

## مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

امیراصلائی گهر<sup>۱</sup>، آرش ثقفی اصل<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار گروه معماری و شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۵ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۶

### چکیده

مطالعات ارزیابی ریسک برای ساختمانهای موجود در مقابل تهدیدات انسان ساخت عمدی امروزه با توجه به گسترش روزافزون تهدیدات در تمامی کشورهای دنیا اعم از توسعه یافته و در حال توسعه امری است که نیازمند حضور مهندسين و ساير تخصص ها از جمله کارشناسان امنیتی-نظامی می باشد. مطابق با روش های ارزیابی ریسک متداول در این حوزه، متغیر ارزیابی آسیب پذیری از جمله مواردی است که نیازمند توجه مهندسين به منظور تعیین نقاط ضعف ساختمانها در برابر انواع تهدیدات انسان ساخت عمدی است. در این مقاله ساختمانهای اداری حیاتی با توجه به احتمال بالای رخداد تهدید و با توجه به سوابق گذشته مورد بررسی قرار گرفته اند. به منظور تعیین اولویت معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری در وهله نخست تعیین نوع تهدید می بایست

صورت پذیرد که در این مقاله تهدید انفجار تروریستی در فاصله کمتر از ۳۰ متری ملاک قرار گرفت. در ادامه به منظور انتخاب معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری با انجام مطالعات کتابخانه ای، ده معیار اصلی مورد ارزیابی قرار گرفته که برای ارزیابی از تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه استفاده گردید. با توجه به نیاز روش تحلیل شبکه به تعیین وابستگی های میان معیارها این وابستگی از طریق روش دیمتل مشخص گردیده و پس از آن مدل اولیه در نرم افزار سوپردسیژن ترسیم گردید. به منظور تعیین وزن هر یک از معیارها مقایسات زوجی در محیط نرم افزار انجام و نرخ ناسازگاری در تمامی موارد کنترل گردید. مطابق با نتایج بدست آمده معیارهای "جنس نمای ساختمان"، "نحوه پیکربندی ساختمان" و همچنین "نسبت ارتفاع به عرض ساختمان" سه معیار معماری اصلی اثرگذار بر روند ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی خواهند بود.

### واژگان کلیدی

ارزیابی آسیب پذیری

تهدید انفجار خارجی

ساختمانهای اداری حیاتی

روش دیمتل و تحلیل شبکه

### ۱-مقدمه

حاصل شود، می توان سطح و نوع اقدامهای مقابله با این آسیبها را نیز تا مقیاس تک تک افراد به طور گسترده تعریف نموده و توسعه بخشید. از این رو به نظر می رسد مطالعات آسیب پذیری پس از مطالعات تهدیدشناسی دومین جز لاینفک کلیه مطالعات پدافندی محسوب می شود. [Hosseini, 2010] با فرض اولیه انتخاب تهدید انفجار بعنوان تهدید مبنای در نظر گرفته شده در این مقاله، در مراحل مختلف انفجار، انواع آسیب پذیریها و دامنه های آسیب پذیری متفاوت است. در مرحله ی آزاد شدن و انتشار انرژی انفجاری، شدت انفجار و

پیش گیری و آمادگی در برابر خطرات ناشی از حملات انسان ساخت عمدی به مناطق شهری و کاربری های حیاتی وابسته به دریافت اطلاعات واقعی از شرایط و محیط است. شناسایی خطر آسیب های احتمالی نقش مهمی در پیش گیری و آمادگی برای مواجهه و مقابله با کم و کیف آثار منفی حملات انسان ساخت عمدی دارد و از نظر کنترل دامنه ی صدمات جانی و مالی از اهمیت بالایی برخوردار است. اگر شناخت ابعاد خطر حملات آسیب های محتمل در نتیجه ی آن به درستی

## مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

اسنادی تهدیدات در ساختمانهای حائز اهمیت در دستور کار قرار گرفت و پس از جمع بندی این دو مقوله تهدید تروریستی بمب گذاری در فاصله صفر تا سی متری از لبه ساختمان بعنوان تهدید مبنا در نظر گرفته شد. در زمینه بررسی و مطالعه ساختمانهای اداری با توجه به اهمیت و گستردگی استفاده از این نوع ساختمانها می توان یافته های متنوعی را در جستجوها پیدا کرده و مورد بررسی قرارداد. در بسیاری از موارد ادبیات بکار رفته در این پژوهش ها می تواند راهگشا و هدایتگر پژوهش علی الخصوص در شناسایی ادبیات پژوهش باشند. باین حال با توجه به موضوع این پژوهش که بصورت خاص به بررسی ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی می پردازد، مطالعات صورت پذیرفته در این زمینه از گستردگی بالایی برخوردار نبوده و منابع در دسترس بسیار محدود می باشند. در ادامه پژوهش های مرتبط با موضوع آورده شده است.

[Kiani,2016] در پایان نامه خود با عنوان تدوین اصول و

مبانی طراحی ساختمان های اداری بلند مرتبه ( ساختمان مجلس بهارستان) به دسته بندی و ارائه انواع راهکارهای پدافند غیرعامل در ساختمانهای اداری بلند مرتبه پرداخته است. در این پایان نامه تهدیدات محتمل بر روی ساختمانهای اداری بلند مرتبه به همراه ملاحظات طراحی مورد بررسی قرار گرفته و در تحلیل داده ها از روش های جمع آوری اطلاعات بصورت کتابخانه ای و همچنین جامعه خبرگان بهره گرفته شده است.

[Araghi zadeh,2011] در پایان نامه خود با عنوان :

الزامات و ملاحظات طراحی معماری ساختمان های اداری از منظر پدافند غیرعامل به اولویت بندی شاخص های موثر معماری بر پایداری ساختمانهای اداری پرداخته که روش تحقیق آن مبتنی بر دریافت اطلاعات از خبرگان بوده است. همچنین در این پایان نامه تهدیدات محتمل ساختمانهای اداری مورد بررسی قرار گرفته است. پایان نامه مورد نظر در دانشگاه صنعتی مالک اشتر واحد تهران ارائه شده است. دو پایان نامه فوق از مهمترین رفرنس های پیش روی پژوهشگران در این مقاله بوده است که دارای ارتباط مستقیم با موضوع می باشند.

شدت تخریب، تابع فاصله از نقطه شروع انفجار، و نیز ابعاد و جهت استقرار مانع در برابر مسیر انتشار نیروهای انفجاری است. به طوری که به تناسب افزایش فاصله از نقطه شروع انفجار، شدت تخریب نیز کاهش می یابد.

بدین ترتیب در فواصل کم از نقطه شروع انفجار، بدون وجود موانع مستحکم در برابر نیروهای انفجاری، حفاظت از افراد، تجهیزات و بصورت کلی دارایی ها امکان پذیر نیست. همچنین ابعاد طول و ارتفاع مانع و نیز زاویه ی بین مسیر انتشار نیروهای انفجاری با سطح مانع، برافزایش میزان تخریب مؤثرند.

در مواجهه با انتشار امواج دینامیکی در محیط، موانع می توانند نقش مؤثری در کاهش آسیب پذیری سرمایه ها داشته باشند. در فضاهای باز شهری، وظیفه ایجاد مانع در حد فاصله تا ساختمان، به عهده مبلمان شهری هست. طراحی مناسب و همچنین جانمایی درست مبلمان، می تواند در کاهش اثر انفجار بسیار مؤثر باشد.

در سطح فضاهای شهری، حفاظت در برابر نیروهای ناشی از بارهای دینامیکی در ۳ گروه قابل دسته بندی است:

- حفاظت افراد (در برابر امواج دینامیکی، ترکش ها، اعم از اولیه و ثانویه، آوارها و امواج کوبشی یا حرارتی).
- حفاظت تجهیزات و عناصر حساس در محیط (مانند حفاظت موتورهای برق اضطراری، مخازن آب و سوخت).
- جلوگیری از بروز انفجارهای زنجیره ای یا گسترش دامنه آسیب ها (مانند انفجار خطوط گاز و مخازن سوخت).

به منظور تأمین حفاظت گروه های یادشده، طراحی و استفاده درست از مبلمان های شهری می تواند مؤثر باشد. [ Hosseini,2010 ]

در این مقاله همانطور که در بخش فوق نیز بیان گردید تهدید معیار به منظور اولویت بندی معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری، عملیات تروریستی بمب گذاری در نظر گرفته شده است. این مساله با توجه به نوع ساختمانهای مورد مطالعه، یعنی ساختمانهای اداری حیاتی در نظر گرفته شده است. با توجه به ارزیابی های بعمل آمده در خصوص تهدید معیار، دو شاخص سوابق رخداد تهدیدات و همچنین مطالعات

## ۱-۱ اهداف طرح

در این مقاله اهداف در دو بخش هدف اصلی و اهداف فرعی دسته بندی گردیده است که در ادامه آورده شده است.

### ❖ هدف اصلی:

ارائه مدل اولویت بندی معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی

### ❖ اهداف فرعی:

شناخت معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی  
اولویت بندی و وزن دهی معیارهای شناسایی شده معماری

## ۱-۲ سوالات و فرضیات تحقیق:

در این مقاله پژوهشگران به دنبال ارائه پاسخ به دو سوال اصلی زیر هستند:

۱- اولویت و وزن اثرگذاری معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری به چه شکل می باشد؟

۲- معیارهای معماری اثرگذار در ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری شامل چه مواردی می باشد؟

با توجه به اینکه موضوع این مقاله به ارائه مدل می پردازد، در نظر گرفتن فرضیه نمی تواند کمک شایانی در حل مساله به پژوهشگران نماید. در این مقاله فرضیه در نظر گرفته شده منطبق با مدل استخراج شده در نظر گرفته شده تا به گونه ای تصورات پژوهشگران از صحت مدل نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به مطالعات انجام شده در پیشینه این موضوع فرضیه زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

۱- معیار جنس نمای ساختمان با توجه به مطالعات کتابخانه ای انجام شده دارای بیشترین تاثیر در مدل ارزیابی آسیب پذیری می باشد.

در این تحقیق توجه به ادبیات مرتبط با آسیب پذیری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این مساله با نگاهی به نقاط

ضعف موجود در بدنه کارشناسی مطالعات پدافند غیرعامل نیز

بیش از پیش اهمیت می یابد.

پاسخ به این سؤال که اگر تهدیدی اتفاق بیفتد چه می شود؟ نشان دهنده آسیب وارده می باشد و پاسخ به سؤال " چرا این آسیب وارد شده است؟" نشان دهنده آسیب پذیری است.

اسکالر او همکارانش در قالب «مراحل تحول مفهوم آسیب پذیری» به خوبی آن را به شرح ذیل بیان می کنند:

تحقیقات اولیه بر خصیصه های ریسک تأکید داشتند؛ در گام بعد، آسیب پذیری با تمرکز بر خصیصه های سیستم واقع در معرض، به ایده ضربه گسترش یافت که می توانست سیستم را برای مقاومت، مقابله یا بهبود از ریسک کمک کند؛ در گام سوم، آسیب پذیری به سبب تمرکز بر یک ریسک واحد و آسیب پذیری های اجتماعی به چارچوب های مفهومی ناقص محدود شده بود؛

در گام آخر با بسط آسیب پذیری به گونه ای که ریسک های چندگانه متعامل را در بر بگیرد، همچنین پذیرش ایده سیستم در معرض به عنوان جزء ترکیبی مؤلفه های زوجی انسانی- محیطی و به علاوه روشن کردن اینکه واکنش خود سیستم، توانایی تعدیل یا افزایش اختلالات و ریسک های مختلف را دارد؛ تصویر کامل تری از آسیب پذیری ارائه شد.

[SCALER,2011]

و در همین راستا، بیرکمن آئیز گرایش روشنی را در توسعه دامنه مفهوم آسیب پذیری و شکل گیری حلقه های مفهومی متعددی از آن، مطابق شکل (۱) تشخیص می دهد.

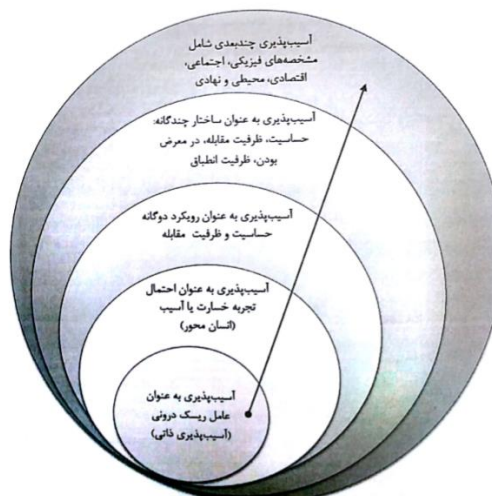
مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

جدول ۱: نمونه هایی از گونه های مختلف تعاریف آسیب

پذیری
<p>[Amini,2017] [Threatual studies of the Islamic Consultative Assembly,2014] [Hamid Eskandari,2011] [Hamid Eskandari,2009] [Ali Abdollah Khani,2010]</p>
<p>۱ «درجه زیان عنصر یا دسته ای از عناصر در معرض خطر پذیری در نتیجه وقوع یک پدیده با بزرگی معین، در مقیاسی از ۰ تا ۱»</p>
<p>۲ خصیصه های یک فرد یا گروه و وضعیت آن هاست که بر ظرفیت آنها در پیش بینی، مقابله، استقامت و بهبود از فشار یک مخاطره طبیعی تاثیر می گذارد. آن شامل ترکیب عواملی است که درجه از زندگی، معیشت، اموال و دیگر دارایی های یک فرد را که در معرض خطر پذیری قرار می گیرد تعیین می کند.</p> <p>آسیب پذیری مجموعه مرکبی از خصوصیات افراد یا گروه ها است:</p> <p>-رفاه اولیه: وضعیت تغذیه، سلامتی فیزیکی و روحی، روحیه؛</p> <p>-معیشت و انعطاف: الگوی دارایی و سرمایه ها، درآمد و گزینه های مبادله، مهارتها؛</p> <p>-حفاظت از خود: درجه حفاظت ایجاد شده به واسطه توانایی و میل به ساختن مسکن امن، استفاده از سراجچه امن، اموال، درآمد و ...؛</p> <p>-حفاظت اجتماعی: اشکال آمادگی در برابر خطر که به وسیله جامعه به صورت عمومی ایجاد شده است، به طور مثال کد های ساختمانی و ...؛</p> <p>-نهادها و شبکه های اجتماعی و سیاسی: سرمایه اجتماعی، همچنین نقش محیط نهادی در برقراری شرایط خوب برای جنبه های احتیاطی خطر، حقوق مردم برای بیان نیازها و دسترسی به آمادگی.</p>
<p>۳ «شرایط تعیین شده به وسیله عوامل یا فرآیند های فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی که تأثیرپذیری یک جامعه را نسبت به تأثیر مخاطرات افزایش می دهد.»</p>
<p>آسیب پذیری، وضعیت و حالت حساسیت و مستعد زیان بودن، واسطه در معرض استرس های همبسته با تغییرات محیطی و اجتماعی بودن و به واسطه نبود ظرفیت انطباق است.»</p>

### ۳-۱ ساختمانهای اداری حیاتی

در تعریف وزارت مسکن و شهرسازی ایران فضای اداری، به ساختمان و فضاهایی گفته می شود که به صورت مجموعه یا مجزا برای ارائه خدمات در زمینه های تخصصی هر یک از



شکل ۱: حلقه های کلیدی مفهوم آسیب

پذیری [Birkman,2014]

با ملاحظه تعاریف آسیب پذیری نیز روندی مشابه در قالب حداقل سه گونه عمده از تعاریف و کاربرد های آسیب پذیری مطابق جدول (۱) قابل مشاهده است.

۱- اولین تعریف که پرکاربردترین و نیز برداشت پیش پا افتاده ای از آن است، با مفهوم «در معرض بودن» مرتبط است و صرفاً بر «درجه آسیب محتمل» تمرکز می کند. در این صورت، تعریفی فنی و مبتنی بر ایده های زیان فیزیکی است.

۲- تعریف دوم، بر شرایط «سیستم» در معرض خطر، ساختار ها و شرایط اجتماعی-اقتصادی تأکید می کند و آسیب پذیری بر حسب وضعیت واحد در معرض تعریف می شود.

۳- گونه سوم نیز ترکیبی از رویکرد های فنی-فیزیکی و اجتماعی-اقتصادی فوق و بسط آن ها است.

جدول ۳: دسته‌بندی ساختمان‌های بر اساس درجه اهمیت

*Draft Law on National Building*

[Regulations

نوع	موقعیت نمونه
۱ (حیاتی)	محل استقرار افراد و یا انجام مأموریت‌های کلیدی و امنیت ملی هست.
۲ (خیلی زیاد)	بیشتر از ۴۵۰ کارمند، مراجع و یا ساکن- ساختمان چندطبقه بیشتر از ۱۵۰۰۰ مترمربع- مراکز کنترل هوشمند حوزه‌های قضایی
۳ (زیاد)	۱۵۱ تا ۴۵۰ کارمند، مراجع و یا ساکن - ساختمان‌های چندطبقه- ۸۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ مترمربع
۴ (متوسط)	۲۱ تا ۱۵۰ کارمند، مراجع و یا ساکن- ۴۰۰ تا ۸۰۰۰ متر مربع- بخش‌های خصوصی- ساختمان‌های تقسیم‌شده- توسط بخش خصوصی
۵ (کم)	۲۰ کارمند، مراجع و یا ساکن- تا ۴۰۰ متر مربع- فضاهای با عملکرد کم

۱-۴ معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری در

ساختمانهای اداری حیاتی

به منظور بررسی و شناخت معیارهای تاثیرگذار بر طرح پس از ارزیابی منابع داخل و خارج از کشور سند منتشر شده توسط سازمان فدرال مدیریت شرایط اضطراری ایالات متحده آمریکا انتخاب گردیده و بر همین اساس معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری استخراج گردید. بر همین اساس معیارهای ده گانه مورد بررسی مطابق با جدول شماره ۴ می باشد:

جدول ۴: معیارهای اصلی شناسایی شده در پژوهش

[Handbook for rapid visual screening building to evaluate terrorism risk-FEMA-

دستگاه‌ها و ارگان‌ها ساخته می‌شود. کاربری‌های اداری ممکن است یک واحد کوچک اداری و یا حتی یک پردیس سازمانی

باشد. [Ministry of Housing and Urban

Development, 1971]

دکتر سید بهشید حسینی در کتاب خود با عنوان "معیارهای پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمان‌های جمعی شهری" ساختمان‌های مختلف اداری و حکومتی را در ۴ بخش زیر مطابق جدول شماره ۲ تقسیم‌بندی نموده است:

جدول ۲: دسته‌بندی ساختمان‌های اداری- حکومتی بر

اساس نواحی شهری [Hosseini, 2010]

رده شهری	ساختمان‌های اداری و حکومتی وابسته
رده ناحیه	شهرداری نواحی، دفاتر اسناد رسمی، دفاتر ازدواج و طلاق، دفاتر پست و کیوسک‌های راهنمایی و رانندگی
رده منطقه	دادسراهای مناطق، اداره برق منطقه، ادارات آگاهی، ادارات راهنمایی و رانندگی، شعبات تأمین اجتماعی، ادارات آموزش و پرورش، ادارات پست و ثبت‌احوال منطقه
رده حوزه	اداره مالیاتی، ثبت‌اسناد و املاک، اداره بهداشتی، اداره ثبت‌احوال، دادر، ادارات اوقاف، شهرداری و ادارات گازرسانی و آب حوزه‌ها
رده شهر و فراتر	وزارتخانه‌ها، سازمان‌های مستقل اداری، ادارات کل و مؤسسات بزرگ بخش دولتی و خصوصی

محدوده مورد مطالعه این مقاله شامل ساختمانهای رده

شهر و فراتر می باشد. میحث بیست و یک مقررات ملی ساختمان سطح بندی ساختمانها را مطابق با جدول ۳ ارائه داده است که محدوده مدنظر این مقاله ساختمانهای دسته شماره ۱ (حیاتی) می باشد.

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

[2009]

ردیف	معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری
۱	جنس نمای ساختمان
۲	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان
۳	نحوه پیکربندی ساختمان
۴	نسبت وجود بازشو به سطح نما
۵	نوع شیشه مورد استفاده در نما
۶	نحوه اتصالات پنجره ها
۷	محل قرارگیری پارکینگ ها
۸	وجود بخش های تخلیه بار و خدمات
۹	وجود مسیرهای مستقیم به سمت ورودی ها
۱۰	میزان عقب نشینی بازشوها در نما

## ۲- روش تحقیق و ابزارها

روش کمی مورد استفاده بمنظور گردآوری اطلاعات در این تحقیق پرسشنامه است. از آنجایی که پاسخهای پرسششوندگان در این روش به گونه ای کمی گردآوری می گردد. این ابزار به عنوان روش کمی مدنظر قرار می گیرد. تهیه پرسشنامه و اصول نگارش آن امری بسیار مهم بوده که در اغلب موارد بر نتایج نیز تأثیرگذار هست. در همین راستا تهیه پرسشنامه مطابق با اصول معرفی شده در [Hafeznia, 1998] صورت پذیرفته است.

پس از گردآوری، استخراج و طبقه بندی اطلاعات و داده ها نوبت به مرحله ی تجزیه و تحلیل داده ها می رسد. این مرحله در تحقیق اهمیت زیادی دارد. زیرا نشان دهنده تلاش های گذشته است. در این مرحله محقق با استفاده از روش های مختلف و با تکیه بر معیار عقل سعی می کند اطلاعات و داده ها را در جهت آزمون فرضیه و ارزیابی آن مورد بررسی قرار دهد. علاوه بر شیوه های آماری در تجزیه و تحلیل داده ها و همچنین روش های تصمیم گیری چند معیاره، تحقیقات فراوانی وجود دارد که فاقد جنبه ی آماری بوده و عمدتاً متکی به اسناد و مدارک و شهود و درک و تحلیل عقلایی است.

[ Hassan, Sadeghi Naeini, 2014 ]

در یک تقسیم بندی کلی سه روش تحلیل کیفی، کمی و فضایی برای تحلیل داده ها وجود دارد. در این تحقیق روش ترکیبی انتخاب و در آن از تحلیل محتوا و بهره گیری از روش های تصمیم گیری چند معیاره استفاده گردید.

## ۲-۱ بررسی جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری مورد مطالعه عبارت است از جامعه ی

نخبگان مرتبط با موضوع که شامل رشته های معماری، شهرسازی، عمران و رشته های پدافند غیرعامل که بر اساس برآوردهای انجام شده در حدود ۶۰ نفر خواهند بود. روش نمونه گیری در این تحقیق نمونه گیری تصادفی ساده است، به علت اینکه به هریک از افراد جامعه شانس مساوی برای انتخاب نمونه داده شود. اگر حجم جامعه آماری را  $N$  و حجم نمونه را  $n$  فرض کنیم احتمال انتخاب هر فرد جامعه مساوی است. [Hafez Nia, 2011]. برای تعیین حجم نمونه از فرمول زیر استفاده شده است: [Hafez Nia, 1998]

$$n = \frac{N z_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)}{\epsilon^2 (N-1) + z_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)} \quad (1)$$

که در آن پارامترها بر اساس جدول شماره ۵ می باشند، همچنین با فرضیات در نظر گرفته مقدار وارد در رابطه (۱) به صورت زیر خواهد بود.

جدول ۵: متغیرهای مورد استفاده در تعیین حجم نمونه

متغیر	مفهوم	مقدار وارد شده در رابطه
N	حجم جامعه آماری	۶۰
Z	مقدار بحرانی نرمال استاندارد	$Z(0/025) = 1/96$
P	نسبت موفقیت در جامعه آماری = ۰,۰۵	۰/۵
$\epsilon$	خطای قابل اغماض	۰/۱
a	میزان خطا	۰/۰۵
n	حجم نمونه	۳۷

بر اساس مطالب فوق حجم نمونه مورد نیاز در این پژوهش برابر با ۳۷ نفر است که سعی گردید با توزیع پرسشنامه در میان کارشناسان و همچنین برخی از خبرگان سطح کشور نتایج جمع آوری گردد. به منظور ارزیابی اولیه از پرسشنامه تهیه شده از یک سوم حجم نمونه مشخص شده درخواست گردید نسبت به مطالعه پرسشنامه اولیه اقدام نموده و نقطه نظرات خود را ارائه نمایند.

در همین راستا پس از تدوین اولین پرسشنامه و ارائه ی پرسشنامه به بعنوان پیش آزمون، پرسشنامه جهت فهم بهتر و افزایش روایی مورد اصلاح قرار گرفت.

با توجه به بازخورد کسب شده از بررسی خبرگان روی

تحلیل شبکه (ANP) در این بخش از ارائه‌ی توضیحات در این خصوص خودداری گردیده است. آنچه در راستای بهبود کیفیت تحقیق و همچنین ارزیابی نظرات جمع آوری شده در روش تحلیل شبکه حائز اهمیت می باشد بررسی نرخ ناسازگاری نظرات بوده که در ادامه به توضیح آن پرداخته شده است.

### ۱-۳ نرخ ناسازگاری در فرآیند تحلیل شبکه

نرخ ناسازگاری نشان می‌دهد تا چه اندازه می‌توان به داده‌های گردآوری شده از دیدگاه هر کارشناس اعتماد کرد. اساس محاسبات در فرآیند تحلیل شبکه که مطابق با قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسه‌های زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد. بنابراین هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه عناصر، نتیجه‌ی نهایی به دست آمده از محاسبات را تحت تاثیر قرار می‌دهد. زمانی که تعداد مقایسه‌ها زیاد می‌شود، اطمینان از سازگاری مقایسه‌ها به سادگی میسر نبوده و از نرخ ناسازگاری<sup>۳</sup> استفاده می‌شود. تجربه نشان داده است که اگر نرخ سازگاری کمتر یا مساوی ۰,۱ باشد، سازگاری مقایسه‌ها قابل قبول بوده و در غیر اینصورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود. [Habibi et al, 2016]

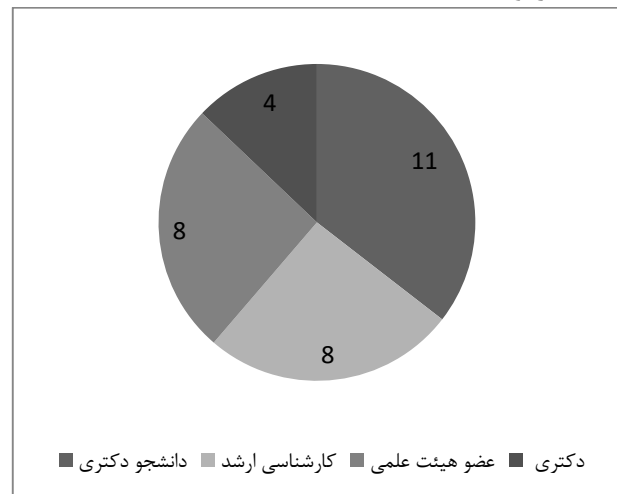
### ۴- بحث و نتایج

با بکارگیری نرم افزار سوپردسیژن نسبت به ایجاد مدل شبکه‌ای جهت وزن دهی به معیارها اقدام گردیده است. به منظور پیاده سازی روش دیمتل گروهی بر اساس آنچه در روش تحقیق بیان گردید مراحل بصورت گام به گام و با تحلیل پرسشنامه‌ها صورت پذیرفت. پس از جمع نظرات خبرگان به ازای هر یک از سلول‌های جدول پرسشنامه و گرفتن میانگین از آنها نتیجه نهایی ماتریس مورد بررسی بصورت گرد شده در جدول شماره ۶ آورده شده است:

پرسشنامه اولیه، نکات زیر مورد اصلاح قرار گرفت:

- به دلیل عدم آشنایی اکثریت جامعه نمونه با روش دیمتل تعریفی از این روش بعنوان پیوست ۱ در پرسشنامه جدید اضافه گردید.
- با توجه به عدم مفهوم بودن معیارهای ده‌گانه تعریف شده برای مخاطبین تعاریف لازم و نحوه اثرگذاری آنها بر ارزیابی آسیب پذیری در پیوست شماره ۲ پرسشنامه تشریح گردید.
- طرح پرسشنامه و قالب آن به شکل ساده و نظم یافته‌ای تغییر نمود.
- جهت تکمیل پرسشنامه توضیحات تفصیلی بیشتری اضافه گردید.

پس از نهایی شدن پرسشنامه به منظور جمع آوری نظرات خبرگان مطابق پیش بینی به عمل آمده ۳۷ نفر بعنوان جامعه نمونه می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. بر همین اساس پس از توزیع و پیگیری بعمل آمده جامعه نمونه نهایی شامل ۳۱ نفر بوده است.



شکل ۲: فراوانی نمونه آماری مورد بررسی از لحاظ میزان تحصیلات

### ۳- تئوری و محاسبات

در این مقاله با ترکیب دو روش دیمتل در جهت یافتن روابط موجود بین معیارهای اصلی و همچنین روش تحلیل شبکه، هدف نهایی که تعیین اهمیت هر یک از معیارها می باشد، پوشش داده شده است. با توجه به شناخته بودن روش

<sup>۳</sup>Inconsistency

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

جدول ۶: ماتریس نهایی نظرات خبرگان بصورت گرد شده

M'	محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم									
	جنس نفاق ساختمان	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	توجه پیکربندی ساختمان	نسبت وجود بازتو به سطح نما	نوع شیشه مورد استفاده در نما	توجه ایملات پنجره ها	محل قرارگیری پارکینگ ها	وجود بخش های تزیین بار و خدمات	وجود سیرهای مستقیم به سمت زروقی ها	میزان نغب نشینی بازتوها در نما
جنس نفاق ساختمان	0	1	1	4	2	3	0	0	0	3
نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	1	0	4	3	1	1	2	0	2	2
توجه پیکربندی ساختمان	1	3	0	3	1	1	2	0	3	1
نسبت وجود بازتو به سطح نما	2	0	1	0	1	2	0	0	0	1
نوع شیشه مورد استفاده در نما	1	0	0	3	0	4	0	0	0	2
توجه ایملات پنجره ها	2	0	0	0	2	0	0	0	0	3
محل قرارگیری پارکینگ ها	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
وجود بخش های تزیین بار و خدمات	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
وجود سیرهای مستقیم به سمت زروقی ها	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
میزان نغب نشینی بازتوها در نما	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0

خروجی بخش نخست انجام تحلیل دیمتل که در قالب دیمتل گروهی می باشد ماتریس فوق (جدول شماره ۶) بوده که می بایست در ادامه تحلیل گردد. هر یک از مراحل روش تحقیق لازم است انجام پذیرد تا نتیجه نهایی حاصل گردد. پس از انجام هر یک از گام های مورد نیاز جدول نهایی حاصل از تحلیل دیمتل مطابق جدول شماره ۷ به دست آمد:

جدول ۷: نتایج نهایی حاصل از تحلیل دیمتل و تعیین متغیر R و J

R	محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم									M <sub>1</sub> (I-M)
	جنس نفاق ساختمان	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	توجه پیکربندی ساختمان	نسبت وجود بازتو به سطح نما	نوع شیشه مورد استفاده در نما	توجه ایملات پنجره ها	محل قرارگیری پارکینگ ها	وجود بخش های تزیین بار و خدمات	وجود سیرهای مستقیم به سمت زروقی ها	
۱۳۲	۰٫۰۶	۰٫۰۸	۰٫۱۰	۰٫۳۲	۰٫۱۷	۰٫۲۹	۰٫۰۲	۰٫۰۰	۰٫۰۲	۰٫۲۵
۱۶۹	۰٫۱۱	۰٫۰۶	۰٫۲۸	۰٫۲۷	۰٫۱۰	۰٫۱۳	۰٫۱۶	۰٫۰۴	۰٫۱۹	۰٫۱۶
۱۳۶	۰٫۱۰	۰٫۲۰	۰٫۰۶	۰٫۲۵	۰٫۰۹	۰٫۱۲	۰٫۱۵	۰٫۰۴	۰٫۲۲	۰٫۱۱
۰٫۴۱	۰٫۱۵	۰٫۰۲	۰٫۰۷	۰٫۰۶	۰٫۱۰	۰٫۱۷	۰٫۰۱	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۱۱
۰٫۴۳	۰٫۱۲	۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۲۳	۰٫۰۴	۰٫۳۲	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۱۹
۰٫۶۷	۰٫۱۴	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۶	۰٫۱۵	۰٫۰۸	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۲۲
۰٫۳۲	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۰۹	۰٫۱۳	۰٫۰۰
۰٫۱۵	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۶	۰٫۰۱	۰٫۰۷	۰٫۰۰
۰٫۳۱	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۱	۰٫۱۹	۰٫۰۱	۰٫۰۰
۰٫۵۹	۰٫۱۰	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۱۰	۰٫۰۹	۰٫۲۳	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۰۵
0.76	۰٫۴۹	۰٫۴۶	۰٫۵۵	۱٫۴۰	۰٫۶۵	۱٫۲۲	۰٫۴۲	۰٫۲۸	۰٫۶۵	۱٫۰۹



مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

آندسته از ابعاد که دارای  $R+J$  بالاتر می باشند به معنای تاثیرگذاری بالاتر آنها نسبت به سایر معیارها می باشد.

#### ۴-۱ نقشه روابط شبکه

جهت تعیین نقشه روابط شبکه ( $NRM$ ) باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس  $T$  از مقدار آستانه بزرگتر باشد در  $NRM$  نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس  $T$  محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس  $T$  که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی شود.

در همین راستا میانگین درایه های ماتریس  $N(I - N)^{-1}$  (جدول شماره ۸ بدون ستون  $R$  و ردیف  $J$ ) محاسبه گردید که عدد  $0,08$  می باشد. مطابق توضیح داده شده در پاراگراف بالا کلیه اعداد کوچکتر  $0,08$  از ماتریس حذف گردیده تا روابط قابل اعتنا باقی بماند. کلیه اعداد بزرگتر از میانگین با ۱ نمایش داده شده که نشان از اتباط ما بین دو بعد می باشد. (جدول شماره ۹)

برای هر یک از ده معیار معرفی شده بر اساس  $R$  و  $J$  بدست آمده می توان عدد  $R+J$  و  $R-J$  را محاسبه نمود که در جدول زیر مقدار آن آورده شده است:

جدول ۸: تعیین متغیرهای  $R+J$  و  $R-J$  جهت تعیین میزان اثرگذاری

معیار	$R+J$	$R-J$
جنس نمای ساختمان	۰,۵۳	۲,۱۰
نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	۱,۱۰	۱,۸۸
نحوه پیکربندی ساختمان	۰,۸۱	۱,۹۱
نسبت وجود باز شو به سطح نما	-۰,۵۹	۲,۰۱
نوع شیشه مورد استفاده در نما	۰,۱۸	۱,۶۸
نحوه اتصالات پنجره ها	-۰,۶۶	۲,۰۰
محل قرارگیری پارکینگ ها	-۰,۱۹	۰,۶۴
وجود بخش های تخلیه بار و خدمات	-۰,۲۴	۰,۵۳
وجود مسیرهای مستقیم به سمت ورودی ها	-۰,۴۴	۰,۸۷
میزان عقب نشینی بازشوها در نما	-۰,۵۰	۱,۶۸

جدول ۹: ماتریس خالص تعیین روابط

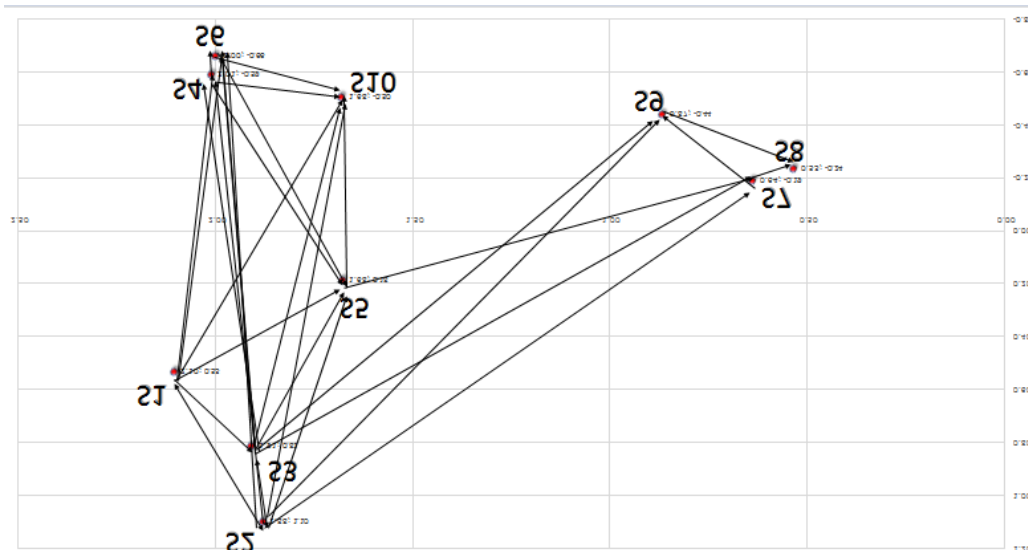
جنس نمای ساختمان	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	نحوه پیکربندی ساختمان	نسبت وجود باز شو به سطح نما	نوع شیشه مورد استفاده در نما	نحوه اتصالات پنجره ها	محل قرارگیری پارکینگ ها	وجود بخش های تخلیه بار و خدمات	وجود مسیرهای مستقیم به سمت ورودی ها	میزان عقب نشینی بازشوها در نما
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

بین ابعاد آورده شده است:

در بخش زیر بر اساس ماتریس  $R+J$  و همچنین

ماتریس فوق که ماتریس تعیین روابط است نمودار روابط ما



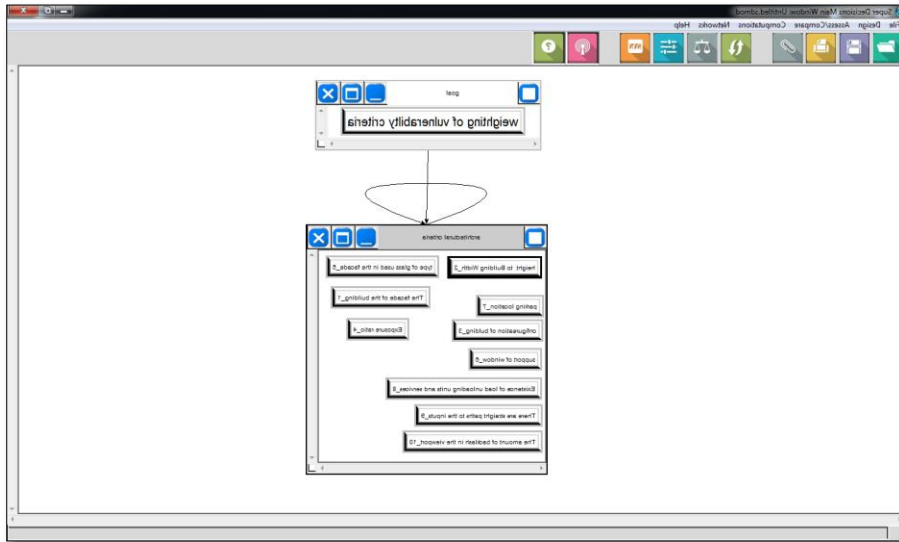
شکل ۳: نمودار نهایی تاثیر روابط معیارهای اصلی معماری تاثیرگذار بر ارزیابی آسیب پذیری

ما بین معیارها را برای استفاده در نرم افزار سوپردسیژن آماده می سازد.

#### ۲-۴ تحلیل شبکه

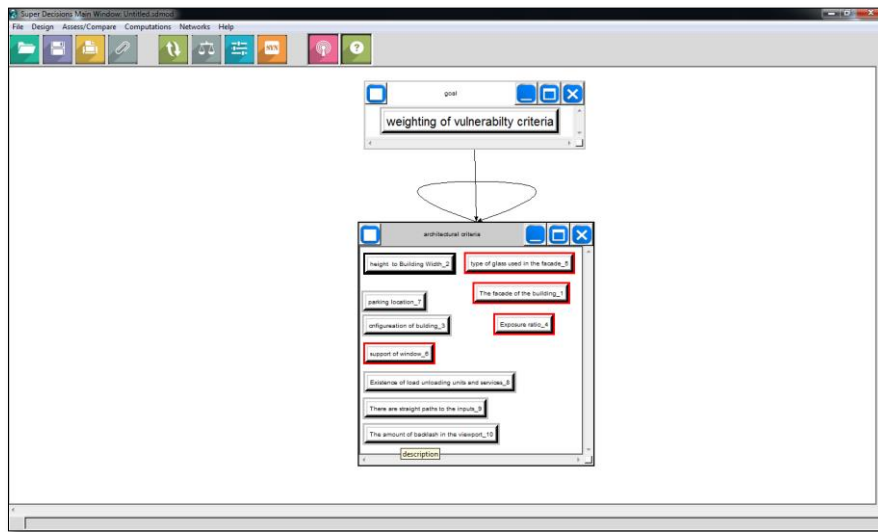
در بکارگیری روش ANP یکی از مراحل ابتدایی و اصلی ساخت مدل، ایجاد روابط مابین خوشه ها است. که این امر در این پروژه بر مبنای تجزیه و تحلیل روش دیمتل صورت پذیرفت. جهت پیاده سازی روند تحقیق در مدل شبکه ای و روش ANP به دلیل حجم گسترده محاسبات این روش، از نرم افزار سوپردسیژن ورژن ۲,۴,۱ استفاده گردیده است. با توجه به توضیحات مذکور در بخش نخست مدل شبکه ی وزن دهی معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی در نرم افزار مطابق تصویر زیر رسم گردید.

مهمترین نتیجه به دست آمده از این بخش تعیین روابط مابین معیارهای اصلی جهت پیاده سازی در مدل شبکه ایست. در تشکیل مدل شبکه ای که بوسیله روش ANP تجزیه و تحلیل آن صورت می پذیرد ایجاد روابط مابین خوشه ها دارای اهمیت ویژه است. در مدل های سلسله مراتبی که بر اساس روش AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند، از روابط مابین ابعاد و معیارها چشم پوشی شده و این مساله در مدل های پیچیده بر خطای پروژه می افزاید. همانطور که در شکل شماره ۳ مشخص شده است معیار نحوه پیکربندی ساختمان ( $S3$ ) دارای بیشترین ورودی و همچنین بیشترین خروجی است. این معیار از سایر معیارهای دیگر شناسایی شده در پروژه تاثیر گرفته و همچنین بر آنها تاثیرگذار نیز است. این مساله در خصوص سایر معیارها نیز مورد بررسی قرار گرفته و در تصویر نتایج آن مشخص است. خروجی حاصل از این تحلیل ورودی اصلی در روش تحلیل شبکه ای بوده که روابط



شکل ۴: مدل شبکه ی وزن دهی معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی

همانطور که در شکل شماره ۴ مشخص می باشد با توجه به تعداد زیاد معیارها حجم مدل نیز افزایش یافته که این مساله بر روند مقایسه اثرگذار خواهد بود. در شکل شماره ۵ نمونه ای از تاثیر نتایج دیمتل بر مدل شبکه ای نمایش داده شده است:



شکل ۵: نمونه تاثیر نتایج دیمتل بر مدل شبکه ای

مطابق شکل شماره ۵، در نرم افزار سوپردسیژن<sup>۴</sup> پس از تکمیل مدل و ایجاد ارتباط مابین دوخوشه اصلی، بعنوان نمونه معیار "نوع شیشه مورد استفاده در نما" انتخاب گردید تا روابط تعریف شده نمایش داده شود. همانطور که در تصویر نیز مشخص شده است چهار معیار اصلی دیگر به رنگ قرمز در آمده و در نرم افزار بصورت انتخاب شده نمایش داده می

<sup>۴</sup>Superdecision

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

- شوند. این روند بر اساس خروجی های بدست آمده از تحلیل دیمتل در نرم افزار سوپردسیژن مدل گردیده است. این مساله در تعداد مقایسات زوجی که می بایست در ادامه در روند انجام تحلیل صورت پذیرد تاثیرگذار خواهد بود. در راستای انجام مقایسات زوجی ما بین معیارها بر اساس روند موجود در نرم افزار، محققین بر آن شدند تا با دریافت نظرات افراد مطلع، اطلاعات مورد نظر را بصورت جمع آوری اطلاعات گروهی تکمیل نموده و بر اساس میانگین نظرات به نتیجه نهایی دست یابد. در همین راستا پس از هماهنگی و مراجعه حضوری و ارائه نرم افزار مقدمات لازم جهت دریافت نظرات فراهم گردید. در دریافت نظرات افراد مطلع مسائل زیر رعایت گردید:
۱. در ابتدا هدف از انجام پژوهش و هدف نهایی تشریح گردید.
  ۲. روش تجزیه و تحلیل ANP، کاربردهای آن و نحوه انجام تجزیه و تحلیل تشریح گردید.
  ۳. محیط نرم افزار معرفی و انجام مقایسه زوجی تشریح گردید.
  ۴. هر یک از ابعاد و معیارهای آنها معرفی و تعریف گردید. در شکل شماره ۶ در ابتدا یکی از نمونه فرم های پر شده توسط تعدادی از افراد آورده شده است و در ادامه در مورد آنها توضیح داده خواهد شد.

Node	Cluster	Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct	
Choose Node	height to Bui~	Inconsistency	Exposure r~	parking l~	support of~	The amount~	The facade~
Choose Cluster	architectural c~	cfigurea~	3	8	8	10	3,000
	architectural ~	Exposure r~		2	4	6	3,000
		parking l~			6	8	5
		support of~				7	7,000
		The amount~					10

Normal	Hybrid
Inconsistency: 0.09624	
cfigurea~	0.31558
Exposure ~	0.12402
parking l~	0.10204
support o~	0.04616
The amoun-	0.01867
The facad-	0.39353
There are-	0.00000
type of g~	0.00000

شکل ۶: نمونه فرم های پر شده توسط تعدادی از خبرگان در نرم افزار سوپردسیژن

نکته پیش رو بسیار حائز اهمیت می باشد. در روند کنونی انجام مطالعات و پژوهش ها استناد به نتایج حاصل از جمع آوری نظرات خبرگان مورد تاکید قرار میگیرد. با اینحال با مراجعه و دریافت و بررسی نظرات نتایج عدم کفایت این موضوع مشخص می نماید. با توجه به مطالب فوق الذکر لازم است شرایط کاربران جهت پاسخگویی فیلتر گردد:

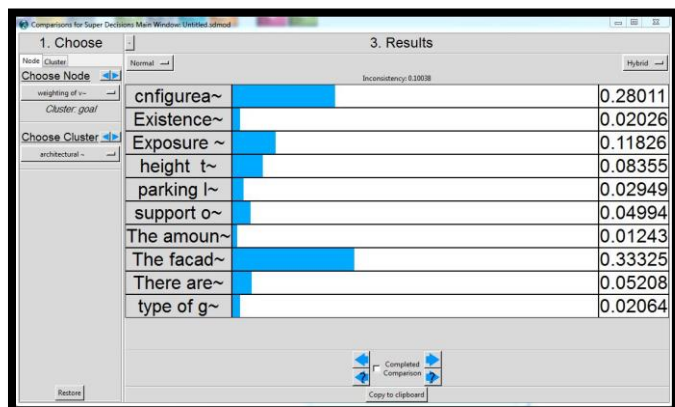
۱. آشنایی با ادبیات موضوع و طرح
  ۲. تحقیق و پژوهش در این زمینه
  ۳. آشنایی با روش های تصمیم چند معیاره
  ۴. تسلط بر روش ANP و نرم افزار سوپردسیژن
  ۵. ارتباط با اساتید و کارشناسان حوزه
- بر همین اساس جهت تکمیل فرآیند تحلیل مدل بوسیله روش ANP فرآیند امتیاز دهی در نرم افزار با مطالعه اسناد موجود،

نتیجه حاصل از تکمیل مقایسه زوجی توسط کاربر مطلوب واقع نگردید. دلیل اصلی این موضوع بررسی نرخ سازگاری توسط نرم افزار می باشد که بر اساس نتایج بدست آمده، افراد دارای خطای بالا جهت پر کردن فرم ها بوده اند. در روش ANP نرخ سازگاری کمتر از ۰.۱ مورد قبول می باشد. این در حالیست که در تصاویر فوق الذکر مشاهده می شود که نرخ سازگاری بیشتر از عدد مذکور می باشد و نشان دهنده عدم دقت در پر کردن اطلاعات می باشد.

مهمترین دلایل کاربران نرم افزار پس از تکمیل پرسشنامه و عدم دقت در ارائه پاسخی دقیق شامل موارد زیر بود:

۱. عدم تسلط کافی بر نرم افزار و مدل
۲. طولانی بودن فرآیند امتیاز دهی و تعداد سوالات
۳. عدم برقراری ارتباط با محیط نرم افزار

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی



شکل ۷: وزن نهایی هر یک از ابعاد اصلی (خروجی نرم افزار) وزن هر یک از ابعاد فوق الذکر که خروجی نرم افزار می باشد در جدول شماره ۱۱ آمده است:

جدول ۱۱: وزن نهایی هر یک از معیارها

وزن معیار	معیار
۰,۳۳۳	جنس نمای ساختمان
۰,۰۸۳	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان
۰,۲۸۰	نحوه پیکربندی ساختمان
۰,۱۱۸	نسبت وجود باز شو به سطح نما
۰,۰۲۰	نوع شیشه مورد استفاده در نما
۰,۰۵۰	نحوه اتصالات پنجره ها
۰,۰۲۹	محل قرار گیری پارکینگ ها
۰,۰۲۰	وجود بخش های تخلیه بار و خدمات
۰,۰۵۲	وجود مسیرهای مستقیم به سمت ورودی ها
۰,۰۱۲	میزان عقب نشینی بازشوها در نما

در نتایج نهایی بدست آمده معیار جنس نمای ساختمان

نگاهی بر نتایج حاصل از روش دیمتل و همچنین مشورت با سایر کارشناسان توسط پژوهشگر صورت پذیرفت.

همانطور که در بخش ۲-۳ مقاله نیز اشاره گردید بررسی نرخ ناسازگاری بعنوان شاخص بسیار مهم در بررسی صحت و اطمینان از مقایسات زوجی به عمل آمده می بایست مورد بررسی قرار گیرد. این مساله در نرم افزار سوپردسیژن پس از تکمیل هر یک از مقایسات زوجی بصورت خودکار محاسبه گردیده و نتایج آن نمایش داده می شود. در مدل ساخته شده در نرم افزار مجموع ۷ مقایسه زوجی به عمل آمده مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن نشان از صحت مقایسات دارد. در جدول شماره ۱۰ نرخ ناسازگاری استخراج شده از نرم افزار به ازای تعدادی از مقایسات زوجی انجام شده آورده شده است: جدول ۱۰: نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی انجام شده در نرم

افزار سوپردسیژن

خوشه هر تبط در	گره انتخاب شده جهت بررسی
برگیرنده معیارهای اصلی	پیکربندی ساختمان
۰,۰۹۶۷۹	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان
۰,۰۸۴۳۱	هدف اصلی پروژه
۰,۱	

همانطور که در جدول فوق نیز مشخص شده است اعداد حاصل نشان از اطمینان به داده های وارد شده در نرم افزار دارد.

پس از انجام تحلیل های انجام شده آخرین نتایج در خصوص وزن هر یک از معیارها بر اساس خروجی نرم افزار مطابق شکل شماره ۷ می باشد:

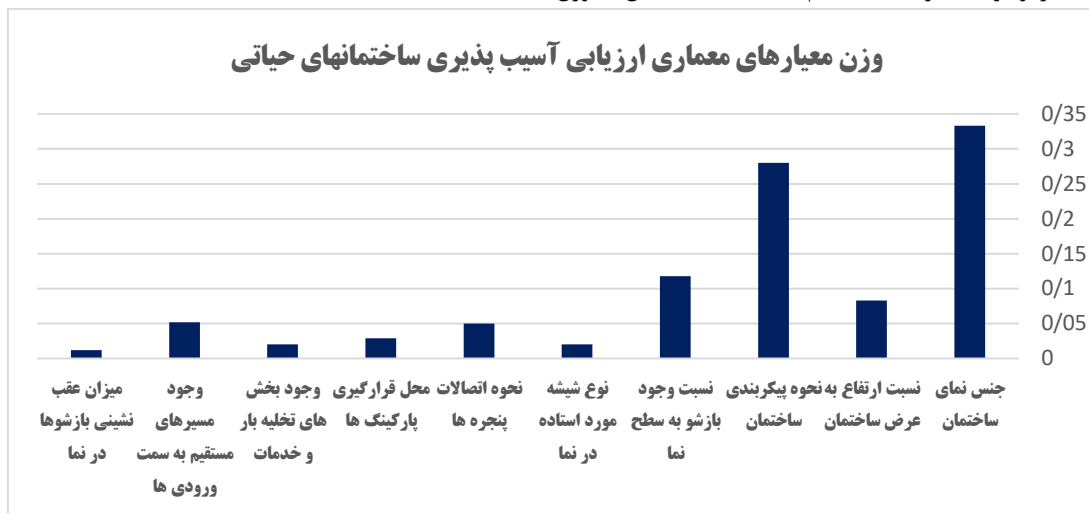
Node

Cluster

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

با وزن ۰,۳۳۳ دارای بیشترین امتیاز مابین سایر معیارها می باشد. پس از آن معیار نحوه پیکربندی ساختمان با وزن ۰,۲۸۰، معیار نسبت بارشو به سطح نما با وزن ۰,۱۱۸، معیار نسبت ارتفاع به عرض ساختمان با وزن ۰,۰۸۳ و همچنین معیار وجود مسیرهای مستقیم به سمت ساختمان با وزن

۰,۰۵۲ قرار گرفته اند. سایر معیارها مطابق با ارزیابی بعمل آمده از وزن و اهمیت پایین در مدل برخوردار خواهند بود. نمودار میله ای ارائه شده در شکل شماره ۸ نشان دهنده وزن معیارهای معماری می باشد.



شکل ۸: نمودار وزن هر یک معیارهای معماری

### ۳-۴ بررسی و ارزیابی وزن دهی نهایی معیارها

همانطور که در جدول شماره ۱۱ مشخص شده، نتایج مربوط به تحلیل نهایی تعیین وزن هر یک از معیارهای تاثیرگذار ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده معیار جنس نمای ساختمان از بالاترین اهمیت برخوردار می باشد. با توجه به نوع تهدید در نظر گرفته برای ساختمانهای اداری حیاتی میتوان این موضوع را منطقی قلمداد نمود. همچنین معیار پیکربندی ساختمان که به بررسی نوع حجم کلی ساختمان می پردازد با توجه به اثرگذاری آن بر کاهش اثرات امواج انفجار در رده دوم قرار گرفته است. در این تحلیل همانطور که مشخص است معیارهای میزان عقب نشینی بازشوها در نما، نوع شیشه مورد استفاده در نما و وجود بخش تخلیه بار با توجه به سناریو در نظر گرفته شده یعنی انفجار در فاصله کمتر از ۳۰ متری ساختمان از اولویت کمتری برخوردار بوده اند.

### ۵- نتیجه گیری

در این پژوهش در گام نخست در راستای پاسخ به سوالات تحقیق جهت استخراج معیارهای مختلف تاثیرگذار بر ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی، بررسی اسناد و مدارک تهیه شده در داخل و خارج از کشور در دستور کار قرار گرفت. با توجه به نوپا بودن این علم در سراسر دنیا رویکرد کشورهای مختلف نسبت به این موضوع بسیار فعال و رو به رشد است. در نهایت به منظور قابل ارائه بودن معیارها، معیارهای معماری ارائه شده در سند *"Handbook for rapid visual screening building to evaluate terrorism risk"* مورد استفاده قرار گرفت و بر اساس آن ۱۰ معیار اصلی وارد مدل شد.

پژوهشهای مبتنی بر روشهای تصمیم گیری در دنیای امروز علی رغم کاربرد فراوان آنها در علوم مختلف با چالشهای مختص به خود نیز همراه هستند. در این پژوهش نیز در دو مقطع روشهای تصمیم گیری شامل دو روش دیمتل و تحلیل شبکه ای مورد استفاده قرار گرفت که نکات ذیل در مورد آنها و انجام پروژههای مشابه حائز اهمیت خواهد بود:

## مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

بیشترین اهمیت در میان سایر معیارها است. هدف اصلی این مقاله که به ارائه ی مدل ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی با استفاده از معیارهای معماری بوده است در این مقاله مورد واکاوی قرار گرفت و در نهایت با ارائه ده معیار اصلی و تعیین وزن هر کدام تکمیل گردید.

در انجام این پژوهش مطابق با یافته‌ها، محققین همواره با موضوعات جدید و قابل پژوهش فراوانی روبرو بوده‌اند که در این بخش مهمترین آنها در قالب پیشنهادات برای انجام دیگر تحقیقات آورده شده است:

۱. با توجه به بند چهارم فوق پیشنهاد می گردد سایر محققین با تعیین وزن هر یک معیارهای ده گانه این مقاله به روش سلسه مراتبی نسبت به مقایسه آن با روش تلفیق دیمتل و تحلیل شبکه اقدام نمایند.
  ۲. توسعه و گسترش معیارهای بخش معماری با انجام روش های خبرگی و دریافت نقطه نظرات کارشناسان بومی
  ۳. ارزیابی معیارهای آسیب پذیری به ازای سایر تهدیدات انسان ساخت عمده متصور برای ساختمانهای اداری حیاتی اعم از تهدید خرابکاری و حملات نظامی
  ۴. کدنویسی و تهیه نرم افزار مدل ساخته شده در این پژوهش، برای استفاده کارشناسان و مدیران در انجام مطالعات توجیه و امکان سنجی اولیه ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی
- در پایان در صورتی که بر اساس نتایج بدست آمده بخواهیم در خصوص اقدامات مورد نیاز در کشورمان ایران موارد دارای اولویت را بیان کنیم باید به ذکر موارد زیر پرداخت:
۱. لازم است در طراحی معماری ساختمانهای اداری حیاتی به مقوله جنس نما از دیدگاه پدافند غیرعامل توجه ویژه صورت گرفته و از نماهای شیشه ای گسترده خودداری گردد.
  ۲. با توجه به اهمیت معیار پیکربندی ساختمان استفاده از حجم های محدب در ساختمان بصورتی که بتواند در میرا کردن اثرانفجار موثر باشد می تواند اثر مناسبی بر کاهش آسیب پذیری این ساختمانها به همراه داشته باشد.
  ۳. با توجه به سطح اهمیت معیار "نسبت ارتفاع به عرض ساختمان" از طراحی و اجرای ساختمانهای بلند مرتبه برای ساختمانهای اداری حیاتی جلوگیری شده و تا حد امکان این ساختمانها دارای عرض گسترده به نسبت ارتفاع باشند.

۱. در انجام تحلیل دیمتل با هدف تعیین رابطه ما بین ابعاد و معیارها، در این پژوهش نسبت به تعیین رابطه ما بین معیارها اقدام گردید. با اینحال بر اساس مطالعات انجام شده خطای تحلیل به دلیل افزایش تعداد معیارها (۱۰ معیار) تا حد زیادی افزایش می یابد. دلیل اصلی این مساله عدم تمرکز انسان جهت تعیین رابطه ما بین ۱۰ معیار بوده که خطا بوجود خواهد آورد.
  ۲. در این پژوهش از تکنیک دیمتل گروهی با این فرض که دریافت نظرات مختلف می تواند نتایج بهتری رقم بزند استفاده گردید. با اینحال یکی از چالش های اساسی پژوهشگر با توجه به بین رشته ای بودن موضوع از یک طرف و همچنین نوپا بودن این علم از سوی دیگر، یافتن جامعه خبرگان متخصص بوده است. در این پژوهش ۳۵ نفر مورد پرسش قرار گرفته که سعی گردید در تخصص های مختلف و مرتبط باشند. با اینحال به دلیل پراکندگی متخصصین در سطح کشور و عدم دسترسی به این افراد و همچنین عدم شناسایی کامل متخصصین کارا در این حوزه این مساله می تواند مدل ارائه شده را با مقداری خطا روبرو سازد.
  ۳. در ساخت مدل شبکه به منظور وزن دهی به معیارها، پس از وارد کردن اطلاعات در نرم افزار بر اساس روابط تعیین شده که خروجی تحلیل بوسیله روش دیمتل بوده است، ۷ ماتریس مقایسه زوجی تشکیل گردید. پس از مراجعه به خبرگان طرح به منظور تکمیل ماتریس ها در محیط نرم افزار، مشاهده گردید که به دلیل پیچیدگی، تعداد زیاد مقایسات، طولانی شدن فرآیند تکمیل و عدم برقراری ارتباط با محیط نرم افزار توسط خبرگان طرح، نرخ ناسازگاری در محدوده قابل قبول قرار نمی گیرد. همین مساله باعث گردید در ادامه روند تحقیق، محققین با توجه به تسلط بر موضوع و مشورت با خبرگان نسبت به انجام محاسبات در نرم افزار اقدام نمایند که پس از بررسی نرخ ناسازگاری مطابق جدول شماره ۱۱ در تمامی موارد در محدوده کمتر یا مساوی ۰٫۱ قرار گرفت.
  ۴. در این پژوهش مدل ساخته شده بر مبنای تحلیل روابط معیارها صورت پذیرفته است. با توجه به بالا رفتن حجم ماتریس های زوجی در این روش و وابسته بودن آن به قضاوت های خبرگان به نظر می رسد استفاده از روش تحلیل سلسه مراتبی نیز نتایج مناسبی به همراه داشته باشد.
- همانطور که در فرضیه تحقیق نیز بیان شده مطابق با انتظار معیار "جنس نمای ساختمان" با وزن ۰٫۳۳۳ دارای

پیوست شماره ۱: تشریح روش دیمتل

تکنیک *DEMATEL* مخفف عبارت *Decision Making Trial And Evaluation* به معنای رویکرد آزمایشگاه ارزیابی و آزمون تصمیم گیری است. تکنیک دیمتل که از انواع روش های تصمیم گیری بر اساس مقایسه های زوجی است، با بهره مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام مند به آنها با بکارگیری اصول نظریه گراف ها، ساختاری سلسله مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تاثیر و تاثر متقابل ارائه می دهد، بگونه ای که شدت اثر روابط مذکور را به صورت امتیاز عددی معین می کند. روش دیمتل جهت شناسایی و بررسی رابطه متقابل بین معیارها و ساختن نگاشت روابط شبکه به کار گرفته می شود. از آنجا که گراف های جهت دار روابط عناصر یک سیستم را بهتر می توانند نشان دهند، لذا تکنیک *DEMATEL* مبتنی بر نمودارهایی است که می تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید و رابطه میان آنها را به صورت یک مدل ساختاری قابل درک درآورد. تکنیک دیمتل عموماً برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی به وجود آمد. روش دیمتل همچنین برای ساختاردهی به یک دنباله از اطلاعات مفروض کاربرد دارد، به طوری که شدت ارتباطات را به صورت امتیازدهی مورد بررسی قرار داده، بازخورها توأم با اهمیت آنها را تجسس نموده و روابط انتقال ناپذیر را می پذیرد. [ Azar Adil, 2015 ]

پنج مرحله برای انجام تکنیک دیمتل وجود دارد:

۱. تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم : ( $M$ ) زمانیکه از دیگانه چند نفر استفاده می شود از میانگین ساده نظرات استفاده می شود و  $M$  را تشکیل می دهیم.
۲. نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم :  $N = K * M$
۳. برای محاسبه ضریب نرمال سازی  $K$  ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون ها محاسبه می شود. معکوس بزرگترین عدد سطر و ستون  $k$  را تشکیل می دهد.

$$k = \frac{1}{\text{Max} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

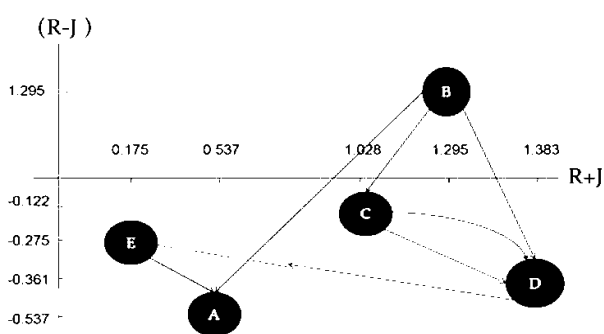
۴. محاسبه ماتریس

ارتباط کامل با استفاده از رابطه زیر:

$$T = N(I - N)^{-1} \quad (3)$$

۵. ایجاد نمودار علی *Causal Diagram* :

- جمع عناصر هر سطر ( $R$ ) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل های سیستم است. (میزان تاثیر گذاری متغیرها)
- جمع عناصر ستون ( $J$ ) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است. (میزان تاثیرپذیری متغیرها)
- بنابراین بردار افقی ( $R + J$ ) میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هر چه مقدار  $R + J$  عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.
- بردار عمودی ( $R - J$ ) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می دهد. بطور کلی اگر  $R - J$  مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می شود.
- در نهایت یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می شود. در این دستگاه محور طولی مقادیر  $R + J$  و محور عرضی براساس  $R - J$  می باشد. موقعیت هر عامل با نقطه ای به مختصات ( $R + J, R - J$ ) در دستگاه معین می شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز بدست خواهد آمد. (نمونه شکل ۸)



شکل ۹: نمونه نمودار علی در تحلیل به روش دیمتل محاسبه آستانه روابط



مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

جهت تعیین نقشه روابط شبکه باید ارزش آستانه محاسبه شود. مقدار عددی ارزش آستانه میانگین تمامی مقادیر ماتریس  $T$  است. با این روش می توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس  $T$  از مقدار آستانه بزرگتر باشد در  $NRM$  نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس  $T$  محاسبه شود، تمامی مقادیر ماتریس  $T$  که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی شود. [Azar Adil, 2015]

---

*Network Relationship Map(NRM)*

مدل اولویت بندی معیارهای معماری بمنظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای اداری حیاتی بر اساس تلفیق روش دیمتل و تحلیل شبکه در مقابل تهدید انفجار خارجی

پیوست شماره ۲: تشریح معیارهای ده گانه معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی  
با توجه به ارائه‌ی معیارهای ده گانه معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانها در ادامه به تعریف مختصر هر یک از معیارها مطابق با جدول شماره ۱۲ پرداخته شده است:

جدول ۱۲: تعریف معیارهای معماری ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی

ردیف	معیار	تعریف
۱	جنس نمای ساختمان	معیار جنس نمای ساختمان به ارزیابی اثر هر یک از انواع نمای ساختمان اعم از بتنی، شیشه‌ای و انواع مختلف در میزان آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی می پردازد.
۲	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	نسبت ارتفاع به عرض ساختمان به منظور میزان پایداری ساختمان می پردازد به نحوی که هر نسبت ارتفاع به عرض کمتر بوده و کمتر از ۱ باشد نشان دهنده میزان پایداری بیشتر و آسیب پذیری کمتر ساختمان است.
۳	نحوه پیکربندی ساختمان	پیکر بندی ساختمان به بررسی تاثیر فرم بنا اعم از محدب و مقعر و فرم های ساده در میزان آسیب پذیری می پردازد.
۴	نسبت وجود باز شو به سطح نما	بررسی و تعیین میزان بازشوها در نمای ساختمان و تعیین درصد آن تاثیر بسزایی در تعیین آسیب پذیری ساختمان در برابر انفجارهای خارجی می باشد بنحوی که هر چه این نسبت کوچکتر باشد نشان دهنده میزان آسیب پذیری کمتر ساختمان می باشد.
۵	نوع شیشه مورد استفاده در نما	نوع شیشه مورد استفاده اعم از شیشه های چند لایه (لمینیت) و شیشه های ساده در میزان آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی در مقابل اثرات انفجارهای خارجی موثر می باشد.
۶	نحوه اتصالات پنجره ها	نحوه اتصالات پنجره به اسکلت ساختمان در میزان آسیب پذیری ساختمان موثر بوده و می بایست در مقابل اثرات انفجار خارجی مورد بررسی قرار گیرد.
۷	محل قرارگیری پارکینگ ها	محل قرارگیری پارکینگ ها اعم از قرارگیری در زیرساختمان و یا خارج از آن تاثیر بسزایی در میزان آسیب پذیری ساختمان های حیاتی دارد.
۸	وجود بخش های تخلیه بار و خدمات	لازم است به منظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمان وجود بخش های تخلیه بار و خدمات با توجه به اثر آن در وقوع تهدیدات تروریستی می بایست مورد بررسی قرار گیرد.
۹	وجود مسیرهای مستقیم به سمت ورودی ها	وجود مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم به منظور ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای حیاتی در مقابل تهدید خودروهای بمب گذاری شده در محوطه می بایست مورد بررسی قرار گیرد.
۱۰	میزان عقب نشینی بازشوها در نما	منظور از میزان عقب نشینی بازشوها قرارگیری آنها در سطح نما و یا دارای فرورفتگی است که بر میزان موج انفجار اثرگذار بوده و می بایست مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- [1] Hosseini, Bashid, *Passive Defense Criteria in Architectural Design of Urban Buildings*, Abed Publication, ۲۰۱۰
- [2] *Passive defense Defense Studies of Binalood New Town, Tech Engineers Consulting Engineers-Novandish-۲۰۱۵*
- [3] *SCALER,J,Interdependency in infrastructure, 2011, springer*
- [4] Birkman,S,*Security risk assesment methodology,2014*
- [5] Ali Abdollah Khani, *National Security Threats (Cognition and Methodology)*, First Edition, Cultural Institute of International Studies and Research, ۲۰۰۸
- [6] Hamid Eskandari, *Non-Fiction Defense Dictionary, Second Edition*, Bostan Hamid Publication, ۲۰۱۰
- [7] *Hamid Eskandari, Undefined Defense Knowledge, Fifth Edition, Bostan Hamid Publications, ۲۰۱۱*
- [8] *Threautical studies of the Islamic Consultative Assembly, engineering and construction company Shams Omran, ۲۰۱۴*
- [9] Amini, Saeed, Mashhadi, Ahmad, *Vulnerability Management in Infrastructure*, Shams Publishing House, ۲۰۱۷
- [10] Ministry of Housing and Urban Development, ۱۹۷۱
- [11] *Draft Law on National Building Regulations -۲۰۰۹*
- [12] *Handbook for rapid visual screening building to evaluate terrorism risk-FEMA-2009*
- [13] Hassan, Sadeghi Naeini, *Research Method in Environmental Design, Product and Services*, Booklet Publications, ۲۰۱۴
- [14] *Hafez Nia, Mohammad Reza, Research Method in Humanities, Publication, Sadegh, First Printing, ۱۹۹۸*
- [15] Azar Adil, Khosravi Farzaneh, Jalali Reza, *Investigating Soft Operations (Problems Structural Approaches, Industrial Management Organization, ۲۰۱۵*
- [16] *Habibi, Arash et al., Fuzzy Multi-criteria Decision Making, Gil's Inscription, ۲۰۱۴*
- [17] *Kiani, Saeed, Thesis, Principles and Principles of Designing Tall Buildings Buildings (Baharestan House Building), Malek Ashtar University of Technology, ۲۰۱۵*
- [18] *Iraqizadeh, Mojtaba, Dissertation, Requirements and Considerations Architectural design of office buildings from passive defense perspective, Malek Ashtar University of Technology, ۲۰۱۱*