بررسی کیفی آب‌های سطحی حوضهٔ آبریز سد نعمت آباد با تکیه بر شاخص‌های زیستی (شمال‌غرب اسدآباد، استان همدان)

سمانه محمدی[1*]، یداله عظام پناه[2] و ابراهیم طالع فاضل[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (samaneh.mohhamadii@gmail.com)

۲- استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳- دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

دریافت: بازنگری: پذیرش: انتشار:

چکیده

در سال‌های اخیر، بررسی کیفیت آب‌های سطحی با استفاده از شاخص‌های زیستی به‌عنوان روشی مؤثر و کم‌هزینه برای پایش محیط‌زیست مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، کیفیت آب رودخانه شهاب و نواحی منتهی به سد نعمت‌آباد در شمال‌غرب اسدآباد (استان همدان) با استفاده از تحلیل‌های ژئوشیمیایی و شاخص‌های زیستی بررسی شد. برای این منظور، از ۱۹ ایستگاه در طول مسیر رودخانه، نمونه‌برداری زیستی و از ۱۱ ایستگاه، نمونه‌برداری آب انجام گرفت. آنالیز شیمیایی با تمرکز بر عناصر اصلی شامل کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و فلزات سنگین مانند روی، آهن و مس صورت گرفت. بر اساس نمودار Scree بیشترین فراوانی عناصر در آب‌های منطقه متعلق به عناصر سدیم، پتاسیم، منیزیم و منگنز هستند و منشأ آن‌ها به‌احتمال زیاد به ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه مرتبط است. در بخش زیستی، بیش از ۳۰۰۰ نمونه گاستروپود از پنج گونه شناسایی شد. براساس نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد که با افزایش فاصله از سد نعمت آباد و به سمت بالادست رودخانه گاستروپودها از فراوانی و تنوع بالاتری برخوردار بودند ، با این حال پیدا کردن ارتباط معنادار بین این دو متغیر(منابع آب و گاستروپودها) نیاز به زمان، مطالعه‌ها و آنالیزهای بیشتری دارد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که گاستروپودهای آب‌های شیرین می‌توانند به‌عنوان نشانگرهای زیستی حساس برای ارزیابی کیفیت منابع آبی مورد استفاده قرار گیرند.

کلید واژه‌ها: پایش زیستی، گاستروپودها، کیفیت آب، توسعه پایدار، رودخانه شهاب.

مقدمه

حفاظت از منابع آب و ارزیابی کیفیت آن‌ها از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در عصر حاضر به‌شمار می‌رود. رشد جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعتی و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی، منجر به افزایش آلودگی در منابع آبی، به‌ویژه رودخانه‌ها و آب‌های سطحی شده است. در این میان، استفاده از شاخص‌های زیستی به‌عنوان ابزار پایش کیفیت آب، به‌دلیل حساسیت بالا و قابلیت انعکاس تغییرات محیطی، جایگاه ویژه‌ای یافته است (Mahmoudifard, 2014; Tallarico, 2015).

سه گروه به‌عنوان آلاینده‌های اصلی آب وجود دارند که شامل آلاینده‌های آلی (نظیر مواد شوینده، پساب صنایع غذایی و نظایر آن)، معدنی (نظیر پساب صنایع ذوب آهن، آمونیاک، کودهای شیمیایی و فلزات سنگین) و عوامل فیزیکی (نظیر تکه‌های موادغذایی، زباله‌ها، بطری‌های پلاستیکی، تکه‌های پارچه و نظایر آن) تقسیم می‌شوند (Pormerad and Qadari, 2014). شاخص‌های متعددی برای بررسی کیفیت منابع آب تاکنون ارائه شده (Ashwani and Anisz, 2008) و از پرکاربردترین و مهمترین آن‌ها می‌توان به شاخص‌های بیولوژیکی نظیر جمعیت بی‌مهرگان کف‌زی، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD)، کل جامدات محلول (TDS)، هدایت الکتریکی (EC) و میزان سولفات، باکتری کلی‌فرم گوارشی و مجموع باکتری کلی‌فرم گوارشی، اشاره کرد (Ghane Sasansaraii, 2004). پایش زیستی با بهره‌گیری از موجودات زنده، به‌ویژه بی‌مهرگان کف‌زی، روشی دقیق، کم‌هزینه و مؤثر برای ارزیابی سلامت اکولوژیکی منابع آبی است. گاستروپودها به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند پراکنش وسیع، حساسیت به آلودگی، سهولت در نمونه‌برداری و شناسایی، به‌عنوان شاخص‌های زیستی قابل اعتماد در پایش محیط‌های آبی شناخته شده‌اند (Salánki, 2000; Strong et al., 2008). تغییرات در تنوع و فراوانی این گروه از موجودات می‌تواند بیانگر اثرات آلودگی، تغییرات فیزیکی بستر رودخانه و یا تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی باشد.

در اکوسیستم آب‌های شیرین بی مهرگان فراوانترین گروه از جانوران محسوب می‌شوند و بالغ بر ۹۰ درصد گونه‌های حاضر را تشکیل می‌دهند (Jha, 1998). گاستروپودها متنوع‌ترین رده از

شاخه نرمتنان بوده و با جمعیتی بالغ بر ۱۰۰ هزار گونه زنده، ۸۰ درصد جمعیت شاخهٔ نرمتنان را به خود اختصاص داده‌اند. آن‌ها به‌صورت گسترده در بستر نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها زیست می‌کنند (Strong et al., 2008; Haszprunar and Wanninger, 2012). علاوه بر این آن‌ها در محیط‌های دریایی و خشکی‌ها نیز سکونت دارند. گاستروپودهای آب‌های شیرین بسته به نوع تغذیهٔ آنها معمولاً در قسمت‌های کاملاً کم عمق رودخانه‌ها و بر روی بسترهای سخت، نرم گلی و ماسه‌ای یا در بین ریشه گیاهان سکونت دارند. این دسته از بی مهرگان کف‌زی بزرگ نقش کلیدی در حفظ بسیاری ازاکوسیستم‌ها دارند و به‌صورت مستقیم با سیستم زنجیرهٔ غذایی سایر موجودات در ارتباط هستند و از همین‌رو به‌عنوان نشانگری زیستی از کیفیت آب که به آلاینده‌ها حساس هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ponder, 1988; Seddon, 1998; Tallarico, 2015; Afwanudin et al., 2019).

حوضه آبریز سد نعمت‌آباد واقع در شمال‌غرب شهرستان اسدآباد، به‌دلیل قرار گرفتن در مسیر فعالیت‌های صنعتی نظیر مجتمع ذوب‌آهن و همچنین استفاده از منابع آبی برای مصارف کشاورزی، با تهدیدات زیست‌محیطی مواجه است. از سوی دیگر، ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه نیز می‌تواند بر ترکیب شیمیایی آب‌های سطحی اثرگذار باشد. از این‌رو، ترکیب تحلیل‌های ژئوشیمیایی و پایش زیستی می‌تواند اطلاعات جامعی در خصوص کیفیت اکولوژیکی منابع آب در این منطقه فراهم آورد. هدف این پژوهش، ارزیابی کیفیت بخشی از آب‌های سطحی حوضه سد نعمت‌آباد با بهره‌گیری از شاخص‌های زیستی (گاستروپودهای کفزی) و آنالیز عناصر شیمیایی محلول در آب است تا از این طریق، تصویری از وضعیت زیست‌محیطی منطقه ارائه شود و زمینه‌ای برای مدیریت پایدار منابع آبی فراهم گردد.

موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز

حوضه آبریز کرخه با وسعتی حدود ۵۱۶۳۴ کیلومترمربع به‌عنوان یکی از بزرگترین حوضه‌های آبی ایران شناخته می‌شود و متوسط دبی آن در ایستگاه‌های اصلی حدود ۴۱۷ مترمکعب بر ثانیه گزارش شده است (شکل ۱). رودخانه شهاب به‌عنوان یکی از زیر حوضه‌های فرعی کرخه، در شهرستان اسداباد واقع شده است و نقش مهمی در تأمین منابع آب منطقه دارد. سدنعمت‌آباد که در مسیر این رودخانه احداث شده، باهدف تأمین آب شرب و کشاورزی طراحی گردیده و بخشی از جریان سالانه این زیرحوضه را ذخیره می‌کند. سد نعمت آباد با مختصات جغرافیایی ″۲ ′۲ °۴۸ طول‌شرقی و ″۱۰ ′۵۲ °۳۴ عرض‌شمالی واقع در ۱۲ کیلومتری شمال‌غربی شهرستان اسدآباد و ۴۵ کیلومتری غرب همدان می‌باشد. این سد با ارتفاع ۲۲/۷ متر از پی‌سنگ، از نوع سدهای خاکی همگن می‌باشد که بر روی حوضه آبریز کرخه و در مسیر رودخانه شهاب برای تأمین آب شرب و مصارف کشاورزی مردم منطقه قرار دارد (Bandab Consulting Engineers, 2003).

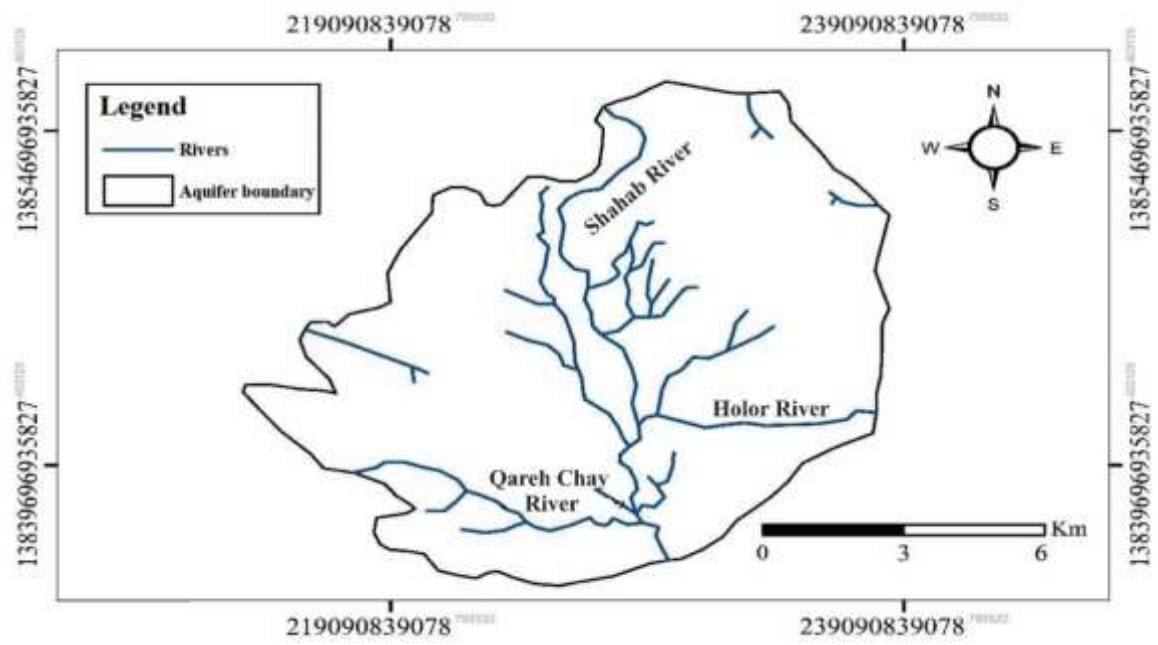


Fig.1- The catchment area of Shahab River located in the north-west of Asadabad (taken from Kordiān Hamdani, 2016 with some changes).

شکل ۱- محدوده حوضه آبریز رودخانهٔ شهاب در شمال‌غرب اسدآباد (بر گرفته از Kordiān Hamadani (2016) با اندکی تغییرات).

جایگاه زمین‌شناسی

از نگاه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، حوضه آبریز (رودخانه شهاب) و ساختگاه سد نعمت‌آباد به طور کامل در زون سنندج – سیرجان قرار دارند (Bandab Consulting Engineers, 2003). ساختارهای زمین‌شناسی در این محدوده همچون زون سنندج–سیرجان روند شمال-باختری جنوب‌خاوری دارند و از روند کلی زاگرس تبعیت می‌کنند. واحدهای سنگی محدوده مورد مطالعه به‌طور عمده از سنگ‌های دگرگونی تشکیل شده و قدیمی‌ترین واحد سنگی نیز شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های آذرین و رسوبی دگرگون شده می‌باشد که بخش زیرین آن برونزد ندارد و در زیر واحدهای تریاس میانی–بالایی نهشته شده است. همچنین نهشته‌ها و واحدهای رسوبی با گسترهٔ سنی (پالئوزوئیک تا کواترنری) در قسمت‌های مختلف منطقه مشاهده می‌شود (شکل ۲). بخش‌های مرکزی تا غربی شامل رخنمون رسوبات آبرفتی، بخش‌های جنوبی و جنوب‌غربی، رخنمون سنگ‌های دگرگونی، شیستی و رسوبی، بخش‌های شرقی رخنمونی از توده نفوذی الوند و سنگ‌های آتشفشانی و مناطق شمالی رخنمونی از رسوبات کنگلومرایی را شکل می‌دهند (Bandab Consulting Engineers, 2003). با این حال شواهدی همچون گمانه‌های حفاری‌شده در مخزن سد نعمت‌آباد با ضخامت بیش از ۱۰۰ متر از رسوبات کواترنری بیانگر این موضوع می‌باشند که این حوضه آبریز به صورت کامل بر روی رسوباتی آبرفتی به همین سن واقع شده است همچنین با توجه به گسترش واحدهای شیستی (تریاس میانی–بالایی) اطراف مخزن سد، می‌توان پی‌سنگ سد را نیز شیستی در نظر گرفت (Eshraghi, 2003).

روش مطالعه و نمونه‌برداری

نمونه های آب

پس از بررسی و بازدید میدانی، در طول مسیر رودخانه از ۱۱ ایستگاه، نمونه‌های آب برداشت شدند (شکل ۳ و جدول ۱). مقدار و مکان نمونه‌های برداشت شده به گونه‌ای انتخاب شد که نماینده وضعیت سراسر رودخانه باشد. این فرآیند به‌طور کلی با هدف اندازه‌گیری شاخص‌ها و خصوصیات مختلف اکوسیستم رودخانه انجام شد و به این ترتیب تجزیه و تحلیل دقیق‌تر و قابل اطمینان‌تری از سلامت و کیفیت محیط‌زیست را ممکن ساخت. برای نمونه‌برداری از آب از بطری‌های پلی‌اتیلین در حجم یک لیتر، ماژیک ضدآب برای ثبت کد محل نمونه و دستگاه GPS برای ثبت موقعیت جغرافیایی استفاده شد. در ابتدا بطری‌ها قبل از عملیات نمونه‌برداری دو الی سه بار در آب منطقه مورد نظر پر و خالی شدند، سپس نمونه‌برداری انجام شد. در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه بوعلی‌سینا نمونه‌های آب برای جداسازی بقایای گیاهی و گل و لای معلق موجود در آب از صافی عبور داده شدند و پس از رقیق سازی برای اندازه‌گیری شاخص‌های سدیم، منیزیم، پتاسیم، منگنز، آهن، مس، روی، کلسیم به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه بوعلی سینا ارسال شدند.

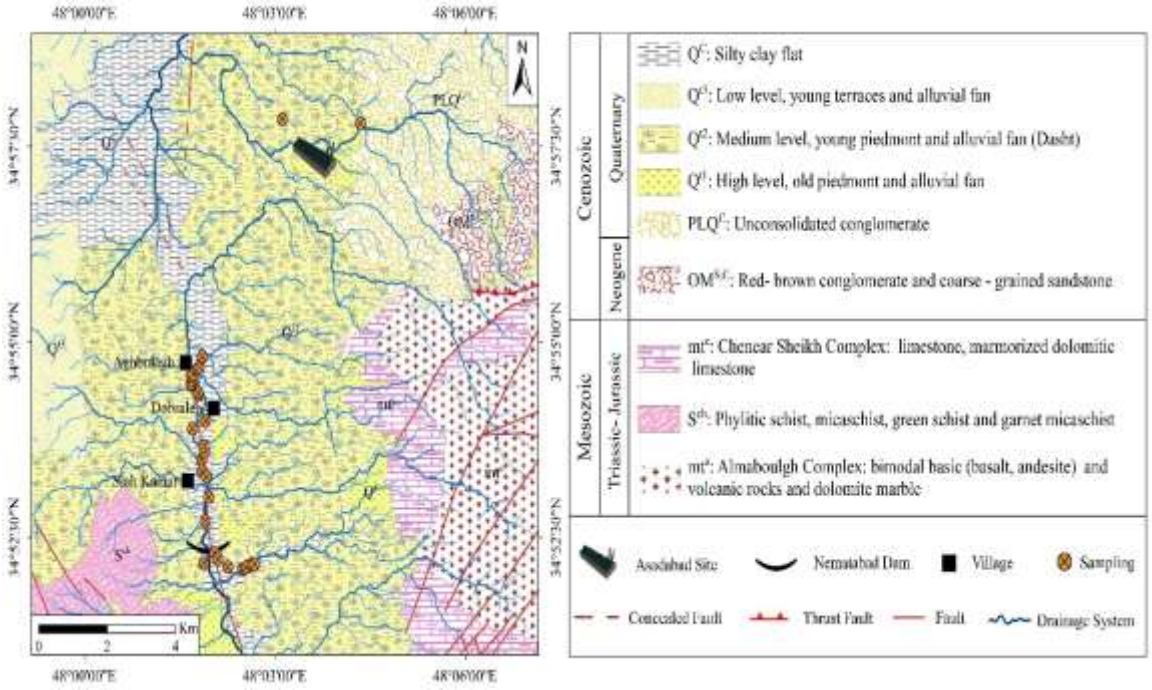


Fig. 2- Simplified geological map of the studied area (modified after Eshraghi, 2003).

شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی ساده شده از منطقه مورد مطالعه (با تغییرات از Eshraghi, 2003).



Fig. 3- Sampling stations along Shahab River leading to Nemat Abad Dam (Northwest of Asada Abad).
شکل ۳- ایستگاه‌های نمونه‌برداری در امتداد رودخانه شهاب منتهی به سد نعمت آباد (شمال غرب اسدآباد).

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاهای نمونه‌برداری آب.
Tabel 1- Geographic coordinates of water sampling stations.

Sample no.	X	Y	High (m)
Ag-03-W1	48° 01' 48.9"E	34° 54' 40.5"N	1812
Ag-04-W2	48° 01' 47.4"E	34° 54' 39.5"N	1810
NA-22-W3	48° 02' 30.9"E	34° 52' 06"N	1781
NA-23-W4	48° 02' 15.7"E	34° 52' 07"N	1782
ND-25-W5	48° 01' 52.9"E	34° 52' 09.9"N	1772
ND-26-W6	48° 02' 06.3"E	34° 52' 13.3"N	1775
ND-27-W7	48° 02' 03.1"E	34° 52' 18.2"N	1777
ND-28-W8	48° 01' 54.3"E	34° 52' 42.6"N	1775
SK-29-W9	48° 01' 57.8"E	34° 53' 00.6"N	1784
SK-30-W10	48° 01' 55.8"E	34° 53' 16.4"N	1783
SK-32-W11	48° 01' 51.0"E	34° 53' 29.7"N	1785

جوامع زیستی

برای بررسی آلودگی حوضهٔ آبریز و همچنین سد نعمت آباد از گاستروپودهای ساکن در طول مسیر رودخانه شهاب که به سد نعمت آباد ختم می‌شوند نمونه‌برداری به‌عمل آمد. ایستگاه‌های نمونه برداری در طی فواصل معین و با مشاهده تغییرات در ترکیب جمعیتی و همچنین فراوانی یا کاهش جوامع زیستی تعیین شدند. در هر ایستگاه سعی شده است از قسمت کف رودخانه و هر دو پهلوی آن و سد نعمت آباد نمونه‌های گاستروپود جمع آوری شوند. برای شناسایی گاستروپودهای جمع آوری شده از منابع زیر استفاده شده است. (Glöer and Pešić, 2012; Seddon et al., 2015; Bank and Neubert, 2016).

خصوصیات ژئوشیمیایی آب‌های سطحی

ژئوشیمی آب‌های سطحی به مطالعه ترکیب شیمیایی آب‌های طبیعی و نحوه تعامل این آب‌ها با محیط‌های اطراف خود گفته می‌شود. با انجام مطالعه‌های ژئوشیمیایی می‌توان به بررسی منابع آب، آلودگی آب و فرایندهای هیدرولوژیکی پرداخت. اهمیت مطالعه ژئوشیمی آب‌های سطحی از مناظر گوناگونی برای تحلیل کیفیت آب، شناخت فرایندهای هیدرولوژیکی، مطالعه‌های محیط‌زیستی، آلودگی‌های انسانی و غیره بررسی می‌شود (Desmarais and Rojstaczer, 2002). نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های برداشت شده در منطقه مورد مطالعه در جدول (۲) آمده است. بر این اساس غلظت عنصر کلسیم در تمامی نقاط نمونه‌برداری در مقایسه با سایر عناصر در حوضه آبریز مقدار بالاتری را نمایش می‌دهد، همچنین غلظت

عناصر سدیم و منیزیم مقادیر متوسطی را نشان می‌دهد. برای عناصر مس و آهن در برخی نقاط نیز به علت پایین بودن میزان غلظت این عناصر، داده‌ای ثبت نشده است. طبق نمودار خوشه ای ترسیم شده برای داده های ژئوشیمی آب، دو رده اصلی شامل ۱) گروه عنصری سدیم و منیزم و ۲) گروه عنصری منگنز وکلسیم در آب‌های جاری منطقه شناسایی شده است (شکل ۴). همچنین، طبق تجزیه و تحلیل فاکتوری انجام شده سه گروه عنصری تشخیص داده شده و بر اساس نمودار Scree عناصر سدیم، پتاسیم، منیزیم و منگنز بیشترین فراوانی در آب‌های جاری منطقه را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۵). همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود عناصر فلزی سنگین روی، مس و آهن سهم زیادی در آلودگی آب‌های جاری منطقه نداشته‌اند. ارتباط فضایی عناصر منیزیم، سدیم و پتاسیم در یک نمودار سه بعدی ترسیم شده و براساس آن اغلب نمونه‌ها از قرابت ژئوشیمیایی نزدیکی به یکدیگر برخوردار هستندو منشا آن‌ها لیتولوژی های کربناتی غنی از عناصر مذکور در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۶).

جدول ۲- میزان غلظت عناصر در نمونه‌های آب جاری منطقه مورد مطالعه.

Tabel 2- The concentration of elements in running water samples of the studied area.

Sample no.	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)
Ag-03-W1	16.803	10.708	1.303	0.03	No data	No data	0.0990	81.03
Ag-04-W2	18.775	10.982	2.705	No data	No data	No data	0.0601	68.07
NA-22-W3	16.119	12.086	1.516	No data	No data	No data	0.0378	74.76
NA-23-W4	13.022	8.684	1.696	No data	No data	No data	0.0347	56.70
ND-25-W5	54.830	18.092	2.316	No data	0.173	No data	0.0019	34.29
ND-26-W6	53.040	17.152	2.103	No data	0.151	No data	0.0075	39.38
ND-27-W7	58.4625	17.542	3.126	No data	0.159	No data	0.0075	33.30
ND-28-W8	23.8075	10.052	1.981	0.10	0.170	No data	0.0740	87.79
SK-29-W9	35.1675	9.594	3.509	0.04	0.186	0.053	0.0445	76.68
SK-30-W10	78.520	30.460	4.076	0.048	0.072	No data	0.0253	140.54
SK-32-W11	38.1325	14.854	1.817	0.049	0.086	No data	0.0062	86.83

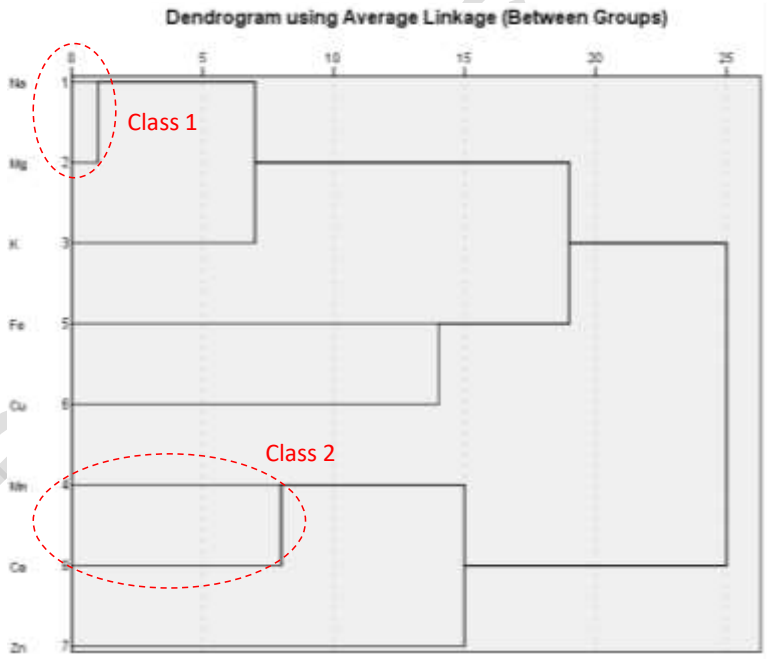
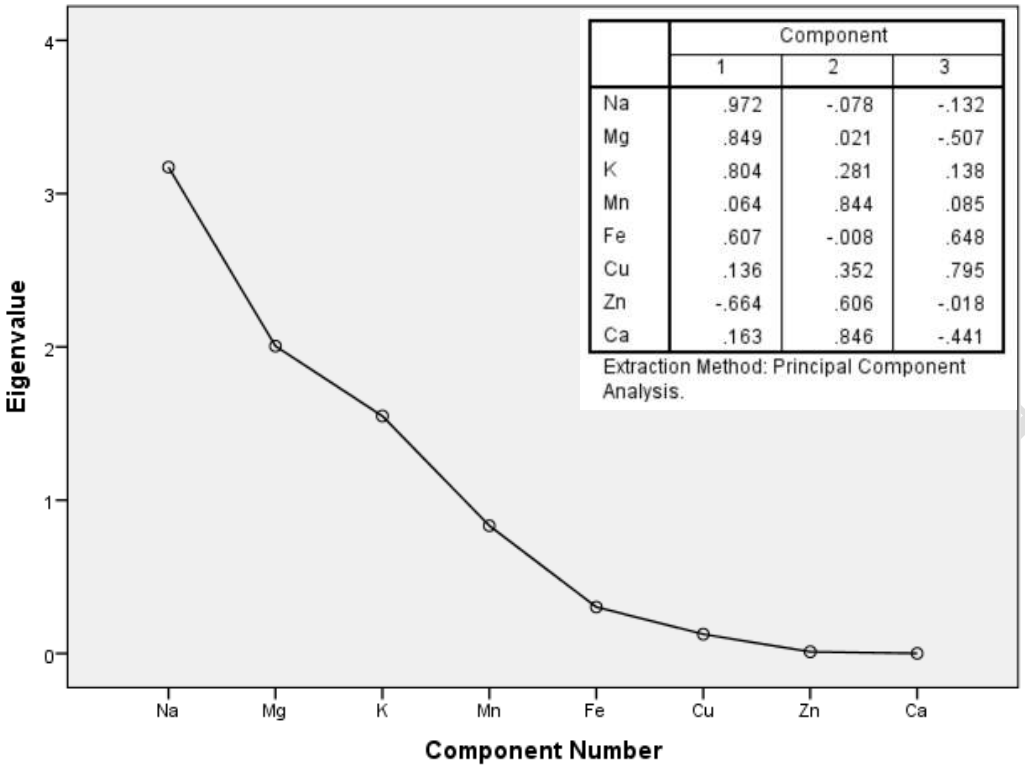


Fig. 4- Cluster diagram of elements present in running waters of the studied area.

شکل ٤- نمودار خوشه‌ای از عناصر موجود در آب‌های جاری منطقه مورد مطالعه.



	Component		
	1	2	3
Na	.972	-.078	-.132
Mg	.849	.021	-.507
K	.804	.281	.138
Mn	.064	.844	.085
Fe	.607	-.008	.648
Cu	.136	.352	.795
Zn	-.664	.606	-.018
Ca	.163	.846	-.441

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fig. 5- Scree diagram of the potential of water polluting elements in the study area.

شکل ۵- نمودار Scree از پتانسیل عناصر آلوده کننده آب در منطقه مورد مطالعه.

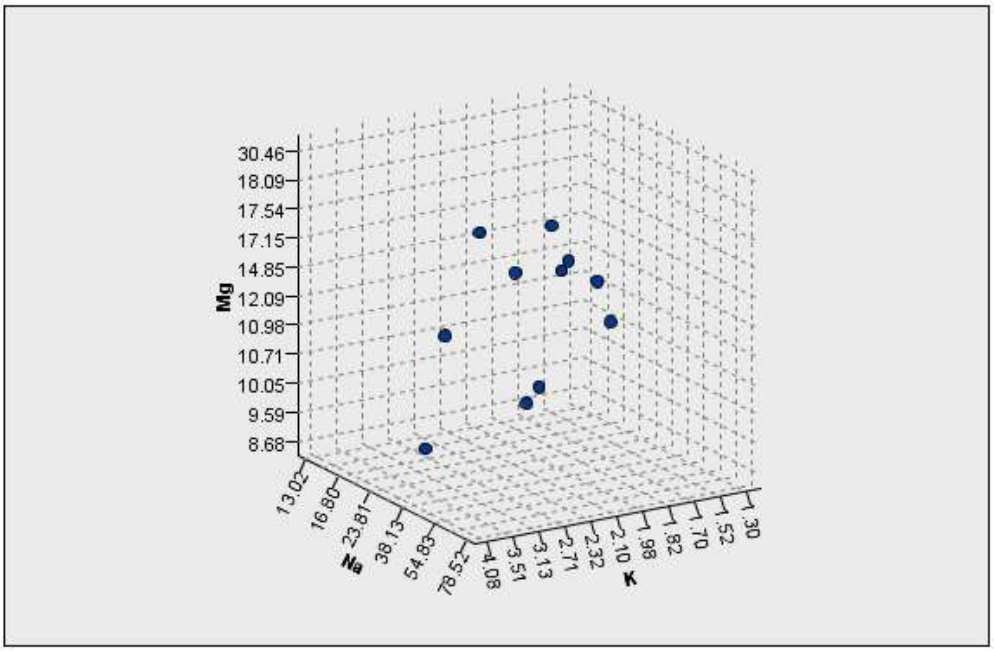


Fig 6- Three-dimensional diagram of the distribution of main elements in the waters of the study area.

شکل ٦- نمودار سه بعدی از پراکنش عناصر اصلی آب‌های منطقه مورد مطالعه.

پایش شاخص‌های زیستی

یکی از مؤثرترین روش‌ها برای ارزیابی سلامت یک اکوسیستم و پیش ریسک‌های زیست‌محیطی، استفاده از ارگانیسم‌های بومی آن زیست‌بوم به عنوان شاخص زیستی است. از این‌رو آن‌ها را می‌توان به عنوان اولین نگهبانان هشدار دهندهٔ زوال زیست بوم‌ها در نظر گرفت (Tallarico, 2015). به‌طوری‌که انباشت موادی با غلظتی بالاتر از حد نرمال متابولیسم یک جاندار می‌تواند منجر به تغییر تراکم جمعیتی به خصوص گونه‌های نشانگر زیستی گردد

(Tallarico, 2015). اختلال در متابولیسم و چرخهٔ تولید مثلی این دسته از ارگانیسم‌ها از نگرانی‌های عمده در ارتباط با حفظ تنوع زیستی اکوسیستم‌هاست. به‌منظور ارزیابی زیستی رودخانه شهاب و محدوده سد نعمت‌آباد، از جوامع گاستروپودهای کف‌زی به‌عنوان شاخص زیستی استفاده شد.

در مجموع از ۱۹ ایستگاه نمونه برداری، بیش از ۳۰۰۰ نمونه گاستروپود جمع آوری گردید (شکل۷ و جدول ۳). بررسی و مطالعهٔ مقدماتی نمونه‌های جمع آوری شده نشان می‌دهد که آنها متعلق به پنج جنس و گونه بوده (*Galba truncatula*، *Peregriana peregra*، *Oxyloma elegans*، *Pseudonapaeus orculoides* و *Cernuella virgata*) و بر خلاف تعداد بالای نمونه‌ها، تنوع گونه‌ای در اکثر ایستگاه‌ها پایین گزارش شد (شکل۸ و جدول ۳). بیشترین تراکم گاستروپودها در ایستگاه‌هایی با بستر گلی–رسی، پوشش گیاهی انبوه و شرایط رطوبتی بالا مشاهده شد در حالی‌که ایستگاه‌های نزدیک به سد با بسترهای ماسه‌ای دانه‌درشت و زهکشی سریع، تنوع و فراوانی پایین تری داشتند. در میان گونه‌های بالا بیشترین و کمترین فراوانی به‌ترتیب متعلق به گونه‌های *Cernuella virgata* و *Galba truncatula* هست. در طول رودخانهٔ شهاب بیشترین تراکم جمعیتی آن‌ها در لایه‌لای علف‌ها و بوته‌های گیاهی (نوع تغذیه علف‌خواری) و همچنین بر روی و یا درون بسترهای دانه ریز سیلتی (تا رسی–نوع تغذیه خرده‌خواری) در فواصل دورتر از سد نعمت آباد مشاهده شده است (شکل ۷). لازم به ذکر هست که از میان نرمتنان، تمامی نمونه‌های مشاهده شده متعلق به ردهٔ گاستروپودها بوده و دوکفه–ای به مقدار ناچیزی فقط در یکی از ایستگاه‌ها مشاهده شده است. در مجاورت سد نعمت آباد گاستروپودها بیشتر بر روی بسترهای ماسه‌ای مشاهده شده و از نظر اندازه در مقایسه با نمونه‌هایی که در ایستگاه‌های بالادست رودخانه (در فواصل نزدیکتر به مجتمع ذوب آهن) جمع آوری شدند بزرگتر بوده، ولی از فراوانی و تنوع آن‌ها به شدت کاسته شده است. در ضمن بر روی بسترهای نرم رسی اطراف سد نعمت آباد هیچ نمونه‌ای از گاستروپودها مشاهده نشده است.

اغلب مواد سمی حاصله از فعالیت‌های صنعتی، فاضلاب‌های کشاورزی، شهری و روستایی به درون منابع آب شیرین تخلیه می‌شوند و تغییرات اساسی در زیست بوم بی مهرگان کف زی ساکن رودخانه‌ها ایجاد می‌کنند. گاستروپودهای ساکن آب‌های شیرین به‌دلیل حساسیت بالا نسبت به ورود آلاینده‌ها و عوامل استرس زای محیطی، با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی(از جمله ارتفاع دهانه، قطر دهانه، تعداد دورهای پیچش و...) یا رفتاری واکنش سریعی را نسبت به عوامل فوق الذکر نشان داده و از این طریق وضعیت کیفی آب‌های جاری را بهتر نمایش می‌دهند. بنابراین استفاده از گاستروپودها به عنوان نشانگرهای زیستی برای ارزیابی کیفیت آب، به دلیل حساسیت بالا، پراکنش وسیع و قابلیت نمونه‌برداری آسان، در مطالعه‌های اکولوژیکی کاربرد گسترده‌ای یافته است (Salánki et al., 2003; Strong et al., 2008; Ansaldo et al., 2009; Achiorno et al., 2010). در این مطالعه هم به نظر می‌رسد که تغییرات مشاهده شده در ترکیب جامعهٔ گاستروپودهای ساکن در حوضهٔ آبریز رودخانه شهاب احتمالا متاثر از فعالیت‌های صنعتی بالادست رودخانه باشد.



Fig. 7- Gastropods living in Shahab River to Nematabad Dam.
شکل ۷- گاستروپودهای ساکن در مسیر رودخانهٔ شهاب تا سد نعمت آباد.

جدول۳- تعداد گاستروپودهای عهدحاضر برداشت شده از منطقه مورد مطالعه.

Table 3- The number of gastropods collected from study area.

Sample number	Peregriana peregra	Galba truncatula	Oxyloma dunkeri	Cernuella virgata	Pseudonapaeus orculoides
Ag-01-f1	202				
Ag-02-f2	238	2		8	
Ag-03-f3			2	4	
Ag-05-f4			2	125	
Ag-06-f5a			1	96	1
Ag-06-f5b	8			65	16
Ag-07-f6	195	12	2	45	2
Ag-08-f7		1	3	50	
Ag-09-f8		5	11	420	230
Db-10-f9			4	130	6
Db-12-f10		2		23	
Db-13-f11		6	12	100	
Db-16-f12				108	
Db-18-f13			28	180	
NA-19-f14a				229	
Na-19-f14b				56	6
NA-21-f15				120	
NA-24-f16				87	
ND-25-f17	82	6			
SK-30-f18			1	64	
SK-31-f19			6	230	



Fig. 8- Pictures of gastropods sampled in the study area. All scales are half millimeters. a-b: *Peregriana peregra* (O. F. Müller, 1774); c-d: *Galba truncatula* (O. F. Müller, 1774); e-f: *Oxyloma dunkeri* (Pfeiffer, 1865); g-h: *Cernuella virgata* (Da Costa, 1778); i: *Pseudonapaeus orculoides* (Bank & Neubert, 2016).

شکل ۸- تصاویری از گاستروپودهای نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه. تمامی مقیاس ها نیم میلی متر هستند. الف-ب: پرگریانا پرگرا (O. F. Müller, 1774) ؛ پ-ت: گلبا ترونکاتولا (O. F. Müller, 1774) ؛ ث-ج: اکسی لوما دانکری (Pfeiffer, 1865) ؛ چ-ح: کرنولا ویرگاتا (Da Costa, 1778) ؛ خ-د: پسودوناپئوس ارکولوئیدس (Bank & Neubert, 2016).

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی کیفی آب‌های سطحی حوضه آبریز رودخانه شهاب، با تکیه بر آنالیزهای ژئوشیمیایی و شاخص‌های زیستی (گاستروپودها)، در منطقه پایین‌دست مجتمع ذوب‌آهن اسدآباد انجام گرفت. نتایج تحلیل ژئوشیمیایی نشان داد که آب‌های سطحی منطقه از نظر ترکیب شیمیایی دارای غلظت بالای کلسیم و سطوح متوسطی از سدیم، پتاسیم و منیزیم هستند و منشا آن‌ها احتمالا به لیتولوژی منطقه و تا حدودی به فعالیت‌های انسانی مرتبط است. نمودارهای خوشه‌ای و Scree نشان‌دهنده الگوهای مشخصی از فراوانی عناصر در آب و منشاء لیتولوژیکی آن‌ها (به‌ویژه ترکیبات کربناته) بودند. با این حال، هرچند غلظت فلزات سنگین مانند مس، روی و آهن در سطح پایینی قرار داشت، نمی‌توان از اثرات بلندمدت و تجمیعی آن‌ها چشم‌پوشی کرد. در بخش پایش زیستی، جمع‌آوری بیش از ۳۰۰۰ نمونه گاستروپود از ۱۹ ایستگاه نمونه‌برداری، شواهد معناداری از اثرات احتمالی آلودگی بر ساختار جوامع زیستی ارائه داد. ایستگاه‌های بالادست که دارای بسترهای نرم، پوشش گیاهی مناسب و شرایط زیستگاهی مطلوب‌تری بودند، میزبان تنوع بیشتری از گاستروپودها بودند. گونه‌هایی چون Cernuella virgata و Peregriana peregra بیشترین فراوانی را داشتند، در مقابل در نواحی نزدیک به سد یا پایین‌دست که فعالیت‌های انسانی مانند صنایع سنگین و تغییرات مورفولوژیک رودخانه مشاهده می‌شود تنوع و تراکم گونه‌ها به‌طور محسوسی کاهش یافته است (جدول ۳). از میان ایستگاه‌های نمونه برداری شده چهار ایستگاه (Ag-09-f8, Ag-07-f6, NA-19-f14a, Db-18-f13) دارای بیشترین تعداد گاستروپود هستند که احتمالا به دلایل شرایط رطوبت بالا، خاک غنی از مواد آلی و زهکشی مناسب و بسترهای گلی–سیلتی با مواد مغذی کافی از شرایط مطلوبی برای زیست گاستروپودها برخوردار بودند (جدول ۳). پنج ایستگاه (Ag-01-f1, Ag-02-f2, SK-31-f19, Db-16-f12, Db-13-f11) از جمعیت متوسطی برخوردار بودند که این ایستگاه‌ها دارای بستر نیمه‌مرطوب با پوشش گیاهی کمتر بودند (جدول ۳). زهکشی سریع‌تر و میزان مواد آلی کمتر می‌تواند دلیل احتمالی کاهش تعداد باشد. ایستگاه‌های (Ag-03-f3,Db-12-f10, Na-19-f14b, SK-30-f18) که کمترین تعداد گاستروپود در آن‌ها مشاهده و برداشت شد دارای بستر ماسه‌ای دانه درشت وگراولی بودند و مواد آلی کمتری داشته‌اند. زهکشی بالا و رطوبت کم می‌تواند مانع از رشد جمعیت‌های گاستروپودها شده باشد (جدول ۳). ایستگاه Ag-09-f8بهترین زیستگاه برای گاستروپودها بوده زیرا هم از نظر فراوانی هم تنوع داری بیشترین مقدار می‌باشد و دارای بستر گلی–رسی مرطوب و غنی از مواد آلی است و پوشش گیاهی به وضوح بیشتر از سایر مناطق بوده است. این یافته‌ها بر اهمیت استفاده از پایش زیستی در کنار تحلیل‌های شیمیایی برای ارزیابی جامع کیفیت منابع آبی تأکید دارند. استفاده از گاستروپودها به عنوان نشانگرهای حساس و دقیق می‌تواند در شناسایی نقاط آلوده، تدوین راهکارهای مدیریتی و برنامه‌ریزی برای حفاظت از اکوسیستم‌های رودخانه‌ای مؤثر باشد. پیشنهاد می‌شود مطالعه‌های آینده با تمرکز بر تحلیل‌های آماری دقیق‌تری با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از ترکیب جمعیتی تنها رده حاضر از شاخهٔ نرمتنان در منطقهٔ مورد مطالعه انجام شود. نتایج نشان می‌دهد که از نواحی بالادست رودخانه شهاب تا سد نعمت آباد، از نظر تنوع و فراوانی، تفاوت‌های آشکاری وجود دارد از این‌رو مطالعات و آنالیزهای بیشتری برای دست‌یابی به اطلاعات دقیق‌تر مورد نیاز است.

References

1- Achiorno, C.L., de Villalobos, C. & Ferrari, L., 2010. Validation test with embryonic and larval stages of *Chordodes nobilii* (Gordiida, Nematomorpha): Sensitivity to three reference toxicants. *Chemosphere*, *81*(2), pp.133–140. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.06.076.

2- Afwanudin, A., Sarong, M.A., Efendi, R., Deli, A. & Irham, M., 2019. The community structure of gastropods as bioindicators of water quality in Krueng Aceh, Banda Aceh. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *348*(1), p.012122. https://doi.org/10.1088/1755-1315/348/1/012122.

3- Ansaldo, M., Nahabedian, D.E., Di Fonzo, C. & Wider, E.A., 2009. Effect of cadmium, lead and arsenic on the oviposition, hatching and embryonic survival of Biomphalaria glabrata. *Science of the Total Environment*, *407*(6), pp.1923-1928. https://doi:10.1016/j.scitotenv.2008.12.001.

4- Ashwani, A. & Anisz, M., 2008. Strategies for mainstream usage of formal verification. In: *Proceedings of the 45th Annual Design Automation Conference (DAC)*, pp. 993–998. https://doi: 10.1145/1391469.1391674.

5- Bandab Consulting Engineers, 2003. Nematabad Dam Evaluation Report. (In Persian).

6- Bank, R.A. & Neubert, E., 2016. Notes on Enidae, 7. Revision of the Enidae of Iran, with special reference to the collection of Jacques de Morgan (Gastropoda: Pulmonata). *Vita Malacologica*, *14*, pp.1–84. https://doi.org/10.5281/zenodo.375861.

7- Desmarais, K. & Rojstaczer, S., 2002. Inferring source waters from measurements of carbonate spring response to storms. *Journal of Hydrology*, *260*(1–4), pp.118–134. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00607-2.

8- Eshraghi, S., 2003. Geological Map of Tuyserkan at a 1:10,000 Scale. *Geological Survey and Exploration Organization of Iran*. (In Persian).

9- Ghane Sasansaraii, A., 2004. Identification of macroinvertebrates community structure in Chafrood River in Guilan Province regarding some of water quality parameters (near Urman-Mellal Village), Unpublished MSc thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 98 pp. (in Persian).

10- Glöer, P. & Pešić, V., 2012. The freshwater snails (Gastropoda) of Iran, with descriptions of two new genera and eight new species. *ZooKeys, 219*, pp.11–61. https://doi.org/10.3897/zookeys.219.3406.

11- Haszprunar, G. & Wanninger, A., 2012. Molluscs. *Current Biology*, *22*(13), pp.R510–R514. doi.org/10.1016/j.cub.2012.05.039.

12- Jha, A.N., 1998. Use of aquatic invertebrates in genotoxicological studies. *Mutation Research*, *399*(1), pp.1–2. https://doi.org/10.1016/S0027-5107(97)00261-3.

13- Kordiān Hamadani, A.H., 2016. Study of Quality Parameters of Groundwater Resources and Their Trends of Change in Asadabad Plain, Hamadan Province. *Master's Thesis*, Bu-Ali Sina University of Hamadan, pp.114. (In Persian).

14- Mahmoudifard, A., 2014. Ecological impacts of environmental factors on Benthos population structure of the Shahrud River. Unpublished MSc Thesis, University of Guilan, 132 pp. (In Persian).

15- Ponder, W.F., 1988. The truncatelloidean (=Rissoacean) radiation—a preliminary phylogeny. In: Ponder, W.F. (ed.), *Prosobranch Phylogeny*. *Malacological Review*, Supplement 4, pp.129–166.

16- Pormerad, M. & Qadari, R., 2014. Familiarity with Types of Water Resource Pollutants and Their Effects. *First National Conference on Environment, Isfahan University. Statistical Yearbook of Hamadan Province*, 2021. Statistical Center of Iran. (In Persian).

17- Salánki, J., 2000. Invertebrates in neurotoxicology. *Acta Biologica Hungarica*, *51*(2–4), pp.287–307. doi.org/10.1007/BF03543227.

18- Salánki, J., Farkas, A., Kamardina, T. & Rózsa, K.S., 2003. Molluscs in biological monitoring of water quality. *Toxicology Letters*, 140–141, pp.403–410. https://doi.org/10.1016/S0378-4274(03)00036-5.

19- Seddon, M., 1998. Red listing for molluscs: a tool for conservation? *Journal of Conchology Special Publication*, 2, pp.27–44. https://doi.org/10.1023/A:1014529019000.

20- Seddon, M.B., Kebapçı, U. & Van Damme, D., 2015. *Galba truncatula*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T155730A85693575. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T155730A85693575.en [Accessed 25 October 2025].

21- Strong, E.E., Gargominy, O., Ponder, W.F. & Bouchet, P., 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, *595*, pp.149–166. https://doi.org/10.1007/s10750-007-9220-5.

22- Tallarico, L.D.F., 2015. Freshwater gastropods as a tool for ecotoxicology assessments in Latin America. *American Malacological Bulletin*, *33*(2), pp.1–7. https://doi.org/10.4003/006.033.0220.

Qualitative Assessment of surface waters in the Nematabad Dam drainage basin based on biological indicators (northwest of Asadabad, Hamadan Province)

S .Mohammadi[1]*, Y. Ezam-Panah[2] and E.Tale-Fazel[3]

1-Corresponding author, M.Sc. student, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. (samaneh.mohhamadii@gmail.com)*
2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University,Hamedan,Iran.
3- Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

ARTICLE INFO

Artlcle history:
Received:
Revised:
Accepted:
Available online:

Keywords:
Biomonitoring, Recent Gastropods, Water quality, Nematabad Dam, Shahab River, Sustainable Development.

TO CITE THIS ARTICLE:

Abstract

In recent years, assessing surface water quality using biological indices has attracted attention as an effective and cost-efficient method for environmental monitoring (Ashwani and Anisz, 2008). In this study, the water quality of the Shahab River and areas leading to the Nematabad Dam, located in the northwest of Asadabad (Hamadan Province, Iran), was evaluated using geochemical analyses and biological indices. Biological sampling was conducted at 19 stations along the river, and water samples were collected from 11 stations. Chemical analysis focused on major elements, including calcium, magnesium, sodium, and potassium, as well as heavy metals such as zinc, iron, and copper. According to the Scree plot, the most abundant elements in the region's water were sodium, potassium, magnesium, and manganese, most likely originating from the geological characteristics of the area. In the biological assessment, over 3,000 gastropod specimens from five species were identified. The results suggest that gastropods exhibited higher abundance and diversity upstream of the river and farther from the Nematabad Dam. However, establishing a statistically significant relationship between water resources and gastropod populations requires further time, studies, and analyses. Overall, the findings indicate that freshwater gastropods can serve as sensitive bioindicators for evaluating the quality of aquatic resources (Strong et al., 2008).

Introduction and Objectives:

Freshwater resources are among the most vulnerable natural systems affected by environmental changes and anthropogenic pressures. Increasing agricultural activities, industrial discharges, and uncontrolled exploitation of water bodies have led to a progressive decline in surface water quality across many regions, including western Iran. Traditional water quality assessment techniques that rely solely on physicochemical parameters may not fully reflect long-term ecological impacts. Therefore, the combination of biological indicators with geochemical analyses provides a more comprehensive and accurate evaluation of aquatic ecosystem health. Gastropods, as dominant benthic macroinvertebrates in freshwater habitats, exhibit wide distribution, high sensitivity to pollutants, and rapid ecological responses, making them reliable bioindicators for water quality monitoring. Changes in their abundance and diversity can be used to detect ecological stress, habitat degradation, and the presence of toxic elements even at sub-lethal concentrations. The Shahab River, located northwest of Asadabad (Hamadan Province), plays a critical role in supplying freshwater for domestic and agricultural consumption. However, the watershed is increasingly exposed to pollution sources, particularly runoff from agricultural lands and industrial activities, including the downstream impact of the Asadabad steel complex. In addition, the

geological setting of the Sanandaj–Sirjan Zone contributes to natural enrichment of major dissolved ions, which may influence community structure in freshwater organisms. The present study aims to evaluate the ecological quality of surface waters in the Shahab River and inflow areas of the Nematabad Dam using a combined approach: (1) geochemical characterization of major ions and trace elements, and (2) bioassessment based on gastropod communities. The results provide essential baseline information for sustainable water resource management of the region.

Materials and Methods

Water and biological sampling were conducted along the Shahab River at downstream and upstream stations representing variable environmental and habitat conditions. A total of 11 water samples were collected using one-liter polyethylene bottles previously rinsed with river water. GPS coordinates and elevation were recorded for each station. In the laboratory, samples were filtered to remove suspended particles and prepared for chemical analysis. Concentrations of Ca, Mg, Na, K, Mn, Fe, Cu, and Zn were measured using standard analytical procedures. Statistical techniques including cluster analysis and Scree plotting were applied to distinguish elemental associations and their potential geogenic or anthropogenic origins. For bioassessment, 19 stations were selected to represent varying substrate types, flow regimes, and vegetation cover. Gastropods were collected from riverbed substrates and among aquatic vegetation along both margins of the river. More than 3000 individuals were examined and identified to species level based on morphological features. Abundance, distribution, and habitat characteristics were recorded to assess ecological patterns across the watershed.

Geochemical Findings

Calcium exhibited the highest concentration among major ions in all samples, followed by moderate levels of sodium and magnesium. Concentrations of potassium and manganese were lower, while copper and iron were often below detection limits. Elemental grouping indicated two major clusters:

(1) Na–Mg representing carbonate-derived geogenic input

(2) Mn–Ca associated with lithological variations within the watershed

The Scree plot confirmed significant contributions of Na, K, Mg, and Mn, implying that geological weathering remains the dominant source of dissolved ions. Although concentrations of trace metals were generally low, the possibility of gradual contamination from industrial discharges cannot be excluded due to cumulative environmental effects over time.

Biological findings

Throughout all the sampled stations five recent freshwater gastropod species were identified *Cernuella virgata*, *Peregriana peregra*, *Galba truncatula*, *Oxyloma dunkeri*, and *Pseudonapaeus orculoides*. Sites with fine silty to clayey substrates, dense aquatic vegetation, and high moisture represent the highest abundance and diversity, particularly in upper part of the river. In contrast, stations nearer to Nematabad Dam exhibited low gastropod presence, likely due to coarse sediment texture, increased flow alteration, and reduced organic content. Spatial variation in community structure indicated that gastropods are effective biological indicators capable of detecting subtle ecological stressors not fully reflected in water chemistry alone. The combination of moderate geochemical conditions and reduced biological diversity in some downstream sections highlights early stages of ecological pressure that require ongoing monitoring.

Discussion and Conclusion

The findings of this study demonstrate that using multidisciplinary approaches including geochemical and biological monitoring methods can provide a comprehensive understanding of water quality and ecosystem health. Although heavy metal concentrations in the water were low, noticeable changes in gastropod composition and distribution—particularly the minimal diversity and abundance downstream and near the Nematabad dam—may reflect the effects of human activities and environmental alterations. As sensitive bioindicators, gastropods show great potential for water quality assessment and identifying stressed areas. This study underscores the importance

of continuous monitoring and the integration of biological and chemical data for sustainable water resource management. Future studies are recommended to employ advanced statistical methods and temporal sampling to better understand causal relationships and long-term effects.

References

1- Ashwani, A. & Anisz, M., 2008. Strategies for mainstream usage of formal verification. In: *Proceedings of the 45th Annual Design Automation Conference (DAC)*, pp. 993–998. https://doi: 10.1145/1391469.1391674.

2- Strong, E.E., Gargominy, O., Ponder, W.F. & Bouchet, P., 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, *595*, pp.149–166. https://doi.org/10.1007/s10750-007-9220-5.

پذیرش نهایی - قبل از چاپ