ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بالارود خوزستان درمرحله ساخت با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

سید علی جوزی*[1] ، سید محسن حسینی[2] ، مهرنوش طبیب شوشتری[3]

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

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 وتجهیزات، 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 مقایسه های 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 نهایی۰/۲۷۷ ، مهمترین ریسک زیست محیطی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین عوامل حفاری و انفجار با وزن‌های نهایی۰/۱۶۰و۰/۱۱۱ اولویت‌های دوم وسوم می‌باشد.سایر عوامل نیزدر اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در ادامه راهکارهایی جهت کنترل و کاهش ریسک های شناسایی شده ارائه گردید .

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

*مسئول مکاتبه : sajozi@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی ریسک محیط زیستی، فرآیند تحلیل کمی و کیفی پتانسیل‌های خطر و پیش بینی بالفعل شدن ریسک‌های بالقوه پروژه، با در نظر گرفتن حساسیت یا آسیب پذیری محیط پیرامونی آن می‌باشد(Muhlbauer , 2004). استفاده از این روش ها به عنوان یک ابزار مهم در مطالعات مدیریت محیط زیست و کاهش مخاطرات پروژه‌ها و رعایت اهداف حصول به توسعه پایدارمحسوب می‌شود (طبیبیان،۱۳۸۵). با ارزیابی به روش‌های کمی می توان کانون‌ها و ریسک فاکتورهای موجود را شناسایی نمود و با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و کنترلی، نسبت به حذف یا کاهش آنها اقدام نمود(قراچولو،۱۳۸٤). روش AHP که از جمله روش‌های MADM (Multiple Attribute Decision Making) بوده، قابلیت ادغام فاکتورهای کمی و کیفی و ترکیب عقاید و نظریات بیان شده توسط بسیاری ازکارشناسان را دارا می‌باشد و می‌تواند در تجزیه و تحلیل اثرات، موثر واقع شود(Ramanathan,2001).

مروری بر ادبیات و سابقه‌ی بهره‌گیری از روش به کار گرفته شده در این تحقیق نشان می‌دهد که در بعد جهانی، پروژه‌های 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 ویژگی‌های شکست سد، ظرفیت‌های هیدرولوژیکی، ظرفیت‌های لرزه‌ای (زلزله‌ی)، زمان اخطار، احتمال تلفات و ارزیابی ضررهای اقتصادی و... پرداخته است (Department of the Interior Bureau of Reclamation ,2003)

Harrald و همکارانش در سال ۲۰۰٦ به توضیح روش‌هایی بر پایه ریسک ایمنی سدها و اهداف و قوانین مربوط به آن‌ها اشاره کردند و با معرفی متدولوژی ارزیابی ریسک سدها در سطح جهانی و آمریکا و تکنیک‌های تصمیم‌گیری، از جمله تصمیم‌گیری چند معیاره و AHP با بیان مطالعات موردی، به شرح بیش‌تر موضوع پرداختند(Harrald,2006). لازم به ذکر است که در ایران نیز مقالاتی با این روش ارائه گردیده، اما تاکنون در خصوص ارزیابی ریسک زیست‌محیطی سدها، به ویژه پروژه‌های در دست ساخت، دستورالعمل ملی یا پروژه‌ای روش مند، به انجام نرسیده است ، که باتوجه به بدیع بودن آن، مطالعه‌ی مورد نظر می‌تواند واجد ارزش شناخته شود. مهدوی‌نیا در سال ۱۳۸٦ در تهران مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی خطرپذیری سد شفارود با رویکرد مدیریت ریسک و حفظ محیط زیست در اوّلین 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، طرح‌های مدیریت بحران، کنترل هوشمند و سیستم هشدار مورد بررسی قرار گرفته و با ارائه آنالیز اقتصادی- زیست محیطی، برنامه‌هایی جهت بهینه‌سازی مدیریت بحران در منطقه پیشنهاد شد(مهدوی‌نیا، ۱۳۸٦).

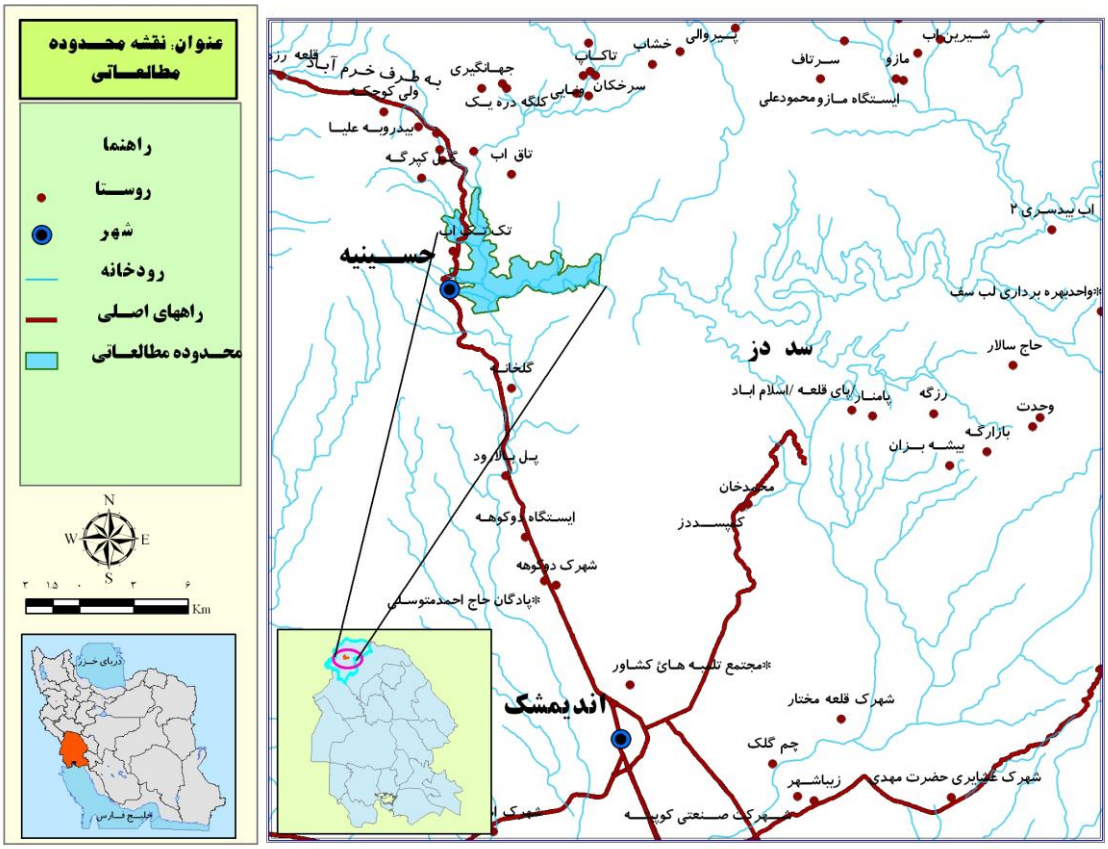
محل احداث سد مخزنی بالارود دراستان خوزستان، حدفاصل شهر اندیمشک و حسینیه، بین طولهای جغرافیایی ۱۵َ و ۴۸ْ تا ۲۰َ و ۴۸ْ شرقی و نیز عرضهای جغرافیایی ۳۸َ و ۳۲ْ تا ٤۵َ و ۳۲ْ شمالی و در فاصله تقریبی ۲۵

کیلومتری شهر اندیمشک بر روی رودخانه بالارود از سرشاخه‌های رودخانه دز واقع شده است. منابع آب سطحی موجود در منطقه مطالعاتی، رودخانه‌های دز وبالارود می‌باشند. 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 برقابی و همچنین حفظ شرایط زیست محیطی پایین دست سد می‌باشد. عملیات و فعالیت‌های سد مخزنی بالارود، در دو مرحله آماده سازی و اقدامات زیربنایی و اجرا (ساخت) در حال انجام است. جدول(۱)، بعضی ازمشخصات فنی سد وشکل(۱)، موقعیت محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد (شرکت مهندسین مشاوردز آب،۱۳۸٦).

جدول۱- مشخصات فنی سد

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

مأخذ: شرکت مهندسین مشاور دزآب، ۱۳۸٦



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی سد بالا رود

مأخذ: شرکت مهندسین مشاور دزآب، ۱۳۸٦

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 تهیه‌ی نقشه‌های زیست محیطی محدوده‌ی مطالعاتی پرداخته شد وبا انجام آزمایش هایی، کار شناسایی منابع مولد ریسک و طبقه بندی آنها آغاز گردید. بـه طـور قطـع در طـی انجام مرحله ساختمانی، تغییرات عمده‌ای 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 می‌نماید. جهت بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه بالارود از اردیبهشت مـاه تـا آبان ماه ۱۳۸۸، آزمایش های میکروبیولوژی، در چهار ایستگاه منتخب قلعه نار(تـاق آب)، تـک تکـاب، حسـینیه و

بالارود، با استفاده از روش های تیتراسیون، رفلاکس، وزن سنجی، فتومتری و جذب اتمی بر روی آلاینده‌های مختلف،بعضی فلزات(ازجمله سرب، جیوه، کادمیوم)وکیفیت پساب،ازنظرشاخص‌های BOD,COD,DO,TDS,TSS انجام گرفت وپارامترهای کیفی جیوه، هدایت الکتریکی، شوری، کادمیوم، pH، کلیفرم کل وکلیفرم مدفوعی رودخانه بالارود در سال ۱۳۸۸، اندازه گیری شد .

در طول دوره ساختمانی، با انجام عملیات خاکبرداری، گردو غبار زیادی به اطراف پراکنده می گردد. علاوه بر گرد و غبار، میزان زیادی SO_2 ، دود، CO و ذرات معلق ناشی از مصرف سوختهای نسبتاً سنگین در ماشین آلات در حین کار تولید می‌شود. 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 آلاینده‌های 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 نمونه‌برداری و بررسی قرار گرفته در قالب جدول ارائه شده است .

جدول۲- 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 شماره۲)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
۳	دهانه تونل خروجی کرانه راست (دهانه شماره ۳)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
٤	دهانه تونل ورودی کرانه چپ (دهانه شماره ٤)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
٥	دهانه تونل خروجی کرانه چپ (دهانه شماره ٥)	خروجی اگزوز ماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
٦	محل تامین منابع قرضه(در ٤ کیلومتری ساختگاه در مجاورت حسینیه	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 ٤۰ 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 وآلودگی صوتی محاسبه شد.

به منظور درک کامل مفاهیم وشناسایی 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 قرارگرفت. 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، تا"کید 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 گیرو تعداد پرسشنامه‌ها، با استفاده از جدول مورگان، که به منظور تعیین حجم نمونه و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، این نتیجه حاصل شد که برای تعداد اعضای جامعه ۳۰ نفره، ۲۸ پرسشنامه باید در نظر گرفته شود (مومنی۱۳۸۷). 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، مهندسین محیط زیست و مهندسین عمران خواسته شد تا بر اساس جدول (۳)، امتیاز بدهند.

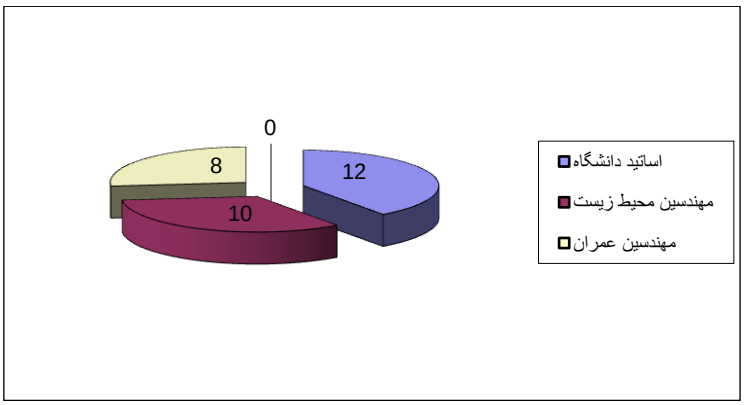
جدول ۳- طیف امتیازدهی به معیارها

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 حسابی 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 مجموعه‌ی 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 (٤)و(٥)، 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



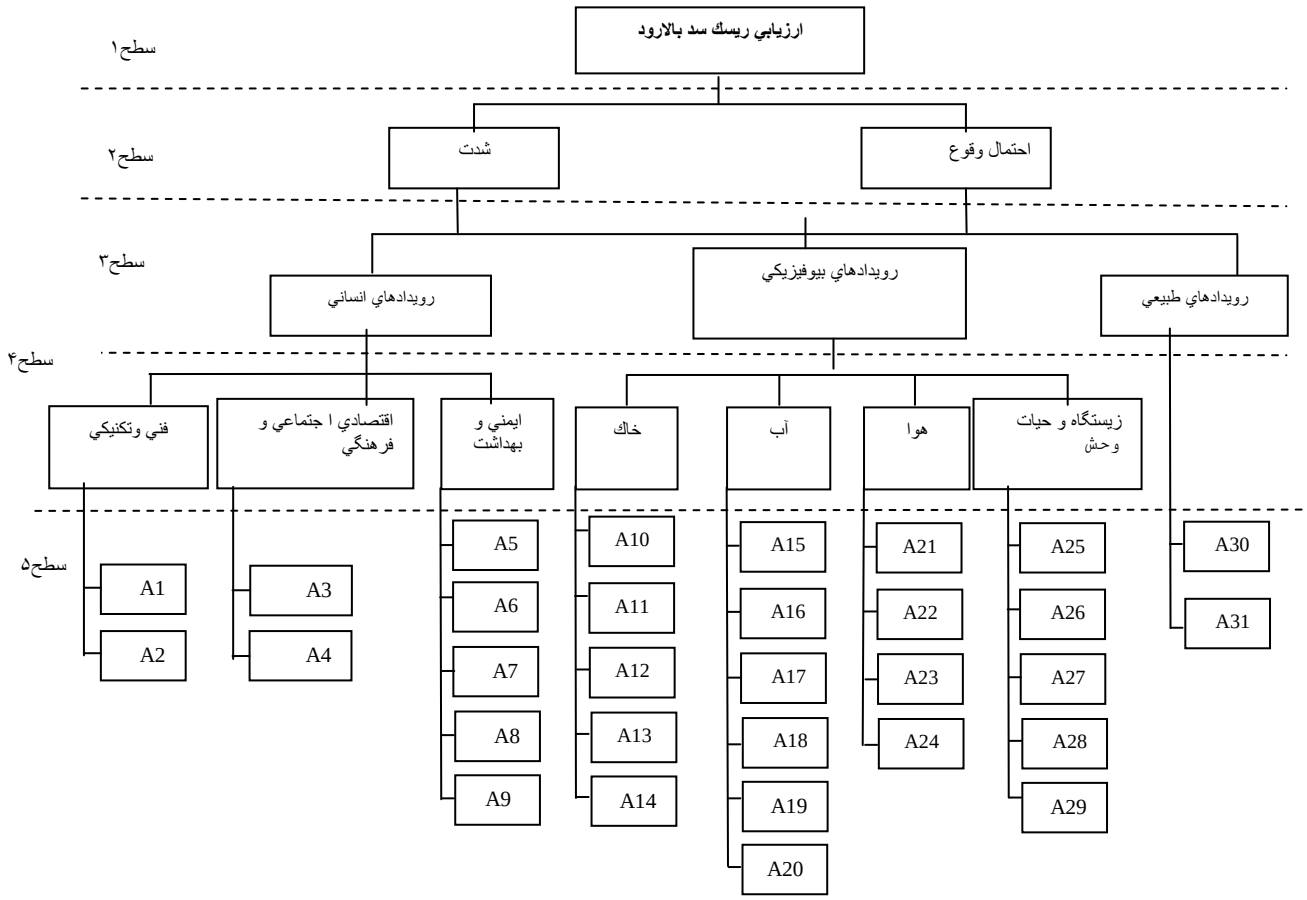
جدول ٤- طبقه بندی انواع ریسک‌های زیست محیطی سد با لارود در فاز ساختمانی،۱۳۸۸

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

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

عوامل ریسک (Alternatives)			
رویدادهای انسانی	فنی – تکنیکی	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A1
		انفجار	A2
	اقتصادی _ اجتماعی_ فرهنگی	تروریسم وخرابکاری	A3
		احداث محل مخزن و تامین منابع قرضه	A4
	ایمنی وبهداشتی	کار در ارتفاع	A5
		خاکبرداری و خاکریزی	A6
		حفاری	A7
		انفجار	A8
		فعالیت انسانی در کارگاه	A9
رویداد های بیو فیزیکی	خاک	خاکبرداری و خاکریزی	A10
		حفاری	A11
		انفجار	A12
		فعالیت انسانی در کارگاه	A13
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A14
	آب	خاکبرداری و خاکریزی	A15
		حفاری	A16
		احداث تونل	A17
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A18
		فعالیت انسانی در کارگاه	A19
		استفاده زیاد از آبهای زیر زمینی	A20
	هوا	خاکبرداری و خاکریزی	A21
		حفاری	A22
		انفجار	A23
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A24
	زیستگاه و حیات وحش	بوته کنی و قطع گونه های چوبی	A25
		خاکبرداری و خاکریزی	A26
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A27
		حفاری	A28
		انفجار	A29
رویداد های طبیعی		لرزه خیزی	A30
		وقوع سیل	A31

در ادامه با توجه به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره 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 ازسد بالارود، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت اولویت‌بندی استفاده گردید. بدین منظور پس از رسم ساختار سلسله مراتبی ریسک‌های 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 تصمیم‌گیری، مفروض نمی‌باشد، بنابراین از قضاوت تصمیم‌گیرنده(Decision maker) در مورد مقایسه اهمیت نسبی شاخص‌ها، 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 ویک 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 بـا اسـتفاده از مقیاسی که ازترجیح یکسان تا بی اندازه مرجح طـراحی شده است، انجام پذیرفت.تجربه نشان داده که نمره‌دهی از ۱تا ۹، تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا مقایسات را به گونه‌ای مطلوب انجام دهد. استفاده ازجدول(٦)، در امتیازدهی مقایسه‌ای به صورت یک مقیاس استاندارد درآمده است.

جدول ٦- مقایسه دو به دو در AHP

درجه اهمیت در مقایسه دو به دو	مقدار عددی
ترجیح یکسان	۱
یکسان تا نسبتاً مرجح	۲
نسبتاً مرجح	۳
نسبتاً تا قویاً مرجح	٤
قویاً مرجح	٥
قویاً تا بسیار قوی مرجح	٦
ترجیح بسیار قوی	۷
بسیار تا بی اندازه مرجح	۸
بی اندازه مرجح	۹

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 وبا 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 درایستگاه ۱ ، به میزان ۸۵۱/۱ (µs/cm) و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲ به مقدار ۵۲۲/۸ (µs/cm) نشان داد. درایستگاه های ۳ و٤ تقریبا" 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 درایستگاه ۱ به میزان ٤٦٥/۱ میلی گرم درلیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲ به مقدار ۲۹۰/۵ میلی گرم درلیتر نشان داد. درایستگاه های ۳

و٤ تقریبا به یک نسبت افزایش داشته است وطبق استانداردهای سازمان محیط زیست، کیفیت آب در این پارامتر جهت آشامیدنی وکشاورزی و آبزی پروری در وضعیت مناسب قراردارد.

سرب : میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را درایستگاه ۱ با میزان ۰/۰۰۱۵ میلی گرم درلیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۲، با مقدار۰/۰۰۰۱میلی گرم درلیتر نشان می‌دهد. درایستگاه های ۳ و٤ تقریبا" 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 درایستگاه ۳ به میزان ۷/۵ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ٤ به میزان ۷/۱ میلی گرم در لیتر نشان داد. مقایسه آن با استاندارد شرب ایران،کشاورزی وطبق استاندارد آبهای سطحی WHO در رودخانه مشخص شد جهت مصارف مختلف مناسب است.

BOD : میانگین این پارامتر در طول دوره مطالعه، بیشترین مقدار را درایستگاه ۱ به میزان ٦/۳ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار را در ایستگاه ۳ به میزان ۲/۷میلی 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 درایستگاه ۱ به تعداد MPN/100ml ۱۰۳۳و کمترین مقدار را در ایستگاه ۳ ، به تعداد MPN/100ml ٥۳٤، نشان داد. مقایسه آن با مقادیر استانداردWHO در رودخانه نشان می‌دهد که در حد مجاز بوده وطبق استاندارد ایران در مقادیر حداکثر، و میانگین وحداقل در حد مجاز است.

بررسی و آنالیز آماری پارامترهای کیفی آب در وضعیت موجودِ ایستگاه های محدوده مطالعاتی و مقایسه آن با استاندارد، بیانگر این است که به جز پارامترهای میکروبی وبیولوژیکی که مقدار مشاهده شده آنها به ویژه در ایستگاه اول قلعه نار (تاق آب) فراتر از حد استانداردداست.سایر فاکتورهای کیفی آب، تقریبا"درسطح مجاز استاندارد آب شرب (ایران نشریه ۳-۱۱٦ سازمان برنامه بودجه) وکشاورزی(FAO) قرار دارند.

نتایج آزمایش های انجام داده بر روی آلاینده‌های هوا درمحل احداث سد بالارود در سال ۱۳۸۸ و مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست حاکی از این است که طبق جدول(۷)، میزان CO وSO_2 ، در بیشتر ایستگاه های اندازه گیری شده، بالاتر از استاندارد می باشد که این امر بیشتر به دلیل استفاده مصرف سوخت‌های نسبتا" سنگین در ماشین آلات، در حین انجام عملیات و عدم تهویه ی مناسب در درون تونل ها می باشد.

جدول ۷- نتایج اندازه گیریCO و SO_2 ایستگاه های منتخب سد، ۱۳۸۸

ردیف	موقیت نمونه برداری	میزان آلاینده CO (ppm)	استاندارد آلاینده CO (ppm)	میزان آلاینده SO2 (ppm)	استاندارد آلاینده SO2 (ppm)
۱	دهانه تونل ورودی کرانه راست (دهانه شماره ۱)	۱٦٥	۱٥۰	۸٤۲	۸۰۰
۲	دهانه دسترسی میانی (دهانه شماره۲)	۳٥٥	۱٥۰	۹۲۰	۸۰۰
۳	دهانه تونل خروجی کرانه راست (دهانه شماره ۳)	۳۸٥	۱٥۰	۸۳۹	۸۰۰
٤	دهانه تونل خروجی کرانه چپ (دهانه شماره ٥)	۱٥٦	۱٥۰	۸۱۰	۸۰۰
٥	محل انجام عملیات بچینگ	۱۷۷	۱٥۰	۸۲٤	۸۰۰

نتایج ارزیابی صدا، در محل احداث سد که در ۸ جهت اصلی، صورت گرفت و مقایسه آن با استاندارد آلودگی صوتی محیط های مسکونی - صنعتی که dB ۷۰ می باشد، نشان داد که در تمام ایستگاه ها، میزان صدا کمتر از حد مجاز است. تمام مقادیر اندازه گیری، در شبکه وزنی A و به صورت تراز معادل Leq اندازه گیری 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 شدهdB	استاندارد dB
۱	منتهی الیه ضلع شمالی سد- فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۰/٦	۷۰
۲	منتهی الیه ضلع جنوبی سد- فاصله ٤۰ متر	۳۰	٦۱/۹	۷۰
۳	منتهی الیه ضلع شرقی سد- فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۷/۲	۷۰
٤	منتهی الیه ضلع غربی سد- فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۷	۷۰
٥	منتهی الیه ضلع شمال غربی سد- فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۳/۳	۷۰
٦	منتهی الیه ضلع شمال شرقی سد-فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۹/٥	۷۰
۷	منتهی الیه ضلع جنوب غربی سد- فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۱/۲	۷۰
۸	منتهی الیه ضلع جنوب شرقی سد- فاصله٤۰ متر	۳۰	٦۸/۳	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 درقالب سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی صورت پذیرفت. معیار ها و زیر معیار ها با توجه به شدت و احتمال وقوع، با استفاده از نرم‌افزار Expert (EC) Choice، 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 وباتلفیق،وزن هرعامل مشخص شد.در نهایت نرم افزار، یک بردار ارجحیت کلی ایجاد کرد که اثر و اهمیت پایین‌ترین 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.

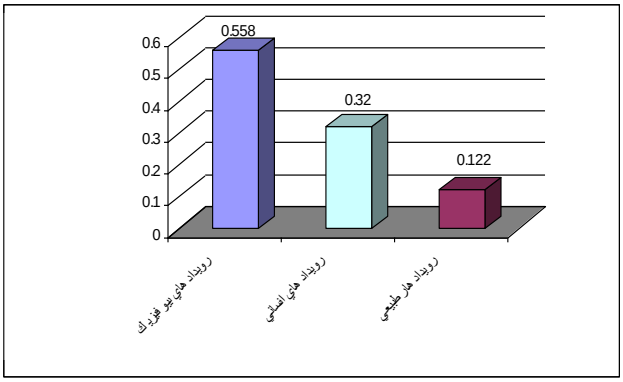
جدول(۹) وزن و رتبه ی عوامل اصلی ریسک را از لحاظ شدت و احتمال وقوع نشان می‌دهد. همچنین جدول شماره(۱۰) رتبه بندی ۳۱ معیار را به همراه وزن هر کدام به صورت تفکیک شده ارائه می دهد.

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

عوامل اصلی ریسک	وزن از لحاظ احتمال وقوع	رتبه	وزن از لحاظ شدت	رتبه	معیار ها	وزن از لحاظ احتمال وقوع	رتبه	وزن از لحاظ شدت	رتبه
رویدادهای انسانی	۰/۳۲۰	۲	۰/۱٤۰	۳	فنی – تکنیکی	۰/۱٤۰	۳	۰/۱٤۰	۳
					اقتصادی – اجتماعی- فرهنگی	۰/۵۲۸	۱	۰/۵۲۸	۱
					ایمنی وبهداشتی	۰/۳۳۳	۲	۰/۳۳۳	۲
رویدادهای بیوفیزیکی	۰/۵۵۸	۱	۰/۵۲۸	۱	خاک	۰/۲۷٤	۲	۰/۲۸۰	۲
					آب	۰/٤٦۲	۱	۰/۵۰۱	۱
					هوا	۰/۰۸٦	٤	۰/۰۷۹	٤
					زیستگاه و حیات وحش	۰/۱۷۸	۳	۰/۱٤۰	۳
رویدادهای طبیعی	۰/۱۲۲	۳	۰/۱٤۰	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 ۰/۱٦۰ و ۰/۱۱۱ اولویت‌های دوم و سوم می باشند. سایر عوامل نیز در اولویت‌های بعدی قرار گرفته اند.همچنان که در جداول (۹)و(۱۰)ملاحظه می شود، 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 و۰/۵۵۸ ، واجد بیشترین سطوح ریسک می‌باشد. در محیط بیوفیزیکی با توجه به این که پارامترهای محیط فیزیکی به عنوان پایه و اساس بخشهای دیگر محیط ها 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 واثر بر کیفیت هوا باشد. .(شکل ٤)

شکل٤- وزن واولویت بندی معیارهای سطح دوم



معیارها	زیر معیارها (۳۱ عامل)	ورن از لحاظ احتمال وقوع	رتبه	وزن از لحاظ شدت	رتبه
فنی – تکنیکی	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۸۰۰	۱	۰/۱۶۷	۲
	انفجار	۰/۲۰۰	۲	۰/۸۳۳	۱
اقتصادی اجتماعی فرهنگی	تروریسم وخرابکاری	۰/۲۰۰	۲	۰/۲۵۰	۲
	احداث محل مخزن و تامین منابع قرضه	۰/۸۰۰	۱	۰/۷۵۰	۱
ایمنی وبهداشتی	کار در ارتفاع	۰/۲۶۴	۲	۰/۲۵۶	۲
	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۱۵۷	۳	۰/۱۵۲	۳
	حفاری	۰/۱۱۲	۴	۰/۰۷۷	۵
	انفجار	۰/۰۸۴	۵	۰/۴۱۲	۱
	فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۳۸۳	۱	۰/۱۰۲	۴
خاک	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۴۲۴	۱	۰/۲۸۶	۲
	حفاری	۰/۲۴۷	۲	۰/۱۲۶	۳
	انفجار	۰/۱۵۲	۳	۰/۴۶۲	۱
	فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۱۰۹	۴	۰/۰۷۶	۴
	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۶۸	۵	۰/۰۵۰	۵
آب	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۳۶۳	۱	۰/۳۴۱	۱
	حفاری	۰/۲۴۲	۲	۰/۲۴۰	۲
	احداث تونل	۰/۰۸۴	۵	۰/۱۳۱	۴
	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۴۳	۶	۰/۰۶۸	۵
	فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۱۱۲	۴	۰/۰۵۴	۶
	استفاده زیاد از آب های زیر زمینی	۰/۱۵۶	۳	۰/۱۶۵	۳
هوا	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۴۵۹	۱	۰/۴۵۹	۱
	حفاری	۰/۰۹۳	۴	۰/۰۹۳	۴
	انفجار	۰/۳۰۵	۲	۰/۳۰۵	۲
	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۱۴۳	۳	۰/۱۴۳	۳

زیستگاه و حیات وحش	بوته کنی و قطع گونه‌های چوبی	۰/۴۰۴	۱	۰/۳۱۵	۲
	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۲۴۸	۲	۰/۳۵۷	۱
	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۶۴	۵	۰/۰۵۳	۵
	حفاری	۰/۱۵۶	۳	۰/۱۱۳	۴
	انفجار	۰/۱۲۸	۴	۰/۱۶۲	۳
رویدادهای طبیعی	لرزه خیزی	۰/۱۴۳	۲	۰/۱۶۷	۲
	وقوع سیل	۰/۸۵۷	۱	۰/۸۳۳	۱

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

منابع آب سطحی موجود در منطقه مطالعاتی، رودخانه‌های دز و بالارود می‌باشند. از جمله منابع مهم آلودگی درمحدوده مطالعاتی، می‌توان به موارد زیراشاره نمود:

- وجود واحدهای دامداری و پرورش طیور (مرغداری) به تعداد زیاد در منطقه(برطبق سالنامه آماری استان خوزستان، در سال ۱۳۸٦، تعداد ٤۳۰۷ بهره بردار پرورش طیور خانگی در شهرستان اندیمشک وجود دارد. همچنین تعداد۲۵۳۵٦٤ دام گوسفندو بره،۲۱۵٤۷٤ دام بز و بزغاله،۱۰۲۹۵ دام گاو و گوساله و ٦۰۹ دام گاومیش وجود دارد) .

- کارگاه های ماسه شویی که شن و ماسه را از بستر رودخانه‌ها برداشت کرده ودرمجموع تعادل اکولوژیک منطقه را بر هم می‌زند.لازم به توضیح است که بر طبق سالنامه آماری استان خوزستان، شهرستان اندیمشک دارای ۵ کارگاه صنعتی(که مدیریت ۲ کارگاه عمومی و۳ کارگاه به شکل خصوصی است) و ۷ معدن بوده که۱۲۵۵۷۰۰ تن مواد معدنی به جز شن و ماسه و پوکه معدنی از آن‌ها استخراج می‌شود.

- طرح پرورش ماهی در اراضی سمت راست (چم‌گلک)که از جمله طرحهای توسعه آتی و از جمله منابع مهم آلودگی درمحدوده می‌باشد.

- تغییردررژیم 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 خاکبرداریها با آب باران و ورود به رودخانه.

- رشد بیشتر جلبکها افزایش میزان یوتروفیکاسیون و ایجاد مزه نامطلوب در آب در فصل تابستان به دلیل

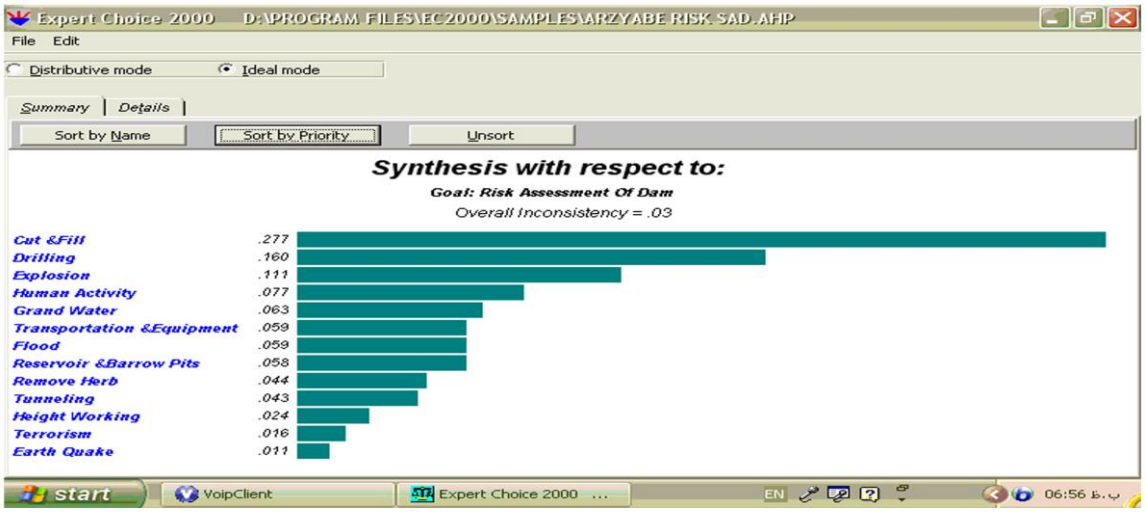
ورود فاضلابهای انسانی و مواد زاید خصوصاً بقایای مواد غذایی در صورتی که به دقت جمع آوری و به نحو صحیح دفع نگردند.

– 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 اکوسیستم‌های آبی وتهدید آبزیان و تغییر مسیر رودخانه‌ها نیز می‌شود. همچنین این موضوع تخریب سواحل رودخانه‌ها در عرض بستر را به همراه دارد.

از بین ریسک های بیوفیزیکی نیز به ترتیب آب وخاک واجد بیشترین سطوح ریسک بوده که عملیات خاکبرداری و خاکریزی وحفاری، دراین محیط‌های پذیرنده ی ریسک، به عنوان مهمترین عامل در وقوع ریسک‌ها تشخیص داده شد. عملیات خاکبرداری و خاکریزی از عمده فعالیت‌های دوره ساختمانی محسوب شده ودر هنگام اجرای بدنه سد به وفور به وسیله ماشینهای 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 کاملا"تثبیت شده صورت پذیرد.



شکل ۵ – نتایج نهایی ارزیابی ریسک زیست محیطی سد بالارود در محیط نرم‌افزار Expert Choice

در بین معیارهای مرتبط با رویدادهای انسانی، محیط اقتصادی– اجتماعی–فرهنگی وایمنی –بهداشت، چه از لحاظ شدت و چه از لحاظ احتمال وقوع، به ترتیب با وزن‌های ۰/۵۲۸ و۰/۳۳۳ واجد بیشترین سطوح ریسک می‌باشد. 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 نمی‌شود. بر طبق مرکز آمارایران در سال ۱۳۸۵، جمعیت فعال از نظر اقتصادی ٤٤٤٢٧ نفر بوده که ۳٤۷۸۷ نفر آن شاغل و ۹٦٤۰ نفر بیکار وجود دارد. به طورکلی، 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 ۵۱۲٤۱ هکتار بوده که سالیانه٤۹۷٦۰ هکتار آن به زیر کشت محصولات می‌رودکه ۱۸٦۸۲هکتار آن به صورت کشت آبی و ۳۲۵۵۹ هکتار آن به صورت دیم کاشته می‌شود.براثر احداث سد بالارود بر روی رودخانه بالارود، روستاهای تخته شه پایین، دوآب وگاوازی، در محدوده بلافصل طرح قرار می‌گیرد.علاوه بر این، مراکز جمعیتی اراضی زراعی ساکنین روستاهای فوق نیز تخریب می‌شودکه به دلیل تخریب زمین های کشاورزی تعدادی از اهالی روستاهای تخته شه پایین، دو آب وگاوازی، می‌توان پیش‌بینی کرد، اجرای عملیات ساخت وساز 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.وجودجریانهای سیلابی،کاهش پوشش گیاهی، پائین بودن نسبی نفوذپذیری خاک، ازجمله عوامل جاری شدن سیل در منطقه می باشند. 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 طغیان های 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	۱۰۰۰۰
بده – مترمکعب در ثانیه	٦۸۵	۱۰۱۵	۱۳۷۷	۱۳۹۹	۱٤۵۵	۱٦۲۳	۱۷۸۳	۱۹۳۷	۱۹۸٦	۲۱۳۵	۲۲۸۱	۲۷٤۹

ازجمله مهمترین خطرات شناسایی شده در مرحله ی ساخت و ساز، عملیات حفاری و انفجاراست که به ترتیب با وزن‌های ۰/۱٦۰و۰/۱۱۱،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 خطرساز 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 وفرارحیات وحش می شود.فعالیت‌های اثرگذار بر فاکتورفیزیکی 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 واقعیتی 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 می گردد. بعد از شناسایی و کمی‌سازی و اولویت‌بندی 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 جمع آوری و پردازش داده‌های تحت مطالعه، می‌توان به صورت زیر نتیجه گیری نمود:

رویدادهای بیوفیزیکی از سطح ریسک بالاتری نسبت به سایر رویدادهای تحت بررسی برخوردار بوده، لیکن خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی شود.با این وجود می‌بایست نسبت به کاهش ریسک اقدام نمود.

در منطقه ی مورد مطالعه، عمده عامل مولد ریسک، خاکبرداری و خاکریزی معرفی شده که درتمامی اجزای مختلف بیوفیزیکی، 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 به کار بردن آن در ساختمان بدنه سد خاکی، فرازبند و ... است. با توجه به حجم خاکبرداری (٦٧٢٩٦٤٠ متر مکعب) در برابر وسعت منطقه، این تأثیر نیز از نظر شدت، متوسط و احتمالی تلقی می شود. 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 ٤ کیلومتری ساختگاه در مجاورت حسینیه) گردو غبار زیادی به اطراف پراکنده می نماید. انجام خاکبرداری و

خاکریزی نیز از جمله فعالیت‌های اثرگذار بر فاکتور فیزیکی صدا بوده و باعث افزایش تراز صوتی در منطقه خواهدشد.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 ماهی های موجود در آب رودخانه بالارود به ویژه گونه‌های توینی(*Capoeta damasin*)، لوتک (*Cyprinion macrostomcem*)، ماراماهی(*mastacembelus Mastacembelus*)دچار تغییرات نامطلوب می‌گردند. از طرفی بااحداث فعالیت های انحراف آب و خاکبرداری و خاکریزی که با رهاسازی حجم قابل ملاحظه رسوبات و آلودگی های دیگر در جریان آب همراه هستند، احتمال خفگی لارو ماهی ها 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 درآن منطقه خطرساز باشد. خاصه آنکه با وجود آغاز فعالیت های اجرای طرح، هنوز ساکنین روستا جابجا نشده باشند. به این ترتیب اجرای فعالیت های 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 دادکه با توجه به موارد منتج از ارزیابی و شناسایی ریسک که مستلزم اقدامات بایسته در این زمینه می باشند،شرایط نسبتا"ایمن در کارگاه برقرار بوده وخوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی شود. 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 کمی‌سازی و اولویت‌بندی 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 که عبارتند از: از بین بردن ریسک، تخفیف دادن ریسک، انتقال ریسک و پذیرش ریسک (ستاره وکوهپایی،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 وکنترل پیشنهادی
خاکبرداری و خاکریزی	- گرد و غبارو پرتاب ذرات به چشم که باعث کاهش دید،مشکلات بینایی وبیماری در درازمدت(ریوی، 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 جابجایی خاک در فصول بارندگی
حفاری	- اثر بر کمیت وکیفیت آبهای زیرزمینی (کاهش سطح سفره‌ی آب زیر	- جانمایی صحیح کمپ‌ها، ساختمانها، آبروها

	زمینی) - اثر بر آبزیان و اثر بر زیستگاه جانوری به دلیل انحراف مسیر کف رودخانه	- جلوگیری از فرسایش -جلوگیری از برداشت مصالح قرضه 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 پرسنل - اثربررفتارجانوران واثر برگدار جانوران گذاشته و نابودی و فرار حیات وحش را سبب می‌شود.	-تأمین وسایل حفاظت فردی مناسب در مقابل سر و 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 ریسک‌های سوء محیط زیستی ناشی از فعالیت ساختمانی سد بالارود،ارائه برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیست، مطابق با دستور العمل‌های ملی و بین المللی، جهت نظارت دقیق و پایش اصولی عملیات، فرآیندها و عملکردها لازم و ضروری است. یکی از اهداف اساسی برنامه‌های مدیریت و پایش، انجام عملیات ممیزی و خودبازرسی برای به حداقل رسانیدن پیامدهای نامطلوب مستقیم یا غیر مستقیم محیط زیستی در طی فعالیت‌های ساختمانی می باشد. بنابراین با توجه به خطرات و ریسک های شناسایی شده، مهمترین اهداف برنامه‌های 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 دوره‌های بازرسی و پایش متناسب با محیط، منابع آلاینده و اثرات و ریسک‌های 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 گاز ها ی 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 هرسه ماه یکبار

منابع

- اصغرپور، م./ ۱۳۸۷. تصمیم گیری چندمعیاره. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران ص۱۹۳-۱۹۱.
- جلالی، ح./ ۱۳٦٦. مجموعه مقالات اولین سمینار سدسازی ایران، چاپ اول. نشر کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، ص ۲۸۸ -۲۷۷.
- سالنامه آماری استان خوزستان.معاونت برنامه ریزی استانداری خوزستان.دفتر آمار و اطلاعات.۱۳۸٦.
- ستاره،ه.و کوهپایی،ع.ر. ۱۳۸۵. ارزیابی ریسک حریق.چاپ اول.نشر فن آوران.ص۳۰-۲۲
- قدسی‌پور، س.ح./ ۱۳۸۵. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ص۱۱۵-۱۰.
- قراچورلو،ن./۱۳۸٤. ارزیابی و مدیریت ریسک، چاپ اول. انتشارات علوم و فنون، ص۱۷-۱۵.
- طبیبیان، م./۱۳۸۰. ارزیابی پیامدهای زیست محیطی در استرالیا. انتشارات دانشگاه تهران.

- منوری، م./۱۳۸۰. راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی سدها، چاپ اول، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست انسانی، ص۸۰-۷۷.
- مومنی، م./۱۳۸۵. مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران، ص٦۰- ٤۰.
- مومنی، م./۱۳۸۷. تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، چاپ دوم. انتشارات کتاب نو، ص۲۲٦-۲۲۵.
- مهدوی‌نیا، ج./۱۳۸٦. ارزیابی خطرپذیری سد شفارود با رویکرد مدیریت ریسک و حفظ محیط زیست، اوّلین کارگاه تخصصی سد و محیط زیست.
- مهندسین مشاور دزآب ./۱۳۸٦. گزارش ارزیابی تفصیلی زیست محیطی سد مخزنی بالارود.
- نجمایی، م./۱۳۸۲. سد و محیط زیست. نشریه شماره ۵۵، وزارت نیرو کمیته ملّی سدهای بزرگ.
- نیکمردان، ع./۱۳۸٦. معرفی نرم‌افزارExpert choice11 و خلاصه‌ای بر مطالبAHP ، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

- Gumus, A.T. 2009. Evaluation of hazardous waste transportation firms by ushng a two step fuzzy –AHP and TOPSIS Methodology.

-From comparative risk assessment to Multi-Criteria Decision Analysis and Adaptive management: recent developments and applications, 2006.

- 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.

– Heller, s.2006. Managing industrial risk-having a tasted and proven system to prevent and assess risk, journal of hazardous material WWW. Elsevier. Com

- Muhlbauer, W.K. 2004. Pipeline risk management Manual, Gulf professional publishing, United State of America, third Ed: 572 PP.

- Methods multiple attribute decision analysis for ecosystem management elsevier – ecological economic 30 (1999) 207 – 222. - Olsen et.al.2001. Life cycle impact assessment and risk assessment of chemical-a methodological.

- 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. 2003. service center technical, denver, colorado.

Zayed, T.2008.assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway project using AHP, Journal of project management.