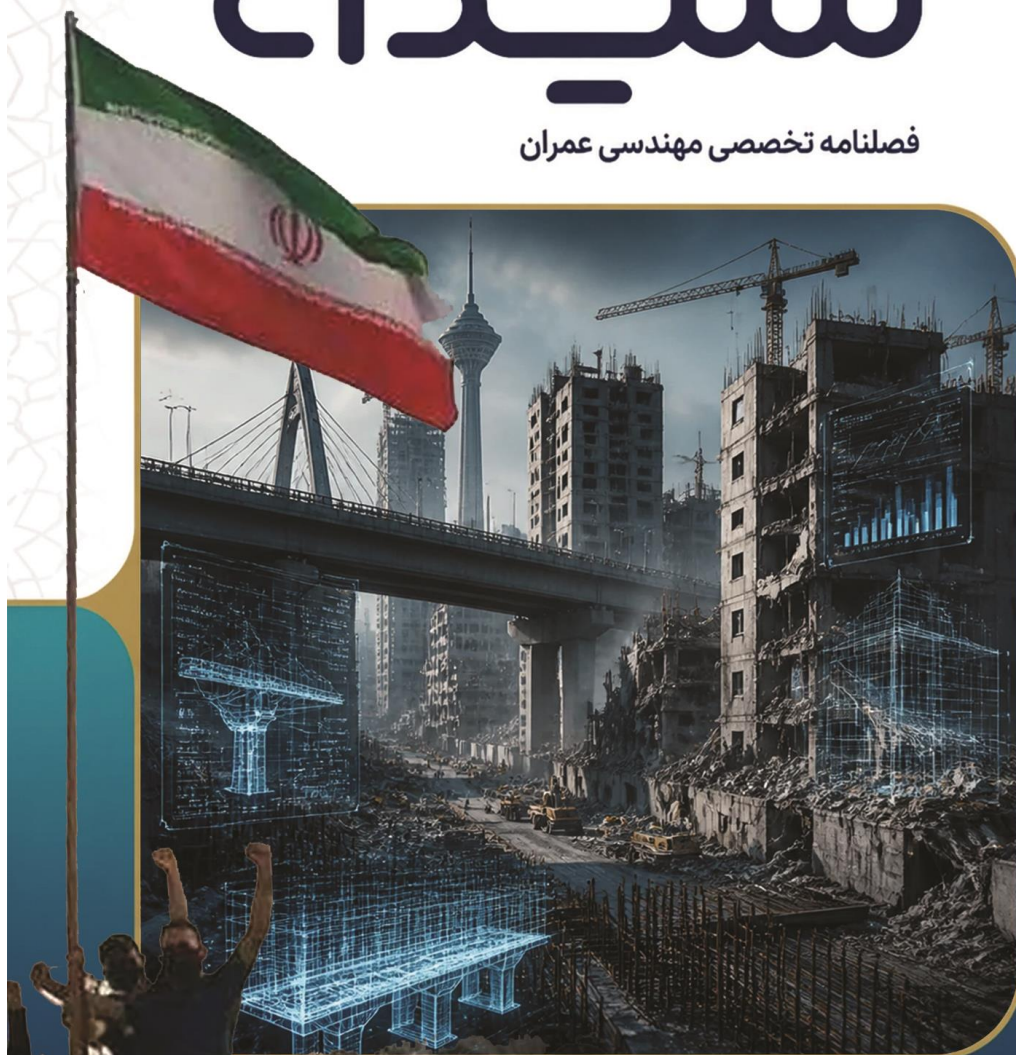


# فصلنامه سیداء

فصلنامه تخصصی مهندسی عمران



زخم های شهر، نگاهی مهندسی به تاثیر جنگ  
و تخریب زیرساختهای عمرانی شهرها در جنگ تحمیلی رمضان

شماره ۲ / دوره ۱ / زمستان ۱۴۰۴ با تاخیر



## فصلنامه تخصصی عمران سیداد

سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۴

صاحب امتیاز: مرکز آموزش عالی علمی کاربردی غیر دولتی دره شهر یک

مدیر مسئول: مهندس مجتبی رشیدنهل

سردبیر: مهندس مجتبی رشیدنهل

مدیر اجرایی: مهندس رودابه نجمایی

کارشناس: مهندس شبنم خزرایی

نشانی دفتر نشریه: تهران، خیابان قائم مقام فراهانی، پلاک ۱۸۶، طبقه ۲، واحد ۲۲

تلفن: ۰۲۱\_ ۸۶۰۴۶۲۰۰ (داخلی ۱۱۲)

فکس: ۰۲۱\_ ۸۶۰۴۶۲۰۰

[www.j](http://www.journal.siyad.ir)

سامانه:

ournal.siyad.ir

journal@siyad.ir رایانامه:

## فهرست

### عنوان

درباره نشریه سیداد:

اهداف و چشم انداز:

اعضا هیات تحریریه:

### راهبردهای معماری در کاهش آسیب پذیری جنگ

(نقش طراحی معماری، چیدمان فضایی و جزئیات ساختمانی در برابر بارهای انفجاری)

بررسی تاثیر طراحی فیزیکی محیط کار بر بهره وری و سلامت کارکنان بیمارستان

بیمه آتش سوزی با پوشش جنگ

بررسی اثرات بارش های اسیدی ناشی از احتراق فرآورده های نفتی بر سنگ نماهای

ساختمانی

بررسی اثرات بارش های اسیدی ناشی از احتراق فرآورده های نفتی بر سنگ نماهای

ساختمانی

مصاحبه اختصاصی، موضوع: همه چیز درباره بیمه آتش سوزی با پوشش جنگ

## درباره نشریه سیداد:

نشریه تخصصی سیداد با تمرکز بر حوزه عمران و ساخت‌وساز، به‌عنوان مرجعی علمی و کاربردی، به بررسی و تحلیل چالش‌های فنی، حقوقی، مدیریتی و اجرایی پروژه‌های عمرانی می‌پردازد. این نشریه با بهره‌گیری از دیدگاه‌ها و تجربیات کارشناسان رسمی، اساتید دانشگاه و متخصصان صنعت، جدیدترین رویکردها، استانداردها، مطالعات موردی و تحلیل‌های تخصصی را ارائه می‌دهد و با هدف ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، کاهش ریسک و توسعه دانش حرفه‌ای، پلی مؤثر میان دانش نظری و تجربه عملی در صنعت عمران ایجاد می‌کند.

## اهداف و چشم‌انداز:

نشریه تخصصی سیداد با هدف ارتقای سطح دانش حرفه‌ای در حوزه عمران و ساختمان، به دنبال ایجاد بستری معتبر برای تبادل دانش میان کارشناسان، مهندسان، پژوهشگران و فعالان صنعت ساخت‌وساز است. این نشریه تلاش می‌کند با انتشار تحلیل‌های تخصصی، مطالعات موردی، مقالات علمی-کاربردی و بررسی ضوابط و استانداردها، به بهبود کیفیت تصمیم‌گیری فنی و مدیریتی، کاهش ریسک پروژه‌ها و افزایش شفافیت در فرآیندهای اجرایی و کارشناسی کمک کند. همچنین، حمایت از تولید محتوای اصیل، مستند و مبتنی بر تجربه‌های واقعی پروژه‌های عمرانی از اهداف اصلی این نشریه به‌شمار می‌آید.

### چشم‌انداز نشریه سیداد

چشم‌انداز نشریه سیداد تبدیل‌شدن به یکی از مراجع معتبر و اثرگذار در حوزه عمران و ساختمان در سطح کشور است؛ مرجعی که به‌عنوان پل ارتباطی میان دانش دانشگاهی، تجربه‌های میدانی و نیازهای واقعی صنعت عمل می‌کند. سیداد در افق پیش‌رو، با تمرکز بر نوآوری، فناوری‌های نوین، هوشمندسازی ساخت‌وساز و رویکردهای پایدار، می‌کوشد نقش مؤثری در توسعه حرفه‌ای مهندسان و ارتقای استانداردهای صنعت ساختمان ایفا کند و به مرجعی قابل اعتماد برای تصمیم‌سازان، مدیران پروژه و کارشناسان رسمی بدل شود.

## اعضا هیات تحریریه

ردیف	نام	سمت	ایمیل
۱	مجتبی رشیدنهل	سردبیر	mrashi dnahal@yahoo.com
۲	مجتبی رشیدنهل	مدیر مسئول	mrashi dnahal@yahoo.com
۳	رودابه نجمائی	مدیر اجرایی	Roudabehnajmaei@gmail.com
۴	حمید علیمحمدی	هیات تحریریه	Ali mohammadi.ha@gmail.com
۵	شبنم خزرای	تیم اجرایی	shabnankhazraei@gmail.com

## بازآفرینی شهری پس از جنگ با رویکرد تاب آوری زیرساخت‌های حیاتی



**تهیه کننده: دکتر مجتبی رشید نهال**

دکتر عمران / گرایش شهرسازی

عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان تهران

کارشناس رسمی دادگستری

### چکیده

بازآفرینی شهری پس از جنگ، فرآیندی فراتر از ترمیم کالبد آسیب‌دیده است و با هدف بازگرداندن کارکردهای حیاتی شهر، بهبود کیفیت زندگی، بازتولید سرمایه اجتماعی و ایجاد توان پاسخگویی و بازیابی در برابر شوک‌های مکرر انجام میشود. در این مقاله، بازآفرینی شهری پس از جنگ با تمرکز بر تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی بررسی می‌شود؛ به‌گونه‌ای که شبکه‌های آب، برق، گاز، مخابرات، حمل‌ونقل و مراکز درمانی، به‌عنوان ستون فقرات تاب‌آوری شهری، در یک چارچوب مرحله‌ای و مبتنی بر اولویت‌بندی مداخله بازرحی و مدیریت شوند. روش پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر تلفیق رویکردهای مهندسی عمران (با گرایش شهرسازی)، مدیریت ریسک، و اصول برنامه‌ریزی شهری در مقیاس محله است. برای تحلیل، شاخص‌های عملکردی تاب‌آوری (آمادگی، تحمل، بازیابی و انطباق) و نیز معیارهای دسترسی اضطراری، پیوند طراحی شهری با مدیریت بحران، و بازآفرینی محل‌های به‌صورت ساختاریافته مدل‌سازی شده‌اند.

نتایج نشان می‌دهد که اجرای همزمان اقدامات تاب‌آور در زیرساخت‌های حیاتی و طراحی شهری

مبتنی بر شبکه دسترسی اضطراری، میتواند زمان دستیابی به سطح عملکرد پایه (Serviceability Basel i ne) را تا حدود ۳۵\_۵۰ درصد کاهش دهد و نرخ اختلال عملکردی در فازهای پس از رویداد را

به‌طور معنی‌دار کاهش دهد. همچنین یک جدول اولویت‌بندی عملیاتی برای بازسازی زیرساخت‌ها و یک چارچوب شاخصه‌ای ارزیابی تاب‌آوری ارائه می‌شود. در نهایت، توصیه‌های سیاستی و طراحی-مدیریتی برای برنامه‌ریزی مرحله‌ای، تأمین مالی و حکمرانی داده‌محور در پروژه‌های بازآفرینی شهری ارائه می‌گردد.

## کلیدواژه‌ها

تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی، بازآفرینی شهری پس از جنگ، شبکه‌های آب، برق، گاز و مخابرات، حمل‌ونقل و دسترسی اضطراری، مراکز درمانی و خدمات حیاتی، اولویت‌بندی بازسازی و مرحله‌بندی، شاخصه-ای ارزیابی تاب‌آوری، طراحی شهری و مدیریت بحران، بازآفرینی محله‌ای

## مقدمه

هرها در مواجهه با جنگ-به‌ویژه در بسترهایی همچون "جنگ تحمیلی سوم/جنگ رمضان" که الگوی متناوب آسیب به کارکردهای شهری و اختلال زیرساختی را برجسته می‌سازد-نه تنها با خرابی‌های کالبدی، بلکه با فرسایش پیوستگی خدمات عمومی، افت قابلیت اطمینان شبکه‌ها و بازسازی «، کاهش ظرفیت سازمانی برای پاسخگویی و بازیابی مواجه می‌شوند. در چنین شرایطی غالباً به معنای بازگردانی کالبد و برخی خدمات اولیه است، اما بازآفرینی شهری پس از «صرف جنگ، نیازمند بازتولید کارکردهای شهری در سطح شبکه‌ای و محله‌ای است؛ به‌نحوی که زیرساخت‌های حیاتی از حالت شکننده به سامانه‌های تاب‌آور تبدیل شوند.

از منظر مهندسی عمران با گرایش شهرسازی، تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی یک ویژگی چند-سطحی است که همزمان به طراحی فیزیکی (کالبدی)، سازمان‌دهی بهره‌برداری و مدیریت بحران، و کیفیت اتصال میان شبکه‌ها *interdependency* وابسته است. به‌عنوان مثال اختلال برق میتواند عملکرد پمپاژ آب، ارتباطات مخابراتی و حتی عملیات مراکز درمانی را مختل کند؛ در مقابل، اختلال در شبکه مخابرات میتواند فرماندهی امداد، هماهنگی تعمیرات و دسترسی به داده‌های مکانی-زمانی را کاهش دهد. بنابراین،

بازآفرینی شهری پس از جنگ باید باشد: نه فقط اینکه چه چیزی آسیب « اولویت‌بندی مبتنی بر اثر » و « نگاه سامانه‌ای » مبتنی بر دیده، بلکه کدام مؤلفه‌ها نقش اهرمی در بازیابی کل شهر دارند.

این مقاله در امتداد رویکردهای نوین تاب‌آوری شهری که در ادبیات ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۶ توسعه یافته‌اند (به‌ویژه در پیوند با برنامه‌ریزی بحران، حکمرانی داده، و مدیریت وابستگی متقابل زیرساخت‌ها)، تلاش میکند چارچوبی قابل اجرا برای بازآفرینی مرحله‌ای ارائه دهد که تمرکز آن بر شبکه‌های آب، برق، گاز، مخابرات، حمل‌ونقل و مراکز درمانی، همراه با طراحی شهری و دسترسی اضطراری در مقیاس محله باشد.

## مفهوم بازآفرینی شهری پس از جنگ و تفاوت آن با بازسازی صرف

بازسازی پس از جنگ، عموماً با ترمیم خرابی‌ها و بازگرداندن سازه‌ها به وضعیت قبل تعریف خود شامل ناپایداری‌هایی بوده « قبل از جنگ »، می‌شود. اما در بسیاری از شهرهای آسیب‌دیده است: پراکندگی نامنظم کاربری‌ها، کمبود ظرفیت شبکه‌های خدمات‌رسان، ضعف حکمرانی و عدم آمادگی سازمانی. بنابراین، بازسازی صرف ممکن است شهر را به چرخه آسیب‌پذیری بازگرداند است که اهداف زیر را همزمان « فرایند تحولی » در مقابل، بازآفرینی شهری پس از جنگ یک دنبال میکند:

- بازگردانی عملکرد Function Restoration رساندن شبکه خدمات حیاتی به سطح عملکرد پایه
- کاهش آسیب‌پذیری ساختاری-عملکردی: اصلاح نقاط شکننده شبکه و افزایش تحمل در برابر شوک-های تکرارشونده
- بازتولید پیوستگی شهری: تقویت اتصالات میان شبکه‌های فیزیکی و سازمان‌های مدیریتی.
- بازسازی سرمایه اجتماعی و الگوی سکونت: استفاده از بازآفرینی محله‌ای برای بازگرداندن اعتماد و مشارکت.
- انطباق آینده‌محور: توسعه قابلیت‌های یادگیری نهادی و بهروزرسانی برنامه‌ها
- از منظر مهندسی-شهرسازی، تفاوت بنیادی در "مقیاس و منطق مداخله" است. بازسازی غالباً پروژه محور است، اما بازآفرینی شبکه‌محور و محله‌محور است. بدین معنا که تصمیم‌های مربوط به بازسازی

یک بخش (مثلا ترمیم خط انتقال آب) باید با برنامه احیای برق (برای پمپاژ)، مخابرات (برای فرمان و کنترل)، و حملونقل اضطراری (برای رساندن تجهیزات و نیروی انسانی) همسوسود.

## نمونه تحلیلی واقعه‌ما

در یک مدل نمونه (فرضی اما سازگار با تجربه پروژه‌های بازآفرینی پس از بحران)، اگر ترمیم شبکه آب بدون پوشش برق پایدار انجام شود، زمان دستیابی به سرویس پایدار ممکن است ۲۶ هفته افزایش یابد؛ زیرا پمپاژها و سیستم‌های کنترل، وابسته به - به‌جای ۱۲ هفته، به ۲۰ را «بازآفرینی همزمان زیرساختی» برق و ارتباطات میمانند. این وابستگی متقابل، ضرورت برجسته میکند.

## زیرساخت‌های حیاتی به عنوان ستون فقرات تاب‌آوری شهری

زیرساخت‌های حیاتی شهری شامل مجموعه‌ای از شبکه‌ها و مراکز است که اختلال آنها میتواند پیامدهای زنجیره‌ای ایجاد کند. این زیرساخت‌ها معمولاً از منظر تاب‌آوری در سه سطح کالبدی-عملکردی، شبکه‌ای و خدمت‌دهی قابل تحلیل‌اند:

- شبکه آب و فاضلاب: شامل منابع، تصفیه، خطوط انتقال، مخازن و شبکه توزیع. شاخص تاب‌آوری آن میتواند شامل پایداری فشار، کیفیت آب، و توان پشتیبان در شرایط قطع باشد.
- شبکه برق: شامل تولید، انتقال/توزیع، پستها و تابلوهای حیاتی. تاب‌آوری برق تعیین‌کننده عملکرد پمپاژ آب، سیستم‌های تهویه و سردخانه مراکز درمانی، و تجهیزات مخابراتی است.
- شبکه گاز: به‌ویژه در گرمایش، پخت، و برخی بارهای صنعتی/درمانی. تاب‌آوری گاز علاوه بر شدت آسیب، به ایمنی و قابلیت ایزولاسیون خطوط معیوب وابسته است.
- مخابرات و سامانه‌های فرماندهی: شامل شبکه‌های مخابراتی، اینترنت/رادیویی اضطراری، و سامانه‌های مدیریت بحران. این بخش را «توان هماهنگی» فراهم میکند

- حمل و نقل شهری و دسترسی اضطراری: شامل محورهای اصلی امداد، مسیرهای تخلیه، دسترسی به بیمارستان‌ها و ایستگاه‌های خدمات. تاب‌آوری حمل و نقل، زمان پاسخ و قابلیت دسترسی را تعیین میکند.

- مراکز درمانی: بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، مراکز حیاتی حمایت (مانند بانک خون یا مراکز تصویربرداری). تاب‌آوری درمانی به برق پشتیبان، اکسیژن، دارو، دسترسی حمل و نقل و ارتباطات امن وابسته است.

## پیوندهای وابستگی متقابل

یک الگوی وابستگی رایج پس از جنگ میتواند این باشد:

- اختلال برق → توقف پمپاژ آب و اختلال کلریناسیون/کنترل کیفیت → افزایش ریسک

بهداشتی در مراکز درمانی و سکونتگاه‌ها.

- اختلال مخابرات → کندی هماهنگی تعمیرات → افزایش زمان رفع خرابی و تداوم اختلال

عملکردی.

- تخریب محورهای حمل و نقل → تأخیر امدادگران و قطعات یدکی → کاهش سرعت بازیابی.

در نتیجه، تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی بدون طراحی مدیریت وابستگی‌های متقابل، قابل تحقق کامل نیست.

## چارچوب اولویت‌بندی مداخله در شبکه‌های خدمات‌رسان

اولویت‌بندی پس از جنگ باید بر اساس اثر شبکه‌ای و ارزش خدمت انجام شود، نه صرفاً میزان

خرابی، در این مقاله، چارچوبی چند معیاره پیشنهاد می‌شود که چهار دسته معیار را پوشش میدهد

- اثر بر ایمنی و سلامت عمومی Heat & Safety Impact

- اثر بر تداوم خدمات عمومی Service Continuty Impact
- قابلیت بازیابی سریع و امکان اجرای راهکارهای جایگزین Substitutability & Recoverability
- وابستگی متقابل با دیگر زیرساخت‌ها Interdependency Sensitivity

برای عملیاتی‌سازی، به هر زیرساخت یک امتیاز اولویت P در بازه ۰ تا ۱۰۰ تخصیص داده میشود:

$$P=0,35H+0,25R+0,20I$$

که در آن H اثر ایمنی-سلامت، C تداوم خدمات، R قابلیت بازیابی سریع، و احساسیت به وابستگی متقابل است. وزن‌ها بر اساس منطق تصمیم‌گیری بحران‌محور تنظیم شده‌اند ( وزن بیشتر برای سلامت و ایمنی به دلیل پیامدهای غیرخطی اختلال در دوره‌های بحرانی).

جدول ۱ اولویت‌بندی بازسازی زیرساخت‌های حیاتی شهری پس از جنگ							
ردیف زیرساخت/حوزه	H معیار (ایمنی- سلامت)	C معیار (تداوم خدمات)	R معیار (بازیابی سریع)	I معیار (وابستگی متقابل)	امتیاز p	اولویت اجرایی پیشنهادی	اقدام‌های کلیدی تاب‌آور
مراکز درمانی و پشتیبانی حیاتی (برق/اکسیژن/ آب)	۱۰	۹	۶	۹	۸,۱۵	بسیار بالا	برق پشتیبان، سیستم‌های اکسیژن، کنترل آلودگی آب و دارو
شبکه برق توزیع و پستهای حیاتی	۹	۱۰	۶	۱۰	۸,۳۵	بسیار بالا	جایگزینی/ ایزولاسیون سریع مدارها، ژنراتورهای اضطراری، حفاظت پیشرفته
مخابرات	۸	۸	۸	۹	۸,۱۰	بسیار بالا	راديو/شبکه

ماهورهای اضطراری، مراکز کنترل پشتیبان							اضطراری و ارتباطات مراکز فرماندهی
مسیرهای جایگزین، کلریناسیون امن، مخازن ذخیره اضطراری	بالا	۸,۲۰	۸	۷	۹	۹	شبکه آب شهری و تصفیه‌خانهها (خطوط انتقال/ مخازن)
اولویت مرمت مسیرهای ترافیکی، جایگزین، تاب‌آوری پل/ تقاطع	بالا	۷,۴۵	۸	۷	۷	۸	حمل‌ونقل اضطراری (محورهای دسترسی بیمارستان/ پالایشگاه/ انبار)
شیرهای قطع اضطراری، بازبینی خطوط، کنترل ریسک نشت	متوسط بالا	۶,۵۵	۷	۶	۶	۷	شبکه گاز (ایزولاسیون و ایمنی)
جداسازی جریانها، ظرفیت موقت تصفیه/ جمع‌آوری	متوسط	۶,۴۰	۷	۵	۷	۷	شبکه فاضلاب و مدیریت پسماندهای درمانی
اجرای مرحله‌های همراه با بهبود محله‌ها	پایین	۴,۹۵	۴	۶	۵	۵	خدمات تکمیلی و شبکه‌های محلی کم‌اثر

توضیح: امتیازها نمونه‌وار اما واقع‌نما بوده و بر اساس منطق وزن‌دهی و ماهیت اثرگذاری بحران تنظیم شده‌اند. در کاربرد واقعی، امتیازها باید با داده‌های میدانی/تحلیلی شدت آسیب، طول قطعی، میزان وابستگی بارهای حیاتی بازکالیبره شوند.

## نقش طراحی شهری، ساختار محله و دسترسی اضطراری در باز آفرینی

طراحی شهری در باز آفرینی پس از جنگ صرفاً زیباسازی یا باز آرای کالبدی نیست؛ بلکه عامل تعیین کننده در کارکرد اضطراری شهر است. در سطح محله، سه مؤلفه نقش بنیادین دارند:

- دسترسی پذیری اضطراری: زمان رسیدن به مراکز درمانی و ایستگاههای امداد باید در محدوده قابل قبول باشد. در شرایط قطع بخشی از راهها، شبکه معابر باید امکان دور زدن و دسترسی چندمسیره ایجاد کند.
- تاب آوری کالبدی-عملکردی معابر و فضاهای باز: مسیرهای پیاده/خودروی امدادی و فضاهای باز امن (برای تجمع، اسکان موقت، و عملیات اضطراری) باید از نظر ایمنی و قابلیت بهره برداری حتی در صورت آسیب جزئی به شبکه کالبدی طراحی شوند.
- حفاظت از پیوند زیرساختی در مقیاس محله: قرارگیری زیرساختها (مثلاً تابلوهای برق شهری، مخازن ذخیره آب، نقاط حساس مخابراتی) و نحوه توزیع بارها باید کاهش اثر زنجیره ای ایجاد کند. کاهش احتمال دام افتادن کل محله در یک گلوگاه.

## نمونه تحلیلی از دسترسی اضطراری

اگر در یک محله متوسط، زمان دسترسی به بیمارستان از طریق یک مسیر اصلی حدود ۱۸ دقیقه بوده و آن مسیر در رخداد آسیب می بیند، عدم وجود مسیر جایگزین چندمسیره می تواند زمان را ۴۰ دقیقه افزایش دهد. در مقابل، با ایجاد شبکه محلی چندمسیره و تقویت معابر اضطراری با پهنای مناسب/ قابلیت عبور ماشین آلات سبک، میتوان این زمان را به حدود ۲۳-۲۶ دقیقه کاهش داد. این کاهش مستقیماً به تاب آوری خدمات درمانی منجر میشود، چون یکی از مؤلفه های عملکرد Time to Service است.

# مدل پیشنهادی برای بازآفرینی مرحله‌ای شهرهای آسیب‌دیده پس از

## جنگ

برای کاهش ریسک اجرایی و افزایش اثرگذاری، بازآفرینی باید به صورت مرحله‌ای Phased طراحی شود.

یک مدل پیشنهادی شامل چهار فاز زمانی/عملیاتی است:

- فاز ۰: ارزیابی سریع و تثبیت عملکرد ( ۰ تا ۴ هفته)

تمرکز بر شناسایی گلوگاه‌ها، ایمن‌سازی نقاط پرخطر، ایجاد حداقل ارتباطات اضطراری و راه‌اندازی عملکرد حیاتی ( آب/برق/مخابرات در مقیاس حداقل).

- فاز ۱: احیای عملکرد پایه زیرساخت حیاتی ( ۴ تا ۱۲ هفته)

تعمیرات اولویت‌دار در شبکه برق پست‌های حیاتی، راه‌اندازی سیستم‌های پشتیبان برای مراکز درمانی، و شروع بازچینی مسیرهای حمل و نقل امدادی.

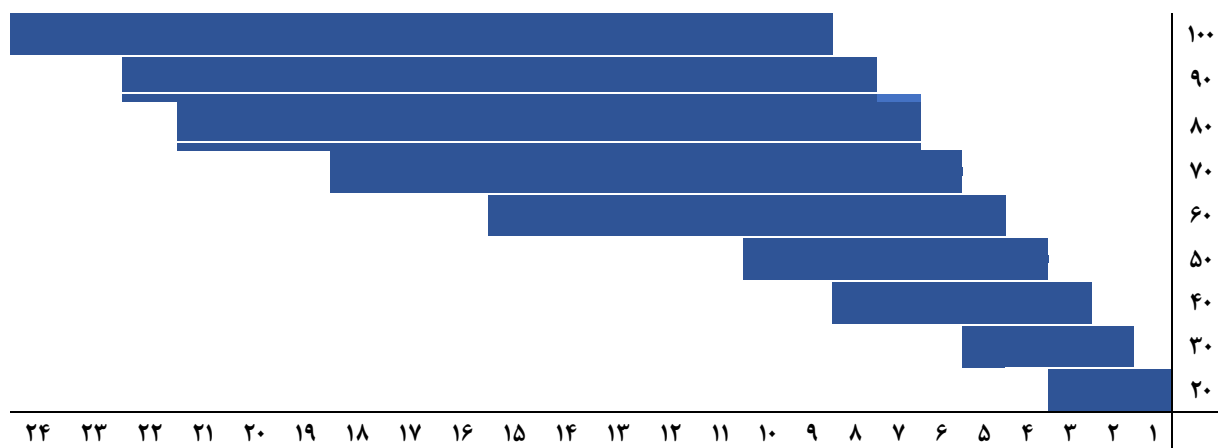
- فاز ۲: تعمیم تاب‌آوری و کاهش شکنندگی شبکه ( ۳ تا ۹ ماه)

گسترش راه‌کارهای تاب‌آور: مسیرهای جایگزین شبکه آب، حفاظت پیشرفته در برق، ایزولاسیون در شبکه گاز، و توسعه شبکه مخابرات اضطراری پایدارتر.

- فاز ۳: بازآفرینی محله‌ای و یکپارچه‌سازی برنامه‌ریزی ( ۹ تا ۲۴ ماه)

بازسازی کاربری‌ها و فضاهای باز امن، نهادینه‌سازی حکمرانی داده و تمرین‌های مدیریت بحران، و بهبود کیفیت زندگی با حفظ منطق تاب‌آوری زیربنایی.

(مقیاس شاخص عملکرد حیاتی از ۰ تا ۱۰۰؛ مقادیرهای نمونه‌وار اما واقع‌نما)



### برداشت تحلیلی از نمودار:

- در فاز ۰ هدف تثبیت حداقل خدمات حیاتی است؛ بنابراین جهش سریع اما محدود در رخ میدهد.
- در فاز ۱ با احیای برق حیاتی-مخابرات-درمان، قابلیت سرویس‌دهی افزایش محسوس دارد؛ لذا شیب نمودار تندتر می‌شود.
- در فاز ۲ با اصلاح وابستگی‌های متقابل و ایجاد مسیرهای جایگزین، پایداری و کاهش شکنندگی بالا می‌رود.
- در فاز ۳ بازآفرینی محله‌ای، نهادینه‌سازی مدیریت بحران و بهبود دسترسی اضطراری، باعث تکمیل تاب‌آوری و رسیدن به عملکرد نزدیک به استانداردهای بهره‌برداری می‌گردد.

**جدول ۲) شاخصهای ارزیابی تاب آوری شهری در دوره باز آفرینی**

هدف در	هدف	هدف	واحد / بازه	روش سنجش پیشنهادی	تعریف عملیاتی	شاخص ( نماد)	بُعد تاب آوری
هدف در فاز ۳ ۹- ۲۴m	هدف در فاز ۲ ۳-۹m	هدف پیشنهادی در فاز ۱ ۴-۱۲w					
$\geq 99$	$\geq 95$	$\geq 85$	%	ممیزی میدانی + ثبت ظرفیت	سهم تجهیزاتی که ژنراتور/ سوخت UPS/ اضطراری دارند	درصد پوشش برق پشتیبان برای مراکز E(درمانی)	آمادگی
$\leq 30$	$\leq 45$	$\geq 6$	دقیقه	آزمون عملکردی/ لاگ عملیاتی	مدت زمان عملکرد حداقل بدون مداخله دستی	زمان تحمل اختلال تا بازیابی خودکار E۲( )	تحمل
$\geq 3$ روز	$\geq 7$ روز	$\geq 14$ روز	ساعت/ روز	داده SCADA/ گزارش بهره برداری	زمان رسیدن به حداقل فشار/ سرویس	زمان بازگردانی سرویس پایه R(آب/برق)	بازیابی
$\geq 95$	$\geq 85$	$\geq 70$	%	ارزیابی بیمارستانی	درصد بیمارستان/ کلینیک ها با سرویس پایدار	نرخ بازیابی عملکرد درمانی R۲( )	بازیابی
$\geq 4$	$\geq 3$	$\geq 2$	بار/ سال	گزارش سازمانی + ممیزی	دفعات تمرین/ بهرورسانی دستورالعملها و نقشه ها	تعداد بهرورسانی برنامه مدیریت A(بحران)	انطباق
$\geq 90$	$\geq 75$	$\geq 60$	%	GI S-based time analysis	درصد جمعیت در شعاع زمانی مجاز تا بیمارستان	شاخص دسترسی اضطراری محله N۱( )	انسجام شبکه های
$\geq 3,0$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	مسیر/ گره	تحلیل شبکه راه/حمل	مسیرهای جایگزین با سطح کارکرد قابل قبول	ضریب چندمسیره بودن شبکه امدادی N۲( )	کاهش وابستگی

ایمنی	شاخص ایزولاسیون ریسک در شبکه S)گاز	درصد بلوک- های قابل ایزولاسیون در زمان بحران	ممیزی فنی +تست شیرها	%	$60 \geq$	$85 \geq$	$95 \geq$
-------	---	--	----------------------------	---	-----------	-----------	-----------

نکته روش شناختی: تعریف شاخص ها باید با داده پذیری Data Adailability سازگار باشد. پیشنهاد شده است که بخش SCADA داده های عملیات تعمیرات و ثبت های بیمارستانی به عنوان ورودی اولیه شاخصه ای تاب آوری در سیستم تصمیم گیری استفاده شوند.

## نتیجه گیری

این مقاله نشان داد که بازآفرینی شهری پس از جنگ، زمانی به تاب آوری واقعی منتهی می شود، که بر زیرساخت های حیاتی به عنوان ستون فقرات عملکرد شهر تمرکز کند و منطق تصمیم گیری از پروژه های منفرد به سمت مدیریت شبکه ای و وابستگی های متقابل حرکت نماید.

یافته های تحلیلی مبتنی بر چارچوب پیشنهادی، بیانگر آن است که با اجرای مرحله ای (فاز ۰ تا فاز ۳، احیای هم زمان برق حیاتی، مخابرات اضطراری و مراکز درمانی، و نیز تقویت دسترسی اضطراری از طریق طراحی شهری-محل های، می توان زمان رسیدن به سطح عملکرد پایه زیرساخت ها را به طور معنی دار کاهش داد. همچنین، به دلیل ماهیت غیرخطی پیامدهای اختلال (به ویژه در سلامت و ایمنی)، اولویت بندی باید بر اساس اثر شبکه ای و امکان بازیابی سریع انجام شود.

## توصیه های سیاستی، برنامه ریزی و طراحی شهری (دقیق و اجرایی)

(۱) استقرار حکمرانی داده محور تاب آوری: تشکیل ستاد مشترک تاب آوری زیرساخت های حیاتی با دسترسی یکپارچه به داده های خرابی، تعمیرات، نقشه های GPS و لاگ های بهره برداری (برق/آب/

مخابرات). این امر برای کالیبراسیون امتیاز اولویت  $p$  و شاخص‌های  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $N_1$  و.. ضروری است.

۲) اجرای اولویت‌بندی چندمعیاره در برنامه‌ریزی مالی و پیمانکاری: بودجه‌گذاری مرحله‌ای باید هم‌راستا با جدول اولویت (جدول ۱) باشد؛ به‌گونه‌ای که پروژه‌های اهرم ساز (برق پستهای حیاتی، مخابرات اضطراری، مراکز درمانی) پیش از پروژه‌های کالبدی کم‌اثر آغاز شوند.

۳) طراحی شهری برای چندمسیره بودن دسترسی اضطراری: در بازآفرینی محله‌ای، شبکه معابر باید دارای مسیرهای جایگزین برای امداد باشد؛ همچنین موقعیت مکانی خدمات درمانی-پشتیبانی باید با معیارهای زمان دسترسی (شاخص  $N_1$ ) همسو شود.

۴) تاب‌آوری کالبدی-عملکردی در زیرساخت‌ها:

۵) برای برق: حفاظت پیشرفته، ایزولاسیون سریع مدارها و استقرار پشتیبان در مراکز حیاتی.

۶) برای آب: مخازن ذخیره اضطراری، مسیرهای جایگزین خطوط انتقال و تضمین ایمنی کلریناسیون.

۷) برای مخابرات: ایجاد کانال‌های اضطراری مستقل (رادیویی/ماهواره‌ای) برای تداوم فرماندهی.

۸) برای گاز: شیرهای قطع اضطراری، کنترل ریسک نشت و آزمون‌های دوره‌ای.

۹) یکپارچه‌سازی برنامه‌های تعمیرات و طراحی شهری: مسیرهای حمل و نقل امدادی و دسترسی کارگاه-

ها و انبارهای تجهیزات باید از همان مراحل فاز، طراحی/تضمین شوند تا زمان بازیابی حقیقی کاهش یابد.

۱۰) نهادینه‌سازی تمرین‌های مدیریت بحران و انطباق: شاخص انطباق باید به‌صورت قراردادی در برنامه

پروژه‌های بازآفرینی لحاظ شود (نه صرفاً فعالیت سازمانی). تمرین‌های عملیاتی، بازیابی نقشه‌ها و به‌روزرسانی پروتکل‌ها باید بخشی از تحویل پروژه باشد.

در مجموع، بازآفرینی شهری پس از جنگ، اگر با رویکرد تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی و پیوند

طراحی شهری با مدیریت بحران انجام شود، می‌تواند شهر را از وضعیت شکنندگی به وضعیت عملکرد پایدار در مواجهه با شوک‌های آینده ارتقا دهد و همزمان کیفیت زندگی و کارکرد اقتصادی-اجتماعی را بازتولید نماید.

## منابع

- Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. UNDRR. )۲۰۲۲(
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction
- Intergovernmental .Climate Change ۲۰۲۳: Synthesis Report .IPCC. )۲۰۲۳(
- Panel on Climate Change
- From Recovery to Resilience: A Framework for Urban .World Bank. )۲۰۲۱(
- The World Bank .Resilience and Recovery
- Building Resilient Cities and Communities: Key Findings and .OECD. )۲۰۲۲(
- .OECD Publishing .Policy Options
- Hopkins, A., & Birkmann, J. )۲۰۲۱(. Urban resilience and interdependent
- Sustainable Cities .infrastructure: A framework for risk-informed recovery
- .۱۰۲۷۶۵ ,۶۸ ,and Society
- Cutter, S. L., et al .)۲۰۲۲(. Disaster resilience indicators: Advances and
- International Journal of Disaster Risk .challenges for urban systems
- .۱۰۳۱۴۰ ,۷۸ ,Reduction
- Resilience Engineering Association / Related Literature. )۲۰۲۳(. Methods
- Reliability .for resilience assessment in critical infrastructure systems
- .۱۰۹۱۲۵ ,۲۳۱ ,Engineering & System Safety
- Hospital Safety Index )HSI ( and .World Health Organization )WHO(. )۲۰۲۱(
- .WHO guidance for disaster risk reduction in hospitals
- Societal security — Business continuity .ISO ۲۲۳۰۱. )۲۰۱۹/۲۰۲۰(
- International Organization for .management systems — Requirements
- .Standardization

Risk Assessment and Mitigation for Critical Infrastructure .FEMA )۲۰۲۲(

Federal Emergency Management Agency

تاب‌آوری شهری و مدیریت ریسک در زیرساخت‌های)۲۰۲۱( Ebrahimi M, & Zare, M

(۳) ۶۲-۴۵. حیاتی: رویکرد شاخص‌محور. مجله برنامه‌ریزی و مدیریت شهری ۱۴،

رضایی، م.، و همکاران (۰). ۲۰۲۲. (ارزیابی تاب‌آوری شبکه حمل‌ونقل اضطراری در شهرهای

(۲) ۱۲۰-۱۰۱. مجله مهندسی عمران و شهرسازی GIS، ۹، بحرانزده با رویکرد

محمدی، ر.، و همکاران (۰). ۲۰۲۳. (بازآفرینی محله‌های در پس‌بحران: پیوند کالبد-عملکرد و

(۱) ۲۰-۱. مدیریت بحران: فصلنامه مطالعات شهری ۲۷،

میرزایی، س. (۰). ۲۰۲۴. (مدیریت وابستگی متقابل زیرساخت‌ها در بازسازی شهری؛ مطالعه

(۴) ۹۶-۷۷. تطبیقی و مدل پیشنهادی. نشریه مدیریت بحران ۱۲،