

تجزیه و تحلیل ریسک‌های فیزیکی سد بالارود خوزستان در مرحله ساختمانی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه

سیدعلی جوزی^۱، سیدمحسن حسینی^۲، علیرضا خیاطزاده^۳، مهرنوش طیب‌شوشتری^۴

۱- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شمال،

۲- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس hosseini@modares.ac.ir

۳- کارشناس ارشد رشته عمران، گرایش آب، دانشگاه شهید چمران اهواز khayatzade@gmail.com

۴- کارشناسی ارشد رشته علوم محیط زیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

Tabib.mehrnoosh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱۳

چکیده

در این تحقیق که با هدف شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های حادث از عملیات ساختمانی سد بالارود انجام شده پس از شناسایی فعالیت‌ها و محیط زیست محدوده مطالعاتی با توجه به شدت اثر، احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه آن بر انسان، محیط زیست و تجهیزات، شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌ها در قالب روش دلفی به انجام رسید. روشهای علمی مورد استفاده در این تحقیق، روش TOPSIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی بوده که از جمله روشهای تصمیم‌گیری چند شاخصه هستند. ابتدا در قالب روش TOPSIS و به کمک نرم افزار EXCEL، کار اولویت‌بندی عوامل مولد ریسک به انجام رسید. برای اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس اهمیت، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و از طریق وارد کردن مقادیر ترجیحات به نرم افزار Expert Choice اقدام شد. به روش TOPSIS عامل خاکبرداری و خاکریزی، انفجار، فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۵۳، ۰/۱۵۹، ۰/۱۱۴، به عنوان رتبه‌های اول تا سوم معرفی شد. همچنین در روش AHP، عامل خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۲۷۷، اولویت اول و عوامل حفاری و انفجار نیز، با وزن‌های نهایی ۰/۱۶۰ و ۰/۱۱۱، اولویت‌های دوم و سوم را کسب کردند. در ادامه استراتژی‌های اولویت‌بندی عوامل، برای رفع تعارض بین نتایج دو روش TOPSIS و AHP، با استفاده از روشهای ادغام (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا و روش کپ‌لند) انجام شد و عوامل خاکبرداری و خاکریزی، انفجار، حفاری به ترتیب به عنوان مهم‌ترین ریسک‌های محیط زیستی سد بالارود، در فاز ساختمانی معرفی شد.

کلید واژه

تجزیه و تحلیل ریسک محیط زیستی، مرحله ساختمانی، روش TOPSIS، روشهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، روش بردا، روش کپ‌لند

سرآغاز

از احداث سدها بر محیط زیست فائق آمد (نجمایی، ۱۳۸۲). در اینجا مفهوم ارزیابی ریسک محیط زیستی، مشخص‌کننده این است که در صورت بروز تنش، خطرها با چه شدتی و تا چه مسافتی محیط‌های انسانی و طبیعی را تهدید می‌کنند. (Dave Achterberg, et al., 2003). ارزیابی ریسک محیط زیستی گامی فراتر از ارزیابی ریسک بوده و در آن علاوه بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط زیست منطقه تحت اثر، میزان حساسیت محیط زیست متأثر و همچنین

سدها ساختمان‌های عظیم بشر ساخته هستند که از یک طرف به لحاظ پیچیدگی و تعدد مشخصه‌های گوناگون و از طرفی دیگر به علت سرمایه‌گذاری‌های سنگین، می‌باید ایمنی بالایی برای آنها قائل شد (جلالی، ۱۳۶۶). آسیب دیدن و شکست سدها اگر هم با خسارت‌های جانی و مالی همراه نباشد، می‌تواند لطمه زیادی به بخش اجتماعی محیط زیست تلقی شود. بنابراین با تغییرات مناسب در طراحی و ساخت، تا اندازه زیادی می‌توان بر تخریب‌های حاصل

تصمیم‌گیری چندمعیاره و AHP با بیان مطالعات موردی، به شرح بیشتر موضوع پرداختند (John, Harraald, et al., 2006).

معرفی منطقه مورد مطالعه

محل احداث سد مخزنی بالارود در استان خوزستان، حد فاصل اندیمشک و حسینیه، بین طول‌های جغرافیایی ۱۵° و ۴۸° تا ۲۰° و ۴۸° شرقی و نیز عرض‌های جغرافیایی ۳۸° و ۳۲° تا ۴۵° شمالی و در فاصله تقریبی ۲۵ کیلومتری اندیمشک، بر روی رودخانه بالارود از سرشاخه‌های رودخانه دز واقع شده است. منابع آب سطحی موجود در منطقه مطالعاتی، رودخانه‌های دز و بالارود هستند. این سد با هدف کنترل سیلاب‌های رودخانه بالارود و کاهش سیلاب رودخانه دز و همچنین تأمین آب مورد نیاز حدود ۶۹۹۰ هکتار از اراضی کشاورزی، در دست احداث است. از دیگر اهداف احداث سد بالارود، تولید ۱۱/۵ گیگاوات ساعت در سال انرژی برقایی و همچنین حفظ شرایط زیست محیطی پایین دست سد است. عملیات و فعالیت‌های سد مخزنی بالارود در دو مرحله آماده‌سازی و اقدامات زیربنایی و اجرا (ساخت) در حال انجام است.

جدول شماره (۱) بعضی از مشخصات فنی سد و شکل شماره (۱) موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی را نمایش می‌دهد (مهندسان مشاور دز آب، ۱۳۸۶).

جدول شماره (۱): مشخصات فنی سد

نوع سد	خاکی با هسته رسی قائم
طول تاج	۱۰۷۰ متر
عرض تاج	۱۰ متر
ارتفاع از کف رودخانه	۷۵/۵ متر
ارتفاع از پی	۷۷/۵ متر
حجم کل مخزن	۱۳۱ میلیون متر مکعب
حجم رسوب ۵۰ ساله	۳۹/۵۲ میلیون متر مکعب

(مأخذ: شرکت مهندسان مشاور دز آب، ۱۳۸۶)

مواد و روشها

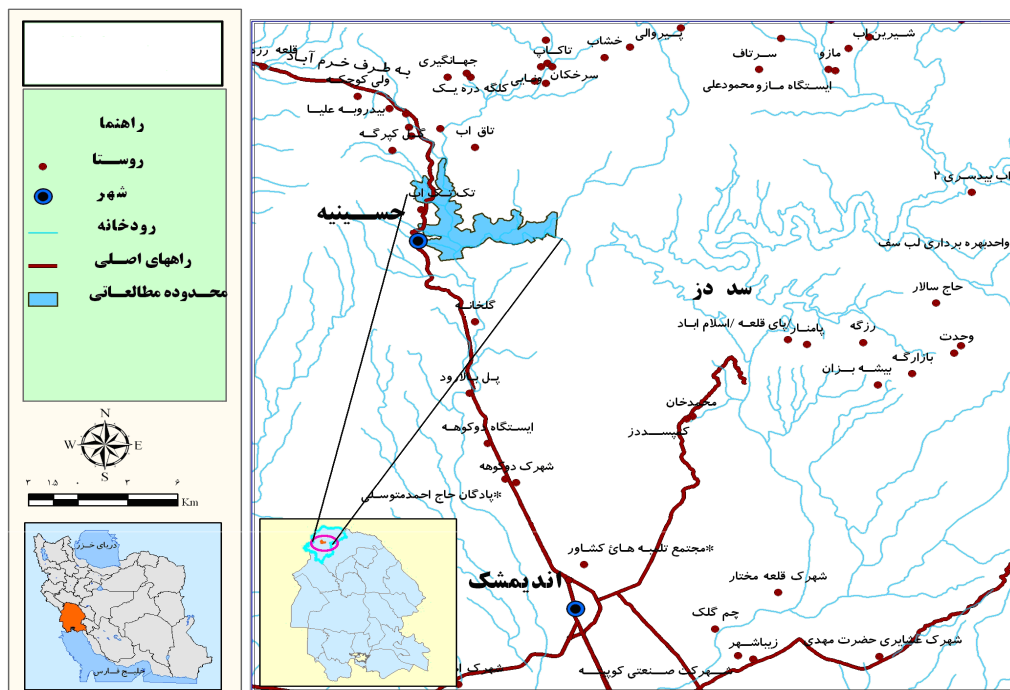
پس از بررسی پیشینه و مروری بر ادبیات تحقیق، به منظور جمع‌آوری اطلاعات پایه، به سازمان آب و برق استان خوزستان و شرکت مهندسی مشاور دز آب اهواز، مراجعه شد. همچنین با انجام بازدید میدانی از پروژه تحت بررسی و مصاحبه با کارکنان کارگاه و تیم مطالعاتی، به تهیه نقشه‌های زیست محیطی محدوده مطالعاتی پرداخته شد و با انجام آزمایش‌هایی در این خصوص، کار شناسایی منابع مولد ریسک و طبقه‌بندی آنها آغاز شد.

ارزش‌های خاص زیست محیطی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه در نظر گرفته می‌شود. (Heller, 2006) ارزیابی ریسک محیط زیستی به عنوان نیازی قانونی برای فعالیت‌هایی است که دارای نیروی تخریب بر سلامت انسان و یا محیط زیست هستند (Olsen, 2001). تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه (MADM)^۱ چارچوبی مفهومی و راهکاری برای برآورد و انتخاب سیستم‌های کنترل منابع آبی و خشکی (LWRMS)^۲ هستند. روش TOPSIS^۳ یکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مدیریتی تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری بوده و با استفاده از آن می‌توان تصمیم‌گیری‌ها را علمی‌تر ساخته و فرایند تصمیم‌گیری، در بستری از داده‌ها و خروجی‌های منطقی‌تر قرار گیرد (لولاچی، ۱۳۸۶). روش AHP^۴ نیز توانایی ادغام عوامل کمی و کیفی و ترکیب عقاید و نظریات بیان شده بسیاری از کارشناسان را داراست و می‌تواند در تجزیه و تحلیل آثار مؤثر واقع شود (Ramanathan, 2001). مروری بر کتاب‌شناسی و سابقه بهره‌گیری از روش‌های استفاده شده در این تحقیق نشان می‌دهد، در بعد جهانی پروژه‌های زیادی در قالب ارزیابی ریسک با استفاده از روش AHP, TOPSIS به انجام رسیده است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

عاملی و همکارانش در سال ۱۳۸۵، روش‌های مناسب تصمیم‌گیری چند شاخصه برای حل مسئله رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه را معرفی کردند و با کاربرد این رویکرد در رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه واقعی صنعت انرژی در کشور به استفاده از روش TOPSIS پرداختند (عاملی و همکاران، ۱۳۸۵).

در سال ۲۰۰۳، مرکز خدمات فنی ایالات متحده نیز ضمن معرفی و بررسی روش‌های ریسک ایمنی سدها و بیان اهداف و تعاریفی در این خصوص، با ایجاد نمودارهای درختی و ارزیابی احتمالات، به معرفی ویژگی‌های شکست سد، ظرفیت‌های هیدرولوژیکی، زمان اخطار، احتمال تلفات، ارزیابی ضررهای اقتصادی پرداخته است (Department of the Interior Bureau of Reclamation, 2003).

(John, Harraald و همکارانش در سال ۲۰۰۶، به توضیح روش‌هایی بر پایه ریسک ایمنی سدها و اهداف و قوانین مربوط به آنها اشاره کردند و با معرفی روش‌شناسی ارزیابی ریسک سدها در سطح جهانی و آمریکا و تکنیک‌های تصمیم‌گیری، از جمله



شکل شماره (۱): موقعیت محدودهٔ مطالعاتی

این پژوهش (۱۳۸۸)، برای اندازه‌گیری ذرات معلق، از پمپ Hivol ساخت انگلستان و از روش گراویمتری استفاده شد. همچنین از دستگاه LSI برای سنجش آلاینده‌های گازی در محیط استفاده و آزمایش‌ها به روش موضعی انجام شد. در جدول شماره (۲) موقعیت و نوع آلاینده‌های محل احداث سد بالارود که در سال ۱۳۸۸ مورد نمونه برداری و بررسی قرار گرفته در قالب جدول ارائه شده است.

آزمایش‌های انجام شده در بخش محیط زیستی سد بالارود
در طول دورهٔ ساختمانی، با انجام عملیات خاکبرداری، در محل احداث سد، یا در محل تأمین منابع قرضه (در ۴ کیلومتری ساختمان در مجاورت بخش حسینیه) گرد و غبار زیادی به اطراف پراکنده می‌شود. علاوه بر گرد و غبار، میزان زیادی SO₂، CO و ذرات معلق ناشی از مصرف سوخت‌های نسبتاً سنگین در ماشین‌آلات در حین کار تولید می‌شود. در زمان انجام

جدول شماره (۲): موقعیت نمونه برداری برای تجزیه‌تحلیل آلاینده‌ها (۱۳۸۸)

ردیف	موقعیت	محل نمونه برداری	
		نوع نمونه	محل نمونه برداری
۱	دهانهٔ تونل ورودی کرانهٔ راست (دهانهٔ شماره ۱)	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات، خروجی دهانهٔ تونل
۲	دهانهٔ دسترسی میانی (دهانهٔ شماره ۲)	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات، خروجی دهانهٔ تونل
۳	دهانهٔ تونل خروجی کرانهٔ راست (دهانهٔ شماره ۳)	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات، خروجی دهانهٔ تونل
۴	دهانهٔ تونل ورودی کرانهٔ چپ (دهانهٔ شماره ۴)	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات، خروجی دهانهٔ تونل
۵	دهانهٔ تونل خروجی کرانهٔ چپ (دهانهٔ شماره ۵)	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات، خروجی دهانهٔ تونل
۶	محل تأمین منابع قرضه (در ۴ کیلومتری ساختمان در مجاورت حسینیه)	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات
۷	محل انجام عملیات بچینگ	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات
۸	محل انجام عملیات ماسه‌شویی	✓	خروجی اگزوز ماشین‌آلات

به منظور تعیین حجم نمونه و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، این نتیجه حادث شد که برای تعداد اعضای جامعه ۳۰ نفره، ۲۸ پرسشنامه باید در نظر گرفته شود (مؤمنی، ۱۳۸۷). بنابراین در این پژوهش نیز، به منظور درصد خطای کمتر، از حداکثر گروه کارشناسی استفاده شد. حاصل این مرحله شناسایی، ۳۸ عامل بود.

سپس با توجه به ادبیات تحقیق و بررسی وضع موجود منطقه، گزینه‌های کلی ریسک سد در فاز ساختمانی، در قالب سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی، هفت زیر مجموعه فنی تکنیکی، اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی، ایمنی - بهداشتی، خاک، آب، هوا، زیستگاه و حیات وحش تقسیم‌بندی و عوامل مربوط به هر یک از آنها با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه، تعیین شد و در مجموع ۳۱ عامل (آلترناتیو) انتخاب و از A1 تا A31 به اختصار نام‌گذاری شدند (جدول شماره ۳ و ۴).

با توجه به مطالعه روشهای تصمیم‌گیری چند شاخصه در پروژه‌های مشابه و با در نظر گرفتن ویژگی‌های سد و محیط زیست تحت تأثیر آن، از روش TOPSIS و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، به عنوان رویکرد کمی و به منظور اولویت‌بندی و تحلیل ریسک‌های سد بالارود استفاده شد.

بدین منظور ابتدا، به منظور تحلیل پرسشنامه‌های به دست آمده و ریسک‌های موجود در منطقه از طریق طیف لیکرت، از گروه کارشناسی در تحقیق خواسته شد تا بر اساس جدول شماره (۵) امتیازدهی شوند (پرسشنامه TOPSIS).

جدول شماره (۳): طبقه‌بندی انواع ریسک‌های محیط زیستی

سد بالارود در فاز ساختمانی

انواع ریسک	رویدادهای انسانی	فنی - تکنیکی اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی ایمنی و بهداشتی
	رویدادهای بیوفیزیکی	خاک آب هوا زیستگاه و حیات وحش
رویدادهای طبیعی	سیل لرزه خیزی	

بی شک در طی فاز ساختمانی، به دلیل افزایش سرعت و لایروبی بستر تغییرات عمده‌ای در کیفیت آب رودخانه در پایین دست عملیات ایستگاه پمپاژ و بدنه سد و سرریز تا فاصله‌ای از مسیر رودخانه پیش خواهد آمد و کیفیت آب (بویژه از نظر کدورت) کاهش پیدا می‌کند.

به‌منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه بالارود، همچنین آزمایش‌های میکروبیولوژی از اردیبهشت تا آبان ۱۳۸۸، در چهار ایستگاه منتخب قلعه نار (تاق آب)، تک تکاب، حسینی و بالارود، با استفاده از روشهای تیتراسیون، رفلاکس، وزن‌سنجی، فتومتر و جذب اتمی بر روی آلاندهای مختلف، فلزات سنگین و کیفیت پساب از نظر شاخص‌های BOD, COD, DO, TDS, TSS، آزمایش‌هایی انجام گرفت و مشخصه‌های کیفی جیوه (Hg)، هدایت الکتریکی (EC)، شوری (Salinity)، کادمیوم (Cd)، pH، کلیفرم کل (TC) و کلیفرم مدفوعی (FC) رودخانه بالارود در سال ۱۳۸۸ اندازه‌گیری شد.

برای بررسی آلودگی صوتی محیط کارگاه و محل احداث تونل‌ها، در سال ۱۳۸۸ در ۸ جهت اصلی (منتهی‌الیه ضلع شمالی، جنوبی، شرقی، غربی، شمال غربی، شمال شرقی، جنوب غربی، جنوب شرقی) و در فاصله ۴۰ متری از تجهیزات، از دستگاه صداسنج Cell440 ساخت Casllacell کشور انگلستان و استاندارد IEC651.1979 استفاده شد و با روش ارزیابی تراز معادل در شبکه وزنی A به مدت ۳۰ دقیقه (مصوب ماده ۲ آیین نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی) وضعیت تراز فشار صوت بررسی و آلودگی صوتی محاسبه شد.

شناسایی و اولویت بندی عوامل مولد ریسک سد بالارود

برای درک کامل مفاهیم و شناسایی عوامل مرتبط، فهرستی از عوامل احتمالی ریسک به صورت پرسشنامه تهیه شد و برای تأیید درستی آنها، طی چند مرحله در اختیار گروهی از نخبگان و اساتید در رشته‌های مرتبط با محیط زیست و عمران قرار گرفت.

Alev Taskin Gums در سال ۲۰۰۹ مقاله‌ای ارائه کرد که در آن، تأکید شده بود، نظرهای ۱۰ تا ۳۰ نفر از متخصصان در روش دلفی اصلاح شده، که برای گروه تصمیم‌گیر کفایت می‌کند (Alev Taskin Gums, 2009).

همچنین برای اطمینان بیشتر از تعداد اعضای گروه تصمیم‌گیر و تعداد پرسشنامه‌ها، با استعانت از جدول مورگان که

جدول شماره (۴): عوامل ریسک‌های محیط زیستی سد بالارود در فاز ساختمانی

عوامل ریسک (Alternatives)		
A1	فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات	فنی - تکنیکی
A2	انفجار	
A3	تروریسم و خرابکاری	اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی
A4	احداث محل مخزن و تأمین منابع قرضه	
A5	کار در ارتفاع	ایمنی و بهداشتی
A6	خاکبرداری و خاکریزی	
A7	حفاری	
A8	انفجار	
A9	فعالیت انسانی در کارگاه	
A10	خاکبرداری و خاکریزی	خاک
A11	حفاری	
A12	انفجار	
A13	فعالیت انسانی در کارگاه	
A14	فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات	آب
A15	خاکبرداری و خاکریزی	
A16	حفاری	
A17	احداث تونل	
A18	فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات	
A19	فعالیت انسانی در کارگاه	
A20	استفاده زیاد از آبهای زیرزمینی	
A21	خاکبرداری و خاکریزی	
A22	حفاری	
A23	انفجار	
A24	فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات	
A25	بوته کنی و قطع گونه‌های چوبی	زیستگاه و حیات وحش
A26	خاکبرداری و خاکریزی	
A27	فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات	
A28	حفاری	
A29	انفجار	
A30	لرزه خیزی	رویدادهای طبیعی
A31	وقوع سیل	

جدول شماره (۵): طیف امتیاز دهی به معیارها

بسیار کم	کم	متوسط	مهم	بسیار مهم	میزان تأثیر
۱	۳	۵	۷	۹	امتیاز

منبع: (اصغریور، ۱۳۸۷)

حالت ممکن، A_i^+ و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن، A_i^-) داشته باشد. فرض بر این است که رضامندی هر شاخص به طور یکنواخت افزایشی، و یا کاهش‌ی است. حل یک مسئله به روش TOPSIS شامل ۶ مرحله، یا گام است که به شرح زیر مشخص شده است. (اصغریور، ۱۳۸۷).

گام (۱) - تشکیل جدول تصمیم

روش TOPSIS ماتریس تصمیمی را ارزیابی می‌کند که شامل m گزینه و n شاخص است.

در روش TOPSIS، m گزینه به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شود. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین

مراتبی (AHP) برای اولویت‌بندی استفاده شد. بدین منظور پس از رسم ساختار سلسله مراتبی ریسک‌های سد بالارود، ماتریس مقایسه‌های زوجی با توجه به احتمال وقوع خطر و شدت اثر، برای هر یک از معیارها و زیر معیارها نسبت به یکدیگر تشکیل شد. در این مقایسه‌ها از قضاوت‌های شخصی تصمیم‌گیرندگان استفاده شد (قدسی‌پور، ۱۳۸۵). روش کار به این ترتیب است که، به هر مقایسه دو دویی، یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود. معنی هر عدد در جدول شماره (۶) مشخص شده است. سپس در نرم افزار Expert Choice و با روش بردار ویژه، وزن نسبی معیارها محاسبه شد و در مرحله بعد با تلفیق اوزان نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین شد. مقایسه‌های زوجی، به طریق رتبه‌ای، یک بار از لحاظ شدت و یک بار از لحاظ احتمال وقوع، برای عوامل شناسایی شده، انجام شد و مقدار عددی متناظر با آن در جدول مقایسه ذکر شد (جدول شماره ۶).

جدول شماره (۶): مقایسه ۹ کمی ساعتی برای مقایسه دو دویی

معیارها

توضیح	تعریف	امتیاز (شدت اهمیت)
در تحقیق، هدف دومعیار اهمیت مساوی دارند.	اهمیت مساوی	۱
تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت ۱ بیشتر از ۲ است.	اهمیت اندکی بیشتر	۳
تجربه نشان می‌دهد که اهمیت ۱ خیلی بیشتر از ۲ است.	اهمیت بیشتر	۵
تجربه نشان می‌دهد که اهمیت ۱ خیلی بیشتر از ۲ است.	اهمیت خیلی بیشتر	۷
اهمیت خیلی بیشتر ۱ نسبت به ۲ به طور قطعی به اثبات رسیده است. هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد.	اهمیت مطلق	۹
	-	۲ و ۴ و ۶ و ۸

منبع: (Bertolinn, 2006)

نتایج

نتایج آزمایش‌های محیط زیستی سد بالارود

نتایج آزمایش‌های انجام داده بر روی آلاینده‌های هوا در محل احداث سد بالارود در سال ۱۳۸۸ و مقایسه با استانداردهای سازمان محیط زیست، حاکی از آن است که طبق جدول شماره (۷)، میزان CO₂ و SO₂ در بیشتر ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده بالاتر از حد استاندارد است که این امر بیشتر به دلیل استفاده مصرف سوخت‌های نسبتاً سنگین در ماشین‌آلات، در حین انجام عملیات و عدم تهویه مناسب درون تونل‌هاست. با توجه به آثار بالقوه ناشی از آلاینده‌های گازی شکل و ذرات حاصل از فعالیت تجهیزات خاکبرداری، خاکریزی و حفاری این

گام (۲) - نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم از طریق نرم

اقلیدسی

رابطه (۱):

$$nij = \frac{aij}{\left(\sum_{i=1}^m aij^2\right)^{\frac{1}{2}}}$$

ماتریس به دست آمده، ND نامیده می‌شود.

گام (۳) - ایجاد ماتریس بی مقیاس وزن

$$V = N_D * W_{n*n} \quad \text{رابطه (۲):}$$

که در آن ماتریس بی مقیاس وزن و W ماتریس قطری از وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌هاست.

گام (۴) - محاسبه گزینه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

رابطه (۳):

$$A^+ = \left\{ \left(\max_{ij} v_{ij} \mid j^+ \right), \left(\min_{ij} v_{ij} \mid j^- \right) \right\}$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_{ij} v_{ij} \mid j^+ \right), \left(\max_{ij} v_{ij} \mid j^- \right) \right\}$$

گام (۵) - محاسبه فاصله یا نزدیکی نسبت به ایده‌آل +

یا ایده‌آل -

رابطه (۴):

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

گام (۶) - محاسبه Cli که مبین نزدیکی به ایده‌آل مثبت و

دوری از ایده‌آل منفی است.

رابطه (۵):

$$cli^- = \frac{d_i^+}{d_i^- + d_i^+} \quad \text{یا} \quad cli^+ = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

در نهایت رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام می‌گیرد و بر اساس

ترتیب نزولی Ci می‌توان گزینه‌های موجود را بر اساس بیشترین اهمیت رتبه‌بندی کرد. (مؤمنی، ۱۳۸۵). در ادامه روش TOPSIS، به منظور اولویت‌بندی عوامل و نتیجه‌گیری دقیق‌تر، با استفاده از نرمالایز کردن ۳۱ عامل شناسایی شده، ۱۳ عامل حادث شد، که به ترتیب از C1 تا C13 نامگذاری شدند. سپس با توجه به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در پروژه‌های مشابه و با در نظر گرفتن ویژگی‌های سد و محیط زیست تحت تأثیر و انواع ریسک‌های ناشی از پروژه در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک‌های ناشی از سد بالارود، از روش فرایند تحلیل سلسله

عنوان نمونه مشخصه هدایت الکتریکی (EC) در طول دوره آماری در حالت میانگین، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۱ با میزان $۸۵۱/۱$ ($\mu\text{s}/\text{cm}$) و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲ با مقدار $۵۲۲/۸$ ($\mu\text{s}/\text{cm}$) نشان می‌دهد. در ایستگاه‌های ۳ و ۴ تقریباً به یک نسبت افزایش داشته است. مقدار این مشخصه برای مصارف کشاورزی مناسب است. شایان ذکر است، به علت زیاد بودن نتایج آزمایش‌های کیفیت شیمیایی آب رودخانه بالارود، در اینجا فقط به آوردن چند مورد اکتفا شد. نتایج ارزیابی صدا، در محل احداث سد که در ۸ جهت اصلی، صورت گرفت و مقایسه آن با استاندارد آلودگی صوتی محیط‌های مسکونی - صنعتی که ۷۰ dB است، نشان داد که در تمام ایستگاهها میزان صدا کمتر از حد مجاز است (جدول شماره ۸).

پروژه، در مطالعه پیش روی، مؤلفه‌های گازی شکل و ذرات معلق ناشی از عملیات ساختمانی پروژه احداث سد بالارود به عنوان یکی از مهم‌ترین اطلاعات ورودی محاسبه مخاطرات قرار گرفت و برآورد شدت این مشخصه‌ها پس از قیاس با استانداردهای هوای پاک در سنجش ریسک فیزیکی این تحقیق محاسبه شد. بررسی و تجزیه و تحلیل آماری مشخصه‌های کیفی آب در وضعیت موجود ایستگاههای محدوده مطالعاتی و مقایسه آن با استاندارد، نشان‌دهنده این است که بجز مشخصه‌های میکربی و بیولوژیکی که مقدار مشاهده شده آنها بویژه در ایستگاه اول قلعه نار فراتر از حد استاندارد است، سایر عوامل کیفی آب تقریباً در سطح مجاز استاندارد آب شرب (ایران نشریه ۳-۱۱۶ سازمان برنامه بودجه) و کشاورزی (FAO) قرار دارند. به

جدول شماره (۷): نتایج اندازه‌گیری CO و SO2 ایستگاههای منتخب سد (۱۳۸۸)

ردیف	موقعیت نمونه برداری	میزان آلاینده (ppm)CO	استاندارد آلاینده CO (ppm)	میزان آلاینده (ppm)SO ₂	استاندارد آلاینده SO ₂ (ppm)
۱	دهانه تونل ورودی کرانه راست (دهانه شماره ۱)	۱۶۵	۱۵۰	۸۴۲	۸۰۰
۲	دهانه دسترسی میانی (دهانه شماره ۲)	۲۵۵	۱۵۰	۹۲۰	۸۰۰
۳	دهانه تونل خروجی کرانه راست (دهانه شماره ۳)	۳۸۵	۱۵۰	۸۳۹	۸۰۰
۴	دهانه تونل خروجی کرانه چپ (دهانه شماره ۵)	۱۵۶	۱۵۰	۸۱۰	۸۰۰
۵	محل انجام عملیات بچینگ	۱۷۷	۱۵۰	۸۲۴	۸۰۰

جدول شماره (۸): نتایج ارزیابی صدا در محل احداث سد بالارود (مربوط به اندازه‌گیری در روز سال ۱۳۸۸)

ردیف	ایستگاه	مدت نمونه برداری بر حسب دقیقه	مقدار اندازه‌گیری شده dB	استاندارد dB
۱	منتهی‌الیه ضلع شمالی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۰/۶	۷۰
۲	منتهی‌الیه ضلع جنوبی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۱/۹	۷۰
۳	منتهی‌الیه ضلع شرقی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۷/۲	۷۰
۴	منتهی‌الیه ضلع غربی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۷	۷۰
۵	منتهی‌الیه ضلع شمال غربی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۳/۳	۷۰
۶	منتهی‌الیه ضلع شمال شرقی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۹/۵	۷۰
۷	منتهی‌الیه ضلع جنوب غربی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۱/۲	۷۰
۸	منتهی‌الیه ضلع جنوب شرقی سد - فاصله ۴۰ متر	۳۰	۶۸/۳	۷۰

(تمام مقادیر اندازه‌گیری، در شبکه وزنی A و به صورت تراز معادل Leq اندازه‌گیری شده است.)

تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس روش

TOPSIS

تحلیل‌های TOPSIS مربوط به پرسشنامه به نوعی به تحلیل و اولویت‌بندی عوامل ریسک مورد بررسی می‌پردازد که مطابق با آن، نتایج حاکی از آن است که از بین ۳۱ عامل

شناسایی شده، عامل خاکبرداری و خاکریزی (محیط پذیرنده ریسک آن خاک است) با نمره $۰/۸۲۷۸$ رتبه اول، عامل خاکبرداری و خاکریزی (محیط پذیرنده ریسک آن آب است) با نمره $۰/۸۰۴۴$ رتبه دوم، بوته کنی و قطع گونه‌های چوبی با نمره $۰/۷۸۱۳$ رتبه سوم را کسب کرده است. وقوع سیل، خاکبرداری و خاکریزی (از جمله عوامل ایمنی و

اقتصادی- اجتماعی- فرهنگی، ایمنی- بهداشتی، خاک، آب، هوا، زیستگاه و حیات وحش مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین در ادامه به منظور اولویت بندی عوامل و نتیجه گیری دقیق تر، با نرمالایز کردن نتایج روش Topsis، ۱۳ عامل به دست آمد که به ترتیب از CI تا C13 نامگذاری شد و پس از اولویت بندی، در جدول شماره (۹) قرار داده شدند. با توجه به جدول شماره (۹)، خاکبرداری و خاکریزی، انفجار، فعالیت تجهیزات و ماشین آلات به ترتیب به عنوان نتایج نهایی روش Topsis معرفی شدند. سایر عوامل نیز مطابق جدول ارائه شده در اولویت های بعدی قرار گرفتند.

جدول شماره (۹): نتایج نهایی حادث از روش Topsis

ردیف	عوامل	نرمالایز شده
۱	C1 خاکبرداری و خاکریزی	۰/۲۵۳۸
۲	C3 انفجار	۰/۱۵۹
۳	C6 فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۱۱۴۷
۴	C2 حفاری	۰/۱۰۶۳
۵	C4 فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۰۷۳۴
۶	C9 بوته کنی و قطع گونه های چوبی	۰/۰۵۴۶
۷	C7 وقوع سیل	۰/۰۵۲۶
۸	C8 احداث محل مخزن و تأمین منابع قرضه	۰/۰۴۷۹
۹	C11 کار در ارتفاع	۰/۰۴۷۵
۱۰	C5 استفاده زیاد از آبهای زیر زمینی	۰/۰۴۴۹
۱۱	C13 لرزه خیزی	۰/۰۲۶
۱۲	C10 احداث تونل	۰/۰۱۴۷
۱۳	C12 ترورسیم و خرابکاری	۰/۰۰۵۶

بعدی قرار گرفته اند. رویدادهای بیوفیزیک از بین سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیک و انسانی، به دلیل احتمال وقوع، چه از لحاظ شدت، به ترتیب با وزن ۰/۵۵۸ و ۰/۵۲۸، واجد بیشترین سطوح ریسک است. در محیط بیوفیزیک با توجه به این که مشخصه های محیط فیزیکی به عنوان پایه و اساس بخش های دیگر محیطها مطرح هستند، در نتیجه عمده تأثیرات منفی طرح بر این محیط بوده و می تواند شامل اثر بر کیفیت آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی، آلودگی خاک، آلودگی صوتی و اثر بر کیفیت هوا، باشد. منابع آب سطحی موجود در منطقه مطالعاتی، رودخانه های دز و بالارود هستند. از بین ریسک های بیوفیزیک نیز به ترتیب آب و خاک واجد بیشترین سطوح ریسک بوده که عملیات خاکبرداری و خاکریزی و حفاری، این محیط های پذیرنده ریسک، به عنوان مهم ترین عامل در وقوع ریسکها تشخیص داده شد. عملیات خاکبرداری و خاکریزی از عمده فعالیت های دوره ساختمانی محسوب شده و در هنگام اجرای بدنه سد به وفور به وسیله ماشین های

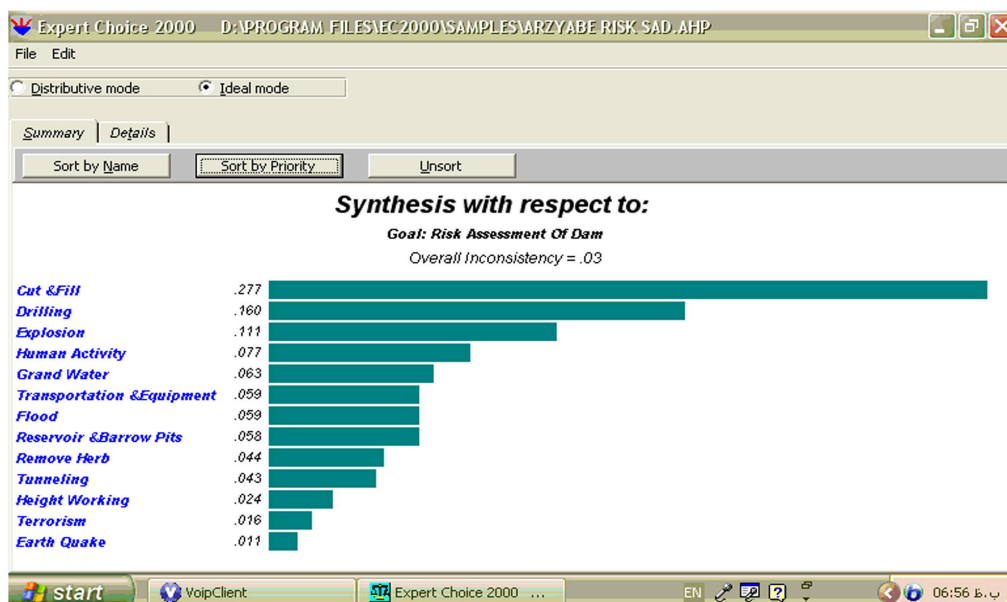
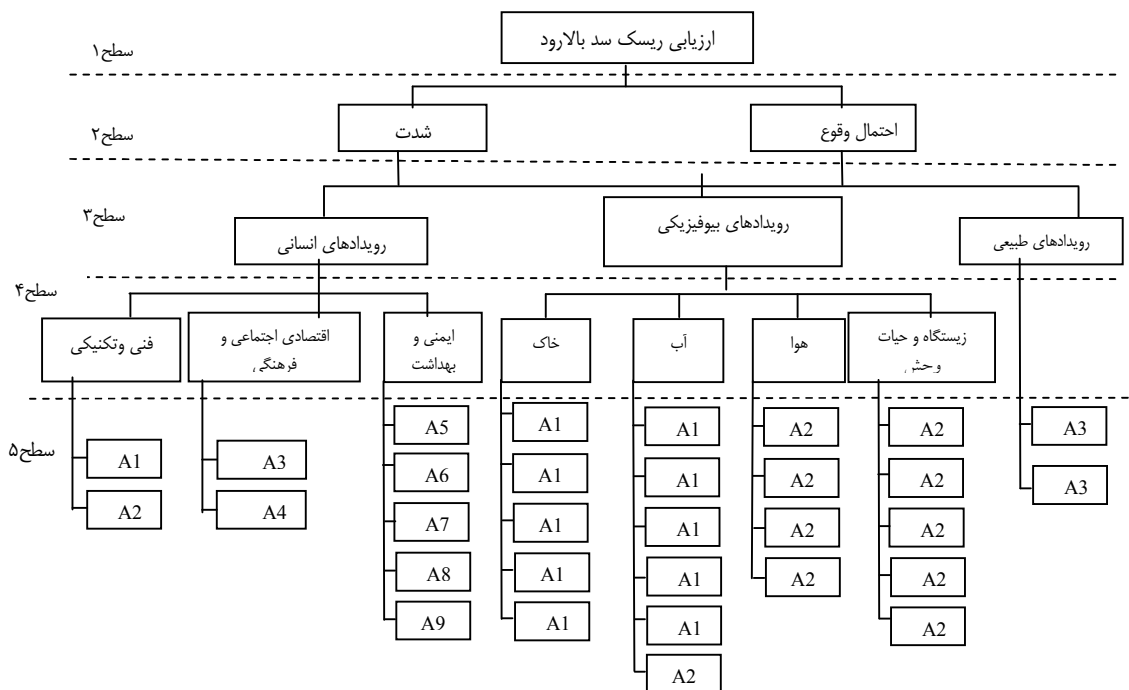
بهداشتی (و انفجار (از جمله عوامل ایمنی و بهداشتی)، به ترتیب با کسب نمرات ۰/۷۵۳۲، ۰/۷۱۳۲/۷۲۳، رتبه چهارم تا ششم را دریافت کرده اند؛ همچنین از بین سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیک و انسانی، رویدادهای بیوفیزیک در اولویت اول قرار داشته و رویدادهای طبیعی و انسانی در اولویت های دوم و سوم هستند. در شناسایی عوامل مولد ریسک سد، بنا به ضرورت و حساسیت محیط های پذیرنده ریسک، در ابتدا لازم بود تا اثر بعضی از عوامل در محیط های مختلف، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. به طور مثال اثر عامل خاکبرداری و خاکریزی در ۵ زیر مجموعه از ۷ زیر مجموعه فنی تکنیکی،

تجزیه و تحلیل و اولویت بندی ریسکها بر اساس روش AHP

به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود، کار شناسایی، طبقه بندی و ارزیابی ریسک با اجرای تکنیک AHP به منظور کاهش خطرها و در قالب سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیک و انسانی صورت پذیرفت. سپس ساختار سلسله مراتبی ریسک های شناسایی شده طرح و معیارها و زیر معیارها با توجه به شدت و احتمال وقوع، با استفاده از نرم افزار Expert Choice، وزن دهی شد. در شکل شماره (۲) ساختار سلسله مراتبی ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از روش AHP، عملیات خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۲۷۷ واجد بیشترین سطح ریسک و فعالیت هایی مانند حفاری و انفجار به ترتیب با وزنه های نهایی ۰/۱۶۰ و ۰/۱۱۱، اولویت های دوم و سوم هستند. سایر عوامل نیز با توجه به شکل شماره (۳)، در اولویت های

مکانیکی، یا وسایل دستی انجام می‌شود، و باعث فرسایش خاک، تغییر شرایط اکولوژیکی خاک و پراکنش ذرات گرد و غبار در هوا و... می‌شود. خاکبرداری و خاکریزی باید همراه با اصول علمی و کاملاً تثبیت شده صورت پذیرد. در بین معیارهای مرتبط با رویدادهای انسانی، محیط اقتصادی-اجتماعی- فرهنگی و ایمنی- بهداشت، از لحاظ شدت، و یا به علت احتمال وقوع، به ترتیب با وزن های ۰/۵۲۸ و ۰/۳۳۳ واجد بیشترین سطوح ریسک است.

شکل شماره (۲): ساختار سلسلهٔ مراتبی ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود



شکل شماره (۳): نتایج نهایی ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود

انجام رسید و نتایج در جدول شماره (۱۲) نشان داده شده است. بنابراین طبق روش بردا و با توجه به ستون $\sum C$ در جدول شماره (۱۲)، اولویت بندی عوامل ریسک به صورت زیر خواهد بود:

$$C1 > C4 > C3 > C2$$

جدول شماره (۱۲): قاعده اکثریت

	C1	C2	C3	C4	$\sum C$
C1	-	M	M	M	۳
C2	X	-	X	M	۱
C3	X	M	-	M	۲
C4	X	X	X	-	۰
$\sum R$	۰	۲	۱	۳	

روش کپلند

این روش، با پایان روش بردا شروع شد و عوامل ریسک رتبه بندی شده حادث از دو روش مورد استفاده در تحقیق، (AHP و TOPSIS) اولویت بندی شد:

$$\text{رابطه (۶)} \quad \sum C - \sum R = \text{امتیاز هر عامل}$$

$$C1 = 3 - 0 = 3$$

$$C2 = 1 - 2 = -1$$

$$C3 = 2 - 1 = 1$$

$$C4 = 0 - 3 = -3$$

بنابراین رتبه بندی عوامل، به صورت زیر خواهد بود:

$$C1 > C3 > C2 > C4$$

مرحله ادغام

در این مرحله می باید با توجه به سه راهبرد اولویت بندی (میانگین رتبه ها، بردا و کپلند)، از طریق تشکیل مجموعه رتبه بندی جزئی^۵ به اجماعی دست یافت. اما با توجه به این که نتایج حادث از این سه روش، مشترک بوده و حاکی از صحت و دقت عمل در محاسبات است، بنابراین دیگر نیازی به انجام این مرحله نبوده و اولویت بندی نهایی ریسک های سد بالارود در مرحله ساختمانی به شکل زیر معرفی می شود:

$$C1 > C3 > C2 > C4$$

فعالیت انسانی > حفاری > انفجار > خاکبرداری و خاکریزی

بحث و نتیجه گیری

همان طور که بیان شد، هدف از انجام این مطالعه تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی سد بالارود است. برای دستیابی به این هدف، پس از مطالعه در زمینه روش های مختلف ارزیابی ریسک، روش های

راهبرد اولویت بندی

با توجه به تکنیک های مختلفی که در این تحقیق به منظور اولویت بندی ریسک های شناخته شده سد بالارود مورد استفاده قرار گرفته است، و رتبه بندی های متفاوتی برای ریسک های شناسایی شده منطقه سد بالارود به دست آمده، برای تفوق بر این وضعیت و رفع تعارض بین رتبه بندی های گوناگون برای رتبه های اول تا چهارم هر دو روش TOPSIS و AHP، از روش های ادغام (روش میانگین رتبه ها، روش بردا، روش کپلند) استفاده شد. در جدول شماره (۱۰)، رتبه های اول تا چهارم حادث از روش های AHP و TOPSIS ارائه شده است.

جدول شماره (۱۰): رتبه های اول تا چهارم نتایج نهایی حادث

از روش های AHP و TOPSIS

عوامل (Alternatives)	روش های MADM	
	رتبه در روش TOPSIS	رتبه در روش AHP
C1 خاکبرداری و خاکریزی	۱	۱
C2 حفاری	۴	۲
C3 انفجار	۲	۳
C4 فعالیت انسانی	۵	۴

روش میانگین رتبه ها

در این روش، بر اساس میانگین رتبه های اول تا چهارم به دست آمده از روش های مختلف MADM مورد استفاده در تحقیق (AHP و TOPSIS)، عوامل اولویت بندی شد و مطابق جدول شماره (۱۱) نتایج زیر به دست آمد:

$$C1 > C4 > C3 > C2$$

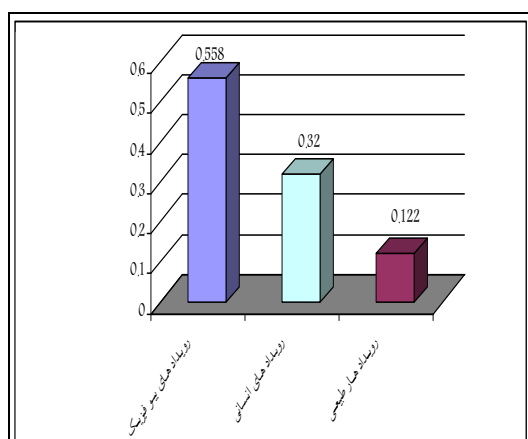
جدول شماره (۱۱): میانگین رتبه های اول تا چهار حادث

از روش های AHP و TOPSIS

عوامل	روش های MADM		میانگین رتبه ها
	TOPSIS	AHP	
C1	۱	۱	۱
C2	۴	۲	۳
C3	۲	۳	۲/۵
C4	۵	۴	۴/۵

روش بردا

در این روش با استعانت از قاعده اکثریت، با در نظر گرفتن ماتریس مقایسه های زوجی، اولویت بندی عوامل ریسک به



شکل شماره (۴): وزن و اولویت‌بندی معیارهای سطح ۲

با توجه به حجم خاکبرداری (۶۷۲۹۶۴۰ متر مکعب) در برابر وسعت منطقه، این تأثیر نیز از نظر شدت، متوسط و احتمالی تلقی می‌شود. علت احتمالی بودن این پیامد آن است که ایجاد فرسایش در اثر عملیات خاکبرداری و خاکریزی وابسته به رخداد بارندگی شدید در زمان انجام این عملیات است.

همچنین عملیات خاکبرداری و نقل و انتقال خاک، باعث برهم زدن نظم طبیعی نفوذ آبها در لایه‌های زیرین خاک خواهد شد. برداشت خاک برای تأمین هسته رسی باعث می‌شود که کدورت و اصلاح آبهای زیرزمینی نیز افزایش یابد.

در طول دوره ساختمانی، خاکبرداری‌ها در محل احداث سد، و یا در محل تأمین منابع قرضه (در ۴ کیلومتری ساختگاه در مجاورت حسینیه) گرد و غبار زیادی به اطراف پراکنده می‌کند. انجام خاکبرداری و خاکریزی نیز از جمله فعالیت‌های اثرگذار بر عامل فیزیکی صدا بوده و باعث افزایش تراز صوتی در منطقه خواهد شد؛ همچنین با انجام عملیات خاکبرداری و خاکریزی، قریب به ۲۷۰ هکتار از گونه‌های درختچه‌ای که چهره اصلی نمای گیاهی زمین را تشکیل می‌دهند و همراه آن تعدادی از درختان و بوته‌ها نیز غرق می‌شوند.

گونه‌های غالب گیاهی که به زیر آب فرو می‌روند متعلق به Astragalus و گونه‌هایی از گونه‌های درختچه‌ای خاردار هستند. علاوه بر این زیستگاه حیواناتی که در مجاورت رودخانه زندگی می‌کنند در برخی موارد بهبود یافته و در بعضی موارد دچار تغییر نامطلوب برای جانوران می‌شوند.

قسمتی از کف رودخانه انحراف مسیر داده و آبزیان موجود در آب رودخانه بالارود بویژه گونه‌های تونینی^۷، لوتک^۸، مارماهی^۹ دچار تغییرات نامطلوب می‌شوند. از طرفی با احداث فعالیت‌های انحراف آب و

تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله AHP و TOPSIS به دلیل آن‌که در مقایسه با سایر روشها، عرصه بیشتری را به کاربر، برای وارد کردن عوامل محیط زیستی می‌دهد، به عنوان روش کار انتخاب شد.

سپس به بررسی شرایط فنی و محیط زیستی سد پرداخته شد و برای انتخاب گزینه‌های ریسک سد، از روش پرسشنامه دلفی و نظرسنجی خبرگان استفاده و با روش TOPSIS بررسی و اولویت‌بندی شد. در مرحله بعد ساختار سلسله مراتبی این تحقیق ترسیم شد و در زمینه محاسبه وزن‌های نسبی و نهایی معیارها و زیرمعیارها، بر حسب شدت و احتمال وقوع ریسک‌ها، از طریق وارد کردن نتایج مقایسه‌های شفاهی به نرم افزار Expert Choice اقدام لازم انجام گرفت.

در روش TOPSIS عامل خاکبرداری و خاکریزی، انفجار، فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۵۳، ۰/۱۵۹، ۰/۱۱۴، به عنوان رتبه‌های اول تا سوم معرفی شد. همچنین در روش AHP، عامل خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۲۷۷، اولویت اول و عوامل حفاری و انفجار نیز، با وزن‌های نهایی ۰/۱۶۰ و ۰/۱۱۱، اولویت‌های دوم و سوم را کسب کردند.

در ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود در مرحله ساختمانی به روش AHP، با توجه به نتایج به دست آمده و روش اتخاذ شده در جمع‌آوری و پردازش داده‌های تحت مطالعه، می‌توان به صورت زیر نتیجه‌گیری کرد:

رویدادهای بیوفیزیک از سطح ریسک بالاتری نسبت به سایر رویدادهای تحت بررسی برخوردار بوده، لیکن خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی‌شود. با وجود این می‌باید نسبت به کاهش ریسک اقدام کرد (شکل شماره ۴).

در منطقه مورد مطالعه، عمده عامل مولد ریسک، خاکبرداری و خاکریزی معرفی شده که در تمامی اجزای مختلف بیوفیزیک، بالاترین وزن (۰/۲۷۷) را داشته و این خود می‌تواند مولد و منشاء ریسک‌های دیگر نیز شود. خاکبرداری و خاکریزی فعالیتی است که می‌تواند با برهم زدن افق‌های خاک و تخریب پوشش سطحی آن، منجر به فرسایش شود.

بخش عمده این فعالیت شامل برداشت خاک از محل منابع قرضه و استفاده از آن در ساختمان بدنه سد خاکی، فرازبند و غیره است.

خاکبرداری و خاکریزی که با رهاسازی حجم زیاد رسوبات و آلودگی‌های دیگر در جریان آب همراه هستند، احتمال خفگی لارو ماهی‌ها و بچه ماهی‌ها و مدفون شدن تخم آنها در زیر گل و لای نیز وجود دارد.

در رویشگاه‌های این منطقه به دلیل قطع گونه‌های چند ساله و ریشه‌کن شدن گونه‌های چوبی توسط انسان، تعادل بیولوژیکی به هم خورده و گونه‌های تیغ‌دار جای گونه‌های خوش‌خوراک را گرفته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از حوادث فقط ایمنی کارکنان طرح را به خطر خواهد انداخت، در حالی که بعضی دیگر ایمنی ساکنان منطقه را نیز تهدید خواهد کرد. بسیاری از فعالیت‌ها از جمله انفجار می‌تواند برای ایمنی و سلامت ساکنان روستاهای واقع در آن منطقه خطرناک باشد. خاصه آن که با وجود آغاز فعالیت‌های اجرای طرح، هنوز ساکنان روستا جا به جا نشده باشند.

به این ترتیب اجرای فعالیت‌های احداث طرح علاوه بر در نظرگیری تمهیدات مربوط به سلامتی کارکنان، مستلزم اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از بروز خطرهای احتمالی برای ساکنان

این روستاها نیز است.

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به موارد منتج از ارزیابی و شناسایی ریسک که مستلزم اقدامات بایسته در این زمینه‌اند، شرایط نسبتاً ایمن در کارگاه برقرار بوده و خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی‌شود.

لیکن با وجود این با ارائه برنامه مدیریت ریسک محیط زیستی در منطقه می‌باید نسبت به کاهش ریسک اقدام کرد و از شدت و دامنه آنها تا حد بسیار زیادی کاست. بعد از شناسایی و کمی‌سازی و اولویت‌بندی ریسک‌ها نیاز به برنامه پاسخ به ریسک است که راه‌های مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان کند. روش‌های متفاوتی برای پاسخ وجود دارند که عبارتند از: از بین بردن ریسک، تخفیف دادن ریسک، انتقال ریسک و پذیرش ریسک (ستاره و کوهپایی، ۱۳۸۵).

در جدول شماره (۱۳) راهکارهای پیشنهادی کنترل و مقابله با مهم‌ترین ریسک‌های سد بالارود در محیط‌های مختلف با توجه به نتایج ارزیابی ریسک و نتایج آزمایش‌های انجام شده به صورت جدول ذیل ارائه شده است.

جدول شماره (۱۳): راهکارهای پیشنهادی کنترل ریسک‌های محیط زیستی سد بالارود

عوامل مولد ریسک (نتایج رتبه های اول تا سوم ارزیابی ریسک سد بالارود)	پیامد	اقدامات کاهش و کنترل پیشنهادی
خاکبرداری و خاکریزی	- گرد و غبار و پرتاب ذرات به چشم که باعث کاهش دید، مشکلات بینایی و بیماری در درازمدت (ربوی، گوارشی و...) خواهد شد. - فرسایش خاک (وقوع سیلاب‌ها، تخریب پوشش گیاهی) - تغییر هیدرولوژی منطقه، افزایش کدورت (اثر بر کیفیت آبهای سطحی)	- مرطوب نگه داشتن مرتب خاکریزها و وتولید غبار کمتر در حین تخلیه بار - دقت در نحوه عملیات خاکبرداری و خاکریزی - حداقل جابه‌جایی خاک در فصول بارندگی
حفاری	- اثر بر کمیت و کیفیت آبهای زیرزمینی (کاهش سطح سفره آب زیر زمینی) - اثر بر آبزیان و اثر بر زیستگاه جانوری به دلیل انحراف مسیر کف رودخانه	- جانمایی صحیح کمپ‌ها، ساختمان‌ها، آبروها - جلوگیری از فرسایش - جلوگیری از برداشت مصالح قرصه از بستر و حاشیه رودخانه - برنامه‌ریزی جامع و گسترده منطقه‌ای در سطح حوزه برای جلوگیری از استفاده بی‌رویه از منابع آب و خاک
انفجار	- اثر بر روان و اعصاب کارگران و کارکنان - اثر بر رفتار جانوران و اثر بر گردن جانوران گناشته و نابودی و فرار حیات وحش را سبب می‌شود.	- تأمین وسایل حفاظت فردی مناسب در مقابل سر و صدا - شناسایی کارکنان حساس به صدا و دور کردن کارکنان از محیط - ایجاد فضای سبز و تأمین پوشش گیاهی در اطراف محدوده اجرای طرح

عملیات ممیزی و خودبازرسی برای به حداقل رسانیدن پیامدهای نامطلوب مستقیم، یا غیر مستقیم محیط زیستی طی فعالیت‌های ساختمانی است.

بنابراین با توجه به خطرهای ریسک‌های شناسایی شده، مهم‌ترین اهداف برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیستی آن، شامل موارد ذیل است:

پس از ارائه تمهیدات و راهکارهای پیشگیری، کاهش و کنترل ریسک‌های سوء محیط‌زیستی ناشی از فعالیت ساختمانی سد بالارود، ارائه برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیست، مطابق با دستور العمل‌های ملی و بین‌المللی، برای نظارت دقیق و پایش اصولی عملیات، فرایندها و عملکردها لازم و ضروری است. یکی از اهداف اساسی برنامه‌های مدیریت و پایش، انجام

- کنترل و پیشگیری از آلودگی منابع هوا، آب، خاک و صدا در منطقه تحت تأثیر در طول دوره ساختمانی.
- جلوگیری از مصرف بی‌رویه منابع آب و افت شدید سطح سفره آب زیرزمینی در منطقه.
- افزایش وضعیت اشتغال و درآمد، سطح زندگی، رفاه و بهداشت ساکنان منطقه تحت تأثیر فعالیت سد.
- کاهش مخاطرات انسانی، بهداشتی و محیط زیستی احتمالی ناشی از فعالیت ساختمانی.
- بنابراین روش و دوره‌های بازرسی و پایش متناسب با محیط، منابع آلاینده و آثار و ریسک‌های شناسایی شده سد بالارود شامل مواردی است که در جدول شماره (۱۴) بیان شده است.

جدول شماره (۱۴): شاخص‌های برنامه پایش و زمان بندی ریسک‌های زیست محیطی سد بالارود در مرحله ساختمانی

زمان بندی پایش	برنامه پایش سد بالارود در مرحله ساختمانی
- پایش مستمر و کنترل کیفی آب رودخانه در بالادست و پایین دست، نمونه برداری هر سه ماه یکبار(هر فصل) - اندازه‌گیری گازهای آلاینده هوا در ایستگاههای مشخص، هر سه ماه یکبار(هر فصل) - کنترل و تنظیم موتورها، نصب دودگیر روی آگزوزها، نصب فیلتر روی دودکش واحدهای جانبی به طور ماهانه - اندازه‌گیری تراز صوتی در منطقه تحت تأثیر فعالیت ساختمانی هر سه ماه یکبار	برنامه کنترل منابع آب برنامه کنترل کیفیت هوا برنامه کنترل صدا

پیشنهادها

با تغییر و افزایش تعداد معیارهای تصمیم‌گیری و با استفاده از زیر معیارها، به جزئیات بیشتری پرداخته شود. شایسته است که انجام مطالعات ارزیابی ریسک زیست محیطی، همزمان با ارزیابی آثار زیست محیطی در خصوص شناسایی مخاطرات احتمالی و پیامدهای حاصل از آنها به منظور پیشگیری از وقوع و جبران خسارات وارده بر محیط پذیرنده اثر و جوامع زیستی تحت تأثیر، انجام گیرد.

یادداشت‌ها

- 1-Multiple Attribute Decision Making
- 2-Land and Water Resource Management System
- 3-Technique for Order- Preference by Similarity to Ideal Solution
- 4-Analytic Hierarchy Process
- 5-Partially Ordered Set
- 6-Capoeta damasina
- 7-Cyprinion macrostomcem
- 8-Mastacembelus mastacembelus

- تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله TOPSIS و AHP، ضمن امتیازدهی به معیارها، روشهایی برای کمی سازی ذهنی و قضاوت‌های عینی هستند. این گونه تکنیک‌ها، اغلب نسبت به زمانی که فقط یک تصمیم گیرنده وجود دارد، ترجیح داده می‌شوند و از آنجا که تصمیمات اتخاذ شده بر همه جامعه اثرگذار بوده، مناسب‌تر است که تصمیم‌گیری نهایی با مشارکت کارشناسان از نواحی مختلف، به شکل تیم مطالعاتی، اتخاذ شود. همچنین، استفاده از مدل‌های ریاضی قابل ترکیب با روش استفاده شده در تحقیق، می‌تواند روش پیشنهادی در تحقیق را ارتقا بخشد و یکی از راه حل‌ها در تحقیقات آینده باشد.

- در آینده، سایر روشهای تصمیم‌گیری، می‌تواند به منظور شناسایی عوامل مولد ریسک، به عنوان روش شناسی قرار گیرد و

منابع مورد استفاده

- اصغرپور، م. ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری چند معیاره، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، صص: ۱۹۱-۲۶۶.
- ستاره، ه. و کوهپای، ع. ۱۳۸۵. ارزیابی ریسک حریق، چاپ اول، انتشارات فن‌آوران، صص ۲۲-۳۰.
- جلالی، ح. ۱۳۶۶. مجموعه مقالات اولین سمینار سدسازی ایران، چاپ اول، نشر کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، صص ۲۸۷.
- لولاچی، م. ۱۳۸۶. استفاده از الگوریتم TOPSIS جهت انتخاب مراکز تعمیرات دپویی برتر، صص ۱-۹.
- عاملی، ج. رضایی فر، م. لنگرودی، آ. ۱۳۸۴. رتبه‌بندی ریسک پروژه با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری چند شاخصه، نشریه دانشکده فنی، صص ۱-۴.
- قدسی پور، س. ح. ۱۳۸۵. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، صص ۱۲-۳۲.
- مؤمنی، م. ۱۳۸۵. مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، صص ۵-۶۸.

- مؤمنی، م. ۱۳۸۷. تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS ، چاپ دوم، انتشارات کتاب نو، صص ۲۲۵-۲۲۶.
- مهندسان مشاور دز آب. ۱۳۸۶. گزارش ارزیابی تفصیلی زیست محیطی سد مخزنی بالارود، صص ۵۲-۶۰.
- نجمایی، م. ۱۳۸۲. سد و محیط زیست، نشریه شماره ۵۵، وزارت نیرو کمیته ملی سدهای بزرگ، ص ۲۱.
- Alev Taskin,G.. 2009.Evaluation Of Hazardous Waste Transportation Firms by Using a Two Step Fuzzy –AHP and TOPSIS Methodology, Pp:2-4
- Bertolini,M., M.,Braglia .2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract, 17 January, Pp:4-5
- Dave, A, et al .2003.Dam Safety Risk Analysis Methodology , U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation .Service Center Technical ,Denver, Colorado, Pp:28-31
- Heller,S. 2006. Managing Industrial Risk-having a Tested and Proven System to Prevent and Assess Risk, Journal of Hazardous Material , Pp:1-2
- John, H. et al .2006. Review of Risk Based Prioritization / Decision Making Methodologies for Dams, Pp:25-27.
- Olsen,T. et al.2001.Life Cycle Impact Assessment and Risk Assessment of Chemical-A Methodological , Pp: 400
- Ramanathan,R.2001. A Note on The use of The Analytic Hierarchy Process for Environmental Impact Assessment, Pp:2-3