نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی ● دوره ۲۵ ● شماره ۴ ● زمستان ۱۳۹۹

تحلیلی بر قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور و تدوین چارچوب کاربست آن*

غزاله سادات قریشی[۱]، حمیدرضا پارسی[۲]، فرشاد نوریان[۳]**

دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
دانشیار طراحی شهری، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
دانشیار مدیریت شهری، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۳۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۹/۲۵)

چکیده

با گذشت چهارنسل تحول نظری و تجربی شهر هوشمند، انتظار بر این بود که با اتکا بر تکنولوژی‌هایی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رایانش ابری و نظایر آن، این نظریه راه‌کار مواجهه با مسأله و حل پیچیدگی‌های برنامه‌ریزی تاب‌آوری باشد. لکن پژوهش‌های بی‌شمار اخیر، مبین خلاف آن است. ریشه مسأله نه در کاربست تکنولوژی بلکه در تلفیق نظری شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری است. چگونگی دستیابی به فرمول‌بندی مناسب برای گونه‌شناسی رویکردهای قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور(با ترکیب مناسب ابعاد رویه ای و محتوایی) و پیشنهاد برای نحوه تلفیق، سوال این پژوهش است. لذا، هدف پژوهش حاضر، تبیین قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور بین دو نظریه شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری است که با روش تحلیل محتوای سیستماتیک کمی وکیفی ۴۲ سند از اسناد پژوهشی منتشره بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰ و با استفاده از نرم‌افزار *MAXQDA20* انجام گرفته است. مطالعات نشان داد که سه گونه اصلی مطالعه تبیینی شهر هوشمند تاب‌آور وجود دارد که از حیث پیوند شناختی، ارتباط عناصر، ابعاد و مؤلفه‌های دو نظریه کم‌تر کار شده و جامعیت تلفیقی یک نظریه واحد زیر سوال است. لذا سعی گردید پیشنهاد روشنی برای تلفیق جامعی از دو نظریه برای تعیین چارچوب نظری در تدوین سازوکار یک شهر هوشمند تاب‌آور تدوین و مستدل گردد.

واژه‌های کلیدی

شهر هوشمند تاب‌آور، شهر هوشمند، تاب‌آوری شهری، تحلیل محتوای سیستماتیک.

* مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول، با عنوان«گونه‌شناسی برنامه‌ریزی شهر هوشمند به منظور ارتقا تاب‌آوری شهری» می‌باشد که با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم دردانشکده شهرسازی پردیس هنرهای زیبا دانشگاه تهران در حال انجام است.

** نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۹۴۹۵۴۶۱۳، نمابر: ۶۶۴۱۵۲۸۲-۰۲۱، E-mail: hparsi@ut.ac.ir.

مقدمه

توسعه تمدن بشری و مدنیت شهری در برابر نیروهایی متنوع قرار دارد که می‌توانند آن را به بحران جدی بکشانند. ایمنی و تاب‌آوری شهرها در برابر بحران‌های طبیعی، اجتماعی و اقتصادی و کالبدی اهمیت جدی پیدا کرده و علی‌رغم هشدار باش‌های فراوان، همچنان سطح و میزان آسیب‌پذیری در زمان بروز بحران در مناطق مختلف شهری بالاست. این موضوع گویای مضامین مهمی از جمله عدم شایستگی برنامه‌ریزی برای هدایت شهر در زمان پیش، پس و وقوع بحران است. چندین دهه است که ظهور تکنولوژی‌های جدید و نفوذ هر چه بیشتر آن در فرآیندهای حل مسائل شهری، به شکل‌گیری رویکردهای شهرسازی جدیدی نظیر شهر هوشمند [1] انجامیده که گمان می‌رود از طریق راه‌کارهای مبتنی بر تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات می‌تواند برنامه‌ریزی شهری را غنا ببخشد و در یافتن راه‌کار مناسب برای تعدیل مسائل شهری مؤثر افتد (Manville et al., 2016). شهر هوشمند ادعا دارد که می‌تواند در زمینه تاب‌آوری شهری نیز راه‌کارهایی جهت برنامه‌ریزی بهتر ارائه کند. پژوهشگران بسیاری با تکیه بر همین ادعا به بررسی روش‌های پیوند دو نظریه مذکور با یکدیگر تحت عنوان شهر هوشمند تاب‌آور (SRC)[2] پرداخته‌اند. از جمله مطالعات ولاسکوئز و همکارانش (V lásquez et al., 2018) که یک مدل معماری شهر هوشمند تاب‌آور ارائه کرده‌اند، یا در پژوهشی دیگر که قدیر و همکارانش (Qadir et al., 2021) نقش اینترنت 5G و پهپاد را در تسهیل خدمات‌رسانی پس از سانحه عنوان کرده‌اند. لکن پژوهش‌های متعددی که در سال‌های اخیر، حول موضوع شهرهای هوشمند تاب‌آور انجام گرفته است، گویای ناکارآمدی شهر هوشمند تاب‌آور است. ریشه‌یابی تعارض نشان از آن دارد که راه‌کار این مسأله به تنهایی نه در تکنولوژی و نظریه شهر هوشمند و نه در نظریه تاب‌آوری قرار دارد، بلکه در تلاقی نظری و روش‌مند دو موضوع باید آن را جست. لذا، سوال نظری آنست که چگونه می‌توان به ساختاربندی مناسبی از رویکردهای قلمرو نظری نظریه شهرهوشمند تاب‌آور (با ترکیب مناسب ابعاد رویه‌ای و محتوایی) آن دست یافت. بنابراین، هدف پژوهش حاضر، ابتدا تبیین جایگاه و قلمرو نظری فعلی شهر هوشمند تاب‌آور بین دو رویکرد شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری در ادبیات جهانی، سپس نمایش عدم جامعیت و پوشش موضوعی آن و کم‌توجهی به نحوه هم‌پیوندی و همبستگی نظام‌مند بین ابعاد و مؤلفه‌های رویه‌ای و محتوایی نظریه و در نهایت، ساختاربندی قلمرو نظری شهر هوشمند تاب‌آور با ترکیب مناسب از رویه و محتوای آن در جهت تدوین چارچوب کاربست موضوع است. تنها از این طریق می‌توان حیطه و رویکردهای نظری مناسب برای برنامه‌ریزی شهری حول دو نظریه هوشمندی و تاب‌آوری ارائه داد. این مطالعه با روش تحلیل محتوای سیستماتیک و انطباق رویه و محتوا بر روی ۴۲ سند از اسناد پژوهشی منتشره بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰، با دو رویکرد کدگذاری باز و استفاده از نرم‌افزار *MAXQDA20* تحلیل کمی و کیفی روی آن صورت گرفته است. با بررسی و تحلیل این پژوهش‌ها، گونه‌شناسی مطالعات شهرهای هوشمند تاب‌آور حاصل شده و ضعف مطالعات در آن آشکار شده است. در نهایت بر همین اساس چارچوب نظری برای کاربست موضوع در شهرسازی به‌دست آمده است.

۱- بنیان‌های نظری شهر هوشمند تاب آور

۱-۱. مفهوم شهر هوشمند

شهر هوشمند تعاریف متعددی دارد که توسط گروه‌های مختلف متخصصین و دولت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (مقتدری، ۱۳۹۹). در یک تعریف، شهریست که از تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات در تمامی اشکال آن از رویکرد سیستم اطلاعاتی تا استفاده هوشمند از زیرساخت تعاملی بهره می‌گیرد تا بتواند خدمات پیشرفته و مبتکرانه را برای شهروندان فراهم کند، کیفیت زندگی آنان را افزون سازد و منابع طبیعی را بصورت پایدار مدیریت کند (Ismagilova et al., 2019). چنین تعریفی یک تعریف عام از شهر هوشمند به‌شمار می‌آید. در تعریف دیگر، شهر هوشمند «شبیه به یک اکوسیستم مبتکرانه است که در آن شبکه‌ای از نهادها در بخش‌های عمومی و خصوصی وجود دارند که فعالیت‌ها و تعاملات آنان سرمنشا آغاز، ورود و اصلاح و انتشار تکنولوژی‌های جدید است» (Dameri, 2017) که در این تعریف تأکید بر نقش نهادهای اجتماعی به عنوان عوامل تغییر دهنده شهر در قالب یک سیستم اجتماعی-فنی[3] است. لوم و پریبل (Lom & Pribyl, 2020) شهر هوشمند را یک سیستم سایبر-فیزیکی[4] (CPS) متشکل از المان‌های محاسباتی و در هماهنگی با حس‌گرها تعریف می‌کنند که در آن به پایش شاخص‌های فیزیکی و فعال‌کننده‌ها[5] و تنظیم محیط فیزیکی پرداخته می‌شود، ازاین‌رو از نظر آنان شهر هوشمند بصورت یک مجموعه چندعاملی[6] متشکل از زیرسیستم‌های خودمختار و بهم مرتبط است. بر مبنای همین تنوع در تعاریف است که پوراحمد و همکارانش (۱۳۹۶) سه موضوع را در شهر هوشمند اساسی می‌دانند که شامل زیرساخت، فرآیند و چشم‌انداز است. بنابراین بر مبنای این توضیحات، می‌توان شهر هوشمند را یک سیستم اجتماعی-فنی متشکل از زیرسیستم‌های بهم مرتبط و خودمختار توصیف کرد که با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید نظیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا[7]، رایانش ابری[8]، بلاکچین[9] و نظایر آن به باز تعریف رابطه نهادهای اجتماعی در شئون مختلف زندگی شهری نظیر حکمروایی مطلوب و تفویض قدرت به شهروندان، خدمات و زیرساخت، زندگی با کیفیت، آموزش، اقتصاد پویا، پایداری و حفاظت از محیط‌زیست و تاب‌آوری در برابر مخاطرات می‌پردازد.

۱-۱-۱. فرآیند شهر هوشمند

مطالعات نشان داده است که شهر هوشمند برای پیروی از زمینه و جلوگیری از تجربه مجدد شهرهای جدید، به یک رویه هوشمندسازی تقلیل یافته است که توان اجرا در شهرهای موجود را داشته باشد. این امر متضمن یک فرآیند پنج مرحله‌ای است که شامل طراحی و برنامه‌ریزی، مدلسازی و شبیه‌سازی، اجرا، مدیریت و ارزیابی است که به شرح زیر است.

۱. طراحی و برنامه‌ریزی: منظور از طراحی و برنامه‌ریزی شهر هوشمند ایجاد ارتباط میان سه بخش تکنولوژی، سیاست و اجتماع است (Lom

& Pribyl, 2020) است. طراحی شهر هوشمند باید با توجه به زمینه کاربست و مخاطبانش بر مبنای سه بخش یاد شده چارچوب بندی شود تا، اولاً، با یک ساختار کلی امکان پیشنهاد سیاست‌های اولیه و برآورد اولیه از هزینه‌های مرتبط وجود داشته باشد، ثانیاً، با چیدمان لایه‌های فنی در زمینه اجتماع و سیاست بتوان در نهایت یک مدل مفهومی[۱۰] از ارتباطات آن ترسیم کرد (Gardner & Hespanhol, 2017) (Goh, 2015).

۲. مدلسازی و شبیه‌سازی: استنباط پژوهشگران از شهر هوشمند به عنوان یک سیستم، باعث شده تا به مدل‌سازی ساختاری برحسب مدل‌های محاسباتی (نظیر کدهای کامپیوتری یا بصری‌سازی و ساختاربندی داده‌ها) و غیرمحاسباتی نظیر مدل‌سازی‌های معنایی[۱۰] یا هر کدام از این دو مدل بر مبنای الگوهای رفتاری نظیر تئوری چند عاملی یا کنشگر-شبکه و شبیه سازی آن‌ها مبادرت ورزند (Muvuna et al., 2019) این مدل‌ها کمک می‌کنند تا پدیده‌های شهر هوشمند شبیه‌سازی شوند و تا حدی کارائی طراحی صورت گرفته پیش از اجرا و اثرات جانبی آن مشخص شود.

۳. اجرا: منظور از اجرا در شهر هوشمند ایجاد یک پلتفرم همه‌جانبه و مدیریت هوشمند تحت عنوان داشبورد، متشکل از لایه‌های متعدد اطلاعاتی، عملکردی، ارتباطی، معنایی و همکاری (Brutti et al., 2019) است که فعالیت زیرسیستم‌های شهری (جابجایی، محیط‌زیست، مردم، زندگی، حاکمیت و اقتصاد) را بهم متصل کرده و مدیریت می‌کند (Dameri, 2016). ساخت یک چنین پلتفرمی باعث می‌شود که اطلاعات مرکزیت یافته و بصورت آنی در دسترس شهروندان قرار گیرد و به آنان برای تصمیم‌گیری بهتر پیرامون زندگی روزمره کمک و کیفیت زندگی را بهبود ببخشد، همچنین با جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها به تصمیم‌سازان نیز برای تدوین سیاست‌های بهتر کمک کند (Muvuna et al., 2016).

۴. مدیریت جامع تکنولوژی: منظور از این اصطلاح توجه به همه جنبه‌های سازمان‌دهی دانش تکنولوژی، پیش‌بینی، توسعه، تجاری‌سازی و استفاده در طول چرخه حیات تکنولوژی است (Se-idenstricker & Antonio, 2018) در پژوهشی که تسلیم و همکارانش (Tasleem et al., 2019) کرده‌اند، آنان به خوبی تأثیر این موضوع را بر تمام جنبه‌های پایداری اعم از اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آشکار می‌کنند. در چنین دیدگاهی، مدیریت جامع تکنولوژی در کل چرخه حیات تکنولوژی همراه می‌شود، این موضوع خصوصا به تکنولوژی‌های شهرهای هوشمند کمک می‌کند تا علاوه بر رشد و توسعه آن در شهر از اثرات ناخواسته آن در تمامی زمینه‌های اجتماعی، زیست‌محیطی، اقتصادی و کالبدی کاسته شود. اگر چه تا کنون به این جنبه‌ها در مدیریت تکنولوژیکی شهرهای هوشمند کم‌تر توجه شده و تأکید مدیریت تکنولوژی بیشتر صرف ارائه الگوهای کنترل با استفاده از اهرم‌های مدیریتی نظیر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی بوده است (Barletta et al., 2020).

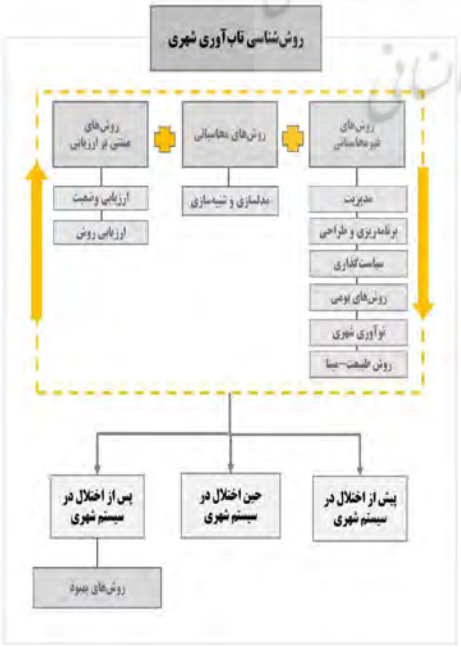
۵. ارزیابی: بازخورد از مهم‌ترین خصائص شهر هوشمند و عامل توسعه آن است. مرحله ارزیابی شامل تمامی زیرسیستم‌های آن اعم از فنی، مالی، حکمروایی، زیرساخت، شهروندان و پایداری نیز می‌شود (Noori et al., 2020). برای مثال ارزیابی سیاست‌های محلی در حوزه شهرهای هوشمند بر توسعه فرآیند هوشمندشدن شهرها اثر گذاشته و به آن کمک می‌کند (Founoun & Hayer 2018).

۱-۲. تاب‌آوری شهری و روش های آن

تاب‌آوری شهری مجموعه‌ای از انواع تاب‌آوری مهندسی (در بُعد کالبدی و زیرساختی شهر)، تاب‌آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی و اکولوژیکی در قالب اجتماعات محلی است (Liao, 2012; Ribeiro & Gonçalves, 2019) که تحت لوای آن یک سیستم انسان‌ساخت در برابر یک اختلال مقاومت کرده، عملکرد خود را استمرار بخشیده و دچار فروپاشی نمی‌شود (Caputo et al., 2015). بنابراین، تاب‌آوری نوعی واکنش سیستمی مطلوب و پایدار سیستم شهری در برابر اختلال و رخدادهای تصادفی است.

۱-۲-۱. دسته‌بندی روش‌های تاب آوری شهری

برای رسیدن به تاب‌آوری شهری سطوح و برای هر سطح روش‌های متعددی وجود دارد. مؤسساتی نظیر NIST،[۱۱] بنیاد راکفلر[۱۲] و UNISDR[۱۳] سه سطح شهری، منطقه‌ای و ملی را برای تاب‌آوری مورد ارزیابی قرار می‌دهند (Cimellaro, 2016). نمودار (۱)، دسته‌بندی مربوط به انواع روش‌های تاب‌آوری شهری را که در پژوهش‌های مرتبط منتشر شده، نشان می‌دهد. توضیحات مربوط به این روش‌ها در قالب جدول (۱) آمده است. چنان که پیشتر اشاره شد، اعتقاد بر این است که مسأله به تنهایی نه در نظریه هوشمندسازی شهری و نه در نظریه تاب‌آوری، بلکه در تلفیق نظری و روش‌مند نظریه شهر هوشمند و نظریه تاب‌آوری شهری به عنوان شهر هوشمند تاب‌آور نهفته است. لذا با توجه به سوال نظری پژوهش و هدف مقاله در تبیین جایگاه و قلمرو نظری فعلی شهر هوشمند تاب‌آور، ذیلاً به بررسی و مرور تحلیلی روش‌های تبیین جایگاه و قلمرو نظری فعلی شهر هوشمند تاب‌آور بین دو رویکرد شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری پرداخته شده است. برای این منظور، ابتدا چگونگی گزینش نمونه‌های پژوهش توضیح داده شده و سپس به تحلیل این پژوهش‌ها و حصول نتیجه پرداخته شده است.



نمودار ۱- دسته‌بندی روش‌های تاب‌آوری شهری

جدول ۱- دسته‌بندی روش‌های تاب‌آوری.

روش‌های تاب‌آوری		توضیحات	منابع
غیر محاسباتی	مدیریت در تاب‌آوری	وظیفه اصلی این نوع از روش‌ها ایجاد هماهنگی و همکاری بین اجزا و دیگر روش‌هاست.	Normandin et al., 2019; UNISDR, 2016
	برنامه‌ریزی و طراحی	هم به عنوان ابزار برای تاب‌آوری اجتماعات محلی ذیل دیگر روش‌ها نظیر روش‌های مدیریتی آمده‌اند، هم خود بصورت جداگانه به عنوان یک مجموعه از روش‌های ایجاد تاب‌آوری در منابع گوناگون ذکر شده‌اند.	Batty & Marshall, 2017; Balducci, 2020
	سیاستگذاری	استفاده از تاب‌آوری در سیاست‌ها چالش عظیمی را ایجاد کرد و بین تلاش‌های متعدد دپارتمان‌های دولت، فرآیندهای جدید و قابل انطباقی را جا انداخت که با شرایط تغییر می‌کند و با توجه به سنجش‌های انجام شده و آینده‌نگری تخصیص منابع انجام می‌دهد.	Coaffee et al., 2018; Heurkens et al., 2018
	بومی	نوعی تاب‌آوری در برابر پدیده‌های زیست‌محیطی در اجتماعات سنتی وجود داشته که مبتنی بر دانش تجربی بوده است.	Choudhary, 2016;
	طبیعت-مبنا	مجموعه‌ای از راه‌کارهای کاهش ریسک فاجعه و انطباق با تغییرات آب و هوایی است که به عنوان بدیل یا مکمل برای زیرساخت‌های خاکستری[۱۴] استفاده می‌شود.	Wamsler et al., 2017;
	نوآوری	نوآوری در واقع مجموعه‌ای از راه‌های بدیع انجام امور یا چگونگی مفید واقع شدن چیزهای جدید و اشاره به تغییرات فزاینده یا اساسی در ایده‌ها، اقدامات و محصولات است که شامل راه‌های نو در سازمان‌دهی جامعه، تغییر قوانین و نهادهای آن نیز است.	Ernstson et al., 2010;
مبتنی بر ارزیابی	-	بسیاری از چارچوب‌های ارائه شده برای تاب‌آوری که توسط سازمان‌های بین‌المللی مطرح شده است، در زمره روش‌های مبتنی بر ارزیابی خصوصاً ارزیابی وضعیت چه وضعیت موجود و چه پیش‌بینی وضعیت پس از اختلال قرار می‌گیرند.	Meerow et al., 2016
محاسباتی	-	مجموعه‌ای از روش‌های مبتنی بر داده‌های کمی است که در جهت مدلسازی، شبیه‌سازی و بصری‌سازی استفاده می‌شود و در برآورد وضعیت پیش و پس از مخاطره موثر است.	Almeida et al., 2020;
بهبود	-	منظور از بهبود، ترمیم تجهیزات، حیات و وضعیت زندگی در اجتماعات محلی متاثر از فاجعه است، این امر شامل تلاش برای کاهش عوامل ریسک فاجعه نیز هست.	UNISDR, 2016;

۲- روش گزینش پژوهش‌ها

پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیل محتوای سیستماتیک (SLR)[۱۵] صورت گرفته است که هدف آن شناسایی، گزینش و ارزیابی انتقادی پژوهش‌ها به منظور یافتن یک پاسخ روشن به سوال پژوهش بر مبنای یک روش قابل اعتماد است (Gough et al., 2017). به منظور کاهش خطا و پیش‌داوری و رسیدن به نتایج قابل اعتماد، روش مطالعه سیستماتیک از یک رویه یا طرح از پیش‌تعریف شده پیروی می‌کند که ضوابط آن پیش از شروع به تحقیق مشخص شده است (Higgins et al., 2019). این روش مطالعه، شفاف، تلفیقی و متمرکز است که در آن پوشش‌دهی کامل داده‌ها، دسترسی و برابری رعایت شده است، از این رو دارای جامعیت نیز هست (Pittway, 2008؛ خان و همکارانش (Khan et al., 2003). برای یک مطالعه سیستماتیک پنج مرحله تدوین کرده‌اند که عبارتند از: ۱. چارچوب‌بندی سوال یا هدف پژوهش، ۲. شناسایی حوزه‌های مرتبط برای مطالعه، ۳. ارزیابی کیفیت مطالعات، ۴. تلخیص شواهد و ۵. تفسیر یافته‌ها. این مراحل در پژوهش‌های دیگر نظیر پژوهش توفیق و همکاران (Tawifk et al, 2019). تدقیق شده و به یک فرآیند ۱۴ مرحله‌ای بسط یافته است که اساس این پژوهش نیز قرار گرفته است (نمودار ۲). از آن جا که هدف پژوهش، تبیین جایگاه شهر هوشمند تاب‌آور (SRC) بین دو رویکرد شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری است. ابتدا، با جست و جو در پایگاه‌های داده، ۳۷۰ سند پژوهشی (مقاله، کتاب و فصل از کتاب (در این دو حوزه) ۱۲۹ مورد فرآیند شهر هوشمند و ۲۴۱ مورد روش‌های تاب‌آوری) پیدا شد که بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰ به چاپ رسیده است. از این تعداد ۴۵ مورد مرتبط با شهرهای هوشمند تاب‌آور بود که ۴۲ مورد آن دارای اعتبار کافی و در راستای هدف پژوهش قرار داشت. در نهایت این اسناد پژوهشی با استفاده از نرم‌افزار *MAXQDA20* بر مبنای هر دو رویکرد کدگذاری باز شدند و مورد تحلیل کمی و کیفی قرار گرفتند.

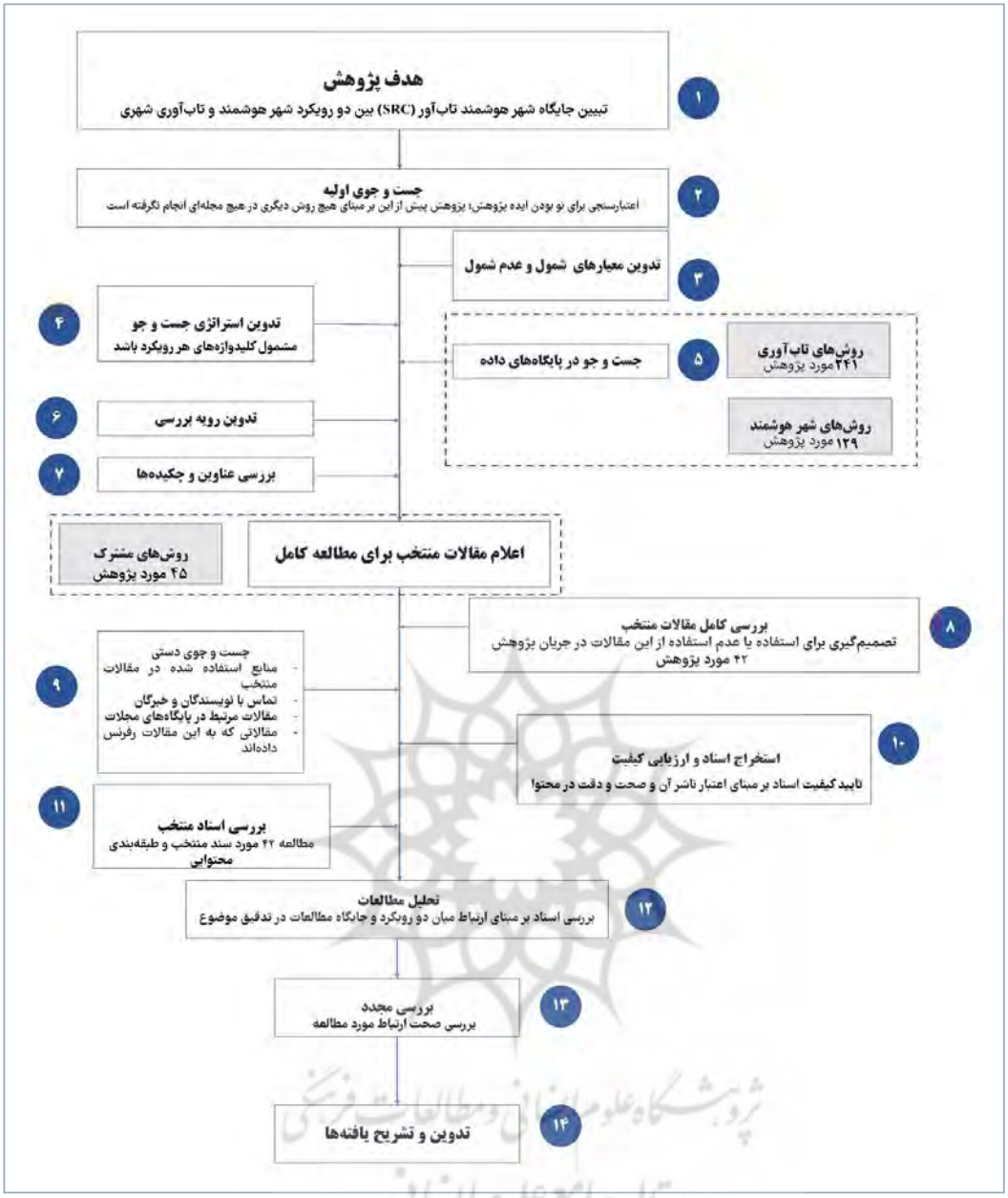
۲-۱. اعتبار سنجی نمونه‌های گزیده

در گزینش اسناد پژوهشی برای مطالعه سعی شده است که اعتبار آن‌ها مد نظر باشد. منظور از اعتبار مجموعه‌ای از فاکتورها نظیر نوع سند پژوهشی، تخصص پژوهشگران در زمینه موضوع، ناشر پژوهش و اعتبار آن و توزیع جغرافیایی آن است که در این اسناد بررسی شده است. این اسناد منتخب از هر سه نوع مقاله، کتاب و فصل از کتاب هستند (۲۲ مقاله، ۱۹ فصل کتاب و یک کتاب) و از میان طیف وسیعی از ناشران انگلیسی زبان گزینش شده‌اند که دارای وجاهت علمی در حوزه مربوطه در دنیا هستند (نمودار ۳). علاوه بر این نکات، به لحاظ توزیع جغرافیایی نیز این پژوهش‌ها در برگیرنده فعالیت پژوهشگران این حوزه در کشورهای مختلفی است که با توجه به اقلیم دغدغه خاصی در این موضوع دارند (نقشه ۱).

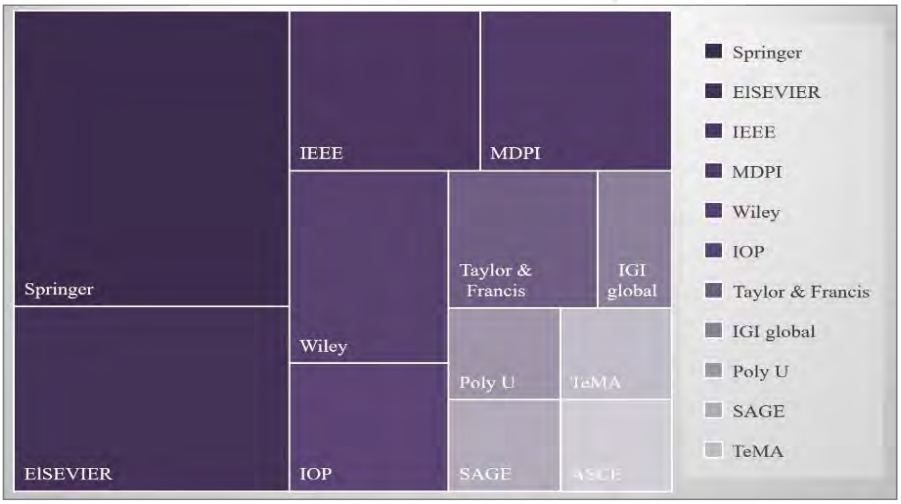
یافته‌های تحلیل

۲- ۲. توصیف اسناد پژوهشی منتخب

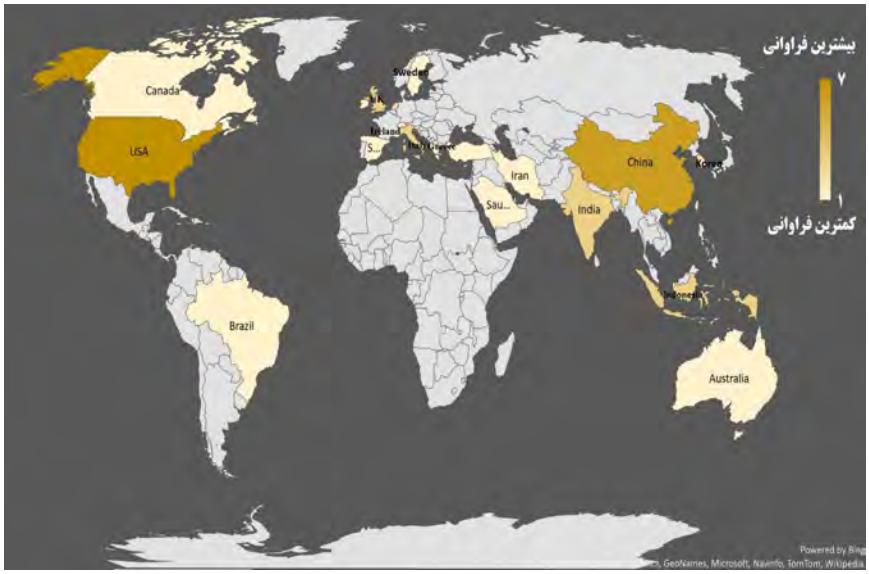
در این بخش، توصیف اسناد برحسب دو رویکرد شهر هوشمند و تاب‌آوری از منظر: تجربی‌بودن (پژوهش ماحصل پیاده‌سازی موضوع در یک زمینه شهری) یا نظری بودن (نتایج صرفاً ناشی از مطالعات نظری) مطرح و بازشناسی شده است. مضافا بر آن، اسناد برحسب زمینه تأکید و توجه به دو دسته محتوایی یا رویه‌ای مورد شناسایی قرار گرفته‌اند. از این رو اسناد برحسب این که توجه به موضوع شهر هوشمند تاب‌آور آیا صرفاً به ارائه یک مدل نظری انجامیده یا این که مشتمل بر فرآیندها، راه‌کارهای عملیاتی و توسعه موضوع است، تفکیک شده‌اند. زمینه‌های تأکید و توجه هر پژوهش نسبت به حوزه‌های خاص تاب‌آوری و شهر هوشمند برجسته‌سازی شده است. در نهایت تخصص پژوهشگران این



نمودار ۲- فرآیند انجام پژوهش.



نمودار ۳- توزیع فراوانی اسناد پژوهشی بر حسب ناشر آن.



نقشه ۱- توزیع مطالعات مربوط به شهر هوشمند تاب‌آور در سطح جهان بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰.

جدول ۲- اسناد پژوهشی منتخب.

	سند	تخصص نویسندگان	توصیحات	تجربی یا نظری	محتوا یا رویه	محور اصلی در تاب‌آوری	محور اصلی در شهر هوشمند
۱	Sulthan, 2020	انرژی	جلوگیری از تخریب زیرساخت‌های الکتریکی در زمان بروز مخاطره با استفاده از مدل PEER	نظری	رویه	تاب‌آوری زیرساخت	شبکه هوشمند انرژی
۲	Ismagilova et al., 2020	مدیریت	تامین امنیت و حریم و مدیریت ریسک در شهر هوشمند	نظری	محتوا	تاب‌آوری سایبری	کلیت شهر هوشمند
۳	Aqib et al., 2020	کامپیوتر	مدیریت هوشمند شهر در زمان مخاطرات با استفاده از هوش مصنوعی	نظری	رویه	مدیریت بحران	هوش مصنوعی
۴	Ragia & Antoniou, 2020	نقشه برداری	تاب‌آوری در برابر تغییرات آب و هوایی با استفاده از اپلیکیشن	نظری	رویه	تاب‌آوری آب و هوایی	تکنولوژی‌های هوشمند مرتبط با GIS
۵	Janitra, 2020	شهرسازی	افزایش تاب‌آوری در برابر فاجعه برای استان جاوای غربی در اندونزی بر اساس ساختار شهر هوشمند	تجربی	رویه	مدیریت بحران	کلیت شهر هوشمند
۶	Sengan et al., 2020	کامپیوتر	تامین امنیت سایبری برای شهروندان در شهر هوشمند	نظری	رویه	امنیت سایبری	سیستم‌های سایبر فیزیکی (CPS)
۷	Yigitcanlar et al., 2020	شهرسازی	ایمنی در برابر مخاطرات و همه‌گیری با استفاده از ساختار شهر هوشمند	نظری	محتوا	پیش‌گیری از سوانح و همه‌گیری	هوش مصنوعی
۸	Kulkarni et al., 2020	مهندسی برق	آمادگی و تقویت ساختار شبکه‌های هوشمند انرژی برای برخورد با مخاطرات	نظری	رویه	تاب‌آوری شبکه‌های انتقال انرژی	شبکه هوشمند انرژی
۹	Zhu et al., 2020	عمران	تبیین ارتباط میان شهر هوشمند و تاب‌آور بر مبنای جنبه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی	نظری	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۱۰	El-Kholei, 2019	شهرسازی	تدوین چارچوب و الزامات برنامه‌ریزی برای شهر هوشمند و تاب‌آور	نظری	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۱۱	Da silva et al., 2019	مدیریت	تحلیل اثرات هوشمندی بر تاب آوری شهری در شهرهای مختلف برزیل	تجربی	محتوا	تاب آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۱۲	Shah et al., 2019	نقشه برداری	چارچوب رویه ای در استفاده از اینترنت اشیا برای جمع ؤوری داده ها در زمان بروز فاجعه	نظری	رویه	تاب‌آوری شهری	اینترنت اشیا و کلان داده ها
۱۳	Hu & Gong, 2019	مهندسی برق	اصول و چالش‌های استفاده از کلان‌داده‌های مربوط به مخاطرات برای افزایش تاب‌آوری	نظری	رویه	مدیریت بحران	کلان‌داده‌های فضایی
۱۴	Agrawal, 2019	شهرسازی	تبیین نقش داده‌های متن‌باز در تاب‌آوری در برابر تغییرات آب و هوایی برای دهلی و ضرورت قانون-گذاری برای آن	تجربی	رویه	تاب‌آوری آب و هوایی	کلان‌داده‌ها
۱۵	Nel & Nel, 2019	شهرسازی	تدوین اصول حکمروایی برای شهر هوشمند تاب‌اور	نظری	محتوا	حکمروایی برای تاب‌آوری	کلیت شهر هوشمند
۱۶	Velasquez et al., 2019	ICT	معماری استفاده از اینترنت اشیا برای جلوگیری از خسارات در برابر ریسک‌های طبیعی	نظری	محتوا	تاب‌آوری در برابر ریسک‌های طبیعی	کلیت شهر هوشمند
۱۷	Zhu & Li, 2019	شهرسازی	کشف ارتباط میان تاب‌آوری شهری و شهر هوشمند بر مبنای مطالعه روی شهرهای هوشمند چین	تجربی	محتوا	تاب‌آوری در برابر فجایع	کلیت شهر هوشمند
۱۸	Zhu et al., 2019	عمران	تعیین شاخص‌های ارجح در پیوند دو رویکرد بر مبنای تجربه چین	تجربی	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند

۱۹	Colding et al., 2019	عمران	تشریح نقش تکنولوژی در حل چالش‌های شهری	نظری	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهرهوشمند
۲۰	Doyle et al., 2019	عمران	طراحی یک مدل پشتیبان تصمیم‌گیری به صورت آنلاین برای افزایش تاب‌آوری شهری	نظری	رویه	تاب‌آوری شهری	سیستم تصمیم‌گیری آنلاین
۲۱	Pelton & Singh, 2019	سنجش از دور	نقش شهرهای هوشمند در تامین امنیت شهروندان در جریان حملات سایبری	نظری	محتوا	تاب‌آوری در برابر حملات سایبری	کلیت شهر هوشمند
۲۲	Chui et al., 2019	مهندسی برق	نقش فضاهای شهری تحت کنترل فناوری اطلاعات و ارتباطات در افزایش ایمنی و امنیت شهروندان	نظری	رویه	ایمنی و امنیت شهری	تکنولوژی‌های شهر هوشمند
۲۳	Garnett & Adams, 2018	جغرافیا	مدلسازی و پیش بینی شرایط شهر در بحران آب و هوایی با استفاده از تکنیک LiDAR	تجربی	رویه	تاب آوری آب و هوایی	تکنولوژی های شهر هوشمند
۲۴	Moraci et al, 2018	معماری	تدوین چارچوب و خطوط کلی پیوند دو رویکرد خصوصا در تاب آوری آب و هوایی	نظری	محتوا	تاب‌آوری آب و هوایی	کلیت شهر هوشمند
۲۵	De Falco et al, 2018	جغرافیا	برنامه ریزی برای هوشمند سازی حومه های شهری به منظور افزایش تاب آوری بر مبنای تجربیات شش شهر اروپایی	تجربی	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۲۶	Cui et al., 2018	مهندسی برق	تامین امنیت و حریم خصوصی برای شهر هوشمند	نظری	محتوا	تاب‌آوری سایبری	کلیت شهر هوشمند
۲۷	Arafah et al., 2018	شهرسازی و معماری	مدل مفهومی پیوند دو رویکرد	نظری	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۲۸	Hatuka et al., 2018	حقوق	تبیین ارزش‌های سیاسی نهان میان تاب‌آوری و شهر هوشمند	نظری	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۲۹	Kim, 2018	شهرسازی	تدوین فرآیند برنامه‌ریزی برای شهرهای هوشمند با کم کردن کربن و تاب‌آور شدن در برابر تغییرات آب و هوایی	نظری	رویه	تاب‌آوری آب و هوایی	انرژی‌های هوشمند
۳۰	Suri et al., 2018	ICT	کاربرد اینترنت اشیا برای شرایط بهبود پس از سانحه	نظری	رویه	بهبود پس از سانحه	اینترنت اشیا
۳۱	Wang, 2017	مهندسی برق	تاب‌آوری شبکه‌های الکتریکی در زمان وقوع بحران	نظری	رویه	تاب‌آوری زیرساخت	شبکه هوشمند برق
۳۲	Kim, 2017	محیط زیست	آواربرداری پس از سانحه با استفاده از تکنولوژی های تحت شبکه	تجربی	رویه	بهبود پس از سانحه	کلیت شهر هوشمند
۳۳	Kaika, 2017	جغرافیا	انتقادات و تشریح چالش‌های ارتباط دو رویکرد	نظری	محتوا	تاب‌آوری شهری	کلیت شهر هوشمند
۳۴	Kotevska et al., 2017	کامپیوتر	مدلسازی روش های حراست از اطلاعات در شبکه تحلیل جرم شهری آمریکا	تجربی	رویه	تاب‌آوری سایبری	مدلسازی شبکه شهر هوشمند
۳۵	Arafah & Winsaro, 2017	شهرسازی و معماری	بازتعریف شهر هوشمند بر مبنای سرمایه اجتماعی، مشارکت، ابتکار اجتماعی و دانش جمعی به منظور افزایش تاب‌آوری	نظری	محتوا	تاب‌آوری بصورت کلی	کلیت شهر هوشمند
۳۶	Gunasingh et al., 2017	انرژی	افزایش تاب‌آوری شهری در برابر تغییرات آب و هوایی به واسطه طراحی ساختمان‌های هوشمند	نظری	رویه	تاب‌آوری آب و هوایی	ساختمان هوشمند
۳۷	Hayjaneh et al., 2016	مهندسی برق	افزایش تاب‌آوری شهری بر مبنای طراحی شبکه‌های سلولی کوچک و مجهز به پهپاد برای وضعیت پس از مخاطره	نظری	رویه	تاب‌آوری پس از مخاطره	پهپاد
۳۸	Kavevash, 2016	مهندسی برق	توسعه سیستم نظارتی هوشمند شهر و تاثیر آن بر تاب آور شدن شهر	نظری	رویه	تاب‌آوری شهری	نظارت هوشمند در شهر
۳۹	Papa et al., 2015	شهرسازی و معماری	تبیین استراتژی‌های شهر هوشمند تاب‌آور در برخورد با تغییرات آب و هوایی	نظری	محتوا	تاب‌آوری آب و هوایی	کلیت شهر هوشمند
۴۰	Klein & Koeing, 2016	شهرسازی	مدیریت تاب‌آور شهر با استفاده از تکنولوژی‌های شهر هوشمند و کلان‌داده‌ها	نظری	رویه	تاب‌آوری شهری	پلتفرم شهر هوشمند
۴۱	Elmghraby & Losavio, 2014	مهندسی برق	امنیت سایبری در شهرهای هوشمند	نظری	محتوا	تاب‌آوری سایبری	حکمروایی و شهروند هوشمند
۴۲	Viitanen & Kingstone, 2014	شهرسازی	نقش تکنولوژی‌های هوشمند در افزایش تاب‌آوری محیطی	نظری	محتوا	تاب‌آوری محیطی	تکنولوژی‌های شهر هوشمند

اسناد بررسی شده است تا ماهیت میان‌رشته‌ای این موضوع هر چه بیشتر عیان شود و مجموعه‌ای از راه‌کارهای متنوع و واگرا در ابعاد مختلف تاب‌آوری پوشش داده شود (جدول ۲).

۲-۳. تحلیل مقایسه‌ای سهم اسناد منتخب برحسب دو رویکرد مذکور

در تحلیل اسناد این بحث مطرح است که جهت‌گیری آن‌ها نسبت به دو رویکرد(شهر هوشمند و تاب‌آوری) در چه وضعیتی قرار دارد. بررسی نشان می‌دهد که سهم عمده پژوهش‌ها در موضوع معطوف بر برنامه‌ریزی و طراحی شهر هوشمند(۳۵ درصد)، برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری (۴۰ درصد) و بررسی جوانب پیوند دو موضوع است(جدول ۳). علاوه بر این، به دلیل همین تمرکز بر برنامه‌ریزی در هر دو بعد، بیشتر از تاب‌آوری به عنوان یک رویکرد پیش‌گیرانه استفاده شده است و ۶۴ درصد به بررسی شهر هوشمند تاب‌آور در وضعیت پیش از اختلال پرداخته‌اند (جدول ۴) و سهم تاب‌آوری حین و پس از اختلال نسبت به آن کم‌تر است.

برای استنباط ساده‌تر در مورد ارتباطSRC با دو رویکرد، نمودار (۴) بصورت شماتیک بر حسب مقالات ترسیم شده است. بررسی این نمودار نشان می‌دهد که فضاهای مطالعه نشده‌ی بسیاری در این حوزه وجود دارد و بسیاری از ظرفیت‌های تلفیق این دو رویکرد تاکنون مورد استفاده قرار نگرفته است. برای مثال از فضاهای کم‌تر مطالعه شده، می‌توان به تأثیر شهر هوشمند بر روش‌های بهبود بخصوص پس از اختلال در سیستم شهری اشاره کرد. در خصوص این موضوع، در میان اسناد منتخب، یک مورد به شبیه‌سازی وضعیت پس از سانحه به نقش پهپادها در بهبود عملکرد شهر در این زمان اشاره کرده بود(Hayajneh et al., 2016) و مورد دوم طراحی یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیا

جدول ۳- سهم مطالعات نسبت به دو رویکرد شهر هوشمند و تاب‌آور.

مواضع اسناد پژوهشی نسبت به:			سهم از مطالعات	
			فراوانی	درصد
شهر هوشمند		برنامه‌ریزی و طراحی	۱۵	۳۵,۷
		مدلسازی و شبیه‌سازی	۸	۱۹
		اجرا	۸	۱۹
		مدیریت تکنولوژی	۶	۱۴,۲
		ارزیابی	۰	۰
تاب‌آوری	غیر محاسباتی	مدیریت	۶	۱۴,۲
		برنامه‌ریزی	۱۷	۴۰,۴
		سیاستگذاری	۹	۲۱,۴
		بومی	۰	۰
		طبیعت-مبنا	۰	۰
		نوآوری	۰	۰
	محاسباتی		۶	۱۴,۲
	مبتنی بر ارزیابی		۴	۹,۵
	بهبود		۴	۹,۵

برای بهبود شرایط پس از حادثه بود (Suri et al., 2018).

برای استنباط ساده‌تر در مورد ارتباط SRC با دو رویکرد، نمودار (۴) بصورت شماتیک بر حسب مقالات ترسیم شده است. بررسی این نمودار نشان می‌دهد که فضاهای مطالعه‌نشده‌ی بسیاری در این حوزه وجود دارد و بسیاری از ظرفیت‌های تلفیق این دو رویکرد تاکنون مورد استفاده قرار نگرفته است. برای مثال از فضاهای کم‌تر مطالعه‌شده، می‌توان به تأثیر شهر هوشمند بر روش‌های بهبود بخصوص پس از اختلال در سیستم شهری اشاره کرد. در خصوص این موضوع، در میان اسناد منتخب، یک مورد به شبیه‌سازی وضعیت پس از سانحه به نقش پهپادها در بهبود عملکرد شهر در این زمان اشاره کرده بود (Hayajneh et al., 2016) و مورد دوم طراحی یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیا برای بهبود شرایط پس از حادثه بود (Suri et al., 2018).

۲-۴. بازنگری در تعریف پیوند دو مفهوم شهرهوشمند تاب آور

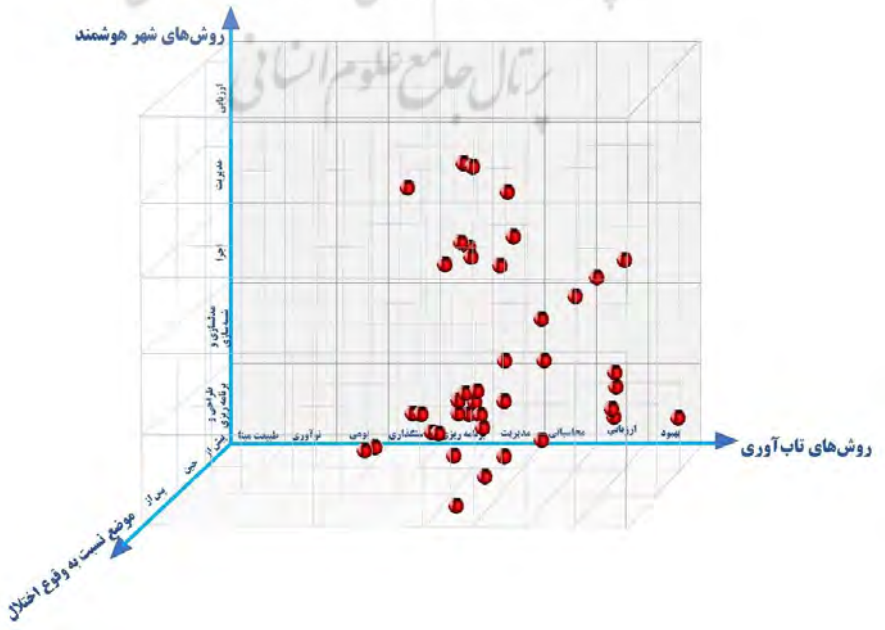
جدول ۴- مواضع پژوهش‌ها نسبت به اختلال.

مواضع اسناد پژوهشی نسبت به:		سهم از مطالعات	
		فراوانی	درصد
اختلال	پیش از	۲۷	۶۴,۲
	حین	۱۱	۲۶,۱
	پس از	۸	۱۹

مطالعه اسناد منتخب نشان می‌دهد که شهر هوشمند تاب‌آور یک مفهوم جدید است که در برآیندی از هم‌افزایی دانش‌های مختلف مدام در حال بازتعریف است و برخلاف آن چه که برخی از پژوهشگران بدان معتقد بودند نظیر زو (Zhu et al., 2020) بصورت خود به خود یکی از پی دیگری ظهور نمی‌کند و یا نظیر آن چه که عرفه و وینارسو (Ara-fah & Winarso, 2017) توصیف کرده‌اند با تعریف یکی بر حسب دیگری به‌دست نمی‌آید؛ بلکه یافته‌ها حاکی از آن است که موضوع در طی عمر کوتاه شکل‌گیری از هر دو بُعد محتوا و رویه بصورت مستقل در حال توسعه است. علی‌رغم قرارگیری موضوع در میان دو رویکرد، در پاره‌ای موارد با توجه به جهت‌گیری تخصصی پژوهشگران به یکی از دو سو متمایل‌تر است. به عنوان مثال در مطالعاتی که توسط مهندسان برق و کامپیوتر صورت گرفته، ماهیت مطالعات بیشتر رویه‌ایست و طبیعتاً به محتوای سیستم‌های شهر هوشمند نزدیک‌تر است(به عنوان مثال ر.ک Aqib et al., 2020; Sengan et al., 2020)، حال آن که کلی‌نگری و تدوین چارچوب در مطالعاتی که توسط شهرسازان صورت گرفته رایج‌ترست (به عنوان مثال ر.ک El-Kholei, 2019; Zhu & Li, 2019). ذیلاً محتوا و رویه موضوع بحث شده است.

۲-۴-۱. تبیین محتوایی

در تبیین محتوای موضوع ویژگی‌های مشترکی بین دو رویکرد یافت شده و پژوهشگرانی نظیر نل و نل (Nel & Nel, 2019) و پاپا و گالدریسی (Papa & Galderisi, 2015) به آن اشاره کرده‌اند (جدول



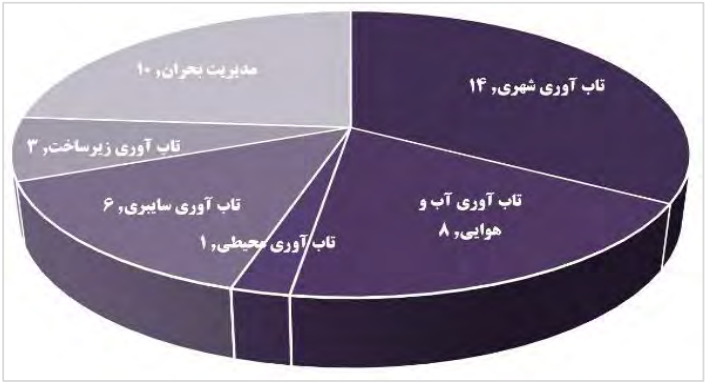
نمودار ۴- ارتباط اسناد SRC با شهر هوشمند و تاب‌آوری.

۵). لکن بررسی نشان داد که برخی از دیگر مطالعات نیز بدون اشاره مستقیم به این ویژگی‌ها با تکیه بر یک یا چند مورد آن موضوع را بسط داده‌اند(جدول ۵). برای مثال در پژوهش راگیا و آنتونیو (Ragia & Antoniou, 2020) به این موضوع اشاره شده است که هوشمندکردن سیستم، جمع‌آوری کلان‌داده‌ها و ترسیم نقشه‌های تغییرات آب وهوایی کمک می‌کند تا با استفاده از اپلیکیشن مربوطه در مناطق حساس اطلاع‌رسانی وافزایش آگاهی شهروندان راحت‌تر صورت بگیرد و آمادگی برای کاهش اثرات آن و انطباق جامعه با شرایط بحرانی تسهیل شود، بنابراین می‌توان گفت که در این مورد بر دو ویژگی آگاهی و انطباق‌پذیری در تاب‌آوری در برابر تغییرات آب و هوایی با استفاده از تکنولوژی شهر هوشمند تأکید شده است.

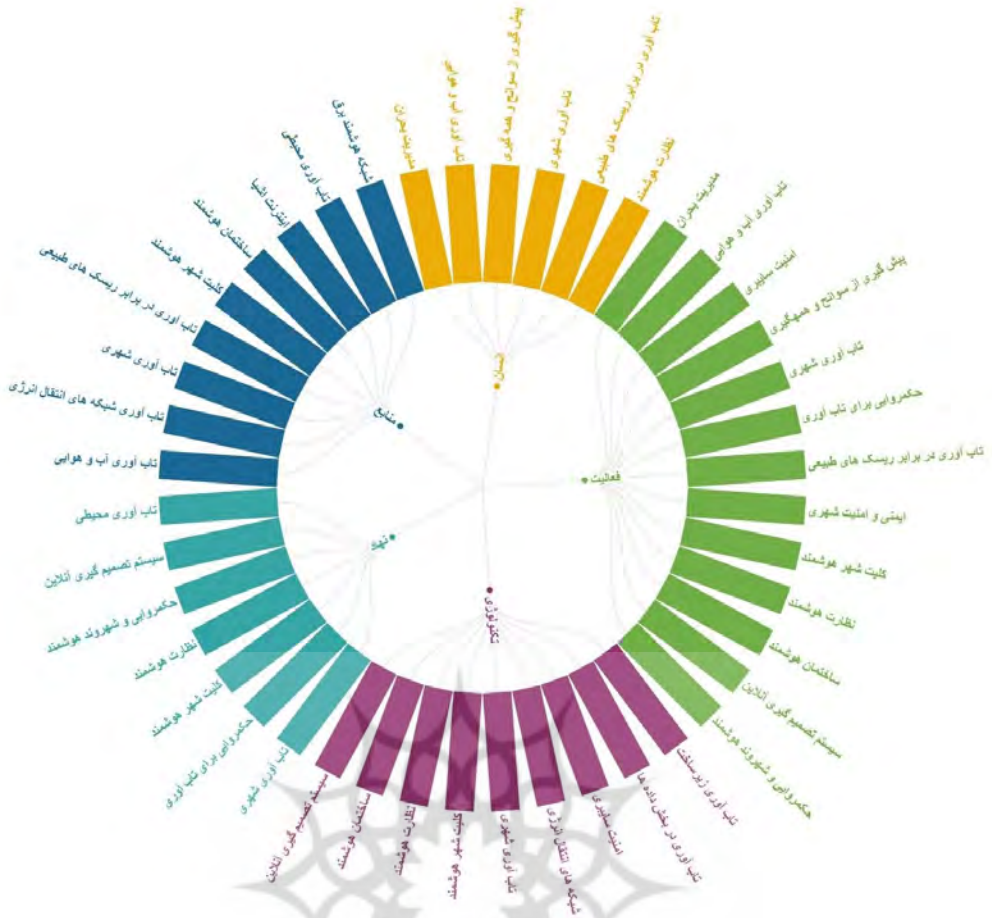
در گذار از شهرهای سابق به شهرهای هوشمند، تفکر تاب‌آوری به عنوان یک مفهوم به ابعاد مختلف تسری داده شده و جمع‌بندی محورهای اصلی مطالعات در این بخش نشان از مطالعه شش مورد از گونه‌های تاب‌آوری ذیل موضوع SRC دارد (نمودار ۵). در این میان یکی از گونه‌ها تحت عنوان تاب‌آوری سایبری مسبوق به سابقه نیست. تاب‌آوری سایبری مفهوم جدیدی است که ماحصل نگاه میان‌رشته‌ای پژوهشگران این حوزه است و پس از افزوده شدن کلان‌داده‌ها و مشارکت

جدول ۵- ویژگی‌های مشترک تاب‌آوری و هوشمندی.

ویژگی	تفسیر	ماخذ اصلی	سایر اسناد مشتمل بر ویژگی
انطباق‌پذیری	ظرفیت انطباق با وضعیت پیش‌بینی نشده	**Papa et al., 2015; Nel & Nel, 2019;**	**Klein & Koeing, 2016; Ragia & Antoniou, 2020; Sulthan, 2020; El-Kholei, 2019; Gunasingh et al., 2017**
آگاهی	علم به پتانسیل‌های شهر	**Papa et al., 2015;**	**Kulkuarni et al., 2020; Viitanen & Kingstone, 2014; Doyle et al., 2019; Agrawal, 2019; Arafah & Winsaro, 2017; Klein & Koeing, 2016; Hu & Gong, 2019**
همکاری	هماهنگی بین اجزا مختلف	**Papa et al., 2015;**	**Klein & Koeing, 2016; Chui et al., 2019; Elmghorby & Losavio, 2014; Zhu & Li, 2019; Velasquez et al., 2019; Arafah & Winarso, 2017; Janitra, 2020**
خلاقیت	خلاقیت در بهره‌گیری از منابع و سرمایه‌ها و ایجاد نوع جدیدی از روابط	**Papa et al., 2015;**	**Sengan et al., 2020**
تنوع	تنوع در تمامی ابعاد اعم از اجتماعی، زیرساختی و حتی دانش و عملکرد	**Papa et al., 2015; Nel & Nel, 2019;**	**Zhu & Li, 2019**
کارآمدی	ظرفیت بهینه سیستم	**Papa et al., 2015;**	**Kulkarni et al., 2020 ; Hayjaneh et al., 2016 ; Hu & Gong, 2019**
انعطاف-پذیری	توانایی تغییر خصوصا با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی	**Papa et al., 2015;**	**Kulkarni et al., 2020 ; Agrawal, 2019 ; Kim, 2018 ; Janitra, 2020 ; Colding et al., 2019**
ابتکار عمل	روش‌های جدید انجام کارها	**Papa et al., 2015;**	**Sengan et al., 2020; Doyle et al., 2019; Chui et al., 2019; Kim, 2018; Arafah & Winsaro, 2017; Hu & Gong, 2019; Yigitcanlar et al., 2020; Aqib et al., 2020**
شبکه‌ای بودن	ظرفیت پیوند برای شهر هوشمند بین دستگاه‌ها و سایر اجزا و برای تاب‌آوری پیوند بین گره‌های عملکردی	**Papa et al., 2015; Nel & Nel, 2019;**	**Kulkarni et al., 2020 ; Chui et al., 2019; Hayjaneh et al., 2016 ; Wang, 2017 ; Ismagilova et al, 2020 ; Kavevash, 2016 ; Da silva et al., 2019 Kotevska et al., 2017**
مشارکت	ظرفیت درگیر کردن جامعه	**Papa et al., 2015;**	**El-Kholei, 2019 ; Agrawal, 2019 ; Arafah & Winarso, 2017**
آموزش و پیش‌بینی	پیش‌بینی سناریوهای آینده و آموزش به شهروندان	**Papa et al., 2015; Nel & Nel, 2019;**	**Viitanen & Kingstone, 2014; Wang, 2017; Klein & Koeing, 2016; Ismagilova et al., 2020; Moraci et al., 2018; Garnett & Adams, 2018; Kotevska et al., 2017**
افزونگی	ظرفیت المان‌های سیستم برای انجام کارهای مشابه	**Nel & Nel, 2019;**	-
مودولاریتی	بین زیرسیستم‌ها یک ارتباط قوی و مستقل از فضای بیرون برقرارست.	**Nel & Nel, 2019;**	**Wang, 2017; Hayjaneh et al., 2016**



نمودار ۵- گونه‌های تاب‌آوری بحث‌شده ذیل پژوهش‌های SRC.



نمودار ۶- محورهای محتوا شهر هوشمند تاب‌آور.

اجتماعی در جمع‌آوری آن‌ها ایجاد شده است. منظور از آن مدیریت داده‌ها، تأمین امنیت و ممانعت از هک‌شدن و از دست‌رفتن اطلاعات و جلوگیری از سواستفاده از اطلاعات داوطلبانه‌ایست که شهروندان برای مدیریت شهر اهدا می‌کنند. اگرچه که به نظر می‌رسد این یک موضوع فنی است، لکن اهمیت آن در شهر زمانی روشن می‌شود که مطالعات بیشتر روی تأثیر آن در حکمروایی شهری، مشارکت شهروندان و تاب‌آوری اجتماعی صورت بگیرد. با این حال قرارگیری این موضوع ذیل عنوان شهر هوشمند تاب‌آور را می‌توان در پژوهش هایی نظیر مطالعه زو و همکارانش (Zhu et al., 2020) نیز پیگیری کرد. نکته دیگر آن که محتوای SRC شامل موضوعات متنوعی نظیر انرژی، زیرساخت، هوش مصنوعی و تکنولوژی‌های شهر هوشمند، مدیریت بحران، حکمروایی و مشارکت اجتماعی و مانند آن است که جمع‌بندی آن‌ها به این نتیجه منجر شده است که این محتوا قابل تلخیص در پنج بُعد تکنولوژی، منابع، انسان، نهاد و فعالیت است (نمودار ۶).

۲-۴-۲. تبیین رویه‌ای

تبیین رویه های مورد استفاده در اسناد نشان داده است که سه نوع رویه در خصوص موضوع از طرف پژوهشگران مطرح شده است. دسته اول شامل چارچوب‌های مفهومی و مدل‌های کلی است که غالباً توسط معماران و شهرسازان مطرح شده است (جدول ۶). در این موارد بصورت عام بین این دو رویکرد ارتباط برقرار شده است و تأکید بر ماهیت شهری مفهوم تاب‌آوری است. نمونه این چارچوب‌ها در پژوهش ال-خولی (El-Kholei, 2019) آمده است که مشتمل یک فرآیند ارزیابی ریسک تا یک برنامه اقتضایی برای کاهش ریسک براساس تکنولوژی‌های شهر هوشمند است. دسته دوم رویه‌های موضوعی است که بصورت تخصصی به یکی از وجوه موضوع پرداخته‌اند (جدول۶). بررسی‌های موضوعی در واقع همان مدل‌های شهر هوشمندی هستند که در راستای تاب‌آوری در زمینه‌های خاصی نظیر تاب‌آوری شبکه‌های انرژی طراحی شده‌اند. این دسته از رویه‌ها در قالب پیشنهاد فرآیندهای چندگانه برای پیاده‌سازی موضوع و مدلسازی جنبه‌های مختلف موضوع به منظور پیش‌بینی و اطلاع‌رسانی هستند. از نمونه اول، پژوهش ولاسکوئز و همکارانش، (Velasquez et al., 2019) است که یک رویه چند مرحله‌ای متشکل از لایه‌های مختلف نظیر اینترنت اشیا و کلان داده در خدمت زیرساخت، یک لایه واسط ارتباطی و یک سیستم بازطراحی شده از ساختار شهری مد نظر ارائه کرده‌اند. در مثالی دیگر از همین نمونه، مدل مفهومی عرفه و همکارانش (Agrawal, 2019) است که در این مدل دو بُعد کالبدی و غیرکالبدی وجود دارد که بر مبنای ویژگی‌های مشترک شهر هوشمند و تاب‌آوری بهم پیوند خورده‌اند. از نمونه دوم، مدلی که وانگ (Wang,2017) برای تاب‌آوری شبکه الکتریکی در زمان وقوع بحران پیشنهاد کرده است یا اپلیکیشنی که راگیا و آنتونیو (Ragia & Antoniou, 2020) برای افزایش تاب‌آوری در برابر مخاطرات طراحی کرده‌اند، می‌توانند در تقویت بخش‌های یک مدل کلی برای ساختار شهر هوشمند تاب‌آور به کار روند. دسته سوم بررسی موضعی است که

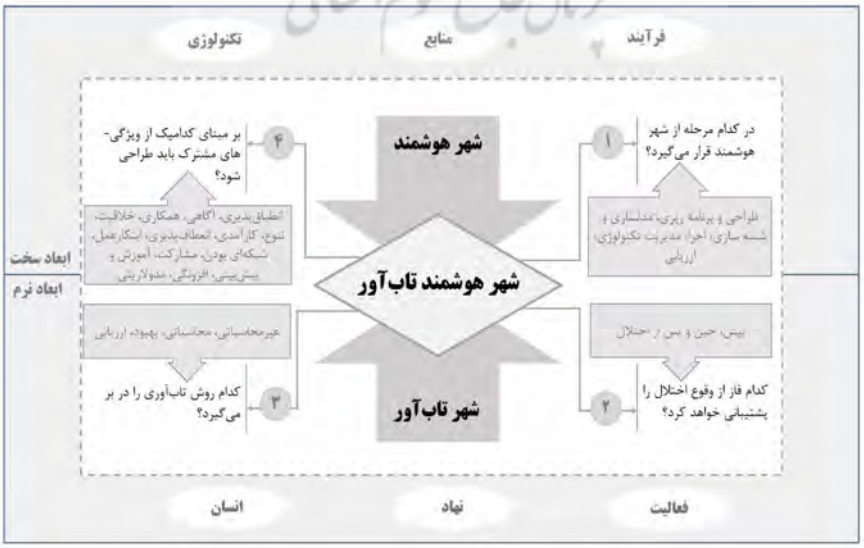
جدول۶- دسته‌بندی مقالات منتخب بر حسب انواع دیدگاه‌های دستیابی به شهر هوشمند تاب‌آور.

		اسناد	فراوانی
۱	کلی	Zhu et al., 2020; El-Kholei, 2019; Velasquez et al., 2019; Zhu & Li, 2019; Zhu et al., 2019; Colding et al., 2019; Doyle et al., 2019; Arafah et al., 2018; Hatuka et al., 2018; Arafah & Winsaro, 2017; DaSilva et al, 2019; Ismagilova et al., 2020; Moraci et al., 2018; De Falco et al, 2018; Kaika, 2017;	۱۵
۲	موضوعی	Sulthan, 2020; Aqib et al., 2020; Ragia & Antoniou, 2020; Sengan et al., 2020; Yigitcanlar et al., 2020; Kulkarni et al., 2020; Hu & Gong, 2019; Agrawal, 2019; Nel & Nel, 2019; Pelton & Singh, 2019; Chui et al., 2019; Kim, 2018; Suri et al., 2018; Wang, 2017; Gunasingh et al., 2017; Hayjaneh et al., 2016; Papa et al., 2015; Klein & Koeing, 2016; Elmghraby & Losavio, 2014; Viitanen & Kingstone, 2014; Shah et al, 2019; Kim, 2017; Cui et al., 2018; Garnett & Adams, 2018; Kotevska et al., 2017; Kavevash, 2016; Ismagilova et al., 2020	۲۸
۳	موضعی	Janitra, 2020; Agrawal, 2019; Zhu & Li, 2019; Zhu et al., 2019; Kim, 2017; Garnett & Adams, 2018; Kotevska et al., 2017; Da Silva et al., 2019	۸

رویه آن برگرفته از تجربه‌های عملی موضوع در برخی از نقاط جهان است (جدول۶). تجربیات عملی که مطرح شده‌اند، در واقع در راستای اثبات چارچوب‌های کلی یا روش‌های موضوعی بوده‌اند که پیشتر ذکر شد. به عنوان مثال جانیترا (Janitra, 2020) تجربه جاوای غربی در اندونزی را در قالب یک چارچوب کلی و قابل تعمیم برای دستیابی به SRC مورد بحث قرار داده است.

بنا بر تحلیل نویسندگان بر روی اسناد مذکور، رویه SRC به سمت تخصص پژوهشگران آن تمایل پیدا کرده است به طوری که برای مثال نویسندگان با تخصص‌های مهندسی نظیر برق، کامپیوتر و شبکه بیشتر به سمت فرآیندهای زیرساختی رفته‌اند، مانند پژوهش ولاسکوئز و همکاران (Velasquez et al., 2019) (جدول۲)؛ لکن پژوهش‌هایی که توسط معماران و شهرسازان صورت گرفته، حتی اگر که بصورت رویه‌ای به موضوع پرداخته است مانند پژوهش آگروال(Arafah et al., 2018) یا کیم (Wang, 2017)، بیشتر متمرکز بر کلیات است. از یک سو پژوهش‌های موضوعی تبیین دقیق و روشنی از رویه دستیابی به SRC در یک بُعد خاص هستند، از سوی دیگر موضوعی که در مورد شهر هوشمند و در ادامه شهر هوشمند تاب‌آور صادق است، این است که هر دو این بسترها «شهر» هستند و اقتضائات شهری بر آن‌ها حاکم است، فلذا پیاده‌سازی تک‌بعدی موضوع به تحقق شهر هوشمند تاب‌آور در آن کمک نخواهد کرد. بنابراین این امکان وجود ندارد که بدون تدقیق و بازتعریف محتوا بر حسب زمینه رویه را بر حسب مبانی و راه‌کارهای موجود یا ازپیش‌آزموده پیشنهاد کرد. نتیجه این که محتوا و رویه بسیار درهم تنیده است و باید هم‌زمان با هم پیش برده شوند. برای تحقق این امر لازمست که شهرسازان با برخورداری از دیدگاه همه‌جانبه، یک ساختار کلی تدوین کنند که در آن محتوای موضوع بر حسب زمینه بازتعریف شود. برای تعریف این محتوا پاسخ به چهار سوال ضروری می‌نماید که عبارتند از این که طرح پیشنهادی: در کدام مرحله از شهر هوشمند قرار می‌گیرد؟کدام فاز از وقوع اختلال را پشتیبانی خواهد کرد؟کدام روش تاب‌آوری را در بر می‌گیرد؟بر مبنای کدامیک از ویژگی‌های مشترک باید طراحی شود؟

پاسخ این سوالات کلیات خط مشی محتوا را تعیین می‌کند. نتیجه آن باید بین گروه متشکل از متخصصان رشته‌های مختلف به بحث گذاشته شود تا فرآیند آن با توجه به زمینه و تخصص پژوهشگران طراحی شود که هم دیدگاه چندجانبه شهرسازی را دارا باشد و هم از جزئیات فنی به حد کفایت برخوردار باشد تا در زمان اجرا با موانع پیش‌بینی نشده و کلیات غیراجرایی روبه‌رو نشود. در نهایت جمع‌بندی این نگرش‌ها، منجر به تدوین یک چارچوب یکپارچه در راستای دستیابی به شهر هوشمند شده است (نمودار ۷).



نمودار ۷- چارچوب یکپارچه نظری برای دستیابی به شهر هوشمند تاب‌آور.

نتیجه

تاب‌آوری شهری و شهر هوشمند هر دو به یک پای ثابت از راه‌کارهای شهری مد نظر سیاستمداران و شهرسازان تبدیل شده‌اند، از این رو به سرعت ارتباطاتی بین دو موضوع برقرار شد و آن دو را تحت عنوان «شهر هوشمند تاب‌آور» بهم پیوند داد. در این پژوهش، ۲۴ سند پژوهشی معتبر در این زمینه بر مبنای مطالعه سیستماتیک مورد تحلیل قرار گرفت و نشان داده شد که شهر هوشمند تاب‌آور یک رویکرد تلفیقی، مشتمل بر دو رویکرد شهر هوشمند و تاب‌آوری شهری است که بسته به موضع پژوهشگران به یکی از دو رویکرد متمایل است. شهر هوشمند از یک رویه پنج مرحله‌ای مشتمل بر طراحی و برنامه‌ریزی، شبیه‌سازی و مدلسازی، اجرا، مدیریت تکنولوژی و ارزیابی برخوردار است که می‌تواند مبنای کلی برای طراحی یک روند برای شهر هوشمند تاب‌آور نیز قرار بگیرد. در کنار آن ادبیات پژوهش نشان داد که تاب‌آوری شهری مشتمل بر چهار دسته روش است که پژوهش‌های شهر هوشمند تاب‌آور نیز از منظر تاب‌آوری در یکی از این چهاردسته قرار می‌گیرد، گو این که پژوهش حاضر نشان داد در هر دو رویکرد کمبود جدی در مطالعات وجود دارد، به طوری که بنا بر پژوهش صورت گرفته و منعکس شده در نمودار (۳)، تقریباً مطالعه‌ای یافت نشده است که به مرحله ارزیابی شهر هوشمند در خصوص تاب‌آوری راه پیدا کرده باشد و چندین مورد از روش‌های تاب‌آوری نظیر روش‌های بومی یا طبیعت-مبنا که خصوصاً در تاب‌آوری اجتماعات محلی می‌تواند مؤثر باشد، مغفول مانده است. در جمع‌بندی، پژوهش حاضر به این نتیجه رسیده است که تدوین یک چارچوب یکپارچه برای دستیابی به شهر هوشمند تاب‌آور تابع پاسخ به چهار سوال ضروری است که محتوای طرح پیشنهادی را تعیین می‌کند (بخش تبیین رویه). در نهایت این چارچوب، می‌تواند به عنوان زیردستی برای شهرسازان مورد استفاده قرار بگیرد تا بتوانند یک نگاه جامع در راستای برنامه‌ریزی و طراحی شهر هوشمند تاب‌آور داشته باشند. چارچوب پیشنهادی در این پژوهش اگرچه که توصیه به‌زمینه‌گرایی کرده است، لکن هنوز یک مسأله دیگر برای آن قابل طرح است. پیش از ورود به این چارچوب از شهر هوشمند تاب‌آور ابتدا باید نقاط ضعف زمینه مورد مطالعه در هر دو بُعد سخت و نرم مورد مطالعه قرار بگیرد. این موضوع خصوصا برای مطالعات آتی به پژوهشگران این حوزه توصیه می‌شود، چرا که این نقاط ضعف در واقع همان موانع دستیابی به موضوع هستند. در زمینه‌های مختلف شهری خصوصا در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران این موانع شکل‌های متعددی به خود می‌گیرد و از این نظر حائز اهمیت است که این شهرها بدوا با چالش‌هایی روبه‌رو هستند که هر دو موضوع هوشمندی و تاب‌آوری را به تعویق می‌اندازد. از جمله در زمینه شهرهای ایرانی، می‌توان روند از بالا به پایین فرآیندهای شهری را مطرح کرد. این موضوع هم با ماهیت و تعریف به‌روزشده شهر هوشمند به عنوان یک محصول از هم‌آفرینی گروه‌های مختلف در تضاد است و هم با تاب‌آوری به عنوان یک ظرفیت ناشی از تعاملات ارکان شهری، مغایرت دارد. بنابراین در چارچوب پیشنهاد شده، عاملی نظیر نهاد در بُعد نرم غایب است. علاوه برآن فرآیند در بُعد سخت با تجربه کشورهای توسعه‌یافته متفاوت است. از این رو قیاسی که اغلب میان مسیر پیموده شده شهرهای توسعه‌یافته نظیر بارسلونا در اسپانیا و ونکور در کانادا به عنوان شهرهای هوشمند پیشرو در نسل سوم با شهری نظیر تهران صورت می‌گیرد، ناصحیح است، چرا که فرآیندهای شهری از ابتدا در این شهرها متفاوت هستند. علاوه بر این سرعت به‌روزرسانی تکنولوژی و سیاست‌گذاری در این حوزه نیز در شهرهایی نظیر تهران ضعیف است که این امر عامل تکنولوژی را در بُعد سخت چارچوب تضعیف می‌سازد. بنابراین پیشنهاد این پژوهش برای مطالعات آتی به پژوهشگران این است که مطالعات تکمیلی و اختصاصی در شش عامل فرآیند، منابع، تکنولوژی، نهاد، فعالیت و انسان در زمینه مد نظر را پیش از ورود به بحث شهر هوشمند تاب‌آور به انجام رسانند و ای بسا که باید فرآیند دستیابی به شهر تاب‌آور هوشمند را در کشورهای در حال توسعه نه از صفر که از کم‌تر از آن آغاز کرد.

پی‌نوشت‌ها

1. Smart City.
2. Smart Resilient City.
3. Socio-Technical System.

۴. Cyber-physical system سیستم‌های سایبر فیزیکی (SRC)، سیستم‌های آمیخته‌ای متشکل از تکنولوژی‌ها، انسان‌ها و جهان فیزیکی هستند. SRC تلفیق محاسبات، شبکه و فرآیندهای فیزیکی هستند؛ این سیستم‌ها با قرارگرفتن در شبکه‌ها و کامپیوترها مسئول پایش و کنترل فرآیندهای فیزیکی با استفاده از حلقه‌های بازخوردی در نقطه‌ای هستند که محاسبات و فرآیندهای فیزیکی بر هم تأثیر می‌گذارند (Kant, 2016).

5. Actuators.
6. Multi-Agent.
7. Internet of Things (Iot).
8. Cloud Computing.
9. Blockchain.
10. Semantic Models.
11. National Institute of Standards And Technology (Nist).
12. Rockefeller Foundation.
13. United Nations International Strategy For Disaster Reduction (Unisdr).

۱۴. Gray infrastructure بجز زیرساخت‌های فضاهای سبز و باز (زیرساخت سبز) و زیرساخت‌های مربوط به تسهیلات آب (زیرساخت آبی)، الباقی زیرساخت‌های مهندسی شده زیرساخت خاکستری هستند.

فهرست منابع

پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت‌اله؛ حاتمی‌نژاد، حسین، و پارسا پشاه آبادی، شهرام (۱۳۹۶)، مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند، *باغ نظر*، شماره ۵۸، صص ۲۶-۵.

مقتدری، فریناز (۱۳۹۹)، بازتعریف مفهوم شهرهای هوشمند و فرآیند هوشمندسازی شهرها، *گفتمان طراحی شهری*، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱۱۹-۱۲۸.

implementation: A policy challenge and research agenda for the 21st century. Jou*rnal of Contingencies and Crisis Management*, 26(3), pp. 403-410.

Colding, J., Barthel, S., & Sörqvist, P. (2019), *Wicked problems of smart cities*. Smart Cities, 2(4), 512-521.

Cui, L., Xie, G., Qu, Y., Gao, L. and Yang, Y., (2018), *Security and privacy in smart cities*: Challenges and opportunities. IEEE access, 6, pp. 46134-46145.

da Silva, C.A., dos Santos, E.A., Maier, S.M. and da Rosa, F.S. (2019), *Urban resilience and sustainable development policies*. Revista de Gestão.

Dameri, R. P. (2017), Urban smart dashboard. Measuring smart city performance. In Smart City Implementation (pp. 67-84). Springer, Cham.

De Falco, S., Angelidou, M. and Addie, J.P.D., (2019), From the "smart city" to the "smart metropolis"? Building resilience in the urban periphery. *European Urban and Regional Studies*, 26(2), pp.205-223.

Doyle, A., Hynes, W., Ehimen, E., Purcell, S. M., Coaffee, J., Clarke, J., & Davis, P. (2018), *Operationalising Resilience within Planning Practice*: Towards an Online Decision Support Model. In E-Planning and Collaboration: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications (pp. 662-678). IGI Global.

El-Kholei, A. O. (2019), *Risks, hazards, and disasters*: can a smart city be resilient?. In Smart Cities: Issues and Challenges (pp. 125-146). Elsevier.

Elmaghraby, A. S., & Losavio, M. M. (2014), Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy. *Journal of advanced research*, 5(4), 491-497.

Ernstson, H., Van der Leeuw, S. E., Redman, C. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C., & Elmqvist, T. (2010), *Urban transitions*: on urban resilience and human-dominated ecosystems. Ambio, 39(8), 531-545.

Fainstein, S., (2015), Resilience and justice. *International Journal of Urban and Regional Research*, 39(1), pp.157-167.

Founoun, A., & Hayar, A. (2018), *Evaluation of the concept of the smart city through local regulation and the importance of local initiative*. In 2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2) (pp. 1-6). IEEE.

Gardner, N., & Hespanhol, L. (2018), SMLXL: Scaling the smart city, from metropolis to individual. City, *Culture and Society*, 12, pp. 54-61.

Garnett, R. and Adams, M.D.,(2018), LIDAR-A technology to assist with smart cities and climate change resilience: A case study in an urban metropolis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(5), p.161.

Goh, K. (2015), *Who's smart? Whose city?*The sociopolitics of urban intelligence. In Planning support systems and smart cities (pp. 169-187), Springer, Cham.

Gough, D., Oliver, S. and Thomas, J. (2017), *An introduction to systematic reviews*. Sage.

Gunasingh, S., Wang, N., Ahl, D., & Schuetter, S. (2017), Climate resilience and the design of smart buildings. Smart

Agrawal, M. (2019), *Data Protection Law and City Planning*: Role of Open Data in Climate Resilience and Governance of National Capital Territory of Delhi, India. In International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (pp. 35-51). Springer, Cham.

Almeida, M., Telhado, M., Morais, M., Barreiro, J., & Lopes, R. (2020), *Urban Resilience to Flooding*: Triangulation of Methods for Hazard Identification in Urban areas. Sustainability, 12(6).

Aqib, M., Mehmood, R., Alzahrani, A., & Katib, I. (2020), *A smart disaster management system for future cities using deep learning*, GPUs, and in-memory computing. In Smart Infrastructure and Applications (pp. 159-184). Springer, Cham.

Arafah, Y., & Winarso, H. (2017), *Redefining smart city concept with resilience approach*. In IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (Vol. 70, pp. 1-13).

Arafah, Y., Winarso, H., & Suroso, D. S. A. (2018), Towards smart and resilient city: a conceptual model. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (V. 158).

Balducci, A. (2020), *Planning for Resilience*. In Risk and Resilience (pp. 15-25). Springer, Cham.

Barletta, V. S., Caivano, D., Dimauro, G., Nannavecchia, A., & Scalera, M. (2020), Managing a Smart City Integrated Model through Smart Program Management. *Applied Sciences*, 10(2), 714.

Baron, M. (2012), Do we need smart cities for resilience?. *Journal of Economics & management*, 10, 32-46.

Batty, M., & Marshall, S. (2017), Thinking organic, acting civic: The paradox of planning for Cities in Evolution. *Landscape and Urban Planning*, 166, 4-14.

Brutti, A., De Sabbata, P., Frascella, A., Gessa, N., Ianniello, R., Novelli, C., ... & Ponti, G. (2019), *Smart city platform specification*: a modular approach to achieve interoperability in smart cities. In The Internet of Things for Smart Urban Ecosystems (pp. 25-50). Springer, Cham.

Caputo, S., Caserio, M., Coles, R., Jankovic, L., & Gaterell, M. R. (2015), Urban resilience: two diverging interpretations. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 8(3), pp. 222-240.

Cesana, M. and Redondi, A.E. (2017), *Iot communication technologies for smart cities*. In Designing, Developing, and Facilitating Smart Cities (pp. 139-162). Springer, Cham.

Choudhary, P. (2016), *Vernacular built environments in India: an indigenous approach for resilience*. In Urban Disasters and Resilience in Asia (pp. 269-286). Butterworth-Heinemann.

Chui, K. T., Vasant, P. & Liu, R. W. (2019), *Smart city is a safe city*: information and communication technology–enhanced urban space monitoring and surveillance systems: the promise and limitations. In Smart Cities: Issues and Challenges (pp. 111-124). Elsevier.

Cimellaro, G. P. (2016), *Urban resilience for emergency response and recovery*. Switzerland: Springer.

Coaffee, J., Therrien, M. C., Chelleri, L., Henstra, D., Aldrich, D. P., Mitchell, C. L., ... & participants. (2018), Urban resilience

Kulkarni, A. R., Rajurkar, S. S., & Ballal, M. S. (2018), Wide Area Monitoring System (WAMS): The Foundation Block of Smartgrids for Event Analysis. *In International Conference and Exhibition on Smart Grids and Smart Cities* (pp. 37-50). Springer, Singapore.

Liao, K. H. (2012), *A* theory on urban resilience to floods-a basis for alternative planning practices. *Ecology and Society*, 17(4).

Lom, M., & Pribyl, O. (2020), Smart city model based on systems theory. *International Journal of Information Management*. Vol. (56).

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016), Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban Planning*, 147, pp. 38-49.

Moraci, F., Errigo, M.F., Fazia, C., Burgio, G. and Foresta, S., (2018), *Making less vulnerable cities*: Resilience as a new paradigm of smart planning. Sustainability, 10(3), p. 755.

Muvuna, J., Boutaleb, T., Mickovski, S. B., & Baker, K. J. (2016), Systems engineering approach to design and modelling of smart cities. I*n 2016 International Conference for Students on Applied Engineering* (ICSAE) (pp. 437-440). IEEE.

Muvuna, J., Boutaleb, T., Mickovski, S.B. and Baker, K.J., (2016), Systems engineering approach to design and modelling of smart cities. *In 2016 International Conference for Students on Applied Engineering* (ICSAE) (pp. 437-440). IEEE.

Nel, D., & Nel, V. (2019), Governance for resilient smart cities. *In international council for research and innovation in building and construction* (CIB), World Building Congress.

Noori, N., de Jong, M., Janssen, M., Schraven, D. & Hoppe, T. (2020), Input-output modeling for smart city development. *Journal of Urban Technology*, pp.1-22.

Normandin, J. M., Therrien, M. C., Pelling, M., & Paterson, S. (2019), *The definition of urban resilience*: A transformation path towards collaborative urban risk governance. In Urban resilience for risk and adaptation governance (pp. 9-25). Springer, Cham.

Papa, R., Galderisi, A., Vigo Majello, M. C., & Saretta, E. (2015), Smart and resilient cities. A systemic approach for developing cross-sectoral strategies in the face of climate change. TeMA Journal of Land Use, *Mobility and Environment*, 8(1), pp. 19-49.

Pelton, J. N., & Singh, I. B. (2019), *How Nations* and Smart Cities Can Cope with Cyber-Terrorism and Warfare. In Smart Cities of Today and Tomorrow (pp. 185-201). Copernicus, Cham.

Pittway, L. (2008), *Systematic literature reviews*. In The SAGE dictionary of qualitative management research. SAGE Publications.

Qadir, Z., Ullah, F., Munawar, H.S. and Al-Turjman, F., (2021), *Addressing disasters in smart cities through UAVs path planning and 5G communications*: A systematic review. Computer Communications.

Ragia, L., & Antoniou, V. (2020), *Making Smart Cities Resilient to Climate Change by Mitigating Natural Hazard Impacts*. Geo-Information, 9(3).

Cities: Foundations, *Principles, and Applications*, 641-667.

Hatuka, T., Rosen-Zvi, I., Birnhack, M., Toch, E., & Zur, H. (2018), The political premises of contemporary urban concepts: The global city, the sustainable city, the resilient city, the creative city, and the smart city. *Planning Theory & Practice*, 19(2), pp.160-179.

Hayajneh, A. M., Zaidi, S. A. R., McLernon, D. C., & Ghogho, M. (2016), *Drone empowered small cellular disaster recovery networks for resilient smart cities*. In 2016 IEEE international conference on sensing, communication and networking (SECON Workshops) (pp. 1-6). IEEE.

Heurkens, E., Remøy, H., & Hobma, F. (2018), *Planning Policy Instruments for Resilient Urban Redevelopment*: The Case of Office Conversions in Rotterdam, the Netherlands. Building Urban Resilience through Change of Use, 39-56.

Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2019), *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Wiley.

Hu, X., & Gong, J. (2018), *Advancing Smart and Resilient Cities with Big Spatial Disaster Data*: Challenges, Progress, and Opportunities. In Data Analytics for Smart Cities (pp. 53-90). Auerbach Publications.

Ismagilova, E., Hughes, L., Dwivedi, Y. K., & Raman, K. R. (2019), Smart cities: Advances in research-An information systems perspective. *International Journal of Information Management*, 47, pp. 88-100.

Ismagilova, E., Hughes, L., Rana, N.P. and Dwivedi, Y.K., (2020), *Security, privacy and risks within smart cities*: Literature review and development of a smart city interaction framework. Information Systems Frontiers, pp.1-22.

Janitra, M. R. (2020), *I*mplementation of smart city for building disaster resilience in West Java Province. *In IOP Conference Series*: Earth and Environmental Science (Vol. 592, No. 1, p. 012006), IOP Publishing.

Kaika, M., (2017), 'Don't call me resilient again!': the New Urban Agenda as immunology… or… what happens when communities refuse to be vaccinated with 'smart cities' and indicators. *Environment and Urbanization*, 29(1), pp.89-102.

Kavehvash, Z., (2016), Improved multi-camera smart traffic surveillance system for resilient cities. *Scientia Iranica*, 23(4), pp. 1641-1647.

Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003), Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the royal society of medicine*, 96(3), pp. 118-121.

Kim, K. G. (2018), *Low-Carbon Smart Cities*. Springer.

Kim, T., (2017), Smart and resilient urban disaster debris cleanup using network analysis. *Spatial Information Research*, 25(2), pp. 239-248.

Kotevska, O., Kusne, A.G., Samarov, D.V., Lbath, A. and Battou, A., (2017), *Dynamic network model for smart city data-loss resilience case study*: City-to-city network for crime analytics. IEEE Access, 5, pp.20524-20535.

Klein, B., Koenig, R. and Schmitt, G., (2017), *Managing urban resilience*. Informatik-Spektrum, 40(1), pp. 35-45.

Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC) (pp. 591-597), IEEE.

Viitanen, J., & Kingston, R. (2014), Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. *Environment and Planning A*, 46(4).

Wamsler, C., Niven, L., Beery, T. H., Bramryd, T., Ekelund, N., Jönsson, K. I., ... & Stålhammar, S. (2016), Operationalizing ecosystem-based adaptation: harnessing ecosystem services to buffer communities against climate change. *Ecology and Society*, 21(1).

Wang, J. (2017), *Toward Resilience of the Electric Grid*. In Smart Cities: Foundations, Principles and Applications. John Wiley & Sons, Inc.

Yigitcanlar, T. (2018), *Smart city policies revisited*: Considerations for a truly smart and sustainable urbanism practice. World Technopolis Rev, 7(2).

Yigitcanlar, T., Butler, L., Windle, E., Desouza, K. C., Mehmood, R., & Corchado, J. M. (2020), *Can Building "Artificially Intelligent Cities"* Safeguard Humanity from Natural Disasters, Pandemics, and Other Catastrophes? An Urban Scholar's Perspective. Sensors, 20(10).

Zhu, S., & Li, D. (2019), *A Comprehensive Evaluation for Disaster Resilience of Smart Cities in China*. In ICCREM 2019: Innovative Construction Project Management and Construction Industrialization (pp. 733-740), Reston, VA: American Society of Civil Engineers.

Zhu, S., Li, D., & Feng, H. (2019), *Is smart city resilient? Evidence from China*. Sustainable Cities and Society, No. 50.

Zhu, S., Li, D., Feng, H., Gu, T., Hewage, K., & Sadiq, R. (2020), *Smart city and resilient city*: Differences and connections. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 10(6).

Ribeiro, P. & Gonçalves, L. (2019), *Urban resilience*: A conceptual framework. Sustainable Cities and Society, 50.

Seidenstricker, S., & Antonino, A. (2018), Business Model Innovation-Oriented Technology Management for Emergent Technologies. I*n Encyclopedia of Information Science and Technology*, Fourth Edition (pp. 4560-4569). IGI Global.

Sengan, S., Subramaniyaswamy, V., Nair, S. K., Indragandhi, V., Manikandan, J., & Ravi, L. (2020), *Enhancing cyber–physical systems with hybrid smart city cyber security architecture for secure public data-smart network*. Future generation computer systems, 112.

Shah, S.A., Seker, D.Z., Rathore, M.M., Hameed, S., Yahia, S.B. and Draheim, D., (2019), *Towards disaster resilient smart cities*: Can internet of things and big data analytics be the game changers?. IEEE Access, 7, pp.91885-91903.

Sulthan, I. (2020), *Damage and Exposure Prevention of Energy Infrastructure Through Strategies in PEER*: Evolving Trends for Efficiency, Reliability, and Resiliency. In International Conference and Exhibition on Smart Grids and Smart Cities (pp. 17-24), Springer, Singapore.

Suri, N., Zielinski, Z., Tortonesi, M., Fuchs, C., Pradhan, M., Wrona, K., ... & Dyk, M. (2018), *Exploiting smart city IoT for disaster recovery operations*. In 2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (pp. 458-463). IEEE.

Tasleem, M., Khan, N., & Nisar, A. (2019), Impact of technology management on corporate sustainability performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*.

UNISDR. (2016), *UNISDR Terminology on Disaster Risk* Reduction. Geneva.

Velásquez, W., Munoz-Arcentales, A., Yanez, W., & Salvachúa, J. (2018), Resilient smart cities: An approach of damaged cities by natural risks. I*n 2018 IEEE 8th Annual*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

An Analytical Review on the Theory of Smart Resilient City and its Applicability*

*Ghazaleh Sadat Ghoreishi, Hamidreza Parsi**[2], Farshad Nourian[3]*

[1] Ph.D. Candidate of Urban Planning, Department of Urban Design, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.

[2]Associate Professor, Department of Urban Design, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.

[3]Associate Professor, Department of Urban Management, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.

(Received: 20 Aug 2020, Accepted: 15 Dec 2020)

Due to the rapid urbanization, urban planning is faced with increasingly complex problems. One such overwhelming issue is urban resilience that has created challenges both for the planners and city managers. Technologies such as IoT, Big data, cloud computing, artificial intelligence etc., however, have provided new opportunities to facilitate urban planning efforts. Hence, the smart cities concept, as an innovative mix of technologies and social structure, can be seen as a solution toward making cities more livable. The technologies used in this arena provide open, massive, diverse and accessible data that can be analyzed by reliable and real-time methods to support better planning and decision-making. In this regard, many researchers have found interest in "smart resilience city (SRC)". This paper is a systematic literature review of such studies in order to provide a new theoretical frame for SRC planning. Here, we have analyzed the mechanism of smart resilience city and its relation with smart city and urban resilience. A sample of 42 related research documents, which were published in 2010-2020, are selected for our study. In the literature, SRC attempts to connect the smart cities concept with resilience: a) to understand the major steps of creating a smart city: design and planning, modelling and simulation, implementation, technology management and evaluation; and b) to contribute to the urban resilience methods such as computational, non-computational, evaluation-based and recovery methods and their applicability in pre-, during, and post-disaster situations. The literature review showed that 35 percent of the research covered design and planning of smart city themes and nearly 75 percent discussed the non-computational methods of urban resilience. Also, they are mainly focused on proactive methods. Our review has uncovered the inadequacy of studies in both smart cities concept and urban resilience. Planning a smart resilience city entails both substance and procedure. "substance" consists of the hard dimension (technology, resources and procedures) and the soft dimension (people, institutions and activities). Moreover, it is revealed that the substance of SRC is formed based on 13 common characteristics: Awareness, Networking, modularity, redundancy, innovation, creativity, learning and predictability, participation, flexibility, collaboration, adaptability, efficiency and diversity. The "procedure" of SRC deals with three major approaches, including the general, thematic and local ones. The general approach explains the frameworks of SRC or a process to achieve it. The thematic approach contains different methods and technologies to ascertain part of SRC. The Local approach concentrates on evaluating and lesson learned from the practical cases around the world. It is proved that the procedural approach is highly related to the expertise of researchers.

In conclusion, to plan for SRC, we ask the following questions: (a) How is the plan of SRC related to the steps of creating a smart city?; (b) How is it related to the states of resiliency?; (c) Which methods of resiliency are used in the SRC planning process?; and (d) What are the basic characteristics of the new SRC plan. Finally, the procedure should be designed by a multidisciplinary group based on the redefined content.

Keywords

Smart Resilient City, Smart City, Urban Resilience, Smart City Planning, Systematic Review.

*This article is extracted from the first author's doctoral dissertation, entitled: "Typology of smart city planning to upgrade urban resilience" under the supervision of second author and the advisory of third author which is in progress at the School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran.

**Corresponding Author: Tel: (+98-919) 4954613, Fax: (+98-21) 66415282, E-mail: hparsi@ut.ac.ir