اثرات نامطلوب برداشت شن و ماسه بر سیستم رودخانه‌ای، مطالعه موردی: رودخانه شیرود تنکابن (استان مازندران)

محمد مهدی حسین زاده*[۱]، نیکو شیرود عیسی[۲]، رضا اسماعیلی[۳]

۱-دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
۲-کارشناسی‌ارشد، زمین‌شناسی زیست محیطی، دانشگاه آزاد واحد لاهیجان
۳-دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۷/۲۴
تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۱/۲۸

چکیده

رودخانه‌ها امروزه منافع بسیاری برای جوامع بشری دارند. یکی از این منافع برداشت شن و ماسه از بستر و کناره رودخانه‌ها است که آثار نامطلوبی بر مورفولوژی و اکوسیستم رودخانه به دنبال داشته است. رودخانه شیرود در شهرستان تنکابن جریان دارد که از کوه‌های البرز سرچشمه و به دریای خزر می‌ریزد. در حال حاضر در بخش جلگه‌ای رودخانه شیرود سه معدن شن و ماسه فعال است. معدن اول در روستای کشکو، معدن دوم در مجاورت روستای سلیمان‌آباد و معدن سوم نیز در روستای کچانک قرار دارد. در این پژوهش وضعیت ریخت‌شناسی و اثرات برداشت شن و ماسه بر کیفیت آب رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، ۸ سایت نمونه‌گیری آب در طول رودخانه انتخاب و در دو زمان کم‌آبی و پرآبی نمونه‌ها برداشت و پارامترهای کیفیت آب شامل دما، pH، TSS، TDS، هدایت الکتریکی (EC)، کدورت و سختی اندازه‌گیری شد. جهت بررسی تفاوت مقادیر هر یک از متغیرها از روش‌های آماری شامل آزمون t تک نمونه‌ای، ویلکاکسون و فریدمن استفاده شد. بررسی تفاوت مقادیر متغیرها با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای نشان می‌دهد که مقادیر هریک از این متغیرها در سایت‌های مختلف از بالادست به سمت پایین‌دست تفاوت معناداری را نشان می‌دهد. هم‌چنین تغییرات در نمونه‌های صبح و عصر با استفاده از آزمون ویلکاکسون نیز نشان می‌دهد که به‌جز یک نمونه از NTU و سختی آب، مقدار سایر متغیرها دارای تفاوت معنی‌دار هستند. بررسی هر یک از نمونه‌ها در چهار زمان مورد برداشت با استفاده از آزمون فریدمن نشان‌دهنده تفاوت مشخص بین همه متغیرها در نمونه‌های مختلف است. با وجود معناداری تغییرات در هریک از نمونه‌ها، مقدار هیچ‌یک از متغیرها بیش از مقدار استاندارد نبوده و رودخانه در شرایط نرمال قرار دارد. مهم‌ترین پیامد ژئومورفولوژیک این برداشت‌ها، پایین رفتن و افت بستر رودخانه، فرسایش کرانه‌ای و ناپایداری کانال شیرود را طی سیلاب‌های زمستانه فراهم کرده است.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم رودخانه، برداشت شن و ماسه، تنکابن، رودخانه شیرود، زیست محیطی.

*- نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۹۳۷۳۲۰
Email: m_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در طول قرن اخیر دینامیک سیستم‌های رودخانه‌ای به واسطه فعالیت‌های انسانی نظیر تغییرات کاربری اراضی، شهرنشینی، بهسازی و انحراف کانال، سدسازی و برداشت شن و ماسه تغییر کرده است و این تغییرات منجر به تغییر جریان و رسوب و به دنبال آن مورفولوژی کانال و کیفیت آب رودخانه‌ها شده است. رودخانه‌ها در ایران نیز به شدت تحت-تأثیر فعالیت‌های انسانی است به گونه‌ای که تغییرات متعددی را متحمل شده‌اند. با نمونه‌برداری از بسیاری از رودخانه‌ها در کشورهای مختلف جهان تخمین زده می‌شود که رودخانه‌ها در هر سال حدود یک میلیارد تن رسوب به صورت مکانیکی به علاوه ۴۰۰ میلیون تن مواد به صورت محلول از سطح خشکی‌های زمین به دریاها حمل می‌کنند که در آنجا با ته‌نشینی در بستر دریاها سر انجام به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند (صداقت، ۱۳۸۱). رودخانه‌ها دارایی‌های بسیار مهمی هستند که طیف گسترده‌ای از منافع شامل ارزش‌های زیستگاه زیست محیطی، ماهیگیری، کشاورزی و تفریح را تولید می‌کنند. رودخانه‌ها امکانات رفاهی را با اهمیت شهری، صنعتی و اجتماعی فراهم می-کنند. به همین دلیل، رودخانه‌ها در سرتاسر جهان تحت فشار زیادی به علت فعالیت‌های مختلف انسانی هستند که از جمله مهم‌ترین آنها استخراج از معادن شن و ماسه است، زیرا این فعالیت باعث تهدید اکوسیستم‌های رودخانه می‌شود (بایرام و همکاران، ۲۰۱۵؛ NSW، ۱۹۹۲).

با توجه به رشد سریع فعالیت‌های صنعتی، شهرنشینی و تحولات مربوطه، تقاضا برای شن و ماسه طی چند دهه گذشته در سراسر جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه جدید افزایش یافته است (سربها و همکاران، ۲۰۱۱؛ میدر و همکاران، ۱۹۹۸). افزایش برداشت شن و ماسه در مسیر رودخانه‌ها به منظور فعالیت‌های اقتصادی باعث تغییر در رفتار پویای رودخانه‌ها، الگو و میزان انتقال رسوب توسط جریان می‌شود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). حمل و نقل رسوبات ماسه‌ای و شن به ویژه در تعیین فرم کانال مهم است و کاهش میزان عرضه این رسوب‌ها ممکن است موجب تغییرات کانال شود. تأمین شن و ماسه ممکن است در نتیجه بسیاری از عوامل، از جمله تغییر در استفاده از زمین، پوشش گیاهی، آب و هوا و فعالیت‌های زمین‌شناسی باشد (کندلف، ۱۹۹۷). شواهد مربوط به مسائل زیست محیطی مرتبط با استخراج شن و ماسه از رودخانه‌ها وجود دارد. بنابراین انتظارات جامعه از سیستم‌های رودخانه نیز وجود دارد. تصمیمات مدیریت آینده باید بر پایه اصل تحقق توسعه پایدار نه تنها از منابع شن و ماسه بلکه هم‌چنین سایر منابع و منابع رودخانه باشد (بایرام و همکاران، ۲۰۱۵؛ NSW، ۱۹۹۲). کارخانه‌های شن و ماسه و آسفالت اثر نامناسبی بر روی ارگانیسم‌های آبزی دارند. یکی از این اثرات، برداشت مستقیم رسوبات بستر توسط کارخانه‌ها است که تقریبا تمامی حشرات آبزی را از بین می-برد. بعد از برداشت نیز مدت زیادی لازم است تا دوباره زیستگاه‌ها، دارای مواد غذایی شوند. یکی دیگر از اثرات این کارخانه‌ها ریختن پساب‌های گل-آلود به آب رودخانه است. این پساب‌ها سبب تیره‌تر شدن آب تا چند کیلومتر می‌شود (علی‌دوست و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش بی‌رویه برداشت شن و ماسه در سال‌های اخیر سبب بروز مشکلات در محیط زیست شده است. تغییر رنگ، کاهش اسیدیته، افزایش هدایت الکتریکی، افزایش غلظت یون‌های سولفات و آهن و فلزات سنگین سمی و کاهش اکسیژن محلول آب از جمله مشکلاتی است که به علت افزایش دخالت‌های بشر در رودخانه ایجاد شده است (نوین سویر، ۲۰۱۲). برداشت شن

Archive of SID

www.SID.ir

و ماسه به طور مستقیم از درون جریان آب باعث تغییر هندسه کانال و ارتفاع بستر می‌گردد و ممکن است منجر به انحراف جریان، انباشت رسوب و حفر چاله‌های عمیق گردد (سندکی، ۱۹۸۹؛ بایرام و همکاران، ۲۰۱۵). تخریب پل‌ها و سایر سازه‌های آبی و نیز کاهش قدرت تخم‌ریزی آبزیان از دیگر مواردی است که ناشی از افزایش رسوبات در اثر برداشت بی‌رویه‌ی شن و ماسه می‌باشد (کندلف، ۱۹۹۴؛ بایرام و همکاران، ۲۰۱۵). رودخانه شیرود در تمام فصول سال دارای آب فراوان است و یکی از رودخانه‌های غنی از تنوع گونه‌ای به شمار می‌رود. این رودخانه از نظر تنوع انواع ماهیان یکی از با ارزش‌ترین رودخانه‌های غرب استان مازندران محسوب گشته و در حال حاضر از مهم‌ترین جایگاه-های مهاجرت ماهی سفید در ایام تخم‌ریزی است. اما متأسفانه با ورود کارخانه‌ها و محل‌های برداشت شن و ماسه به مرور باعث تغییرات در اکوسیستم این رودخانه مهم شده است (علی‌دوست و همکاران، ۱۳۹۲). در حال حاضر در بخش جلگه‌ای رودخانه شیرود سه معدن شن و ماسه فعال است که شن و ماسه را از بستر و کناره‌های رودخانه برداشت می-کنند. متأسفانه، این برداشت‌ها آثار منفی از جنبه-های اکولوژی و ژئومورفیک رودخانه‌ای داشته است. در این رودخانه مهم‌ترین پیامد این برداشت‌ها، پایین رفتن و افت بستر رودخانه است. پایین افتادن تراز آبی می‌تواند باعث از بین رفتن پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه شود و زمینه فرسایش کرانه‌ای و ناپایداری کانال شیرود را طی سیلاب‌های زمستانه فراهم کرده است. این برداشت‌ها در رودخانه شیرود به حدی بوده که اختلاف ارتفاع بین بستر رودخانه و زمین‌های اطراف به بیش از ۳ متر رسیده است. یکی از مشکلات دیگر این افت بستر، محدودیت دسترسی به آب و آبیاری زمین‌های کشاورزی حاشیه رودخانه شیرود است. هم‌چنین پایین افتادن بستر، افت سطح آب زیرزمینی را در حاشیه رودخانه به دنبال داشته است. فرسایش قهقرایی ناشی از افت بستر سبب آسیب‌دیدگی و تخریب سازه‌های موجود در رودخانه نیز شده است. با افزایش عمق رودخانه و افت بستر، فرسایش در دره-ها و رودخانه‌های فرعی نیز افزایش نشان می‌دهد. مجموعه تغییرات فوق سبب عدم تعادل در اکوسیستم رودخانه‌ای شیرود شده است (علی-دوست و همکاران، ۱۳۹۲). در این پژوهش سعی شده است با توجه به اندازه‌گیری پارامترهای مختلف میزان تأثیر سوء برداشت‌های کارخانه‌های مورد بحث بر رودخانه شیرود مشخص گردد.

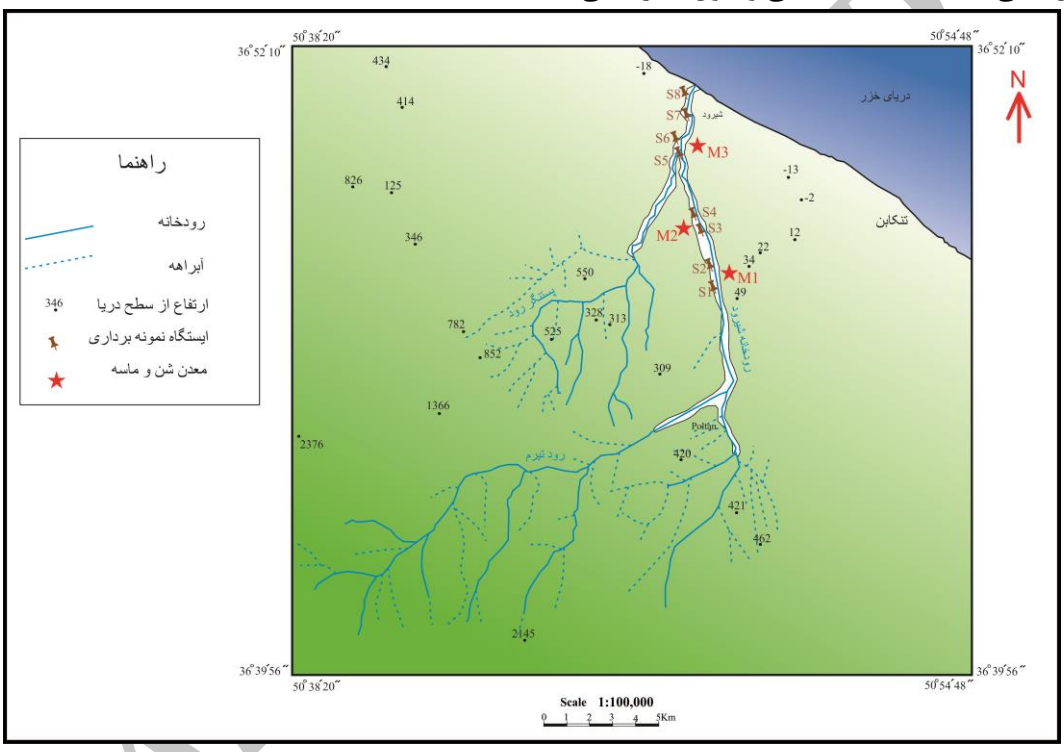
محدوده مورد مطالعه

یکی از رودخانه‌های مهم غرب مازندران، رودخانه شیرود (تیرم) در شهرستان تنکابن است که از کوه-های البرز در منطقه کال دارور و گاه‌پشته سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه از دو شاخه اصلی به نام‌های سرخرود و تیروم تشکیل شده که در پایین‌دست روستای پلطان در محل خروج از کوهستان (خط کنیک) به‌هم پیوسته و رودخانه شیرود نامیده می-شود و به دریای خزر می‌ریزد. طول این رودخانه از محل اتصال تا مصب ۱۲ کیلومتر است که در محدوده جلگه ساحلی قرار دارد. متوسط دبی سالانه آن ۳ مترمکعب بر ثانیه است. این رودخانه قبل از روستای بالاشیرود و با فاصله‌ای اندک از معدن سوم از ساحل چپ رودخانه شاخه دیگری به نام پستنگر رود را دریافت می‌کند و با طی ۳ کیلومتر به دریای خزر می‌ریزد (شکل ۱). از نظر سنگ‌شناسی، حوضه‌های رودخانه‌های مورد مطالعه از سنگ‌های رسوبی، دگرگونی و آذرین مربوط به دوران اول تا کواترنر را شامل می‌شود. بارش متوسط سالانه در بخش جلگه‌ای تا ۹۰۰ میلی‌متر و در ارتفاعات به ۳۰۰۰ میلی‌متر می‌رسد. در حال حاضر در بخش

Archive of SID

www.SID.ir

جلگه‌ای رودخانه شیرود سه معدن شن و ماسه فعال است که شن و ماسه را از بستر و کناره‌های رودخانه برداشت می‌کنند. معدن اول (M1) و سوم (M3) در ساحل شرقی و معدن دوم (M2) در ساحل غربی رودخانه قرار دارند. معدن اول (M1) در عرض جغرافیایی ″۳۶/۰۰ ′۴۷ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ″۳۶ ′۴۸ °۵۰ شرقی و در روستای کشکو قرار دارد. معدن دوم (M2) در عرض جغرافیایی ″۴۰ ′۴۸ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ″۰۶ ′۴۸ °۵۰ شرقی و در مجاورت روستای سلیمان‌آباد واقع شده است. معدن سوم نیز در عرض جغرافیایی ″۰۱ ′۵۰ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ″۴۱ ′۴۷ °۵۰ شرقی و در روستای کچانک قرار دارد. هم‌چنین بومیان منطقه به طور پراکنده اقدام به برداشت از آبرفت‌ها و شن و ماسه رودخانه می‌کنند. متاسفانه، این برداشت‌ها آثار منفی از جنبه‌های اکولوژی و ژئومورفیک رودخانه‌ای داشته است.



شکل۱: موقعیت معادن شن و ماسه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مسیر رودخانه شیرود

مواد و روش‌ها

آبدهی رودها بر حسب شرایط اقلیمی محل دارای تغییرات زمانی می‌باشد. در شرایط طبیعی هرگونه افزایش قابل ملاحظه جریان آب رود نتیجه یک دوره بارندگی یا ذوب برف است (صداقت، ۱۳۸۱). لذا با توجه به شناخت اولیه نسبت به منطقه و رودخانه شیرود، دو مرحله نمونه‌برداری از آب رودخانه انجام شد. نمونه‌برداری اول در فصل پرآبی در تاریخ ۳۰ خرداد ماه سال ۱۳۹۶ و نمونه‌برداری دوم در فصل کم‌آبی در تاریخ ۲۷ شهریور بوده است. در هر مرحله از نمونه‌برداری در دو زمان قبل از شروع فعالیت معادن (ساعت ۴ صبح) و در حین فعالیت معادن (ساعت ۲ بعد از ظهر) نمونه برداشت شد. قابل ذکر است که با توجه به موقعیت معادن نسبت به هم و نسبت به رودخانه ۸ ایستگاه (S) جهت نمونه‌برداری مشخص شده است. ایستگاه‌های

www.SID.ir

S1 و S2 به ترتیب قبل و بعد از معدن اول (M1)، ایستگاه‌های S3 و S4 به ترتیب قبل و بعد از معدن دوم (M2)، ایستگاه‌های S5 و S6 به ترتیب قبل و بعد از معدن سوم (M3) و ایستگاه‌های S7 و S8 به ترتیب با فاصله ۱ و ۲ کیلومتر از S6 هستند. بعد از S8 با فاصله ۲۸۰ متری پل ارتباطی شهر شیرود و سپس مصب رودخانه قرار دارد (شکل ۱). در هر نمونه‌برداری پارامترهای دما، pH، کل مواد جامد معلق (TSS)، کل مواد جامد محلول (TDS)، هدایت الکتریکی (EC)، کدورت و سختی اندازه-گیری شد. پارامتر دما در محل و توسط دماسنج دیجیتالی اندازه‌گیری شد و سایر پارامترها در آزمایشگاه شرکت زیست دانش آزما در پارک علمی و فناوری استان گیلان مورد آزمایش قرار گرفتند. هدایت الکتریکی معیاری از توان آب برای هدایت جریان الکتریکی می‌باشد که این ویژگی با کل غلظت مواد یونیزه شده در آب (یون‌های مثبت و منفی) و دمایی که اندازه‌گیری در آن انجام می‌شود، مرتبط می‌باشد. در این پژوهش هدایت الکتریکی آب را با دستگاه کنداکتومتر اندازه‌گیری و براساس واحد میکرواهم بر سانتی متر گزارش شد. بین کل مواد جامد محلول (TDS) در یک نمونه و قابلیت هدایت الکتریکی یک رابطه برقرار است. مقدار کل مواد جامد محلول را می‌توان از ضرب قابلیت هدایت الکتریکی در ضریب تجربی (۰/۵۵-۰/۷) تخمین زد که بستگی به ترکیبات محلول و درجه حرارت اندازه گیری شده دارد. ذرات خاک رس، شن، ذرات مواد معدنی، ذرات مواد آلی و پلانکتون‌ها و سایر ارگان-های ذره‌بینی که به صورت معلق در آب وجود دارند و مانع عبور نور از آب می‌شوند، سبب ایجاد کدورت در آب می‌گردند. کدورت را براساس شدت نور پراکنده شده به وسیله نمونه، با شدت نور پراکنده به وسیله نمونه رفرانس استاندارد (سوسپانسیون پلیمر فورمازین)، در تحت شرایط کنترل شده مقایسه می‌کنند. بدین منظور پس از آماده کردن دستگاه توربیدیمتر، با استفاده از استانداردهای آماده که به طور تجاری موجود می‌باشند و متناسب با تخمین دامنه کدورت نمونه‌ها، دامنه تغییرات موردنظر را انتخاب و استاندارد مربوطه را در محفظه کدورت سنج قرار داده و میزان آن قرائت شد. سپس نمونه‌ها را کاملاً مخلوط کرده و وقتی حباب‌های هوا از بین رفت، داخل سل کدورت‌سنج ریخته و سطح خارجی سل را خشک نموده و در داخل محفظه قرار داده و مستقیماً میزان کدروت قرائت و یادداشت شد. جهت اندازه‌گیری مقدار اسیدیته آب (pH)، از دستگاه pHمتر استفاده شده است. به این منظور قبل از استفاده، دستگاه را توسط بافرهای با pHهای ۴-۷-۹ کالیبره کرده و سپس الکترود دستگاه را با آب مقطر آبکشی و با کاغذ صافی آن را خشک نموده و در نمونه آب قرار داده و مقدار pH بعد از ثابت شدن عدد روی نمایشگر دستگاه یادداشت شد. میزان املاح کلسیم و منیزیم (مسبب سختی آب) به روش کمپلکسومتری (حجم‌سنجی) با استفاده از محلول استاندارد EDTA در محیط بافر آمونیاکال و در حضور معرف اریو کرم بلک تی اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری TSS، ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه حاوی مواد معلق را پس از تکان دادن از روی کاغذ صافی که قبلاً به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شده و توزین شده است، عبور داده شد. سپس کاغذ صافی حاوی مواد معلق را در آون قرار داده و پس از ۲ ساعت از آون خارج کرده و در دسیکاتور قرار داده و سپس توزین شد و با توجه به رابطه ۱ مقدار TSS محاسبه شد.

رابطه ۱)

$$TSS=\frac{(A-B)\times 10^6}{V}$$

A: وزن کاغذ صافی حاوی مواد معلق، B: وزن کاغذ صافی خالی، V: حجم نمونه

Archive of SID

www.SID.ir

جهت تحلیل داده‌های بدست آمده از آزمایش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه در ابتدا از آمار توصیفی استفاده گردید و هریک از متغیرها در برداشت‌های مختلف در سایت‌های هشتگانه بررسی شده و نمودار مربوط به آن ترسیم شد. در ادامه جهت بررسی تفاوت مقادیر متغیرها از آزمون t تک نمونه‌ای و تغییرات در نمونه‌های صبح و عصر از آزمون ویلکاکسون، همچنین بررسی هر یک از نمونه‌ها در چهار زمان مورد برداشت از آزمون فریدمن استفاده شد. قبل از انجام آزمون‌های فوق جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شده است. لازم به ذکر است که وضعیت ریخت‌شناسی و تغییرات ناشی از برداشت شن و ماسه بر بستر و کناره رودخانه از طریق برداشت‌های میدانی انجام گرفته است.

بحث و نتایج

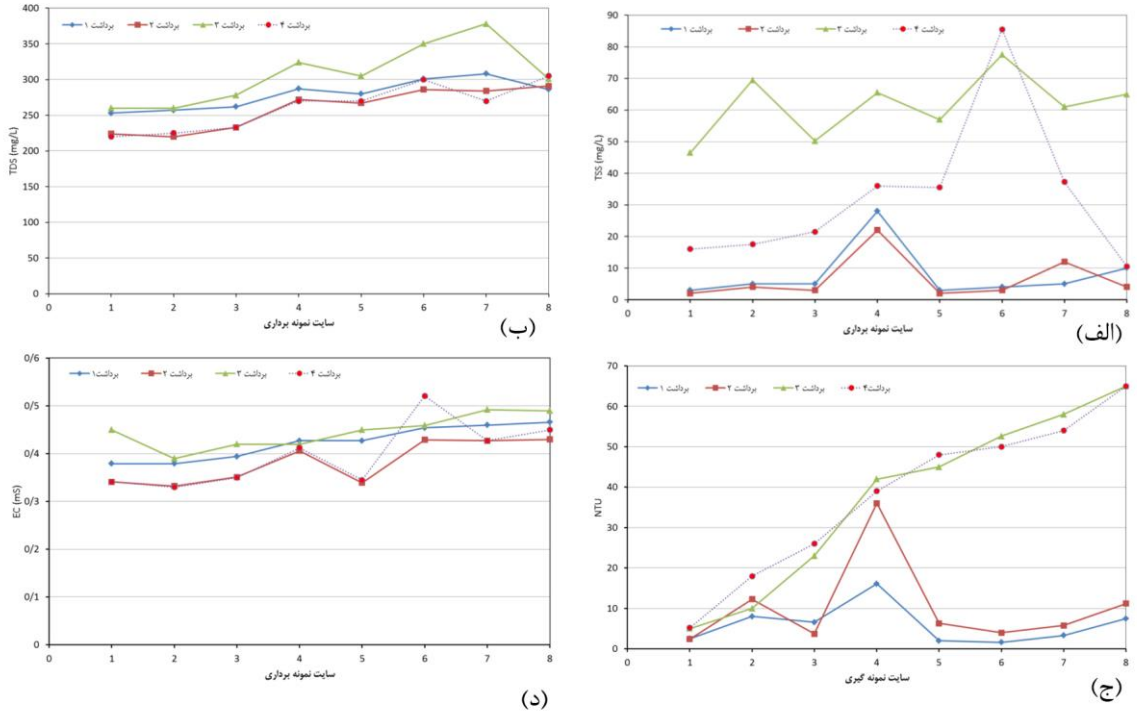
در شهرستان تنکابن در حال حاضر مهم‌ترین منبع تامین شن و ماسه، منابع و معادن رودخانه‌ای است که در رودخانه شیرود نیز در سه معدن متمرکز و تعداد نقاط دیگر به صورت محلی از بستر و کناره کانال برداشت شن و ماسه صورت می‌گیرد. مشاهدات میدانی نشان داد که مهم‌ترین پیامد ژئومورفولوژیک این برداشت‌ها، پایین رفتن و افت بستر رودخانه است. هم‌چنین تغییرات فوق زمینه فرسایش کرانه‌ای و ناپایداری کانال شیرود را طی سیلاب‌های زمستانه فراهم کرده است. این برداشت‌ها در رودخانه شیرود به حدی بوده که اختلاف ارتفاع بین بستر رودخانه و زمین‌های اطراف به بیش از ۳ متر رسیده است. یکی از مشکلات دیگر این افت بستر، محدودیت دسترسی به آب و آبیاری زمین‌های کشاورزی حاشیه رودخانه شیرود است. فرسایش قهقرایی ناشی از افت بستر آسیب‌دیدگی و تخریب سازه‌های موجود در رودخانه را نیز بدنبال داشته است. با افزایش عمق رودخانه و افت بستر، فرسایش در دره‌ها و رودخانه-های فرعی نیز افزایش نشان می‌دهد. مجموعه تغییرات فوق سبب عدم تعادل در اکوسیستم رودخانه‌ای شیرود شده است (شکل ۲ الف، ب، ج و د).

شکل ۲: الف، ب، ج و د) مهم‌ترین آثار ژئومورفولوژیک برداشت شن و ماسه در رودخانه شیرود

Archive of SID

www.SID.ir

در رودخانه شیرود سه معدن فعال شن و ماسه فعال وجود دارد، بنابراین اثرات این برداشت بر کیفیت آب رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این کار ۸ سایت نمونه‌گیری آب در طول رودخانه انتخاب و در دو زمان کم‌آبی و پرآبی نمونه‌ها برداشت و پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شد. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار نمونه‌های مختلف را نشان می‌دهد. سپس با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای و مقدار مرجع، معناداری تغییرات هریک از متغیرها در نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). بر این اساس در اغلب نمونه‌ها مقادیر متغیرهای دما، PH، EC، TDS، TSS و NTU در سطح معناداری ۰/۰۵ تفاوت مشخصی را نشان می‌دهد. یعنی مقادیر هر یک از این متغیرها در سایت‌های مختلف از بالادست به سمت پایین‌دست تفاوت معناداری را نشان می‌دهد. به عبارتی می‌توان گفت که برداشت مصالح (وجود معادن شن و ماسه) بر ویژگی‌های رود تأثیر گذاشته است (شکل ۳). برای بررسی تغییرات در نمونه‌های صبح و عصر از آزمون ویلکاکسون برای نمونه‌های جفتی استفاده شد. نتایج این آزمون آماری نشان می‌دهد که به جز یک نمونه از NTU و سختی آب، مقدار سایر متغیرها در سطح اطمینان ۰/۰۵ تفاوت معنی دار دارند (جدول ۲). جهت بررسی هر یک از نمونه‌ها در چهار زمان مورد برداشت از آزمون فریدمن استفاده شد که نشان می‌دهد در سطح معناداری ۰/۰۵ تفاوت مشخصی بین همه متغیرها در نمونه‌های مختلف وجود دارد.



شکل ۳: نمودار روند تغییر متغیرهای TSS، TDS، NTU و EC (به ترتیب الف، ب، ج و د) در نمونه‌های اندازه‌گیری شده

www.SID.ir

جدول ۱: آمارتوصیفی نمونه‌های مختلف و نتایج آزمون T تک نمونه‌ای

ردیف	متغیر	زمان برداشت	میانگین	انحراف معیار	مقدار مرجع	مقدار T	Sig
۱	TSS	صبح روز اول	۸	۸	۳	۱	۰
۲	TSS	عصر روز اول	۷	۷	۲	۱	۰
۳	TSS	صبح روز دوم	۶۳	۱۰	۴۶/۵	۵	۰/۰۰۲
۴	TSS	عصر روز دوم	۳۴	۲۴	۱۶	۲	۰/۰۹
۵	TDS	صبح روز اول	۲۸۳	۱۸	۲۵۳	۴	۰/۰۰۵
۶	TDS	عصر روز اول	۲۶۴	۲۷	۲۲۴	۳	۰/۰۰۸
۷	TDS	صبح روز دوم	۳۱۳	۴۰	۲۶۰	۳	۰/۰۱۳
۸	TDS	عصر روز دوم	۲۶۷	۳۰	۲۲۰	۴	۰/۰۰۶
۹	NTU	صبح روز اول	۶	۴	۲/۵	۲/۰۸	۰/۰۸۲
۱۰	NTU	عصر روز اول	۱۱	۱۱	۲/۴	۲/۰۷	۰/۰۸۳
۱۱	NTU	صبح روز دوم	۴۲	۱۹	۵	۵/۰۴	۰/۰۰۲
۱۲	NTU	عصر روز دوم	۴۲	۱۶	۵/۲	۶/۰۸	۰/۰۰۱
۱۳	EC	صبح روز اول	۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۳۸	۳	۰/۰۰۸
۱۴	EC	عصر روز اول	۰/۳۹	۰/۰۴۵	۰/۳۴	۲	۰/۰۳۱
۱۵	EC	صبح روز دوم	۰/۴۴	۰/۰۳۷	۰/۴۵	۰	۰
۱۶	EC	عصر روز دوم	۰/۴	۰/۰۶۷	۰/۳۴	۲	۰/۰۴۶
۱۷	pH	صبح روز اول	۷/۲۲	۰/۰۸۵	۷/۱۶	۲/۰۴	۰/۰۸۷
۱۸	pH	عصر روز اول	۷/۳۷	۰/۰۹۹	۷/۴۰	۰	۰
۱۹	pH	صبح روز دوم	۷/۳۱	۰/۰۲۴	۷/۴۰	۹	۰
۲۰	pH	عصر روز دوم	۷/۲۸	۰/۰۴۷	۷/۲۰	۴	۰/۰۰۳
۲۱	سختی آب	صبح روز اول	۳/۰۵	۰/۶۹	۲/۰۷	۳	۰/۰۱
۲۲	سختی آب	عصر روز اول	۲/۳۶	۰/۳	۲/۱۰	۲	۰/۰۶۵
۲۳	سختی آب	صبح روز دوم	۷/۵۴	۱/۱۹	۲/۶۰	۱۰	۰
۲۴	سختی آب	عصر روز دوم	۵/۵۱	۲/۲۷	۲/۶۰	۳	۰/۰۱۵
۲۵	دما	صبح روز اول	۲۳/۸	۰/۵۱	۲۲/۴۰	۷	۰
۲۶	دما	عصر روز اول	۲۶	۰/۲۷	۲۵/۱	۸	۰
۲۷	دما	صبح روز دوم	۲۰	۱/۱۰	۱۸/۴	۴	۰/۰۰۴
۲۸	دما	عصر روز دوم	۲۸	۱/۰۴	۲۴/۸	۸	۰

www.SID.ir

جدول ۲: نتایج آزمون ویلکاکسون برای نمونه‌های صبح و عصر

ردیف	زمان نمونه گیری	متغیر	Sig
۱	روز اول	دما	۰۰
۲	روز دوم	دما	۰۰
۳	روز اول	pH	۰/۰۰۶
۴	روز دوم	pH	۰۰
۵	روز اول	TSS	۰۰
۶	روز دوم	TSS	۰/۰۰۴
۷	روز اول	TDS	۰/۰۰۴
۸	روز دوم	TDS	۰/۰۰۴
۹	روز اول	EC	۰/۰۱۳
۱۰	روز دوم	EC	۰/۰۴
۱۱	روز اول	NTU	۰/۰۰
۱۲	روز دوم	NTU	۰/۰۰
۱۳	روز اول	سختی	۰/۰۵۸
۱۴	روز دوم	سختی	۰/۰۵۳

جدول۳: نتایج آزمون فریدمن برای چند نمونه به هم مرتبط

متغیر	مقدار کای اسکوئر	Sig
دما	۲۲	۰
pH	۱۳	۰/۰۰۴
TSS	۲۱	۰
TDS	۱۶	۰/۰۰۱
EC	۱۳	۰/۰۰۳
NTU	۱۸	۰
سختی	۱۷	۰/۰۰۱

نتیجه‌گیری

پژوهش‌های مختلف در نقاط مختلف ایران و جهان نشان داد که برداشت شن و ماسه آثار نامطلوب فراوان بر ریخت شناسی و کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه دارد. آنالیز فیزیکی و شیمیایی آب در رودخانه شیرود نشان داد که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تقریبا در حد نرمال بوده و فقط در چند مورد مقادیر پارامترهای مشاهده شده بالاتر از حد نرمال است. بررسی تفاوت مقادیر متغیرها با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای نشان می‌دهد که مقادیر هر یک از این متغیرها در سایت‌های مختلف از بالادست به سمت پایین‌دست تفاوت معناداری را نشان می‌دهد. به عبارتی می‌توان گفت که برداشت مصالح (وجود معادن شن و ماسه) بر ویژگی‌های رود تأثیر گذاشته است. هم‌چنین تغییرات در نمونه‌های صبح و عصر با استفاده از آزمون ویلکاکسون نیز نشان می‌دهد که به جز یک نمونه از NTU و سختی آب، مقدار سایر متغیرها دارای تفاوت معنی‌دار هستند. بررسی هر یک از نمونه‌ها در چهار زمان مورد برداشت با استفاده از آزمون فریدمن نشان‌دهنده تفاوت مشخص بین همه متغیرها در نمونه‌های مختلف است. با وجود

www.SID.ir

معناداری تغییرات در هریک از نمونه‌ها، مقدار هیچ یک از متغیرها بیش از مقدار استاندارد نبوده و رودخانه در شرایط نرمال قرار دارد. مشاهدات نشان می‌دهد که مهم‌ترین علت این وضعیت ایجاد حوضچه‌های آرامش رسوب در حاشیه معادن شن و ماسه و ورود آب دارای املاح کمتر به رودخانه است (شکل ۴ الف و ب).

شکل ۴: الف و ب) حوضچه‌های آرامش رسوب در حاشیه معادن شن و ماسه رودخانه شیرود.

منابع

-صادقی، ح. ر.، قره محمودلی، س.، خالدی درویشان، ع.، خیرفام، ح.، کیانی هرچگانی، م. و سعیدی، پ.، ۱۳۹۳. تأثیر برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای بر تغییر پذیری ماهانه غلظت رسوب معلق، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال سوم، شماره سوم، ص ۶۵-۷۷.

-صداقت، م.، ۱۳۸۷. زمین و منابع آب (آب زیرزمینی)، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۸۸ ص.

-علی‌دوست، ش. و ثابت رفتار، ک.، ۱۳۹۲. بررسی اثرات محیط زیستی برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه (مطالعه موردی در رودخانه شیرود)، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، ۵ آذر ۱۳۹۲، دانشگاه تهران.

www.SID.ir

-Bayram, A.O¨. and nsoy, H., 2015. Sand and gravel mining impact on the surface water quality: a case study from the city of Tirebolu (Giresun Province, NE Turkey), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Environ Earth Sci (2015), v. 73, p.1997-2011.
-Kondolf, G.M., 1994. Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining, Landscape and Urban Planing, v. 28, p. 225-243.
-Kondolf, G.M., 1997. Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels, Springer-Verlag New York Inc: Environmental Management, v. 21(4), p. 533-551.
-Meador, M.R. and Layher, A.O., 1998. Instream sand and gravel mining: environmental issues and regulatory process in the United States, Fisheries, v. 23, p. 6-13.
-Naveen savior, M., 2012. Enviromental impact of soil and sand Mining: a review, International Journal of Science, Environment and Technology, v. 1(3), p. 125-134.
-NSW, 1992. The NSW sand and gravel extraction policy for non tidal rivers, New South Wales Government.
-Sandecki, M., 1989. Aggregate mining in river systems, Calif Geol 42, p. 88-94.
-Sreebha, S. and Padmalal, D., 2011. Environmental impact assessment of sand mining from the small catchment rivers in the Southwestern Coast of India: a case study, Environ Manage, v. 47, p. 130-140.

Archive of SID

www.SID.ir