Archive of SID

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 12, Issue 1, 2020, Pages 153-165
DOI: 10.22092/ijwmse.2019.121752.1482

نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۲، شماره ۱، ۱۳۹۹، صفحات ۱۵۳-۱۶۵

ارزیابی شاخص‌های تاثیرگذار به‌منظور انتخاب موقعیت‌های مناسب برداشت مصالح رودخانه‌ای، مطالعه موردی: رودخانه تالوار

سید سجاد مهدی‌زاده محلی*[۱]، میلاد غرقی[۲] و امین شادی میاندوآب[۳]

[۱] استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، [۲] کارشناس مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران و [۳] کارشناس‌ارشد مهندسی آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۰۳

چکیده

در رودخانه‌هایی با قابلیت رسوب‌گذاری فراوان، برداشت مصالح بدون در نظر گرفتن موقعیت مناسب آن، ممکن است به جابه‌جایی سریع رودخانه، تخریب کناره‌ها و زمین‌های زراعی، تخریب سازه‌های آبی و در نتیجه مشکلات اجتماعی و اقتصادی منجر شود. پژوهش حاضر با هدف اصلی شناخت و ارزیابی کلیه شاخص‌های تاثیرگذار در برداشت و در ادامه تعیین نقاط بهینه برداشت شکل گرفته است. در این پژوهش، شاخص‌های تاثیرگذار در بهره‌برداری از مصالح برای رودخانه تالوار استان کردستان با شاخص‌هایی مانند ژئوتکنیک، زیست‌محیطی، وضعیت فرسایش و رسوب‌گذاری بستر و سیلاب‌دشت‌ها، مشخصات هیدرولوژی منطقه، دانه‌بندی مصالح، شرایط اجتماعی و اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین‌منظور، اولویت شاخص‌های وارد شده به مدل با استفاده از پرسش‌نامه‌هایی از طریق کارشناسان مرتبط با مهندسی آب و رودخانه به‌دست آمده و سپس، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP، مقایسه دودویی شاخص‌ها و وزن‌دهی آن‌ها انجام شده است. در ادامه، با استفاده از تکنیک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و هم‌پوشانی آن‌ها تهیه و نهایتا نقشه نقاط بهینه و مناسب برای برداشت مصالح رودخانه‌ای به‌دست آمده است. نتایج بررسی ریخت‌شناسی رودخانه نشان داده که بازه‌های مستقیم نسبت به تغییرات تراز بستر از بخش مئاندر رودخانه حساس‌تر بوده، لازم است، برداشت مصالح در این نوع بازه‌ها تا حد امکان با عمق و پهنای یکسانی انجام گیرد. بر طبق یافته‌های این پژوهش، مطالعات هیدرولیک رسوب به‌منظور آگاهی از مکان‌های مستعد فرسایش یا نشست بیشترین وزن را به‌خود اختصاص داده و همچنین، اولویت اول برداشت مصالح رودخانه‌ای به مکان‌هایی تعلق گرفت که شیب کم داشته، در قوس‌ها قرار گرفته و به راه‌های دسترسی نزدیک هستند.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل برداشت، جابه‌جایی رودخانه، رود دهگلان، روش تحلیل سلسله مراتبی، مکان‌یابی بهینه

مقدمه

استفاده از شن و ماسه از دیر باز به‌همراه پیشرفت انسان در عرصه‌های مختلف کاربرد بیشتری یافته است. شن و ماسه به‌عنوان مصالح ساختمانی در جاده‌ها و بزرگراه‌ها و همچنین، به‌عنوان مصالح زیراساس و اساس در عملیات روسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نیاز به فرآوری کمتر، سهل‌الوصول بودن و نزدیکی به جاده‌های حمل و نقل و محل مصرف منابع شن و ماسه که نهایتا بالا بردن ارزش

* مسئول مکاتبات: saj.mehdizadeh@Iauctb.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

اقتصادی آن را رقم می‌زند. این مزایا، جایگاه ویژه‌ای به مصالح رودخانه‌ای داده، به‌همین دلیل موجب اعمال فشار زیادی بر این منبع طبیعی نسبت به گزینه معادن شن و ماسه کوهی شده است. از جمله این آثار منفی، برهم زدن تعادل طبیعی رودخانه، تخریب زمین‌های اطراف، آبزیان و زیستگاه‌های پرندگان و جانوران منطقه می‌باشد.

تا کنون، مطالعات متعددی به بررسی آثار برداشت بی‌رویه یا برداشت از مکان‌های نامناسب در خارج و داخل کشور صورت پذیرفته است. به‌طور مثال، نتیجه پژوهش Follman (۱۹۸۰) نشان داده که در استخراج شن و ماسه، رودخانه‌های بزرگ نسبت به رودخانه‌های کوچک با توجه به دارا بودن شن و ماسه بیشتر و دشت‌های سیلابی عریض‌تر اولویت دارند. این درحالی است که در رودخانه‌های کوچک، موقعیت محل استخراج به‌دلیل محدود بودن نهشته‌های آشکار شن و ماسه و باریک بودن نسبی دشت‌های سیلابی، بسیار حساس است. Van Rijn (۱۹۸۶) در پژوهش خود رعایت یک سری مسائل را در برداشت مصالح از رودخانه متذکر شد. بر اساس یافته‌های وی هیچ‌گونه برداشت مصالحی در فاصله ۱۵۰ متری پل‌ها مجاز نیست. این محدودیت، پتانسیل ناپایداری آبراهه که باعث به خطر افتادن یکپارچگی سازه‌ای پل می‌شود را محدود می‌سازد. وی همچنین بیان داشت که هنگامی که چندین سازه به‌عنوان اجزایی از یک پروژه احداث شده باشند، هیچ‌گونه برداشتی از ۶۰ متری سازه‌های واقع در بالادست و پایین‌دست پروژه مجاز نمی‌باشد. تحقیقات صحرایی و مدل‌های ریاضی Chang (۱۹۸۷) نشان می‌دهد که تغییرات ایجاد شده در عرض رودخانه بسیار بیشتر از تغییرات عمق آن بوده است.

پژوهش‌های مرتبط با اثرات منفی برداشت مصالح از رودخانه در دهه اخیر نیز پیگیری شده است. از جمله آن‌ها، نتیجه پژوهش Giuliano و همکاران (۲۰۰۷) نشان می‌دهد که تغییر شکل رودخانه، برهم خوردن رژیم آبی و رسوبی رودخانه و انحراف مسیر آب از جمله آثار منفی به‌شمار می‌آیند. مطالعات Erhami و Khosrowshahi (۲۰۰۷) نشان داده که در بهره‌برداری از مصالح رودخانه‌ای، الگوی مناسب تقسیم ناحیه برداشت، امکان پر کردن تدریجی گودال‌ها را فراهم می‌کند و خطرات ناشی از پدیده جذب حفره‌ای را به کمترین مقدار می‌رساند. آن‌ها همچنین بیان داشته‌اند که در رودخانه‌هایی با بستر شنی که اغلب دارای شیب هیدرولیکی زیادی می‌باشند، سرعت آستانه حرکت مواد بستر زیاد بوده و از این‌رو رسوب‌گیری و پرکردن گودال‌ها با منابع رسوب رودخانه‌ای در کوتاه‌مدت با محدودیت جدی مواجه است. بر اساس پژوهش Saviour (۲۰۱۲)، افزایش بی‌رویه برداشت شن و ماسه در سال‌های اخیر، سبب بروز مشکلات محیط زیستی شده است. تغییر رنگ، کاهش اسیدیته، افزایش هدایت الکتریکی، افزایش غلظت یون‌های سولفات و آهن و فلزات سنگین سمی و کاهش اکسیژن محلول آب برخی مشکلاتی است که به سبب افزایش دخالت‌های بشری در رودخانه ایجاد شده است.

اثرات منفی بیان شده، پژوهشگران را به سمت استفاده از ابزارهای کارآمد برای تعیین نقاط بهینه برداشت و با کمینه آثار سوء، سوق داده است. مطابق یافته‌های Hosseini و همکاران (۲۰۱۳) در رودخانه‌هایی با قابلیت رسوب‌گذاری فراوان، برداشت مصالح بدون در نظر گرفتن موقعیت آن ممکن است، به جابه‌جایی سریع رودخانه، تخریب کناره‌ها و زمین‌های زراعی، تخریب سازه‌های آبی و در نتیجه مشکلات اجتماعی و اقتصادی منجر شود. همچنین، موجب عریض شدن مجرای رودخانه شده و این تعریض به افزایش ظرفیت آب‌گذری و عبور سیلاب رودخانه کمک می‌کند که در حقیقت اثری مثبت است و تداوم آن به تخریب زمین‌های اطراف منجر خواهد شد. Jang و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که به‌منظور مکان‌یابی محل‌های مناسب برداشت مصالح، شناسایی توزیع عمومی منابع و سرنوشت رسوب در سامانه رودخانه‌ای نیاز می‌باشد.

از آنجایی که مطالعات انتخاب بهینه مکان‌های برداشت مصالح رودخانه‌ای در ایران جامع نبوده، اغلب تحقیقات به بررسی آثار منفی برداشت مصالح بر سازه-های تقاطعی و ریخت‌شناسی رودخانه محدود شده‌اند (به‌طور مثال، Afsoos و Mesbahi (۱۹۹۴)؛ Farhadzade (۲۰۰۰)؛ Amini (۲۰۰۱)؛ Mahmoudi و Nohegar (۲۰۰۳)؛ Memari و Habibnejad

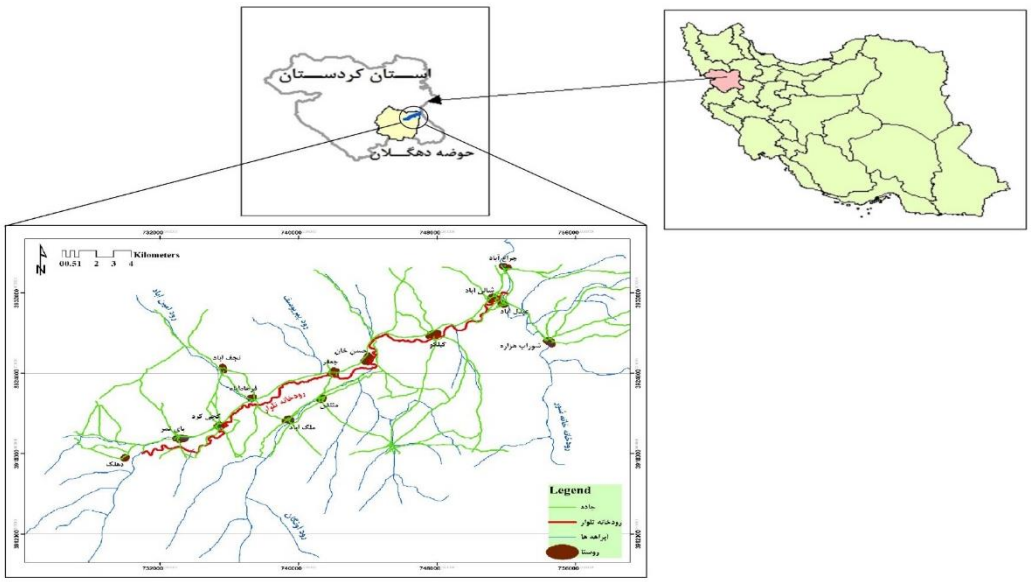
www.SID.ir

Archive of SID

Roshan (۲۰۰۶)؛ Rozakhsh و همکاران (۲۰۰۶)؛ Nour Mahnad و همکاران (۲۰۰۷)؛ Sadeghi و همکاران (۲۰۰۸)؛ Jabbari و Farzi (۲۰۰۹)؛ Sadeghi و Kheirfam (۲۰۱۱)). تحقیق حاضر با هدف اصلی شناخت و ارزیابی کلیه شاخص‌های تأثیرگذار در برداشت شکل گرفته است. در این پژوهش، یکی از رودخانه‌های رسوب‌گذار کشور (رودخانه تالور در استان کردستان) انتخاب شده، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP به‌عنوان ابزاری جدید و کارا، مقایسه دودویی شاخص‌ها و نهایت وزن‌دهی آن‌ها صورت پذیرفته است. در نهایت، هم‌پوشانی لایه‌های شاخص‌های ارزیابی شده با استفاده از تکنیک GIS انجام شده و پهنه برداشت مناسب برای رودخانه مورد نظر به‌دست آمده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: محدوده مطالعاتی بخشی از سرشاخه اصلی رودخانه تالوار است که به رود دهگلان نیز شناخته می‌شود. این رودخانه از دامنه‌های جنوبی کوه خسروکش به ارتفاع ۲۷۲۸ متر واقع در ۱۶ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان سنندج سرچشمه می‌گیرد. محدوده مطالعاتی پژوهش حاضر از نزدیکی شهر دهگلان شروع شده و در ادامه با دریافت آبراهه‌های فراوانی از جمله امین‌آباد، آونگان، یالقوزآغاج و پیریوسف و با عبور از حاشیه روستاهایی نظیر فرهادآباد، حسن‌خان و عبدل‌آباد به انتهای بازه مطالعاتی که محل اتصال رودخانه شور به آن می‌باشد، می‌رسد (شکل ۱) و طول بازه مورد مطالعه ۳۵ کیلومتر است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی در استان کردستان

شاخص‌های مؤثر در تعیین نقاط دارای پتانسیل برداشت: شرایط ریخت‌شناسی رودخانه از جمله آگاهی از محل قوس‌ها و شیب طولی رودخانه یکی از مهمترین شاخص‌های مورد بررسی است. از آنجایی که تغییرات زمین‌شناسی مسیر رودخانه‌ها باعث ایجاد تغییرات هیدرولیکی و مورفولوژیکی جریان در طول مسیر می‌شوند که به نوبه خود می‌توانند در رسوب‌گذاری یا فرسایش‌پذیری رودخانه سهم قابل توجهی ایفا کنند. زمین‌شناسی و ژئوتکنیک نیز یکی از شاخص‌های مورد بررسی در نظر گرفته شده است. همچنین، باید در صورت احراز شرایط فنی، مواردی مانند شرایط اقتصادی و اجتماعی را نیز در نظر داشت چرا که در صورت وجود تنش‌های اجتماعی در منطقه در عین حال وجود شرایط فنی مناسب ممکن است، امکان برداشت مصالح وجود نداشته باشد. هیدرولیک جریان رودخانه نیز به‌منظور آگاهی از پهنه سیلابی، پارامترهای هیدرولیکی جریان از جمله عمق و سرعت جریان، شاخص بعدی انتخاب شده است. در کنار مسائل زیست‌محیطی، شرایط هیدرولیکی رسوبات و آگاهی از میزان دبی رسوبات، نهشته‌های رسوبی و

www.SID.ir

Archive of SID

میزان آبشستگی بستر و کناره‌ها از اهمیت برخوردار است. از این‌رو، شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش در تعیین محدوده‌های مناسب برای برداشت شامل ۱) هیدرولوژی، ۲) زمین‌شناسی و ژئوتکنیک، ۳) ریخت‌شناسی، ۴) هیدرولیک سیلاب، ۵) هیدرولیک رسوب، ۶) مسائل زیست‌محیطی، ۷) مسائل اقتصادی و ۸) مسائل اجتماعی است.

جمع‌آوری، یکپارچه و یکنواخت‌سازی لایه‌های مختلف اطلاعاتی: مکان‌یابی نواحی دارای پتانسیل برداشت با در نظرگیری شاخص‌های بیان شده در بخش قبل مستلزم این است که محدوده مورد مطالعه از دیدگاه‌ها و کارگروه‌های تخصصی گوناگون، ارزیابی شده و به‌صورت بازه‌هایی با دارا بودن پتانسیل برداشت نمایش داده شوند. نتایج حاصل از ارزیابی کارگروه‌ها، عمدتا به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی با فرمت Polygon است که با توجه به تخصص و دید هرکدام از آن‌ها تهیه شده است و طبیعتا با عرض‌های نه چندان مشابه هستند. از این‌رو، به‌منظور هماهنگ بودن تمامی لایه‌ها، لایه‌ای از اجتماع (Union) تمامی لایه‌های اطلاعاتی به‌عنوان عرصه محدوده مطالعاتی ایجاد شده، به‌عنوان لایه مبنا در نظر گرفته شد. در واقع، لایه‌های اطلاعاتی مختلف علاوه بر این‌که دارای طول مشابه و یکسانی بودند، در عرض رودخانه نیز یکسان شدند. پس از این‌کار، لایه‌های اطلاعاتی مجددا بازه‌بندی شد و توصیفات مربوط به هر بازه مبنی بر وضعیت پتانسیل برداشت، به بازه‌های ایجاد شده در لایه‌های یکسان شده، منتقل شد.

ساختار مسئله انتخاب گزینه-ها بر مبنای شاخص‌ها در روش AHP: به‌طور کلی فرایند تصمیم‌گیری از لحاظ فضای تصمیم به دو دسته پیوسته و گسسته تقسیم می‌شود و تصمیم‌گیری در فضای گسسته به دو دسته تک معیاره و چند معیاره تقسیم می‌شود. تحلیل سلسله مراتبی AHP روشی است که امکان تصمیم‌گیری صحیح با حضور معیارهای کیفی و کمی و ترکیبی را فراهم می‌کند. پیاده‌سازی روش AHP در یک تصمیم‌گیری شامل چهار فاز، ۱) ساختن سلسله مراتبی، ۲) انجام مقایسه‌های زوجی، ۳) سازگاری سامانه و ۴) محاسبه وزن‌ها است.

در این روش، اولین مرحله، تشکیل ماتریس مقایسه زوجی عناصر (شاخص‌ها) می‌باشد. در این مرحله، عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر به‌صورت زوجی مقایسه شده، ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌شود. تخصیص امتیازات عددی مربوط به مقایسه زوجی اهمیت دو گزینه یا دو شاخص بر اساس جدول ۱ صورت می‌گیرد.

جدول ۱- امتیازات عددی مربوط به مقایسه زوجی شاخص‌ها (Saaty، ۱۹۸۰)

مقایسه نسبی شاخص‌ها	امتیاز عددی
اهمیت مطلق	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت قوی	۵
اهمیت ضعیف	۳
اهمیت یکسان	۱
ترجیحات بین فاصله‌های بالا	۸,۶,۴,۲

در ماتریس مقایسه زوجی، عناصر روی قطر مساوی یک بوده، نیازی به ارزیابی نیست، ولی سایر درایه‌های ماتریس باید بر اساس مقایسه‌های زوجی تعیین شوند. درایه‌های قرینه نسبت به قطر، معکوس همدیگر هستند. در روش تحلیل سلسله‌مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به هر یک از عناصر سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند. به‌منظور تعیین وزن شاخص‌ها برای برداشت مصالح رودخانه‌ای، پرسش‌نامه‌ای طراحی شد تا به‌وسیله کارشناسان مهندسی رودخانه و آب، نظرخواهی شده، اطلاعات برای مدل استخراج شود. جامعه آماری (تعداد افراد پرسش‌شونده) با توجه به تعداد شاخص‌ها و استفاده از

www.SID.ir

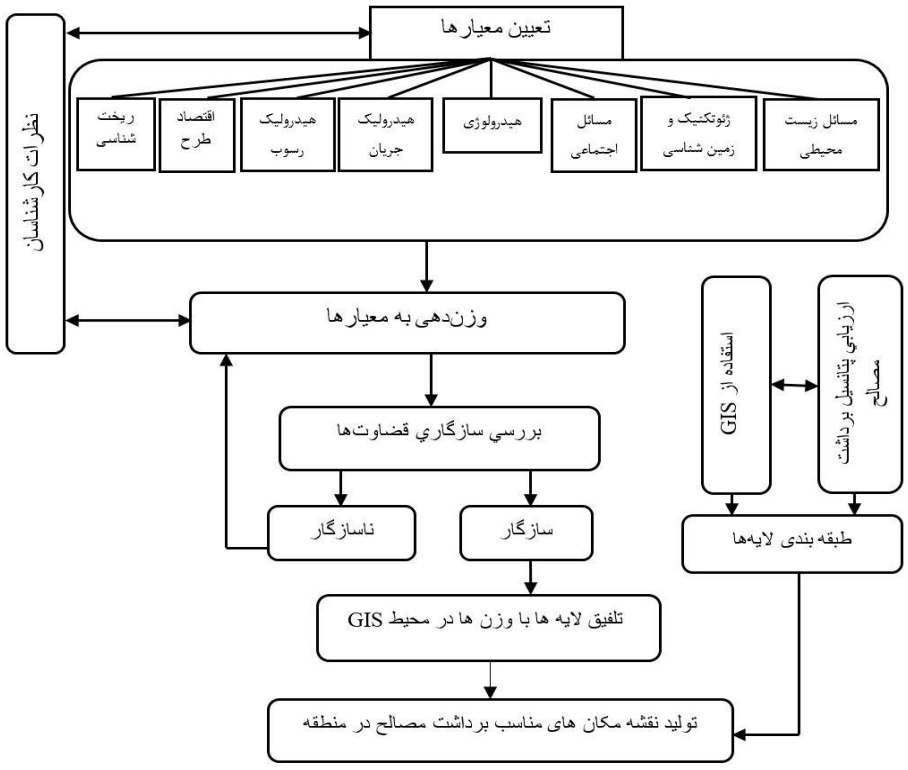
Archive of SID

جدول مورگان باید کمتر از ۱۵ نفر نباشد که در این پژوهش، از ۲۰ متخصص برای کامل کردن پرسش‌نامه استفاده شده است. یکی از مزایای تحلیل سلسله مراتبی کنترل سازگاری تصمیم است. به‌عبارت دیگر، همواره در تحلیل سلسله مراتبی می‌توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه کرد و نسبت به خوب و بد بودن و یا قابل‌قبول و مردود بودن آن قضاوت کرد. مقدار شاخص ناسازگاری را برای ماتریس‌هایی که اعداد آن‌ها کاملا تصادفی اختیار شده باشند، محاسبه کرده‌اند و آن را شاخص ناسازگاری تصادف (RI) نام نهاده‌اند. مقادیر ناسازگاری تصادفی برای داده‌های تصادفی به‌صورت جدول ۲ است.

جدول ۲- مقادیر ناسازگاری تصادفی برای داده‌های تصادفی (Saaty، ۱۹۸۰)

تعداد معیارها	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
RI	۰/۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱

در ماتریس مقایسه، حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری تصادفی، نرخ ناسازگاری (CR) نامیده می‌شود که شاخص مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری است. در حالت کلی، می‌توان گفت که میزان قابل قبول ناسازگاری یک سامانه بستگی به تصمیم‌گیرنده دارد، اما عدد ۰/۱ قابل قبول بوده، چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از آن باشد، بهتر است، در قضاوت‌ها تجدید نظر شود (Saaty،۱۹۸۰). در شکل ۲، مراحل اجرای فرایند سلسله مراتبی و به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی نمایش داده شده است.



شکل ۲- مراحل اجرای فرایند سلسله‌مراتبی و به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی

نتایج و بحث

در این بخش، ابتدا اولویت مکانی برداشت، بر اساس هر شاخص مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و سپس هر کدام از شاخص‌ها با یکدیگر مقایسه شده، وزن‌دهی خواهند شد. در انتها، با هم‌پوشانی لایه‌های جدا تشکیل شده برای هر شاخص، نقشه مکان‌های

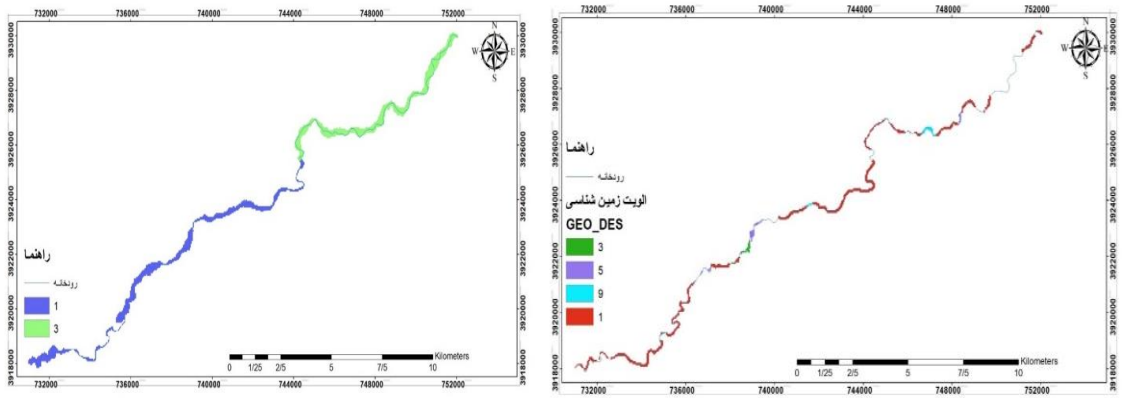
www.SID.ir

Archive of SID

بهینه برداشت به‌دست خواهد آمد. به‌منظور وضوح بیشتر، اولویت مکانی برداشت نیز با اعداد یک رقمی فرد بیان شده‌اند. به این معنی که اولویت شماره ۹ به معنای بالاترین اولویت (مناسب‌ترین مکان) از دیدگاه آن شاخص و عدد شماره ۱ بیانگر پایین‌ترین اولویت (نامناسب‌ترین مکان) از دیدگاه آن شاخص می‌باشد.

اولویت برداشت از دیدگاه هیدرولوژی: برای ارزیابی این شاخص، در ابتدا از اطلاعات ایستگاه هیدرومتری حسن‌خان (واقع شده در داخل بازه مطالعاتی) استفاده شده، منحنی هم‌باران در محدوده مطالعاتی به‌دست آمده است. سپس، برای نواحی دیگر که از شدت بارندگی پایین‌تری برخوردار بوده، اولویت ۳ و برای سایر محدوده ضریب اولویت ۱ لحاظ شده است (شکل ۳-الف).

اولویت برداشت از دیدگاه زمین‌شناسی و ژئوتکنیک: رسوبات بستر رودخانه تالوار و شاخه‌های فرعی آن یکی از غنی‌ترین منابع شن و ماسه در منطقه به‌شمار می‌رود. این رسوبات عموما درشت‌دانه شنی با میان لایه‌های ماسه‌ای است. جنس قطعات تشکیل‌دهنده آن‌ها بیشتر از سنگ‌های آذرآواری، دگرگونی، آهکی و ماسه‌سنگی تشکیل شده است. اجزاء مزبور گردشده بوده، تا حدی دارای مواد رسی و سیلتی هستند. منحنی دانه‌بندی تهیه شده در زیربازه‌های مختلف از رودخانه نیز حاکی از قابل استفاده بودن این مصالح در بیشتر پروژه‌های عمرانی است. به‌طوری که قطر متوسط دانه‌های بستر (d_{50}) در ابتدای بازه ۱۹ میلی‌متر بوده، در بخش کوچکی از میان‌بازه به هشت میلی‌متر رسیده، در سایر نقاط ۱۴ میلی‌متر به‌دست آمده است. به‌منظور معرفی بهتر پهنه‌های دارای قابلیت بهره‌برداری از دیدگاه شاخص ژئوتکنیک و زمین‌شناسی، معیارهای دانه‌بندی، دوری از گسل‌ها و وضعیت پایداری شیروانی‌های رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی، پیمایش صحرایی و نمونه‌برداری از نقاط مختلف به‌منظور تهیه دانه‌بندی استفاده شده، نهایتا نقشه رستری برای لایه زمین‌شناسی و ژئوتکنیک مطابق شکل ۳-ب، به‌دست آمده است. در این شکل، به مناطق دارای بیشترین پتانسیل برداشت مصالح رودخانه‌ای ضریب نه تخصیص یافته و ضریب یک به مناطق دارای کمترین پتانسیل رودخانه‌ای از دیدگاه شاخص فوق اختصاص یافته است.



(ب) (الف)

شکل ۳- الف) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه هیدرولوژی و ب) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه زمین‌شناسی و ژئوتکنیک

اولویت برداشت از دیدگاه ریخت‌شناسی: بررسی ریخت‌شناسی برای درک شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضروری خواهد بود و تنها از این طریق می‌توان عکس‌العمل طبیعی آن را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی کرد. در بازه مورد بررسی به‌طور کلی روند تغییرات شیب منظم بوده، از بالادست به پائین‌دست در حال کاهش می‌باشد. شیب متوسط رودخانه در بازه مطالعاتی برابر با ۰/۰۰۱۴۴ به‌دست آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین، این رودخانه را می‌توان در بیشینه طول آن در طبقه‌بندی مئاندری توسعه یافته لحاظ کرد. در این رودخانه با حرکت به سمت پایین‌دست و با کاهش شیب، عرض رودخانه افزایش یافته است.

به‌منظور تشخیص نقاط اولویت‌دار از دیدگاه ریخت‌شناسی ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی موجود، قوس‌های رودخانه و همچنین، موقعیت محل اتصال آبراهه‌های فرعی مشخص شد. سپس، با انجام پیمایش محلی، بخش داخلی قوس‌ها و همچنین، محل اتصال آبراهه‌های فرعی که تجمع رسوبات در آن‌ها مشهود بوده است، به‌منظور نقاط مستعد برداشت مشخص شده‌اند. در پیمایش و بررسی تصاویر و نقشه، سایر پارامترهای ریخت‌شناسی از جمله شیب و نسبت عرض به عمق مورد توجه بوده، نقاطی که برداشت آن‌ها منجر به تغییر شرایط مورفولوژی رودخانه خواهد شد، نامناسب‌ترین نقاط (کمترین عدد) در نظر گرفته شده است. در نهایت نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه ریخت‌شناسی مطابق شکل ۴- الف به‌دست آمده است. مطابق این شکل، مساحت کمی از بازه مورد مطالعه در محدوده مناسب برداشت بوده است را به خود اختصاص داده‌اند. مکان‌های دارای ضرایب پنج و نه اختصاص به موقعیت قوس‌ها دارد. همچنین، مکان‌های دارای ضرایب هفت نیز با توجه به شیب کناره و شیب طولی و سایر پارامترهای دخیل در ریخت‌شناسی معین شده‌اند.

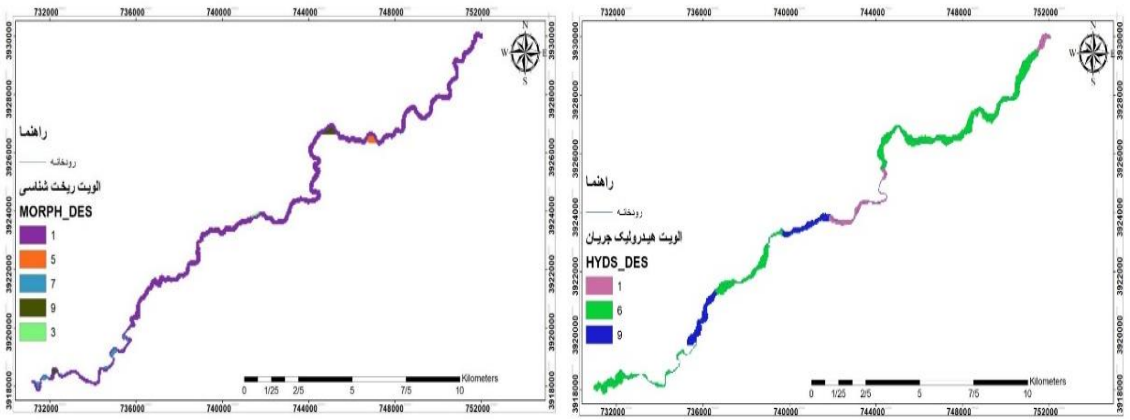
اولویت برداشت از دیدگاه هیدرولیک جریان: به‌منظور انجام محاسبات هیدرولیکی و شبیه‌سازی جریان رودخانه، از نرم‌افزار HEC-RAS استفاده شده است. بدین‌منظور، دبی با دوره بازگشت‌های مختلف به نرم‌افزار اعمال شده و پهنه سیل‌گیر به‌دست آمده است. این پهنه سیلاب‌گیر به دو قسمت بستر فعال (پهنه سیلاب با دوره بازگشت دو ساله) و قسمت سیلاب‌دشت (پهنه‌های سیل‌گیر پنج تا ۱۰۰ ساله) به‌منظور برداشت مصالح رودخانه‌ای با هدف برهم نخوردن شرایط هیدرولیکی رودخانه تقسیم شده است. اولویت برداشت از سیلاب‌دشت رودخانه به‌صورت کنترل شده و عدم برداشت از بستر فعال رودخانه لحاظ شده است. بر اساس تقسیم‌بندی فوق، بخشی از رودخانه در بازه میانی آن به‌علت تغییرات ناگهانی شیب سطح آب که نتیجه تغییر تراز بستر در این محدوده است، مناسب بهره‌برداری مصالح رودخانه‌ای نیست. برخی از مشخصات هیدرولیکی جریان برای دبی با دوره بازگشت دو و ۲۵ ساله در جدول ۳ ارائه شده است. مقاطع خیلی کوتاهی از بازه رودخانه که در شکل ۴- ب، با اولویت ۹ نمایش داده شده است، دارای شرایط هیدرولیکی کاملا مناسب برای برداشت مصالح رودخانه‌ای هستند.

جدول ۳- پارامترهای هیدرولیکی رودخانه تالوار برای دبی‌های با دوره بازگشت دو و ۲۵ ساله

دبی		عمق آب (متر)	شیب خط انرژی (متر بر متر)	سطح مقطع جریان (متر مربع)	عرض فوقانی جریان (متر)	تنش برشی کل (نیوتن بر متر مربع)	سرعت کل (متر بر ثانیه)
دو ساله (۳۸/۳ مترمکعب برثانیه)	کمترین	۰/۴۲	۰/۰۰۰۰۰۴	۱۰/۵۹	۱۷/۷۸	۰/۰۸	۰/۰۵
	متوسط	۱/۸۴	۰/۰۰۱۸	۱۲۲/۱۲	۱۳۳/۵۳	۱۳/۰۸	۰/۴۸
	بیشترین	۳/۲۶	۰/۰۴۹۰۴۹	۵۹۰/۷۴	۵۷۳/۷۵	۲۸۴/۴۴	۲/۴۲
۲۵ ساله (۲۵۰/۶ مترمکعب برثانیه)	کمترین	۰/۹۴	۰/۰۰۰۰۰۶	۲۸/۶۴	۲۶/۶۲	۰/۱۱	۰/۰۸
	متوسط	۳/۱	۰/۰۰۱۷	۳۵۹/۱	۲۳۸/۷	۲۰/۳	۰/۸
	بیشترین	۵/۲۲	۰/۰۳۲۷۱۴	۱۴۲۴/۳۹	۸۴۶/۵۱	۴۸۷/۲	۴/۴

www.SID.ir

Archive of SID



(ب) (الف)

شکل ۴-الف) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه ریخت‌شناسی و ب) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه هیدرولیک جریان

اولویت برداشت از دیدگاه هیدرولیک رسوب: در مطالعه هیدرولیک رسوب، پارامتر مهمی که در تعیین بازه‌های مناسب و غیرمناسب برای پتانسیل برداشت نقش داشته تنش برشی بوده است. بدین‌منظور، مجددا از نرم‌افزار HEC-RAS استفاده شده، با وارد کردن تنظیمات شبیه‌سازی رسوب بر اساس هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف (نظیر انتخاب معادله انتقال Meyer Peter Muler) تنش برشی بستر به‌دست آمده است. در ادامه، محدوده‌هایی که تنش برشی کف بالاتر از تنش برشی بحرانی قرار گرفته و رودخانه حالت فرسایش‌پذیر به‌خود خواهد گرفت با اولویت پایین و در مناطقی که تنش برشی بستر پایین‌تر از تنش بحرانی قرار دارد و رودخانه قابلیت این‌را داراست که حالت رسوب‌گذاری داشته باشد با اولویت بالا لحاظ شده است. نتایج این شبیه‌سازی عددی با مشاهدات صحرایی تطبیق داده شده و نهایتا خروجی مطالعات این شاخص در شکل ۶- الف نمایش داده شده است.

اولویت برداشت از دیدگاه زیست‌محیطی: مشاهدات صحرایی نشان می‌دهد که سه عامل زیر، چالش‌های زیست‌محیطی برای برداشت مصالح رودخانه‌ای در بازه مورد بررسی به‌حساب می‌آیند.

۱- تخلیه پساب حاصل از شستشوی شن و ماسه به رودخانه‌ها: در حاشیه محدوده مورد پژوهش، چند معدن برداشت شن و ماسه قرار گرفته است (به‌عنوان نمونه شکل ۵- الف) که پساب حاصل از شستشو شن و ماسه را به رودخانه رهاسازی می‌کنند و باعث بالارفتن کدورت آب می‌شوند. رسوب مواد ریز و معلق سبب اختلال در تنفس و فتوسنتز گیاهان آبزی غوطه‌ور در آب شده، میزان رشد آن‌ها را کاهش داده، در نهایت سبب مرگ آن‌ها می‌شود. با کاهش وسعت این زیستگاه‌های حیاتی، بسیاری از جانوران آبزی پناهگاه خود را در برابر حمله سایر جانوران از دست داده و تولید مثل آبزیان نیز از بین می‌رود.

۲- گرد و غبار ناشی از عملیات برداشت: از دیگر آلودگی‌های مشاهده شده، ایجاد گرد و غبار ناشی از برداشت و نیز عملیات سنگ‌شکنی و شستشو و تاثیر زیاد آن بر محیط زیست است. گرد و غبار ایجاد شده در محیط اطراف فرو نشسته و علاوه بر تغییر رنگ محیط، اثرات زیست‌محیطی زیادی را موجب می‌شود.

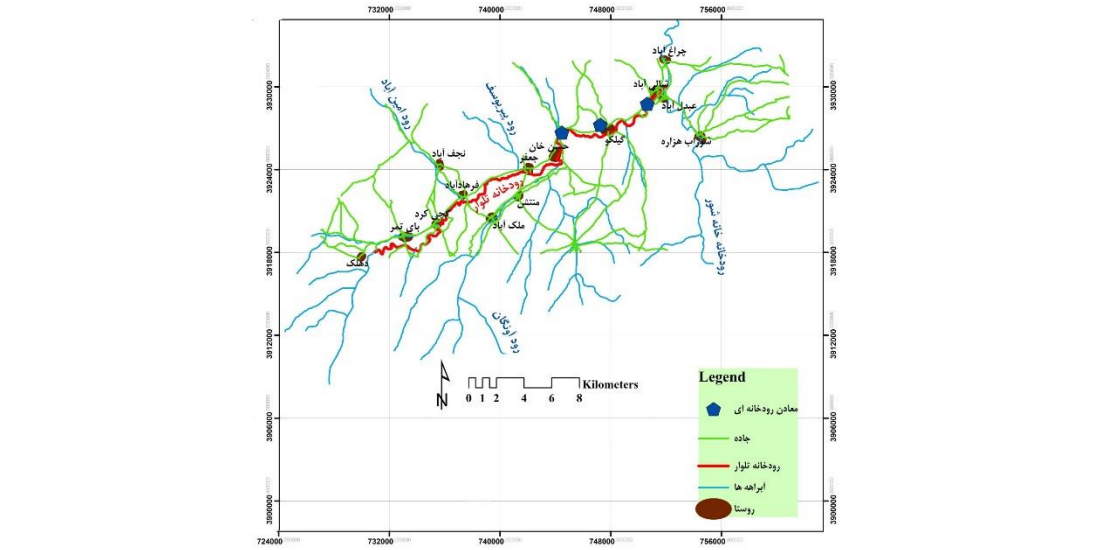
۳- ایجاد چاله‌های ناشی از برداشت و ایجاد برکه: مشاهده شده است که در اثر برداشت بی‌رویه در بازه مطالعاتی، گودال‌ها و چاله‌هایی پدید آمده که در هنگام بارش یا وقوع سیل، آبگیری شده و تبدیل به یک برکه شده‌اند. در آب‌های راکد این گودال‌های برداشت مصالح، امکان تجزیه مواد آلی و تبدیل محل-های برداشت به گنداب وجود دارد. بدیهی است در این‌صورت، کیفیت آب به شدت کاهش می‌یابد. پیامد کاهش کیفیت آب می‌تواند بر حیات آبزیان و ذخیره آب قابل شرب بسیار شدید باشد.

با توجه به موارد مطرح شده نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه زیست‌محیطی مطابق شکل ۶- ب تهیه شد. علاوه بر ملاحظات زیست‌محیطی ناشی از

www.SID.ir

Archive of SID

وجود معادن فعال شن و ماسه، در تهیه این نقشه، سایر نگرانی‌های زیست‌محیطی از جمله نوع پوشش گیاهی که در اثر برداشت از بین خواهد رفت نیز موثر بوده است. مطابق شکل، مناطق عاری از اثرات منفی، دارای بیشترین ضریب و مناطقی که در آن‌ها یک یا چندی از موارد منفی بیان شده در آن‌ها وجود داشت کمترین ضریب را به‌خود اختصاص داده‌اند.

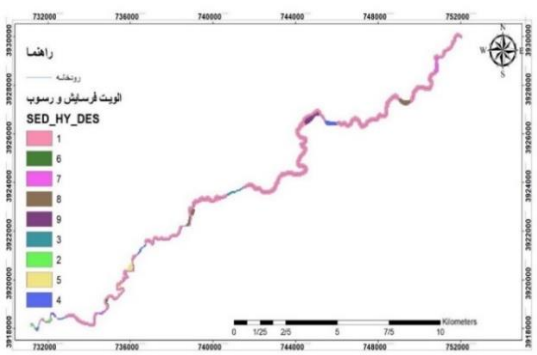


(الف)

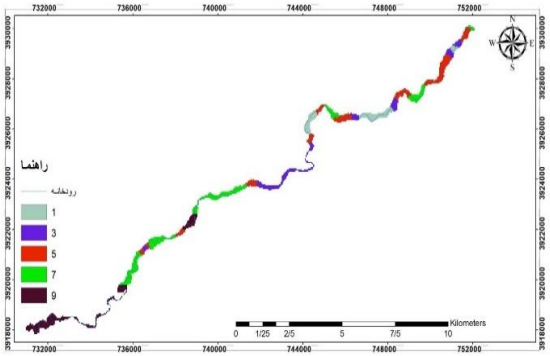
(ج)

(ب)

شکل ۵- الف) جانمایی معادن رودخانه‌ای فعال در بازه مطالعاتی، ب) نمونه‌ای از تجهیزات برداشت و ماسه‌شویی موجود در بازه مطالعاتی و ج) استخر ایجادشده به‌وسیله کارخانه ماسه‌شویی



(ب)



(الف)

شکل ۶- الف) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه هیدرولیک رسوب و ب) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه زیست‌محیطی

اولویت برداشت از دیدگاه مطالعات اجتماعی: برداشت مصالح رودخانه‌ای به لحاظ اجتماعی دارای محاسن و معایبی است. اشتغال‌زایی ساکنان روستاهای اطراف رودخانه‌ها از مهمترین محاسن برداشت مصالح

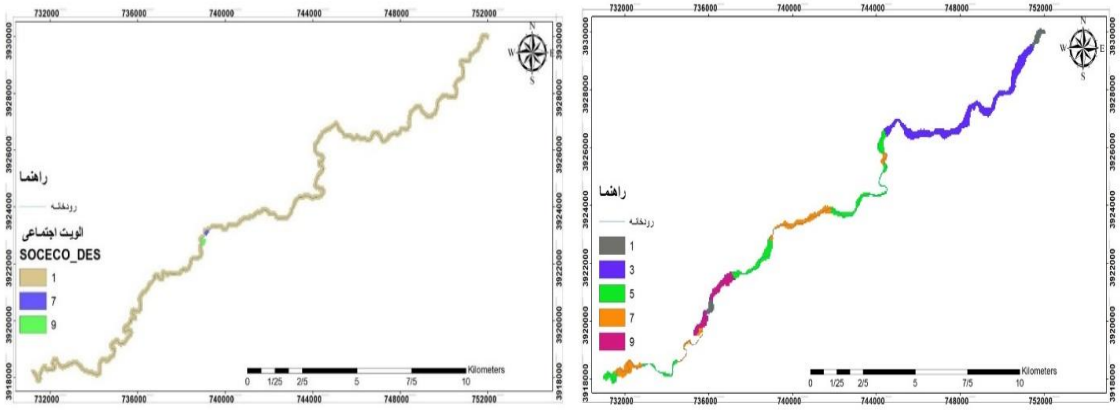
www.SID.ir

Archive of SID

از دیدگاه اجتماعی به حساب می‌آید. در مقابل، آسیب‌رسانی به زمین‌های کشاورزی حاشیه رودخانه‌ها در نتیجه برداشت غیر اصولی نیز مهمترین آسیب از دیدگاه اجتماعی لحاظ می‌شود. بررسی نقشه‌ها با در نظرگیری موقعیت روستاهای حاشیه رودخانه، نشان می‌دهد که از دیدگاه اجتماعی و با مد نظر قرار دادن عواملی مانند امکان برداشت صنعتی یا سنتی، کاربری اراضی حاشیه رودخانه با هدف تصرف و ادعا بر زمین از سوی مالک عرصه‌های مسکونی یا کشاورزی، اکثر محدوده مورد بررسی به لحاظ پتانسیل برداشت در اولویت پایین می‌باشند (شکل ۷- الف). در بازه مورد بررسی، مستحدثاتی مانند سد انحرافی یا ایستگاه پمپاژ به غیر از دو پل عبوری وجود نداشته است. در این اولویت‌بندی، دوری از این دو سازه با توجه به این‌که یکی از آن‌ها پل تاریخی بوده، دیگری پل جاده اصلی می‌باشد، لحاظ شده است.

اولویت برداشت از دیدگاه اقتصادی: مواردی چون افزایش یا کاهش قیمت اراضی، تغییر در سرانه درآمدها، اثرگذاری بر مهاجرت، تغییر شغل، الگوی کشت منطقه، جمعیت سلامت عمومی و سرویس‌دهی خدمات عمومی را می‌توان از تأثیرات اقتصاد طرح‌های برداشت مصالح برشمرد. لازم است، هزینه‌های وارده به املاک و تأسیسات عمومی و خصوصی در اثر استخراج، در برآورد هزینه‌های ناشی از استخراج اعمال شوند تا هزینه‌های واقعی مشخص شود. به لحاظ اثرات می‌توان گفت، نزدیک بودن به روستاها می‌تواند عاملی منفی باشد، اما نزدیکی به جاده‌ها به‌عنوان عاملی مثبت برای دسترسی به منابع برداشت می‌باشد. در بازه مورد بررسی، جاده آسفالته قروه- بیجار رودخانه را در محدوده روستای حسن‌خان قطع کرده، سایر مناطق نیز به‌علت وجود روستاها از جاده خاکی (بعضا شن‌ریزی شده) برخوردار هستند (شکل ۱). از این‌رو، بر اساس نقشه رستری تهیه شده از دیدگاه این شاخص شکل ۷- ب، بیشتر قسمت‌های رودخانه از دیدگاه این شاخص متوسط رو به بالا هستند و ضرایب اهمیتی پنج تا نه را به خود اختصاص داده‌اند.

اجرای روش تحلیل سلسه مراتبی: برای اجرای روش AHP، ابتدا باید اولویت شاخص‌ها نسبت به‌هم مشخص شود. این اولویت‌بندی بر اساس نتایج کلی پرسش‌نامه‌ها استخراج و در جدول ۴ آورده شده است.



(ب) (الف)

شکل ۷- الف) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه اجتماعی و ب) نقشه رستری اولویت برداشت از دیدگاه اقتصادی

پس از تکمیل ماتریس، ضرایب میانگین هندسی هر سطر از ماتریس محاسبه خواهد شد. سپس بردار ویژه (V_P) مطابق رابطه (۱) محاسبه می‌شود. در نهایت، محاسبه ضریب وزنی (C_P) با تقسیم میانگین هندسی هر سطر از ماتریس بر مجموع میانگین‌های هندسی تمامی سطرها (رابطه ۲) تعیین می‌شود.

$$V_P = \sqrt[K]{W_1 \times ... \times W_k} \quad (۱)$$

$$C_P = \frac{V_P}{V_{P1} + ... + V_{Pk}} \quad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن، k تعداد معیارها و W_k معرف مقدار عددی درجه اهمیت می‌باشد. در این پژوهش، با توجه به‌وجود هشت معیار، میزان k برابر با هشت خواهد بود. نتیجه این وزن‌دهی در جدول ۵ نشان داده شده است.

مطابق این جدول، شاخص هیدرولیک رسوب بیشترین وزن و شاخص هیدرولوژی کمترین وزن را خواهند داشت.

جدول ۴- ضرایب تأثیر روش تحلیل سلسله مراتبی برای شاخص‌های اثرگذار

	زمین‌شناسی و ژئوتکنیک	اجتماعی	ریخت‌شناسی	هیدرولیک جریان	هیدرولیک رسوب	هیدرولوژی	زیست‌محیطی	اقتصاد
زمین‌شناسی و ژئوتکنیک	۱	۷	۳	۳	۲	۹	۴	۷
اجتماعی	۰/۱۴	۱	۴	۳	۳	۶	۴	۳
ریخت‌شناسی	۰/۳۳	۰/۲۵	۱	۲	۳	۷	۴	۳
هیدرولیک جریان	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲	۶	۴	۳
هیدرولیک رسوب	۰/۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۵	۱	۹	۷	۷
هیدرولوژی	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۱	۱	۳	۲
مسائل زیست‌محیطی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۳۳	۱	۶
اقتصاد	۰/۱۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۴	۰/۵	۰/۱۷	۱

جدول ۵- وزن شاخص‌های مورد بررسی به‌منظور برداشت مصالح رودخانه‌ای

عامل مورد بررسی	وزن (درصد)
زمین‌شناسی و ژئوتکنیک	۲۲/۹
عوامل اجتماعی	۳/۴
ریخت‌شناسی	۱۵/۹
هیدرولیک جریان	۱۰/۵
هیدرولیک رسوب	۲۷
هیدرولوژی	۳/۳
مسائل زیست‌محیطی	۱۰/۶
اقتصاد	۶/۴

پس از تهیه جدول فوق، نقشه رستری اولویت مکانی برداشت از دیدگاه هر شاخص مجددا به‌وسیله نرم‌افزار ArcGIS فراخوانده شد و اطلاعات مربوط به وزن هر شاخص به آن الصاق شد. در نهایت بازه‌های مناسب برداشت با Query گرفتن (جستجو و استخراج/غربال کردن) برمبنای معیار میانگین (به‌عنوان معیار انتخاب این بازه‌ها) مطابق شکل ۸ استخراج شد. در این شکل، محدوده‌های با رنگ مشکی اولویت اول برداشت می‌باشند. مهمترین دلایل انتخاب این نقاط با جمع‌بندی خروجی هر شاخص، شیب کم، دانه‌بندی مناسب مصالح، وقوع در محل‌های قوس، نزدیکی به جاده دسترسی و با کمترین آسیب به محیط زیست بوده است.

نتیجه‌گیری

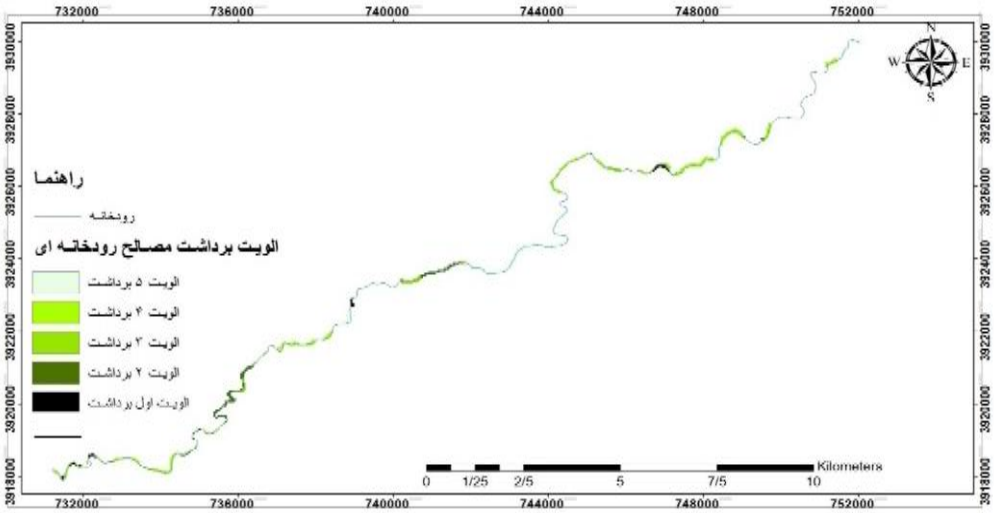
انتخاب محل برداشت مصالح رودخانه‌ای، موضوعی درخور اهمیت و توجه است. به همان اندازه که برداشت غیر اصولی، انحراف و جابه‌جایی رودخانه و تخریب اراضی کشاورزی و باغات حاشیه آن را در پی خواهد داشت، برداشت صحیح و اصولی مصالح رودخانه‌ای می‌تواند در تثبیت رودخانه و افزایش ظرفیت سیل‌گذری آن موثر باشد و موجب پایداری

www.SID.ir

Archive of SID

محدوده از دیدگاه فرسایش و رسوب‌گذاری شود. در این پژوهش، یکی از رودخانه‌های رسوب‌گذار کشور (رودخانه تالوار، حد فاصل شهر دهگلان تا روستای شالی‌آباد، استان کردستان) انتخاب شده و تعداد هشت شاخص شامل هیدرولوژی، زمین‌شناسی و ژئوتکنیک، ریخت‌شناسی، هیدرولیک سیلاب، هیدرولیک رسوب، مسائل زیست‌محیطی، مسائل اقتصادی و مسائل اجتماعی به‌منظور تأثیرگذاری در تعیین بهترین موقعیت برداشت لحاظ شده‌اند. مقایسه دودویی شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP صورت پذیرفته، سپس وزن‌دهی شده‌اند. در نهایت هم‌پوشانی لایه‌های شاخص‌های ارزیابی شده با استفاده از تکنیک GIS انجام شده و پهنه برداشت مناسب برای رودخانه در بازه مورد بررسی به‌دست آمده است.

مشاهدات صحرایی و نقشه‌های موجود از محدوده مطالعاتی، گویای بروز اثرات منفی زیست‌محیطی در اثر برداشت مصالح می‌باشد. نتایج بررسی از دیدگاه ریخت‌شناسی نشان داده که بازه‌های مستقیم رودخانه نسبت به تغییرات تراز بستر حساس‌تر بوده، لازم است، برداشت مصالح در این نوع بازه‌ها تا حد امکان با عمق و پهنای یکسان انجام گیرد تا از تمرکز و سمت‌گیری جریان که منجر به انحراف مسیر رودخانه شده، جلوگیری شود. نتایج این پژوهش همچنین، نشان داده که از دیدگاه زمین‌شناسی و ژئوتکنیک، رودخانه از عمق کافی برای برداشت برخوردار بوده، دارای دانه‌بندی مناسبی می‌باشد.



شکل ۸- نقشه مکان‌های مناسب برای برداشت مصالح رودخانه‌ای در بازه مطالعاتی رودخانه تالوار

اولویت برداشت از دیدگاه شاخص فرسایش و رسوب (با معیار تنش برشی بستر) حاکی از وجود نقاط محدودی مناسب است. هیدرولیک جریان نیز نشان می‌دهد که قسمت بالادست رودخانه تالوار نسبت به پایین‌دست آن در بازه مطالعاتی برای برداشت مصالح رودخانه‌ای مستعدتر است. در بخش اقتصاد، طرح با در نظر گرفتن معیارهایی همچون نزدیکی به جاده‌ها و دوری از روستاها برخی از بازه‌های رودخانه به‌منظور برداشت رودخانه مناسب دیده نشد. جمع‌بندی ارزیابی شاخص‌ها و اخذ اطلاعات از متخصصان رودخانه نشان می‌دهد که از میان شاخص‌های بررسی شده در این پژوهش، هیدرولیک رسوب به جهت آگاهی از مکان‌های مستعد فرسایش یا نشست بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و مطالعات مرتبط با هیدرولوژی حوزه آبخیز کمترین وزن را خواهند داشت.

منابع مورد استفاده

1. Amini, A. 2001. Field and laboratory investigation on material mining open pit displacement. MSc Thesis, Tarbiat Modares University, 156 pages (in Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

2. Chang, H.H. 1987. Modeling fluvial processes in streams with gravel mining. John Wiley, 2: 977-988.
3. Jang, C.L., Y. Shimizu and G.H. Lee. 2015. Numerical simulation of the fluvial processes in the channels by sediment mining. Journal of Civil Engineering, 19(3): 771-778.
4. Erhami, M. and F. Bahadori Khosrowshahi. 2007. Specification of river material extraction pattern and organizing sand mine units using GIS technique and HEC-RAS model, case study: Karun River around Gotvand City. 7th International River Engineering Conference, Ahwaz (in Persian).
5. Farhadzade, A. 2000. Investigation on open pit displacement caused by sand and gravel extraction on the bed of open channel. MSc Thesis, Tarbiat Modares University, 145 pages (in Persian).
6. Follman, E.H. 1980. Gravel removal studies in arctic and subarctic floodplains in Alaska. Fish Wild Service, 424 pages.
7. Giuliano, V., F. Pagnanelli, L. Bornoroni, L. Toro and C. Abbruzzese. 2007. Toxic elements at a disused mine district: particle size distribution and total concentration in stream sediments and mine tailings. Journal of Hazardous Materials, 148(1-2): 409-418.
8. Hosseini, A., N. Javaheri and M. Habibi. 2012. Providing technical strategies in optimal site selection for material mining. Watershed Engineering and Management, 4(2): 84-93 (in Persian).
9. Jabbari, E. and H. Farzi. 2009. Sand and gravel extraction and their effects on variation of sediment transport pattern in Razavar River. Journal of Geographical Research, 2(2): 145-160 (in Persian).
10. Mahmoudi, F. and A. Nohegar. 2003. Investigation on the effects of sand and gravel extraction on bed form and flow regime of Minab River. Journal of Geographical Research, 4: 45-58 (in Persian).
11. Memari, A. and M. Habibnejad Roshan. 2006. Comparison of sediment delivery and material extraction for Faroub Rouman River of Neyshaboor and determination of their effects on riverside. 7th International River Engineering Conference, Ahwaz (in Persian).
12. Nour Mahnad, N., H. Samadi Bourugeni, M. Mousavi and A. Zamani. 2007. Investigation on Khoshkeh Rood (one of Karun Olia headwaters) before and after materials extraction. 6th Iranian Hydraulics Conference, Shahrekord (in Persian).
13. Rozakhsh, P., M. Habibi and M.R. Gharibreza. 2006. Investigation on Kan River bed fall caused by sand and gravel mining at downstream of Tehran-Tabriz railway. 7th International River Engineering Conference, Ahwaz (in Persian).
14. Saaty, T.L. 1980. The analytical hierarchical process. Wiley, New York, 287 pages.
15. Sadeghi, S.H.R., A. Khaledi Darvishan and L. Gholami. 2008. Effects of sand and gravel mining on bed sediment morphometric characteristics. Journal of Engineering Geology, 1(2): 75-86 (in Persian).
16. Sadeghi, S.H.R. and H. Kheirfam. 2011. Effect of sand and gravel mining on suspended and bed load in Kojour River. 5th National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management, Kerman (in Persian).
17. Saviour, M.N. 2012. Environmental impact of soil and sand mining: a review. International Journal of Science, Environment and Technology, 1(3): 125-134.
18. Van Rijn, L.C. 1986. Sedimentation of dredged channels by currents and waves. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 112(5): 541-559.

www.SID.ir