگی تنها برای اولین دندان کناری در این عضو مشاهده می‌شود. نه عدد از دندان‌های کناری، دو دندانه‌ای که مزوکون باریک و بلند بوده و اکتوکون کوتاه و نسبتاً پهن است. تعداد ۱۰-۱۳ دندان انتقالی، باریک، سه دندانه‌ای و مزوکون آن خیلی بلند و باریک، ایندوکون بسیار کوچک و کمی زیر میانه مزوکون قرار گرفته است. اولین دندانه ایندوکون روی دهمین دندان قرار گرفته و به‌تدریج تا ۱۴ مین دندان بزرگ‌تر می‌شود و چهاردهمین دندان به بزرگی مزوکون است. دندان‌های حاشیه‌ای (M) (طویل و بسیار باریک و دارای سه، چهار یا پنج کاسپ بوده و رشد ضعیفی داشته و دارای ساختار نامنظم هستند. دندان‌های حاشیه‌ای به طرف لبه کوچک‌تر شده است.

در این گونه، طول پوسته و اندازه دندان رابطه معنی‌داری باهم دارند. در گونه *P. acuta* (شکل B-۴)، دندان‌های رادولا در ۳۰ تا ۴۰ ردیف V شکل قرار گرفته‌اند که در هر ردیف یک دندان مرکزی با سه کاسپ اصلی، دو جفت دندان کناری که اولین جفت

گونه *Lymnaea palustris* (Muller, 1774)

حلزون بالغ (شکل A-۳) دارای ابعاد ۱۰/۴×۲۱ میلی‌متر، راست‌گرد، صدف مخروطی شکل، شش تا هفت پیچش، فاصله بین پیچش‌ها با عمق کم‌تر، تارک نوک‌تیز و فاقد ناف، خطوط رشد در سطح صدف قابل رؤیت، برجستگی روی ستونک واضح و مشخص، طول پنیال ساک مساوی یا بزرگ‌تر از پوسته روی آن پری‌پتیوم. **پراکندگی:** این حلزون (شکل A-۳) در تمامی ایستگاه‌ها جمع‌آوری شد.

خانواده Physidae

اندازه صدف متوسط، چپ‌گرد، راس صدف نوک‌تیز و سطح صدف صاف، فاقد سودوپرانث و مجرای تنفسی در این خانواده، به شکل برجستگی انگشتی شکل، دستگاه تناسلی دارای ورج ساده، پری پتیوم در جوف خود ممکن است دارای غده بزرگی باشد که از بیرون قابل رؤیت است، نوار عرضی رادولا به شکل وی، توده تخم ژله‌ای و سوسپانسی شکل. تاکنون از این خانواده دو جنس *Physa* و *Aplexa* در منطقه Holarctic توزیع داشته است.

جنس *Physa* sp. , 1801 (Draparnaud)

حلزون آب شیرین کوچک، چپ‌گرد، تنفس هوازی، دارای ریه و از نرم‌تنان گاستروپود آبزی.

گونه *Physa acuta* (Draparnaud, 1805)

صدف چپ‌گرد، براق، سطح صدف صاف و فاقد نقوش محوری، تارک تیز و براق و اندازه آن ۹×۱۵ میلی‌متر، بیضی شکل، دارای چهار تا پنج پیچش، چرخش چرخش بدن تقریباً ۸۵ درصد طول را در بر گرفته، فاقد هموگلوبین و آب‌شش کاذب، نوار عرضی سوهانک وی (v) شکل و دندان مرکزی آن چنددندانه‌ای، بر سطح پری‌پتیوم برجستگی غده‌مانند در گونه *Physa fontinalis* و جنس *Aplexa* sp. چنین غده‌ای وجود ندارد.

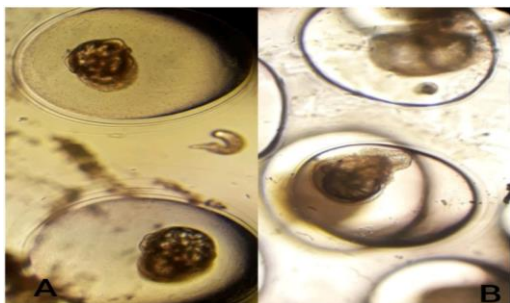
پراکندگی: این حلزون (شکل B-۳) در تمامی ایستگاه‌ها جمع‌آوری شد.

ساختار دندان رادولا

تفاوت‌های مورفولوژیکی رادولا بین دو گونه حلزون *L. palustris* و *P. acuta* در شکل‌های A-۴ و B-۴ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، مورفولوژی رادولا

جدول ۳. مشخصات صدف حلزون‌های راست‌گرد *Lymnaea palustris* وچپ‌گرد *Physa acuta* جمع‌آوری شده از غرب و جنوب استان تهران

تعداد پیچش	اپرچر	اسپایر	عرض پوسته	طول پوسته	گونه حلزون
6-7	7.1±0.5	9±0.3	8.9±0.6	22.8±0.9	<i>L. palustris</i>
4-5	8.1±0.5	5±0.1	6.1±0.2	14.1±0.3	<i>P. acuta</i>

**شکل ۵.** توده تخم. (A) توده تخم حلزون راست‌گرد: *Lymnaea palustris*؛(B) توده تخم حلزون چپ‌گرد *Physa acuta***فراوانی گونه‌های نمونه‌برداری شده**

بررسی نوسانات جمعیت حلزون‌های بالغ و نابالغ *L. palustris* و *P. acuta* طی دو فصل بهار و تابستان نشان داد که بین دمای آب و تعداد نمونه‌های حلزون صیدشده ارتباط آماری معنی‌داری وجود دارد. پایش جمعیت گونه‌های موردبررسی نشان داد که حلزون‌های بالغ در شروع نمونه‌برداری (فروردین‌ماه)، نسبت به سایر ماه‌ها بیش‌تر دیده شدند (شکل ۶). حلزون‌های نابالغ در فصل تابستان به تعداد بیش‌تری مشاهده شدند. هم‌چنین میزان تخم در حلزون‌ها در فصل تابستان نسبت به ماه‌های قبل و فصل بهار بیش‌تر بودند.

طی فصول موردبررسی، همبستگی معنی‌داری بین تغییرات جمعیت مراحل زیستی حلزون گونه *L. palustris* با عامل دما وجود داشت (جدول ۴). تعداد حلزون در مراحل تخم و نابالغ با افزایش دمای آب به‌طور یکنواخت افزایش نشان داد. میزان ضریب همبستگی (R) محاسبه‌شده برای این رگرسیون‌ها نشان می‌دهد که تغییرات تراکم تخم، نابالغ و بالغ گونه *L. palustris* با عامل دما به‌ترتیب به میزان ۸۹، ۸۴ و ۹۶ درصد همبستگی داشتند (جدول ۴).

جدول ۴. رابطه بین میانگین تراکم مراحل مختلف زیستی گونه *Lymnaea**palustris* و میانگین دما طی سال ۱۴۰۰

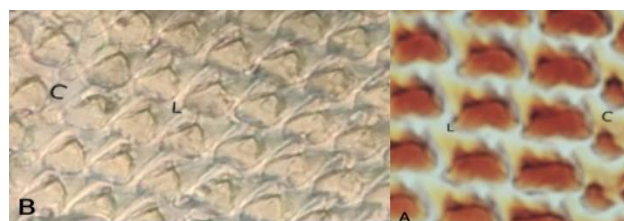
مراحل زیستی	Slope	R ²
تخم	0.16	0.89
لارو	0.21	0.84
بالغ	-0.23	0.96

دندان‌های جانبی دارای پنج کاسپ اصلی و جفت دوم دندان‌های جانبی کمی پهن‌تر و بزرگ‌تر با شش کاسپ اصلی و تعداد زیادی دندان حاشیه‌ای دیده می‌شود. دندان حاشیه‌ای نسبت به دندان‌های دیگر پهن‌تر و بزرگ‌تر بوده و در واقع بزرگ‌ترین دندان‌های هر ردیف هستند که آن‌ها نیز دارای شش کاسپ اصلی می‌باشند. در هر ردیف ۶۰ تا ۸۰ دندان قرار گرفته است.

مورفولوژی پوسته و توده تخم

مورفولوژی پوسته خارجی به‌طور سنتی برای توصیف و شناسایی گونه‌های نرم‌تنان استفاده می‌شود. پوسته حلزون‌ها، پوسته سخت و از جنس سیلیکات است. پوسته دارای تنوع شکلی فراوانی است و نسبت به مکان زیستی آن‌ها دارای ضخامت کم و زیاد می‌باشند. ۸۰ درصد تمام نرم‌تنان زنده را انواع صدف‌دار تشکیل می‌دهند. در بیش‌تر حلزون‌ها صدف به شکل مارپیچ است و به این واسطه، چرخش مارپیچ صدف در سطوح مختلف قرار دارد. پیچش‌ها معمولاً در تماس نزدیک با یکدیگر قرار دارند. بزرگ‌ترین پیچش هر صدف به دلیل آن که قسمت اعظم نرم حلزون را در برگرفته و دهانه صدف را نیز شامل می‌شود، پیچ بدنی می‌نامند.

سلول تخم بارور شده، حاوی مواد مغذی است که توسط غده البومین تولید می‌شود و توسط دو غشا، غشای داخلی و غشای خارجی احاطه شده است. شکل و اندازه کپسول‌های تخم مشخصه هر گونه خاص است. علاوه بر این، تعداد تخم‌ها در کپسول‌های تخم (شکل ۵) ممکن است بین گونه‌ها و درون گونه‌ها متفاوت باشد.

**شکل ۴.** دندان رادولا در نمونه‌های موردنظر. A رادولا *Lymnaea palustris*B رادولا *Physa acuta* 40 x (دندان مرکزی C، دندان جانبی L).**جدول ۲.** میانگین و انحراف معیار (میانگین انحراف معیار) برای اندازه‌گیری

دندان‌های رادولا و فرمول رادولا حلزون‌های آب شیرین غرب و جنوب استان

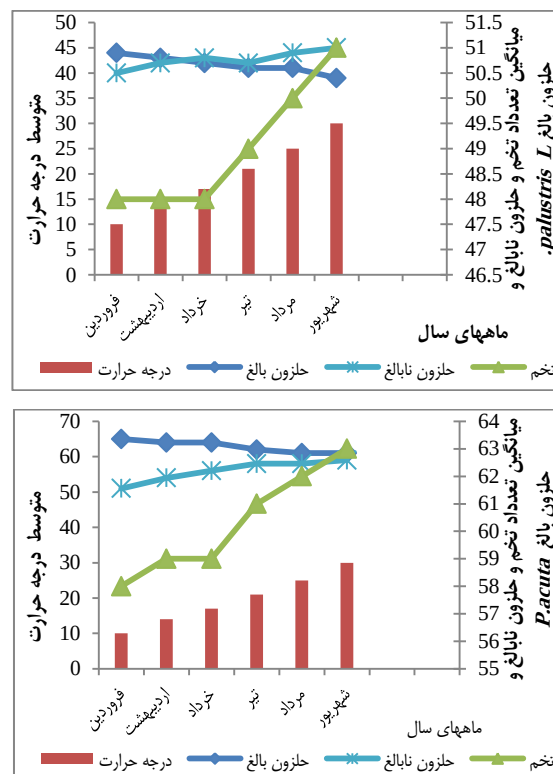
فرمول رادولا	دندان حاشیه‌ای	دندان جانبی	دندان مرکزی	طول دندان مرکزی	گونه حلزون
$\frac{21+4+9+1}{4-6+3+2+1}$	۲۱	۱۳	۱	28μ	<i>L. palustris</i>
$\frac{30+2+1}{6-5-6+3-1}$	۳۰	۲	۱	4 μ	<i>P. acuta</i>

می‌باشند. اهمیت این نرم‌تنان به لحاظ انتقال برخی از این کرم‌ها به انسان و دام است. لذا بررسی و شناسایی آن‌ها در هر منطقه برای پیشگیری و مبارزه با ترما تودها ضروری است (Stockwell et al., 2011; Novobilský et al., 2013).

پوسته حلزون یکی از شاخص‌های اصلی در شناسایی نرم‌تنان بوده و اطلاعات طبقه‌بندی مهمی را ارائه می‌دهد که می‌تواند برای نشان دادن تفاوت در گونه‌ها و آشکار کردن روابط تکاملی در گونه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد. رنگ پوسته در حلزون‌ها بسته به محیط می‌تواند انعطاف پذیر باشد (Gustafson et al., 2014). مشخصات پوسته صدف گونه‌های *P. acuta* و *L. palustris* جمع‌آوری شده در این پژوهش با مطالعات قبلی مطابقت دارد (Mansourian, 1986; Jalali et al., 2019).

شناخت و مطالعه ساختار و فراساختار رادولا پیشینه دیرین دارد و طیف وسیعی از مطالعات را در بر می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به مطالعات انجام شده توسط Mclean (2011) اشاره کرد. رادولا اندامی ویژه از ضمائم گوارشی نرم‌تنان، به‌استثنای دوکفه‌ای‌ها را تشکیل می‌دهد (Akşit & Mutaft, 2009) که همراه با ضمائم تشکیل دهنده حفره دهانی از قبیل ماهیچه‌های متعدد و ادونتوفور، سبب ایجاد جریان مستمری از مواد غذایی ریز به سمت حلق می‌شود (Linse et al., 2006). هرچند ساختار حفره دهانی در بین نرم‌تنان متفاوت و مطابق با عادات غذایی آن‌هاست، اما عناصر اساسی آن‌ها مشابه است. رادولا در هر گونه از نرم‌تنان، مورفولوژی و ساختار منحصر به فردی دارد (Yakhchali & Jamshidi Deillami, 2012). از آنجاکه شکل و ساختار دندان رادولا اغلب منحصر به یک گونه یا جنس است (Pfleger, 1991; Coma, 2005; Pfenninger et al., 2006)، از آن به‌طور گسترده در مطالعات سیستماتیک و فیلوژنی نرم‌تنان استفاده می‌شود (Franklin et al., 2007).

در سیستماتیک نرم‌تنان، تغییرات مورفولوژیکی و آرایش دندان‌ها در رادولا، منابع رایج اطلاعاتی برای تشخیص گونه‌ها یا جنس‌ها هستند. بنابراین تغییرات درون‌گونه‌ای در ویژگی‌های رادولا مهم هستند (Malek, 1962; Pfleger, 1999; De Maitenon, 2004; Beria & Deniz, 2007). استفاده از رادولا در کنار سایر ویژگی‌های مورفولوژیکی برای افتراق گونه‌های آبزی و شناسایی گونه‌ای، اهمیت آن در مطالعات فیلوژنی و هم‌چنین نقش مهم آن در سیستم گوارش نرم‌تنان (McLean, 2011)، ما را بر آن داشت تا درباره این ساختار مهم



شکل ۶. میانگین نوسانات جمعیت حلزون‌های بالغ، نابالغ و تخم گونه‌های *Physa acuta* و *Lymnaea palustris* با فاکتور محیطی (دما) طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۴۰۱ در ایستگاه سه استان تهران.

بین میانگین تراکم تخم، نابالغ و بالغ جمعیت گونه *P. acuta* با دما در فصول بهار و تابستان در مناطق غرب و جنوب استان تهران رابطه معنی‌دار و همبستگی وجود داشت (جدول ۵). میزان ضریب همبستگی محاسبه شده برای این رگرسیون‌ها نشان داد که تغییرات تراکم مراحل مختلف زیستی آفت یعنی تخم، نابالغ و بالغ با دما به ترتیب به میزان ۸۷، ۹۶ و ۹۹ درصد همبستگی داشت به این معنی که در دمای بیش‌تر آب بر جمعیت حلزون افزوده شد.

جدول ۵. رابطه بین میانگین تراکم مراحل مختلف زیستی گونه *Physa acuta* و میانگین دما طی سال ۱۴۰۰

مراحل زیستی	Slope	R ²
تخم	0.26	0.96
لارو	0.38	0.87
بالغ	-0.22	0.91

بحث و نتیجه‌گیری

حلزون‌های خانواده‌های *Lymnaeidae* و *Physidae* به‌طور عمده از حلزون‌های آب شیرین و میزبان واسط ترما تودها

بنابر شاخص‌های بررسی کیفیت آب براساس روش سازمان محیط زیست ژاپن، حضور گونه‌های بی‌مهرگان در آب‌های رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از شاخص‌های آلودگی و یا سلامت آب در نظر گرفته می‌شود، بنابراین شاخص، حلزون گونه *Physa acuta* یکی از گونه‌هایی است که در آب‌های آلوده تا به‌شدت آلوده قابل جمع‌آوری است (Stockwell et al., 2011)، لذا می‌توان آب مکان‌های موردبررسی را بنابر حضور این گونه جزو آب‌های آلوده تا به‌شدت آلوده در نظر گرفت. یقیناً اثرات نامطلوب حاصل از حلزون‌های آب شیرین در ایستگاه‌های مختلف مناطق غرب و جنوب استان تهران، نیازمند مراقبت‌ها و نظارت‌های مستمر است تا بتوان خسارت‌های احتمالی آن‌ها را به حداقل رساند.

تهران به تناسب وسعت جغرافیایی، دارای تنوع غنی گونه‌ای از حلزون‌های آب شیرین است و تصور می‌شود گونه‌های ناشناخته زیادی همچنان وجود دارند. لازم است پژوهش‌گران در پژوهش‌ها به مناطق دست‌نخورده از نظر وجود حلزون‌ها توجه زیادی را داشته باشند. آلودگی‌های ایجادشده توسط حلزون‌ها میلیون‌ها نفر را در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های مشترک بین انسان و دام قرار داده که باعث بیماری‌هایی همچون شیتستوزومیازیس، فاسیولیازیس و هتروفیازیس می‌شود. در ایران، سالانه میلیون‌ها ریال خسارت ناشی از فاسیولیازیس انسانی ایجاد می‌شود و شیتستوزومیازیس در گذشته‌ای نه‌چندان دور، یکی از بیماری‌های مهم در ایران بوده است، مورفولوژی رادولا به‌عنوان یکی از رایج‌ترین منابع اطلاعاتی مورد استفاده برای مطالعه سیستماتیک نرم‌تنان در نظر گرفته شده است. و همچنین مورفولوژی پوسته خارجی به‌طور سنتی برای توصیف و شناسایی گونه‌های نرم‌تنان استفاده می‌شود. پوسته حلزون‌ها، از جنس سیلیکات می‌باشد. پوسته دارای تنوع شکلی فراوانی است و نسبت به مکان زیستی آن‌ها دارای ضخامت کم و زیاد می‌باشند. سلول تخم بارور شده، هم به‌عنوان یک راه شناسایی برای نرم‌تنان می‌باشد که حاوی مواد مغذی است و توسط دو غشا، غشای داخلی و غشای خارجی احاطه شده است. شکل و اندازه کپسول‌های تخم مشخصه هر گونه خاص است.

تشکر و قدردانی

نگارندگان خود را مدیون همکاری‌ها، هم‌فکری‌ها و پشتیبانی معنوی بسیاری از آموزندگان، دلسوزان و همراهانی می‌دانند که نام همه آن‌ها را مجال ذکر نیست. به هر ترتیب، از مدیریت محترم

گونه‌ای گونه‌های جمع‌آوری‌شده *L. palustris* و *P. acuta* برای اولین بار به مطالعه بپردازیم.

ویژگی‌های رادولای اکثر گونه‌های Lymnaeidae بسیار شبیه به هم هستند (Kruglov, 2005). یافته‌های مورفولوژی رادولا می‌تواند یکی از مجموعه‌ها برای طبقه‌بندی حلزون‌های Lymnaea در ایران و سایر نقاط کشور باشد (یخچالی و جمشیدی دیلمی، ۱۳۹۹). رادولای گونه *L. palustris* (شکل ۴-a) با فرمول دندان مرکزی، ۱۳ دندان کناری (که نه دندان کناری دو دندانه‌ای و چهار دندان آن سه دندانه‌ای) و ۲۱ دندان حاشیه‌ای (چهار تا شش دندانه) است. رادولای گونه *P. acuta* (شکل ۴-b) با فرمول دندانی $\frac{21}{4-6} + \frac{4}{3} + \frac{9}{2} + \frac{1}{1}$ دارای ۳۵ دندان در هر ردیف که شامل یک دندان مرکزی، ۱۳ دندان کناری (که نه دندان کناری دو دندانه‌ای و چهار دندان آن سه دندانه‌ای) و ۲۱ دندان حاشیه‌ای (پنج و شش دندانه‌ای) و ۳۰ دندان مرکزی، دو دندان کناری (پنج و شش دندانه‌ای) و ۳۳ دندان در هر ردیف که شامل یک دندان مرکزی، دو دندان کناری (پنج و شش دندانه‌ای) و ۳۰ دندان حاشیه‌ای است. شکل و اندازه رادولا و دندان‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها در دو گونه فوق کاملاً متفاوت از یکدیگر بوده و تعداد دندانه‌های دندان‌های کناری و حاشیه‌ای نیز متفاوت است (McClean, 2011).

پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که دمای آب، اثر قابل توجهی بر روی پویایی و باروری جمعیت حلزون‌های آبی گونه‌های *L. palustris* و *P. acuta* دارد که با نتایج تحقیقات Mc Cresh et al. (2014) مطابقت دارد. همچنین، میزان دمای آب در تعداد گونه‌های بالغ، نابالغ و تخم‌گذاری گونه‌ها مؤثر است. کپسول‌های تخم به گیاهان، سنگ‌ها یا سایر اشیاء غوطه‌ور متصل می‌شوند (Piechocki, 1975; Piechocki, 1979a). تعداد تخم‌های گونه *P. acuta* و *L. palustris* با میانگین ۱۸ و ۲۷ عدد در نمونه‌های جمع‌آوری شده بود. در فصل تابستان، دمای زیاد، سبب تفریح سریع‌تر تخم‌های گونه‌های موردبررسی شده است که با نتایج پژوهش‌های Duncan (1959) و Haddingh et al. (1987) مطابقت دارد.

جنبه‌های جمعیت‌شناختی گونه‌های مهاجم اطلاعات مهمی را در مورد استراتژی‌ها و سازگاری‌های تاریخیچه زندگی ارائه می‌دهد که گسترش دامنه زیستگاه‌های جدیدتر در مناطق مورد تهاجم را تسهیل می‌کنند (De kock & Wolmarans, 2007). حلزون‌های مهاجم در اکوسیستم‌های آبی می‌توانند خسارت قابل‌ملاحظه‌ای به گیاهان آبی به‌ویژه مزارع برنج و همچنین اکواریم‌های نگهداری جانوران و گیاهان زینتی آبی وارد نمایند (Ng et al., 2018).

تعارض منافع

هيچ گونه تعارض منافى توسط نويسندگان وجود ندارد.

مؤسسه تحقيقات گياه پزشكى كشور (به جهت پشتيبانى) تشكر و قدردانى مى نماييم.

REFERENCES

- Albrecht, C., Kroll, O., Terrazas, E.M., & Wilke, T. (2009). Invasion of ancient Lake Titicaca by the globally invasive *Physa acuta* (Gastropoda: pulmonata: Hygrophila). *Biological Invasions*, 11, 1821-1826. doi:10.1007/s10539-008-9360.
- Beria, F., & Deniz, A. (2007) Further SEM assessment of radula characters of the limpets *Patella caerulea* (Linnaeus 1758) and *P. rustica* (Linnaeus 1758) (Mollusca: Gastropoda) from Antalya Bay, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33, 359-365.
- Brown, D.S. (1994). Freshwater snails of Africa and their medical importance, 2nd edn. Taylor and Francis, London.
- Brown, K.M., & Devries, D.R. (1985). Predation and the distribution and abundance of a pulmonate pond snail. *Oecologia*, 66(1), 93-99.
- Bousset, L., Henry, P.Y., Sourrouille, P., & Jame, P. (2004). Population biology of the invasive freshwater snail *Physa acuta* approached through genetic markers, ecological characterization and demography. *Molecular Ecology*, 13, 2023-2036. doi:10.1111/J.1365-294X.2004.02200.
- Canete, R.M., Yong, R., Sanchez, J., Wong, L., & Gutiérrez, A. (2004). Population Dynamics of Intermediate Snail Hosts of *Fasciola hepatica* and Some Environmental Factors in San Juan y Martinez Municipality, Cuba. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 99(3), 257-62.
- Caravedo, M.A., & Cabada, M.M. (2020). Human Fascioliasis: Current Epidemiological Status and Strategies for Diagnosis, Treatment, and Control. *Research and Reports in Tropical Medicine*, 11, 149-158.
- Charlier, J., Rinaldi, L., & Musella, V. (2020). Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Prev Vet Med*, 182, 105103. doi: 10.1016/j.prevetmed.
- Chelsea, N.D., Winters, A., Milic, I., Devitt, A., Cookson, A., Brophy, P.M., & Morphew, R.M. (2020). Evidence of sequestration of triclabendazole and associated metabolites by extracellular vesicles of *Fasciola hepatica*. *Scientific Reports*, 10, 13445. doi: 10.1038/s41598-020-69970-4.
- Coma, S.M. (2005). Epidemiology of fascioliasis in human endemic areas. *Journal of Helminthology*, 79, 207-216.
- Correa, A.C., Escobar, J.S., Durand, P., Renaud, F.O., David, P., Jaren, P., Pointier, J.P., & Hurtrez-Boussès, S. (2010). Bridging gaps in the molecular phylogeny of the Lymnaeidae (Gastropoda: Pulmonata), vectors of Fascioliasis. *BMC Evolutionary Biology*, 10, 381. doi: 10.1186/1471-2148-10-381.
- De Kock, K.N., & Wolmarans, C.T. (2007). Distribution and habitats of the alien invader freshwater snail *Physa acuta* in south Africa. *Water SA*, 33, 717-722. DOI:10.4314/wsa. V35i5.49197.
- De Maitenon, M. (2004). Formation and homology of radula teeth; A case study 10 using columbellid gastropods (Neogastropoda: Columbellidae), *Journal of Molluscan Studies*, 63, 65-77.
- Dillon Junior, R.T., Wethington, A.R., Rhett, J., & Smith, T. (2002). Populations of the European freshwater pulmonated *Physa acuta* are not reproductively isolated from American *Physa heterostropha* or *Physa integra*. *Invertebrate Biology*, 121(3), 226-234. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7410.2002.tb00062.x>.
- Duncan, C. J. (1959). The life cycle and ecology of the freshwater snail *Physa fontinalis* (L.). *Journal of Animal Ecology*, 28, 97-117. doi:10.2307/2017.
- Egonmwan, R.I. (2007). Thermal tolerance and evaporative water loss of the man grove prosobranch *Tympanotonus fuscatus* Var. *radula* L. (cerithiacea: potamididae). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 163-166. doi:10.3923/PJBS.2007.163.166.
- Ellorin, R.J., Cawaling, L.R., Bernabe, J.R., Aggabao, M.J.D., Caril, A.N., & Saguil, N.A. (2023). Cone Snail Radula: A Review of the morphology and structural prevalence in different feeding groups. *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*, 42(6), 98-113. Doi: 10.17605/OSF.IO/H7C92
- Eslami, A. (2008). Family Fasciolidae. In: Veterinary Helminthology, Tehran University Press, 45-86. (in Persian).
- Gustafson, K.D., Kensinget, B.J., Bolek, M.G., & Luttbeg, B. (2014). Distinct snail (*Physa*) morphotypes from different habitats converge in shell shape and size under common garden conditions. *Evolutionary Ecology Research*, 16, 77-89.
- Gutierrez, A., Hernandez, D.F., & Sanchez, J. (2005). Variation of snail's abundance in two water bodies harboring strains of *Pseudosuccinea columella* resistant and susceptible to *Fasciola hepatica* miracidial infection, in Pinar del Rio Province, Cuba. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 100(7), 725-7.
- Harrison, A.D., Nduku, W., & Hooper, A.S.C. (1966). The effects of a high magnesium to calcium ratio on the egg laying rate of an aquatic planorbid snail, *Biomphalaria pfeifferi*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 60, 212-14.

- Hadderingh, R. H., Van, D. V. G., & Schnabel, P. G. (1987). The effect of heated effluent on the occurrence and the reproduction of the freshwater limpets *Ancylus fluviatilis* (Müller, 1774) *Ferrissia wautieri* (Mirolli, 1960) and *Acroloxus lacustris* (L., 1758) in two Dutch water bodies. *Hydrological Bulletin*, 21, 193-205. doi:10.1007/BF02255445.
- Harzhauser, M., & Neubauer, T.A. (2021). A review of the land snail faunas of the European Cenozoic composition, diversity and turnovers. *Earth-Science Reviews*, 217, 103610. DOI 10.1016/j.earscirev.2021.103610.
- Imani Baran, A., Yakhchali, M., MalekzadehViayeh, R., Sehhatnia, B., & Darvishzadeh, R. (2010). Ecology of snail family Lymnaeidae and effects of certain chemical components on their distribution in aquatic habitats of West Azarbaijan, Iran. *Journal of Veterinary Research*, 70(4), 433-40. (in Persian).
- Jalali, M.H.R., Mirzaei, M., Jahangiri Nasr, F., & Sharifi, H. (2019). Identification and Determination of the Geographical Distribution of Freshwater Snails in Lorestan, Iran. *Archives of Razi Institute*, 74 (4), 423-431. (in Persian).
- Jokinen, E.H. (1978). The aestivation pattern of a population of *Lymnaea elodes* (say) (Gastropoda:Lymnaeidae). *American midland Naturalist*, 100, 43-53. doi:10.2307/2424-776.
- Kariuki, H.C., Clennon, J.A., Brady, M.S., Kitron, U., & Sturrock, R.F. (2004). Distribution patterns and cercarial shedding of *Bulinus Nasutus* and other snails in msambweni Area, Coast Province, Kenya. *The American Journal of Tropical medicine and Hygiene*, 70(4), 449-456.
- Kristensen, T.K. (1984). Methodology for snail Dissection and preparation. Danish Bilharziasis Labovatory. Charlottenland, Copenhagen, Denmark.
- Kruglov, N.D. (2005). Lymnaeid snails of Europe and Northern Asia. Smolensk state peda gogica University press, 508 pp. (In Russian).
- Encyclopaedia Britannica. 02 nov 2030http://www.eb.om;180/.
- Mc Cresh, N., Arinaitwe, M., Arineitwe, W., Tukahebwa, E.M., & Booth, M. (2014). Effect of water temperature and population density on the population dynamics of *Schistosoma mansoni* intermediate host snails. *Parasites and Vectors*, 7, 503.
- Malek, E.A. (1962). Medical malacodgy Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota. (in Persian).
- Mansourian, A. (1986). A practical guideline for identification of Iranian freshwater snails. *Iranian Journal of Public Health*, 15, 41-53. (in Persian).
- Mansourian, A. (2005). Terrestrial molluscs of Golestan, and Mazandaran provinces, northern Iran. *Journal of veterinary*, 60(1), 31-36. (in Persian).
- Mehmood, K., Zhang, H., Sabir, A.J., Abbas, R.Z., Ijaz, M., & Durrani, A.Z. (2017). A review on epidemiology, global prevalence and economical losses of fasciolosis in ruminants. *Microbial Pathogenesis*, 109, 253-262.
- Merk, J. (1987). Manual Test Rápidos. 1st ed., Verlog Merk, Darmstadt, Germany. pp: 29-33.
- Ng, T.H., Limpanont, Y., Chusongsang, Y., Chusongsang, P., & Panha, S. (2018). Correcting misidentifications and first confirmation of the globally invasive *Physa acuta* Draparnaud (Gastropoda:Physidae) in Thailand and Laos. *BioInvasions Records*, 7(1), 15-19.
- Novobilský, A., Kasny, M., Beran, L., Rondelaud, D., & Hoglund, J. (2013). *Lymnaea palustris* and *Lymnaea fuscus* are potential but uncommon intermediate hosts of *Fasciola hepatica* in Sweden. (Research) (Report). *Parasites and Vectors*, 6, 251.
- Nwoko, O.E., Kalinda, C., Manyangadze, T., & Chimbari, M.J. (2022). Species Diversity, Distribution, and Abundance of Freshwater Snails in KwaZulu-Natal, South Africa. *Water*, 14(14), 2267. https://doi.org/10.3390/w14142267.
- Ofoezie, I.E. (1999). Distribution of freshwater snails in the man- made Oyan reservoir, Ogun state, Nigeria. *Hydrobiologia*, 416, 181-191.
- Padilla, D.K. (1998). Inducible Phenotypic Plasticity of the Radula in Lacuna (Gastropoda: Littorinidae). *Veliger*, 41, 201-204.
- Pfenninger, M., Cordellier, M., & Streit, B. (2006). Comparing the efficacy of morphologic and DNA-based taxonomy in the freshwater gastropod genus Radix (Basommatophora, Pulmonata). *BMC Evolutionary Biology*, 6, 100.
- Pfleger, V. (1999). A Field Guide in colour to molluscs, Aventinum Naklatelstvi, S.T.O., Polygrafia, Czech Republic Prague.
- Piechocki, A. (1975). Beobachtungen über den Bau von Laichen und die Fortpflanzung von süßwasserchnecken aus den Familien: Physidae, Lymnaeidae und Planorbidae. *Fragm. Faun. Warszawa*, 20(14), 223-232.
- Piechocki, A. (1979a). Mięczaki (Mollusca). Ślimaki (Gastropoda). Fauna sodkow. pol. 7. Warszawa-Poznań 187 pp.
- Salahi-Moghaddam, A. (2005). Study of Human Fascioliasis and its intermediate host in Mazandaran Province. [Dissertation]. Tehran. Tehran University of Medical Sciences. (in Persian).
- Skoog, G. (1976). Effects of acclimatization and physiological state on the tolerance to high temperatures and reactions to desiccation of *Theodoxus fluviatilis* and *Lymnaea peregra*. *Oikos*, 27, 50-56. doi: 10.2307/354343.
- Stockwell, C.A., Purcell, K.M., Collyer, M.L., & Janovy, J. (2011). Effects of salinity on *Physa acuta*, the intermediate host for the parasite posthodiplostomum minimum: implications for the translocation of the protected White Sands pupfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 140 (5), 1370-1374. [Google Scholar].

Williams, N.V. (1970). Studies on aquatic pulmonate snails in central Africa. I: Field distribution in relation to water chemistry. *Malacology*, 10, 153-164.

Yakhchali, M., & Jamshidi Deillami, L. (2012). Radular variations in freshwater snail of the family Lymnaeidae

(Mollusca:Gastropoda:Basammatophora) from northwestern Iran. *American malacological Bulletin*, 30(2), 323-32.