

ارزیابی عوامل آسیب پذیری رودخانه‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها (نمونه‌ی موردی: رودخانه کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)

زهرا احمدی^{۱*}؛ پگاه پایه‌دار اردکانی^۲؛ مهدی زندیه^۳

۱- دانشجوی دکتری معماری؛ دانشکده‌ی معماری و شهرسازی؛ دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) - قزوین

۲- دکترای معماری منظر با گرایش طراحی شهری، عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

واژگان کلیدی	چکیده
سیلاب رودخانه کن راهکار معمارانه بوستان جوانمردان ایران ساماندهی	خطرات و خسارات وسیع ناشی از پدیده‌ی سیلاب، باعث شده تا احیا و ساماندهی رودخانه‌ها و مسیل‌های شهری اهمیت بیشتری یابد و در دستور کار مدیریت شهری تهران قرار گیرد. عمده اهداف این طرح، هدایت آب‌های سطحی و انتقال سیلاب‌های احتمالی از طریق این رودخانه‌ها و مسیل‌ها می‌باشد. از اینرو تدوین اصول و معیارهای طراحی و ارائه‌ی روش‌های عملی در احیا و ساماندهی رودخانه‌ها، با هدف کنترل و کاهش سیلاب از ضرورت‌های مطالعاتی است. هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و ارزیابی راهکارها و تمهیدات انجام گرفته در کنترل و کاهش سیلاب در بخشی از بستر رودخانه کن، پس از احیا و ساماندهی آن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران است. همچنین علل و عوامل بروز سیلاب‌های اخیر و عدم کارایی این رودخانه در کاهش و انتقال سیلاب مطالعه و تحلیل گشته و راهکارهایی معمارانه در راستای ممانعت و پیشگیری از مخاطرات ناشی از سیلاب ارائه شده است. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی می‌باشد و داده‌ها از منابع اسنادی، کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی به‌دست آمده‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که کنترل و انتقال سیلاب در برنامه‌های ساماندهی این منطقه کمتر مورد توجه بوده است و باید برای پیشگیری و کاهش خطرات و خسارات ناشی از سیل، اصول طراحی و راهکارهای بهبود وضعیت، مورد توجه قرار گیرد.

۱- مقدمه

هزینه‌های زیادی را تحمیل می‌کند. در دهه‌های اخیر، توسعه‌ی شهرنشینی به‌ویژه در حاشیه‌ی رودخانه‌ها، بر خسارات ناشی از پدیده‌ی سیل افزوده است (GhahroudiTali, et al., 2012). از دیگر سوء مسیل‌ها و رودخانه‌های درون‌شهری نقش مؤثری را به‌عنوان عمده عناصر ساختاری شهر و کریدورهای طبیعی شهری در فراهم ساختن منابع زیست‌محیطی شهر ایفا می‌کنند (Laghaii, Karbasi, & Mirzaii, 2009). در این راستا، ساماندهی شبکه‌ی مسیل‌ها با توجه به کالبد کلانشهر تهران یکی از راهبردهای کنترل سیلاب در این شهر محسوب می‌شود (GhorbaniTali, 2011). از جمله اهداف احیا و

پدیده‌ی «سیلاب» ناشی از جریان‌های شدید رودخانه‌ها و طغیان در سیلاب‌دشت‌ها است و به‌عنوان یک پدیده‌ی طبیعی در تنظیم چرخه‌ی بیوزئوشیمی سطح زمین و ذخیره‌سازی آب نقش اساسی دارد. اما هنگامی که در سکونتگاه‌های انسانی و نیز زمان‌های خاص حادث شود، می‌تواند ویرانگر بوده و موجب ناپایداری سکونتگاه‌های انسانی شود (Di & Paolo, 2015). این پدیده از مخرب‌ترین بلایای طبیعی است که سکونتگاه‌های انسانی را تهدید می‌کند و جبران آسیب‌های ناشی از آن، به‌خصوص در مناطقی همچون شهرها که مظاهر توسعه‌ی انسانی در آنجا به چشم می‌خورد،

ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری رودرده‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه‌ی راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها
(نمونه موردی: روددره‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)

بر آن است تا ضمن تأکید بر اهمیت و لزوم اولویت‌دهی در بکارگیری راهکارها و تمهیدات معمارانه – با تأکید بر کنترل و کاهش سیلاب در احیا و ساماندهی روددره‌ها و طراحی بوستان‌های مجاور آنها – نحوه‌ی طراحی این بوستان، نقش و تأثیرگذاری آن در بروز سیلاب را مطالعه نموده و علل و عوامل عدم کارایی این محدوده از روددره‌ی کن را در کنترل و کاهش سیلاب بررسی نماید.

پژوهشگران مختلفی به بررسی پدیده‌ی سیلاب در شهر تهران و روددره‌های آن پرداخته‌اند و برخی دیگر نقش این روددره‌ها را به‌عنوان منابع اکولوژیکی و حیات شهری مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این میان لزوم مطالعه و پژوهش با رویکردی معمارانه در خصوص حل مسائل و مشکلات ناشی از بروز سیلاب مشهود است؛ موضوعی که هدف پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

۱-۱-۲- تجربیات داخلی

مطالعات زیادی در خصوص روددره‌های شهر تهران و شبکه‌ی مسیل‌های آن به خصوص روددره‌ی کن صورت گرفته است. این مطالعات را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود:

الف- گروه اول شامل مطالعاتی هستند که با تأکید بر سیلاب انجام پذیرفته‌اند و نتایج و راهکارهایی را در خصوص کنترل و کاهش سیلاب ارائه می‌دهند.

مقیم‌ی و صفاری، معتقدند رودخانه‌ی کن در محل جنوب‌غرب پارک ارم با اتصال کانال سیل‌برگردان غرب، نقش بسیار مهمی در انتقال آب‌های محدوده‌ی شمال‌غرب و غرب شهر تهران دارد (Moghimi & Saffari, 2010). قهرودی-تالی، مسیل‌های طبیعی و مصنوعی در غرب و شمال‌غرب تهران را که شامل کن نیز می‌باشد؛ در بیش از ۶۵ درصد موارد ناهماهنگ با زهکشی طبیعی تهران قلمداد و ساماندهی شبکه‌ی مسیل‌ها را با توجه به کالبد کلانشهر تهران، به‌عنوان راهکاری برای کنترل سیلاب در این شهر معرفی می‌نماید (GhorbaniTali, 2011). قهرودی-تالی و همکاران، میزان آسیب‌پذیری مناطق ۲۲ و ۵ را به دلیل ساختار جدید و متوسط جمعیت کم و نیز توان آبگذری بالای مسیل کن، پایین می‌دانند (GhahroudiTali, et al., 2012). مجیدی‌هروی و همکاران، منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران را –

ساماندهی مسیل‌ها و رودخانه‌های شهر تهران (روددره‌ها) در طرح‌های جامع سال‌های ۱۳۴۷، ۱۳۷۰ و ۱۳۸۵، دفع آب‌های سطحی و انتقال سیلاب ذکر شده است (Alehashemi, Bagheri, & Akhavan, 2015).

«رود دره» اصطلاحی است که طی چند سال گذشته بین طراحان شهری و محیطی در رابطه با برنامه‌ریزی دره‌های جنوبی البرز در منطقه‌ی تهران رایج شده است. دره‌های دامنه‌ی البرز به دو دسته تقسیم می‌شوند که هرکدام ویژگی‌های خاص خود را دارد: دره‌هایی که فقط مسیل بوده و در زمان بارش باران و وقوع سیلاب‌ها، مسیری برای عبور جریان آب سیلاب هستند. دسته‌ی دوم دره‌هایی هستند که رودخانه‌ی دائمی در آنها جاری است (Farzad Behtash, Agha Babaii, & Mohammad Amini, 2000). در شهر تهران، روددره‌ی کن از جمله طولانی‌ترین روددره‌های شهر است که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است. رودخانه‌ی کن در طرح جامع شهر تهران (۱۳۸۵) از عناصر مهم سازمان فضایی این شهر به شمار می‌رود و به‌طور ویژه به‌عنوان محور گردشگری مورد توجه قرار گرفته است. در طرح‌های مطالعاتی و برنامه‌ریزی متعددی که این روددره را مورد توجه قرار داده است، دو طرح به‌طور ویژه به آن اختصاص دارد:

اول، طرح جامع – ذیل برنامه‌های ساماندهی طرح‌های موضعی که در برنامه‌ی ساماندهی «پهنه‌های تفرج و گردشگری»، این روددره به‌عنوان محور گردشگری شهر تهران مورد توجه قرار گرفته است – و دوم، طرحی که در سال ۱۳۸۸ با عنوان «طرح ساماندهی رودخانه و مسیل کن و فضا‌های پیرامون» توسط مهندسین مشاور آرمانشهر تدوین شد. سرانجام مهم‌ترین محصول این رویکرد نوین مدیریت شهری به روددره‌ی کن، اجرای «بوستان جوانمردان ایران» در ساحل رودخانه بود که فاز نخست آن در حد فاصل بزرگراه همت و حکیم در سال ۱۳۹۱ افتتاح شد (Alehashemi, Bagheri, & Akhavan, 2015).

با توجه به طغیان رودخانه‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران در زمان بارندگی‌های طولانی‌مدت، مداوم و فصلی و آسیب‌های ناشی از ناتوانی این رودخانه در هدایت و انتقال آب‌های سطحی در این محدوده، مطالعه و پژوهش آن از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این راستا پژوهش حاضر

بوستان‌های روددره‌ی کن، پس از احیا و بازسازی آن، با رویکرد ذکر شده در فوق، شامل مقالاتی با عنوان «طبیعت مصنوعی - ارزیابی رویکرد طراحی در بوستان نهج البلاغه و جوانمردان» (Alehashemi & Shahsavargar, 2013) و «هویت طبیعی یا تحمیلی - بوستان جوانمردان منظره‌سازی در دره‌ی کن» (Alehashemi, Bagheri, & Akhavan, 2015) می‌باشد.

بر طبق منابع مطالعاتی فوق‌الذکر، تاکنون پژوهشی بر اساس نقش و کارکرد بوستان جوانمردان ایران در کنترل و کاهش سیلاب بر بستر رودخانه‌ی کن، همراه با بررسی عوامل آسیب‌پذیری این رودخانه در برابر سیلاب و ارائه‌ی راه‌حل‌های معمارانه انجام نپذیرفته است. از اینرو این پژوهش، مطالعه بر روی احیا و ساماندهی روددره‌ی کن در این بوستان را با این رویکرد پیش روی خود قرار داده است.

۲-۱-۲- تجربیات خارجی

هلند

هلند کشوری است که به دلیل شرایط جغرافیایی و اقلیمی خود، مدت‌ها است که بر روی ساختن شهری ایمن در مقابل سیل و بهره‌گیری از نعمت آب تلاش می‌کند. «طرح دلتا» یکی از راه‌حل‌های مدیریت آب در هلند است که در آن راهکارهایی نظیر «ساختن اتاق‌های آب»، «خانه‌های دوزیست» و «همسازی با آب رودخانه‌ها و افزایش مسیرهای جریان آب» در نظر گرفته شده‌اند (Kazemi & zeynodini, 2017). برای مثال شهر نایمخن یکی از قدیمی‌ترین شهرهای هلند است که سالهاست با پدیده‌ی سیل رود «وال» دست و پنجه نرم می‌کند. اما در سال‌های اخیر مدیریت شهری مناسب، باعث شده تا از این خصوصیت برای جذب گردشگر بیشتر استفاده نماید. کارهایی که در این برنامه‌ریزی انجام گرفته به قرار زیر است:

بخش‌هایی از مناطق اطراف شهر نایمخن با اجرای طرح‌های جنگل‌کاری با درختان پرتعداد پوشیده شده است که علاوه بر تأثیر بر سلامت هوا و پدید آمدن مناظر زیبای طبیعی، نقش مهمی در جلوگیری از ایجاد سیلاب و یا پیشروی آب رودخانه «وال» در مواقع باران‌های سیل‌آسا ایفا می‌نماید (شکل ۱).

که حوضه‌ی کن را نیز در بر می‌گیرد - به دلیل عوامل متعددی از جمله عدم توجه به حریم رودخانه، در معرض ناپایداری ناشی از سیلاب دانسته‌اند و بیشترین آسیب‌پذیری را در مناطق بالادست این منطقه و پیرامون مسیل‌های پایین دست می‌دانند (Majidi Heravi, et al., 2015).

غفاری و همکاران به بررسی عملکرد اقدامات آبخیزداری در حوزه‌ی آبخیز کن-سولقان پرداخته و نشان داده‌اند که اثر عملیات آبخیزداری بر واکنش هیدرولوژیک حوضه نسبت به بارندگی مثبت بوده و توانسته است آن را آرام‌تر نماید (Ghaffari, Ahmadi, Bahmani, & Nazari, 2017). رزمجویی و همکاران، شهرسازی و افزایش سطوح نفوذناپذیر را موجب کاهش پتانسیل نفوذ و افزایش دبی پیک جریان و حجم سیلاب عنوان کرده‌اند و حساسیت سیل‌های کوچک را بیش از سیل‌های بزرگ در منطقه می‌دانند (razmjoe, et al., 2017).

احمدآبادی و صدیقی‌فر در شرایط اقلیمی آینده برای دوره‌ی زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۴۵ کاهش بارندگی و افزایش دما و نیز به دلیل کاهش بارندگی‌ها، در دوره‌ی پیش‌بینی شده، کاهش رواناب و در نتیجه تولید رسوبات رودخانه‌ای را پیش‌بینی کرده‌اند (Ahmad Abadi & Sedighi Far, 2018).

ب- گروه دیگر مطالعات، با نگاهی مبتنی بر لزوم رعایت مؤلفه‌های پایداری و هویت‌بخشی و مسائلی از این دست، احیا و ساماندهی روددره‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهند:

بزرگی و همکاران با تحلیل دو نمونه از تجربیات موفق جهانی در غالب اکوپارک‌های رودکناری و مقایسه‌ی آن با طرح انجام شده در روددره‌ی گلاب‌دره‌ی تهران، الگویی برای برنامه‌ریزی و طراحی پروژه‌های مشابه براساس فرهنگ و راه‌حل‌های بومی طراحی منظر ارائه می‌دهند (Bozorgi & Pour Jafar, 2004). آنان در مقاله‌ای دیگر، به ارائه‌ی راهبردهایی شامل پیشنهادات اولیه در جهت بهره‌برداری از امکانات، فرصت‌ها و رفع محدودیت‌ها و تهدیدها در قالب جدول SWOT می‌پردازند (Bozorgi & Pour Jafar, 2005). نیز به مطالعه‌ی ارتقای کیفیت عملکرد اکولوژیکی و زیبایی‌شناختی منظر روددره‌های شهری و نمونه‌ی کن پرداخته‌اند (Daneshpour & Parevar, 2013).

مطالعات انجام گرفته در خصوص نحوه‌ی طراحی

ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری رودرده‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه‌ی راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها
(نمونه موردی: رودرده‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)

وضعیت	- نظارت دقیق بر گسترش روند
حوضه‌ی آبریز	- محدوده‌های شهری در حاشیه‌ی رودخانه
	- حفظ حریم رودخانه‌ها در قبال گسترش محدوده‌های شهری
	- احداث برکه‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی و ذخیره‌سازی آنها
	- بهره‌گیری از پوشش‌های نفوذپذیر و مجاری نفوذ آب در شهرها
	* تدابیر تأمین زمان تأخیر تخلیه‌ی سیلاب:
	- نظارت و کنترل بر محدوده‌های شهری در مجاورت مسیر رودخانه‌ها
	- محدودیت دفن زائدات
	- بهبود روش‌ها و وضعیت کشت و کار
	- برنامه‌های بهبود حوضه‌ی رودخانه‌ها در مناطق پست
	- احداث و یا بهبود وضعیت زهکش‌های داخل حوضه‌ی رودخانه‌ها
	- احداث محل‌هایی برای ذخیره‌سازی آب‌های سطحی
	- تشویق به احداث ساختمان‌های مجهز به سیستم جمع‌آوری و بازیافت آب‌های سطحی (جمع‌آوری آب باران).
روش غیرسازه‌ای	- استقرار سیستم‌های اعلام هشدار سیلاب
	- استقرار سیستم دفاعی در مقابل سیلاب
	- اعلان هشدار برای مناطق در معرض خطر از طریق سازمان‌های مسئول
	- آگاهی‌رسانی و اطلاع‌رسانی
	- تشویق مردم برای ساختن ساختمان‌هایی با سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی
	- انجام مانورهای آمادگی در مقابل سیل



شکل ۱- پیش از مداخله در رودخانه‌ی وال و سازماندهی پس از آن (Muneerodeen, 2017).

یکی دیگر از جاذبه‌های طبیعی نایمخن، جزیره‌ی مصنوعی «Veur-Lent» می‌باشد که در سال ۲۰۱۵ و در ادامه‌ی طرح اصلاح مسیر رودخانه‌ی وال در شمال شهر نایمخن ساخته شده است. این برآمدگی مصنوعی که در میان رودخانه ایجاد شده، با ۳ کیلومتر مربع مساحت، موجب کاهش ارتفاع آب در زمین‌های مجاور تا نیم متر گشته است و ساخت پل‌های ارتباطی به این جزیره، موجب پدید آمدن جاذبه‌های دیدنی در منطقه شده است (Muneerodeen, 2017).

ژاپن

حوضه‌های آبریز در کشور ژاپن، دارای وضعیتی هستند که شرایط لازم را برای وقوع سیلاب‌های شدید فراهم می‌آورد. از جمله دلایل وقوع این سیلاب‌ها، وجود رودخانه‌های جوان، شیب تند در حوضه‌های آبریز و کوتاه بودن طول رودخانه، بارندگی با شدت زیاد (ژوئن و ژولای) و وزش بادهای باران‌زا و بارش‌های رعدآسا (اگوست و اکتبر) می‌باشد. به‌منظور کنترل سیلاب در این کشور، دو روش سازه‌ای و غیرسازه‌ای بکار می‌رود که برحسب شرایط از هر دو روش استفاده می‌شود. به‌طور کلی سرفصل‌های برنامه‌های کنترل سیلاب در کشور ژاپن را می‌توان به شرح جدول ۱ تقسیم بندی نمود:

جدول ۱- تدابیر ژاپن در برخورد با سیل (Ataiifar, 2001)

روش	هدف	راهکار
روش	بهبود	-بهبود مسیر جریان رودخانه در
سازه‌ای	وضعیت رودخانه	جهت تأمین ظرفیت کافی جهت جاری شدن سیل (احداث دایک، لایروبی و غیره).
		-احداث تونل‌های انحراف و حوضچه‌های تأخیری جهت کاهش خسارات حاصله از سیلاب.
	بهبود	*برنامه تأمین زمان ماند آب:



شکل ۲- موقعیت روددره کن بر روی نقشه شهر تهران (Teheran Municipality, 2019)

شبکه‌های دسترسی عمده که روددره کن را در مسیر حرکت آن، از شمالی‌ترین نقطه‌ی تهران تا جنوبی‌ترین نقطه‌ی آن، قطع می‌نمایند (بزرگراه همت، بزرگراه رسالت و آزاد راه تهران-کرج)، طول روددره را به پهنه‌های جدا از هم تقسیم می‌کنند (Daneshpour & Parevar, 2013). این رودخانه در طول تاریخ، دو بار سیلاب قابل توجه همراه با خسارات و تلفات جانی داشته است؛ اولین بار در اردیبهشت سال ۱۳۷۲ خسارات زیادی به ده سولقان، باغات کن و جاده‌ی مخصوص کرج و سایر پل‌های عبوری از روی رودخانه وارد شده (Saberi, 2011) و بار دیگر در خرداد ۱۳۹۴ خسارات جانی و مالی به دنبال داشته است (Alehashemi, Bagheri, & Akhavan, 2015). نیز در پی سیلاب گسترده‌ی کشوری فروردین ۱۳۹۸، این منطقه به‌عنوان محدوده‌ی خطر اعلام و دستور به تخلیه‌ی این بوستان داده شد (Safayi, 2019). پژوهش حاضر سعی دارد تا به بررسی این موقعیت بپردازد.

۲-۱-۴- بوستان جوانمردان ایران

بوستان جوانمردان ایران یکی از مکان‌های تفریحی شهر تهران است که در مرز میان مناطق ۵ و ۲۲ شهرداری تهران احداث شده است. این بوستان حد فاصل بزرگراه شهید همت و شهید حکیم قرار دارد و از شمال به بزرگراه همت و از جنوب به بزرگراه حکیم منتهی می‌شود (شکل ۳).

ساماندهی این بوستان در طرح جامع تهران ۱۳۸۵ مطرح شد و در فروردین سال ۱۳۹۰ ساخت فاز یک آن در ساحل رودخانه‌ی کن آغاز گشت و در تابستان سال ۱۳۹۱ به بهره‌برداری رسید. انجام مطالعات در شهریور ماه سال ۸۹ بر عهده‌ی مهندسی مشاور آتک قرار گرفت. مدت زمان انجام مطالعات، طراحی و اجرای پروژه توسط مشاور پنج سال در نظر گرفته شد که سرانجام به دلیل اصرار کارفرما برای اتمام

۳- سؤالات تحقیق

- سه سؤال اصلی مطرح شده برای دستیابی به هدف پژوهش که در طول پژوهش بدان‌ها پاسخ داده می‌شود، عبارتند از:
- ۱) علل و عوامل معمارانه‌ی آسیب‌پذیر در هنگام طغیان روددره‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران به هنگام بارش‌های تند و مداوم کدام است؟
 - ۲) آیا در طراحی بوستان جوانمردان ایران، در راستای هدف احیا و ساماندهی روددره‌ها، تمهیدات و راهکارهای معمارانه‌ای در جهت کاهش و کنترل سیلاب در نظر گرفته شده است؟
 - ۳) تدابیر و تمهیدات معمارانه تا چه حد می‌تواند در کنترل و کاهش سیلاب مؤثر واقع گردد؟

۴- روش تحقیق

در این مطالعه، از روش توصیفی-تحلیلی بهره گرفته شده است. روش گردآوری مطالب از طریق منابع اسنادی و کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی می‌باشد. در این راستا بوستان جوانمردان ایران، حد فاصل بزرگراه‌های همت در شمال و حکیم در جنوب، به عنوان نمونه‌ی موردی انتخاب شده است.

۱-۴- معرفی موقعیت مورد مطالعه

۱-۴-۱- روددره کن

این رود از شاخه‌های رودخانه‌ی شاه‌چاپی و در شمال غرب و غرب و جنوب مرکز شهرستان تهران، از به هم پیوستن دو رودخانه‌ی آب کیک و آب سنگان در ۲ کیلومتری شمال آبادی سولقان حادث می‌گردد (Sazman-e Joghrafiy-e Nirohay-e Mosallah, 2003) با طول تقریبی ۲۲ کیلومتر از دامنه‌های البرز سرچشمه می‌گیرد و پس از ورود به دشت تهران، در جهت جنوب‌شرقی به‌طور تقریبی از وسط دشت گذشته، و پس از پیمودن دره‌ی دوکوهه به دریاچه‌ی نمک منتهی می‌شود (Atek Consulting Engineers, 2011).

مسیل کن، طولانی‌ترین و پرآب‌ترین مسیل شهر تهران است (شکل ۲) و منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران را دربرگرفته، شامل مناطق ۹، ۱۸، ۲۱ و ۲۲ نیز می‌شود (Farzad Behtash, Agha Babaii, & Mohammad Amini, 2000).

ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری رودرده‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه‌ی راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها (نمونه موردی: رودرده‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)



شکل ۴- ساماندهی رودرده‌ی کن: ۱) تراشیدن دره و تراس‌بندی منظم آن؛ ۲) کانالیزه شدن رودخانه و ایجاد دیواره‌ی سنگی و ۳) سطوح چمن تزئینی و بلوک‌های سیمانی (District 22 of Tehran Municipality, 2019)

۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش، در مرحله‌ی اول اصول و معیارهای طراحی و ساماندهی رودرده‌های شهری در راستای کنترل سیلاب مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس در مرحله‌ی بعدی داده‌های حاصل از مشاهده‌ی میدانی در بوستان جوانمردان ایران تحلیل و بررسی شده‌اند.

۵-۱- رعایت حریم رودخانه

تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها، مانع از اشغال و احداث هرگونه تأسیسات غیرمجاز در بستر رودخانه می‌گردد. بدین ترتیب، با خالی ماندن بستر رودخانه — که محل عبور سیلاب با دوره‌ی بازگشت ۲۵ سال (و یا دوره‌ی بازگشت مصوب حوزه‌ی ستادی وزارت نیرو) است — خسارت ناشی از سیلاب روی تأسیسات احداثی کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه بستر ۲۵ ساله در سیلاب‌های با دوره‌ی بازگشت بالاتر نیز محل عبور بخش قابل توجه سیلاب با سرعت مخرب می‌باشد، حفاظت از بستر رودخانه، خسارت ناشی از سیلاب‌های بزرگ‌تر را نیز کاهش می‌دهد. براساس آیین‌نامه، آن قسمت از اراضی اطراف رودخانه که بلافاصله پس از بستر قرار داشته و به‌عنوان حد ارتفاع برای کمال ارتفاع و حفاظت رودخانه لازم است، به‌عنوان حریم رودخانه در نظر گرفته می‌شود. حداقل حریم ۱ متر و حداکثر آن ۲۰ متر است (Sazman-e Modiriya va Barnamerizi-e Keshvar, 2005)

و افتتاح سریع، در عرض کمتر از دو سال فاز یک پروژه به بهره‌برداری رسید (Alehashemi, Bagheri, & Akhavan, 2015). کنترل و مدیریت بر سیلاب‌های فصلی (اجرای مقاطع هدایت آب‌ها براساس سیلاب‌های ۲۵، ۱۰۰ و ۳۰۰ ساله) از جمله اهدافی است که در ساماندهی این بوستان در نظر گرفته شده است (Atek Consulting Engineers, 2011).

شکل ۳- موقعیت بوستان جوانمردان ایران بین دو منطقه‌ی ۵ و ۲۲ تهران (Google Earth, 2019).

بوستان جوانمردان ایران با تراشیدن دره و تراس‌بندی منظم



آن طراحی و در مناطق دره‌ای به‌ویژه در مجاورت مسیل، با دیواره‌های سنگی و سطوح شیب‌دار چمن‌کاری‌ها اجرا شده است. سنگ‌فرش مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، آسفالت جاده‌های درون سایت، بلوک‌های سیمانی و سطوح چمن تزئینی، هر یک جایگزین ساحل شنی رودخانه، دره‌ی صخره‌ای و خاکی شده و مسیر طبیعی رودخانه به یک کانال بتنی، تبدیل گشته است (شکل ۴).

محدود می‌گردد (Talavvory, 2004).

بنابراین شکل رودخانه از عوامل تأثیرگذار در افزایش یا کاهش سیلاب است. طرح ساماندهی و طراحی مسیر رودخانه‌ی کن در بوستان جوانمردان ایران، برای ایجاد تنوع و زیبایی بصری، دارای پیچ و خم‌هایی است که به دلیل عرض کم رودخانه و افزایش دبی آب به هنگام بارندگی‌های طولانی‌مدت، خود عامل تجمع رسوبات در محل‌های خمیدگی و نقاط تیز است و لزوم لایروبی منظم آن به خوبی مشهود می‌باشد (شکل ۶).



شکل ۶- تجمع رسوبات در محل خمیدگی رودخانه پس از سیلاب فروردین ۱۳۹۸ (نگارندگان)

۳-۵- تأثیر سطوح نفوذناپذیر بر سیل و رواناب

با توسعه‌ی عمرانی در اطراف کلانشهرها و ایجاد شهرک‌های جدید، به میزان قابل توجهی بر درصد رواناب سطحی افزوده می‌گردد؛ چراکه سطوح نفوذناپذیر و یا دارای نفوذپذیری ناچیز، افزایش می‌یابد. طرح‌های توسعه‌ی عمرانی در اطراف کلان شهرها موجب تخریب اکوسیستم طبیعی همراه با ایجاد سطوح آسفالت‌ه و فشرده می‌شود. در نتیجه میزان رواناب سطحی ۵/۶ برابر افزایش یافته و با استمرار توسعه‌ی شهری، علاوه بر افزایش میزان دبی حداکثر سیلاب و زمان وقوع آن، معمولاً زمان تأخیر نیز کاهش می‌یابد (Dastorani, Talebi, & Dehghani, 2009) به‌طور کلی توسعه‌ی شهرنشینی و گسترش مراکز مسکونی و صنعتی، موجب

دست بردن در مسیر طبیعی مسیل‌ها و رودخانه‌ها بدون مطالعه و در نظر گرفتن پیامدهای آن، همراه با عدم رعایت حریم قانونی رود، آسیب‌های فراوانی در زمان وقوع سیلاب به‌همراه دارد. طی یک دوره‌ی خشکسالی یا کم‌آبی، به‌دلیل عبور آب با دبی کم، ساخت‌وسازهایی در حریم بستر آنها شکل گرفته؛ سپس در دوره‌های پرآبی مسیل فعال شده و با تخریب موانع سر راه خود، آسیب‌های مالی و جانی فراوانی برجای گذاشته است (Ranjbar, 2009).

بر این اساس، ساماندهی رود کن در بوستان جوانمردان ایران بدون در نظر گرفتن حریم قانونی رودخانه و دوره‌های بازگشت چندساله سیلاب انجام گرفته است. طراحی پیاده‌راه سنگ‌فرش شده در مجاورت بستر کانالیزه شده‌ی رودخانه و استقرار برخی کاربری‌ها در محدوده‌ی طغیان سیلاب‌های تاریخی، نمایانگر عدم تأمین ایمنی در برابر خطر سیلاب می‌باشد که از اولویت‌های اصلی و عمده‌ی ساماندهی رودخانه‌ها عنوان شده است (شکل ۵).

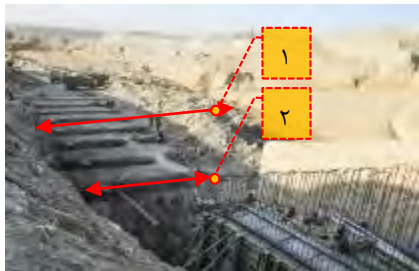


شکل ۵- عدم رعایت حریم رود کن در بوستان جوانمردان ایران: (۱) پیاده‌راه مجاور رود (۲) مبلمان و استقرار کاربری‌های مختلف در حریم رودخانه (نگارندگان)

۲-۵- اصلاح مسیر و مقطع رودخانه

از بهترین اقدام‌ها در زمینه‌ی اصلاح مسیر و مقاطع رودخانه‌ها، حذف و بردن پیچ و خم‌های نامطلوب مسیل‌ها، احداث میان‌بر، تعریض و تعمیق مقطع عبور جریان سیلابی، لایروبی و برداشت مواد حمل شده ناشی از فرسایش توسط رودخانه از بستر آن می‌باشد (Mokhtari, 2009). این اصلاحات شامل تغییرات عرض، عمق، شیب، مقاومت جریان و جریان راستای رودخانه است، بطوریکه با حذف پیچ‌های تند، تعدیل انحنای و رفع غیریکنواختی مقاطع متوالی رودخانه، علاوه بر حفظ شرایط هندسی و هیدرولیکی و ظرفیت انتقال جریان حداکثر طراحی، خطوط جریان به موازات کناره‌های رودخانه تنظیم و

ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری رودرده‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه‌ی راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها
(نمونه موردی: رودرده‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)



شکل ۸- کاهش عرض بستر رودخانه طی عملیات ساماندهی: (۱) عرض رودخانه پیش از ساماندهی، (۲) عرض رودخانه در حین عملیات ساماندهی (Esmaili, 2016)

۴-۵- اهمیت سیستم زهکشی

کنترل سیلاب رواناب شامل زهکشی برای آب‌های سطحی و زیرسطحی، بند و کانال‌هایی تعبیه شده در طول شیب است تا رواناب را با زبری ایجاد شده بر روی سطح تعلیق منحرف کند و بدین ترتیب از حجم آن بکاهد. از جمله اقدامات لازم در این خصوص، ذخیره‌ی آب در مخازن زیرزمینی و استفاده‌ی مجدد آنها در آبیاری و یا هدایت آنها به مسیل دیگری است (Laghaii, Karbasi, & Mirzaii, 2009). در حال حاضر نه تنها آب‌های سطحی بوستان توسط زهکش‌ها به رودخانه هدایت می‌گردد، بلکه سیستم آبیاری فضاهای سبز آن به گونه‌ای است که آب‌های اضافی از طریق سیستم زهکشی به سمت پیاده‌روهای دو طرف رودخانه هدایت و از آنجا از طریق جوی‌های باریک مجاور راهی رودخانه می‌گردد (شکل ۹). مسئله‌ی نگران‌کننده، عدم کارایی درست سیستم زهکشی در هدایت آب‌ها است؛ چراکه به مرور زمان با جمع شدن رسوبات درون سیستم زهکشی و مسدود نمودن مسیر هدایت آب، رواناب به هنگام بارندگی و سیلاب افزایش یافته و حادثه‌آفرین می‌باشد. تعبیه‌ی مخازن ذخیره‌ی آب در سرتاسر بوستان و ذخیره‌ی آب باران و رواناب ناشی از بارندگی‌های طولانی‌مدت و نیز آب‌های سطحی، علاوه بر اینکه می‌تواند جهت آبیاری فضاهای سبز مورد استفاده قرار گیرد، تأثیر قابل توجهی در ذخیره و انتقال آب باران می‌تواند داشته باشد.

کاهش سطوح نفوذپذیر و ظرفیت نفوذپذیری و در نهایت افزایش سرعت جریان سطحی و رواناب می‌شود. دخل و تصرف غیرمجاز در بستر و حریم رودخانه‌ها نیز با افزایش میزان زبری و ناهمواری کف و کناره‌ی رودخانه و مسیل، بر مخاطرات ناشی از سیل می‌افزاید (Maleki Nejad & Ekrami, 2000).

از کل ۶۶ هکتار وسعت بوستان جوانمردان ایران، تنها ۲۰ هکتار آن به فضاهای سبز اختصاص یافته و باقی فضاهای مربوط به کاربری‌های متنوع و گوناگون است (District 22 of Tehran Municipality, 2019). که اغلب دارای کفسازی‌هایی با مصالح نفوذناپذیر می‌باشد. با توجه به سیل‌خیز بودن رود کن، لزوم توجه و حفاظت از سطوح نفوذپذیر در ساماندهی این رودرده از اهمیت بسزایی برخوردار است تا با جذب آب‌های سطحی و کاهش سرعت جریان آب، مانع از افزایش رواناب گردد. علی‌رغم وجود راهکارهای متنوع طراحی منظر در طراحی کف‌های نفوذپذیر، عملیات طراحی و اجرای بوستان جوانمردان ایران با کفسازی‌ها و آسفالت جاده‌ها، سطوح نفوذناپذیر قابل توجهی را ایجاد کرده است (شکل ۷).



شکل ۷- تخریب ساحل شنی و تبدیل سطوح نفوذپذیر رود

کن به سطوح نفوذناپذیر در بوستان جوانمردان ایران
(District 22 of Tehran Municipality, 2019)

در عملیات احیا و ساماندهی این بوستان، کاهش عرض و ارتفاع رودخانه، تبدیل آن به کانال بتنی و کفسازی بستر با مصالح نفوذناپذیر، موجب عدم جذب آب در بستر رودخانه و افزایش دبی آب آن هنگام سیلاب می‌شود (شکل ۸).



شکل ۱۰- چمن‌ها و سطوح نفوذپذیر در سطحی پایین‌تر از سطوح غیرقابل نفوذ، عامل مهمی در کنترل سیلاب‌های شهری (Davis, James H, Jamil, & Kim, 2012)



شکل ۱۱- عدم هدایت آب‌های سطحی به فضاهای سبز: (۱) جداسازی فضاهای سبز بوستان جوانمردان ایران از سطح پیاده‌روها با استفاده از جداول و دیواره‌ها (نگارندگان)

۵-۶- فضای سبز و تأخیر و کاهش سرعت آب راهکارهای متنوعی برای شکستن شیب و حفاظت خاک وجود دارد که علاوه بر ایجاد منظر و چشم‌اندازی زیبا، امکان ذخیره‌سازی و قدرت جذب آب در مناطق شیب‌دار را افزایش می‌دهد. فضاهای سبز بوستان جوانمردان ایران در بسیاری از نقاط به صورت سطوح گسترده‌ی یک‌دست شیب‌دار اجرا شده است. از اینرو هنگام بارش باران‌های تند و شدید، آب فرصت کافی برای جذب و پخش شدن در فضاهای سبز کاشته شده در شیب را نداشته، به سمت پایین این فضاها جاری شده و



شکل ۹- سیستم زهکشی و هدایت آب: (۱) تخلیه و هدایت آب‌های سطحی بوستان از طریق سیستم زهکشی به رودخانه‌ی کن (۲) جمع‌آوری و هدایت آب پیاده‌رو از طریق جوی (۳) هدایت آب اضافی باغچه‌ها و سطوح بالاتر به پیاده‌روی جنب رود (نگارندگان)

۵-۵- تأثیر قرارگیری فضای سبز در سطوحی

پایین‌تر از سطوح نفوذناپذیر در کنترل سیلاب از جمله راهکارهای کنترل سیلاب، ساخت و احداث فضاهای سبز در سطوحی پایین‌تر از سطح خیابان‌ها و پیاده‌روها می‌باشد (شکل ۱۰)، (Shiravi, 2010).

کف‌سازی‌ها و فضاهای سبز بوستان جوانمردان ایران در اغلب موارد، با استفاده از دیوارک یا جدول‌سازی در لبه‌ها از سطح پیاده‌روها و خیابان‌ها جدا شده و مانع از هدایت آب به درون فضاهای سبز و ذخیره‌ی آن شده است. در نتیجه این امر موجب افزایش رواناب به هنگام بارندگی‌های شدید یا طولانی‌مدت می‌گردد (شکل ۱۱).

ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری رودرده‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه‌ی راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها (نمونه موردی: رودرده‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)

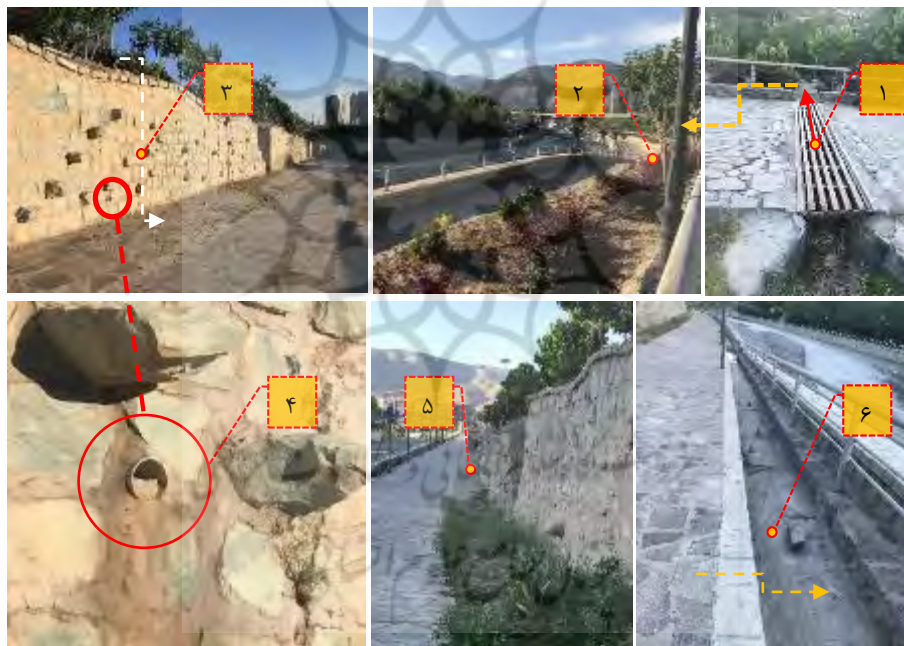
۷-۵- آب‌های سطحی عامل فرسایش خاک

در برخی از مناطق بوستان، نحوه‌ی هدایت آب‌های سطحی به گونه‌ای است که آب‌های جمع شده در جوی‌ها به سمت فضای سبز سطوح پایین و در نهایت پیاده‌روی مجاور رودخانه هدایت می‌شود. این آب‌ها پس از شست‌وشوی خاک بدون پوشش گلکاری‌های واقع در لبه‌ها، علاوه بر اینکه سطح درونی لوله‌های زهکشی را پر از گل و لای می‌کند، رسوبات را به پیاده‌روی کنار رودخانه و سپس از طریق جوی‌ها به درون رودخانه منتقل می‌نماید. بدین ترتیب عملکرد زهکشی در هدایت آب‌های سطحی و رواناب‌ها دچار اختلال شده و جوی‌های مجاور رود نیز به عاملی جهت انتقال رسوبات تبدیل می‌شوند (شکل ۱۳).

پس از سرریز شدن در پیاده‌راه‌ها و جاده‌ها و کف‌های غیرقابل نفوذ آنها، موجب افزایش رواناب این سطوح می‌گردد و بر شدت جریان سیلاب می‌افزاید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- فضاهای سبز شیب‌دار بوستان، بدون در نظر گرفتن تمهیداتی در راستای تأخیر و کاهش سرعت آب‌های سطحی و رواناب به هنگام سیلاب (نگارندگان)



شکل ۱۳- عدم رعایت اصول و معیارهای صحیح هدایت آب‌های سطحی و رواناب: (۱) مسیر هدایت آب از پیاده‌روی سطوح فوقانی به سمت باغچه‌های گلکاری شده لبه‌ی پیاده‌روی سطوح پایین‌تر (۲) باغچه‌های گلکاری شده در خاک بدون پوشش (۳) فرسایش و ریزش خاک بر روی پیاده‌رو (نگارندگان).

افقی کمتر است و مقدار سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی با افزایش شیب، کاهش می‌یابد. دو علت برای این پدیده ذکر می‌شود: الف- عامل آن می‌تواند اختلاف نحوه‌ی آرایش ذرات خاک زمین، در دو حالت شیب‌دار و افقی باشد؛ با افزایش

۸-۵- تأثیر شیب زمین بر میزان نفوذ آب

نتایج آزمایشات نفوذ در منطقه‌ای با بافت خاک لومی، در دو حالت اشباع و غیراشباع نشان می‌دهد که سرعت نفوذ پس از رسیدن به حالت ماندگار، در اراضی شیب‌دار نسبت به اراضی

فرسایش خاک، کنترل جریان‌های سطحی در اراضی شیبدار و جلوگیری از بالا رفتن سرعت رواناب، افزایش رطوبت خاک و تعدیل شیب‌های طولانی و تبدیل آن به شیب‌های کوتاه می‌باشد (Ranjbar, 2009). در حال حاضر شیب محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران به طور متوسط از ۴/۴٪ تا ۱۶/۱٪ متغیر است که در مقایسه با شیب ۱ درصد، از قدرت جذب آب کمتری برخوردار است (شکل ۱۴). این عامل به همراه وسعت سطوح غیرقابل نفوذ در کفسازی‌های بوستان، موجب هدایت میزان زیادی از رواناب‌ها به سمت رود شده، میزان حجم آب آن را، به هنگام وقوع سیلاب افزایش می‌دهد. بنابراین لزوم ذخیره و یا هدایت آب‌های سطحی از مهم‌ترین اصول و معیارهای طراحی بوستان‌ها در راستای ساماندهی رودخانه‌ها است.

شیب زمین مقدار تخلخل کل، درشت و متوسط ذرات خاک کاهش و تخلخل ریز افزایش می‌یابد. حجم آب نفوذیافته از تخلخل درشت، بیش از تخلخل متوسط و تخلخل ریز می‌باشد. ب- نیروی وزن، ممکن است موجب کاهش مقدار تخلخل کل و درشت در اراضی شیبدار در مقایسه با اراضی افقی گردد. در واقع این مؤلفه باعث متراکم‌تر شدن ذرات و کاهش فضای خالی بین آنها (تخلخل کل) می‌شود (Raouf, Sadraddini, Nazemi, & Maroofi, 2011).

بنابراین با افزایش شیب زمین، سرعت حرکت آب‌های ناشی از بارندگی افزایش و قدرت جذب آن توسط خاک و سطح زمین کاهش می‌یابد. یکی از مهم‌ترین راه‌حل‌ها، ایجاد تراس‌بندی است. تراس در حفاظت خاک به عملیاتی گفته می‌شود که در آن درجه‌ی شیب تغییر کرده و زمین حالت پلکانی پیدا می‌کند. هدف از این اقدام علاوه بر جلوگیری از



شکل ۱۴- شیب چهار مقطع مختلف از زمین بوستان جوانمردان ایران (Google Earth, 2019)

ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری رودرره‌های شهر تهران در مقابل سیلاب و ارائه‌ی راهکارهای معمارانه در احیا و ساماندهی آنها
(نمونه موردی: رودرره‌ی کن در محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران)

۹-۵- کاشت درختان و گیاهان

پوشش گیاهی به‌عنوان عاملی مهم در کنترل و کاهش سیلاب از اهمیت بسزایی برخوردار است. انرژی جنبشی قابل‌توجه قطرات باران به‌هنگام بارندگی، با فرود آمدن بر سطح برگ‌ها و اندام فوقانی گیاهان و درختان، آزاد می‌گردد. بنابراین نمی‌تواند با ضربه به خاک، باعث فرسایش آن شود. علاوه بر آن، مقدار زیادی از آب باران بر روی سطوح برگ‌ها و ساقه‌ها فرود می‌آید و به تدریج از تنه‌ی گیاه به سطح خاک می‌رسد. همچنین بخشی از آب نازل‌شده، تبخیر شده و به اتمسفر باز می‌گردد. بدین ترتیب، پوشش گیاهی نقش مؤثری در کاهش فرسایش خاک و وقوع سیلاب ایفا می‌نماید (Asghari Moghadam, 1999).

درختکاری‌های بوستان جوانمردان ایران نقش مؤثری در کنترل سیلاب دارند. بدیهی است هرچه تعداد درختان و درختچه‌های کاشته شده در این بوستان افزایش یابد، تأثیر بسزایی در کاهش میزان رواناب در هنگام بارندگی با افزایش زمان تأخیر در جاری شدن آب‌های ناشی از بارندگی بر روی سطح بوستان خواهد داشت (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- درختکاری انبوه و جنگل‌سازی، راهکاری مؤثر در کنترل سیلاب در بوستان جوانمردان ایران (نگارندگان)

۶- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی آمارها نشان می‌دهد که خسارات سیلاب در پنج دهه‌ی اخیر بیش از نیمی از کل خسارات ناشی از بلایای طبیعی در دنیا را به خود اختصاص داده است. کشور ایران و شهر تهران نیز در معرض این خطر قرار دارد. نکته‌ی حائز اهمیت آنکه در سال‌های کم‌آبی و خشکسالی نیز این رخداد متوقف نشده و بسیاری از آنها براساس سوءتدبیر راه‌حل‌های طراحی مناسب، باعث تشدید خسارات شده‌اند.

پژوهش حاضر به بررسی و ارائه‌ی راه‌حل‌های پیشنهادی معمارانه در مقابل سیلاب می‌پردازد. در این راستا ابتدا به مطالعه‌ی پژوهش‌های پیشین پرداخته شده و در بخش بعدی محدوده‌ی بوستان جوانمردان ایران، در حریم رودخانه‌ی کن به عنوان نمونه‌ی مورد پژوهش معرفی شده است. در ادامه با تطبیق مطالعات انجام گرفته و استانداردها با داده‌های حاصل از مشاهدات میدانی، به سؤالات سه‌گانه‌ی پژوهش پاسخ داده شد:

پرسش اول: عوامل معمارانه‌ی آسیب‌پذیری بوستان، پس از احیا و ساماندهی به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- ۱) عدم رعایت حد بستر و حریم رودخانه و در نظر گرفتن دوره‌های بازگشت چندساله‌ی سیلاب
- ۲) ایجاد پیچ و خم‌هایی برای تنوع بصری در مسیر رودخانه، عاملی در جهت افزایش تجمع رسوبات و دبی آب به هنگام سیلاب
- ۳) افزایش پوشش‌ها و سطوح نفوذناپذیر در سطح بوستان و کاهش تمهیدات تأخیری رواناب‌ها
- ۴) تخریب ساحل شنی و کاهش عرض و ارتفاع رودخانه و تبدیل آن به کانال بتنی نفوذناپذیر
- ۵) عدم تعبیه‌ی مخازن ذخیره‌ی آب‌های سطحی و باران و یا هدایت آن توسط سیستم‌های زهکشی مناسب، جهت استفاده‌ی مجدد برای آبیاری
- ۶) جداسازی سطح فضاهای سبز توسط جداول از سطح نفوذناپذیر پیاده‌روها و جاده‌ها و عدم امکان هدایت مناسب آب‌های سطحی از این سطوح به فضاهای سبز هنگام بارندگی و سیلاب
- ۷) طراحی فضاهای سبز شیب‌دار گسترده، بدون ایجاد تمهیدات خلاقانه جهت تأخیر در سرعت و یا ذخیره‌ی آب‌های ناشی از بارندگی و رواناب
- ۸) وجود سطوح بدون پوشش گیاهی متراکم در برخی از نقاط بوستان و در نتیجه شسته شدن خاک و ایجاد گل و لای و رسوبات و منتقل شدن آنها به رودخانه توسط شبکه‌های زهکشی
- ۹) تعبیه‌ی مبلمان‌هایی چون وسایل بازی، تابلوهای تبلیغاتی و آلاچیق و یا مکان‌هایی چون ایستگاه دوچرخه و نظایر آن در مجاورت رودخانه
- ۱۰) هدایت آب‌های سطحی از طریق سیستم زهکشی

- به رودخانه
- پرسش دوم:** تمهیدات و راهکارهای معمارانه‌ی بکار گرفته شده در جهت کاهش و کنترل سیلاب پس از احیا و ساماندهی بوستان:
- (۱) پوشش گیاهی و درختکاری‌های وسیع سطح بوستان، عاملی مؤثر در تأخیر سیلاب
- (۲) وجود فضاهای تفریحی و بازی طراحی شده در سطوحی پایین‌تر نسبت به فضاها، و امکان بالقوه‌ی تبدیل شدن آنها به حوضچه‌های جمع-آوری و ذخیره‌ی آب به هنگام بارندگی و وقوع سیلاب و رهاسازی و تخلیه‌ی آب پس از آن
- پرسش سوم:** مطالعه‌ی تجارب سایر کشورها حاکی از آن است که تدابیر و تمهیدات معمارانه، علاوه بر تأثیر قابل توجه در کنترل و کاهش سیلاب، مزایایی همچون تأمین آب، بهبود شرایط خاک و نیز کشت و کار را به همراه خود دارد. تدابیر بکار رفته در کشورهای با خطر بالا در مواجهه با سیل، گویای آن است که راهکارهای همسازی با شرایط اقلیمی و آب‌وهوایی در برابر «مقابله» با این بحران به صورت دستورالعمل‌هایی همه‌گیر پیش و پس از وقوع آن، در آمده است. در حوزه‌ی معماری، پیشگیری‌ها به صورت سازه‌ای، در مقیاس گسترده و یا متمرکز، و همچنین غیرسازه‌ای می‌باشد. افزایش پوشش گیاهی به‌عنوان یک پیشگیری گسترده، یکی از راه‌حل‌های طبیعی است که علاوه بر تأثیر بر سلامت هوا و پدید آمدن مناظر زیبای طبیعی، نقش مهمی در جلوگیری از ایجاد سیلاب و یا پیشروی آب رودخانه‌ها دارد. ساخت سدها و دایک‌ها، مخازن و یا کانال‌های انحرافی نیز از دیگر تدابیر و تمهیدات معمارانه می‌باشد. از طرف دیگر معماری نقش مهمی در حوزه‌های غیرسازه‌ای، با در نظر گرفتن تدابیری مانند ایجاد بسترهایی برای آگاهی‌رسانی مردم و مکانیابی مناسب نصب سیستم‌های اعلان هشدار، سیستم‌های دفاعی و یا بورد‌های فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی دارد. با توجه به آنچه گفته شد، راهکارهای معمارانه‌ی زیر پیشنهاد می‌شود. گفتنی است که برخی از موارد بیان شده در بخش پیشین، زیرساختی بوده و باید در هنگام طراحی در نظر گرفته می‌شد، به همین دلیل رعایت موارد زیر برای جبران آنها ضروری به نظر می‌رسد:
- کاربری‌های موجود در حریم رودخانه برچیده شده و به ارتفاعات بالاتر منتقل شوند.
 - سطوح نفوذناپذیر کاهش یابد.
 - شیب دره‌ی پیرامون، با طراحی‌های خلاقانه و ایجاد تنوع در پوشش سطوح آن در نقاط مختلف، مانع از افزایش سرعت آب، امکان تأخیر رواناب و نیز ذخیره و جمع‌آوری آن گردد.
 - برنامه‌ریزی صحیح و منظمی برای مدیریت زهکشی‌ها و لایروبی صورت گیرد.
 - حوضچه‌ای با کفسازی نفوذپذیر برای ذخیره‌ی آب طراحی شود و اقداماتی جهت کاهش دبی جریان آب، همچون احداث مخزن و کانال انحرافی صورت گیرد.
 - i تنوع درختان و گیاهان بیشتر شود و فضای سبز از چمن‌کاری یکدست تغییر یابد.
 - جهت کاهش دبی جریان آب هنگام بارندگی‌های طولانی‌مدت و شدید، بهتر است زهکشی درون بوستان و مناطق اطراف به قسمت‌های دیگری هدایت شود و یا پیش از ریختن در رود، در منبعی نفوذپذیر جمع‌آوری شده و یا به فضای سبز بریزد.
 - اماکن مربوط به اقامت موقت و تفریح بازدیدکنندگان به بالای شیب‌دره و در زون‌های دیگری سازماندهی شوند و از برپایی چادر و یا استقرار در حریم رودخانه جلوگیری شود.
 - e سطوح با عمق‌های متفاوت به جای یک صفحه‌ی صاف برای ذخیره‌سازی آب به کار گرفته شود. چمن‌ها و سطوح نفوذپذیر در سطحی پایین‌تر از سطوح غیرقابل نفوذ قرار گیرند، تا به عامل مهمی در کنترل سیلاب مبدل گردند.
 - علائم هشدار و آگاهی‌رسانی در سطح پارک و مناطق پر رفت و آمد نصب شود.
- از آنجایی که ممکن است عوامل ذکر شده در بسیاری از شرایط مشابه نیز رعایت نشده باشند، این پژوهش دسته‌بندی مناسبی را در اختیار طراحان و پژوهشگران قرار می‌دهد. همچنین می‌توان نکات گفته شده را همچون راهنمایی برای طراحی‌های احیایی و ساماندهی‌های آینده در نظر گرفت.

- Ahmad Abadi, A., & Sedighi Far, Z. (2018). Prediction of Climate Change Induced Hydrogeomorphology by using SDSM in CAN Watershed . *researches in Geographical Sciences*, 103-114. Retrieved from <http://jgs.khu.ac.ir/article-1-2697-fa.html>
- Alehashemi, A., & Shahsavargar, M. (2013, Autumn). Artificial Nature, Evaluation Design Approach in Nahjolbalaghe and Javanmardan Park. *MANZAR*, 44-47. Retrieved from http://www.manzar-sj.com/article_4072.html
- Alehashemi, A., Bagheri, Y., & Akhavan, E. (2015, Summer). Imposed or Natural Identity? Javanmardan Park, Landscaping in Kan Valley. *MANZAR*, 94-101. Retrieved from http://www.manzar-sj.com/article_12775.html
- Asghari Moghadam, M. R. (1999). *Goghrafiay e Tabieey e Shahr «Hydrology and Seyl khizi e Shahr»*. Tehran: Masa.
- Ataifar, H. (2001). Modiriyat-e Jame_e Kontorol-e Seyl Dar Keshvr-e Japon. *02nd National Conference on Hydropower*, (pp. 1-9). Thehran.
- Atek Consulting Engineers .(2011). *Javanmardan park progress report* .Thehran: Municipality of the 22nd district.
- Bozorgi, A., & Pour Jafar, M. R. (2004). Tahlili Piramoon-e Barnamerizi va Tarrahi-e Ecoparkhay-e Rood Kenari. *HONAR-HA-YE-ZIBA*, 47-58. Retrieved from https://journals.ut.ac.ir/article_10702.html
- Bozorgi, A., & Pour Jafar, M. R. (2005). Ravand-e Barnamerizi dar Jahat-e Ehiay-e Rood Darrehay-e Shahr-e Tehran: Mored-e Motalee rood Darrey-e Kan. *Geographical Researches Quarterly Journal*, 53-77. Retrieved from <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=29244>.
- Daneshpour, A., & Parevar, P. (2013). Improving the Ecological and Aesthetic Functions of Urban River Valley Landscapes by Application of Analytical Hierarchy Process (Case Study: Kaan River Valley Tehran- Iran). *ENVIRONMENTAL RESEARCHES*, 105-116. Retrieved from http://www.iraneiap.ir/article_13129.html
- Dastorani, M. T., Talebi, A., & Deghani, H. (2009). Urbanized watershed management and its role on sustainability and integration of urban development. *Watershed and management of water and soil resources*, (pp. 34-42). Kerman. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-WATERSHED07-WATERSHED07_094.html
- Davis, A., James H, J., Jamil, E., & Kim, H. (2012). Hydraulic performance of grass swales for managing highway. *Water Research*, 4(6), 6775-6786. doi:10.1016/j.watres.2011.10.017
- District 22 of Tehran Municipality. (2019). *Gozaresh-e Tasviri az Pishraft-e Projhey-e Kan*. Retrieved from District 22 of Tehran Municipality: <http://region22.tehran.ir/Default.aspx?tabid=110>.
- Esmaili, M. (2016). *Samandehi va Ehyai-e Rodkhanehay-e Shahr-e Tehran*. Retrieved from Deputy of Technical & Development Affairs: <http://omrani.tehran.ir/Default.aspx?tabid=437>.
- Farzad Behtash, M., Agha Babaii, M., & Mohammad Amini, M. (2000). Barrasi-e Vazeeyat-e Rood Darrey-e Farahzad (Ghabl va Bad az Samandehi). *Danesh e Shahr*, 5-39. Retrieved from https://rpc.tehran.ir/Portals/0/Users/062/62/62/danesh_shahr_15.pdf.
- Ghaffari, G., Ahmadi, H., Bahmani, O., & Nazari Saman, A. (2017). Technical assessment of watershed operating steps in sologan aquifers basin. *Journal of Range And Watershed Management*, 70(1), 169-180. doi:10.22059/JRWM.2017.61974.
- GhahroudiTali, M., Sarvati, M. R., Sarrafi, M., Pourmoosavi, M. & Derafshi, K. (2012). Flood vulnerability assessment in Tehran city. *Quarterly Scintific Journal of Rescue and Relief*, 4(3), 79-92. Retrieved from <http://jorar.ir/article-1-132-fa.html>.
- GhorbaniTali, M. (2011). Arzyabi-e Mogheiat-e Makani-e Shabakey-e Masilhay-e Tehran. *Fasnamey e Joghrafiay e Tabieey e Lar*, 4(13), 59-70. Retrieved from <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=150332>.
- Google Earth. (2019). Reteieved from: <https://www.google.com/earth/>.
- Jalali, S. M., Emami, M., Najafi, M., Gharib-Bolok, F., Mohammadi, H & .Ramezanzadeh, A .(2015). Underground Coal Gasification as a Strategy to Improve Energy Economy of Iran *Iranian*

- Energy Economic*. 13 (4), 63-88. Retrieved from: http://jjee.atu.ac.ir/article_852_202.html.
- Investigation of Architectural and Urban Requirements to Reduce Flood Risk in Netherlands and USA. zeynodini, M & Kazemi, R. *13th Comprehensive Conference on Disaster Management*. Tehran. (ص. ۱-۱۵).
- Laghaii, H., Karbasi, A., & Mirzaii, F. (2009). *Recreational Site Design in Urban River Bank*. Tehran: Markaz Motaleat va Barnamerizi Shahr e Tehran.
- Majidi Heravi, A., Ghahroudi Tali, m., Hekmat Nia, H., Farhoodi, R., javari, M., & . (2015). Asibpaziri Nashi az Seylab e Shahri dar Shomal e Gharbe Tehran (Hozahey e Farahzad ta Kan). *Geography*, 13(46), 181-201. Retrieved from <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=254619>
- Maleki Nejad, H., & Ekrami, M. (2000). Barrasi-e Janbehay-e Mokhtalef-e Hidrolojy-e Shahri va Gheir-e Shahri. *konfrans-e Melli-e Modiriat-e Seylabhay-e Shahri*. Tehran. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-USWM01-USWM01_050.html
- Moghimi, E & Saffari, A. (2010). Geomorphologic Assessment of Urban Development in the Territory surface of Drainage Basins Case Study: Tehran Metropolis. *MJSP*. 1 (14). Retrieved from: <http://journals.modares.ac.ir/article-21-1594-fa.html>.
- Mokhtari, S. (2009). The Methods of Flood Control. *Husing and Rural Environment*. 126 (28), 72-89. Retrieved from: <http://jhre.ir/article-1-70-fa.html>.
- Motevalliyani, M., & Shahedi, K. (2014). Urban runoff management and collecting methods. *1th Conference on Role of Urban Planninig & Design on Urban Flood*, (pp. 1-21). Amol, Mazandaran.
- Muneerodeen, A. (2017). *Urban and Landscape Design Strategies for Flood Resilience in CHENNAI City*. Qatar: Qatar University.
- Paolo, P & Di Baldassarre, G. (2015). *Hydro-Meteorological Hazards, Risks, and Disasters*. Oxford: Elsevire.
- Ranjbar, M. (2009). *Abkhizdari (Baray-e Daneshjoyan-e joghrafiya)*. Tehran: Ayiizh.
- Raof, M., Sadraddini, S. A., Nazemi, A. H., & Maroofi, S. (2011). Effect of Land Slope on Infiltration and Some Physical Properties of Soil. *Water and Soil Science*, 21(1), 57-68. Retrieved from https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_1245.html.
- razmjoei, N., mahdavi, M., afkhami, H., mohseni saravi, M., motamed vaziri, B., & . (2017). Impact of Urbanization Development on Increase in Peak Flow Discharges and Flood Damages in the Last Half Century Using RS and GIS (Case Study: Tehran Region 22). *Journal of GEOGRAPHIC SPACE*, 17(57), 235-253. Retrieved from <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-412-en.html>.
- Saberi, A. (2011). *Flood and Urban Planning in Tehran*. kerman: Raviyeh Pablisher.
- Safayi, E. (2019). *Boostan-e Javanmardan Kamelan Takhlie Shod*. Retrieved from MOJNEWS.com: <https://www.mojnews.com/fa/tiny/news-271084>.
- Sazman-e Joghrafiyaiy-e Nirohay-e Mosallah. (2003). *The gazetteer of rivers in the I.R.of Iran*. Tehran: Sazman-e Joghrafiyaiy-e Nirohay-e Mosallah.
- Sazman-e Modiriat va Barnamerizi-e Keshvar. (2005). *Guideline of Flood plain Zoning & Determination of Flood Way and Flood Fringe*. Tehran: Sazman-e Modiriat va Barnamerizi-e Keshvar.
- Shiravi, S. (2010). Va Gonjayesh-e Sistemhay-e Modiryat-e Paydar-e Seylab dar SHahrhay-e Faghede Aan va WSUD. *Avvalin Confranse Melli-e Modiriyat-e Seylabhay-e Shahri*. Tehran. Retrieved from https://www.civilica.com/Paper-USWM01-USWM01_003.html
- Talavvory, A. (2004). *Fandamentals of River Training and Engineering*. Tehran: Abkhiz.
- Teheran Municipality. (2019). *Tahdid-paziri-e Tabiee*. Retrieved from: ATLAS OF TEHRAN METROPOLIS: <http://atlas.tehran.ir/Default.aspx?tabid=337>.