

ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود خوزستان در مرحله ساخت با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

سید علی جوزی^{۱*}، سید محسن حسینی^۲ و مهرنوش طبیب شوشتری^۳

۱- دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی

۲- دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۳- دانشکده محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۳۰

چکیده

این تحقیق با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک‌های احتمالی ناشی از عملیات ساختمانی سد بالارود، به انجام رسید. بدین منظور 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، کار شناسایی و طبقه بندی ریسک هادر قالب متدولوژی دلفی به انجام رسید. سپس عوامل مولد ریسک در قالب رویدادهای طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی طبقه بندی گردید. روش مورد استفاده در این پژوهش، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بوده، که پس از ایجاد ساختار سلسله مراتبی ریسک‌های ناشی از سد بالارود، ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی با توجه به احتمال وقوع خطرو شدت اثر (شاخص‌های اصلی ریسک)، برای هر یک از معیارها و زیر معیارها نسبت به یکدیگر تشکیل شد. همچنین به منظور دست یابی به وزن نسبی و نهایی هر یک از این عوامل، از طریق وارد کردن مقادیر ترجیحات به نرم افزار Expert Choice اقدام گردید. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که عامل خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۲۷۷، مهمترین ریسک زیست محیطی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین عوامل حفاری و انفجار با وزن‌های نهایی ۰/۱۶۰ و ۰/۱۱۱ اولویت‌های دوم و سوم می‌باشد. سایر عوامل نیز در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در ادامه راهکارهایی جهت کنترل و کاهش ریسک‌های شناسایی شده ارائه گردید.

واژگان کلیدی

ارزیابی ریسک محیط زیستی، مرحله ساخت، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سد بالارود

Environmental Risk Assessment of Balaroud Dam of Khuzestan's construction Using Analytical Hierarchy Process

Jozzi, S. A. ¹, Hosseini S. M. ² & Tabib Shoshtare, M. ³

1. Technical and Engineering Faculty, Islamic Azad University, North Tehran Branch

2.

3. Islamic Azad University, Khuzestan Science & Research Branch

Abstract

This study attempts to determine and assess the Risks due Construction of Balaroud Dam. After the recognition of the activities and the environment of the field under the study with regard to the magnitude of the effects, the likelihood of the possible consequences for humans, the environment and the working equipments were identified and the classification of the risks based on the delfi method was conducted and the risk-creating factors were classified naturally, biophysically, and anthropogenically. The methodology used was analytical Hierarchy Process. After the creation of the hierarchy of risks; paired comparison matrices were formed with regard to the risk of danger and effect magnitude. Moreover, to obtain the relative and final weight of each of these factors, preferences amounts were given to the expert choice software. results show that cut and fills with the final weight of 0. 277 is the most import risk in the region. Also, drilling and explosion with the final weights of 0.60 and 0.111 are of second and third priority. Other factors are lower in priority. Measures to control and reduce risks are also provided.

Keywords: Environmental risk assessment, construction phase, analytical hierarchy process, Balaroud Dam.

* sajozi@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی ریسک محیط زیستی، فرآیند تحلیل کمی و کیفی پتانسیل های خطر و پیش بینی بالفعل شدن ریسک های بالقوه پروژه، با در نظر گرفتن حساسیت یا آسیب پذیری محیط پیرامونی آن می باشد (Muhlbauer, 2004). استفاده از این روش ها به عنوان یک ابزار مهم در مطالعات مدیریت محیط زیست و کاهش مخاطرات پروژه ها و رعایت اهداف حصول به توسعه پایدار محسوب می شود (طبیعیان، ۱۳۸۵). با ارزیابی به روش های کمی می توان کانون ها و ریسک فاکتورهای موجود را شناسایی نمود و با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و کنترلی، نسبت به حذف یا کاهش آنها اقدام نمود (قراچولو، ۱۳۸۴). روش AHP که از جمله روش های MADM (Multiple Attribute Decision Making) بوده، قابلیت ادغام فاکتورهای کمی و کیفی و ترکیب عقاید و نظریات بیان شده توسط بسیاری از کارشناسان را دارا می باشد و می تواند در تجزیه و تحلیل اثرات، موثر واقع شود (Ramanathan, 2001).

مروری بر ادبیات و سابقه بهره گیری از روش به کار گرفته شده در این تحقیق نشان می دهد که در بعد جهانی، پروژه های زیادی در قالب ارزیابی ریسک با استفاده از AHP به انجام رسیده است که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود. در سال ۲۰۰۳ مرکز خدمات فنی ایالات متحده نیز ضمن معرفی و بررسی روش های ریسک ایمنی سدها و بیان اهداف و تعاریفی در این خصوص، با ایجاد نمودارهای درختی و ارزیابی احتمالات، به معرفی ویژگی های شکست سد، ظرفیت های هیدرولوژیکی، ظرفیت های لرزه ای (زلزله ای)، زمان اخطار، احتمال تلفات و ارزیابی ضررهای اقتصادی و... پرداخته است (Department of the Interior Bureau of Reclamation, 2003).

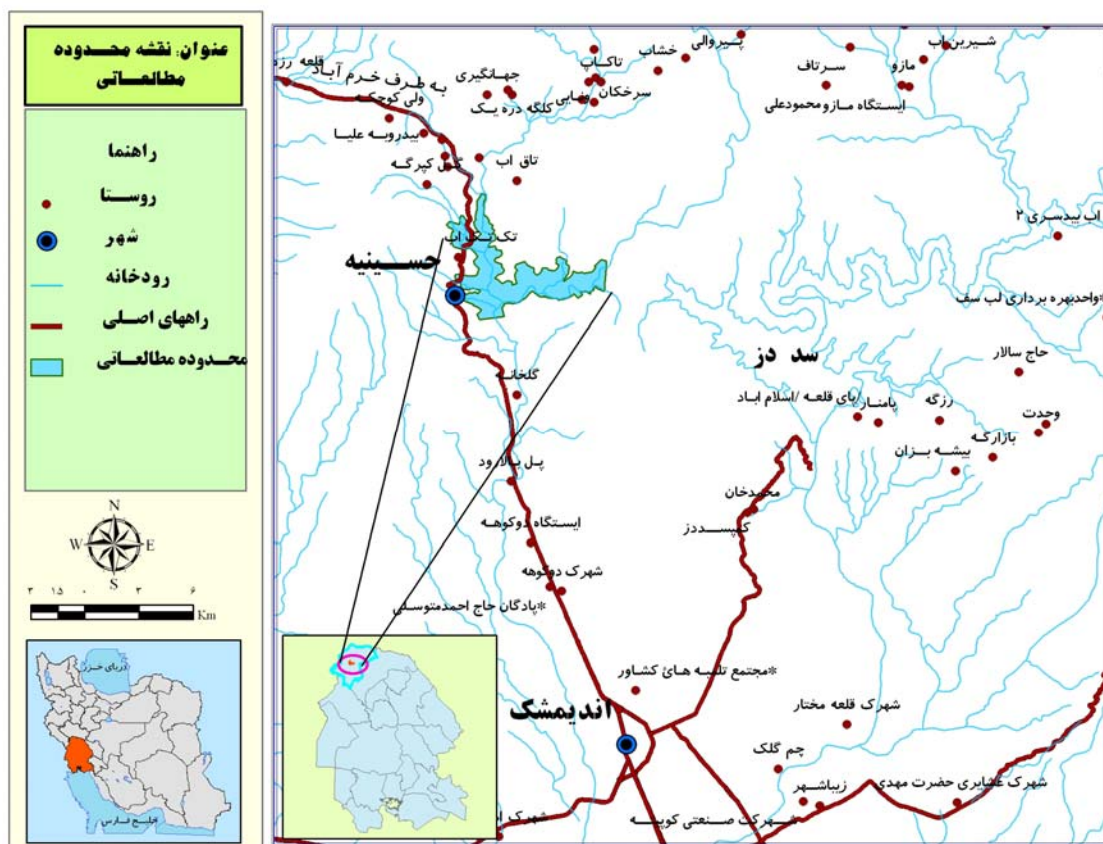
Harrald و همکارانش در سال ۲۰۰۶ به توضیح روش هایی بر پایه ریسک ایمنی سدها و اهداف و قوانین مربوط به آن ها اشاره کردند و با معرفی متدولوژی ارزیابی ریسک سدها در سطح جهانی و آمریکا و تکنیک های تصمیم گیری، از جمله تصمیم گیری چند معیاره و AHP با بیان مطالعات موردی، به شرح بیش تر موضوع پرداختند (Harrald, 2006). لازم به ذکر است که در ایران نیز مقالاتی با این روش ارائه گردیده، اما تاکنون در خصوص ارزیابی ریسک زیست محیطی سدها، به ویژه پروژه های در دست ساخت، دستورالعمل ملی یا پروژه های روش مند، به انجام نرسیده است، که با توجه به بدیع بودن آن، مطالعه موردی می تواند واجد ارزش شناخته شود. مهدوی نیا در سال ۱۳۸۶ در تهران مقاله ای تحت عنوان ارزیابی خطرپذیری سد سفارود با رویکرد مدیریت ریسک و حفظ محیط زیست در اولین کنگره تخصصی سد و محیط زیست ارائه داد. در این مقاله، با بررسی ساختگاه سد و مطالعه سوابق سوانح طبیعی منطقه و ارزیابی خسارات احتمالی، طرح های مدیریت بحران، کنترل هوشمند و سیستم هشدار مورد بررسی قرار گرفته و با ارائه آنالیز اقتصادی- زیست محیطی، برنامه هایی جهت بهینه سازی مدیریت بحران در منطقه پیشنهاد شد (مهدوی نیا، ۱۳۸۶).

محل احداث سد مخزنی بالارود در استان خوزستان، حدفاصل شهر اندیمشک و حسینیه، بین طولهای جغرافیایی ۱۵° و ۴۸° تا ۲۰° و ۴۸° شرقی و نیز عرضهای جغرافیایی ۳۸° و ۳۲° تا ۴۵° و ۳۲° شمالی و در فاصله تقریبی ۲۵ کیلومتری شهر اندیمشک بر روی رودخانه بالارود از سرشاخه های رودخانه دز واقع شده است. منابع آب سطحی موجود در منطقه مطالعاتی، رودخانه های دز و بالارود می باشند. این سد با هدف کنترل سیلاب های 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 برقی و همچنین حفظ شرایط زیست محیطی پایین دست سد می باشد. عملیات و فعالیت های سد مخزنی بالارود، در دو مرحله آماده سازی و اقدامات زیربنایی و اجرا (ساخت) در حال انجام است. جدول (۱)، بعضی از مشخصات فنی سد و شکل (۱)، موقعیت محدوده مطالعاتی را نشان می دهد (شرکت مهندسی مشاور دز آب، ۱۳۸۶).

جدول 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 مهندسی مشاور دزآب، ۱۳۸۶



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی سد بالارود

مأخذ: شرکت مهندسی مشاور دزآب، ۱۳۸۶

مواد و روش ها

پس از بررسی پیشینه و مروری بر ادبیات تحقیق، به منظور جمع آوری اطلاعات پایه، به سازمان آب و برق استان خوزستان و شرکت مهندسی مشاور دز آب اهواز، مراجعه گردید. همچنین با انجام بازدید میدانی از پروژه ی تحت بررسی و مصاحبه با پرسنل کارگاه و تیم مطالعاتی، به تهیه نقشه های زیست محیطی محدوده ی مطالعاتی پرداخته شد و با انجام آزمایش هایی، کار شناسایی منابع مولد ریسک و طبقه بندی آنها آغاز گردید. به طور قطع در طی انجام مرحله ساختمانی، تغییرات عمده ای در کیفیت آب رودخانه در پائین دست عملیات ایستگاه پمپاژ و بدنه سد و سرریز،

به دلیل افزایش سرعت و لایروبی بستر، تا فاصله ای از مسیر رودخانه پیش خواهد آمد و کیفیت آب، به ویژه از نظر کدورت کاهش پیدا می نماید. جهت بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه بالارود از اردیبهشت ماه تا آبان ماه ۱۳۸۸، آزمایش های میکروبیولوژی، در چهار ایستگاه منتخب قلعه نار(تاق آب)، تک تکاب، حسینییه و بالارود، با استفاده از روش های تیتراسیون، رفلاکس، وزن سنجی، فتومتری و جذب اتمی بر روی آلاینده های مختلف، بعضی فلزات (از جمله سرب، جیوه، کادمیوم) و کیفیت پساب، از نظر شاخص های BOD, COD, DO, TDS, TSS انجام گرفت و پارامترهای کیفی جیوه، هدایت الکتریکی، شوری، کادمیوم، pH، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی رودخانه بالارود در سال ۱۳۸۸، اندازه گیری شد.

در طول دوره ساختمانی، با انجام عملیات خاکبرداری، گرد و غبار زیادی به اطراف پراکنده می گردد. علاوه بر گرد و غبار، میزان زیادی SO₂، دود، CO و ذرات معلق ناشی از مصرف سوخت های نسبتاً سنگین در ماشین آلات در حین کار تولید می شود. در زمان انجام این پژوهش (۱۳۸۸)، جهت اندازه گیری ذرات معلق، از پمپ Hivol ساخت انگلستان و از روش گراویمتری استفاده شد. همچنین از دستگاه LSI جهت سنجش آلاینده های گازی در محیط استفاده و آزمایش ها به روش موضعی انجام گردید. در جدول (۲)، موقعیت و نوع آلاینده های محل احداث سد بالارود که در سال ۱۳۸۸ مورد نمونه برداری و بررسی قرار گرفته در قالب جدول ارائه شده است.

جدول ۲- موقعیت نمونه برداری آلاینده های هوادر محل احداث سد بالارود، (۱۳۸۸)

ردیف	موقعیت	محل نمونه برداری	نوع نمونه	
			گازها	ذرات معلق
۱	دهانه تونل ورودی کرانه راست (دهانه شماره ۱)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
۲	دهانه دسترسی میانی (دهانه شماره ۲)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
۳	دهانه تونل خروجی کرانه راست (دهانه شماره ۳)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
۴	دهانه تونل ورودی کرانه چپ (دهانه شماره ۴)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
۵	دهانه تونل خروجی کرانه چپ (دهانه شماره ۵)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
۶	محل تامین منابع قرضه (در ۴ کیلومتری ساختگاه در مجاورت حسینییه)	خروجی اگزوز ماشین آلات،	✓	✓
۷	محل انجام عملیات بچینگ	خروجی اگزوز ماشین آلات،	✓	✓
۸	محل انجام عملیات ماسه شویی	خروجی اگزوز ماشین آلات،	✓	✓

جهت بررسی آلودگی صوتی محیط کارگاه و محل احداث تونل ها، در سال ۱۳۸۸ در ۸ جهت اصلی (منتهی الیه 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 گردید و با روش ارزیابی تراز معادل در شبکه وزنی A به مدت ۳۰ دقیقه (مصوب ماده ۲ آئین نامه اجرائی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی) وضعیت تراز فشار صوت بررسی و آلودگی صوتی محاسبه شد.

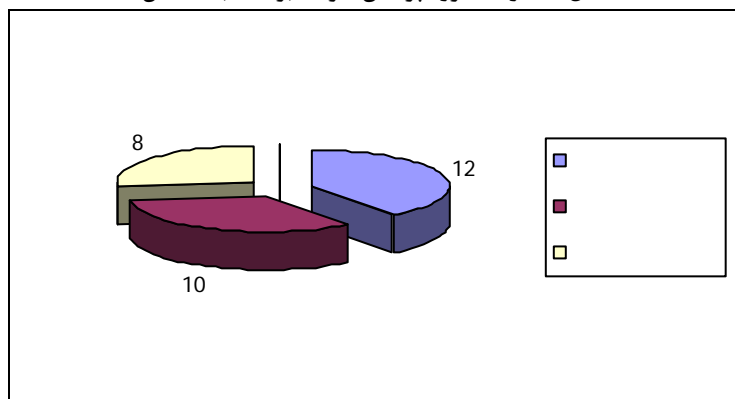
به منظور درک کامل مفاهیم و شناسایی عوامل مرتبط، لیستی از عوامل احتمالی ریسک به صورت پرسشنامه تهیه و برای تایید درستی آنها، این پرسشنامه طی چند مرحله در اختیار گروهی از نخبگان و اساتید در رشته‌های مرتبط با محیط زیست و عمران قرار گرفت. گروه تصمیم گیر نباید خیلی بزرگ باشد و حداقل تعداد آنها ۵ و حداکثر در حدود ۵۰ نفر توصیه می شود. در سال ۲۰۰۹ توسط آقای Gums، مقاله‌ای ارائه گردید که در آن، تاکید شده بود که، نظرات ۱۰ تا ۳۰ نفر از متخصصان در روش دلفی اصلاح شده، به منظور گروه تصمیم گیر کفایت دارد. همچنین برای اطمینان بیشتر از تعداد اعضای گروه تصمیم گیر و تعداد پرسشنامه‌ها، با استفاده از جدول مورگان، که به منظور تعیین حجم نمونه و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای مورد استفاده قرار می گیرد، این نتیجه حاصل شد که برای تعداد اعضای جامعه ۳۰ نفره، ۲۸ پرسشنامه باید در نظر گرفته شود (مومنی، ۱۳۸۷). بنابراین در این پژوهش نیز، به منظور کاهش درصد خطا، از حداکثر گروه کارشناسی استفاده شده و ۳۵ پرسشنامه توزیع و تعداد ۳۰ پرسشنامه از آن بازگشت داده شد. سپس با توجه به تحقیق و بررسی وضع موجود منطقه، معیارها و شاخص‌های مهم ارزیابی ریسک زیست محیطی سد بالارود مشخص گردید. حاصل این مرحله شناسایی، ۳۸ عامل در سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی بود. در گام بعد، توسط پرسشنامه‌ای، از گروه کارشناسی تحقیق متشکل از اساتید دانشگاه، مهندسين محیط زیست و مهندسين عمران خواسته شد تا بر اساس جدول (۳)، امتیاز بدهند.

جدول ۳- طیف امتیازدهی به معیارها

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

جهت تلفیق نظرات و اولویت‌بندی معیارهای نهایی، از طریق نرم افزار EXCEL، میانگین حسلی و هندسی اهمیت معیارها محاسبه گردید و به ترتیب زیر معیارهای نهایی مشخص شد درصد تخصص گروه پرسش شونده در شکل (۲) نشان داده شده است. معیارهایی که با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل پرسشنامه اولیه، دارای بالاترین اهمیت بودند یا به عبارتی آن دسته از معیارهایی که نمره ای بالاتر از میانگین حسابی و هندسی کل پاسخ ها به پرسشنامه داشته اند، در نظر گرفته شدند و تعدادی از معیارها که میانگین حسابی یا هندسی کمتر از میانگین کل داشتند از فرایند حذف شدند. در ادامه 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 شد و عوامل مربوط به هر یک از آنها با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه، تعیین گردید و در مجموع، ۳۱ عامل (آلترناتیو) انتخاب و از A1 تا A31 به اختصار نامگذاری شدند. در جداول شماره‌ی (۴) و (۵)، طبقه بندی انواع ریسک‌ها و عوامل مولد ریسک‌های محیط زیستی سد بالارود در فاز ساختمانی، ارائه شده است.

شکل ۲- درصد گروه پرسش شونده بر حسب تخصص



جدول ۴- طبقه بندی انواع ریسک های زیست محیطی سد با لارود در فاز ساختمانی، ۱۳۸۸

فنی - تکنیکی	رویداد های انسانی	انواع ریسک
اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی		
ایمنی و بهداشتی		
خاک	رویداد های بیو فیزیکی	
آب		
هوا		
زیستگاه و حیات وحش	رویداد های طبیعی	
سیل		
لرزه خیزی		

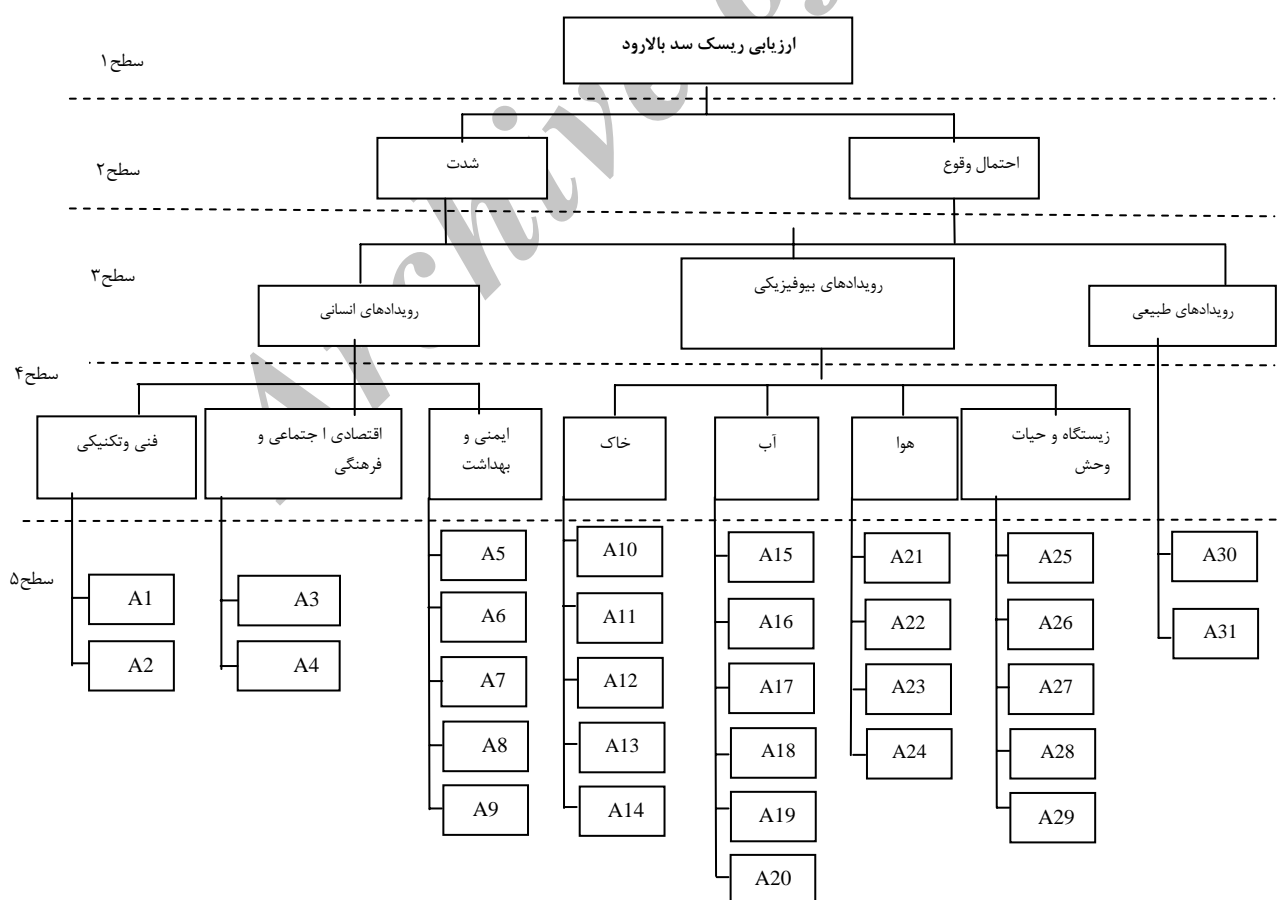
جدول ۵ - عوامل ریسک های زیست محیطی سد با لارود در فاز ساختمانی، ۱۳۸۸

عوامل ریسک (Alternatives)			
A1	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	فنی - تکنیکی	رویدادهای انسانی
A2	انفجار		
A3	تروریسم و خرابکاری		
A4	احداث محل مخزن و تامین منابع قرضه		
A5	کار در ارتفاع		
A6	خاکبرداری و خاکریزی	ایمنی و بهداشتی	
A7	حفاری		
A8	انفجار		
A9	فعالیت انسانی در کارگاه	خاک	
A10	خاکبرداری و خاکریزی		
A11	حفاری		
A12	انفجار	آب	رویداد های بیو فیزیکی
A13	فعالیت انسانی در کارگاه		
A14	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات		
A15	خاکبرداری و خاکریزی	هوا	
A16	حفاری		
A17	احداث تونل		
A18	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	خاک	
A19	فعالیت انسانی در کارگاه		
A20	استفاده زیاد از آبهای زیر زمینی		
A21	خاکبرداری و خاکریزی	هوا	
A22	حفاری		
A23	انفجار		

A24	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	زیستگاه و حیات وحش	
A25	بوته کنی و قطع گونه های چوبی		
A26	خاکبرداری و خاکریزی		
A27	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات		
A28	حفاری		
A29	انفجار		
A30	لرزه خیزی	رویداد های طبیعی	
A31	وقوع سیل		

در ادامه با توجه به مطالعه روش های تصمیم گیری چند معیاره در پروژه های مشابه و با در نظر گرفتن ویژگی های سد و محیط زیست تحت تأثیر و انواع ریسک های ناشی از پروژه در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک های ناشی از سد بالارود، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت اولویت بندی استفاده گردید. بدین منظور پس از رسم ساختار سلسله مراتبی ریسک های سد بالارود، ماتریس مقایسات زوجی با توجه به احتمال وقوع خطرو شدت اثر، برای هر یک از معیارها و زیر معیارها نسبت به یکدیگر تشکیل شد.

در این روش نیز به دلیل آن که ماتریس تصمیم گیری، مفروض نمی باشد، بنابراین از قضاوت تصمیم گیرنده (Decision maker) در مورد مقایسه اهمیت نسبی شاخص ها، در رابطه با یکدیگر استفاده شده است. شکل (۳) ساختار سلسله مراتبی سد بالارود را نمایش می دهد.



شکل ۳- ساختار سلسله مراتبی ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود، ۱۳۸۸

مقایسات زوجی، به طریق رتبه‌ای، یک بار از لحاظ شدت و یک بار از لحاظ احتمال وقوع، برای عوامل شناسایی شده، انجام گردید و مقدار عددی متناظر با آن در جدول مقایسه آورده شد. مقایسه دو به دو با استفاده از مقیاسی که از ترجیح یکسان تا بی اندازه مرجح طراحی شده است، انجام پذیرفت. تجربه نشان داده که نمره‌دهی از ۱ تا ۹، تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا مقایسات را به گونه‌ای مطلوب انجام دهد. استفاده از جدول (۶)، در امتیازدهی مقایسه‌ای به صورت یک مقیاس استاندارد درآمده است.

جدول ۶- مقایسه دو به دو در AHP

مقدار عددی	درجه اهمیت در مقایسه دو به دو
۱	ترجیح یکسان
۲	یکسان تا نسبتاً مرجح
۳	نسبتاً مرجح
۴	نسبتاً تا قویاً مرجح
۵	قویاً مرجح
۶	قویاً تا بسیار قوی مرجح
۷	ترجیح بسیار قوی
۸	بسیار تا بی اندازه مرجح
۹	بی اندازه مرجح

ماخذ: قدسی پور، ۱۳۸۵

در ادامه از طریق پرسشنامه و نظرات کارشناسی، کار مقایسات زوجی تلفیقی به انجام رسید و با استفاده از میانگین هندسی، ترکیب قضاوت ها صورت پذیرفت. سپس به روش بردار ویژه و با استعانت از نرم‌افزار Expert Choice، وزن هر یک از شاخص‌ها نسبت به شاخص‌های سطح بالاتر (وزن نسبی) محاسبه گردید.

نتایج

نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه بالارود، همچنین نتایج بررسی برخی آزمایش های میکروبیولوژی، در چهار ایستگاه منتخب به شرح زیر است:

هدایت الکتریکی: میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۱، به میزان ۸۵۱/۱ (μs/cm) و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲ به مقدار ۵۲۲/۸ (μs/cm) نشان داد. در ایستگاه های ۳ و ۴ تقریباً به یک نسبت افزایش داشته است. مقدار این پارامتر طبق استاندارد FAO جهت مصارف کشاورزی مناسب است. لازم به توضیح است جهت شرب برای این پارامتر استاندارد رسمی و مشخصی وجود ندارد.

کل جامدات محلول: میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۱ به میزان ۴۶۵/۱ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲ به مقدار ۲۹۰/۵ میلی گرم در لیتر نشان داد. در ایستگاه های ۳ و ۴ تقریباً به یک نسبت افزایش داشته است و طبق استانداردهای سازمان محیط زیست، کیفیت آب در این پارامتر جهت آشامیدنی و کشاورزی و آبی‌ری پروری در وضعیت مناسب قرار دارد.

سرب: میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۱ با میزان ۰/۰۰۱۵ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲، با مقدار ۰/۰۰۰۱ میلی گرم در لیتر نشان می‌دهد. در ایستگاه های ۳ و ۴ تقریباً به

یک نسبت افزایش داشته است. مقایسه آن با استانداردها نشان می‌دهد که در مقادیر حداکثر، حداقل و میانگین در حد مجاز آن است.

DO: میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۳ به میزان ۷/۵ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۴ به میزان ۷/۱ میلی گرم در لیتر نشان داد. مقایسه آن با استاندارد شرب ایران، کشاورزی و طبق استاندارد آبهای سطحی WHO در رودخانه مشخص شد جهت مصارف مختلف مناسب است.

BOD: میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۱ به میزان ۶/۳ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۳ به میزان ۲/۷ میلی گرم در لیتر نشان داد. طبق استاندارد آبهای سطحی WHO در رودخانه تمام مقادیر در حد مجاز می‌باشد.

کلیفرم کل: میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را در ایستگاه ۱ به تعداد MPN/100ml ۱۰۳۳ و کمترین مقدار را در ایستگاه ۳، به تعداد MPN/100ml ۵۳۴، نشان داد. مقایسه آن با مقادیر استاندارد WHO در رودخانه نشان می‌دهد که در حد مجاز بوده و طبق استاندارد ایران در مقادیر حداکثر، و میانگین و حداقل در حد مجاز است.

بررسی و آنالیز آماری پارامترهای کیفی آب در وضعیت موجود ایستگاه‌های محدوده مطالعاتی و مقایسه آن با استاندارد، بیانگر این است که به جز پارامترهای میکروبی و بیولوژیکی که مقدار مشاهده شده آنها به ویژه در ایستگاه اول قلعه نار (تاق آب) فراتر از حد استاندارد است. سایر فاکتورهای کیفی آب، تقریباً در سطح مجاز استاندارد آب شرب (ایران نشریه ۳-۱۱۶ سازمان برنامه بودجه) و کشاورزی (FAO) قرار دارند.

نتایج آزمایش‌های انجام داده بر روی آلاینده‌های هوا در محل احداث سد بالارود در سال ۱۳۸۸ و مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست حاکی از این است که طبق جدول (۷)، میزان CO و SO₂، در بیشتر ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده، بالاتر از استاندارد می‌باشد که این امر بیشتر به دلیل استفاده مصرف سوخت‌های نسبتاً سنگین در ماشین‌آلات، در حین انجام عملیات و عدم تهویه مناسب در درون تونل‌ها می‌باشد.

جدول ۷- نتایج اندازه‌گیری CO و SO₂ ایستگاه‌های منتخب سد، ۱۳۸۸

ردیف	موقعیت نمونه برداری	میزان آلاینده CO (ppm)	استاندارد آلاینده CO (ppm)	میزان آلاینده SO ₂ (ppm)	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)	۳۵۵	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

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 می‌باشد، نشان داد که در تمام ایستگاه‌ها، میزان صدا کمتر از حد مجاز است. تمام مقادیر اندازه‌گیری، در شبکه وزنی A و به صورت تراز معادل Leq اندازه‌گیری شده است.

جدول ۸- نتایج ارزیابی صدا در محل احداث سدبالارود (مربوط به اندازه گیری در روز) ۱۳۸۸.

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

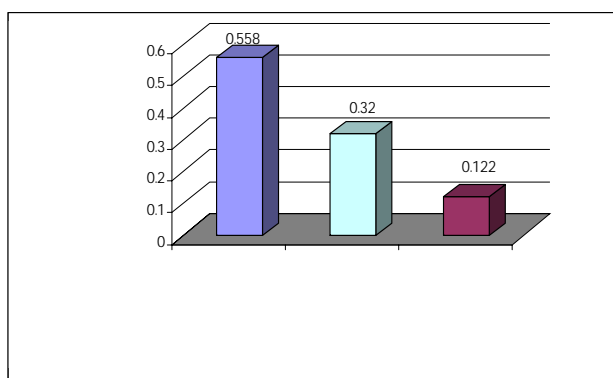
به منظور ارزیابی ریسک زیست محیطی سد بالا رود، کار شناسایی، طبقه بندی و ارزیابی ریسک با اجرای تکنیک AHP در راستای کاهش خطرات و در قالب سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی صورت پذیرفت. معیارها و زیر معیارها با توجه به شدت و احتمال وقوع، با استفاده از نرم افزار Expert Choice (EC)، وزن دهی شده و وزن هر یک از شاخصها نسبت به شاخصهای سطح بالاتر (وزن نسبی) به روش بردار ویژه محاسبه گردید. برای تعیین سازگاری یا ناسازگاری نظرات نیز، نرخ ناسازگاری ماتریس نظرات را بررسی کرده و باتلفیق، وزن هر عامل مشخص شد. در نهایت نرم افزار، یک بردار ارجحیت کلی ایجاد کرد که اثر و اهمیت پایین ترین عناصر را بر روی عنصر (هدف) موجود در راس آن نشان داد و رتبه بندی نهایی ۳۱ عامل را به همراه وزن هر کدام به صورت تفکیک شده در اختیار قرار داد. عاملی که وزن بیشتری را کسب نموده، دارای درجه اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل می باشد. جدول (۹) وزن و رتبه ی عوامل اصلی ریسک را از لحاظ شدت و احتمال وقوع نشان می دهد. همچنین جدول شماره (۱۰) رتبه بندی ۳۱ معیار را به همراه وزن هر کدام به صورت تفکیک شده ارائه می دهد.

جدول ۹- وزن و رتبه ی عوامل اصلی ریسک از لحاظ شدت و احتمال وقوع

عوامل اصلی ریسک	وزن از لحاظ احتمال وقوع	رتبه	وزن از لحاظ شدت	رتبه	معیارها	وزن از لحاظ احتمال وقوع	رتبه	وزن از لحاظ شدت	رتبه
رویدادهای انسانی	۰/۳۲۰	۲	۰/۱۴۰	۳	فنی - تکنیکی	۰/۱۴۰	۳	۰/۱۴۰	۳
					اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی	۰/۵۲۸	۱	۰/۵۲۸	۱
					ایمنی و بهداشتی	۰/۳۳۳	۲	۰/۳۳۳	۲
رویدادهای بیوفیزیکی	۰/۵۵۸	۱	۰/۵۲۸	۱	خاک	۰/۲۷۴	۲	۰/۲۸۰	۲
					آب	۰/۴۶۲	۱	۰/۵۰۱	۱
					هوا	۰/۰۸۶	۴	۰/۰۷۹	۴
					زیستگاه و حیات وحش	۰/۱۷۸	۳	۰/۱۴۰	۳
رویدادهای طبیعی	۰/۱۲۲	۳	۰/۱۴۰	۳					

بر اساس نتایج بدست آمده، عملیات خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۲۷۷، واجد بیشترین سطح ریسک و فعالیت‌های حفاری و انفجار به ترتیب با وزنهای نهایی ۰/۱۶۰ و ۰/۱۱۱ اولویت‌های دوم و سوم می‌باشند. سایر عوامل نیز در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند. همچنان که در جداول (۹) و (۱۰) ملاحظه می‌شود، رویدادهای بیوفیزیکی، از بین سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی، چه از لحاظ شدت و چه از لحاظ احتمال وقوع، به ترتیب با وزن ۰/۵۲۸ و ۰/۵۵۸، واجد بیشترین سطوح ریسک می‌باشد. در محیط بیوفیزیکی با توجه به این که پارامترهای محیط فیزیکی به عنوان پایه و اساس بخشهای دیگر محیط‌ها مطرح می‌باشند، لذا عمده تأثیرات منفی طرح بر این محیط بوده و می‌تواند شامل اثر بر کیفیت آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی، آلودگی خاک، آلودگی صوتی و اثر بر کیفیت هوا باشد. (شکل ۴)

شکل ۴- وزن و اولویت بندی معیارهای سطح دوم



جدول ۱۰- رتبه بندی ۳۱ معیار به همراه وزن هر کدام به صورت تفکیک شده

رتبه	وزن از لحاظ شدت	رتبه	وزن از لحاظ احتمال وقوع	زیر معیارها (۳۱ عامل)	معیارها
۲	۰/۱۶۷	۱	۰/۸۰۰	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	فنی - تکنیکی
۱	۰/۸۳۳	۲	۰/۲۰۰	انفجار	
۲	۰/۲۵۰	۲	۰/۲۰۰	تروریسم و خرابکاری	اقتصادی اجتماعی فرهنگی
۱	۰/۷۵۰	۱	۰/۸۰۰	احداث محل مخزن و تامین منابع قرضه	
۲	۰/۲۵۶	۲	۰/۲۶۴	کار در ارتفاع	ایمنی و بهداشتی
۳	۰/۱۵۲	۳	۰/۱۵۷	خاکبرداری و خاکریزی	
۵	۰/۰۷۷	۴	۰/۱۱۲	حفاری	
۱	۰/۴۱۲	۵	۰/۰۸۴	انفجار	
۴	۰/۱۰۲	۱	۰/۳۸۳	فعالیت انسانی در کارگاه	
۲	۰/۲۸۶	۱	۰/۴۲۴	خاکبرداری و خاکریزی	خاک
۳	۰/۱۲۶	۲	۰/۲۴۷	حفاری	
۱	۰/۴۶۲	۳	۰/۱۵۲	انفجار	
۴	۰/۰۷۶	۴	۰/۱۰۹	فعالیت انسانی در کارگاه	
۵	۰/۰۵۰	۵	۰/۰۶۸	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	
۱	۰/۳۴۱	۱	۰/۳۶۳	خاکبرداری و خاکریزی	آب
۲	۰/۲۴۰	۲	۰/۲۴۲	حفاری	
۴	۰/۱۳۱	۵	۰/۰۸۴	احداث تونل	
۵	۰/۰۶۸	۶	۰/۰۴۳	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	

۶	۰/۰۵۴	۴	۰/۱۱۲	فعالیت انسانی در کارگاه	هوا
۳	۰/۱۶۵	۳	۰/۱۵۶	استفاده زیاد از آب های زیر زمینی	
۱	۰/۴۵۹	۱	۰/۴۵۹	خاکبرداری و خاکریزی	
۴	۰/۰۹۳	۴	۰/۰۹۳	حفاری	
۲	۰/۳۰۵	۲	۰/۳۰۵	انفجار	
۳	۰/۱۴۳	۳	۰/۱۴۳	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	زیستگاه و حیات وحش
۲	۰/۳۱۵	۱	۰/۴۰۴	بوته کنی و قطع گونه های چوبی	
۱	۰/۳۵۷	۲	۰/۲۴۸	خاکبرداری و خاکریزی	
۵	۰/۰۵۳	۵	۰/۰۶۴	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	
۴	۰/۱۱۳	۳	۰/۱۵۶	حفاری	
۳	۰/۱۶۲	۴	۰/۱۲۸	انفجار	رویدادهای طبیعی
۲	۰/۱۶۷	۲	۰/۱۴۳	لرزه خیزی	
۱	۰/۸۳۳	۱	۰/۸۵۷	وقوع سیل	

منابع آب سطحی موجود در منطقه مطالعاتی، رودخانه های دز و بالارود می باشند. از جمله منابع مهم آلودگی در محدوده مطالعاتی، می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- وجود واحدهای دامداری و پرورش طیور (مرغداری) به تعداد زیاد در منطقه (برطبق سالنامه آماری استان خوزستان، در سال ۱۳۸۶، تعداد ۴۳۰۷ بهره بردار پرورش طیور خانگی در شهرستان اندیمشک وجود دارد. همچنین تعداد ۲۵۳۵۶۴ دام گوسفند و ۲۱۵۴۷۴ دام بز و بزغاله، ۱۰۲۹۵ دام گاو و گوساله و ۶۰۹ دام گاو میش وجود دارد).
- کارگاه های ماسه شویی که شن و ماسه را از بستر رودخانه ها برداشت کرده و در مجموع تعادل اکولوژیک منطقه را بر هم می زند. لازم به توضیح است که بر طبق سالنامه آماری استان خوزستان، شهرستان اندیمشک دارای ۵ کارگاه صنعتی (که مدیریت ۲ کارگاه عمومی و ۳ کارگاه به شکل خصوصی است) و ۷ معدن بوده که ۱۲۵۵۷۰۰ تن مواد معدنی به جز شن و ماسه و پوکه معدنی از آن ها استخراج می شود.

- طرح پرورش ماهی در اراضی سمت راست (چم گلک) که از جمله طرح های توسعه آبی و از جمله منابع مهم آلودگی در محدوده می باشد.

- تغییر در رژیم رودخانه در پائین دست، جهت عملیات اجرایی احداث سد، احداث تونل به منظور انحراف آب و ساخت سرریز.

- کاهش کیفیت آب رودخانه (به ویژه از نظر کدورت) در پائین دست عملیات ایستگاه پمپاژ و بدنه سد و سرریز به دلیل افزایش سرعت و لایروبی بستر.

- افزایش فرسایش خاک بستر و جداره رودخانه به دلیل تغییر بستر رودخانه از حالت طبیعی به عملیات ساختمانی و افزایش کدورت به دلیل سیلاب و در نهایت افزایش میزان ازت و فسفر به دلیل همراه شدن قسمتی از خاکبردارها با آب باران و ورود به رودخانه.

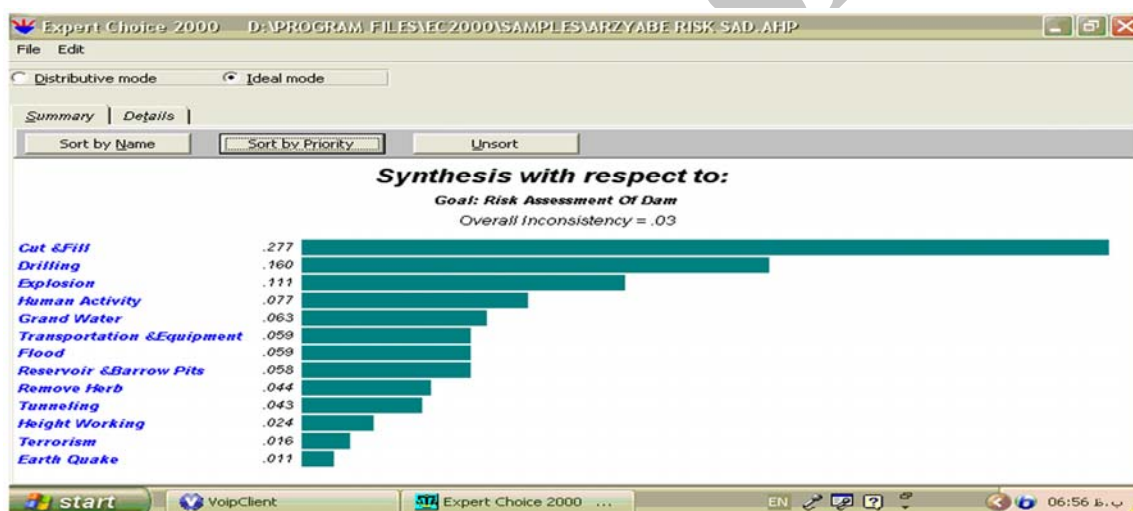
- رشد بیشتر جلبکها افزایش میزان یوتروفیکاسیون و ایجاد مزه نامطلوب در آب در فصل تابستان به دلیل ورود فضلابهای انسانی و مواد زاید خصوصاً بقایای مواد غذایی در صورتی که به دقت جمع آوری و به نحو صحیح دفع نگردند.

- آلودگی آب به مواد نفتی و سمی به دلیل سوختگیری ماشین آلات و ریخته شدن مواد نفتی از محل سوختگیری و یا از زیر ماشین آلات و احیاناً شستشوی ماشینها و وسایل در مسیر رودخانه.

- افزایش کلیفرم مدفوعی آب رودخانه به دلیل عدم وجود سیستم مناسب جهت کنترل و تصفیه فاضلاب در محل کارگاه های موقت و ورود آنها به طور مستقیم یا غیرمستقیم به رودخانه.

لازم به ذکر است که برداشت شن و ماسه، باعث تخریب محیط زیست و اکوسیستم های آبی و تهدید آبریزان و تغییر مسیر رودخانه ها نیز می شود. همچنین این موضوع تخریب سواحل رودخانه ها در عرض بستر را به همراه دارد.

از بین ریسک های بیوفیزیکی نیز به ترتیب آب و خاک واجد بیشترین سطوح ریسک بوده که عملیات خاکبرداری و خاکریزی و حفاری، در این محیط های پذیرنده ی ریسک، به عنوان مهمترین عامل در وقوع ریسک ها 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 ماشینهای مکانیکی یا وسایل دستی انجام می شود، و باعث فرسایش خاک، تغییر شرایط اکولوژیکی خاک و پراکنش ذرات گرد و غبار در هوا و... می شود. خاکبرداری و خاکریزی باید همراه با اصول علمی و کاملاً "تثبیت شده صورت پذیرد.



شکل ۵ - نتایج نهایی ارزیابی ریسک زیست محیطی سد بالارود در محیط نرم افزار Expert Choice

در بین معیارهای مرتبط با رویدادهای انسانی، محیط اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی - ایمنی - بهداشت، چه از لحاظ شدت و چه از لحاظ احتمال وقوع، به ترتیب با وزن های ۰/۵۲۸ و ۰/۳۳۳ واجد بیشترین سطوح ریسک می باشد. در منطقه مورد مطالعه، در اثر احداث سد، محل مخزن و محل تامین منابع قرضه، احتمال تغییر مسیر کوچ عشایر و جمعیت روستاهای اطراف وجود دارد.

اکثر نیروهای شاغل در روستاهای منطقه در بخش کشاورزی متمرکز هستند و در بخش صنایع و خدمات، فعالیت چشمگیری دیده نمی شود. بر طبق مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۵، جمعیت فعال از نظر اقتصادی ۴۴۴۲۷ نفر بوده که ۳۴۷۸۷ نفر آن شاغل و ۹۶۴۰ نفر بیکار وجود دارد. به طور کلی، این آمار بیانگر نرخ بیکاری بالایی در شهرستان اندیمشک بوده که در اثر جابجایی جمعیت و مهاجرت، رقم بیکاران منطقه ی مورد مطالعه افزایش یابد. همچنین، مساحت اراضی کشاورزی در شهرستان اندیمشک، معادل ۵۱۲۴۱ هکتار بوده که سالانه ۴۹۷۶۰ هکتار آن به زیر کشت محصولات می رود که ۱۸۶۸۲ هکتار آن به صورت کشت آبی و ۳۲۵۵۹ هکتار آن به صورت دیم کاشته می شود.

بر اثر احداث سد بالارود بر روی رودخانه بالارود، روستاهای تخته شه پایین، دو آب و گاوآزی، در محدوده بلافصل طرح قرار می‌گیرد. علاوه بر این، مراکز جمعیتی اراضی زراعی ساکنین روستاهای فوق نیز تخریب می‌شود که به دلیل تخریب زمین های کشاورزی تعدادی از اهالی روستاهای تخته شه پایین، دو آب و گاوآزی، می‌توان پیش‌بینی کرد، اجرای عملیات ساخت و ساز دارای اثرات منفی و محلی می‌باشد. لذا محیط اقتصادی- اجتماعی- فرهنگی، به عنوان مهمترین عامل در وقوع ریسک‌های مرتبط با رویدادهای انسانی، معرفی گردیده است. در مورد رویدادهای طبیعی، سیل نیز با وزن ۰/۸۵۷، به عنوان مهمترین ریسک طبیعی تشخیص داده شد. وجود جریانهای سیلابی، کاهش پوشش گیاهی، پائین بودن نسبی نفوذپذیری خاک، از جمله عوامل جاری شدن سیل در منطقه می‌باشند. در مورد سیل با توجه به اینکه نوع خاک آن سخت گونه است و آب در آن کم نفوذ می‌نماید، لذا بارندگی، باعث جاری شدن سیل می‌گردد. جاری شدن سیلاب های عظیم و مخرب در رودخانه بالارود تقریباً همه ساله خسارتهای فراوانی به اراضی کشاورزی و تأسیسات شهری و روستایی واقع در اطراف رودخانه وارد می‌آورد. حداکثر طغیان‌های لحظه‌ای در محور سد مخزنی بالارود با دوره‌های بازگشت مختلف، در جدول (۱۱) ارائه شده است.

جدول ۱۱- حداکثر طغیان‌های لحظه‌ای با دوره‌های بازگشت مختلف رودخانه بالارود در محل سد بالارود

دوره بازگشت سال	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	
بده - مترمکعب در ثانیه	۶۸۵	۱۰۱۵	۱۳۷۷	۱۳۹۹	۱۴۵۵	۱۶۲۳	۱۷۸۳	۱۹۳۷	۱۹۸۶	۲۱۳۵	۲۲۸۱	۲۷۴۹

از جمله مهمترین خطرات شناسایی شده در مرحله ی ساخت و ساز، عملیات حفاری و انفجار است که به ترتیب با وزن های ۰/۱۶۰ و ۰/۱۱۱، دومین و سومین اولویت بندی را دارند. احتمال انفجارهای نابهنگام در اثر بی‌احتیاطی یا منفجر نشدن چاشنی به علل فنی و انفجار ناگهانی آن می‌تواند از عوامل خطر ساز در مرحله اجرای سد باشد. به علت سنگی و صخره‌ای بودن منطقه، عملیات حفاری و انفجار در بعضی مراحل از جمله تونل انحراف آب و احداث سرریز انجام می‌شود. خطرات جنبی دیگری نیز شامل ریزش یا پرتاب سنگ از کوه، موج گرفتگی، سقوط از کوه و غیره وجود دارد. همچنین فعالیت حفاری و انفجار، سبب آلودگی صوتی در منطقه شده که در نتیجه آن، اثرات نامطلوبی بر رفتار طبیعی جانوران به ویژه پستانداران گذاشته و موجب ترس و فرار حیات وحش می‌شود. فعالیت‌های اثرگذار بر فاکتور فیزیکی صدا عبارت از احداث جاده و سایر ابنیه فنی، خاکبرداری و خاکریزی، برداشت از منابع قرضه، حفاری، حمل و نقل و احداث سد و سایر سازه‌های آبی است. لازم به ذکر است در مورد تمامی موارد نامبرده، مهمترین عامل در وقوع بیشتر ریسک ها، بی توجهی پرسنل و عدم پایش مستمر تشخیص داده شد. با توجه به بالا بودن احتمال وقوع و شدت اثر و در نتیجه سطح ریسک بالا شایسته بود تا به منظور پیشگیری از وقوع ریسک و نیز پیش بینی تمهیدات لازم، توجه خاصی به این ریسک ها معطوف شود. از این رو به منظور کاهش سطح ریسک، در محیط تحت بررسی، مدیریت بر روی افراد و تجهیزات اعمال گردید.

بحث و نتیجه گیری

ریسک واقعی از زندگی است که همواره در فعالیت ها وجود دارد. خواه در یک پروژه عمرانی یا در یک انعقاد قرارداد. اداره و کنترل ریسک گاهی اوقات، خودآگاه و گاهی ناخودآگاه صورت گرفته و به ندرت به صورت سیستماتیک انجام می‌گردد. بعد از شناسایی و کمی سازی و اولویت بندی ریسک‌ها نیاز به برنامه پاسخ به ریسک می‌باشد. که راه‌های مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان کند. روش‌های متفاوتی برای پاسخ

وجود دارند. چنین اقداماتی عبارت از حذف، کاهش یا کنترل اثرات نامطلوب زیست‌محیطی پروژه است و شامل جبران خسارات ناشی از پیامدهای زیست‌محیطی بوده که می‌تواند از طریق جابجایی، تجدید، احیاء مجدد و جبران خسارت از طریق روشهای پایش، امکان‌پذیر باشد. این اقدامات می‌تواند از طریق عملیات مهندسی یا امور مدیریتی انجام پذیرد. 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 نمود:

رویدادهای بیوفیزیکی از سطح ریسک بالاتری نسبت به سایر رویدادهای تحت بررسی برخوردار بوده، لیکن خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی‌شود. با این وجود می‌بایست نسبت به کاهش ریسک اقدام نمود. در منطقه‌ی مورد مطالعه، عمده عامل مولد ریسک، خاکبرداری و خاکریزی معرفی شده که در تمامی اجزای مختلف بیوفیزیکی، بالاترین وزن (۰/۲۷۷) را داشته و این خود می‌تواند مولد و منشأ ریسک‌های دیگر نیز شود. خاکبرداری و خاکریزی فعالیت‌هایی 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 به کار بردن آن در ساختمان بدنه سد خاکی، فرازبند و ... است. 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 پی‌آمد این 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 گردید. برداشت خاک جهت تأمین هسته رسی باعث می‌شود که کدورت و املاح 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) گردو غبار زیادی به اطراف پراکنده می‌نماید. انجام خاکبرداری و خاکریزی نیز از جمله فعالیت‌های اثرگذار بر فاکتور 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 گون‌های 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 می‌گردند. قسمتی از کف رودخانه انحراف مسیر داده و ماهی‌های موجود در آب رودخانه بالارود به ویژه گونه‌های توپنی (*Capoeta damasin*)، لوتک (*Cyprinion macrostomcem*)، مارماهی (*mastacembelus Mastacembelus*) دچار تغییرات نامطلوب می‌گردند. از طرفی با احداث فعالیت‌های انحراف آب و خاکبرداری و خاکریزی که با رهاسازی حجم قابل ملاحظه رسوبات و آلودگی‌های دیگر در جریان آب همراه هستند، احتمال خفگی لارو ماهی‌ها و بچه ماهیان و مدفون شدن تخم آنها در زیر گل و لای نیز وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از حوادث تنها ایمنی کارکنان طرح را به خطر خواهد انداخت، در حالی که بعضی دیگر ایمنی ساکنین منطقه را نیز تهدید خواهد کرد. بسیاری از فعالیتها از جمله انفجار می‌تواند برای ایمنی و سلامتی ساکنین روستاهای واقع در آن منطقه خطرساز باشد. خاصه آنکه با وجود آغاز فعالیت‌های اجرای طرح، هنوز ساکنین روستا جابجا نشده باشند. به این ترتیب اجرای فعالیت‌های احداث طرح علاوه بر در نظرگیری تمهیدات مربوط به سلامتی کارکنان، مستلزم اقدامات پیشگیرانه جهت جلوگیری از بروز خطرات احتمالی برای ساکنین این روستاها نیز می‌باشد. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به موارد منتج از ارزیابی و شناسایی ریسک که مستلزم اقدامات بایسته در این زمینه می‌باشند، شرایط نسبتاً ایمن در کارگاه برقرار بوده و خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی‌شود. لیکن با این وجود با ارائه برنامه مدیریت

ریسک زیست محیطی در منطقه می بایست نسبت به کاهش ریسک اقدام نمودو از شدت و دامنه آنها تا حد بسیار زیادی کاست. بعد از شناسایی و کمی سازی و اولویت بندی ریسک ها نیاز به برنامه پاسخ به ریسک می باشد. که راه های مقابله با ریسک ها و فرصت های مناسب را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیان کند. روش های متفاوتی برای پاسخ وجود دارند که عبارتند از: از بین بردن ریسک، تخفیف دادن ریسک، انتقال ریسک و پذیرش ریسک (ستاره و کوهپایه، ۱۳۸۵). در جدول (۱۲)، روش های پیشنهادی کنترل و مقابله با مهمترین ریسک های سد بالارود در محیط های مختلف به صورت جدول ارائه شده است.

جدول ۱۲- راه کارهای پیشنهادی کنترل مهمترین ریسک های محیط زیستی سد بالارود

عوامل مولد ریسک	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 (ریوی، گوارشی و...) خواهد شد. - فرسایش خاک (وقوع سیلاب ها، تخریب پوشش گیاهی)	- مرطوب نگه داشتن مرتب خاکریزها و تولید غبار کمتر در حین تخلیه بار - دقت در نحوه عملیات خاکبرداری و خاکریزی - حداقل جابجایی خاک در فصول بارندگی
حفاری	- تغییر هیدرولوژی منطقه، افزایش کدورت (اثر بر کیفیت آب های سطحی) - اثر بر کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی (کاهش سطح سفره آب زیر زمینی) - اثر بر آبزیان و اثر بر زیستگاه جانوری به دلیل انحراف مسیر کف رودخانه	- جانمایی صحیح کمپ ها، ساختمانها، آبروها - جلوگیری از فرسایش - جلوگیری از برداشت مصالح فرضه ژسترو حاشیه رودخانه - برنامه ریزی جامع و گسترده منطقه ای در سطح حوزه برای جلوگیری از استفاده بی رویه از منابع آب و خاک
انفجار	- اثر بر روان و اعصاب کارگران و پرسنل - اثر بر رفتار جانوران و اثر بر گردار جانوران گذاشته و نابودی و فرار حیات وحش را سبب می شود.	- تأمین وسایل حفاظت فردی مناسب در مقابل سرو صدا - شناسایی پرسنل حساس به صدا و دور کردن پرسنل از محیط - ایجاد فضای سبز و تأمین پوشش گیاهی در اطراف محدوده اجرای طرح

پس از ارائه تمهیدات و راهکارهای پیشگیری، کاهش و کنترل ریسک های سوء محیط زیستی ناشی از فعالیت ساختمانی سد بالارود، ارائه برنامه های مدیریت و پایش محیط زیست، مطابق با دستور العمل های ملی و بین المللی، جهت نظارت دقیق و پایش اصولی عملیات، فرآیندها و عملکردها لازم و ضروری است. یکی از اهداف اساسی برنامه های مدیریت و پایش، انجام عملیات ممیزی و خودبازرسی برای به حداقل رسانیدن پیامدهای نامطلوب مستقیم یا غیر مستقیم محیط زیستی در طی فعالیت های ساختمانی می باشد. بنابراین با توجه به خطرات و ریسک های شناسایی شده، مهمترین اهداف برنامه های مدیریت و پایش محیط زیستی آن، شامل موارد ذیل است:

- پیشگیری و کنترل از آلودگی منابع هوا، آب، خاک و صدا در منطقه تحت تأثیر در طول دوره ساختمانی
 - جلوگیری از مصرف بی رویه منابع آب و افت شدید سطح سفره آب زیرزمینی در منطقه
 - افزایش وضعیت اشتغال و درآمد، سطح زندگی، رفاه و بهداشت ساکنین منطقه تحت تأثیر فعالیت سد
 - کاهش مخاطرات انسانی، بهداشتی و محیط زیستی احتمالی ناشی از فعالیت ساختمانی
- بنابراین روش و دوره های بازرسی و پایش متناسب با محیط، منابع آلاینده و اثرات و ریسک های شناسایی شده سد بالارود شامل مواردی است که در جدول (۱۳)، ارائه شده است.

جدول ۱۳- شاخص‌های برنامه پایش و زمان بندی ریسک‌های زیست محیطی سد بالارود در مرحله ساختمانی

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

منابع

- اصغری‌پور، م. ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری چندمعیاره. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران، ایران.
- جلالی، ح. ۱۳۶۶. مجموعه مقالات اولین سمینار سدسازی ایران، چاپ اول. نشر کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، ایران.
- سالنامه آماری ۱۳۸۶. استان خوزستان. معاونت برنامه ریزی استانداری خوزستان. دفتر آمار و اطلاعات، ایران.
- ستاره، ه. و کوهپایی، ع. ر. ۱۳۸۵. ارزیابی ریسک حریق. چاپ اول. نشر فن آوران، ایران.
- قدسی‌پور، س. ح. ۱۳۸۵. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ایران.
- قراچورلو، ن. ۱۳۸۴. ارزیابی و مدیریت ریسک. چاپ اول. انتشارات علوم و فنون، ایران.
- طیبیان، م. ۱۳۸۰. ارزیابی پیامدهای زیست محیطی در استرالیا. انتشارات دانشگاه تهران، ایران.
- منوری، م. ۱۳۸۰. راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی سدها. چاپ اول، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست انسانی، ایران.
- مومنی، م. ۱۳۸۵. مباحث نوین تحقیق در عملیات. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران، ایران.
- مومنی، م. ۱۳۸۷. تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS. چاپ دوم. انتشارات کتاب نو، ایران.
- مهدوی‌نیا، ج. ۱۳۸۶. ارزیابی خطرپذیری سد شفارود با رویکرد مدیریت ریسک و حفظ محیط زیست. اولین کارگاه تخصصی سد و محیط زیست.
- مهندسین مشاور دزآب. ۱۳۸۶. گزارش ارزیابی تفصیلی زیست محیطی سد مخزنی بالارود.
- نجمایی، م. ۱۳۸۲. سد و محیط زیست. نشریه شماره ۵۵، وزارت نیرو کمیته ملی سدهای بزرگ، ایران.
- نیکمردان، ع. ۱۳۸۶. معرفی نرم‌افزار Expert choice 11 و خلاصه‌ای بر مطالب AHP، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ایران.
- Gumus, A. T. 2009. Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy –AHP and TOPSIS Methodology. From comparative risk assessment to Multi-Criteria Decision Analysis and Adaptive management: recent developments and applications, London.
- Harrald, J. R. 2006. Lrmak rendn- tauali, Greg L. Shaw, Claire B. Rubin, Sarp yeletaysi review of risk based prioritization /Decision making methodologies for Dams. Springer Publish, London, UK.
- Heller, S. 2006. Managing industrial risk-having a tasted and proven system to prevent and assess risk, Journal of Hazardous Material, Vienna, Austria
- Muhlbauer, W. K. 2004. Pipeline risk management Manual, Gulf Professional Publishing, United State of America.

- Methods multiple attribute decision analysis for ecosystem management Method Elsevier Press, London, England.
- Olsen, A. 2001. Life cycle impact assessment and risk assessment of chemical-a methodological. Johanssen Press, Oslo, Norwag.
- Ramanathan, R. 2001. A note on the use of the analytic hirarchy process for environmental impact assessment, dam safety risk analysis methodology, U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation. Service Center Technical, Denver, Colorado, USA.
- Zayed, T. 2008. Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway project using AHP. Journal of project management, Beiging, China.

Archive of SID