مجله منظر، ۱۱ (۴۷) : ۶۰- ۷۳ / تابستان ۱۳۹۸
DOI: 10.22034/manzar.2019.182617.1948

رودخانه‌هـــای شـــهری و تفکـــر تـــاب‌آوری در برابـــر آشـــوب ســـیل

برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانهٔ کن*

فرشاد بهرامی**
دانشگاه تهران، ایران.
آیدا آل هاشمی
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
حشمت‌الله متدین
دانشگاه تهران، ایران.

تاریخ دریافت : ۹۷/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش : ۹۸/۰۲/۳۰ تاریخ قرارگیری روی سایت : ۹۸/۰۳/۲۹

چکیـده | تـاب‌آوری بـه عنـوان یـک رویکـرد نـو در مواجهـه بـا آشـوب‌های محیطـی در دهه‌هـای اخیـر مـورد توجـه معمـاران منظـر قـرار گرفتـه اسـت. ایـن رویکـرد کـه جایگزیـن مناسـبی بـرای رویکردهـای صلب و مهندسـی تلقـی می‌شـود، در پروژه‌هـا و طرح‌هـای گوناگـون منظـر در سراسـر جهـان مـورد بهره‌بـرداری قرارگرفتـه اسـت.

رود کـن بـه عنـوان اصلی‌تریـن رود شـهری تهـران، بـا وجـود زیرسـاخت‌های مهـار و کنتـرل سـیل، همچنـان در برابـر ایـن آشـوب آسـیب‌پذیر اسـت. رویکردهـای صلـب و تک‌بعـدی بـرای کنتـرل سـیلاب، نـه تنهـا آشـوب سـیل را کنتـرل نکـرده، بلکـه زیرسـاخت‌های اکولوژیکـی و سـاختاری آن را نابـود سـاخته اسـت. در ایـن راسـتا، ایـن پژوهـش در پـی یافتـن راه‌حـل و پاسـخی بـرای ایـن سـؤال اسـت کـه رویکـرد تـاب‌آوری محیطـی چگونـه و تـا چـه میـزان بـر مدیریـت آشـوب سـیل در رودخانه‌هـای شـهری تأثیرگـذار اسـت؟ ایـن نوشـتار مشـخصاً بـه نقـش و تأثیـر احتمالـی اسـتفاده از ایـن تفکـر در سـاماندهی رودخانهٔ کـن تهـران، در برابر سـیلاب می‌پـردازد. بـر ایـن اسـاس، ایـن پژوهـش بـا بررسـی چهـار پـروژهٔ موفـق دنیـا، اصـول و راهکارهـای تـاب‌آوری در برابـر سـیلاب رودخانـه‌ای را اسـتخراج کـرده و بـر اسـاس ایـن اصـول و راهکارهـا، برنامه‌ریـزی و راه‌حل‌هایـی بـرای ایـن رود آشـوبناک ارائـه داده اسـت. زمـان، آزمـودن، آسـتانه، یادگیـری و تنـوع بـه عنـوان اصـول تـاب‌آوری و صفه‌سـازی در کـران رود؛ و تـالاب بـه عنـوان راهـکار بـرای مواجهـه بـا مسـئلهٔ رود کـن از ایـن چهـار پـروژه اسـتخراج شـده‌اند. عـلاوه بـر آن، بـه دلیـل درگیـر بـودن رشـته‌های مختلـف در ایـن موضـوع نیـاز بـه تعامـل چندرشـته‌ای و برنامه‌ریـزی بـا دربرگیـری رشـته‌های مختلـف اسـت؛ در نتیجـه، ایـن اصـول و راهکارهـا، برنامه‌ریـزی و سـاماندهی منظـر رود کـن را بـه سـوی یـک برنامـهٔ جامـع و چندرشـته‌ای سـوق می‌دهنـد. بـه عبارتـی دیگـر، برنامه‌ریـزی رود کـن نیـاز بـه یـک رویکـرد چندرشـته‌ای بـا تأکیـد بـر مسـائل منظـر و اکولوژیـک دارد. ایـن برنامه‌ریـزی جامـع و چندرشـته‌ای کـه مبتنـی بـر تفکـرات تـاب‌آوری در برابـر سـیل اسـت، می‌توانـد بـه عنـوان الگویـی بـرای رودهـای شـهری دیگـر کـه در برابـر آشـوب سـیل آسـیب‌پذیر هسـتند، قـرار گیـرد.

واژگان کلیدی | *سیل، مدیریت رود، تاب‌آوری، رود کن، معماری منظر.*

مقدمـه | معمـار منظـر در راسـتای مدیریـت، برنامه‌ریـزی، طراحـی محیـط، منظـر و فضاهـای بیرونی، بـا چالش‌هـای متعـددی روبه‌رو اسـت. ایـن چالش‌هـا در عرصه‌هـای مختلفـی ماننـد اکولـوژی، اجتماعـی، اقتصـادی، منظـر و... برآمـده از دخالت‌هـای انسـانی و یـا آشـوب‌های طبیعـی اسـت، کـه تهدیـدی بـرای زیرسـاخت‌های

** نویسنده مسئول: farshad.bahrami@ut.ac.ir
شماره تماس : ۰۹۳۹۸۱۱۶۴۶۱

شـهری بـه شـمار رفتـه، و می‌تواننـد فراینـد توسـعهٔ محیـط و منظـر را بـا مشـکل روبـه‌رو سـازند.

تـاب‌آوری بـه عنـوان یـک رویکـرد نویـن در تمامـی عرصه‌هـا ظهـور کـرده اسـت، به‌طـوری کـه ایـن رویکـرد نـو در فضاهـای شـهری و منظـر در برابـر اختـلالات گوناگـون و گسـترده بـه‌کار بـرده می‌شـود. ایـن رویکـرد کـه بـا نگاهـی سیسـتمی فضاهـای شـهری را نسـبت بـه آشـوب‌های احتمالـی سـازگار و منطبـق می‌سـازد، اخیـراً در رودخانه‌هـای شـهری نیـز مـورد توجـه واقـع شـده اسـت. اهمیـت و جایـگاه ایـن رویکـرد در مدیریـت و سـاماندهی فضاهـای شـهری بـه ویـژه رودهـای شـهری، در بازیابی و اسـتفادهٔ ایـن فضاهـا در شـرایط مختلـف اسـت. به عبارتـی دیگر، ایـن رویکـرد نـه تنهـا شـرایط محیطـی، اکولوژیکـی، سـاختاری و... رودهـای شـهری را نسـبت بـه اختـلالات حفـظ می‌کنـد، بلکـه قابلیـت ایـن فضاهـا را در برابـر شـرایط و اختـلالات گوناگـون تقویـت و افزایـش می‌دهـد.

رودهـای شـهری، بـه ویـژه رودهـای شـهری تهـران، بـا چالش‌هـا و اختـلالات متعـددی از جملـه سـیل و خشکسـالی روبـه‌رو هسـتند. رود کـن بـه عنـوان اصلی‌تریـن و بزرگ‌تریـن رودخانـهٔ شـهری تهـران، اختـلالات متعـددی دارد. بـه طـوری کـه سـیل بـه عنـوان اصلی‌تریـن آشـوب رود کـن، هرسـاله خسـارات اقتصـادی و انسـانی متعـددی را ایجـاد می‌کنـد (خبرگـزاری مشـرق، ۱۳۹۴؛ خبرگـزاری فـارس، ۱۳۹۴) کـه ایـن امـر باعـث نابـودی زیرسـاخت‌های سـبز، فضاهـای انسـان سـاخت، لکه‌هـای معمـاری و در نهایـت دوری مـردم از طبیعـت می‌شـوند. از ایـن رو، رویکردهـای گوناگونـی در مواجهـه بـا آشـوب ایـن رود مدنظـر مدیـران و مشـاوران شـهری بـوده اسـت. به‌طـوری کـه کانال‌هایـی در لبـهٔ رود، در مواجهـه و مقابلـه بـا آشـوب سـیل اسـتفاده شـده‌اند. ایـن رویکـرد صلـب و مهندسـی، دراکثـر رودهـای شـهری تهـران بـه یـک سـنت دیرینـه تبدیـل شـده اسـت. امـا بـا ایـن وجـود، سـیل همچنـان بـه عنـوان یـک آشـوب، زیرسـاخت ایـن رودهـا بـه ویـژه رود کـن را تهدیـد می‌کنـد. بـه عبارتـی دیگـر، ایـن رویکـرد تک‌بعـدی و صلـب قـادر بـه کنتـرل و مهـار آشـوب سـیل نبـوده اسـت. از سـوی دیگـر، کانال‌هـای مهـار سـیل باعـث کاهـش بازدهـی اکولوژیکـی رود کـن شـده‌اند و در گـذر زمـان، سـاختار و شـاخابه‌های ایـن رود را نابـود کرده‌انـد (Renault, 2018).

ایـن نوشـتار بـه دنبـال پاسـخ بـه ایـن سـؤال اسـت کـه رویکـرد تـاب‌آوری محیطـی چگونـه و تـا چـه میـزان بـر مدیریـت آشـوب سـیل در رودخانه‌هـای شـهری تأثیـر گـذار اسـت؟ و بـه طـور مشـخص بـه نقـش و تأثیـر احتمالـی اسـتفاده از ایـن رویکـرد در سـاماندهی رودخانـهٔ کـن تهـران، در برابـر سـیلاب می‌پـردازد. بـه منظـور پاسـخ‌دهی بـه ایـن سـؤالات، این نوشـتار بـا بررسـی نمونه پروژه‌هـای سـاماندهی رودهـای شـهری کـه بـا رویکـرد تـاب‌آوری برنامه‌ریـزی و اجـرا شـده‌اند تـلاش می‌کنـد شـاخص‌ها و معیارهـای تـاب‌آوری مؤثـر در برنامه‌ریـزی رودهـای شـهری را اسـتخراج و اسـتنباط کـرده و بـا بررسـی و تحلیل بسـتر و وضعیت رودخانـهٔ کـن، بـه عنـوان مهم‌تریـن و پرآشـوب‌ترین رودخانـهٔ تهـران، امـکان بهره‌بـرداری از ایـن معیارهـا در برنامه‌ریـزی و سـاماندهی رودخانـهٔ کـن را مـورد بررسـی و تحلیـل قـرار دهـد. نتایـج ایـن نوشـتار بـه طـور مشـخص بـه ارائـهٔ دسـتورالعمل‌هایی بـرای برنامه‌ریـزی و سـاماندهی رودخانـهٔ کـن بـر اسـاس رویکـرد تـاب‌آوری محیطـی می‌انجامـد.

تاب‌آوری در مواجهه با سیل رودخانه

تفکـر تـاب‌آوری توسـط هولینـگ (Holling) (۱۹۷۳) در رابطـه بـا اکولـوژی و سیسـتم‌های پویـای اکوسیسـتمی تعریـف شـد. از نظـر هولینـگ تـاب‌آوری بـه معنـای توانایـی جـذب اختـلالات اسـت، در حالـی کـه عملکـرد سیسـتم مختـل نشـود. از آن زمـان بـه بعـد، تـاب‌آوری در همـهٔ زمینه‌هـا و علـوم مختلـف اعـم از تـاب‌آوری روان‌شناسـی (Rutter, 1993; Tusaie & Dyer, 2004)، مهندسـی تـاب‌آوری (Hollnagel et al., 2007, 2011)، تـاب‌آوری مهندسـی (Holling, 1973; Ludwig et al., 1997)، تـاب‌آوری اکولوژیکـی (Gunderson & Holling, 2002; Walker et al., 2004)، تـاب‌آوری اجتماعـی (Adger, 2000; Langridge et al., 2006)، تـاب‌آوری اجتماعی-اکولوژیکـی (Folke, 2016)، تـاب‌آوری شـهری (Meerow et al., 2016) و علـوم دیگـر تعریـف شـده اسـت. بـا وجـود تعاریـف متعـدد در زمینه‌هـا و علـوم مختلـف، توافـق همگانـی از لحـاظ مفهومـی روی ایـن موضـوع وجـود دارد. تـاب‌آوری بـه مثابـه مفهومـی مرتبـط بـا محیـط، یـا به‌طـور اختصاصـی مفهومـی مرتبـط بـا سیسـتم‌ها اسـت. تـاب‌آوری روشـی بـرای شـناخت «قابلیـت یـک سیسـتم در برابـر آشـوب» (Folke, 2016)؛ و یـا بـه طـور خـاص، بیانگـر چگونگـی مقاومـت سیسـتم‌ها در برابـر آشـوب‌ها اسـت.

در رابطـه بـا سـیل، تـاب‌آوری بـه عنـوان توانایـی و مقاومـت یـک سیسـتم در برابـر اختـلالات و یـا جـذب آنـان (ماننـد طوفـان و ابرهـای خـرد) اشـاره دارد، عـلاوه بـرآن، سیسـتم در طیـف گسـترده‌ای از آشـوب‌ها (سـیل یـا بارندگی‌هـای شـدید) کارکـرد و عملکـرد خـود را از دسـت ندهـد (Zevenbergen, 2016). در ایـن تعریـف، تأکیـد بـر کارکـرد و عملکـرد سیسـتم، مدنظـر بـوده اسـت؛ بـه عبارتـی دیگـر، ایـن تعریـف تأکیـدی بـر پایـداری سـاختار و عملکـرد سیسـتم، بازگشـت‌پذیری بـه شـرایط قبـل از آشـوب و حفـظ هویـت سیسـتم در برابر سـیل اسـت. در تـاب‌آوری رودهـا در برابـر سـیل، توجـه بـه تمامـی ابعـاد از جملـه ابعـاد اجتماعـی، اقتصـادی و زیرسـاختی حائـز اهمیـت اسـت. عـلاوه

بـر آن، اسـتفاده حداکثـری از فوایـد سـیل در راسـتای توسـعه و افزایـش قابلیت‌هـای سیسـتم، می‌توانـد تـاب‌آوری رود را در برابـر سـیل افزایـش دهـد. سـیل یکـی از ویژگی‌هـای طبیعـی رودهاسـت. امـا اقدامـات انسـانی و دخـل و تصرف‌هـای گسـترده در طبیعـت و بـه تبـع آن تغییـرات آب و هوایـی و گرمایـش زمین، ایـن ویژگـی طبیعـی را بـه یـک بـلای طبیعی تبدیـل کرده اسـت. علی‌رغـم اینکـه سـیل صدمـات و خسـارات گسـتردۀ انسـانی برجـای می‌گـذارد، امـا فوایـد محیطـی و اقتصـادی بسـیاری دارد (Green, 2010). در ایـن راسـتا، کاهـش خطـر سـیل رودهـای شـهری و اسـتفادۀ حداکثـری از فوایـد آن، می‌توانـد بـه افزایـش تـاب‌آوری رودهـا کمـک شـایانی کنـد.

منظـر تـاب‌آور و سـاماندهی رودخانه‌هـای شـهری

رودهـا ذاتـاً پویـا هسـتند. سـاختار پویـا و دینامیکـی آنهـا، بـه دلایـل متنوعـی از جملـه فرایندهـای انسـانی و طبیعـی در حـال تغییـر اسـت (Liao, 2014). در ایـن راسـتا، بهتریـن راهبـرد بـرای زندگـی با فضاهای پویـا و شـرایط غیـر قابـل پیش‌بینـی آنـان، تـلاش بـرای تـاب‌آوری این فضاهـا اسـت (Gunderson & Holling, 2002; Berkes et al., 2003; Liao, 2014). در واقـع، سـعی در کنتـرل نیروهـای طبیعـی بیهـوده اسـت، ایـن موضـوع طـی سـیل‌های رود رد[1] در سـال ۱۹۹۷ و رود می‌سی‌سـی‌پی[2] در سـال ۱۹۹۳ در امریـکا بـه وضـوح نمایـان شـد. مجموعـه سـاختارهایی کـه بـرای ایمنـی در مقابل سـیل احداث شـده بودنـد، بـه جـای آنکـه بـه رودخانـه اجـازه دهنـد تـا روند طبیعـی خود را طـی کنـد، موجـب وخیم‌تـر شـدن اوضـاع در زمـان وقوع سـیل شـد (Bell, 2012). ایـن موضـوع بـه ایـن معناسـت کـه رویکرد تـاب‌آوری، جایگزیـن مناسـبی بـرای رویکـرد مقاومـت در برابـر نیـروی سـیل رودهاسـت. عـلاوه بـر آن، ایـن نکتـه حائـز اهیمـت اسـت کـه سـیل صرفـا آشـوب و خطـر نیسـت، بلکـه جـزء فرایندهـای حیاتی طبیعـت اسـت که از خدمـات اکوسیسـتمی[3] و اقتصادی ارزشـمندی برخوردار اسـت (Postel & Richter, 2012; Tockner et al., 2008).

در ایـن پژوهـش، در راسـتای اسـتخراج و اسـتنتاج اصـول و راهکارهـا، چهـار نمونـۀ مـوردی موفـق در سـطح جهانـی بررسـی می‌شـود. ایـن نمونه‌هـا کـه عبارتنـد از: (۱) رود وادی حنیفـه[4] در عربسـتان (۲) دلتـا مکنـوگ[5] در ویتنـام؛ (۳) پـروژۀ رودخانـه جیـن هـوآ[6] در چیـن؛ و (۴) پـروژۀ رودخانـۀ ویـوو[7] در چیـن، در دسـت‌یابی بـه چارچـوب نظـری و شـاخص‌های تـاب‌آوری در برابـر سـیل رودخانه‌هـا، نقـش اساسـی ایفـا می‌کننـد. ایـن پروژه‌هـا بـه دلایـل گوناگونـی از جملـه، دریافـت جایزه‌هـای جهانـی، بازخوردهـای مثبـت در برابـر آشـوب‌های احتمالـی، توجـه بـه انسـان بـه عنـوان اصلی‌تریـن مؤلفـۀ منظـر، اسـتفاده از سـاختارها و روش‌هـای بومـی، و... بـه عنـوان مبنـای اسـتخراج معیـار در ایـن مقالـه مـورد توجـه قـرار گرفته‌انـد. ایـن مقالـه بـا برشـمردن، تحلیـل و طبقه‌بنـدی اقدامـات انجـام شـده در پروژه‌هـا بـه اسـتنباط معیارهـا و اصـول حاکـم در برنامه‌ریـزی تـاب‌آور می‌پـردازد.

۱. پروژه وادی حنیفه[8]

پـروژۀ رودخانـه وادی حنیفـه در کشـور عربسـتان، بـه عنـوان یـک پـروژۀ چالشـی در عرصـه معمـاری منظـر و در برابـر آشـوب سـیل قابـل توجـه اسـت (تصویـر ۱). ایـن رودخانـۀ شـهری کـه از

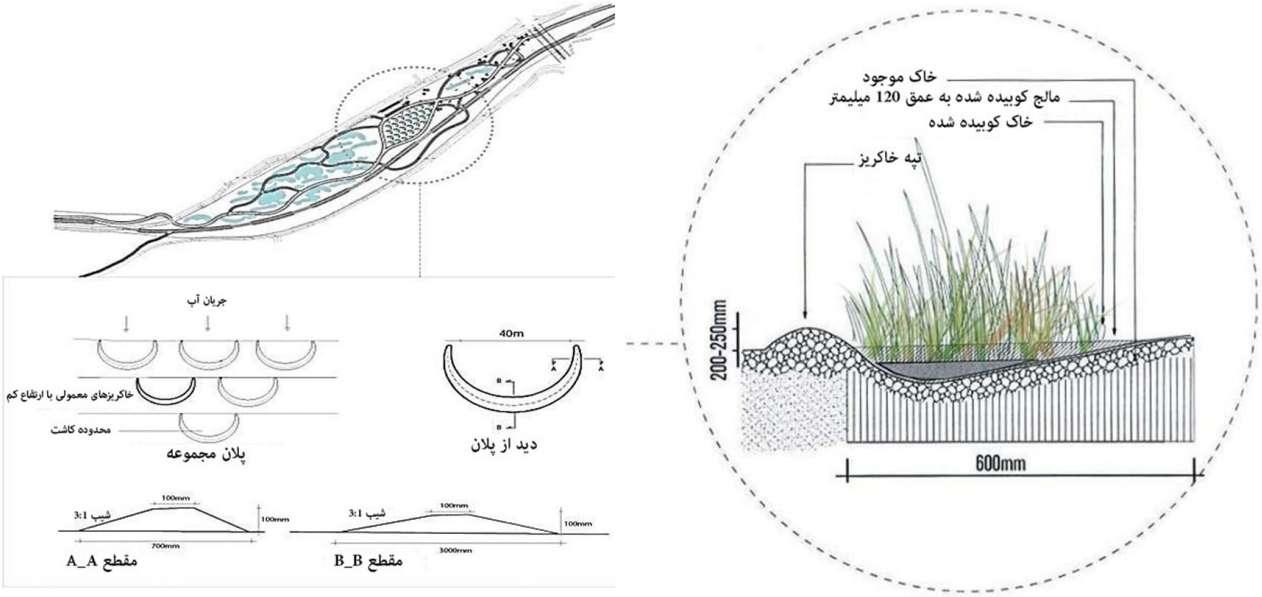
تصویر ۱: رودخانۀ وادی حنیفه. مأخذ: Moosavi, 2018.

جایگاه ویژه‌ای در عربستان برخوردار است، دارای چالش‌ها و آشوب‌های متعددی است که گروهی متشکل از معمار منظر، اکولوژیست، و کارشناسان دیگر رشته‌ها در راستای طراحی آن دست به اقدام زدند. در طراحی این رود، سیل‌های فصلی، سیل‌های لحظه‌ای و آلودگی آب از اصلی‌ترین چالش‌های این پروژه بودند. در فرایند طراحی و اجرای جزئیات و نقشه‌های طرح، سه اصل اساسی در جهت موفقیت این پروژه حائز اهمیت است. پژوهش‌ها و تحقیقات اهمیت بررسی سه اصل زمان[9]، آستانه[10] و آزمودن[11] را در معماری منظر این پروژه نشان می‌دهد (Moosavi, 2018).

زمان: در فرایند طراحی این پروژه، زمان اصلی‌ترین اصل در جهت دستیابی به اهداف این پروژه بوده است. به طوری که، تیم طراحی، اصل «زمان» را به دو دلیل به کار گرفت: (۱) توجه ویژه به فرایندهای زمین شناختی و انسانی گذشته که شرایط فعلی وادی حنیفه را شکل می‌دهند و (۲) با تمرکز بر زمان‌بندی طولانی مدت، فرایندهای در حال اجرا و آتی و اینکه زمان چه تأثیراتی بر روند پروژه خواهد گذاشت را بررسی کردند. تیم طراحی با توجه به شناخت تاریخی از طریق مطالعهٔ تغییرات در اشکال زمین، اشکال طبیعی، ساختار قبلی، نیروهای طبیعی و فرهنگ گذشته را بررسی کردند. تیم طراحی به دنبال این موضوع بودند که چگونه اشکال تاریخی، طبیعی و انسانی به یک سیستم یکپارچه تبدیل شده است. طراحان برای بررسی پروسه زمانی این پروژه و شناخت فرایندهای پویا و متغیر آن از رویکرد سیستمی استفاده کرده‌اند. علاوه بر آن، تیم طراحی تمرکز خود را بر فهم و درک بهتر فرایندهای طبیعی و اکولوژیکی در آینده گذاشتند که این امر مستلزم برنامه‌های زمانی بلندمدت بود. علاوه بر آن، بر فرایندهای نامرئی در سیستم رود وادی حنیفه نیز تأکید داشتند (Ibid). فرایندهای نامرئی در این پروژه، به فرایندهای اکولوژیکی و تغییرات در اندازه‌ها، شاخص‌ها و ابعاد اکولوژیکی اشاره دارد که با آزمایش و ارزیابی دقیق اکولوژیست‌ها از شرایط رود وادی حنیفه قابل مشاهده و گزارش بوده است.

آزمودن: تیم طراحی در راستای کاهش خطر سیل، و براساس عمق کم این رودخانه، اقداماتی از قبیل آزادسازی حریم رود و ایجاد تالاب‌ها و دریاچه‌هایی برای ذخیره‌سازی و نفوذ آب در اعماق زمین را در نظر گرفتند (تصویر ۲). این دریاچه‌ها با مقاصد متعدد، از جمله فراهم کردن وسایل تفریحی طراحی شده‌اند. علاوه بر این، دامنه‌ها در امتداد رود بر اساس استانداردهای مهندسی اصلاح شده و حوض‌های طبیعی با استفاده از سنگ‌های محلی برای کنترل فرسایش ساخته شدند (Ibid). علاوه بر این، ایجاد خاکریزهای متعدد در سطح رودخانه، برای کاهش روان‌آب‌ها و سیل طراحی شد. طراحان بر این باور بودند که این فضاهای مملو از پوشش گیاهی در این جزایر، علاوه بر ایجاد و رشد گیاهان بیشتر، فرسایش خاک را نیز کاهش می‌دهد. علاوه بر آن باعث تنوع زیستی در این مسیر نیز می‌شود (Gurnell, 2014).

اما، سیل عظیمی در رودخانه سبب نابودی خاکریزها شد و ماهیت ساخت خاکریزها به صورت تجربی هنگامی که در برابر جریان سیل عظیمی قرار گرفتند، نمایان شد (Mossavi



تصویر ۲: تعدادی خاکریزهای زمینی در بستر رودخانه برای کاهش جریان سیل و جلوگیری از فرسایش خاک استفاده شده است. این خاکریزهای زمینی در مقابل جریان آب ساخته شده‌اند که رسوبات و دیگر مواد معدنی آلی را به وجود می‌آورند. آنها شامل یک منطقه کاشت در منحنی شکل است که خاک و دانه‌های حاصلخیز را جمع آوری می‌کند (Moosavi et al, 2015). مأخذ تصویر: Moosavi et al., 2015 به نقل از: Margolis & Chaouni, 2014.

et al., 2015). این آزمایش، عمدی یا غیر برنامه‌ریزی شده (اتفاقی، بدون برنامه و از پیش تعیین نشده) بود؛ که با عنوان «تست در محل» نیز شناخته می‌شود. با استفاده از داده‌های زمان واقعی و نیروهای واقعی ثابت کرد که خاکریزها باید مقاومت بیشتری در برابر سرعت سیل داشته باشند. شکست خاکریزها به وضوح سطوح بالای عدم اطمینان و زمان‌بندی در منظر این رود را تأیید می‌کند و نیاز به طراحی قوی و انعطاف پذیری بالاتر را نشان می‌دهد. علی‌رغم این موضوع، نکته مهم این است که شکست خاکریزها نشان داد که عملکرد سیستم تست با استفاده از مدل‌سازی درون رود می‌تواند به آزمون و خطا منجر شود و فرصت‌هایی برای طراحان ایجاد کند. اما این موضوع بسیار پرهزینه و وقت‌گیر است. در حال حاضر روش‌های جایگزین برای مدل‌سازی در محل وجود دارد که بر محدودیت‌های زمانی و بودجه‌ای غلبه می‌کند. مدل‌سازی دیجیتال و شبیه‌سازی در طراحی محیط‌زیست و منظر از جمله تکنیک‌های جدید برای دستیابی به داده‌ها و اطلاعات دقیق است که این موضوع طراحی در مجاورت رودخانه‌های سیل‌خیز و مناطق ساحلی را ساده‌تر می‌سازد (Girot, 2013; Moosavi et al., 2015).

آستانه: آستانه‌ها در عرصه علوم زیستی به نقاط عطفی اشاره دارد که تغییرات کوچک در شرایط محیطی مرتبط با اختلالات ناشی از انسان یا طبیعی منجر به تغییر بین وضعیت اکوسیستم می‌شود (Sasaki et al., 2015). تغییر در فرایند طبیعی، منجر به تغییرات اساسی در محیط و در پی آن ایجاد آشوب است. علاوه بر آشوب، این تغییرات می‌تواند روند طراحی منظر این محیط را تحت شعاع قرار دهد و تیم طراحی مجبور به تغییر روند طراحی و یا روش‌هایی برای سازگاری با محیط شوند. در نتیجه شناخت آستانه و یا به عبارتی شرایط محیطی و اکولوژیکی یک محیط بسیار حائز اهمیت است.

در پروژهٔ وادی حنیفه، در سال ۲۰۱۳، سیستم تحت‌تأثیر سیلاب شدید قرار گرفت که منجر به افزایش ناگهانی رسوبات و مواد آلی از طریق سیلاب شد. این امر باعث افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها در محیط و به دنبال آن باعث افزایش جمعیت ماهیان نفوذی، به ویژه تیلاپیایی که از جلبک‌ها تغذیه می‌کردند، شد. در نتیجه، مقدار جلبک و دیگر موجودات آبزی با ظرفیت مصرف نیتروژن، دی‌اکسیدکربن، کالیفرم و دیگر مواد مضر از آب کاهش یافتند. این سیستم از آستانهٔ ظرفیت تصفیه عبور کرده و در نتیجه کیفیت آب رو به وخامت رفت. به منظور تنظیم تعادل اکولوژیک در زنجیرهٔ غذایی، مهندسان محیط زیست مجبور به کاهش تعداد گونه‌های مهاجم شدند (Moosavi, 2018). شناسایی سیستم‌های آستانهٔ محیطی و استفاده از حلقه‌های بازخورد و تکرار در طراحی می‌تواند به بهبود سیستم آسیب‌دیده کمک کند (Ibid).

در آخر، در فرایند پروژه وادی حنیفه سه اصل اساسی تأثیرگذار بود. این تجزیه و تحلیل اهمیت «زمان» را به عنوان یک مؤلفهٔ اصلی در روند، مطرح کرد. علاوه بر آن، «آزمودن» در حین طراحی و آزمایش‌های متعدد برای دستیابی به روش مطمئن در برابر عدم قطعیت‌ها و آشوب‌ها در طراحی پروژه‌های منظر اهمیت دارد؛ و همین‌طور، درک «آستانه» های محیطی برای مدیریت بهتر تغییرات طبیعی و انسانی در پروژه‌های منظر بسیار حائز اهمیت است.

۲. دلتا مکنوگ در ویتنام: تاب‌آوری سنتی و بومی در برابر سیل

دو روستای وینه ان[۱۲] و هانوا[۱۳] در کشور ویتنام، از نمونه‌های بومی تاب‌آوری در مواجهه با سیل هستند. این دو روستا که در مسیر رودخانه و دلتا مکنوگ قرار دارند، آشوب سیل به یک عنصر حیات بخش تبدیل شده است. روستاییان این دو روستا در گذر زمان و در مواجههٔ همیشگی با سیل، خانه‌ها و فضاهای روستا را به گونه‌ای طراحی و ساخته‌اند که سیل نه تنها این روستا را تهدید نمی‌کند، بلکه از فواید گوناگون سیل نیز بهره می‌برند (تصویر ۳).

خانه‌های این روستا با استفاده از بامبو و در حال حاضر از بتن ساخته می‌شوند. این خانه‌ها، بر روی فضاهای پیلوتی قرار دارند که این امر باعث کاهش نیروی سیل بر خانه‌ها و سبب تخلیه سیل می‌شود. فضای خالی زیر هر خانه «سن[۱۴]» نام دارد. این فضا به صورت فصلی استفاده می‌شود به طوری که در فصول خشکسالی از آن برای انباری، استراحت و پرورش دام استفاده شده و در فصول سیل‌خیز، برای کاهش خطر سیل و عبور سیل از زیر خانه‌ها طراحی شده است. در فضاهای بین هر خانه، پل‌های چوبی نصب می‌شود که فضایی برای عبور در بین هر خانه ایجاد می‌کند (Liao et al., 2016). بر اساس مصاحبه‌هایی که لیائو و همکارانش در این روستا انجام داده‌اند، دریافته‌اند که سیل دو فایدهٔ بسیار مهم در این روستا دارد و ساکنان این روستا نیز بر این اساس این روستا و خانه‌های خود را طراحی کرده‌اند. ساکنان روستا، بطور کاملاً تجربی آموخته‌اند که سیل خاک منطقه و روستا را بسیار حاصل‌خیز می‌کند و از سوی دیگر، جانوران آبزی فراوانی را با خود حمل می‌کند. بر این اساس، ساکنان روستا فرصت‌های شغلی-فصلی را برای خود فراهم کرده‌اند که در فصول سیل‌خیز، به ماهی‌گیری و در فصول خشکسالی به کشاورزی می‌پردازند (Ibid).

۳. طراحی منظر رودخانه جین هوآ

پروژهٔ طراحی منظر رودخانه جین هوآ در کشور چین در تقاطع

تصویر۳: فضای «سـن» در دو روسـتای دلتای مکنوگ در فصل سـیل‌خیز. ایجاد معماری پیلوتی بروی سـیل و اسـتفادهٔ حداکثری از سـیل برای کشاورزی، ماهی‌گیری، شستشوی لباس و ظروف. مأخذ: Liao, 2016.

و همگرایـی دو رودخانـهٔ ووئـی[۱۵] و یـوو[۱۶] قـرار دارد کـه هـر سـاله سـیل محیـط و فضـای بـا تلاقـی و طبیعـی آن را تهدیـد می‌کنـد. معمـار منظـر ایـن پـروژه، کینجـوان یـو، در راسـتای پاسـخ بـه چالش‌هـا و معضـلات پـروژه، چندیـن راهبـرد را مطـرح کـرده اسـت. سـیل بـه عنـوان اصلی‌تریـن چالـش ایـن پـروژه، سـوژهٔ اصلـی طراحـی اسـت کـه معمـار منظـر آن به دنبـال یافتن پاسـخی در راسـتای سـازگاری بـا آن اسـت. عـلاوه بـر سـیل، چالش‌هـای متعـدد منظریـن دیگـری نیـز در ایـن پـروژه مدنظر بـود کـه در این پژوهـش تنهـا بـه راهکارهـای مقابلـه بـا سـیل پرداختـه می‌شـود. بـا توجـه بـه شـرایط آب و هوایـی، ایـن منطقه (جیـن هوآ) از سـیل سـالانه رنـج می‌بـرد. از ایـن رو، و هماننـد سـایر رودخانه‌هـای جهان، دیوارهـا و کانال‌هـای کنتـرل سـیل بـه عنـوان راهـکار و راهبـرد در برابـر سـیل اسـتفاده می‌شـده اسـت کـه ایـن امـر ارتبـاط شـهر و سـاکنان را بـا رود مخـدوش کـرده بـود. ایـن رویکـرد صلـب و مهندسـی باعـث افزایـش قـدرت سـیل و خسـارات ناشـی از آن نیـز شـده بـود. در ایـن راسـتا، معمـار منظر ایـن پـروژه راهبـرد متفاوتی را مطـرح کـرد کـه جایگزیـن کانال‌هـای کنتـرل سـیل شـد. معمـار منظـر ایـن پـروژه بـا به‌کارگیـری راهبـرد «صفه‌سـازی در کـران رود[۱۷]» تعادلـی بیـن رود، لبـهٔ آن و محیـط اطـراف ایجـاد کـرد. ایـن راهبـرد بـه عنـوان یـک ابـزار و رویکـرد متفـاوت، با شـرایط محیطی و سـیل سـازگار و تـاب‌آور اسـت (تصویـر ۴). ایـن راهبـرد بـا ایجـاد تراس‌هـای مختلـف و پی‌درپـی در لبـهٔ رودخانـه، سـاختار رود را از کانـال بـا دیوارهـای بتنـی بـه سـاختاری طبیعـی تغییـر داده اسـت

تصویر۴: راهبرد صفه‌سـازی در کران رود، ایجاد منظر کشاورزی، مهار سیل و نظرگاه‌هایی به رود. مأخذ: Yu, 2017.

که علاوه بر ارتباط بین محیط با رود، با افزایش میزان آب و دِبی رود سازگار و منطبق است. این راهبرد بر اساس دِبی رود طراحی و تنظیم شده است، به طوری که در فصول سیل‌خیز بخشی از آن زیر آب فرو می‌رود و بخشی دیگر در بالای سطح آب قرار دارد. این فضاهای تراس‌بندی شده، فضایی بسیار مناسب برای کشاورزی است. در واقع سیل، می‌تواند خاک محیط را حاصل‌خیز کند. از این رو، فضاها و قسمت‌هایی که در اثر افزایش دِبی آب، در آب فرو رفته‌اند، بسیار حاصل‌خیز خواهند بود. در نتیجه، سیل شرایط پرورش گیاهان و درختان بومی را افزایش می‌دهد که نیازی به آبیاری ندارند. علاوه بر آن، این فضا می‌تواند به عنوان فضایی برای ذخیره‌سازی آب، استخر، نظرکردن و قدم زدن نیز استفاده شود. در واقع این راهبرد به عنوان یک راه حل اکولوژیکی، قادر به کنترل سیل و ایجاد فضاهای منظرین است (Yu, 2017).

راهکار دومی که طراحان این پروژه از آن بهره‌برده‌اند، ایجاد فضاهایی در سطوح ارتفاعی گوناگون و ایجاد «تنوع فضایی و ارتفاعی» است (تصویر ۵). ایجاد پل اژدها به عنوان یک هویت فرهنگی و اجتماعی در منطقه، این وظیفهٔ مهم را بر عهده دارد. این پل که در سطوح ارتفاعی مختلف طراحی شده، قادر است در برابر سیل‌های سالانه و سیل با دورهٔ زمانی ۲۰۰ ساله کارایی خود را از دست ندهد. به عنوان مثال، هنگام وقوع سیل بخشی از پروژه در زیر آب فرو می‌رود، اما پل در بالای جزیره حفاظت شده قرار دارد و به بازدیدکنندگان امکان اتصال نزدیک به طبیعت درون شهر را می‌دهد. رمپ‌های زیادی برای دسترسی آسان به پل ایجاد شده است که ساکنان از مکان‌های مختلف شهر می‌توانند وارد محیط شوند. معمار منظر، در واقع این پل را بر اساس دِبی رود طراحی کرده است. ایجاد تنوع فضایی و ارتفاعی در این پل، این پروژه را در برابر سیل تاب‌آور ساخته است به گونه‌ای که، در بحرانی‌ترین شرایط، این پل عملکرد اصلی خود را از دست نمی‌دهند. در واقع این پل در ارتباط با شهر و طبیعت، گذشته و آینده طراحی شده است (Yu, 2015).

در این پروژه، معمار منظر آن با به‌کارگیری راهبردها و رویکردهای تاب‌آور در برابر سیل، تلاش در کاهش آشوب سیل و استفاده حداکثری از آن را داشته است. این پروژه به عنوان یکی از موفق‌ترین پروژه‌های تاب‌آوری، یک هویت جدید به شهر جین هوآ اهدا کرده است.

۴. طراحی منظر رودخانه ویوو در چین

پروژهٔ رودخانه ویوو در کشور چین، با طراحی کینجوان یو، در پاسخ به چندین چالش طراحی شده است. این پروژه بخش مهمی برای یک فضای سبز شهری در امتداد رودخانه ویوو است که در مرکز آیندهٔ شهر ساخته شده است. در این پروژه چهار چالش اصلی وجود داشت که معمار منظر آن در راستای پاسخ‌گویی به آنها راهکارهای متعددی به کار برده است. چالش‌های این پروژه عبارت است از: (۱) سیل، (۲) آلودگی آب، (۳) ساختمان‌های نیمه‌کاره و (۴) نگهداری با هزینه اندک که با راه‌حل‌های محیطی‌زیستی و تفکرات تاب‌آوری به آنها پاسخ داده شده است. برای رسیدن به اهداف پروژه و در پاسخ دادن به چالش‌های متعدد سایت، معمار منظر آن راهبردهای متعددی از جمله سدهای تاب‌آور، تالاب‌ها، دره‌های درونی و آرام‌بخش، و ایجاد زمین‌های کشاورزی را استفاده کرده است، که در این پژوهش به راهکار «تالاب[۱۸]» پرداخته می‌شود (Yu, 2018).

تالاب برای پاکسازی آب‌های آلوده: ایجاد تالاب‌ها و تپه‌هایی در بستر رود، فضایی را برای آرام‌سازی سیل و ته‌نشین شدن ذرات معلق در رود فراهم می‌کند (تصویر ۶). این تپه‌ها در بستر رودخانه، فضایی بسیار مناسب برای کشاورزی و کشت محصولات بومی ایجاد می‌کنند به طوری که سیل و آب جاری رود، مواد آلی را با خود حمل می‌کنند و این مواد در پشت این تپه ها ذخیره می‌شوند و زمین‌های مناسب برای کشاورزی ایجاد می‌کنند (Ibid).

معمار منظر این پروژه با وجود آشوب سیل، رویکرد تاب‌آور را نسبت به آن اتخاذ کرده است. نکتهٔ اصلی در این پروژه، هماهنگی و سازگاری با سیل است که به جای مقاومت در برابر آن، سازگار و منطبق با آن ایجاد شده است. استفاده از راهبرد تالاب در این پروژه، آشوب سیل را به یک عنصر

فصل خشک و کم آب

فصل سیل و پر آب

تصویر۵: ایجاد تنوع فضایی و ارتفاعی در رود. استفاده از فضا در فصل‌های خشک و سیل‌خیز. مأخذ: Yu, 2017.

تصویر۶. تالاب‌هایی برای پاکسازی آب و کاهش سرعت روان آب‌ها و سیل. معمار منظر، با ایجاد راه‌های ارتباطی بین آنان، باعث نزدیکی انسان به آب (نظر به طبیعت) شده است. مأخذ: Yu, 2018.

حیات‌بخش و آرام تبدیل کرده است. رویکردهای اکوسیستمی شامل تاب‌آوری در برابر سیل، پاکسازی و احیای آب، بازسازی تنوع زیستی و تولید مواد کشاورزی، ارائهٔ خدمات تفریحی و همچنین تجربهٔ زیبایی‌شناسی آن، باعث شده دولت چین این پروژه را رسماً به عنوان یک نمونهٔ موفق برای دیگر شهرها به رسمیت بشناسد.

اصول و معیارهای حاکم بر طراحی منظر تاب‌آور در برابر سیل

بر اساس نمونه‌های منتخب، می‌توان اصول و راهکارهایی برای مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی رودهای آشوبناک ارائه کرد. در این میان، چندین اصل و راهکار که در این پروژه‌ها مدنظر بود بررسی و در جدول ۱ به صورت مختصر ارائه شده است. در این جدول با تحلیل و طبقه‌بندی اصول و مصداق مداخله، معیار و رویکردهای مداخله استنباط شده و با بررسی نتایج حاصل از مداخله، نحوهٔ پاسخ‌گویی به آشوب و بهره‌برداری از رویکرد تاب‌آوری در نمونه‌ها تحلیل شد. در نهایت پنج اصل و دو راهکار برای طراحی تاب‌آور منظر رودخانه‌های شهری بر اساس این جدول استخراج شد که در جدول ۲ قابل دسته‌بندی است.

طراحی منظر تاب‌آور رودخانهٔ کن با تکیه بر اصول و راهکارهای طراحی تاب‌آور

رودخانه‌های شهری

رودکن به عنوان اصلی‌ترین رودخانهٔ تهران، هرساله سیل‌های فصلی و لحظه‌ای آن را تهدید می‌کنند. این رودخانه که دارای بزرگ‌ترین حوزهٔ آبریز شهر تهران است، در طرح‌های جامع سال ۴۷، ۶۹ و ۸۶ مورد توجه قرار گرفته است. در طرح‌های جامع ۱۳۴۷ و ۱۳۶۹، رود کن به عنوان ابزاری برای کنترل سیلاب تلقی شده است. در طرح جامع ۱۳۸۶، این رود علاوه بر کنترل سیلاب، به عنوان فضایی برای گردشگری و تفریح نیز محسوب می‌شود (کریمی مشاور، ۱۳۹۲). اقدامات منتج از طرح جامع ۱۳۴۷ و ۱۳۶۹، به ایجاد کانال‌هایی برای کنترل و مهار با سیل ختم می‌شود. این اقدام که تا به امروز نیز ادامه داشته است، از موضوعات پر چالشی است که نه تنها آشوب سیل را در این منطقه کاهش نداده، بلکه ساختار رود و اکوسیستم رود را از بین برده است. سیل‌های متعدد در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و سیل فروردین ماه ۱۳۹۸، گواهی بر این ادعاست که سیل همچنان به عنوان یک آشوب، رود کن را تهدید می‌کند. بوستان جوانمردان که طرح عملیاتی از طرح جامع سال ۱۳۸۶ محسوب می‌شود (آل هاشمی و همکاران، ۱۳۹۴) نیز همانند طرح‌های جامع قبلی خود، بر رویکردهای صلب و مهندسی تأکید داشته است. تجارب ناموفق در ساماندهی و طراحی رودهای تهران، از جمله بوستان جوانمردان، و تحمیل هویت خارجی به ساختار طبیعی رودها، پیامدی جز تخریب ساختار رود و دوری شهروندان از این عناصر طبیعی نداشته است

جدول ۱: تحلیل و طبقه‌بندی اصول و راهکارهای طراحی در پروژه‌های منتخب در برابر آشوب سیل. مأخذ: نگارندگان.

عنوان پروژه	مصداق مداخله	مقیاس مداخله	راهبرد مداخله	دستاورد مداخله
وادی حنیفه در عربستان	زمان	مقیاس کلان	مطالعهٔ تغییرات در اشکال زمین، اشکال طبیعی، ساختار قبلی، نیروهای طبیعی و فرهنگ گذشته	شناخت فرایندهای آتی و کسب تجربه از گذشته؛ برنامه و طراحی بر اساس آشوب‌های آتی و عدم قطعیت ها.
	آستانه	مقیاس کلان و میا نه	شناخت فرایندهای طبیعی و اکولوژیکی و جلوگیری از ایجاد آشوب	عدم ایجاد آشوب‌های متعدد؛ حفظ نظم اکوسیستم؛ تعادل در اکوسیستم.
	آزمودن	مقیاس میانه و خرد	آزمودن روش سازگاری با سیل در محل (سایت): خاکریزهای کنترل سیل	دستیابی به بهترین روش برای سازگاری با سیل.
دلتا مکنوگ در ویتنام	یادگیری	مقیاس کلان	زندگی در محیط آشوبانک؛ مشاهده و تحلیل آشوب و کسب تجربه از آن	روستایی پویا و سازگار در برابر سیل؛ استفاده حداکثری از فواید سیل.
		مقیاس میانه	ایجاد زمین‌هایی برای استفاده دو منظوره از سیلاب: کشاورزی و ماهیگیری	تنوع فضایی، عملکردی در نقاط مختلف روستا؛ تنوع شغلی برای مردمان روستا؛ فضایی سازگار با محیط؛
		مقیاس خرد	ایجاد فضای «سن» (پیلوت) در هرخانه؛ پل‌های ارتباطی بین هر خانه در بالاتر از سطح حرکتی آب	پویایی و سازگاری خانه‌ها در برابر سیل و خشکسالی؛
رودخانهٔ جین هوآ	تنوع	مقیاس کلان	ایجاد پل با ارتفاع‌های مختلف؛ ایجاد پل اژدها در ساختار کلی سایت	منظری پویا و سازگار با آشوب؛ ارتباط‌ها بین فضاهای سایت؛ افزایش تنوع در مواجهه با سیل.
		مقیاس میانه	فضاهای متعدد برای لمس آب و نظر به طبیعت: نظرگاه‌ها، استخرها مصنوعی و طبیعی	محیطی منطبق با سیل؛ نظر به طبیعت.
	راهبرد صفه‌سازی	مقیاس خرد	تراس‌بندی در حاشیه و لبهٔ رود	منظری سازگار با آشوب؛ ایجاد منظر کشاورزی؛ نظر به طبیعت (آب).
رودخانهٔ ویوو در چین	تالاب	مقیاس خرد	تپه‌هایی در مسیر حرکت رود	سازگاری با سیل و کاهش سرعت آب؛ راهکاری برای پاکسازی آب‌های آلوده.

(بهرامی، ۱۳۹۷). در نتیجه به کارگیری رویکردی سازگار و منطبق بر اساس شرایط و ساختار رود کن امری ضروری است.

بر اساس سیلاب متعدد و اختلالات گوناگونی ناشی از سیل در رود کن، به‌کارگیری و استفاده از رویکرد تاب‌آوری در طراحی و برنامه ریزی آن مورد توجه قرار می گیرد. بر این اساس، طراحی و برنامه‌ریزی رود کن بر اساس تفکرات تاب‌آوری و نمونه‌های موفق آن، می تواند در کاهش آشوب سیل و بازگردانی ساختار رود و اکوسیستم آن کمک شایانی کند. بر اساس اصول و راهکارهای استخراج شده (جدول ۲)، برنامه‌ریزی و طراحی رود کن بر این اساس است:

تأثیر «زمان» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

توجه به دو بازهٔ زمانی گذشته و آینده در فرایند طراحی رود کن بسیار حائز اهمیت است. مطالعهٔ دوره‌های زمانی سیل و فرایندهای زمین شناختی در گذشته، در راستای شناخت روند طبیعی رود کن و پیش‌بینی آشوب‌های آتی تأثیرگذار است. بررسی روند تاریخی، توجه به روند طبیعی و آتی رود کن و پیش‌بینی رویدادهایی از جمله سیل، بارندگی، تغییرات اقلیمی، گرمایش زمین و تأثیرات ایشان بر رود کن، روند برنامه‌ریزی و طراحی این رود را آسان‌تر می‌سازد. به طور مثال، بررسی دبی آب در فصول مختلف در بستر رود کن، و ارزیابی آشوب‌های قبلی بر اساس گزارشات مختلف، می‌توانند کمک شایانی به شناخت بازهٔ زمانی گذشته در رود کن کنند (نک. خبرگزاری مشرق، ۱۳۹۴؛ خبرگزاری فارس،۱۳۹۴؛ مؤسسهٔ تحقیقات آب، ۱۳۸۳). علاوه بر آن، مطالعهٔ اجتماعی رود کن در جهت شناخت لایه‌های تاریخی و فرهنگی منظر رود و تأثیرات اجتماعی در ساختار طبیعی رود و اکوسیستم آن، در برنامه‌ریزی و طراحی رود کن تأثیر شایانی خواهند داشت. در نتیجه، اتخاذ رویکرد سیستمی در بررسی

جدول ۲: اصول و راهکارهای حاکم بر طراحی منظر تاب‌آور در برابر سیل. مأخذ: نگارندگان.

۱. اصول	تعریف
زمان	مؤلفهٔ زمان به مطالعه و تحلیل فرایندهای زمانی (گذشته و آینده) یک سیستم (رودخانه) اطلاق می‌گردد که به معمار منظر اجازه شناخت، بررسی و تحلیل فرایندهای زمین‌شناختی، انسانی، اجتماعی، فرهنگی و اکولوژیکی برای طراحی تاب‌آور در برابر آشوب را می‌دهد.
آستانه	آستانه به نقطهٔ عطف اکولوژیکی در یک سیستم اشاره دارد که آشوب‌ها و اختلالات انسانی و محیطی منجر به تغییر وضعیت سیستم نسبت آستانه و در نهایت تغییر شرایط سیستم نسبت به قبل از آشوب می‌شود. توجه به آستانهٔ اکولوژیکی هر سیستم منجر به حفظ ثبات سیستم در شرایط پایداری است.
آزمودن	آزمودن به معنای سنجش شرایط مؤلفه‌ها و اجزای طراحی در آزمایشگاه و یا در محل (سایت) است. آزمودن در محل و یا آزمایشگاه، سبب کاهش خطاها و اشتباهات متعدد در روند طراحی و یا هنگام رخداد آشوب است.
یادگیری	یادگیری به عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری، به فرآگیری و کسب تجربه از اختلالات در راستای وقف‌پذیری و سازگاری در برابر آشوب اطلاق می‌گردد. به عبارتی دیگر، اصل یادگیری این اجازه را به سیستم می‌دهد که با قرارگیری در مسیر آشوب، راه‌های انطباق و سازگاری در برابر آن را پیدا کند.
تنوع	تنوع به تعدادی از اجزای عملکردی مختلف در راستای حفاظت از سیستم در مواجهه با اختلالات و تهدیدهای مختلف اشاره می‌کند. در این راستا، اگر آشوب یکی از اجزا سیستم را با مشکل رو به رو ساخت، اجزای دیگر به روند توسعه سیستم کمک خواهد کرد و سیستم با شکست رو به رو نخواهد شد.
۲. راهکارها	**تعریف**
صفه‌سازی در کران رود	این راهکار به ایجاد صفه‌ها و تراس‌هایی در لبهٔ رود اشاره دارد که می‌تواند جایگزین کانال‌های مهار سیل در رودخانه شود. این استراتژی با ایجاد فضاهای متنوع، ارتباط رود با محیط و انسان را افزایش می‌دهد و شرایط اکولوژیکی رود را به وضعیت طبیعی خود باز می‌گرداند. علاوه بر آن، شکل‌گیری منظر کشاورزی نیز از دیگر فواید این راهبرد در لبهٔ رودخانه است.
تالاب	تالاب‌ها به تپه‌هایی مرتفع در مسیر حرکت آب در راستای کاهش سرعت آب اطلاق می‌گردد. ایجاد این تپه‌ها در مسیر حرکتی رود، باعث پاکسازی آب، آرام‌سازی سرعت حرکت آب و ایجاد منظرهای کشاورزی در مسیر حرکتی رود است.

و مطالعهٔ رود کن، می‌تواند روند پویای رود کن را شناسایی و بررسی کند.

تأثیر «آزمودن» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

آزمون و خطا در فرایند طراحی رود کن، امری اجتناب‌ناپذیر است. به ویژه، طراحی رود کن با رویکردی جدید و متفاوت که در ایران نیز سابقه‌ای نداشته است، آزمودن روندهای گوناگون در جهت یافتن بهتر روش طراحی، کاملاً احساس می‌شود. با وجود اینکه، این اصل می‌تواند بسیار وقت‌گیر و پر خرج باشد، اما در جهت کاهش آشوب سیل و بازیابی ساختار طبیعی و اکولوژیکی رود کن بسیار تأثیرگذار است. علاوه بر آن، استفاده از مدل‌های آزمایشگاهی، استفاده از نمونه موردی‌های موفق در سطح جهانی و به کارگیری متخصصان گوناگون در عرصه‌ها و زمینه‌های مختلف، می‌تواند پروسه زمانی و اقتصادی این اصل را کاهش دهد. علاوه بر آن، بررسی و ارزیابی اقدام گذشته در رود کن، می‌تواند گونه ای از آزمون و خطاهای گذشته را نمایان سازد. به طور مثال، بررسی و ارزیابی کانال‌های کنترل سیل، می‌تواند اقدامی مهم در دستیابی به نتایجی مهم باشد که کانال‌های کنترل سیل، نه تنها سیل و آشوب‌های آن را مهار نمی‌کند، بلکه شدت و تکرر آن را افزایش داده است. بررسی گزارشات سیل تهران و سیل‌های اخیر در سال‌های ۹۴ و فروردین ۹۸، این ادعا را تأیید می‌کند (نک. خبرگزاری مشرق، ۱۳۹۴؛ خبرگزاری فارس،۱۳۹۴؛ مؤسسهٔ تحقیقات آب، ۱۳۸۳)؛ و یا بررسی نتایج و دستاوردهای بوستان جوانمردان در رود کن و تبعات اکولوژیکی، منظر (عینی-ذهنی)، ساختاری و... ناشی از آن، می‌تواند آزمون و خطاهای گذشته در این رود را نمایان سازد (نک. آل هاشمی و شهسوارگر، ۱۳۹۲؛ آل هاشمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۵).

تأثیر « آستانه» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

توجه به فرایندهای طبیعی رود کن، اعم از گونهٔ ماهی‌ها، گیاهان، پرندگان، حیوانات و محتویات شیمیایی آب می‌تواند آستانه اکوسیستمی رود کن را تعیین کند. در این راستا، باید آشوب‌های طبیعی و انسانی که می‌تواند روند طبیعی و اکولوژیکی رود کن را مختل کند، شناسایی شوند. آشوب‌های طبیعی و انسانی، نظم اکوسیستمی رود را برهم می‌زند و ساختار اکولوژیکی و اکوسیستی رود وارد مرحلهٔ جدیدی می‌شود که ممکن است تأثیرات مخربی بر ساختار رود و اکوسیستم کلی رود بگذارد. در این راستا، به‌کارگیری و استفاده از متخصصان و کارشناسان این عرصه می‌تواند نظم اکوسیستم رود را در روند طبیعی خود حفظ کند. به عبارتی دیگر، در روند طراحی و برنامه ریزی رود کن استفاده از اکولوژیست‌ها و یا متخصصان رشته‌های دیگر در رابطه با فرایندهای طبیعی، اکوسیستمی، آب‌شناسی، گیاه‌شناسی، خاک‌شناسی و جانورشناسی،

کمک شایانی به شناخت آستانهٔ رود کن و برنامه‌ریزی دقیق‌تر این رود خواهد کرد.

تأثیر «یادگیری» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

مؤلفهٔ یادگیری به عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری، اجزاءِ آموختن و کسب تجربه از آشوب را به اجتماع و کاربران محیط می‌دهد (Gunderson & Holling, 2002). یادگیری از اختلالات رود کن و نحوهٔ برخورد با آنان، هنگامی رخ می‌دهد که آشوب سیل در رود کن رخ دهد. این امر هنگامی تحقق می‌یابد که کانال‌های رود حذف شده و رود به ساختار طبیعی خود بازگردد. این نکته حائز اهمیت است که این اقدام با محافظه‌کاری و پیش‌بینی تدابیر انجام شود. علاوه بر این، یادگیری از معماری بومی منطقه و نحوهٔ برخورد ساکنان و کاربران رود نیز می‌تواند در روند یادگیری از آشوب سیل رود کن، کمک شایانی کند.

تأثیر «تنوع» در فرایند برنامه ریزی و طراحی رود کن

تنوع نیز همانند اصل یادگیری، از اصلی‌ترین اصول تاب‌آوری است. افزایش تنوع باعث افزایش تاب‌آوری سیستم و کاهش آشوب را در پی خواهد داشت. به طوری که، تنوع به تعداد اجزای عملکردی مختلف در راستای حفاظت از سیستم در مواجهه با اختلالات و تهدیدهای مختلف اشاره می‌کند (Godschalk, 2003). از این رو، تنوع‌های فضایی و ارتفاعی براساس تراز آب در رود کن باعث افزایش تاب‌آوری آن در مواجهه با آشوب سیل می‌شود. بر این اساس که تنوع فضایی به ایجاد فضاهای متنوع براساس فصول خشکسالی و سیل‌خیز مدنظر است و طراحی ارتفاعی به استفاده و به‌کارگیری نظرگاه‌ها، خانه‌ها، پل‌ها و... در چندین نقطه ارتفاعی است که اگر دبی آب در فصول پرآب بالا آمد، سطوح دیگر در نقاط ارتفاعی بالاتر، عملکرد خود را از دست ندهد.

تأثیر «راهکار صفه‌سازی در کران رود» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

این راهکار که در اکثر رودهای جهان استفاده می‌شود، جایگزین بسیار مناسبی برای کانال‌های رود کن است. استفاده از خطوط توپوگرافی رود و تنظیم تراس‌های متعدد در لبهٔ رود، نه تنها می‌تواند آشوب سیل را کاهش دهد، بلکه می‌تواند ساختار طبیعی، اکولوژیکی و اکوسیستم رود را بازیابی کند. علاوه بر آن، ایجاد منظر کشاورزی در سطوح تراس‌بندی و فضای‌های متعدد برای برداشت محصول نیز از دیگر پتانسیل‌های این رویکرد و راهبرد است. ارتباط رود کن با محیط اطراف، توسط کانال‌های مهار سیل قطع شده است، اما راهکار صفه‌سازی می‌تواند ارتباط بین رود و محیط اطراف و در نتیجه ارتباط بین رود و انسان را بازگرداند.

تأثیر «تالاب» در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی رود کن

این راهبرد در علوم محیطی و اکولوژیکی فواید و تأثیرات متعددی از جمله کاهش آلودگی آب، کاهش سرعت آب، ایجاد تنوع اقلیمی، منظر کشاورزی و... دارد. به‌کارگیری این راهبرد در رود کن نه تنها باعث کاهش سرعت حرکت آب می‌شود، بلکه می‌تواند تنوع محیط زیستی رود کن را افزایش دهد. سرعت حرکت آب در رود کن به دلیل تغییر ساختار رود در دهه‌های گذشته کاملاً مشهود است، در نتیجه کاهش سرعت آب در رود سبب کاهش فرسایش خاک و کاهش خطر سیل خواهد شد. علاوه بر کاهش سرعت حرکتی آب، این تالاب‌ها می‌توانند فضایی برای تجمع مواد آلی در رود کن باشند؛ به طوری که این مواد آلی و مغذی که توسط آب و یا سیل‌های لحظه‌ای حمل می‌شوند، به حاصل‌خیزی خاک کمک شایانی می‌کنند، در نتیجه این تالاب‌ها می‌توانند کیفیت کشت و کشاورزی منطقه را نیز تغییر و افزایش دهند.

در راستای طراحی و اجرای این تالاب‌ها در بستر رود کن، با حذف کانال‌های مهار سیل و آزادسازی حریم رودخانه از کانال‌ها و لکه‌های معماری، فضایی مناسب در جهت ایجاد تپه‌هایی کوچک اما متعدد در بستر رود کن مهیا می‌شود. این تپه‌ها با ارتفاع‌های کم در بستر رودخانه، باعث کاهش روان آب‌ها و سیل‌های لحظه‌ای می‌شوند. نکتهٔ حائز اهمیت در مورد این تالاب‌ها، سرعت حرکت آب در برخی از روزها و فصول سال است که با مسلح‌سازی این تپه‌ها در عمق زمین، خطر نابودی و یا به عبارتی شسته شدن این تپه‌ها توسط سیل کاهش پیدا می‌کند و از آنجایی که این راهکار بر اساس تفکرات تاب‌آور برنامه‌ریزی می‌شود، در فصول پر آب در زیر آب فرو می‌روند و در فصول کم آب، به عملکرد خود در ایجاد فضاهای متنوع ادامه می‌دهند.

جمع‌بندی

بر اساس اصول و راهکارهای بدست آمده از پروژه‌های موفق دنیا، برنامه‌ریزی و طراحی رود کن در راستای کاهش خطر سیل و بازیابی ساختار طبیعی و اکولوژیکی آن بحث شد. جدول ۳ جزئیات بیشتر این برنامه‌ریزی را ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری

جدول ۳: برنامه‌ریزی رود کن بر اســاس اصول و راهکارهای تاب‌آوری در برابر سیل. مأخذ: نگارندگان.

۱. اصول	متغییرها	راهبردها
زمان	بررسی شرایط تاریخی	بررسـی مؤلفه‌هـای فرهنگـی: نحـوهٔ زیسـت انسـان؛ نحـوهٔ کشـاورزی؛ نحـوهٔ سـازگاری یـا مقاومـت در برابـر سـیل؛ نحـوهٔ سـاخت بناهـا و معمـاری.
		بررسـی شـرایط زیسـتی و محیطـی: شناسـایی بازه‌هـای زمانـی سـیل؛ شناسـایی دِبـی آب در فصـول مختلـف؛ بررسـی شـاخابه هـای قدیمـی رود.
	بررسی شرایط آینده	پیش‌بینی آشوب‌های آتی؛ پیش‌بینی فرایندهای اکولوژیکی.
آزمودن	آزمایشگاه	آزمایش روش‌های متعدد در جهت سازگاری با سیل در آزمایشگاه؛ ایجاد ماکت‌های مشابه برای پیش‌بینی و سنجش روش‌های سازگاری با سیل.
	نمونه‌های موفق جهانی	بررسی نمونه‌های موردی در زمینهٔ سازگاری و تاب‌آوری در برابر سیل.
آستانه	نظم‌اکوسیستمی	استفاده از اکولوژیست‌ها و متخصصان مربوطه.
	شناخت فرایندهای طبیعی	بررسی فرایندهای طبیعی رود کن و جلوگیری از ایجاد آشوب‌های متعدد در این محیط.
یادگیری	زندگی در محیط	فراهم‌کردن محیطی آموزنده و امن برای افراد بومی و متخصصان.
	استفاده از دانش بومی	به‌کارگیری و استفاده از دانش‌های بومی منطقه و استفاده از تجربهٔ افراد بومی.
	کسـب تجربـه از آشـوب‌های گذشـته	بررسـی خسـارات و آشـوب‌های سـال‌های گذشـته رود در جهـت افزایـش اطلاعـات و کسـب تجربـه از رونـد تاریخـی آن.
تنوع	تنوع فضایی	ایجـاد فضاهـای متنـوع بـر اسـاس دِبـی آب؛ ایجـاد فضاهـای متنـوع بـر اسـاس فصـول مختلـف؛ ایجـاد فضاهایـی متنـوع بـه صـورت خطـی در امتـداد رود؛
	تنوع ارتفاعی	تنـوع فضایـی در ارتفاعـات مختلـف بـر اسـاس دِبـی آب؛ ایجـاد صفه‌هـای متنـوع بـر اسـاس میـزان آب در فصـول مختلف.

۲. راهکارها	متغییرها	راهبردها
استراتژی صفه‌سازی در کران رود	ایجـاد تـراس بندی‌هـا بـر اسـاس تـراز رود	هماهنگـی بـر اسـاس توپوگرافـی رود؛ ایجـاد منظـر کشـاورزی؛ ایجـاد نظـرگاه و فضایـی بـرای ارتبـاط بـا آب؛ سـازگاری بـا سـیل؛ ارتبـاط بیـن رود و محیـط اطـراف.
تالاب	ایجـاد تپه‌هـای تـاب‌آور در مسـیر حرکـت رود	کاهش سرعت آب؛ محلی برای تجمع مواد آلی خاک؛ افزایش تنوع‌زیستی.

رود کـن بـه عنـوان یکـی از اصلی‌تریـن رودهـای شـهری تهـران، همیشـه مـورد توجـه معمـاران منظـر، شهرسـازان، اکولوژیسـت‌ها و شـهروندان شـهر بـوده اسـت. بـا وجـود برنامه‌هـا و طرح‌هـای متعـدد بـا هزینه‌هـای هنگفـت، ایـن رود در برخـی از فصـول سـال در معـرض آشـوب سـیل قـرار می‌گیـرد و سـیل زیرسـاخت‌های طبیعـی و انسان‌سـاخت آن را نابـود می‌کنـد. از ایـن رو، بررسـی نمونـه موردی‌هـای موفـق در سـطح جهانـی و اسـتفاده از تجربیـات ایشـان می‌توانـد در برنامه‌ریـزی و طراحـی رود کـن کمـک شـایانی کنـد. بررسـی چهـار نمونـهٔ موفـق در کشـورهای مختلـف دنیـا (پـروژه رود وادی حنیفـه در عربسـتان؛ دلتـا مکنـوگ در ویتنـام؛ پـروژهٔ رودخانـه جیـن هـوآ در چیـن؛ و پـروژهٔ رودخانـه ویـوو در چیـن)، اصـول و راهکارهـای مختلـف طراحـی در محیـط آشـوبناک رودهـای شـهری را بیـان می‌کنـد کـه بـا به‌کارگیـری و اسـتفاده از ایـن اصـول و راهکارهـا می‌تـوان برنامه‌ریـزی جامعـی بـرای رود کـن تنظیـم کـرد. در ایـن پژوهـش، بـا تکیـه بـر ایـن اصـول و راهکارهـا کـه شـامل: زمـان؛ آزمـودن؛ آسـتانه؛ یادگیـری؛ تنـوع؛ صفـه سـازی در کـران رود؛ و تـالاب اسـت، بـه ارائـهٔ راهبردهایـی بـرای مداخلـه و برنامه‌ریـزی رود پرداختـه شـده اسـت. ایـن برنامه‌ریـزی کـه برآمـده از تفکـر تـاب‌آوری اسـت، معمـار منظـر را بـه سـوی یـک برنامـه جامـع و چندرشـته‌ای سـوق می‌دهـد. توجـه بـه مسـائل اکولوژیکـی، بومـی، فرهنگـی، تاریخـی و ریخت‌شناسـی زمیـن از جملـه ابعـادی اسـت کـه در برنامه‌ریـزی رود کـن بایـد مدنظـر قـرار گیـرد. ایـن برنامه‌ریـزی و طراحـی می‌توانـد بـه عنـوان الگویـی بـرای دیگـر رودهـای شـهری تهـران نیـز قـرار گیـرد.

پی‌نوشت

* ایـن مقالـه مسـتخرج از پایـان نامـه کارشناسـی ارشـد «فرشـاد بهرامـی»، بـا عنـوان «طراحـی معمـاری منظـر رود کـن، در شـهر تهـران، در برابـر آشـوب‌های سـیل و خشکسـالی، بـر اسـاس تفکـر تـاب‌آوری» اسـت کـه بـه راهنمایـی دکتـر «حشـمت الـه متدیـن» و مشـاوره دکتـر« آیـدا آل هاشـمی» در پردیـس هنرهـای زیبـا، دانشـگاه تهـران در حـال انجـام اسـت.

۱. Red River

۲. Mississippi River

۳. Ecosystem services

۴. Wadi Hanifah

۵. Vietnamese Mekong Delta

۶. Yanweizhou Park in jinhua City

۷. The Yiwu Riverside Green

۸. سـه مؤلفـۀ به‌دسـت آمـده از پـروژۀ رودخانـۀ وادی حنیفـه، دسـتاورد مقالـه سـاره موسـوی بـا عنـوان « زمـان، آزمـودن و آسـتانه: فـاش کـردن طراحـی طبیعـت تکـراری در احیـا مجـدد رودخانه‌هـای خشـک» اسـت کـه در ایـن پژوهـش از آن اسـتفاده شـده اسـت.

۹. Time

۱۰. Trial

۱۱. Thresholds

۱۲. Vinh An

۱۳. Ha Bo

۱۴. sàn

۱۵. Wuyi River

۱۶. Yiwu River

۱۷. این راهبرد با عنوان «cut and fill» مطرح شده بود، که نگارندگان آن را به راهبرد «صفه‌سازی در کران رود» در زبان فارسی ترجمه کرده‌اند.

۱۸. Wetland

فهرست‌منابع

• آل هاشـمی آیـدا و شهسـوارگر، مولـود. (۱۳۹۲). ارزیابـی رویکـرد طراحـی در بوسـتان نهـج البلاغه و جوانمـردان. *مجلـۀ منظـر*، ۵ (۲۴): ۴۷-۴۴.

• آل‌هاشـمی، آیـدا، باقـری، یوسـف و اخـوان، عرفـان. (۱۳۹۴). هویـت طبیعـی یـا تحمیلـی؟ بوسـتان جوانمـردان، منظره‌سـازی در درۀ کـن. *مجلـۀ منظـر*، ۷ (۳۱)، ۱۰۳-۹۴.

• کریمـی مشـاور، مهـرداد. (۱۳۹۲). تـوان رود دره‌هـا در توسـعه شـهر. *مجلـۀ منظـر*، ۵ (۲۲): ۵۵-۵۲.

• بهرامـی، فرشـاد. (۱۳۹۷). درۀ درکـه، بـه مثابـۀ شـارباغ ایرانـی. *مجلـۀ منظـر*، ۱۰ (۴۳): ۴۱-۳۴.

• خبرگـزاری فـارس. (۱۳۹۴). *گـزارش فـارس از سـیلاب شـب گذشـته کـن و سـولقان*. قابـل دسـترس در: https://www.farsnews.com/news/13940429000144.(تاریـخ دسترسـی: ۱۷/۲/۱۳۹۸).

• خبرگـزاری مشـرق. (۱۳۹۴). *آمـار سـیلاب تهـران از سـال ۱۳۳۳ تاکنـون*. قابـل دسـترس در: https://www. mshrgh.ir/476461. (تاریـخ دسترسـی: ۱۷/۲/۱۳۹۸).

• قهـرودی تالـی، منیـژه، مجیـدی هـروی، آنیتـا و اسـماعیل عبدلـی. (۱۳۹۵). آسـیب پذیـری ناشـی از سـیلاب شـهری (مطالعـه مـوردی: تهـران، درکـه تـا کـن). *جغرافیـا و مخاطـرات محیطـی*. ۱۷ (۴)، ۳۵-۲۱.

• مؤسسـۀ تحقیقـات آب. (۱۳۸۳). *گزارشـات میـزان آب و دِبـی رود کـن*. تهـران: وزارت نیـرو.

• Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related?. *Progress in Human Geography*, 24(3): 347-364.

• Bell, S. (2012). *Landscape: Pattern, Perception and Process*. 2nd edition, London: Routledge.

• Berkes, F., Colding, J. 7 Folke, C. (2003). *Navigating social–ecological*

systems: building resilience for complexity and change. UK: Cambridge University Press, Cambridge.
• 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.
• Girot, C. (2013). *The Elegance of Topology*. In Girot, C. Freytag, A. Kirchengast, A. and Richter, D. (Ed.), Topology: topical thoughts on the contemporary landscape (pp. 79-116). Berlin: Jovis Verlag.
• Green, C. (2010). Towards sustainable flood risk management. *International Journal of Disaster Risk Science*, 1 (1): 33-43.
• Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2002). *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington D.C.: Island Press.
• Gurnell, A. (2014). Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39 (1): 4-25.
• Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4 (1): 1-23.
• Hollnagel, E., Woods, D. D. & Leveson, N. (eds), (2007). *Resilience engineering: Concepts and precepts*. UK: Ashgate Publishing, Ltd.
• Hollnagel, E. (2011). *Prologue: the scope of resilience engineering*. In: Hollnagel, E., Dédale, J.P., Woods, D., Wreathall, J. (eds.), Resilience Engineering in Practice: A Guidebook. Ashgate, Surrey.
• Langridge, R., Christian-Smith, J. & Lohse, K. A. (2006). Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. *Ecology and Society*, 11 (2): 18.
• Liao, K. H. (2014). From flood control to flood adaptation: a case study on the Lower Green River Valley and the City of Kent in King County, Washington. *Natural Hazards*, 71 (1): 723-750.
• Liao, K. H., Le, T. A., & 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.
• Ludwig, D., Walker, B. & Holling, C. S. (1997). Sustainability, stability, and resilience. *Conservation ecology*, 1 (1): 7.
• Margolis, L., & Chaouni, A. (2014). *Out of Water-Design Solutions for Arid Regions*. Boston: Birkhäuser.
• Meerow, S., Newell, J. P. & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban planning*, 147: 38-49.
• Moosavi, S., Grose, M. & Walliss, J. (2015). *Performative Design for Restoration of Dryland Rivers. Paper presented at the History of the Future: 52nd World Congress of the International Federation of Landscape Architects*. Saint-Petersburg, Russia: Polytechnic University Publishing House.
• Moosavi, S. (2018). Time, trial and thresholds: unfolding the iterative nature of design in a dryland river rehabilitation. *Journal of Landscape Architecture*, 13 (1): 22-35.
• Postel, S. & Richter, B. (2012). *Rivers for life: managing water for people and nature*. Island Press. Island Press, Washington D.C., U.S.A.
• Renault, P. (2018). Restoration Plan for the Kan River in Tehran. (PP: 137-142). *Paper presented at the International Workshop Water and City Hydraulic Systems and Urban Structures*, Yazd, Iran.
• Rutter, M. (1993). Resilience: Some conceptual considerations. *Journal of Adolescent Health*, 14 (8): 626-631.
• Sasaki, T., Furukawa, T., Iwasaki, Y., Seto, M. & Mori, A. S. (2015). Perspectives for ecosystem management based on ecosystem resilience and ecological thresholds against multiple and stochastic disturbances. *Ecological Indicators*, 57: 395-408.
• Tockner, K., Bunn, S. E., Gordon, C., Naiman, R. J., Quinn, G. P. & Stanford, J. A. (2008). *Flood Plains: Critically Threatened Ecosystems*. In Polunin NVC (ed) Aquatic ecosystems. (pp: 45–61). UK: Cambridge University Press.
• Tusaie, K. & Dyer, J. (2004). Resilience: A historical review of the construct. *Holistic nursing practice*, 18 (1): 3-8.
• Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*, 9 (2): 5.
• Yu, K. (2015). A resilient landscape. *Topos*, 90: 84-89.
• Yu, K. (2017). *A Resilient Landscape: Yanweizhou Park in Jinhua City*. available from: https://www.turenscape.com/en/project/detail/4644.html. (accessed May 2019).
• Yu, K. (2018). *The Yiwu Riverside Green*. available from: https://www.turenscape.com/en/project/detail/4653.html. (accessed May 2019).
• Zevenbergen, C. (2016). *Flood Resilience*. An edited collection of authored pieces comparing, contrasting, and integrating risk and resilience with an emphasis on ways to measure resilience, 1 (1): 1-7.

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

نحوه ارجاع به این مقاله
بهرامی، فرشاد، آل هاشمی، آیدا و متدین، حشمت‌الله. (۱۳۹۸). رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل؛ برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانهٔ کن. *مجلهٔ منظر*، ۱۱ (۴۷) : ۶۰-۷۳.
DOI: 10.22034/manzar.2019.182617.1948
URL: http://www.manzar-sj.com/article_89029.html