

استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد سردشت در منطقه زاگرس شمالی با استفاده از تکنیک‌های Entropy و TOPSIS

فروزنده سادات مرعشی شوشتری، سعید ملاماسی* و سید علی جوزی
گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۸

چکیده

هدف از انجام این مقاله استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد سردشت در منطقه زاگرس شمالی در سال ۱۳۹۴ با استفاده از تکنیک‌های Entropy و TOPSIS است. سه مرحله شناسایی عوامل ریسک، ارزیابی ریسک و استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی به انجام رسیده است. در مرحله اول به بررسی ویژگی‌های فنی سد در فاز بهره برداری و سپس به شناسایی عوامل ایجاد کننده ریسک‌های ناشی از فعالیت‌ها بر سه محیط فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی و انسانی پرداخته شده است. در مرحله دوم ریسک‌ها با سه معیار (شدت، احتمال و آسیب پذیری) تعریف و با نظر کارشناسان نمره دهی شده است. نمره دهی‌های مورد نظر توسط روش آنتروپی وزن دهی و با استفاده از نرم افزار TOPSIS Solver 2014 اولویت بندی شده‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده در فاز بهره برداری لایه بندی حرارتی مخزن سد، قطع ارتباط زیستگاه پایین دست و بالادست سد و شیوع بیماری انگلی در مخزن سد به ترتیب بیشترین میزان ریسک محیط فیزیکوشیمیایی، ریسک محیط بیولوژیکی و ریسک محیط انسانی را دارا می‌باشد. در مرحله سوم با توجه به اولویت بندی‌های ریسک، برنامه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) برای احداث سد طی پنج مرحله به انجام رسیده است. مرحله اول تعیین خط مشی و اهداف، مرحله دوم ارائه برنامه محیط زیستی، بهداشت و ایمنی، مرحله سوم اجرای برنامه، مرحله چهارم پایش و نظارت و کنترل و مرحله پنجم بازنگری است.

واژگان کلیدی: سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی، تکنیک Entropy و TOPSIS، زاگرس شمالی
*نگارنده پاسخگو: s.malmasi50@gmail.com

مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل رفع مشکلات کمبود آب به ویژه در بخش کشاورزی و صنعت بیش از پیش به احداث و بهره برداری از سدها در کشور پرداخته شده است (درویشی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به وسعت احداث سد و از جمله آسیب‌های احتمالی می‌توان به لایه بندی حرارتی، قطع ارتباط زیستگاه بالا دست و پایین دست سد، مهاجرت آبزیان، شیوع بیماری انگلی در مخزن سد، زمین لرزه و رانش زمین اشاره نمود (Shaoqing *et al.*, 2010; Doyle *et al.*, 2010; Meng *et al.*, 2008). علاوه بر ایمنی سد، یکی از مباحثی که پس از بهره برداری مطرح است، سلامتی اهالی منطقه پایین دست سد می‌باشد (Briaud, 2008; Enji *et al.*, 2012). تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه (MADM) (Multiple Attribute Decision Making) چارچوبی مفهومی و راهکاری برای برآورد و انتخاب کنترل منابع آبی و خشکی هستند.

روش Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) یکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مدیریتی تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری می‌باشد و با استفاده از آن می‌توان تصمیم‌گیری را علمی‌تر ساخته و فرایند تصمیم‌گیری را منطقی‌تر نمود (Heller, 2006). به همین منظور پس از احداث سد باید ارزیابی و مدیریت ریسک انجام شود. استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) Healthy, Safety and Environment Management System با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین راهکار برای کاهش ریسک‌های حاصل از بهره برداری سد در منطقه می‌باشد (Mohammadfam *et al.*, 2012; Zhen *et al.*, 2014).

تاکنون بیشتر مطالعات انجام شده در کشور و سایر کشورهای جهان، به جنبه‌های ایمنی و شکست سدها توجه داشته‌اند و کمتر به ارائه برنامه‌ای برای استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) پس از احداث آن پرداخته شده است. سابقه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی

و مدیریت ریسک محیط زیستی سد کاربرد زیادی دارند. Master در سال ۲۰۰۹ در پژوهشی به مسائل ریسک محیط زیستی سد تیلگرا به صورت جامع در ابعاد مختلف بیوفیزیکی مانند جامعه و موارد ریسک‌های اجتماعی-اقتصادی پرداخته است. تخریب چشم‌انداز و لایه بندی حرارتی مخزن سد به عنوان مهم‌ترین ریسک‌های این پروژه شناسایی شدند. پورمحمدی و همکاران در سال ۱۳۹۲ ریسک‌های زیست محیطی راه جایگزین سدگتوندعلیا در فاز بهره برداری با استفاده از روش TOPSIS را ارزیابی نمودند و برای شناسایی ریسک‌های موجود در منطقه از روش دلفی استفاده نمودند. شهرکی و فرامرزی پور در سال ۱۳۹۲ تحقیقی در ارتباط با ارزیابی ریسک پروژه‌های سدسازی با استفاده از روش دلفی و TOPSIS ارائه نموده‌اند و به تعیین اهمیت ریسک‌ها، رتبه بندی و اولویت بندی پروژه‌های مختلف با استفاده از روش دلفی و TOPSIS پرداختند. نتایج تحقیق اشاره شده نشان داد که با اولویت بندی معیارها، محاسبه وزن نسبی هر معیار و ارزیابی پارامترهای ریسک، به راحتی می‌توان کم‌ریسک‌ترین پروژه را انتخاب و اجرا نمود.

Tousan در سال ۲۰۰۶ روش‌های تحلیل خطر زمین لرزه و ریسک‌های کلی در ۳۲ سد در حوضه فرات ترکیه را بررسی نموده و نشان داد که آستانه شتاب زمین در طیف گسترده‌ای در ساختگاه سدها تغییر می‌کند و ۱۵ سد از سدهای بررسی شده در معرض بالاترین خطر زمین لرزه قرار داشتند. Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۱ ارزیابی ریسک شکست سد باطله Shouyun Heshangyu پرداختند. در تحقیق مذکور به بررسی اثرات تجمعی در پایین دست سد پرداخته شده است و با استفاده از شبیه‌سازی مسیر و جریان آب در پایین سد باطله هرکدام از عوامل تاثیر پذیر از بین رفتن زیستگاه‌های آبی، منابع محیط زیستی، آبزیان، مهاجرت اهالی منطقه، زیان‌های اقتصادی، وزن دهی شده و ارزیابی ریسک شکست سد باطله برآورد گردید. Chen و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثرات تجمعی پروژه‌های سدسازی بر اکوسیستم رودخانه بر اساس تجزیه و تحلیل شبکه‌ای اکولوژیکی ارائه نموده‌اند. طیب زاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ درباره تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی سد طالقان در مرحله بهره برداری ارائه نموده‌اند. جوزی و همکاران در سال ۱۳۸۸ درباره ارزیابی ریسک

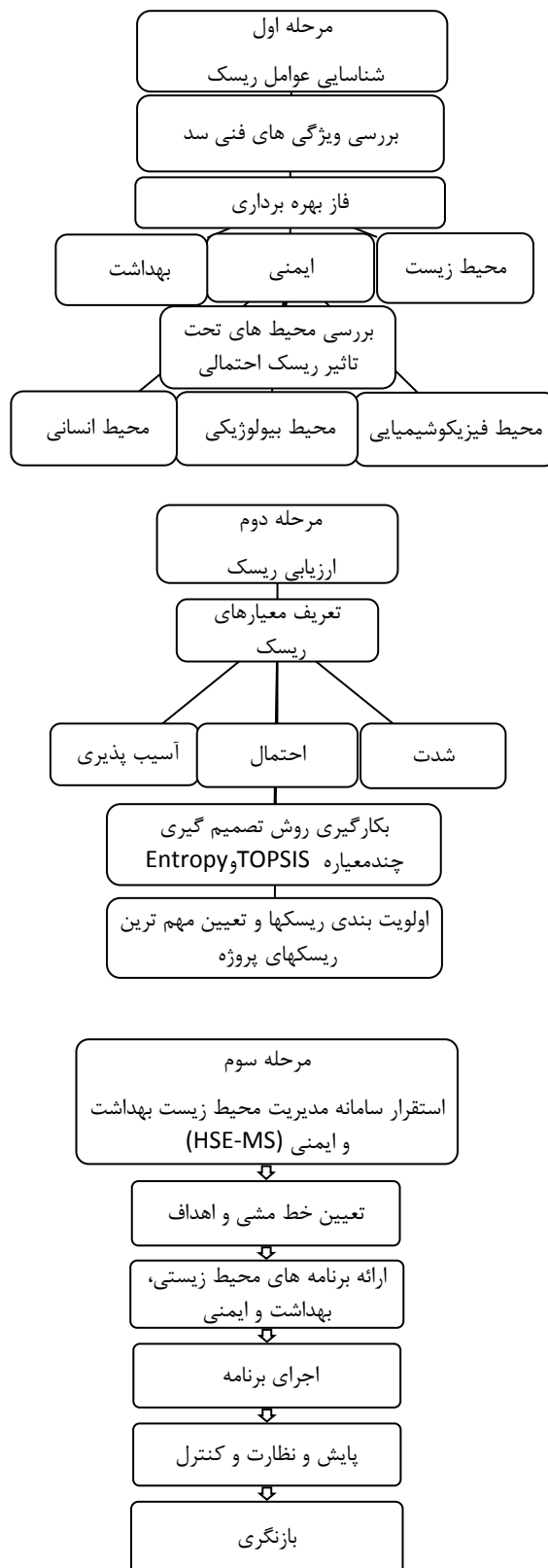
باشد. آورد سالیانه رودخانه ۱۲۴۰ میلیون متر مکعب است. محل ساختگاه سد منطقه زاگرس شمالی بوده که دارای جنگل‌های زاگرس با دامنه گسترش گونه‌های مختلف با غالبیت جنس بلوط به مساحت حدود ۵/۵ میلیون هکتار و آبیانی شامل امور، سیم کپور و کولی است. منطقه زاگرس شمالی با برخورداری از توان اکولوژیکی بالاتر، از انبوهی پوشش تاجی بالاتری برخوردار است. میانگین بارندگی سالانه جنگل‌های زاگرس شمالی حدود ۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد و در جنگل‌های نیمه خشک طبقه بندی شده است. جنگل‌های بلوط ناحیه رویشی زاگرس به عنوان یکی از گسترده‌ترین رویشگاه‌های گیاهی محسوب می‌شود. استقرار سامانه مدیریت محیط زیست بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در احداث سد طی سه مرحله می‌باشد. این سه مرحله خود دارای چند زیر بخش به صورت شکل (۱) است.

محیط زیستی سدها به روش تحلیل سلسله مراتبی AHP (مطالعه موردی: سد سفارود) ارائه نموده اند. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارائه برنامه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد سردشت در منطقه زاگرس شمالی با استفاده از تکنیک‌های Entropy و TOPSIS بر اساس شناسایی و اولویت بندی ریسک‌های ناشی از فعالیت فاز بهره برداری بر محیط زیست منطقه و راهکارهایی برای تقلیل، کنترل و انتقال مخاطرات محیط زیستی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

سد سردشت در منطقه زاگرس شمالی و استان آذربایجان غربی واقع شده است و سدی سنگریزه‌ای با هسته رسی می‌باشد. مساحت حوزه آبریز رودخانه تا محل احداث سد ۲۹۳۴ کیلومتر مربع و میزان متوسط جریان سالانه رودخانه در محل احداث سد ۵۱ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد.



شکل ۱- مراحل استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد

و در سه زیر بخش محیط زیست، بهداشت و ایمنی است. در بخش دوم به بررسی وضعیت محیط های تحت تاثیر ریسک های احتمالی فعالیت های فاز بهره برداری و شناسایی عوامل ایجاد کننده ریسک پرداخته شده است.

مرحله نخست (شناسایی عوامل ریسک): این مرحله دارای دو بخش بوده و از طریق بازدیدهای میدانی و نظر خبرگان آشنا با این طرح به انجام رسید. بخش نخست آن مربوط به بررسی ویژگی های فنی سد در فاز بهره برداری

حادثه رخ ندهد. معیار آسیب پذیری به معنای این است که چقدر آسیب به عناصر محیط زیست وارد می شود. توسط این معیارها عواملی که بیشترین ریسک را بر محیط فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی و انسانی وارد می سازند، تعیین و اولویت بندی شده است.

بخش دوم به کارگیری روش های تصمیم گیری چند معیاره آنتروپی و TOPSIS: پس از بررسی بر روی میزان شدت، احتمال و آسیب پذیری هرکدام از فعالیت ها بر محیط زیست منطقه از روش های تصمیم گیری چند معیاره برای وزن دهی به عامل ها و مشخص شدن عاملی که بیشترین ریسک را وارد می سازد، استفاده گردید. استفاده از روش آنتروپی با روابط (۱ تا ۵) ماتریس تصمیم گیری از مدل MADM حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی آن مورد استفاده قرار گیرد (مومنی، ۱۳۹۳).

برای این منظور ریسک ها در سه گروه ریسک محیط فیزیکوشیمیایی، بیولوژیکی و انسانی تقسیم شده اند. برای شناسایی عوامل ایجاد کننده ریسک، از نظر کارشناسان خبره و آشنا با این طرح که با سابقه کار بالای ده سال در زمینه ارزیابی ریسک محیط زیستی سد بوده اند، استفاده گردیده است.

مرحله دوم (ارزیابی ریسک): مرحله دوم ارزیابی ریسک، شامل سه بخش است.

بخش اول تعریف معیار: در این مرحله برای بررسی ریسک های وارده به محیط زیست، شدت، احتمال و آسیب پذیری به عنوان معیارهای ریسک محیط زیستی تعریف گردید. مبنای این معیارها با توجه به نیاز ارزیابی ریسک محیط زیستی سد در منطقه انتخاب شده است. معیار شدت برای اندازه یا بزرگی ریسک وارد شده به محیط زیست بکار می رود. معیار احتمال به معنای احتمال وقوع می باشد که در منطقه چقدر احتمال دارد که این حادثه اتفاق بیفتد یا چقدر احتمال دارد که این

۱- در ابتدا محتوای اطلاعات در ماتریس، به صورت نرمالیزه شد و محاسبه گردید.

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}, \quad \forall i, j \quad \text{رابطه (۱)}$$

۲- E_i از مجموعه P_{ij} ها به ازای هر مشخصه، محاسبه شد.

$$E_i = -k \sum_{i=1}^m (p_{ij} \cdot \ln p_{ij}), \quad \forall j \quad \text{رابطه (۲)}$$

۳- به طوریکه مقدار k به صورت مقابل محاسبه گردید.

$$k = \frac{1}{\ln m} \quad \text{رابطه (۳)}$$

۴- عدم اطمینان یا درجه انحراف d_j از اطلاعات، به ازای شاخص j ام حاصل گردید.

$$d = 1 - E_j, \quad \forall j \quad \text{رابطه (۴)}$$

۵- در نهایت برای وزن دهی (w_i) از شاخص های موجود استفاده شد.

$$w_i = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, \quad \forall j \quad \text{رابطه (۵)}$$

در روش TOPSIS با روابط (۶ تا ۱۱) علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه A_i از نقطه ایده آل، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته شد. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی باشد.

۶- تبدیل ماتریس تصمیم گیری به یک ماتریس بی مقیاس شده یا نرمالیزه شده با استفاده از فرمول زیر بدست آمد.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad \text{رابطه (۶)}$$

۷- ماتریس بی مقیاس وزین با مفروض بودن بردار W به عنوان ورودی ایجاد گردید.

رابطه (۷)

$$W = (w_1, w_2, w_j, \dots, w_n)$$

$$V = N_D \cdot W_{n \times n} \begin{vmatrix} V_{11} & \dots & V_{1j} & \dots & V_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ V_{m1} & \dots & V_{mj} & \dots & V_{mn} \end{vmatrix}$$

۸- مشخص نمودن راه حل ایده آل مثبت (A^+) و راه حل ایده آل منفی (A^-) به صورت زیر در نظر گرفته شد.

رابطه (۸)

$$A^+ = \{(\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J) | i = 1, 2, \dots, m\} = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\}$$

$$A^- = \{(\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J) | i = 1, 2, \dots, m\} = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\}$$

۹- محاسبه اندازه فاصله، فاصله گزینه A با ایده آل ها با استفاده از روش اقلیدسی به صورت زیر حاصل گردید.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

۱۰- محاسبه نزدیکی نسبی A_i به راه حل ایده آل به صورت زیر بدست آمد.

$$CL^+ = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

۱۱- بر اساس ترتیب نزولی CL^+ گزینه های موجود رتبه بندی شد.

اولویت بندی شده و ریسک هایی که بیشترین آسیب را بر سه محیط فیزیکی شیمیایی، محیط بیولوژیکی و محیط انسانی وارد می سازد، مشخص گردید.

مرحله سوم استقرار سامانه مدیریت محیط زیست بهداشت و ایمنی (HSE-MS): در مرحله قبل محیط های پذیرنده ای که بیشترین ریسک های فیزیکی شیمیایی، بیولوژیکی و انسانی در فاز بهره برداری را به خود اختصاص داده بود، اولویت بندی شدند. اولویت ها برای ارائه برنامه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست بهداشت و ایمنی (HSE-MS) که شامل پنج بخش است، مورد استفاده قرار گرفت.

بخش اول تعیین خط مشی و اهداف

در این مرحله خواسته های مدیریتی و اصول عملکردی در راستای بهبود کارایی و اثر بخشی استقرار سامانه مدیریت محیط زیست بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در سد سازی ارائه شده است. جلوگیری از تخریب محیط زیست، نظارت بر عملکرد مناسب روش ها و اقدامات کاهش اثرات

بخش سوم اولویت بندی ریسک ها و تعیین مهم ترین ریسک های پروژه: همان طور که در بخش نخست در مرحله دوم اشاره شد، معیارهای تعریف شده شدت، احتمال و آسیب پذیری با توجه به نیاز ارزیابی ریسک محیط زیستی سد، ارائه گردیده است. برای این منظور محیط های تحت تاثیر به سه گروه ریسک فیزیکی شیمیایی، ریسک بیولوژیکی و ریسک انسانی تقسیم شده و عوامل ایجاد کننده ریسک توسط کارشناسان و خبرگان آشنا با این طرح بین (۵ تا ۱) نمره دهی شد. مبنای این نمره دهی به گونه ای است که با توجه به ماهیت منفی معیارهای تعریف شده ریسکی که بیشترین آسیب را وارد می سازد، نمره ۱ را به خود اختصاص داده است و به همین ترتیب ریسکی که کمترین آسیب را وارد می سازد نمره ۵ را به خود اختصاص می دهد. نمره دهی ها وارد نرم افزار TOPSIS Solver 2014 گردید. ریسک ها توسط آنالیز وزن دهی و با استفاده از نرم افزار TOPSIS Solver 2014

پایش پسماندها در این مرحله پایش و نظارت و کنترل گردید.

بخش پنجم بازنگری

برای مرور و بررسی عملیات پروژه و با در نظر گرفتن فعالیت‌های پروژه و حساسیت‌های محیط زیستی تدوین و ارائه می‌گردد. هدف اصلی نظارت و بازرسی شناسایی شرایط پیش‌بینی نشده و اطمینان از اجرای کلیه تمهیدات پیش‌بینی شده در مطالعات و اسناد پروژه می‌باشد. رفع مشکلات اجرای برنامه، تغییر دوره یا تناوب پایش و رفع نقایص احتمالی روش‌های کاهش اثرات از جمله آنها است.

نتایج

در پژوهش حاضر، ابتدا ریسک‌های ناشی از فعالیت‌ها، شناسایی شد و با توجه به نظر کارشناسان هرکدام از سه معیار شدت، احتمال و آسیب پذیری نمره دهی گردید. نمره دهی‌های ارائه شده برای نشان دادن هرچه بهتر اولویت بندی‌های ریسک‌های سه محیط فیزیکیوشیمیایی، بیولوژیکی و انسانی در فاز بهره برداری با استفاده از روش آنالیز وزن دهی و با نرم افزار تاپسیس ۲۰۱۴ اولویت بندی شده است. ریسک‌های اولویت بندی شده در فاز بهره برداری به ترتیب ریسک محیط فیزیکیوشیمیایی، بیولوژیکی و انسانی مربوط به لایه بندی حرارتی در مخزن سد سردشت، قطع ارتباط زیستگاه بالادست و پایین دست و شیوع بیماری انگلی است. ماتریس تصمیم‌گیری و نتایج حاصل از نرم افزار به صورت جدول شماره‌های (۱ الی ۶) ارائه شده است.

پایش مستمر بر کیفیت آلاینده‌ها در حد استاندارد از جمله اهداف اصلی این مرحله می‌باشد.

بخش دوم ارائه برنامه‌های مدیریت محیط زیستی،

بهداشت و ایمنی (HSE-MS)

این بخش مربوط به ارائه برنامه‌های مدیریت محیط زیستی، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) می‌باشد. در این مرحله با توجه به اطلاعات بدست آمده در بخش‌های پیشین، برنامه‌های محیط زیستی شامل ارائه راهکارهای کاهش اثرات زیانبار، برنامه آموزش به کارکنان و ذی‌نفعان، اقدامات کنترلی و نظارتی در چهار بخش مواد زائد و جامد، آلاینده‌های آب، هوا و صوت صورت گرفت.

بخش سوم اجرای برنامه‌های مدیریتی

اجرای برنامه‌های مدیریتی که در مرحله قبل به آن اشاره شده است و شامل روش‌های کاهش و اقدامات پیشنهادی است که برای هر محیط فیزیکیوشیمیایی، بیولوژیکی و انسانی انجام گردید.

بخش چهارم پایش و نظارت و کنترل

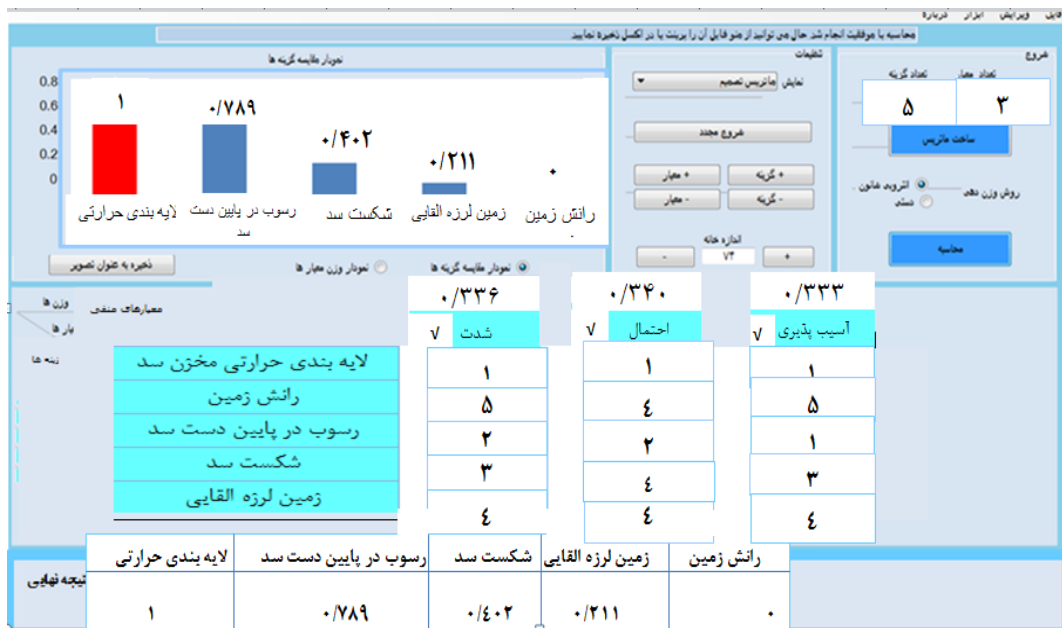
در این بخش چگونگی انجام فعالیت‌ها و وظایف، تشخیص عدم انطباق، اقدامات اصلاحی، گزارش دهی، پیگیری، کارایی اجرا و بازبینی آنها و ثبت سوابق از جمله ضرورت‌های برنامه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی صورت گرفت (جوزی و پاداش، ۱۳۸۶). فعالیت‌ها و وظایف براساس روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌های کاری خط مشی HSE تهیه گردید (مقصودلو، ۱۳۸۹). برنامه پایش آلودگی هوا، برنامه پایش پساب و برنامه

جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری محیط فیزیکیوشیمیایی فاز بهره برداری سد سردشت در منطقه زاگرس در سال ۱۳۹۴

ماتریس ریسک محیط فیزیکیوشیمیایی فاز بهره برداری	شدت	احتمال	آسیب پذیری
لایه بندی حرارتی مخزن سد	۱	۱	۱
رانش زمین	۵	۴	۵
رسوب در پایین دست سد	۲	۲	۱
شکست سد	۳	۴	۳
زمین لرزه القایی	۴	۴	۴
نوع معیار	منفی	منفی	منفی
وزن معیار	۰/۳۳۶	۰/۳۴۰	۰/۳۲۳

جدول ۲- نتیجه ریسک محیط فیزیکوشیمیایی فاز بهره برداری سد سردشت

ضریب نزدیکی	نتیجه ریسک محیط فیزیکوشیمیایی فاز بهره برداری
۱	لایه بندی حرارتی مخزن سد
۰/۷۸۹	رسوب در پایین دست سد
۰/۴۰۲	شکست سد
۰/۲۱۱	زمین لرزه القایی
۰	رائش زمین



شکل ۲- ماتریس تصمیم گیری و نتایج اولویت بندی ریسک محیط فیزیکوشیمیایی فاز بهره برداری سد سردشت در نرم افزار

TOPSIS Solver2014

جدول ۳- ماتریس تصمیم گیری محیط بیولوژیکی فاز بهره برداری سد سردشت

ماتریس ریسک محیط بیولوژیکی فاز بهره برداری	شدت	احتمال	آسیب پذیری
قطع ارتباط زیستگاه پایین دست و بالا دست سد	۱	۱	۱
مهاجرت آبزیان	۳	۳	۳
از بین رفتن محل های تخم ریزی آبزیان	۱	۲	۱
نوع معیار	منفی	منفی	منفی
وزن معیار	۰/۳۲۶	۰/۳۴۷	۰/۳۲۶

جدول ۴- نتیجه ریسک محیط بیولوژیکی فاز بهره برداری سد سردشت

ضریب نزدیکی	نتیجه ریسک محیط بیولوژیکی فاز بهره برداری
۱	قطع ارتباط زیستگاه پایین دست و بالا دست سد
۰/۷۵۹	از بین رفتن محل های تخم ریزی آبزیان
۰	مهاجرت آبزیان

جدول ۵- ماتریس تصمیم گیری محیط انسانی فاز بهره برداری سد سردشت

ماتریس ریسک محیط انسانی فاز بهره برداری	شدت	احتمال	آسیب پذیری
شیوع بیماری انگلی در مخزن سد	۱	۱	۱
تخریب چشم انداز	۵	۴	۵
مهاجرت اهالی منطقه	۲	۲	۲
نوع معیار	منفی	منفی	منفی
وزن معیار	۰/۳۲۶	۰/۳۴۶	۰/۳۲۶

جدول ۶- نتیجه ریسک محیط انسانی فاز بهره برداری سد سردشت

ضریب نزدیکی	نتیجه ریسک محیط انسانی فاز بهره برداری
۱	شیوع بیماری انگلی در مخزن سد
۰/۷۲۲	مهاجرت اهالی منطقه
۰	تخریب چشم انداز

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر، مراحل استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد سردشت در منطقه زاگرس شمالی در سال ۱۳۹۴ با استفاده از تکنیک های Entropy و TOPSIS طی سه مرحله به انجام رسید.

در مرحله اول به شناسایی عوامل ریسک با توجه به ویژگی های فنی سد در فاز بهره برداری و در سه بخش محیط زیست، بهداشت و ایمنی پرداخته شده و سپس محیط های تحت تاثیر ریسک احتمالی در سه گروه ریسک محیط فیزیکوشیمیایی، ریسک محیط بیولوژیکی و ریسک محیط انسانی بررسی شده اند. در مرحله دوم ریسک های شناسایی شده با تعریف معیارهای ریسک (شدت، احتمال و آسیب پذیری) توسط نظر کارشناسان نمره دهی شده و از روش Entropy وزن دهی و با استفاده از نرم افزار TOPSIS Solver 2014 اولویت بندی شده اند.

اولین اولویت ریسک محیط فیزیکوشیمیایی در فاز بهره برداری لایه بندی حرارتی مخزن سد است (جدول ۲). این ریسک به عنوان با اهمیت ترین ریسک در فاز بهره برداری

بدست آمده است. لایه بندی حرارتی مانع دریافت اکسیژن از منابع خارجی در داخل مخازن می شود، کمبود اکسیژن و ایجاد شرایط بی هوازی بر بسیاری از فرایندهای بوم شناختی و شیمیایی در مخزن تاثیر منفی می گذارد (زرگرپور و همکاران، ۱۳۸۶). کم اهمیت ترین اولویت در فاز بهره برداری در محیط فیزیکوشیمیایی رانش زمین بوده است. بهره برداری از سد باعث رانش زمین نمی شود زیرا که مکان یابی آن صحیح انجام شده است (جدول ۲). اولین اولویت ریسک محیط بیولوژیکی در فاز بهره برداری قطع ارتباط زیستگاه پایین دست و بالا دست است. اثر رودخانه سد بر جوامع جانوری و گیاهی در محدوده مخزن و بالا دست آن از جمله مهاجرت آبزیان، رشد و نمو گیاهان، تخریب زیستگاه رودخانه ای می باشد. ساخت سد و نگه داشتن رسوبات در مخازن آن مانعی برای تغذیه کانال های پایین دست می شود. در محیط بیولوژیکی مهاجرت آبزیان کمتر می باشد و مهم ترین عامل حائز اهمیت، قطع ارتباط زیستگاه و بعد از آن از بین رفتن محل های تخم ریزی آبزیان می باشد که همین امر ممکن است حیات آبزیان را به خطر بیندازد (جدول ۴). اولین اولویت ریسک در محیط انسانی فاز بهره برداری

ریسک شیوع بیماری انگلی در فاز بهره برداری از اهمیت کمتری برخوردار می باشد (جدول ۶). در مرحله سوم بر اساس شناسایی و اولویت بندی ریسک های بدست آمده حاصل از تکنیک های Entropy و TOPSIS ارائه برنامه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد سردشت منطقه زاگرس شمالی به صورت شکل (۳) انجام شد.

شیوع بیماری انگلی در مخزن سد است. تجمع مواد آلوده کننده در پشت سدها به مرور زمان، سبب آلودگی جانداران ساکن در رودخانه سد و نیز آلودگی خاک های اطراف سد می گردد و علاوه بر این چون از آب پشت سد برای مصارف گوناگون استفاده می شود، می تواند سبب افزایش انتقال بیماری شیستوسومیس به دلیل پراکنده شدن جمعیت حلزون های حامل، شود. تخریب چشم انداز کمترین اولویت ریسک را بدست آورده است چون در برابر



شکل ۳ - ارائه برنامه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) در فاز بهره برداری سد سردشت در منطقه زاگرس

اولویت بندی شده اند. نحوه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی (HSE-MS) با توجه به اولویت بندی های بدست آمده بر اساس (شکل ۳) ارائه گردیده است.

Master در سال ۲۰۰۹ به ارزیابی ریسک سد تیلگرا، از نظر طبقه بندی ریسک در فاز بهره برداری که شامل ریسک محیط انسانی و ریسک محیط فیزیکی شیمیایی بود، پرداخت، اولویت بندی هرکدام به ترتیب تخریب چشم انداز و لایه بندی حرارتی در مخزن سد بود. مشابه یافته های تحقیق حاضر، ریسک محیط فیزیکی شیمیایی توسط Master (۲۰۰۹) لایه بندی حرارتی در مخزن سد بود. اولین اولویت ریسک محیط انسانی در تحقیق Master تخریب چشم انداز بود ولی در تحقیق حاضر

ریسک های محیط فیزیکی شیمیایی به ترتیب شامل لایه بندی حرارتی مخزن سد، رسوب در پایین دست سد، شکست سد، زمین لرزه القایی و رانش زمین می باشد. نتایج حاصل به ترتیب (جدول ۲) ارائه شده است. ریسکهای محیط بیولوژیکی به ترتیب شامل قطع ارتباط زیستگاه پایین دست و بالا دست سد، از بین رفتن محل های تخم ریزی آبزیان و مهاجرت آبزیان می باشند نتایج حاصل به ترتیب (جدول ۴) ارائه شده است. ریسک های محیط انسانی به ترتیب مربوط به شیوع بیماری انگلی در مخزن سد، مهاجرت اهالی منطقه و تخریب چشم انداز می باشد. نتایج حاصل به ترتیب (جدول ۶) ارائه شده است که تمامی ریسک ها با توجه به نظر کارشناسان نمره دهی و با استفاده از نرم افزار TOPSIS Solver 2014

جنبه های ایمنی و شکست سدها بوده است و کمتر به استقرار یک سامانه مدیریتی که شامل همه جانبه بودن مسائل محیط زیست، بهداشت و ایمنی در فاز بهره برداری سد باشد، پرداخته شده است. این امر نشان می دهد که پژوهش حاضر نسبت به سایر پژوهش های انجام شده از جنبه جدیدی برای ارائه یک برنامه استقرار سامانه مدیریت محیط زیست، بهداشت و ایمنی در فاز بهره برداری سدها برخوردار است. حال در پایان برای استقرار هرچه بهتر این سامانه راهکارهای مدیریتی و پیشنهادهایی برای تقلیل و کنترل مخاطرات محیط زیستی به شرح زیر ارائه می گردد. گزارش نظارت و بازرسی و نمونه برداری از آب سد هر سه ماه یکبار بر اساس فرم های نظارت و بازرسی زیست محیطی تکمیل و ارائه گردد، حفاظت از محل های تخمگذاری ماهیان و ایجاد گذرگاه های مناسب درسد جهت عبور ماهیان، شکستن لایه های حرارتی آب مخزن با استفاده از هوادهی، پوشش کانال های فاضلاب رو و تخلیه متناوب کانال ها برای جلوگیری از تخمگذاری حشرات و ایجاد بو و برداشت اضافی گیاهان، برگ های ریخته شده درختان در محوطه اطراف سد و استفاده از آنها برای تغذیه دام ها و بیوگاز از جمله راهکارهای پیشنهادی برای کاهش مخاطرات محیط زیستی می باشد.

منابع

- زرگرپور، ح، غروی، م. و دهقان، ج. ۱۳۸۶. لایه بندی حرارتی در مخازن متوالی مطالعه موردی: مخازن سدهای کارون ۱ و ۲. تحقیقات منابع آب ایران، ۳(۲): ۷۷-۷۱.
- پورمحمدی، س، جعفرزاده حقیقی فرد، ن. و حسونی زاده، ه. ۱۳۹۲. تجزیه و تحلیل ریسک های محیط زیستی راه جایگزین سدگتوندعلیا با استفاده از روش Topsis. دومین همایش ملی حفاظت و برنامه زبری محیط زیست. تهران.
- جوزی، س. ع. و اسمعیلی ثابت رودسری، ث. ۱۳۸۸. ارزیابی ریسک محیط زیستی سدها به روش تحلیل سلسله مراتبی AHP (مطالعه موردی: سد

اولین اولویت ریسک محیط انسانی شیوع بیماری انگلی در مخزن سد می باشد. پورمحمدی و همکاران در سال ۱۳۹۲ معیارها شامل شدت، احتمال و آسیب پذیری و گزینه ها شامل تخریب چشم انداز، مهاجرت اهالی منطقه و تغییر در زیستگاه آبزیان نتایج پژوهش اشاره شده با تحقیق حاضر کاملا مطابقت دارد و فقط بازه نمره دهی برای نظر کارشناسان متفاوت بوده است در مقاله حاضر نمره دهی بین (۵ تا ۱) است ولی در پژوهش پورمحمدی و همکاران بین (۱۰ تا ۱) می باشد. همچنین نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر با نتایج شهرکی و فرامرزی پور در سال ۱۳۹۲ در استفاده از اولویت بندی ریسک با روش TOPSIS یکسان بوده است. تحقیق Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۱ در شناسایی ریسک های محیط انسانی و محیط بیولوژیکی با تحقیق حاضر مطابقت دارد ولی اولویت های متفاوت داشته است، به طوری که مهاجرت اهالی منطقه در تحقیق اشاره شده از اولویت بیشتری برخوردار بود و قطع ارتباط زیستگاه پایین دست و بالا دست سد و مهاجرت آبزیان از جمله ریسک های محیط بیولوژیکی با اولویت یکسان شناسایی شده است. پژوهش Chen و همکاران در سال ۲۰۱۰ با تحقیق حاضر در شناسایی اثرات ریسک و روش تجزیه و تحلیل آن تفاوت دارد، به طوریکه شناسایی اثرات جامع ریسک انباشتگی سدها در زمان و مقیاس عملکرد آن بر اکوسیستم توسط مدل های محیط زیستی، تجزیه و تحلیل های شبکه ای اکولوژیکی به انجام رسیده است. تحقیق حاضر با طیب زاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ در روش وزن دهی و شناسایی ریسک های پروژه در فاز بهره برداری تفاوت دارد. در تحقیق اشاره شده روش وزن دهی AHP و مقایسات زوجی بوده و سیلاب و گردشگری به عنوان ریسک های فاز بهره برداری شناسایی شده اند در حالیکه در پژوهش حاضر وزن دهی با روش Entropy بوده است. تحقیق جوزی و همکاران در سال ۱۳۸۸ با تحقیق حاضر در وزن دهی و شناسایی ریسک ها در فاز بهره برداری و فقط گزینه های زلزله، زمین لغزش و زمین لرزه القایی به عنوان ریسک شناسایی شده مطابقت دارد. بر اساس مقایسه نتایج اولویت بندی های ریسک ارائه شده در این پژوهش با سایر پژوهش های انجام شده در زمینه ارزیابی ریسک سد این گونه برمی آید که بیشتر مطالعات انجام شده در کشورما و سایر کشورهای جهان بر

Doyle, M.W., Stanley, E.H., Havlick, D.G., Kaiser, M.J., Steinbach, G., Graf, W.L., Galloway, G. & Riggsbee, J.A. 2008. Aging infrastructure and ecosystem restoration. *Science*, 319 (5861): 286-287.

Enji, S., Xingkai, Z., Zhongxue, L.I. & Yunhai, W. 2012. Tailings dam flood overtopping failure evolution pattern. International Conference on Modern Hydraulic Engineering, *Procedia Engineering*, 28:356 – 362.

Heller, S. 2006. Managing industrial risk-having a tasted and proven system to prevent and assess risk. *Journal of Hazardous Material*, 130(17): 58-63.

Mohammadfam, I., Mahmoudi, S. & Kianfar, A. 2012. Development of the health, safety and environment excellence instrument: a HSE-MS performance measurement tool. International Symposium on Safety Science and Technology, *Procedia Engineering*, 45 : 194 – 198.

Master, C. 2009. Environmental risk assessment of Tillgeranda. Tillegra Dam Planing and Environmental Assessment, Guideline EPA ,Chapter 9.

Meng, Y., Xin, Q., Yuchao, Z., Jinbao, S.H. & Denge, S.H. 2010. Assessing alternatives for sustainable management of a flood control dam. International Society for Environmental Information Sciences, Annual Conference (ISEIS), *Procedia Environmental Sciences*, 2: 98–110.

Shaoqing, C., Bin, C. & Meirong, S. 2010. The cumulative effects of dam project on river ecosystem based on multi-scale ecological network analysis. *Procedia Environmental*

شفاورد). دومین کنفرانس بین‌المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، اصفهان.

جوزی، س. ع. و پاداش، ا. ۱۳۸۶. سامانه مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE-MS) چاپ اول. انتشارات کاوش قلم. ایران.

درویشی، س.، ملماسی، س. و نظری دوست، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی ریسک محیط زیستی سد صیدون خوزستان در مرحله ساختمانی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه. سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست. تهران.

شهرکی، م. ر. و فرامرزیور، ب. ۱۳۹۲. توسعه یک مدل ارزیابی ریسک پروژه‌های سدسازی با استفاده از روش دلفی و TOPSIS. پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. تهران.

طیب زاده، ن.، ملک محمدی، ب. و یآوری، ا. ۱۳۹۲. تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط زیستی سد طالقان در مرحله بهره‌برداری. اولین همایش ملی برنامه ریزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار. تهران.

مقصود لو، ب. ۱۳۸۹. مبانی طرح ریزی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت جامع بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE-MS)، چاپ دوم، انتشارات گنج شایگان. ایران.

مومنی، م. ۱۳۹۳. مباحث نوین تحقیق در عملیات. چاپ ششم، ویرایش سوم. انتشارات گنج شایگان. ایران.

Briaud, J.L. 2008. Case histories in soil and rock erosion: Woodrow Wilson Bridge, Brazos River Meander, Normandy Cliffs, and New Orleans Levees. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 134(10): 1424-1447.

Chen, S., Fath, D. B. & Chen, B. 2010. Ecological risk assessment of hydropower dam construction based on ecological network analysis. *Procedia Environmental Science: In ISEIS*, (2): 725-728.

Sciences, International workshop from the International Congress on Environmental Modeling and Software (iEMSs2010), 5: 12–17.

Tousan, H. 2006. Seismic hazards and total risk assessment for large dams in Euphrates basin, Turkey. *Engineering Geology*, 89(1-2): 155-170.

Zhang, X., Xiaohu, X. & kaili, X. 2011. Study on the risk assessment of the tailings dam break. *Procedia Engineering*, 26: 2261-2269.

Zhen, M., Zi-wu, F., Ming, Z. & Yi.l, S. 2014. Flood risk control of dams and dykes in middle reach of Huaihe River. *Water Science and Engineering*, 7(1): 17-31.