فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال ششم، شماره هفدهم،بهار ۱۴۰۲

ملاحظات دفاعی–امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل در طراحی شهرک‌های صنعتی

امید خزائیان[۱] احمدرضا فتاحی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/ ۰۵ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۰/۰۲

چکیده

ازآنجایی‌که شهرک‌های صنعتی از اساسی‌ترین زیرساخت‌های توسعه کشور به شمار می‌رود، نیاز مبرمی به تدوین ملاحظات دفاعی و امنیتی برای این تأسیسات حیاتی کشور وجود دارد. این پژوهش، با طرح یک پرسش اساسی (چه الزاماتی را می‌توان در توسعه پایدار شهرک‌های صنعتی از منظر پدافند غیرعامل در نظر گرفت؟) در سه حوزه کاربری زمین، شبکه معابر و نمای ساختمانی بر اساس روش پژوهش آمیخته در این راستا گام برداشته است. بدین ترتیب که باهدف تدوین مجموعه الزامات طراحی و توسعه شهرک‌های صنعتی با رویکرد پدافند غیرعامل، ابتدا بر اساس روش *توصیفی–تحلیلی*، بامطالعه و تحلیل مهم‌ترین منابع کتابخانه‌ای در زمینه‌های پدافند غیرعامل و شهرسازی، ملاحظات (شاخص‌های) اساسی در راستای دفاع غیرعامل تدوین‌شده است. این شاخص‌ها در گام بعدی به لحاظ میزان تأثیر و کارآمدی در طراحی یک شهرک صنعتی، از طریق پرسشنامه در میان خبرگان به شور گذاشته‌شده و نتایج آن بر اساس روش تحلیل عاملی (PCA) تحلیل و شاخص‌های اساسی استخراج‌شده‌اند. سپس به کمک روش تحلیل رگرسیونی (Linear regression)، این شاخص‌های اساسی به لحاظ میزان اثرگذاری و اهمیت در دستیابی به یک شهرک صنعتی ایمن، اولویت‌بندی شده‌اند. در گام پایانی، به‌منظور تدوین الزامات اجرائی مربوط به این شاخص‌ها، با روش *تحلیل نمونه و تکنیک SWOT* به تحلیل برخی از مهم‌ترین نمونه شهرک‌های صنعتی داخل و خارج کشور بر اساس اصول استخراجی پدافند غیرعامل پرداخته‌شده است. در پایان و به‌عنوان دستاوردهای پژوهش، مجموعه الزامات طراحی شهرک‌های صنعتی با رویکرد پدافند غیرعامل در سه بخش نظام کاربری زمین، نظام دسترسی و شبکه معابر و فرم و نمای ساختمانی به همراه بیان تصویری هریک، تدوین‌شده است.

واژگان کلیدی: دفاع غیرعامل، ملاحظات دفاعی- امنیتی، صنعت، شهرک صنعتی، طراحی شهری.

[۱] کارشناس ارشد مهندسی شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران (نویسنده مسئول)
Email:omid_khazaeian@alumni.iust.ac.ir

[۲] کارشناس ارشد پدافند غیرعامل، سازمان پدافند غیرعامل کشورEmail:ahmad_fattahi@gmail.com

۱. مقدمه

بحث پدافند غیرعامل، مخصوصاً کاربرد آن در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای تاریخچه‌ای طولانی دارد. صحت این ادعا را می‌توان در جنگ‌های صدر اسلام (سلمان فارسی) و تدابیر دفاعی همچون حفر خندق، ساخت برج و بارو و ایران باستان (تدابیر کوروش) در ساخت کهن دژ، شارستان، رباط، دیوار و ... جستجو نمود؛ اما با توجه به پیشرفت فنّاوری و تغییر در ماهیت تسلیحات، به‌کارگیری پدافند غیرعامل نوین در کاهش تلفات و خسارات جنگ‌ها بیش‌ازپیش احساس می‌گردد (کامران و حسینی امینی، ۱۳۹۱:۲۱۵). در حال حاضر عمده‌ترین هدف پدافند غیرعامل، ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های موردنیاز مردم است تا به‌تدریج شرایطی را برای امنیت ایجاد نماید. براین اساس اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان آسیب‌پذیری شهرها را در مقابل تهدیدات دشمن کاهش دهد، ضروری بوده و چنین شرایطی توجه بیش‌ازپیش صاحب‌نظران کشور به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است. (صیامی و همکاران، ۱۳۹۲:۲۳). امروزه اکثر کشورها از پدافند غیرعامل به‌عنوان یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش‌های دفاع در مقابل تهدیدات بهره برده‌اند. کشورهایی مانند آمریکا و شوروی سابق علیرغم داشتن نیروی نظامی با توان بالا به این موضوع توجه ویژه‌ای داشته‌اند. انتخاب محل مناسب برای مراکز مهم حیاتی و تأسیسات نظامی- صنعتی یکی از اقدامات مهم و اساسی در بحث پدافند غیرعامل جهت مخفی نمودن این مراکز و تأسیسات است. (کرباسیان و همکاران، ۱۳۹۰:۲۴).

در این میان، شهرک‌های صنعتی به‌عنوان مکانی دارای محدوده و مساحت معین که موقعیت مکانی آن طبق الزامات و اصول مکان‌یابی پروژه‌های صنعتی کشور معین‌شده و تأسیسات زیربنایی و خدمات فنی موردنیاز در رابطه با نوع فعالیت صنعتی در آن استقرار می‌یابند و نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تأسیسات اقتصادی و از عوامل اساسی در توسعه کشور، از اهمیت بالایی برخوردارند.

درواقع، شهرک‌های صنعتی ضمن اهمیت بالای اقتصادی، از طریق فرصت‌های شغلی ناشی از فعالیت‌های صنعتی، نقش راهبردی در تعیین الگوی سکونت و مکان‌یابی برای گسترش شهرهای کشور نیز دارد. فعالیت‌های صنعتی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم و از طریق انگیختن فعالیت‌های تبعی، موجب ایجاد فرصت‌های شغلی و براثر آن، جذب نیروها و درنتیجه، جمعیت می‌شوند. (خراط زبردست، ۱۳۷۸). با توجه به شرایط ژئوپلیتیکی ایران در منطقه خاورمیانه، معیار پدافند غیرعامل،

جایگاه ویژه‌ای در کلیه مطالعات شهری و منطقه‌ای و صنعتی پیدا می‌کند. بر همین اساس می‌توان مطالعات رایج در حوزه شهرک‌های صنعتی را به دلیل عدم توجه به موضوع حیاتی و حساس پدافند غیرعامل نقد نمود. بر همین اساس، در این پژوهش با تمرکز بر بعد ایمنی و پدافند غیرعامل و باهدف دستیابی به یک راهنما جهت طراحی ایمن و پایدار شهرک‌های صنعتی در کشور، تلاش بر آن است تا مجموعه الزاماتی در راستای طراحی این مراکز اقتصادی بسیار مهم باهدف به حداقل رساندن آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر هجوم نظامی در سه بخش کاربری زمین، شبکه معابر و فرم و نمای ساختمانی تدوین شود.

۲. مبانی نظری

همان‌طور که از موضوع پژوهش برمی‌آید، پدافند غیرعامل مهم‌ترین رویکرد حاکم بر فضای پژوهش است. پدافند غیرعامل به معنای تمهیداتی جهت ایمن‌سازی محیط در برابر سوانح و تهدیدات بالقوه، درواقع پاسخی است جهت برآورده نمودن نیاز فطری انسان به ایمنی و امنیت.

۱،۲. پدافند غیرعامل

پدافند غیرعامل، مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی‌ها، طراحی‌ها و اقدامات است که باعث کاهش آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات دشمن می‌شود. درواقع، دفاع غیرعامل اطلاق بر برنامه‌ریزی مقابله با اثرات حوادث و بلایا از طریق ایجاد فضاهای امن و برنامه‌ریزی فضایی-کالبدی چه در زمان وقوع حملات نظامی و چه بروز حوادث طبیعی تأکید دارد. در کنار این مفهوم، مفهوم دفاع غیرنظامی قابل‌تعریف است. دفاع غیرعامل بر بسیج، سازمان‌دهی و هدایت مردم کشور برای دفاع از خانه، روستا، شهر، مراکز صنعتی، اقتصادی و نظیر آن گفته می‌شود. (عندلیب، ۱۳۸۰ و برنافر، ۱۳۹۰). درواقع، پدافند غیرعامل، شامل تمامی طرح‌ریزی‌ها و اقداماتی است که موجب کاهش آسیب‌پذیری‌ها، افزایش پایداری ملی، تداوم

فعالیت دستگاه‌های نظامی در مقابل تهدیدات خارجی گردیده و مستلزم به‌کارگیری سلاح نیست (پدافند غیرمسلحانه) (سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۸۶).

۲,۲. اصول پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی

پس‌ازآنکه پدافند غیرعامل و مفاهیم و ابعاد و ویژگی‌های اساسی‌اش را مطالعه نمودیم، بررسی موضوع پدافند غیرعامل در شهرسازی ما را از ابعاد مهم این موضوع آگاه نمود. مطالعه انواع دیدگاه‌های شهرسازی به پدافند غیرعامل به‌عنوان پیشینه نظری و کاربست این موضوع در شهرسازی، بستر ذهنی مناسبی جهت جستجوی اصول و الزامات پدافند غیرعامل در شهر و شهرسازی را فراهم نمود. امری مهم که در این بخش از پژوهش، به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

جدول ۱: مهم‌ترین اصول پدافند غیرعامل در شهرسازی و طراحی شهری

ردیف	شاخص	مفاهیم
۱	**- انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور**	• دارای پوشش مناسب دفاعی. • دارای فاصله مناسب از مرزهای جغرافیایی کشور. • حداکثر استفاده از توپوگرافی و عوارض طبیعی کشور جهت استقرار مراکز حیاتی و حسّاس جدید (انطباق کاربری‌های حیاتی و حسّاس در جغرافیای نظامی کشور).
۲	**تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا**	• رشد و توسعه منطقی جمعیت در شهرهای بزرگ. • رشد و توسعه منطقی فعالیت‌های صنعتی. • توزیع و تعادل در پراکندگی مراکز جمعیتی.
۳	**پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا**	• توزیع عملکردهای حیاتی و حسّاس در گستره جغرافیایی کشور. • جداسازی عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا. • اجتناب از تجمیع عملکردهای حیاتی و حسّاس در کنار یکدیگر.
۴	**انتخاب مقیاس بهینه از**	• ایجاد فاصله مناسب بین اجزای یک مجموعه به‌نحوی‌که

	پراکندگی	چنانچه یک جزء آن مورد تهدید قرار گرفت، جزء دیگر آن آسیب نبیند و یا با حداقل آسیب روبه روی شود. • بهینه‌ترین پراکندگی فعالیت‌ها و مطلوب‌ترین توزیع ممکن فعالیت‌ها. • توجیه اقتصادی داشتن هزینه ناشی از پراکندگی پروژه، با توجّه به کاهش خسارات در زمان بحران.
۵	**مکان‌یابی استقرار عملکردها**	• انتخاب مکان مناسب، تناسب با نوع عملکرد و اهمیت آن. • اجتناب از هم‌جواری عملکردهای حیاتی و حسّاس در کنار هم. • جلوگیری از استقرار عملکردهای مزاحم در مجاورت عملکردهای حیاتی و حسّاس.
۶	**کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار در پدافند غیرعامل**	• اجتناب از ایجاد و یا توسعه مراکز حیاتی و حسّاس بزرگ. • اقتصادی بودن با توجّه به حداقل آسیب‌پذیری در زمان بحران. • ابداع شیوه‌های نوین در زمینه پدافند غیرعامل.
۷	**موازی‌سازی سیستم‌های پشتیبانی وابسته**	• عدم وابستگی پشتیبانی سیستم به یک نقطه (به‌نحوی‌که اگر آن نقطه وارد آسیب واقع شود، امکان تأمین پشتیبانی آن از نقطه دیگر میسّر نباشد). • ایجاد وابستگی به پشتیبانی از یک نقطه به چند نقطه.
۸	**مقاوم‌سازی، استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی**	• مقاوم‌سازی فضاهای حیاتی موجود کشور در برابر تهدیدات. • ایجاد فضاهای امن و ایمن جهت فضاهای حیاتی جدید کشور. • ایجاد استحکامات دفاعی جهت مراکز حیاتی به‌منظور امکان دفاع در برابر انواع تهدیدات دشمن

۹	**مدیریت بحران دفاعی درصحنه‌ها**	• اطمینان از برقراری مدیریت به فعالیت‌های ضروری زمان بحران و مدیریت صحنه بحران. • امکان برقراری شبکه ارتباطی امن در شرایط به‌هم‌ریختگی سامانه‌های ارتباطی موجود. • امکان مدیریت و پشتیبانی تمامی نیازهای ضروری دفاع.
۱۰	**استتار و نامرئی سازی**	• جلوگیری و ممانعت از استفاده قدرت کشف و آشکارسازی و ردیابی انواع حسگرهای الکترواپتیکی، راداری، لیزری، صوتی، مغناطیسی، حرارتی و ... دشمن. • مخفی ساختن تجهیزات به‌وسیله حائل‌ها و تورها در برابر دید دشمن.
۱۱	**کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن**	• ناتوان‌سازی سیستم اطلاعاتی دشمن در کسب اطلاعات جاسوسی میدانی. • استتار در برابر ساماندهی جمع‌آوری اطلاعات. • کارگذاری سیستم‌هایی باقابلیت از بین بردن سیستم‌های اطلاعاتی دشمن در دستگاه‌های خودی.
۱۲	**پوشش در همه زمینه‌ها**	• پنهان‌سازی تأسیسات، تجهیزات، تسلیحات و نیروی انسانی در برابر دشمن. • ایجاد پوشش حفاظتی در طرح‌ها و برنامه‌های دارای طبقه‌بندی.
۱۳	**اختفا**	• حفاظت فعالیت‌ها در برابر دید دشمن با استفاده از عوارض طبیعی (ارتفاعات، جنگل و ...). • مخفی کردن تأسیسات و تجهیزات در دل عوارض طبیعی.
۱۴	**فریب، ابتکار عمل و تنوع در کلیه اقدامات**	• بدل‌سازی و یا تغییر شکل هوشیارانه فعالیت، به‌نحوی‌که دشمن را از شناسایی منحرف سازد. • اجرای اقدامات طراحی‌شده جهت گمراهی دشمن در تشخیص هدف
۱۵	**حفاظت اطلاعات**	• حفاظت و حراست از کلیه اسناد، مدارک، مطالب، نقشه‌ها و

	سیستم‌های حیاتی و مهم	... مراکز حیاتی و حسّاس و مهم. • ایجاد اطمینان از عدم نشت اطلاعات سیستم‌های حیاتی و مهم.
۱۶	**تولید سازه‌های دومنظوره (موانع)**	• ایجاد سازه‌هایی که علاوه بر کارکرد در زمان بحران، در شرایط عادی نیز جهت فعالیت‌های زمان صلح استفاده می‌شوند.

(منبع: نگارنده بر مبنای جمع‌بندی اصول پدافند غیرعامل از سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۶؛ داعی نژاد و امین زاده، ۱۳۸۵؛ شکیبانش و هاشمی، ۱۳۸۸؛ قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیا، ۱۳۸۳)

۳،۲. شهرک صنعتی و طراحی شهری

طبق تعریف سازمان توسعه صنعتی سازمان ملـل متحد (UNIDO) «شهرک صنعتی زمینی است دارای محدوده و مساحت معین کـه طبـق الزامات و مقررات مکان‌یابی صنعتی و بر اساس راهبردهای توسعه شهرک‌های صنعتـی هـر کشـور انتخـاب می‌شود، تأسیسـات زیربنایی و فعالیت‌های خدماتی موردنیاز با توجه به نوع فعالیت صنعتی در آن ایجـاد می‌شـود کـه در جریـان آماده شدن زمین شهرک یا پس‌ازآن، به متقاضیان ایجاد واحدهای صنعتی واگذار می‌گردد».

۴،۲. انواع تهدیدات و مخاطرات در حوزه صنایع

میزان و شدت هرگونه تهدیدی در گام نخست به ارزش و موقعیت ژئوپلیتیکی پدیده موردنظر دارد؛ به عبارتی اگر ژئوپلیتیک را به معنای درک واقعیت‌های محیط جغرافیایی به‌منظور دستیابی به قدرت، به‌نحوی‌که بتوان در بالاترین سطح وارد بازار جهانی شد و منافع ملی و حیات ملی را حفظ کرد. (عزتی،۷:۱۳۸۰) بدانیم، مفهوم پدافند غیرعامل نیز با آن هم‌راستا خواهد شد؛ و شدت و میزان عملکردی اقدامات پدافند غیرعامل برای هر پدیده‌ای، با تشخیص ارزش پدیده و موقعیت ژئوپلیتیکی آن، برابر خواهد بود. بنابراین می‌توان این‌گونه بیان نمود که اصولاً یک شهر یا شهرک می‌تواند در معرض انواع تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت باشد. درواقع، نوع، موقعیت، فعالیت غالب، نوع

زیرساخت‌ها، ذی‌نفعان و ذی‌نفوذان، عوارض طبیعی و اهمیت مجموعه، از عواملی هستند که تعیین‌کننده نوع تهدیدات در برابر یک شهر یا شهرک است. بر همین اساس و نیز با توجه به آنکه پدیده موردمطالعه در این پژوهش، شهرک صنعتی است، می‌توان تهدیدهای متنوع‌تری نسبت به یک مجموعه مسکونی برای آن در نظر گرفت. در چنین شهرکی بنا به وجود آزمایشگاه‌های تحقیقاتی متعدد که برخی از آن‌ها می‌تواند فعالیت شیمیایی، پتروشیمی و یا هسته‌ای داشته باشد و نیز بنا به وجود انبارها و واحدهای مرتبط با این فضاها، علاوه بر تهدیدات معمول (نظامی، کالبدی و ...) تهدیدات شیمیایی، بیولوژیکی و هسته‌ای (پرتوی) نیز امری کاملاً محتمل است. به‌طور مثال، وجود آزمایشگاه‌های زیستی (بیولوژیک) و امکان انتشار مواد خطرناک زیستی و یا انبار مواد شیمیایی یا سوختی، هرکدام نوع خاصی از تهدیدات را در این حوزه مطرح می‌کنند. بنابراین، از دیدگاه پدافند غیرعامل، مهم‌ترین تهدیدات موجود در یک مجموعه شهری (و به‌طور خاص، صنعتی- تحقیقاتی) را می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود. (نصوحی، ۱۳۹۲:۲۳):

۲,٤,۱. تهدیدات عمومی (نظامی): یا همان رویکرد پدافند گذشته که مقاوم‌سازی در برابر تهدیدات نظامی است که یک سری اقدامات عمومی انجام می‌گیرد.

۲,٤,۲. تهدیدات زیستی؛ که در ۶ حوزه انسان، دام، غذا، آب آشامیدنی، محیط‌زیست و کشاورزی فعالیت می‌کند و تهدیدات عاملانه مهندسی‌شده و عمدی زیستی را علیه کشور مدیریت و کنترل می‌کند.

این موضوع در یک مجموعه شهری یا شهرک مورد طراحی، می‌تواند در قالب وجود یک یا چند مجموعه آزمایشگاه زیستی و خطر ناشی از انفجار و پخش مواد خطرناک و سمی در کل مجموعه نمود پیدا کند.

۲,٤,۳. تهدیدات پرتویی؛ درواقع دفاع و پدافند و صیانت از مردم در برابر هر نوع حادثه هسته‌ای است، این حادثه هسته‌ای می‌تواند نشت کارخانه باشد یا اقدام تروریستی گروهی در نزدیکی مراکز هسته‌ای و می‌تواند تهدیدات هسته‌ای باشد.

۲,٤,٤. تهدیدات شیمیایی؛ زیرساخت‌ها و آزمایشگاه‌ها و انبارهای مواد شیمیایی نیز به‌نوبه خود در مواقع انفجار می‌تواند عاملی بسیار تهدیدکننده برای امنیت کل مجموعه باشد.

بنابراین علاوه بر آنکه در طرح آن‌ها بایستی تمامی اصول لازم مهندسی و پدافند کالبدی را رعایت کنیم، بایستی از تمهیدات لازم برای پیشگیری از شناسایی این مراکز حساس نیز بهره گرفت.

۲,٤,۵. تهدیدات امنیتی: این نوع تهدید، بیشتر در قالب امنیت شهری و تمهیدات لازم در زمینه پیش‌گیری از شناسایی و دسترسی آسان به مراکز حساس شهری معنا پیدا می‌کند. تهدیدات تروریستی، نه‌تنها شامل صدمات و تهدیدات جانی به ساکنین می‌شود، بلکه انفجارهای برنامه‌ریزی‌شده آن‌ها نیز به لحاظ پدافند غیرعامل، ابعاد تهدیدآمیز بسیار گسترده‌ای دارد. این انفجارها می‌تواند با شناسایی و هدف قرار دادن مراکز حساس، ابعاد فاجعه‌آمیزی داشته باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش:

در پژوهش حاضر، بنا بر ماهیت موضوع، بر پایه روش آمیخته، از مجموعه‌ای از روش‌های کمی و کیفی استفاده‌شده است.

در بخش مبانی نظری و مروری بر مطالعات پیشین، روش توصیفی بکار گرفته‌شده است. در این روش ابتدا منابع و مأخذ مکتوب از قبیل متون و آثار معتبر داخلی و خارجی جستجو و مطالعه شدند. سپس با استفاده از تکنیک فیش‌برداری محتویات موردنظر از منابع مذکور استخراج و پس از تکمیل فیش‌های مسلسل و مشورت با متخصصان و راهنمای پژوهش، ساختار محتوایی بخش‌های تئوری و تجربی تدوین گردید.

خروجی این بخش که مجموعه شاخص‌های اساسی پدافند غیرعامل در شهرسازی است، ورودی بخش بعدی را تشکیل می‌دهد. در این بخش، ابتدا به کمک روش پیمایشی، با مصاحبه و طرح پرسشنامه در میان خبرگان و کارشناسان شهرسازی (شامل اساتید دانشگاه، مدیران و کارکنان شرکت‌های مهندسین مشاور و پژوهشگران حوزه شهرسازی که پیشینه کار در زمینه پدافند غیرعامل، ایمنی، امنیت و طراحی شهری را داشته‌اند) نظرات ایشان در مورد میزان اهمیت و تأثیرگذاری

شاخص‌های استخراج‌شده در طراحی یک شهرک صنعتی ایمن از منظر پدافند غیرعامل گرفته شد؛ سپس، کدگذاری این نظرات در محیط نرم‌افزار SPSS، زمینه تحلیل کمی (روش تحلیل عاملی (PCA) و رگرسیون خطی (Linear regression)) را فراهم می‌نماید. این تحلیل کمی، درواقع، میزان اهمیت و اثرگذاری شاخص‌های منتخب را بر اساس جمع‌بندی نظرات و به کمک روابط ریاضی خاص، مشخص نموده و درنهایت، اولویت حوزه مداخله (اولویت توجه) را به‌صورت ارائه ترتیبی خاص از شاخص‌ها ارائه می‌دهد. با توجه هدف پژوهش مبنی بر تدوین الزامات پدافند غیرعامل در طراحی شهرک‌های صنعتی، لازم است تا ابتدا جایگاه طراحی شهری در پدافند غیرعامل روشن شود و درواقع، مشخص شود به‌طور دقیق، دانش طراحی شهری دربرگیرنده چه مفاهیمی است و چه روندها و روش‌هایی را به‌منظور طراحی یک شهرک (شهرک) به کار می‌گیرد. همچنین لازم است مرز میان طراحی شهری با معماری مشخص شود تا ابهامی در محصول نهایی پژوهش وجود نداشته باشد. پس از باز کردن این مبحث، بحث شهرک را بازکرده و نیازها و امکانات یک شهرک صنعتی را شرح خواهیم داد. سپس بامطالعه و تحلیل اصول طراحی شهری از منظر پدافند غیرعامل و نیز، اصول کلی طراحی شهرک‌های صنعتی، می‌توان به الزامات طراحی این نوع شهرک‌ها بر اساس اصول پدافند غیرعامل دست‌یافت.

۴. تجزیه‌وتحلیل:

در فصل دوم (مبانی نظری)، با پدافند غیرعامل و مفاهیم وابسته آشنا شدیم و به‌طور مفصل به بیان مفاهیم و تعاریف و ابعاد و ویژگی‌ها و ... پرداختیم. سپس با مروری بر مهم‌ترین منابع علمی در زمینه پدافند غیرعامل و مهندسی شهرسازی و طراحی شهری، مهم‌ترین شاخص‌های پدافند غیرعامل در این حوزه استخراج شد. حال ازآنجایی‌که تمرکز این پژوهش بر شهرک‌های صنعتی است و از طرفی نیز، پژوهش‌های چندانی به‌طور خاص در زمینه طراحی این شهرک‌ها با رویکرد پدافند غیرعامل انجام‌نشده است، جهت تبیین میزان اهمیت هرکدام از شاخص‌های مستخرج و نحوه برخورد با آن‌ها در این حوزه، از روش تحلیل عاملی استفاده‌شده است. بدین ترتیب که ابتدا با طرح پرسشنامه‌هایی مبتنی بر پرسش میزان اثرگذاری هرکدام از شاخص‌های یادشده در طراحی شهرک صنعتی از منظر پدافند غیرعامل و توزیع آن در میان جامعه خبرگان، نظرات ایشان در این خصوص، برداشت‌شده است و

سپس با ورود داده‌ها به محیط نرم‌افزار آماری SPSS و طی فرآیند تحلیل عامل و نیز، رگرسیون خطی، شاخص‌ها با عنوان اولویت‌های حوزه مداخله، اولویت‌بندی شده‌اند.

۱،۴. انتخاب شاخص‌ها شاخص‌های مدنظر، درواقع، شاخص‌هایی است که در فصل دوم و از مروری بر مهم‌ترین منابع علمی معتبر در زمینه پدافند غیرعامل و مهندسی شهرسازی استخراج‌شده است.

۲،۴. تدوین پرسشنامه؛

به‌منظور جمع‌آوری نظرات کارشناسان، پرسشنامه‌ای طراحی‌شده است که در آن، هر پرسش، مربوط به نظر کارشناس مربوطه در زمینه یکی از شاخص‌ها و میزان اثرگذاری آن بر طراحی یک شهرک صنعتی از منظر پدافند غیرعامل است. مقیاس عمده معیارهای موردبررسی در این تحقیق کیفی است، لذا در تدوین سؤالات از مقیاس رتبه‌بندی لیکرت بهره گرفته‌شده است. این پرسشنامه با تعداد ۱۶ شاخص، در میان ۵۴ نفر از کارشناسان حوزه شهرسازی با پیشینه مطالعه و یا پژوهش در حوزه ایمنی، امنیت، پدافند غیرعامل، عمران، مدیریت بحران و ... توزیع‌شده است. جامعه خبرگان در این پژوهش شامل اساتید دانشگاه، کارکنان و مدیران شرکت‌های مهندسین مشاور شهرسازی و طراحی شهری و دانش‌آموختگان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری طراحی شهری بوده‌اند. بدین ترتیب پاسخ سؤالات به‌صورت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم، بسیار کم بوده است.

۳،۴. استخراج شاخص‌های اساسی (عامل‌ها) به کمک روش تحلیل عاملی در نرم‌افزار SPSS:

در این مرحله، به‌منظور تحلیل داده‌های خام به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها و دستیابی به نتایج منطقی و شاخص‌مند، از مدل تحلیل عاملی استفاده گردیده است. این مدل، یکی از مدل‌های نسبتاً پیچیده در شهرسازی است که در این پژوهش، برای تحلیل داده‌ها و خلاصه‌سازی شاخص‌ها به‌صورت تعدادی

[۱] پرسشنامه در پیوست مقاله آمده است.

عامل، مورداستفاده قرارگرفته است. در این بخش، برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده، از روش تحلیل عاملی با کمک نرم‌افزار SPSS16 استفاده گردیده است. بدین منظور، پس از کدگذاری برای هرکدام از گزینه‌های جواب در پرسشنامه (خیلی خوب=۵، خوب=۴، متوسط=۳، ضعیف=۲ و خیلی ضعیف=۱) داده‌های پرسشنامه‌ها را در محیط کاری نرم‌افزار SPSS16 وارد نموده و سپس تنظیمات لازم را در بخش Analyze data reduction factorو پنجره factor analysis برای نمایش خروجی‌های موردنظر اعمال می‌نماییم. در این پژوهش، آزمون سنجش کیفیت کار، KMOو بارتلت است. (برای باکیفیت بودن یا روایی انجام مدل تحلیل عاملی، بایستی مقدار به‌دست‌آمده از آزمون KMO بیش از ۰٫۵ باشد). با توجه مقادیر به‌دست‌آمده (مقدار آزمون KMO برابر ۰/۸۲۹ و مقدار آزمون بارتلت برابر ۱/۲۸۹ است.) امکان

استفاده از روش تحلیل عاملی وجود دارد و دقت آن نیز نسبتاً بالا است.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		۸۳۰.
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۱.۳۱۳□۳
	df	۴۰۶
	Sig.	.۰۰۰

جدول ۲: نتایج آزمون‌های KMO و بارتلت

پس از انجام آزمون‌های یادشده، مراحل فرآیند تحلیل عاملی به شرح زیر طی شده است:

- **انتخاب شاخص‌ها و تشکیل ماتریس همبستگی:**

بدین منظور، ابتدا شاخص‌های انتخاب‌شده برای پدافند غیرعامل را که در بخش پیش، به نرم‌افزار وارد گردیده بودند، در دستور مربوط به تحلیل عاملی، معرفی گردیده و پس از انجام تنظیمات لازم، خروجی‌های موردنظر برای تحلیل عاملی استخراج می‌گردند. نخستین این خروجی‌ها، جدول

همبستگی میان شاخص‌ها (correlation matrix) است درجه و نوع توافق میان شاخص‌ها را بیان می‌دارد.

- **خلاصه‌سازی شاخص‌ها و استخراج عامل‌ها:**

در این بخش، به‌منظور خلاصه‌سازی شاخص‌ها بایستی ضابطه‌ای به‌عنوان مبنای کار، معرفی گردد؛ در پژوهش حاضر، بر اساس ضابطه Kaiser عوامل با مقدار ویژه بزرگ‌تر از و یا مساوی با ۱ انتخاب‌شده‌اند. (درواقع، مقدار ویژه، مقداری از واریانس آزمون کل است که توسط یک عامل خاص برآورد می‌شود.)

بدین منظور، نرم‌افزار، جدولی را با عنوان «جدول مجموع واریانس تبیین شده»(total variance explained) ارائه می‌دهد. این جدول، مطابق جدول ۳ است.

جدول ۳: جدول مجموع واریانس تبیین شده

شاخص‌ها	مقدار ویژه اولیه			مجموع مجذورات بارهای عامل چرخش داده نشده			مجموع مجذورات بارهای عامل چرخش داده‌شده		
	مجموع	میزان واریانس بیان‌شده (درصد)	مقادیر تجمعی واریانس تبیین شده (درصد)	مجموع	میزان واریانس بیان‌شده (درصد)	مقادیر تجمعی واریانس تبیین شده (درصد)	مجموع	میزان واریانس بیان‌شده (درصد)	مقادیر تجمعی واریانس تبیین شده (درصد)
۱	۸/۲۰۲	۲۸/۲۸۳	۲۸/۲۸۳	۸/۲۰۲	۲۸/۲۸۳	۲۸/۲۸۳	۳/۰۳۳	۱۰/۴۵۹	۱۰/۴۵۹
۲	۲/۲۶۰	۷/۷۹۲	۳۶/۰۷۵	۲/۲۶۰	۷/۷۹۲	۳۶/۰۷۵	۲/۸۳۱	۹/۷۶۳	۲۰/۲۲۱
۳	۱/۶۷۸	۵/۷۸۷	۴۱/۸۶۲	۱/۶۷۸	۵/۷۸۷	۴۱/۸۶۲	۲/۵۵۴	۸/۸۰۷	۲۹/۰۲۸

۴	۱/۵۱۹	۵/۲۴۰	۴۷/۱۰۱	۱/۵۱۹	۵/۲۴۰	۴۷/۱۰۱	۲/۴۱۴	۸/۳۲۳	۳۷/۳۵۲
۵	۱/۳۰۷	۴/۵۰۷	۵۱/۶۰۸	۱/۳۰۷	۴/۵۰۷	۵۱/۶۰۸	۲/۱۸۹	۷/۵۴۹	۴۴/۹۰۱
۶	۱/۱۷۶	۴/۰۵۴	۵۵/۶۶۳	۱/۱۷۶	۴/۰۵۴	۵۵/۶۶۳	۲/۱۵۱	۷/۴۱۶	۵۲/۳۱۷
۷	۱/۰۸۳	۳/۷۳۵	۵۹/۳۹۸	۱/۰۸۳	۳/۷۳۵	۵۹/۳۹۸	۱/۵۸۰	۵/۴۴۹	۵۷/۷۶۶
۸	۱/۰۵۹	۳/۶۵۳	۶۳/۰۵۱	۱/۰۵۹	۳/۶۵۳	۶۳/۰۵۱	۱/۵۳۳	۴/۲۸۵	۶۳/۰۵۱
۹	۰/۹۵۶	۳/۲۹۶	۶۶/۳۴۷						
۱۰	۰/۹۱۸	۳/۱۶۶	۶۹/۵۱۴						
۱۱	۰/۸۴۸	۲/۹۲۴	۷۲/۴۳۸						
۱۲	۰/۷۵۵	۲/۶۰۴	۷۵/۰۴۲						
۱۳	۰/۷۴۱	۲/۵۵۴	۷۷/۵۹۶						
۱۴	۰/۶۸۲	۲/۳۵۳	۷۹/۹۴۹						
۱۵	۰/۶۲۹	۲/۱۷۰	۸۲/۱۱۹						
۱۶	۰/۵۸۳	۲/۰۱۱	۸۴/۱۳۱						

همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، عوامل ۱ تا ۸ دارای مقدار ویژه بزرگ‌تر یا مساوی ۱ هستند و بنابراین، از میان ۱۶ شاخص اولیه،۸ عامل انتخاب می‌شوند. به‌علاوه، مجموع واریانس تبیین شده توسط کل شاخص‌ها، معیاری برای سنجش دقت کار است که با توجه به مقدار ۶۳/۰۵۱ در این پژوهش، می‌توان دقت آن را در حد نسبتاً خوب بیان کرد.

- **شناسایی و نام‌گذاری عامل‌ها:**

پس از استخراج عامل‌ها، بایستی برای دستیابی به نتایج نهایی، آن‌ها را شناسایی و نام‌گذاری نمود. بدین منظور، ابتدا، عامل‌ها را چرخش می‌دهیم. چرخش عاملی، فرآیندی است که در آن، حول محور طولی یا عرضی عامل‌ها، چرخش انجام‌شده تا هر شاخص، بهترین (نزدیک‌ترین) وضعیت خود نسبت به عامل‌ها را بیابد. درواقع، درنتیجه این فرآیند، شاخص‌های تشکیل‌دهنده هر عامل و میزان سهم هرکدام از آن‌ها از تبیین آن عامل مشخص می‌شود و نام‌گذاری، دقیقاً بر این اساس انجام می‌شود. در این پژوهش، چرخش از نوع ستونی (واریماکس) بوده و ۲۵ بار این چرخش انجام گردیده است.

نتیجه عملیات مربوط به این بخش، در جدول ۴ آمده است:

جدول ۴: جدول دوران یافته نهایی عامل‌ها

شاخص‌ها	عامل‌ها							
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱- انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور					۰/۶۳۲۳۹۶			
۲- تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا					۰/۷۷۶۹۹۲			
۳- پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا	۰/۷۳۴۳۷							
۴- انتخاب مقیاس بهینه از پراکندگی	۰/۷۳۶۱۸۶							
۵- مکان‌یابی استقرار عملکردها	۰/۶۹۷۲۵۲							
۶- کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار در پدافند غیرعامل				۰/۵۴۷۶۲۱				
۷- موازی‌سازی سیستم‌های پشتیبانی وابسته				۰/۷۶۱۲۲۸				

۸- مقاوم‌سازی، استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی		۰/۴۶۵۷۴۳					
۹- مدیریت بحران دفاعی درصحنه‌ها						۰/۷۰۲۲۲۴	
۱۰- استتار و نامرئی سازی		۰/۷۲۰۸۴					
۱۱- کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن							۰.۴۲۱۴۵۶
۱۲- پوشش در همه زمینه‌ها		۰/۷۱۸۳۴۷					
۱۳- اختفا		۰/۶۷۸۸۹۲					
۱۴- فریب، ابتکار عمل و تنوع در کلیه اقدامات					۰/۸۵۹۴۲۵		
۱۵- حفاظت اطلاعات سیستم‌های حیاتی و مهم							۰/۴۳۶۰۷
۱۶- تولید سازه‌های دومنظوره (موانع)					۰/۷۴۱۱۰۶		

حال، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این جدول، به تفسیر و نام‌گذاری عامل‌ها می‌پردازیم:

– عامل یکم،۱۰/۴۵۹ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص‌های انتخاب مقیاس بهینه از پراکندگی» (بار ۰/۷۳۶)، «پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا»(۰/۷۳۴)، مکان‌یابی استقرار عملکردها (بار ۰/۶۹۷) است؛ بنابراین، نام این عامل،*"برنامه‌ریزی کاربری زمین"* است.

–عامل دوم،۹/۷۶۳ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص‌های "پوشش در همه زمینه‌ها" (با بار ۰/۷۱۸)، "اختفا "(بار ۰/۶۷۹)، است؛ بنابراین نام این عامل "پنهان‌سازی" می "باشد.

–عامل سوم،۸/۸۰۷ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص‌های "مقاوم‌سازی، استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی" (بار ۰/۴۶۶)، "استتار و نامرئی سازی" (بار ۰/۷۲۰) است، بنابراین نام این عامل، *"استحکام و استتار"* است.

عامل چهارم،۸/۳۲۳ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص‌های"کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار در پدافند غیرعامل" (بار ۰/۵۴۷)،"موازی‌سازی سیستم‌های پشتیبانی وابسته" (بار ۰/۷۶۱)، است؛ بنابراین نام این عامل،*" پشتیبانی چندگانه و کارآمد"* است.

عامل پنجم،۷/۵۴۹ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل "انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور" (بار ۰/۶۳۲)، " تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا" (بار ۰/۷۷۷)، است؛ بنابراین نام این عامل "*، نظام توزیع فضایی"* است.

عامل ششم،۷/۴۱۶ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص‌های "فریب، ابتکار عمل و تنوع در کلیه اقدامات" (بار ۰/۸۵۹) و "تولید سازه‌های دومنظوره" (بار ۰/۷۴۱) است؛ بنابراین نام این عامل *"چندمنظوره سازی"* است.

عامل هفتم،۵/۴۴۹ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص‌های "مدیریت بحران دفاعی درصحنه‌ها" (بار ۰/۷۰۲) است؛ بنابراین نام این عامل،*"مدیریت"* است.

عامل هشتم،۵/۲۸۵ درصد از واریانس مشترک را تبیین نموده و شامل شاخص "حفاظت اطلاعات سیستم‌های حیاتی و مهم"(بار ۰/۴۳۶)، "کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن "(بار ۰/۴۲۱) است؛ بنابراین نام این عامل، *"حفاظت اطلاعات"* است.

۴،۴. اولویت‌بندی مجموعه الزامات طراحی شهرک صنعتی از منظر پدافند غیرعامل:

در مراحل پیشین، به‌منظور بررسی و تحلیل وضعیت موجود در خصوص موضوع پژوهش، اطلاعات مربوط به ۱۶ شاخص منتخب به کمک مدل تحلیل عاملی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و درنهایت،۸ عامل، استخراج گردید. در این بخش، به‌منظور تدوین اصول و چارچوبی شاخص‌مند برای اولویت‌بندی و تعیین میزان اهمیت هر شاخص، از مدل تحلیل رگرسیونی خطی چند متغیره استفاده شده است. در این مدل، عامل‌های به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی به‌عنوان متغیرهای مستقل و موضوع پژوهش (طراحی شهرک صنعتی از دیدگاه پدافند غیرعامل) به‌عنوان متغیر وابسته تعیین شده‌اند.

روش تحلیل رگرسیونی چند متغیره، یکی از روش‌های مورداستفاده در پیش‌بینی و اولویت‌بندی حوزه‌های مداخله است و فرآیند آن به‌طور مختصر به‌صورت زیر است.

در پژوهش حاضر، فرآیند این روش، توسط نرم‌افزار SPSS با معرفی عامل‌ها انجام گردیده و خروجی‌های لازم برای تحلیل، به‌دست‌آمده‌اند. توضیح، آنکه روش مورداستفاده برای ورود داده‌ها،stepwise (گام‌به‌گام) است. همچنین ازآنجایی‌که ممکن است برخی عامل‌ها دارای خودهمبستگی و یا همبستگی بیش‌ازحد باشند (و این برخلاف فرض اولیه در این روش، مبنی بر استقلال متغیرهای مستقل است) از آزمون دوربین واتسون (D-W test) به‌منظور رفع چنین شرایطی استفاده شده است.

فرآیند کار با خروجی‌های SPSS به‌منظور تحلیل داده‌ها و مشخص کردن اولویت‌های حوزه‌های مداخله، به شرح زیر است:

استخراج مدل‌های تحلیل:

پس از انجام دستور رگرسیون، نرم‌افزار، چند مدل گوناگون را برای تحلیل، ارائه می‌دهد. ملاک انتخاب مدل بهینه، دارا بودن بیشترین ضریب تعیین و کمترین خطای معیار است. بر همین اساس، از میان ۵ مدل ارائه‌شده، مدل شماره ۵ (با ضریب تعیین ۰/۳۹۵ و خطای معیار ۰/۷۷۶) انتخاب گردیده است. مدل‌های ارائه‌شده در جدول ۵ نمایش داده شده‌اند.

جدول ۵: خلاصه مدل‌های تحلیل

مدل	R	R^2 (ضریب تعیین)	R^2 تعدیل‌شده	خطای معیار تخمین	آزمون دوربین واتسون (D-W test)
۱	۰/۴۹۳۶۱۲[a]	۰/۲۴۳۶۵۳	۰/۲۳۷۲۴۳	۰/۲۳۷۲۴۳	
۲	۰/۵۴۳۶۰۳[b]	۰/۲۹۵۵۰۵	۰/۲۸۳۴۶۲	۰/۲۸۳۴۶۲	
۳	۰/۵۸۴۶۷۸[c]	۰/۳۴۱۸۴۹	۰/۳۲۴۸۲۸	۰/۳۲۴۸۲۸	
۴	۰/۶۱۰۱۲۲[d]	۰/۳۷۲۲۴۸	۰/۳۵۰۴۱۴	۰/۳۵۰۴۱۴	
۵	۰/۶۲۸۷۱۲[e]	۰/۳۹۵۲۷۹	۰/۳۶۸۷۵۶	۰/۳۶۸۷۵۶	۲/۰۵۴

توضیح: در جدول بالا، مقادیر a و b و c و d، متغیرهای مستقل یا همان عامل‌ها می‌باشند که عبارت‌اند از:

a: شامل عامل ۴

b: شامل عامل‌های ۴ و ۳

c: شامل عامل‌های ۳ و ۴ و ۶

d: شامل عامل‌های ۳ و ۴ و ۶ و ۱

e: شامل عامل‌های ۴ و ۳ و ۶ و ۱ و ۵

تعیین عوامل مشترک مدل منتخب:

پس از انتخاب مدل بهینه، بر اساس جدولی که نرم‌افزار با عنوان جدول عامل‌های مشترک ارائه می‌دهد و در آن، ضریب تأثیر (β) و خطای معیار برای تمامی عوامل در هرکدام از مدل‌ها ارائه‌شده است، ضریب اهمیت عامل‌های موجود در مدل منتخب (مدل پنجم) تعیین‌شده است. عاملی که دارای ضریب تأثیر بیشتر و خطای معیار کمتر باشد، ضریب اهمیت بیشتری دارد. ویژگی‌های عامل‌های مشترک در مدل منتخب، در جدول و رتبه‌بندی عامل‌ها بر اساس ضریب اهمیت در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶: ویژگی‌های عامل‌های مشترک در مدل منتخب

مدل	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استانداردشده	t	Sig
	B	خطای معیار	Beta(β)		
ثابت	۲/۵۶۷	۰/۰۷۱		۳۶/۲۴۱	۰/۰۰۰
برنامه‌ریزی کاربری زمین	۰/۴۸۲	۰/۰۷۱	۰/۴۹۴	۶/۷۷۷	۰/۰۰۰
پنهان‌سازی	۰/۲۲۲	۰/۰۷۱	۰/۲۲۸	۳/۱۲۶	۰/۰۰۲
استحکام و استتار	۰/۲۱۰	۰/۰۷۱	۰/۲۱۵	۲/۹۵۶	۰/۰۴
پشتیبانی چندگانه و کارآمد	۰/۱۷۰	۰/۰۷۱	۰/۱۷۴	۲/۳۹۴	۰/۰۱۸
نظام توزیع فضایی	۰.۱۴۸	۰/۰۷۱	۰.۱۵۲	۲/۰۸۴	۰.۰۳۹

جدول ۷: رتبه‌بندی عامل‌ها بر اساس ضریب اهمیت در مدل منتخب

ضریب اهمیت	عامل‌ها
۵	برنامه‌ریزی کاربری زمین
۴	پنهان‌سازی
۳	استحکام و استتار
۲	پشتیبانی چندگانه و کارآمد
۱	نظام توزیع فضایی

محاسبه میانگین اثربخشی عامل‌ها:

مشخص کردن اولویت‌های حوزه مداخله که هدف نهایی این روش است، نیازمند تعیین ضریب اهمیت عوامل و میانگین اثربخشی عامل‌ها است. در این مرحله به‌منظور محاسبه میانگین اثربخشی عامل‌ها، ابتدا میانگین اثربخشی اظهارشده توسط پاسخ‌دهندگان برای هرکدام از شاخص‌ها محاسبه گردیده و سپس، این مقدار برای هرکدام از عامل‌ها با توجه به شاخص‌های تشکیل‌دهنده آن و از طریق میانگین‌گیری از میانگین‌های اثربخشی آن‌ها محاسبه می‌شود.

جدول ۸: میانگین اثربخشی شاخص‌ها

شاخص‌ها	میانگین اثربخشی	شاخص‌ها	میانگین اثربخشی
۹-مدیریت بحران دفاعی درصحنه‌ها	۲.۶۷۵	۱-انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور	۳.۰۵۸۳۳۳
۱۰-استتار و نامرئی سازی	۳.۰۲۵	۲- تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا	۲.۶۷۵
۱۱-کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن	۲.۷۶۶۶۶۷	۳-پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا	۲.۴۵۸۳۳۳
۱۲-پوشش در همه زمینه‌ها	۲.۵۲۵	۴- انتخاب مقیاس بهینه از پراکندگی	۲.۷۶۶۶۶۷
۱۳- اختفا	۲.۷۳۳۳۳۳	۵-مکان‌یابی استقرار عملکردها	۲.۱۱۶۶۶۷
۱۴- فریب، ابتکار عمل و تنوع در کلیه اقدامات	۲.۷	۶- کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار در پدافند غیرعامل	۲.۳۱۶۶۶۷
۱۵-حفاظت اطلاعات سیستم‌های حیاتی و مهم	۲.۵۱۶۶۶۷	۷- موازی‌سازی سیستم‌های پشتیبانی وابسته	۲.۱۷۵
۱۶-تولید سازه‌های دومنظوره (موانع)	۲.۸۵۸۳۳۳	۸- مقاوم‌سازی، استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی	۲.۹۵۸۳۳۳

جدول ۹: میانگین اثربخشی عامل‌ها

عامل‌ها	میانگین اثربخشی
استحکام و استتار	۲/۶۱۸
پنهان‌سازی	۲/۶۲۷
برنامه‌ریزی کاربری زمین	۲/۶۷۵
پشتیبانی چندگانه و کارآمد	۲/۵۸۷
نظام توزیع فضایی	۲/۵۸۰

همان‌طور که از جدول ۹ برمی‌آید، به بالاترین اثربخشی، در حوزه برنامه‌ریزی کاربری زمین است؛ این بدان معنی است که برنامه‌ریزی کاربری زمین در شهرک صنعتی از دیدگاه پدافند غیرعامل، یکی از بنیادی‌ترین ملاحظات و الزامات در طراحی یک شهرک ایمن و مصون از حملات است. حال که عامل‌ها و شاخص‌های پدافند غیرعامل در طراحی یک شهرک صنعتی، شناخته و اولویت‌بندی شد، لازم است تا در مورد هریک، الزامات اجرایی و عملی جهت کاربست در طراحی یک شهرک صنعتی، تدوین شود. در این پژوهش، این امر از طریق پرداختن به مهم‌ترین و موفق‌ترین نمونه‌های شهرک‌های صنعتی در سطح جهان و ایران و تحلیل هریک به لحاظ این شاخص‌ها به کمک روش SWOT انجام‌شده است.

۵. نتیجه‌گیری و یافته‌های پژوهش

در راستای طراحی چنین شهرکی، لازم می‌آید تا علاوه بر ملاحظات کلی، الزامات در سطح اجرائی نیز در دستور کار قرار داشته باشد. بدین منظور، به بررسی و تحلیل چند نمونه جهانی موفق از اجرای شهرک‌های صنعتی پرداخته و با تحلیل جامعی از آن‌ها بر اساس عامل‌های استخراج‌شده با روش تحلیل SWOT، مهم‌ترین الزامات اجرائی و عملی در طراحی شهرک‌های صنعتی استخراج می‌شود. در این بخش و با توجه به حجم بسیار زیاد نمونه‌های بررسی‌شده، در قالب جمع‌بندی، اصول و الزاماتی که از بررسی آن‌ها به دست آمد، ارائه می‌شود.

جدول ۱۰: جمع‌بندی بخش الزامات عملی (اجرائی)

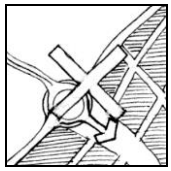
ردیف	اصل پدافند غیرعامل	الزامات استخراج‌شده از نمونه‌های جهانی
۱	**انتخاب عرصه‌های ایمن**	-مکان‌یابی مراکز حساس پردیس (همچون مراکز آزمایشگاهی) در پناه عوارض طبیعی که به‌صورت مانعی طبیعی در برابر دسترسی به آن عمل می‌کند. - عدم احداث جاده و مسیر دسترسی بر روی عوارض طبیعی - مکان‌یابی برخی پردیس‌ها در کنار یک‌رشته کوه که حفاظی طبیعی در برابر حملات احتمالی فراهم می‌آورد.
۲	**تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا (آمایش)**	-توجه به ایجاد ترکیب مناسبی از نظام جمعیتی و فعالیتی به‌طوری‌که نابرابری اجتماعی و فضایی تا کمترین حد، کاهش یابد.
۳	**پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا**	-عدم تمرکز در طرح کلی چیدمان کاربری‌های مختلف (ازجمله آزمایشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های حساس)
۴	**انتخاب مقیاس بهینه از پراکندگی**	-ترکیب مناسب فضاهای باز و بسته در مجموعه
۵	**کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار**	-توسعه واحدهای پژوهشی-صنعتی خرد و به‌صورت پراکنده در سطح پردیس -ایجاد حرایمی از فضاهای باز و سبز و اماکن عادی جهت جداسازی اماکن حیاتی و حساس از یکدیگر -طرح پناهگاه‌های زیرزمینی چند عملکردی
۶	**موازی‌سازی سیستم‌های پشتیبانی وابسته**	-تعبیه چندین واحد امدادرسانی در سطح مجموعه - تعبیه چندین مسیر جایگزین و فرعی - تعبیه چند ورودی و خروجی برای مجموعه که در مواقع بحران، سبب تسهیل در امر خدمات و منابع رسانی

		می‌شود.
۷	**مقاوم‌سازی، استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی**	-استفاده از مستحکم‌ترین مصالح ممکن در ساخت آزمایشگاه‌ها و انبارهای مواد شیمیایی -استفاده از تونل‌های مشترک تأسیسات در طرح برخی از پردیس‌ها
۸	**مکان‌یابی استقرار عملکردها**	-توسعه فضاهای باز چند عملکردی در بیشتر نقاط پردیس که دسترسی آسان به فضاهای امدادرسانی را فراهم می‌کند. -طراحی چندمنظوره فضاهای پارکینگ زیرزمینی به‌طوری‌که قابلیت ایفای نقش به‌صورت پناهگاه را داشته باشد. -توجه ویژه به رعایت حریم کاربری‌های حیاتی و حساس (همچون آزمایشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های بیوشیمی، زیستی و پتروشیمی) - ترکیب مناسبی از فضاهای خصوصی و عمومی به‌طوری‌که حضور عابران در فضاهای عمومی با نظارت عمومی بر فضا، امکان جرم و جنایت را به کمترین حد کاهش می‌دهد.
۹	**مدیریت بحران دفاعی**	-قرارگیری بیشتر مجموعه پردیس‌های صنعتی-تحقیقاتی در هم‌جواری شهرهای بزرگی که سیستم مدیریت بحران کارآمدی دارند.
۱۰	**استتار و نامرئی سازی**	-استفاده حداکثر از مواد و مصالح بومی موجود در محل که ضمن کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، به استتار مجموعه نیز کمک می‌کند. - استفاده کمتر از رنگ‌ها و عناصر بسیار شاخص در مجموعه

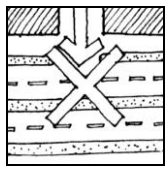
		–استفاده از پلان تقریباً مشابه برای آزمایشگاه‌ها، انبارها و مناطق مسکونی
۱۱	**اختفا**	– جانمایی بخشی از آزمایشگاه‌ها و انبارهای حساس پرتوی و شیمیایی در زیرزمین - طراحی فضاهای سبز با گونه‌های گیاهی مناسب به‌طوری‌که همچون مانعی بصری–فیزیکی در برابر تهدیدات عمل می‌کند.
۱۲	**کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن**	–در برخی موارد، تلاش شده است تا از دستگاه‌های پارازیت جهت تداخل در امواج ارتباطی نیروهای دشمن استفاده شود.
۱۳	**پوشش**	–نصب دوربین‌های مداربسته در نزدیکی آزمایشگاه‌ها، انبارها و مراکز اداری حساس
۱۴	**فریب، ابتکار عمل و تنوع**	–طراحی پلان واحدهای حیاتی و حساس شبیه به اماکن عادی و پخش آن‌ها در اماکن عادی
۱۵	**حفاظت اطلاعات سیستم‌های حیاتی، حساس و مهم**	–سیستم حفاظت اطلاعات به‌صورت غیرمتمرکز است؛ به صورتی که هر پژوهشگاه، آزمایشگاه و واحد اداری، پایگاه داده مربوط به خود را داراست.
۱۶	**تولید سازه‌های دومنظوره**	–توجه ویژه به توسعه فضاهای انعطاف‌پذیر و چند عملکردی باقابلیت بالای نقش‌آفرینی در زمان بحران

در پایان پژوهش و از تلفیق تحلیل‌های صورت گرفته در هر دو سطح نظری و عملی، می‌توان الزاماتی اجرائی برای طراحی شهرک‌های صنعتی استخراج نمود. این الزامات، به جهت بیان بهتر و پرهیز از یکنواختی و تکرار متن، به‌صورت بیان تصویری (مجموعه اسکیس) در زیر و در سه سطح شبکه معابر، کاربری زمین و فرم و نمای ساختمانی آمده است.

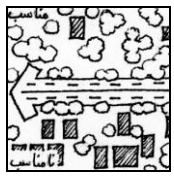
۵-۱- شبکه معابر:



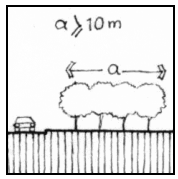
- ✓ به جهت تسهیل در امدادرسانی و عبور و مرور، احداث فلکه در ورودی شهرک ممنوع است.



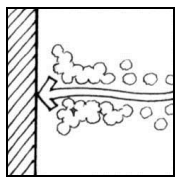
- ✓ جاده‌های متقاطع با مسیر ورودی مستقیماً به باند تندرو اتصال نداشته باشند.



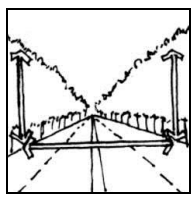
- ✓ تفکیک و تغییر کاربری باغات و محوطه سبز اطراف مسیر ورودی ممنوع است. (این امر در راستای اصل اختفا است).



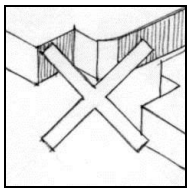
- ✓ حدفاصل بین مراکز حساس صنعتی و معابر، حداقل به عرض ۱۰ متر درختکاری شود. (اختفا)



- ✓ تراکم عناصر پوشش گیاهی (درخت و بوته) با نزدیک شدن به محدودهٔ صنعتی افزایش یابد.

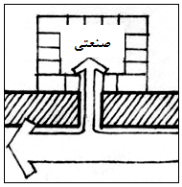


- ✓ حصار مسیر ورودی به‌وسیله درختان و پوشش گیاهی تأمین شود. (اختفا)

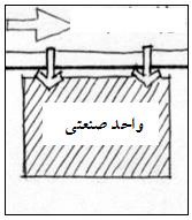


- ایجاد گشادگی در ورودی مجموعه مجاز نیست.

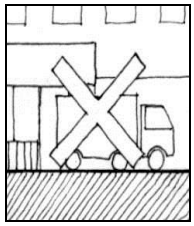
۵-۲- کاربری زمین:



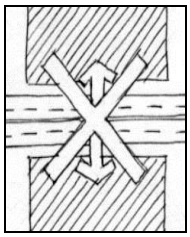
- استقرار کاربری‌های صنعتی و حساس در لایه اول پیشنهاد نمی‌شود و می‌بایست به‌صورت مجتمع به لایهٔ دوم منتقل شود.



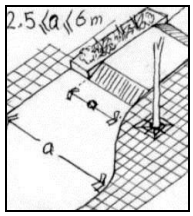
- تعبیه یک ورودی اصلی و یک ورودی اضطراری برای واحدهای صنعتی مهم



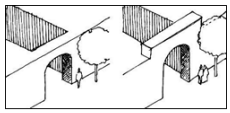
- در صورت احداث ورودی سرپوشیده، ایجاد ورودی سواره به ساختمان‌ها در این محدوده ممنوع است.



- تعبیه ورودی‌های روبروی هم توصیه نمی‌شود.

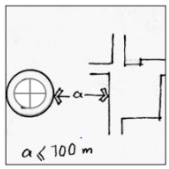


- ✓ در ورودی به مجموعه‌های صنعتی خاص و حساس، سرعت‌گیر با ابعاد مناسب تعبیه شود.

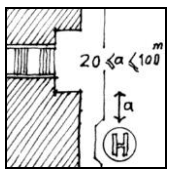


- ✓ تعبیه ورودی‌های خاص برای مجموعه‌های صنعتی به همراه دوربین و امکانات نظارتی مناسب.

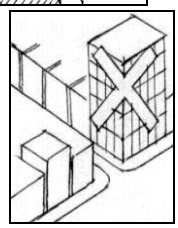
- ✓ پیشنهاد می‌شود در هر مجموعه صنعتی و در مجاورت واحدها، یک فضای باز مرکزی و یک مرکز امدادی و پناهگاه و محل فرود بالگرد تعبیه شود.



- ✓ فاصله محل فرود بالگرد امدادرسان تا مراکز اصلی شهرک، ۱۰۰ متر بیشتر نباشد.

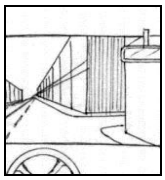


- ✓ حداکثر فاصلهٔ بیمارستان تا بخش اصلی شهرک ۱۰۰ متر و حداقل آن ۲۰ متر است.

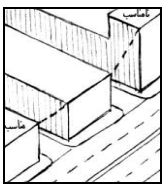


۵-۳- فرم و نمای ساختمانی

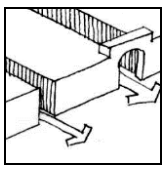
- ✓ احداث بناهای بلندمرتبه با نمای ظریف، همچون شیشه، توصیه نمی‌شود.



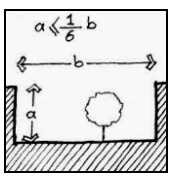
- ✓ نمای واحدهای صنعتی حساس و خاص، به‌صورت هماهنگ با دیگر بناها طراحی شود تا امکان تشخیص آن‌ها به حداقل برسد.



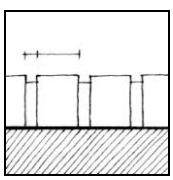
- ✓ واحدهای صنعتی خاص و حساس بایستی هماهنگ و هم‌ارتفاع با دیگر واحدها باشد.



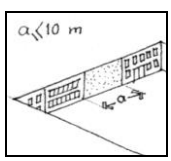
- ✓ به‌موازات دسترسی اصلی، دست‌کم یک دسترسی جایگزین نیز برای مجموعه‌های صنعتی تعبیه شود.



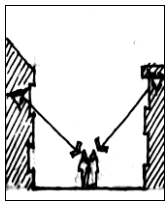
- ✓ ارتفاع واحدهای صنعتی چندان بلندمرتبه نباشد تا ضمن جلوگیری از شاخص شدن به لحاظ بصری، بتوان آن را با فضای سبز به‌خوبی پوشش داد.



- ✓ تا حد امکان تلاش شود از یک الگوی ثابت برای نما استفاده شود. این امر، امکان تشخیص اماکن حساس را به حداقل می‌رساند و در راستای اصل استتار است.



- ✓ به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری و در معرض دید بودن اماکن صنعتی بسیار حساس تا حد امکان، طول بر این اماکن را کوتاه در نظر بگیرند.



- ✓ تعبیه دوربین‌های مداربسته و پنجره‌ها با دید کافی به معبر جهت نظارت کامل و کافی بر پیرامون

منابع:

۱. کرباسیان، مهدی؛ دشتی، مهدی و اسداللهی، احمدرضا، (۱۳۹۰)، مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و مکان‌یابی تسهیلات حساس باملاحظه اصل پراکندگی، مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل، سال دوم شماره ۳.

۲. خراط زبردست، اسفندیار، (۱۳۷۸)، توسعه صنعتی مناطق و عوامل مؤثر در مکان‌یابی فعالیت‌های صنعتی بزرگ، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴، تهران، دانشگاه تهران.

۳. عندلیب، علیرضا، (۱۳۸۰)، آمایش مناطق مرزی، رساله دکتری. رشته شهرسازی، دانشکده شهرسازی هنرهای زیبای دانشگاه تهران، ایران.

۴. برنافر، مهدی، (۱۳۹۰)، ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در مواجهه با حملات هوایی و ارائه راهکار (نمونه موردی: ناحیه یک منطقه ۱۱ تهران)، پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شهرسازی، تهران، دانشگاه تهران.

۵. سازمان پدافند غیرعامل کشور (۱۳۸۶)، مبانی، مستندات و الزامات قانونی سازمان پدافند غیرعامل کشور، شهریور.

۶. داعی نژاد، فرامرز؛ امین زاده، بهناز، (۱۳۸۵)، اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه‌های مسکونی به‌منظور پدافند غیرعامل، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

۷. شکیبامنش، امیر؛ هاشمی فشارکی، سید جواد، (۱۳۸۸)، ملاحظات پدافند غیرعامل در تأسیسات زیربنایی شهری.

۸. قرارگاه پدافندهوایی خاتم‌الانبیا، ۱۳۸۳، پدافندغیرعامل، تهران: (ص).

۹ عزیزی، محمدمهدی؛ برنافر، مهدی، (۱۳۹۰)، فرآیند مطلوب برنامه‌ریزی شهری در حمله‌های هوایی از دیدگاه پدافند غیرعامل، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات شهری، شماره اول.

۱۰. اصغریان جدی، احمد، (۱۳۸۶)، الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار، تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۱۱. بوالحسنی، عبدالله، (۱۳۸۴)، نشریه شماره ۴ پدافند غیرعامل- معماری وطراحی شهری درایران. تهران: معاونت پدافندغیرعامل قرارگاه پدافندهوایی خاتم‌الانبیا (ص).

۱۲. پدافند غیرعامل در آیینه قوانین و مقررات (۱۳۸۹)، سازمان پدافند غیرعامل کشور.

۱۳. دیوسالار، عبدالرسول (۱۳۸۶)، محیط‌شناسی نظامی و جنگ اطلاعات، پژوهشکده مهندسی پدافند غیرعامل.

۱۴. سوادکوهی فر، ساسان، (۱۳۹۰)، شهرکامن با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه امام حسین (ع)، تهران.

۱۵. اسفندیاری، احمد و همکاران، (۱۳۸۹)، نقش محوری جمعیت هلال‌احمر در پدافند غیرعامل کشور، فصل سوم، انتشارات امداد و نجات.

۱۶. برنافر، مهدوی و دیگران (۱۳۸۸)، برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل (مطالعه موردی شهر لنگرود)، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، ش ۶۶.

۱۷. پاکزاد، جهانشاه، (۱۳۸۳)، راهنمای طراحی فضاهای شهری، تهران: وزارت مسکن و شهرسازی.

۱۸. حسینی، بهشید، (۱۳۸۶)، الزامات پدافند غیرعامل در معماری بناهای درمانی، دومین پودمان آموزش مدیران دفاتر فنی دانشگاه‌های علوم پزشکی سراسر کشور.

۱۹. سوادکوهی، ساسان، مبانی مدیریت پروژه‌های عمرانی، شهری و بحران، دانشگاه امام حسین.

۲۰. طاهرخانی، حبیب‌الله، (۱۳۸۱)، ایجاد فضاهای قابل دفاع شهری، مدیریت شهری، شماره ۹.

۲۱. فتحی رشید، علی؛ قلی زاده، الهام، (۱۳۸۸)، برگزیده مجموعه مقالات دومین همایش جامعه ایمن شهر، تهران:.

۲۲. فرجی ملائی، امین؛ عظیمی، آزاده، (۱۳۹۰)،،، دانشگاه ایلام.

۲۳. فرزادبهتاش، محمدرضا؛ آقابابایی، محمدتقی، (۱۳۹۰)، مفاهیم پدافندغیرعامل درمدیریت، برنامه، دانش شهر، شماره ۳۷.

۲۴. فرزامشاد، مصطفی، (۱۳۸۸)، مبانینظریمعماریدر دفاع غیرعامل، نشرجهان جام‌جم.

۲۵. -(۱۳۸۹)، طراحی محوطه‌هادرپدافندغیرعامل، فصلنامه پدافندغیرعامل، سال دوم، ش ۱.

۲۶. فرزاد شام، مصطفی، (۱۳۸۸)، مبانی نظری معماری در دفاع غیر عامل، نشر جهان جام‌جم.

۲۷. کامران، حسن، (۱۳۹۱)، کاربرد پدافند غیر عامل در برنامه‌ریزی مسکن شهری، مطالعات و پژوهش شهری و منطقه‌ای سال چهارم، ش ۱۵.

28. AKGUN, yenal, TRANSFORMATION FROM PLANER GEOMETRIES TO YHPRSURFACE: A PROPOSAL FOR A NEW SCISSOR STRUCTURE, PH.D. PROPOSAL, (2010)

29. Belda, E. FConstructine Problems in Deployable Structure of Emilio Perez pinero. Transactions on the Built Environment, (2003), 21, 141-142.

30. Brown.Y," Valueengineering", industrial press inc,1992.

31. Buhl, Thomas, Jensen, Frank V. & Pellegrino, S (2004) Shape optimization of cover plates for retractable roof structures. Computers and Structures, 82,1227-1236.

32. Burchekk, r. W, shad, N. A, listokin, D. Phillips, HDown, A and Sekin, S, The costs of sprawl-revisited, WashingtonDc: National academy press,1998.

32. Chilton, John Environmental aspects. IN LORENS, J. Textile roof 2003 - Eigth international workshop, Berlin, (2003).

33. Commision of the Euripean Communities, Op, Cit.1990.

34. Fema-426.risk management series, reference manual to mitigate potential terrorist attacks against buildings. chapter2,3.2003.

35.Fox, M. Yeh, P.: Intelligent kinetic system, http://kdg.mit.edu/Pdf/iksov.pdf;

36. Garcia Ramon, Maria D; Ortiz, A; Parts, M. (2004) 'Urban Planing, Gender and The use of Public Space in a PeripherialNeighbourhood of Barcelona'», Cities, Vol.21, No. 3.

37.Hiller, B. (1996), Cities as Movement Systems", Urban Design International, 1.
38. Hoberman C, Davis M: Panel assemblies for variable shading and ventilation, Patent No, (2009)
39. Hoberman C, Radial expansion/retraction truss structures, US Patent No, (1991): 5,024,031.
40. Hoberman C, Retractable structures comprised of interlinked panels, US Patent No, (2004) 6,739,098;
41. Hoberman C: Reversibly expandable doubly-curved truss structure, US Patent N, (1990), 7,584,777
42. Jakobs, O. (1965), The Dead Life of Great American Cities, New York, Random House.
43. Jensen, Frank V. Concepts for Retractable Roof Structures, Ph.D. Dissertation, University of Cambridge, (2005)
44. Lapintie.1. (2007)"modalities of urban space", sage puplications
45. Melin, Nicholas O'brien Application of Bennett Mechanisms to Long-Span Shelters, PhD Dissertation, University of Oxford, (2004)
46. Misra, R.P; Micro (1992) 'Level Rural Planing; chapman and hall'», pp. 64 34
47.Mollaert, Marijke A classification for the application of technical textiles and lightweight [48] structures. IN LORENS, J. Textile roof 2003 - Eigth international workshop, Berlin. (2003)
49. Neuman, M.” The compact city fallacy”, Journal of planning Education and Research, Vol.22, pp.11-26,2005.
50.Sharma.k. l (2003)"the social organization of urban space", sage puplications,
51. Sobek, W. (1999): Art of Engineering, Bales, Boston, 1999
52. Surguc, Arzugonenc ORIGAMICS IN ARCHITECTURE: A MEDIUM OF INQUIRY FOR DESIGN IN ARCHITECTURE... (2009)