نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۷، خرداد - تیر ۱۴۰۲، ص. ۲۰۵-۱۹۳

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 17, Jun.-Jul. 2023, p. 193-205

مقاله علمی-پژوهشی

بازاندیشی طراحی بخش‌های مختلف سامانه سرریز آزاد بر اساس تحلیل ریسک چند سطحی (مطالعه موردی سد قزل داش)

سعید اقبالی زاده*[1]، عباسعلی قزل سوفلو[2]، جواد علامتیان[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸

چکیده

در این پژوهش، با توجه به موضوع بازاندیشی طراحی بخش‌های مختلف سامانه سرریز آزاد بر اساس روش ریسک چند سطحی در اجرای پروژه سرریز سد قزل داش، جامعه آماری پژوهش، علاوه بر نظرات کلیه مدیران و دست‌اندرکاران سد قزل داش، شامل دیدگاه‌های کارشناسان خبره در رابطه با موضوع پژوهش نیز بوده است. در این بخش به بررسی دیدگاه‌های کارشناسی شده در رابطه با موضوع روش ریسک چند سطحی هریک از فرایندها و بخش‌های اجرایی در حوزه پشتیبانی و رفع ریسک‌های ایمنی سد قزل داش پرداخته شده است. بررسی دیدگاه‌های کارشناسان نشان داده است که کاهش مخاطرات ایمنی و ریسک‌های سد قزل داش به‌صورت زمانی و ریالی در مراحل اجرا در حوزه پشتیبانی و رفع ریسک‌های ایمنی سد قزل داش می‌تواند تا حدود زیادی، هم، زمان انجام کار را و هم مخاطرات ایمنی و ریسک‌های پیش‌بینی‌شده سد قزل داش را کاهش دهد. بررسی‌ها نشان داده است که ریسک اشکال در سازه کنترل دارای بیشترین ریسک بوده (۴۷/۱۶۷ مرتبه) و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است و ریسک پدیده کاویتاسیون (۳۷/۶۶۸ مرتبه) پس از ریسک اشکال در سازه کنترل، دارای بیشترین ریسک بوده و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است و درنهایت ریسک عدم تعادل در کانال تخلیه (۳۰/۶۶۶ مرتبه) نسبت به ظرفیت موجود پس از ریسک اشکال در سازه کنترل و ریسک پدیده کاویتاسیون دارای بیشترین ریسک بوده و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل ریسک چند سطحی، سازه کنترل، سامانه سرریز آزاد، کانال تخلیه، کاویتاسیون

مقدمه

با توجه به رشد و گسترش احداث سدهای بزرگ و همچنین بالا رفتن استانداردهای ایمنی در سدها، طراحی سرریزهای اقتصادی و مطمئن برای تخلیه سیلاب ورودی به مخزن سدها، همواره یکی از مسائل مهم بوده است (عبدالله کوخی و همکاران، ۱۳۹۷).

سرریزها یکی از مهم‌ترین سازه‌های سدهای بلند یا کوچک هستند که وظیفه تخلیه بیش ازحد سیلاب مخزن را بر عهده دارند. ویژگی‌های هیدرولیکی جریان آن‌ها توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است (Lucas et al., 2020).

علم مهندسی و تجربه در سدسازی نشان می‌دهد که به‌طور متوسط، سالانه کمتر از یک سد از میان ده ها هزار سد بزرگ دنیا شکسته می‌شود (Frizell et al., 2020).

از چالش‌های مطرح سامانه سرریزها بخصوص سامانه سرریز آزاد، بروز ریسک های چند سطحی است که می تواند عملکرد و کارایی سرریزها و درنهایت کل سد را دچار مشکل نماید. این چالش‌ها عبارت اند از سرعت بالا، کاهش فشار، احتمال کاویتاسیون و هوادهی. در این راستا، مطالعات متعددی به بررسی مضامین اشاره شده پرداخته است. در سرریزها، دروازه ها بر روی تاج سرریز آزاد نصب می شوند که حجم تخلیه، حجم مخزن و افزایش سطح مخزن را کنترل می‌کند. افزودن این دروازه‌ها مسائل پیچیده جدیدی را به سوژه‌های هیدرولیک اضافه می‌کنند (Pfister et al., 2017).

در سرریز آزاد جریان آب به طور آزاد از روی تاج سرریز فرو می‌ریزد. این سرریزها برای سدهای بتنی قوسی نازک، سدهای پشت بنددار و یا تاج‌هایی که وجه پایین‌دست آن‌ها تقریباً قائم است، مناسب

۱- کارشناسی ارشد آب و سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران
(*-نویسنده مسئول: E: saeed.eghbalizadeh@gmail.com)
DOR: 20.1001.1.20087942.1402.17.2.1.7

می‌باشد. جریان ممکن است به‌صورت آزاد همانند لبه تیز حرکت پیدا کند و یا تا فاصله کمی در روی اوجی هدایت شود. غالب اوقات تاج را به‌صورت یک لبه آویزان ادامه می‌دهند تا جریان‌های کوچک را به نقطه‌ای دورتر از دیواره مقطع سرریز شونده هدایت کند. در سرریزهای ریزشی آزاد، به زیر سفرهٔ آب به اندازهٔ کافی هوا داده می‌شود تا از شکل‌گیری جت‌های ضربانی و نوسان کننده جلوگیری شود (Novak et al., 2017).

از آنجایی که پدیده شکست سد، ریسک و خطرپذیری را به همراه خواهد داشت، بنابراین می توان از ارزیابی ریسک به عنوان ابزاری کارآمد و نو در عرصه مدیریت سدها به‌منظور کاهش خسارت‌ها استفاده نمود. استفاده از فن ارزیابی ریسک در کنار مطالعات شکست سد و تلفیق آن با مدیریت بحران را می توان رویکردی نوین در این عرصه برشمرد که موردتوجه بسیاری از محققین نیز قرار گرفته است (Borowski et al., 2020).

مهم‌ترین عامل در طراحی سرریز آزاد کنترل وقوع کاویتاسیون است که ناشی از سرعت زیاد و فشار منفی جریان است. کاویتاسیون زمانی اتفاق می‌افتد که فشار سیال به فشار بخار خود برسد. در این حالت سیال تبخیر شده و در داخل مایع حباب تولید می شود. هنگامی که این حباب‌ها به ناحیه‌ای از جریان سیال با فشار زیاد می‌رسند، حباب‌ها منفجر می‌شوند و آسیب جدی به ساختار سازه وارد می‌کنند (Lee et al., 2019).

به همین منظور، ارزیابی کارایی آن بسیار حائز اهمیت است. عملکرد قابل اعتماد یک سامانه سرریز بستگی به تابع‌های تقاضای متغیر زمانی دارد که توسط هیدرولوژی رودخانه و مخزن، قوانین عملیاتی برای آبشار مخازن در حوضه و تغییرات عوامل انسانی و طبیعی مانند مداخلات یا اختلالات اپراتور بر روی آن قرار می گیرد. این سیستم‌ها سیل‌ها را کنترل، جریان‌ها را تنظیم و فرکانس‌های بالا در دبی رودخانه را فیلتر می کنند. عملکرد آن‌ها حفظ حجم آب و عبور جریان‌ها در یک مسیر کنترل شده است. قابلیت اطمینان سیستم‌های کنترل جریان موضوع گسترده‌ای است که ساختار، مکانیکی، الکتریکی، سیستم های کنترل و قابلیت اطمینان زیرسیستم ها و همچنین تعاملات انسانی، مسائل سازمان، سیاست‌ها و رویه‌هایی که همه آن‌ها در طیف وسیعی از شرایط محیطی رخ می‌دهند (Eghlidi et al., 2019).

گاگی و همکاران مطرح کردند که ریسک روگذری یک سد تأخیری را با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های ناشی از سیلاب ورودی به مخزن سد با در نظر گرفتن اثر روندیابی بررسی کردند (Gaagai et al.,2022).

منندز و همکاران مطرح کردند که ریسک شکست سد تحت تأثیر عدم قطعیت‌های هیدرولیکی (سیستم تخلیه سیلاب) و عدم قطعیت‌های هیدرولوژیکی ناشی از مدل بارش-رواناب را با استفاده از روش مونت‌کارلو بررسی کردند در آن تحقیق عوامل مهم در تحلیل ریسک، عدم قطعیت مقادیر پارامترهای تصادفی، نوع روش تحلیل عدم قطعیت (MCS, LHS) و نوع توزیع احتمالاتی پارامترهای تصادفی فرض شده بود (Menéndez et al., 2020).

و همکاران با تحلیل اعتمادپذیری شرطی، ریسک روگذری سد فیتسوهی را بررسی کردند. شروط تحلیل اعتمادپذیری، مقدار دوره بازگشت سیلاب طراحی و تعداد دریچه‌های غیرفعال بودند. آنان یک برنامه کامپیوتری به نام RISK-DAM را معرفی کردند این برنامه قادر به تحلیل ریسک تعیین ارتفاع سد با استفاده از روش‌های MFOSMو AFOSM است. این برنامه قابلیت بررسی ابعاد سرریز بر اساس سطح معین ریسک را دارد (Aouissi et al., 2021).

باستو و همکاران یک رابطه تحلیلی برای روندیابی در یک مخزن با سطح ثابت در ترازهای مختلف را ارائه داد. با استفاده از رابطه مذکور، تحلیل ریسک هیدرولوژیکی برای یک سد تأخیری (احتمال افزون بودن پیک دبی خروجی سد از دبی مجاز پهنه‌بندی سیلاب در پایین‌دست) را انجام داد. در آن تحقیق تحلیل ریسک با استفاده از روش‌های MFOSM و AFOSM انجام گردید (Bastos et al., 2022).

بنسدیرا و همکاران با استفاده از مدل‌های RPG و HEC سیلاب و با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های بارش، پارامترهای مدل بارش-رواناب را به دست آوردند. همچنین با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو تحلیل ریسک روگذری سد انجام شده است. بر اساس گزینه های تعریف‌شده، اثرات ابعاد سرریز، ارتفاع سد و تراز نرمال بر ریسک روگذری بررسی شده است. نتایج نشان داد که متوسط تغییرات ریسک شکست سد موردمطالعه به ازای یک واحد تغییرات واحد عرض سرریز در حدود ۰/۰۳ است. همچنین متوسط تغییرات ریسک شکست سد به ازای یک واحد تغییرات تراز نرمال بهره برداری و تاج سد به ترتیب برابر ۱/۳ و ۱/۵۶ درصد است. ازاین‌رو در مقایسه دو عامل هیدرولیکی مؤثر بر لبریز شدن سد، حجم کنترل سیلاب نسبت به آب گذری سرریز بر ریسک شکست سد تأثیر بیشتری دارد (Bencedira et al., 2021).

گروه بزرگی از مسائل تصمیم‌گیری را می‌توان به‌عنوان مسئله ریسک چند سطحی در نظر گرفت. راه‌حل عمومی برای حل چنین مسائلی، استفاده از امید ریاضی می‌باشد؛ اما کاربرد امید ریاضی موجب از دست رفتن مقدار زیادی از اطلاعات در تبدیل انجام و روش‌هایی ارائه شده است. یکی از این روش‌ها، روش تقسیم بندی ریسک چند سطحی می باشد که توسط اسبک و هایمس مطرح گردید. در این روش به جای بررسی فقط یک تابع مِقدار خسارت محتمل (تابع ریسک)، تعدادی تابع ریسک شرطی با این فرض که خسارت درون دامنه‌های احتمالاتی (یا دامنه‌های خسارت) ویژه‌ای واقع شده‌اند، ایجاد می شود که این توابع نشان‌دهنده میزان خسارت می باشند.

ترکیب هر یک از توابع ریسک مورد انتظار شرطی ایجادشده با توابع هدف دیگر یک مسئله بهینه‌سازی چند سطحی جدید به وجود می‌آورد. این مسئله بهینه سازی جدید شامل اطلاعات بیشتری درباره رفتار احتمالاتی مسائل می‌باشد (Mansori et al., 2020).

زبادی و همکاران دریافت که با افزایش هد هیدرولیک تا هفت برابر هد طراحی، ناحیه جداسازی جریان به صورت خطی رشد می کند. ضریب‌های تخلیه برای طیف گسترده‌ای از نسبت‌های سرریز موردمطالعه قرار می‌گیرد (Zubaidi et al., 2019).

سیلوان و همکاران در این مقاله سعی شده است که عدم قطعیت‌های هیدرولوژیکی در برآورد دبی سیل طراحی، با فرآیند روندیابی سیل در مخزن سد، در یک مدل بهینه‌سازی سرریز، تجمیع شوند. برای برخورد با اطلاعات غیردقیق که اغلب در مورد خسارات روگذری سد وجود دارد، روشی مبتنی بر استدلال فازی برای برآورد تابع خسارات که درواقع به‌صورت مستقیم برای رسیدن به ظرفیت و ابعاد بهینه سرریز می‌باشد، استفاده گردیده است. در پایان برای نشان دادن قابلیت مدل، مطالعه موردی برای سد ماکو در ایران انجام و نتایج بحث شده است (Sylvain et al., 2020).

خلیفه‌ای و همکاران ابتدا روش‌های ارزیابی ریسک در ایمنی سدها بررسی و روش ارزیابی بر اساس دستورالعمل کمیته ملی سدهای بزرگ استرالیا (ANCOLD) تشریح شد. در ادامه ایمنی سد گلستان و ارزیابی ریسک شکست این سد، تحت خطر وقوع سیل در بالادست آن، انجام شده است که احتمال شکست سد گلستان با استفاده از روش آنالیز درخت رویداد (ETA) محاسبه‌شده و تعداد تلفات جانی به علت سیل ناشی از شکست سد نیز از طریق روش رایج در (USBR) اداره اصلاح اراضی آمریکا، تخمین زده شد. نهایتاً از طریق مقدار ریسک به دست آمده و مقایسه آن با معیارهای مختلف برای سطح ریسک قابل قبول به این نتیجه رسیدند که مقدار ریسک شکست سد گلستان بر اثر وقوع سیل در بالادست آن، غیرقابل‌قبول بوده و اقدامات کاهش ریسک فوری، ضروری است (Khalifehei et al., 2020).

در تحقیقی، چهار روش طراحی اقتصادی مبتنی بر تحلیل ریسک شامل انجمن تحقیقات ملی آمریکا، مهندسین عمران آمریکا، منحنی واحد و تقسیم‌بندی ریسک چندمنظوره بررسی شد و به‌منظور مقایسه این روش‌ها تحلیل ریسک برای تعیین مجدد سیلاب طراحی سرریز سد پیشین احداث شده روی رودخانه سرباز انجام شد. نتایج نشان داد که سیلاب طراحی برآورد شده توسط سه روش مهندسین عمران، انجمن تحقیقات ملی آمریکا و منحنی واحد تقریباً مساوی و مقدار آن کمتر از سیلاب ده هزارساله می باشد. درصورتی که سیلاب طراحی توسط روش تقسیم بندی ریسک چندمنظوره بزرگ تر از سیلاب ده هزار ساله برآورد گردید (Karalar et al., 2020).

وایگان و همکاران در این مقاله پروژه احداث سد کبودوال و کانال زرینگل به عنوان نمونه موردی موردبررسی قرارگرفته است و ریسک‌های شناسایی‌شده با استفاده از منطق فازی و الگوریتم فازی تاپسیس رتبه‌بندی می گردند سپس مقدارهای غیر فازی شده ریسک‌های پروژه وارد برنامه کنترل پروژه شده زمان‌بندی فازی پروژه تخمین زده می‌شود نتایج حاصل از بررسی زمان‌بندی فازی زمان‌بندی مورد انتظار و زمان‌بندی واقعی پروژه حاکی از آن است که زمان‌بندی فازی پروژه نزدیک‌تر به واقعیت بوده و بر کنترل پروژه تأثیر مثبت دارد خطای برآورد مدل بر اساس روش میانگین قدر مطلق خطاها ۱۵ درصد محاسبه گشته است (Vayghan et al., 2019).

ژو و همکاران با مروری بر پژوهش‌های پیشین انجام‌گرفته، در ابتدا بیش از ۱۰۰ خطر سدها شناسایی شد، سپس با مصاحبه با متخصصین از میان ریسک‌های شناسایی‌شده ۷۴ ریسک مرتبط با سد البرز شناخته شده و سپس جهت تجزیه‌وتحلیل ریسک‌های شناسایی شده، با توزیع پرسشنامه در میان متخصصین و صاحب نظران ریسک و سد «شاغل در سد البرز » ریسک های تأثیرگذار سد البرز، از طریق میانگین‌گیری ریاضی و امتیازدهی به ریسک‌های شناسایی‌شده استخراج گردید و در پایان سهم هر یک از ارکان پروژه در اثرگذاری در این ریسک‌ها مشخص گردید (Xue et al., 2018).

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع پژوهش‌های کاربردی *می‌باشد* و روش آن، توصیفی ـ پیمایشی است. روش گردآوری اطلاعات در مباحث مقدمه و پیشینه پژوهش به‌صورت مطالعات کتابخانه‌ای به‌صورت گسترده می‌باشد که این مطالعات شامل بررسی پایان‌نامه‌ها و پژوهش‌های موجود و مطالعه مقالات و کتب لاتین و فارسی مرتبط با موضوع، می‌باشد و سپس در راستای پیاده‌سازی متدولوژی مطرح‌شده اطلاعات موردنیاز از طریق فرم‌ها و پرسشنامه‌های طراحی‌شده، از میان خبرگان و صاحب‌نظران در زمینه مدیریت پروژه جمع‌آوری خواهد شد. این پژوهش با توجه به بررسی ارزیابی ریسک های فنی و پیش‌بینی‌نشده در سامانه سرریز آزاد (روش ریسک چند سطحی)، یک پژوهش توصیفی تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است. روش‌های مختلفی برای بررسی پدیده‌های هیدرولیکی وجود دارد. هر چند این روش‌ها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و اولویت‌هایی نیز می‌باشند اما تقریباً از تمامی روش‌ها در عصر کنونی نیز استفاده می‌گردند.

در این پژوهش به بررسی سابقه طرح ریسک های فنی و پیش‌بینی‌نشده در ایران و سایر کشورها و چگونگی اجرای این طرح مورد با توجه به ضرورت امر ریسک‌های فنی و پیش‌بینی‌نشده بعد از وقوع حوادث غیرمترقبه، موردبررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به استانداردهای مختلف ریسک‌های فنی و پیش‌بینی‌نشده سامانه سرریز آزاد، امکان طرح یک رویکرد جامع بر

مبنای موارد زیر لازم و ضروری است.

۱- پدیده مخرب کاویتاسیون ۲- سازه کنترل ۳- کانال تخلیه ۴- دریچه سرریز ۵- مشکلات فنی تاج سرریز

موقعیت جغرافیایی، اهداف و مشخصات فنی احداث سد مورد مطالعاتی (سد قزل داش)

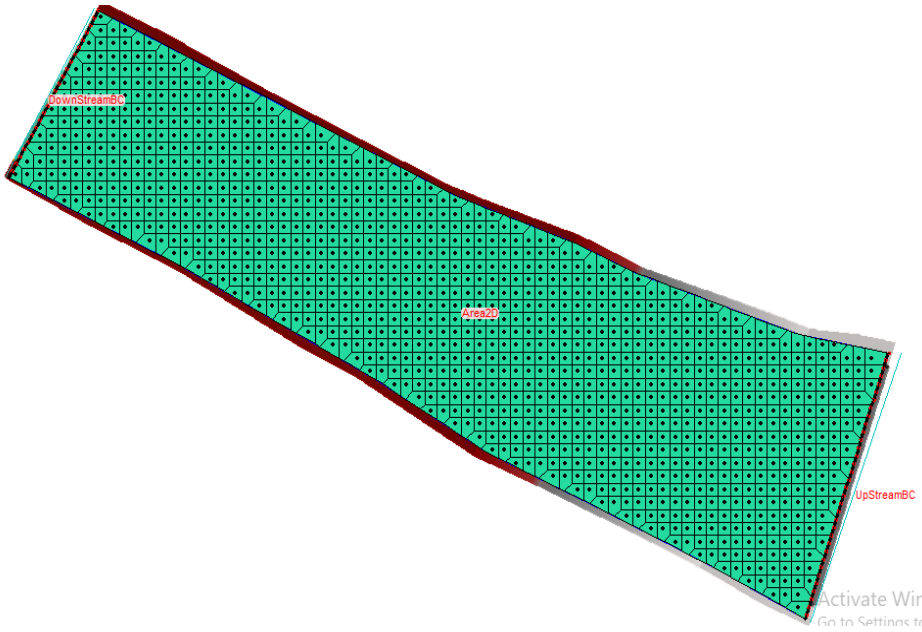
رودخانه چندیر به مساحت حوضه ۸۴۴ کیلومترمربع یک رودخانه مرزی است که در مرز ایران و ترکمنستان و در شمال منطقه راز و جرگلان واقع در شمال استان خراسان شمالی قرار دارد. حوضه آبریز آن تماماً در داخل خاک ایران واقع شده است. سد قزل داش با مختصات طول (۵۶°۳۵۵۲) و عرض (۳۸°۱۱۳۷) در شهرستان راز و جرگلان از توابع استان خراسان شمالی می‌باشد. برای رسیدن به محل محور سد، از کیلومتر ۴۰ جاده اصلی بجنورد – گرگان وارد جاده فرعی و آسفالته راز و جرگلان شده که پس از طی ۷۵ کیلومتر از این جاده فرعی، مسافت ۲۰ کیلومتر در مسیر سمت چپ منشعب شده را طی می‌کنیم تا به محل محور سد برسیم که محل سد کمی بالاتر از روستای حبک قرار دارد.

این رودخانه در ناحیه جرگلان در شمال استان خراسان شمالی جریان دارد و سالیانه ۲۲ میلیون مترمکعب از رواناب آب‌های آن به شکل دبی پایه زمستانه و سیلاب‌های فصلی از دسترس خارج می‌شود و در مسیر خروج از کشور از محل در نظر گرفته شده برای سد مخزنی تا مرز بین‌المللی که بیش از ۲۰ کیلومتر می‌باشد، خسارات قابل‌توجهی به روستاها، مستحدثات، اراضی مرغوب کشاورزی و دام‌ها و انسان‌ها وارد می‌نماید. حوزه رودخانه قزل داش در محل خروجی از مرز بالغ بر ۸۸۴ کیلومترمربع بوده که تماماً در داخل کشور قرار دارد و امکان احداث سد مخزنی و هرگونه کار بر روی سرشاخه ها جهت کنترل سیل و رسوب در آن وجود دارد.

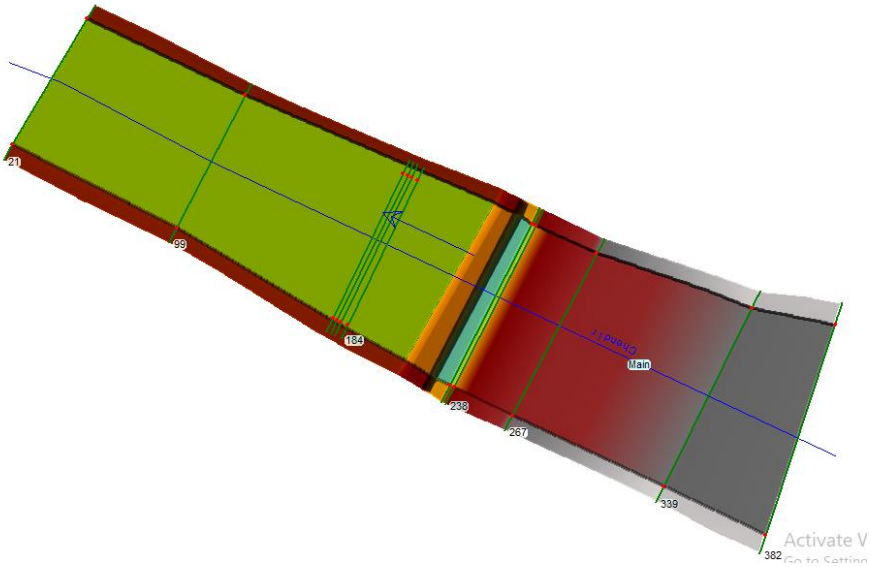
پارامترهای مختلف بر روی سرریز و الگوی جریان

به منظور بررسی اثر پارامترهای مختلف بر روی سرریز، ابتدا از طرح هندسی سرریز در حالت طراحی استفاده خواهد شد و اثر تغییرات هندسی در اجزای سرریز موردبررسی قرار می‌گیرد. سرریز به لحاظ هندسی در جناح چپ سد قرار گرفته است. در ورودی سرریز دارای دو دیواره هدایت جریان به سمت اوجی دارای طول ۷۴ متر در ورودی سمت چپ و ۳۴ متر در ورودی سمت راست به ارتفاع ۱۴ متر می‌باشد.

پس از کانال ورودی، سرریز دارای یک اوجی بتنی با ارتفاع ۴/۶ متر می‌باشد و پس از آن جریان گذرنده از روی اوجی وارد یک کانال انتقال جریان به سمت شوت با شیب متوسط ۶/۳ درصد می گردد. سریز از ابتدای اوجی دارای یک مقطع تنگ‌شده می‌باشد به‌طوری‌که در ابتدای اوجی عرض سرریز برابر با ۶۱ مترو در انتهای آن ۴۸/۸ متر می‌گردد. شکل (۱) نشان‌دهنده‌ی پلان هندسی سرریز و حوضچه آرامش می‌باشد که با کمک نرم‌افزار هکرس ترسیم گردیده است.



شکل ۱- مدل هندسی سرریز



شکل ۲- الگوی دوبعدی جریان در سرریز و حوضچه آرامش

یکی از مسائل مهم در سازه های سرریز علی‌الخصوص در سرریزهای با عرض زیاد استفاده از تبدیل های عرضی در بخش شوت به‌منظور متمرکز سازی جریان و کاهش هزینه‌های اجرایی می‌باشد. شکل (۲) نشان‌دهنده‌ی الگوی جریان می‌باشد. پلان‌های شکل (۱ و ۲) با کمک از کدهای ارتفاعی و نقشه توپوگرافی محل و نرم‌افزار هکرس ترسیم شده است.

اجزاء ریسک چند سطحی

الف- شناخت ریسک

ریسک در پروژه رویدادها یا وضعیت‌های ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع، به‌صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه مؤثر می‌باشد. هر یک از این رویدادها یا وضعیت‌ها، دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل‌تشخیص هستند. پیامدهای این رویدادها مستقیماً در زمان، هزینه و کیفیت پروژه مؤثر می‌باشد؛ بنابراین شناسایی ریسک و تعیین میزان پیامدهای مثبت و منفی آن بر اهداف پروژه از اهمیت خاصی برخوردار است.

ب- تخمین ریسک

تخمین ریسک می تواند برحسب احتمال رویداد و پیامد ممکن، کیفی، نیمه کمی یا کمی باشد.

برای مثال، پیامدها هم بر حسب تهدیدها (ریسک منفی) و فرصت‌ها (ریسک‌های مثبت) ممکن است بالا، متوسط یا پایین باشند

پ- نمای ریسک

ارزیابی ریسک، فرایند تجزیه‌وتحلیل ریسک می‌تواند برای ایجاد نمای ریسک به کار رود. نمای ریسک، رتبه دهی اهمیت را برای هر ریسک امکان‌پذیر ساخته و بدین‌وسیله ابزاری برای اولویت پاسخ های ممکن به ریسک فراهم می‌آورد. هرکدام از این رتبه‌ها، اهمیت نسبی هر ریسک را مشخص می‌کنند.

ج- ارزیابی ریسک

پس از اینکه تجزیه وتحلیل ریسک انجام گرفت تا ضروری است ریسک های تخمین زده شده، در برابر معیارهایی که سازمان آن‌ها را بیان کرده است مقایسه شوند. این معیارها ممکن است هزینه‌ها و سودها، نیازمندی‌های قانونی، فاکتورهای محیطی، اقتصادی، اجتماعی، نگرانی‌های ذینفعان و غیره باشند. بنابراین ارزیابی ریسک برای تصمیم‌گیری در مورد اهمیت ریسک‌ها (از نظر سازمان) و اینکه چه ریسک‌هایی باید پذیرفته و یا پاسخ داده شوند بکار می‌رود.

چ- پاسخ به ریسک

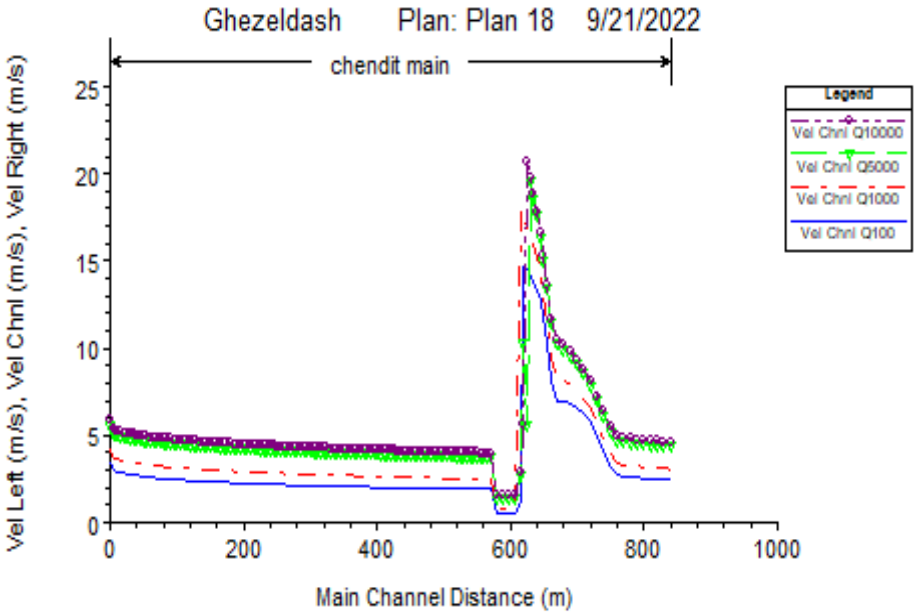
پاسخ به ریسک، فرایند ارزیابی ریسک چند سطحی و اجرای معیارهایی است که به منظور تغییر دادن ریسک مورداستفاده قرار می‌گیرند.

پاسخ به ریسک، شامل عناصری کلی‌تر از ارزیابی ریسک و کاهش ریسک است اما گسترده آن تا عناصر ریزتری همچون اجتناب از ریسک، ارزیابی ریسک، هزینه‌یابی ریسک و غیره نیز می‌رسد.

تعیین سرعت جریان در سامانه سرریز آزاد

در این پژوهش در ابتدا به بررسی تغییرات میزان سرعت جریان هیدرولیکی در سد قزل داش پرداخته خواهد شد. به همین منظور، برخی از پارامترهایی موردنظر در این بخش، موردبررسی قرار گرفته شده است.

شکل (۳)، با داشتن اطلاعات اولیه دبی‌های سیلاب و طول مجموعه سرریز و با کمک نرم‌افزار هکرس ترسیم شده است که نشان‌دهنده‌ی سرعت بر روی سرریز در دبی‌های سیلاب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ساله می‌باشد.



شکل ۳- نیمرخ‌های سرعت جریان در دبی‌های مختلف در نرم‌افزار Hec-Ras

پارامترهای مقایسه شده بین مدل‌های عددی:

dc در نتایج پارامتر بی‌بعد عمق بحرانی (بر حسب متر) بوده که (dc = 90) و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$d_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

در این رابطه g شتاب ثقل زمین و q دبی در واحد عرض است.

y90 عمق مشخصه (بر حسب متر): عمقی است که در آن غلظت هوا ۹۰ درصد می‌باشد.

Vc سرعت درجایی است که غلظت هوا ۹۰ درصد می‌باشد (بر حسب متر بر ثانیه).

در نتایج پارامتر بی‌بعد (Vc = ۹۰) در آن Vc سرعت بحرانی بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V_c = \sqrt[3]{g.q}$$

$$C_{mean} = \frac{d}{1 - y_{90}}$$

$$d = \int_0^{y_{90}} (1 - C)\, dy$$

C_{mean} سرعت جریان آب زلال (بر حسب متر بر ثانیه) و y90 غلظت متوسط هوا در راستای عمق است و d عمق مشخصه بر حسب متر می‌باشد.

استفاده از تکنیک ریسک چند سطحی

روش ریسک چند سطحی که از فنون سازمان‌یافته و نظام‌مند ارزیابی خطر در شناسایی خطرات بالقوه و برآورد سطح خطر، در راستای مدیریت خطر و کاهش آن به سطحی قابل‌قبول است؛ به این منظور پس از شناسایی فعالیت‌ها و فرایندهای شرکت، خطرات و عوامل بالقوه آسیب‌رسان شناسایی و سپس با توجه به‌شدت اثر، احتمال وقوع و پیامدهای احتمالی مواجهه آن با انسان، محیطزیست و تجهیزات، کار ارزیابی و طبقه‌بندی خطرات انجام می‌شود. هدف از کاربرد این تکنیک، تعیین یک روش برای تصمیم گیری درباره ضرورت و موجه نمودن هزینه های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای هرچه سریع‌تر برنامه‌های کنترل خطرات می‌باشد. اساس این تکنیک بر پایه محاسبه و ارزیابی نمره ریسک به شرح ذیل می‌باشد:

R=C*E*P که در آن **R** نمره ریسک، **C** شدت پیامد، **E** میزان مواجه و P احتمال وقوع می‌باشد.

با مشخص شدن نمره ریسک، میزان هزینه‌های قابل‌قبول از فرمول ذیل محاسبه و تعیین می‌گردد:

J=R/CF × DC

J=Cost Justification Value

CF= Cost Factor

DC=Degree of Correction Value

که CF فاکتور هزینه، DC درجه تصحیح می‌باشد.

لذا درصورتی‌که J>10 باشد هزینه‌ها قابل‌قبول بوده و درصورتی‌که J<10 باشد؛ هزینه‌ها حذف خطر غیرقابل‌قبول خواهد بود.

جهت امتیازدهی و اولویت‌بندی ریسک‌ها در این روش بر اساس جداول (۱ و ۲ و ۳) از محاسبه حاصل‌ضرب رتبه‌بندی شدت اثر،

رتبه‌بندی احتمال وقوع و رتبه‌بندی میزان تماس نمره ریسک مطابق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

نمره ریسک = A* B* C (۱)

که در آن:

A: امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک یا احتمال تأثیر آن‌ها می‌باشد.

B: امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی شدت پیامد خطر می‌باشد.

C: امتیاز حاصل از جدول رتبه‌بندی میزان تماس یا عوامل بالقوّه خطرناک می‌باشد.

جدول ۱- رتبه‌بندی احتمال وقوع ریسک (A) در تکنیک تحلیل ریسک چند سطحی

ردیف	شرح احتمال وقوع	امتیاز
۱	اغلب محتمل هستند، به‌طور روزانه یا هفتگی اتفاق می‌افتد و غیرقابل‌کنترل می‌باشند.	۱۰
۲	شانس وقوع ۵۰- ۵۰ است، امکان وقوع وجود دارد، ماهیانه اتفاق می‌افتد، جهت کنترل هزینه نیرویی خارج از توان نیاز دارد.	۶
۳	می‌تواند تصادفی اتفاق بیافتد، شانس وقوع کمتر از ۵۰ درصد، طی سال چندین بار اتفاق می‌افتد و قابل‌کنترل در سطح شرکت است.	۲
۴	احتمالاً تا چند سال پس از تماس اتفاق نمی‌افتد، اما امکان وقوع دارد، به‌ندرت ممکن است اتفاق بیافتد و قابل‌کنترل در مبدأ می‌باشند.	۰/۵
۵	وقوعی غیرممکن دارند یا هرگز اتفاق نمی‌افتد.	۰/۱

فازبندی غربال ریسک‌ها برای ورود به مرحله نهایی کلیه ریسک‌ها:

جدول ۲- رتبه‌بندی شدّت پیامد اثر (B) در تکنیک تحلیل ریسک چند سطحی

تعداد ریسک شناسایی‌شده	امتیاز
۲	۱۰
۳	۸
۵	۶
۱۶	۵
۲۰	۴
۲۲	۲
۴۹	۱
مجموع ۱۱۷	

ارزیابی ریسک‌های مطرح در حوادث ناشی از دفع ناقص حجم آب خارج از توان سرریز

ارزیابی ریسک کلیه بخش‌های سد با هدف تکنیکی کاهش مخاطرات از روش (Failure Mode And Effect Analysis) FMEA " تجزیه‌وتحلیل عوامل شکست" انجام پذیرفت. روش تجزیه‌وتحلیل عوامل شکست و آثار آن سابقه ۴۰ ساله دارد. از این روش برای بار اول در دهه ۱۹۶۰ در صنایع هوا و فضای آمریکا، جهت ساخت سفینه آپولوی ۱۱ در ناسای آمریکا استفاده شد. یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ریسک در تمامی صنایع است. برای این منظور کلیه فعالیت‌ها و فرایندهای در حال انجام در سد قزل داش موردبررسی قرار گرفت و فهرست فعالیت‌ها تهیه شد. فعالیت‌های اساسی برای به نظم درآوردن آن‌ها تعریف شد که ملاک عمل قرار گرفت. سپس، طبقه‌بندی ریسک انجام پذیرفته و در این مرحله مشخص شد که بر اساس تقسیم‌بندی ریسک بالا، متوسط و تحت کنترل، ریسک پروژه حاضر در چه سطحی است تا بتوان اقدام‌های تکنیکی لازم را در این راستا اعمال نمود. در FMEA سه موضوع مهم را باید در نظر گرفت:

احتمال وقوع: احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست‌ها، نسبت به تعداد انجام فرایند.

شدت خطر: ارزیابی و سنجش شکست (البته اگر به وقوع بپیوندد).

تشخیص: احتمال تشخیص شکست قبل از آن‌که اثر وقوع آن مشخص شود.

در جدول (۳)، ارزیابی ریسک اولیه و ثانویه جنبه‌های کنترلی پروژه سد قزل داش موردبررسی قرار گرفت.

جدول ۳- محاسبه ارزیابی ریسک اولیه و ثانویه جنبه‌های عملکرد فنی، تکنیکی و کنترلی به روش (FMEA)

ریسک	جنبه کنترلی	اثر مخرب	ارزیابی اولیه جنبه‌های کنترلی		اقدام‌های اصلاحی	ارزیابی ثانویه جنبه‌های کنترلی				
			اولویت ریسک	سطح ریسک		شدت	احتمال وقوع	میزان تماس	اولویت ریسک	سطح ریسک
مشکلات فنی تاج سرریز	امکان تخریب لایه‌های بتنی	فرسودگی سازه	۲۷۹	H	ترمیم بخش‌ها، تزریق بتن	۳	۴	۳	۱۵۵	M
	امکان تخریب لایه‌های بتنی	فرسودگی سازه	۱۴۸	M	برنامه‌ریزی و پیگیری موضوع نگهداری از تأسیسات و انجام به‌موقع سرویس‌های دوره‌ای	۳	۳	۳	۸۴	L
عدم تنظیم درست مجاری سرریز و شوت	نقص دفع حجم آب خارج از توان سرریز و ورود حجم آب خارج از توان سرریز به محیط‌زیست	فرسودگی سازه	۲۷۹	H	برنامه‌ریزی و کنترل عملکرد قسمت‌های برقی تأسیسات تأمین آب شرب طبق روش‌های تعیین‌شده و اقدام در جهت بهینه‌سازی و اصلاح روش‌های بهره‌برداری نصب سیستم‌های کنترل گازهای آلاینده در خروجی بخش تهویه استحصال با دستگاه‌های تخریب و ریزش‌ها	۳	۴	۴	۷۷	M
پدیده کاویتاسیون	افزایش سرعت جریان و کاهش فشار موجود بر روی سازه سرریز نسبت به فشار بخار	فرسایش سطح بتن و در نهایت تخریب سازه فرسودگی سازه	۲۷۹	H	کنترل دائمی شاخص جهت کنترل وقوع پدیده کاویتاسیون بهینه‌سازی شیوه‌های عملیاتی به‌ویژه فروپاشی حباب‌ها	۴	۴	۴	۱۵۰	M
	افزایش سرعت جریان و کاهش فشار موجود بر روی سازه سرریز نسبت به فشار بخار	فرسایش سطح بتن و در نهایت تخریب سازه فرسودگی سازه	۲۷۹	H	ایجاد شرایط تداوم جریان و پیوستگی جریان روی سرریز سد قزل داش تسطیح ناهمواری‌هایی روی بدنه سرریز	۴	۳	۴	۱۵۰	M
اشکال در سازه کنترل	خرابی سیستم و ورود حجم آب خارج از توان سرریز	فرسودگی سازه	۳۱۷	H	عدم رعایت استانداردهای ارتفاع سرریز آزاد نسبت به حجم آب پشت سد و ظرفیت سد عیب سیستم‌های کنترل هوشمند تنظیم سرعت جریان	۴	۳	۴	۱۴۱	M
عدم تعادل در کانال تخلیه نسبت به ظرفیت موجود	افزایش سرعت جریان و کاهش فشار موجود بر روی سازه سرریز نسبت به فشار بخار	فرسودگی سازه	۳۴۱	H	تغییر زوایای ورودی و خروجی آب به سرریز، تغییر شیب آب هدایت نابه هنگام و غیر برنامه‌ریزی‌شده حجم آب از سرریز به ورودی کانال‌های تخلیه	۵	۴	۴	۱۵۸	H
عیب در دریچه سرریز	انتشار آلودگی در محیط سد قزل داش	فرسودگی سازه	۱۵۲	M	مشکل در باز و بسته شدن و درجه باز و بسته شدن دریچه‌ها خوردگی دریچه‌ها	۳	۴	۳	۸۱	L

در ارزیابی و محاسبه ارزیابی ریسک اولیه و ثانویه جنبه‌های عملکرد فنی، تکنیکی و کنترلی می‌توان بر مبنای مهم‌ترین ریسک‌های مطرح در فعالیت پروژه سد قزل داش، به اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس دو فاکتور ارزیابی اولیه جنبه‌های کنترلی و ارزیابی ثانویه جنبه‌های کنترلی اشاره کرد. بر این اساس می‌توان به دسته‌بندی این ریسک‌ها به سه حالت پرخطر یا H و M یا حالت میانه و سطح متوسط و سطح L یا مقدار کم اشاره کرد.

ارزیابی مقدماتی در مورد اولویت‌های ریسک با سطح بالا یا (H= High)

مشکلات فنی تاج سرریز
عدم تنظیم درست مجاری سرریز و شوت
پدیده کاویتاسیون
اشکال در سازه کنترل
عدم تعادل در کانال تخلیه نسبت به ظرفیت موجود
عیب در دریچه سرریز

ارزیابی ثانویه در مورد اولویت‌های ریسک با سطح بالا یا (H= High)

عدم تعادل در کانال تخلیه نسبت به ظرفیت موجود
نواقص ایمنی و بهداشتی موجود در سطح سد قزل داش ایجاد شرایط تداوم جریان و پیوستگی جریان روی سرریز سد قزل داش واکنش در شرایط اضطراری
معایب و نواقص دستگاه‌ها و طرح‌های تأسیساتی
ضعف نظارت بر نصب و جابجایی تأسیسات کنترل دریچه سرریز و حجم آب خارج از توان سرریز
برنامه‌ریزی و پیگیری موضوع نگهداری از تأسیسات و انجام به‌موقع سرویس‌های دوره‌ای

بحث و نتایج

تحلیل ریسک چند سطحی به‌منظور بازاندیشی طراحی بخش‌های مختلف سامانه سرریز آزاد

در این پژوهش، ۳۰ تن از کارشناسان و دست‌اندرکاران پروژه سد قزل داش به‌صورت نمونه ارزیابی ریسک انتخاب شدند که تمامی آن‌ها را گروه جنسیتی تشکیل دادند. داده‌های دموگرافیکی جمع‌آوری‌شده از کارشناسان و دست‌اندرکاران پروژه سد قزل داش در ابعاد جنسیت، سن، سطح تحصیلات و تجربه کاری بررسی گردید. با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسشنامه، اکثر پاسخ‌دهندگان دارای سنین بین ۲۸ تا ۳۸ بودند.

بررسی وضعیت تحصیلات دست‌اندرکاران پروژه سد قزل داش نشان داد، بیشترین فراوانی در مقطع کارشناسی با فراوانی ۱۴ نفر (۴۶/۶۷ درصد) و کمترین میزان با فراوانی ۳ نفر (۱۰ درصد) در مقطع دیپلم بود.

بررسی وضعیت تجربه کاری دست‌اندرکاران پروژه سد قزل داش نشان داد، بیشترین فراوانی را در گروه ۱۵ تا ۲۰ سال با فراوانی ۹ نفر (۳۰ درصد) و کمترین میزان با فراوانی ۶ نفر (۲۰ درصد) در گروه کمتر از ۵ سال می‌باشد.

این پژوهش حاصل مطالعات کتابخانه، مصاحبه با مدیران و متخصصان خبره، تنظیم و استفاده از پرسشنامه‌ها، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات حاصله و غیره است. عوامل مؤثر بر بازاندیشی طراحی بخش‌های مختلف سامانه سرریز آزاد بر اساس روش ریسک چند سطحی در پروژه سد قزل داش در قالب ۵ معیار شناسایی شد که شامل مؤلفه‌های:

۱- پدیده مخرب کاویتاسیون ۲- سازه کنترل ۳- کانال تخلیه ۴- دریچه سرریز ۵- مشکلات فنی تاج سرریز می‌باشند.

با توجه به بررسی و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده، نسبت به تعیین و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بازاندیشی طراحی بخش‌های مختلف سامانه سرریز آزاد بر اساس روش ریسک چند سطحی در پروژه سد قزل داش اقدام گردید.

در این پژوهش با توجه به حجم بالایی از ریسک فاکتورهای شناسایی‌شده در دو بعد ریسک فاکتورهای موجود و محتمل در سد قزل داش و آن دسته از مواردی که توسط نمونه آماری پژوهش شناسایی و معرفی شده‌اند، به بررسی و ارزیابی انواع ریسک‌های مؤثر بر عملکرد سد قزل داش پرداخته شده است. بر این اساس با حجم بالایی از ریسک‌ها که می‌توانند دارای شدت و حدت، تکرارشوندگی متنوع و دامنه تأثیر زیاد باشد، مواجه هستیم.

بنابراین برای ارزیابی ریسک‌ها در مرحله اول:

۱-شدت وحدت ریسک
۲- تکرارشوندگی متنوع ریسک
۳-دامنه تأثیر که می‌تواند میزان تماس باشد.

به این منظور برای ارزیابی تمام ریسک‌ها، باید به این سه مؤلفه توجه شود. انبوهی از ریسک‌ها بر اساس سه معیار بالا شناسایی‌شده و در نهایت برای ورود به مرحله بعدی، باید شدیدترین ریسک‌های مؤثر و مرتبط، پر تکرارشونده‌ترین ریسک‌ها و با دامنه تأثیرگذاری زیادی شناسایی شوند.

به عبارتی جهت تعیین مهم‌ترین معیارهای ریسک، از ریسک‌های بسیار ضعیف و با دامنه کم، به‌طور مثال تکرار چندین سال یک‌بار و نیز ریسک‌هایی که دامنه تأثیر اقتصادی و فنی آن‌ها اندک است، خودداری شده و ریسک‌های مهم‌تر برای ورود به مرحله بعدی غربال می‌شوند.

محاسبه شاخص RPN با استفاده از روش توزیع فراوانی

پس از تعیین نمره ریسک، حالات خرابی بالقوه (جنبه) بر مبنای مقدار RPN به‌صورت نزولی از بالاترین عدد اولویت ریسک (حاصل‌ضرب رتبه‌بندی شدت اثر، احتمال وقوع و میزان تماس) ۳۶۰ تا پایین‌ترین عدد اولویت ریسک ۲۴، مرتب و سپس درجه مخاطره پذیری یا RPN با استفاده از روش توزیع فراوانی تعیین شد.

برای محاسبه درجه مخاطره پذیری از روش توزیع نرمال فراوانی

استفاده شده است که برای محاسبه این روش نیاز به دو مؤلفه تعداد رده و طول رده می‌باشد که از رابطه‌های (۲ و ۳) محاسبه می‌شوند بدین ترتیب که تعداد رده از رابطه (۲) و طول رده از تفاضل کوچک‌ترین مقدار و بزرگ‌ترین مقدار عدد اولویت ریسک بر تعداد رده‌ها به دست آمد و در ادامه حدود رده محاسبه شد و در پایان بر اساس میانگین حدود رده‌ای که بیشترین فراوانی را دارا بود درجه مخاطره پذیری موردمحاسبه قرار گرفت.

$$\text{تعداد رده} = 1 + 3/Logn \quad (۲)$$

$$\text{طول رده} = \frac{\text{بزرگ ترین RPN} - \text{کوچکترین RPN}}{\text{تعداد رده}} \quad (۳)$$

سپس، رتبه‌بندی بر اساس درجه مخاطره پذیری صورت گرفته و سطح ریسک کنترلی هر یک از فعالیت‌ها تعیین شد. پس از تعیین حدود رده، فراوانی هر یک از رده‌ها به‌دست‌آمده آمد بدین ترتیب که ۱۲ مورد از اعداد اولویت ریسک در حدود رده (۱۹۱- ۱۳۶) قرار گرفتند. به‌عبارت‌دیگر از مجموع ۴۰ عدد اولویت ریسک، ۱۲ مورد در این محدوده قرار گرفتند؛ بنابراین، درجه مخاطره پذیری از میانگین دو عدد ۱۳۶ و ۱۹۲ یا از میانگین حد پایین و حد بالای این رده، برابر با ۱۶۳ به‌دست‌آمده آمد. بر این اساس درجه مخاطره پذیری برابر با ۱۶۳ تعیین شد و دستگاه‌هایی که اعداد اولویت ریسکشان بالاتر از درجه مخاطره پذیری موردنظر بودند، به‌عنوان فعالیت‌هایی با اولویت ریسک بحرانی، شناخته شدند که نیاز به اقدام‌های اصلاحی دارند.

به‌منظور محاسبات و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار Excel استفاده شد و نتایج به‌دست‌آمده مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و پس از تعیین ریسک‌های با سطوح بالا و متوسط و پایین، راهکارهایی به‌منظور کاهش ریسک‌های سطح بالا ارائه شد.

جدول ٤- محاسبه شاخص اولیه ریسک چند سطحی

PRN	عیب در دریچه سرریز	عدم تعادل در کانال تخلیه نسبت به ظرفیت موجود	اشکال در سازه کنترل	پدیده کاویتاسیون	مشکلات فنی تاج سرریز	
/۰۹۰۶	۱/۰۰۰	۳/۰۰۰	۹/۰۰۰	۷/۶۶۷	۰/۸۸۳	احتمال وقوع تکرار اول
/۸۸۲۰	۰/۸۳۳	۱/۸۳۳	۷/۸۳۳	۸/۶۶۷	۰/۱۳۳	احتمال وقوع تکرار دوم
/۱۸۲۸	۴/۳۳۳	۷/۶۶۷	۱۰/۰۰۰	۸/۱۶۷	۰/۹۶۷	احتمال وقوع تکرار سوم
/۲۷۸۴	۲/۳۳۳	۸/۵۰۰	۹/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۷۰۰	احتمال وقوع تکرار چهارم
/۵۹۸۰	۰/۶۶۷	۰/۳۳۳	۴/۶۶۷	۱/۶۶۷	۰/۲۳۳	احتمال وقوع تکرار پنجم
/۱۲۰۰	۰/۵۰۰	۹/۳۳۳	۶/۶۶۷	۸/۵۰۰	۰/۰۱۷	احتمال وقوع تکرار ششم
/۱۵۰۲۰	۹/۶۶۶	۳۰/۶۶۶	۴۷/۱۶۷	۳۷/۶۶۸	۲/۹۳۳	جمع احتمالات

در این مرحله با در نظر گرفتن نظرات خبرگان در خصوص میزان ۵ شاخص تکمیلی به ازای هر یک از ریسک‌های ۳۴ گانه، به همراه شاخص (محاسبه‌شده در مرحله قبل)، ماتریس ریسک با شش تکرار در ۵ درایه شامل ۳۰ (ریسک چند سطحی‌های اصلی) تشکیل شده است.

بررسی نشان داده که ریسک اشکال در سازه کنترل دارای بیشترین ریسک بوده و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است.

٤- نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بخش‌های پیشین نیز اشاره شد، در این پژوهش هدف ارائه یک مدل بر مبنای روش ریسک چند سطحی جهت ارائه راهکارهای مؤثر در ارتقاء ایمنی در پروژه سد قزل داش بوده است. روش ریسک چند سطحی در کلیه مراحل چرخه پروژه می‌تواند منشأ اثر باشد و در صورتی که در قسمت‌های اولیه به‌خوبی اعمال گردد، کاربرد آن در مراحل بعدی محدودتر گشته ولی از آنجایی که پروژه‌های عمرانی با تغییر تکنولوژی و ماهیت خودکار، یک محدوده غیرتکراری به وجود می‌آورند لذا کاربرد روش ریسک چند سطحی در مراحل بعدی همواره امکان‌پذیر است.

روش ریسک چند سطحی بر مبنای تحلیل کارکردهای یک سیستم با دیدی خلاق، پویا و جامع در جهت بهینه‌سازی کارکردهای آن سیستم حرکت می‌کند. هدف از انجام مطالعات روش ریسک چند

سطحی، دستیابی به کارکردهای مدنظر و مطلوب با صرف کمترین منابع و کمترین ریسک ممکن و مخاطرات ایمنی در سد قزل داش می‌باشد.

در بررسی امکان‌سنجی به‌کارگیری روش ریسک چند سطحی در سرریز پروژه سد قزل داش موارد ذیل رعایت شد.

۱) فرموله کردن مفاهیم (مشخص کردن عملکرد) ۲) مرحله طراحی اولیه ۳) مرحله طراحی نهائی ۴) مرحله ریسک ایمنی متوجه و نگهداری ۵) مرحله عملیات

در این پژوهش، با توجه به موضوع بازاندیشی طراحی بخش‌های مختلف سامانه سرریز آزاد بر اساس روش ریسک چند سطحی در اجرای پروژه سرریز سد قزل داش، جامعه آماری پژوهش، علاوه بر نظرات کلیه مدیران و دست‌اندرکاران سد قزل داش، شامل دیدگاه‌های کارشناسان خبره در رابطه با موضوع پژوهش نیز بوده است. در این بخش به بررسی دیدگاه‌های کارشناسی شده در رابطه با موضوع روش ریسک چند سطحی هریک از فرایندها و بخش‌های اجرایی در حوزه پشتیبانی و رفع ریسک‌های ایمنی سد قزل داش پرداخته شده است. بررسی دیدگاه‌های کارشناسان نشان داده است که کاهش مخاطرات ایمنی و ریسک‌های سد قزل داش به‌صورت زمانی و ریالی در مراحل اجرا در حوزه پشتیبانی و رفع ریسک‌های ایمنی سد قزل داش می‌تواند تا حدود زیادی، هم، زمان انجام کار را و هم مخاطرات ایمنی و ریسک‌های پیش‌بینی‌شده سد قزل داش را کاهش دهد. بررسی نشان داد (جدول ۴) که ریسک اشکال در سازه کنترل دارای بیشترین ریسک بوده (۴۷/۱۶۷ مرتبه) و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است. بررسی نشان داده است که ریسک پدیده کاویتاسیون (۳۷/۶۶۸ مرتبه) پس از ریسک اشکال در سازه کنترل، دارای بیشترین ریسک بوده و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است. بررسی نشان داده که ریسک عدم تعادل در کانال تخلیه (۳۰/۶۶۶ مرتبه) نسبت به ظرفیت موجود پس از ریسک اشکال در سازه کنترل و ریسک پدیده کاویتاسیون دارای بیشترین ریسک بوده و بازاندیشی در این بخش دارای بالاترین درجه اهمیت است.

منابع

عبدالله کوخی، ر. جعفری نیا، ر. و فولادی پناه، م. ۱۳۹۷. صحت‌سنجی پارامترهای شاخص جریان روی سرریز با استفاده از نتایج مدل المان محدود ANSYS CFX (مطالعه موردی: سرریز سد آزاد، سنندج). فصلنامه علوم و مهندسی آب. ۸(۲۰): ۴۳-۵۷.

Lucas, J., Hager, W.H. and Boes, R.M. 2013. Deflector effect on chute flow. Journal of Hydraulic Engineering. *139*(4): 444-449.

Frizell, K.W., Renna, F.M. and Matos, J. 2013. Cavitation potential of flow on stepped spillways. Journal of Hydraulic Engineering. 139(6): 630-636.

Pfister, M., Lucas, J. and Hager, W.H. 2011. Chute aerators: preaerated approach flow. Journal of Hydraulic Engineering. 137(11): 1452-1461.

Novak, P., Moffat, A. I. B., Nalluri, C. and Narayanan, R. 2017. Hydraulic Structures, Springer, Berlin, Germany, 4th edition.

Borowski, P.F. 2020. New technologies and innovative solutions in the development strategies of energy enterprises. HighTech and innovation Journal. 1(2): 39-58.

Lee, K.H. 2019. Simulation of dam-breach outflow hydrographs using water level variations. Water Resources Management. 33(11): 3781-3797.

Eghlidi, E., Barani, G.A. and Qaderi, K. 2020. Laboratory investigation of stilling basin slope effect on bed scour at downstream of stepped spillway: physical modeling of javeh RCC dam. Water Resources Management. 34: 87-100.

Gaagai, A., Aouissi, H.A., Krauklis, A.E., Burlakovs, J., Athamena, A., Zekker, I., Boudoukha, A., Benaabidate, L. and Chenchouni, H. 2022. Modeling and risk analysis of dam-break flooding in a semi-arid Montane watershed: a case study of the Yabous Dam, Northeastern Algeria. Water. 14(5): 767.

Menéndez-Pidal, I., Martín, J.A.H., Alonso-Muñoyerro, J.M. and Sanz, E. 2020. Real-Time Data and Flood Forecasting in Tagus Basin.

Aouissi, H.A., Petri¸sor, A.I., Ababsa, M., Bo¸stenaru-Dan, M., Tourki, M. and Bouslama, Z. 2021. Influence of Land Use on Avian Diversity in North African Urban Environments, 10, 434.

Bastos, R.F., Lippi, D.L., Gaspar, A.L.B., Yogui, G.T., Frédou, T., Garcia, A.M. and Ferreira, B.P. 2022 . Ontogeny drives allochthonous trophic support of snappers: Seascape connectivity along the mangrove-seagrass-coral reef continuum of a tropical marine protected area. Estuar. Coast. 264, 107591.

Bencedira, S., Bechiri, O. 2021. Degradation of fuchsine acid using the HP2W15Mo3Co2.5O62, 20H2O/H2O2 system: Effect of organic and inorganic additives. Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. 6: 1-13.

AYDIN, M.C. and Ulu, A.E. 2018. Effects of different shaped baffle blocks on the energy dissipation and the downstream scour of a regulator. Bitlis Eren University Journal of Science and Technology. 8(2): 69-74.

Yang, J., Teng, P. and Zhang, H. 2019. Experiments and

downstream in flip buckets. International Journal of Engineering. 33(10): 1904-1916.

Karalar, M. and Çavuşli, M. 2020. Seismic effects of epicenter distance of earthquake on 3D damage performance of CG dams. Earthquakes and Structures. 18(2): p.201.

Vayghan, V.H., Mohammadi, M. and Ranjbar, A. 2019. Experimental study of the rooster tail jump and end sill in horseshoe spillways. Civil Engineering Journal. 5(4): 871-880.

Xue, H., Diao, M., Ma, Q. and Sun, H. 2018. Hydraulic characteristics and reduction measure for rooster tails behind spillway piers. Arabian Journal for Science and Engineering. 43: 5597-5604.

CFD modeling of high-velocity two-phase flows in a large chute aerator facility. Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics. 13(1): 48-66.

Sylvain, G. and Claire-Eleuthèriane, G. 2021. Overcoming the obstacle of time-dependent model output for statistical analysis by nonlinear methods. HighTech and Innovation Journal. 2(1): 1-8.

Khalifehei, K., Azizyan, G., Shafai-Bajestan, M. and Chau, K.W. 2020. Experimental modeling and evaluation sediment scouring in riverbeds around downstream in flip buckets. International Journal of Engineering. 33(10): 1904-1916.

Khalifehei, K., Azizyan, G., Shafai-Bajestan, M. and Chau, K.W. 2020. Experimental modeling and evaluation sediment scouring in riverbeds around

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 17, Jun.-Jul. 2023, p. 193-205

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۷، خرداد - تیر ۱۴۰۲، ص. ۲۰۵-۱۹۳

Rethinking the Design of Different Parts of the Free Overflow System Based on Multi-Level Risk Analysis (Case Study Ghezel Dash)

S. Eghbalizadeh[*1] , A. Ghezelsofloo[2] , J. Alamatian[3]
Recived: Sep.25, 2022 Accepted: Dec.19, 2022

Abstract

In this research, considering the issue of rethinking the design of different parts of the open overflow system based on the multi-level risk method in the implementation of the Qezal Dash overflow project, the statistical community of the research, in addition to the opinions of all managers and stakeholders of the Qezal Dash dam, including the opinions of experts He has also been an expert in the subject of research. In this section, expert opinions regarding the issue of multi-level risk method of each of the processes and executive departments in the field of support and elimination of safety risks of Qezal Dash Dam have been investigated. Examining the opinions of experts has shown that reducing the safety risks and risks of Qezal Dash dam in terms of time and money in the implementation stages in the field of support and elimination of safety risks of Qezal Dash Dam can greatly reduce both the time of doing the work and the risks. To reduce the safety and anticipated risks of Qezel Dash Dam. The investigation showed that the risk of errors in the control structure has the highest risk (47.167 times) and rethinking in this part has the highest degree of importance. The investigation has shown that the risk of cavitation phenomenon (37.668 times) has the highest risk after the risk of defects in the control structure, and rethinking in this section has the highest degree of importance. The investigation showed that the risk of imbalance in the discharge channel (30.666 times) compared to the existing capacity after the risk of defects in the control structure and the risk of cavitation phenomenon has the highest risk and rethinking in this part has the highest degree of importance.

Keywords: Cavitation, Control Structure, Discharge Channel, Free Qverflow System, Multi-Level Risk Analysis

1- Master of Science in Water & Hydraulic Civil Engineering, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Associated Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Associated Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University of Mashhad, , Mashhad, Iran
(*-Corresponding Aouthor Email: saeed.eghbalizadeh@gmail.com))