Archive of SID

نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

مطالعه قابلیتهای شهرسازی زیرزمینی در ارتقای ایمنی شهر با رویکرد پدافندغیرعامل

اصغر مولائی
استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

واژگان کلیدی
شهرسازی زیرزمینی
پدافندغیرعامل
فضاهای زیرسطحی
زیرساختهای شهری
ایمنی و امنیت

چکیده

امروزه شهرسازی زیرزمینی، استفاده از تمامی قابلیتهای زیرزمین، به‌عنوان ثروتی دست‌نخورده، برای تامین نیازهای فضایی و عملکردی، حل مسائل زیست‌محیطی، ترافیکی، توسعه زیرساختهای شهری، افزایش پایداری و کارایی شهرها و مراکز شهری، استفاده می‌باشد. نیاز حیاتی شهرها به زیرساختهای شهری و نیز آسیب‌پذیری شهرهای بزرگ بویژه مراکز این شهرها در مواقع بحرانی از طرفی و حساسیت آنها را مضاعف می‌نماید. هدف این مقاله مطالعه قابلیتهای شهرسازی زیرزمینی از دیدگاه پدافند غیرعامل و ایجاد شهر ایمن است که با روش تحقیق تحلیلی و بررسی موردی نمونه‌هاست. فضاهای زیرسطحی با دارا بودن قابلیت‌های مثبتی از قبیل ثبات دمایی، مخفی بودن، استحکام و مقاومت بالا، می‌تواند با جایدهی زیرساختهای شهری و انسانها بویژه در سوانح و مواقع بحرانی در کاهش آسیب‌پذیری شهرها و مراکز آنها مفید واقع شوند. تحقیق حاضر ضمن بررسی سوابق جهانی و ایرانی استفاده از فضاهای زیرسطحی، به مطالعه قابلیتهای این فضاها از دیدگاه پدافند غیرعامل می‌پردازد. فضاهای زیرزمینی به عنوان فضاهایی با فرصتها و تعدیدهای متعدد پیش‌روی شهر و توسعه شهری قرار دارد که با نگرشی جامع و در نظر گرفتن تمامی جوانب ایمنی و امنیتی می‌تواند به ارتقای ایمنی شهر کمک نماید. شهرسازی زیرزمینی با جبران کمبود فضا در شهرهای بزرگ و حل مسائل ترافیکی و زیست‌محیطی، با فراهم نمودن فضاهای ایمن و امن، پایداری و تاب‌آوری شهر را ارتقا بخشیده و می‌تواند در راستای اهداف پدافند غیرعامل بکار گرفته شود. با توجه به قرارگیری ایران بر روی کمربند زلزله؛ بویژه کلانشهرهایی همچون تهران، توسعه فضاهای زیرسطحی با لحاظ ملاحظات پدافندغیرعامل می‌تواند ضمن پاسخدهی به برخی نیازها و مسائل شهری، مکان‌هایی امن در برابر سوانح و بحرانها برای شهروندان فراهم آورد.

۱- پیش‌گفتار

شهرهای بزرگ و بویژه مراکز پرازدحام آنها ، بدلایل متعدد از حساسیت و آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند. این مراکز ، از یک طرف، نیاز حیاتی به زیرساختهای شهری در ابعاد حمل-ونقلی، خدماتی، انرژی و ... دارند. از طرف دیگر این مراکز از آسیب‌پذیری بالایی (بویژه از نظر تلفات انسانی و اختلال در زیرساختهای شهری موجود در هنگام وقوع بحرانهای طبیعی و مصنوعی)برخوردارند. حل این مسائل و رفع نیازهای زیرساختی شهر جهت نیل به پایداری شهرهای بزرگ و مراکز آنها، مورد پژوهش این مقاله می‌باشد. در جستجوی راه‌حل و مساله‌گشایی این موضوع، این احتمال مطرح می-شود که آیا امکان تجمیع این دو منظور بطور یکجا با استفاده از رویکرد توسعه زیرسطحی وجود دارد یا نه؟ به عبارت بهتر آیا با توسعه زیرسطحی شهری می‌توان به توسعه زیرساختهای شهری و تامین اهداف پدافند غیرعامل بسوی تامین پایداری شهرها نایل شد؟

اهمیت موضوع از آنجا ناشی می‌شود، در مسیر توسعه پایدار، تامین زیرساختهای این شهرهای کشورمان بویژه شهرهای بزرگ و ارتقای کیفیت محیطی آنها اهمیت خاصی را داراست. از طرف دیگر کشورمان بویژه شهرهای بزگی

* آذربایجان شرقی، میانه، کوی ولیعصر، کوچه معلم، کد پستی ۵۳۱۹۶۳۳۴۳۵، شماره تماس ۰۹۱۹۷۳۸۶۱۸۱ رایانامه: Molaei.2488@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

همچون تهران با قرارگیری روی گسلهای زلزله به همراه عوامل دیگری مورد تهدید و آسیب‌پذیری جدی قرار دارد. با توجه به اینکه فضاهای زیرسطحی در کشور ما اغلب، بویژه در پروژه‌های حمل‌ونقل شهری در انواع تونلها و زیرگذرهای سواره، با نگرش تک‌بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین ضروری است تا با مطالعه جامع این موارد و جستجوی رابط بین آنها و بهره‌گیری از فناوریهای نوین و سوابق ارزشمند گذشته و معاصر جهانی و ایرانی به توسعه پایدار بپردازیم. در این پژوهش فرض بر این است که فضاهای زیرسطحی شهری با قابلیتهای قابل توجه در مقاومت، حفاظت و نگهداری انسانها و تاسیسات زیربنایی ، در سوانح و مواقع بحرانی در راستای اهداف پدافند غیرعامل بکاررفته شوند. هدف پژوهش نیز ، ارائه رویکردی نوین در توسعه شهری پایدار با کندوکاوی در رابطه مابین توسعه زیرسطحی شهری و پدافند غیرعامل می‌باشد.

۲- پدافند غیرعامل

مجموعه اقداماتی است که قبل از خطر انجام می گیرد و در هنگام بروز هرگونه تهدید طبیعی و غیر طبیعی (مانند جنگ) موجب کاهش آسیب پذیری نیروی انسانی، ساختمان ها، تاسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان های حیاتی یک کشور می‌گردد(فرزام‌شاد، ۱۳۸۶، ۴-۵). در تعریف دیگری پافند غیرعامل این چنین تعریف شده است:" عبارت است از کلیه اقدامات احتیاطی به غیر از استفاده از جنگ‌افزار و تسلیحات، به منظور به حداقل رساندن تاثیر عملیات خصمانه دشمن". "به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم بکارگیری جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات و تاسیسات حیاتی و حساس کشور و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد"(فرزام-شاد، ۱۳۸۶، ۴-۵). پوشش و پنهان‌سازی، استتار و اختفاء، پراکندگی، تفرقه و جابجایی، فریب، مکانیابی بهینه از روشهای نیل به اهداف پدافندغیرعامل در برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای معماری و شهری است.

در تمامی این تعاریف به حداقل رساندن خسارات و تلفات و حفاظت از سرمایه‌های مادی، انسانی و معنوی در مقابل تهدیدات در راس توجه و تمرکز می‌باشد. البته نوع آسیب، تهدید و شیوه برخورد با هر کدام از تهدیدها و بلایای طبیعی و غیرطبیعی می‌تواند تاحدودی مشترک و متفاوت باشد. بعنوان مثال در دید و تیررس نبودن زیرساختها و اجتماعات انسانی در جنگ، مقاومت و استحکام بناها و زیرساختها در زلزله و برنامه‌ریزی و طراحی پایدار، مکانیابی بهینه زیرساختها، پناهگاههای انسانی مطلوب و امن از اشتراکات تهدیدها در شهرسازی اعم از برنامه‌ریزی و طراحی می‌باشد(جدول شماره ۱).

جدول ۱- اهداف کلان و خرد پدافندغیرعامل در شهرسازی؛ (نگارنده)

هدف کلان: کاهش آسیب‌پذیری سرمایه‌های انسانی، مادی و معنوی	
اهداف خرد	دور از دید، تیررس و دسترسی دشمن
	مقاوم بودن و پایداری ساختمانهای عمومی و خصوصی، زیرساختهای شهری
	مکانیابی بهینه زیرساختهای شهری و کارایی مطلوب آنها در سوانح و مواقع بحرانی
	استمرار و تداوم زندگی شهری در سوانح و مواقع بحرانی
	انعطاف‌پذیری و کارایی در زمانها و شرایط مختلف
	خوانایی فضاهای ورودی برای کابران

۳- شهرسازی زیرزمینی

بطور کلی شهرسازی واژه‌ای گسترده و بصورت فرارشته‌ای شامل رشته‌های متعدد اعم از برنامه‌ریزی و طراحی شهری می‌گردد. در زبان انگلیسی واژه شهرسازی معادل عبارت Urban Development به معنی توسعه شهری بوده و عبارات Urban planning (برنامه‌ریزی شهری) و Urban Design (طراحی شهری) در حوزه شهرسازی بکار می‌روند. توسعه شهری می‌تواند در مقیاس-های متفاوت (از مقیاس فضای شهری تا مقیاس منطقه شهری) و در کاربریهای گوناگون با رویکردهای متفاوتی انجام شود. بدیهی است که برخی از این رویکردها می‌توانند باهم اشتراکاتی قابل توجه داشته باشند. بکارگیری فضاهای زیرزمینی در شهرسازی با رویکرد پدافندغیرعامل در این راستا حائز اهمیت ویژه‌ایست. توسعه فضاهای زیرزمینی شهری با هدف تامین زیرساختهای مورد نیاز شهرها در حوزه حمل‌ونقل و تاسیسات و شریانهای حیاتی، حل مسائل شهری، ایجاد فضاهای امن و پناهگاههای چندمنظوره بویژه در مکانهای عمومی از جمله رویکردهای مورد توجه

www.SID.ir

Archive of SID

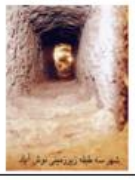
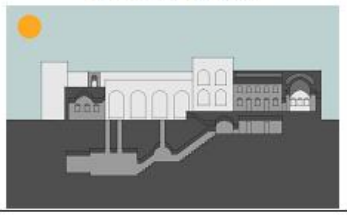
شهرسازی زیرزمینی می‌باشد.

شهرسازی زیرزمینی می‌تواند نقش مهمی در ارتقای پایداری و تاب‌آوری شهری ایفا نماید. فضاهای زیرزمینی می‌تواند به ایجاد شهر فشرده و افزایش تراکم در شهر کمک نموده و از گسترش بی‌رویه شهر جلوگیری نماید. همچنین فضاهای زیرزمینی را می‌توان در راستای شهر قابل‌زندگی بکار گرفت، بطوریکه با رویکرد شهرسازی زیرزمینی، کیفیت فضاهای عمومی، میزان فضاهای سبز و تفریحی و زیرساختهای لازم را افزایش داد. (Bobylev,2016: 43).

شهرسازی زیرزمینی قابلیت‌های زیادی در حل مسائل شهری داراست. حل مشکلات ترافیکی مانند ازدحام و شلوغی ترافیک سواره، کاهش آلودگی‌های هوا و صدا، حفاظت در برابر بلایای طبیعی، حل مشکل کمبود فضا و حفاظت از میراث فرهنگی و محیط‌زیست از جمله قابلیتهای مثبت شهرسازی زیرزمینی است (Broere,2016: 246). شهرسازی زیرزمینی تفکری است که با بهره‌گیری از فضاهای زیرزمینی سعی دارد مسائل و مشکلات شهری را حل نموده و شهری زیست‌پذیر و ایمن را ایجاد نماید. (Narang Suri,2015). در این راستا، ایده، عدم اشغال سطح زمین و بهره‌گیری از فضاهای زیرزمینی تا حد امکان با عنوان کاربری زمین صفر (0-Land Use) نیز برای حل نیازهای فضایی و جایدهی کاربریهای ترافیکی، تاسیساتی و غیره بر استفاده بهینه این این فرصتها تاکید داشته است (Vahaaho,2013).

۳-۱-فضاهای زیرسطحی در دوران گذشته: در دوره‌های گذشته این نوع فضاها عمدتا بدلایل اقلیمی، امنیتی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. شهرها و روستاهایی که تمام و یا درصدی از آنها در زیرزمین و یا زیرصخره‌ها قرار دارد مانند نمونه شهرها وروستاهای زیرزمینی کاپادوکیای ترکیه و شهر اویی در نوش‌آباد کاشان نمونه‌ای از این فضاهاست. کلیساها و محل‌های دفن شهدای دوران صدر مسیحیت در اروپا؛ سیلوهای زیرزمینی در چین و تونس نمونه‌های ارزشمند دیگری از سوابق جهانی هستند. و یا فضاهای معماری مانند گودال‌باغچه در شهرهای کویری و شوادان در شهرهای گرم ومرطوب(شوش و دزفول) ، قناتها و آب‌انبارها در شهرهای قدیمی ایران مانند یزد، آب‌انبارهایی که کاملا در زیرزمین قرار دارند، نمونه‌های ارزشمند دیگری ایرانی از این فضاها هستند(جدول شماره ۲) (مولائی، ۱۳۸۹، ۵۰-۵۵).

جدول ۲- انواع فضاهای زیرزمینی در دوره‌های گذشته(جهانی و ایرانی)؛ (مولائی، ۱۳۸۹، ۱۷۵).

جهانی	الف)شهرها و روستاهای زیرزمینی شهر زیرزمینی کایماکلی،کاپادوکیا ترکیه	ب)فضاهای سکونتی زیرزمینی، صخره‌ای و ...	ج)فضاهای نگهداری(اموات، مواد غذایی، آب و ...) نقشه مقابر دخمه ای صدر مسیحیت ، رم
ایرانی	الف)شهر زیرزمینی اویی، نوش‌آباد کاشان 	ب)شوادان خانه‌ای دزفول 	ج)آب‌انبار

۳-۲-توسعه زیرسطحی شهری در دوران معاصر: از انقلاب صنعتی به بعد، با ظهور تکنولوژی و پیشرفتهای فنی امکان غلبه بر طبیعت روزبه‌روز مهیاتر شد. رشد اندازه شهرها و ازدیاد جمعیت، احداث ساختمان‌های بلندمرتبه، گسترش شبکه‌های حمل‌ونقلی، نیاز به ارتباطات و حمل-ونقل سریع‌السیر، و سایر تحولات صنعتی زمینه‌ساز دگرگونی شهرها شدند. افزایش ارتفاع ساختمانها ، اغلب افزایش عمق آنها را درپی داشته، توسعه حمل‌ونقل بویژه از نوع ریلی با ساخت ایستگاه‌های زیرزمینی و تونل‌ها همراه بوده است. بطور کلی دلایل توسعه زیرسطحی در دوره معاصر بشرح زیر می‌باشد : ایجاد محیطی با آسایش اقلیمی در شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

نامساعد اقلیمی ؛ توسعه و یا حل مسائل حمل‌ونقل شهری ؛ کمک به پایداری محیط‌زیست؛ افزایش بهره‌وری از ارزش اقتصادی زمین؛ تامین نیازهای فضایی و عملکردی؛ ایجاد محیطی ایمن در سوانح و مواقع بحرانی. منظور از توسعه زیرسطحی شهری در این تحقیق "بهره‌گیری از قابلیتهای ترازهای زیرین زمین برای تامین نیازها و پاسخ به تقاضای شهر و مراکز آن" می‌باشد؛ این نوع توسعه، فضاهای متنوع و متفاوتی را در کارکردهای شهری بویژه زیرساختهای شهری شامل می‌شود که عبارتنداز: شبکه مترو(تونلها و ایستگاههای مترو)؛ مراکز تجاری زیرزمینی؛ مراکز خدماتی زیرزمینی مانند انبارهای زیرزمینی؛ مراکز ورزشی زیرزمینی؛ مراکز فرهنگی و اجتماعی زیرزمینی مانند موزه‌ها و آمفی‌تئاترهای زیرزمینی؛ شبکه‌های نگهداری، ذخیره و انتقال نیرو، آب ،برق ، گاز، مخابرات و انرژی؛ تونلهای حمل‌ونقلی و پارکینگهای زیرزمینی؛ تونلهای مشترک تاسیساتی؛ تونلهای زهکشی و انتقال آبهای سطحی، پناهگاههای زیرزمینی(جدول شماره ۳) (مولائی، ۱۳۸۹، ۶۰-۶۵).

جدول(۳): انواع فضاهای زیرسطحی در دوره معاصر ؛ (مولائی،۱۳۸۹، ۱۷۶)

در سوابق گذشته و معاصر جهانی، فضاهای زیرزمینی با اهداف پدافندغیرعامل جایگاه خاصی را داراست. وجود شهرهای زیرزمینی با سوابق دفاعی موفق در گذشته مانند شهر اویی نوش‌آباد ، شهر زیرزمینی ایزدخواست اصفهان، شهرهای زیرزمینی در ترکیه و در دوره معاصر شهرهای زیرزمینی در سویس، شهر زیرزمینی تورنتو و مونترال کانادا، شهرهای زیرزمینی در چین و کشورهای آسیای شرقی، روسیه و ... حکایت از اهمیت دفاعی این نوع شهرها دارند. کارکرد مراکز زیرزمینی در شش گروه دسته‌بندی می‌شود: کارکرد ارتباطی و حمل‌ونقلی ؛ مراکز فرماندهی و کنترل ؛ مراکز داده (دیتاسنتر) ؛ مراکز لجستیکی زیرزمینی(مراکز نگهداری اقلام، تجهیزات، دارو، مراکز صنعتی و تولیدی زیرزمینی) ؛ مراکز درمانی؛ پناهگاههای عمومی و خاص(شمسایی). در حال حاضر اغلب فضاهای زیرزمینی با

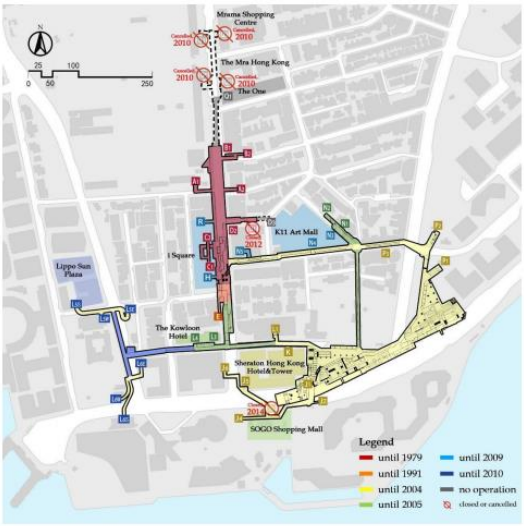
www.SID.ir

Archive of SID

کارکرد غالب حمل‌ونقلی می‌باشند. شبکه مترو متشکل از ایستگاهها، مجتمع‌های ایستگاهی و تونلهای مترو در اغلب شهرهای بزرگ و متوسط کشورهای اروپا،آمریکا، آسیا و اقیانوسیه دارای نقشی اساسی در حیات شهرها می-باشند(شکل ۱).

شکل ۱ – شهرهای دارای مترو در قاره اروپا و آمریکا

(www.urbanrail.net)



شکل ۲ – توسعه فضاهای زیرزمینی در هنگ‌کنگ

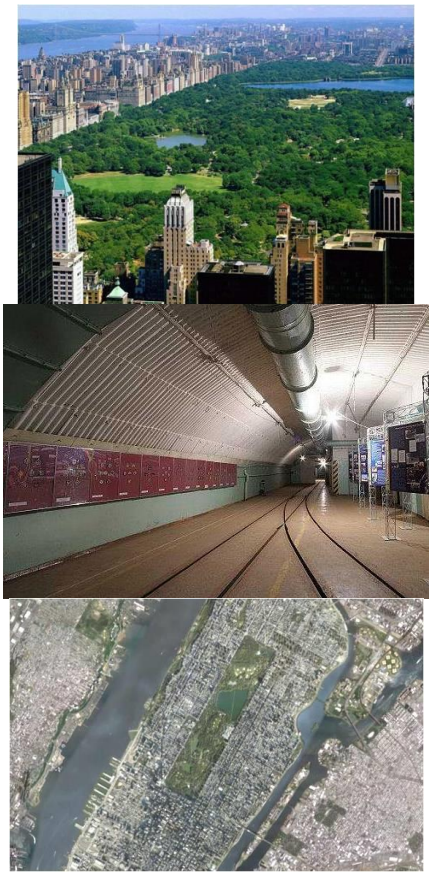
(He & et al, 2016: 195)

<u>شهرزیرزمینی در زیر پارک مرکزی نیویورک</u>؛ این پارک اولین پارک عمومی با مناظر طبیعی در ایالات متحده می‌باشد. که در سال ۱۸۶۳ توسط دو معمار منظر به نامهای کالوِرت و فردریک لاألمستد طراحی شد. در سطوح زیرین این پارک، اولین مجموعه دولتی زیرزمینی واقع می‌باشد. این مجموعه زیرزمینی با نامMP ،پروژه منهتن (Manhattan Project)، از تعدادی تونل ها و فضاهای زیرسطحی تشکیل شده که برای استفاده و حفاظت دولت ایالات متحده در مواقع بروز جنگ‌های داخلی(بین سالهای ۱۸۶۱ -۱۸۶۵) بکار می‌رفت. این فضا تا شروع جنگ جهانی اول(-1914 1918) تعطیل بوده ولی در طول این جنگ تا ۱۲۱ هکتار توسعه داده شد و تاکنون به مانند شهری زیرزمینی به ۲۸۳ هکتار توسعه داده شده است. این شهر در بستری زیرزمینی تا عمق ۳۰۰ فوتی در زیرپارک ادامه دارد. مابین ماههای ژانویه و ژوئن ۱۹۲۰ تمامی Gold ایالات متحده به این مکان منتقل و اکنون در ۵۰۰ فوت زیر میدان رینک ولمن[1] و Pond قرار گرفته‌اند. طول این شهر بیش از دومایل و افزون بر ۶۰ مایل جاده، نه فقط برای استقرار رئیس‌جمهور ایالات متحده بلکه تمامی وزارتخانه‌های هیات‌دولت، خدمات دفاعی و یک نیروی‌نظامی داخلی برای حمایت مجموعه، در سطوح زیرین این محدوده طراحی شده است. این محدوده کاملا سرّی و خودکفا بوده بطوریکه حتی خیلی از کارکنان نظامی مستقر در MP نیز از آن شناخت کاملی ندارند. این مجموعه زیرزمینی در یک سیستم شهر شبکه‌ای از جاده‌ها و خیابانها، و فضاهایی از قبیل بیمارستان، فروشگاه، آشپزخانه، رختشویخانه، انبار کالا و فضاهای اداری و سکونتی و ... با تمامی امکانات مورد نیاز مجهز بوده و حدود ۱۴۰۰۰ نفر را می‌تواند در خود جای دهد. همچنین قرار است یک برکه آب زیرسطحی(استخر) و تاسیسات صنعتی برای تامین نیاز آب مصرفی مجموعه ، به همراه ۲ نیروگاه اتمی برای تامین انرژی مورد نیاز مجموعه و مخازن سوخت ؛ ایجاد شود. همچنین این مجموعه به دومین مرکز تلفن خودکار وسیع ایالات متحده، استودیوی صدای آمریکا، استودیوی فاکس-نیوز و سایر تجهیزات ارتباطی مجهز می‌باشد(شکل۳) (http://centralpark-ny.us/)

[1]- Wollman Rink

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- شهرزیرزمینی در زیر سنترال پارک نیویورک
الف)پارک مرکزی نیویورک ب) تصویر ماهواره‌ای محدوده
(http://centralpark-ny.us/)

شهر زیرزمینی بالکاوا[۲](موزه جنگ سرد): شهر مسکو علاوه بر جاذبه های تاریخی‌هنری از موزه‌هایی برخوردار است که یادآور دوران جنگ سرد برای شهروندان روس و خارجی است. این مجموعه در شرق سویستاپول[۳]در کرانه دریای سیاه، شهر بالکاوا که مقر اتحاد جماهیر شوروی بود واقع می‌باشد. این مجموعه با مساحتی برابر ۸۲۵ هکتار در بین سالهای ۱۹۵۷ تا ۱۹۸۱ ساخته شده بود. وجود تونل‌های مخفی زیرزمینی به عنوان بخش کوچکی از فعالیت های نیروهای شوروی سابق در نبرد جنگ سرد بوده است. شنودهای رادیویی، هدایت موشک‌ها و بسیاری از فعالیت - های محرمانه شوروی سابق در این تونل‌های زیرزمینی صورت می‌گرفته است. موزه جنگ سرد مسکو به عنوان یکی از تونل های زیرزمینی شهر مسکو نزدیک به سه سال است که به روی علاقه مندان باز شده است و امکان بازدید از آن فراهم شده است وجود درهای قطور که نفوذ به مجموعه را سخت‌تر می‌کند، سیستم‌های، کنترل از راه دور، اتاق‌های پنهان و ... این مجوعه را نسبت به مجموعه‌های دیگر زیرزمینی مرموزتر می‌نماید(شکل ۴)
(http://www.darkroastedblend.com)

شکل ۴- شهر زیرزمینی بالکاوا (موزه جنگ سرد)
ب) استحکامات فضاهای زیرسطحی
(http://www.darkroastedblend.com)

[2]- Balaklava
[3]-Sevastopol

www.SID.ir

Archive of SID

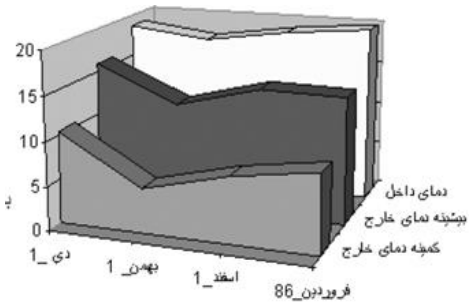
۴-فضاهای زیرزمینی؛ اهمیت، ویژگیها و قابلیتها:

۴-۱- زیرزمین به عنوان منبع: زیرزمین به عنوان منبع "فضا" برای ساختمان و زیرساختهای شهری ، منبع "مصالح" که از حفاری‌ها بدست می‌آید، منبع"آب زیرزمینی"، منبع " انرژی‌زیرزمینی" می‌تواند محسوب شود. گذشته از اینها فضای زیرزمینی معمولا از دیده‌ها پنهان است و توانایی پنهان‌کردن پدیده‌ها را نیز دارد. از این نکته چنین می‌توان استنتاج کرد که از فضای زیرزمینی می‌توان برای پنهان کردن و پنهان شدن(با هر هدفی اعم از نظامی، ایمنی، امنیتی، زیبایی و ...) استفاده کرد. به‌عنوان مثال می‌توان بسیاری از تاسیسات‌زیربنایی‌شهری به زیرزمین انتقال داد(جدول ۴).

جدول ۴- قابلیت‌های ذاتی فضاهای زیرزمینی؛ (مولائی، ۱۳۸۹، ۴۲).

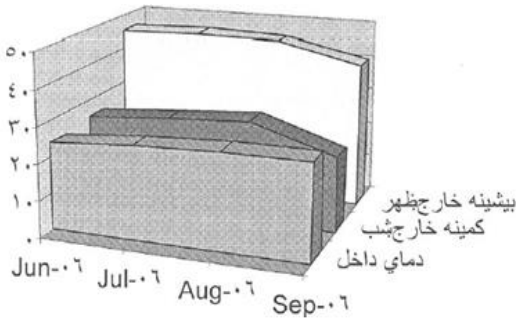
قابلیتهای ذاتی فضاهای زیرزمینی	
۱	محلی برای پنهان‌شدن ، پنهان‌کردن؛ اختفاء (دور از دید و تیررس)
۲	منبع فضا؛ برای جایدهی اجساد، اقلام و کاربریهای مورد نیاز خصوصی و عمومی
۳	حفاظت (انسان و دارایی‌هایش، نگهداری مواد و غذا از نابودی)
۴	منبع مواد و مصالح(استخراج منابع، نگهداری)
۵	منبع انرژی؛ زمین‌گرمایی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی
۶	منبع آب زیرزمینی(نگهداری، انتقال و استخراج)
۷	ثبات دمایی و تعادل محیطی(دمای در محدوده آسایش انسان دارد در فصول سرد گرم و برعکس)
۸	پایداری فیزیکی و کالبدی(بویژه در برابر زلزله، انفجار، ارتعاش، طوفان)

- **ثبات دمایی و آسایش اقلیمی:** فضاهای زیرزمینی انسان ها را از گرما، سرما، توفان، زلزله، آتش، سروصدا، لرزش، انفجار، آلودگی های هوا، مواد خطرناک، فرایندهای خطرناک و . . . محافظت می کند. شوادان یک بنای خنک زیرزمینی در بناهای سنتی دزفول و شوشتر می باشد که با حفاری دردل زمین سخت در تابستان برای استراحت روزانه و همچنین نگهداری مواد خوراکی و در کل نیازهای برودتی استفاده می شود. خنکای شوادان با دمایی حدود°۲۵درجه سانتیگراد در حالی که دمای خیابانهای اطراف به°۵۴ درجه سانتیگراد می رسد بسیار شگفت آور می باشد. مقایسه دمای داخل و خارج شوادان در تابستان در چندین نمونه از آن وجود نوسانات زیاد دما و (گرمای ماکزیمم تابستان دست کم حدود °۱۹ بالاتر از حد آسایش انسان) را نشان می دهد. با توجه به تصویر شماره ۳ دمای شوادان در تابستان علاوه بر دمای بیشینه از دمای کمینه خارج نیز خنک تر می باشد. نکته جالب پایداری و ثبات دمایی شوادان می باشد(نوسان دمای روزانه شوادان کمتر از نیم درجه می باشد) . در زمستان نیز دمای شوادان از هر دو بیشیه و کمینه دمای خارج بالاتر ، پایدارتر و به محدوده آسایش حرارتی انسان تزدیکتر می باشد. همچنین با بررسی مصرف ماهانه برق برای تولید برودت در تابستان و مصرف گاز برای تولید گرمایش در زمستان اهمیت این فضاها را دوچندان آشکار می سازد(بینا، ۱۳۸۷، ۳۷-۴۶). بر اساس یک تحقیق انجام شده در مراکز تجاری زیرزمینی توکیو(ژاپن) دمای این فضاها در تابستان خنک تر از بیرون و در زمستان گرمتر از بیرون می باشد(Golany,1996). به عبارت دیگر شرایط اقلیمی در فضاهای تجاری زیرزمینی ژاپنی نیز مانند نمونه های شوادان در ایران، به محدوده آسایش انسان نزدیکتر می باشد. فضاهای زیرزمینی بدلیل ایزوله بودن آب و هوای مقاومی را در برابر آب و هوای ناسازگار و نامطلوب بیرونی ایجاد کرده و محیط راحتی را بوجود می آورد و تاثیر باد و آلودگی‌های صوتی را به طور موثری می کاهد. این فضاها دمای روزانه و فصلیِ پایدار و باثباتی را ایجاد کرده و که برای سلامتی و برخی صنایع مفید می باشد(شکل ۵ و ۶).

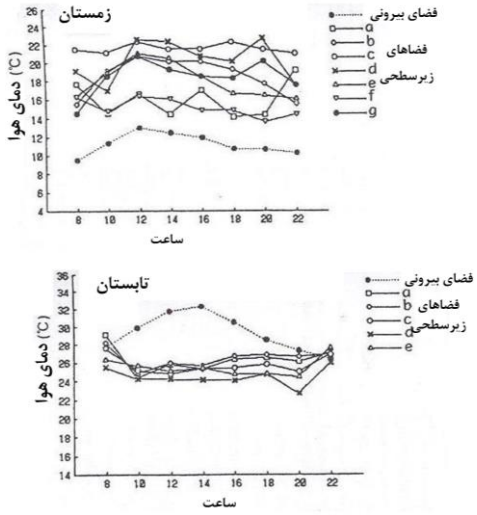


www.SID.ir

Archive of SID

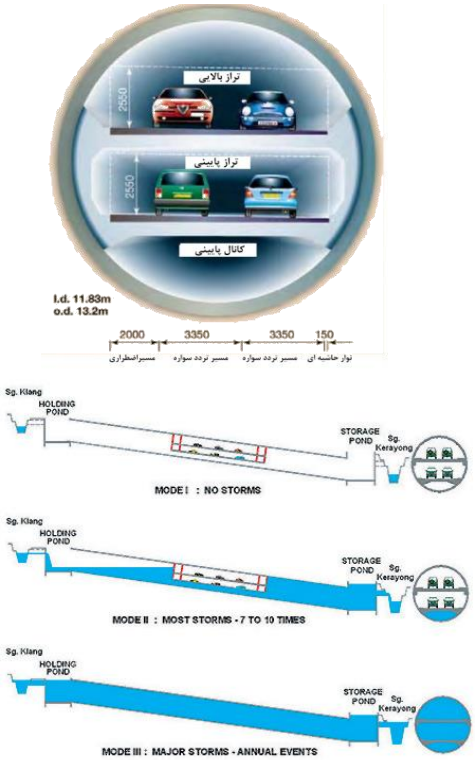


شکل ۵- مقایسه دمای هوای داخل و خارج شوادان در تابستان و زمستان (بینا، ۱۳۸۷، ۴۱).



شکل ۶- مقایسه دمای فضای زیرزمینی و روسطحی در مراکز تجاری زیرزمینی توکیو در زمستان و تابستان؛ (Golany,1996).

همچنین فضاهای زیرسطحی در پدیده تغییر اقلیم و تاثیر آن بر نواحی شهری می‌تواند به‌کار گفته شود. تاسیسات‌زیرسطحی‌شهری می‌تواند به تعدیل و کاهش اثراتِ منفیِ تغییر اقلیم کمک نماید. با توجه به اینکه تغییرات آب‌وهوایی شدید که باعث افزایش تناوب وقوع سیلاب‌ها و بالا آمدن سطح آب دریاها می‌شود به کمک چنین تاسیساتی می‌تواند در مناطق در معرض سیلاب مانند کشورهای آسیای شرقی مفید باشد. برای مثال تونل هوشمند کوالالامپور که برای کنترل سیلابهای شهری می‌باشد نمونه‌های موفق این نوع استفاده می‌باشند(F.C. Chow &et.al,2002). این تونل به طور هوشمند در ۳ تراز زیرزمینی، در مواقع عادی برای عبور سواره‌ها باز بوده و در هنگام وقوع سیل در سه حالت ممکن، بسته به حجم سیلاب، تراز ۱- یا ۲- و یا کل تونل، برای عبور سیلاب اختصاص می‌یابد(شکل ۷).



شکل ۷- تونل هوشمند کوالالامپور مالزی؛ (F.C. Chow &et.al,2002)

- **استحکام، قابلیت حفاظت و قابلیت نگهداری مطلوب در مواقع بحرانی:** تهدید اتمی در کشورهای بسیار پیشرفته همچون سوئد و سویس موجب افزایش و تجهیز فضاهای زیرزمینی حتی به صورت شخصی و خانوادگی شده است که بیشترین بخش ممکن آن را برای پناهگاه یا قابل تبدیل شدن به آن را درنظر می گیرند و در زمان عادی به کاربری های دیگر اختصاص دارد طی جنگ جهانی دوم، ایستگاههای مترو پاریس، لندن، برلین به عنوان پناهگاه در مقابل بمباران های هوایی، بسیار مفید واقع شدند(باستیه، ۱۳۷۷). پناهگاههای زیرزمینی امروزه نیز در پدافند غیر عامل مورد استفاده و توجه قرار می‌گیرند. ساختمانهای

www.SID.ir

Archive of SID

مدفون در برابر حملاتی غیر از انفجارهای عمیقِ بمبها، بسیار مقاوم و قابل اطمینان می باشند. یک سیستم ساختمانی کاملِ زیرزمینی که متصل به تونلهای ارتباطی باشد می‌تواند مقر دفاعی نیرومندی را تشکیل دهد. تونلهای عمیق بمنظور عملیات اجرائی و فرماندهی و همچنین نگهداری و انبار کردن آمادهای ضروری و حیاتی بسیار مناسب هستند. همچنین پناهگاههای غاری در مواضع پدافندی با فرصت تونل زدن در دامنه تپه ها،داخل بریدگیها،سراشیب ارتفاعات و یا حفاری در زمینهای مرتفع احداث می شوند. پایداری و آسیب‌پذیری کم در وقوع زلزله، از جمله نقاط قوت فضاهای زیرسطحی زمین‌لرزه کوبه در سال ۱۹۹۵ ساختمانهای مهم شهر از جمله سالن اجتماعات این شهر در اثر زلزله ،آسیبهای جدی دید، درحالیکه به مراکز خرید زیرزمینی تقریبا هیچ آسیبی وارد نشد. البته این قابلیت در صورتی محقق می‌شود که از اصول و روشهای طراحی حفاظتی و مقاوم‌سازی بدرستی استفاده شود(Bobylev,2009,28-30)

- **زلزله:** حرکات زمین در سطح به‌علت وجود امواج سطحی تشدید می‌شود. همچنین سازه‌های زیرزمینی معمولا به-گونه‌ای طراحی می‌شوند که توان تحمل بارهای ناشی از فشار توده‌های بالایی خود را داشته باشند و به همین جهت بارهای ناشی از زلزله در مقابل این مقدار بار، زیاد نیستند. حرکات زمین موجب حرکت سازه‌های زیرزمینی به علت قرارگیری در میان آن می‌شود. بنابراین اثر حرکت زمین بر نوسانات سازهٔ بنا در زیرزمین از آنچه روی زمین وجود دارد کمتر است(شکل ۸) (استرلینگ و کارمودی، ۱۳۸۸).

شکل ۸- مقایسه آسیب وارد شده به ساختمانهای روزمینی و زیرزمینی در زمین‌لرزه؛ ژاپن، کوبه سال۱۹۹۵ (Godard,2004).

- **آتش‌سوزی:** آتش‌سوزی در مناطق شهری عامل اصلی نگرانی در هنگام بلایای دیگر همچون زلزله‌های مهیب و در زمان جنگ می‌باشد. ساختمانهای زیرزمینی بطور بالقوه در برابر آتش‌سوزی بیرونی محافظت می‌شوند. سطح زمین غیرقابل اشتعال بوده و عایقی بسیار مطلوب برای سازهٔ زیرین خود محسوب می‌شود. در این مورد نیز نقاط دسترسی آسب‌پذیرترین بخش بناست.
- **ارتعاش**: مهمترین منابع ایجاد لرزش و ارتعاش در مناطق شهری عبارتند از: ترافیک جاده‌ها و بزرگراهها، قطارها، متروها، ماشین‌آلات صنعتی و ساختمانی و ... . اگر منبع ارتعاشی بر روی سطح و در نزدیکی سطح زمین باشد، میزان ارتعاش با افزایش عمق و افزایش فاصله با منبع آن به سرعت محو می‌شود. ارتعاشات دارای فرکانس بالاتر با سرعت بیشتری نسبت به ارتعاشات کم فرکانس بر اثر افزایش عمق می‌روند(استرلینگ و کارمودی، ۱۳۸۸).
- **انفجار**: همانند ارتعاش و آلودگی صوتی، زمین انرزی گرمایی و شوک‌های ناشی از انفجار را جذب می‌نماید. قوسی نمودن خاک در اطراف این بناها، حتی سازه‌های واقع در عمق پایین، به طرز چشمگیری میزان فشار هوای داخلی که ساختمان می‌تواند آنرا تحمل نماید، افزایش می‌دهد. هنگامی که حفاظت سازه‌ای تامین گردید، نقاط دسترسی باید به نحوی طراحی شوند تا از عبور هوا با فشار بیش ازحد به داخل ساختمان جلوگیری نمایند(استرلینگ و کارمودی، ۱۳۸۸).
- **بازدارندگی**: بازدارندگی عملکرد معکوس محافظت می‌باشد. در بازدارندگی هدف جلوگیری از نفوذ خرابی‌ها و آلودگی-های ساختمان‌ها و تاسیسات زیرزمینی و آسیب‌رسانی به اکوسیستم سطح زمین می‌باشد. ذخیره سازی مواد خطرناک(مانند مواد رادیواکتیو) در زیرسطح زمین مزایایی از جمله حفاظت، امنیت و جداسازی این تاسیسات به همراه دارد. همچنین احتمال نشت مواد خطرناک و انتقال آن به محیط سطح زمین به حداقل ممکن کاهش می‌یابد. برای نمونه محدوده کوه یوکا در **نوادا**، واقع شمال‌غربی منطقه کلانشهری لاس‌وگاس، برای انبار و دفن زباله‌های هسته‌ای، با توجه به ویژگیهای زمین‌شناسی، فیزیکی، شیمیایی و حرارتی مجموعه، شرایط مناسبی را برای دفن زباله‌های رادیواکتیو (با توجه به مدت‌زمان خیلی طولانی که برای

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه این مواد مورد نیاز است) فراهم آورده است(Raymond L. Sterling; Jean-Paul Godard, 2005; Bobilev, 2006).

انعطاف‌پذیری فضاهای زیرسطحی: انعطاف‌پذیری یکی از مهم‌ترین کیفیتهای مراکز شهری فضاهای شهری است. به این معنی که مجموعه‌های شهری و فضاهای مربوطه در زمان‌های گوناگون به نیازهای متنوع شهر، و کاربرانش پاسخ دهند. برای نمونه ایستگاههای مترو در مواقع بحرانی قابلیت جایدهی جمعیت بسیاری از شهروندان و کاربریها و حفاظت آنها در مواقع بحرانی و بروز پدیده‌های ناخواسته طبیعی و مصنوع هستند. نمونه بارز این کیفیت در ورزشگاه سالن المپیک ژوویک با مساحت ساختمان۱۵۰۰۰ متر مربع؛ ظرفیت سالن ۶۰۰۰ نفر که بزرگترین سالن زیرزمینی ساخت بشر برای کاربری عمومی در جهان بوده و قابلیت تبدیل به پناهگاهی نفر را داراست. در حال حاضر، این موجموعه در طول سال، این سالن برای انواع رویدادهای ورزشی، کنسرت‌ها، نمایشگاهها و ... بکار می‌رود. در طول ۱۶ سال استفاده مستمر ثابت شده است که هزینه های نگهداری و استفاده از این مجموعه، پایین‌ترین میزان نسبت به نمونه‌های مشابه را داراست(شکل ۹) (Godard,2004).

شکل ۹- سالن المپیک ژوویک الف) طرح کلی ب) فضای داخلی(Godard,2004).

- **حفاظت و توسعه تاسیسات زیربنایی:** زیرساختهای شهری، بویژه تاسیسات زیربنایی شمامل شبکه آب و فاضلاب، برق، گاز، مخابرات و ارتباطات، شبکه مترو و حمل-ونقل عمومی، امروزه از اهمیتی حیاتی برای زندگی مردم و حیات شهرها را دارند. در شهرهای بزرگ ختلال این سیستم‌ها می‌تواند خسارات و آسیب‌های جدی را به شهر وارد نماید. استفاده از تونل مشترک تاسیساتی مزایای دسترسی و کنترل آسان و بهینه را در مواقع لازم دارد، در حفظ و پایداری شهرها و شریانهای شهری می‌تواند مفید و موثر باشد. نمونه این نوع تاسیسات را می‌توان در شهرهای اسلو، هلسینکی، استکهلم با اقلیم نامساعد که وجود تاسیسات زیربنایی(شامل شبکه‌های انتقال و نگهداری آب وانرژی، تصفیه‌خانه‌ها و نیروگاهها) را در سطح زمین با مشکل و اختلال مواجه می‌سازد، می‌توان ملاحظه نمود. بدیهی است که این امر موجب کاهش آسیب‌پذیری تاسیسات زیربنایی در سوانح و مواقع بحرانی خواهد شد. در شهر تهران نیز تونل مشترک تاسیساتی در منطقه ۲۲ شهرداری تهران در حال برنامه‌ریزی و طراحی می‌باشد.
- **حل مسائل ترافیکی و زیست‌محیطی شهری**: با توسعه زیرسطحی و انتقال بخشی از فعالیتها، کاربریها از جمله حمل‌ونقل سواره و ریلی به زیرزمین می‌توان تا حدودی به حل این آلودگی‌های زیست‌محیطی، آلودگی بصری، آلودگی صوتی کمک نمود. همچنین با توسعه زیرسطحی می‌توان سطوح آزاد شده را به فضاهای سبز اختصاص داده و به پایداری بیشتر شهرها و مراکز شهری کمک نمود. برای نمونه تونل Big Dig در بُستن آمریکا که با هدف حل مسائل ترافیکی و زیست‌محیطی انجام شد، بیش از ۶۰ هکتار پارک و فضاهای سبز جدید برای شهر ایجاد شده و کاهش ۱۲ درصدی لایه‌های مونواکسیدکربن را بدبال داشته است (F.C. Chow &et.al,2002). نمونه دیگر تونل M30 در مادرید اسپانیا که با هدف جلوگیری از آلودگی هوا و ارتقای کیفیت محیطی محدوده و حل مسائل ترافیکی ایجاد شد. با اجرای این پروژه فضاهای آزاد شده برای فضای سبز به مساحت حدود یک میلیون مترمربع فضای سبز جدید برای شهر تفریحی و فراغت تبدیل شد. (http//:http://www.roadtraffic-technology.com/projects/m30_madrid).

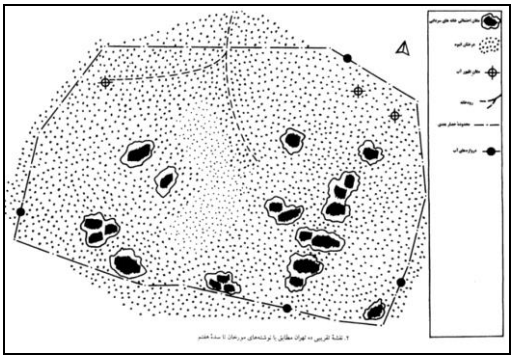
۵-مطالعه موردی؛ محدوده میدان تجریش تهران:

ایران کشوری زلزله‌خیز و با تجربه زلزله‌های قابل‌توجهی در دوره‌های گذشته و معاصر مانند زلزله‌های بم، طبس، رودبار خود می‌باشد. در این میان شهر تهران با قرارگیری در میان گسلها، حساسیت ویژه‌ای را در پایداری بناهای و فضاهای عمومی و مراکز شهری می‌طلبد. با توجه به سابقه

www.SID.ir

Archive of SID

دیرینه شهرهای کشورمان در استفاده از فضاهای زیرزمینی با اهداف متفاوت اقلیمی و امنیتی در دوره‌های گذشته ، در دوره معاصر نیز می‌توان این نوع فضاها را با نگاه جدیدتر و به‌روزتری برای اهداف مورد نیاز توسعه شهری پایدار برنامه-ریزی و طراحی نمود. برای مثال در گذشته ، تهران بصورت خانه‌ها و غارهای زیرزمینی مسکونی بوده که در مواقع حمله دشمنان مردم به این مکانها پناه می‌بردند. شهر تهران در روزگارانی متشکل از **خانه‌های سردابی** به صورت پراکنده و پیوسته در محل فعلی بافت قدیمی شهر بوده است. حمله اقوام مهاجم و نزدیکی به محل‌های آب از علل شکل‌گیری این سکونت‌گاه زیرزمینی می باشد(شکل ۱۰). امروزه شهر تهران، استفاده کمتری ازفضاهای زیرزمینی در توسعه خود بهره می‌برد. این استفاده بیشتر در بعد حمل‌ونقلی و در انواع شبکه مترو تهران، زیرگذرهای سواره می‌باشد. در سالهای اخیر برنامه‌ریزی برای توسعه زیرسطحی شهر تهران در دستور کار مدیران شهری قرار گرفته است: مطابق طرح امکان‌سنجی توسعه حیات زیرسطحی شهر تهران، ۷ پهنه مستعد توسعه زیرسطحی شناسایی و معرفی شده است که عبارتند از: ۱)پهنه محدوده میدان هفت‌تیر، محور فنح و محدوده غربی آن شمل ناحیه ۱ منطقه ۶ شهرداری تهران. ۲)محور انقلاب و محدوده شمال آن شامل ناحیه ۲ منطقه ۶ شهرداری تهران. ۳)محدوده بازار و تهران ناصری نواحی ۲و ۳و منطقه ۱۲ شهرداری تهران. ۴)محدوده پارک‌سوار بیهقی و ترمینال آرزانتین شامل ناحیه ۵ منطقه۶ شهرداری تهران. ۵) محدوده میدان تجریش و اطراف آن شمال ناحیه ۷ منطقه ۱ شهرداری تهران. ۶) محدوده میدان آزادی شامل ناحیه ۲ منطقه ۱ و ناحیه ۱ منطقه ۹ شهرداری تهران. ۷) محدوده راه‌آهن و ترمینال جنوب شامل نواحی ۱ و ۶ منطقه ۱۶ شهرداری تهران (مولائی، ۱۳۸۹). بدیهی است که این پهنه‌ها برای توسعه زیرسطحی نیازمند طرح‌های تفصیلی می‌باشند. این نوع توسعه برای تهران با مشکلات عدیده شهری و نیاز مبرم به مقاوم‌سازی شهر هم در سوانح و مواقع بحرانی و هم بعنوان شهری جهانی می‌تواند راهگشا باشد.



شکل ۱۰- خانه‌های زیرزمینی تهران در گذشته برای مصون ماندن از حمله دشمن (معتمدی، ۱۳۸۱، ۱۱)

این محدوده دارای مشکلات و مسائل خاص در ابعاد مختلف شهرسازی دارا می‌باشد: قرارگرفتن در محدوده گسل‌های حساس زمین‌لرزه؛ تراکم بالای انسانی؛ تراکم بالای ساختمانی ؛ تراکم بالای سواره و خودروها متوقف و در حال حرکت و مشکلات ترافیکی و ترددی در محدوده برای سواره و پیاده ؛ عناصر باارزش طبیعی آلودگی‌های زیست‌محیطی ؛ عناصر باارزش اجتماعی فرهنگی و مذهبی همچون امامزاده صالح ؛ وجود مراکز حساس و آسیب‌پذیر و کاربریهای پرازدحام و پرمراجعه شهری از قبیل پایانه‌های سواره، بیمارستان شهدای تجریش، پاساژها، تکیه‌ها، مراکز خرید و بازار تاریخی تجریش، شهرداری منطقه ۱، مسجدهمت، امامزاده صالح و ... ؛ رودخانه دربند با سابقه طغیان و سیلاب شهری در سالهای اخیر ؛ توپوگرافی و شیب محسوس در محدوده و امکان استفاده از اختلاف سطح موجود برای توسعه زیرسطحی شهری ؛ کمبود فضا برای کاربریهای گوناگون شهری(نقشه شماره ۱ و ۲).

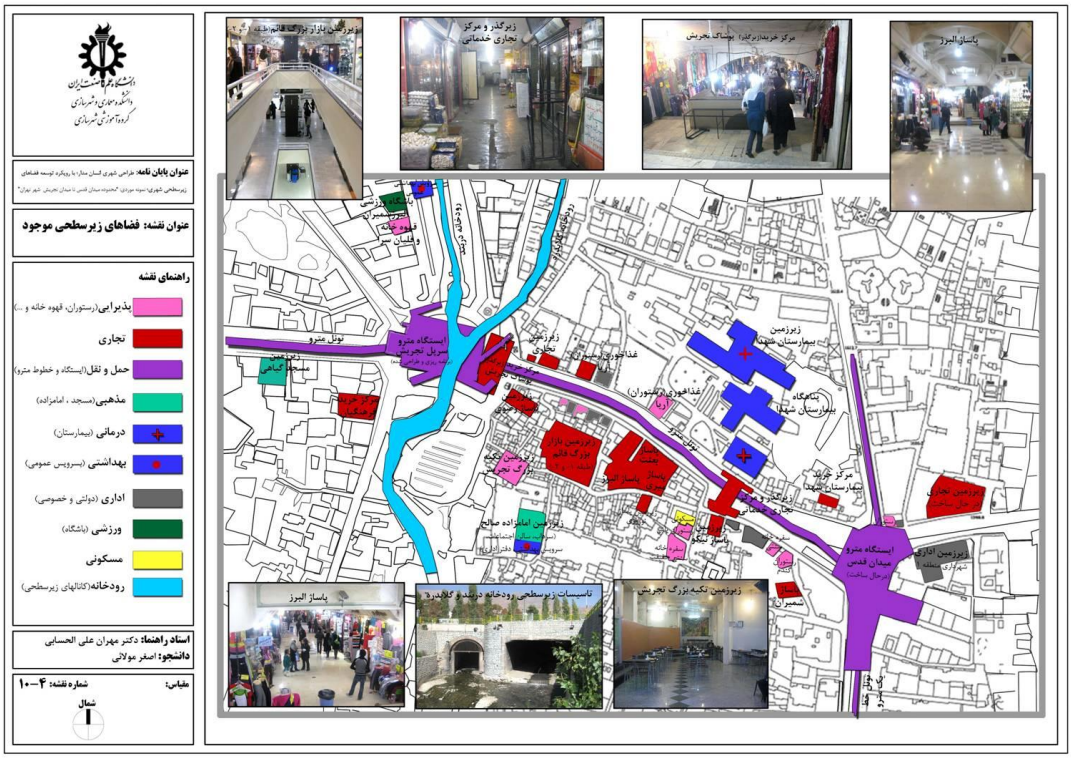
شکل ۱۱- تصویر ماهواره ای محدوده میدان قدس تام میدان تجریش (http://www.Googleearth.com)

www.SID.ir

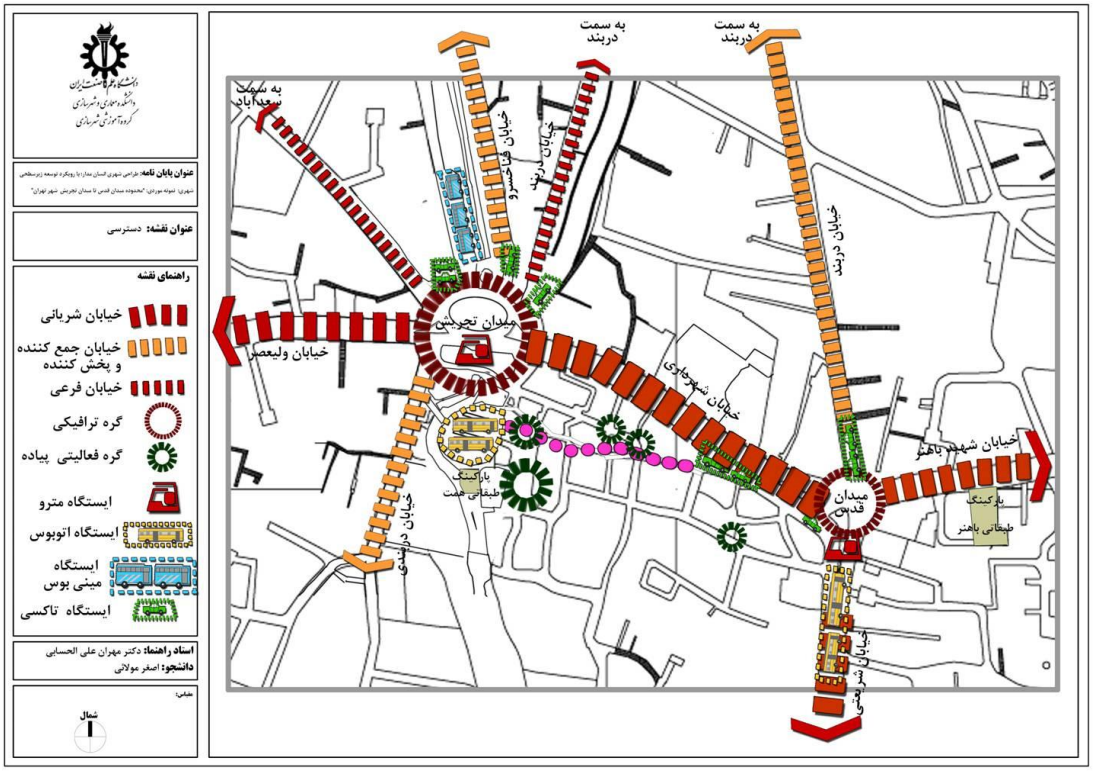
Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه شماره ۱- فضاهای زیرزمینی موجود در محدوده میدان تجریش تهران (مولائی، ۱۳۸۹).



نقشه شماره ۲- شبکه دسترسی و حرکت در محدوده میدان تجریش تهران (مولائی، ۱۳۸۹).

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

در تحلیل محدوده با رویکرد توسعه زیرسطحی و پدافندغیرعامل نتایج زیر استدلال می‌شود:

۱- اغلب فضاهای زیرزمینی موجود بصورت استفاده تک-عملکردی، خصوصی و یا بلا استفاده می‌باشند مانند پناهگاه بیمارستان شهدای تجریش. امکان احیا و توسعه این مجموعه‌ها و نیز اتصال و ارتباط کالبدی آنها برای استفاده اجتماعی و شهری، یکی از مهم‌ترین راهکارها می‌باشد.

۲- با توجه به مسائل حمل‌ونقلی موجود توسعه حمل‌ونقل زیرزمینی در گونه‌های زیرگذر سواره، زیرگذر پیاده، خطوط مترو، پارکینگ‌های زیرزمینی در اولویت توسعه زیرسطحی این محدوده قرار می‌گیرد.

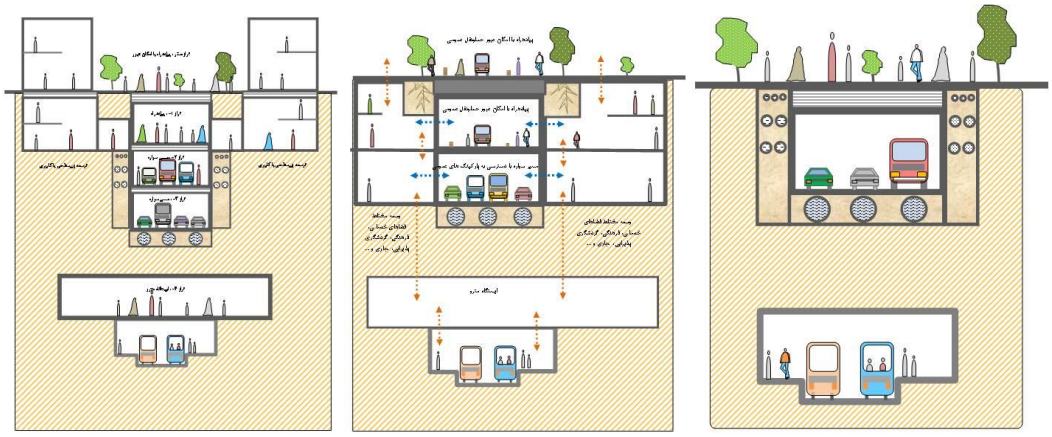
۳- با توجه به فضاهای زیرسطحی موجود ، توسعه چندمنظوره زیرزمینی کاربریهای پرمراجعه از جمله بیمارستان شهدای تجریش، امامزاده صالح، پایانه‌ها می‌تواند برنامه‌ریزی و طراحی شود. همچنین ارتباط و اتصال سطوح زیرین این مراکز و مجتمع‌های ایستگاهی مترو در میدان‌های قدس و تجریش نیز ممکن و عملی خواهد بود.

۴- توسعه زیرسطحی این محدوده می‌تواند به حل مسائل کمبود فضا، مشکلات زیست‌محیطی، مشکلات ترافیکی، آسیب‌پذیری در برابر سوانح و بلایای طبیعی و غیرطبیعی و بطور کلی پایداری محدوده منتهی شود.

۵- در راستای اهداف فوق در نظر گرفتن قابلیتهای اجتماعی و مشارکتهای مردمی، تهیه طرح راهبردی، تفصیلی و امکان-سنجی توسعه زیرسطحی از نظر فنی و زمین‌شناسی در نقاط مختلف ضروری خواهد بود.

۶- این محدوده، بعنوان محدوده‌ای تفرجگاهی و گردشگری(با توجه به پیشینه تفرجگاهی و قابلیتهای طبیعی و نیز تعیین عملکرد فراشهری گردشگری و تفرجگاهی در طرح جامع تهران) از کمبود فضاهای پذیرایی و خدماتی برخوردار است. توسعه فضاهای زیرزمینی می‌تواند ضمن حل این کمبود فضایی، اهداف پدافندغیرعامل نیز تا حدودی را برطرف نماید.

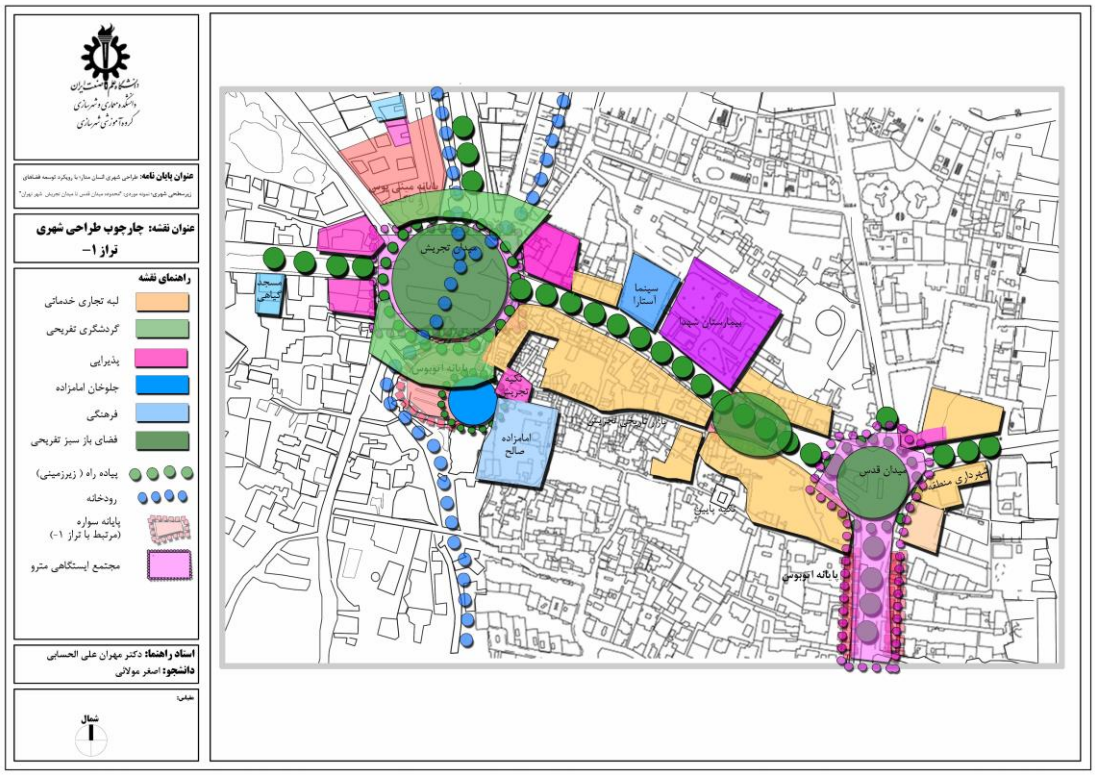
۷- در نظر گرفتن چارچوب طراحی شهری برای ترازهای مختلف محدوده و نیز گزینه‌های متعدد برنامه‌ریزی و طراحی برای توسعه زیرسطحی محدوده از مداخله حداقلی تا مداخله حداکثری و انتخاب گزینه بهینه می‌تواند راهگشا باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲– گزینه‌های توسعه زیرسطحی محدوده میدان تجریش از مداخله حداقلی تا مدخله حداکثری (مولائی، ۱۳۸۹).

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه شماره ۳– چارچوب طراحی شهری تراز ۱- در توسعه زیرسطحی محدوده میدان تجریش از مداخله حداقلی تا مداخله حداکثری (مولائی، ۱۳۸۹).

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری:

همانطوری که مرور شد، توسعه زیرساختهای شهری، یکی از ضروریات توسعه پایدار و از ارکان شهر پایدار محسوب می‌شود. این موضوع در شهرهای بزرگ از قبیل مادرشهرها و کلانشهرها که با تراکم و فشردگی جمعیت و در نتیجه آسیب‌پذیری در مواقع بحرانی حساسیت و اهمیت خاصی داراست. از طرف دیگر، مطابق مطالعات بخش‌های قبلی، بین موضوع توسعه زیرساختهای شهری و استفاده از فضاهای زیرسطحی رابطه مستقیمی وجود دارد. به عبارت دیگر فضاهای زیرسطحی می‌توانند در راستای توسعه پایدار مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به قابلیتهای مثبت فضاهای زیرسطحی و حساسیت مراکز شهری بویژه در شهرهای بزرگ و همچنین مجموعه‌های مهم شهری مانند مراکز تجاری، بیمارستانها، مراکز خدماتی، پایانه‌های حمل-ونقل شهری و ... توسعه زیرسطحی می‌تواند در ارتقای ایمنی و امنیت و پیشبرد اهداف پدافند غیرعامل موثر واقع شود. با توجه به قرارگیری کشورمان بر روی کمربند زلزله ؛ بویژه شهرتهران که بر روی گسل‌های حساس قرار دارد و از خطر زلزله‌خیزی بالایی برخوردار می‌باشد و با توجه به تراکم بالای جمعیتی در این شهر و قابلیت‌های حفاظتی فضاهای زیرزمینی، توسعه فضاهای زیرسطحی می‌تواند مکان‌هایی امن در هنگام وقوع بحران بویژه زلزله برای شهروندان فراهم آورد.

بطور کلی می‌توان نقش فضاهای زیرسطحی در تقویت پایداری ، پیشبرد اهداف پدافند غیرعامل و کاهش آسیب-پذیری مراکز شهری را این چنین خلاصه نمود:

- در رویکرد توسعه زیرسطحی شهری با انتقال بخشی از جمعیت ، فعالیتها و کاربریهای موجود به ترازهای پایین‌تر، تراکم و فشردگی مراکز شهری به حد مطلوبی خواهد رسید. و این امر در مواقع بحرانی و امدادرسانی و مدیریت بحران در وقوع حوادث و حملات، کم شدن درجه ریسک و خطر را موجب خواهد شد.
- با توجه به اثبات علمی و عملی موضوع مقاومت بالای فضاهای زیرسطحی و تخریب کمتر این فضاها نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

فضاهای غیرزیرسطحی در زلزله و سایر بحرانهای طبیعی و مصنوع، می‌توان با انتقال بخشی از تاسیسات شهری به زیرزمین بویژه در مراکز شهری، کاهش خسارت بر اماکن و تاسیسات شهری را بدست می‌آید.

- فضاهای زیرزمینی با حفظ هرآنچه در درون این فضاها قرار گیرد، باعث ارتقای حفاظت فردی و جمعی انسانها در پدیده‌های نامطلوب طبیعی و مصنوع و کاهش تلفات نیروی انسانی در این پدیده‌ها را باعث می‌شود.
- در رویکرد توسعه زیرسطحی می‌توان با انتقال بخشهای حیاتی و پرازدحام شهری به زیرزمین می‌توان از حمله و تهدید این مراکز در بروز سوانح طبیعی و مصنوعی بویژه در زمان جنگ جلوگیری بعمل آورد. بعبارت بهتر با مخفی بودن هر پدیده‌ای از میزان تهدید و حمله به آن کاسته خواهد شد.
- با قرار دادن تاسیسات و تجهیزات شهری در فضاهای زیرسطحی مانند مجتمع‌های ایستگاهی مترو از خسارت بر تجهیزات شهری به میزان قابل توجهی در مواقع بحرانی کاسته خواهد شد. این تجهیزات می‌تواند نیروگاهها و مراکز انتقال و تولید نیرو، شبکه و کنترل انتقال و ذخیره آب ، برق، تلفن و مخابرات، گاز، انرژی‌های دیگر را شامل شود. بدیهی است که قرارگیری هرگونه تجهیزات حیاتی شهری در فضاهای روباز می‌تواند موجب تهدید، تخریب و اختلال این شبکه‌ها و تجهیزات شهری شده و حیات شهرها را با بحران جدی مواجه نماید.
- فضاهای زیرسطحی، فضاهایی مناسب برای نگهداری و انتقال شبکه تاسیسات زیربنایی و توسعه شریانهای حمل‌ونقلی اعم از ریلی و سواره می‌باشد.
- از طریق توسعه زیرسطحی، احیا بافتها و بناهای تاریخی و ارتقای کارایی آنها، به‌شرط مطالعات جامع و با رعایت حریم مصوب این مجموعه توصیه می‌شود.
- در توسعه زیرسطحی به بهره‌گیری از فناوریهای نوین در سیستم‌های اعلام هشدار، کنترل، تنظیم‌دما، امنیت، ایمنی، ورود و خروج استفاده شود.
- در حال حاضر اغلب فضاهای زیرزمینی معاصر کشورمان بصورت فضاهایی تک‌عملکردی بویژه در بعد حمل-ونقلی(مانند زیرگذرهای سواره) می‌باشند. بازنگری در مبانی برنامه‌ریزی و طراحی این‌گونه فضاها برای کارایی در سوانح و مواقع بحرانی ضروری است.
- در توسعه زیرسطحی هر محدوده، شناخت و بررسی فضاهای زیرزمینی موجود ضروریست. امکان توسعه این فضاهای موجود و اتصال و پیوستگی آنها، ارتقای کیفیات محیطی و فضایی و هماهنگ‌سازی با اهداف پدافند غیرعامل توصیه می‌شود.
- برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای زیرزمینی شهری در نظر گرفتن خدمات ضروری، شمول طیف گسترده‌ای از شهروندان، سهولت استفاده برای عموم در سوانح و مواقع بحرانی ضروری است.
- فضاهای زیرزمینی باید دارای تهویه، روشنایی، انرژی لازم برای مواقع بحرانی، ورودی و خروجی خوانا برای کاربران، جهت‌یابی آسان، سیستم هشدار و اعلام خطر کارا باشند.
- فضاهای زیرزمینی در برابر بمب‌های هواسوز، آسیب‌پذیر و شکننده‌اند. مکانیابی ورودی‌ها و خروجی‌ها در محل‌های مناسب، تهویه طبیعی و برنامه‌ریزی برای توقف و اسکان کمتر از ۲۴ ساعت در این راستا مفید و موثر می‌باشد.
- فضاهای زیرسطحی، با رعایت مقررات مبحث ۲۱ پدافند غیرعامل، برای استفاده در سوانح و مواقع بحرانی، به‌طور انعطاف‌پذیر طراحی شوند.
- فضاهای زیرزمینی در برابر سیلاب‌های شهری(سیل‌گیری) و گردبادها و طوفان‌ها (ایجاد تونل باد) حساسیت خاصی دارند. بنابراین فضاهای ورودی و خروجی این مجموعه‌ها و نورگیرهای مربوطه باید از نظر سیل‌گیری و باد بطور بهینه مکانیابی و طراحی شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و ماخذ:

۱. استرلینگ، ریموند،کارمودی، جان(۱۳۸۸): *طراحی فضاهای زیرزمینی*، وحیدرضا ابراهیمی: مترجم ، مشهد ، نشر مرندیز چاپ اول.

۲. بینا، محسن (۱۳۸۷): *تجزیه وتحلیل اقلیمی شوادان‌ها در خانه‌های دزفول*، دانشگاه تهران،تهران، مجله‌هنرهای زیبا، شماره ۲۳، صص ۳۷-۴۶.

۳. باستیه، ژان(۱۳۷۷): *شهر*، دکتر علی اشرفی:مترجم، تهران ، دانشگاه هنر ، چاپ اول.

۴. شمسایی زفرقندی، فتحاله(۱۳۹۰): *فضاهای زیرزمینی و کارکردهای چندمنظوره شهری و پناهگاهی با نگاه پدافندغیرعامل*، مجموعه مقالات اولین همایش علمی پژوهشی معماری و شهرسازی با رویکرد پدافندغیرعامل،دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر، ۲۱اردیبهشت.

۵. فرزام‌شاد، مصطفی(۱۳۸۶): "*مبانی نظری معماری در دفاع غیرعامل*"، تهران، انتشارات جهان جام جم، مشاور عمران ایران، مهدسی دفاعی و پدافند غیرعامل ایران، صص ۴-۵، چاپ اول.

۶. مولائی، اصغر(۱۳۸۹): *طراحی‌شهری انسان‌مدار با رویکرد توسعه زیرسطحی شهری (نمونه موردی : مرکز تجریش تهران)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی_طراحی شهری، دانشگاه علم‌وصنعت ایران، تهران.

۷. مولائی، اصغر(۱۳۹۴): *توسعه فضاهای زیرسطحی شهری با رویکردی به طراحی‌شهری*، تهران، انتشارات آرمانشهر، چاپ اول.

۸. مهندسین مشاور فجروتوسعه (۱۳۸۷): "*امکان‌سنجی توسعه حیات زیرسطحی تهران*"،کارفرما: سازمان مشاور فنی و مهندسی شهرداری تهران، تهران.

۹. معتمدی، م. (۱۳۸۱). *جغرافیای تاریخی تهران*، تهران، مرکز نشردانشگاهی، چاپ اول. ص ۱۱.

1. Broere, Wout. (۲۰۱٦). *urban underground space: Solving the problems of today's cities*. Tunnelling and Underground Space Technology 55 (2016) 245-248.
2. Bobylev, N. (۲۰۱٦). *Underground space as an urban indicator: Measuring use of subsurface*. Tunnelling and Underground Space Technology 55 (2016) 40–51
3. Bobylev, N. (2009). *Urban underground infrastructure and climate change: opportunities and threats*. Proc. 5th Urban Research Symposium, Marseille, France June 28-30, 2009 17p.
4. Narang Suri, Shipra and et al (2015). *Think Deep: Planning, development and use of underground space in cities*, ISOCARP, ITA AITES and itacus, International Society of City and Regional Planners and International Tunnelling and Underground Space Association,
5. BARLES, Sabine (2006):" *Going Underground: Excavating the Subterranean City*, city planning and underground space in 20th and 21th century France, Manchester, and 21st-22nd September 2006.
6. F.C. Chow &et.al (2002): *Hidden Aspects of Urban Planning: Utilization of Underground Space*, Proc. 2nd Int. Conference on Soil Structure Interaction in Urban Civil Engineering, Zurich / March 2002.
7. Golany, Gideon, Ojima, Toshio (1996): *Geo-Space urban design*, Canada, John Wiley.
8. Godard, Jean-Paul (2004): Past Vice-President, ITA, France: *Urban Underground Space and Benefits of Going Underground*, World Tunnel Congress 2004 and 30th ITA General Assembly, Singapore, 22-27.
9. He, Jie and et al (2016): *Underground pedestrian network for urban commercial development in Tsim Sha Tsui of Hong Kong*, 15th International scientific conference "Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development", Procedia Engineering 165 (2016) 193 – 204
10. Vahaaho, Ilkka (2013): 0-LAND USE: UNDERGROUND RESOURCES AND MASTER PLAN IN HELSINKI, Advances in Underground Space Development – Zhou, Cai & Sterling (eds), Published by Research Publishing.
11. Zhang, P. Chen, Z. Yang, H. Wang, H (2009): On utilization of underground space to protect historical relics *model*, Tunneling and Underground Space Technology .Vol.24, 245–249, 2009.
10. Http//:http://www.roadtraffic-technology.com/projects/m30_madrid
11. http://www.darkroastedblend.com
12. http://centralpark-ny.us/
13. http://www.Googleearth.com
14. http://centralpark-ny.us/
15. http://www.urbanrail.net
16. http://www.archdaily.com/tag/central-par

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی-پژوهشی شهر ایمن؛ دوره‌ی ۱؛ شماره‌ی ۴؛زمستان ۱۳۹۷

www.SID.ir