Archive of SID

ارزیابی ریسک محیط زیستی سد پلرود در مرحله ساختمانی

با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

دکتر سید علی جوزی[1] و مریم مالمیر[2]

چکیده

سد مخزنی پلرود در جنوب شرقی شهرستان رودسر در استان گیلان واقع گردیده است. هدف از این تحقیق، شناسایی و ارزیابی ریسک های محیط زیستی ناشی از احداث سد پلرود می باشد. بدین منظور، ابتدا عوامل ریسک سد، با کمک پرسشنامه دلفی و نظرسنجی از کارشناسان شناسایی شد. سپس از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن دهی و طبقه بندی این عوامل استفاده گردید. در این فرآیند، پس از ایجاد ساختار سلسله مراتبی، ماتریس های مقایسه زوجی برای معیارهای ریسک بر حسب شدت و احتمال وقوع آنها تشکیل شد و جهت تعیین وزن هر یک از معیارها، مقادیر حاصل به نرم افزار Expert Choice وارد گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از نرم افزار فوق، ریسک های «فیزیکوشیمیایی»، «بیولوژیکی»، «اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی» و «ایمنی و بهداشتی» به ترتیب با اوزان 0/123، 0/080، 0/048 و 0/021 رتبه بندی شدند. در میان ریسک های فیزیکوشیمیایی، گزینه های فرسایش خاک، رسوبگذاری و آلودگیها به ترتیب با اوزان 0/061، 0/047 و 0/018 به عنوان مهمترین ریسکها شناسایی شدند. در مورد ریسک های بیولوژیکی، بیشترین تاثیر بر پوشش گیاهی و سپس بر زیستگاهها و حیات وحش به ترتیب با اوزان 0/189، 0/139 و 0/017 پیش بینی می شوند. مهمترین ریسک های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، گزینه های جابجایی و اسکان مجدد جمعیت، تاثیر بر سکونتگاهها و تغییر کاربری اراضی به ترتیب با اوزان 0/114، 0/049 و 0/033 می باشند. سقوط کارکنان از ارتفاع، تصادفات جاده ای و انفجار نابهنگام مواد منفجره نیز به ترتیب با اوزان 0/109، 0/046 و 0/044 به عنوان مهمترین ریسک های ایمنی و بهداشت می باشند. در پایان، برخی راهکارهای مدیریتی جهت کاهش، حذف و کنترل عوامل اصلی ریسک پیشنهاد شد.

کلید واژه ها: ارزیابی ریسک محیط زیستی، مرحله ساختمانی، سد پلرود، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، پرسشنامه دلفی

[1] – استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

[2] – کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

www.SID.ir

Archive of SID

Environmental Risk Assessment of Polrood Dam in Construction Phase Using Analytical Hierarchy Process (AHP)

Dr. Seyed Ali Jozi and Maryam Malmir

Abstract

Polrood reservoir dam is located at southeast of the Roodsar city in the Gilan Province. The objective of this article is to identify and evaluate the environmental risks of the Polrood dam in construction phase. For this purpose, the risk factors were first identified by experts' judgments using the Delphi questionnaire. Then, the Analytical Hierarchy Process (AHP) was used for weighting and classification of the Polrood dam risk factors.

In this process, after building the hierarchical structure, the pair-wise comparison matrices for the risks criteria were created according to the risks intensity and probability. In order to determine the weight of each criterion, the values obtained were entered into the Expert Choice software. Based on the results of this software, "Physicochemical risks", "Biological risks", "Economic-Social-Cultural risks" and "Health and Safety risks" were ranked weighting 0.123, 0.080, 0.048 and 0.021 respectively. Among the Physicochemical risks, "Erosion", "Sedimentation" and "Pollutions" were identified as the most important risks, weighting 0.061, 0.047 and 0.018 respectively. For the biological risks, the negative impacts were most on the "Flora", and then on the "Habitats" and "Fauna", weighting 0.189, 0.139 and 0.017 respectively. The most important risks among the Economic-Social-Cultural risks were "Displacement and resettlement", "Negative impacts on buildings, facilities and residential areas" and "Land use change", weighting 0.114, 0.049 and 0.033 respectively. "Workers downfall", "Road accidents" and "Sudden explosions", weighting 0.109, 0.046 and 0.044 were also considered as the most important "Health and Safety risks". Finally, some useful solutions and management programs proposed to reduce, eliminate, control, and transferring the main risk factors.

Keywords: Environmental Risk Assessment, Construction Phase, Polrood Dam, Analytical Hierarchy Process, Delphi Questionnaire

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ارزیابی ریسک محیط زیستی، یک ابزار مهم در مدیریت محیط زیست به منظور کاهش مخاطرات پروژه‌ها و دستیابی به توسعه پایدار به شمار می‌رود که امروزه در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های اکثر کشورهای جهان مورد توجه قرار می‌گیرد (اندرودی ۱۳۸۰).

ارزیابی ریسک محیط زیستی، فرآیند تحلیل کمی و کیفی پتانسیل‌های خطر و ضریب بالفعل شدن ریسک‌های بالقوه موجود در پروژه و همچنین حساسیت یا آسیب‌پذیری محیط پیرامونی می‌باشد (Muhlbauer 2004).

فعالیت‌های سدسازی همواره مخاطراتی را بر محیط زیست تحمیل می‌کنند که ابعاد این خطرات با توجه به ماهیت پروژه و حساسیت‌های محیط زیستی منطقه متفاوت است.

تاکنون بیشتر مطالعات انجام شده در کشور ما و سایر کشورهای جهان، به جنبه‌های ایمنی و حفاظتی سدها توجه داشته‌اند و کمتر به جنبه‌های محیط زیستی آن پرداخته شده است (Harrald. et al 2004).

بررسی سابقه استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که این روش به تنهایی، یا توأم با روش‌های دیگر برای ارزیابی ریسک در موارد مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Eldin. et al 2004).

در هفتاد و سومین کنفرانس سالانه ICOLD در سال ۲۰۰۵ در تهران، در مطالعه‌ای روش AHP به عنوان یک روش مؤثر در ارزیابی ایمنی سدها و سازه‌های آبی معرفی شد. در این مطالعه، عوامل مؤثر در ایمنی پروژه‌ها و تشکیل سلسله مراتب و تعیین وزن معیارها با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice ارائه شده است (Dongjian. et al 2005).

در مطالعه‌ای در نهمین کنفرانس بین‌المللی علوم و تکنولوژی محیط زیست در یونان، روش‌شناسی مبنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با هدف ارزیابی ریسک مکان‌های دفن زباله ارائه گردید. ابتدا ساختار سلسله مراتبی مسأله تعریف شده و سپس وزن‌های نسبی هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری در تمام سطوح این ساختار، با استفاده از روش AHP محاسبه شد (Alexiou. et al 2005).

در سال ۲۰۰۶ در مجله Hazardous Materials مقاله‌ای منتشر شد که به ارزیابی ریسک پروژه‌های صنعتی به روش AHP اشاره دارد. ابتدا با اشاره به ارزیابی ریسک و روش AHP به تعریف گزینه‌های ریسک صنعتی پرداخته و با ارائه ساختار سلسله مراتبی به چگونگی اولویت‌بندی گزینه‌های ریسک از نظر احتمال وقوع، پی‌آمد و تکرار خطرات و دستیابی به شاخص ریسک برای هر گزینه اشاره دارد. در مرحله بعد گزینه‌های مکانی احداث پروژه را از طریق روش AHP و از طریق ورود به نرم‌افزار Expert Choice وزن‌دهی و اولویت‌بندی می‌نماید (Heller. et al 2006).

در سال ۲۰۰۸ در مجله بین‌المللی Project Management مقاله‌ای منتشر گردید

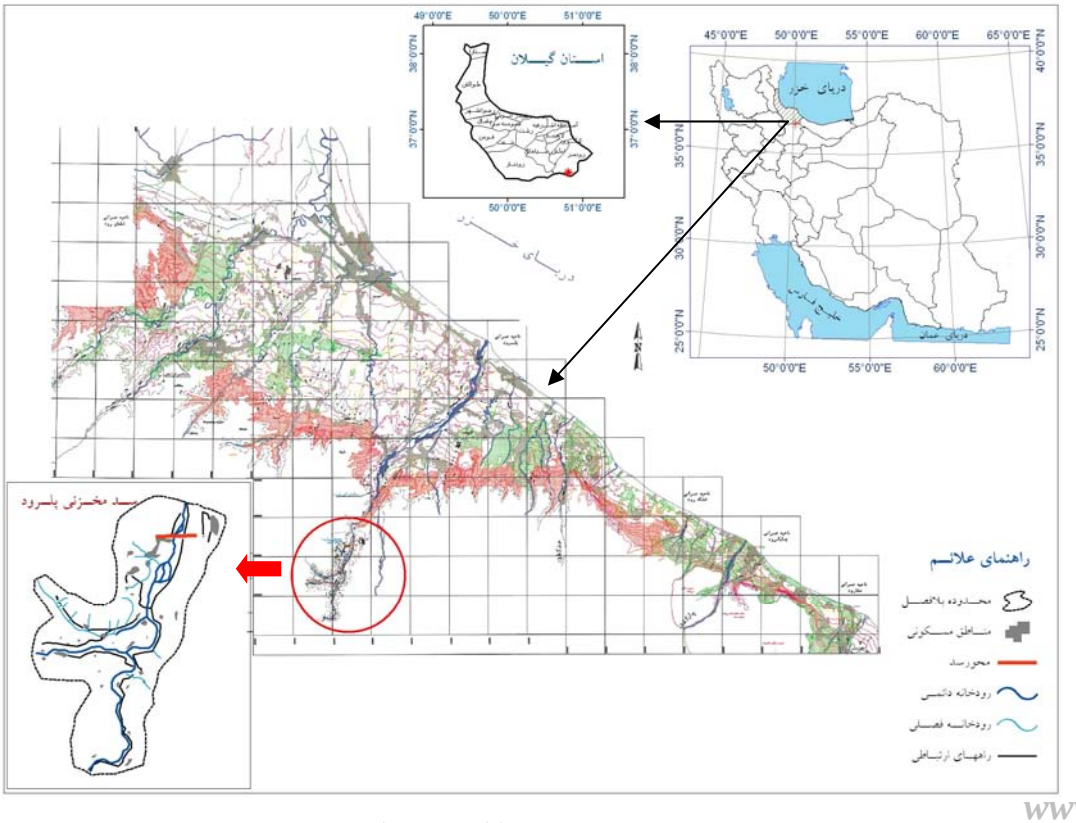
www.SID.ir

Archive of SID

که به ارزیابی ریسک پروژه‌های بزرگراه اشاره دارد. در این مقاله نیز پس از تعیین گزینه‌های ریسک و تشکیل ساختار سلسله مراتبی، ابتدا شاخص ریسک گزینه‌ها به دست آمده و در مرحله بعد گزینه‌های مکانی ساخت پروژه از طریق AHP مقایسه شده و در نرم‌افزار Expert Choice وزن‌دهی می‌شوند (Zayed.et al 2008).

هدف از این تحقیق شناسایی و ارزیابی ریسک‌های محیط زیستی سد پلرود در مرحله ساختمانی می‌باشد. جهت دستیابی به این هدف، پس از مطالعه در مورد تکنیک‌های مختلف ارزیابی ریسک سدها، از روش AHP که از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد، برای وزن‌دهی گزینه‌های ریسک منطقه استفاده گردید.

محور مطالعه شده برای ساخت سد مخزنی پلرود در شرق استان گیلان در ۱۷ کیلومتری جنوب غربی کلاچای در بخش رحیم‌آباد و بر روی رودخانه پلرود واقع شده است. محدوده مطالعاتی سد پلرود در نقشه ۱ نشان داده شده است. منطقه مطالعاتی در محدوده شهرستان‌های رودسر، املش و لنگرود از استان گیلان واقع شده است. هدف از ساخت سد، تنظیم آب رودخانه پلرود و استفاده از آن جهت تامین نیاز آبی ۲۷۲۴۴ هکتار اراضی منطقه طرح می‌باشد. تامین نیاز آبی شرب شهرهای پنج‌گانه شرق گیلان (لنگرود، کومله، املش، کلاچای و رودسر) به میزان ۴۰ میلیون متر مکعب در سال و توسعه بهره‌برداری از منابع آب و خاک منطقه از دیگر اهداف ساخت این سد می‌باشد (مهاب قدس ۱۳۸۵).



(مرجع: مهاب قدس ۱۳۸۵)

نقشه ۱: محدوده مطالعاتی سد پلرود

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری

در ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری در ماههای مرداد و آذر ۱۳۸۷ نمونه‌برداری کیفی (فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی) از منابع آب سطحی منطقه انجام پذیرفت. جهت ارزیابی کیفیت منابع آب سطحی، ایستگاه‌های نمونه‌برداری و پارامترهای قابل اندازه‌گیری به گونه‌ای تعیین شد که میزان تأثیرات کیفی مواد آلاینده بر آبهای سطحی مشخص و ارزیابی گردد. بدین منظور، ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی شاخه اصلی، قبل یا بعد از اتصال شاخه فرعی به آن، یا در پایین‌دست منابع آلاینده واقع در مسیر رودخانه انتخاب گردید.

ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۸ بر روی رودخانه پلرود به عنوان اصلی‌ترین رودخانه مورد بررسی تعیین شد. ایستگاه‌های ۳، ٤ و ٥ در طول رودخانه شلمان‌رود از بالادست سد انحرافی املش تا قبل از اتصال به دریا قرار داده شد و در حد فاصل این ایستگاه‌ها، دو شهر املش و شلمان به عنوان مراکز آلودگی نقطه‌ای رودخانه محسوب می‌گردند. به لحاظ قرارگیری شهر رودسر در حد فاصل رودخانه‌های کیارود و شیرارود، با توجه به ورود فاضلاب شهری به رودخانه کیارود و اثرات احتمالی بر کیفیت آب رودخانه، ایستگاه‌های ٦ و ۷ در بالادست و پایین‌دست این شهر منظور گردید. ایستگاه‌های ۹ و ۱۰ نیز به ترتیب بر روی رودخانه‌های صفارود و خشکه‌رود قرار داده شد.

برای اندازه‌گیری پارامترهای DO و BOD از روش تیتراسیون، COD از روش رفلاکس، pH از روش الکتروشیمیایی و TDS و TSS از روش وزن‌سنجی استفاده شد. همچنین روش فتومتری برای اندازه‌گیری Ca، Mg، Na، نیترات و فسفات و روش چند لوله‌ای برای اندازه‌گیری کلیفرم‌ها و تخم انگل‌ها به کار گرفته شد.

روش

دستیابی به اطلاعات پایه منطقه مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و جستجوهای اینترنتی بوده است. همچنین مطالعات میدانی و بازدید از سد پلرود به منظور شناخت محیط زیست منطقه و نیز بررسی موقعیت پروژه و ویژگی‌های سد مورد نظر انجام شده است.

یکی از ابزارهای به کار گرفته شده در این تحقیق، پرسشنامه دلفی بوده که با هدف شناسایی ریسک‌های موجود در منطقه تهیه شده است. بدین ترتیب که ابتدا با توجه به ویژگی‌های سد پلرود و منطقه مورد مطالعه، ۳۲ پارامتر به عنوان عوامل ریسک در نظر گرفته شد. سپس این پرسشنامه در اختیار ۵ نفر از کارشناسان خبره با مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد یا دکتری تخصصی با تجربه بیش از ده سال فعالیت در زمینه مطالعات سد سازی قرار گرفت و نظر مخالف یا موافق ایشان در مورد عوامل ریسک دریافت شد. بر اساس نظر این کارشناسان، عددی بین ۱ تا ۹ به هر یک از گزینه‌ها نسبت داده شد، به طوری که عدد بزرگتر برای هر گزینه، اهمیت بیشتر آن را نشان می‌داد. پس از جمع‌بندی نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها، ۲۲ پارامتر به عنوان عوامل اصلی ریسک سد پلرود انتخاب گردید. در ادامه، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای طبقه‌بندی عوامل اصلی ریسک در یک ساختار سلسله مراتبی استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

شده و ماتریس‌های مقایسه زوجی به منظور ارزیابی و مقایسه عوامل ریسک در سطوح معین این ساختار تشکیل گردید.

در روش AHP ، ابتدا نمایش گرافیکی مسأله ارائه گردیده که طی آن، اهداف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. با تجزیه مسأله به این سطوح، تصمیم‌گیرنده می‌تواند روی مجموعه کوچکتری از تصمیمات تمرکز نماید (Bascetin 2007).

در بالاترین سطح ساختار سلسله مراتبی، هدف مسأله و در سطوح میانی، معیارهای مختلف مسأله و در پایین‌ترین سطح، گزینه‌های مسأله قرار می‌گیرند (Tran. et al 2002).

در این تحقیق، در سطح اول، ارزیابی ریسک سد پلرود به عنوان هدف و در سطح دوم، شاخص‌های اصلی ریسک، یعنی احتمال وقوع و شدت قرار گرفته است. سطح سوم، زیرمعیارهای ریسک شامل ریسک‌های فیزیکوشیمیایی، اجتماعی ـ اقتصادی ـ فرهنگی، بیولوژیکی و ایمنی و بهداشتی است و سطح چهارم شامل گزینه‌هایی است که بر اساس پرسشنامه‌های نظرسنجی از کارشناسان و با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه تعیین گردیده‌اند. ساختار سلسله مراتبی ارزیابی ریسک سد پلرود در نمودار ۱ ارائه شده است.

پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی، عناصر موجود در هر سطح ساختار نسبت به یکدیگر مقایسه شده و وزن نسبی آنها محاسبه گردید (Triantaphyllou. et al 1995).

در این فرآیند، تمام مقایسه‌ها به صورت زوجی انجام گرفته و کارشناسان از قضاوت‌های شفاهی استفاده کرده‌اند. سپس معادل کمی این قضاوت‌ها عددی بین ۱ تا ۹ بر اساس جدول ۱ قرار داده شد.

جدول ۱ : مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

قضاوت شفاهی	معادل کمی
اهمیت یکسان	۱
کمی مهمتر	۳
مهمتر	۵
خیلی مهمتر	۷
کاملا مهمتر	۹
ترجیحات بین فواصل	۲ و ٤ و ٦ و ۸

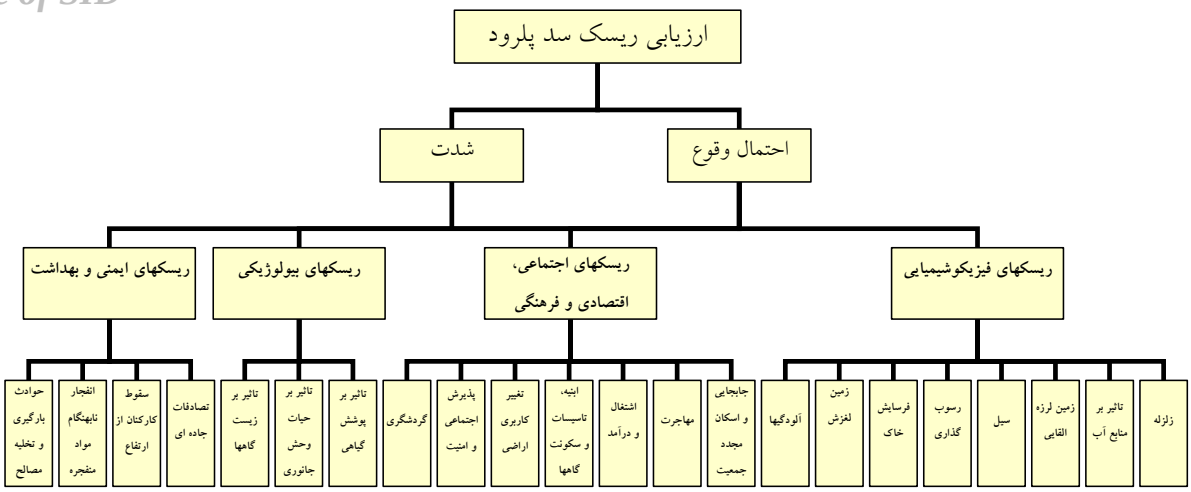
(مرجع: قدسی‌پور ۱۳۸۵)

در ادامه، مقادیر حاصل از ماتریس مقایسه‌های زوجی، یکبار بر حسب شدت و بار دیگر بر حسب احتمال وقوع ریسک، وارد نرم افزار Expert Choice شده و وزن نسبی هر یک از گزینه‌ها بر اساس این دو شاخص بدست آمد. مقدار نهایی ریسک برای هر گزینه، از حاصل‌ضرب وزن نسبی این دو شاخص محاسبه شد. در نهایت اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار ریسک هر یک از آنها انجام پذیرفت.

ابزار دیگری که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت، نرم‌افزار Expert Choice بود که داده‌های حاصل از مقایسات زوجی یکبار بر حسب شدت و بار دیگر بر حسب احتمال وقوع ریسک، وارد این نرم‌افزار شده و با استفاده از تکنیک بردار ویژه، وزن نسبی هر یک از عوامل ریسک محاسبه گردید. سپس مقدار نهایی ریسک برای هر گزینه، از حاصل‌ضرب وزن‌های نسبی بدست آمده، محاسبه شد. در نهایت اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار ریسک هر یک از آنها انجام پذیرفت.

www.SID.ir

Archive of SID



(مرجع: قدسی‌پور۱۳۸۵) نمودار ۱: ساختار سلسله مراتبی ارزیابی ریسک سد پلرود

بحث

بر اساس پرسشنامه دلفی، ریسک‌های سد پلرود در مرحله ساختمانی، عبارت است از جابجایی و اسکان مجدد جمعیت، فرسایش خاک، رسوب‌گذاری، تأثیر بر پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی، به زیر آب رفتن ابنیه و تأسیسات و سکونتگاه‌ها، آلودگی‌ها (آب، خاک، هوا و صوت)، زلزله، زمین لغزش، تأثیر بر منابع آب، تأثیر بر زیستگاه‌ها، تأثیر بر حیات وحش جانوری، اشتغال و درآمد، سیل، انفجار نابهنگام مواد منفجره، سقوط کارکنان از ارتفاع، تصادفات جاده‌ای، حوادث بارگیری و تخلیه مصالح، زمین‌لرزه القایی، پذیرش اجتماعی و امنیت، مهاجرت و گردشگری می‌باشند.

بر اساس نتایج بدست آمده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ۲۲ گزینه ریسک موجود در منطقه، در ٤ گروه ریسک‌های فیزیکوشیمیایی (۸ گزینه)، بیولوژیکی (۳ گزینه)، اجتماعی ـ اقتصادی ـ فرهنگی (۷ گزینه) و ایمنی و بهداشتی (٤ گزینه) دسته‌بندی شد. سپس گزینه‌های موجود در هر یک از گروه‌ها با توجه به شدت و احتمال وقوع آنها تحت تأثیر فعالیت‌های احداث سد پلرود، مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۱ ـ ریسک‌های فیزیکوشیمیایی

فرسایش و رسوبگذاری: وجود زمین‌لغزه‌های قابل توجه در حوزه آبریز رودخانه پلرود، عدم وجود پوشش مناسب گیاهی در بیش از ۵۰٪ حوزه و شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه که بارندگی‌های مداوم و نهایتاً سیلاب را در پی خواهد داشت، موجب فرسایش خاک‌ها و افزایش میزان رسوب در منطقه شده است. بار سالیانه مواد رسوبی با توجه به بار کل مواد معلق و بستر در ایستگاه‌های هیدرومتری طرح زیاد می‌باشد که نتایج محاسبات رسوب، در جدول ۲ آورده شده است.

عملیات جاده سازی و ابنیه فنی، تونل‌های انحراف آب، عملیات ساختمانی سد و سازه، خاک‌برداری، خاک‌ریزی، برداشت منابع قرضه از رودخانه، انباشت مواد حفاری، عملیات آبگیری مخزن، جنگل‌تراشی و تخریب پوشش گیاهی از

www.SID.ir

Archive of SID

جمله فعالیت‌های موثر بر فرسایش خاک و رسوب‌گذاری در مرحله احداث سد پلرود می‌باشند.

جدول ۲: بار رسوبی در محل ایستگاه‌های هیدرومتری

نام ایستگاه	حجم آورد سالیانه (MCM)	بار رسوبی 10 Ton/Year		دبی ویژه Ton/Year/ Km^2
		بار معلق	بار بستر	بار کل
پلرود	٤٨٢/٢٧	١/٩١٣٠	٠/٢٨٧٠	٢/٢٠٠٠	١٣٤٥/٨٠
شلمان‌رود	٢٤٥/٥٧	٠/١٦٥٠	٠/٠٢٤٧	٠/١٨٩٧	٤٨٤/٣٣
سموش	٦٦/٦٠	٠/٠٠٨٠	٠/٠٠١٢	٠/٠٠٩٢	٩١/٠٩
خشکه‌رود	٧٤/٧٧	٠/٠٢٤٠	٠/٠٠٣٥	٠/٠٢٧٥	٢٧٧/٧٣

(مرجع: مهاب قدس ۱۳۸۵)

منابع آب: نتایج آزمایش پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی از منابع آب سطحی در ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری انجام گرفت که میانگین این مقادیر در جدول ۳ آورده شده است. بر این اساس، اکثر پارامترهای مورد سنجش در ردیف مقادیر مطلوب یا حد استاندارد قرار داشت. مقادیر بدست آمده برای COD نشان داد که این پارامتر بسیار پایین تر از حد استاندارد اعلام شده جهت مصارف کشاورزی بوده است؛ در نتیجه بخش قابل توجهی از مواد آلی ورودی به آبهای سطحی، از منابع فاضلاب‌های خانگی بوده و ورود فاضلاب صنعتی تقریباً ناچیز بوده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای میکروبی آب در نقاط مورد سنجش نیز نشان داد که کلیه آبهای سطحی مورد بررسی، حاوی کلیفرم‌های مدفوعی و غیرمدفوعی بالاتر از حد استاندارد، هم از نظر شرب و هم از نظر کشاورزی بوده است.

بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آبهای زیرزمینی بر اساس نمونه‌های برداشت شده از ۱۰ چاه انتخابی از منطقه مطالعاتی نشان داد که کیفیت آب چاه‌های مورد بررسی در اکثر موارد با توجه به مصارف شرب و کشاورزی در حد استاندارد قرار دارد. تغییرات pH در حد استاندارد بوده و کمترین مقدار آن برابر با ٦/٧٣، مربوط به چاه انتخابی رحیم‌آباد و حداکثر مقدار آن ٨/٢١، مربوط به چاه انتخابی در محل تصفیه خانه رودسر بوده است. در مجموع روند تغییرات pH در کلیه نقاط و در طی ماه‌های نمونه‌برداری از یک روند یکنواخت پیروی می‌نماید. آب زیرزمینی در اغلب نقاط مورد اندازه‌گیری بر اساس استانداردهای موجود، شیرین بوده و تنها در یک نقطه، شوری آب مشاهده شد که با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی، بدون محدودیت تا محدودیت کم بوده است. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری مقادیر TDS نشان می‌دهد که این مقادیر در حد استاندارد قرار گرفته و در این میان، تنها چاه انتخابی رودسر دارای مقدار TDS بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. میانگین نسبت جذب سدیم (SAR) در برخی نقاط نمونه‌برداری نیز افزایش قابل توجهی داشته است. مقدار این پارامتر در چاه انتخابی رودسر برابر با ٦/٥ و در چاه انتخابی واجارگاه برابر با ١/٠٧ می‌باشد. در سایر نقاط، مقدار SAR با اختلاف جزئی در حد استاندارد قرار دارد. همچنین حدود ٥٠٪ از چاه‌ها دارای کلیفرم مدفوعی بیشتر از حد استاندارد می‌باشد. در رابطه با مجموع کلیفرم‌ها نیز دقیقاً شرایطی مشابه با کلیفرم‌های مدفوعی برقرار است. تخم انگل‌ها نیز در هیچ یک از نمونه‌های اندازه‌گیری شده، وجود ندارد.

از عوامل موثر بر منابع آب در مرحله احداث سد پلرود می‌توان به: کمپ کارگاهی و

www.SID.ir

Archive of SID

مسکونی، تأسیسات کارگاهی سد، عملیات ساختمانی سد و سازه، حمل و نقل وسایل، تجهیزات و مواد اولیه و تعمیرات و سرویس ماشین‌آلات اشاره کرد.

جدول ۳ : نتایج آزمایش پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

پارامتر	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤	ایستگاه ٥	ایستگاه ٦	ایستگاه ۷	ایستگاه ۸	ایستگاه ۹	ایستگاه ۱۰
pH	۷/۸۷٤	۷/۷۹۱	۷/۷۲۱	۷/٦٥۸	۷/٦۸۸	۷/٦۰۸	۷/٤۸۸	۷/۷٥۳	۷/۷۷٥	۷/۸۷۷
SAR	۰/۱٥۷	۰/۱۱٤	۰/۱۹۱	۰/۲۰۳	۰/٦٤۲	۰/٦۲۹	۰/۹۱۲	۰/۱٤۹	۰/۰۹۰	۰/٥۱۷
TDS (Mg/lit)	۲٦۸/۷۸	۲۳۸/۱۲	۱۷٥/٥۷	۲٤۱/۳٦	۲٤۱/۸٦	٤۱۷/۷۲	۳۸۹/۰۹	۲۸۰/۸۲	۱٥۳/۱٦	۲٦٥/۹۹
TSS (Mg/lit)	۹۰/۷۰	٦۷/۰۳	۱۹/٥۰	۳۲/٥٦	۱۸/۱۱	۳۰٦/۱۱	٦۲/۸۷	٦۹/٥۸	٥۷/٥۰	۲٤٥/٦۸
BOD (Mg/lit)	۰/۹۹۳	۱/۰۷۷	۱/٦۱۰	۱/۸٥٥	۱/٥٤۲	۱/٥۳۷	۱/۹۸۸	۱/٤٥۰	۱/۳٤۲	۱/۷٦۲
COD (Mg/lit)	۳/٤۰۰	٤/۷٥۰	٤/۳۹۳	٦/۱۷۱	٤/۰۰۸	٦/۷۰۸	۸/۷٥۰	٥/۲۸۸	۳/۲۰۸	٤/۹۱۸
TOC (Mg/lit)	۰/۹۷۳	۱/٤۳۹	۲/٤٤۱	۲/۷٤۱	٤/۰٤۹	٥/٦٦۱	٤/۰۱۱	۱/۱٥۹	۱/٦۳۷	۱/٥۷٤
DO (Mg/lit)	۹/۳٦۷	۹/۱۲٥	۹/٥۰۰	۹/۸٤۲	۹/۱٥۰	۸/۱٦۷	۷/۸٥۸	۹/٦٥۸	۹/٦۷٥	۹/٥۰۰
Ca (meq/lit)	٤۷/۸٤۳	٤۹/۳٥٥	٤۰/٤۸۲	٤۲/۸۹۲	٤۸/۸٤۳	٦٥/۷۷٥	٥٤/٥۹۸	٥٦/٤۱۰	۳٥/٤۰۲	٥۲/۷۰۳
Mg (meq/lit)	۱۸/۱۳٥	۱۲/۸۱۳	٥/٦٦۲	۱۱/۹٤٥	۱۰/۳٥۹	۲۲/۰٦٤	۱۷/۲٤۰	۱٤/۹٦۷	٥/٦۳۰	۱۸/٦۲۰
Na (meq/lit)	٥/۰۸۷	۳/٤۷٦	٤/٤٥۰	٥/۷۹٤	۷/۲٦۲	۲٥/۲۹۹	۳۲/٦۱٤	٤/۸۷۲	۲/۱۹٦	۳/٦۰٥
(Mg/lit) فسفات	۰/۰٤۷	۰/۰٤٤	۰/۰۹۱	۰/۰۹۱	۰/۱۰٥	۰/۱۱۱	۰/۱٥۰	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	۰/۰٥۹
(Mg/lit) نیترات	۰/۲۹۲	۰/۲۷۹	۰/۲۸۳	۰/۲۹۳	۰/۲۳۳	۰/۲۳۳	۰/۲۹۸	۰/۲۳۰	۰/۲۲۸	۰/۲٤۱
کل کلیفرم‌ها	۹۱۳۳/۳۳	۱۰۰۳۳/۳۳	۱۲۲٦٦/٦٦	۱۳۳۳۳/۳۳	۱٥۸۱٦/٦٦	۱۷۰۱٦/٦٦	۱٦۹۳۳/۳۳	۱۳۲۸۳/۳۳	۹۱۸۳/۳۳	۱۲۹۱٦/٦٦
کلیفرم مدفوعی	۷٤٦۸/۳۳	۹۸۸۳/۳۳	۷۸۷٦/٦٦	۹٤۸۳/۳۳	۱۰۰۷٦/٦٦	۱۳٦٦٦/٦٦	۱٦۰۳۳/۳۳	۸۹۷٦/٦٦	۷۰۳٥/۰۰	۸٤۰۰/۰۰
تخم انگل	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

آلودگی‌ها: منابع آلاینده محدوده مطالعاتی شامل منابع متمرکز (فاضلاب‌های شهری، روستایی و صنعتی) و منابع غیر متمرکز (فاضلاب کشاورزی) می‌باشند. به دلیل رواج کشاورزی در منطقه، عمده‌ترین آلاینده‌ها، کودها و سموم شیمیایی است. میزان مصرف کودهای شیمیایی در سال زراعی ۱۳۷۸ در منطقه، ٦۰۰۰ تن کود ازته، ٤۰۰۰ تن کود فسفاته و ۹۳۰۰ تن کود دامی بوده است. (مهاب قدس ۱۳۸٥).

مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین سموم مورد استفاده در منطقه، علف‌کش‌های تیوبنکارب (۳ کیلوگرم)، اکسادیازون (۳ کیلوگرم)، گلایفوزیت (۳ کیلوگرم)، بوتاکلر (٥ کیلوگرم) و حشره‌کش‌های دیازینون (۱٥ کیلوگرم)، گرانول پادان (۲۰ کیلوگرم) و قارچ‌کش‌های تری سیکلازول (۱ کیلوگرم) و ادیفنفوس (۱/٥ کیلوگرم) در هکتار می‌باشند (مهاب قدس ۱۳۸٥).

از ۱۹ واحد صنعتی مستقر در شهرستان املش، واحدهای صنعتی که در آلودگی منابع آب، خاک و هوا موثرند، یک واحد ریسندگی، یک واحد تولید مواد غذایی و یک واحد صابون سازی می‌باشند.

از ۱۱۸ واحد صنعتی مستقر در رودسر نیز صنایعی که از نظر آلودگی به ویژه آلودگی آب و خاک مسأله سازند، تعدادی واحد صنعتی تولید مواد غذایی، یک واحد کوچک تولید مقوا و کارتن، یک واحد تولید مواد بهداشتی و همچنین یک واحد تولید خوراک دام و طیور و چند واحد صنعتی تولید کاشی می‌باشند.

میزان فاضلاب تولیدی در شهرهای واقع در منطقه مطالعاتی ۲۲٤٦٥ متر مکعب در روز

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. همچنین سرانه تولید زباله در استان گیلان، به طور متوسط ۵۱۰ گرم برای هر نفر است. کلیه روستاهای منطقه فاقد سیستم جمع‌آوری فاضلاب بوده و در بسیاری از آنها، فاضلاب از طریق چاه جذبی دفع می‌گردد. در این میان، روستاهایی که در حاشیه رودخانه واقع شده‌اند، فاضلاب خود را به داخل رودخانه تخلیه می‌نمایند.

با توجه به فقدان هرگونه واحد صنعتی آلاینده در حوزه آبریز بالادست سد پلرود و همچنین پایین بودن سطح مصرف کود و سم در اراضی کشاورزی و باغ‌های فندق و گردو در بالادست و نیز کم بودن حجم فاضلاب انسانی روستاهای واقع در حوزه آبریز مخزن سد پلرود، پیش‌بینی می‌گردد اجرای سد تاثیر محسوس و معنی‌داری بر سطوح آلودگی آب در بالادست محور نخواهد داشت.

به دلیل گسترش فعالیت‌های کشاورزی و وجود واحدهای فعال صنایع تبدیلی کشاورزی و همچنین تعدد و تراکم مراکز سکونتگاهی در حاشیه رودخانه، انتظار می‌رود بار آلودگی در محدوده پایین‌دست سد به مراتب بیشتر از بالادست محور سد باشد.

عمده‌ترین تاثیر فعالیت‌های مرحله ساخت و ساز سد پلرود بر منابع خاک منطقه، مربوط به برداشت منابع قرضه از بستر رودخانه و نواحی اطراف، احداث جاده در حاشیه رودخانه، عملیات خاک‌برداری و خاک‌ریزی، رفت و آمد ماشین آلات سنگین و سبک، تخلیه پسماندها و پساب‌های انسانی می‌باشند. اثرات ثانویه آن به صورت افزایش تراکم و کاهش نفوذپذیری خاک و انتشار مواد روغنی در اثر عملیات تعمیر و سرویس ماشین‌آلات ظاهر خواهد شد.

در مرحله احداث سد، به علت نامشخص بودن حجم برخی از عملیات از جمله احداث جاده دسترسی و کانال، محاسبه میزان آلودگی هوا در حد بسیار تقریبی و به صورت یک برآورد سطحی امکان‌پذیر بوده است.

مجموع نیاز به ماشین‌آلات مورد استفاده برای احداث سد مخزنی پلرود، برابر با ۶۱۸۳۸ دستگاه ساعت محاسبه گردید. اگر نیاز عملیات احداث شبکه آبیاری به ماشین‌آلات مختلف، به طور تقریبی برابر با عملیات احداث سد در نظر گرفته شود، رقم نهایی نیاز احداث سد به ماشین‌آلات مختلف، به طور بسیار تقریبی برابر با ۱۲۴۰۰۰ دستگاه ساعت می‌باشد.

با فرض اینکه ماشین‌آلات مورد استفاده در احداث سد در هر ساعت به طور میانگین ۱۰ لیتر سوخت گازوئیل مصرف نمایند، مجموع سوخت مورد استفاده برابر با ۱۲۴۰۰۰۰ لیتر (یا ۱۲۴۰ متر مکعب) می‌باشد. در جدول ٤ میزان آلاینده‌های هوا ناشی از مصرف گازوئیل نشان داده شده است.

جدول ٤ : میزان آلاینده‌های هوا در مرحله احداث سد

آلاینده ها	میزان انتشار آلاینده ها ناشی از مصرف یک متر مکعب گازوئیل (کیلوگرم)★	میزان انتشار آلاینده ها ناشی از مصرف ۱۲٤۰ متر مکعب گازوئیل (کیلوگرم)
CO	۷/۲	۸۹۲۸
SO2	۱٦/۸	۲۰۸۳۲
NO2	۲۷	۳۳٤۸۰
HC	۲۲	۲۷۲۸۰
ذرات معلق	۱۳	۱٦۱۲۰
مجموع	۸٦	۱۰٦٦٤۰

★(مرجع: غیاث الدین ۱۳۷۳)

www.SID.ir

Archive of SID

در مـــرحله احـداث سـد، در اثـر ایجـاد گمانه‌های اکتشـافی، عملیـات سـاختمانی سـد و سازه، حمل و نقل وسایل، تجهیزات و مواد اولیـه و تعمیر و سـرویس ماشـین‌آلات، احتمـال بـروز آلودگی صوتی و هوا وجود دارد.

زلزلـه: در نزدیکـی سـاختگاه سـد پلـرود، گسل‌های بیناکسر، سوله سرا، املش، چالـک‌رود، رودبار، لاهیجان و زردگلی کبته و بـاکلور وجـود دارند که از این میان، مشخصات گسل‌های فعـال در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵ : مشخصات گسل‌های فعال در منطقه سد پلرود

نام گسل	طول گسل (کیلومتر)	فاصله گسل تا ساختگاه سد (کیلومتر)	سال رویداد زلزله (میلادی)
رودبار	۱۵۰	۲۹	۱۸٤٥، ۱۹۰۱، ۱۹٦۸ و ۱۹۸۲
لاهیجان	۱۰۰	۳۵	۱۹۷۸
زردگلی کبته و باکلور	۸۰	۵	۱۹۹۰

(مرجع: سازمان زمین‌شناسی کشور ۱۳۷۷)

محدوده ساختگاه سد پلـرود و اطـراف آن از لحاظ تکتونیکی، منطقه‌ای فعال بوده و بزرگـی اکثر زمین لرزه‌های ایـن منطقـه حـدود ۷ درجـه ریشتر و کانون آنها در ژرفای کـم گـزارش شـده اسـت. در مجمـوع سـاختگاه سـد و محـدوده مطالعـاتی، در نـاحیه‌ای بـا خطـر نسـبتاً بـالای زمین‌لرزه واقـع شـده و سـد بـرای مقـابله بـا زلزله‌های بیش از ۸ ریشتر طراحی شده است.

زمـین لغـزش: مطالعـات انجـام شـده در محـدوده مخـزن سـد پلـرود، نشـان از وجـود لغزش‌های پراکنده دارد. در تکیه‌گـاه چـپ، ۳۵۰ متری محور سد به سمت پـایین‌دسـت تـا محـل انحراف رودخانه به سمت شرق و در ۳۰۰ متـری بالادسـت محـدوده در تکیـه گـاه راسـت سـد، روبـاره مشاهده می‌شود. درهـم‌ریختگـی اجـزای تشـکیل‌دهنـده روبـاره و همچنـین ضـخامت غیرعادی آنها دال بر وقوع پدیـده زمـین لغـزه در این محدوده می‌باشد. احتمال وقوع زمین‌لغزه‌ها و رانش زمـین در منطقـه، بـه دلیـل وجـود سـد و مخـزن، نفـوذ آب در سـواحل دریاچـه در زمـان آبگیری مخزن و در مراحل اولیه تشکیل دریاچـه و حتی در مراحـل عملیـات سـاخت و سـاز بـه نسبت بالا می‌باشد.

سیل: اطلاعات مربوط بـه سـیلاب، شـامل حداکثر سیلاب‌های روزانه و لحظـه‌ای در محـل ایسـتگاه‌هـای هیـدرومتری منطقـه در جـدول ٦ آورده شده است. بر این اساس، رودخانـه پلـرود در برخی از سالها سیلابی شده و مهمترین ضـرر و زیان ناشی از آن، تخریب اراضی کشـاورزی و به خصوص شالیزارهای واقع در اطراف رودخانه می‌باشـد. همچنـین شـواهدی از خسـارات قابـل توجه سیل به سـکونتگاه‌هـای انسـانی در منطقـه وجود ندارد.

جدول ٦ : مقادیر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای (m^3/s)

نام رودخانه		پلرود	شلمان رود	سموش	خشکه رود	صفارود
محل ایستگاه		درازلات	شلمان	هرات‌بر	باجیگوابر	رامسر
دوره‌های برگشت (سال)	۲	۱۲۳	۲۲٤	۲٤	۲۷	۲۷
	۵	۲۳۲	۳۲۱	٤۸	۵۹	٦۳
	۱۰	۳۵۲	٤۷۵	۹٦	۹۰	۱۰۰
	۲۰	٤۹۲	۵۹۹	۱۲٤	۱۲٦	۱٤۰
	۵۰	۲۵٤	۲۵۰	۱۹۵	۱۸٤	۲۲۲
	۱۰۰	۱۰۰۹	۹۱۰	۲۵٦	۲٤۲	۳۰٦
	۱۰۰۰	۲۵۱۲	۱۵۸۰	۵۳۰	٤٦۹	۷۰۹
	۱۰۰۰۰	۵٦۷۰	۲٦۲۵	۹٤۰	۹۰۰	۱۵۰۰

(مرجع: شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان ۱۳۸۵)

www.SID.ir

Archive of SID

زمین‌لرزه القایی: با توجه به مقاومت نسبتاً بالای سنگ‌های محدوده ساختگاه و مخزن سد پلرود و همچنین پایین بودن ارتفاع سد (۷۵ متر) از حد ارتفاع بحرانی (۱۰۰ متر) و نیز حجم ذخیره آب کمتر از یک میلیارد متر مکعب در مخزن سد، احتمال بروز زمین‌لرزه القایی در پشت سد، پایین و در صورت وقوع، شدت آن کم خواهد بود.

۲ ـ ریسک‌های بیولوژیکی

تاثیر بر زیستگاه‌ها: با توجه به وضعیت اکولوژیک و عدم وجود منطقه زیستگاهی یا رویشگاه آسیب‌پذیر یا منطقه تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست در محدوده مطالعاتی، عمده‌ترین تأثیر پروژه از نقطه نظر مطالعات اکولوژیک، مربوط به تشکیل دریاچه سد و مغروق شدگی نواحی جنگلی و زیستگاه‌های واقع در حوزه مخزن سد می‌باشد.

لازم به ذکر است که منطقه حفاظت شده سرولات و جواهردشت و نیز محدوده‌های جنگلی اشکورات و سرولات خارج از محدوده مطالعاتی و در فاصله تقریبی ۳۶ کیلومتری از محدوده بلافصل سد می‌باشند. بنابراین تأثیرپذیری این مناطق از فعالیت‌های احداث سد بسیار بعید به نظر می‌رسد.

احداث سازه سد، عملیات آبگیری مخزن، جنگل‌تراشی و تخریب پوشش گیاهی در مکان احداث سد از عوامل موثر بر زیستگاه‌های منطقه در مرحله ساختمانی سد است.

تاثیر بر پوشش گیاهی: در شرایط موجود، حدود ۱۱ جامعه جنگلی شامل: ۱ ـ انجیلی ـ ممرز ـ توسکا، ۲ ـ انجیلی ـ توسکا ـ افرا ـ لیلکی، ۳ ـ ممرز ـ انجیلی، ٤ ـ ممرز، ۵ ـ ممرز ـ لیلکی، ٦ ـ انجیلی ـ ممرز ـ لیلکی، ۷ ـ انجیلی ـ لیلکی، ۸ ـ لیلکی، ۹ ـ توسکا ـ لرک، ۱۰ ـ راش ـ ممرز، ۱۱ ـ راش ـ ممرز ـ انجیلی در محدوده مطالعاتی شناسایی گردید که تحت تأثیر فعالیت‌های جوامع بومی دچار دگرگونی و تغییرات عمده‌ای شده‌اند. رویشگاه‌های واقع در محدوده پایین‌دست سد به دلیل گسترش و تراکم روستاها، ارزش رویشگاهی خود را از دست داده و تنها بخش‌هایی از دامنه‌های مشرف به رودخانه پلرود در ارتفاع ٤۰۰ متر به بالا شکل رویشگاهی خود را حفظ کرده‌اند. مشخص‌ترین جوامع گیاهی واقع در محدوده مخزن سد پلرود، شامل جامعه انجیلی ـ ممرز ـ توسکا و جامعه ممرز ـ انجیلی می‌باشد که به دلیل حضور گونه انجیلی دارای ارزش حفاظتی ویژه‌ای بوده و بخش قابل‌توجهی از مساحت این جامعه پس از احداث در مخزن سد قرار خواهند گرفت. از میان ۹۰ گونه گیاهی شناسایی شده در محدوده مخزن و نواحی پیرامونی آن، ۸ گونه شامل توسکای ییلاقی، کرکو، ثعلب نر، غده انگشتی برگ باریک، نمدار، ثعلب باتلاقی، ثعلب میمونی و انجیلی در طبقه Vu (آسیب‌پذیر) در فهرست IUCN قرار گرفته‌اند.

تأثیر بر حیات وحش جانوری: از میان گونه‌های جانوری تحت تاثیر احداث سد پلرود، گونه شنگ جزو پستانداران با اهمیت منطقه می‌باشد که در طبقه Vu در فهرست سرخ IUCN قرار دارد. از آبزیان، گونه‌های خاویار ماهیان در طبقه EN (در معرض خطر) و ماهی سفید در

www.SID.ir

Archive of SID

طبقـه DD (کمبـود داده‌هـا) جـای مـی‌گیـرد. از پرندگان گونه‌های عقـاب تـالابی در طبقـه Vu و عقـاب دم سفید در طبقه LR/nt (با خطر کمتـر) قرار دارد.

در حدود ۹۵ درصد پرندگان منطقه تحـت تاثیر احداث سد قرار خواهند گرفت که بیشترین اثر را گونه‌هایی متحمل خواهند شد کـه تنهـا در پایین‌دست پراکنش دارند. از بارزترین گونه‌هـایی که در پایین دست سد پـراکنش دارنـد، مـی‌تـوان گونه‌های کاکایی، مرغابی و کشیم را نـام بـرد. از پرندگانی که در سراسر مسیر رودخانه پلرود دیده مـی‌شـوند، مـی‌تـوان بـه خـانواده‌هـای کـلاغ و گنجشک‌سانان اشاره کرد.

بـا احـداث سـد، زیسـتگاه گروهـی از پستانداران که در محل دریاچه زندگی می‌کنند، از بین خواهد رفت. اکثر این گونه‌ها به طـور عمـده شامل جوندگان با جمعیت وافر، گراز و گونه‌های آسیب‌رسان می‌باشند که از بین رفتن زیستگاه آنها تاثیر چندانی در بقا و یا توان زیستی آنها نخواهد داشت. گروهی دیگر از پستانداران در پایین‌دست سد زندگی می‌کنند و میزان بقای آنها تا انـدازه‌ای بـه میـزان آب رهـا شـده و دبـی رودخانـه در پایین‌دست بستگی دارد. مهمترین گونه این گروه شنگ می‌باشد که دارای جمعیت کمی بـوده و در صورت خشک شدن رودخانه در پایین‌دست سد، امکان بقا خود را از دست خواهد داد.

ماهیان رودخانه پلرود دارای تراکم و تنوع کمی هستند که به طـور عمـده، ناشـی از وجـود موانع مکانیکی در مسیر مهـاجرت ماهیـان، صـید بی‌رویه، استحصال شن و ماسه از مصـب پلـرود، نامنظم بودن دبی رودخانه در فصول مهـاجرت و وجود انواع آلودگی‌ها در مسیر رودخانه است. از سوی دیگر، فعالیت‌های مرحله ساخت سد شامل خاک‌برداری و خاک‌ریزی، برداشت منـابع قرضـه و دفع پساب و پسماند، نیز تاثیر منفی بر جمعیت آبزیان این رودخانه خواهد داشت.

۳ ـ ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی

جابجایی و اسکان مجدد جمعیت: با احـداث، آبگیری و تشکیل مخزن سد، حدود ۱۲ روسـتا از مجموع آبادی‌های منطقه واقع در بالادسـت سـد بـه نامهـای بلـده‌سـرا، پـایین درازلات، پرشـو، خانکسرای سفلی و علیا، درازلات بـالا، دیمـابن، زیارخـانلات، سـوگوابر، سـیجاره، شمشادسـرا و لات پرشو به طور مستقیم تحت تاثیر قرار گرفتـه و مغروق خواهنـد شـد. سـه روسـتای دیگـر بـه نامهای دزلی، سیاه‌چال و لوسرا واقع در پیرامـون مخـزن، بـا مغـروق شـدن بخشـی از اراضـی کشاورزی و جاده‌های دسترسی آنها به طور غیـر مستقیم تحت تاثیر قـرار مـی‌گیرنـد. در مجمـوع حدود ۳۱٤ خانوار با جمعیتی بالغ بـر ۱۳۳۳ نفـر تهدید می‌شوند و این افراد، املاک و اراضی خود را از دسـت داده و نیـاز بـه جابجـایی و اسـکان مجدد خواهند داشت (مرکز آمار ایران ۱۳۸٦).

اشتغال و درآمـد: فعالیـت‌هـای کشـاورزی (زراعت و دامـداری) عمـده‌تـرین شـغل و منبـع درآمد ساکنین روستاهای واقع در مکـان سـاخت مخزن سد می‌باشد. بـا احـداث سـد، اهـالی ایـن روستاها املاک و اراضی زراعی خود را از دسـت داده و در نتیجه تغییرات محسوسی در اشـتغال و منبع درآمد آنها ایجاد خواهد گردید. در محـدوده مطالعـاتی حـدود ٦۱٪ خانوارهـا دارای اراضـی

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی و ۲۸٪ فقط دارای دام بوده و حدود ۱۱٪ خانوارها فاقد هرگونه زمین یا دام می‌باشند. بر این اساس، خانوارهای فاقد زمین و دام که تنها خسارت مربوط به سکونتگاه‌های خود را دریافت خواهند کرد، با از دست دادن فرصت‌های شغلی بیشترین خسارت احتمالی را خواهند دید.

تاسیسات و تجهیزات زیربنایی: با احداث سد و تشکیل مخزن، حدود ٦ کیلومتر از جاده آسفالته دسترسی به روستاهای واقع در محدوده مخزن، پل فلزی واقع در ۳ کیلومتری بالادست ساختگاه بر روی رودخانه پلرود به زیر آب خواهند رفت. همچنین بخشی از خط انتقال برق فشار قوی در انتهای مخزن و حدود ٦ کیلومتر خط انتقال برق ضعیف و خط تلفن در طول جاده دسترسی مذکور نیز حذف خواهد شد. همچنین بخش اعظمی از خط انتقال آب از چشمه سفیدآب به رحیم‌آباد نیز، پس از آبگیری مخزن سد به زیر آب خواهد رفت. با احداث، آبگیری و تشکیل مخزن سد، در مجموع حدود ۳۱۵ واحد مسکونی، ٦ مدرسه و ۳ خانه بهداشت به زیر آب خواهند رفت.

تغییر کاربری اراضی: با تشکیل مخزن سد، حدود ۱۵۰ هکتار از اراضی زراعی آبی (شالیزارهای واقع در مناطق پست بستر رودخانه در بالادست)، حدود ۸۰ هکتار چایکاری، ۳۰ هکتار باغ و ٦۰ هکتار از اراضی شامل ۱۹ هکتار جاده، آبراهه و منازل مسکونی و حدود ٤۱ هکتار جنگل در داخل محدوده مخزن و یا حریم آن واقع خواهد شد. علاوه بر آن، فعالیت یک معدن مالون و سنگ لاشه در انتهای محدوده مخزن و در مجاورت سفیدآب با تشکیل مخزن و از بین رفتن جاده دسترسی قطع خواهد گردید.

٤ ـ ریسک‌های ایمنی و بهداشتی

با احداث سد پلرود، بروز حوادث ذیل محتمل است: تصادفات جاده‌ای ناشی از حمل و نقل مصالح و تجهیزات، سقوط کارکنان از ارتفاع، حوادث مربوط به بارگیری، تخلیه مصالح و ملزومات، انفجار نابهنگام چاشنی‌ها و مواد منفجره در اثر بی‌احتیاطی. مهمترین خطرات مربوط به سد پلرود در مرحله ساختمانی، پرت شدن از ارتفاعات در موقع عبور از جاده‌های باریک و در حال احداث می‌باشد، زیرا در این جاده‌ها هنوز حفاظ و نرده حفاظتی پیش‌بینی نشده است. وقوع تصادفات رانندگی نیز بخصوص در شب‌ها محتمل‌تر است.

لازم به ذکر است برخی از حوادث ذکر شده 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 و حمل و نقل می‌توانند برای ایمنی و سلامتی ساکنین روستاهای واقع در داخل و حاشیه مخزن سد پلرود نیز خطرساز باشند.

بر اساس تجزیه و تحلیلی که در مورد انواع ریسک‌های موجود در منطقه صورت گرفت، به منظور انجام مقایسات زوجی ریسک‌ها، اثر فعالیت‌های موثر در مرحله احداث سد بر شدت و احتمال وقوع هر یک از ریسک‌ها، مدنظر قرار گرفت. ماتریس‌های مقایسه زوجی این ریسک‌ها، برحسب شدت و

www.SID.ir

Archive of SID

احتمال وقوع بـه ترتیـب در جـدول هـای ۷ و ۸ آورده شده است.

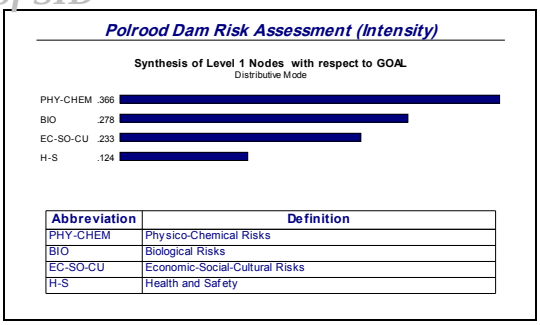
جدول ۷ : ماتریس مقایسه زوجی ریسک‌های منطقه برحسب شدت

زیر معیار	ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی- فرهنگی	ریسک‌های بیولوژیکی	ریسک‌های ایمنی و بهداشت
ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	۱	۲	۱	۳
ریسک‌های اقتصادی ـ اجتماعی ـ فرهنگی	۰/۵	۱	۱	۲
ریسک‌های بیولوژیکی	۱	۱	۱	۲
ریسک‌های ایمنی و بهداشت	۰/۳۳	۰/۵	۰/۵	۱

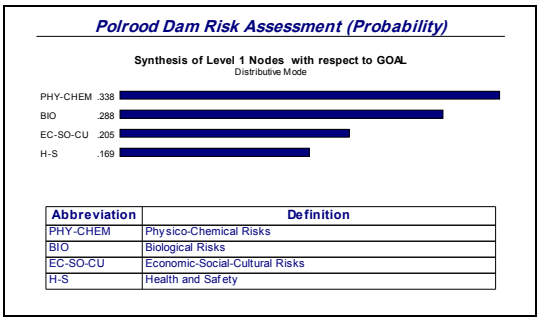
جدول ۸ : ماتریس مقایسه زوجی ریسک‌های منطقه برحسب احتمال وقوع

زیر معیار	ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی- فرهنگی	ریسک‌های بیولوژیکی	ریسک‌های ایمنی و بهداشت
ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	۱	۲	۱	۲
ریسک‌های اقتصادی ـ اجتماعی ـ فرهنگی	۰/۵	۱	۱	۱
ریسک‌های بیولوژیکی	۱	۱	۱	۲
ریسک‌های ایمنی و بهداشت	۰/۵	۱	۰/۵	۱

پـس از وارد کـردن مقـادیر مـاتریس‌هـای مقایسات زوجـی در نـرم‌افـزار Expert Choice، وزن نسبی هر یک از ریسک‌ها بر حسـب شـدت و احتمال وقوع محاسبه گردید که نتـایج حاصـل از آن، در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱ : وزن نسبی ریسک‌های منطقه برحسب شدت



شکل ۲ : وزن نسبی ریسک‌های منطقه برحسب احتمال وقوع

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده از نـرم‌افـزار Expert Choice، وزن‌هـای نسـبی هـر یـک از زیرمعیارهای ریسک بر حسب شـدت و احتمـال وقوع در هم ضرب شـده و عـدد نهـایی ریسـک حاصـل گردیـد. بـر ایـن اسـاس، ریسـک‌هـای فیزیکوشـیمیایی، ریسـک‌هـای بیولـوژیکی، ریسک‌های اقتصـادی ـ اجتمـاعی ـ فرهنگـی و ریسک‌های ایمنی و بهداشت به ترتیب بـا اعـداد نهـایی ریسـک ۰/۱۲۳، ۰/۰۸۰، ۰/۰۴۸ و ۰/۰۲۱ رتبه‌بندی شده‌اند که نتایج آن، در جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۹ : مقایسه ریسک‌های موجود در منطقه سد پلرود

زیر معیارها	وزن نسبی (شدت)	وزن نسبی (احتمال وقوع)	عدد ریسک	رتبه
ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	۰/۳٦٦	۰/۳۳۸	۰/۱۲۳	۱
ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	۰/۲۳۳	۰/۲۰۵	۰/۰٤۸	۳
ریسک‌های بیولوژیکی	۰/۲۷۸	۰/۲۸۸	۰/۰۸۰	۲
ریسک‌های ایمنی و بهداشت	۰/۱۲٤	۰/۱٦۹	۰/۰۲۱	٤

www.SID.ir

Archive of SID

در ادامه، ماتریس‌های مقایسه زوجی برای گزینه‌های هر یک از زیرمعیارهای ریسک، برحسب شدت و احتمال وقوع در نرم‌افزار Expert Choice وارد گردیده و با استفاده از وزن‌های نسبی بدست آمده، عدد نهایی ریسک برای هر یک از گزینه‌ها محاسبه گردید که در جدول ۱۰ آورده شده است.

بر این اساس، در مورد ریسک‌های فیزیکوشیمیایی، گزینه‌های فرسایش خاک، رسوب‌گذاری و آلودگی‌های محیط زیستی به ترتیب با اعداد ریسک ۰/۰٦۱، ۰/۰٤۷ و ۰/۰۱۸ اولویت‌های اول، دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. تاثیر بر منابع آب، زلزله، زمین لغزش، سیل و زمین‌لرزه القایی به ترتیب با اعداد ریسک ۰/۰۰۸، ۰/۰۰۷، ۰/۰۰۷، ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۱ اولویت‌های بعدی را تشکیل داده‌اند.

در مورد ریسک‌های بیولوژیکی نیز، گزینه‌های تاثیر بر پوشش گیاهی، تاثیر بر زیستگاه‌ها و تاثیر بر حیات وحش جانوری به ترتیب با اعداد ریسک ۰/۱۸۹، ۰/۱۳۹ و ۰/۰۱۷ رتبه‌های اول، دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند.

در خصوص ریسک‌های اقتصادی ـ اجتماعی ـ فرهنگی، گزینه‌های جابجایی و اسکان مجدد جمعیت، به زیر آب رفتن ابنیه، تاسیسات و سکونتگاه‌ها و تغییر کاربری اراضی به ترتیب با اعداد ریسک ۰/۱۱٤، ۰/۰٤۹، ۰/۰۳۳ اولویت‌های اول، دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. اشتغال و درآمد، مهاجرت، پذیرش اجتماعی و امنیت و گردشگری به ترتیب با اعداد ریسک ۰/۰۰۹، ۰/۰۰٦، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۱ در مکان‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

در مورد ریسک‌های ایمنی و بهداشت نیز گزینه‌های سقوط کارکنان از ارتفاع، تصادفات جاده‌ای، انفجار نابهنگام مواد منفجره و حوادث مربوط به بارگیری و تخلیه مصالح به ترتیب با اعداد ریسک ۰/۱۰۹، ۰/۰٤٦، ۰/۰٤٤ و ۰/۰۱۱ در مکان‌های اول، دوم، سوم و چهارم قرار گرفته‌اند.

جدول ۱۰ : مقایسه گزینه‌های ریسک در منطقه سد پلرود

زیرمعیارها	گزینه‌های ریسک	وزن نسبی (شدت)	وزن نسبی (احتمال وقوع)	عدد ریسک
ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	آلودگی‌ها	۰/۱۳۲	۰/۱۳۸	۰/۰۱۸
	زلزله	۰/۱۷٦	۰/۰٤۲	۰/۰۰۷
	زمین لرزه القایی	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۰۱
	سیل	۰/۰٦۲	۰/۰٦۳	۰/۰۰۳
	رسوب‌گذاری	۰/۲۰۳	۰/۲۳۰	۰/۰٤۷
	تاثیر بر منابع آب	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۰۸
	فرسایش خاک	۰/۲٦٤	۰/۲۳۲	۰/۰٦۱
	زمین لغزش	۰/۰٤۲	۰/۱۷٦	۰/۰۰۷
ریسک‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	جابجایی و اسکان مجدد جمعیت	۰/۳٦۱	۰/۳۱٦	۰/۱۱٤
	اشتغال و درآمد	۰/۰۷۳	۰/۱۲۳	۰/۰۰۹
	تغییر کاربری اراضی	۰/۱٦۷	۰/۱۹۸	۰/۰۳۳
	پذیرش اجتماعی و امنیت	۰/۰٤۷	۰/۰۵۱	۰/۰۰۲
	ابنیه، تاسیسات و سکونتگاه‌ها	۰/۲٤۷	۰/۱۹۸	۰/۰٤۹
	گردشگری	۰/۰۳۲	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱
	مهاجرت	۰/۰۷۳	۰/۰۷۸	۰/۰۰٦
ریسک‌های بیولوژیکی	تاثیر بر حیات وحش جانوری	۰/۱٦۳	۰/۱۰۵	۰/۰۱۷
	تاثیر بر پوشش گیاهی	۰/۲۹۷	۰/٦۳۷	۰/۱۸۹
	تاثیر بر زیستگاه‌ها	۰/۵٤۰	۰/۲۵۸	۰/۱۳۹
ریسک‌های ایمنی و بهداشت	تصادفات جاده‌ای	۰/۲۰۰	۰/۲۳۲	۰/۰٤٦
	سقوط کارکنان از ارتفاع	۰/۲۰۰	۰/۵٤٦	۰/۱۰۹
	حوادث مربوط به بارگیری و تخلیه	۰/۰۷۸	۰/۱۳۸	۰/۰۱۱
	انفجار نابهنگام مواد منفجره	۰/۵۲۲	۰/۰۸٤	۰/۰٤٤

پس از شناسایی، کمی‌سازی و اولویت‌بندی ریسک‌های موجود در منطقه، نیاز به برنامه پاسخ به ریسک می‌باشد که راهکارهای مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آنکه به وقوع بپیوندد، بیان می‌کند. روش‌های متفاوتی برای پاسخ وجود دارند که در اینجا، چند روش کاهش ریسک برای برخی از

www.SID.ir

Archive of SID

ریسک‌های دارای اولویت منطقه ارائه شده که در جدول ۱۱ آورده شده است. در جریان مدیریت ریسک، برنامه‌های کنترل ریسک از طریق آموزش، ارتباطات فرهنگی و برنامه جبران حوادث به منظور کاهش نتایج حاصل از یک فاجعه، فرآیند مستمر و پیوسته، پیگیری و بازنگری اجزای اصلی به منظور حصول نتایج از ارزیابی و مدیریت ریسک می‌باشند.

جدول ۱۱ : اقدامات پیشنهادی برای کاهش و کنترل ریسک‌های منطقه

بخش‌های محیط زیست	ریسک‌های محیط زیستی	اقدامات کنترلی
محیط فیزیکوشیمیایی	فرسایش و رسوب‌گذاری	۱- بذرپاشی، بوته‌کاری و کاشت درختچه‌ها ۲- تثبیت اراضی شیب‌دار در داخل مخزن و محدوده نوسانات آب ۳- سنجش میزان فرسایش خاک در زیر حوزه‌های شاخه‌های رودخانه هر سه ماه یک بار ٤- استفاده از سازه‌های مکانیکی حفاظت خاک ٥- احداث سدهای کمکی در بالادست و یا پایین دست ٦- مکان‌یابی دقیق محل کمپ‌های کارگاهی و ساختمان‌ها
	آلودگی ها	۱- جمع‌آوری فاضلاب خانگی با استفاده از روش‌های جدید ۲- استفاده از چاه جذبی و یا تانک سپتیک ۳- کنترل میزان کود و سموم مصرفی ٤- کشت محصولاتی که نیاز به کود یا سموم کمتری دارند.
	منابع آب	۱- احداث زهکش‌های مناسب یا تقویت زهکش‌های طبیعی دشت ۲- اجرای عملیات لایروبی و زهکشی اراضی ۳- پایش کیفیت آب در مخزن، بالادست و پایین دست سد (اندازه‌گیری پارامترهای pH, COD, BOD, DO، نیتریت، نیترات، فسفر، تعداد کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی در هر فصل یک بار در اعماق مختلف آب) ٤- پایش کمی رودخانه در بالادست (اندازه‌گیری حداقل و حداکثر میزان آبدهی در طول سال هر ماه یکبار)
	زلزله	۱- انجام مانورهای آمادگی ۲- مطالعات دقیق گسل‌ها، فعال و غیرفعال بودن آنها ۳- استفاده از مصالحی که انرژی زمین‌لرزه را کاهش دهد.
محیط فیزیکوشیمیایی	زمین لغزش	۱- ایجاد تراس‌بندی مناسب برای حفظ شیب‌های دیواره‌های اطراف مخزن و جناحین ۲- کشت گیاه روی تراس‌ها به عنوان حفاظت بیولوژیک ۳- تخریب لایه‌های متزلزل و یا لایه‌های مستعد لغزش ٤- بازدیدهای مستمر صحرایی در مورد حرکات احتمالی زمین
	سیل	استفاده از گزارش‌های پیش‌بینی‌های سازمان هواشناسی برای اعلام موقعیت های بحرانی
	زمین لرزه القایی	۱- بررسی گسل‌ها و دوری و نزدیکی محل به مراکز زلزله قبلی و سوابق زمین لرزه ۲- انجام مشاهدات جابجایی زمین تا شعاع ۱۰۰ کیلومتری از ساختگاه سد پلرود ۳- بررسی ضریب نفوذپذیری، درز و ترک در سنگ ساختگاه
محیط بیولوژیکی	پوشش گیاهی	۱- احیای پوشش گیاهی به ویژه احیای گونه انجیلی در بالادست مخزن و نواحی پیرامون آن ۲- جلوگیری از تبدیل اراضی طبیعی ۳- جلوگیری از ورود و تعلیف خارج از ظرفیت دام ٤- کاهش حجم فعالیت‌های مخرب جاده سازی، کوبیدن خاک، انفجارات زاید و غیره ٥- احداث کمپ‌ها و تأسیسات در مکان‌های بدون پوشش گیاهی
	آبزیان	۱- رهاسازی حداقل جریان آب مورد نیاز در کلیه مواقع سال جهت حفظ حیات آبزیان و شرایط پایه اکولوژی رودخانه در پایین دست ۲- حفاظت محل‌های تخم‌گذاری ماهیان در رودخانه پلرود ۳- توسعه امکانات آبزی‌پروری و شیلات در مخزن سد
محیط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی	جابجایی و اسکان مجدد جمعیت	۱- تعیین دقیق خسارات مربوطه از قبیل ارزش مسکن، اراضی زراعی، فرصت‌های شغلی از دست رفته و بازپرداخت غرامات مربوطه ۲- احداث مناطق سکونتگاهی جدید در پایین دست مخزن ۳- تامین فرصت‌های شغلی مناسب برای افراد جابجا شده ٤- تامین تسهیلات برای ساکنین بومی و جابجا شده

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ـ اندرودی، م.، ۱۳۸۰، "اصول و روش های مدیریت زیست محیطی"، نشر کنگره.

ـــ سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۷، "گزارش زمین شناسی محدوده حوزه آبریز پلرود"، سازمان زمین شناسی کشور.

ـ شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان، ۱۳۸۵، "طرح جامع آب کشور حوزه آبریز پلرود"، وزارت نیرو.

ـــ غیاث الدین، م.، ۱۳۷۳، "آلودگی هوا"، نشر دانشگاه تهران.

ـ قدسی پور، ح.، ۱۳۸۵، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)"، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، چاپ پنجم.

ـ مرکز آمار ایران، ۱۳۸٦، "آمارنامه استان گیلان"، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان.

ـ مهاب قدس، ۱۳۸۵، "مطالعات ارزیابی اثرات زیست محیطی سد مخزنی و شبکه آبیاری و زهکشی پلرود"، شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.

- Alexiou, E., Kontos, TH. D., and Halvadakis, C. P., (2005), **Fuzzy GIS-Based Multiple Criteria Analysis Methodology for MSW Landfill Risk Assessment**, Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST2005), Rhodes Island, Greece.

- Bascetin, A., (2007), **A Decision Support System Using Analytical Hierarchy Process (AHP) for the Optimal Environmental Reclamation of an Open-pit Mine**, Journal of Environmental Geology, Vol.52, pp.663–672.

- Dongjian, Z., Chongshi, G., Peng, L., Zili, W., (2005), **Safety Synthesis Assessment of River-Way Levee**, 73rd Annual Meeting of ICOLD,Tehran, Iran.

- Eldin, N., Eldrandaly, K. A., (2004), **A Computer-Aided System for Site Selection of Major Capital Investments**, 1st ASCAAD International Conference, e-Design in Architecture, Dhahran, Saudi Arabia.

- Harrald, J. R., Renda-Tauali, I., Shaw, G. L., Rubin, C. B., Yeletaysi, S., (2006), **Review of Risk Based Prioritization / Decision Making Methodologies for Dams**, Washington DC: Institute for Crisis, Disaster, and Risk Management, The George Washington University.

- Heller, S., (2006), **Managing Industrial Risk Having a Tested and Proven System to Prevent and Assess Risk**, Journal of Hazardous Materials, Vol.130, No (1-2). pp. 58-63.

- Muhlbauer, W. K., (2004), **Pipeline Risk Management Manual: Ideas, Techniques and Resources**, 3rd Edition,Oxford, Gulf Professional Publishing, Elsevier.

-Tran, L. T., Knight, C. G., O'Neill, R. V., Smith, E. R., Riitters, K. H., Wickham, J. D., (2002), **Fuzzy Decision Analysis for Integrated Environmental Vulnerability Assessment of the Mid-Atlantic Region**, Journal of Environmntal Management, Vol. 29, No 6. pp. 845-859.

- Triantaphyllou, E., Mann, S. H., (1995), **Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges**, International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, Vol. 2, No. 1, pp. 35-44.

- Zayed, T., (2008), **Assessing Risk and Uncertainty Inherent in Chinese Highway Project Using AHP**, International Journal of Project Management, Vol. 26, No. 4, pp.408-419.

www.SID.ir