

شناسایی ریسک‌های ناشی از شکست سدها و بررسی راه‌کارهای نیروهای مسلح در مواجهه با آن

نعمت حسنی^۱

مجید رجب‌پور^{*۲}

محمد میرزا احمدی^۳

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

با وجود بهبود استانداردهای طراحی و ساخت، در طول سال‌های اخیر همچنان با خرابی سدها روبه‌رو می‌شویم. سیل‌های ناشی از شکست سد به دلیل ناگهانی بودن، قدرت ویرانی و پتانسیل تخریب بالا، حجم رسوبات زیاد، فاجعه‌آمیز و موجب بروز خسارت جانی و مالی زیادی هستند، شناسایی و بررسی ریسک‌های احتمالی ناشی از بروز چنین حوادثی و همچنین انتخاب استراتژی‌ها و راه‌کارهای مناسب، باعث مدیریت بهتر و دقیق‌تر بحران ناشی از این‌گونه حوادث می‌گردد. در همین راستا در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و مرور ادبیات گذشته اقدام به شناسایی ۳۷ ریسک ناشی از شکست سد، و دسته‌بندی آن‌ها در سه دسته سلامت، اقتصاد و محیط‌زیست گردید؛ و با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست اقدام به رتبه‌بندی و اولویت‌بندی آن‌ها شده که در نتیجه ۴۲ درصد ریسک‌ها بحرانی، ۲۸ درصد نیمه بحرانی و ۳۰ درصد ریسک‌های عادل می‌باشد. و در ادامه با استفاده از ابزار مصاحبه اقدام به کشف پاسخ نیروهای مسلح در مواجهه با ریسک‌های با اهمیت شده است که از جمله این پاسخ‌ها می‌توان به ایجاد بندهای انحرافی، احداث بیمارستان صحرایی، ساخت پل‌های موقت و... اشاره کرد، مجموعه این فرایندها باعث ایجاد برنامه جامع جهت مدیریت بهینه زمان و منابع در کنترل وضعیت ناشی از شکست سد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی:

ریسک، ایمنی سد، سیل، مدیریت بحران.

^۱ استادیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران.

^۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: m.rajabpour@casu.ac.ir



مقدمه

نیاز انسان در تأمین منابع باعث افزایش روزافزون تعداد سدها گردیده است، سدها برای اهداف مختلفی از قبیل تأمین آب‌های آشامیدنی، تولید برق، تأمین آب موردنیاز کشاورزی و... ایجاد می‌شوند، با وجود رشد تکنولوژی و استفاده از شیوه‌های نوین ساخت، همچنان شاهد آسیب یا تخریب سدها هستیم؛ در سال ۱۹۹۴ تخریب سد مریس پایت^۱ در افریقای جنوبی در زمانی کمتر از ۳۰ دقیقه سیلی به بزرگی ۵.۲ متر به وجود آورد که در نتیجه آن تعداد ۱۷ نفر کشته و خانه‌های زیادی تخریب گردید (Williams, 1999)، سد زی زون^۲ در شهر حما در سوریه در سال ۲۰۰۲ تخریب شد و باعث ایجاد سیلی به ارتفاع ۳.۳ متر گردید که بر اثر آن بیش از ۲۵۰ خانه ویران، صدها نفر مجروح و ۲۲ نفر کشته شدند (Hubert, 2009)، سد فوجیاما^۳ در ژاپن پس از ۲۰ تا ۲۵ دقیقه بعد از زلزله توهوکو در سال ۲۰۱۱، فرو ریخت و منجر به از بین رفتن چندین خانه و تخریب راه‌ها و زمین‌های کشاورزی و مرگ ۸ نفر شد (Leslie F. Harder, 2011).

ویرانی سدهای بزرگ و ایجاد سیلاب مهیب و ناگهانی علاوه بر از دست رفتن هزینه‌های هنگفتی که برای احداث آن‌ها به جامعه تحمیل شده، باعث وارد شدن خسارات و ضایعات بسیار سنگین و غیرقابل جبران به روستاها، شهرها، اراضی کشاورزی، مراتع، جنگل‌ها، حیات‌وحش، تأسیسات صنعتی، راه‌ها، جاده‌ها و... می‌باشد (کریمی، ۱۳۹۲). از دیگر پیامدهای ناشی از شکست سد می‌توان به کاهش دسترسی به آب شیرین، ازکارافتادن شیلات منطقه، از بین رفتن گردشگری در منطقه، از بین رفتن زمین‌های زراعی، عدم تولید برق و عدم دسترسی به مواد اولیه اشاره کرد (Fernandes, 2016)، بررسی آسیب‌های حاصل از وقوع چنین حادثه‌ای نباید محدود به آسیب‌های اقتصادی شود و باید شامل بررسی تمام ابعاد از جمله خسارات اجتماعی، محیط زیستی، سلامت و روان، سیاسی و... نیز گردد (Thieken K. M., 2002).

تغییرات آب و هوایی، بالا آمدن سطح آب دریاها و بارش‌های شدید سال‌های اخیر باعث ایجاد تغییراتی در هیدرولوژی مناطق مختلف دنیا از جمله کشور ایران گردیده است این موضوع احتمال وقوع سیلاب‌های پیش‌بینی نشده را افزایش می‌دهند از طرفی وقوع حوادثی مانند زلزله و یا حملات مخرب و تروریستی در کنار تعداد زیاد سدهای ساخته شده یا در حال ساخت

¹ Merriespruit

² Zeyzoun

³ Fujinuma

احتمال شکست سد را در کشور ما افزایش می‌دهد (محمد مهدی عظیمی، ۱۳۸۸). از طرفی در نظر گرفتن آسیب‌های حاصل از سیل‌های این‌چنینی در فرایند تصمیم‌گیری مدیریت بحران همچنان مبحثی جدیدی است و این فقدان در مواردی باعث برآوردها و اقدامات غلط گردیده است (Messner, 2007). عمده پژوهش‌های انجام‌گرفته در این حوزه به‌صورت مطالعات موردی به بررسی حوادث ناشی از یک سد و یا نتایج فنی ناشی از شکست سدها پرداخته است از این‌رو بررسی جامع حوادث ناشی از شکست سدها لازم به نظر می‌رسد؛ از طرفی از همین رو لازم است خطرات احتمالی و ریسک‌های ناشی از بروز شکست سد به‌طور دقیق و جامع شناسایی، مورد ارزیابی و دسته‌بندی قرار گیرد و سازمان‌ها و بخش‌های مسئول در مدیریت ایمنی و امداد برای هر یک از این خطرات پاسخ مناسبی را پیدا کرده و در هنگام بروز حادثه در هماهنگی با سایر ارگان‌ها، در سریع‌ترین زمان ممکن آن را اجرایی کنند.

سنت استفاده از نیروهای مسلح در مقابله با بلایای طبیعی چه در داخل کشورها و چه در خارج مرزهای کشورها، از قدیم در بسیاری از کشورها فعال بوده است (Paul, 2003). بعد از شکست سد شاکادور^۱ در پاکستان، ارتش با استفاده از ۳۰۰۰ سرباز توسط بالگرد و قایق‌های گارد ساحلی و هواپیما اقدام به نجات ۱۲۰۰ نفر کرد، همچنین ارتش به انتقال دارو و غذا و چادر و توزیع بین مردم در آن منطقه پرداخت و تلاش کرد تا شهرهای اطراف را از خطرات احتمالی محافظت کند (Khan, 2005). با توجه به این‌که در ایران با توجه به حضور فعال و نقش پررنگ نیروهای مسلح در مدیریت بحران‌ها ارائه برنامه عملیاتی شامل مجموعه‌ای از ریسک‌های اولویت‌بندی شده حاصل از شکست سد و اقدامات نیروهای مسلح در پاسخ به این ریسک‌ها، می‌توانند باعث افزایش بهره‌وری این ارگان‌ها در بحث مدیریت بحران و کاهش میزان خسارت به وجود آمده شود.

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

تعاریف متفاوتی از مدیریت ریسک وجود دارد که می‌توان به برخی از آن‌ها اشاره کرد مدیریت ریسک فرآیندی کلی، متشکل از شناسایی، اندازه‌گیری و کاهش حوادثی است که ممکن است منابع را تهدید کنند. به عبارت دیگر مدیریت ریسک یعنی شناسایی ریسک و اتخاذ تصمیمات هوشیارانه به همراه محافظت در برابر پیامدهای نامطلوب ناشی از ریسک (جعفر بیگزاده، ۱۳۹۱). با استفاده از ادبیات گذشته و مطالعه منابع کتابخانه‌ای و مرور مقالات صورت گرفته از

^۱ Shakidor

سال ۲۰۰۵ در حوزه شکست سد و سیل‌های ویرانگر ناشی از آن، ریسک‌های مرتبط با این حوزه شناسایی گردید. در این راستا فان^۱ در سال ۲۰۱۸ در تحقیق خوب به خرابی خانه‌های مسکونی، از بین رفتن جاده‌ها، تخریب پل‌ها و قطع کابل‌های ارتباطی و... اشاره می‌کند، الانصاری^۲ در سال ۲۰۱۵ در پژوهشی، مرگ و مجروح شدن افراد، نابودی شهرها، و از بین رفتن زیرساخت‌های حیاتی مانند خطوط برق و خرابی مراکز درمانی و... را از پیامدهای ناشی از شکست سد موصل^۳ می‌داند؛ مطابق جدول ۱، ۴۰ ریسک مرتبط با این حوزه به همراه مقالات مرجع شناسایی گردید. در مرحله بعد جهت تأیید و یا اصلاح و همچنین دسته‌بندی ریسک‌ها، مطابق با روش دلفی^۴ این ریسک‌ها در اختیار ۵ نفر از خبرگان مربوط قرار گرفت، میزان خیرگی افراد بر مبنای میزان تحصیلات (حداقل فوق‌لیسانس) و بر مبنای میزان تجربه (حداقل ۱۵ سال) در نظر گرفته شد. در مرحله اول گزینش ریسک‌ها، تعداد ۳۸ ریسک مرتبط با حوزه شکست سد انتخاب گردید در مرحله دوم پس از بررسی نتایج مرحله قبل تعداد این ریسک‌ها به ۳۷ عدد رسید در مرحله سوم، تعداد ۳۷ ریسک مرحله قبل مورد تأیید و اجماع نظر خبرگان قرار گرفت.

جدول (۱) ریسک‌های ناشی از شکست سد و مقالات مرجع

آب‌گرفتنی مراکز	آب‌گرفتنی	آب‌گرفتنی	آب‌گرفتنی	آب‌گرفتنی	آب‌گرفتنی منازل	نامنی و سرقت	بیکاری	کمبود دارو	کمبود مواد غذایی	مهم‌شکست خسارات به اموال	مفقود شدن افراد	مجروح یا زخمی شدن افراد	مرگ و میر افراد	
✓	✓	✓	✓								✓	✓	✓	Ibidun O.) Adelekan, (2016
	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓	Nadhir) Al-Ansari, (2015
					✓					✓				Paul W.) Cleary, (2014
				✓								✓	✓	Weiwei) (Du, 2010
✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	Qiang) (Fan, 2018
		✓		✓							✓	✓	✓	Wei Ge.) (2019

1 Qiang Fan

2 Nadhir Al-Ansari

3 Mosul

4 Delphi Method

شیوع بیماری‌ها		
آسیب به دکل‌ها مخبرات		
غرق شدن و آسیب از آب		
پخش شدن فاضلاب در محل		
آسیب یا قطع آب آشامیدنی		
قطع و خسارات به خطوط		
قطع و خسارات به خطوط		
آسیب یا از بین رفتن پل‌ها	✓	
آسیب یا از بین رفتن راه‌ها	✓	
تلف شدن دام و طیور	✓	
از بین رفتن محصولات		
آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز	✓	
آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز		
آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز		
	Zongkun) (Li, 2018	تائیدی (۱۳۹۲)

بایر شدن مراتع			
آسیب رسیدن به آثار فرهنگی	✓		
از بین رفتن تالاب‌ها	✓		
مهاجرت افراد			
تلفات گونه‌های جانوری			
از بین رفتن پوشش‌های گیاهی	✓		
ایجاد باتلاق‌های جدید در محل			
فرسایش خاک		✓	
آلوده شدن آب‌های زیرزمینی			✓
سرمازدگی یا گرمزدگی	✓		
ایجاد شوک‌ها روانی	✓		✓
کاهش سطح بهداشت عمومی	✓		
	Ibidun O.) (Adelekan, 2016		
	Nadhir Al-Ansari,) (2015		
	Paul W. Cleary,) (2014		
	Weiwei Du,) (2010		
	(Qiang Fan, 2018)		
	(Wei Ge, 2019)		
	Daniel Green,) (2017		
	(Jonkman, 2005)		
	J. K. Vrijling,) (2008		
	Sebastian N.) (Jonkman, 2018		
✓	Jakub) Langhammer, (2008		
	(Wei Li, 2019)		
	(B. Merz, 2010)		
	(Mozumder, 2008)		
	Rodrigo Rojas,) (2013		

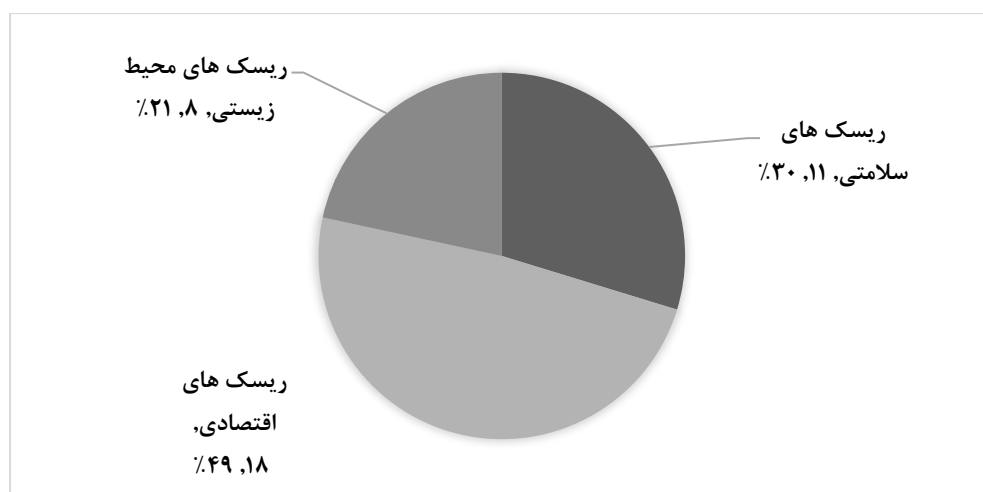
کاهش سطح بهداشت عمومی	ایجاد شوک‌ها روانی	سرمازدگی یا گرم‌زدگی	آلوده شدن آب‌های زیرزمینی	فرسایش خاک	ایجاد باتلاق‌های جدید در محل	از بین رفتن پوشش‌های گیاهی	تلفات گونه‌های جانوری	مهاجرت افراد	از بین رفتن تالاب‌ها	آسیب رسیدن به آثار فرهنگی	بایر شدن مراتع
						✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓							
			✓			✓	✓				
✓								✓			
							✓				✓

روش دلفی: یک روش مدون در کارهای پژوهشی می‌باشد که با استفاده از آن نظرات و تحلیل‌های کارشناسان یک حوزه بخصوص را در ارتباط با یک مسئله مشخص به دست می‌آورند، معمولاً این هدف با استفاده از پاسخ به پرسش‌نامه در چندین نوبت توسط ۵ تا ۲۰ نفر از کارشناسان تا رسیدن به اجماع در نظرات، به دست می‌آید (Chia-Chien Hsu, 2007). در این پژوهش جهت انتخاب و دسته‌بندی ریسک‌ها از روش دلفی استفاده گردید، ۴۰ ریسک انتخاب‌شده در قالب پرسشنامه در اختیار ۵ نفر از خبرگان قرار گرفت که پس از سه مرحله تکمیل و اصلاح پرسشنامه، در نهایت ۳۷ ریسک انتخاب‌شده در سه بخش مختلف، متناسب با حوزه تأثیرشان دسته‌بندی گردید (جدول ۲)، این سه دسته شامل ریسک‌های عمدتاً تأثیرگذار در بخش اقتصادی، ریسک‌های عمدتاً تأثیرگذاری در حوزه سلامت، و ریسک‌های عمدتاً تأثیرگذار بر محیط‌زیست می‌باشند. مطابق با نمودار (۱) بیشترین تعداد ریسک مربوط به ریسک‌های تأثیرگذار در حوزه‌های اقتصادی می‌باشد و بعد از آن ریسک‌های تأثیرگذار در حوزه سلامت و ریسک‌های تأثیرگذار در حوزه محیط‌زیست می‌باشد

جدول (۲) دسته‌بندی ریسک‌های ناشی از شکست سد

ریسک‌های سلامتی	ریسک‌های اقتصادی	ریسک‌های محیط زیستی
مرگ‌ومیر افراد	خسارات به اموال شخصی	پخش شدن فاضلاب در محل
مجروح یا زخمی شدن افراد	ناامنی و سرقت	آلوده شدن آب‌های زیرزمینی
مفقود شدن افراد	آسیب یا آب‌گرفتگی منازل مسکونی	فرسایش خاک
شیوع بیماری‌ها	آسیب یا آب‌گرفتگی بیمارستان‌ها	ایجاد باتلاق‌های جدید در محل
غرق شدن و آسیب از آب	آسیب یا آب‌گرفتگی پست‌های برق	از بین رفتن پوشش‌های گیاهی

ریسک های محیط زیستی	ریسک های اقتصادی	ریسک های سلامتی
تلفات گونه های جانوری	آسیب یا آب گرفتگی آتش نشانی ها	کاهش سطح بهداشت عمومی
مهاجرت افراد	آسیب یا آب گرفتگی پست های گاز	ایجاد شوک های روانی
آسیب رسیدن به آثار تاریخی و فرهنگی	آسیب یا آب گرفتگی مراکز نظامی	سرمازدگی یا گرمزدگی
	آسیب یا آب گرفتگی مراکز مخابرات	کمبود مواد غذایی و پوشاک
	آسیب یا آب گرفتگی مراکز آموزشی	کمبود دارو
	آسیب یا آب گرفتگی مراکز صنعتی	آسیب یا قطع آب آشامیدنی
	از بین رفتن محصولات کشاورزی	
	تلف شدن دام و طیور	
	آسیب یا از بین رفتن راه ها	
	آسیب یا از بین رفتن پل ها	
	قطع و خسارات به خطوط انتقال برق	
	قطع و خسارات به خطوط انتقال گاز	
	آسیب به دکل ها مخابرات	



نمودار (۱) سهم هری بخش از ریسک های حاصل از شکست سد

روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن (FMEA¹): تکنیکی که جهت شناسایی، کاهش اثرگذاری و حذف ریسک ها و خطرات بالقوه و بالفعل موجود در موضوع مورد بررسی، به کار می رود (Stamatis, 2003). در روش FMEA پس از شناسایی دقیق ریسک ها و خطرات، محاسبه میزان اهمیت هر یک از این ریسک ها با محاسبه ی عدد اولویت ریسک RPN² انجام

¹ Failure mode and effect analysis

² Risk Priority Number

می‌گیرد، این عدد برای هر حالت بالقوه خطر و اثر آن به صورت جداگانه مورد محاسبه قرار می‌گیرد. روش محاسبه عدد RPN با ضرب سه عامل شدت اثر خطر (S)، احتمال وقوع (O) و قابلیت کشف و پیش‌بینی خطر (D) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$RPN = S \times O \times D$$

شدت اثرگذاری ریسک، احتمال وقوع ریسک و قابلیت پیش‌بینی ریسک، با مقیاسی از ۱ تا ۱۰ درجه‌بندی می‌شوند و RPN رقمی بین ۱ تا ۱۰۰۰ خواهد داشت.

ملاک قرار دادن میزان RPN جهت اولویت‌بندی ریسک‌ها، به‌تنهایی نمی‌تواند بیانگر میزان اهمیت ریسک‌ها باشد و میزان وخامت ریسک‌ها به‌خوبی مورد توجه قرار نمی‌گیرد، چون که ترکیب‌های متفاوتی از شدت اثر، احتمال وقوع و امکان پیش‌بینی می‌توانند عدد RPN ثابتی داشته باشند حال آنکه پیامدهای ناشی از هر ریسک و میزان اهمیت آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد. همچنین RPN حساسیت زیادی نسبت به تغییر در هر یک از فاکتورها دارد و تغییر در هر کدام می‌تواند RPN را به‌شدت زیاد یا کم کند، به همین جهت در این پژوهش یک معیار به‌عنوان سطح بحران تعریف و مورد استفاده قرار می‌گیرد، این معیار ریسک‌ها را در سه دسته ریسک‌های عادی، نیمه بحرانی و بحرانی قرار می‌دهد، بدین‌صورت که (Mehrzadi, 2014)، سطح ۱ یا سطح عادی که در آن تمام سه عامل RPN (به‌ویژه شدت اثر و احتمال وقوع) دارای ارزشی کمتر از ۵ هستند و یا نمره اولویت خطر آن مقدار کمی است ($RPN < 70$)؛ در این حالت نیاز به اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه نیست. سطح ۲ یا سطح نیمه بحرانی، در این حالت حداقل یک عامل از سه عامل RPN (به‌ویژه شدت اثر و احتمال وقوع) دارای ارزشی بیشتر از ۵ است و یا نمره اولویت خطر آن مقدار متوسط و نسبتاً کمی است ($70 < RPN < 140$)؛ در این حالت انجام اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی لازم است. سطح ۳ یا سطح بحرانی، در این حالت حداقل دو عامل از سه عامل RPN (به‌ویژه شدت اثر و احتمال وقوع) دارای ارزشی بیشتر از ۵ هستند و یا نمره اولویت خطر آن مقدار زیادی است ($RPN > 140$)؛ و مشخص است که در این حالت انجام اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی در کوتاه‌ترین زمان ممکن لازم و ضروری است. در شکل (۲) سهم هر یک از دسته‌های ریسک، از سه گروه ریسک سطح بحرانی، نیمه بحرانی و عادی نشان داده شده است. ۶۷٪ از ریسک‌های بحرانی بر حوزه اقتصادی و مالی تأثیرگذار هستند و ۳۳٪ بر حوزه سلامتی و جان افراد تأثیرگذار می‌باشند و هیچ‌کدام از ریسک‌های تأثیرگذار بر بخش محیط‌زیست در بخش ریسک‌های بحرانی قرار ندارند. در بخش ریسک‌های سطح نیمه بحرانی، ۵۰٪ ریسک‌ها، ریسک‌های مؤثر بر اقتصاد می‌باشند، ۴۰٪ ریسک‌های تأثیرگذار بر بخش سلامت و ۱۰٪ از این ریسک‌ها، ریسک‌های مؤثر

بربخش محیط‌زیست می‌باشند. در ریسک‌های سطح عادی، ۶۴٪ از ریسک‌ها را ریسک‌های مؤثر بربخش محیط‌زیست تشکیل می‌دهند و ۳۶٪ از ریسک‌ها، ریسک‌های تأثیرگذار بر فعالیت‌های اقتصادی و مالی می‌باشند. وجود ریسک‌های بخش سلامت در رتبه‌بندی ریسک‌های بحرانی و نیمه بحرانی نشان‌دهنده اهمیت مبحث سلامت و تلاش در راستای کاهش تخلفات و خسارات جانی می‌باشد از طرفی عدم حضور ریسک‌های حوزه محیط‌زیست دربخش ریسک‌های بحرانی نشان‌دهنده این موضوع است که باوجود اهمیت بالای این حوزه و نیاز به توجه به مخاطرات آن در بحث شکست سد و پیامدهای ناشی از آن در سطوح اول اولویت قرار ندارد و لازم است در سطوح پایین‌تری موردتوجه قرار گیرد.



شکل (۲) نحوه توزیع ریسک‌ها در سطوح خطر و دسته‌بندی ریسک

در جدول (۳) ریسک‌های ناشی از شکست سدها متناسب با میزان درجه اهمیت و خطرآفرینی، طبقه‌بندی و اولویت‌بندی شده‌اند. ریسک‌هایی مثل مرگ میر افراد، مجروح یا زخمی شدن و کمبود دارو در سطح بحرانی قرار گرفته‌اند. ریسک‌هایی مثل پخش شدن فاضلاب در محل، آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز مخابرات، آسیب به دکل‌های مخابرات در سطح نیمه بحرانی قرار گرفته و ریسک‌هایی مثل از بین رفتن محصولات کشاورزی، مهاجرت افراد، آلوده شدن آب‌های زیرزمین در سطح عادی قرار دارد.

جدول (۳) اولویت‌بندی ریسک‌های حاصل از شکست سد

اولویت	ریسک	سطح بحران	RPN	S	O	D	منشأ ریسک
۱	مرگ‌ومیر افراد	۳	۷۰.۲۵۸	۱.۷	۲.۶	۹.۵	سلامتی
۲	مجروح یا زخمی شدن افراد	۳	۸۰.۲۳۴	۳.۶	۱.۶	۸.۵	سلامتی
۳	مفقود شدن افراد	۳	۰۱.۲۲۹	۸.۵	۲.۷	۴.۵	سلامتی
۴	کمبود دارو	۳	۵۰.۲۲۱	۱.۵	۸.۶	۳.۶	سلامتی
۵	کمبود مواد غذایی و پوشاک	۳	۱۶.۲۱۷	۳.۵	۴.۶	۴.۶	سلامتی
۶	آسیب یا آب‌گرفتگی بیمارستان‌ها	۳	۹۰.۲۱۰	۳.۷	۵.۵	۳.۵	اقتصادی
۷	آسیب یا قطع آب آشامیدنی	۳	۶۱.۲۰۲	۶.۶	۹.۵	۱.۵	اقتصادی
۸	خطر غرق شدن	۳	۷۴.۱۹۷	۷.۶	۱.۷	۲.۴	سلامتی
۹	آسیب یا آب‌گرفتگی آتش‌نشانی‌ها	۳	۳۵.۱۹۲	۷.۶	۹.۵	۷.۵	اقتصادی
۱۰	آسیب یا از بین رفتن راه‌ها	۳	۹۰.۱۸۱	۶.۵	۳.۶	۳.۴	اقتصادی
۱۱	آسیب یا از بین رفتن پل‌ها	۳	۲۰.۱۷۸	۱.۳	۴.۶	۶.۴	اقتصادی
۱۲	آسیب یا آب‌گرفتگی پست‌های برق	۳	۴۰.۱۵۶	۸.۵	۶	۹.۴	اقتصادی
۱۳	آسیب یا آب‌گرفتگی پست‌های گاز	۳	۱۴.۱۵۴	۴.۵	۹.۴	۹.۵	اقتصادی
۱۴	قطع و خسارات به خطوط انتقال برق	۳	۰۸.۱۵۲	۲.۵	۱.۵	۸.۵	اقتصادی
۱۵	قطع و خسارات به خطوط انتقال گاز	۳	۳۲.۱۴۴	۲.۵	۷.۵	۳.۴	اقتصادی
۱۶	ناامنی و سرقت	۳	۵۶.۱۴۰	۸.۵	۱.۶	۶.۴	اقتصادی
۱۷	آسیب یا آب‌گرفتگی منازل مسکونی	۲	۹۸.۱۳۲	۵	۲.۵	۵.۴	اقتصادی
۱۸	پخش شدن فاضلاب در محل	۲	۷۶.۱۱۸	۷.۵	۹.۴	۳.۴	محیط زیستی
۱۹	آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز مخابرات	۲	۲۲.۱۱۶	۶.۵	۳.۵	۵.۴	اقتصادی
۲۰	آسیب به دکل‌ها مخابرات	۲	۰۸.۱۱۲	۸.۴	۳.۵	۷.۴	اقتصادی
۲۱	سرمزدگی یا گرمزدگی	۲	۶۸.۱۰۴	۶	۴.۴	۴.۴	سلامتی
۲۲	کاهش سطح بهداشت عمومی	۲	۴۰.۹۸	۷.۵	۸.۵	۵.۳	سلامتی
۲۳	آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز نظامی	۲	۵۶.۹۲	۲.۶	۲.۴	۷.۳	اقتصادی
۲۴	ایجاد شوک‌ها روانی	۲	۳۷.۸۴	۵.۵	۷.۴	۲.۳	سلامتی
۲۵	شیوع بیماری‌ها	۲	۶۹.۸۱	۷.۴	۱.۵	۴.۳	سلامتی
۲۶	تلف شدن دام و طیور	۲	۵۲.۷۴	۴	۳.۶	۸.۲	اقتصادی
۲۷	از بین رفتن محصولات کشاورزی	۱	۹۰.۶۸	۹.۳	۲.۴	۲.۴	اقتصادی
۲۸	مهاجرت افراد	۱	۸۲.۵۷	۱.۴	۹.۴	۸.۲	محیط زیستی
۲۹	آلوده شدن آب‌های زیرزمینی	۱	۱۶.۵۴	۷.۴	۹.۳	۹.۲	محیط زیستی
۳۰	خسارات به اموال شخصی	۱	۷۴.۴۸	۴	۳.۴	۸.۲	اقتصادی
۳۱	آسیب به آثار تاریخی و فرهنگی	۱	۶۸.۴۲	۱.۳	۴.۳	۴	محیط زیستی
۳۲	تلفات گونه‌های جانوری	۱	۰۸.۳۸	۸.۲	۴.۴	۱.۳	محیط زیستی
۳۳	فرسایش خاک	۱	۵.۳۶	۷.۳	۲.۳	۱.۳	محیط زیستی
۳۴	از بین رفتن پوشش‌های گیاهی	۱	۴۶.۳۳	۱.۳	۲.۴	۸.۲	محیط زیستی
۳۵	آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز آموزشی	۱	۱۲.۲۴	۷.۱	۵.۳	۵.۴	اقتصادی
۳۶	آسیب یا آب‌گرفتگی مراکز صنعتی	۱	۳۴.۲۲	۴.۲	۱.۳	۱.۳	اقتصادی
۳۷	ایجاد باتلاقی‌های جدید در محل	۱	۸.۱۸	۷.۲	۱.۲	۳.۳	محیط زیستی

راه کارهای نیروهای مسلح در مواجهه با ریسک های بحرانی

در کشورهای مختلف حمایت ها و امداد رسانی بعد از وقوع حوادث معمولاً توسط دولت ها، نیروهای مسلح و سازمان های خصوصی مردم نهاد صورت می گیرد، نیروهای مسلح غالباً مستقیماً در توزیع کمک به قربانیان فاجعه شرکت می کنند، به عنوان مثال در بنگلادش یک گروه ویژه نیروهای دریایی به دنبال سیل ویرانگر نقشی تعیین کننده در انتقال مجروحین و افراد و توزیع منابع از فرودگاه ها و انبارها داشت بطوریکه توانستند ۲۰ هزار نفر از افراد را نجات دهند (Paul, 2003). به دلیل این که در مواقع شدت یافتن بحران های ناشی از بلایای طبیعی و نیاز به داشتن سرعت عمل و انضباط در فرایند مدیریت و امداد عمدتاً نیروهای مسلح حضور فعال تر و متمر ثمری دارند در این پژوهش راه کارهای این نیروهای در مواجهه با ریسک های بحرانی مورد بررسی قرار گرفته است، چراکه عمدتاً این ریسک ها با سرعت زیاد در ابتدای وقوع حادثه رخ خواهند داد؛ در این قسمت از تحقیق با استفاده از ابزار مصاحبه اقدام به کشف پاسخ های مناسب از سوی نیروهای مسلح در راستای کاهش میزان تأثیر و خطر ریسک های بحرانی شده است. مصاحبه صورت گرفته از نوع مصاحبه نیمه ساختاریافته می باشد، بدین شکل که ریسک ها به صورت سؤالات در اختیار هر یک از افراد مصاحبه شونده قرار داده شده است، در مقابل هریک از ریسک ها پاسخی که از طول انجام تحقیق به دست آمده است قرار گرفته شده است، از مصاحبه شونده درخواست می شود که ضمن بررسی پاسخ ها و در صورت لزوم اصلاح پاسخ ها متناسب با ساختار سازمانی نیروهای مسلح، پاسخ های احتمالی خود را نیز به آن بیفزاید و یا در صورت تائید پاسخ های قبلی، آن را بیان کند. پاسخ مناسب به هر یک از حوادث و ریسک های ناشی از وقوع سیل حاصل از شکست سد در جدول (۴) آمده است.

از جمله اقداماتی که در این موارد می توان به آن اشاره کرد، ایجاد یگان هایی جهت کشف قربانیان درروی خشکی یا در زیر آب می باشد؛ در ارتباط با افراد آسیب دیده و مجروحین نیز لازم است تا با سرعت لازم متناسب با شرایط منطقه حادثه دیده از ابزارهای مختلف آبی و خاکی جهت انتقال مجروحین به بیمارستان ها و درمانگاه ها استفاده شود، در ارتباط با شناسایی و یافتن افراد مفقود شده باید به طریق مناسب که در جدول ذکر شده است اقدام به شناسایی افراد حاضر در منطقه و ایجاد یگان های جستجو گردد. از جمله اقدامات در راستای حل مشکل کمبود دارو می توان به تهیه فهرستی از اقلام دارویی مورد نیاز همچنین توزیع بسته های کمک های اولیه در بین آسیب دیدگان اشاره کرد. تأمین آب آشامیدنی سالم نیز می تواند با استفاده از آب های بسته بندی و یا تانکرهای حمل آب موجود در اختیار بخش های نظامی صورت گیرد.

جدول (۴) اقدامات نیروهای مسلح در مواجهه با ریسک‌های بحرانی

ریسک	پاسخ‌های مناسب در مواجهه با ریسک
مرگ‌ومیر افراد	<ul style="list-style-type: none"> ۱- ایجاد یگان کشف و دفن اجساد در مناطق سیل‌زده ۲- اعزام غواص‌های نیرو مخصوص به منطقه جهت کشف اجساد ۳- انتقال اجساد به مناطق دیگر توسط یگان ترابری زمینی ۴- انتقال اجساد به مناطق دیگر توسط یگان ترابری دریایی ۵- آماده کردن فضای مناسب جهت قرار دادن اجساد کشف‌شده
مجروح یا زخمی شدن افراد	<ul style="list-style-type: none"> ۱- جابه‌جایی افراد با استفاده از تجهیزات زمینی و هوایی مانند نفربر و ماشین‌های سنگین و بالگرد ۲- انتقال مصدومین با استفاده از آمبولانس ۳- انتقال مصدومین با استفاده از بالگرد و هواپیما به شهرها و مناطق اطراف ۴- انتقال مجروحین و مصدومین با استفاده از تجهیزات آبی مانند قایق
مفقود شدن افراد	<ul style="list-style-type: none"> ۱- اعزام غواص جهت پیدا کردن افراد مفقودشده ۲- اعزام افرادی از یگان‌های شناسایی جهت پیدا کردن افراد ۳- دور کردن و هدایت افراد به مناطقی به‌دوراز آب ۴- انجام سرشماری میدانی برای یافتن افراد مفقودشده ۵- استفاده از سامانه‌های ثبتی کشور جهت شناسایی افراد موجود در منطقه ۶- بررسی آوار و خرابی‌ها جهت یافتن مفقودین و مجروحین
کمبود دارو	<ul style="list-style-type: none"> ۱- تهیه فهرست اقلام دارویی موردنیاز ۲- تأمین و دریافت دارو از نهادها و بخش‌ها مسئول ۳- توزیع مناسب دارو بین نیروهای یگان‌های امداد و پزشکان ۴- توزیع کمک‌های اولیه ابتدایی بین مصدومین
کمبود مواد غذایی و پوشاک	<ul style="list-style-type: none"> ۱- توزیع مواد غذایی با ماندگاری بالا مانند کنسرو ۲- توزیع پتو و اقلام گرمایشی ۳- توزیع کیسه‌خواب ضد آب
آسیب یا آب‌گرفتگی بیمارستان‌ها	<ul style="list-style-type: none"> ۱- تخلیه آب با استفاده از پمپ ۲- تعمیر تجهیزات پزشکی ۳- ایجاد بیمارستان‌های صحرایی ۴- اعزام اکیپ‌های پزشکی به منطقه ۵- ایجاد بندهای انحرافی ۶- کنترل نفرات برای جلوگیری از شیوع بیماری

<p>۱- تلاش جهت برقراری خطوط انتقال آب</p> <p>۲- توزیع آب آشامیدنی تمیز بسته بندی</p> <p>۳- تأمین آب شرب با تانکرهای انتقال آب</p> <p>۴- استفاده از بالگرد جهت توزیع آب در مناطق گیر افتاده</p>	<p>آسیب یا قطع آب آشامیدنی</p>
<p>۱- خارج کردن افراد از آب و بردن به مکان های مناسب</p> <p>۲- بستن اطراف مناطق آب گرفته و خطرناک</p> <p>۳- نصب علائم هشدار در مناطق خطرناک</p> <p>۴- بررسی مسیرهای انتقال آب مانند رودخانه ها و باز کردن مسیرها در صورت مسدودی</p> <p>۵- اعلام هشدار با استفاده از بلندگو و پخش پیام های رادیویی در منطقه</p> <p>۶- توزیع جلیقه نجات</p> <p>۷- توزیع و پخش طناب مناسب</p>	<p>غرق شدن و آسیب از آب</p>
<p>۱- تعمیر ماشین های آتش نشانی محل</p> <p>۲- بیرون آوردن تجهیزات از زیر آب</p> <p>۳- تأمین ماشین های آتش نشانی از محل شهرهای اطراف یا پادگان ها</p> <p>۴- تجهیز نیروهای امداد به وسایل اطفاء حریق سبک مثل کپسول های آتش نشانی</p> <p>۵- دور کردن مواد خطرناک مانند انبارهای سوخت یا انبار مواد شیمیایی از منطقه</p> <p>۶- ایجاد بندهای انحرافی</p>	<p>آسیب یا آب گرفتگی آتش نشانی ها و ایجاد حریق</p>
<p>۱- ایجاد راه های دسترسی موقت با استفاده از ماشین آلات ساختمانی</p> <p>۲- انتقال آب به دشت ها و زمین های اطراف</p> <p>۳- استفاده و نصب علائم هشدار در مناطق مختلف</p>	<p>آسیب یا از بین رفتن راه ها</p>
<p>۱- استفاده از پل های بیللی پیش ساخته ارتش و وزارت راه</p> <p>۲- مرمت موقت پل های خراب شده با استفاده از کیسه های شن یا جابه جایی مصالح</p>	<p>آسیب یا از بین رفتن پل ها</p>
<p>۱- قطع برق ناحیه با استفاده از ایستگاه های قطع برق فشارقوی</p> <p>۲- استفاده از مواد منفجره و تجهیزات ساختمانی جهت تخلیه آب</p>	<p>آسیب یا آب گرفتگی پست های برق</p>
<p>۱- قطع گاز منطقه به وسیله مسدود کردن لوله های اصلی توسط اپراتورهای لوله کشی</p>	<p>آسیب یا آب گرفتگی پست های گاز</p>
<p>۱- جمع آور ری سیم های برق و دکل های شکسته شده برق</p> <p>۲- ایجاد و راه اندازی تجهیزات روشنایی</p>	<p>قطع و خسارات به خطوط انتقال برق</p>
<p>۱- پیدا کردن محل های نشتی گاز</p> <p>۲- شکستن لوله ها و خروج گاز از داخل لوله های گاز شهری</p>	<p>قطع و خسارات به خطوط انتقال گاز</p>
<p>۱- کنترل مسیرهای منتهی به منطقه حادثه دیده</p>	<p>ناامنی و سرقت</p>

۲- جلوگیری از ورود افراد غیرمسئول به منطقه ۳- برقراری پست‌های بازرسی توسط یگان‌های پیاده	
۱- استفاده از کامیون‌ها و ماشین‌های سنگین نیروهای مسلح جهت خروج آوار ۲- خروج آب جمع شده در منازل مسکونی با استفاده از پمپ‌های تخلیه ۳- دفع حشرات و خزندگان از مناطق مسکونی	آسیب یا آب‌گرفتگی منازل مسکونی

نتیجه‌گیری

سدها به‌عنوان سازه‌های استراتژیک و کاربردی نقش بزرگی در تأمین نیاز آب و برق کشور دارند درعین حال توجه به خطرات و پیامدهای ناشی از ساخت و بهره‌برداری از این سازه‌ها لازم بنظر می‌رسد؛ شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها و خطرات ناشی از یک حادثه اگرچه در مرحله اول کاری زمان‌بر و پرهزینه به نظر می‌رسد اما در درازمدت با افزایش میزان آمادگی در مقابله با پیامدهای موردبررسی، باعث حفظ سلامتی افراد، صرفه‌جویی در هزینه‌ها و کاهش زمان رسیدگی به امور و مخاطرات احتمالی می‌گردد، از جمله پیامدهای منفی ناشی از ساخت سدها می‌توان به احتمال تخریب این سازه‌ها اشاره کرد؛ عمده پژوهش‌های انجام گرفته در این رابطه به بررسی علل شکست و پیامدهای فنی ناشی از آن، بصورت مطالعات موردی پرداخته‌اند، از این رو در این پژوهش تلاش شده است تا با مرور پژوهش‌های گذشته و استفاده از نظرات کارشناسان به بررسی ریسک‌های ناشی از شکست سدها بصورت جامع همراه با شناسایی و اولویت‌بندی این ریسک‌های ناشی از آن دربخش‌ها مختلف پرداخته، که در نهایت منتج شد به شناسایی ۱۷ ریسک مرتبط با سطح سه و بحرانی که به‌صورت فوری نیاز به یافتن پاسخ و اقدامات اصلاحی دارند، شناسایی ۹ ریسک مربوط به سطح دو، نیمه بحرانی که نیاز به انجام اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی دارند و ۱۱ ریسک مربوط به سطح یک، یعنی ریسک‌های عادی که نیاز به کنترل و پایش دارند. از طرفی با توجه به حضور نیروهای مسلح در مدیریت بحران‌های در سطوح ملی که نیاز به حضور و کنترل سریع و دقیق دارند، اقدام به ارزیابی راه‌کارها و پاسخ‌های مناسب از سوی این نیروها در ارتباط با هریک از ریسک‌های بااهمیت گردید تا در نهایت منجر به تنظیم یک برنامه جامع مقابله با خطر گردید، تلاش شده است تا با ارائه این فرآیند در راستای حفظ منابع کشور و افزایش بهره‌وری نیروهای درگیر در حادثه گام برداشته شود.

با توجه به این‌که اطلاعات به‌دست‌آمده در این پژوهش به بررسی پیامدهای ناشی از شکست سدها پرداخته، که عامل بروز سیل‌ها با سرعت و قدرت تخریب زیاد همراه با غلظت رسوبات بالا می‌باشد، نمی‌توان این اطلاعات را به‌صورت کامل باسیل‌های فصلی و یا طغیان رودخانه‌ها

مطابق دانست. همچنین پاسخ‌های به‌دست‌آمده برای هر ریسک از منظر نوع حضور و فعالیت نیروهای مسلح می‌باشد و نمی‌توان آن را به سایر ارگان‌های مسئول تعمیم داد.

پیشنهادات

در راستای بهبود و تکمیل پژوهش صورت گرفته پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

- با توجه به اهمیت و تعداد سدهای موجود در کشور بهتر است واحد مدیریت ریسک و ایمنی متشکل از تمامی بخش‌های درگیر در مجموعه خود سد راه‌اندازی گردد، تا به بررسی و ارزیابی ریسک‌ها و برنامه‌ریزی مناسب بپردازد.
- توجه سازمان‌های مختلف به ریسک و مدیریت ریسک می‌تواند باعث افزایش بهره‌وری در هنگام بروز حادثه و همچنین کاهش اثرات ریسک در بخش‌های مختلف از قبیل بخش‌های مرتبط با حوزه سلامت و جان افراد بخش‌های اقتصادی و تولیدی و بخش‌های مرتبط با حوزه محیط‌زیست گردد.
- در حوادث بزرگ مانند تخریب سد، که شامل مجموعه‌ای بزرگی پیامدها و حوادث می‌باشد و سطح وسیعی را درگیر می‌کند بهتر است تمامی بخش‌های درگیر چه در بخش‌هایی که وظایف در تأمین امنیت و سلامت سدها در قبل از وقوع حادثه دارند چه بخش‌هایی که در بعد از وقوع حادثه نقش پررنگی دارند، به‌صورت مجزا تمهیدات لازم، در راستای مقابله با ریسک‌های شناسایی شده را لحاظ کنند
- مدیریت ریسک و خطر نیاز به استمرار و دوام دارد از همین رو بهتر است در تمامی مراحل بعد از وقوع حادثه از ابتدا تا انتها گروه مدیریت ریسک حضور فعال داشته، مسائل را بررسی کرده و فعالیت‌ها را مطابق با تحلیل‌ها کنترل کنند
- روش FMEA بیشتر، روشی مناسب برای پیش‌بینی و پیش‌گیری ریسک به حساب می‌آید و لازم است در چندین مرحله و حوادث مشابه با حادثه شکست سد توسط واحد مدیریت ریسک استفاده شود تا با استفاده از تجارب کسب‌شده در خلال حوادث کوچک مشابه، به‌صورت مداوم به‌روزرسانی گردد تا برای مقابله با حوادث ناشی از خطر اصلی آماده گردد.

قدردانی

از خبرگان توانمندی که در طول پژوهش، دانش خویش را سخاوتمندانه در اختیار محققان این پژوهش قرار دادند و استواری پژوهش حاضر بر مشارکت و دانش این بزرگواران قرار گرفته است بسیار سپاسگزاریم.

منابع

- بیکزاده، جعفر؛ پاک مرام، عسکر و زمینی، سمیرا. (۱۳۹۱). تبیین مدیریت ریسک و ضرورت اعمال آن در بانک‌های ایرانی. ماهنامه بانک و اقتصاد. ۸ (۱۱۸): ۱۶-۲۳.
- کریمی، غلام حسین؛ شفیعی، کوروش و فرزانه ایرج. (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات زیست محیطی سیلاب ناشی از شکست سد مخزنی جره رامهرمز. دوازدهمین کنفرانس هیدرولیک/ایران. کرج: سیویلیکا.
- عظیمی، محمد مهدی؛ غواصیه، احمدرضا و حسین پور، سید مجتبی. (۱۳۸۸). بررسی ابعاد بحران ناشی از شکست سد و راهکارهای مدیریت آن. هشتمین کنگره بین‌المللی مهندس عمران. شیراز.
- Aboul Fazal Younus, N. H. (2013). Economic consequences of failed autonomous adaptation failed autonomous adaptation study from Bangladesh. *Local Economy*, 22-37.
- B. Merz, H. K. (2010). Assessment of economic flood damage. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1697-1724.
- Chia-Chien Hsu, B. A. (2007). The Delphi Technique: Making Sense of Consensus. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*.
- Daniel Green, D. Y. (2017). City-scale accessibility of emergency responders operating during flood events. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1-16.
- Fernandes, G. W. (2016). Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. *Natureza And Conservacao*, 35-45.
- Hubert, C. (2009). Embankment overtopping protections system and earth dam spillways. در *Dams: Impacts, Stability and Design* (ص. ۱۰۱-۱۳۲). Brisbane: Nova Science Publishers.
- Ibidun O. Adelekan, A. P. (2016). Flood risk perception in flood-affected communities in Lagos, Nigeria. *Springer Science+Business Media Dordrecht*, 445-469.
- J. K. Vrijling, S. J. (2008). Loss of life due to floods. *Flood Risk Management*, 43-56.
- Jakub Langhammer, V. V. (2008). Landscape changes as a factor affecting the course and consequences of extreme floods in the Otava river basin, Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment*, 53-66.
- Jonkman, S. N. (2005). Global Perspectives on Loss of Human Life Caused by Floods. *Natural Hazards*, 151-175.

- Khan, Z. (2005). *Pakistan Dam Bursts, Dozens Dead*. New York: The Associated Press.
- Leslie F. Harder, K. I. (2011). Preliminary Observations of the Fujinuma Dam Failure Following the March 11, 2011 Tohoku Offshore Earthquake, Japan. *Geotechnical Extreme Events Reconnaissance*.
- M. Zelenáková, L. G. (2017). Mitigation of the Adverse Consequences of Floods for Human Life, Infrastructure, and the Environment. *Natural Hazards Review*.
- Mehrzad Ebrahimzadi, G. H. (2014). Assessment and Risk Management of Potential Hazards by Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) Method in Yazd Steel Complex. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 127-135.
- Meimei Wu, W. G. (2019). Improved Set Pair Analysis and Its Application to Environmental Impact Evaluation of Dam Break. *Water*.
- Messner, F. (2007). *Evaluating flood damages: Guidance and recommendations on principles and methods*. Helmholtz Umweltforschungszentrum.
- Mozumder, P. (2008). Natural Disaster and Sickness Shocks: Evidence of Informal Social Insurance from Bangladesh. *Himalayan Research Papers Archive*.
- Nadhir Al-Ansari, N. A. (2015). Mystery of Mosul Dam the Most Dangerous Dam in the World: Dam Failure and its Consequences. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, 95-111.
- Paul W. Cleary, M. P. (2014). A scenario-based risk framework for determining consequences of different failure modes of earth dams. *Springer Science+Business Media Dordrecht*.
- Paul, B. K. (2003). Relief assistance to 1998 flood victims: a comparison of the performance of the government and NGOs. *The Geographical Journal*, 75-89.
- Qiang Fan, Z. T. (2018). Study on Risk Assessment and Early Warning of Flood-Affected Areas when a Dam Break Occurs in a Mountain River. *Water*.
- Rodrigo Rojas, L. F. (2013). Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation. *Global Environmental Change*, 1737-1751.
- Sebastiaan N. Jonkman, M. G. (2018). Brief communication: Loss of life due to Hurricane Harvey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 1073-1078.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. ASQ Quality Press.
- Thielen, A. H. (2005). Flood damage and influencing factors: New insights from the August 2002 flood in Germany. *Water Resources Research*.

- Thieken, K. M. (2002). Coping with floods: preparedness, response and recovery of flood-affected residents in Germany in 2002. *Hydrological Sciences Journal*, 1016-1037.
- Wei Ge, Y. J. (2019). A Method for Fast Evaluation of Potential Consequences of Dam Breach. *Water*.
- Wei Li, Z. L. (2019). Risk Evaluation Model of Life Loss Caused by Dam-Break Flood and Its Application. *Water*.
- Weiwei Du, G. J. -Y. (2010). Health Impacts of Floods. *Prehospital and Disaster Medicine*.
- Williams, A. S. (1999). A review of important and interesting technical findings regarding the tailings dam failure at Merriespruit: technical paper. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 1-9.
- Zongkun Li, W. L. (2018). Weight analysis of influencing factors of dam break risk consequences. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3355–3362.