پژوهشکده محیط زیست

پژوهش و فناوری محیط‌زیست

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

شاپا الکترونیکی: ۳۰۶۰-۲۶۷۶

ساماندهی رودخانه‌های شهری: ارزیابی اثرات محیط‌زیستی بر پایداری اکوسیستم، (مطالعه موردی: رودخانه گرگ‌رود)

مجتبی فرهادزاده[۱]، حیدر داودیان[۱]، سیدمحمد موسوی[۱]، راضیه شمشیرگران[۲]، پریسا ملکی[۱]✉

۱- شرکت آب منطقه ای مازندران، شرکت مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو، ایران

۲- دانشجوی دکتری مهندسی عمران- مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۱۲/۲۶

دسترسی آنلاین:
۱۴۰۴/۱۲/۲۷

کلید واژه‌ها:
چک لیست،
رودخانه گرگ‌رود،
محیط‌زیستی،
مداخلات مهندسی
رودخانه‌ای

چکیده

مطالعات محیط زیستی از ارکان کلیدی طرح‌های ساماندهی رودخانه‌ها، به‌ویژه در محدوده‌های شهری و روستایی به شمار می‌روند. این مقاله با هدف ارزیابی کمی و کیفی اثرات محیط زیستی احداث دیوار ساحلی در رودخانه گرگ‌رود، واقع در جنوب شهرستان تنکابن استان مازندران، تدوین شده‌است. در این مطالعه با بهره‌گیری از روش چک‌لیست‌های استاندارد، اثرات محیط زیستی در سه مؤلفه اصلی شامل محیط فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی، در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری بررسی شد. چک‌لیست‌ها بر اساس شاخص‌های کمی مانند شدت اثر، مدت زمان اثر، گستره مکانی و برگشت‌پذیری، تهیه شده و مجموعاً ۳ نوع چک‌لیست تکمیل شد. نتایج نشان داد در فاز ساختمانی، ۸۰ درصد اثرات منفی، مربوط به محیط فیزیکی است که همگی کوتاه‌مدت، با نحوه اثر مستقیم و برگشت‌پذیر می‌باشند. پس از پایان عملیات ساختمانی، شدت اثرات منفی به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته و اثرات مثبت آغاز می‌شود. در فاز بهره‌برداری، اثرات مثبت در محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی غالب است، به‌طوری که به ترتیب ۸۰، ۷۵ و ۶۶/۶ درصد از کل اثرات، مثبت ارزیابی شده‌اند. همچنین اغلب این اثرات دارای بازه زمانی بلندمدت هستند. در راستای کنترل اثرات منفی و ارتقاء آثار مثبت طرح، پیشنهاد می‌شود اقدامات مدیریتی و برنامه‌ریزی‌های نظارتی با شاخص‌های مشخص اجراشود. بر این اساس، انتظار می‌رود اجرای طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود، به بهبود کمی و کیفی شاخص‌های محیط زیستی منطقه منجر شود.

✉پست الکترونیکی نویسنده مسئول: P.Maleki1368@Gmail.Com

Journal of Environmental Research and Technology, 10(18)2025. 94-108

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Environmental Research institute

Online ISSN: 2676-3060

Urban River Regulation: Assessing Environmental Impacts on Ecosystem Sustainability (Case Study: Gorganrud River)

Mojtaba Farhadzadeh[1], Heydar Davoudian[1], Seyed Mohammad Mousavi[1], Raziyeh Shamshirgaran[2], Parisa Maleki[1]✉

1- Mazandaran Regional Water Company, Iran Water Resources Management Company, Ministry of Energy, Iran
2- Ph.D. Student in Civil Engineering – Water Resources Engineering and Management, University of Birjand, Birjand, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
2025/07/31
Accepted:
2026/03/17
Available online:
2026/03/18

Keywords:
Checklist,
Environmental Impact,
Gorgrud River,
River Engineering Interventions

Abstract

Environmental studies are considered key pillars of river regulation plans, especially in urban and rural areas. This paper has been prepared with the aim of quantitatively and qualitatively assessing the environmental impacts of constructing a riverbank wall on the Gorganrud River, located in the south of Tonekabon County, Mazandaran Province. In this study, using the standard checklist method, the environmental impacts were evaluated across three main components including physical, biological, and socio-economic-cultural environments during both the construction and operation phases. The checklists were developed based on quantitative indicators such as impact intensity, duration, spatial extent, and reversibility. In total, three types of checklists were completed. The results showed that, during the construction phase, 80% of the negative impacts are related to the physical environment, and that all of them are short-term, direct in their effects, and reversible. After the completion of the construction activities, the intensity of the negative impacts decreases significantly, and positive impacts begin to emerge. In the operational phase, positive impacts predominate in the physical, biological, and socio-economic and cultural environments, such that 80%, 75%, and 66.6% of the total impacts are assessed as positive, respectively. Additionally, most of these impacts are long-term. It is recommended that, to control negative impacts and enhance the positive effects of the project, management actions and monitoring plans with clear indicators be implemented. Accordingly, it is expected that the implementation of the Gorganrud River regulation plan will lead to quantitative and qualitative improvement of the region's environmental indicators.

✉ Corresponding author E-mail address: P.Maleki1368@Gmail.Com

مقدمه

رودخانه‌ها، شاهراه‌های حیاتی اکوسیستم[1]های شهری، نه تنها منبع آب و حیاتند، بلکه نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت زندگی شهرنشینان ایفا می‌کنند (شینده[2] و همکاران، ۲۰۲۳، حائری و مثنوی، ۱۴۰۲). با این حال، گسترش روزافزون شهرها به حومه و عوامل دیگر، از جمله مسائل محیط زیستی، به فضاهای طبیعی و ارزشمند شهری آسیب رسانده‌است (چن[3]، ۲۰۲۴، کوسیه[4] و همکاران، ۲۰۲۴). رودخانه‌های شهری نیز از این رفتار مستثنی نبوده و بی‌توجهی به این منابع آب سطحی در برنامه‌های توسعه شهری، آن‌ها را از مکان‌های گردشگری و تنفسی به محل تخلیه زباله و فاضلاب تبدیل کرده‌است (گوتوره[5] و همکاران، ۲۰۲۲، کارتیگیان[6]، ۲۰۲۲).

فایندلی و تیلور (فایندلی و تیلور[7]، ۲۰۰۶) در مقاله‌ای به بیان عوامل مؤثر در بهسازی رودخانه‌های شهری با تأکید بر اهمیت محیط زیست آنها پرداختند و مهم‌ترین این عوامل را ژئومورفولوژی، کیفیت آب، هیدرولوژی، اقتصاد جامعه و بوم شناختی معرفی کردند. رایس و همکاران، در پژوهشی به بیان عوامل مؤثر در بهسازی مسیل‌های شهری با تأکید بر اهمیت محیط‌زیست آنها پرداختند و مهم‌ترین این عوامل را ژئومورفولوژی، کیفیت آب، هیدرولوژی، اقتصاد جامعه و بوم شناختی معرفی کردند (رایس[8] و همکاران، ۲۰۱۰). ساماندهی رودخانه‌هایی که از محدوده شهری و روستایی عبور می‌نمایند مستلزم در نظر گرفتن ویژگی‌ها و مسائل خاص این نوع از رودخانه‌ها می‌باشد (یین[9] و همکاران، ۲۰۲۱).

در سال ۱۳۹۸، داوری و همکارانش ضمن مطالعه موردی رودخانه کر با بهره‌گیری از مدل‌سازی پویایی سامانه‌ها، نشان دادند که تأمین نیاز محیط زیستی این رودخانه نه تنها در حفظ عملکرد بوم‌شناختی آن نقش دارد، بلکه بر توازن میان توسعه اقتصادی، مصرف منابع آب و پایداری اکوسیستم‌های منطقه اثرگذار است. یافته‌های این پژوهش اهمیت رویکرد یکپارچه در مدیریت جریان‌های رودخانه‌ای، به‌ویژه در شرایط تنش آبی و سناریوهای تغییر اقلیم را برجسته ساخت (داوری و همکاران، ۱۳۹۸). لی در سال ۲۰۲۱، در مطالعه‌ای به ارزیابی پروژه ساماندهی چهار رودخانه اصلی کره جنوبی پرداخت و با تحلیل فرآیندهای ارزیابی اثرات محیط زیستی، ممیزی‌های انجام‌شده و تحلیل‌های هزینه-فایده، تصمیم‌گیری‌ها را در خصوص سازه‌های بند، مورد نقد قرار داد. نتایج نشان داد که تکیه صرف بر شاخص نیاز اکسیژن شیمیایی در تحلیل کیفی آب (شمشیرگران و همکاران، ۱۴۰۲)، منجر به بزرگ‌نمایی منافع محیط زیستی حذف بندها شده و سایر شاخص‌های مهم مانند BOD[10]، T-N[11] و T-P[12] نادیده گرفته شده‌اند. در نهایت، مطالعه بر لزوم اتخاذ رویکردی متوازن و جامع در مدیریت رودخانه‌ها که همزمان ملاحظات بوم‌شناختی و نیازهای تأمین آب را در نظر بگیرد، تأکید کرد (لی[13]، ۲۰۲۱).

مطالعه ژائو فیو و همکاران در سال ۲۰۲۱ بر ضرورت تدوین دستورالعمل‌های بین‌المللی، مشارکت جوامع محلی و به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند eDNA[14] برای بهبود برنامه‌های بازسازی رودخانه‌ها تأکید کرده است (فیو[15] و همکاران، ۲۰۲۱، شمشیرگران و همکاران، ۱۴۰۴). در همین سال، انگلند و همکاران وی به مرور و تبیین بهترین شیوه‌های علمی برای پایش و ارزیابی پاسخ‌های بوم شناختی به پروژه‌های بازسازی رودخانه‌ها پرداختند و با تأکید بر لزوم تلفیق ارزیابی‌های فیزیکی و زیستی، چارچوبی برای طراحی پایش‌های اثربخش ارائه دادند (انگلند[16] و همکاران، ۲۰۲۱).

---

[1] Ecosystem
[2] Shinde
[3] Chen
[4] Kusiyah
[5] Gotore
[6] Karthigeyan
[7] Findlay and Taylor
[8] Rice
[9] Yin
[10] Biochemical Oxygen Demand
[11] Total Nitrogen
[12] Total Phosphorus
[13] Lee
[14] environmental DNA
[15] Feio
[16] England

در سال ۲۰۲۳، کیم و همکارانش به بهبود فرآیند ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA[1]) مرتبط با نصب تأسیسات سازگار با محیط‌زیست در مناطق رودخانه‌ای پرداختند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که ارزیابی راهبردی برنامه‌های پایه رودخانه‌ای و تهیه طرح‌های کسب‌وکار دقیق‌تر پیش از ارزیابی‌های کوچک برای کاهش اثرات محیط زیستی ضروری است (کیم[2] و همکاران، ۲۰۲۳). در مطالعه‌ای بر رودخانه کرج، با بهره‌گیری از شاخص تخصصی IHG[3]، کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی این رودخانه ارزیابی شد. این شاخص بر اساس ۹ مؤلفه در سه بعد کیفیت عملکردی، کیفیت بستر و کیفیت نوار حاشیه‌ای، وضعیت فیزیکی و بوم شناختی رودخانه را در مقیاس ۱ تا ۱۰ کمی‌سازی می‌کند. نتایج نشان داد که اغلب مقاطع رودخانه دارای کیفیت پایین و مقطع ۵ به دلیل دخالت‌های شدید انسانی دارای کیفیت بسیار نامناسب است؛ به‌طوری که گسترش شهری و بهره‌برداری بی‌رویه، بیشترین تأثیر منفی را بر عملکرد طبیعی و پایداری اکوسیستم رودخانه داشته است (غفورپور عنبران و همکاران، ۱۴۰۲).

ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA) فرآیندی سیستماتیک و جهان‌شمول برای شناسایی، پیش‌بینی و پایش پروژه‌ها از مرحله امکان‌سنجی تا بهره‌برداری است که مشابه سیستم هشدار اولیه عمل می‌کند (هانا و آرنولد[4]، ۲۰۲۲). با وجود تأکید پژوهش‌های اخیر بر رویکرد یکپارچه (ژئومورفولوژیک، بوم‌شناختی، اقتصادی، اجتماعی) و فناوری‌های نوین مانند مدل‌های پویایی سامانه‌ها و eDNA، تکیه صرف بر شاخص‌های محدود کیفی آب (لی، ۲۰۲۱) یا فقدان پایش بلندمدت هدفمند (انگلند و همکاران، ۲۰۲۱) کافی نیست. با این حال، مطالعه‌ای که چک‌لیستی ترکیبی (شدت، گستره، مدت، برگشت‌پذیری) برای ارزیابی همزمان اثرات مثبت و منفی در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری پروژه‌های ساماندهی رودخانه‌های فصلی و ناپایدار مانند گرگ‌رود ارائه دهد، مشاهده نمی‌شود. لذا طراحی یک چک‌لیست بومی و قابل بازتولید برای رودخانه گرگ‌رود ضروری است. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات محیط زیستی پروژه ساماندهی رودخانه گرگ‌رود در چارچوب رویکردی سیستمی و با استفاده از روش چک‌لیست انجام گرفته است. لازم به ذکر است که داده‌ها و اطلاعات این مطالعه از نتایج مطالعات تعیین حد بستر و حریم و مرحله اول ساماندهی رودخانه‌های ولمرود، خرک‌آبرود و گرگ‌رود (مهندسین مشاور پژوهاب شرق، ۱۴۰۱) استخراج شده‌اند. این بررسی در پی آن است تا تصویری جامع از پیامدهای محیط زیستی اقدامات ساماندهی ارائه نموده و راهکارهای علمی به‌منظور سازگاری بهتر میان اهداف توسعه و حفاظت بوم شناختی عرضه کند.

مواد و روش‌ها

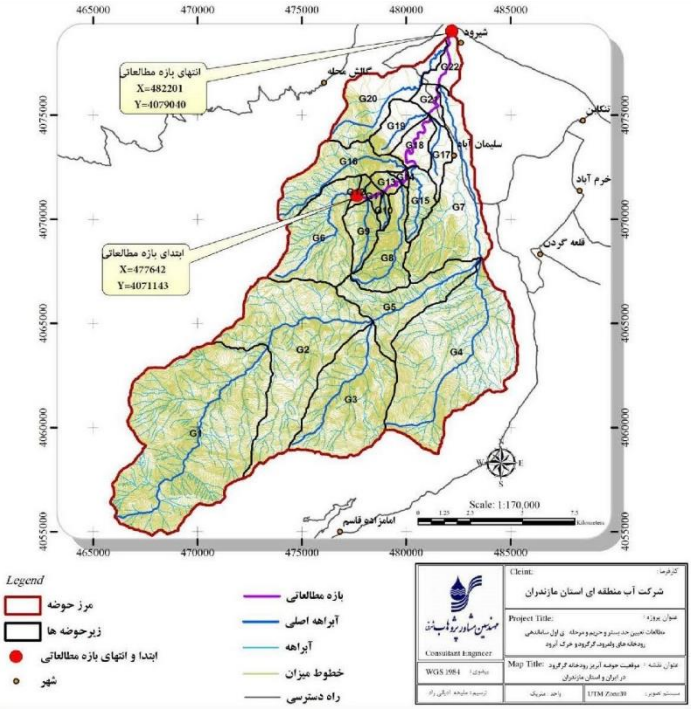
موقعیت محدوده مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه گرگ‌رود در بخش غربی استان مازندران واقع شده و شامل بخش‌هایی از دهستان گیجان (در بخش مرکزی شهرستان تنکابن) و دهستان دوهزار (در بخش خرم‌آباد همین شهرستان) است. این حوضه دارای مساحتی معادل ۲۲۲/۴۱ کیلومتر مربع بوده و از لحاظ توپوگرافی و هیدرولوژیکی، یکی از زیرحوضه‌های مهم در منطقه شمالی کشور به‌شمار می‌رود (شکل (۱)) (مهندسین مشاور پژوهاب شرق، ۱۴۰۱). جدول (۱) نیز موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در این حوضه آبریز را بر اساس مختصات UTM نمایش می‌دهد.

جدول (۱) موقعیت جغرافیایی رودخانه گرگ‌رود بر مبنای مختصات UTM

نام رودخانه	ابتدای بازه		انتهای بازه	
	X	Y	X	Y
گرگ‌رود	۴۷۷۶۴۲	۴۰۷۱۱۴۳	۴۸۲۲۰۰	۴۰۷۹۰۳۹

[1] Environmental Impact Assessment
[2] Kim
[3] Index of Hydro-Geomorphological Quality
[4] Hanna and Arnold



شکل (۱) نمایی از موقعیت محدوده مطالعاتی رودخانه گرگ‌رود (مهندسین مشاور پژوهاب شرق، ۱۴۰۱)

ارزیابی تعامل طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود با مناطق تحت مدیریت حفاظتی

براساس تحلیل‌های انجام‌شده بر روی نقشه‌های رسمی پهنه‌بندی مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست، در محدوده حوضه آبریز رودخانه گرگ‌رود، هیچ‌یک از مناطق چهارگانه تحت حفاظت شامل پارک‌های ملی، پناهگاه‌های حیات‌وحش، مناطق حفاظت‌شده و آثار طبیعی ملی واقع نشده‌اند (جدول (۲)).

جدول (۲) فاصله طرح نسبت به نزدیکترین مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست

نام زیرحوضه	مناطق تحت مدیریت	فاصله تا رودخانه (کیلومتر)	فاصله تا زیرحوضه (کیلومتر)
حوضه آبریز گرگ‌رود	منطقه‌ی شکار ممنوع مازی بن	۸	۶
	منطقه‌ی شکار ممنوع دوهزار سه هزار	۱۸	۵
	منطقه‌ی حفاظت شده بلس کوه	۱۶	۲

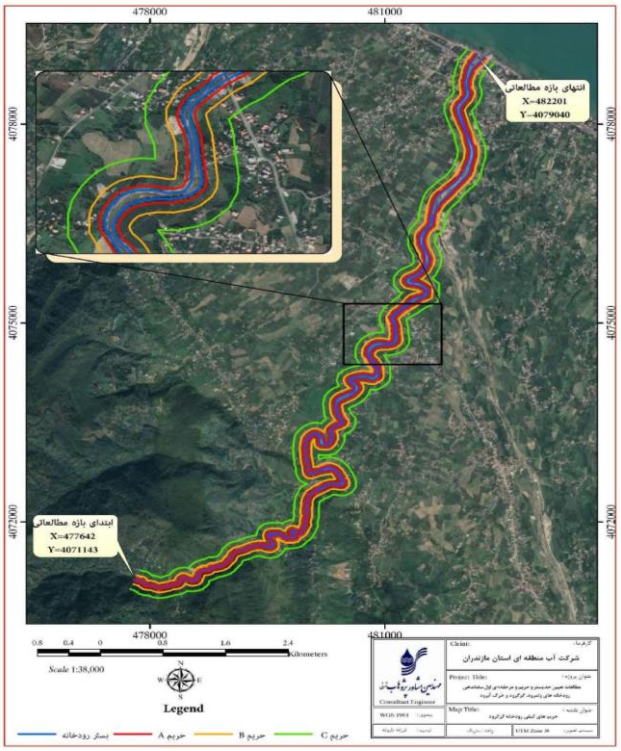
تعیین حریم کیفی رودخانه گرگ‌رود

باتوجه به ضوابط تعیین حریم کیفی رودخانه‌ها و براساس دستورالعمل‌های مرتبط با رودخانه‌هایی که در دسته غیرحفاظت‌شده قرار دارند، حریم کیفی رودخانه گرگرود بدون استفاده مستقیم برای شرب یا منابع حساس، در سه ناحیه تعریف و محاسبه می‌شود (شکل (۲)). در ناحیه اول، که به‌طور مشخص ۲۰ متر از بستر اصلی رودخانه تا انتهای پخش سیلاب را دربر می‌گیرد، حریم کیفی ثابت و برابر با ۲۰ متر لحاظ شده است. در ناحیه دوم، بر اساس رابطه (۱) که در آن برابر با ۲۰ متر (حریم ناحیه اول) و n نمایانگر رده رودخانه (در اینجا فرض شده رده ۱ باشد)، مقدار B معادل ۶۵ متر محاسبه می‌شود (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۴).

$$B = \frac{(150 - A)}{(n + 1)}$$ رابطهٔ ۱)

در نهایت، حریم کیفی ناحیه سوم با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شده که مقدار آن برای رودخانه گرگرود برابر با ۶۵ متر به دست می‌آید. بنابراین، مقادیر نهایی حریم کیفی رودخانه گرگرود در سه ناحیه به ترتیب برابر ۲۰ متر (ناحیه اول)، ۶۵ متر (ناحیه دوم) و ۶۵ متر (ناحیه سوم) است که این تعیین مرزها، بستر مناسبی برای برنامه‌ریزی‌های محیط زیستی، طراحی زیرساخت‌های شهری و کنترل توسعه‌های آینده فراهم می‌آورد (سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۹۴).

$$C = A + B - 150$$ رابطهٔ ۲)



شکل (۲) حریم کیفی رودخانه گرگ‌رود (مهندسین مشاور پژوهاب شرق، ۱۴۰۱)

روش چک‌لیست در ارزیابی آثار محیط زیستی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود

روش‌های گوناگونی جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیستی طرح‌های توسعه وجود دارد که با توجه به اهداف در نظر گرفته شده، ساختار مختلفی دارند. عمده‌ترین دلیل عدم هماهنگی در انتخاب روش یکسان ارزیابی به لحاظ تنوع طرح‌ها است که ویژگی‌های متفاوتی داشته و در موقعیت‌های جغرافیایی و محیطی مختلفی برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند (الجزیرو[1] و همکاران، ۲۰۲۳). روش‌های متداول ارزیابی آثار محیط زیستی شامل ابزارهایی نظیر ماتریس لئوپولد[2] (ولی‌زاده و حکیمیان، ۲۰۱۹)، ماتریس چندمعیاره[3] (بریلینگر[4] و همکاران، ۲۰۲۲)، تحلیل چرخه عمر[5] (لیو[6] و همکاران، ۲۰۲۵) و چک لیست (پولروآنگ[7] و همکاران، ۲۰۲۴) هستند. برای مثال، مطالعات تحلیل چرخه عمر به ویژه در ارزیابی زیرساخت‌های حمل‌ونقل یا سیاست‌های انرژی، توانسته‌اند کمی‌سازی جامع اثرات را فراهم کنند، اما معمولاً به داده‌های گسترده و تخصص بالا نیاز دارند (لیلِینستروم[8] و همکاران، ۲۰۲۲).

[1] Aljareo
[2] Leopold Matrix
[3] Multi-Criteria Evaluation (MCE)
[4] Brillinger
[5] Life Cycle Assessment (LCA)
[6] Liu
[7] Polruang
[8] Liljenström

از سوی دیگر، ماتریس‌ها به‌ویژه در شرایط اضطراری با داده‌های محدود مفید بوده‌اند، اما انعطاف‌پذیری و پوشش محیطی آن‌ها نسبتاً محدود است (عباسی و همکاران، ۲۰۲۴). به‌طورکلی روش‌های تجزیه و تحلیل آثار محیط زیستی می‌بایستی قابلیت برآورده‌سازی مقاصد و اهداف در نظر گرفته‌شده مانند به کارگیری کلیه عوامل محیط زیستی موثر در طرح، کفایت جهت انتخاب و پیشنهاد گزینه بهینه زیستی، قابلیت نمایش تعارضات و تنگناهای موجود در طرح را دارا باشند (استافورد[1] و همکاران، ۲۰۲۰، تاراشکویچ[2]، ۲۰۲۰). در مقام مقایسه، روش چک‌لیست به تازگی در پروژه‌هایی مانند تایلند برای بررسی عملکرد مشترک EIA و EHIA[3] از منظر فرآیندی، محتوایی و مشارکتی کاربرد یافته است؛ نتایج نشان داده‌اند که استفاده از چک‌لیست سبب افزایش شفافیت، مقایسه‌پذیری و بازتولیدپذیری ارزیابی‌ها می‌شود (کراسایسن[4] و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین مطالعه‌ای در هند، با استفاده از چارچوب ارزیابی Lee & Colley[5] برای ارزیابی پیش‌بینی کیفیت آلودگی هوا، نشان داده است که چک‌لیست سامان‌یافته، ابزاری قابل‌اطمینان برای شناسایی نقاط ضعف و تطبیق با استانداردهاست (رادزوان و مارتین[6]، ۲۰۲۴). با وجود تفاوت‌های جغرافیایی، این مطالعات از حیث ماهیت محلی پروژه‌ها، محدودیت داده‌های زمانی-مکانی و نیاز به شفافیت فرآیند ارزیابی با طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود مشابهت دارند. در منطقه تنکابن، تنوع بوم‌شناختی بالا، پراکندگی کاربری‌ها در حاشیه رودخانه و نبود داده‌های پیوسته کیفیت آب و رسوب، استفاده از روش‌های سنگین‌تری مانند مدل‌های چندمعیاره را با چالش مواجه می‌سازد. در چنین شرایطی، چک‌لیست به‌دلیل ساختار انعطاف‌پذیر، قابلیت امتیازدهی نیمه‌کمی و امکان ثبت نظام‌مند اثرات، تناسب بیشتری با نیازهای پروژه دارد.

در روش چک‌لیست، اثرات محیط زیستی پروژه بر اجزای مختلف محیط شامل مؤلفه‌های فیزیکی (خاک، آب، هوا، صوت)، زیستی (گیاهان، جانوران، تنوع زیستی)، اجتماعی– اقتصادی و فرهنگی در قالب جدولی نظام‌مند فهرست می‌شوند. برای هر مؤلفه، اثرات مثبت و منفی، شدت، گستره، مدت‌زمان و برگشت‌پذیری اثر مشخص می‌شود. مجموع و میانگین امتیازات، شاخص نهایی اثرات محیط زیستی را تعیین کرده و زمینه تصمیم‌گیری درباره انطباق طرح با اصول مدیریت پایدار محیط‌زیست را فراهم می‌سازد. ازاین‌رو، در ارزیابی اثرات محیط زیستی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود، با توجه به نوع اطلاعات موجود و ضرورت کمی‌سازی دقیق پیامدهای بالقوه، از روش چک‌لیست در دو فاز ساخت و بهره‌برداری پروژه بهره گرفته شده است. برای کمی‌سازی اثرات محیط زیستی، چهار شاخص «شدت اثر»، «گستره مکانی»، «مدت زمان اثر» و «برگشت‌پذیری» هر یک در دامنه عددی ۱ تا ۵ تعریف شدند. عدد ۱ نشان‌دهنده کمترین میزان (شدت ناچیز، گستره نقطه‌ای، مدت کمتر از یک سال، برگشت‌پذیری کامل خودبه‌خودی) و عدد ۵ نشان‌دهنده بیشترین میزان (شدت فاجعه‌بار، گستره منطقه‌ای، مدت دائمی بیش از ۳۰ سال، برگشت‌ناپذیری) است. برای هر مؤلفه در هر فاز (ساختمانی یا بهره‌برداری)، مقادیر این چهار شاخص براساس بررسی‌های میدانی و نظر کارشناسی تعیین شد. سپس امتیاز کل هر اثر از جمع ساده چهار شاخص به دست آمد (فرمول: امتیاز کل= شدت + گستره + مدت + برگشت‌پذیری). نمونه‌ای از ساختار چک‌لیست کمی به‌کاررفته در ارزیابی، به همراه مقادیر واقعی برای چند مؤلفه کلیدی، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول (۳) ساختار نمونه چک‌لیست مورد استفاده در ارزیابی اثرات محیط زیستی

مؤلفه	فاز	نوع اثر	شدت (۱-۵)	گستره (۱-۵)	مدت‌زمان (۱-۵)	برگشت‌پذیری (۱-۵)	امتیاز کل
کیفیت آب رودخانه	ساخت	منفی	۳	۲	۲	۲	۹
فرسایش خاک	بهره‌برداری	مثبت	۲	۳	۴	۳	۱۲
پوشش گیاهی	ساخت	منفی	۳	۲	۲	۲	۹

[1] Stafford
[2] Taraszkiewicz
[3] Environmental Health Impact Assessment
[4] Krasaesen
[5] چارچوب ارزیابی Lee & Colley (1991) یکی از روش‌های ساختاریافته و شناخته‌شده برای ارزیابی کیفیت مطالعات ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA) است.
[6] Radzuan & Martin

یافته‌های پژوهش

مطابق جدول (۴)، بیشترین میزان تأثیر در فاز ساخت مربوط به کیفیت آب رودخانه، فرسایش خاک، کیفیت و خصوصیات خاک و تراز صوتی است که با ۸۰ درصد تأثیر کوتاه مدت منفی و مستقیم ارزیابی شده‌اند. این در حالی است که در فاز بهره‌برداری تمامی مؤلفه‌ها به جز تراز صوتی، دارای اثرات بلندمدت مثبت هستند.

جدول (۴) چک لیست ارزیابی اثرات پروژه ساماندهی رودخانه گرگ‌رود بر محیط فیزیکی در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری

	اثرات	طول مدت اثر			نحوه اثر عمل			طول مدت اثر			نحوه اثر عمل		
		مثبت	منفی	کوتاه‌مدت	بلند مدت	مستقیم	غیرمستقیم	مثبت	منفی	کوتاه‌مدت	بلند مدت	مستقیم	غیرمستقیم
فاز ساختمانی	کیفیت آب رودخانه		*	*		*		*			*		*
	تغییر در مورفولوژی رودخانه							*			*	*	
	فرسایش خاک		*	*		*		*			*	*	
	کیفیت و خصوصیات خاک		*	*		*		*			*		*
	تراز صوتی		*	*		*							
	جمع	-	۴	۴	-	۴	-	۴	-	-	۴	۳	۲
	درصد	۰	۸۰	۸۰	۰	۸۰	۰	۸۰	۰	۰	۸۰	۶۰	۴۰

جدول (۵) نیز چک لیست ارزیابی اثرات پروژه ساماندهی رودخانه گرگ‌رود را بر محیط بیولوژیکی ارائه می‌دهد. در فاز ساختمانی، کلیه مؤلفه‌های زیستی شامل پوشش گیاهی، حیات وحش جانوری و اکوسیستم‌ها، هرچند با ماهیت منفی، اثرگذاری کوتاه‌مدت، مستقیم و غیر مستقیم را تجربه می‌کنند که این نشان‌دهنده تخریب و اختلال اولیه ناشی از عملیات عمرانی است. در مقابل، در فاز بهره‌برداری، اثرات بر پوشش گیاهی، حیات وحش جانوری و اکوسیستم‌ها مثبت و در بازه زمانی بلندمدت مشخص شده‌اند که این تغییر در نوع و طول مدت اثر، حاکی از یک پویایی جدید در محیط بیولوژیکی پس از استقرار طرح است.

جدول (۵) چک لیست ارزیابی اثرات پروژه ساماندهی رودخانه گرگ‌رود بر محیط بیولوژیکی در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری

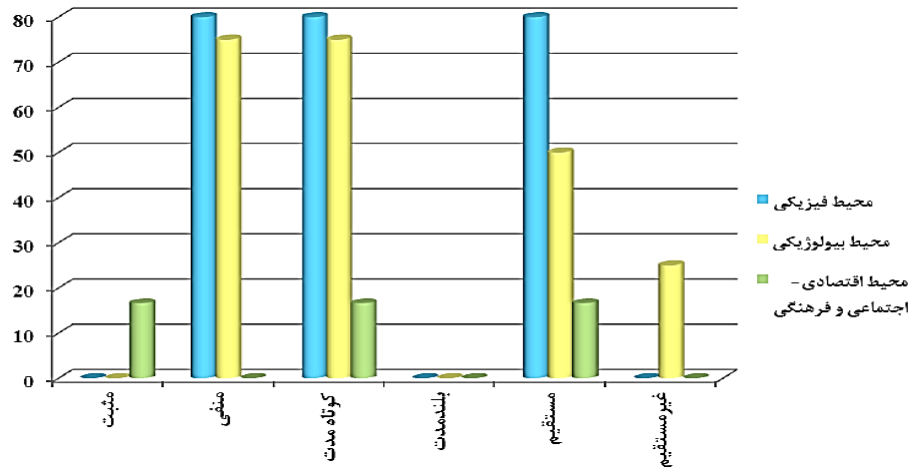
	اثرات	طول مدت اثر			نحوه اثر عمل			طول مدت اثر			نحوه اثر عمل		
		مثبت	منفی	کوتاه‌مدت	بلند مدت	مستقیم	غیرمستقیم	مثبت	منفی	کوتاه‌مدت	بلند مدت	مستقیم	غیرمستقیم
فاز ساختمانی	پوشش گیاهی		*	*		*		*			*		*
	حیات وحش جانوری		*	*		*		*			*		*
	اکوسیستم‌ها مناطق تحت مدیریت		*	*			*	*			*		*
	جمع	-	۳	۳	-	۲	۱	۳	-	-	۳	-	۳
	درصد	۰	۷۵	۷۵	۰	۵۰	۲۵	۷۵	۰	۰	۷۵	۰	۷۵

ارزیابی جامع اثرات اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی پروژه ساماندهی رودخانه گرگ‌رود در جدول (۶) تبیین شده است. در فاز ساخت‌وساز، تحلیل دقیق نشان می‌دهد که بر خلاف انتظار اولیه برای ظهور طیف وسیعی از اثرات، تنها عامل اشتغال و درآمد است که به صورت مستقیم و با افق کوتاه‌مدت، پتانسیل ایجاد تأثیرات مثبت را بروز می‌دهد. این پدیده، احتمالاً بیانگر تمرکز غالب بر جنبه‌های فنی و عملیاتی در مراحل اولیه، با غفلت نسبی از سایر ابعاد تأثیرگذاری اجتماعی و اقتصادی است.

جدول (۶) چک لیست ارزیابی اثرات پروژه ساماندهی رودخانه گرگ‌رود بر محیط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری

	اثرات	فاز ساختمانی						فاز بهره‌برداری					
		نحوه اثر عمل		طول مدت اثر				نحوه اثر عمل		طول مدت اثر			
		مثبت	منفی	کوتاه‌مدت	بلند مدت	مستقیم	غیرمستقیم	مثبت	منفی	کوتاه‌مدت	بلند مدت	مستقیم	غیرمستقیم
	اشتغال و درآمد	*		*		*		*			*		*
	تنش‌های اجتماعی							*			*		*
	فعالیت‌های کشاورزی												
	کاربری اراضی							*			*		*
	وضعیت بهداشتی							*			*		*
	آثار باستانی و میراث فرهنگی												
	جمع	۱	-	۱	-	۱	-	۴	-	-	۴	-	۴
	درصد	۱۶/۶	۰	۱۶/۶	۰	۱۶/۶	۰	۶۶/۶	۰	۰	۶۶/۶	۰	۶۶/۶

در مجموع طبق شکل (۳)، در فاز ساختمانی، اثرات منفی به شدت بر محیط فیزیکی غالب بوده (حدود ۸۰٪)، که نشان‌دهنده تخریب بالای بستر رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی در دوره ساخت است. در همین فاز، محیط اقتصادی-اجتماعی نیز تحت تأثیرات مثبت کمی قرار گرفته است (حدود ۲۰٪)، که احتمالاً ناشی از تمرکز غالب بر جنبه‌های فنی و عملیاتی است. شدت اثرات مستقیم (حدود ۸۰٪ بر محیط فیزیکی، ۵۰٪ بر محیط بیولوژیکی و ۲۰٪ بر محیط اقتصادی- اجتماعی) مؤید ماهیت تهاجمی عملیات عمرانی است، در حالی که اثرات غیرمستقیم ناچیز به نظر می‌رسند. در فاز بهره‌برداری (شکل (۴))، الگوی اثرات به طور چشمگیری تغییر می‌کند؛ به طوری که اثرات مثبت بر هر سه محیط (به ویژه محیط فیزیکی و بیولوژیکی با بیش از ۷۰٪ اثر مثبت) غالب می‌شوند. لازم به ذکر است که یافته‌های فوق مبتنی بر چک‌لیست طراحی‌شده در این مطالعه است که عمدتاً اثرات قابل‌پیش‌بینی و میان‌مدت (تا حدود ۱۵ سال) را پوشش می‌دهد. با این حال، تغییرات هیدرولوژیکی و مورفولوژیکی ناشی از ساماندهی رودخانه ممکن است در بلندمدت (بیش از ۳۰ سال) اثرات منفی پنهانی مانند اختلال در رژیم رسوب، کاهش نوسانات طبیعی بستر و افت تدریجی تنوع زیستگاه‌ها ایجاد کند. بنابراین، پایدار ماندن اثرات مثبت گزارش‌شده نیازمند پایش مستمر بوم شناختی و هیدرومورفولوژیک در دوره بهره‌برداری است.



شکل (۳) نتایج ارزیابی اثرات محیط زیستی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود بر محیط‌های تحت تأثیر در فاز ساختمانی (مهندسین مشاور پژوهاب شرق، ۱۴۰۱).

شکل (۴) نتایج ارزیابی اثرات محیط زیستی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود بر محیط‌های تحت تأثیر در فاز بهره‌برداری (مهندسین مشاور پژوهاب شرق، ۱۴۰۱).

بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه به بررسی‌های صورت گرفته توسط مهندسین مشاور پژوهاب شرق، طرح پیشنهادی جهت ساماندهی رودخانه گرگ‌رود احداث دیوار ساحلی در مسیر این رودخانه می‌باشد. احداث دیوار ساحلی در مسیر این رودخانه بر محیط فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی اقتصادی و فرهنگی اثرات مثبت و منفی دارد:

الف- اثرات بر محیط فیزیکی

اثر بر کیفیت آب رودخانه: تغییر بستر رودخانه گرگ‌رود از حالت طبیعی در حین عملیات ساختمانی باعث افزایش فرسایش خاک بستر و جداره رودخانه می‌شود. با احداث دیوار ساحلی در رودخانه گرگ‌رود از فرسایش دیواره رودخانه در مواقع سیلابی جلوگیری به عمل می آید که در صورت عدم اجرای طرح ساماندهی این فرسایش در اثر وقوع سیلاب‌ها ادامه خواهد یافت. قابل ذکر است که با ایجاد سازه دیوار ساحلی در رودخانه گرگ‌رود از فرسایش بستر و دیواره‌های رودخانه در مواقع سیلابی جلوگیری به عمل می‌آید که این عمل از کاهش کیفیت آب رودخانه گرگ‌رود جلوگیری می‌نماید. مطالعه چن و همکاران وی در سال

۲۰۲۲ نشان داد که پروژه‌های بازسازی بوم شناختی می‌توانند ظرفیت خودپالایی رودخانه را به طور قابل توجهی بهبود بخشند و منجر به افزایش اکسیژن محلول و تنوع زیستی شوند. این یافته‌ها، پتانسیل مثبت ساماندهی در بلندمدت را تأیید کردند(چن و همکاران، ۲۰۲۲). در مقابل، چن (۲۰۲۴) گزارش داد که کیفیت آب در بخش‌های بازسازی شده، مشابه یا حتی بدتر از رودخانه‌های طبیعی بوده‌است. این تناقض نشان داد که نوع طراحی، مقیاس پروژه و عوامل محیطی اطراف (مانند ورودی آلاینده‌ها از حوضه آبریز) نقش حیاتی در موفقیت یا عدم موفقیت طرح‌های ساماندهی در بهبود کیفیت آب دارند(چن، ۲۰۲۴).

تغییر در مورفولوژی رودخانه: ایجاد دیوار ساحلی سبب جلوگیری از تغییرات شدید در مورفولوژی رودخانه گرگ‌رود خواهد شد. زیرا سیلاب‌های فصلی این رودخانه به دلیل توان فرسایشی بالا سبب می‌شوند تا کناره‌های رودخانه دچار فرسایش شده و ریخت شناسی رودخانه دستخوش تغییراتی گردد. مطالعه‌ای مروری در سال ۲۰۲۲ بر اهمیت ارزیابی مورفولوژیکی در تعیین پایداری رودخانه و شناسایی پنج پارامتر کلیدی (شکل، ابعاد، بستر و الگوی کانال و نیم‌رخ ساحلی) تأکید کرد که ثبات سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این دیدگاه به طور مستقیم با پیامدهای ساماندهی گرگ‌رود و احداث دیواره‌های ساحلی هم‌خوانی دارد؛ چرا که این اقدامات به منظور کنترل سیلاب و جلوگیری از فرسایش، مستقیماً بر این پارامترهای مورفولوژیکی تأثیر گذاشته و آن‌ها را از حالت طبیعی خارج می‌کنند(هارون[1] و همکاران، ۲۰۲۲). مقاله ماندارینو (۲۰۲۲) نیز با ارائه یک تحلیل چندزمانی و چندمقیاسی از تکامل مورفولوژیکی رودخانه اربا[2]، بر تأثیرات بلندمدت و پیچیده مداخلات انسانی، به ویژه کانال‌سازی و برداشت رسوب، بر مورفولوژی رودخانه تأکید کرد. این مطالعه نشان داد که چگونه کانال‌سازی گسترده مانع از تغییرات عمده در الگوی پلان‌فرم رودخانه شده، در حالی که برداشت رسوب منجر به فرسایش عمیق بستر گردیده‌است(ماندارینو[3]، ۲۰۲۲). این یافته‌ها مستقیماً با وضعیت گرگ‌رود و احداث دیوار ساحلی قابل مقایسه است؛ چرا که این سازه‌ها نیز با هدف تثبیت بستر و کنترل سیلاب، الگوی طبیعی فرسایش و رسوب‌گذاری را تغییر داده و پتانسیل ایجاد فرسایش‌های عمقی در بلندمدت را دارند.

اثر بر فرسایش خاک: خاکبرداری‌هایی که در عملیات ساختمانی انجام می‌شود، سبب فرسایش خاک دیواره رودخانه خواهد شد که اثری موقت و کوتاه‌مدت در فاز ساختمانی این طرح می‌باشد. از طرفی در فاز بهره‌برداری، ایجاد دیوار ساحلی بر روی رودخانه گرگ‌رود سبب جلوگیری از فرسایش خاک دیواره رودخانه گرگ‌رود خواهد شد. مطالعه یانگ و همکارانش (۲۰۲۳) با تمرکز بر طراحی و سازماندهی اجرایی پروژه‌های کنترل بوم شناختی رودخانه، بر جنبه‌های مهندسی از جمله طراحی خاکریز، شیب‌بندی حفاظتی و آرایش سدها تأکید کرده‌است (یانگ[4] و همکاران، ۲۰۲۳). در مقایسه با افزایش فرسایش خاک بستر و جداره رودخانه گرگ‌رود در فاز ساخت و ساز، این مقاله به طور ضمنی بر اهمیت طراحی دقیق سازه‌ها برای به حداقل رساندن این اثرات منفی اولیه و دستیابی به اهداف بلندمدت حفاظتی تأکید ورزیده و به دنبال ارائه راهکارهای مهندسی برای مدیریت این چالش‌ها از طریق طراحی بهینه می‌باشد.

اثر بر صوت: در فاز ساختمانی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود، میزان صدا در منطقه به دلیل استفاده از ماشین آلات ساختمانی، به صورت مقطعی و کوتاه مدت افزایش می‌یابد.

ب- اثرات بر محیط بیولوژیکی

اثر بر پوشش گیاهی: به دلیل انجام عملیات خاکی و ساختمانی احداث سازه دیوار ساحلی، بخش اندکی از پوشش گیاهی حاشیه رودخانه در برخی مناطق از بین خواهد رفت. البته در صورت عدم اجرای طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود نیز به هنگام طغیان رودخانه و در هنگام وقوع سیلاب‌ها، خاک زمین‌های حاشیه رودخانه دچار فرسایش شده و در نتیجه پوشش گیاهی کنار رودخانه از بین خواهد رفت. پژوهش فوگلیاتا و همکارانش در سال ۲۰۲۱، پنج جامعه گیاهی متمایز را در رودخانه‌های بستر سنگی لمباردی شناسایی کرده و با ارائه مدل‌های نوآورانه توالی سه‌گانه، آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های رودخانه‌ای را در برابر

[1] Haron
[2] Orba
[3] Mandarino
[4] Yang

گونه‌های مهاجم آشکار می‌سازد. این پژوهش به احیای بوم شناختی رودخانه با گونه‌های بومی سریع‌رشد و کنترل بیولوژیک ترکیبی به‌منظور ایجاد رقابت مکانیکی مؤثر برای محدودسازی استقرار مهاجم‌ها تأکید دارد(فوگلیاتا[1] و همکاران، ۲۰۲۱). در واقع هر دو مطالعه بر آسیب‌پذیری پوشش گیاهی رودخانه‌ها (چه از طریق گونه‌های مهاجم و چه فعالیت‌های انسانی) و ضرورت مدیریت بوم شناختی تأکید دارند.

اثر بر حیات جانوری: به دلیل واقع شدن بازه‌ای از رودخانه گرگ‌رود (که قرار است دیوار ساحلی احداث گردد) در محدوده منطقه صنعتی، محیط برای زیست گونه‌های جانوری شاخص، نامطلوب می‌باشد. مقاله ناکس[2] و همکارانش (۲۰۲۲) نیز نشان داد که ساخت سازه‌هایی مثل دیوار ساحلی می‌تواند کارکردهای طبیعی دشت‌های سیلابی و زیستگاه‌های وابسته را مختل کند (ناکس و همکاران، ۲۰۲۲). با شروع عملیات ساختمانی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود و تردد ماشین‌آلات کارگاهی در محدوده رودخانه گرگ‌رود نیز ممکن است گونه‌های جانوری اطراف، از آن محل مهاجرت نمایند. هرچند به علت حضور گونه‌های جانوری کوچک و سازگار با محیط‌های انسانی و شرایط موجود منطقه، این احتمال کم می‌باشد. مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۲ نیز بر اهمیت پوشش‌های حاشیه‌ای و طبیعی رودخانه برای پناهگاه حیات وحش و کاهش اثرات انسانی تأکید کرد (گراتزیانو[3] و همکاران، ۲۰۲۲).

اکوسیستم: عملیات ساختمانی سبب تخریب بخشی از زیستگاه‌های جانوری حاشیه رودخانه گرگ‌رود خواهد شد و بدین ترتیب اثری منفی بر روی بخشی از اکوسیستم حاشیه این رودخانه گذاشته و موجب تخریب بخشی از آن خواهد شد. اجرای طرح‌های ساماندهی رودخانه تأثیرات قابل‌توجهی بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های رودخانه‌ای دارد. به‌عنوان نمونه، مطالعات سرا-لوبت و همکاران (۲۰۲۲) و تیمه و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که احداث دیوارهای حفاظتی و عملیات کانالیزه‌کردن رودخانه‌ها می‌تواند منجر به تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کاهش تنوع زیستی گردد. این نتایج بر اهمیت توجه به ملاحظات محیط زیستی در طراحی و اجرای چنین طرح‌هایی تأکید دارد (سرا-لوبت[4] و همکاران،۲۰۲۲، تیمه[5] و همکاران، ۲۰۲۳).

ج- اثرات بر محیط اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی

اثر بر اشتغال و درآمد: در هنگام احداث دیواره ساحلی نیاز به استفاده از نیروی کار ساده و متخصص می‌باشد که غالباً از روستاهای حاشیه رودخانه گرگ‌رود تأمین خواهد شد. ایجاد مشاغل جدید باعث افزایش سطح اشتغال و به تبع آن افزایش سطح درآمد و بهبود شرایط زندگی می‌گردد. مطالعه موردی رودخانه زرجوب رشت نیز (۱۳۹۸) با تأکید بر مؤلفه‌های محیط زیستی نشان داد که ساماندهی هدفمند رودخانه‌های شهری می‌تواند زمینه‌ساز توسعه گردشگری پایدار، ارتقاء کیفیت محیط زیست و بهبود شرایط اجتماعی-اقتصادی منطقه ازجمله افزایش اشتغال و درآمد باشد (قربان‌پور و همکاران، ۱۳۹۸).

اثر بر تنش‌های اجتماعی: در زمان وقوع سیلاب‌ها به دلیل ایجاد دیوار ساحلی بر روی رودخانه گرگ‌رود، اراضی حاشیه رودخانه گرگ‌رود تخریب نشده و در نتیجه از بروز تنش‌های اجتماعی در منطقه جلوگیری خواهد شد. مطالعه موردی رودخانه کشکان در شهرستان پلدختر (۱۴۰۲) نیز نشان داد که ساماندهی فضایی-مکانی رودخانه‌های شهری می‌تواند ضمن ارتقاء کیفیت محیط زیست و کنترل مخاطرات، بستر توسعه پایدار گردشگری و تقویت تعاملات اجتماعی را فراهم کند(جهان تیغ‌مند و همکاران، ۱۴۰۲).

اثر بر وضعیت بهداشتی منطقه: تجمع آب در گودال‌های حاشیه رودخانه شرایط زیستی را برای ناقلین بیماری‌ها فراهم می‌کند. اما با ایجاد دیوار ساحلی بر روی رودخانه گرگ‌رود، در مواقع سیلابی، آب نمی تواند وارد اراضی حاشیه رودخانه گردد. مطالعه موردی ساماندهی حاشیه رودخانه درکه (۱۴۰۱) نیز با رویکرد ارتقاء سلامت شهروندان نشان داد که شاخص‌های امنیت،

[1] Fogliata
[2] Knox
[3] Graziano
[4] Serra-Llobet
[5] Thieme

پیوستگی، سرزندگی و انعطاف‌پذیری در طراحی فضاهای اطراف رودخانه، تأثیر مستقیمی بر ارتقاء سلامت فیزیکی، روانی و اجتماعی ساکنین دارد (هنرور و طبرسا، ۱۴۰۱).

بنابراین اثر «اشتغال و درآمد» ناشی از ایجاد مشاغل جدید در حوزه نگهداری دیواره‌ها، فضای سبز و خدمات تفرجگاهی بوده و اثر «تنش‌های اجتماعی» با پیشگیری از سیل و حفظ اراضی، از بروز مهاجرت اجباری و اختلافات مالکیتی جلوگیری می‌کند. اثر «کاربری اراضی» به معنای تغییر کاربری حاشیه به فضاهای عمومی و سبز با ارزش افزوده اقتصادی است. اثر «وضعیت بهداشتی» نیز ناشی از حذف گودال‌های راکد و زیستگاه ناقلین بیماری می‌باشد. در مجموع، این اثرات هم جنبه پیشگیرانه (جبران خسارات بالقوه) و هم جنبه فرصت‌ساز (ایجاد ارزش جدید) دارند.

همان‌طور که اشاره شده، چک‌لیست به دلیل انعطاف‌پذیری و عدم نیاز به داده‌های پیوسته، برای شرایط پروژه گرگ‌رود مناسب است، اما این روش ذاتاً در شناسایی اثرات تجمعی (مانند کاهش تدریجی تنوع زیستی ناشی از کانالیزه شدن، تشدید فرسایش عمقی در پایین‌دست تجمیع دیواره‌ها و اختلال در تبادل رسوب بین رودخانه و دشت سیلابی) محدودیت دارد (پودر و لوکی[1]، ۲۰۱۱). همچنین در بلندمدت، چالش‌هایی نظیر هزینه‌های نگهداری دیواره‌ها، احتمال افزایش سیلاب در پایین‌دست به دلیل کاهش نفوذپذیری (نجفی و همکاران، ۲۰۲۵) و عدم تطابق برخی گونه‌ها با زیستگاه‌های یکنواخت شده، ممکن است پایداری اثرات مثبت اولیه را کاهش دهند. بنابراین، تکیه صرف بر چک‌لیست بدون پایش مستمر بوم شناختی-هیدرولیکی و مدل‌سازی تجمعی نمی‌تواند تصویر کاملی از پیامدهای دیرپا ارائه دهد (فولی[2] و همکاران، ۲۰۱۷). این محدودیت ذاتی روش‌های چک‌لیستی در ارزیابی اثرات محیط زیستی است و لزوم رویکردهای ترکیبی (چک‌لیست + پایش بلندمدت) را آشکار می‌سازد.

پژوهش حاضر با استفاده از روش چک‌لیست، اثرات محیط زیستی طرح ساماندهی رودخانه گرگ‌رود از طریق احداث دیوار ساحلی را در دو فاز ساخت‌وساز و بهره‌برداری بررسی کرد. نتایج نشان داد که در فاز ساخت، اغلب اثرات منفی، مستقیم و کوتاه‌مدت بوده و عمدتاً بر محیط فیزیکی اثرگذار هستند، در حالی‌که تنها ایجاد اشتغال اثر مثبتی داشت. در مقابل، فاز بهره‌برداری بیش از ۷۰ درصد اثرات مثبت، بلندمدت و پایدار بر محیط فیزیکی، زیستی و اجتماعی-اقتصادی به همراه داشت. با وجود مزایای کنترل فرسایش و بهبود اکوسیستم، تهدیدهایی مانند کاهش پیچیدگی طبیعی رودخانه و تخریب احتمالی تنوع زیستی باقی است. بنابراین، موفقیت طرح نیازمند رویکرد مدیریت تطبیقی، تلفیق اکو-مهندسی، پایش بلندمدت و استفاده از مدل‌سازی پیشرفته و مشارکت جوامع محلی است.

منابع

Abbasi, S., Modibbo, U. M., Jafari Kolashlou, H., Ali, I., & Kavousi, N. (2024). Environmental impact assessment with rapid impact assessment matrix method: during disaster conditions. Frontiers in Applied Mathematics and Statistics, 10, 1344158.

Aljareo, A., Watson, I., & Schwaibold, U. (2023). Developing an evaluation approach to consider the influence of country context on environmental impact assessment performance, from a southern African perspective. Integrated Environmental Assessment and Management, 19(6), 1510-1524.

Brillinger, M., Scheuer, S., & Albert, C. (2022). Deliberating options for nature-based river development: Insights from a participatory multi-criteria evaluation. Journal of Environmental Management, 317, 115350.

Chen, H., Deng, S., Zhang, S., & Shen, Y. (2024). Urban Growth and Its Ecological Effects in China. Remote Sensing, 16(8), 1378.

Chen, J., Yang, T., Wang, Y., Jiang, H., & He, C. (2022). Effects of ecological restoration on water quality and benthic macroinvertebrates in rural rivers of cold regions: A case study of the Huaide River, Northeast China. Ecological Indicators, 142, 109169.

Chen, Y. (2024). Assessment of the environmental, ecological, and social impacts of river restoration projects in Hong Kong.

Davari, A., Bagheri, A., & Mohammad Vali SamaniJamal, J. (2019). Assessing environmental flow regime in Kor River: a holistic approach using system dynamics modeling. Iran-Water Resources Research, 15(4), 68-91.

[1] Poder & Lukki
[2] Foley

England, J., Angelopoulos, N., Cooksley, S., Dodd, J., Gill, A., Gilvear, D., Johnson, M., Naura, M., O'hare, M., & Tree, A. (2021). Best practices for monitoring and assessing the ecological response to river restoration. Water, 13(23), 3352.

Feio, M. J., Hughes, R. M., Callisto, M., Nichols, S. J., Odume, O. N., Quintella, B. R., Kuemmerlen, M., Aguiar, F. C., Almeida, S. F., & Alonso-EguíaLis, P. (2021). The biological assessment and rehabilitation of the world's rivers: an overview. Water, 13(3), 371.

Findlay, S. J., & Taylor, M. P. (2006). Why rehabilitate urban river systems? Area, 38(3), 312-325.

Fogliata, P., Cislaghi, A., Sala, P., & Giupponi, L. (2021). An ecological analysis of the riparian vegetation for improving the riverine ecosystem management: the case of Lombardy region (North Italy). Landscape and Ecological Engineering, 17(3), 375-386.

Foley, M. M., Mease, L. A., Martone, R. G., Prahler, E. E., Morrison, T. H., Murray, C. C., & Wojcik, D. (2017). The challenges and opportunities in cumulative effects assessment. Environmental Impact Assessment Review, 62, 122-134.

GhaforpurAnbaran, P., Ahmadabadi, A., Ghanavati, E., & Yasi, M. (2023). Hydro-Morphological Analysis of Karaj River in the Urban Area from Beylqan to the Railway Bridge. Geography and Environmental Sustainability, 13(1), 21-39.

Ghorbanpour, M., Molavi, M., & Zali, N. (2019). Evaluating Environmental Aspects Affecting the Realization of Sustainable Tourism (Case Study: Zarjub River in Rasht). Tourism Management Studies, 14(47), 289-323.

Gotore, O., Munodawafa, A., Rameshprabu, R., Masere, T., Mushayi, V., & Itayama, T. (2022). The physic-chemical assessment of urban river basin using macroinvertebrate indices for the environmental monitoring of urban streams. International Journal of Human Capital in Urban Management, 7(4), 499-510.

Graziano, M. P., Deguire, A. K., & Surasinghe, T. D. (2022). Riparian buffers as a critical landscape feature: Insights for riverscape conservation and policy renovations. Diversity, 14(3), 172.

Haeri, S., & Masnavi, M. R. (2023). Analyzing and developing strategies for the ecological restoration of urban rivers in the framework of ecological urbanism. MANZAR Sci. J. Landsc, 15, 54-71.

Hanna, K., & Arnold, L. (2022). An introduction to environmental impact assessment. In Routledge Handbook of Environmental Impact Assessment (pp. 3-21). Routledge.

Haron, N. A., Yusuf, B., Sulaiman, M. S., Razak, M. S. A., & Nurhidayu, S. (2022). Morphological Assessment of River Stability: Review of the Most Influential Parameters. Sustainability, 14(16), 10025.

Honarvar, J., & Tabarsa, M. A. (2022). Spatial strategies for organizing the Darakeh riverbank with an approach to promoting citizens' health, between Modiriat Bridge and Hemmat Bridge. Journal of Applied Researches in Geographical Science, 22(67) (In Persian).

Jahan Tighmand, S., Zeinivand, Y., & Mousavi Nodoushan, S. M. (2023). Spatial-physical arrangement of urban riverbanks with a tourism development approach (Case study: Pol-e Dokhtar County). Journal of Applied Geographical Sciences Research, 23(68), 43-60 (In Persian).

Karthigeyan, D. (2022). Mainstreaming River sensitive urban planning approaches in Riverine cities-A case of Madurai city, Tamilnadu, India.

Kim, K.-H., An, J., & Ji, M.-K. (2023). A Guide for Environmental Impact Assessment for the Installation of Water-friendly Facilities in River Zones. Clean Technology, 29(3), 227-234.

Knox, R. L., Wohl, E. E., & Morrison, R. R. (2022). Levees don't protect, they disconnect: A critical review of how artificial levees impact floodplain functions. Science of the Total Environment, 837, 155773.

Krasaesen, P., Nitivattananon, V., Pramanik, M., & Chatterjee, J. S. (2024). The Performance of Environmental and Health Impact Assessment Implementation: A Case Study in Eastern Thailand. International Journal of Environmental Research and Public Health, 21(5), 644.

Kusiyah, K., Mushtaq, M., Ahmed, S., Abbas, A., & Fahlevi, M. (2024). Impact of urbanization on environmental eminence: Moderating role of renewable energy. International Journal of Energy Economics and Policy, 14(2), 244-257.

Lee, J. H. (2021). Reassessment on the Four Major Rivers Restoration Project and the Weirs Management. Journal of Environmental Impact Assessment, 30(4), 225-236.

Liljenström, C., Björklund, A., & Toller, S. (2022). Including maintenance in life cycle assessment of road and rail infrastructure—a literature review. The International Journal of Life Cycle Assessment, 27(2), 316-341.

Liu, Y., Liang, F., Chang, R., Luo, D., Gao, W., Lu, D., Wang, N., Liu, M., Feng, Q., & Duan, Y. (2025). Carbon sequestration and environmental impact assessment of jujube cultivation in the Yellow River Jiziwan Basin using life cycle and GIS approaches. Ecological Indicators, 177, 113748.

Mandarino, A. (2022). Morphological adjustments of the lower Orba River (NW Italy) since the mid-nineteenth century. Geomorphology, 410, 108280.

Najafi, S., Kiani-Harchegani, M., & Dragovich, D. (2025). Check dams: Distribution, purposes and effectiveness. Science of The Total Environment, 980, 179468.

Pezhohab Shargh Consulting Engineers. (2022). Determination of riverbed, riparian boundaries, and first-phase river training studies of Valmaroud, Khorrak-Aberoud, and Gorgrud Rivers. Mazandaran Regional Water Company, Sari. (In Persian).

Plan and Budget Organization of Iran. (2015). Guidelines for land use within the quality buffer zone of surface water resources (Technical Directive No. 430). Ministry of Energy, Office of Technical, Engineering, Social and Environmental Standards. (http://seso.moe.gov.ir) (In Persian).

Põder, T., & Lukki, T. (2011). A critical review of checklist-based evaluation of environmental impact statements. Impact Assessment and Project Appraisal, 29(1), 27-36.

Polruang, S., Vongthanasunthorn, N., & Sirivithayapakorn, S. (2024). Strategic environmental assessment of Thai river basins: Incorporating climate change considerations. Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST), 23(2), 254548-254548.

Radzuan, H. S. M., & Martin, J. (2024). An evaluation of air quality impact prediction performance undertaken as part of environmental impact assessment (EIA) in India. Heliyon, 10(11).

Rice, S. P., Lancaster, J., & Kemp, P. (2010). Experimentation at the interface of fluvial geomorphology, stream ecology and hydraulic engineering and the development of an effective, interdisciplinary river science. Earth surface processes and landforms, 35(1), 64-77.

Serra-Llobet, A., Jähnig, S. C., Geist, J., Kondolf, G. M., Damm, C., Scholz, M., Lund, J., Opperman, J. J., Yarnell, S. M., & Pawley, A. (2022). Restoring rivers and floodplains for habitat and flood risk reduction: experiences in multi-benefit floodplain management from California and Germany. Frontiers in Environmental Science, 9, 778568.

Shamshirgaran, R., Tosan, M., & Nasirian, A. (2025). Investigating the functional problems of ground water studies in dry areas: a case of Boshruyeh Plain, South Khorasan, Iran. *Journal of Aquifer and Qanat*.

Shamshirgaran, R., Malakooti, R., & Akbarpour, A. (2024). A review of technologies for purification of groundwater including heavy metals based on nanotechnology. *Journal of Aquifer and Qanat*, *4*(2), 1-34. (In Persian).

Shinde, V. R., Mishra, R. R., Bhonde, U., & Vaidya, H. (2023). Managing Urban Rivers: From Planning to Practice. Amsterdam: Elsevier.

Stafford, R., Croker, A. R., Rivers, E. M., Cantarello, E., Costelloe, B., Ginige, T., Sokolnicki, J., Kang, K., Jones, P. J., & McKinley, E. (2020). Evaluating optimal solutions to environmental breakdown. Environmental Science & Policy, 112, 340-347.

Taraszkiewicz, N. (2020). Application of Multi-Criteria Analysis in Environmental Impact Assessment. Proceedings,

Thieme, M., Birnie-Gauvin, K., Opperman, J. J., Franklin, P. A., Richter, H., Baumgartner, L., Ning, N., Vu, A. V., Brink, K., & Sakala, M. (2023). Measures to safeguard and restore river connectivity. Environmental Reviews, 32(3), 366-386.

Valizadeh, S., & Hakimian, H. (2019). Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology, 16, 3337-3354.

Yang, K., Zhu, J., Li, L., Luo, W., & Zou, C. (2023). Layout and construction organization design of river ecological control project—A case study of urban section of Shichuan River. In Civil Engineering and Energy-Environment Vol 2 (pp. 293-302). CRC Press.

Yin, H., Islam, M. S., & Ju, M. (2021). Urban river pollution in the densely populated city of Dhaka, Bangladesh: Big picture and rehabilitation experience from other developing countries. Journal of Cleaner Production, 321, 129040.