

طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه‌های شهری در مواجهه با آشوب سیل (برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه درکه)

دلارام سبک‌رو*

کارشناس ارشد معماری منظر، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

فرشاد بهرامی

کارشناس ارشد معماری منظر، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

حشمت‌الله متدین

گروه معماری منظر، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۸/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۲

تاریخ قرارگیری روی سایت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۱

چکیده | تاب‌آوری به‌عنوان رویکردی نوین در دهه‌های اخیر جهت بازایی مؤلفه‌های محیطی و اجتماعی رودخانه‌های شهری در مواجهه با آشوب‌های سیل و خشکسالی مورد توجه متخصصین به‌ویژه معماران منظر قرار گرفته است. رودخانه درکه به‌عنوان یکی از رودخانه‌های شهری تهران طی سال‌های متمادی، علی‌رغم وجود زیرساخت‌های کنترل سیل، کانال‌کشی و تراس‌بندی‌های متعدد در بستر رود، در برابر آشوب سیل و پیامدهای آن آسیب‌پذیر بوده و این امر نشان‌دهنده عدم کفایت این طرح‌ها در کنترل سیلاب است. به‌همین دلیل برنامه‌ریزی و طراحی در راستای کاهش خطر سیل و افزایش پایداری رودخانه درکه امری ضروری محسوب می‌شود. در این راستا، این پژوهش در پی رهیافتی از معضلات و پیامدهای سیل رودخانه درکه است و در پی یافتن پاسخ به این پرسش‌هاست که آیا رویکرد نوین تاب‌آوری جایگزین مناسبی برای رویکردهای تک‌بعدی و مهندسی در راستای مدیریت رودهاست؟ این رویکرد چگونه می‌تواند محیط آشوبناک رود درکه را به محیطی پایدار و سازگار با محیط تبدیل‌سازد؟ بر این اساس، این پژوهش با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و با مرور فشرده ادبیات نظری، شاخص‌های تاب‌آوری را گردآوری کرده است؛ سپس استراتژی‌های طراحی براساس تعاریف، استخراج شده‌اند و راهکارهای طراحی رود درکه -به‌عنوان نمونه موردی- در مواجهه با آشوب سیل ارائه شده است. این پژوهش با تکیه بر هفت شاخص تفکر تاب‌آوری که عبارتند از: افزونگی، تنوع، استحکام، ارتباط یا اتصال، یادگیری، خودسازماندهی و تغییرپذیری، به ارائه استراتژی‌هایی اعم از تنوع فضایی و زیستی، افزایش دانش، توانایی و مهارت افراد بومی و استفاده از تجربه آنها در سیل‌های گذشته، استحکام در مؤلفه‌های انسان‌ساخت و طبیعی و تقویت ارتباط فضایی و پیوستگی مؤلفه‌های طراحی و همچنین خودسازماندهی منابع زیستی و اجتماعی جهت طراحی رود درکه در برابر آشوب سیل پرداخته است. این برنامه‌ریزی و طراحی جامع شامل ابعاد مختلف محیطی و اجتماعی است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کانال‌های کنترل سیلاب و تراس‌بندی‌های بستر رود باشد. همچنین این برنامه‌ریزی می‌تواند به‌عنوان الگویی برای رودهای شهری ایران و جهان در شرایط مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی | رودخانه درکه، تاب‌آوری، شاخص‌های تاب‌آوری، سیل، معماری منظر.

اجتماعی و اقتصادی آنان نابود خواهد شد. بنابراین می‌توان عنوان کرد مجموعه ساختارهایی مانند دیواره ساحلی، سدها و کانال‌سازی که جهت ایمنی در مقابل سیل احداث شده‌اند، به جای اجازه‌دادن به رودخانه جهت طی روند طبیعی خود، موجب وخیم‌تر شدن اوضاع و ایجاد شرایط بحرانی در زمان وقوع سیل شدند (Bell, 2012). جهت تصدیق گزاره پیشین می‌توان به سیل رودهای شهری مانند رود می‌سی‌سی‌پی در سال ۱۹۹۳؛ رود رد در سال ۱۹۹۷ (ibid.)؛ رود درکه ایران در سال ۱۳۶۶ شمسی (خبرگزاری برنا، ۱۳۹۹)؛ تایپه تایوان در سال ۲۰۰۱؛ درسدن آلمان در سال ۲۰۰۲؛ نیواورلئان آمریکا در سال ۲۰۰۵؛ گوانگدونگ چین در سال ۲۰۰۷؛ بریزبن استرالیا و بانکوک تایلند در سال ۲۰۱۱ (Liao, 2012)؛ و رود کن ایران در سال‌های متعدد از جمله ۱۳۹۵ (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸) اشاره کرد.

رودخانه درکه یکی از این رودهای شهری تهران است که مدیران شهری برای کاهش خطر سیل، دست به اقدامات مهندسی و تک‌بعدی از جمله کانال‌کشی و تغییر بستر آن زده‌اند. اما با وجود کانال و تراس‌بندی‌های بستر رود، رودخانه درکه همچنان از آشوب سیل رنج می‌برد. به‌طوری‌که سیل، هر ساله بستر طبیعی و اجتماعی این رود را تهدید می‌کند. علاوه بر آن، شکل کشیده حوزه‌ای رود درکه، نابودی پوشش گیاهی، توسعه و گسترش مناطق شهری و مجموعه عوامل محیطی باعث شده‌اند که عوامل هیدرولوژیکی از قبیل میزان نفوذپذیری، کاهش و میزان رواناب در قسمت جنوبی حوزه افزایش یابد که به‌تبع آن ارتفاع رواناب‌ها و دبی آب در این رود افزایش یابد؛ این افزایش در رودخانه درکه، خطر سیلاب شهری را افزایش داده‌است (قنواتی، صفاری، کرم، نجفی و جهاندار، ۱۳۹۵). در این راستا مدیرکل دفتر کنترل سیلاب، حوزه آبخیز درکه را از جمله حوزه‌های آبخیز سیل‌خیز اولویت‌دار با خطر سیلاب‌های مخرب و اریزه‌ای برشمرده‌است (خبرگزاری برنا، ۱۳۹۹). از این رو این نوشتار به دنبال پاسخ به دو پرسش است:

۱. آیا رویکرد تاب‌آوری، به‌عنوان یک رویکرد بدیع و نوین، جایگزین مناسبی برای رویکردهای تک‌بعدی و مهندسی در راستای مدیریت رودهاست؟
۲. رویکرد نوین تاب‌آوری و شاخص‌های آن چگونه می‌توانند محیط آشوبناک رود درکه را به محیطی پایدار و سازگار با محیط تبدیل کند؟

فرضیه پژوهش

این نوشتار با تکیه بر تفکر تاب‌آوری و شاخص‌های آن، سعی در استخراج استراتژی‌ها و راهکارهای تاب‌آور در مواجهه با آشوب سیل برای محیط‌های پویا و آشوبناک دارد. در واقع،

مقدمه | در دهه اخیر، معماری منظر به‌واسطه تغییرات اقلیمی و مداخلات تک‌بعدی دولت‌ها با چالش‌های متعددی روبه‌رو شده است. این چالش‌ها در ابعاد مختلفی همچون اکولوژی، اجتماعی، اقتصادی، منظر و... برآمده از اختلالات محیطی یا مداخلات اجتماعی بوده‌اند که تهدیدی برای زیرساخت‌های منظر و یا زیرساخت‌های شهری به‌شمار می‌روند (بهرامی، آل‌هاشمی و متدین، ۱۳۹۸). اما در این میان، رویکردهای متعددی از جمله پایداری و تاب‌آوری در راستای کاهش این چالش‌ها ظهور کرده‌اند. تاب‌آوری به‌عنوان مفهومی نوین، فهم جدیدی از ارتباط انسان با محیط را بیان کرده‌است، به‌طوری‌که این مفهوم در راستای کاهش اختلالات محیطی در فضاهای منظر و شهر مورد توجه واقع شده است. به‌عبارتی دیگر می‌توان اهداف تاب‌آوری را بازآفرینی و بازیابی محیط‌های آشوبناک برای خودساماندهی مجدد در مواجهه با آشوب‌های شدید دانست (قرایی، مثنوی و حاجی‌بنده، ۱۳۹۶). لازم به ذکر است که محیط آشوبناک، محیطی است که دارای جنبه‌های بی‌نظمی غیرقابل پیش‌بینی و اتفاقی در پدیده‌های پویاست (استیسی، ۱۳۸۷) که به تصمیم‌گیری‌های کوتاه‌مدت و انعطاف‌پذیر در مواجهه با آشوب نیاز دارد (همتی، ۱۳۹۴). بنابراین این رویکرد اخیراً در بازیابی و استفاده از رودخانه‌های آشوبناک که از معضلات محیطی اعم از سیل و خشکسالی رنج می‌برند، مورد توجه طراحان و برنامه‌ریزان شهری واقع شده است (بهرامی و همتی، ۱۳۹۹؛ بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸).

رودخانه‌های شهری، به‌ویژه رودخانه‌های شهری تهران، با آشوب‌ها و اختلالات محیطی متعددی روبه‌رو هستند. این رودخانه‌ها در گذشته به‌عنوان فضاهای طبیعی و کریدروهای جریان هوا و فضاهایی برای استقرار فعالیت‌های خدماتی و تفریحی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. اما امروزه با توجه به نوع استفاده از این فضاهای طبیعی و عدم طراحی و برنامه‌ریزی صحیح این فضاها، کاربری آنان از فضایی برای لمس طبیعت، نظر به طبیعت و فضاهای تفریحی، به کانال‌های کنترل و جذب سیلاب بدل شده‌اند. در نتیجه، روزبه‌روز این مکان‌های طبیعی به سمت اضمحلال محیطی پیش می‌روند (سبک‌رو، ۱۳۹۸). به‌طوری‌که امروزه این رودخانه‌ها نقش کم‌رنگی در معادلات شهری تهران پیدا کرده‌اند و به‌تبع آن کیفیت زندگی شهروندان شهر نیز تنزل پیدا کرده است (کریمی مشاور، ۱۳۹۲). این تغییر کاربری و تبدیل مسیرهای طبیعی رودها به مسیرهای بتنی کنترل سیلاب و همچنین رعایت نکردن حریم رودها، پوشش گیاهی ضعیف، میزان بارش بسیار زیاد، وجود شیب‌های تند و وجود زمین‌های پست و سیل‌گیر و عوارضی که موجب تشدید مخاطرات محیطی می‌شوند، باعث افزایش آسیب‌پذیری این رودخانه‌ها شده‌اند به‌طوری‌که در صورت بروز سیلاب‌های با دوره بازگشت طولانی، زیرساخت‌های محیطی،

محیطی در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌است. افزایش آسیب‌پذیری‌های اجتماعی، اقتصادی و فضایی در شهرها و تخریب بیش از حد منابع محیط طبیعی، ضرورت در نظر گرفتن تفکر تاب‌آوری را نشان می‌دهد (Masnavi, Gharai & Hajibandeh, 2018). خطرات نوظهور در سطح جهانی پیشرفت چشمگیری کرده‌است، به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش مقاومت در برابر بلایا تغییر یافته‌است. براساس این دیدگاه، برنامه‌های کاهش خطر باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و بر مفهوم تفکر تاب‌آوری تمرکز نمایند (رضایی، رفیعیان و حسینی، ۱۳۹۴). با افزایش چالش‌های محیطی انسان در قرن جدید، این مفهوم در علوم مختلف گسترش یافته و توسط اندیشمندان رشته‌های متفاوت بازتعریف شده‌است. این رویکرد جایگزین مناسبی برای رویکردهای صلب و مهندسی تلقی می‌شود (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸)، به طوری که تاب‌آوری را می‌توان به مثابه مفهومی مرتبط با محیط یا به طور اختصاصی، مرتبط با سیستم‌ها مطرح کرد (همان).

برای اولین بار تفکر تاب‌آوری توسط هولینگ (Holling, 1973) در رابطه با اکولوژی و سیستم‌های پویای اکوسیستمی تعریف شد. از نظر هولینگ، تاب‌آوری به معنای توانایی جذب اختلالات است، در حالی که عملکرد سیستم مختل نشود. بعد از هولینگ، پژوهشگران متعددی به گسترش و توسعه مفهوم تاب‌آوری پرداخته‌اند. آلبرتی و همکارانش معتقدند که تاب‌آوری مفهومی است که ترکیبی از توانایی، یادگیری، سازگاری، خودسازماندهی مجدد و دستیابی به تعادل و همچنین جذب آشوب‌هاست (Alberiti & Marzluff, 2004). فولک (Folke, 2016) نیز معتقد است مفهوم تاب‌آوری به معنای توانایی و پایداری سیستم در مواجهه با آشفتگی‌ها و قابلیت توسعه سیستم با وجود تغییرات و آشوب‌هاست. در نتیجه می‌توان اینگونه اذعان کرد که تاب‌آوری یک توانایی یا جریان محسوب می‌شود تا یک نتیجه، همچنین تاب‌آوری به انطباق‌پذیری کمک می‌کند تا ثبات؛ به طوری که بی‌ثباتی، تغییر و انتقال فاز به یک تعادل جدید را فراهم می‌کند، در حالی که ثبات یا عدم توانایی تغییر یا انطباق به عنوان عدم مقاومت در این رویکرد درک می‌شود (Masnavi et al., 2018).

در این راستا پژوهشگران متعددی در حوزه تاب‌آوری و شناخت شاخص‌های آن فعالیت داشته‌اند که به تفکیک در جدول ۱ عنوان شده‌است. با توجه به درصد فراوانی شاخص‌ها در پژوهش‌های انجام‌شده، شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۲ مطرح شده‌اند، که درصد فراوانی شاخص‌ها به شرح زیر است:

افزونگی^۱ ۶۶ درصد، تنوع^۲ ۶۰ درصد، استحکام^۳ ۴۰ درصد و

نویسندگان این مقاله معتقدند که این استراتژی‌ها و راهکارها که تمامی ابعاد رودخانه اعم از محیطی، اجتماعی و اکولوژیکی را در بر می‌گیرند، می‌توانند جایگزین مناسبی برای کانال‌های بتنی جهت کنترل سیلاب باشند. علاوه بر آن، این نوشتار به تأثیر رویکرد تاب‌آوری در ساماندهی رود در که به عنوان یک نمونه موردی، در مواجهه با آشوب سیل می‌پردازد که نتایج حاصل از آن، راهکارهای محیطی و اجتماعی تاب‌آور در جهت کاهش خطر سیل خواهد بود.

روش تحقیق

در پژوهش حاضر برای تحقق اهداف و پاسخگویی به پرسش‌های تحقیق، روش توصیفی-تحلیلی مورد استفاده قرار گرفته‌است. در ابتدا، با استفاده از مرور فشرده ادبیات نظری شاخص‌های تاب‌آوری جمع‌آوری و توصیف شده‌اند. سپس براساس تعاریف این شاخص‌ها، استراتژی‌های طراحی استخراج شده و به روش تحلیلی بسط داده شده‌اند. در انتها با کمک این شاخص‌ها و استراتژی‌ها، راهکارهای برنامه‌ریزی و طراحی رود در که به عنوان نمونه موردی از حوزه آبخیز با خطرهای سیلاب‌های مخرب ارائه شده‌است.

این پژوهش به دو روش اسنادی و میدانی به جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل و تلفیق آنها اقدام کرده‌است. در ابتدا اطلاعات در خصوص تفکر تاب‌آوری و مؤلفه‌های آن از کتب، نشریات، مطالعات و بهره‌برداری از پایگاه‌های معتبر علمی، به ویژه اسکاپوس (Scopus)، ساینس دایرکت (Science Direct) و وب‌آوساینس (Web of Science) گردآوری شده‌اند. به منظور گردآوری و مرور فشرده ادبیات نظری «شاخص‌های تاب‌آوری»، کلیدواژه‌های «تاب‌آوری»، «شاخص‌های تاب‌آوری» و «ویژگی‌های تاب‌آوری» از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۲۰ میلادی در قالب ۱۵ کتاب، ۴۲ مقاله، و چهار گزارش مطالعه و جست‌وجو به عمل آمده که در این میان به دلیل همپوشانی و فشرده‌سازی مرور ادبیات نظری از ۱۳ کتاب، ۲۹ مقاله و سه گزارش استفاده شده‌است. علاوه بر آن، در گام بعد با تحلیل و پیمایش حوزه رودخانه در که با بهره‌گیری از روش مشاهده مستقیم و روش تصویری در بستر مطالعات میدانی به توصیف، تحلیل و استنباط از اطلاعات گردآوری‌شده، پرداخته شده‌است. نتایج حاصل از شناخت منطقه مورد مطالعه و در واقع پیمایش محیطی در روش استدلالی-استنتاجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌است که پس از تحلیل شاخص‌ها، استراتژی و راهکارهای مربوطه ارائه شده‌اند و می‌تواند به عنوان الگویی برای سایر رودهای شهری ایران و جهان در شرایط مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

تاب‌آوری در مواجهه با آشوب سیل

تاب‌آوری به عنوان یک رویکرد نو در مواجهه با آشوب‌های

تعدد مؤلفه‌های مشابه اشاره دارد که در هنگام اختلال یک مؤلفه، کل سیستم از عملکرد بازماند. به عبارت دیگر، افزونگی به سیستم‌ها این امکان را می‌دهد تا از منابع ناچیز به‌عنوان وسیله‌ای برای تولید مجدد خود در محیطی آشفته استفاده کنند (Linnenluecke & Griffiths, 2010). در نتیجه، چندین عنصر یا مؤلفه می‌توانند شرایط مشابه یا یکسانی را فراهم کنند و یا عملکردها را پشتیبانی کنند (Ahern, 2011). وب و بودین (Webb & Bodin, 2008) معتقدند که جریان افزونگی در علم تاب‌آوری به «بشتر از همان» دلالت دارد.

• تنوع

«تنوع» مهمترین و اساسی‌ترین ویژگی تاب‌آوری به‌شمار می‌رود (Bahadur Ibrahim & Tanner, 2010). تنوع به‌معنای «تعدادی از مؤلفه‌های مختلف عملکردی در یک سیستم است که به‌واسطه آنها یک سیستم می‌تواند در برابر تهدیدات مختلف از خود محافظت کند» (Godschalk, 2003) و همین‌طور بتواند به مسیرها و روش‌های جدیدی تبدیل و یا تغییر ساختار دهد (Tyler & Moench, 2012)؛ بنابراین، با وجود تعدد مؤلفه‌های مختلف، یک سیستم رویکردهای جایگزین و متفاوتی در برابر فشارها، شوک‌ها، اختلالات و آشوب‌ها خواهد داشت (Ahern, 2011). در نتیجه تنوع

ارتباط یا اتصال^۴ ۴۰ درصد، تغییرپذیری^۵ ۲۷ درصد، یادگیری^۶ ۲۷ درصد و خودسازماندهی^۷ ۲۷ درصد به‌عنوان شاخص‌هایی با درصد فراوانی بالا و برخی از شاخص‌ها همانند خودمختاری، آمادگی، پیوستگی، چندعملکردی، انعکاس‌پذیری، تأثیرگذاری و مدولاریته و نوآوری در پژوهش‌های این حوزه به‌ندرت ذکر شده‌اند. بنابراین افزونگی، تنوع، استحکام، ارتباط یا اتصال، تغییرپذیری، یادگیری و خودسازماندهی به‌عنوان شاخص‌های مطرح در تفکر تاب‌آوری این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

تاب‌آوری شامل ویژگی‌ها و شاخص‌هایی است که به یک سیستم در مواجهه با آشوب‌های متعدد محیطی کمک شایانی می‌کند. این شاخص‌ها متعدد هستند و پژوهشگران این حوزه به بخشی از این شاخص‌ها اشاره کرده‌اند. اما نگارندگان این پژوهش، براساس مرور فشرده ادبیات نظری و با توجه به جدول ۱، هفت شاخص اصلی تاب‌آوری را جمع‌آوری و توصیف کرده‌اند. این شاخص‌ها در اصل از ویژگی‌های اصلی یک سیستم تاب‌آور محسوب می‌شوند که در ادامه به آنها پرداخته خواهد شد.

• افزونگی

گاداسچالک (Godschalk, 2003) معتقد است که افزونگی به جدول ۱. شاخص‌های تاب‌آوری مطرح از نگاه نظریه‌پردازان. مأخذ: نگارندگان.

| محققان | شاخص‌های تاب‌آوری |
|--|---|
| Carpenter & Gunderson (2001) | خودسازماندهی، افزونگی، یادگیری |
| Godschalk (2003) | افزونگی، تنوع، تأثیرگذاری، استقلال، استحکام، وابستگی، تغییرپذیری، همکاری، خودسازماندهی |
| Walker & Salt (2006) | تنوع، تغییرپذیری، مدولاریته، نوآوری، خودسازماندهی |
| Berkes, Colding & Folke (2003) | یادگیری، افزونگی، خودسازماندهی |
| Davoudi & Strange (2009) | سیالیت، انعکاس‌پذیری، ارتباط و اتصال، افزونگی، چندعملکردی |
| Linnenluecke & Griffiths (2010) Wardekker, Jong, Knoop, Van der sluijs (2010) | استحکام، انعطاف‌پذیری |
| Tyler & Moench (2012) Hassler & Kohler (2014) | تنوع، یادگیری |
| Ahern (2012) | افزونگی، تنوع، چندعملکردی، ارتباط و اتصال، تغییرپذیری |
| Eraydin & Tasan-kok (2013) | ارتباط و اتصال، استحکام |
| Hassler & Kohler (2014) Suárez, Gómez-Baggethun, Benayas & Tilbury (2016) | تنوع، افزونگی |
| Folke (2016) | تنوع، یادگیری، افزونگی، خودسازماندهی |
| Feliciotti, Romice & Porta (2016) | تغییرپذیری، انعطاف‌پذیری، افزونگی، تنوع، کارایی، استحکام، بهره‌وری، استقلال، ارتباط و اتصال |
| Sharifi & Yamagata (2016) | افزونگی، تنوع، کارایی، خودمختاری، ارتباط و اتصال، تغییرپذیری، استحکام، انعطاف‌پذیری |
| قربایی و همکاران (۱۳۹۶) | تنوع، ارتباط و اتصال، افزونگی، استحکام |

| منبع | تعریف شاخص | شاخص‌های تاب‌آوری |
|---|--|-------------------|
| Hassler & Kohler (2014), Sharifi & Yamagata (2016), Suárez et al. (2016), Wilkinson (2012), Walker & Salt (2006), Godschalk (2003), Folke (2006), Holling (1973), Carpenter & Gunderson (2001), Berkes (2007) | افزونگی در سیستم نوعی از بیمه در مقابل آسیب و یا عدم موفقیت از طریق وجود اجزا یا مسیرهای متعددی که در حال انجام عملکردهای مشابه و یا پشتیبان هستند را فراهم می‌کند و درجه‌ای از تنوع داخلی را نشان می‌دهد. | افزونگی |
| Hassler & Kohler (2014), Sharifi & Yamagata (2016), Suárez et al. (2016), Godschalk (2003), Wilkinson (2012), Walker et al. (2004), Folke (2016) | تنوع در عناصر ساختاری، زمینه تقویت خاصیت چندعملکردی بودن سیستم را فراهم می‌کند و موجب ترویج تعامل بیشتر بین اجزای آن می‌شود. ویژگی تنوع به سیستم اجازه می‌دهد که در شرایط گوناگون ثبات آن حفظ شود. | تنوع |
| Sharifi & Yamagata (2016), Eraydin & Tasan-K (2013), Bruneau, et al. (2003) | استحکام یا توانایی عناصر و واحدهای سیستم برای مقاومت در برابر سطحی از آشوب بدون تخریب سیستم یا از دست‌دادن عملکرد آن که به‌نوعی شاخص تاب‌آوری نیز خوانده می‌شود. | استحکام |
| Feliciotti et al. (2016), Masnavi et al. (2018), Chelleri & Olazabal (2012), Marcus & Colding (2014), Ahern (2012), Allan & Bryant (2011) | ساختار اتصالات نقاط تماس بین عناصر و در نتیجه محل و شدت فعالیت‌ها را تعیین می‌کند. | ارتباط یا اتصال |
| Tyler & Moench (2012), Godschalk (2003), Carpenter & Gunderson (2001), Berkes et al. (2003), Bahadur, Ibrahim & Tanner (2013), Folke (2016) | امکان درک تغییر و آشوب براساس تجربیات را فراهم می‌کند. | یادگیری |
| Carpenter & Gunderson (2001), Berkes (2007), Manyena (2006), Klein, Nicholls & Thomalla (2003) | تاب‌آوری یک سیستم به ظرفیت آن در سازماندهی خود وابسته است، زیرا چرخه‌های طبیعی شامل تجدید و سازماندهی مجدد خود هستند. | خودسازماندهی |
| Folke (2016), Walker, Abel, Anderies & Ryan (2009), Gunderson & Holling (2002), Walker et al. (2004) | توسعه در مسیرهای جدید و حتی ایجاد مسیرهای جدید. | تغییرپذیری |

• ارتباط یا اتصال

شاخص ارتباط یا اتصال جریان درون یک سیستم را از طریق زیرساخت‌های ارتباطی و افزایش اتصالات در کل مجموعه امکان‌پذیر می‌کند (Feliciotti, 2016). ساختار اتصالات، روابط میان مؤلفه‌ها را تقویت کرده و یک شبکه و یا کریدور به‌هم‌پیوسته ایجاد می‌کند (Masnavi et al., 2018). برخی محققان اتصال کم و همچنین اتصال زیاد را مطلوب می‌شمارند. زیرا اتصال زیاد موجب انتشار سریع بهبودی پس از شرایط بحران می‌شود و اتصال کم نیز گسترش اختلال را کاهش می‌دهد (Chelleri & Olazabal, 2012; Marcus & Colding, 2014).

• یادگیری

در مطالعات اخیر اکولوژی، سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی، مدیریت بلایا و پایداری شهری، نیاز به «یادگیری» در سیستم، جهت تاب‌آوری در برابر آشوب‌ها نیز درک شده است (Adger, Hughes, Folke, Carpenter & Rockström, 2005; Berkes et al., 2003; Tyler & Moench, 2012). ظرفیت یادگیری

فراوان در دامنه گروه‌های مختلف عملکردی در یک سیستم می‌تواند به میزان زیادی در تاب‌آوری آن سیستم مثرتر واقع شود (Holling, 1973; Carpenter & Gunderson, 2001; Folke, 2006).

• استحکام

استحکام یک سیستم به قدرت و مقاومت در برابر حمله یا نیروی خارجی اطلاق می‌شود (Godschalk, 2003). لو و استد (Lu & Stead, 2013) اشاره دارند که «قدرت سیستم با توجه به توانایی آن برای حمل و جذب عدم قطعیت‌ها تعیین می‌شود» مفهوم استحکام به‌عنوان حفظ برخی از مؤلفه‌های یک سیستم در برابر نوسانات و اختلالات است (Anderies, Walker & Kinzig, 2006). سیستم‌های تاب‌آور به سیستم‌های مقاوم که اساساً به ساختارهای محافظتی سخت (به‌عنوان مثال دیواره‌های دریا) متکی هستند یا به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که بر مقاومت اجزای خاص برای اطمینان از عملکرد تأکید می‌کنند، اشاره دارد (Tyler & Moench, 2012).

واقع، هریک از این استراتژی‌ها ترکیب چند مورد است که تلفیق و برداشت آنها توسط نگارندگان انجام گرفته است. با توجه به جدول ۳ و با بهره از استنتاج تحلیلی، نگارندگان استراتژی‌های موجود در شاخص‌های مطرح تفکر تاب‌آوری در نظریه پژوهشگران این حوزه را در جدول ۴ نیز گردآوری نموده‌اند. بر این اساس، هر شاخص تاب‌آوری، دارای چندین استراتژی طراحی است که منابع متعدد در این جدول نیز پشتیبان منابع ذکر شده در جدول ۳ هستند.

طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آور رود در که

رودخانه در که یکی از پنج محور اتصال‌دهنده شمالی-جنوبی، به‌صورت کشیده و خطی است و یکی از با ارزش‌ترین رودخانه‌های تهران است و به‌عنوان یکی از کریدورهای اصلی و طبیعی در کوه‌پایه‌های رشته‌کوه البرز قرار دارد (بهرامی، ۱۳۹۷). این رودخانه همانند برخی دیگر از رودهای شهری تهران از خطر سیلاب رنج می‌برد و سیل زیرساخت‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی آن را تهدید می‌کند (جدول ۵). در راستای کاهش خطر سیل، این رودخانه در طرح جامع سال‌های ۱۳۴۷، ۱۳۶۹ و ۱۳۸۵ مورد توجه قرار گرفته است. طرح جامع ۱۳۴۷ و ۱۳۶۹ با نگاه تک‌بعدی، صلب و مهندسی، ارزش این دالان طبیعی را تا سطح مسیل و کانال دفع سیلاب تراس‌بندی‌شده تنزل داده است (تصویر ۱). اما برخلاف طرح جامع سال‌های ۱۳۴۷ و ۱۳۶۹، در طرح جامع سال ۱۳۸۵ همگام با تغییرات جهانی، به ارزش‌های طبیعی رودهای شهری توجه شده است تا بتوان رویکردی سازگار براساس شرایط رود در مواقع بحران اتخاذ کرد (آل‌هاشمی، باقری و اخوان، ۱۳۹۴). اما با وجود این برنامه‌ها و طراحی‌ها، این رود در برابر خطر سیل آسیب‌پذیر است. علاوه بر آن، تغییر ساختار طبیعی رودخانه در که به کانال‌های کنترل سیل و تراس‌بندی‌های بستر رود، باعث کاهش پوشش گیاهی، کاهش نفوذپذیری آب و افزایش رواناب‌ها شده است. در نتیجه، علاوه بر خطر سیلاب، مؤلفه‌های محیط‌زیستی و اکولوژی رودخانه در که رو به نابودی است (اصلائی و مهدی‌پور، ۱۳۹۳). سیل‌های متعدد سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و فروردین ماه ۱۳۹۸، گواه این مدعا است که سیل به‌عنوان یک آشوب، رود در که را تهدید می‌کند و بیانگر عدم کفایت طرح سازه‌ای و عمرانی جهت مدیریت سیلاب بوده است.

براساس سیلاب متعدد و پیامدهای اکولوژیک آن، به‌کارگیری تفکر تاب‌آوری در طراحی و برنامه‌ریزی رود در که مورد توجه قرار می‌گیرد و به‌دلیل وجود شواهد یک محیط آشوبناک در این رود و مؤلفه‌هایی برای مواجه‌شدن با چنین محیط‌هایی در نظریه تاب‌آوری، به‌نظر می‌رسد این برنامه‌ریزی و طراحی می‌تواند کمک شایانی در راستای کاهش خطر سیل و بازیابی

«توانایی بومی‌سازی (داخلی سازی) تجارب گذشته، جلوگیری از شکست‌های مکرر، نوآوری برای بهبود عملکرد و یادگیری مهارت‌های جدید» است (Tyler & Moench, 2012). یادگیری، امکان درک تغییرات براساس تجربیات را فراهم می‌کند (Gunderson & Holling, 2002) که این تجربیات می‌تواند مثبت و یا منفی باشد (Macrae, 2010, Müller, 2011).

• خودسازماندهی

تاب‌آوری یک سیستم با ظرفیت آن جهت سازماندهی مجدد خود ارتباط مستقیم دارد، زیرا چرخه‌های طبیعت شامل تجدید و سازماندهی مجدد هستند (Holling, 2001; Berkes, 2007). فرایندهای انطباقی به ظرفیت تحمل و مقابله با تغییرات مربوط می‌شوند که از خودسازماندهی سیستم نیز نشأت می‌گیرند (Folke, 2006). پویایی یک سیستم پس از متحمل‌شدن اختلالات به ظرفیت خودسازماندهی سیستم انطباقی مجموعه بستگی دارد (ibid.) و روند خودسازماندهی سیستم از مقیاس‌های زمانی و مکانی تبعیت می‌کند (Gunderson & Holling, 2002; Folke, 2006). خودسازماندهی پاسخ‌های مستقل به تغییر اقلیم و سایر اختلالات را ممکن می‌سازد (Tyler & Moench, 2012).

• تغییرپذیری

تغییرپذیری ظرفیت ایجاد یک سیستم کاملاً جدید است، هنگامی که ساختارهای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی موجود، غیرقابل دفاع می‌شوند (Walker, Holling, Stephen, Carpenter & Kinzing, 2004). این شاخص، تاب‌آوری و پایداری سیستم جدید را افزایش می‌دهد (Folke et al., 2010). تغییرپذیری در توسعه مسیره‌های جدید و حتی در ایجاد نوعی سیستم جدید مداخله می‌کند. در مقابل، سازگاری به اقدامات انسانی اشاره دارد که توسعه را در همان مسیره‌ها حفظ می‌کند (Folke, 2006). در جدول ۲ به این شاخص‌ها و تعاریف آنها اشاره شده است.

اصول و معیارهای حاکم بر طراحی منظر تاب‌آور در برابر سیل

ویژگی‌های تاب‌آوری در اصل شاخص‌های تفکر تاب‌آوری هستند که با در نظر گرفتن این مؤلفه‌ها، یک سیستم در مواجهه با آشوب‌ها و عدم قطعیت‌ها پایدار خواهد ماند. اما به‌کارگیری این ویژگی‌ها به‌طور مستقیم در راستای برنامه‌ریزی و طراحی یک سیستم عملی ناممکن است. در نتیجه، برای طراحی محیط‌های آشوبناک، به استراتژی‌های خاصی نیاز است. پژوهشگران به‌طور مستقیم به این استراتژی‌ها اشاره نکرده‌اند، اما نگارندگان این مقاله با استناد به تعاریف و ویژگی‌های مختلف این شاخص‌ها، استراتژی‌هایی که شاخص در آن قابل سنجش باشند را استخراج کرده و در جدول ۳ ارائه داده‌اند. در

جدول ۳. استخراج استراتژی‌های طراحی از تعاریف شاخص‌های تاب‌آوری. مأخذ: نگارندگان.

| شاخص‌های تاب‌آوری | تعاریف شاخص‌ها در منابع گوناگون | استخراج استراتژی‌ها | روش استخراج استراتژی‌ها |
|-------------------|--|--|--|
| افزونگی | تعدد مسیرهای پاسخگویی درون یک سیستم امکان شکست جزئی در یک سیستم بدون سقوط کامل سیستم را فراهم می‌کند (Rockefeller Foundation, 2009). | تعدد مؤلفه فضایی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| | چندین عنصر یا مؤلفه می‌توانند شرایط مشابه یا یکسانی را فراهم کرده و یا عملکردها را پشتیبانی کنند (Ahern, 2011). | تعدد مؤلفه عملکردی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| | افزایش سرانه فضای سبز و اراضی باز عمومی (Chelleri & Olazabal, 2012) | تعدد مؤلفه زیستی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| تنوع | تنوع به معنای ایجاد فضاهای متعدد با عملکردهای گوناگون در فضاست (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸). | تنوع فضایی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| | تنوع ساختاری و سازنده عناصر شهری (قرایی و همکاران، ۱۳۹۶). تنوع عملکردی و گروه‌های عملکردی درون یک سیستم (Folke 2006; Holling 1973 Carpenter & Gunderson, 2001). | تنوع عملکردی | اشتراک‌گیری و اجماع‌گیری از تعاریف |
| | تنوع در تاب‌آوری به معنای تنوع اکوسیستمی و biodiversity و تنوع منابع طبیعی است (Bahadur et al., 2010). | تنوع زیستی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| استحکام | استحکام و توانایی عناصر و زیرسیستم‌ها برای مقاومت در برابر هر سطحی از آشوب (قرایی و همکاران، ۱۳۹۶). | استحکام مؤلفه انسان‌ساخت | برداشت تحلیلی از تعاریف |
| | سیستم‌های تاب‌آور به سیستم‌هایی مقاوم که اساساً به ساختارهای محافظتی سخت متکی هستند یا به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بر مقاومت اجزای خاص اشاره دارد، اطلاق می‌شوند (Tyler & Moench, 2012). | استحکام مؤلفه طبیعی | برداشت تحلیلی از تعاریف |
| ارتباط یا اتصال | بلوک‌های شهری کوچکتر موجب افزایش نقاط تماس و تبادل میان عناصر و موجب تسهیل حرکت مردم و کالاها می‌شوند (بنتلی، ۱۳۸۹، جیکوبز، ۱۳۸۶). | ریزدانگی و نفوذپذیری | برداشت تحلیلی از تعاریف |
| | تداوم روابط میان مؤلفه‌ها به مقاومت سیستم کمک می‌کند (Bahadur et al., 2010). | پیوستگی مؤلفه‌های طراحی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| | در قلب مفهوم تاب‌آوری، تصدیق سطح بالایی از اتصال میان اجزای مختلف یک سیستم وجود دارد (ibid.). | تقویت ارتباط فضایی | برداشت مستقیم و تحلیلی از تعاریف |
| یادگیری | انواع مختلف دانش به افزایش توانایی یادگیری کمک می‌کند (Berkes, 2007). | سطح دانش | برداشت مستقیم از تعاریف |
| | یادگیری از تجربه، یکی دیگر از ویژگی‌های سیستم تاب‌آور است (Carpenter & Gunderson, 2001). بررسی چگونگی موفقیت جوامع در گذشته در برخورد با حوادث غیرمنتظره حائز اهمیت است (Berkes, 2007). | تجربه از رویدادهای قبلی | اشتراک‌گیری و اجماع‌گیری از تعاریف |
| | یک سیستم جهت تاب‌آوری در برابر شوک‌ها به یادگیری نیاز دارد. (Adger et al., 2005; Antrobus, 2011; Berkes et al., 2003; Twigg, 2007; Tyler & Moench, 2012) | آگاهی از منابع | برداشت تحلیلی از تعاریف |
| خودسازماندهی | تاب‌آوری یک سیستم با ظرفیت سازماندهی مجدد خود ارتباط مستقیم دارد، زیرا چرخه‌های طبیعت شامل تجدید و سازماندهی مجدد هستند (Holling, 2001. Berkes, 2007) | خودسازماندهی زیستی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| | توانایی و ظرفیت مؤلفه‌های اصلی سیستم (از جمله اجتماع) به خودکفایی و سازماندهی مجدد بعد از هر آشوب (Carpenter & Gunderson, 2001; Folke et al., 2003) | خودسازماندهی اجتماعی | برداشت مستقیم از تعاریف |
| تغییرپذیری | تعامل و مشارکت دانش بومی (Manyena, 2006; Mayunga, 2007; Mwangi & Ostrom, 2009; Dovers & Handmer, 1992; Berkes, 2007) | افزایش دانش، توانایی و مهارت افراد بومی و کارشناسان درون یک سیستم. | برداشت مستقیم از تعاریف، اجماع‌گیری از تعاریف. |
| | تغییرپذیری، تغییر توسعه به مسیرهای جدید و حتی ایجاد نوعی مسیردیگراست (Folke, 2016). | تنوع و تعدد مؤلفه‌های طراحی | برداشت مستقیم از تعاریف |

جدول ۴. استراتژی‌های استخراج‌شده از شاخص‌های تاب‌آوری. مأخذ: نگارندگان.

| منبع | استراتژی‌ها | شاخص تاب‌آوری |
|---|--|-----------------|
| Hassler & Kohler (2014), Sharifi & Yamagata (2016), Suárez et al. (2016), Wilkinson (2012), Walker & Salt (2006), Godschalk (2003), Folke (2006), Holling (1973), Carpenter & Gunderson (2001), Berkes (2007) | - تعدد مؤلفه‌های فضایی - تعدد مؤلفه‌های عملکردی - تعدد مؤلفه‌های زیستی | افزونگی |
| Hassler & Kohler (2014), Sharifi & Yamagata (2016), Suárez et al. (2016), Godschalk (2003), Wilkinson (2012), Walker et al. (2004), Folke (2016) | - تنوع فضایی - تنوع عملکردی - تنوع زیستی | تنوع |
| Sharifi & Yamagata (2016), Eraydin & Tasan-Kok (2013), Bruneau et al. (2003) | - استحکام مؤلفه‌های انسان‌ساخت - استحکام مؤلفه‌های طبیعی | استحکام |
| Feliciotti et al. (2016), Masnavi et al. (2018), Chelleri & Olazabal (2012), Marcus & Colding (2014), Ahern (2012), Allan & Bryant (2011) | - ریزدانی و نفوذپذیری - پیوستگی مؤلفه‌های طراحی - تقویت ارتباط فضایی | ارتباط یا اتصال |
| Tyler & Moench (2012) Godschalk (2003), Carpenter & Gunderson (2001), Berkes et al. (2003), Bahadur et al. (2013), Folke (2016) | - سطح دانش - تجربه از رویدادهای قبلی - آگاهی از منابع | یادگیری |
| Carpenter & Gunderson (2001), Berkes, (2007) Manyena (2006), Klein et al. (2003) | - خودسازماندهی منابع زیستی - خودسازماندهی اجتماعی | خودسازماندهی |
| Folke (2016), Walker et al. (2009) Kirmayer, Dandeneau, Marshall, Phillips & Williamson (2012), Gunderson & Holling (2002), Folke et al. (2009), Walker et al. (2004) | - تنوع و تعدد مؤلفه‌های طراحی - افزایش دانش، توانایی و مهارت افراد بومی و کارشناسان درون یک سیستم | تغییرپذیری |

جدول ۵. گزارش سیلاب در که. مأخذ: نگارندگان.

| منبع | توضیحات | سیل در که |
|-------------------------|--|-----------|
| فنونای و همکاران (۱۳۹۵) | در ایستگاه در که بیشترین دبی متعلق به سال ۱۳۶۵ بوده که به دلیل نوسان زیاد دبی دارای خطر سیلاب نیز هست. | سال ۱۳۶۵ |
| خبرگزاری برنا (۱۳۹۹) | مدیر کل دفتر کنترل سیلاب، آسیب جدی سیل مرداد ۱۳۶۶ به بخش‌هایی از پایتخت و زیرساخت‌های آن را به دلیل رخداد بارش و سیلاب ناگهانی قلمداد کرد و حوزه آبخیز در که را از جمله حوزه‌های آبخیز سیل خیز برشمرد. | سال ۱۳۶۶ |
| سبک‌رو (۱۳۹۸) | با توجه به رویکرد عمرانی و سازه‌ای برای مدیریت سیلاب اواخر دهه ۱۳۶۰، سیل سال ۱۳۷۷ بیانگر عدم کفایت طرح مهندسی مشاور بافت شهر مسیل در که بوده است. | سال ۱۳۷۷ |
| اسکان نیوز (۱۳۹۸) | در فروردین سال ۱۳۹۸ با توجه به سوابق سیل‌های پیشین در این حوزه، به دلیل شرایط جوی نامساعد و تأکیدات ستاد بحران استان تهران به منظور پیشگیری از هرگونه حوادث احتمالی، کلیه اماکن عمومی جهت عدم تجمع و دپوی انسانی تعطیل شد. | سال ۱۳۹۸ |

را در مواجهه با آشوب‌های مختلف تاب‌آور می‌سازد (Meerow & Stults, 2016; Marcus & Colding, 2014). این شاخص در سیستم تاب‌آور رود در که شامل سه سطح: (۱) فراوانی مؤلفه‌های فضایی، (۲) فراوانی مؤلفه‌های عملکردی و (۳) فراوانی مؤلفه‌های زیستی است. فراوانی مؤلفه‌های فضایی و عملکردی در سیستم رود در که به فراوانی یک زیرسیستم همانند پل‌ها، نظرگاه‌ها، خانه‌ها، مسیرها و... اشاره دارد.

اکوسیستم‌های طبیعی رود نماید. در نتیجه، براساس شاخص‌ها و استراتژی‌های تاب‌آوری، برنامه‌ریزی و طراحی رود در که در مواجهه با آشوب سیل به شرح ذیل است:

• تأثیر مؤلفه «افزونگی» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود در که

افزونگی به درجه‌ای از تنوع درون‌سیستمی اشاره دارد که با ارتقا و افزایش مؤلفه‌ها و زیرسیستم‌ها، کل سیستم

رود در که طراحی و برنامه‌ریزی شوند تا آشوب سیل قادر به تخریب و ویرانی تمامی اراضی کشاورزی و باغات نباشد. علاوه بر اراضی کشاورزی، بازیابی شاخه‌های قدیمی رود در که پس از کانالیزه‌شدن از بین رفته‌اند، باعث افزایش تنوع زیستی و جانوری در اطراف رود خواهند شد.

• تأثیر مؤلفه «استحکام» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود در که

افزایش استحکام سیستم می‌تواند توانایی در برابر آشوب را بدون تخریب مجموعه و یا ازدست‌دادن عملکرد آن فراهم کند که این خود موجب افزایش تاب‌آوری خواهد شد (Bruneau et al., 2003; Lu & Stead, 2013). این شاخص در طراحی و برنامه‌ریزی رود در که شامل دو سطح: (۱) استحکام مؤلفه‌های انسان‌ساخت و (۲) استحکام مؤلفه‌های طبیعی می‌شود. در راستای استفاده از این شاخص در برنامه‌ریزی و طراحی رود در که، می‌توان به استحکام و قدرت مؤلفه‌های انسان‌ساخت از جمله مسیرهای ارتباطی مانند راه‌ها و پل‌ها، نظرگاه‌ها، خانه‌ها و... اشاره کرد. علاوه بر آن، استحکام و قدرت مؤلفه‌های طبیعی به مقاومت عناصر طبیعی رود از جمله شیب زمین، درختان، تثبیت لبه رود و... در مواجهه با آشوب سیل اشاره دارد که سطحی از توانایی مقاومت اولیه در برابر آشوب را داشته باشند تا موجب تخریب سیستم و یا ازدست‌دادن عملکرد آن نشوند. این مسئله خود موجب پایداری خواهد شد. همچنین، با استفاده از نفوذپذیری در مقابل صلبیت مؤلفه‌های طراحی‌شده، می‌توان میزان مقاومت آنها را در برابر نیروهای وارده افزایش داد و به تاب‌آوری کمک کرد؛ زیرا نفوذپذیری (مانند نفوذپذیر کردن بافت مسیرهای ارتباطی و ایجاد تالاب‌هایی برای جذب رواناب که خود در بحث اکولوژی به‌عنوان ایجاد زیستگاهی برای جانوران و به‌تبع آن بالابردن تنوع زیستی مطرح است)، می‌تواند بخشی از نیرو را درون خود مستهلک کرده و از شدت تأثیر نیرو و آسیب‌های به‌جا گذاشته از خود بکاهد.

• تأثیر مؤلفه «ارتباط یا اتصال» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود در که

اتصالات، نقاط تماس بین مؤلفه‌ها را افزایش می‌دهند که این خود موجب انسجام و افزایش تاب‌آوری خواهد شد (قرایی و همکاران، ۱۳۹۶). در این طرح و برنامه‌ریزی، شاخص ارتباط یا اتصال در سه سطح: (۱) پیوستگی مؤلفه‌های طراحی، (۲) تقویت ارتباط فضایی و (۳) ریزدانه‌گی و نفوذپذیری بررسی می‌شوند. در راستای استفاده از ساختار شاخص ارتباط و اتصال، می‌توان به پیوستگی محورهای ارتباطی اشاره کرد که موجب افزایش سطح دسترسی در زمان کوتاه‌تر خواهد شد؛ همچنین موجب در دسترس بودن و افزایش اتصال داخلی در سیستم خواهد شد. علاوه بر آن نفوذپذیری از دیگر متغیرهای طراحی این



تصویر ۱. تراس‌بندی و کانال‌کشی رودخانه در که. مأخذ: سبکرو، ۱۳۹۸.

علاوه بر آن، فراوانی مؤلفه‌های زیستی در این سیستم، تعدد اراضی کشاورزی، باغات و شاخه‌های مختلف در رود در که را عنوان می‌نماید به‌طوری‌که اگر یکی از باغات رود در که در مواجهه با آشوب سیل دچار آسیب شود، باغ دیگری با همان عملکرد جایگزین باغ قبلی در سیستم خواهد بود.

• تأثیر مؤلفه «تنوع» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود در که

شاخص تنوع در یک سیستم تاب‌آور به تنوع زیرسیستم‌های مختلف آن اشاره دارد که یک سیستم را در مواجهه با آشوب‌ها و اختلالات گوناگون پایدار می‌سازد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸). این شاخصه، در طراحی و برنامه‌ریزی رود در که در سه سطح قابل اندازه‌گیری است: (۱) تنوع فضایی، (۲) تنوع عملکردی و (۳) تنوع زیستی. تنوع فضایی و عملکردی در سیستم تاب‌آور رود در که شامل طراحی و برنامه‌ریزی فضاهای مختلف براساس دبی آب است. به‌طوری‌که فضاهای مختلف همانند پل‌ها، خانه‌ها، نظرگاه‌ها، پایگاه‌ها، مسیرها و... براساس خشکسالی و ترسالی رود در که و متناسب با دبی آب طراحی و برنامه‌ریزی شوند. در بحث تنوع زیستی، سیستم تاب‌آور رود در که به تنوع باغات، زمین‌های کشاورزی کران رود در که و بازیابی شاخه‌ها و مسیرهای زیستی اشاره دارد، به‌گونه‌ای که زمین‌های کشاورزی متنوع با محصولات متنوع در اطراف

دفاع می‌شوند، این شاخص با تغییر و یا ایجاد یک مسیر جدید درون سیستم به افزایش تاب‌آوری کمک خواهد کرد (Walker et al., 2004). در این طرح و برنامه‌ریزی، شاخص تغییرپذیری در دو سطح: (۱) تنوع و تعدد مؤلفه‌های طراحی و (۲) افزایش دانش، توانایی و مهارت افراد بومی و کارشناسان درون این سیستم، مطرح می‌شود. در راستای استفاده از استراتژی‌های مرتبط با این شاخص، می‌توان به پتانسیل محیط جهت ترمیم خود با ایجاد مسیرهای ارتباطی متعدد برای جایگزینی با مسیرهای آسیب‌دیده، استفاده از تنوع زیستی مانند باغ‌های متنوع و افزایش زیرساخت سبز و ... اشاره کرد، به طوری که سیستم با استفاده از این راهبردها جهت حفظ پایداری سعی در حفظ تعادل و رسیدن به نقطه تعادل جدید و تاب‌آوری در برابر شوک‌های وارده می‌کند.

جمع‌بندی

رودخانه درکه به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های طبیعی شهر تهران، همیشه مورد توجه معماران منظر، شهرسازان، اکولوژیست‌ها و شهروندان بوده است. علی‌رغم طرح‌ها و برنامه‌های مختلف براساس طرح‌های جامع شهر تهران، این رود در برخی از فصول سال در برابر آشوب سیل آسیب‌پذیر بوده است. از این رو، این پژوهش با استفاده از تفکر تاب‌آوری و شاخص‌های آن، برنامه‌های جامع براساس ویژگی‌های رودخانه درکه ارائه داده است. براساس شاخص‌های حوزه تاب‌آوری در نظریه پژوهشگران، هفت شاخص با توجه به درصد فراوانی در پژوهش‌های انجام‌شده انتخاب شده است و به‌دلیل عدم توانایی به‌کارگیری مستقیم این شاخص‌ها در راهکارهای پیشنهادی محیط سیل‌خیز درکه و محیط‌های آشوبناک مشابه، به تحلیل تعاریف پژوهشگران جهت نیل به استراتژی‌های مطرح در جدول ۴ پرداخته شده است. بنابراین با توجه به سیر تکاملی این روند، راهکارهای پیشنهادی جهت تاب‌آوری منطقه مورد پیمایش در برابر آشوب سیل و بازیابی ساختار طبیعی و اکولوژیکی آن در جدول ۶ ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش، با تکیه بر این شاخص‌ها و استراتژی‌های مستخرج از تفکر تاب‌آوری، به ارائه راهبردهایی برای مدیریت و برنامه‌ریزی رود درکه پرداخته است. در این مقاله، با تکیه بر هفت شاخص پرتکرار تاب‌آوری، برنامه‌ریزی رود درکه پیشنهاد شده است. این شاخص‌ها عبارتند از افزونگی، تنوع، استحکام، ارتباط یا اتصال، یادگیری، خودسازماندهی و تغییرپذیری که به‌عنوان شاخص‌های مطرح در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بر این اساس، شاخص «افزونگی» در این سیستم، به تعدد مؤلفه‌ها و زیرسیستم‌های رود درکه اشاره

شاخص است که افزایش اتصال و نقاط تماس را به‌دنبال داشته و تبادل میان مؤلفه‌ها و جریان حرکت را تسهیل می‌کند و در مجموع موجب تقویت ارتباط فضایی و افزایش تاب‌آوری در برابر آشوب خواهد شد.

• تأثیر مؤلفه «یادگیری» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود درکه

یادگیری یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های یک سیستم تاب‌آور است که با بهره‌گیری از آن می‌توان راهکارهایی برای مواجهه با آشوب‌های آتی برای سیستم فراهم کرد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Godschalk, 2003). در طراحی و برنامه‌ریزی رود درکه، این شاخص را در سه سطح: (۱) افزایش سطح دانش، (۲) افزایش تجربه از اختلالات گذشته و (۳) افزایش آگاهی از منابع و اطلاعات می‌توان بررسی کرد. در راستای افزایش سطح دانش، می‌توان با استفاده از رسانه‌های جمعی، برگزاری ورکشاپ‌ها و کلاس‌ها دانش مردمان بومی و ساکنان روستای درکه را در مواجهه با آشوب سیل افزایش داد. علاوه بر آن، در راستای افزایش تجربه از آشوب‌های گذشته می‌توان از تجربه افراد بومی و کارشناسان مختلف بومی بهره برد. همچنین، در راستای افزایش آگاهی از منابع و اطلاعات، می‌توان به نقشه‌های تاریخی، مقالات و کتب تاریخی، دانش افراد بومی و متخصص استناد کرد. در نهایت، با تأسیس پایگاه‌هایی در نقاط مختلف رود، می‌توان دانش و اطلاعات کافی از رفتار رود درکه در مواجهه با آشوب سیل کسب کرد.

• تأثیر مؤلفه «خودسازماندهی» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود درکه

خودسازماندهی به پویایی محیط و اکوسیستم‌هایی اشاره دارد که همیشه در حال تغییر هستند و ساختار ثابتی ندارند، در نتیجه یک سیستم تاب‌آور همیشه سعی دارد خود را با شرایط مختلف محیط سازماندهی کند (Folke, 2016; Berkes, 2007). در این طراحی و برنامه‌ریزی، شاخص خودسازماندهی در دو سطح: (۱) خودسازماندهی منابع زیستی و (۲) خودسازماندهی اجتماعی قابل اندازه‌گیری است. در راستای خودسازماندهی منابع زیستی می‌توان به ایجاد تعادل در منابع آبی بین فصول خشکسالی و ترسالی اشاره کرد به طوری که با ذخیره‌سازی آب در فصل‌های پاییز و بهار که دبی آب بیش از فصول دیگر هستند، نه تنها دبی آب کاهش پیدا نمی‌کند، بلکه منابع آبی برای تابستان ذخیره خواهند شد. علاوه بر آن، خودسازماندهی اجتماعی به خودکفایی بومی اشاره دارد تا بومیان و روستاییان اطراف رود درکه دانش و مهارت کافی برای کنترل و کاهش آشوب سیل کسب کنند.

• تأثیر مؤلفه «تغییرپذیری» در طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رود درکه

هنگامی که ساختارهای یک سیستم در برابر آشوب غیرقابل

در راستای افزایش دانش از حوادث قبلی (سیل) و بهره‌گیری از منابع مختلف در راستای افزایش دانش و اطلاعات رود در که را در برمی‌گیرند. شاخص «خودسازماندهی» در رود در که به خودسازماندهی منابع زیستی و اجتماعی اشاره دارد. در این راستا، در سیستم تاب‌آور رود در که خودسازماندهی اجتماعی به توانایی‌های افراد بومی اشاره دارد تا بتوانند بعد از هر آشوب، محیط خود را به فضایی امن و سازگار با محیط تبدیل کنند. علاوه بر آن، خودکفایی زیستی نیز به تعادل اکولوژیکی بین فصول خشک و سیل اشاره دارد. در آخر، شاخص «تغییر پذیری» در سیستم تاب‌آور رود در که کمک شایانی به بقای سیستم بعد از آشوب می‌کند. این شاخص با ایجاد مسیرهای متعدد، سیستم را وارد فاز جدیدی می‌کند که بعد از آشوب سیل همچنان پایدار باشد. این برنامه‌ریزی و طراحی جامع که به ابعاد مختلف محیطی و اجتماعی اعم از پتانسیل‌های اکولوژیکی، بومی، تاریخی و فرهنگی رود اشاره دارد، می‌تواند جایگزین کانال‌های کنترل سیلاب و تراس‌بندی‌های بستر رود باشد. کانال‌های کنترل سیلاب که یک رویکرد صلب و مقاوم در برابر طبیعت و نیروهای طبیعی هستند، رویکرد مناسبی برای مهار آشوب سیلاب نیستند. از این رو، رویکرد نوین تاب‌آوری که به ابعاد مختلف رودها با شرایط محیطی و اجتماعی تأکید دارد، جایگزین مناسبی برای این رویکرد صلب و مقاوم است. در آخر، این برنامه‌ریزی که برآمده از تفکر تاب‌آوری است، برنامه‌ریزی و طراحی منظر رودخانه‌های شهری - از جمله رود در که - را به‌سوی یک برنامه جامع سوق می‌دهد.

دارد. این شاخص به فراوانی مؤلفه‌های فضایی، عملکردی و زیستی اشاره دارد تا اگر زیرسیستمی در مواجهه با سیل ویران شد، زیرسیستمی مشابه جایگزین آن شود. براساس شاخص «تنوع»، استراتژی‌هایی اعم از تنوع فضایی، عملکردی و زیستی قابل اشاره است. براساس این شاخص و استراتژی‌های آن، ایجاد فضاهای چندعملکردی، طراحی براساس دبی آب و فصول مختلف سال، طراحی فضاهای متعدد اعم از نظرگاه، پل‌ها و مسیرهای ارتباطی و همچنین تنوع باغات و زمین‌های کشاورزی قابل طراحی و برنامه‌ریزی است. شاخص «استحکام» به افزایش قدرت و توانایی مؤلفه‌ها و زیرسیستم‌های رود در که اشاره دارند تا بتوانند در برابر آشوب سیل مقاومت کنند. این شاخص به حفظ ساختار سیستم در لحظات ابتدایی وقوع آشوب کمک شایانی می‌کند. شاخص «اتصال یا ارتباط» در این سیستم به افزایش ارتباط بین زیرسیستم‌ها اشاره دارد. از این رو، تأکید بیشتر بر افزایش ارتباط میان تمامی مؤلفه‌های طراحی که شامل افزایش سطح دسترسی، ارتباطات فضاهای ایستای جمعی و پویای حرکتی، و طراحی فضاهایی جمعی و ایستا و ترکیب با مسیرهای پویای حرکتی تأکید دارد. شاخص «یادگیری» در سیستم تاب‌آور رود در که باعث افزایش آگاهی مردم بومی و متخصصین از رفتار رود در فصول مختلف و ویژگی‌های نهان آن خواهد شد. لذا، این شاخص در ابعاد مختلفی اعم از افزایش دانش بومی نسبت به پدیده سیل در که با استفاده از ورکشاپ‌ها و کلاس‌های آموزشی برای مردم بومی؛ استفاده از تجربه افراد و کارشناسان بومی

پی‌نوشت‌ها

۵. Learning
۶. Self-organization
۷. Transformability

۱. Redundancy
۲. Diversity
۳. Strength, Robustness
۴. Connectivity

طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه‌های شهری در مواجهه با آشوب سیل

جدول ۶. برنامه‌ریزی و طراحی رود در که براساس تفکر تاب‌آوری. مأخذ: نگارندگان.

| شاخص تاب‌آوری | استراتژی‌های و برنامه‌ریزی طراحی | راهکارهای پیشنهادی |
|-----------------|---|--|
| افزونگی | تعدد مؤلفه‌های فضایی | فراوانی زیرسیستم |
| | تعدد مؤلفه‌های عملکردی | تعدد پل‌ها، نظرگاه‌ها، خانه‌ها، مسیرها و فضاهای جمعی و تفریحی |
| | تعدد مؤلفه‌های زیستی | تعدد اراضی کشاورزی، باغات، شاخه‌های مختلف در رود درکه |
| تنوع | تنوع فضایی | ایجاد فضاها با کاربری مختلف، طراحی براساس دبی آب، طراحی با توجه به فصول مختلف سال |
| | تنوع عملکردی | فضاهای عملکردی مختلف مانند پل‌ها و مسیرهای ارتباطی، خانه‌ها نظرگاه‌ها و پایگاه‌ها |
| | تنوع زیستی | تنوع باغات، زمین‌های کشاورزی کران رود درکه، بازیابی شاخه‌ها و مسیرهای زیستی |
| استحکام | استحکام مؤلفه‌های انسان ساخت | استحکام مسیرهای ارتباطی مانند راه‌ها و پل‌ها، نظرگاه‌ها و خانه‌ها |
| | استحکام مؤلفه‌های طبیعی | افزایش مقاومت شیب زمین، درختان و تثبیت لبه رودخانه |
| ارتباط یا اتصال | ریزدانگی و نفوذپذیری | افزایش اتصالات و نقاط تماس مانند پل‌ها، مسیرهای ارتباطی، طراحی فضاهایی جمعی و ایستا و ترکیب با مسیرهای پویای حرکتی |
| | پیوستگی مؤلفه‌های طراحی | افزایش سطح دسترسی، افزایش اتصالات داخلی با ایجاد مفصل‌های فضایی |
| | تقویت ارتباط فضایی | مجموع ارتباطات فضاهای ایستای جمعی و پویای حرکتی باعث تبادل میان مؤلفه‌ها و تسهیل جریان حرکت می‌شود. |
| یادگیری | سطح دانش | استفاده از رسانه‌های جمعی، برگزاری ورکشاپ‌ها و کلاس‌ها |
| | تجربه از رویدادهای قبلی | استفاده از تجربه افراد و کارشناسان بومی محدوده با استفاده از مصاحبه و یا پرسشنامه |
| | آگاهی از منابع | بهره‌بری از نقشه‌های تاریخی، مقالات، کتب تاریخی و دانش افراد بومی و متخصص، تأسیس پایگاه‌هایی در نقاط مختلف رود و کسب اطلاع از رفتار رود درکه در مواجهه با آشوب سیل |
| خودسازماندهی | خودسازماندهی منابع زیستی | ایجاد تعادل در منابع آبی بین فصول خشکسالی و ترسالی، ذخیره‌سازی آب در فصل‌های پاییز و بهار |
| | خودسازماندهی اجتماعی | خودکفایی بومی، دانش و مهارت کافی افراد بومی و روستاییان برای کنترل و کاهش آشوب سیل |
| تغییرپذیری | تنوع و تعدد مؤلفه‌های طراحی | استفاده از پتانسیل‌های محیطی، مسیرهای ارتباطی متنوع و متفاوت، استفاده از تنوع زیستی و افزایش زیرساخت سبز. |
| | افزایش دانش، توانایی و مهارت افراد بومی و کارشناسان درون یک سیستم | استفاده از رسانه‌های جمعی، برگزاری ورکشاپ‌ها و کلاس‌ها |

فهرست منابع

- آل‌هاشمی، آیدا؛ باقری، یوسف و اخوان، عرفان. (۱۳۹۴). هویت طبیعی یا تحمیلی؟ بوستان جوانمردان، منظره‌سازی در دره کن. منظر، ۳۱(۷)، ۹۴-۱۰۳.
- اصلانی، فرشته و مهدی‌پور، هاله. (۱۳۹۳). مدیریت بحران در کاهش خطرپذیری در برابر زلزله مورد مطالعاتی: شهر تهران. دومین کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز.
- اسکان نیوز. (۱۳۹۹). تعطیلی مجموعه سعدآباد و رستوران‌های دریند و درکه به دلیل احتمال وقوع سیل. تاریخ مراجعه: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹، قابل دسترس در: <https://www.eskannews.com//news/18302/>
- بنتلی، یان. (۱۳۸۹). محیط‌های پاسخده: کتاب راهنمای طراحان (ترجمه مصطفی بهزادفر). چاپ پنجم. تهران: دانشگاه علم و صنعت.
- جیکوبز، جین. (۱۳۸۶). مرگ و زندگی شهرهای بزرگ امریکایی (ترجمه حمیدرضا پارسی و آرزو افلاطونی). تهران: دانشگاه تهران.
- بهرامی، فرشاد؛ آل‌هاشمی، آیدا و متدین، حشمت‌الله. (۱۳۹۸). رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل، برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه کن. منظر، ۳۱(۴۷)، ۷۳-۶۰.
- بهرامی، فرشاد و همتی، مرتضی. (۱۳۹۹). منظر تاب‌آور: مفهومی غیرمنظری، بررسی و ارزیابی تعاریف موجود در حوزه تاب‌آوری منظر، مرور فشرده ادبیات نظری. منظر، ۳۱(۵۰)، ۴۰-۴۹.
- بهرامی، فرشاد. (۱۳۹۷). دره درکه، به‌مثابه شارباغ ایرانی. منظر، ۳۱(۴۳)، ۳۴-۴۱.
- خبرگزاری برنا. (۱۳۹۹). تهران، محل وقوع یکی از ۱۲ سیل ویرانگر ایران. تاریخ مراجعه: ۱۳۹۹/۰۲/۲۷، قابل دسترس در:

- Bruneau, M., Chang, R., Eguchi, G., Lee, T., O'Rourke, A. & Reinhorn, M. . . . Winterfeldt, W. A. (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*, 19(4), 733-52.
- Carpenter, S. R. & Gunderson, L. H. (2001). Coping with collapse: Ecological and social dynamics in ecosystem management like flight simulators that train would-be aviators, simple models can be used to evoke people's adaptive, forward-thinking behavior, aimed in this instance at sustainability of human-natural systems. *BioScience*, 51(6), 451-457.
- Chelleri, L. & Olazabal, M. (2012). *Multidisciplinary Perspectives on Urban Resilience*. Spain: Basque Center for Climate Change.
- Davoudi, S. & Strange, I. (2009). Space and Place in Twentieth Century Planning. In: S. Davoudi & I. Strange (eds.), *Conceptions of Space and Place in Strategic Spatial Planning*. London: Routledge.
- Dovers, S. R., & Handmer, J. W. (1992). Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, 2(4), 262-276.
- Eraydin, A. & Tasan-Kok, T. (2013). The Evaluation of Findings and Future of Resilience Thinking in Planning. In: A. Eraydin (ed.), *Resilience Thinking in Urban Planning* (pp. 229-239). Dordrecht: Springer.
- Feliciotti, A. Romice, O. & Porta, S. (2016). Design for change: five proxies for resilience in the urban form. *Open House International*, 41(4), 23-30.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267.
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20-28.
- Folke, C. (2016). Resilience (republished). *Ecology and Society*, 21(4), 44.
- Godschalk, D. R. (2003). Urban hazard mitigation: Creating resilient cities. *Natural Hazards Review*, 4(3), 136-143.
- Gunderson, L. H. & Holling, C. S. (2002). *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington D.C.: Island Press.
- Hassler, U. & Kohler, N. (2014). Resilience in the built environment. *Building Research and Information*, 24(2), 119-129.
- Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405.
- Kirmayer, L. J., Dandeneau, S., Marshall, E., Phillips, M. K., & Williamson, K. J. (2012). Toward an ecology of stories: Indigenous perspectives on resilience. In M. Angar (ed.), *The Social Ecology of Resilience* (pp. 399-414). New York: Springer.
- Klein, R. J., Nicholls, R. J. & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept?. *Global environmental change part B: Environmental Hazards*, 5(1), 35-45.
- Liao, K. H. (2012). A theory on urban resilience to floods—A basis for alternative planning practices. *Ecology and Society*, 17(4), 48.
- Linnenluecke, M. & Griffiths, A. (2010). Beyond adaptation: resilience for business in light of climate change and weather extremes. *Business & Society*, 49(3), 477-511.
- Lu, P. & Stead, D. (2013). Understanding the notion of resilience in spatial planning: A case study of Rotterdam, The Netherlands. *Cities*, 35, 200-212.
- Macrae, C. (2010). Regulating resilience? Regulatory work in high-
<https://www.borna.news/fa/tiny/news-1003043>
- استیسی، رالف. (۱۳۸۷). مدیریت بر ناشناخته‌ها: مرزری راهبردی بین نظم و آشفتگی در مدیریت سازمان‌ها (ترجمه محسن قدمی و مسعود نیازمند). تهران: انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی.
- رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی و حسینی، سیدمصطفی. (۱۳۹۴). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران). پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، ۴۷(۴)، ۶۰۹-۶۲۳.
- سبک‌رو، دلارام. (۱۳۹۸). طراحی منظرین رودکنار اوین-درکه با رویکرد بوم‌شناسانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد معماری منظر، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.
- قرایی، فریبا؛ مثنوی، محمدرضا و حاجی‌بنده، مونا. (۱۳۹۶). بسط شاخص‌های کلیدی سنجش تاب‌آوری مکانی-فضایی شهری؛ مرور فشرده ادبیات نظری. باغ نظر، ۱۴(۵۷)، ۱۹-۳۳.
- قنوتی، عزت‌الله؛ صفاری، امیر؛ کرم، امیر؛ نجفی، اسماعیل و جهاندار، غلامحسین. (۱۳۹۵). بررسی ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژیک حوضه‌های آبریز کلان‌شهر تهران با تأکید بر سیل‌خیزی. هیدروژئومورفولوژی، ۳(۶)، ۳۳-۵۴.
- کریمی مشاور، مهرداد. (۱۳۹۲). توان رودرها در توسعه شهر. منظر، ۵(۲۲)، ۵۲-۵۵.
- همتی، مرتضی. (۱۳۹۴). سازگاری: رویکرد طراحی در محیط آشنوناک. منظر، ۱۴(۳۲)، ۷۴-۸۱.
- Adger, W. N., Hughes, T. P., Folke, C., Carpenter, S. R. & Rockström, J. (2005). Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*, 309(5737), 1036-1039.
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341-43.
- Ahern, J. (2011). Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28(6), 3-12.
- Alberti, M. & Marzluff, J. M. (2004). Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems*, 7(3), 241-265.
- Allan, P. & Bryant, M. (2011). Resilience as a framework for urbanism and recovery. *Journal of Landscape Architecture*, 6(2), 34-45.
- Anderies, J. M., Walker, B. H. & Kinzig, A. P. (2006). Fifteen weddings and a funeral: case studies and resilience-based management. *Ecology and Society*, 11(1), 21.
- Antrobus, D. (2011). Smart green cities: from modernization to resilience?. *Urban Research & Practice*, 4(2), 207-214.
- Bahadur, A. V., Ibrahim, M. & Tanner, T. (2010). *The resilience renaissance? Unpacking of resilience for tackling climate change and disasters*. Strengthening Climate Resilience Discussion Paper 1, Brighton: Institute of Development Studies.
- Bahadur, A. V., Ibrahim, M. & Tanner, T. (2013). Characterising resilience: unpacking the concept for tackling climate change and development. *Climate and Development*, 5(1), 55-65.
- Bell, S. (2012). *Landscape: Pattern, Perception and Process*. 2nd edition. London: Routledge.
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. UK: Cambridge University Press, Cambridge.
- Berkes, F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural Hazards*, 41(2), 283-295.

- risk arenas. In: Hutter B (ed.), *Anticipating Risks and Organizing Risk Regulation* (pp. 139–160). Cambridge: Cambridge University Press.
- Manyena, S. B. (2006). The concept of resilience revisited. *Disasters*, 30(4), 434-450.
 - Marcus, L. & Colding, J. (2014). Toward an integrated theory of spatial morphology and resilient urban systems. *Ecology and Society*, 19(4), 55-67.
 - Masnavi, M. R., Gharai, F. & Hajibandeh, M. (2018). Exploring urban resilience thinking for its application in urban planning: a review of literature. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16), 527-582.
 - Mayunga, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach. *Summer academy for social vulnerability and resilience building*, 1(1), 1-16.
 - Meerow, S. & Stults, M. (2016). Comparing conceptualizations of urban climate resilience in theory and practice. *Sustainability*, 8(8), 2-16.
 - Müller, B. (2011). Urban and Regional Resilience – A New Catchword or a Consistent Concept for Research and Practice? In B. Müller (ed.), *Urban and regional resilience: How do cities and regions deal with change?* (pp 1–14). Berlin: Springer-Verlag.
 - Mwangi, E & Ostrom, E. (2009). A century of institutions and ecology in East Africa's rangelands: Linking institutional robustness with the ecological resilience of Kenya's Maasailand. In: Beckmann, V., Padmanabhan, M. (eds.), *Institutions and Sustainability: Political Economy of Agriculture and the Environment* (pp. 195–221). Dordrecht: Springer.
 - Rockefeller Foundation. (2009). *Building Climate Change Resilience*. Rockefeller Foundation White Paper.
 - Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Urban resilience assessment: multiple dimensions, criteria, and indicators. In: Y. Yamagata & H. Maruyama (eds.), *Urban Resilience, Advanced Sciences and Technologies for Security Applications*. Switzerland: Springer International Publishing.
 - Suárez, M., Gómez-Baggethun, M., Benayas, J. & Tilbury, D. (2016). Towards an urban resilience index: A case study in 50 Spanish cities. *Sustainability*, 8(8), 1-19.
 - Twigg, J. (2007). *Characteristics of a Disaster-Resilient Community: A Guidance Note*. DFID Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group.
 - Tyler, S. & Moench, M. (2012). A framework for urban climate resilience. *Climate and Development*, 4(4), 311-326.
 - Walker, B., C. Holling, S. R., Stephen, R., Carpenter, A. & Kinzing, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.
 - Walker, B. & Salt, D. (2006). *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Washington D.C, USA: Island Press.
 - Walker, B. H., Abel, N., Anderies, J. M. & Ryan, P. (2009). Resilience, adaptability, and transformability in the Goulburn-Broken Catchment, Australia. *Ecology and Society*, 14(1), 12-35.
 - Wardekker, J. A., de Jong, A., Knoop, J. M., & van der Sluijs, J. P. (2010). Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(6), 987–998.
 - Wilkinson, C. (2012). Social-ecological resilience: Insights and issues for planning theory. *Planning Theory*, 11(2), 148-169.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

سبک‌رو، دلارام؛ بهرامی، فرشاد و متدین، حشمت‌الله. (۱۴۰۰). طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه‌های شهری در مواجهه با آشوب سیل (برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه در که). منظر، ۱۳(۵۵)، ۶۲-۷۵.

DOI: 10.22034/MANZAR.2021.256203.2102

URL : http://www.manzar-sj.com/article_128891.html

