15(4) 317-322, Winter 2024

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Environmental aspects determining richness of predaceous diving beetle species (Family Dytiscidae)

Mahsa Ebrahimian Dehkordi, Mohammad Saeed Heydarnejad *

Department of Animal Sciences, Faculty of Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Key Words

Aquatic Coleoptera
Shahrekord
Dytiscidae
Ecological Factors
Iran

Abstract

Introduction: Aquatic beetles from the Dytiscidae family are known as predatory diving beetles. This group of insects, with more than 4000 species, is the largest and the most diverse family of aquatic insects. The aim of this study was to identify the environmental aspects affecting the population of this type of aquatic beetles.

Materials & Methods: Sampling was done seasonally with the help of a net and a special sampling net for one year at six stations in the Shahrekord region, and ecological factors such as water temperature (WT), water pH and water electrical conductivity (EC) were measured. The data were analyzed with the help of linear regression and also through Canonical Correspondence Analysis (CCA).

Results: CCA bi-plots and linear regression showed that water temperature with a correlation coefficient of 1.336 has the strongest effect on the distribution of the aquatic beetles ($P<0.01$). In addition, this study showed that the measured variables (pH, EC, WT) are excellent predictor variables in the direction of the richness of the predaceous diving beetles.

Conclusion: The results of the present study showed that the ecological factors affecting the richness of predaceous diving beetle population are shown as follows: water temperature > water EC > water pH

* Corresponding Author's email: m_heydarnejad@yahoo.com, msh@utas.edu.au
Received: 28 September 2022; Reviewed: 31 October 2022; Revised: 2 January 2023; Accepted: 2 February 2023
(DOI): 10.22034/AEJ.2023.378440.2922

مقاله پژوهشی

جنبه‌های زیست‌محیطی تعیین‌کننده غنای گونه‌های خانواده Dytiscidae

*مهسا ابراهیمیان‌دهکردی، محمدسعید حیدرنژاد**

گروه علوم جانوری، دانشکده علوم، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

کلمات کلیدی

قاب بالان آبزی
شهرکرد
خانواده Dytiscidae
عوامل اکولوژیکی
ایران

چکیده

مقدمه: قاب‌بالان آبزی از خانواده (Dytiscidae) به‌عنوان قاب‌بالان غواص شکارچی شناخته می‌شوند. این گروه از حشرات با بیش از ٤۰۰۰ گونه بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین خانواده از قاب‌بالان آبزی به‌شمار می‌روند. هدف از این مطالعه شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی موثر بر جمعیت این نوع قاب‌بالان آبزی بود.

مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری‌ها به‌کمک ساچوک و تور مخصوص نمونه‌برداری به‌مدت یک‌سال در شش ایستگاه و در منطقه شهرکرد و در هر فصل از سال نمونه‌برداری‌شد و عوامل اکولوژیکی مانند دمای‌آب (WT)، مقدار pH آب و هدایت الکتریکی آب (EC) اندازه‌گیری گردید. داده‌ها به کمک رگرسیون خطی و نیز از طریق تجزیه و تحلیل همبستگی کانونی (CAA) مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: بای‌پلات‌های CCA و رگرسیون خطی نشان داد که دمای آب با ضریب همبستگی ۱/۳۳٦ قوی‌ترین تأثیر را بر توزیع گونه‌های خانواده Dytiscidae دارد($P<۰/۰۱$). به‌علاوه، این مطالعه نشان داد که متغیرهای اندازه‌گیری‌شده(pH، EC، WT) متغیرهای پیش‌بینی کننده عالی در جهت غنای خانواده Dytiscidae بودند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عوامل اکولوژیکی مؤثر بر غنای جمعیت خانواده Dytiscidae به شکل ذیل نشان داده می‌شود: دمای آب > EC آب > pH آب.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m_heydarnejad@yahoo.com, msh@utas.edu.au

تاریخ دریافت: ٦ مهر ۱٤۰۱؛ تاریخ داوری: ۹ آبان ۱٤۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۲ دی ۱٤۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳ بهمن ۱٤۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2023.378440.2922

مقدمه

اطلاعات کمی در مورد فون خانواده Dytiscidae وجود دارد. اخیراً Darilmaz و همکاران، فهرست مشروحی از قاب بالان‌آبزی خانواده Dytiscidae ایران گزارش کرده‌است (۱). همین‌طور، Hosseinie برای اولین‌بار به مطالعه فون این نوع قاب‌بالان آبزی در استان فارس (۲، ۳، ۴، ۵، ۶) و یا Mousavi و همکاران (۷) و Van Vondel و همکاران (۸) در استان‌های زنجان و همدان این حشرات را مورد مطالعه قرار دادند. هم‌چنین Vafaei و همکاران، گونه‌هایی از قاب‌بالان آبزی خانواده فوق در استان‌های مرکزی و تهران شناسایی و معرفی کردند (۹، ۱۰). Heydarnejad، گونه‌هایی از قاب‌بالان آبزی را در نزدیکی سد چغاخور شهرکرد شناسایی و توصیف نمود (۱۱). به‌علاوه Saeidi و Vatandoost، نیز نمونه‌هایی از قاب‌بالان آبزی در استان سیستان و بلوچستان را بررسی نمودند (۱۲). هم‌چنین برخی گزارشات پراکنده‌ای در رابطه با قاب‌بالان آبزی ایران ارائه شده است (۱۳، ۱۴). اکوسیستم‌های آبی با داشتن زیستگاه‌های مختلف ازجمله آب‌های جاری و ساکن، مکان‌های مناسبی برای حشرات آبزی بوده و برای تعادل اکولوژیکی این اکوسیستم‌ها مهم هستند. در واقع ساختار جمعیت حشرات آبزی به عوامل متعددی مانند کیفیت آب، نوع بستر، اندازه ذرات رسوب، جریان آب، در دسترس بودن مواد آلی رسوب، غلظت اکسیژن و هم‌چنین شرایط محیطی اطراف مسیر آب بستگی دارد (۱۵). چون حشرات آبزی منعکس‌کننده تغییرات محیطی‌اند لذا غالباً از آن‌ها به عنوان اثرات فعالیت‌های انسانی بر سیستم آبی استفاده می‌شود که اطلاعاتی در مورد زیستگاه و کیفیت آب ارائه می‌دهند (۱۶). ضمناً اکوسیستم‌های آب‌شیرین به‌طور مداوم در اثر تشدید مدیریت جنگل یا فعالیت‌های کشاورزی از بین رفته و تخریب می‌شوند (۱۷). در این رابطه، حفاظت از تنوع زیستی آب‌شیرین نیازمند اطلاعات بهتر در مورد شاخص‌های کیفیت زیست محیطی است (۱۸). حشرات آبزی در اکوسیستم‌های آب‌شیرین نقش کلیدی در پیوند تولید اولیه، مواد آلوکتونی (منابع مواد مغذی یا مواد آلی که از خارج از اکوسیستم آبی اضافه می‌شوند) و شکارچیانی که در قله زنجیره غذایی هستند دارد (۱۷، ۱۹). هم‌چنین قاب بالان آبزی به‌دلیل تنوع گونه‌ای بالا و تحمل کم آن‌ها به شرایط اکولوژیکی به‌عنوان گونه‌های شاخص بیولوژیک محسوب می‌شوند چون قاب‌بالان آبزی به شرایط محیطی بسیار حساس هستند (۱۹، ۲۰) و جمعیت آن‌ها می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی قرار گیرد عواملی ازجمله pH (۲۱)، هدایت الکتریکی آب (۲۲)، پوشش گیاهی و شیمی آب (۲۳). مطالعات نشان داده است که دمای آب، pH آب، غلظت کل مواد آلی، محتوای فسفر، پوشش گیاهی و هدایت الکتریکی آب عوامل موثر بر ساختار جمعیت‌های آبزی هستند (۱۸). به‌عنوان مثال اسیدیته و قلیایی بودن آب بر عوامل مؤثر برای تکمیل چرخه زندگی موجودات تأثیر می‌گذارد (۲۴). از طرف دیگر غنای این موجودات در سفره‌های آبی دایمی بیش از سفره‌های آبی موقت است؛ به‌طوری‌که در آب‌های دائمی، این موجودات به‌راحتی می‌توانند چرخه زندگی خود را کامل کنند (۲۵). بنابراین هدف از این مطالعه شناسایی جنبه‌های زیست‌محیطی موثر بر غنای گونه‌های خانواده Dytiscidae بود. برای این کار ابتدا گونه‌های فوق در ایستگاه‌های مورد نظر شناسایی شدند سپس عوامل محیطی تاثیرگذار در پراکنش و ساختار آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

چهارمحال و بختیاری، یکی از ۳۱ استان ایران، در جنوب‌غربی کشور واقع شده و توسط کوه‌های معروف زاگرس احاطه شده است. پس از ارزیابی مکان‌های حضور قاب‌بالان آبزی، نمونه‌برداری‌ها به‌کمک ساچوک و تور مخصوص نمونه‌برداری به‌مدت یک‌سال در شش ایستگاه در نزدیکی شهرستان شهرکرد نمونه‌برداری شد. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نام محل	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
پل سودجان	″۰۹ ′۲۱ °۵۰	″۱۷ ′۳۲ °۳۲	۲۳۲۱
چشمه مرغملک	″۱۲ ′۳۰ °۵۰	″۳۶ ′۲۸ °۳۲	۲۵۹۵
چشمه مایک	″۰۶ ′۶۸ °۵۰	″۵۳ ′۳۱ °۳۲	۲۰۹۱
چشمه اسد آباد	″۵۲ ′۳۵ °۵۰	″۳۴ ′۲۲ °۳۲	۲۴۱۷
چشمه پیربلوط	″۲۹ ′۴۲ °۵۰	″۴۴ ′۲۴ °۳۲	۲۲۱۸
چشمه کاکولک	″۶۴ ′۷۸ °۵۰	″۲۸ ′۴۲ °۳۲	۲۱۵۰

نمونه‌های جمع‌آوری شده را با گیره یا فورسپس از گل و لای خارج کرده و به لوله‌های کوچک یا ویال محتوی اتانول ۷۰ درصد منتقل شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌ها به‌کمک استریومیکروسکوپ (میکروسکوپ تشریح) بررسی و براساس کلیدهای شناسایی (۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹) و مقالات مختلف، تا سطح گونه شناسایی شدند. شناسایی‌ها برمبنای صفات ریخت‌شناسی همانند تعداد مفاصل شاخک، وجود یا عدم وجود نوارهایی بر روی پیش‌سینه، وجود یا عدم‌وجود لکه‌های روشن بر روی بال‌پوش، تعداد ناخن، تعداد مفاصل پنجه‌ها، وجود یا عدم وجود سپرچه انجام پذیرفت. برای هر ایستگاه عوامل اکولوژیکی زیر به‌صورت فصلی (در هر فصل حداقل یک‌بار نمونه‌برداری) اندازه‌گیری شد: دمای آب (با استفاده از دماسنج جیوه‌ای)، پی اچ (به‌کمک pHمتر پورتابل، مدل AZ۸۶۰۱ تایوان) و هدایت الکتریکی آب (توسط دستگاه سنجش

پورتابل هدایت‌الکتریکی مدل AZ۸۳۰۱). برای بررسی رابطه بین هر یک از عوامل اکولوژیکی و پراکنش خانواده Dytiscidae از تحلیل رگرسیون خطی استفاده شد. علاوه بر این، از تجزیه و تحلیل همبستگی کانونی یا CCA (Canonical Correlation Analysis) به‌عنوان یک روش چند متغیره برای مشخص کردن رابطه بین عوامل اکولوژیکی و فراوانی خانواده Dytiscidae استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS نسخه ۱۹/۰ انجام شد. تمام نمونه‌ها پس از شناسایی در موزه جانورشناسی دانشگاه شهرکرد نگه‌داری شدند.

نتایج

در مجموع ۱۲۳ نمونه، ازجمله ۸ گونه در ۶ جنس متعلق به خانواده Dytiscidae شناسایی شدند که شامل: *Agabus bipustulatus* Linnaeus 1767، *Agabus nebulosus* Forster 1771، *Agabus biguttatus* Olivier 1795، *Laccophilus hyalinus* De Geer 1774، *Ilybius fuliginosu* Fabricius 1792، *Colymbetes fuscus* Linnaeus 1758، *Dytiscus persicus* Wehncke 1876 و *Scarodytes halensis* Fabricius, 1787 هستند (جدول ۲).

جدول ۲: فهرست شناسایی شده از گونه‌های قاب‌بالان آبزی خانواده Dytiscidae در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

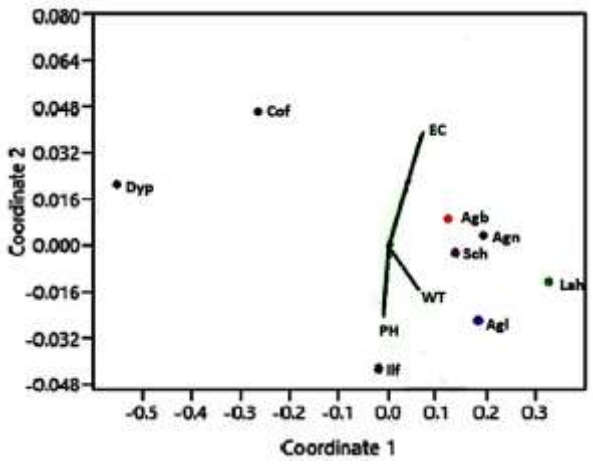
علامت اختصاری	مکان نمونه برداری	تعداد	گونه	جنس	خانواده
Agb	اسدآباد/مایک/مرغملک/پیربلوط/کاکولک/سودجان	۶۵	*bipustulatus*	*Agabus*	Dytiscidae
Agn	مرغملک	۱	*nebulosu*	*Agabus*	Dytiscidae
Agi	پیربلوط/مرغملک	۱۰	*biguttatus*	*Agabus*	Dytiscidae
Lah	سودجان	۱۳	*hyalinus*	*Laccophilus*	Dytiscidae
Ilf	سودجان	۴	*fuliginosus*	*Ilybius*	Dytiscidae
Cof	اسدآباد/سودجان	۵	*fuscus*	*Colymbetes*	Dytiscidae
Dyp	اسد آباد	۴	*persicus*	*Dytiscus*	Dytiscidae
Sch	کاکولک/مایک/سودجان	۲۱	*halensis*	*Scarodytes*	Dytiscidae

همین‌طور جدول ۳ میانگین عوامل اکولوژیکی اندازه‌گیری شده به‌ازای هر ایستگاه را نشان می‌دهد.

جدول ۳: میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده (pH، EC و WT) در ایستگاه‌های مختلف

نام محل	میانگین دمای آب (°C)	میانگین EC (µ/cm)	میانگین pH
پل سودجان	۱۴/۶۵	۳۶۵	۸/۶۷
چشمه مرغملک	۱۳/۵	۳۵۶	۸/۳۷
چشمه مایک	۱۴/۳	۳۰۸/۵	۸/۷۹
چشمه اسد آباد	۱۷/۵	۴۶۷	۸/۶
چشمه پیربلوط	۱۸	۳۳۶	۸/۴۲
چشمه کاکولک	۱۵	۳۸۶	۸/۸

تجزیه و تحلیل از مجموعه داده‌های محیطی نشان داد که سه متغیر اندازه‌گیری شده (pH، EC و WT) متغیرهای پیش‌بینی‌کننده عالی برای پراکنش و غنای خانواده Dytiscidae هستند که در این میان اثر عامل دمای آب بسیار بیش‌تر از دیگر عوامل بود. بای‌پلات‌های CCA نشان می‌دهد که محورهای CCA از ارقام محیطی نسبتاً بالایی برخوردار هستند که این موضوع نشان‌دهنده رابطه نزدیک بین عوامل محیطی انتخاب شده و قاب‌بالان آبزی مذکور است. در واقع دمای آب (محور اول) به‌عنوان مهم‌ترین عامل محیطی تعریف می‌شود. محور دوم با هدایت الکتریکی آب (EC) همبستگی دارد و محور سوم نشان دهنده گرادیان pH است (شکل ۱).



شکل ۱: نمودار ترتیب گونه‌ها در مقابل عوامل محیطی تجزیه و تحلیل همبستگی کانونی (CAA)

نقاط مورد نظر علامت اختصاری گونه‌های خانواده Dytiscidae است که قبلا شناسایی شده‌اند. محورهای افقی و عمودی همبستگی گونه‌های مورد نظر را در ارتباط با عوامل محیطی نشان می‌دهد

نهایتاً درمیان عوامل‌محیطی انتخاب‌شده، دمای آب، یک عامل کلیدی تعیین‌کننده فراوانی قاب بالان آبزی خانواده Dytiscidae است. همین‌طور از نتایج تحلیل رگرسیون خطی می‌توان نتیجه گرفت که دمای آب (با ضریب همبستگی ۱/۳۳۶) بیش‌ترین تأثیر را بر فراوانی گونه‌ها داشته است. فاکتورهای بعدی که بیش‌ترین تأثیر را داشته است عبارتند از: EC آب (با ضریب همبستگی ۱/۱۵۴) و pH آب (با ضریب همبستگی ۰/۴۹۳). بنابراین، اهمیت عوامل اکولوژیک به‌شکل دمای آب>EC آب>pH و درمجموع می‌توان معادله زیر را برای بیان ارتباط بین غنای جمعیت قاب‌بالان آبزی خانواده Dytiscidae و فاکتورهای اکولوژیکی بیان کرد:

Y = -18.704-1.375 WT + 1.479 water pH + 0.088 water EC

بحث

یکپارچگی اکولوژیکی در هر محیط آبی برای نظارت بر پایداری آن و هرگونه تغییر در سیستم اکولوژیکی مهم است (۳۰). کار حاضر به‌منظور بررسی جمعیت قاب‌بالان آبزی‌خانواده Dytiscidae و برخی عوامل اکولوژیک (متغیرهای‌فیزیوشیمیایی) در منطقه شهرکرد انجام شد. مشابه‌بسیاری‌از مطالعات دیگر، این مطالعه خانواده Dytiscidae را به‌عنوان فراوان‌ترین خانواده قاب‌بالان آبزی از لحاظ تعداد گونه شناسایی کرد (۲، ۳، ۴، ۱۶). در این مطالعه گونه‌های *Agabus bipustulatus*, Linnaeus 1767 و *Scarodytes halensis*, Fabricius ۱۷۸۷ در بیش‌تر ایستگاه‌های نمونه‌برداری یافت شدند. گونه *Agabus bipustulatus* بسیار گسترده بوده و یکی از معمول‌ترین خانواده Dytiscidae است به‌همین‌دلیل در تمامی ایستگاه‌های‌نمونه‌برداری یافت شدند. در واقع این گونه علاوه بر اروپا در سرتاسر آسیا و تا چین یافت می‌شود (۲۸، ۲۹). این گونه آب‌راکد را ترجیح‌می‌دهد، اما در قسمت‌های محافظت شده و کند حرکت‌رودخانه‌ها و در میان پوشش گیاهی آبزی حاشیه‌ای نیز دیده می‌شود (۲۹). هم بالغین و هم لاروها در طول سال وجود دارند و در هر دو مرحله شکارچی هستند و از طیف وسیعی از غذاها تغذیه می‌کنند. لاروها فاقد موهای شنا هستند و با راه رفتن حرکت می‌کنند، آب را رها می‌کنند و یک پیله خاکی کروی می‌سازند که در آن شفیره می‌شوند (۲۷، ۲۸). گونه *Scarodytes halensis* یک نمونه دیگر از خانواده Dytiscidae است که گستردگی کم‌تری داشته اما در نیمی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری یافت شدند. این نمونه بین ۴ تا ۴/۵ میلی‌متر طول دارد و در ایستگاه‌هایی که عمق آب کم بود یافت گردیدند. گونه‌های مشابه با گونه‌های شناسایی شده در این مطالعه که قبلاً در ایران گزارش شده‌اند شامل گونه‌های *Agabus bipustulatuss* و *Agabus biguttatus* هستند که از استان‌های تهران، البرز و آذربایجان معرفی شده‌اند (۳۱). همین‌طور *Agabus nebulosus* که فقط در استان آذربایجان گزارش شده است (۳۲). گونه *Scarodytes halensis* در بخش‌هایی از استان‌های قزوین و البرز، نمونه *Laccophilus hyalinus* در مناطقی از استان گیلان و البرز (۳۳) و بالاخره گونه‌های *Illybius fuscus* و *Colymbetes fuscus* و *Dytiscus* persicus فقط از استان آذربایجان معرفی شده‌اند (۳۲). عوامل محیطی در هر زیستگاه آبی نقش مهمی در وجود و پراکندگی حشرات آبزی و قاب‌بالان دارد (۳۴). دمای آب، هدایت‌الکتریکی آب، pH، اکسیژن محلول، کدورت، سرعت و چگالی جریان، ویژگی‌های زمینه، فلزات سنگین، شوری، و غیره، از جمله متغیرهای اکولوژیکی مؤثری هستند که بر جمعیت حشرات آبزی و قاب‌بالان آبزی اثر دارند (۱۶). از آن‌جایی‌که این عوامل مستقیماً با هرگونه تغییر در کیفیت آب تأثیر می‌گذارند، به‌عنوان شاخص‌های زیستی یا برای فعالیت‌های پایش زیستی استفاده می‌شوند. مفهوم شاخص‌های بیولوژیکی و پایش بیولوژیکی با استفاده از حشرات آبزی بر اساس تنوع، فراوانی و پراکندگی آن‌ها در ارتباط با شرایط فیزیکی و شیمیایی زیستگاه‌ها تعریف می‌شود (۳۵). تجزیه و تحلیل عوامل اکولوژیکی نشان داد که در این مطالعه دمای آب بیش‌ترین تأثیر را بر توزیع خانواده Dytiscidae دارد. EC و pH از دیگر عوامل تأثیرگذار هستند. دمای آب یکی از عوامل محیطی اصلی موثر بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های آبی است (۳۶) و تغییرات دمای آب می‌تواند اثرات مهمی بر جوامع بیولوژیکی آبزی داشته باشد. در واقع دمای آب مؤثرترین عامل برای رشد حشرات آبزی است و چرخه زندگی آن‌ها به‌شدت تحت تأثیر چرخه‌های دما قرار دارد (۳۱). میانگین دمای آب اندازه‌گیری‌شده در این مطالعه ۱۶/۴۵ و در نمونه‌های بالغ بین ۱۱ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. منطبق با این تحقیق، برخی دیگر محققان دریافتند که دمای آب تأثیر قابل‌توجهی بر غنای جمعیت حشرات آبزی و قاب‌بالان آبزی دارد تا آن حد که حتی بقای آن‌ها به‌دمای آب بستگی دارد (۳۷، ۳۸). دمای آب بر الگوهای غنای گونه‌ها، ترکیب، تراکم و پراکنش موجودات آبزی، تأثیر می‌گذارد (۳۸، ۳۹، ۴۰). به‌طورکلی دمای آب مؤثرترین متغیر محیطی در سرعت رشد و نمو بوده (۴۱) و حشرات آبزی تحت تاثیر تغییرات دما در طول چرخه زندگی خود به‌ویژه در مراحل تخم و رشد و نمو جنینی قرار می‌گیرند (۴۲). EC یا رسانایی الکتریکی آب توانایی آن در هدایت الکتریسیته است که تابع کل مواد جامد محلول در آب بوده و کیفیت آب را تعیین می‌کند (۳۷). بنابراین، هدایت الکتریکی آب به غلظت یون موجود در آب بستگی دارد. EC آب تأثیر قابل‌توجهی بر موجودات آبزی دارد و هر نوع جاندار نسبت EC دامنه تحمل خاصی دارد (۴۳، ۴۴). علاوه بر این، شوری و کل مواد جامد محلول در آب یا (TDS) به‌هنگام محاسبه EC آب باید درنظر گرفته شود به‌طوری‌که شوری

بر اکسیژن محلول در آب، pH و عوامل تغذیه‌ای آن تأثیر می‌گذارد (۳۴) که این عوامل به‌نوبه بر غنای حشرات آبزی موثر است به‌عنوان مثال، *Trichocorixa verticalis verticalis* یک حشره آبزی است که می‌تواند در مقادیر بالای EC آب زیست کند (۴۵). هدایت الکتریکی آب برروی غنا و فراونی قاب‌بالان آبزی تاثیر دارد (۴۶) و در ساختار جوامع حشرات زیستگاه‌های لوتیک (آب‌های روان) مهم است (۴۷). در این مطالعه تعداد و فراوانی کل قاب‌بالان آبزی رابطه قوی با هدایت الکتریکی نشان داد. کم‌ترین EC اندازه‌گیری شده ۲۵۴ و بیش‌ترین آن ۵۴۴ با میانگین ۳۶۹ µ/cm بود و حداقل یک گونه از نمونه‌های شناسایی شده (*Agabus bipustulatus*) در چندایستگاه با بیش‌ترین مقدار EC یافت گردید. گرچه میزان شوری آب در این مطالعه اندازه گیری نشد اما به‌دلیل ارتباط مستقیم EC با شوری احتمالاً گونه فوق نسبت به شوری هم مقاوم‌تر است. این نتیجه‌گیری براساس این حقیقت‌است که گونه‌هایی که در آب‌های ایستا زندگی می‌کنند نسبت به نمونه‌هایی که در آب‌های روان‌سکنی دارند نسبت‌به شوری تحمل بیش‌تری دارند (۴۸) چرا که نمونه فوق در زیستگاه‌هایی دیده شد که آب آن‌ها راکد بود. برای حشرت آبزی و قاب‌بالان آبزی، سطح pH محیط بر تعادل در ترکیب یونی مایع بدن تأثیر می‌گذارد (۴۹) تا آن حد که در حفظ هموستاز و تعادل فیزیولوژیک نقش اصلی دارد (۴۰، ۴۱). مثلاً pH زیستگاه آبی یک عامل فیزیکی اصلی است که بقا و در نتیجه توزیع گونه‌های پشه را محدود می‌کند (۵۰). نتایج آماری این مطالعه نشان می‌دهد که pH آب یک شاخص دیگر اکولوژیک اما کم اهمیت‌تر برای حضور این موجودات در زیستگاه‌های آبی است. به‌طورکلی موجودات آبزی معمولاً در pH ۹-۵ زندگی می‌کنند، در حالی‌که حشرات آبزی و قاب‌بالان آبزی pH قلیایی و خنثی را ترجیح می‌دهند، اما سطح pH برای هر خانواده متفاوت است (۱۸، ۲۴، ۴۷، ۵۱). میانگین pH آب اندازه‌گیری شده در این مطالعه ۷/۷۵ و دامنه آن ۶/۷۲ تا ۷/۷۸ بود. از سوی دیگر، قلیایی بودن بالای آب با جلوگیری از تشکیل اسیدهای آلی، تجزیه را افزایش می‌دهد و درنتیجه مواد غذایی بیش‌تری در محیط ایجاد می‌شود و پوشش گیاهی شناور می‌شود (۲۱). کم اهمیت بودن ارتباط pH با غنای قاب‌بالان آبزی نسبت به سایر عوامل اکولوژیک در برخی دیگر از مطالعات قبلی آمده است به طوری‌که تفاوت قابل ملاحظه‌ای میان مقادیر مختلف pH آب و حضور قاب‌بالان آبزی مشاهده نشده است (۵۲، ۵۳، ۵۴).

منابع

1. **Darilmaz, M.C., Ostovan, H. and Ghahari, H., 2020.** An Annotated Checklist of Iranian Dytiscidae (Insecta: Adephaga: Coleoptera). Trans Am Entomol Soc. 146: 165-196.
2. **Hosseinie, Sh., 1992.** A report on the aquatic Coleoptera of Bushehr, Iran. Latiss Balfour-Browne Club. 10 p.
3. **Hosseinie, Sh., 1992.** Report on the aquatic Coleoptera of Hormozgan, Iran. Latiss Balfour-Browne Club. 22 p.
4. **Hosseinie, Sh., 1994.** A survey of the water Beetles of Khuzestan, Iran. Latiss Balfour-Browne Club. 23 p.
5. **Hosseinie, Sh., 1995.** Report on the aquatic Coleoptera of Guilan, a province in the North of Iran. Latiss Balfour-Browne Club. 11 p.
6. **Hosseinie, Sh., 1995.** Water beetles in the Mazandaran Province, North of Iran. Latiss Balfour-Browne Club. 20 p.
7. **Mousavi, A.M., Marjanyan, B. and Kalashian, M.Y., 2016.** Contribution to the knowledge of the fauna of aquatic Adephaga (Coleoptera) of Mazadaran province of Iran (Families Haliplidae and Dytiscidae). Hum Spa Int Alm. 5: 18-21.
8. **Van Vondel, B.J., Ostovan, H. and Ghahari, H., 2017.** An annotated checklist of Iranian Myxophaga (Hydroscaphidae, Sphaeriusidae) and Adephaga (Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Rhysodidae)(Insecta: Coleoptera). Zootaxa. 4216: 225-246.
9. **Vafaei, R., Ostovan, H., Incekara, U. and Pesic, V., 2007.** Faunistic study of the aquatic beetles (Coleoptera: Polyphaga) of Markazi Province (Central Iran) with new records. Arch Biol Sci. 59: 239-242.
10. **Vafaei, R., Darilmaz, M.C., Nazari, E., Incekara, U. and Piazak, N., 2007.** Contributions to the knowledge of Iranian aquatic Coleoptera fauna (Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae and Hydrophilidae) with new records and notes on the rare species *Coleostoma transcaspicum* Reitter, 1906. Act Entomol Serb. 14: 101-107.
11. **Heydarnejad, M., 2010.** Length-weight relationship for aquatic beetle in a marsh in Iran. Acta Entomol Sinica. 53: 932-935.
12. **Saeidi, Z. and Vatandoost, H., 2018.** Aquatic insect from Iran for possible use of biological control of main vector-borne disease of malaria and water indicator of contamination. Iran J Arthr Dis. 2: 1-15.
13. **Payakka, A. and Prommi, T., 2014.** Aquatic Insects Biodiversity and water quality parameters of receiving water body. Cur World Environ. 1: 53-58.
14. **Khosheghbal, R. and Shapoori, M., 2021.** Assessment on bentic of Kselian river in savadkooh Province. AEJ. 13: 347-354.
15. **Hajiaghaei, F. and Mahalleh, G., 2020.** Evaluation of water quality in Ghaleh Rudkhan River using macroinvertebrate density and Hilsenhoff Biotic Index. Journal of Animal Environment. 13: 335-344. (In Persian)
16. **Heino, J., 2009.** Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. Freshw Rev. 2: 1-29.
17. **Bogardi, J.J., Leentvaar, J. and Sebesvári, Z., 2020.** Biologia Futura: integrating freshwater ecosystem health in water resources management. Biol Futura. 71: 337-358.
18. **Baili Donga, B., Gengb, C., Caia, Y. and Lanzhu, J., 2014.** Aquatic Coleoptera response to environmental factors of freshwater ecosystems in Changbai Mountain, northeast China. Aqua Eco Health Manage. 17: 171-178.
19. **Ifigenia, K., Georgios, E., Ioannis, L. and Constantinos, P., 2014.** Assessment of a Mediterranean shallow lentic ecosystem (Lake Pamvotis, Greece) using benthic community diversity: Response to environmental parameters. Limnol. 36: 269-278.
20. **Miserendino, M.L. and Archangelsky, M., 2006.** Aquatic Coleoptera distribution and environmental relationships in a Large Patagonian River. Internat. Rev. Hydrobiol. 91: 423-437.

ecological impacts of thermal changes on aquatic macroinvertebrates. Riv Res App. 29: 1100-1109.

40. **Dallas, H.F. and Ross-Gillespie, R., 2015.** Sublethal effects of temperature on freshwater organisms, with special reference to aquatic insects. Water SA. 41: 712-726.

41. **Ragland, G.J. and Kingsolver, J.G., 2008.** The effect of fluctuating temperatures on ectotherm life-history traits: comparisons among geographic populations of *Wyeomyia smithii*. Evol Ecol Res. 10: 29-44.

42. **Chuche, J. and Thiéry, D., 2012.** Egg incubation temperature differently affects female and male hatching dynamics and larval fitness in a Leafhopper. Ecol Evol. 2: 732-739.

43. **Sukhpreet, K., Hundal, S.S. and Bhullar, M.B., 2021.** Water quality parameters and their correlation with Aquatic insects in village ponds of South-West Punjab. J Punj Acad Sci. 21: 1-15.

44. **Prommi, T. and Pyakka, A., 2015.** Aquatic insect biodiversity and water quality parameters of streams in Northern Thailand. Sains Malays. 44: 707-717.

45. **Fenoglio, S., Bonada, N., Guareschi, S., Lopezrodriguez, M.J. and Millan, A., 2016.** Manuel Tierno de Figueroa J. Freshwater Ecosystems and aquatic insects: a paradox in biological invasions. Royal Soc. 12: 20-37.

46. **Godoy, L.L., Queirzo, L. and Lodi, S., 2017.** Environment and spatial influences on Aquatic Insect communities in Cerrado Streams: the Relative importance of conductivity, Altitude, and Conservation Areas. Neo Entomol Neo Entomol. 46: 151-158.

47. **Peeters, E., Gylstra, R. and Vos, J.H., 2004.** Benthic macroinvertebrate community structure in relation to food and environmental variables. Hydrobiol. 15: 109-115.

48. **Cespedes, V., Pallares, S., Arribas, P., Millan, A. and Velasco, J., 2013.** Water beetle tolerance to salinity and anionic composition and its relationship to habitat occupancy. J Insect Physiol. 59: 1076-1084.

49. **Ukubuiwe, A.C., Ojianwuna, C.C. and Olayemi, I.K., 2020.** Quantifying the roles of water pH and hardness levels in development and biological fitness indices of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). J Basic App Zool. 81: 5-10.

50. **Daily, J.P., Hitt, N.P., Smith, D.R. and Snyder, C.D., 2012.** Experimental and environmental factors affect spurious detection of ecological thresholds. Ecol. 93: 17-23.

51. **Patrick, M.L. and Bradley, T.J., 2000.** The physiology of salinity tolerance in larvae of two species of *Culex mosquitoes*: the role of compatible solutes. J Exp Biol. 203: 821-830.

52. **Yee, D.A., Kneitel, J.M. and Juliano, S.A., 2010.** Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. J Med Entomol. 47: 53-62.

53. **Bloechl, A., Koenemann, S., Philippi, B. and Melber, A., 2010.** Abundance, diversity and succession of aquatic Coleoptera and Heteroptera in a cluster of artificial ponds in the North German Lowlands. Limnol. 40: 215-225.

54. **Yazdgedi, Y., 1997.** A preliminary systematic survey of genus *Hydrochara* population in Bamoo mounrtain, Fars province. Shiraz: Shiraz University. 246 p.

21. **Eyre, M.D., Ball, S.G. and Foster, G.N., 1986.** An initial classification of the habitats of aquatic Coleoptera in north-east England J Appl Ecol. 23: 841-852.

22. **Eyre, M.D., Foster, G.N. and Foster, A.P., 1990.** Factors affecting the distribution of water beetles species assemblages in drains of eastern England J Appl Ent. 109: 217-225.

23. **Armin, B., Stefan, K., Barbara, P. and Albert, M., 2009.** Abundance, diversity and succession of aquatic Coleoptera and Heteroptera in a cluster of artificial ponds in the North German Lowlands. Limnol. 40: 215-225.

24. **Verberk, W., van Duinen, G., Peeters, T. and Esselink, H., 2001.** Importance of variation in water types for water beetle fauna (Coleoptera) in Korenburgerveen, a bog remnant in the Netherlands. Proc Sec Exp App Entomol Nether Entomol Soc. 12: 121-128.

25. **Gomezlutz, M.C. and Kehr, A.I., 2017.** A preliminary study of aquatic Coleoptera in temporary ponds and the Ecological variables influencing their richness and diversity. J Entomol Soc Argen. 76: 7-15.

26. **Jarjees, F.Z., Hanna, N.S. and Toma, J.J., 2019.** Biodiversity of Aquatic Insects in relation to physio-chemical Parameters of Shekh Turab Stream. Passer. 2: 12-16.

27. **Akunal, A. and Aslan, E.G., 2017.** Ecological investigations on Hydrophilidae and Helophoridae (Coleoptera) specimens gathered from several water bodies of Western Turkey. Knowl. Manag. Aqua Eco. 7: 418-423.

28. **Wahizatul, A.A., Long, S.H. and Ahmad, A., 2011.** Composition and distribution of aquatic insect communities in relation to water quality in two freshwater streams of Hulu Terengganu, Terengganu. J Sust Soc Man. 6: 148-155.

29. **Foster, G.N. and Friday, L.E., 2011.** Keys to the adults of the water beetles of Britain and Ireland (Part1). Royal Entomol Soc. AL2 3NS.

30. **Friday, LE., 1988.** A key to the adults of British water beetles, Field Stud. 7: 1-151.

31. **Darilmaz, M.C., Ostovan, H. and Ghahari, H., 2020.** An annotated checklist of Iranian dytiscidae (Insecta: Adephaga: Coleoptera). Trans Am Entomol Soc. 146: 165-196.

32. **Snegovaya, N. and Shirinova, L., 2022.** Checklist of Aquatc beetles (Coleoptera: Adephaga, Polyphaga) in Azerbaijan Republic. Iran J Animal Biosys. 1: 35-64.

33. **Vafaei, R., Ostovan, H., İncekara, U. and Pešić, V., 2008.** A faunistic study on the diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae) of Markazi province (Central Iran) with the new records. Mun Ent Zool. 3: 165-168.

34. **Jach, M.A. and Balk, M., 2003.** Key to adults of Chinese water beetle families. Wien. 3: 21-36.

35. **Zaitsev, F.A., 1972.** Fauna of the USSR (Fauna SSSR) Coleoptera. Volume IV. The Smith Inst Nati Sci Found. 401.

36. **Chown, S.L., Duffy, G.A. and Sørensen, G.G., 2015.** Upper thermal tolerance in aquatic insects. Curr Op Insect Sci. 11: 1-6.

37. **Buczyńska, E., Buczyński, P., Zawal, A. and Stępień, E., 2016.** Environmental factors affecting micro distribution of larval caddisflies (Trichoptera) in a small lowland reservoir under different watershed usage. Fun Appl Limnol. 188: 157-170.

38. **Dallas, H.F. and Rivers-Moore, N., 2012.** Critical Thermal Maxima of aquatic macroinvertebrates- towards identifying bioindicators of thermal alteration. Hydrobiol. 679: 61-76.

39. **Rivers-Moore, N.A., Dallas, H.F. and Ross-Gillespie, V., 2013.** Life history does matter in assessing potential