

Investigating management indicators and prioritizing factors affecting the optimal river materials mining

Alireza Zarei Ghorkhodi¹, Maryam Mirhashemi² and Ali Shahnazari^{3*}

¹ M.Sc student, Water Resource Management, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

² Ph.D student, Irrigation and Drainage, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

³ Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agriculture and Natural Sciences, Sari, Iran

Received: 11 October 2024

Accepted: 22 December 2024

Extended abstract

Introduction

Indiscriminate and non-technical extraction of sand and gravel from rivers has brought many adverse morphological and environmental effects. The negative consequences of river materials mining occur under the influence of various factors. Examining the system of exploitation of materials from the river also indicates the existence of many problems in different technical, legal, socio-economic and environmental aspects. In this regard, the present research was carried out with the aim of identifying and prioritizing factors affecting river materials mining and providing optimal river materials mining management indicators.

Materials and methods

The watersheds studied in this research include Lake Urmia, Sefidroud and Heraz, Heraz and Qarasu, Kerganrud, Karkhe, Karun and Sefidroud Bozorg. The required information has been obtained through survey-type field research, by conducting face-to-face interviews and using questionnaires. The studied statistical group consists of experts, specialists and experts of regional water companies all over the country. The research tool was a questionnaire whose content validity was obtained by obtaining the opinions of relevant experts and university professors and applying the necessary corrections. Cronbach's alpha coefficient and SPSS software were used for the reliability of the research tool and its figure was equal to 0.811. The items examined in the questionnaire were measured in three main sections, including river characteristics, the status of material harvesting, the evaluation of technical, legal, socio-economic, and environmental indicators of the effects of river material harvesting, and two general sections, including the identification of the main indicators of optimal river material harvesting and the extent of the impact of clause "and" of Note 8 of the 2021 National Budget Law on reducing or increasing the effects of river material harvesting.

Results and discussion

The examination of technical factors showed that T3 items (river stability, hydraulic structures and their lifespan) with a frequency of 16.92% and item T5 (changes in the level of underground water in aquifers adjacent to the river) with a frequency of 4.61% are the most important respectively. And they are the least important factor in River materials mining. Among the legal components of item L1 (weakness in providing the necessary infrastructure for the establishment of control laws and regulations) and item L6 (lack of suitable infrastructure for crisis management in times of need) respectively with the frequencies of 18.69% and 8.46% of the first priorities and finally, they have assigned the factors affecting the river materials mining. The results of the study of socio-economic factors affecting the river materials mining showed that item S1 (lack of laws and regulations to control the price and price fluctuations of river materials) with a frequency of 15.38% is the first priority of socio-economic factors affecting the river materials mining and Item S3 (migration process from (to) the region) is the least important factor (6.17%) in river materials mining. On the other hand, item E2 (environmental effects of river materials mining on the water environment of the river (plant and animal community)) is the most important influencing factor in river materials mining with a frequency of 23.08% and item E5 (effect of river materials mining on floodplains) with a frequency of 15 16% is the least important factor among environmental components. Based on experts' point of view, indicators such as appropriate depth of river

* Corresponding author: aliponh@yahoo.com

materials mining, distance of river materials mining from upstream and downstream structures, finding the potential of a suitable river materials mining location, estimating the annual sediment load of rivers, determining suitable river materials mining sizes according to the surplus materials of the river are the most important indicators affecting the optimal river materials mining.

Conclusion

The results of the general investigation of legal, technical, socio-economic and environmental factors indicate that the weakness of the legal components is the most effective factor in aggravating the negative consequences caused by the river materials mining. Lack of sufficient and effective supervision at the stage of issuing operating licenses, weakness in providing the infrastructure needed to enact laws and regulations, lack of price control laws and regulations are the most challenging issues among the criteria. Therefore, creating laws without parallel work, placing the regional water company in charge of all stages of issuing operating licenses, and establishing strict rules in dealing with violators and continuous monitoring of river materials mining operations can reduce the damages caused by the river materials mining in technical, socio-economic and environmental sectors also reduce.

Keywords: Abundance percentage, Bed load, Morphology, Sand mining, Sediment, Watershed

Cite this article: Zarei Ghorkhodi, A., Mirhashemi, M., Shahnazari, A., 2025. Investigating management indicators and prioritizing factors affecting the optimal river materials mining. *Water. Eng. Manag.* 17(2), 175-187.

© 2025, The Author(s). Published by Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)



بررسی شاخص‌های مدیریتی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر برداشت بهینه مصالح رودخانه‌ای

علیرضا زارعی قورخودی^۱، مریم میرهاشمی^۲ و علی شاهنظری^{۳*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، مدیریت منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

^۲ دانشجوی دکتری، آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

^۳ استاد، گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۰

چکیده مبسوط

مقدمه

برداشت بی‌رویه و غیرفنی شن و ماسه از رودخانه‌ها اثرات نامطلوب مورفولوژیکی و محیط‌زیستی زیادی را به همراه داشته است. پیامدهای منفی برداشت مصالح رودخانه‌ای تحت تأثیر عوامل مختلفی رخ می‌دهند. بررسی نظام بهره‌برداری مصالح از رودخانه نیز حاکی از وجود مشکلات متعدد در بخش‌های مختلف فنی، حقوقی، اجتماعی-اقتصادی و دیدگاه‌های محیط‌زیستی است. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای و ارائه شاخص‌های مدیریت برداشت بهینه انجام شد.

مواد و روش‌ها

حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه در این پژوهش شامل دریاچه ارومیه، سفیدرود و هراز، هراز و قره‌سو، گرگان‌رود، کرخه، کارون و سفیدرود بزرگ است. اطلاعات مورد نیاز از طریق پژوهش میدانی از نوع پیمایشی، با انجام مصاحبه‌های حضوری و استفاده از پرسشنامه، به‌دست آمده است. جامع آماری مورد مطالعه را کارشناسان، متخصصان و خبرگان شرکت‌های آب منطقه‌ای سراسر کشور تشکیل می‌دهند. ابزار پژوهش پرسشنامه‌ای بود که روایی محتوایی آن با کسب نظر متخصصان مربوط و استادان دانشگاه و اعمال اصلاحات لازم به‌دست آمده است. پایایی ابزار پژوهش از ضریب آلفای کرونباخ و نرم‌افزار SPSS استفاده شد و رقم آن معادل ۰/۸۱۱ به‌دست آمد. گویه‌های مورد بررسی در پرسشنامه در قالب سه بخش اصلی شامل ویژگی‌های رودخانه، وضعیت برداشت مصالح، ارزیابی سنج‌های فنی، حقوقی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی اثرات برداشت مصالح رودخانه‌ای و دو بخش کلی شامل شناسایی شاخص‌های اصلی برداشت بهینه مصالح رودخانه‌ای و میزان تأثیر بند "و" تبصره هشت قانون بودجه ۱۴۰۰ کل کشور در کاهش یا افزایش اثرات ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای سنجیده شد.

نتایج و بحث

بررسی عوامل فنی نشان داد که گویه‌های T3 (پایداری رودخانه، سازه‌های هیدرولیکی و طول عمر آنها) با درصد فراوانی ۱۶/۹۲ درصد و گویه T5 (تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های مجاور رودخانه) با درصد فراوانی ۴/۶۱ درصد به‌ترتیب مهم‌ترین و کم اهمیت‌ترین عامل در برداشت مصالح رودخانه‌ای هستند. در بین مؤلفه‌های

* مسئول مکاتبات: aliponh@yahoo.com

حقوقی گویه L1 (ضعف در تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز برای وضع قوانین و مقررات کنترلی) و گویه L6 (نبود زیرساخت‌های مناسب برای مدیریت بحران در مواقع ضروری) به‌ترتیب با درصد فراوانی‌های ۱۸/۶۹ و ۸/۴۶ درصد اولویت‌های اول و آخر عوامل مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج حاصل از بررسی عوامل اجتماعی-اقتصادی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای نشان داد که گویه S1 (نبود قوانین و مقررات کنترل قیمت و نوسانات قیمت مصالح رودخانه‌ای) با درصد فراوانی ۱۵/۳۸ درصد اولویت اول عوامل اجتماعی-اقتصادی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای و گویه S3 (روند مهاجرت از (به منطقه) کم اهمیت‌ترین (۶/۱۷ درصد) عامل در برداشت مصالح رودخانه‌ای است. از طرفی، گویه E2 (اثرات محیط‌زیستی برداشت مصالح رودخانه‌ای بر محیط آبی رودخانه (جامعه گیاهی و جانوری)) مهم‌ترین عامل تأثیرپذیر در برداشت مصالح رودخانه‌ای با درصد فراوانی ۲۳/۰۸ درصد و گویه E5 (تأثیر برداشت مصالح رودخانه‌ای بر سیلاب‌دشت‌ها) با درصد فراوانی ۱۶/۱۵ درصد کم‌اهمیت‌ترین عامل در بین مؤلفه‌های محیط‌زیستی است. براساس دیدگاه کارشناسان شاخص‌هایی نظیر عمق مناسب برداشت، فاصله برداشت از سازه‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه، پتانسیل‌یابی مکان مناسب برداشت، برآورد بار رسوب سالانه رودخانه‌ها، تعیین احجام مناسب برداشت متناسب با مصالح مازاد رودخانه مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر برداشت بهینه مصالح رودخانه‌ای هستند.

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی کلی عوامل حقوقی، فنی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی حاکی از آن است که ضعف در مؤلفه‌های حقوق مؤثرترین عامل در تشدید پیامدهای منفی ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای است. عدم نظارت کافی و مؤثر در مرحله صدور مجوزهای بهره‌برداری، ضعف در تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز برای وضع قوانین و مقررات، نبود قوانین و مقررات کنترل قیمت پرچالش‌ترین موضوعات در بین معیارها هستند. لذا، ایجاد قوانین بدون موازی کاری، متولی قرار دادن شرکت آب منطقه‌ای در کلیه مراحل صدور مجوزهای بهره‌برداری و ایجاد ضوابط سخت‌گیرانه در برخورد با متخلفین و نظارت دقیق و مستمر بر عملیات برداشت می‌تواند خسارات ناشی از برداشت مصالح در بخش‌های فنی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی را نیز کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: استخراج شن و ماسه، بار بستر، حوزه آبخیز، درصد فراوانی، رسوب، مورفولوژی

مقدمه

از سوی دیگر، چنانچه برداشت شن و ماسه براساس اصول فنی مناسب، از محل‌های مجاز و با مدیریت صحیح صورت گیرد، نه‌تنها تبعات فنی آن به حداقل می‌رسد، بلکه عملکرد و پایداری رودخانه نیز افزایش خواهد یافت (Li et al., 2013). اجرای طرح‌های متعدد عمرانی نظیر سدسازی، جاده‌سازی و پروژه‌های نفتی در کشور، موجب افزایش روزافزون تقاضا برای شن و ماسه شده است (Abedi et al., 2016). همچنین، صرفه‌ی اقتصادی، دسترسی آسان و کیفیت بالای مصالح رودخانه‌ای موجب بهره‌برداری بیش از ظرفیت از رسوبات رودخانه‌ها برای تأمین مصالح پروژه‌های عمرانی شده است (Ashraf et al., 2011).

رودخانه‌ها سامانه‌هایی پویا هستند که با محدوده وسیعی از تأثیرات هیدرولوژیکی و ژئومورفیکی در ارتباط بوده و تغییرپذیری زمانی و مکانی قابل‌توجهی را نشان می‌دهند (Jang et al., 2015). در روند توسعه کشورها و اجرای پروژه‌های بزرگ ملی و زیربنایی، نقش مصالح ساختمانی به‌ویژه شن و ماسه‌ی رودخانه‌ای انکارناپذیر است؛ اما برداشت بی‌رویه و بدون مطالعه، موجب بروز خسارات فراوانی در رودخانه‌ها شده است که نه‌تنها تهدیدی جدی برای محیط‌زیست گیاهی و جانوری محسوب می‌شود، بلکه تشدید وقوع سیلاب‌ها، به‌ویژه در نزدیکی شهرها را نیز به‌دنبال دارد (Kamboj et al., 2017).

مطالعه (Calle et al., 2017)، در مورد برداشت مصالح در رودخانه Rambla de la Viuda در شرق اسپانیا نشان داد که این برداشت‌ها و ناپیوستگی در آورد رسوبات موجب شکافی به عمق ۳/۵ متر در کف رودخانه شده است. این موضوع تأکید می‌کند که برداشت مصالح رودخانه‌ای آثار مخرب هیدرولیکی، محیط‌زیستی و ژئومورفولوژیکی قابل‌توجهی دارد.

(Chehrehghani et al., 2020)، در بررسی رودخانه‌ی نازلو در ارومیه اعلام کردند که گرچه برداشت شن و ماسه در فراهم‌سازی زیرساخت‌ها نقش دارد، اما پیامدهای محیط‌زیستی آن ازجمله افزایش غلظت رسوبات، فرسایش بستر و ساحل رودخانه، تخریب اجتماعات زیستی و کاهش ظرفیت خودپالایی رودخانه چشم‌گیر است.

در پژوهشی دیگر، (Agus et al., 2020) با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS نشان دادند که افزایش آب‌سستگی اطراف پایه‌های پل رودخانه باتانگ‌کالو در چین، نه فقط به‌دلیل سیلاب و افزایش سرعت جریان، بلکه به‌دلیل شیب‌بندی بستر بالادست و افزایش عمق ناشی از برداشت مصالح است. یافته‌های Shah Mozaffari and Heydari, (2023) در رودخانه قره‌چای واقع در استان مرکزی نشان داد که در بازه زمانی ۱۰ ساله، به‌طور متوسط ۱۳ سانتی‌متر فرسایش در مسیر رخ داده و برداشت مصالح در این بازه توجیه‌پذیر نبوده است. همچنین، ایجاد گودال‌هایی به طول شش کیلومتر، عرض ۵۰ متر و عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در پایین‌دست رودخانه، پس از گذشت ۱۰ سال نیز به حالت اولیه بازنگشته‌اند.

پژوهش (Hosseiny and Moradinejad, 2023)، در رودخانه شراء نشان داد که میزان فرسایش و رسوب‌گذاری در ۱/۵ کیلومتر ابتدای مسیر و یک کیلومتر انتهایی کاهش یافته و برداشت مصالح در این بازه‌ها مقرون‌به‌صرفه نیست. برداشت بی‌رویه، یکی از عوامل اصلی برهم‌زدن تعادل هیدرولیکی این رودخانه بوده است.

در مجموع، هرگونه فعالیت در رودخانه‌ها، ازجمله برداشت مصالح، نیازمند درک دقیق رفتار رودخانه و پیش‌بینی واکنش آن نسبت به این فعالیت‌هاست. اتکا به تجربیات گذشته یا دستورالعمل‌های کلی، اغلب

برخی محققان، ازجمله (Kiss et al., 2018)، رشد فزاینده پروژه‌های عمرانی، نیاز به استفاده از مصالح رودخانه‌ای برای ساخت ابنیه و راه‌ها، و سهولت برداشت این مصالح نسبت به مصالح کوهی را از عوامل اصلی برداشت بی‌رویه از بستر رودخانه‌ها معرفی کرده‌اند. اگرچه این فعالیت‌ها از نظر اقتصادی و ایجاد اشتغال، به‌ویژه در مناطق محروم، مفید هستند، اما اثرات زیانباری بر اکوسیستم رودخانه و محیط اطراف آن دارند (Javadi et al., 2019).

در دو دهه‌ی اخیر، رودخانه‌های کشور با آثار سوء بهره‌برداری غیرفنی از مصالح رودخانه‌ای مواجه شده‌اند که ازجمله می‌توان به تخریب پل‌های بزرگی همچون پل بالارود در استان خوزستان، پل قمرود در استان قم و پل تالار در استان مازندران اشاره کرد. برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه، به‌دلیل برهم‌زدن شرایط طبیعی و ایجاد تغییرات در بستر، مشکلات متعددی مانند پایین‌افتادن بستر رودخانه‌ها، فرسایش سازه‌های هیدرولیکی، فرسایش کناری، خسارت به اراضی حاشیه‌ای، تخریب دهانه‌های آب‌گیری، زهکشی اراضی کشاورزی و تغییر در زیست‌محیط گیاهی و جانوری به‌دنبال دارد (Ramachandra et al., 2021; Daneshfaraz et al., 2018).

بر اساس یافته‌های (Mahdizadeh Mahali et al., 2020)، برش کانال شایع‌ترین خسارت فیزیکی ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای است. از مهم‌ترین پیامدهای محیط‌زیستی برداشت مصالح می‌توان به اختلال در زیستگاه‌ها، تغییر در مناطق ساحلی، تغییر الگوی انتقال رسوب به پایین‌دست، برهم‌خوردن زمان تخم‌ریزی ماهی‌ها و پویایی شبکه غذایی اشاره کرد. یافته‌های (Honarbakhsh et al., 2020)، از بررسی رودخانه خشکه‌رود در شهرستان فارس (استان چهارمحال و بختیاری) نشان داد که بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۸، کف‌بری رودخانه به‌طور متوسط ۲/۰۲ متر و در بازه‌ای بین ۰/۰۵ تا چهار متر رخ داده است. این رودخانه به‌سمت تعادلی نسبی از نظر فرسایش و رسوب‌گذاری پیش می‌رود و نیازمند جلوگیری از برداشت بی‌رویه مصالح است.

طرح برداشت بهینه که همزمان پاسخگوی نیازها و محافظ منابع رودخانه‌ای باشد، تحقق می‌یابد. پژوهش حاضر در همین راستا، با شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر و ارائه شاخص‌های برداشت بهینه، در پی جبران خلأ مطالعاتی موجود و کاهش پیامدهای منفی برداشت مصالح رودخانه‌ای است.

مواد و روش‌ها

موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه: انتخاب و تعیین محدوده‌های مطالعاتی براساس شرایط توپوگرافی و هیدروژئولوژیکی به نحوی انجام گرفته که حدود آنها با مرز تقسیمات حوزه‌های آبخیز درجه دو انطباق داشته باشد.

حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه در این پژوهش شامل دریاچه ارومیه، سفیدرود و هراز، هراز و قره‌سو، کرگان‌رود، کرخه، کارون و سفیدرود بزرگ است.

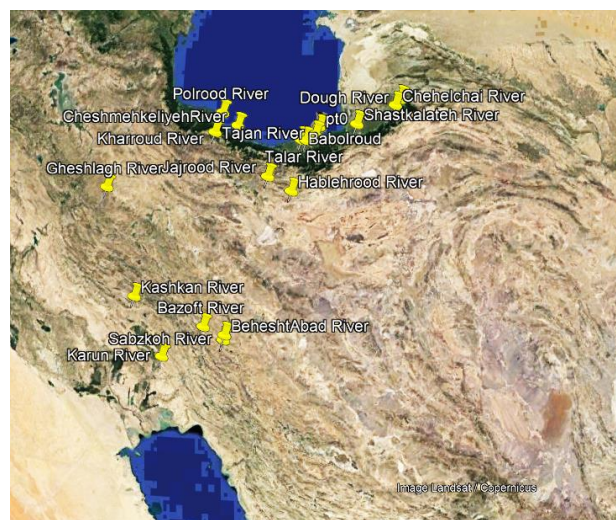
در تقسیمات دیگر منطقه مورد مطالعه می‌توان به استان‌های مورد بررسی شامل چهارمحال و بختیاری، قزوین، کردستان، گلستان، گیلان، مازندران، تهران، لرستان و خوزستان اشاره نمود. در پژوهش حاضر در مجموع ۲۴ رودخانه در کل حوزه‌های آبخیز و استان‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱). در جدول ۱، فهرست استان‌ها و رودخانه‌های مورد بررسی در هر استان ارائه شده است.

خسارت‌های جبران‌ناپذیری به دنبال دارد (Momeni et al., 2018)، زیرا هنوز ضوابط علمی دقیق در این زمینه تدوین نشده است. از سوی دیگر، قوانین فعلی در حفاظت از رودخانه‌ها کارآمد نبوده‌اند (Koehnken et al., 2020).

بنابراین، مدیریت و کاهش پیامدهای منفی ناشی از برداشت مصالح، مستلزم تدوین ضوابط فنی، حقوقی، اقتصادی و اجتماعی و ارائه شاخص‌های مؤثر برای برداشت بهینه از رودخانه‌هاست (Ahmadi et al., 2017). برداشت مصالح باید به گونه‌ای صورت گیرد که ضمن جلوگیری از آثار منفی، شرایط رودخانه را به سمت پایداری هدایت کند.

با توجه به تنوع شرایط در مناطق مختلف کشور، شناسایی و ارزیابی معیارهای مؤثر در برداشت مصالح، گامی مهم در کاهش پیامدهای منفی و هدایت آن به سوی بهره‌برداری بهینه است (Hosseinzadeh et al., 2018).

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تمرکز عمده پژوهش‌ها بر اثرات برداشت مصالح بوده و عوامل مؤثر بر بروز این اثرات کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. بنابراین، در مطالعه برداشت مصالح رودخانه‌ای، باید عوامل فنی، حقوقی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی مؤثر بر بروز و تشدید پیامدها در اولویت قرار گیرند. تنها در صورت استقرار مدیریت پایدار، با در نظر گرفتن تمامی این اصول، می‌توان خسارات را به حداقل رساند. این مهم از طریق طراحی و اجرای



شکل ۱- موقعیت رودخانه‌های مورد بررسی
Fig. 1. The location of the investigated rivers

جدول ۱- فهرست رودخانه‌های مورد بررسی در هر استان

Table 1. The list of investigated rivers in each province

Row	Provinces	Rivers
1	CharmahalVaBakhtiari	Bazoft, Mashayekh, BeheshtAbad, Sabzkoh, Karun
2	Ghazvin	Kharroud, Shahrood
3	Kordestan	Gheshlagh
4	Golestan	Khormaloo, Dough, Shastkalateh, MohammadAbad
5	Gilan	Polroud, Karganroud
6	Mazandaran	Tajan, Babolroud, Cheshmehkeliyeh, Talar, Chalakroud
7	Tehran	Jajroud, Hablehrood
8	Lorestan	Kashkan
9	Khozestan	Halayehjan

همچنین دو بخش کلی شامل شناسایی شاخص‌های اصلی برداشت بهینه مصالح رودخانه‌ای و بررسی میزان تأثیر بند "و" تبصره ۸ قانون بودجه ۱۴۰۰ کل کشور در کاهش یا افزایش اثرات ناشی از برداشت مصالح نیز در نظر گرفته شد.

بخش اول (ویژگی‌های رودخانه) شامل ۱۰ گویه، بخش دوم (وضعیت برداشت مصالح) شامل شش گویه، و بخش سوم (ارزیابی اثرات برداشت) با ۵۰ گویه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری دیدگاه پاسخ‌گویان، از مقیاس لیکرت پنج‌گزینه‌ای استفاده شد که شامل گزینه‌های خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم بود (جدول ۳).

پرسشنامه‌ها توسط جمعی از اساتید و صاحب‌نظران بررسی و روایی آنها تأیید شد. برای بررسی پایایی ابزار پژوهش نیز از ضریب آلفای کرونباخ و نرم‌افزار SPSS استفاده شد که مقدار آن ۰/۸۱۱ به‌دست آمد؛ این مقدار نشان‌دهنده پایایی مناسب ابزار پژوهش برای گردآوری اطلاعات است (جدول ۲).

پس از اطمینان از پایایی پرسشنامه و پایان مرحله میدانی، کلیه پرسشنامه‌ها بازبینی نهایی شدند. پاسخ‌های گویه‌ها پس از کدگذاری، استخراج شدند. در مجموع، ۱۳۰ پرسشنامه توزیع و تکمیل شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، با استفاده از ابزارهای آمار توصیفی مانند درصد فراوانی، داده‌ها پردازش شدند.

در این بخش، درصد فراوانی براساس نسبت تعداد کارشناسانی که در مورد بیشترین تأثیرگذاری یک گویه اتفاق نظر داشتند به کل پرسشنامه‌ها محاسبه شد. سپس براساس این نتایج، مؤلفه‌های حقوقی، فنی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی اولویت‌بندی شدند (جدول ۴).

پژوهش حاضر از لحاظ ماهیت، از نوع تحقیقات توصیفی-تحلیلی، از نظر هدف، کاربردی، و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، میدانی محسوب می‌شود. در آغاز پژوهش و پس از بررسی نظام‌مند ادبیات نظری و مصاحبه با برخی صاحب‌نظران، ابزار پژوهش یعنی پرسشنامه طراحی شد و برای گردآوری اطلاعات مورد نیاز، از شیوه مصاحبه حضوری استفاده شد. پرسشنامه تهیه‌شده در این پژوهش (به تفکیک مهم‌ترین رودخانه‌های هر استان از منظر برداشت شن و ماسه)، برای تعیین اندازه و شدت آسیب‌ها و نیز بررسی تأثیر زیرساخت‌های حقوقی، فنی، اجتماعی و محیط‌زیستی مؤثر بر برداشت مصالح طراحی شده است.

شایان ذکر است که پرسشنامه دو دیدگاه را مدنظر داشته است: نخست، بررسی بایدها و پیامدهای مثبت برداشت مصالح رودخانه‌ای، و دوم، شناسایی پیامدهای منفی برداشت بی‌رویه. با تلفیق دستاوردهای حاصل از تجزیه و تحلیل این پرسشنامه با سایر اطلاعات، شاخص‌های اصلی برداشت بهینه شناسایی و اولویت‌بندی می‌شوند.

جامعه آماری مورد مطالعه را کارشناسان، متخصصان و خبرگان شرکت‌های آب منطقه‌ای سراسر کشور تشکیل می‌دهند. در تعیین افراد مورد مطالعه، آن دسته از کارشناسان مدنظر بوده‌اند که در زمینه برداشت مصالح رودخانه‌ای، پیامدهای ناشی از آن و معیارهای مؤثر در صدور مجوزها و بهره‌برداری‌ها اطلاعات کافی داشته و صاحب‌نظر باشند.

گویه‌های پرسشنامه در سه بخش اصلی ۱. ویژگی‌های رودخانه، ۲. وضعیت برداشت مصالح و ۳. ارزیابی سنجه‌های فنی، حقوقی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی، طراحی شدند.

جدول ۲- تفسیر ضریب آلفای کرونباخ (Chehreghani and Hosseinzadeh, 2020)

Table 2. Interpretation of Cronbakh's alpha coefficient (Chehreghani and Hosseinzadeh, 2020)

Row	Reliability level	Calculated alpha coefficient
1	Excellent	>0.9
2	Good	0.8-0.9
3	acceptable	0.7-0.79
4	medium	0.6-0.69
5	poor	0.5-0.59
6	Unacceptable	0.59>

جدول ۳- مقیاس پنج گزینه‌ای لیکرت (Chehreghani and Hosseinzadeh, 2020)

Table 3. 5-option Likert scale (Chehreghani and Hosseinzadeh, 2020)

Very high	High	Medium	Little	Very little
5	4	3	2	1

جدول ۴- مهم‌ترین عوامل فنی، حقوقی، اجتماعی و محیط‌زیستی مورد ارزیابی در پژوهش

Table 4. The most important technical, legal, social and environmental factors evaluated in the research

Legal criteria	Technical criteria
1) Weakness in providing the infrastructure needed to establish control laws and regulations (L1) 2) The non-uniformity of the laws established for river materials in the two sectors of mines and rivers (L2) 3) Inconsistency between the relevant institutions to solve the problems of issuing exploitation licenses (L3) 4) The influence of unrelated or mosaic government institutions (L4) 5) A suitable infrastructure for guaranteeing the implementation of the terms of the agreement (L5) 6) Lack of proper infrastructure for crisis management in times of need (L6) 7) The need to have comprehensive guidelines for River materials mining (L7) 8) Adequate and effective supervision in the stage of issuing exploitation licenses and the stage of River materials mining operations (L8)	1) The relative effect of River materials mining on the geomorphological, hydraulic, and dynamic characteristics of the river (T1) 2) Change in slope, roughness coefficient, sediment load transport pattern and bed particle granularity, displacement of pits and ponds due to the River materials mining (T2) 3) The effect of River materials mining on river stability, hydraulic structures and their lifespan (T3) 4) The relative effect of River materials mining on discharge and flood damage rate (T4) 5) The effect of River materials mining on changes in the level of underground water in the aquifers near the river (T5) 6) The effect of River materials mining time, River materials mining interval and River materials mining type (T6) 7) The effect of the lack of a comprehensive database (T7) 8) The effect of receiving technical advice and conducting basic and feasibility studies on perception (T8) 9) The impact of expert labor in the River materials mining department (T9)
Environmental criteria	Social-Economic criteria
1) Environmental effects of River materials mining on the dry environment of the river (noise pollution, oil pollution, dust) (E1) 2) Environmental effects of River materials mining on the water environment of the river (plant and animal community) (E2) 3) Effects of River materials mining on river water quality (E3) 4) The impact of River materials mining on soil erosion (E4) 5) The impact of River materials mining on floodplains (E5)	1) Lack of laws and regulations to control the price and price fluctuations of river materials (S1) 2) Increase in water treatment costs (S2) 3) The effect of River materials mining on the process of migration from (to) the region (S3) 4) The cost of rebuilding the destroyed structures of the river basin (S4) 5) Maintenance costs of river structures (S5) 6) Impact on agricultural lands, residential houses and historical monuments along the river (S6) 7) The impact of River materials mining on crops, economic activities, activities of fishing units and job opportunities in the region (S7) 8) The effect of public education regarding the River materials mining (S8) 9) The effect of social tensions caused by the River materials mining (S9)

نتایج و بحث

در این بخش، نتایج حاصل از تحلیل پرسشنامه‌ها تشریح می‌شود. در بخش اول، ویژگی‌های رودخانه‌های

مورد مطالعه، وضعیت برداشت مصالح و تأثیرات آن بر رودخانه‌ها از دیدگاه کارشناسان مورد تحلیل قرار گرفته است. در بخش دوم، معیارهای حقوقی، فنی،

برای ارزیابی بهتر اثرات برداشت مصالح بر رودخانه‌ها، بازدیدهای میدانی نیز انجام شد. در این بازدیدها، تأثیرات برداشت مصالح بر رودخانه‌هایی نظیر کرگان‌رود، دوغ و چالکروود مورد بررسی قرار گرفت (شکل‌های ۲ تا ۴).



شکل ۲- آبستگي بستر رودخانه دوغ
Fig. 2. Scouring of Dough River bed



شکل ۳- نمایی از برداشت غیرمجاز شن و ماسه در رودخانه چالکروود

Fig. 3. A view of the illegal harvesting of sand in Chalakroud River



شکل ۴- نمایی از عریض شدن رودخانه کرگانرود
Fig. 4. A view of the widening of Kerganroud River

اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی که بیشترین میزان تأثیر را بر برداشت مصالح داشته‌اند، اولویت‌بندی می‌شوند.

نتایج ارزیابی وضعیت برداشت مصالح از

رودخانه‌های مورد مطالعه: موارد ارائه‌شده در این بخش براساس بررسی شرایط عمومی رودخانه‌ها از دیدگاه کارشناسان و صرفاً برای شناخت اولیه از رودخانه‌های هر حوضه بیان شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در حوضه‌های دریاچه ارومیه، کارون و کرخه، رودخانه‌ها عمدتاً پیچان‌رودی، رسوب‌گذار، جوان و بالغ، با جریان دائمی و بستر آبرفتی هستند. فرایند فرسایش در این حوضه‌ها به صورت فرسایش عمومی و موضعی در بازه‌های بالادستی رودخانه‌ها رخ می‌دهد. به هم‌ریختگی بستر و انحراف جریان رودخانه به کناره‌ها، که موجب فرسایش و تخریب کناره‌ها و آسیب به سازه‌های هیدرولیکی می‌شود، از مهم‌ترین پیامدهای منفی برداشت مصالح بوده است. افزایش ضریب آب‌گذری نیز به عنوان یکی از پیامدهای مثبت برداشت مصالح در این حوضه‌ها شناخته شده است.

در حوضه‌های سفیدرود و هراز، هراز و قره‌سو، کرگان‌رود و سفیدرود بزرگ، رودخانه‌ها غالباً مستقیم، فرسایشی، جوان و بالغ، با جریان دائمی، بستر آبرفتی و شریانی هستند. فرسایش کناره و بستر رودخانه، شکل غالب فرایند فرسایش در این حوضه‌ها است. تخریب سازه‌های هیدرولیکی، کف‌کنی بستر، تغییر در ریخت‌شناسی رودخانه و تغییر رژیم جریان از پیامدهای منفی برداشت مصالح در این مناطق به شمار می‌روند. با توجه به شرایط اقلیمی این حوضه‌ها و سیل‌خیز بودن آنها، افزایش ظرفیت آب‌گذری رودخانه یکی از پیامدهای مثبت برداشت مصالح معرفی شده است.

به طور کلی، برداشت بی‌رویه و غیراصولی مصالح در حوضه‌های مورد بررسی منجر به خسارات جبران‌ناپذیری در رودخانه‌ها شده است؛ به گونه‌ای که در بسیاری از این رودخانه‌ها شکل رودخانه و رژیم جریان آن تغییر یافته است. این امر در زمان وقوع سیلاب منجر به تخریب دیواره‌ها و خسارت به اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه و اماکن مسکونی و تاریخی می‌شود.

نتایج حاصل از بررسی عوامل فنی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای: بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۵، گویه‌های T3 (پایداری رودخانه، سازه‌های هیدرولیکی و طول عمر آنها)، T1 (ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی، هیدرولیکی و پویایی رودخانه)، T7 (نبود بانک اطلاعاتی جامع) و T9 (نیروی کار متخصص در بخش نظارت بر برداشت) به ترتیب با درصد فراوانی‌های ۱۶/۹۲، ۱۵/۳۸، ۱۳/۸۴ و ۱۳/۱۲ درصد، اولویت‌های اول تا چهارم را به عنوان مؤثرترین عوامل فنی در برداشت مصالح رودخانه‌ای به خود اختصاص داده‌اند.

در میان عوامل مورد بررسی، گویه T5 (تغییرات

تراز سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های مجاور رودخانه) با درصد فراوانی ۴/۶۱ درصد، کم‌اهمیت‌ترین عامل در برداشت مصالح رودخانه‌ای محسوب می‌شود.

بررسی عوامل فنی نشان می‌دهد، ضعف در این بخش منجر به خسارات جبران‌ناپذیری به رودخانه می‌شود. این ضعف‌ها از یک سو ناشی از عدم وجود اطلاعات جامع درباره شرایط رودخانه و از سوی دیگر ضعف در سیستم نظارت بر عملیات برداشت مصالح است. بنابراین، ایجاد بانک اطلاعاتی جامع و بهره‌گیری از سیستم‌های نوین نظارتی در تمامی مراحل طرح برداشت مصالح رودخانه‌ای می‌تواند موجب کاهش پیامدهای منفی و بهبود وضعیت رودخانه شود.

جدول ۵- اولویت‌بندی عوامل فنی مؤثر در برداشت مصالح رودخانه‌ای

Table 5. Prioritization of effective technical factors in river materials mining

Object	Code	Affluence	Frequency	Preference
The effect of River materials mining on river stability, hydraulic structures and their lifespan	T3	22	16.92	1
The relative effect of River materials mining on the geomorphological, hydraulic, and dynamic characteristics of the river	T1	20	15.38	2
The effect of the lack of a comprehensive database	T7	18	13.84	3
The impact of expert labor in the River materials mining department	T9	17	13.12	4
The effect of River materials mining time, River materials mining interval and River materials mining type	T6	14	10.76	5
Change in slope, roughness coefficient, sediment load transport pattern and bed particle granularity, displacement of pits and ponds due to the River materials mining	T2	14	10.76	6
The effect of receiving technical advice and conducting basic and feasibility studies on perception	T8	10	7.69	7
The relative effect of River materials mining on discharge and flood damage rate	T4	9	6.92	8
The effect of River materials mining on changes in the level of underground water in the aquifers near the river	T5	6	4.61	9
Total		130	100	

نتایج حاصل از بررسی عوامل حقوقی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای: نتایج حاصل از بررسی عوامل حقوقی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای در جدول ۶، ارائه شده است. در بین مؤلفه‌های بررسی‌شده، گویه L1 (ضعف در تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز برای وضع قوانین و مقررات کنترلی) و گویه L6 (نبود زیرساخت‌های مناسب برای مدیریت بحران در مواقع ضروری)، به ترتیب با درصد فراوانی‌های ۱۸/۶۹ و ۸/۴۶ درصد، اولویت‌های اول و آخر عوامل حقوقی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند.

از دیگر عوامل مهم، گویه‌های L2 (یکسان نبودن قوانین وضع‌شده برای مصالح رودخانه‌ای در دو بخش

معادن و رودخانه) با ۱۵/۳۸ درصد و L8 (نظارت کافی و مؤثر در مرحله‌ی صدور مجوزهای بهره‌برداری و مرحله عملیات برداشت) با ۱۳/۸۴ درصد هستند.

بر اساس نتایج، ضعف در قوانین و مقررات مهم‌ترین عامل حقوقی مؤثر در برداشت مصالح رودخانه‌ای است. این مسأله، ضرورت تدوین قوانین جدید، یکپارچه و سخت‌گیرانه را بیش از پیش آشکار می‌سازد. همچنین، هماهنگی و یکسان‌سازی قوانین میان ارگان‌های مرتبط با برداشت مصالح رودخانه‌ای می‌تواند بخشی از چالش‌های حقوقی موجود را برطرف کند.

جدول ۶- اولویت‌بندی عوامل حقوقی مؤثر در برداشت مصالح رودخانه‌ای

Table 6. Classification of legal factors in River materials mining from the river tissue

Object	Code	Affluence	Frequency	Preference
Weakness in providing the infrastructure needed to establish control laws and regulations	L1	23	18.69	1
The non-uniformity of the laws established for river materials in the two sectors of mines and rivers	L2	19	16.79	2
Adequate and effective supervision in the stage of issuing exploitation licenses and the stage of River materials mining operations	L8	18	13.94	3
Inconsistency between the relevant institutions to solve the problems of issuing exploitation licenses	L3	16	12.40	4
The influence of unrelated or mosaic government institutions	L4	15	11.63	5
A suitable infrastructure for guaranteeing the implementation of the terms of the agreement	L5	14	10.76	6
The need to have comprehensive guidelines for River materials mining	L7	12	9.33	7
Lack of proper infrastructure for crisis management in times of need	L6	11	8.46	8
Total		130	100	

نتایج حاصل از بررسی عوامل اجتماعی-

اقتصادی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای: بر

اساس نتایج حاصل از بررسی عوامل اجتماعی-

اقتصادی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای (جدول

۷)، گویه S1 (نبود قوانین و مقررات برای کنترل

قیمت و نوسانات قیمت مصالح رودخانه‌ای) با درصد

فراوانی ۱۵/۳۸ درصد، اولویت اول را در بین عوامل

اجتماعی-اقتصادی به خود اختصاص داده است. در

میان مؤلفه‌های مورد بررسی، گویه S3 (روند مهاجرت

از/به منطقه) با ۶/۱۷ درصد به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین

عامل در برداشت مصالح رودخانه‌ای شناخته شده

است.

از دیگر عوامل مهم (اولویت‌های دوم تا چهارم)

می‌توان به گویه‌های S4، هزینه‌ی بازسازی سازه‌های

تخریب‌شده در حوضه رودخانه (۱۴/۶۱ درصد)، S6،

اثرگذاری بر زمین‌های زراعی، منازل مسکونی و بناهای تاریخی حاشیه رودخانه (۱۳/۰۷ درصد)، S7، میزان تأثیر برداشت مصالح بر محصولات زراعی، فعالیت‌های اقتصادی، واحدهای شیلاتی و فرصت‌های شغلی منطقه (۱۲/۳۰ درصد)، اشاره کرد.

بررسی عوامل اجتماعی-اقتصادی نشان می‌دهد که برداشت غیراصولی مصالح موجب دگرگونی وضعیت اقتصادی منطقه می‌شود. در بسیاری از مناطق کشور، کشاورزی تنها منبع درآمد ساکنان حاشیه رودخانه‌ها است و برداشت‌های غیراصولی موجب کاهش شدید درآمد کشاورزان به‌دلیل تخریب اراضی، کاهش تولید محصولات زراعی، آسیب به فعالیت‌های شیلاتی و زیرساخت‌های اقتصادی منطقه شده است. این موضوع، لزوم نظارت دقیق و مؤثر بر عملیات برداشت مصالح رودخانه‌ای را دوچندان می‌کند.

جدول ۷- اولویت‌بندی عوامل اجتماعی-اقتصادی مؤثر در برداشت مصالح رودخانه‌ای

Table 7. Prioritization of socio-economic factors effective in River materials mining

Object	Code	Affluence	Frequency	Preference
Lack of laws and regulations to control the price and price fluctuations of river materials	S1	20	15.38	1
The cost of rebuilding the destroyed structures of the river basin	S4	19	14.61	2
Impact on agricultural lands, residential houses and historical monuments along the river	S6	17	13.07	3
The impact of River materials mining on crops, economic activities, activities of fishing units and job opportunities in the region	S7	16	12.30	4
Increase in water treatment costs	S2	15	11.53	5
Maintenance costs of river structures	S5	13	10	6
The effect of social tensions caused by the River materials mining	S9	12	9.24	7
The effect of public education regarding the River materials mining	S8	10	7.69	8
The effect of River materials mining on the process of migration from (to) the region	S3	8	6.17	9
Total		130	100	

نتایج حاصل از بررسی عوامل محیط‌زیستی مؤثر

بر برداشت مصالح رودخانه‌ای: نتایج بررسی عوامل محیط‌زیستی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای در جدول ۸، ارائه شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، گویه E2 (اثرات محیط‌زیستی برداشت مصالح بر محیط آبی رودخانه شامل جامعه گیاهی و جانوری) با درصد فراوانی ۲۳/۰۸ درصد، به‌عنوان مهم‌ترین عامل محیط‌زیستی تأثیرپذیر از برداشت مصالح شناسایی شده است. در مقابل، گویه E5 (تأثیر برداشت مصالح بر سیلاب‌دشت‌ها) با درصد فراوانی ۱۶/۱۵ درصد، کم‌اهمیت‌ترین عامل در میان مؤلفه‌های محیط‌زیستی محسوب می‌شود.

آسیب‌پذیرترین بخش محیط‌زیستی در نتیجه برداشت مصالح رودخانه‌ای، جوامع گیاهی و جانوری هستند. در بسیاری از مناطق، شرایط ایجادشده در اثر برداشت مصالح منجر به تخریب زیستگاه‌ها و از بین رفتن گونه‌های منحصر به فرد گیاهی و جانوری می‌شود که اغلب غیرقابل جبران‌اند.

انجام مطالعات محیط‌زیستی در مرحله طراحی و پیش از آغاز عملیات برداشت می‌تواند دامنه پیامدهای منفی را بر زیست‌بوم رودخانه به حداقل برساند. به‌طور کلی، الزام به انجام مطالعات محیط‌زیستی باید به‌عنوان یکی از تعهدات اصلی در زمان صدور مجوزهای بهره‌برداری از مصالح رودخانه‌ای گنجانده شود.

جدول ۸- اولویت‌بندی عوامل محیط‌زیستی مؤثر در برداشت مصالح رودخانه‌ای

Table 8. Prioritization of environmental factors effective in river materials mining

Object	Code	Affluence	Frequency	Preference
Environmental effects of River materials mining on the water environment of the river (plant and animal community)	E2	30	23.08	1
Environmental effects of River materials mining on the dry environment of the river (noise pollution, oil pollution, dust)	E1	25	19.23	2
Effects of River materials mining on river water quality	E3	27	20.77	3
The impact of River materials mining on soil erosion	E4	27	20.77	3
The impact of River materials mining on floodplains	E5	21	16.15	4
Total		130	100	

نتایج بررسی کلی عوامل حقوقی، فنی،

اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای: بر اساس نتایج ارائه‌شده در شکل ۵، معیارهای حقوقی با درصد فراوانی ۳۰/۴۴ درصد، بیشترین میزان تأثیر را بر برداشت مصالح از حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه داشته‌اند. مهم‌ترین چالش‌های این حوزه شامل نبود نظارت کافی و مؤثر در مراحل صدور مجوز بهره‌برداری و اجرای عملیات برداشت، و همچنین ضعف در زیرساخت‌های قانون‌گذاری و کنترلی است.

پس از آن، مؤلفه‌های فنی با ۲۶/۵۳ درصد در اولویت دوم قرار دارند. معیارهای محیط‌زیستی با ۲۳/۳۱ درصد و اجتماعی-اقتصادی با ۱۹/۷۲ درصد نیز به‌ترتیب در رتبه‌های سوم و چهارم از نظر تأثیرگذاری بر برداشت مصالح قرار گرفته‌اند.

در بخش اقتصادی، نبود قوانین و مقررات برای کنترل قیمت و نوسانات قیمت مصالح رودخانه‌ای یکی از مهم‌ترین چالش‌ها شناخته شده است.

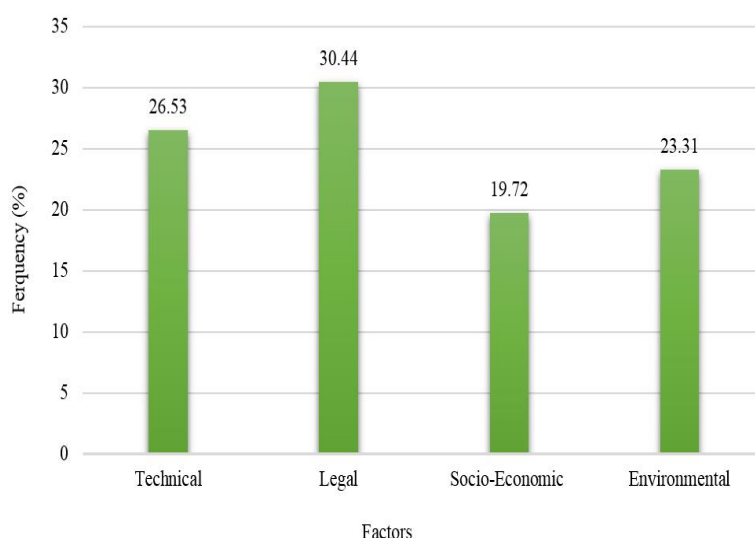
با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از خسارات ناشی از برداشت مصالح به‌دلیل ضعف در نظام حقوقی و اجرایی رخ می‌دهد، پیشنهاد می‌شود، قوانین جامع و بدون موازی‌کاری تدوین شود. شرکت آب منطقه‌ای به‌عنوان متولی اصلی صدور مجوز بهره‌برداری و نظارت در تمام مراحل معرفی شود. ضوابط سخت‌گیرانه‌تری برای برخورد با متخلفان تدوین شود و نظارت دقیق، مستمر و سیستمی بر کل فرایند برداشت اعمال شود. اجرای این موارد می‌تواند منجر به کاهش خسارات در بخش‌های فنی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی نیز شود.

معرفی شاخص‌های مؤثر بر برداشت بهینه

مصالح: شاخص‌های مطرح شده در این بخش براساس دیدگاه کارشناسان و مطابق با دستورالعمل برداشت

برداشت از سازه‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه، پتانسیل‌یابی مکان مناسب برداشت، برآورد بار رسوب سالانه رودخانه‌ها، تعیین احجام مناسب برداشت متناسب با مصالح مازاد رودخانه، تعیین دوره‌های مناسب برداشت مصالح و انجام مطالعات پایه محیط‌زیستی، هیدرولیکی، ریخت‌شناسی و رسوب می‌توانند بیشترین میزان تأثیر را در برداشت بهینه مصالح رودخانه‌ای داشته باشند.

مصالح رودخانه‌ای که توسط دفتر استانداردها و ضوابط وزارت نیرو تهیه شده است عنوان شده‌اند و اولویت‌بندی صورت نگرفته است چراکه برای هر رودخانه و هر حوزه شاخص‌ها متفاوت است. بنابراین در این بخش شاخص‌هایی مطرح شده است که از دیدگاه کارشناسان تأثیر بیشتری بر برداشت بهینه دارند. براساس نظرات کارشناسان مهندسی رودخانه‌ها، شاخص‌هایی نظیر عمق مناسب برداشت، فاصله



شکل ۵- نتایج بررسی کلی عوامل حقوقی، فنی، اجتماعی-اقتصادی و محیط‌زیستی مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای
Fig. 5. The results of the general investigation of legal, technical, socio-economic and environmental factors affecting the river materials mining

برداشت مصالح و بهبود شرایط رودخانه‌ها در پی داشته باشد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر برداشت مصالح رودخانه‌ای و ارائه شاخص‌های مدیریت برداشت بهینه، در حوزه‌های مختلف کشور شامل دریاچه ارومیه، سفیدرود و هراز، هراز و قره‌سو، کرگان‌رود، کرخه، کارون و سفیدرود بزرگ انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل دیدگاه کارشناسان نشان داد که برداشت‌های غیرمجاز و غیراصولی از رودخانه‌ها و پیامدهای منفی ناشی از آن، بیش از همه تحت تأثیر ضعف در زیرساخت‌های حقوقی است. از مهم‌ترین این ضعف‌ها می‌توان به نبود نظارت کافی در مراحل صدور مجوز بهره‌برداری و اجرای عملیات برداشت، نبود هماهنگی میان نهادهای

میزان تأثیر بند "و" تبصره هشت قانون بودجه ۱۴۰۰ کل کشور در کاهش یا افزایش اثرات ناشی از برداشت مصالح رودخانه‌ای: بررسی دیدگاه کارشناسان در استان‌های مختلف در خصوص اجرای بند "و" تبصره هشت بیانگر این مهم بود که اجرای این بند در مناطقی که فاقد منابع جایگزین باشند، مؤثر واقع نمی‌شود. از طرفی، اجرای این بند در دیگر مناطق نیز مستلزم نظارت مستمر بر کلیه مراحل صدور مجوزها، عملیات برداشت و هماهنگی نهادهای ذی‌ربط است. اکثر کارشناسان براین باورند که موفقیت در اجرای این بند نیازمند در نظر گرفتن طرح ساماندهی رودخانه به موازات طرح برداشت مصالح از رودخانه است.

به‌طور کلی، می‌توان بیان نمود در صورتی که کلیه مفاد این تبصره اجرا و نهادهای ذی‌ربط همکاری‌های لازم را به‌عمل آورند، می‌تواند تأثیرات مثبتی را در

مراحل، انجام مطالعات پایه محیط‌زیستی، هیدرولیکی، ریخت‌شناسی، اصلاح قوانین و تشدید مجازات متخلفان، استفاده از ظرفیت‌های بومی برای پایش و کنترل، تشکیل کارگروه‌های تخصصی برای طراحی و نظارت بر برداشت، به‌کارگیری مدل‌سازی‌های نوین برای تعیین عمق، حجم و فاصله برداشت، اجرای نقشه‌برداری‌های قبل و بعد از برداشت، برآورد دقیق بار رسوب سالانه و ارزیابی تغییرات شیب رودخانه قبل و بعد از برداشت.

تشکر و قدردانی

این پژوهش در قالب یک پروژه تحقیقات ملی و با همکاری شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران، طبق قرارداد شماره ۹۶/۱۰۰/۱۰۵۴ مورخ ۱۳۹۹/۰۴/۲۵ با عنوان "ارزیابی جامع اثرات برداشت بی‌رویه شن و ماسه از رودخانه‌های کشور" اجرا شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند، مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خود را از شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران، سایر شرکت‌های تابعه وزارت نیرو و کارشناسانی که با ارائه تجربیات ارزنده خود در تمام مراحل اجرای پروژه مشارکت داشته‌اند، اعلام نمایند.

تعارض منافع

در این مقاله تضاد منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

مسئول، عدم یکنواختی قوانین مرتبط با معادن و رودخانه‌ها و فقدان زیرساخت‌های مناسب برای تدوین مقررات کنترلی اشاره کرد.

مقایسه چهار معیار اصلی مؤثر بر برداشت مصالح نشان داد که معیارهای حقوقی با ۳۰/۴۴ درصد در اولویت نخست، معیارهای فنی با ۲۶/۵۳ درصد در رتبه دوم، معیارهای محیط‌زیستی با ۲۳/۳۱ درصد در رتبه سوم و معیارهای اجتماعی-اقتصادی با ۱۹/۷۲ درصد در رتبه چهارم قرار دارند.

این نتایج بیانگر آن است که هیچ‌یک از عوامل به‌تنهایی بر برداشت مصالح اثرگذار نیستند، بلکه مجموعه‌ای از مؤلفه‌های فنی، حقوقی، اجتماعی و محیط‌زیستی در کنار هم پیامدهای مثبت یا منفی این فرایند را شکل می‌دهند. از این‌رو، تدوین دستورالعمل برداشت بهینه بر پایه این معیارها، به‌ویژه در مناطق مختلف کشور، ضروری است.

در کنار شناسایی شاخص‌ها، به‌روزرسانی قوانین صدور مجوزهای بهره‌برداری، الزام پیمانکاران به رعایت مفاد بند «و» تبصره ۸ قانون بودجه ۱۴۰۰ و اختصاص بخشی از درآمد فروش مصالح به ساماندهی رودخانه‌ها از دیگر راهکارهای مهم کاهش آسیب‌های برداشت محسوب می‌شود.

مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای مدیریت پایدار برداشت مصالح رودخانه‌ای شامل نظارت مستمر و دقیق بر فرایند برداشت مصالح، آموزش عمومی در خصوص پیامدهای منفی برداشت و معرفی جایگزین‌ها، بهره‌گیری از نیروهای متخصص در تمام

منابع مورد استفاده

- Abedi, T., Ganji, M., 2016. Investigating and diagnosing the factors affecting the arbitrary extraction of sand from rivers using the fuzzy Delphi approach. *Nat. Environ. (Nat. Resour. Iran)*, 69(4), 1041-1059 (in Persian).
- Ahmadi, S., and Zarei, Q., 2017. Investigating the effect of religiosity on the tendency to conserve water. *Social Development Quarterly* 11(2):196-210 (in Persian).
- Ashraf, M.A., Maah, M.J., Yusoff, I., Wajid, A., Mahmood, K., 2011. Sand mining effects, causes and concerns. A case study from Bestari Jaya, Selangor, Peninsular Malaysia. *Sci. Res. Essays* 6(6), 1216-1231.
- Calle, M., Alho, P., Benito, G., 2017. Channel dynamics and geomorphic resilience in an ephemeral mediterranean river affected by gravel mining. *Geomorphol.* 285, 333-346.
- Chehrehghani, S., Hosseinzadeh, H., 2020. Investigation of destructive effects and environmental solutions of sand and gravel extraction from Urmia Nazlouchay River. *J. Water Sustain. Develop.* 7(2), 63-72 (in Persian).

- Daneshfaraz, R., Chabokpour, J., Dasineh, M., 2019. The experimental investigation of the maximum depth and length of the created pit holes due to the bed material removal under subcritical flow condition. *J. Water Soil Conserv.* 26(1), 111-130 (in Persian).
- Honarbaksh, A., Hedayatipour, K.V., Samadi, H., 2020. Investigating the effects of sand harvesting on the hydromorphological behavior of the river channel, a case study of the Farsan river. *Quantit. Geomorphol. Res.* 9(1), 216-203 (in Persian).
- Hosseinzadeh, M.M., Shiroudeisa, N., Esmaeili, R., 2018. Adverse effects of sand harvesting on the river system, case study: Shiroud Tankaben River (Mazandaran Province). *Earth Sci. Res.* 9(2), 165-175 (in Persian).
- Jang, C., Shimizu, Y., Lee, G.H., 2015. Numerical Simulation of the Fluvial Processes in the Channels by Sediment Mining" KSCE. *J. Civil Engin.* 19(3), 771-778.
- Javadi, B., Haghi Abi, A.H., Hosseini, A.L., 2019. Hydraulic-morphological study of the effects of harvesting river materials on river bottoming and erosion (case study of Khorram Abad River). *Iran. Water Res. J.* 13(4 (35), 1-10 (in Persian).
- Kamboj, V., Kamboj, N., Sharma, S.h., 2017. Environmental impact of river bed mining- a review. *IJSRR* 7(1), 504-520 (in Persian).
- Kiss, T., Balogh, M., Fiala, K., Sipos, G., 2018. Morphology of fluvial levee series along a river under human influence Maros River Hun-gary. *Geomorphol.* 303, 309-321.
- Koehnken, L., Rintoul, M.S., Goichot, M., Tickner, D., Loftus, A.C., Acreman, M.C., 2020. Impacts of riverine sand mining on freshwater ecosystems: A review of the scientific evidence and guidance for future research *River Research and Applications* 36(3), 362-370 (in Persian).
- Li, J., Qi, M., Jin, Y., 2013. Experimental and numerical investigation of riverbed evolution in post-damaged conditions". *Proceeding of 2013 IAHR World Congress, China*
- Mahdizadeh Mahali, S.S., Ghareghi, M., Shadi Miandoab, A., 2020. Evaluation of influential indicators in order to choose suitable locations for harvesting river materials case study: Talwar River. *Watershed Engin. Manage.* 12(1), 153-165 (in Persian).
- Momeni, H., Khodarahmi, S., Kalantari, A.H., 2018. Investigating the social and cultural factors affecting the wastage of drinking water (case study: Dehhran city). *Econo. Sociol. Develop.* 7(2), 155-183 (in Persian).
- Ramachandra, T.V., Vinay, S., Chandran, M.S., 2018. Quantification of annual sediment deposits for sustainable sand management in Aghanashini River estuary. *J. Environ. Manage.* 206, 1263-1273.
- Agus, I., Alwys, M., Sadtin, D., Yolanda, N., 2020. Numerical modeling with HEC RAS and scour empiric equation to estimating scour depth on abutment (Batang Kalu River Bridge Case). *International Conference on Applied Sciences, Information and Technology, Padang, Indonesia.*
- Chehrehgani, S., Hosseinzadeh, H., Abedi, A., 2020. Investigation of destructive effects and environmental solutions of sand and gravel extraction from Urmia Nazlouchay River. *J. Water Sustain. Develop.* 7(2), 63-72 (in Persian).
- Shah Heydari, R., Mozaffari, J., 2023. Investigation of sand mining potential from the Qarechai river bed. *E.E.R.* 13(2), 161-176.
- Moradinejad, A., Hosseini A., 2023. Investigating the capacity of sand harvesting and its effect on river morphology changes (case study of the Buy River). *Sci. Water Soil* 33(2), 105-119.