ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) انتقال آب بین حوضه‌ای با استفاده از روش ماتریس ICOLD (مطالعه موردی: تونل کوهرنگ ۳)

حسین محمدی احمدمحمودی[۱]، مهدی رادفر[۲]، رسول میرعباسی نجف‌آبادی*[۳]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

۲) استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

۳) دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

*نویسنده مسئول: **mirabbasi_r@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰**

چکیده

طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای با روش‌های اجرایی معمول مانند خطوط لوله، کانال و احداث تونل انجام می‌شوند و بدون شک انتقال آب با روش حفر تونل مانند سایر طرح‌های عمرانی دارای اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی فراوانی می‌باشد که ضرورت دارد در مراحل مختلف اجرای طرح شامل احداث و بهره‌برداری، مورد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قرار بگیرند. هدف از این پژوهش ارزیابی اثرات زیست-محیطی (EIA) تونل کوهرنگ ۳ در مرحله احداث است. در این پژوهش با استفاده از روش ماتریس ICOLD (کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ جهان) اثرات زیست‌محیطی شامل: محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی،-اجتماعی و فرهنگی تونل کوهرنگ ۳ بررسی و مطالعه شد. روش ماتریس ICOLD این قابلیت را دارد که با ارزیابی میزان اثرات کیفی زیست‌محیطی طرح‌ها آنها را به صورت داده‌های کمی در چارچوب ماتریس نشان بدهد. تونل سوم کوهرنگ به طول ۲۴/۱ کیلومتر به منظور انتقال آب به میزان حدود ۲۵۵ میلیون مترمکعب در سال، جهت تأمین بخشی از نیاز آبی فلات مرکزی ایران در شهرستان کوهرنگ استان چهارمحال و بختیاری طراحی و احداث شد. در این پژوهش برای اولین بار اثرات زیست‌محیطی فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی،-اجتماعی و فرهنگی تونل کوهرنگ ۳ با استفاده از روش ماتریس آیکولد بررسی و مطالعه شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد تونل کوهرنگ ۳ در مجموع دارای ۷۰۵ اثر مثبت و منفی است که شامل ۲۴۴ اثر مثبت و ۴۶۱ اثر منفی است. سهم آثار مثبت حدود ۳۴/۵ درصد و سهم آثار منفی ۶۵/۵ درصد می‌باشد. تونل کوهرنگ ۳ با ۶۲۷ امتیاز دارای اثرات منفی عمده بر روی محیط‌زیست منطقه بوده است.

واژه‌های کلیدی: تونل کوهرنگ ۳، ماتریس آیکولد، انتقال آب، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، منابع آب.

مقدمه

با توجه به نقش آب در توسعه پایدار مناطق، یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین نگرانی‌ها و چالش‌های مردم ساکن کره زمین در قرن حاضر مسئله آب می‌باشد و از مهم‌ترین نیازهای بشر برای ادامه حیات است و تأمین آن از لحاظ کمی و کیفی با چالش روبرو است. ضرورت رشد کشاورزی، صنعت و توسعه سریع شهرنشینی در کنار محدودیت منابع آبی، حساسیت این امر را دو چندان کرده است و پیش‌بینی می‌شود در آینده‌ای نزدیک بحران کمبود آب به مهم‌ترین مسئله کشورها بخصوص مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل شود. تأمین منابع آب نیازمند برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری کلان جهت مهار جریان رودخانه‌ها، احداث سدها، مخازن بزرگ و کوچک، تونل‌ها و سدهای انحرافی و تنظیمی است. ایجاد هر نوع سازه به همراه تشکیل دریاچه‌ها و مخازن بزرگ ذخیره آب که در مسیر رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد، رخداد بزرگی است که خود موجب تغییرات وسیعی در محیط اطراف خواهد شد (جوزی و همکاران، ۱۳۹۵).

توزیع ناهمگون مکانی بارش و کمبود منابع آبی شیرین موجود در کره زمین باعث شده است که برخی از مناطق با کمبود آب جهت مصارف کشاورزی، شرب و صنعت مواجه شوند، بنابراین بشر به فکر راه حل برای رفع این مشکل به وسیله تأمین کمبود آب از حجم مازاد موجود در حوضه‌های دیگر افتاد که نتیجه آن اجرای طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای بوده است. طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای با روش‌های اجرایی معمول مانند خطوط لوله، کانال و تونل انجام می‌شود؛ و بدون شک انتقال آب با روش حفر تونل مانند سایر طرح‌های عمرانی و توسعه منابع آب دارای اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی فراوانی می‌باشد که ضرورت دارد در مراحل مختلف اجرای طرح شامل احداث و بهره‌برداری مورد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی قرار بگیرند. با پدیدار شدن آثار زیان‌بار فعالیت‌های بشری جهت ایجاد تعادل و سازگاری بین فعالیت‌های عمرانی و محیط‌زیست، ابزارها و روش‌های مختلف ابداع و مورد استفاده قرار گرفته است. هدف اصلی این روش‌ها تعدیل و کاهش اثرات منفی فعالیت‌های انسانی و به حداقل رساندن پیامدهای مخرب آن بر محیط‌زیست با به‌کارگیری مجموعه‌ای از اقدامات و فعالیت‌های اصلاحی و حفاظتی است. تاکنون روش‌های مختلفی جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به‌کار گرفته شده است.

روش‌های معمول تجزیه و تحلیل اثرات را می‌توان به ۶ دسته طبقه‌بندی کرد: روش‌های کارشناسی (تخصصی ویژه)، ماتریس (ارزیابی اثرات به صورت کمی و با در نظر گرفتن سطر فعالیت‌ها و ستون اثرات)، چک‌لیست (ارزیابی بدون هیچ اندازه‌ای از حجم تقریبی آنها)، تحلیل شبکه‌ها (ارزیابی اثرات درجه دوم و سوم به کار می‌رود)، روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها (تولید لایه‌های اطلاعاتی مختلف نقشه و هم‌پوشانی آنها) و مدل‌سازی انتشار آلاینده‌ها (استفاده از مدل‌های زیست‌محیطی در تعیین پراکنش آلاینده‌ها و شناسایی نواحی آسیب‌پذیر). برای انتخاب روش مناسب برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی هر طرح یا پروژه باید به مجموعه‌ای از شرایط و خصوصیات از قبیل مشخصات روش، داده‌های مورد نیاز هر روش، خصوصیات محیط و ماهیت

پروژه مورد مطالعه توجه کرد. در بین این روش‌ها، روش ماتریس بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است و در بسیاری از طرح ها کارآمدی خود را نشان داده است. این روش این قابلیت را دارد که با بررسی میزان اثرات کیفی زیست‌محیطی طرح‌ها آنها را بصورت داده‌های کمی نشان بدهد (نظری‌ها و علی‌نژاد، ۱۳۸۶).

اثرات محیط‌زیستی سد ژاوه به دو روش چک‌لیست و ماتریس آیکولد مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از ماتریس آیکولد نشان داد بیشترین آثار مثبت پروژه مربوط به محیط اقتصادی، اجتماعی است. از سوی دیگر بیشترین اثرات منفی بیولوژیکی موجود، اثرات منفی و سوء زیست‌محیطی این پروژه را تأیید می‌کند. همچنین نتایج به‌دست آمده از روش چک‌لیست بیان‌کننده آن است که بیشترین اثرات اجرای پروژه بصورت دائمی و دارای دامنه اثر مستقیم بر محیط‌زیست منطقه است (سعادت و همکاران، ۱۳۹۵). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی سد میرزای شیرازی (سد کوار) بر روی شبکه آبیاری کوار در استان فارس با استفاده از ماتریس آیکولد در دو مرحله احداث و بهره‌برداری نشان داد که آثار مثبت قابل توجهی از جمله، بهبود سطح آبخوان، افزایش آب چاه‌های کشاورزی و توسعه کشاورزی منطقه با احداث شبکه آبیاری کوار حاصل شده است. با احداث این سد، شبکه آبیاری کوار بهبود پیدا کرده است و موجب کاهش تلفات آب در شبکه آبیاری و مشروب شدن اراضی پایین‌دست شبکه می‌شود (یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی و ارزیابی زیست‌محیطی مهاجرت و اسکان مجدد افراد ساکن در محدوده یک سد در انتقال آب به شمال چین با استفاده از ماتریس آیکولد نشان داد مهاجرت و اسکان مجدد آنها در شهرهای دیگر اگر چه باعث بهبود برخی از شرایط زندگی آنها از قبیل خدمات بیمه درمانی شده است ولی تأثیر زیست‌محیطی منفی به ویژه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بسیار زیادی بر اشتغال، منابع درآمدی و رفاه عمومی این افراد داشته است (Youliang, *et al*. 2018).

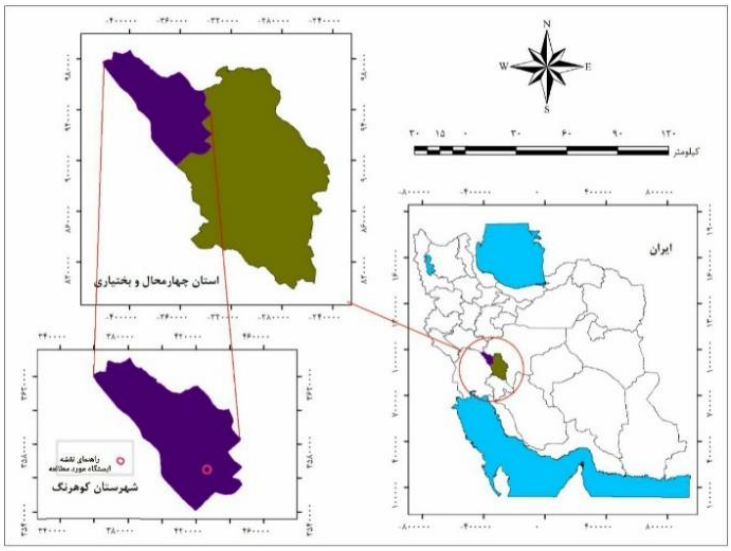
ماتریس آیکولد یک ماتریس یکپارچه به منظور پاسخ به چالش‌های پیچیده زیست‌محیطی احداث و بهره‌برداری سد و مخازن آب است. این ماتریس بر روی سد و نیروگاه برقآبی آزاد نتایج مثبتی داشته است (Nikravan, *et al*. 2018). اثرات زیست‌محیطی سد خاکی گلبو در نیشابور به روش ماتریس آیکولد، پیش‌بینی و مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج ارزیابی حاصل از ماتریس آیکولد نشان داد بیشترین آثار مثبت پروژه در محیط اقتصادی اجتماعی اتفاق افتاده است که حاکی از نقش مؤثر این طرح در توسعه اقتصادی اجتماعی منطقه مذکور است. از سوی دیگر وجود بیشترین تعداد اثرات منفی بیولوژیکی با هشت امتیاز منفی اثرات مخرب زیست‌محیطی این پروژه را تأیید می‌نماید (سربازی و اکبری، ۱۳۹۷). تونل کوهرنگ ۳، به منظور انتقال آب به میزان حدود ۲۵۵ میلیون مترمکعب در سال از طریق رودخانه کوهرنگ و ماربر با استفاده از سد انحرافی قوسی کوهرنگ ۳ (سد بیرگان) به فلات مرکزی ایران احداث شده است. اهمیت و پتانسیل منابع آبی حوضه آبریز زاینده‌رود و قرارگیری آن به عنوان سرچشمه دو رودخانه مهم کارون و زاینده‌رود و همچنین تأمین بخش مهمی از نیاز آبی نواحی فلات

مرکزی ایران در کنار اجرای سه طرح انتقال آب بین حوضه‌ای پی در پی تونل اول، تونل دوم و تونل سوم کوهرنگ بر روی این رودخانه ضرورت و اهمیت توجه به بحث اثرات محیطزیستی احداث تونل کوهرنگ ۳، را بیشتر و حساسیت آن را دو چندان کرده است. هدف از این پژوهش مطالعه و بررسی اثرات محیطزیستی احداث و بهره‌برداری تونل کوهرنگ ۳، معروف به تونل سوم کوهرنگ است. در این پژوهش برای نخستین بار آثار محیط‌های چهارگانه فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی اجتماعی و فرهنگی تونل سوم کوهرنگ با استفاده از روش ماتریس آیکولد (روش کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ جهان) بررسی و مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت طرح

دهانه ورودی تونل کوهرنگ ۳، در ناحیه جنوب‌غربی ایران در منطقه بیرگان، بخش دوآب صمصامی، واقع در شهرستان کوهرنگ در سمت جنوب‌غربی شهرکرد، مرکز استان چهارمحال و بختیاری و در فاصله ۴۰ کیلومتری شهر چلگرد، واقع شده است. ورودی تونل کوهرنگ ۳، دارای مختصات ۳۲ درجه و ۱۳ دقیقه و ۵۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه ۳۷ ثانیه طول شرقی است و در مختصات UTM، X= ۴۳۸۰۶۰ و Y= ۳۵۶۵۷۴۹ واقع شده است. خروجی تونل سوم کوهرنگ دارای مختصات ۳۲ درجه و ۲۸ دقیقه و ۳۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه ۳۲ ثانیه طول شرقی است و دارای ۲۲۱۴ متر ارتفاع از سطح دریا و در سمت غرب شهر چلگرد مرکز شهرستان کوهرنگ در روستای سیلگاه، نعل‌اشکنان سفلی واقع شده است. شهرستان کوهرنگ دارای مساحتی در حدود ۳۷۹۰/۲۵ کیلومترمربع با موقعیت جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه و ۲۹ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۷ ثانیه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۹ دقیقه و ۵۴ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۴۹ دقیقه و پنج ثانیه عرض شمالی واقع شده است. در طبقه‌بندی آمبرژه این منطقه دارای اقلیم سرد و مرطوب تا نیمه مرطوب است. ارتفاع کوهرنگ از سطح دریا ۲۳۶۵ متر و میانگین بارندگی سالانه در این حوضه در حدود ۱۴۵۰ میلی‌متر است؛ و در سال‌های اخیر دارای حدود ۱۳۰روز یخبندان است (شیرمردی و همکاران، ۱۳۹۷). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تونل سوم کوهرنگ سومین طرح انتقال آب بین حوضه‌ای شهرستان کوهرنگ بعد از طرح‌های تونل اول و دوم کوهرنگ بر روی حوضه زاینده‌رود و کارون محسوب می‌شود. درجدول (۱) مشخصات فنی تونل کوهرنگ ۳ ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱: مشخصات فنی تونل سوم کوهرنگ و سیستم انحراف سیلاب سد کوهرنگ ۳ (مهاب قدس، ۱۳۷۷)

ردیف	مشخصات سیستم انحراف	گزینه طراحی
۱	موقعیت تونل	در جناح چپ
۲	طول تونل	۲۴.۱ کیلومتر
۳	قطر تونل	۴.۱۰ متر
۴	رژیم جریان	هیدرولیکی تحت فشار
۵	طول تونل دسترسی (نصیرآباد)	۱.۵ کیلومتر
۶	رقوم دهانه ورودی	۲۱۵۹ متر از سطح دریا
۷	رقوم دهانه خروجی	۲۱۵۰ متر از سطح دریا
۸	تعداد دریچه‌های آب‌بند	۲ دریچه
۹	ابعاد دریچه‌های آب‌بند	۷.۵ ×۳ (ارتفاع × عرض)
۱۰	دوره بازگشت سیلاب طراحی (سال)	۲۰ ساله پخش شده
۱۱	حداکثر سیلاب ورودی	۵۱۳ مترمکعب در ثانیه
۱۲	حداکثر سیلاب خروجی	۴۹۵ مترمکعب در ثانیه

روش چک‌لیست

چک‌لیست یکی از روش‌های اولیه و پایه‌ای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محسوب می‌شود که تقریباً همزمان با معرفی موضوع ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در دهه ۱۹۷۰ میلادی در آمریکا معرفی و به‌کار گرفته شد. این روش به عنوان یک روش سازماندهی-شده و با چهارچوب محکم نه تنها برای شناسایی اثرات پروژه به‌کار می‌رود بلکه در شناسایی و معرفی پروژه نیز توانمند است و می‌توان آن را نسخه‌ای رسمی‌تر از روش تک-کاره در نظر گرفت. روش چک‌لیست معمولاً شامل دامنه‌ای از اطلاعات پروژه مورد مطالعه است که جهت تهیه یک گزارش ارزیابی زیست‌محیطی به‌کار می‌رود (سعادت و همکاران، ۱۳۹۵). در مجموع در چک-لیست‌های این تحقیق ۶۳ فاکتور محیط‌زیستی توسط ۳۲ کارشناس و کارشناس‌ارشد و نه عضو هیئت علمی دانشگاه بومی و غیربومی مجرب و خبره در زمینه تخصصی مرتبط با موضوع این پژوهش بررسی شد. تحلیل آماری نتایج چک‌لیست‌ها در نرم‌افزار

اکسل نشان داد میانگین نظرات کارشناسان برای تعداد ۴۸ فاکتور منفی بود و یا به عبارتی کارشناسان و متخصصین بر این عقیده بودند که از مجموع این ۶۳ فاکتور زیست‌محیطی مورد مطالعه در چک‌لیست‌ها تعداد ۴۸ فاکتور زیست‌محیطی از احداث تونل کوهرنگ ۳، اثرات منفی پذیرفته است و همچنین از مجموع ۶۳ فاکتور مورد مطالعه میانگین تعداد ۱۵ فاکتور زیست‌محیطی دارای اثرات مثبت بود؛ قابل ذکر است که از تعداد این ۱۵ فاکتور نیز تعداد ۷ فاکتور شامل شاخص‌های بهداشتی، ارتباطات اجتماعی، امراض و بیماری‌ها، رژیم سیلابی، فرسایش خاک، حمل و نقل و رفاه اجتماعی دارای میانگین مثبت بحرانی یا به بیانی دیگر به منفی نزدیک بودند. بطور کلی از دید کارشناسان مجموع ۶۳ فاکتور مورد بررسی، حدود ۷۶/۲ درصد فاکتورها دارای نمراتی با میانگین منفی (اثر منفی) و ۲۳/۸ درصد دارای میانگین مثبت (اثر مثبت) بودند.

ماتریس آیکولد

ماتریس آیکولد که به اختصار کمیته بین‌المللی سدهای بزرگ جهان نیز خوانده می‌شود، بر اساس فهم و درک این کمیته ابداع و به کار گرفته شد. ماتریس آیکولد یکی از روش‌های است که با استفاده از آن می‌توان نتایج کیفی ارزیابی محیط‌زیستی پروژه را به صورت کمی بیان کرد (فلاحتگر و همکاران، ۱۳۸۹). این ماتریس اثر هر کدام از فعالیت‌های طرح را بر فاکتورهای زیست‌محیطی آن در دو مرحله احداث و بهره‌برداری بررسی می‌کند و برای بزرگی دامنه اثر امتیازی بین ۵+ و ۵- در نظر گرفته می‌شود. در برخی از موارد برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی دامنه اثر را بین ۳+ تا ۳- نیز در نظر می‌گیرند اما کارایی کمتری خواهد داشت. از مزایای این روش بیان ویژگی‌های هر اثر بر محیط‌زیست می‌باشد، بطوری‌که علامت‌ها و اعداد مورد استفاده در این ماتریس وضعیت و خصوصیات اثر را شرح می‌دهند. در ماتریس آیکولد در محل تلاقی اجزاء فعالیت و پارامترهای محیط‌زیستی در صورتی که اثری وجود داشته باشد، نوع و ویژگی اثر با استفاده از توصیف‌کننده‌های زیر بیان می‌شود:

الف) نوع اثر: علامت‌های + و – هر کدام به ترتیب بیان‌کننده مطلوب و نامطلوب بودن اثر می‌باشند.

ب) توصیف‌کننده شدت اثر: شدت اثر یا بزرگی دامنه توصیف‌کننده میزان تغییرات نسبت به وضع موجود است. در این پژوهش این تغییرات مثبت به صورت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و ناچیز در نظر گرفته شده است که به ترتیب با نمادهای عددی ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ نشان داده می‌شوند.

ج) تداوم اثر: اثراتی که در مقطعی خاص به وقوع می‌پیوندند و تداوم ندارند اثرات مقطعی می‌باشند و با نماد T نمایش داده می‌شوند. اثراتی که به صورت دوره‌ای یا مداوم وجود خواهند داشت اثرات دائمی هستند و با نماد P نشان داده می‌شوند.

د) زمان وقوع: کلیه اثراتی که در نتیجه ساخت یک پروژه ایجاد می‌شوند، بصورت همزمان بوجود نمی‌آیند و برخی از اثرات امکان دارد در زمان طولانی‌تری رخ بدهند. در ماتریس آیکولد سه نماد L، M و I بترتیب بیان‌کننده وقوع فوری، میان‌مدت و

درازمدت اثر می‌باشند. (یعقوبی و همکاران، ۱۳۹۵). جدول ۲ محدوده و کیفیت اثرات سودمند و مخرب در ماتریس آیکولد را نشان می‌دهد.

جدول۲: محدوده و کیفیت اثرات سودمند و مخرب در ماتریس آیکولد

اثر مثبت (سودمند)	دامنه	اثر منفی (مخرب)	دامنه
سودمندی خیلی خوب	+۵	تخریب بسیار زیاد	-۵
سودمندی خوب	+۴	تخریب زیاد	-۴
سودمندی متوسط	+۳	تخریب متوسط	-۳
سودمندی کم	+۲	تخریب کم	-۲
سودمندی ناچیز	+۱	تخریب ناچیز	-۱

نتایج و بحث

مراحل انجام ماتریس آیکولددر این تحقیق به این صورت است که ابتدا ماتریس‌ها به صورت جدول‌های دو بعدی رسم شد و در مرحله بعد فعالیت‌های مهم و اثرگذار احداث تونل کوهرنگ ۳، (جدول ۳) در اولین سطر ماتریس و فاکتورهای زیست‌محیطی ضروری (جدول ۴) در اولین ستون هر ماتریس در قالب چهار ماتریس در محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی برای تونل کوهرنگ ۳، درج شد. سپس با استفاده از نوع اثر + و -، توصیف‌کننده شدت اثر (جدول ۲)، تداوم اثر، مقطعی با حرف T و اثرات دائمی با حرف P و زمان وقوع اثرات با سه نماد L، M و I بترتیب از چپ بیان‌کننده وقوع فوری، میان‌مدت و درازمدت اثر، درون هر سلول جدول میزان اثرگذاری هر فعالیت با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از طرح تونل کوهرنگ ۳، بر روی هرکدام از فاکتورهای زیست‌محیطی ارزیابی و نمره‌دهی شده است. به عنوان مثال نمره TL ۳+ از سمت چپ علامت + به مفهوم سودمندی متوسط و حرف T اثر مقطعی و حرف L به مفهوم بلندمدت است. به این معنی که این اثر یک اثر سودمند و مثبت است و اثر دائمی نیست بلکه مقطعی است و در بلندمدت رخ داده است. در مرحله بعد هر یک از ماتریس‌های چهارگانه جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل شد. منظور از تعداد اثرات مثبت و یا منفی شمارش کل علامت‌های مثبت یا منفی هر فاکتور به صورت سطری و مجموع ارزش‌های منفی یا مثبت در واقع همان جمع جبری ارزش‌ها یا نمرات مثبت و منفی فاکتور مورد نظر است که برای اثرات مقطعی و دائمی است. اثرات مقطعی و دائمی نیز به‌ترتیب با شمارش تعداد حروف لاتین T و P بدست آمده است. جدول (۳) فعالیت‌های اجرایی تأثیرگذار تونل کوهرنگ ۳، را نشان می‌دهد.

جدول۳: فعالیت‌های اجرایی تونل کوهرنگ ۳

استخدام کارگر	احداث راه‌های دسترسی	احداث و تجهیز کارگاه	خاک-برداری	خاک-ریزی	حفاری و آتش-باری	تولید فاضلاب	زهکشی	دفع فاضلاب و پسماند	ایجاد فضای سبز	انفجار	حمل و نقل مصالح	بتن-ریزی	احداث سازه‌ها

جدول۴: فاکتورهای زیست‌محیطی تونل کوهرنگ ۳

محیط فیزیکی	محیط بیولوژیکی	محیط اقتصادی-اجتماعی	محیط فرهنگی
میکروکلیما	اکوسیستم آبی	مهاجرت	شاخص‌های بهداشتی
آلودگی هوا	اکوسیستم خشکی	اسکان مجدد	شاخص‌های آموزشی
آلودگی صوتی	رویشگاه گیاهی	اشتغال	ساختار فرهنگی
رژیم سیلابی	گونه‌های نادر گیاهی	بیکاری	ارتباطات اجتماعی
کیفیت آب سطحی	تراکم گیاهی	درآمد و هزینه	امراض و بیماری‌ها
کیفیت آب زیرزمینی	اراضی کشاورزی	ابنیه و تأسیسات	توریسم
سطح ایستابی	اراضی ملی و بایر	قیمت مستغلات	خدمات آموزشی
مصارف آب سطحی	مناطق حفاظتی	حمل و نقل	اوقات فراغت
کنترل سیلاب	جمعیت جانوری	رفاه اجتماعی	آثار باستانی و مذهبی
رسوب‌گذاری	مهاجرت جانوران	مصارف آب	چشم انداز مناظر
فرسایش خاک	زیستگاه جانوری	ایمنی و امنیت	تامین آب شرب
کیفیت خاک	الگوی رفتاری جانوران	کاربری اراضی	ساختار عشایری
مرفولوژی رودخانه	زنجیره غذایی	مشارکت مردمی	-
شکل زمین	گونه‌های نادر جانوری	طرح‌های توسعه آتی	-
زمین‌شناسی	ماهیان سردآبی	کشاورزی و دامپروری	-
لغزش و رانش	ناقلین بیماری‌ها	پذیرش اجتماعی	-
لرزه‌خیزی	آفات و علف‌های هرز	صنعت و معدن	-

نتایج حاصل از جمع‌بندی کلی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در محیط‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی اجتماعی و فرهنگی در مرحله احداث تونل کوهرنگ ۳، در قالب جدول (۵) ارائه شده است. تجزیه و تحلیل جمع‌بندی نتایج این ماتریس‌ها نشان داد، از مجموع ۷۰۵ اثر مثبت و منفی تعداد ۲۴۴ اثر مثبت و ۴۶۱ اثر منفی وجود دارد که از این مجموع حدود ۳۴/۵ درصد سهم اثرات مثبت و ۶۵/۵ درصد سهم اثرات منفی می‌باشد. در بخش آثار مثبت بیشترین آثار مربوط به محیط اقتصادی اجتماعی با ۱۰۵ اثر و کمترین آثارمثبت با ۴۱ اثر متعلق به محیط‌های فیزیکی و بیولوژیکی است. در بخش آثار منفی تونل کوهرنگ ۳، بیشترین آثار منفی مربوط به محیط بیولوژیکی با ۱۴۷ اثر منفی و کمترین آثار منفی با ۶۸ اثر مربوط به محیط فرهنگی می‌باشد. مجموع کل ارزش‌های حاصل از ارزیابی اثرات زیست‌محیطی چهارگانه تونل کوهرنگ ۳، شامل ۱۵۳۳ ارزش منفی و مثبت است که مجموع ارزش‌های مثبت (۴۵۳+ امتیاز) و مجموع ارزش‌های منفی (۱۰۸۰- امتیاز) را شامل می‌شود. از کل ارزش‌های مثبت و منفی حدود ۲۹ درصد ارزش‌های مثبت و ۷۱ درصد ارزش‌های منفی را به خود اختصاص داده است. بیشترین ارزش‌های مثبت

مربوط به محیط اقتصادی اجتماعی (۱۵۳+ امتیاز) و کمترین ارزش‌های مثبت در محیط فیزیکی (۸۵+ امتیاز) می‌باشد. در بخش ارزش‌های منفی بیشترین ارزش‌های منفی در محیط فیزیکی (۳۸۳- امتیاز) و کمترین ارزش‌های منفی (۱۲۲- امتیاز) در محیط فرهنگی را شامل می‌شود. جمع جبری کل ارزش‌های منفی و مثبت احداث تونل کوهرنگ ۳، (۶۲۷- امتیاز) است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با توجه به تعداد آثار حاصله نشان می‌دهد که بیشترین اثرات مخرب بترتیب در محیط فیزیکی و بیولوژیکی اتفاق خواهد افتاد. جدول (۵) جمع‌بندی کلی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرحله احداث تونل سوم کوهرنگ را نشان می‌دهد.

جدول۵:جمع‌بندی کلی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مرحله احداث تونل سوم کوهرنگ

محیط / اثرات	محیط فیزیکی	محیط بیولوژیکی	محیط اقتصادی-اجتماعی	محیط فرهنگی	کل محیط‌زیست
تعداد کل اثرات مثبت	۴۱	۴۱	۱۰۵	۵۷	۲۴۴
اثرات دائمی (P+)	۲۸	۱۸	۱۹	۱۹	۸۴
اثرات موقتی (T+)	۱۳	۲۳	۸۶	۳۸	۱۶۰
تعداد کل اثرات منفی	۱۴۶	۱۴۷	۱۰۰	۶۸	۴۶۱
اثرات دائمی (P)	۶۲	۴۱	۲۵	۸	۱۳۶
اثرات موقتی (T)	۸۴	۱۰۶	۷۵	۶۰	۳۲۵
مجموع ارزش‌های مثبت	۸۵	۱۰۸	۱۵۳	۱۰۷	+۴۵۳
مجموع ارزش‌های منفی	۳۸۳	۳۳۱	۲۴۴	۱۲۲	-۱۰۸۰
جمع جبری ارزش‌ها	-۲۹۸	-۲۲۳	-۹۱	-۱۵	-۶۲۷

مسئله زهکشی آب‌های زیرزمینی توسط تونل کوهرنگ ۳، یکی از اثرات منفی بسیار مهم احداث تونل کوهرنگ ۳، است که باعث قطع شاهرگ‌ها و شریان‌های حیاتی آب زیرزمینی و در نتیجه خشکاندن و افت آب چشمه‌های فراوانی در مسیر خود از جمله چشمه مروارید در منطقه بیرگان، چشمه‌های بزرگ و کوچک متعدد رشته‌کوه زراب و مناطق پایین‌دست سد خاکی نصیرآباد شده است. زهکش شدن منابع آب زیرزمینی یکی از پیامدهای شدیداً مخرب این طرح است که باعث افت سطح ایستابی آب زیرزمینی حوضه آبریز کوهرنگ شده است.

نتیجه‌گیری

در چک‌لیست‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در قالب چهار محیط فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی برای احداث تونل کوهرنگ ۳، تعداد ۶۳ فاکتور زیست‌محیطی در قالب نظرات کارشناسان مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. از مجموع ۶۳ فاکتور مذکور که توسط کارشناسان مربوطه بررسی شد، تحلیل آماری نتایج این چک‌لیست‌ها در نرم‌افزار اکسل نشان داد میانگین ۴۸ فاکتور منفی است. یافته‌های این پژوهش در قالب ماتریس آیکولد برای تونل کوهرنگ ۳، نشان داد در مجموع این تونل دارای ۷۰۵ اثر مثبت و منفی است که شامل ۲۴۴ اثر مثبت و ۴۶۱ اثر منفی است. سهم آثار مثبت حدود ۳۴/۵ درصد و سهم آثار منفی ۶۵/۵ درصد می‌باشد و از مجموع ۲۴۴ اثر مثبت حدود ۱۷ درصد محیط فیزیکی، ۱۷ درصد محیط بیولوژیکی، ۴۳ درصد محیط اقتصادی اجتماعی و ۲۳ درصد محیط فرهنگی را شامل می‌شوند. از مجموع ۴۶۱ اثر منفی حدود ۳۱ درصد

محیط فیزیکی، ۳۳ درصد محیط بیولوژیکی، ۲۱ درصد محیط اقتصادی-اجتماعی و ۱۵ درصد محیط فرهنگی را شامل می‌شوند و یا به عبارتی در این محیط‌ها اتفاق افتاده است. در نتیجه با انجام فرآیند ارزیابی اثرات زیست‌محیطی انتقال آب بین حوضه‌ای طرح تونل کوهرنگ ۳، با استفاده از روش ماتریسICOLD و تجزیه و تحلیل نتایج داده‌های حاصل از خروجی ماتریس‌های محیط‌های چهارگانه تونل کوهرنگ ۳، کل آثار مثبت شامل تعداد ۲۴۴ اثر و ۴۶۱ اثر منفی و جمع جبری ارزش‌های این آثار (۶۲۷ امتیاز منفی) می‌باشد. بطورکلی وجه غالب پیامدهای احداث تونل کوهرنگ ۳، جهت انتقال آب بین حوضه‌ای، منفی است. طرح انتقال آب بین حوضه‌ای تونل کوهرنگ ۳، دارای اثرات اثرات منفی زیادی است و ترمیم و جبران بیشتر این آثار و پیامدها به ویژه زهکش شدن منابع آب زیرزمینی ناشی از حفر تونل غیرممکن است. از دلایل عمده نتایج منفی این طرح عدم مطالعات پایه اصولی و دقیق و نیز مکان‌یابی نادرست طرح است که باعث مهاجرت ساکنین منطقه بیرگان شده است. از دیگر اثرات زیست‌محیطی احداث تونل کوهرنگ ۳ در همسایگی و مجاورت یکی از مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع مهم کشور (منطقه قیصری) می‌باشد که زیستگاه گونه‌های ارزشمند و کمیاب و در معرض خطر انقراض شامل، کل، بز وحشی و خرس قهوه‌ای است. با توجه به مطالعات انجام‌شده، پیش‌بینی می‌شود در بلندمدت پیامدهای غیرقابل جبرانی در این منطقه بر جای بگذارد. تونل سوم کوهرنگ به دلیل وجود طول ۲۴/۱ کیلومتری و بیش از چهار کیلومتر تونل‌های دسترسی نصیرآباد و نعل‌اشکنان پیامدهای مخرب زیست‌محیطی زیادی به ویژه بر روی منابع آبی حوضه‌های کارون و زاینده‌رود داشته است که فقر نسبی رطوبت خاک را نیز به دنبال داشته است. با توجه به اینکه این طرح‌ها در مرز مشترک دو حوضه آبریز کارون و زاینده‌رود واقع شده است، مناطق زیادی از جمله چهار استان شامل: چهارمحال و بختیاری، اصفهان، یزد و خوزستان را از نظر تأمین آب پوشش می‌دهد، در همین راستا اختلافات زیادی در دو حوزه تخصیص حقابه‌ها و تخریب محیط‌زیست به دنبال داشته است. عدم توجه به ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی، افت سطح ایستابی منابع آب زیرزمینی، سهم تخصیص آب مناطق تحت پوشش حوضه آبریز، سهم محیط زیست از آب این حوضه، مهاجرت کشاورزان منطقه، تصرف و تغییر کاربری محدوده وسیعی از اراضی، تهدید حیات وحش و مراتع منطقه و موضوع تغییر اقلیم از مسائل اساسی و بسیار مهمی است که در اجرای این طرح انتقال آب و دو طرح دیگر تا حد زیادی نادیده گرفته شده است و این موضوع باعث نارضایتی‌ها و اختلافات زیادی هم در سطح حوزه‌های تحت پوشش و هم از دیدگاه متخصصین حوزه آب و محیط زیست شده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بدینوسیله از شرکت آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری و اداره کل محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری بخاطر در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات مورد نیاز قدردانی می‌نمایند.

منابع

جوزی، س. ع.، حسینی، ل. و دهقانی، ع. (۱۳۸۹). بررسی اثرات زیست‌محیطی سد استقلال میناب در فاز بهره‌برداری با تلفیق روش‌های ICOLD و Modified. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. شماره ۲، ص ۱۴۱-۱۳۱.

نظری‌ها، م. و علی نژاد، س. (۱۳۸۶). برنامه‌ریزی جهت بهسازی و کاهش نشان‌زدهای منفی زیست‌محیطی سد شهید رجائی. مجله محیط‌شناسی. شماره ۳۰، ص ۲۰-۳.

سعادت، م.، بوذری، ش. و کریمی، ع. (۱۳۹۵).ارزیابی اثرات محیط زیستی احداث سد ژاوه به روش‌های چک‌لیست و ماتریس ICOLD (مطالعه موردی سد ژاوه). دومین کنفرانس علوم مهندسی و فناوری محیط‌زیست. دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران. ۵ خرداد ۱۳۹۵، تهران، ایران.

یعقوبی، م.، ایزدی، ن. و عطایی پ. (۱۳۹۵). ارزیابی تأثیرات اجتماعی اکولوژیکی احداث سد فدامی بر توسعه‌ی کشاورزی منطقه. مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۴۳، ص ۱۱۲-۹۱.

سربازی، م. و اکبری، م. (۱۳۹۷). ارزیابی اثرات محیط زیستی احداث سد با روش ICOLD (مطالعه موردی: سدگلبو). چهارمین کنگره سالانه بین‌المللی توسه کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه هنر تبریز. ۲۴ تا ۲۶ بهمن ماه ۱۳۹۷، تبریز، ایران.

فلاحتکار، س.، صادقی، آ. و سفیانیان، ع. (۱۳۸۹). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی احداث آزادراه قمیشلو با استفاده از روش ماتریس ICOLD و چک‌لیست. مجله آمایش سرزمین. شماره ۲، ص ۱۳۲-۱۱۱.

شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس. (۱۳۷۷). گزارش زیست‌محیطی سد کوهرنگ ۳.

شیرمردی، ح.، حیدری، ق.، غلامی، پ.، مظفریان، و. و طهماسبی، پ. (۱۳۹۷). مطالعه فلور مراتع منطقه قیصری کوهرنگ در استان چهارمحال و بختیاری. مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک. شماره ۴، ص ۱۰۶-۸۷.

Youliang, H., Wensheng, L., Shan, L. and Yan, L. (2018). Social impact of dam-induct displacement and resettlement: A comparative case study in china. Sustainability, 10, pp:1- 18.

Nikravan, M., Azizi, M., Payam, Z., Yannik, F. And Martin, S. (2018). Improvement of (EIA) methods for large reservoirs by using network thinking analysis approach. A Case study of Azad dam, Iran. Proceeding of the HYDRO-2018 International, National Institute of Technology Patna, India, pp: 15-29.

Assessing the environmental effects of inter-basin water transfer using the ICOLD matrix method (Case study: Koohrang3 Tunnel)

Hossein Mohammadi Ahmad Mahmoodi[1], Mahdi Radfar[2], Rasoul MirabbasiNajafabadi[3*]

1) MSc.Student of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, ShahrekordUniversity, Shahrekord, Iran.

2) Assistant Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, ShahrekordUniversity, Shahrekord, Iran.

3) Associate Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, ShahrekordUniversity, Shahrekord, Iran.

***Corresponding author**: mirabbasi_r@yahoo.com

Received Data: 2022. 05. 18 **Accepted Data: 2022. 08.01**

Abstract

The Inter-basin water transfer projects are carried out by conventional methods such as pipelines, canals and tunnels. Undoubtedly, water transfer by tunneling method, like other development projects, has many environmental effects and consequences that need to be evaluated for environmental impacts in various stages of project implementation, including construction and operation. The purpose of this study is to evaluate the environmental impact (EIA) of Koohrang 3 tunnel during the construction phase. In this study, using the ICOLD matrix method (International Commission on Large Dams), environmental effects including the physical, biological, socio-economic and cultural environments of Koohrang 3 tunnel were studied. The ICOLD matrix method has the ability to evaluate the qualitative environmental effects of the designs and show them as quantitative data within the matrix. Koohrang 3 tunnel with a length of 24.1 km was constructed in Koohrang city of Chaharmahal and Bakhtiari province, in order to transfer water at a rate of about 255 million cubic meters per year, to meet part of the water demands of the Central Plateau of Iran. In this study, for the first time, the physical, biological, economic, socio-cultural and cultural environmental effects of Koohrang 3 tunnel were studied using the ICOLD matrix method. The findings of this study showed that Koohrang 3 tunnel has a total of 705 positive and negative effects, including 244 positive effects and 461 negative effects. The share of positive effects is about 34.5% and the share of negative effects is 65.5%. The results indicated that the Koohrang 3 tunnel, with -627 points, has had major negative effects on the environment of the region.

Keywords: Koohrang 3 tunnel, ICOLD matrix, Water transfer, Environmental impact assessment, Water resources.