

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

محمد مهدی حسین زاده^{۱*}، نیکو شیروود 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 شیروود در شهرستان تنکابن جریان دارد که از کوه‌های البرز سرچشمه و به دریای خزر می‌ریزد. در حال حاضر در بخش جلگه‌ای رودخانه شیروود 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 پایین دست تفاوت معناداری را نشان می‌دهد. 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 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 شیروود را طی سیلاب‌های زمستانه فراهم کرده است.

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

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 سرانجام 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 می‌کنند. 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 ارگانسیم‌های آبی دارند. یکی از این اثرات، برداشت مستقیم رسوبات بستر توسط کارخانه‌ها است که تقریباً تمامی حشرات آبی را از بین می‌برد. 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 (نوبین سویر، ۲۰۱۲). برداشت شن

بستر، افت سطح آب زیرزمینی را در حاشیه رودخانه به دنبال داشته است. فرسایش قهقرایی ناشی از افت بستر سبب آسیب دیدگی و تخریب سازه‌های موجود در رودخانه نیز شده است. با افزایش عمق رودخانه و افت بستر، فرسایش در دره‌ها و رودخانه‌های فرعی نیز افزایش نشان می‌دهد. مجموعه تغییرات فوق سبب عدم تعادل در اکوسیستم رودخانه‌ای شیروود 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 شیروود مشخص گردد.

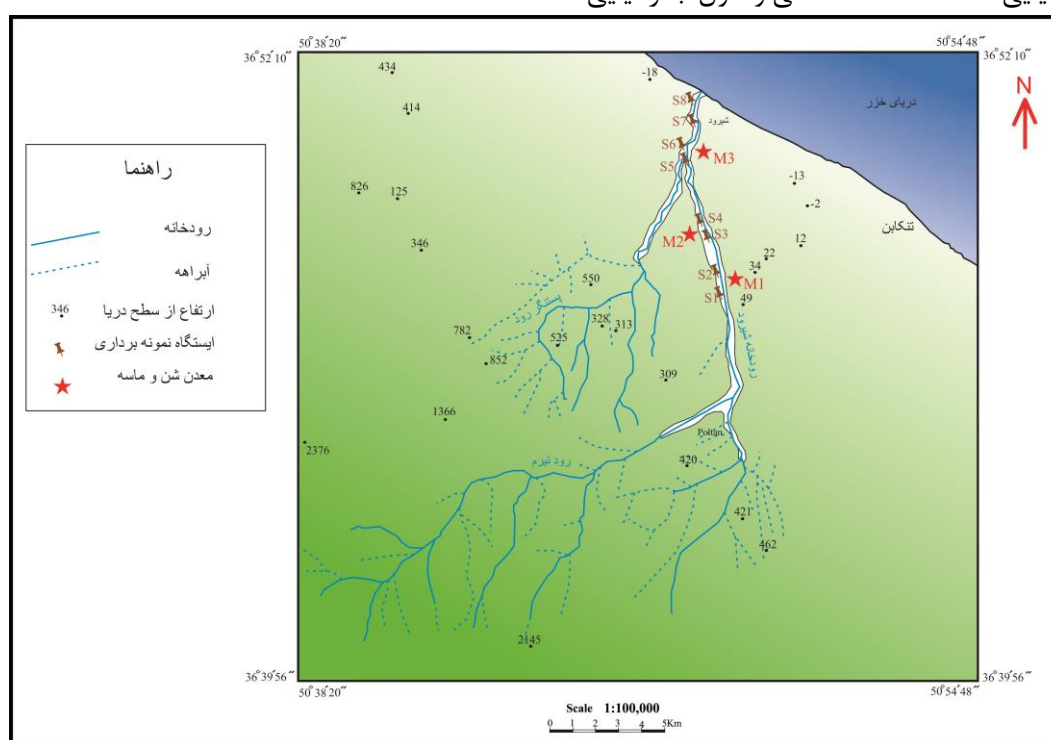
محدوده مورد مطالعه

یکی از رودخانه‌های مهم غرب مازندران، رودخانه شیروود (تیرم) در شهرستان تنکابن است که از کوه‌های البرز در منطقه کال دارور و گاه‌پشته سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه از دو شاخه اصلی به نام‌های سرخورد و تیروم تشکیل شده که در پایین دست روستای پلطان در محل خروج از کوهستان (خط کنیک) به هم پیوسته و رودخانه شیروود نامیده می‌شود 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 بالاشیروود 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 کواترن را شامل می‌شود. بارش متوسط سالانه در بخش جلگه‌ای تا ۹۰۰ میلی‌متر و در ارتفاعات به ۳۰۰۰ میلی‌متر می‌رسد. در حال حاضر در بخش

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 شیروود 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 جایگاه‌های 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 شیروود سه معدن شن و ماسه فعال است که شن و ماسه را از بستر و کناره‌های رودخانه برداشت می‌کنند. متأسفانه، این برداشت‌ها آثار منفی از جنبه‌های 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 پوشش گیاهی حاشیه رودخانه شود و زمینه فرسایش کرانه‌ای و ناپایداری کانال شیروود را طی سیلاب‌های زمستانه فراهم کرده است. این برداشت‌ها در رودخانه شیروود 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 شیروود است. هم‌چنین پایین افتادن

"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. متأسفانه، این برداشت‌ها آثار منفی از جنبه‌های اکولوژی و ژئومورفیک رودخانه-ای داشته است.

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 "۰۰' ۳۶/۰° 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



شکل ۱: موقعیت معادن شن و ماسه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مسیر رودخانه شیرود

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

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 (صدافت، 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

مقایسه می‌کنند. بدین منظور پس از آماده کردن دستگاه توریدیمتر، 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 کدورت قرائت و یادداشت شد. جهت اندازه‌گیری مقدار اسیدیته آب (pH)، از دستگاه pH متر استفاده شده است. به این منظور قبل از استفاده، دستگاه را توسط بافرهای با pH های ۴-۷-۹ کالیبره کرده و سپس الکتروود 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 آن با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شده و توزین شده است، عبور داده شد. سپس کاغذ صافی حاوی مواد معلق را در آن قرار داده و پس از ۲ ساعت از آن 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

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 شیروود 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 اندازه‌گیری شد. پارامتر دما در محل و توسط دماسنج دیجیتال 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 کندانکتومتر 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 (۰/۷-۰/۵۵) تخمین زد که بستگی به ترکیبات محلول و درجه حرارت اندازه‌گیری شده دارد. ذرات خاک رس، شن، ذرات مواد معدنی، ذرات مواد آلی و پلانکتون‌ها و سایر ارگان‌های 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

که در رودخانه شیروود 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 فوق‌زمینه فرسایش کرانه‌ای و ناپایداری کانال شیروود را طی سیلاب‌های زمستانه فراهم کرده است. این برداشت‌ها در رودخانه شیروود 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 شیروود 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 رودخانه‌های فرعی نیز افزایش نشان می‌دهد. مجموعه تغییرات فوق‌سبب عدم تعادل در اکوسیستم رودخانه‌ای شیروود شده است (شکل ۲ الف، ب، ج و د).

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

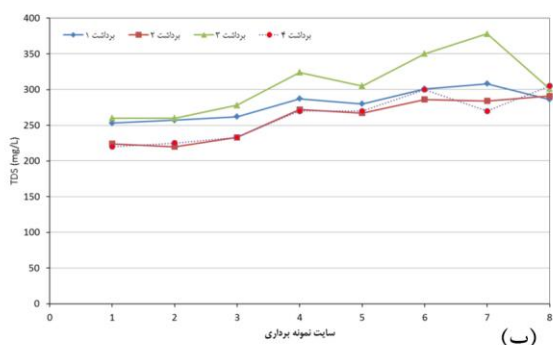
در شهرستان تنکابن در حال حاضر مهم‌ترین منبع تامین شن و ماسه، منابع و معادن رودخانه‌ای است



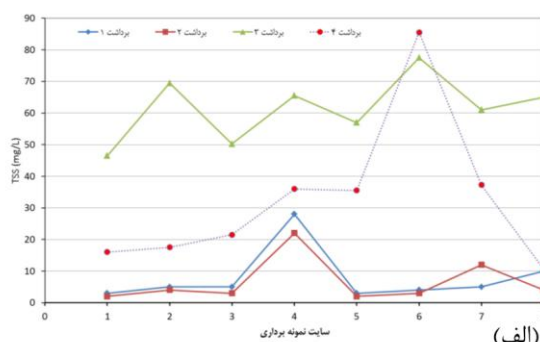
شکل ۲: الف، ب، ج و د) مهم‌ترین آثار ژئومورفولوژیک برداشت شن و ماسه در رودخانه شیروود

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.

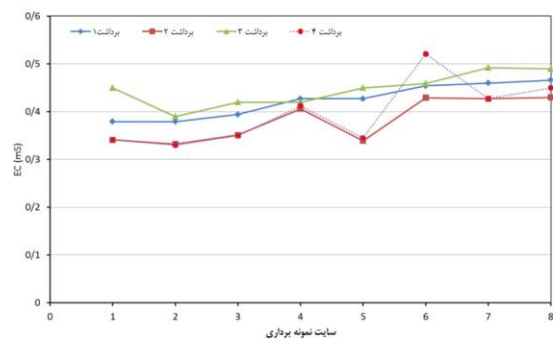
در رودخانه شیروود سه معدن فعال شن و ماسه فعال وجود دارد، بنابراین اثرات این برداشت بر کیفیت آب رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این کار ۸ سایت نمونه‌گیری آب در طول رودخانه انتخاب و در دو زمان کم‌آبی و پرآبی نمونه‌ها برداشت و پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شد. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار نمونه‌های مختلف را نشان می‌دهد. سپس با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای و مقدار مرجع، معناداری تغییرات هر یک 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 پایین دست تفاوت



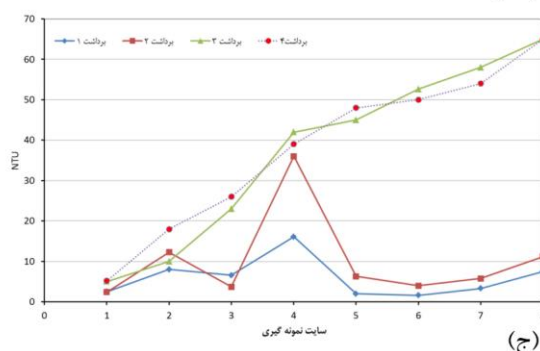
(ب)



(الف)



(د)



(ج)

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

جدول ۱: آمار توصیفی 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	۰/۰۰۹
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

جدول ۲: نتایج آزمون ویلکاکسون برای نمونه‌های صبح و عصر

ردیف	زمان نمونه‌گیری	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

جدول ۳: 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 شیروود نشان داد که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تقریباً 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 پایین دست 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

حوضچه‌های آرامش رسوب در حاشیه معادن شن و ماسه و ورود آب دارای املاح کمتر به رودخانه است (شکل ۴ الف و ب).

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



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

منابع

-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 شیروود)، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، ۵ آذر ۱۳۹۲، دانشگاه تهران.

-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.

- 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 Planning, 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.