ارزیابی ریسک محیط زیستی سد شفارود گیلان درمرحله ساختمانی با استفاده از روش های تصمیم گیری چند شاخصه

سحر رضایان[۱*] ، سیدعلی جوزی[۲] و نسرین مرادی مجد[۱۳]

۱- گروه مهندسی منابع طبیعی-محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود
۲- گروه مهندسی منابع طبیعی-محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
۳- گروه علوم محیط زیست- ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۳۰

چکیده

سد شفارود در ۲۷ کیلومتری شهر هشتپر در استان گیلان واقع است. به منظور شناسایی مخاطرات زیست محیطی ناشی از ساخت و ساز این سد آلاینده های آب های سطحی و زیر زمینی و هوا مـورد سنجش قرار گرفت و با استانداردها مقایسه شد. ارزیابی ریسک زیست محیطی مرحله سـاختمانی این سد نیز پس از شناسایی فعالیت های سد و محیط زیست تحت تاثیر آن با توجه به شدت اثـر، احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه آن بر انسان، محیط زیسـت وتجهیـزات بـا اسـتفاده از روش های تصمیم گیری چند شاخصه منتخب شامل روش های TOPSIS فازی و AHP بـه انجـام رسید. بدین منظور کار شناسایی ریسک ها در قالب روش دلفی به انجام رسید. در ادامـه عوامـل مولد ریسک در قالب رویداد های طبیعی، بیوفیزیکی و انسانی طبقه بندی گردیدند. با به کارگیری روش های تصمیم گیری چندشاخصـه، ابتـدا در قالـب روش TOPSIS و بـه کمـک نـرم افـزار EXCEL، کار اولویت بندی عوامل مولد ریسک به انجام رسید. جهت اولویت بندی ریسک‌ها بـر اساس اهمیت، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و از طریق وارد کردن مقادیر ترجیحات به نرم افزار Expert Choiceاقدام گردید. در روش TOPSIS عامل خاکبرداری و خاکریزی و عوامل حفاری و انفجار به ترتیب با وزن‌های ۳/۷۷۱ ،۲/۹۸۱، ۲/۸۵۱ به عنوان رتبه های اول تا سوم معرفی گردید. همچنین در روشAHP، عامل خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۸۹۷، اولویت اول و عوامـل حفاری و انفجار نیز، با وزن‌های نهایی ۰/۶۹۴ و ۰/۶۷۷، اولویت‌های دوم و سوم را کسب کردند. در ادامه راهکارهایی جهت کنترل و کاهش ریسک های شناسایی شده ارائـه گردیـد. مرطـوب نگـه داشتن مرتب خاکریزها و تولید غبار کمتر در حین تخلیه بـار، حـداقل جابجـایی خـاک در فصـول بارندگی و جلوگیری از برداشت مصالح قرضه از بستر و حاشیه رودخانه به عنوان مهمترین اقدامات اصلاحی معرفی می شوند.

واژگان کلیدی: سد، ریسک، مرحله ساختمانی، روشTOPSIS، سد شفارود گیلان.

* نگارنده پاسخگو: s_rezaian@yahoo.com

مقدمه

سدها ساختمان های عظیم ساخته بشر می‌باشند که از یک طرف به لحاظ پیچیدگی و تعـدد پارامترهـا و از طرفـی دیگر به علت سرمایه‌گذاری های سنگین، می بایستی ایمنی بالایی برای آنها قائل شـد(جلالـی،۱۳۶۶). بـا تغییـرات مناسب در طراحی و ساخت، تا اندازه زیادی می توان بر تخریب های حاصل از احداث سدها بر محیط زیست فائق آمد (نجمایی،۱۳۸۲). ارزیابی ریسک محیط زیستی یک گام فراتر از ارزیابی ریسک بوده و در آن، علاوه بر بررسـی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط زیست منطقه تحت اثـر، میـزان حساسـیت محـیط زیست متاثر و همچنین ارزش های خاص زیست محیطی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقـه در نظر گرفته می‌شود(لولاچی، ۱۳۸۴). لذا ارزیابی ریسک محیط زیستی به عنوان یک نیاز قانونی بـرای فعالیـت‌هـایی است که دارای پتانسیل تخریب بر سلامت انسان و یا محیط زیست می‌باشند (Olsen,2001). تصـمیم‌گیـری‌هـای چندشاخصه(MADM) یک چارچوب مفهومی و راهکاری برای برآورد و انتخاب سیستم‌هـای کنتـرل منـابع آبـی و خشکی(LWRMS) می‌باشند. روش TOPSISیکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مـدیریتی تصـمیم‌سـازی و تصمیم‌گیری است. با استفاده از این روش می‌توان تصمیم‌گیری‌ها را علمـی ترسـاخته و فرآینـد تصـمیم‌گیـری، در بستری از داده‌ها و خروجی‌های منطقی‌تر قرار گیرد(لولاچی،۱۳۸۴). روش TOPSIS پتانسـیل زیـادی درراسـتای کاهش هزینه و زمان و بالا بردن دقت در تصمیم گیری های فضایی را، دارا می باشد و می تواند چـارچوب مناسـبی برای حل مسائل فضایی در مدیریت محیط زیست محسوب گردد. روش AHP نیز قابلیت ادغام فاکتورهای کمی و کیفی و ترکیب عقاید و نظریات بیان شده توسط بسیاری از کارشناسان را دارا مـی باشـد و مـی توانـد در تجزیـه و تحلیل اثرات موثر واقع شود(Ramanathan , 2001). مروری بر ادبیات و سابقه بهره گیری از روش های به کـار گرفته شده در ایـن تحقیـق، نشـان مـی دهـد، پـروژه هـای زیـادی در قالـب ارزیـابی ریسـک بـا اسـتفاده ازروش AHP,TOPSISبه انجام رسیده است.Irfan Ertugral وNilsen Karakasoglu مقایسه ای بین روش هـای AHP فازی و TOPSIS فازی جهت سهولت مکان سنجی سدها به انجام رسانده انـد. در ایـن مقالـه چنـین اشـاره شده که توجه به نظرات فردی در قالب اظهار نظرات خبرگی به عنوان مشکل اصـلی تصـمیم گیـری چنـد شاخصـه مطرح می باشد. جهت فائق آمدن بر این مشکل، متد تصمیم گیری چند معیاره فازی پیشنهاد شد. در این مطالعـات پس از تعیین معیارهای موثر بر سهولت تصمیم گیری روش AHP فازی و TOPSIS فازی جهت رفـع مشـکل بـه کـار بـرده شـده بـه عنـوان بهتـرین روش معرفـی و بـه تفـاوت هـا و شـباهت هـای ایـن دو روش اشـاره گردیـده است(Ertugal,& Karakasoglu,2008). Chen و Tsao در خصوص روش بازه ارزشگذاری TOPSIS فازی و تجزیه و تحلیل تجربی مقاله ای منتشر نمودند و هدف از این فعالیت گسترش روش TOPSIS بر مبنای مجموعـه بازی فازی جهت تجزیه و تحلیل تصمیم بیان شده اسـت(Chen&Tsao,2008). Hsu-Shih Shih و همکـاران در خصوص توسعه TOPSIS برای تصمیم گیری گروهی مقاله ای منتشر نمودند. در این مقاله چنین اشاره شده که مدل پیشنهادی ارائه شده حقیقتاً یک فرآیند یکپارچه بوده و به سهولت قابل استفاده برای بسیاری از تصمیم گیـری ها در دنیای واقعی می باشد و در شرایطی بدون افزایش بار محاسباتی به کار گرفته می شـود(Shih *etal.*,2006).

جبل عاملی و همکاران روش های مناسب تصمیم گیری چند شاخصه برای حل مساله رتبه بندی ریسک های پروژه را معرفی کردند و با کاربرد این رویکرد در رتبه بندی ریسک های یک پروژه واقعی صـنعت آب و انـرژی در کشـور کاربرد روش TOPSIS را در این حوزه های مطالعاتی توصیه نمودند(جبل عـاملی و همکـاران ،۱۳۸۶). Harrald وهمکاران در سال(۲۰۰۶)، به توضیح روش‌هایی بر پایه ریسک ایمنی سدها و اهداف و قوانین مربوط به آن‌ها اشـاره کردند و با معرفی متدولوژی ارزیابی ریسک سدها در سطح جهانی و آمریکا و تکنیک‌هـای تصـمیم‌گیـری، از جملـه تصمیم‌گیری چند معیاره و AHP با بیان مطالعات موردی، به شرح بیشتر موضوع پرداختند(Harrald,2006).

محدوده سد شفارود بخشی از اراضی دشت گیلان می‌باشد که از شمال به دریای خزر و رودخانـه دیناچـال از جنـوب به رودخانه شاندرمن از شرق به کانال منشعب از سفیدرود (فومنـات) و قسـمتی از رودخانـه شـفارود و از غـرب بـه ارتفاعات جنگلی خط تراز ۱۰۰ متر از سطح دریای آزاد محدود است. این منطقه بـا وسـعتی حـدود ۱۵۰۰ هکتـار از نظر تقسیمات کشوری بخشی از شهرستان‌های رضوان شهر و ماسال بوده و شهرهای مجاور آن شـهر هشـتپر (مرکـز تالش) در قسمت شمال غرب، رضوان‌شهر در شرق و در مجاورت منطقه طرح است. هـدف ایـن سـد ذخیـره‌سـازی، تنظیم و توزیع آب رودخانه شفارود جهت تأمین نیازهای آبی اراضی زیر کشت موجود و همچنین افزایش سـطح زیـر کشت و بهره‌برداری توأم از آب سایر رودخانه‌های موجود در منطقه طرح از طریق احداث تأسیسات آبگیر بر روی آنها به منظور تأمین آب حدود ۱۲ هزار هکتار از اراضی محدوده به میزان ۱۴۸/۴ میلیون متـر مکعـب اسـت. تـأمین آب مصرفی صنایع چوکا به میزان۲۴ میلیون متر مکعب و آب شرب رضوان‌شهر و پـره‌سـر بـه میـزان ۷/۵ میلیـون متـر مکعب و هم‌چنین ، تولید انرژی برق آبی به میزان۴۱/۳۸ گیگاوات ساعت نیز از اهداف پروژه است(شرکت مهندسـین مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۹). هدف از انجام این مطالعه شناسـایی، تجزیـه و تحلیـل و ارزیـابی ریسـک هـای محـیط زیستی سد شفارود گیلان در مرحله ساخت می باشد.

مواد و روش ها

پس از بررسی پیشینه و مروری بر ادبیات تحقیق، به منظورجمع آوری اطلاعات پایه، به سازمان آب و برق استان گیلان و اداره کل حفاظت محیط زیست استان گیلان مراجعه شد. همچنین با انجام بازدید میدانی از پروژه ی تحت بررسی و مصاحبه با پرسنل کارگاه و تیم مطالعاتی، به تهیه ی نقشه های زیست محیطی محدوده ی مطالعاتی پرداخته شد. با انجام آزمایشاتی در این خصوص، کار شناسایی منابع مولد ریسک و طبقه بندی آنها به شرح ذیل به انجام رسید. نمونه برداری ها همچنان که در جدول(۱) ملاحظه می شود از هشت ایستگاه واقع در سایت ساخت سد شفارود گیلان در ۲ نوبت بهار سال ۱۳۹۰ و پائیز سال ۱۳۹۰ صورت گرفت. در جدول (۱) موقعیت و نوع آلاینده های محل احداث سد شفارود که مورد نمونه برداری و بررسی قرار گرفته، ارائه شده است. در طول دوره ساختمانی، با انجام عملیات خاکبرداری، در محل احداث سد و یا در محل تأمین منابع قرضه گرد و غبار زیادی به اطراف پراکنده می‌گردد. علاوه بر گرد و غبار، میزان زیادیSO_2، دود، CO و ذرات معلق ناشی از مصرف سوخت های نسبتاً سنگین در ماشین آلات در حین کار تولید می‌شود. در زمان انجام این پژوهش 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.

جدول۱- موقعیت نمونه برداری جهت آنالیز آلاینده‌ها، در محل مورد نظر جهت احداث سد شفارود گیلان

موقعیت	محل نمونه برداری	نوع نمونه	
		گازها	ذرات معلق
دهانه تونل ورودی کرانه راست (دهانه شماره ۱)	خروجی اگزوزماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
دهانه دسترسی میانی (دهانه شماره۲)	خروجی اگزوزماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
دهانه تونل خروجی کرانه راست (دهانه شماره ۳)	خروجی اگزوزماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
دهانه تونل ورودی کرانه چپ (دهانه شماره ۴)	خروجی اگزوزماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
دهانه تونل خروجی کرانه چپ (دهانه شماره ۵)	خروجی اگزوزماشین آلات، خروجی دهانه تونل	✓	✓
محل تامین منابع قرضه	خروجی اگزوزماشین آلات	✓	✓
محل انجام عملیات بچینگ	خروجی اگزوزماشین آلات	✓	✓
محل انجام عملیات ماسه شویی	خروجی اگزوزماشین آلات	✓	✓

به طور قطع در طی مرحله ساختمانی، تغییرات عمده ای در کیفیت آب رودخانه در پـائین دسـت عملیـات ایسـتگاه پمپاژ و بدنه سد و سرریز به دلیل افزایش سرعت و لایروبی بستر تا فاصله ای از مسیر رودخانـه پـیش خواهـد آمـد و کیفیت آب (به ویژه از نظر کدورت) کاهش پیدا مـی کنـد. جهـت بررسـی کیفیـت شـیمیایی آب رودخانـه شـفارود آزمایش هایی با روش های تیتراسیون جهت اندازه گیری پارامترهای DO و BOD ، رفلاکس جهـت انـدازه گیـری COD ، وزن سنجی برای سـنجش TDS و TSS ، فتـومتری بـرای سـنجش فلـزات سـنگین، نیتـرات و فسـفات، الکتروشیمیایی جهت اندازه گیری pH ، روش چند لوله ای برای اندازه گیری کلیفرم هـا و تخـم انگـل هـا و جـذب اتمی بر روی آلاینده‌های مختلف و کیفیت پساب به انجام رسید . جهت شناسایی و اولویت بندی عوامل مولد ریسک سـد شفارود و 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 استادان در رشته های مرتبط با محیط زیست و عمران قرارگرفت. در سال ۲۰۰۹ توسط Alev Taskin مقاله‌ای ارائـه گردیـد کـه درآن، تاکیـد شده است، نظرات ۱۰ تا ۳۰ نفر از متخصصان در روش دلفی اصلاح شـده، بـه منظـور گـروه تصـمیم گیـر کفایـت دارد(Alev Taskin,2009). همچنین برای اطمینان بیشتر از تعداد اعضای گروه تصمیم‌گیر و تعداد پرسشنامه‌ها، با بهره گیری از جدول مورگان که به منظور تعیین حجم نمونه و تحلیل داده‌های پرسشنامه ای مـورد اسـتفاده قـرار

می‌گیرد، این نتیجـه بدسـت آمـد کـه بـرای تعـداد اعضـای جامعـه ۳۰ نفـره، ۲۸ پرسشـنامه بایـد در نظـر گرفتـه شود(مومنی،۱۳۸۷). بنابراین در این پژوهش نیز، به منظور درصد خطای کمتر، از حداکثر گروه کارشناسـی اسـتفاده شد. حاصل این مرحله شناسایی، ۳۸ عامل در سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیک موجود منطقه، گزینه‌های کلی ریسک سد در فاز ساختمانی، درقالب سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیک و انسانی، هفت زیـر مجموعـه‌ی فنـی 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. درمجموع ۳۱ عامل (آلترناتیو) انتخاب و از A1 تا A31 به اختصار نام‌گذاری شدند.

جدول ۲- عوامل ریسک‌های محیط زیستی سد شفارود در استان گیلان در فاز ساختمانی

عوامل ریسک (Alternatives)			
عوامل اصلی	**عوامل یخشی**	**عوامل فرعی**	
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
		خاکبرداری و خاکریزی	A21

	حفاری	A22
هوا	انفجار	A23
	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A24
	بوته کنی و قطع گونه های چوبی	A25
زیستگاه و حیات وحش	خاکبرداری و خاکریزی	A26
	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	A27
	حفاری	A28
	انفجار	A29
رویداد های طبیعی	لرزه خیزی	A30
	وقوع سیل	A31

با توجه به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در پروژه‌های مشابه و با در نظر گـرفتن ویژگـی‌هـای سـد و محیط زیست تحت تأثیر آن، از روشTOPSISو فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، به عنوان رویکرد کمی و به منظور اولویت‌بندی و تحلیل ریسک‌های سد شفارود استفاده گردید. بدین منظور ابتدا، به منظور تحلیـل پرسشـنامه های به دست آمده و ریسک‌های موجود در منطقه از طریق طیف لیکرت، از گروه کارشناسی در تحقیق خواسته شد تا بر اساس جدول (۳) امتیازدهی شوند.

جدول۳- طیف امتیاز دهی به معیارها

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

بر گرفته از(اصغر پور،۱۳۸۷)

در روشTOPSIS، m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می گیرد. این تکنیک بر ایـن مفهـوم بنـا شـده است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده ال مثبت(بهترین حالت ممکن، A_i^+)و بیشترین فاصـله را با راه حل ایده‌آل منفی(بدترین حالت ممکن، A_i^-) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شـاخص بـه طـور یکنواخت افزایشی و یا کاهشی است. حل یک مسأله به روش TOPSIS شامل ۶ مرحله یا گام است، بـه شـرح زیـر است(اصغر پور،۱۳۸۷).

گام(۱)تشکیل جدول تصمیم:روشTOPSIS ماتریس تصمیمی راارزیابی مـی کندکـه شـاملm گزینـه وn شـاخص است.

گام(۲)- نرمالیزه نمودن ماتریس تصمیم از طریق نرم اقلیدسی و ماتریس به دست آمده، ND نامیده می‌شود.

رابطه (۱):
$$nij = aij \Big/ \left(\sum_{i=1}^{m} aij^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

گام (۳)- ایجاد ماتریس بی مقیاس وزین

رابطه(۲):
$$V = N_D * W_{n*n}$$

که در آن ماتریس بی مقیاس وزین و W یک ماتریس قطری از وزنهای به دست آمده برای شاخص‌ها می‌باشد.

گام(۴)- محاسبه گزینه ایده آل مثبت و ایده آل منفی

رابطه(۳): $\{(Maxvij|j^+),(\min vij|j^-)\}\ A^+ =$ گزینه ایده آل مثبت

$A^- = \{(Min_{i=1}^{m} vij|j^+),(Maxvij|j^-)\}$ گزینه ایده آل منفی

گام(۵)-محاسبه فاصله یا نزدیکی نسبت به ایده آل + یا ایده آل −

رابطه(۴):
$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad , \quad (i = 1,2,..., m)$$

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

گام(۶)- محاسبه Cli که بیانگر نزدیکی به ایده آل مثبت و دوری از ایده آل منفی است.

رابطه(۵):
$$cli^- = di^+ \Big/ di^- + di^+ \quad \text{یا} \quad cli^+ = di^- \Big/ di^- + di^+$$

درنهایت رتبه بندی گزینه‌ها انجام می گیرد و بر اساس ترتیب نزولی Ci می‌توان گزینه‌های موجود را بر اساس بیشترین اهمیت رتبه‌بندی نمود. در ادامه‌ی روشTOPSIS، به منظور اولویت بندی عوامل ونتیجه گیری دقیق‌تر، با استفاده از نرمالایزکردن۳۱ عامل شناسایی شده، ۱۳ عامل حادث شد، که به ترتیب از C1 تا C13 نامگذاری شدند. سپس با توجّه به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در پروژه‌های مشابه و با در نظر گرفتن ویژگی های سد و محیط زیست تحت تأثیر و انواع ریسک‌های ناشی از پروژه در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک‌های ناشی ازسد شفارود، ازروش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) جهت اولویت‌بندی استفاده گردید. بدین منظور پس از رسم ساختار سلسله مراتبی ریسک های سد شفارود، ماتریس مقایسات 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 قضاوت های شخصی تصمیم‌گیرندگان استفاده گردید (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(۴) 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 محاسبه گردید. مقایسات زوجی، به طریق رتبه‌ای، یک بار از لحاظ شدت ویک بار از لحاظ احتمال وقوع، برای عوامل شناسایی شده، انجام گردید و مقدارعددی متناظر با آن در جدول مقایسه آورده شد.

جدول ۴- تعیین درجات رجحان در مقایسه جفتی به روش ساعتی

امتیاز (شدت اهمیت)	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقیق هدف دومعیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می دهدکه برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می دهدکه اهمیت i خیلی بیشتر از j است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می دهدکه اهمیت i خیلی بیشتراز j است.
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲و۴و۶و۸	-	هنگامی که حالت های میانه وجوددارد.

بر گرفته از(Bertolinn,2006)

نتایج

نتایج آزمایش های انجام داده بر روی آلاینده های هوا درمحل احداث سد و مقایسه با استانداردهای سـازمان محـیط زیست، حاکی از آن است که طبق جدول(۵) میزان CO و SO2 ، در بیشتر ایستگاه های اندازه گیـری شـده بـالاتر ازحد استاندارد است که این امر بیشتر به دلیل استفاده مصرف سوخت های نسبتا سنگین در ماشین آلات، در حـین انجام عملیات و عدم تهویه ی مناسب در درون تونل ها می باشد. با توجه به اثرات بالقوه ناشی از آلاینده هـای گـازی شکل و ذرات حاصل از فعالیت تجهیزات خاکبرداری، خاکریزی و حفاری این پـروژه، در مطالعـه پـیش روی، مولفـه های گازی شکل و ذرات معلق ناشی از عملیات ساختمانی پروژه احداث سد شـفارود بـه عنـوان یکـی از مهـم تـرین اطلاعات ورودی محاسبه مخاطرات قرارگرفت و برآورد شدت این پارامترها پس از قیاس با استانداردهای هـوای پـاک در سنجش ریسک فیزیکی این تحقیق محاسبه گردید. رودخانه شفارود در دو ایستگاه هیدرومتری و مصب در بهـار و پاییز ۱۳۹۰ نمونه‌برداری شد. نتایج حاصل در جدول های(۶و۷) نشان داده شده است.

جدول ۵ - معدل اندازه گیری CO و SO2 ایستگاههای منتخب سد شفارود در استان گیلان

موقیت نمونه برداری	میزان آلاینده CO (میلی گرم بر متر مکعب)	استاندارد آلاینده CO (میلی گرم بر متر مکعب)	میزان آلاینده SO2 (میلی گرم بر متر مکعب)	استاندارد آلاینده SO2 (میلی گرم بر متر مکعب)
دهانه تونل ورودی کرانه راست(دهانه شماره ۱)	۱۷۵	۱۵۰	۸۴۲	۸۰۰
دهانه دسترسی میانی (دهانه شماره۲)	۳۳۵	۱۵۰	۹۲۰	۸۰۰
دهانه تونل خروجی کرانه راست(دهانه شماره ۳)	۳۵۶	۱۵۰	۸۳۹	۸۰۰
دهانه تونل خروجی کرانه چپ (دهانه شماره ۵)	۱۸۲	۱۵۰	۸۱۰	۸۰۰
محل انجام عملیات بچینگ	۱۶۳	۱۵۰	۸۲۴	۸۰۰

جدول ۶- جمع‌بندی نتایج نمونه‌برداری رودخانه شفارود- ایستگاه هیدرومتری

پارامتر	بیشترین	کمترین	میانگین ماهیانه	انحراف معیار
دبی مترمکعب بر ثانیه	۸/۸	۱/۹	۴/۴	۱/۵
درجه حرارت آب (سانتیگراد)	۲۲/۸	۶	۱۵	۵/۸
pH	۸/۵	۷/۶	۸/۲	۰/۲
کل جامدات محلول(میلی‌گرم در لیتر)	۲۶۶	۱۸۷	۲۲۹	۲۳
اکسیژن محلول(میلیگرم در لیتر)	۱۳	۷/۶	۹/۹	۱/۸
اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی(میلیگرم درلیتر)	۲/۶	۰/۹	۱/۴	۰/۵
اکسیژن‌خواهی شیمیایی (میلی‌گرم در لیتر)	۶/۰	۲/۰	-	۱/۴
نیترات(میلی‌گرم در لیتر)	۱/۷	۰/۷	۱/۳	۰/۳
نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۱	۰	۰/۰۱	۰
فسفرکل (میلی گرم در لیتر)	۰/۶	۰/۱	۰/۳۵	۰/۱
آهن (میلی گرم در لیتر)	۱/۶	۰/۱۱	۰/۵۴	۰/۴۷
منگنز (میلی گرم در لیتر)	۱/۴	۰/۰	۰/۷	۰/۵
کلی فرم گوارشی **(عدد درصد میلی لیتر)**	۹/۲	۰/۳۴	۲/۹۹	۰/۳۱
کل کلی فرم ها **(عدد درصد میلی لیتر)**	۱۰	۰/۹۲	۴/۳۰	۰/۳۶

جدول ۷ - جمع‌بندی نتایج نمونه‌برداری رودخانه شفارود- مصب

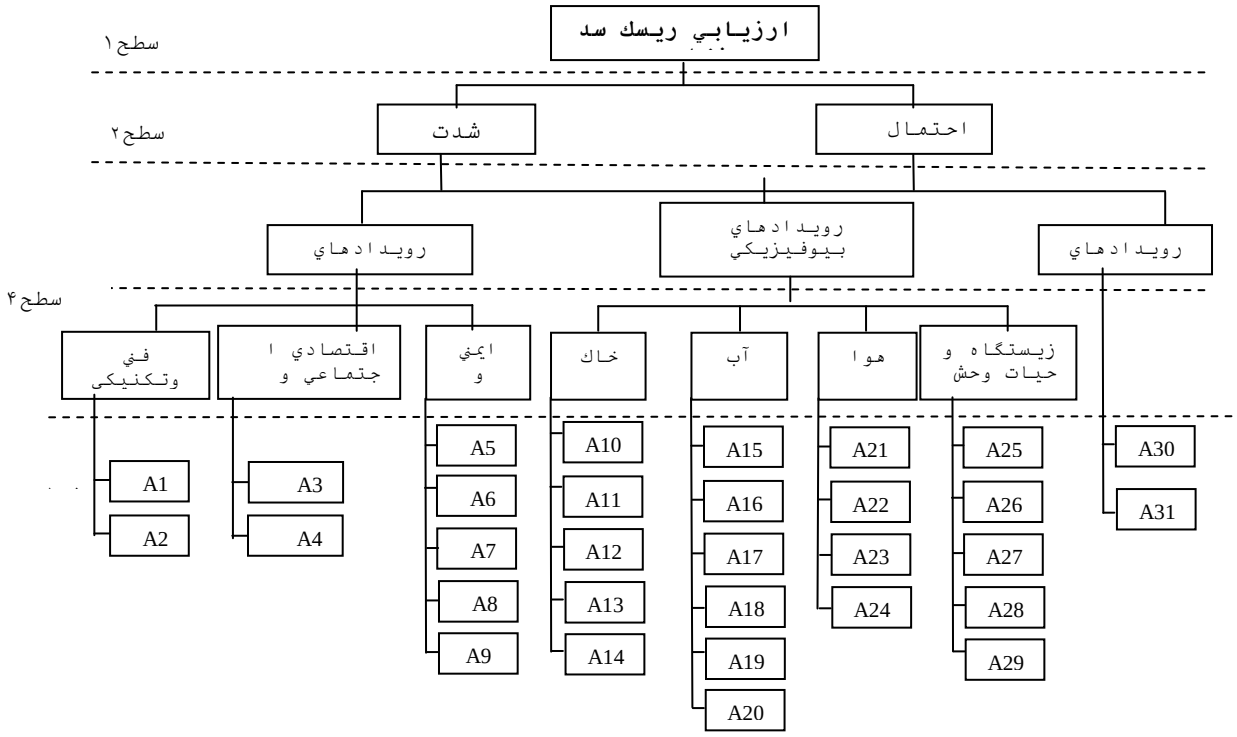
پارامتر	بیشترین	کمترین	میانگین ماهیانه	انحراف معیار
دبی مترمکعب بر ثانیه	۶/۵	۰/۰	½	۲
دمای آب (سانتی گراد)	۲۷	۶	۱۶/۲	۷/۸
pH	۸/۵	۷/۵	۸/۲	۰/۳
کل جامدات محلول(میلی گرم در لیتر)	۳۷۹	۱۸۰	۲۷۱	۶۲
اکسیژن محلول(میلی گرم در لیتر)	۱۲/۹	۷/۶۰	۱۰/۱	۱/۶
اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی(میلی گرم در لیتر)	۲/۸	۱	۱/۴	۰/۵
اکسیژن‌خواهی شیمیایی(میلی گرم درلیتر)	۶/۴	۲	۳/۴	۰/۱۳
نیترات(میلی‌گرم در لیتر)	۱/۷	۰/۱	۱	۰/۵
نیتریت (میلی گرم در لیتر)	۰/۰۱	۰	۰/۰۱	۰
فسفرکل (میلی گرم در لیتر)	۰/۷	۰/۱	۰/۲	۰/۲
آهن (میلی گرم در لیتر)	۳/۲	۰/۰۳	۰/۶۳	۰/۸۸
منگنز (میلی گرم در لیتر)	۲/۷	۰/۱	۰/۷	۰/۷
کلی فرم گوارشی(عدد درصد میلی لیتر)	۲۴	۱۰	۸/۲۴	۰/98
کل کلی فرم ها (عدد درصد میلی لیتر)	۱۰/09	۹/64	۸/۶۸	۰/84

رودخانه شفارود در ایستگاه هیدرومتری از نظر درجه حرارت در شرایط مناسـبی اسـت pH غالبـاً بـین ۸/۱ تـا ۸/۳ می‌باشد. pH تفاوتی با ایستگاه هیدرومتری ندارد. همچنین میانگین درجه حرارت در مصب تقریباً ۲/۲ درجه بیشـتر از ایستگاه هیدرومتری است. جهت اولویت بندی عوامل ابتدا به روش TOPSIS پرداخته شد. در ایـن روش نتیجـه حاصل از ارزیابی هر پاسخ دهنده در این رابطه به عنوان یک ستون از ماتریس تصمیم گرفته شد، و با توجه به اینکـه ۲۸ پرسشنامه تکمیل و جمع آوری شده بود، یک ماتریس تصمیم گیری با ۱۳ سـطر (تعـداد) معیارهـا و ۲۸ سـتون (تعداد پاسخ دهندگان) حاصل گردید. پس از اجرای تکنیک فوق نتایج زیر حاصل شد جدول(۸). با توجـه بـه نتـایج، خاکبرداری و خاکریزی تأثیر گذارترین عوامل می باشد. سپس به ترتیب حفـاری، انفجـار، فعالیـت هـای انسـانی در کارگاه، استفاده زیاد از آب های زیرزمینی، فعالیت تجهیزات و ماشین آلات، وقوع سیل، احداث محل مخزن و تـامین منابع قرضه، بوته کنی و قطع گونه های چوبی، احداث تونل، کار در ارتفاع، تروریسم و خرابکاری و لـرزه خیـزی جـز عوامل شاخص مولد ریسک سد شفارود در مرحله ساختمانی شناسایی شدند. جدول(۸) اوزان نهایی تمامی عوامـل را بر اساس تکنیک TOPSIS نشان می دهد.

جدول۸- اوزان نهایی براساس تکنیک TOPSIS

عوامل	رتبه بندی	cli	Di^-	Di^+
خاکبرداری و خاکریزی	۱	۳/۷۷۱	۱/۷۴۸	۰/۸۶۴
انفجار	۳	۲/۸۵۱	۱/۹۶۹	۲/۲۳۱
فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۶	۲/۴۳۳	۱/۴۹۴	۱/۵۹
حفاری	۲	۲/۹۸۱	۲/۰۵۹	۲/۲۳۱
فعالیت انسانی در کارگاه	۴	۲/۷۲۵	۱/۶۷۸	۱/۶۰۲
بوته کنی و قطع گونه‌های چوبی	۹	۲	۱/۵۷۱	۰/۶۴۵
وقوع سیل	۷	۲/۲۲۹	۱/۳۸۳	۱/۶۲۳
احداث محل مخزن و تامین منابع قرضه	۸	۲/۱۳۴	۲/۲۹	۱/۴۸۶
کار در ارتفاع	۱۱	۱/۴۸۳	۰/۰۸۴	۰/۱۱۶
استفاده زیاد از آب های زیر زمینی	۵	۲/۶۳۱	۱/۳۸۳	۱/۶۳۱
لرزه خیزی	۱۳	۱/۱۲۰	۰/۱۱۱	۰/۱۱۲
احداث تونل	۱۰	۱/۸۰۸	۰/۹۲۱	۱/۰۳۸
تروریسم وخرابکاری	۱۲	۱/۳۰۰	۰/۰۸۹	۰/۱۰۶

به منظور ارزیابی ریسک محیط زیستی سد شفارود، کار شناسایی، طبقه بندی و ارزیابی ریسک با اجرای تکنیک AHPدر راستای کاهش خطرات و درقالب سه گروه رویدادهای طبیعی، بیوفیزیک و انسانی صورت پذیرفت. سپس ساختار سلسله مراتبی ریسک‌های شناسایی شده طرح گردید و معیارها و زیر معیارها با توجه به شدت و احتمال وقوع، با استفاده از نرم‌افزارExpert Choice ، وزن دهی شد. بر اساس نتایج به دست آمده از روشAHP ، عملیات خاکبرداری و خاکریزی با وزن نهایی ۰/۸۹۷ ، واجد بیشترین سطح ریسک و فعالیت هایی مانند حفاری و انفجار به ترتیب با وزنهای نهایی ۰/۶۹۴ و ۰/۶۷۷، اولویت های دوم و سوم می باشند. سایرعوامل در اولویت های بعدی قرار گرفته اند. رویداد های بیوفیزیک از بین سه گروه رویداد های طبیعی، بیوفیزیک و انسانی، چه از لحاظ احتمال وقوع، چه از لحاظ شدت واجد بیشترین سطوح ریسک می باشد.در محیط بیوفیزیک با توجه به این که پارامترهای محیط فیزیکی به عنوان پایه و اساس بخش های دیگر محیطها مطرح می‌باشند. عملیات خاکبرداری و خاکریزی از عمده فعالیت های دوره ساختمانی محسوب شده ودر هنگام اجرای بدنه سد به وفور به وسیله ماشین های مکانیکی یا وسایل دستی انجام می‌شود و باعث فرسایش خاک، تغییر شرایط اکولوژیکی خاک و پراکنش ذرات گرد و غبار درهوا و... می‌شود. خاکبرداری و خاکریزی باید همراه با اصول علمی و کاملا"تثبیت شده صورت پذیرد.
ساختار سلسه مراتبی ارزیابی ریسک محیط زیستی سد شفارود در گیلان در شکل(۲) ملاحظه می شود:



شکل ۲ - ساختار سلسله مراتبی ارزیابی ریسک محیط زیستی سد شفارود

جدول ۹ - وزن‌های بدست آمده از ماتریس مقایسه زوجی عوامل ریسک‌های محیط زیستی سد شفارود در فاز ساختمانی

عوامل ریسک			وزن نهایی
رویدادهای انسانی	فنی – تکنیکی	فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۱۲۳
		انفجار	۰/۲۳۴
	اقتصادی _ اجتماعی_ فرهنگی	تروریسم وخرابکاری	۰/۰۴۷
		احداث محل مخزن و تامین منابع قرضه	۰/۰۷۷
	ایمنی و بهداشتی	کار در ارتفاع	۰/۰۶۲
		خاکبرداری و خاکریزی	۰/۲۴۷
		حفاری	۰/۲۰۵
		انفجار	۰/۲
		فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۱۰۵
رویداد های		خاکبرداری و خاکریزی	۰/۲۵۳

بیو فیزیکی	**خاک**	حفاری	۰/۱۵۸
		انفجار	۰/۱۵۴
		فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۰۶۶
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۵۶
	آب	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۱۸۳
		حفاری	۰/۱۴۹
		احداث تونل	۰/۰۷۸
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۴۲
		فعالیت انسانی در کارگاه	۰/۰۳۴
		استفاده زیاد از آب های زیر زمینی	۰/۰۲۳
	هوا	خاکبرداری و خاکریزی	۰/۱۰۷
		حفاری	۰/۰۹۵
		انفجار	۰/۰۹۳
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۹۲
	زیستگاه و حیات وحش	بوته کنی و قطع گونه های چوبی	۰/۱۰۱
		خاکبرداری و خاکریزی	۰/۱۰۷
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات	۰/۰۹۱
		حفاری	۰/۰۹۷
		انفجار	۰/۰۹۹
	رویداد های طبیعی	لرزه خیزی	۰/۰۴۵
		وقوع سیل	۰/۰۳۶

بحث و نتیجه گیری

حداکثر میزان مجاز کل جامدات محلول درآب شرب ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد(سـازمان اسـتاندارد و تحقیقـات صنعتی ایران، ۱۳۹۰). تغییرات کل جامدات محلول در رودخانه شفارود و ایستگاه هیدرومتری در زمان ایـن تحقیـق

بین ۱۸۷ و ۲۶۶ میلی‌گرم در لیتر و در مصب آن بین ۱۸۰ و ۳۷۹ میلـی‌گـرم در لیتـر بـود از اینـرو کـل جامـدات محلول رودخانه شفارود در ایسـتگاه هیـدرومتری و مصـب در طـول دوره نمونـه‌بـرداری از حـد مجـاز کمتـر اسـت. غلظتBOD در اغلب اوقات و در طول مسیر غالبا کمتر از ۲ میلـی‌گـرم در لیتـر مـی‌باشـد. متوسـط BOD در دو ایستگاه اندازه‌گیری شده ۱/۴ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. دامنه تغییرات میزان اکسیژن‌خـواهی بیوشـیمیایی رودخانـه شفارود در ایستگاه هیدرومتری ۰/۹۲ و ۲/۵۶ میلی‌گرم در لیتر و در مصـب بـین ۰/۹۸ و ۲/۸۲ میلـی‌گـرم در لیتـر می‌باشد. میزان اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی در رودخانه شفارود بیش از حداکثر مجاز(0/76 میلی گرم در لیتر) بـرای آب شرب است(سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۰).متوسط وزنی COD رودخانـه شـفارود ایسـتگاه هیدرومتری ۳/۷۵ میلی‌گـرم در لیتـر، مصـب رودخانـه شـفارود ۲/۷۸ میلـی‌گـرم در لیتـر ودامنـه تغییـرات میـزان اکسیژن‌خواهی شیمیایی در ایستگاه هیدرومتری بین ۲ و ۶/۴ میلی‌گرم درلیتـر و در مصـب نیـز ماننـد هیـدرومتری است. که در هر دو مورد بیش از حد استاندارد است. حد مجاز COD به میزان ۱/۷ میلی‌گرم در لیتر است(سـازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۰). غلظت نیترات به استثنا دو مورد در سایر موارد در طول مسـیر همـواره کمتر از ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است. این پارامتر تغییرات معنی‌داری در طول مسـیر نشـان نمـی‌دهـد. در اغلـب موارد تفاوتی بین میزان نیترات در ایستگاه مصب با میزان استاندارد مشاهده نمی‌شود. متوسط وزنی غلظـت نیتـرات رودخانه شفارود ایستگاه هیدرومتری ۱/۲۴ میلی‌گرم در لیتر، مصب رودخانه شفارود ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر و نیتـرات در ایستگاه هیدرومتری بین ۰/۸ و ۱/۷ میلی‌گرم در لیتر در مصب بین ۰/۰۶ و ۱/۷ میلی‌گرم در لیتـر اسـت. غلظـت نیترات در رودخانه شفارود همواره کمتـر از حـداکثر مجـاز (۱۰ میلـی گـرم در لیتـر) اسـت (سـازمان اسـتاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۰). بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا غلظـت نیتـرات در هـر دو نقطه در حد مغذی است. وجود نیتریت حتی در مقادیر بسیار کم برای آبزیان به شدت خطرناک بوده و باعـث مـرگ آنان می‌شود. غلظت این پارامتر به استثناء یک مورد در دو ایستگاه کمتر از ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر(حد اکثـر مجـاز) است. حداکثر غلظت مجاز فسفر کل معادل ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر است(سازمان استاندارد و تحقیقات صـنعتی ایـران، ۱۳۹۰). غلظت آن در اغلب اوقات کمتر از ۰/۰۷ میلی‌گرم در لیتـر اسـت و غلظـت آن در مصـب بیشـتر از ایسـتگاه هیدرومتری است که به دلیل ورود آلودگی به رودخانه در قسمت دشت می‌باشد. به استثناء اردیبهشت ماه که غلظت آهن درمصب رودخانه ۲ برابر غلظت آن در ایستگاه هیدرومتری اسـت. در بقیـه مـاه‌هـا برابـر اسـت. ایـن میـزان در رودخانه شفارود ایستگاه هیدرومتری ۰/۴ میلی گرم در لیتر و مصب رودخانه شفارود ۰/۴۷ میلی گرم در لیتـر اسـت. غلظت آهن در ایستگاه هیدرومتری بین ۰ و۱/۶ میلی گرم در لیتر در مصب بین ۰/۱ و ۳/۲ است. در اغلب مـاه‌هـای سال میزان آهن درهر دو ایستگاه بیش ازحد مجاز اسـت (۰/۳ میلـی‌گـرم در لیتـر) (سـازمان اسـتاندارد و تحقیقـات صنعتی ایران، ۱۳۹۰). میزان آهن اندازه گیـری شـده در رودخانـه شـفارود ۰/۴۹ میلـی گـرم در لیتـر و در مصـب رودخانه شفارود ۰/۶۸ میلی گرم در لیتر است. بیش‌ترین غلظت مشاهده شده کلی فـرم در ایسـتگاه هیـدرومتری در مرداد ۹/۲ و در مصب شفارود ۲۴ (عدد در یک درصد میلی متر) است. متوسط وزنی کلـی‌فـرم‌هـا رودخانـه شـفارود ایستگاه هیدرومتری ۲/۹۹ درصد میلی لیتر و در مصب رودخانه شفارود ۸/۲۴ عدد درصـد میلـی لیتـر اسـت. نتـایج

حاصل از دو روش AHP و TOPSIS در منطقه ی مورد مطالعه، عمده عامل مولد ریسک، خاکبرداری و خـاکریزی معرفی شده است. خاکبرداری و خاکریزی فعالیتی است که می تواند با برهم زدن افق های خـاک و تخریـب پوشـش سطحی آن، منجر به فرسایش شود. بخش عمده این فعالیت شامل برداشت خاک از محل منابع قرضه و به کار بـردن آن در ساختمان بدنه سد خاکی، فرازبند و ... است. با توجه به حجم خاکبرداری در برابر وسعت منطقه، این تأثیر نیـز از نظر شدت، متوسط و احتمالی تلقی می‌شود. علت احتمالی بودن این پی‌آمد آن است کـه ایجـاد فرسـایش در اثـر عملیات خاکبرداری و خاکریزی وابسته به احتمال رخداد بارندگی شدید در زمان انجام این عملیات اسـت. همچنـین عملیات خاکبرداری و نقل و انتقال خاک، باعث برهم زدن نظم طبیعی نفوذ آبها در لایه هـای زیـرین خـاک خواهـد گردید.برداشت خاک جهت تأمین هسته رسی باعث می‌شود که کدورت و املاح آبهای زیرزمینی نیز افزایش یابد. در طول دوره ساختمانی، خاکبرداری ها در محل احداث سد و یا در محل تـأمین منـابع قرضـه گـرد و غبـار زیـادی بـه اطراف پراکنده می نماید. انجام خاکبرداری و خاکریزی نیز از جمله فعالیت های اثرگذار بر فاکتور فیزیکی صـدا بـوده و باعث افزایش تراز صوتی در منطقه خواهدشد. همچنین با انجام عملیات خـاکبرداری و خـاکریزی، قریـب بـه ۲۷۰ هکتار از گونه‌های درختچه‌ای که چهره اصلی نمای گیاهی زمین را تشکیل می‌دهند و همراه آن تعـدادی از درختـان و بوته‌ها نیز غرق می‌شوند. علاوه بر این زیستگاه حیواناتی که در مجاورت رودخانه زندگی می‌کننـد در برخـی مـوارد بهبود یافته و در بعضی موارد دچار تغییر نامطلوب برای جانوران می‌گردند. از طرفی با احداث فعالیت هـای انحـراف آب و خاکبرداری و خاکریزی که با رهاسازی حجم قابل ملاحظـه رسـوب و آلودگیهـای دیگـر در جریـان آب همـراه هستند، احتمال خفگی لارو ماهی ها و بچه ماهیان و مدفون شدن تخم آنهـا در زیـر گـل و لای نیـز وجـود دارد. در رویشگاه‌های این منطقه به دلیل قطع گونه‌های چند ساله و ریشه کن شدن گونه‌هـای چـوبی توسـط انسـان، تعـادل بیولوژیکی به هم خورده و گونه‌های تیغ دار جای گونه‌های خوش خوراک را گرفته‌اند. لـیکن بـا ایـن وجـود بـا ارائـه برنامه مدیریت ریسک محیط زیستی در منطقه می بایست نسبت به کاهش ریسک اقدام نمود و از شدت و دامنه آنها تا حد بسیار زیادی کاست. بعد از شناسایی و کمی‌سازی و اولویت‌بندی ریسک‌هـا نیـاز بـه برنامـه پاسـخ بـه ریسـک می‌باشد که راه‌های مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آن که به وقوع بپیوندد، بیـان کنـد. در جـدول(۱۰) راهکارهای پیشنهادی کنترل و مقابله با مهم ترین ریسک های سد شفارود در محیط های مختلف با توجـه بـه نتایج ارزیابی ریسک و نتایج آزمایش های انجام شـده در جـدول ذیـل ارائـه شـده اسـت. پـس از ارائـه تمهیـدات و راهکارهای پیشگیری، کاهش و کنترل ریسک‌های سوء محیط زیستی ناشی از فعالیت ساختمانی سـد شـفارود، ارائـه برنامه‌های مدیریت و پایش محیط زیست، مطابق با دستور العمل‌های ملی و بین المللی، جهت نظارت دقیق و پـایش اصولی عملیات، فرآیندها و عملکردها لازم و ضروری است.

جدول۱۰ - راهکارهای پیشنهادی کنترل ریسک های محیط زیستی سد شفارود دراستان گلستان

عوامل مولد ریسک (نتایج رتبه های اول تا سوم)	پیامد	اقدامات کاهش وکنترل پیشنهادی	زمانبندی پایش
خاکبرداری و خاکریزی	- گرد و غبار و پرتاب ذرات به چشم که باعث کاهش دید، مشکلات بینایی و بیماری در دراز مدت (ریوی، گوارشی و..) خواهد شد. -فرسایش خاک(وقوع سیلاب، 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	۳ماه (هرفصل)
حفاری	- تغییر هیدرولوژی منطقه، افزایش کدورت (اثر بر کیفیت آب های سطحی) - اثر بر کمیت وکیفیت آب های زیززمینی (کاهش سطح سفره‌ی آب زیر زمینی) - اثر بر آبزیان و اثر بر زیستگاه جانوری به دلیل انحراف مسیر کف رودخانه	- جانمایی صحیح کمپ‌ها، ساختمان ها، آبروها - 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	۳ ماه
انفجار	- اثر بر روان و اعصاب کارگران و پرسنل - اثربر رفتارجانوران و اثر 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	۳ماه

منابع

اصغر پور، م. ج. ۱۳۸۷. تصمیم گیری چندمعیاره. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران . ایران.

جلالی، ح. ۱۳۶۶ . ارزیابی روانگونگی خاک‌ها در زلزله . مجموعه مقالات اولین سمینار سد سازی ایران،چاپ اول، نشر کمیتـه ملی سدهای بزرگ ایران .

جبل عاملی،م. س. و لنگرودی، ع. ۱۳۸۶. رتبه بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصـمیم گیـری چنـد شاخصـه. نشـریه دانشکده فنی . تهران. ۴۱. (۷). :۸۶۳-۸۷۱.

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۰. استانداردهای آب شرب. معاونت تدوین معیارها و استانداردها.

قدسی پور، س.ح . ۱۳۸۵. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP). چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

لولاچی،م .۱۳۸۴. استفاده از الگوریتم TOPSISجهت انتخاب مراکز تعمیرات دپویی برتر .سومین کنفرانس ملـی نگهـداری و تعمیرات. صفحه۱-۹.

مومنی، م . ۱۳۸۷. تحلیل های آماری با استفاده از SPSS . چاپ دوم، انتشارات کتاب نو.

مهندسین مشاور مهاب قدس. ۱۳۷۹. گزارش بررسی شرایط موجود محیط زیست منطقه سد شفارود.

نجمایی، م. ۱۳۸۲. سد و محیط زیست، نشریه شماره ۵۵. وزارت نیرو و کمیته ملّی سدهای بزرگ.

Alev Taskin, G. 2009.Evaluation of hazardous waste transportation firms by Ushng a two Step Fuzzy –AHP and TOPSIS Methodology. Expert Systems with Applications, 36 (2) 40 67-4074.

Bertolini, M.& Braglia, M. 2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for apublic work contract. International Journal of Project Management, 24, (5): 422-430.

Chen, T.Y.& Tsao, C.Y. 2008. The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. Fuzzy Sets and Systems, 159, (11): 1410-1428.

Ertuğrul, I.& Karakaşoğlu, N. 2008. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 39 (7-8): 783-795.

Harrald , J.R.2006. Agility and discipline: Critical success factors for di saster response. Annals, American Academy of political and social sciences. USA.

Olsen S.I.2001.Life cycle impact assessment and risk assessment of chemical-A Methodological Impact Assessment. Environmental Impact Assessment Review, 21 (4): 385–404.

Ramanathan, R. 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental. Journal of Environmental Management. 63 (1): 27–35.

Shih, H.S., Shyur, H.J.& Stanley Lee, E. 2006. An extension of TOPSIS for group decision making . An International Journal Mathematical and Computer Modeling, 45: 801-813.