

ارزیابی تاب آوری ساختاری روستای صراخیه تالاب شادگان با استفاده از نرم‌افزار Flow-3d با مدل آشفتگی LES

چکیده

سکونتگاه‌های روستایی به دلیل ضعف در سازه‌ها، زیرساخت‌ها و نابرابری‌های اجتماعی و فرهنگی و برخی کار کدهای مدیریتی بیشتر در معرض خطر و خسارات ناشی از بلا یا قرار دارند. این مطلب لازم می‌دارد تا به تاب آور نمودن این بناها توجه ویژه شود. روستای صراخیه واقع در تالاب شادگان، در استان خوزستان است که به دلیل معماری بومی خانه‌های روستا و نوع معیشت آن‌ها که وابسته به تالاب است به یک روستای گردشگری تبدیل شده است که در سیلاب سال ۱۳۹۸ خسارت‌های فراوانی را متحمل شده است و گردشگری و امرار و معاش و نوع زندگی مردم روستا را تحت تأثیر قرار داده است. نگارندگان در این تحقیق تلاش دارند تا با تکیه بر روش میدانی به بررسی مؤلفه‌های کالبدی سازنده تاب‌آوری در فضای معماری روستایی صراخیه بپردازند و ضمن تأکید بر مؤلفه کالبدی به نقد و بررسی اقدامات روستاییان و دولت در زمینه‌ی مقابله با سیل پرداخته شود. در گام اول با برداشت میدانی و بررسی‌های نقشه‌های روستا هشت تیپ خانه در این روستا در نظر گرفته شد. سپس استفاده از نرم‌افزار Flow 3D با مدل آشفتگی LES شبیه‌سازی سیلاب در محدوده مورد مطالعه صورت گرفت؛ که آن‌ها با زوایای متفاوت نسبت به تالاب و فاصله‌ی متفاوت نسبت به هم شبیه‌سازی شد. همچنین از نرم‌افزار Tecplot 360 جهت تجزیه و تحلیل شبیه‌سازی استفاده شد و نتایج به دست آمده نشان داد که مناسب‌ترین کالبد و بافت روستا در برابر سیلاب بیشتر در زوایای ۴۵ و ۶۰ نسبت به تالاب قرار دارد. لذا می‌توان نتیجه گرفت؛ با اصلاح بافت روستا و جهت‌گیری ابنیه و ایجاد مرکزی جهت مدیریت بحران‌های طبیعی، می‌توان وضعیت روستا را پس از بحران، عادی کرد و از این‌روی جریان گردشگری را تسهیل نمود.

واژگان کلیدی: تالاب شادگان، تاب‌آوری، سکونتگاه‌های روستایی، شبیه‌سازی جریان سیل.

مقدمه

سیل یکی از خطرناک‌ترین سوانح طبیعی جهان است که هر ساله باعث خسارات جانی و مالی گسترده‌ای می‌شود (Kuang and Liao, 2020). سیل بخشی از یک‌روند طبیعی است، اما وقتی در حوضه‌های آبخیز هم‌جوار زیست‌گاه انسانی رخ می‌دهد، عواقب فاجعه باری ایجاد می‌کند (Bertilsson et al., 2019). سیلاب باعث هدر رفتن سرمایه اجتماعی، انسانی و دارایی‌های اقتصادی می‌شود (Li et al., 2020) و می‌تواند باعث اختلال در خدمات شهری (حمل و نقل، فاضلاب، ارتباطات و تأمین برق) و خسارت به زیرساخت‌های شهری شود (Zhou et al., 2019). کمترین مقاومت اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی در برابر سیلاب، در حاشیه شهرها (اغلب در سکونتگاه‌های غیرشهری و روستایی) مشاهده می‌شود (Bertilsson et al., 2019). با این حال، جاری شدن سیل مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی نیز دارد چون می‌تواند به عنوان منبعی برای آبیاری کشاورزی و استفاده برای آب خانگی، افزایش منابع ماهیگیری، ایجاد آبرفت برای بارور کردن مزارع، شستشوی نمک‌ها و سموم از خاک سولفات، حمل زباله‌ها، از بین بردن حیوانات مودی، حشرات و شارژ مجدد آب‌های زیرزمینی باشد (Liao et al., 2016). پس جاری شدن سیل همچنین می‌تواند یک منبع مهم توسعه برای جوامع روستایی و شهری در مناطقی از جهان باشد (Kuang and Liao, 2020).

بهزاد وثیق^{*۱}

سحر حق نویس^۲

الیاس مودت^۳

۱ و ۳. استادیار، دانشگاه صنعتی جندی شاپور

دزفول، دزفول، ایران.

۲. کارشناس ارشد، دانشگاه صنعتی جندی شاپور

دزفول، دزفول، ایران.

*مسئول مکاتبات:

vasiq@jsu.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۱۰۳۰۹۵۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

این مقاله پژوهشی و برگرفته از است.

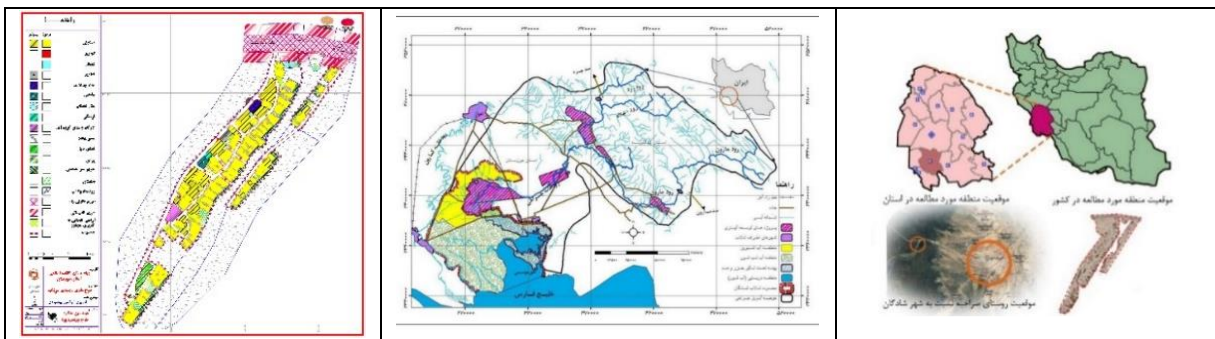
(2020). حوادث طبیعی مانند سیل اغلب با تخریب منابع اقتصادی و امکانات رفاهی و زیستی، سلامت ساکنان را به خطر انداخته و خطری جدی برای رشد کشورهای درحال توسعه به شمار می‌رود (مودودی ارخودی، ۱۳۹۹). جوامع روستایی کشورهای درحال توسعه بالتبع از تبعات منفی این خطر بیشترین آسیب را متحمل خواهند شد (Liao et al., 2016). امروزه محور رویکردهای مدیریت بحران، تاب‌آوری است. در این رویکرد تلاش می‌شود؛ توانایی مردم در مقابله با خطرات ناشی از وقوع سوانح طبیعی و مصنوع تقویت شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از کشورهای درحال توسعه که همواره در معرض سیل بوده است؛ ایران است. در این تحقیق باتجربه سیل سال‌های اخیر در حوزه آبخیز جنوب خوزستان به بررسی راه‌های تاب‌آوری در مسکن روستایی تالاب شادگان پرداخته شده است. روش تحقیق در این مقاله مبتنی بر روش شبیه‌سازی و داده‌ها از طریق تحلیل نتایج حاصل از نرم‌افزار Flow-3d، مشاهدات میدانی و کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است. سؤال اصلی تحقیق آن است که چگونه می‌توان بر اساس شیوه حرکت و شارش سیل احتمالی، خانه‌های روستایی تالابی را تاب آور نمود؟ چگونه می‌توان بافت روستای صراخیه در برابر سیل‌های آبی مقاوم شود؟ لازم به ذکر است هدف اصلی تحقیق یافتن چیدمان مناسب در برابر سیل با تأکید بر وضعیت موجود روستای صراخیه و بررسی آسیب‌های سیل ۱۳۹۸ است.

پیشینه تحقیق در این موضوع معطوف به بررسی راهبرد و راهکارهای مربوط به مقابله و کنترل سیل است. Haoran Zhu و همکاران (۲۰۱۹) بامطالعه شبیه‌سازی اثر سنگفرش بر کاهش خطر سیلاب شهری، به مقایسه تطبیقی تأثیر سازه‌های مختلف روسازی (سطح زهکشی، روسازی نفوذپذیر و جاده نفوذپذیر) در شرایط مختلف بارندگی در کاهش رواناب سطحی و کنترل آب پرداخته‌اند. ایشان با استفاده از مدل مدیریت آب طوفان (SWMM) جاده‌ای در نانچینگ را مطالعه کرده که یافته‌ی پژوهش مشخص می‌کند؛ روسازی نفوذپذیر می‌تواند بخشی از رواناب سطحی را کاهش دهد و زمان اوج سیل را به تأخیر بیندازد. Martin Bruwier و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی تأثیر بافت‌های شهری و هندسه چیدمان ساختمان‌ها بر جریان سطحی در آب‌رسانی شهری پرداخته‌اند. ایشان با بررسی ۲۰۰۰ بافت شبیه‌سازی شده در سه دوره‌ی باران مختلف (دوره‌های بازگشت ۱۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله) محاسبه کرده‌اند. روش ارزیابی تأثیر اشکال شهری بر طغیان شهری شامل یک زنجیره از دو مرحله مدل‌سازی و یک مرحله تجزیه و تحلیل آماری است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بافت شهری و فاصله ساختمان‌ها از هم تأثیر زیادی بر تخلیه جریان خروجی و شیب تأثیر مستقیم بر میزان جذب روان آب دارد. بهرامی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تاب‌آوری رودخانه کن، انجام داده‌اند که مسئله‌ی آن‌ها بررسی میزان تأثیرگذاری رویکرد تاب‌آوری محیطی بر مدیریت آشوب سیل است. روش تحقیق به صورت بررسی چهار پروژه موفق دنیا، بررسی اصول و راهکارهای تاب آور در برابر سیلاب است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی رودخانه کن نیاز به یک رویکرد چند رشته‌ای با تأکید بر مسائل منظر و اکولوژیک دارد. Gimenez-Maranges و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی سیستم‌های زهکشی پایدار به هدف مدیریت سیل شهری پایدار در اتحادیه اروپا پرداخته‌اند. روش تحقیق به صورت جمع‌آوری و بررسی ۸۰ مقاله علمی در مورد اجرای SUDS است. نتیجه‌ی نشان می‌دهد به این صورت است که شهرها به عنوان اسفنج‌هایی شناخته می‌شوند که نفوذ می‌کنند، نگه می‌دارند، ذخیره می‌کنند، تمیز می‌کنند، از آن استفاده می‌کنند و آب‌های سیلابی را تخلیه می‌کنند. یافته‌های مربوط به عملکرد فنی سقف‌های سبز و روسازی‌های قابل نفوذ نشان می‌دهد که حداقل، این دو عنصر SUDS می‌توانند در طیف گسترده‌ای از زمینه‌های اتحادیه اروپا پشتیبانی کنند. Sina و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثرات تاب‌آوری معیشت از طریق مطالعه تجربه سونامی اقیانوس هند در سال ۲۰۰۴ در پنج منطقه پرداخته‌اند. روش تحقیق شامل مشاهدات میدانی، یک نظرسنجی با نمونه‌ای از ۷۵ نفر از ساکنین و مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته می‌باشد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که حمایت از درآمد ساکنان، امکان یافتن مشاغل یا مهارت‌های دیگر، سلامت جسمی و روانی، در دسترس بودن حمایت‌های اجتماعی از مهم‌ترین عوامل است. پناهی و اسماعیلی (۱۳۹۷) در مقاله‌ای سعی کرده‌اند تا روش‌های توسعه کم اثر در مدیریت سیلاب شهری بیان و بهترین راهکارهای مدیریتی برای مناطق مختلف ایران معرفی شود. نتایج حاصل از این تحقیق این است که با توجه به این که دستورالعملی مبنی بر انتخاب روش‌های توسعه کم اثر در مناطق مختلف ایران تاکنون ارائه نشده است، بر اساس بیشترین تشابه اقلیمی بین اقلیم‌های مختلف ایران و آمریکا، جدولی برای به‌کارگیری روش‌های توسعه در ایران پیشنهاد گردید. Sina و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای به اندازه‌گیری تاب‌آوری معیشت در آنچه آندونزی

پرداخته‌اند. برای جمع‌آوری داده‌ها از خانوارها در مکان‌های مورد مطالعه از روش مثلثی با استفاده از روش‌های کمی و کیفی استفاده شده است. نتایج تحلیل‌ها حاکی از آن است که شاخص‌ها در دسته‌های مقابله با معیشت فردی و رفاه فردی مستحق توجه بیشتر از سایر شاخص‌های بیرونی دیگر هستند. شوکتی و همکاران در سال ۱۳۹۸ در مقاله‌ای تحت عنوان تحلیل و بررسی حجم آب قابل ذخیره و حجم آب سرریز شده از مخازن در شهرهای کرج و اهواز با شبیه‌سازی سامانه سطوح آبگیر پشت‌بام ساختمان‌های مسکونی در نرم‌افزار Matlab به بهینه‌سازی این مخازن پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که نسبت سرریز از مخزن در اهواز بیشتر بوده و درصد تبدیل بارش به رواناب بیشتر است. در شهرهای کرج و اهواز، در صورت استفاده از مخزن ۵۰۰۰ لیتری، به ترتیب در ۱۰/۶۲ و ۱۰/۵۷ درصد از کل روزهای سال می‌توان با استفاده از آب باران یک سطح آبگیر ۱۰۰ مترمربعی، نیاز غیرشرب روزانه ۴ نفر سکنه را تأمین کرد که این میزان، در صورت استفاده از مخزن ۵۰۰ لیتری، به ترتیب به ۸/۲ و ۵/۶۶ درصد کاهش می‌یابد. با توجه به پیشینه تحقیق می‌توان دریافت که تاکنون تحقیقی در زمینه کنترل اثرات مخرب سیلاب در تالاب شادگان با محوریت تغییرات ساختاری بافت معماری و یا روستایی صورت نگرفته است.

مواد و روش‌ها

صراخیه یکی از روستاهای واقع در تالاب شادگان و بخش خانفره استان خوزستان است (شکل ۱). ساکنان روستا جهت جابجایی در بخش‌هایی از روستا، صید ماهی و امرار و معاش از قایق استفاده می‌کنند (فرخیان و همکاران، ۱۳۹۴). معماری و بافت روستا کاملاً به محیط طبیعی خود وابسته بوده و از فنون و مصالح و سنت‌های محلی پیروی دارد. مصالح مورد استفاده در روستا با توجه به بوم منطقه و ساخت‌وسازهای محلی از نی، شاخه‌های درخت خرما، خشت و آجر و بلوک‌های سبک و قابل‌حمل و خاک، تشکیل می‌شود (تصویر ب شکل ۲). اغلب سقف‌ها و پوشش باها از نی و شاخه‌های خشک خرما است که به‌آسانی قابل تعمیر و تعویض است.



تصویر الف راست: شکل ۱: سمت راست: موقعیت جغرافیایی روستای صراخیه (منبع: نگارندگان)

وسط: موقعیت تالاب شادگان (منبع: هرمزی و همکاران ۱۳۹۸)

چپ: طرح هادی روستای صراخیه (منبع: بنیاد مسکن شهرستان شادگان).

جهت قرارگیری و کشیدگی خانه‌ها در امتداد تالاب قرار دارد. خانه‌ها به شکلی برون‌گرا ساخته شده‌اند و فضای باز مربوط به هر خانه که محوطه مربوط به آن محسوب می‌شود رو به تالاب بوده و رفت‌وآمد از این قسمت انجام می‌شود. این در حالی است که ورودی اصلی پشت به تالاب و رو به خشکی قرار دارد. از فضاهای باز رو به تالاب به شکل ایوان یا حیاط استفاده می‌شود. شاید بتوان مهم‌ترین عامل شکل‌گیری معماری موجود روستا را نوع معیشت که وابسته به تالاب بوده و شامل صید ماهی و دامداری است؛ دانست. روستا در طی سیل سال‌های اخیر متحمل آسیب‌های

کالبدی به بافت گردید (شکل ۳) به گونه‌ای که در بخش مسکن ۹۳ واحد تعمیر اساسی و ۳۷ واحد احداثی شد (بنیاد مسکن شهرستان شادگان، ۱۳۹۹). با این حال جهت جلوگیری از سیل آینده، اقدامات جدی صورت نگرفته و عمده عملیات عمرانی توسط روستاییان به صورت ایجاد سیل بندهایی در قسمت‌های مختلف تالاب که امکان بالا آمدن آب بیشتر بوده است انجام شده است (شکل ۴).



شکل ۲: راست، بافت روستا و اطراف تالاب، میانه، قایق‌رانی اهالی روستا، چپ، عکس هوایی روستا (منبع: نگارندگان).



شکل ۳: راست، مسیر بین خانه‌ها بعد از سیل، چپ خانه اهالی روستا بعد از سیل (منبع: نگارندگان).



شکل ۴: راست ایجاد سیل بند توسط اهالی روستا چپ: ایجاد سیل بند در مجاورت تالاب توسط اهالی روستا (منبع: نگارندگان).

واژه تاب‌آوری از ریشه لاتین *resilio* به معنای «پرش و بازگشت به گذشته» گرفته شده است (نوری و سپهوند، ۱۳۹۵). این مفهوم را هولینگ در مطالعات اکولوژیکی به عنوان راهی برای درک پویایی غیرخطی در سامانه‌های بوم‌شناسی مطرح کرد (شایان و همکاران، ۱۳۹۶). از نظر هولینگ تاب‌آوری به معنای توانایی جذب اختلالات است، در حالی که عملکرد سیستم مختل نشود (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸). سپس این مفهوم توسط تمرمن در پدیده‌های بلندمدت مانند تغییرات اقلیمی، ادگر در نظام‌های اجتماعی، کارپنتر در نظام‌های انسانی و محیطی، برکس در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی، بروئو در مدیریت بحران کوتاه‌مدت به کار گرفته شد (حیدری و مجنون، ۱۳۹۵). امروزه تاب‌آوری در رأس برنامه‌های ملی

و بین‌المللی اغلب نقاط جهان قرار گرفته است (قاسمی و قرائی، ۱۴۰۰). تاب‌آوری به توانایی یک سیستم و یا جامعه در برابر خطر و همچنین مقاومت، جذب، سازگاری و بازیابی از اثرات یک خطر به‌موقع و به شیوه‌ای کارآمد، با حفظ ساختارها و عملکردهای اساسی آن است (Gladfelter, 2018). این تعاریف گستره‌ای از معانی نظیر انسجام، برگشت‌پذیری و تحول به جلو را شامل می‌شود (اسد افروز و همکاران، ۱۳۹۹). این مفهوم یک اصطلاح چندبعدی است که بسته به نظریه‌های متفاوت فرق می‌کند (Handayani et al., 2019). جوامع مختلف هرکدام دارای درجات مختلفی از تاب‌آوری هستند (وزیریان و همکاران، ۱۳۹۹). چارچوب پیشنهادی تاب‌آوری شامل شاخص‌های مقاومت، مقابله، بازیابی و ظرفیت سازگاری برای سه مرحله از چرخه فاجعه، یعنی قبل، در حین و پس از فاجعه است (Zhu et al., 2021).

جوامع روستایی به دلیل ارتباط تنگاتنگ با محیط طبیعی و داشتن فرصت‌های محدود، از دیرباز در معرض نیروهای مخرب طبیعی قرار داشته‌اند (معصوم پور سما کوش و همکاران، ۱۴۰۰). در تاب‌آوری روستایی در برابر سیل می‌بایست به عواملی مانند ضعف در زیرساخت‌های حیاتی روستا و نیز سطح اجتماعی-اقتصادی غیرمتوازن روستاها و ضعف سازه‌ها توجه داشت (محمدی و منوچهری، ۱۳۹۷) هدف تاب‌آوری در روستا، زیست پذیر کردن جوامع روستایی است (نوری و سپهوند، ۱۳۹۵). شرط رشد به روستای زیست پذیر، وجود سطحی از تاب‌آوری است (محمدی و منوچهری، ۱۳۹۷). لذا در روستاها نمی‌توان تنها به تجویز راه‌حل‌های نرم‌افزاری اکتفا و می‌بایست به تغییرات ساختاری اقدام شود. به‌گونه‌ای که ساخت فیزیکی برای کاهش و منع تأثیرات احتمالی خطرات، یا استفاده از فن‌های مهندسی برای دستیابی به مقاومت در برابر خطر و تاب‌آوری در سازه‌ها یا سامانه‌ها مهم‌ترین اقدامات تاب‌آوری در روستا خواهد بود (Abdulkareem et al., 2018). در این تحقیق تلاش می‌شود تا با بررسی عوامل سازنده تاب‌آوری در فضای معماری روستایی صراخیه ضمن تأکید بر مؤلفه کالبدی به نقد و بررسی اقدامات روستاییان و دولت در زمینه‌ی مقابله با سیل پرداخته شود. همچنین استفاده از نرم‌افزار Flow 3D جهت شبیه‌سازی سیلاب و خانه‌های روستا صورت گرفته است. لذا به‌وسیله‌ی نرم‌افزار Flow 3D تیپ خانه‌ها به‌صورت کامل شبیه‌سازی و بررسی شد. به این صورت که تعداد ۵ خانه از هر تیپ بافاصله‌های متفاوت نسبت به هم (بدون فاصله، فاصله‌ی ۳ متر، ۴/۵ متر و ۹ متر) و زاویه‌های متفاوت نسبت به تالاب برحسب درجه (صفر، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰) انجام شد، با توجه به جهت ورود سیلاب هر مرحله به‌صورت جدا شبیه‌سازی شد (Novoa et al., 2020). دلیل انتخاب فاصله‌ها این بود که با توجه به این که فضای کافی برای عبور ماشین‌های شخصی یا وسایل نقلیه امداد و نجات در هر کوچه نباید کمتر از سه متر (کمترین فضای عبور ماشین‌های امداد و نجات) باشد (قوانین نظام‌مهندسی مبحث سوم، ۱۳۹۸) لذا کمترین فاصله‌ی شبیه‌سازی شده بین خانه‌ها ۳ متر بوده است. همچنین هر چه این فاصله کمتر باشد سطح مقطع عبوری سیلاب باریک‌تر است و سرعت سیلاب در این فاصله‌ها بیشتر شده و احتمال ایجاد خسارت بیشتر می‌شود. بیشترین فاصله‌ای که برای اطمینان بیشتر شبیه‌سازی شد، فاصله‌ی ۹ متری است. ایجاد فاصله بیش از ۹ متر باعث می‌شود که اثر فاصله عملاً حذف شود و راهروی عبور سیلاب به وجود آید و ساختمان نقش حائل یا کند کننده جریان را از دست دهد (Mortezazadeh Dorostkar, 2019). دلیل انتخاب زوایا هم این است که اگر مانعی را در برابر جریان قرار دهیم جریان را به سمت طرفین هدایت می‌کند. پس احتمالاً قرار دادن زوایایی به‌جز زوایای صفر و ۹۰ درجه می‌تواند راه‌حل بهتری برای قرارگیری بلوک‌ها در کنار تالاب باشد لذا زوایایی جز زوایای صفر و ۹۰ هم شبیه‌سازی شد و خروجی شبیه‌سازی به‌صورت دقیق در نرم‌افزار Tecplot 360 تحلیل شد به این صورت که سرعت سیل و فشار آن در هر نقطه اندازه‌گیری شد و محاسبات عددی آن صورت گرفت. نرم‌افزار Flow-3D توان شبیه‌سازی برای حل مسائل پیچیده دینامیک سیالات دارد (نصر اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین کاربرد گسترده در شبیه‌سازی عددی را داشته به‌نحوی که کاربر با وارد کردن اطلاعات می‌تواند مدل‌های مختلفی را به‌منظور شبیه‌سازی محدوده وسیعی از پدیده‌های جریان، انتخاب کند (واقفی و همکاران، ۱۳۹۵). نرم‌افزار یادشده نتایج حاصل از مدل فیزیکی را با دقت مناسبی پیش‌بینی و برای بررسی رفتار جریان در حالت‌های یک، دو و سه‌بعدی طراحی شده است (واقفی و همکاران، ۱۳۹۴). نرم‌افزار از یک شبکه متشکل از سلول‌های مستطیلی استفاده کرده که به دلیل تولید آسان و نظم مناسب به کمترین ذخیره‌ی حافظه نیاز دارد (بهنام طلب و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین با استفاده از نرم‌افزار Tecplot 360 اطلاعات به‌صورت داده‌های عددی از این شبیه‌سازی به دست آمد.

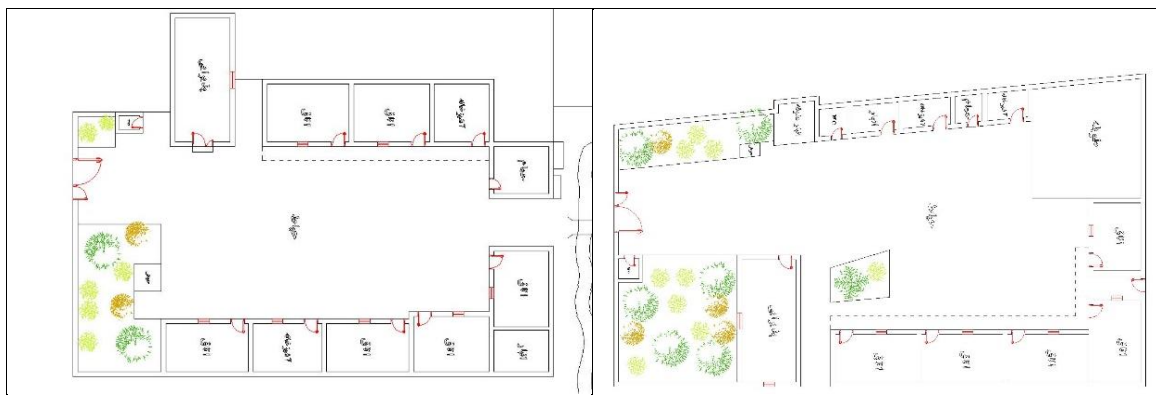
از آنجایی که LES اطلاعات بیشتری را نسبت به مدل‌های دیگر ارائه می‌دهد؛ در این نرم‌افزار از مدل آشفتگی LES استفاده شده است. طیف گسترده‌ای از کاربردهای LES تغییر از جریان‌های ساده به جریان‌های پیچیده از جمله جریان چند فاز، گرما انتقال، احتراق، آکوستیک و غیره است. طیف گسترده‌ای از کاربردهای LES به این دلیل است که مشخص شده است که روش‌های RANS ذاتاً نمی‌توانند کلاس‌های خاصی از مسائل پیچیده جریان آشفته را مدیریت کنند.

در این پژوهش از مش بندی تودرتو استفاده شده است. یکی از مزیت‌های مش بلاک تودرتو کاهش تعداد کل سلول‌های محاسباتی است، چراکه اندازه مش پلان‌های ناحیه مورد مطالعه را خرد نموده و دیگر نواحی که رؤیت نتایج برای ما از اهمیت چندانی برخوردار نیست را می‌توان از ابعاد بزرگ‌تری استفاده نمود. به این صورت که سه دسته مش گسترده در راستای محورهای X, Y, Z قرار داده شد همچنین دودسته مش دیگر هم در قسمت‌هایی که نیاز به اطلاعات دقیق‌تری از برخورد سیلاب به بلوک‌ها بود استفاده شد که در زوایای مختلف محل مش بندی‌ها متفاوت است. در این پژوهش از شرایط مرزی مناسب پروژه استفاده شد، به این صورت که با توجه به جهت ورودی سیل، جهت X مثبت را ورودی سیلاب و X منفی خروجی سیلاب در نظر گرفته شد. ارتفاع سیلاب از سطح زمین ۱ متر و ۵۰ سانتی‌متر در حوزه‌ی روستای صراخیه بوده است (اداره مسکن و شهرسازی استان خوزستان، ۱۳۹۸). لذا این ارتفاع سیال در نرم‌افزار شبیه‌سازی شد.

متغیرهای قابل‌اندازه‌گیری از این نرم‌افزار سرعت و فشار است. این نرم‌افزار می‌تواند طیف رنگی از قرمز (بیشترین سرعت و بیشترین فشار) تا آبی (کمترین سرعت و کمترین فشار) از سرعت و فشار را در نقاط مختلف جریان سیلاب در اختیار قرار داده و همچنین اطلاعات در این زمینه را به صورت کیفی (با طیف رنگی) ارائه می‌دهد. همچنین با استفاده از نرم‌افزار Tecplot 360 می‌توان به تحلیل دقیق شبیه‌سازی رسید و سرعت-فشار را در هر نقطه از جریان سیلاب به صورت عددی به دست آورد. به این صورت که هر نقطه از سایت شبیه‌سازی شده انتخاب گردد پارامترهای مربوط به ناحیه مربوطه از جمله فشار و سرعت را در اختیار قرار می‌دهد. ورودی نرم‌افزار FLOW-3D، مدل سه‌بعدی تپ ساختمان‌های موجود در این روستا با ایجاد شبیه‌سازی سیلاب به‌عنوان سیال و مشخص کردن ورود و خروج سیل و خروجی مورد انتظار دستیابی به اطلاعات جامع و دقیق در مورد سرعت هر ناحیه از سایت برای تحلیل و مقایسه دقیق بین گروه‌بندی‌های مختلف می‌باشد.

نتایج

با بررسی میدانی و تهیه نقشه‌ی طرح هادی روستا (شکل ۵). مشخص شد که هشت نوع خانه (معیار دسته‌بندی طول و عرض‌های مشخص بوده است) باید مورد بررسی قرار گرفته شود (جدول ۱).



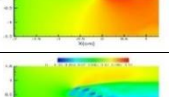
شکل ۵: طرح کلی از دو گونه پلان مسکونی روستا منبع: نگارنده.

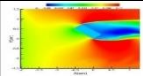
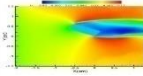
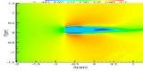
جدول ۱: تیپ بندی و ابعاد (طول و عرض) خانه‌های موجود در روستای صراخیه منبع: نگارندگان.

شماره	ابعاد	شماره تیپ	ابعاد	شماره	ابعاد	شماره	ابعاد
۱	۳۰*۱۵	۴	۳۰*۲۰	۵	۳۰*۳۰	۷	۴۰*۱۵
۲	۲۰*۱۵	۳	۲۰*۲۰	۶	۴۰*۳۰	۸	۴۰*۲۰

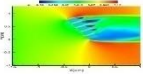
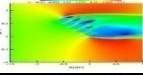
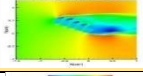
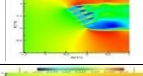
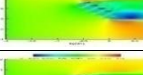
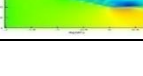
نواحی قرمز رنگ حداکثر سرعت سیلاب و نواحی آبی کم‌رنگ کمترین سرعت سیل را دارند و طیف رنگی از قرمز به نارنجی و زرد و سبز نشان‌دهنده‌ی کاهش سرعت سیلاب می‌باشند. در این مرحله نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که در خانه‌های با طول ۳۰ متر و عرض ۱۵ متر (تیپ ۱) در حالتی که فاصله‌ی خانه‌ها از هم ۴/۵ متر باشد و زاویه‌ی چرخش آن‌ها ۶۰ درجه باشد کمترین سرعت در بالادست، حداکثر منطقه‌ی امن (نواحی به رنگ آبی کم‌رنگ)، حداقل سرعت انحراف جریان (کمترین سرعت در دو سمت بلوک اول و آخر)، حداقل سرعت در گوشه‌های بلوک‌ها، حداقل سرعت در میان بلوک‌ها و حداقل سرعت گرد آب را دارد. پس بهینه‌ترین حالت در تیپ ۱ است (جدول ۲). در این تیپ بلوک‌ها مشخص شد که در زوایای صفر و ۹۰ درجه نتایج نشان داد که گرداب در عقبه جریان به وجود می‌آید؛ به همین دلیل در بررسی تیپ‌های دیگر از خانه‌ها این دو زاویه شبیه‌سازی نشدند. در جدول با حروف اختصاری حداقل سرعت در بالادست (MSP (Minimum Speed)، حداکثر منطقه امن ((Upstream Maximum Safe Area) MaSA)، حداقل سرعت انحراف جریان (MFDA (Minimum flow)، حداقل سرعت در گوشه‌های بنا (MFRC (Minimum Flow Rate in the Corner)، حداقل سرعت در میان بلوک‌ها (MSB (Minimum Speed between Buildings)، حداقل سرعت گرداب (MSW (Minimum Speed of Whirlpool)، حداکثر سرعت در بالادست (MaSP)، حداقل منطقه امن (MSA (Minimum Safe Area)، حداکثر سرعت انحراف جریان (DaVMA)، حداکثر سرعت در گوشه‌های بنا (MaFRC)، حداکثر سرعت در میان بلوک‌ها (MaSB)، حداکثر سرعت گرداب (MaSW) نشان داده شده‌اند (جدول‌های ۲ تا ۹). با توجه به نیازهای ساکنین نمی‌توان اندازه دقیقی برای بلوک‌ها در نظر گرفت و می‌توان بازه ابعاد مشخص کرد. از این رو در تیپ‌های مختلف خانه، یافته‌های نرم‌افزار متفاوت است و طراحان برحسب نوع خانه می‌باید به زاویه و فاصله بین این‌ها توجه کنند.

جدول ۲: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۳۰ متر و عرض ۱۵ متر منبع: نگارندگان.

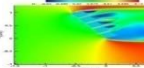
نقاط قوت												تصویر	زاویه نسبت به هم	فاصله نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MaSA	MSP			
								*		*			۳۰ درجه	۳ متر
		*	*		*								۴۵ درجه	
									*	*			۶۰ درجه	
*	*												صفر درجه	
						*	*		*		*		۹۰ درجه	
*	*	*	*	*	*								۳۰ درجه	
		*											۴۵ درجه	۴/۵ متر
						*	*	*	*	*	*		۶۰ درجه	
								*		*			صفر درجه	بدون فاصله
		*	*		*					*			۳۰ درجه	

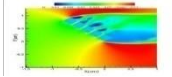
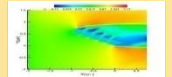
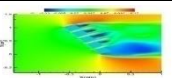
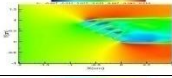
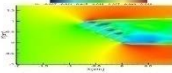
*	*		۴۵ درجه				
			۶۰ درجه				
	*	*	*	*	*		۹۰ درجه

جدول ۳: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۲۰ متر و عرض ۱۵ متر منبع: نگارندگان.

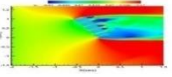
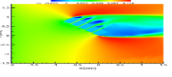
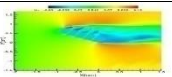
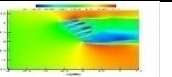
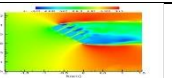
نقاط ضعف				نقاط قوت								تصویر	زاویه منازل نسبت به هم	فاصله منازل نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MASA	MSP			
	*									*	*		۳۰ درجه	۳ متر
*			*							*			۴۵ درجه	
						*	*	*	*	*			۶۰ درجه	
*									*	*	*		۳۰ درجه	۴/۵ متر
*		*				*							۴۵ درجه	
						*	*	*					۶۰ درجه	

جدول ۴: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۲۰ متر و عرض ۲۰ متر منبع: نگارندگان.

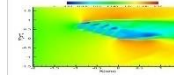
نقاط ضعف				نقاط قوت								تصویر	زاویه منازل نسبت به هم	فاصله منازل نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MASA	MSP			
	*									*	*		۳۰ درجه	۳ متر

*	*	*		۴۵ درجه					
		*	*	*	*		۶۰ درجه		
*				*	*	*		۳۰ درجه	
*	*		*					۴۵ درجه	۴/۵ متر
			*	*	*			۶۰ درجه	

جدول ۵: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۳+ متر و عرض ۲+ متر منبع: نگارندگان.

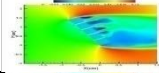
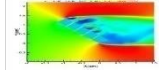
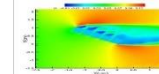
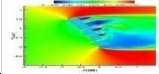
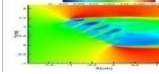
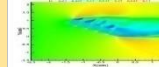
نقاط قوت												تصویر	زاویه منازل نسبت به هم	فاصله منازل نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MASA	MSP			
*	*	*	*		*								۳۰ درجه	
													۴۵ درجه	۳ متر
						*	*	*	*		*		۶۰ درجه	
								*			*		۳۰ درجه	
		*											۴۵ درجه	۴/۵ متر

* *

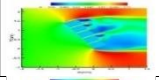
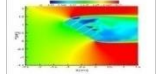
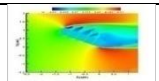
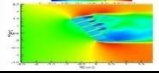
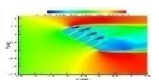
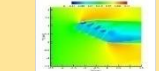


۶۰ درجه

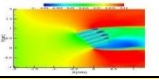
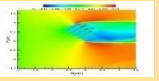
جدول ۶: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۳۰ متر و عرض ۳۰ متر منبع: نگارندگان.

نقاط قوت												تصویر	زاویه منازل نسبت به هم	فاصله منازل نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MASA	MSP			
								*		*	*		۳۰ درجه	
*		*											۴۵ درجه	۳ متر
							*						۶۰ درجه	
*	*	*	*	*	*								۳۰ درجه	
													۴۵ درجه	۴/۵ متر
						*	*		*				۶۰ درجه	

جدول ۷: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۴۰ متر و عرض ۳۰ متر منبع: نگارندگان.

نقاط قوت												تصویر	زاویه منازل نسبت به هم	فاصله منازل نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MASA	MSP			
								*			*		۳۰ درجه	۳ متر
*		*	*		*								۴۵ درجه	
							*	*					۶۰ درجه	
	*												۳۰ درجه	۴/۵ متر
*		*			*								۴۵ درجه	
						*	*	*	*				۶۰ درجه	

جدول ۸: نتایج مربوط به خانه‌ها با طول ۴۰ متر و عرض ۱۵ متر منبع: نگارندگان.

نقاط قوت												تصویر	زاویه منازل نسبت به هم	فاصله منازل نسبت به هم
MASW	MASB	MAFRC	DAVMA	MSA	MASP	MSW	MSB	MFRC	MFDA	MASA	MSP			
*	*		*	*	*			*					۳۰ درجه	۳ متر
						*		*	*	*	*		۴۵ درجه	

بحث و نتیجه‌گیری

جاری شدن سیل بیشترین خطر طبیعی در سطح جهان است که هر ساله باعث خسارات جانی و مالی گسترده‌ای می‌شود (Kuang and Liao, 2020). سیل بخشی از یک‌روند طبیعی است، اما وقتی در حوضه‌های آبخیز هم‌جوار زیست‌گاه انسانی رخ می‌دهد، عواقب منفی را برای ساکنان در این مناطق ایجاد می‌کند سیلاب در مسائل اجتماعی تأثیرات زیادی دارد همچنین باعث از دست دادن گستره‌ی دارایی‌های اقتصادی در بسیاری از مناطق می‌شود (Li et al., 2020) و می‌تواند باعث اختلال در خدمات شهری (به‌عنوان مثال حمل‌ونقل، فاضلاب، ارتباطات و تأمین برق) و خسارت به زیرساخت‌های شهری باشد (Zhou et al., 2019). کمترین مقاومت در برابر سیلاب در حاشیه شهرها (اغلب در سکونتگاه‌های غیرشهری و روستایی) مشاهده می‌شود. این مکان‌ها همچنین کمترین مقاومت اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی را در برابر سیلاب داشته‌اند با این حال، جاری شدن سیل مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی نیز دارد چون می‌تواند به‌عنوان منبعی برای آبیاری کشاورزی و استفاده برای آب خانگی، افزایش منابع ماهیگیری، ایجاد آب‌رفت برای بارور کردن مزارع، شستشوی نمک‌ها و سموم از خاک سولفات، حمل زباله‌ها، از بین بردن موش‌ها و حشرات و شارژ مجدد آب‌های زیرزمینی باشد همچنین ماهیگیران فصل سیل را فصل درآمد می‌دانند (Liao et al., 2016). پس جاری شدن سیل می‌تواند یک منبع مهم توسعه برای جوامع روستایی و شهری در مناطق خاصی از جهان باشد (Kuang and Liao, 2020). در بسیاری از شهرها اقدامات غیر ساختاری (به‌عنوان مثال، دستگاه‌های هشداردهنده، بیمه و کنترل کاربری اراضی) فقط یک نقش مکمل در کنترل سیل دارند (Liao et al., 2016). مهم‌ترین مسئله این است که بدانیم برای افزایش مقاومت در برابر سیل، یادگیری از تجربه سیل مهم است (Kuang and Liao, 2020). تحقیقاتی در هلند و انگلیس انجام شده، این تحقیقات نشان می‌دهد که بیشتر مردم برای آمادگی در برابر سیل سرمایه‌گذاری نمی‌کنند زیرا آن‌ها دولت را مسئول کنترل سیل می‌دانند. در سال‌های اخیر سیاست‌گذاران در آلمان و انگلستان اقدام به ارتقا مسئولیت‌پذیری در زمینه‌ی ایمنی در برابر سیل کرده‌اند (Liao et al., 2016). اما حوادث طبیعی مانند سیل اغلب با تخریب منابع اقتصادی و امکانات رفاهی و زیستی، سلامت ساکنان را به خطر می‌اندازند و همیشه خطر جدی برای توسعه به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می‌روند در سراسر جهان بیشتر برنامه‌های مدیریت سیلاب صرفاً به‌عنوان یک مشکل با سیلاب سروکار دارند و خدمات زیست‌بوم آن را کاملاً نادیده می‌گیرند. امروزه سبک زندگی با سیلاب فقط در مناطق روستایی در کشورهای در حال توسعه یافت می‌شود (Liao et al., 2016). یادگیری و استفاده از تجربیات سیل‌های گذشته می‌تواند یکی از عوامل افزایش تاب‌آوری در برابر سیل‌های آتی باشد (Rezende et al., 2019). مخاطرات طبیعی مداوم یکی از عوامل هدر رفت سرمایه‌های اجتماعی و اقتصادی جوامع روستایی هستند. روستاهای تالابی به خاطر مجاورت مستقیم با آب بیشتر در برابر خسارات ناشی از سیلاب قرار دارند. سیلاب سال ۱۳۹۸ نمونه‌ای از این مخاطره بود که باعث آسیب به معیشت و کالبد روستاهای تالاب شادگان شد. مداخله در بافت روستا و استحکام بخشی به ساختار طبیعی و انسان ساخت آن می‌تواند در قالب مفهوم تاب‌آوری مطرح شود. در این تحقیق از میان رویکردهای تاب‌آوری به تاب‌آوری بافت و شکل چپش مسکن در برابر سیلاب با تکیه بر شبیه‌سازی جریان آب پرداخته شده است. به عبارتی این تحقیق در پی آن است تا به نحوه ساخت‌وساز بهینه در برابر سیلاب‌های آینده دست یابد. بر اساس یافته‌های تحقیق می‌توان جدول ۱۰ را بیان نمود. بدین ترتیب می‌توان دریافت فاصله نرمال بین خانه‌ها در بازه ۳ الی ۴/۵ متر و زاویه مفید عمده‌تاً در بازه ۴۵ الی ۶۰ درجه نسبت به جهت حمله سیلاب قرار دارد.

جدول ۱۰: حالت‌های بهینه ریخت و زاویه بلوک در برابر جریان سیلاب.

طول بلوک (متر)	عرض بلوک (متر)	فاصله بلوک‌ها (متر)	زاویه (درجه)	طول بلوک (متر)	عرض بلوک (متر)	فاصله بلوک‌ها (متر)	زاویه (درجه)
۲۰	۱۵ و ۲۰	۳	۶۰	۴۰	۲۰	۴٫۵	۶۰
۳۰	۳۰	۳	۳۰	۴۰	۲۰	۴٫۵	۳۰
۳۰	۳۰	۴٫۵	۶۰	۴۰	۱۵	۳	۴۵

راهکار اولیه آن است تا خانه‌ها تحت زاویه‌ای نسبت به جریان قرارداد تا بتواند جریان سیلاب را به اطراف بنا منحرف کرد، نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد؛ فاصله‌ی بین خانه‌ها هرچه کمتر باشد مقطع عبور سیلاب کمتر شده و سیلاب با سرعت بیشتری در کوچه‌ها و فاصله‌ی بین بلوک‌ها جریان پیدا می‌کند لذا راه‌حل می‌تواند حالت خانه‌های چسبیده به هم (بدون فاصله) و طبق نتایجی که در جداول وجود دارد فاصله‌ی ۳ تا ۴/۵ متری خانه‌ها نسبت به هم می‌تواند ایده‌ال باشد. در گوشه‌های بنا که برخورد سیلاب بیشتر است می‌توان آن را به صورت منحنی یا ۴۵ درجه درآورده بتواند جریان سیلاب را راحت‌تر منحرف و باعث تخریب در گوشه‌ی بنا نشود. بهترین زاویه برای بلوک‌ها با توجه به نوع تیپ آن‌ها ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه بوده است. توصیه می‌شود بین بلوک‌ها فاصله‌ای جهت عبور سیلاب قرارداد با این حال اگر بلوک‌ها تحت زاویه‌ای چسبیده باشند می‌توانند به عنوان یک حائل سیل عمل کنند. نقاط امن در برابر سیل طبق تصاویر خروجی، محدوده‌هایی که به رنگ آبی کمرنگ است، می‌باشند؛ زیرا در این نقاط سرعت سیلاب به صورت حداقل است. قرار دادن مسیرهای دسترسی در دل بافت و دور از مسیرهای آب، قرار دادن فضاهای خدماتی به عنوان حائل آب در انتهای حیاط، می‌تواند نمونه‌هایی از تاب‌آوری در این روستا که باعث مقاومت بیشتر در برابر سیلاب آتی است.

منابع

- اسد افروز، آ.، متدین، ح.، مثنوی، م. و منصور، ا.، ۱۳۹۹. تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR. مجله مدیریت مخاطرات محیطی، ۷ (۱): صفحات ۷۵-۵۵.
- بهرامی، ف.، آل هاشمی، آ. و متدین، ح.، ۱۳۹۸. رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل. مجله منظر، ۱۱ (۴۷): صفحات ۷۳-۶۰.
- بهنام طلب، ا.، قدسیان، م.، زراعتی، ا. و صالحی نیشابوری، ع.، ۱۳۹۶. شبیه‌سازی عددی میدان جریان در حوضچه آرامش USBR VI با نرم‌افزار Flow3D. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱ (۵): ۸۳۸-۸۲۲.
- پناهی، ق. ا. و اسماعیلی، ک.، ۱۳۹۷. توصیه رویکردهای نوین در مدیریت سیلاب شهری. مجله آب و توسعه پایدار، ۵ (۱): صفحات ۹۳-۱۰۰.
- حیدری ساریان، و.، مجنونی توتاخانه، ع.، ۱۳۹۵. نقش تنوع معیشتی در تاب‌آوری خانوارهای روستایی پیرامون دریاچه ارومیه در برابر خشک‌سالی. مجله تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۳ (۴): صفحات ۷۰-۴۹.
- شایان، م.، پایدار، ا. و بازوند، س.، ۱۳۹۶. تحلیل تأثیرات ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری بر پایداری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل سیلاب (مورد مطالعه: نواحی روستایی شهرستان‌های زرین‌دشت). مجله مدیریت مخاطرات محیطی، ۴ (۲): صفحات ۱۲۱-۱۰۳.
- شوکتی، ه.، کوچک زاده، م. و نوروزی، ع.، ۱۳۹۸. مدیریت رواناب شهری در توسعه پایدار و محیط‌زیست، نشریه مطالعات علوم محیط‌زیست، ۴ (۱): صفحات ۱۱۰۰-۱۱۰۷.
- فرخیان، ف.، هردانیان، نوال. و دشتی، س.، ۱۳۹۴. تدوین راهبردهای توسعه صنعت اکو توریسم تالاب بین‌المللی شادگان بر اساس تکنیک SOWT. مجله اکو بیولوژی تالاب، ۷ (۲): صفحات ۳۲-۲۳.
- قاسمی، م. و قرائی، م.، ۱۴۰۰. بررسی تاب‌آوری کالبدی مسکن پیرا شهری در برابر مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: شهرک باهنر مشهد). مجله دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۱ (۷): صفحات ۵۴-۳۸.

- محمدی، ا.، آسوری، ک. و بشیر رباطی، م.، ۱۳۹۵. تبیین و ارزیابی مؤلفه‌های تاب‌آوری نهادی و اجتماعی در سکونتگاه‌های خودانگیخته شهری، مطالعه موردی: ناحیه منفصل شهری نایسر شهر سنج، مجله مطالعات شهری، ۶ (۲۲): صفحات ۷۵-۸۸.
- محمدی، س.، منوچهری، س.، ۱۳۹۷. تحلیلی بر ارتباط زیست‌پذیری و تاب‌آوری جوامع روستایی مطالعه موردی: روستاهای شهرستان مریوان. برنامه‌ریزی فضایی، سال ۸، شماره ۴، پیاپی ۳۱: صفحات ۸۹-۱۱۰.
- معصوم پور سما کوش، ج.، عزمی، آ.، رمضان زاده لسبویی، م. و نوری، م.، ۱۴۰۰. بررسی میزان تاب‌آوری ساکنین نواحی روستایی استان کرمانشاه در مواجهه با بلایای طبیعی، مجله دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۱ (۱): صفحات ۲۴-۳۷.
- مودودی ارخودی، م.، برومند، ر. و اکبری، ا.، ۱۳۹۹. تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیلاب، مجله مخاطرات محیط طبیعی، ۹ (۲۳): صفحات ۱۷۲-۱۵۱.
- نصر اصفهانی، م.، شفاعی بجستان، م.، کاشفی پور، م. و فتاحی مقدم، م.، ۱۳۹۲. بررسی عددی و آزمایشگاهی پرش آبی نوع B در حوضچه آرامش با پله‌ی ناگهانی و بستر زیر. مجله‌ی مهندسی منابع آب، ۶ (۱۹): صفحات ۳۷-۵۰.
- نوری، ه. و سپهوند، ف.، ۱۳۹۵. تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله (مورد مطالعه: دهستان شیروان شهرستان بروجرد). مجله پژوهش‌های روستایی، ۷ (۲): صفحات ۲۸۵-۲۷۵.
- واقفی، م.، اقبال زاده، ا. و رستم نژاد، م.، ۱۳۹۵. بررسی عددی اثر دبی بر الگوی جریان حول آب‌شکن ساده مستغرق در کانال روباز. مجله مهندسی آب، ۹ (۲۸): صفحات ۶۷-۸۰.
- واقفی، م.، اکبری، م. و فیوض، ع.، ۱۳۹۴. مقایسه آزمایشگاهی مؤلفه‌های سه‌بعدی سرعت جریان پیرامون آب‌شکن T شکل مستغرق در قوس ۹۰ درجه با بستر صلب با نتایج نرم‌افزار Flow-3D. مجله‌ی مهندسی منابع آب، ۸ (۲۵): صفحات ۴۶-۳۱.
- وزیریان، ر.، کریمیان، ع.، قربانی، م.، افشانی، ع. و دستورانی، م.، ۱۳۹۹. سنجش و ارزیابی ابعاد مؤثر بر ارتقاء تاب‌آوری جوامع روستایی در مواجهه با خشک‌سالی (مورد مطالعه: شهرستان سبزوار). مجله پژوهش‌های روستایی، ۱۱ (۴): صفحات ۶۳۰-۶۴۵.
- هرمزی، ه.، برنا، ر. و ظهوریان بر دل، م.، ۱۳۹۸. بررسی روند تغییرات بارش در استان خوزستان و تأثیر آن بر تالاب شادگان. مجله اکو بیولوژی تالاب، ۱۱ (۴۱): صفحات ۱۱۷-۱۰۳.

Abdulkareem, M., Elkadi, H., Bneane, M., 2018. From engineering to evolutionary, an overarching approach in identifying the resilience of urban design to flood. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, (28): 176-190.

Bejtullahu, F., 2017. Role of the Architects in Creating Building and Urban Resilience. *Journal of International Business Research and Marketing*, 2(5): 14-17.

Bruwier, M., Maravat, C., Mustafa, A., Teller, J., Piroton, M., Ericum, S., Archambeau, P. and Dewals, B., 2020. Influence of urban forms on surface flow in urban pluvial flooding. *Journal of hydrology*, (582): 1-37.

Bertilsson, L., Wiklund, K., Tebaldi, I., Rezende, O., Veról, A. and Miguez, M., 2019. Urban flood resilience – A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. *Journal of Hydrology*, (573): 970-982.

Gimenez-Maranges, M., Breuste, J. and Hof, A., 2020. Sustainable Drainage Systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union: A review. *Journal of Cleaner Production*, (255): 1-13.

Gladfelter, S., 2018. The Politics of Participation in Community-Based Early Warning Systems: Building Resilience or Precarity Through Local Roles in Disseminating Disaster Information? *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 30(A): 120-131.

Handayani, W. R., Fisher, M., Rudiarto, I., Setyono, J. and Foley, D., 2019. Operationalizing resilience: A content analysis of flood disaster planning in two coastal cities in Central Java, Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, (35): 1-22.

Kuang, D. and Liao, K., 2020. Learning from Floods: Linking flood experience and flood resilience. *Journal of Environmental Management*, (271): 1-11.

Liao, K., Le, A. and Van Nguyen, K., 2016. Urban design principles for flood resilience: Learning from the ecological wisdom of living with floods in the Vietnamese Mekong Delta. *Landscape and Urban Planning*, (155): 69-78.

Li, L., Uyttenhove, P. and Van Eetveld, V., 2020. Planning green infrastructure to mitigate urban surface water flooding risk – A methodology to identify priority areas applied in the city of Ghent. *Landscape and Urban Planning*, (194): 1-12.

Mortezazadeh Dorostkar, M., 2019. CityFFD–City Fast Fluid Dynamics Model for Urban Microclimate Simulations (Doctoral dissertation, Concordia University).

Novoa, V., Rojas, O., Ahumada-Rudolph, R., Sáez, K., Fierro, P. and Rojas, C., 2020. Coastal wetlands: ecosystems affected by urbanization?. *Water*, 12(3), 698.

Rezende, O., de Franco, A., de Oliveira, A., Jacob, A. and Miguez, M., 2019. A framework to introduce urban flood resilience into the design of flood control alternatives. *Journal of Hydrology*, (576): 478-493.

Sina, D., Yan Chang-Richards, A., Wilkinson, S. and Potangaroa, R., 2019. What does the future hold for relocated communities post-disaster? Factors affecting livelihood resilience, Indonesia. *World Development*(34): 173-183.

Sina, D., Yan Chang-Richards, A., Wilkinson, S. and Potangaroa, R., 2019. A conceptual framework for measuring livelihood resilience: Relocation experience from Aceh. Indonesia. *World Development*, (117): 253–265.

Sutton-Grier, A., Wowk, K. and Bamford, H., 2015. Future of our coasts: The potential for natural and hybrid infrastructure to enhance the resilience of our coastal communities. *economies and ecosystems*, (51): 137-148.

Zhou, Q., Leng, G., Su, J. and Ren, Yi., 2019. Comparison of urbanization and climate change impacts on urban flood volumes: Importance of urban planning and drainage adaptation. *Science of the Total Environment*, (658): 24-33.

Zhu, H., Yu, M., Zhu, J., Lu, H. and Cao, R., 2019. Simulation study on effect of permeable pavement on reducing flood risk of urban runoff. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8 (4): 373-382.

Zhu, Sh., Li, Dezhi., Huang, G., Chhipi-Shrestha, G., Nahiduzzaman, Kh., Hewage, K. and Sadiq, R., 2021. Enhancing urban flood resilience: a holistic framework incorporating historic worst flood to Yangtze River Delta, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, (61): 238-295.

