

ارزیابی روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در فضاهای مسکونی با زیربنای محدود

مازیار آصفی^۱ (نویسنده مسئول)، شهین فرخی^۲، مهسا نثارنوبری^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۱

چکیده

انعطاف‌پذیری در معماری پاسخگوی بسیاری از نیازهای تغییرپذیر در فضاهای داخلی و خارجی محیط‌های مسکونی به شمار می‌رود. در بسیاری از مسکن با زیربنای محدود، فضا فاقد بهره‌وری لازم می‌باشد، لذا تأمین شرایط آسایش وابسته به مقتضیات سنی، سلیقه بشری و نحوه جریان بهتر عملکردها در داخل فضا و همچنین تغییر نیاز کاربران؛ ضرورت وجود انعطاف‌پذیری در مسکن را آشکار می‌سازد.

از این رو مقاله حاضر با هدف ارزیابی روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در فضاهای مسکونی با زیربنای محدود ارائه گردیده است و درصدد پاسخگویی به این سؤال می‌باشد کدامیک از روش‌های انعطاف‌پذیری در فضاهای مسکونی بیشترین مقبولیت را از طرف ساکنین با خود به همراه دارد. به منظور جمع‌آوری اطلاعات، این پژوهش از روش‌های مختلف اسنادی، کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی بهره گرفته است. در بخش نظرسنجی، ۱۲۸ مصاحبه شونده از میان هر قشر معمار، متمدول و متوسط شهر تبریز انتخاب شد. در مجموع، معیارهای مورد ارزیابی در جداولی جداگانه با امتیازدهی طیف لیکرت ارزیابی شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد بین میانگین آمار مقبولیت و مطلوبیت روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در فضای سکونتی هر سه قشر و همچنین میانگین مؤلفه‌های عمومی اعمال انعطاف‌پذیری، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). به صورتی که، در فضاهای داخلی احساس نیاز بیشتری به انعطاف‌پذیر بودن عرصه‌ها نسبت به کالبد خارجی وجود دارد و در این بین، معماران تمایل بیشتری نسبت به اعمال انعطاف‌پذیری در مقایسه با سایر قشرها دارند. عناصر اصلی متحرک (پله، سقف و ...)، ضعیف‌ترین معیار و پنج مؤلفه‌ی پارامترهای متغیر، پارامترهای فضا، مصالح تغییر دهنده رنگ، مصالح کنترل کننده نور و مصالح تولید کننده الکتریسیته، جزو قوی‌ترین معیارهای روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری محسوب می‌گردد. کم بودن امنیت روانی و حس تعلق، ناسازگاری با سبک ایرانی - اسلامی نیز از جمله مؤلفه‌هایست که مانع رغبت و مقبولیت انعطاف‌پذیری از سوی ساکنین می‌گردد.

واژه‌های کلیدی:

انعطاف‌پذیری؛ فضاهای مسکونی؛ تطبیق‌پذیری.

۱. دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز - تبریز - ایران، masefi@tabriziau.ac.ir
m.nesar90@gamil.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز - تبریز - ایران،
shahin.farrokhi@tabriziau.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز - تبریز - ایران، m.nesar90@gamil.com

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر با پیشرفت تکنولوژی و استفاده‌های گوناگون آن در ساختمان، پدیده جدیدی به نام انعطاف‌پذیری وارد عرصه معماری و شهرسازی گشته است. انعطاف‌پذیری یک کیفیت در معماری است و توصیف‌کننده ویژگی از آن است که تمرکز آن بر تطبیق‌پذیری و ایجاد یک راه‌حل برای فراهم ساختن نیازهای ما، یعنی یک پاسخ سریع می‌باشد. با در نظر گرفتن افزایش تقاضای انرژی و یا نبود راهکارهای مناسب جهت پاسخگویی به تغییرات آب و هوایی محیط اطرافمان، انعطاف‌پذیری می‌تواند راه‌حل مناسبی جهت کنترل مشکلات پیش‌رو باشد و آغازی برای نوآوری نوین تلقی گردد. علیرغم آنکه انسان در طول تاریخ، ساختمان را به عنوان یک عنصر ایستا در نظر می‌گرفته است، در جهان امروز نیازهای مصرف‌کنندگان و کارکردهای ساختمان‌ها به سرعت در حال تغییر می‌باشد. ساختمان‌ها جهت رسیدن به انعطاف‌پذیری، دیگر نمی‌توانند به صورت ایستا طراحی شوند و می‌بایست دارای ویژگی‌های چون تغییر شکل‌پذیری، پویایی و حرکت نیز بوده تا بتوانند پاسخگوی نیازهای متغیر ساکنین و محیط پیرامون خود باشند (شفیق نیا و دیگران، ۱۳۹۲). ضرورت انعطاف‌پذیری از جهات مختلف نیز در معماری قابل اثبات می‌باشد، یکی از نظر تئوری و دیگری تجربه‌های متعددی که در طول تاریخ معماری وجود داشته است. از نظر تئوری تغییرات مستمری هستند که روزانه، ماهانه و حتی سالانه در عوامل محیطی و عوامل انسانی رخ می‌دهند که این تغییرات به طور کلی در قالب سه دسته می‌باشند: تغییر در ساختار جمعیتی (افراد)، تغییر در ضوابط و استانداردها و تغییر در ارزش‌ها (Stouten, 2006: 272). از طرف دیگر، در دهه‌های اخیر کمبود مسکن و کیفیت نامطلوب آن، همواره به عنوان یکی از معضلات اجتماعی-اقتصادی در کشور ما مطرح بوده است. انعطاف‌پذیری با امکان ایجاد سازگاری و یا تغییر در کالبد و فضا جهت استفاده‌های گوناگون از آن، یکی از اساسی‌ترین مفاهیمی است که به بهبود کیفی فضای سکونت منجر می‌گردد (حسینی و شریف‌زاده، ۱۳۹۴: ۱۹)؛ با این وجود، در همه دنیا به صورت عام و در ایران به گونه‌ای خاص‌تر، به اصول تأمین‌کننده انعطاف‌پذیری در مسکن بنا به دلایل گوناگون توجه نمی‌شود و طراحی مسکن جهت استفاده از قابلیت‌های انعطاف‌پذیری در طراحی مسکن دیده نمی‌شود؛ لذا این پژوهش در راستای آن است که بتواند با ارائه راهکارهایی در جهت اعمال انعطاف‌پذیری در فضای

مسکونی خود پاسخی به نیازهای گفته شده، ارائه دهد. سیستم انعطاف‌پذیر در برابر تغییر، پاسخگو می‌باشد، سیستم‌های ساختمانی نوین در طراحی، انعطاف‌پذیری معینی را ممکن می‌سازند و امکان بهبود را به وجود می‌آورند برای افزایش ظرفیت تغییر شکل ساختمان‌ها، ساخت بناها باید بر بهره‌وری ساختمان و روش‌های ساخت نوآورانه تمرکز بیشتری پیدا کند تا سازه‌های انعطاف‌پذیرتری حاصل آمده و اجزای این سازه‌ها به راحتی قابل جایگزینی، استفاده مجدد یا بازیافت باشند. بنابراین در این مقاله به بررسی روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری و بهترین حالات آن از نظر مردم عادی و معمار پرداخته شده است.

۲- سؤالات تحقیق

پاسخ به سؤالات زیر را در ساختار این پژوهش می‌توان دید:

سؤال اصلی: کدامیک از روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در فضاهای مسکونی بیشترین جلب توجه و رضایت ساکنین را با خود به همراه دارد.

سؤال فرعی: موانع شکل‌گیری و تحقق مسکن منعطف کدامند؟

۳- پیشینه تحقیق

سازه‌های انعطاف‌پذیر از همان زمانی که انسان‌های اولیه از غار بیرون آمده و به زندگی کوچ نشینی گرویدند، مورد استفاده بودند (شفیق نیا و دیگران، ۱۳۹۲). فضاهای انعطاف‌پذیر در نقاط مختلف جهان، حالت‌های متفاوتی دارد. در خانه‌های سنتی آمریکا، فضاهای مختلف خانه حول بخاری مرکز قرار می‌گرفت. این فضاها توسط دیوارهای متحرک به هم ادغام می‌شد. در خانه‌های آمریکایی پلان خانه‌ها جوری طراحی می‌شد که قابل گسترش در زمان‌های مختلف بود (گیدیبون، ۱۳۶۵: ۳۰۶). مسکن ژاپنی با دیوارهای جداکننده دائمی و استفاده از تاتامی که واحدی تکرار شونده برای پوشش کف است، شناخته می‌شود. آنها فضاها را با استفاده از دیوارهای کشویی از یکدیگر جدا می‌کنند (گروتز، ۱۳۷۵: ۲۶۷). در بناهای سنتی ایرانی با اینکه از دیوارهای صلب و باربر استفاده می‌شد اما اکثر فضاها چند عملکردی با حرکت و جا به جایی روزانه و فصلی در جهت مصارف مختلف طراحی می‌شد (ابوالقاسمی، ۱۳۶۶: ۳۶۰). با پیشرفت فناوری، تفکیک عناصر باربر و جداکننده به صورت یکی از جنبه‌های مهم انعطاف‌پذیری درآمد. سابقه انعطاف‌پذیری با دوران اسکلت‌سازی ساختمان رابطه نزدیکی دارد. از اواخر قرن نوزدهم میلادی که امکان طراحی ساختمان بدون دیوارهای

۴- مبانی نظری

واژه انعطاف‌پذیر در لغت به معنای چیزی است که خمیدگی و برگشتی پذیرد (دهخدا، ۱۳۷۷: ۳۷۶۵) و با واژه (Flexible) به یک معنا می‌باشد. از نظر لغوی صفتی است به معنای قابل تغییر بودن به گونه‌ای که این تغییر به راحتی و طبق شرایط انجام گیرد و با واژه (Changeable) معادل قرار داده شده است (Cambridge Dictionary). بر اساس تعریف فوق، انعطاف‌پذیری به مفهوم قابلیت تغییر آسان طبق شرایط و امکان بازگشت به حالت اولیه می‌باشد. در طراحی فضا و عملکرد ساختمان، هر چه آزادی از محدودیت‌های سازه‌ای بیشتر باشد میزان انعطاف‌پذیری نیز بیشتر خواهد بود (چارلسون، ۱۳۸۸: ۹۷). در این قسمت به تعاریفی از مسکن انعطاف‌پذیر اشاره می‌شود (جدول ۱).

جداکننده صورت گرفت، طراحی پلان آزاد میسر شد (عینی‌فر، ۱۳۸۲: ۶۷). لوکوربوزیه در سال ۱۹۱۴ خانه دومینو را بر اساس طراحی انعطاف‌پذیر بنا نمود. در این خانه صفحاتی برای استفاده در کف و سقف و ستون‌هایی برای مقابله با بارهای وارده طراحی شد که دیوارهای داخلی فقط نقش جدا کننده داشتند (Emamgholi, 2011: 3). بعد از وی، میس وندروهه برای نمایشگاه وایستهوف، زیدلونگ و اشتوتگارت آلمان که ساختمانی با سازه فلزی و دیوارهای متحرک بین ستون‌های باربر بود، نقطه آغازینی برای طراحی خانه‌های انعطاف‌پذیر در اروپا گردید. گروپیوس نیز تئاتر شهر برلین را به گونه‌ای طراحی نمود که یک صفحه متحرک ۱۸۰ درجه ای داشته باشد (برهانی، ۱۳۸۶: ۳۸). به مرور در معماری امروز راه‌حل‌های متنوعی برای تنوع فضایی ایجاد شد که بدین وسیله معماران توانستند فضاها با عملکردهای مختلف را از هم تفکیک کنند.

جدول ۱: مفهوم مسکن منعطف از دیدگاه اندیشمندان حوزه معماری (مأخذ: نگارندگان)

مؤلفه	مفهوم	مأخذ
ایجاد سازگاری و یا تغییر در کالبد و فضا	انعطاف‌پذیری در مسکن با امکان ایجاد سازگاری و یا تغییر در کالبد و فضا جهت استفاده‌های گوناگون از آن، یکی از اساسی‌ترین مفاهیم بهبود کیفیت در فضای سکونت می‌باشد.	(حسینی و شریف‌زاده، ۱۳۹۴: ۱۹)
ساماندهی فضا	در معماری و طراحی محیط و به طور خاص طراحی مسکن، منظور از واژه «انعطاف‌پذیری» انعطاف‌پذیری فضایی و ساماندهی فضای انسان ساخت و تغییر در آن برای دستیابی به شرایط، نیازها و کاربست‌های جدید است.	(عینی‌فر، ۱۳۸۲: ۶۸)
پاسخگوی به تغییرات زندگی	مسکن انعطاف‌پذیر می‌تواند به سهولت در برابر تغییرات دوره زندگی پاسخگو باشد.	(اقبال و حصاری، ۹۱: ۵۳)
درک نیازهای کاربران	مسکن انعطاف‌پذیر مسکنی است که می‌تواند با تغییر نیازهای کاربران سازگار گردد و به درک نیازهای مورد انتظار کاربران با مشارکت آنها منجر شود.	(زندیه و دیگران، ۹۰: ۹۵)
سازگاری با نیازهای فیزیکی	مسکن انعطاف‌پذیر، سازگار در جهت تغییر نیازهای فیزیکی کاربران می‌باشد به طور مثال با افزایش سن کاربران یا از دست دادن تحرکشان، به نیازهای افراد پاسخ مناسب دهد.	(Caroll, 1999)
تغییر در طول زندگی	انعطاف‌پذیری در مسکن به معنای مسکنی است که برای استفاده اجتماعی و سازه‌ای یا برای تغییر در طول زندگی طراحی شده است. بر اساس این تعریف اگر از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیطی مناسب باشد، از ارزش مهمی در طراحی مسکن برخوردار است.	Till, (Schneider & 2005)
سازگاری بنا با تغییر نیاز کاربران	انعطاف‌پذیری در مسکن به قابلیت سازگاری بنا به تغییرات نیاز کاربران می‌باشد که شامل توانایی انتخاب طرح‌ها و حالت‌های مختلف در بنا توسط ساکنانش در زمان‌های مختلف است.	Till, (Schneider & 2005)

دارد و از مزایای ابداعات تکنیکی به سهولت برخوردار می‌شود (اقبال و حصاری، ۹۱: ۵۳). مردم در این مکان انطباق مسکن با نیازهای آنها را افزایش می‌دهد و در نتیجه رضایت عمومی از مسکن را بالا می‌برد. فراهم آوردن امکان تغییر، قابلیت تطبیق فضاها با نیازها و تغییر فضای زندگی بر اساس سلیقه شخص از ویژگی‌های خانه آرمانی است (عینی‌فر، ۱۳۸۲: ۶۵). می‌توان انعطاف‌پذیری در طراحی مسکن معاصر را با توجه به تغییرات ابعاد زندگی و معیشت به عنوان راه‌حلی برای جلوگیری از گسیختگی تعاملات بین جامعه، مردم و فضای

مسکن انعطاف‌پذیر باید بتواند به سهولت در برابر تغییرات دوره زندگی پاسخگو باشد. سیستم‌های ساختمانی نوین در طراحی، انعطاف‌پذیری معینی را ممکن می‌سازند و امکان بهبود را بوجود می‌آورند، در حالیکه سیستم‌های ساختمانی متداول برای تغییر طراحی نشده‌اند و هر تغییر شکلی در بنا با تخریب بخش و یا گاه تمامی آن همراه خواهد بود. مزایای چنین رویکردی در طراحی قابل ملاحظه است: قابلیت استفاده برای مدت زمان بیشتری را داراست، با تجربه و مداخله کاربران مطابقت پیدا می‌کند، ماندگاری اقتصادی و اکولوژیکی بیشتری

جهت ارتباط انسان با محیط باشد و فرهنگ تأثیرپذیری را برای مالکان و سازندگان شهر به ارمغان بیاورد.

۵- روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در معماری فضای

سکونت

در زمینه برنامه‌ریزی معماری، انعطاف‌پذیری شامل ویژگی‌های چند عملکردی معماری، تغییرپذیری در فضاهای داخلی و جداره‌ها و گسترش‌پذیری بیرونی آن می‌باشد که هر کدام از این مفاهیم به تنهایی نمی‌توانند جایگزین مفهوم انعطاف‌پذیری شوند لیکن لازم و ضروریست تا روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری بررسی گردد از آن جمله می‌توان به روش‌های زیر اشاره کرد: تنوع‌پذیری، تطبیق‌پذیری و تغییرپذیری.

در جدول ۲ به صورت جمع‌بندی شده به ارائه هر یک از این روش‌ها پرداخته و سپس به صورت مبسوط توضیح هر کدام از آنها ارائه گردیده است.

زیستی در نظر گرفت؛ زیرا خانه را باید متناسب با نیازهای در حال تغییر انسان طراحی نمود. انعطاف‌پذیری به ایده انطباق در طول زمان اشاره دارد. لذا می‌توان با استفاده بهینه از فضاهای خانه و طراحی انعطاف‌پذیر آنها، به طیف وسیع‌تری از نیازهای ساکنان در مساحت‌های کوچک پاسخ گفت. از آنجا که عناصر سازنده فضا، تعریف کننده آن فضا نیز هستند به ناچار برای انعطاف‌پذیر نمودن این فضا، این عوامل نیز انعطاف‌پذیر باشند، در این صورت با توجه به امکانات موجود یا پیش‌بینی شده برای تغییر فضا، میزان انعطاف‌پذیری مسکن نیز متفاوت خواهد بود. بنابراین می‌توان گفت زندگی انسان امروزی، متشکل از عناصری است که حرکت رو به سوی آینده را طلب می‌کند و تفکر در رفع نیازهای آتی را سوق می‌دهد. محیط زندگی نباید دارای عناصر ثابت باشد، بلکه باید متغیرها و تعاملات درون و بیرون، بواسطه آن در جهت پیدایش حریم آرامش آفرین پدید آیند. مدیریت صحیح در پدیدارسازی روح در مکان می‌تواند راهکاری مناسب در

جدول ۲: بررسی روش‌های انعطاف‌پذیری (منبع: نگارندگان بر اساس پژوهشی از عینی‌فر، ۱۳۸۲ و قنبرزادگان، ۱۳۹۲)

روش	تعریف	متغیر	راه‌های ایجاد	خواص
۱- توان پذیری	قابلیت فراهم آوردن استفاده‌های مختلف از فضا	- فضا - زمان	- طراحی نقشه با ساختار هندسی منظم	- قابلیت دسترسی آسان و خوانا؛
			- دسترسی آسان و خوانا به تجهیزات	- تلفیق کارکردها در یک فضا و تقلیل در فضاهای ارتباطی؛
			- تنظیم اندازه فضاها	- استفاده مفید از فضای دسترسی، بگونه‌ای که تبدیل کارکردها را میسر سازد
۲- تطبیق پذیری	قابلیت هماهنگ شدن یک فضا با شرایط جدید مورد نیاز	-	- تغییر در دیوارهای داخلی	- تغییر شخصیت و ساختار، عناصر خرد و ترکیب فضاها
			- جداره‌ها	- ثابت نبودن اجزای داخلی و امکان ترکیب متنوع آنها
			- سقف (مشروط بر اینکه تغییرات در مساحت فضا تغییری ایجاد ننماید)	
۳- تغییر پذیری	افزایش و کاهش کمی یا تفکیک و تجمع فضاهای امکان بازگشت به طرح اولیه پس از گسترش یا تقلیل مساحت	-	- سیستم‌های ساختمانی	- تمامی اجزا توسط یک سازنده ساخته می‌شوند.
			- سیستم‌های ساختمانی مدولار	- تشکیل دهنده کل ساختمان‌ها و یا قسمتی از سیستم‌های سازه باربر، نماها و یا تجهیزات داخلی
			- سیستم‌های ساختمانی	- هماهنگی تمامی عناصر مجزا با یکدیگر
۴- تغییر پذیری	-	-	- سیستم‌های ساختمانی	- به صورت مجموعه‌ای کامل، سازماندهی شوند.
			- سیستم‌های ساختمانی	- سیستم‌های ساختمانی مدولار می‌توانند برای تمام ساختمان‌ها توسعه داده شوند.
			- سیستم‌های ساختمانی	- امکان استفاده از جایگزین‌های متنوع تر از محصولات باز کارخانه‌های مختلف
			- تنوع ابعاد و بعد کمتری در اجزا ساختمان	
			- مدول و مولاسیون	در قرار گرفتن آنها در کنار هم نبودن نیاز به اندازه درآوردن و مناسب کردن ساختمان در محل کارگاه

۶- تنوع‌پذیری (فضای چند عملکردی)

ساختمان‌ها و فضاها باید قادر به هماهنگی با الگوهای سکونت متفاوت کاربران باشند. توانایی تغییر اندازه فضاها، اجاره استفاده منعطف از آن را برای منظورهای دوگانه و چند گانه فراهم می‌کند. توانایی تقسیم مداوم فضاها، به نوع استفاده از فضا بستگی دارد: فضای غذاخوری می‌تواند با آشپزخانه ادغام شود، اتاق بچه‌ها می‌تواند فضای بازی نیز باشد، یک رستوران می‌تواند برای رخدادهای بزرگ نیز استفاده شود. بسیار حائز اهمیت است که فضاها بتوانند به سادگی و به طور موثری، آداپت شوند (Schumacher, 2010: 102).

تنوع‌پذیری قابلیت فراهم آوردن استفاده‌های مختلف از فضا است. این گونه انعطاف‌پذیری با دو متغیر فضا و زمان سر و کار دارد. فضا می‌تواند برای چند عملکرد به طور همزمان و برای عملکردهای مختلف استفاده شود. تنوع‌پذیری می‌تواند از طریق طراحی نقشه با ساختار هندسی منظم، دسترسی آسان و خوانا به تجهیزات و یا از طریق تنظیم اندازه فضاها به دست آید.

۷- تطبیق‌پذیری (جابه‌جایی فصلی و روزانه) در فضای

سکونتی

تطبیق‌پذیری قابلیت هماهنگ شدن یک فضا با شرایط جدید مورد نیاز است. در مسکن جدید، تطبیق‌پذیری قابلیت است که نیازهای جدید را با تغییر در دیوارهای داخلی و نصب قطعات در واحدهای مسکونی تامین نماید، مشروط بر این که این تغییرات در مساحت واحد مسکونی تغییری ایجاد ننماید. در عمل تطبیق‌پذیری تمام تغییرات از قبیل تغییر شخصیت و ساختار، عناصر خرد و ترکیب فضاها را شامل می‌شود. در برنامه‌ریزی فضاهای انعطاف‌پذیر مؤثرترین روش دست یافتن به تطبیق‌پذیری، ثابت نبودن اجزای داخلی و امکان ترکیب متنوع آنهاست. برای مثال، وقتی محل آشپزخانه، سرویس و ورودی ثابت در نظر گرفته شود، بقیه فضاها می‌توانند با سایر عملکردها تطبیق داده شوند. در مسکن سنتی ایران با توجه به پیروی نقشه، نما و فضاهای خانه از یک الگوی عام شکل‌گیری و نظام ساخت فضاهای

تثبیت شده، تطبیق زندگی روزانه و فصلی با تنظیم روابط افقی و عمودی خانه و استفاده از فضاهای مختلف در ساعات مختلف روز و در فصول مختلف میسر می‌شده است. فضاهایی چون تابستان نشین، زمستان نشین، زیرزمین، بالاخانه و پشت بام امکان تطبیق خانه با شرایط مختلف زندگی را فراهم می‌آورد. سازمان دهنده انعطاف‌پذیری در این مقیاس عنصر مرکزی خانه یعنی حیاط است (عینی‌فر، ۱۳۸۲: ۷۴).

۷-۱- تغییر در کالبد داخلی

فضاهای داخلی در شکل‌دهی به یک معماری انعطاف‌پذیر بیشترین و مهمترین نقش را بر عهده دارند. امکان تغییر در عرصه‌بندی و نحوه استفاده از فضا موجب ایجاد این کیفیت در طراحی می‌گردد. اساس انعطاف‌پذیری فضاهای داخلی بر حرکت عناصر تشکیل دهنده آن وابسته است. عناصری که قابلیت گستردگی و جمع شدن را در فضا داشته باشند. برای ایجاد چنین امکانی می‌بایست ملزومات حرکت این عناصر در مرحله طراحی در نظر گرفته شود. عناصر متغیر در فضاهای داخلی به سه شکل به انعطاف‌پذیری کمک می‌کنند که عبارتند از:

۷-۱-۱- دیوارهای متغیر (پارتیشن‌ها)

دیوارهای متحرک بیشتر مناسب تغییرات فضایی در دوره‌های زمانی کوتاه مدت می‌باشند. در بسیاری از موارد، فضاها نیازمند هماهنگی آنی با شرایط و عملکردهای مختلف هستند. پارتیشن‌های متحرک می‌توانند یک فضا را بسیار فراخ‌تر، نورانی‌تر و یا آرام‌تر نشان دهند و به عبارت دیگر آن‌ها امکاناتی فراتر از نیازهای مادی و عملکردی فراهم می‌آورند. (Schumacher, 2010: 102). از ویژگی‌هایی که این عناصر به فضا می‌بخشند می‌توان به مواردی که در جدول شماره ۳ آورده شده، اشاره کرد.

۷-۱-۲- عناصر متغیر فضا

عناصر متغیر فضا که برای ایجاد تغییر در کالبد داخلی به منظور تطبیق‌پذیری صورت می‌گیرد، طبق جدول ۴ در سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند:

جدول ۳: ویژگی‌های فضا در صورت استفاده از پارتیشن‌های متحرک (نگارندگان براساس پژوهشی از (Schumacher, 2010))

تغییر جو فضاها	تغییر جو فضاها
ساختار دائماً در حال تغییر دیوارهای جداکننده، حالات فضایی متفاوتی ایجاد می‌کنند. تناسب فضاها، شفافیت، صدا و درجه صمیمیت خود را تغییر می‌دهند که ارتباط مستقیم بین کاربر و ساختمان را ایجاد می‌کند.	اجزای ساختمانی متحرک، فضاها را قادر به بزرگ و کوچک شدن می‌کنند. توانایی گذار در ساختارهای فضایی متفاوت، می‌تواند تصویر بیشتری از اتاق‌ها نسبت به آنچه در واقعیت وجود دارد، ایجاد کند. امکان ایجاد سناریوهای کار و زندگی پیچیده‌ای را در فضاهای بسیار کوچک ایجاد کند.
بهبودسازی استفاده از فضا و ایجاد ابعاد متنوع از فضا	می‌توان به دیوارهای جدا کننده به عنوان پانل‌های داخلی برای هدایت و کنترل میزان آکوستیک فضاها استفاده
کنترل میزان صدا	

کرد. دیوارهای متحرک می‌توانند به عنوان جاذب صدا برای کاهش انتقال صدا در بین زون‌های فضایی مختلف استفاده شوند. بسته به نیازها، آنها باید شاخص کاهش صوتی بین ۲۴-۵۰ دسی بل داشته باشند.	کنترل نور و سایه امنیت و حفاظت در مقابل حریق طراحی و ساخت آسان امکان قطعه‌بندی شرایط انبار کردن
زون‌های فضایی قابل تغییر، به فضا اجازه دریافت نور از جبهه‌های متفاوت را می‌دهد. همچنین می‌توانند روشنایی فضاها را نیز کنترل و بسته به نور مورد نیاز، میزان آن را افزایش و یا کاهش دهند.	
استفاده از دیوارهای متحرک و درهای ضدآتش کشویی امکان حصول اطمینان از این امر را که بازشوهای بزرگ به طور قابل اعتمادی ضد آتش می‌شوند را فراهم می‌کند.	
دیوارهای جدا کننده متحرک، سبک وزن و قابل تغییر در شرایط محیطی هستند. آنها همچنین قادر به فراهم آوردن همان خصوصیات تکنیکی و طراحی دیوارهای ثابت هستند.	
زمانی که دیوارهای متحرک خیلی وسیع یا خیلی سنگین باشد و قابل مانور دادن در حالت یک عنصر یکپارچه نباشد و یا وقتی که دیوار باید در برابر شرایط مختلف، واکنش نشان دهد، راهکار، تقطیع دیوار متحرک به قطعات جداگانه است.	
همانند بازشوهای بزرگ، جداگرهای اتاق و درهای ضد آتش، یک پارامتر اصلی برای پارتیشن‌های متحرک، توانایی جابه جایی آنها و قرار دادن در انبار است.	

جدول ۴: عوامل ایجاد عناصر متغیر فضا (منبع: نگارندگان)

منبع	تعریف	عناصر	عناصر متغیر فضا
(Motamedi, 2006: 110)	عمق و ضخامت این دیوارها، می‌تواند برای جا دادن عناصر مختلف دیوار به کار رود. عناصرها در داخل دیوار قرار می‌گیرند و در صورت نیاز بیرون آورده می‌شوند. با متحرک ساختن کلیت دیوار ضخیم، فرد می‌تواند سکانس‌های فضایی متفاوتی ایجاد کند.	پارتیشن‌های فضا دار	
Schumacher, 2010: 108	تغییر در سطوح افقی شامل سقف‌ها و کف‌ها به همراه عناصر مورب همانند پله هاست. قابلیت تغییر این عناصر، ساختارهای عمودی یک ساختمان را تغییر می‌دهد. جداسازی سنتی ساختمان به طبقات، از بین می‌رود، ارتفاع اتاق‌ها ثابت نیست و حاصل آن راه‌های غیر معمول دسترسی به اتاق هاست. مانند کاربرد بالابرها و هیدرولیکی	عناصر اصلی متحرک (کف‌ها، سقف‌ها و پله‌ها)	
Schumacher, 2010: 110	قابلیت حرکت کلیت یک اتاقک در فضا، بهترین پتانسیل انعطاف‌پذیری را ارئه می‌دهد. حرکت تمامیت یک فضا حول سه محور همانند کپسول‌هایی در یک انبار بلند مرتبه، دلالت و ارتباط مستقیمی دارد بر نوع سیستم ریل‌ها، مکانیسم حرکت با توجه به سختی خود اتاقک‌ها و پیش‌بینی خدمات تکنیکی مناسب.	اتاقک‌های متحرک	

۷-۱-۳- تغییرات هوشمند

مصالح هوشمند قادر هستند که این فرآیند را به طور خودکار انجام دهند و بدون کنترل خارجی واکنش می‌دهند. این مصالح قابل انطباق، در آینده حوزه‌های عملکردی جدیدی را ایجاد می‌کنند و برخی از ساختارهای فرمی و تکنیکی معماری را امکان‌پذیر می‌کنند. مزیت ویژه‌ای که در قابلیت‌های این مصالح وجود دارد، سبک‌سازی، تقلیل و راحتی ساختار ساختمان است. به علاوه، امکان کاهش تعداد عناصر مکانیکی قابل حرکت و در نتیجه آن کاهش خرابی آنها از دیگر مزایای این مصالح است.

مصالح قابل انطباق عملکردی بر طبق ویژگی‌های خود در دو گروه دسته‌بندی می‌شوند: "مصالح نیمه هوشمند" که می‌توانند خصوصیات خود را فقط یک و یا چند بار محدود تغییر دهند و "مصالح هوشمند" که به طور مکرر می‌توانند خصوصیات خود را تغییر دهند. محرک انجام این تغییرات، تأثیرات فیزیکی و شیمیایی هستند. تغییرات حاصله نیز

آهن، شیشه، بتن و اخیراً مصالح متنوعی نظیر کامپوزیت‌ها، باعث ایجاد رویکردهای جدیدی در معماری شده‌اند. در اکثر موارد این مصالح، تک عملکردی هستند، تحقیقات اخیر در زمینه مصالح، پیشرفت‌هایی داشته‌اند و امروزه مصالحی تولید و گسترده می‌شوند که در همان سطح اولیه مولکولی خود، دارای ویژگی‌های تعریف شده واضح و مناسبی هستند که آنها را قادر به واکنش خودکار در ارتباط با شرایط محیط خاص خود می‌کند. دیگر گسترش مصالح توسط ویژگی‌های مناسب آنها تعیین نمی‌شوند؛ به جای آن؛ گسترش مصالح در ارتباط با تناسب آنها با مصالح تولیدی تعیین می‌شود. نوع جدیدی از انواع مصالح هوشمند در حال ظهور هستند مثلاً پلاستیک‌هایی که می‌توانند شکل خود را تغییر دهند (Stouten, 2006: 279). در حالی که ویژگی‌های مصالح قابل تغییر می‌توانند به طور خارجی توسط سنسورها و کنترل گرما تغییر یابند؛

طبق جدول ۵ در چند دسته طبقه‌بندی می‌شوند (Schumacher, 2010: 102).

جدول ۵: تغییرات حاصله از مصالح هوشمند (منبع: نگارندگان بر اساس طرح پژوهشی از Schumacher)

مصالح هوشمند	مصالح تغییر دهنده حجم
	در این موارد از سیال‌هایی که دارای انبساط حرارتی هستند، استفاده می‌شود. در ابزارهای کنترل فشار و محرک‌های خطی که همراه با افزایش دما، پیوسته انبساط می‌یابند.
	آلیاژهای فلز و پلاستیک‌ها، با خصوصیت حافظه‌داری و با استفاده از یک فرآیند ترمودینامیکی، که در یک حالت اولیه ثابت هستند، می‌توانند تغییر فرم‌های اندکی را داشته باشند و سپس به فرم اولیه خود بازگردند.
	D30 یک نوع پلاستیک است و از مولکول‌هایی که می‌توانند آزادانه حرکت کنند، تشکیل شده است. تحت فشار، این مولکولها قفل شده و مصالح سخت می‌شود و به مانند ضربه‌گیر عمل می‌کند.
	مصالح کروموزنیک، رنگ و شفافیت خود را تحت تأثیر دما، ولتاژ الکتریکی، فشار و یا نور تغییر می‌دهند.
	برخی مولکول‌ها می‌توانند انرژی بیشتری را از یک محرک خارجی دریافت کنند. با پس دادن این انرژی، بخشی از آن به صورت تابش الکتریکی قابل رویت حذف می‌شود.
	سلول‌های خورشیدی گستره جدیدی از زمینه بیونیک‌ها هستند که رنگ‌های طبیعی و غیر طبیعی ایجاد می‌کنند تا با عملی همانند فتوسنتز پدید آورند.
	مصالح حذف کننده نور
	مصالح تغییر دهنده رنگ و ظاهر
	مصالح تولیدکننده الکتریسیته

۷-۲-۱- سازه های متحرک

این سازه‌ها هم قادر به تغییر فرم و هم تغییر نوع عملکرد خود هستند. به عنوان یک سیستم سازه ای، آنها یک ساختار تحمل کننده نیرو را برای ساختمان فراهم می‌کنند و به عنوان یک سیستم قابل حمل، قادر به ایجاد تغییرات برگشت پذیر در فرم خود هستند. زمانی که فرم سازه تغییر پیدا کرد، عناصر متحرک سیستم، در وضعیت ایمنی در جای خود ثابت هستند و گذار از حالت مکانیسم به سازه باربر را اطلاع می‌دهند (جدول ۶).

۷-۲-۲- تغییر در کالبد خارجی

امکان طراحی اجزا و عناصر ساختمانی و یا سازه ای متحرک قابلیت ایجاد کیفیات جدید و متحرکانه در معماری ساختمان‌ها را فراهم نموده است. اهداف متفاوتی در ایجاد ویژگی‌های تغییر در کالبد خارجی وجود دارد. معماران همواره در انتخاب سیستم‌های سازه‌ای به ویژگی‌های معمارانه‌ی آنها به عنوان پارامتری اساسی به دقت توجه می‌کنند. معماری سازه‌های تغییر فرم‌پذیر نیز به همین جهت همواره مورد توجه معماران بوده است. تغییر در کالبد خارجی توسط عوامل زیر قابل اجراست.

جدول ۶: انواع سازه‌های متحرک (نگارندگان براساس پژوهشی از Schumacher, 2010)

طره‌های تغییر پذیر متراکم	طره‌های تغییر پذیر منعطف	طره‌های متراکم و منعطف	سازه‌های پل متحرک
برخلاف ساختمان‌های قابل حمل که در هر مکان جدیدی توسط اجزای تشکیل‌دهنده خود، دوباره بر روی هم سوار می‌شوند، یک سازه تغییر پذیر، باید در هر کدام از وضعیت های متغیر خود، نقش سازه ای داشته باشد. تغییر شکل یک تیر از وضعیت متراکم به حالت گسترده، می‌تواند به عنوان یک طره در نظر گرفته شود.	در جایی که نیازی به تحرک سیستم‌ها نمی‌باشد و نیز جایی که ساختار سیستم‌ها مانع دسترسی است، لازم است که از نوعی سیستم طره‌ای که خود نیز انعطاف پذیر باشد، استفاده شود.	یک ساختار فشرده و در عین حال منعطف، می‌تواند با ترکیب اصول انبساط و انقباض (کشش قیچی‌سان) با عناصر تلسکوپی حاصل شود، در حین توسعه یک سیستم سازه‌ای با استفاده از قاب‌های هندسی خرابایی.	این سازه‌ها مثال دیگری هستند از این که چگونه اصول مربوط به طره‌ها برای انواع مختلف ساختارها به کار برده می‌شوند. در این جا سیستم طره، حول نقطه تکیه گاهی، چرخانده می‌شود.

۷-۲-۲- سقف های باز و بسته شونده

اینگونه از سقف‌ها با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی، بخشی از سقف و یا کل آن به منظور پاسخگویی به این شرایط در مدت زمان کوتاهی به حالت باز یا بسته در می‌آید، دید به آسمان و استفاده از نور و تهویه طبیعی را برای کاربران در داخل سازه موجب می‌شود. در مقابل سقف

از ویژگی‌های منحصر به فرد این سیستم می‌توان به تطبیق کردن و همساز نمودن بنا با شرایط اقلیمی و محیطی در تمامی فصول سال اشاره کرد که این امر آسایش کاربران و همچنین کاهش مصرف انرژی را به همراه دارد. در

سازه می‌تواند در شرایط جوی نامناسب به منظور محافظت کاربران داخل بنا از باران، برف، گرما و سرما بسته شود.

جدول ۷: ویژگی‌های سقف باز و بسته شونده (منبع: شفیق‌نیا و دیگران، ۱۳۹۲)


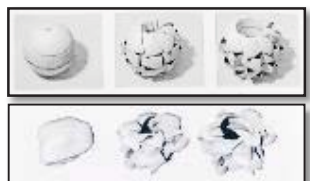

پیش ساخته بودن	چون تمام مراحل ساخت سازه در کارخانه انجام می‌شود، لذا دقت بیشتری در ساخت قطعات و اجزای سازه صرف شده و سبب افزایش کیفیت و مقاومت سازه نهایی می‌شود.
سبک و کم حجم بودن	در مقایسه با سازه‌های دیگر وزن کمتری دارند و همچنین در حالت جمع شده، به صورت یک بسته متراکم و کم حجم در می‌آیند که سبب سهولت نگهداری آن می‌شوند.
سهولت حمل و نقل	این نوع سازه‌ها در حالت جمع شده دارای وزن و حجم نسبتاً کمی هستند، بنابراین حمل و نقل آنها به سادگی انجام می‌پذیرد که سبب صرفه‌جویی در وقت، نیرو و هزینه می‌شود.
نصب سریع و آسان	چون کل سازه در کارخانه ساخته می‌شود، در محل نصب فقط باید سازه را باز کرد که این مهم، با توجه به سبکی نسبی و نوع سازه بسیار آسان بوده و وقت خیلی کمی صرف باز کردن و نصب سازه می‌شود.
تنوع در شکل و طرح	مانند سایر انواع سازه‌های فضا کار، این نوع سازه‌ها نیز می‌توانند در طرح‌ها و شکل‌های مختلفی ساخته شوند.
چند منظوره بودن	بسیاری از این سازه‌ها را می‌توان در موارد مختلفی مورد استفاده قرار داد. مثلاً شبکه‌های دولایه را می‌توان به عنوان سقف فروشگاه‌ها و نمایشگاه‌ها یا سایبان و یا دیوار کاذب و ... به کار برد.

۲-۲-۳- جداره‌های متحرک

آن مورد توجه قرار می‌باشد. از اهداف استفاده از پوسته‌های انعطاف‌پذیر می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: کنترل میزان نور و رنگ، کنترل میزان گرمایش و سرمایش محیط، کنترل شرایط آکوستیک محیط، توان تغییر شکل و یا ابعاد فضاها. طبق جدول شماره ۸ تغییر در کالبد خارجی توسط عوامل گفته شده قابل اجراست. در یک جمع‌بندی می‌توان روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در مؤلفه تطبیق‌پذیری را به شرح زیر عنوان نمود (جدول ۹).

عناصر معماری انعطاف‌پذیر می‌تواند برای کنترل شرایط محیطی در داخل یک ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. یکی از این عناصر مهم و اساسی در زمینه معماری انعطاف‌پذیر، نماها و پوسته‌های هوشمند می‌باشند. طراحی پوسته‌های هوشمند و انعطاف‌پذیر، به عنوان یکی از مباحث قدیمی و پرسابقه مطرح در حوزه معماری، با راهکارهای مختلف خلق آنها جهت ایجاد امکان تغییر شرایط فضاها از نظر ابعاد فضایی، میزان نورگیری، شرایط عایق‌بندی و دیدهای مطلوب

جدول ۸: راهکارهای پوسته‌های انعطاف‌پذیر و هوشمند در انعطاف‌پذیری فضا (منبع: نگارندگان)

تصاویر	گویه‌ها	مؤلفه‌ها	روش	راهکارها
 <p>1989: 662)</p>	<p>محدود کننده‌های مرزی</p> <p>پانل‌های پوشش دهنده</p> <p>گره‌ها</p> <p>میله‌های پنتو گرافیک</p>	<p>ساختارهای سبک تغییر شکل دهنده از عناصر میله‌ای ساده‌ای تشکیل می‌شوند که با استفاده از پارچه و یا پانل‌های صلب پوشاننده می‌شوند.</p>		
-	صفحات صلب			انعطاف پذیری در سازه اصلی
 <p>(Jensen & Pellegrino, 2004: 155)</p>	<p>ساختارهای توده‌ای چون مکعب و کره</p>	<p>ساختارهای پوسته‌ای قابل حرکت: اتصال بین صفحات تکی باعث ایجاد سطوح بدون نیاز به عناصر پوشش دهنده می‌شود. این سطوح توان تغییر شکل در سه بعد را دارا هستند</p>	متحرک	ساختار سازه
 <p>(Tibert, 2002: 215)</p>	<p>صفحات پلاستیکی، کامپوزیت و یا شیشه‌ای تا شوند</p>			

	<p>ترکیب عناصر میله‌ای با صفحات صلب، با اتصالات مفصلی</p>	<p>ترکیب عناصر میله‌ای و پوسته‌های قابل حرکت</p>	
	<p>ساختارهای ترکیبی از کابل و غشا در پوشش دهانه‌ها</p>	<p>ساختارها با عناصر کششی (کابل و غشا) قابل تغییر سبک بودن ساختارها، قابلیت بالا در جمع شدن و فشرده شدن، انتقال بسیار راحت‌تر و کم هزینه‌تر</p>	
	<p>ساختار چادری قابل جمع و بازشو</p>	<p>ساختارهای ترکیبی از عناصر میله‌ای (فشاری) و کششی قابل حرکت</p>	
	<p>ساختارهای تنسگریتی</p>	<p>ساختار اصلی ثابت؛ تغییر در عناصر پوشش دهنده؛ ایجاد سایه بان‌ها، کنترل میزان روشنایی و تأثیر جریان هوای بیرون در تهویه فضاهای داخلی</p>	<p>ساختارهای متحرک در میان سازه اصلی ثابت</p>
	<p>پرده های جمع شو روی پنجره‌ها و فضاهای شیشه‌ای</p>	<p>واکنش قابل پیش‌بینی و در عین حال سریع نسبت به شرایط محیطی</p>	<p>استفاده از مصالح هوشمند</p>
<p>مصالح با قابلیت مبادله انرژی، مصالح با قابلیت تغییر ماهیت، مصالح با قابلیت برگشت‌پذیری، مصالح با قابلیت تغییر موقعیت یا اندازه گسست</p>	<p>استفاده از فضای سبز، درختان و گیاهان خاص، ایده استفاده از پوشش‌های گیاهی روی جداره ساختمان آسان‌تر شدن سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها و هزینه کمتر</p>	<p>راهکارهای ویژه (استفاده از طبیعت)</p>	

جدول ۹: راهکارهای اعمال تطبیق‌پذیری در انعطاف‌پذیری فضا (منبع: نگارندگان)

Schumacher: 2010: 102 (منبع:)



دیوارهای متغیر:

- مناسب دوره زمانی کوتاه مدت،
- پارتیشن‌ها متحرک؛
- فراهم آوردن نیازهای مادی و عملکردی



تغییر در کالبد داخلی:

عناصر متغیر فضا:

- پارتیشن‌های فضا دار
- عناصر اصلی متحرک
- اتاقک‌های متحرک

فضاهای داخلی در شکل‌دهی به یک معماری انعطاف‌پذیر بیشترین و مهمترین نقش را بر عهده دارند امکان تغییر در عرصه‌بندی و نحوه استفاده از فضا موجب ایجاد این کیفیت در طراحی می‌گردد.

تغییرات هوشمند:

- در سطح اولیه مولکولی مصالح، دارای ویژگی‌های تعریف شده واضح و مناسبی هستند که آنها را قادر به واکنش خودکار در ارتباط با شرایط محیط خاص خود می‌کند.



تطبیق‌پذیری



تغییر در کالبد خارجی:

جداره‌های متحرک:

بهبود کیفیات رایج و پایداری همچون زیبایی، ایستایی، عملکرد در معماری و خلق مفاهیم و دستاوردهای نوینی مانند تغییر فرم‌پذیری، تنوع، چندعملکردی، هوشمندی و انعطاف‌پذیری در معماری را نشان می‌دهد)

سازه و سقف‌های متحرک:

این سازه‌ها قادر به تغییر فرم و تغییر نوع عملکرد خود هستند، آنها یک ساختار تحمل کننده نیرو را برای ساختمان فراهم می‌کنند و به عنوان یک سیستم قابل حمل، قادر به ایجاد تغییرات برگشت‌پذیر در فرم خود هستند.

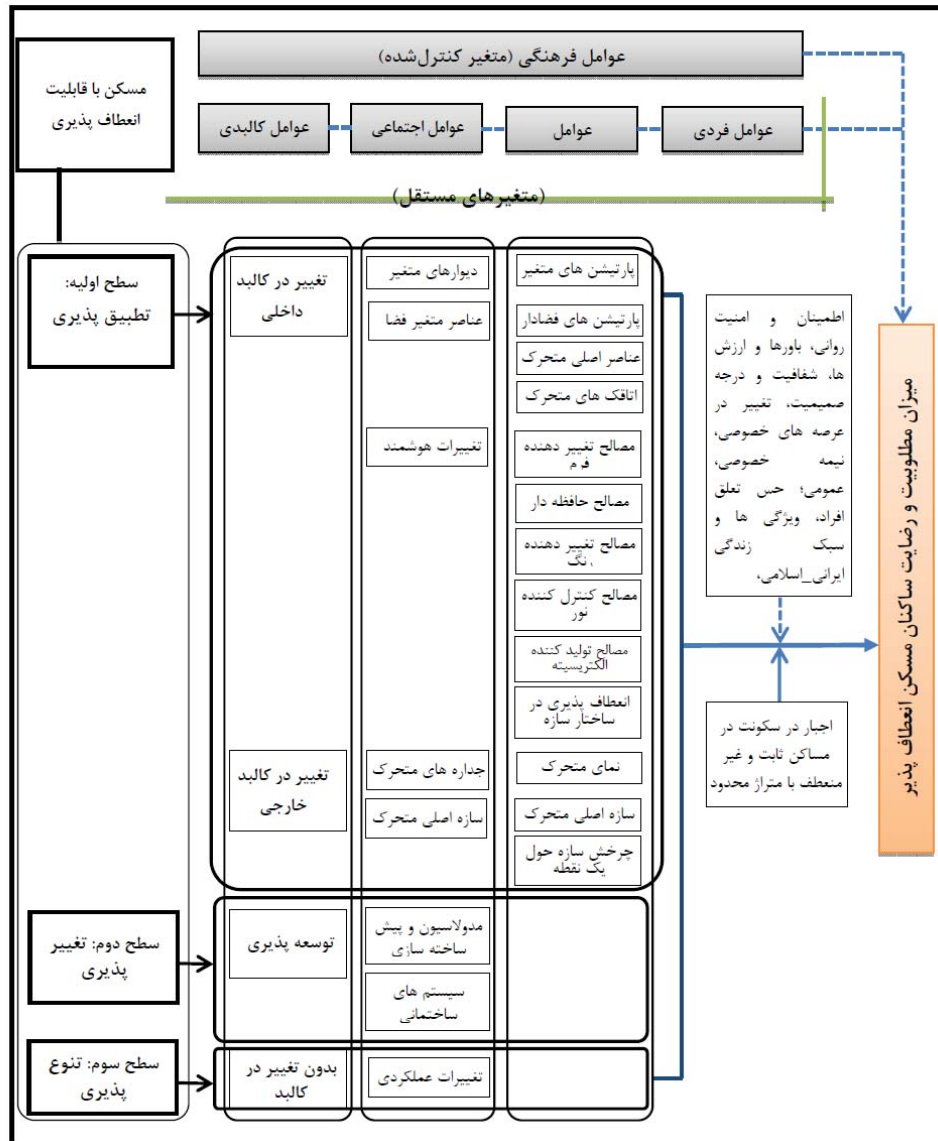
۸- تغییرپذیری (تفکیک و تجمیع)

در طراحی مسکن انعطاف‌پذیر تغییرپذیری به افزایش و کاهش کمی یا تفکیک و تجمیع فضاها و امکان بازگشت به طرح اولیه پس از گسترش یا تقلیل مساحت آن گفته می‌شود. به عبارت دیگر این ویژگی تغییر اندازه فضا را چه در جهت کوچکتر شدن و چه در جهت بزرگتر شدن

امکان‌پذیر می‌سازد. مفهوم تغییرپذیری با مطالعه تغییرات زیر بنا، نیازهای فضایی و شکل فضاها ارتباط پیدا می‌کند. در جهت نیل به این هدف می‌بایست از یکی از راهکارهای ارائه شده در جدول ۱۰ بهره گرفت.

جدول ۱۰: راهکارهای دستیابی به عامل تغییرپذیری در انعطاف‌پذیری فضا (منبع: نگارندگان بر اساس پژوهشی از قنبرزادگان، ۱۳۹۲)

مؤلفه‌ها	گویه‌ها	ویژگی‌ها
مدول و مدولاسیون (اندازه پایه از یک سیستم معین هندسی)	ساخت صنعتی	حجم بالاتر تولید، میزان هزینه به ازای هر واحد تولید شده را کاهش می‌دهد.
	مونتاژ	هدف از طراحی مدولار برای مونتاژ، مدول بندی یک محصول به بخش‌های قابل مونتاژ می‌باشد به نحوی که امکان ساخت و مونتاژ جداگانه هر یک هریک وجود داشته باشد.
سیستم‌های بسته	ارتقا و نوسازی	از طریق مدول بندی یک محصول صنعتی می‌توان در صورت لزوم جز یا اجزایی را با نمونه‌های مشابه و ارتقا یافته‌تری جایگزین کرد.
	تنوع محصول	از طریق ساخت اجزای مدول می‌توان به ترکیبات مختلف و متنوعی از محصول صنعتی دست یافت.
سیستم‌های ساختمانی	باز یافت و استفاده مجدد	اجزای مختلف یک محصول صنعتی از مصالح مختلفی ساخته شده‌اند و در نتیجه نیازمند فرآیندهای باز یافتی متفاوت هستند.
	سیستم‌های سفارشی سازی	مدولاسیون روشی مناسب برای پاسخگویی به سلیقه‌های گوناگون افراد می‌باشد. تمامی اجزا توسط یک سازنده ساخته می‌شوند.
سیستم‌های باز	سیستم‌های بسته	تمامی عناصر مجزا با یکدیگر هماهنگ می‌شوند و به تنهایی نمی‌توانند به دلخواه تغییر یافته، جایگزین یا توسعه یابند
	سیستم‌های ساختمانی مدولار	اشکال در ساخت وسازه‌های با توپوگرافی‌های غیر معمول و یا ساخت وسازه‌های با مجاورت محدود ساماندهی صورت مجموعه‌ای کامل می‌توانند برای تمام ساختمان‌ها توسعه داده شوند.
		امکان استفاده از جایگزین‌های متنوع تر از محصولات کارخانه‌های مختلف برای ساختمان‌های خاص سازماندهی نمی‌شوند
		بر پایه هماهنگی بین اجزای پیش ساخته می‌شوند.



تصویر ۱: الگوی نظری تحقیق (مأخذ: نگارندگان)

۹- الگوی نظری تحقیق

با توجه به موضوعات مطرح شده درخصوص مسکن انعطاف‌پذیر، آموخته‌ها و ویژگی‌های آن، بررسی و ارزیابی روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری و مؤلفه‌های ارائه شده جهت دستیابی به آن، چارچوب نظری تحقیق تدوین شد. هر یک از عوامل تأثیرگذار در بروز احساس رضایت و مطلوبیت ساکنین از روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در سه مقیاس طبقه‌بندی شدند: تطبیق‌پذیری، تغییرپذیری و تنوع‌پذیری. هر سه روش گفته شده جزو روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در مسکن می‌باشند لیکن با توجه به اهمیت و کاربرد زیاد و همچنین ملموس بودن روش تطبیق‌پذیری، این روش بیشتر از دو روش دیگر مورد آزمایشی و سنجش قرار گرفت.

در پژوهش حاضر عوامل فرهنگی به‌عنوان متغیر مداخله‌گر کنترل شده‌اند. ارتباط ساکنان با مسکن انعطاف‌پذیر در طیفی از ابزار رضایت و مطلوبیت در سطوح مختلف مرتبط با محیط به‌عنوان متغیر وابسته و تأثیر عوامل شخصی، اجتماعی، کالبدی و روانی و همچنین انواع روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند. تصویر ۱ عوامل احساس مقبولیت و مطلوبیت از مسکن انعطاف‌پذیر را نشان می‌دهد که متأثر از تغییرات در روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری می‌باشد.

۱۰- روش تحقیق

با هدف نیل به پاسخگویی سوالات تحقیق، این تحقیق از نوع کاربردی بوده و به صورت روش توصیفی-تحلیلی

صورت گرفت و به منظور جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های مختلف اسنادی، کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی بهره گرفته شد. در ادامه ضمن بررسی نمونه‌های موردی، عوامل ایجاد انعطاف‌پذیری بر اساس نوع کاربری ساختمان دسته‌بندی گردید. در این دسته‌بندی تمرکز اصلی بر ارائه مؤلفه‌های کیفی مورد نیاز برای طراحی مطلوب فضاهای مسکونی منعطف می‌باشد. بدین منظور ابتدا در یک مقایسه تطبیقی بین معیارهای مستخرج و ویژگی فضای مسکونی، معیارهایی انتخاب می‌شوند که از ماهیت نزدیک‌تری به فضاهای مسکونی داشته، جامعیت و قابلیت انطباق‌پذیری بیشتری با مکان مورد مطالعه داشته و دارای بیشترین فراوانی در بین مفاهیم بکار رفته دارا می‌باشند.

در بخش نظرسنجی سه قشر معمار، متمول و متوسط شهر تبریز (حدوداً ۱۲۸ مصاحبه شونده از میان هر قشر در فضای سکونتی با زیربنای محدود از گروه‌های سنی و جنسی مختلف)، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مشخص نمودن تعداد حجم نمونه جهت انجام مصاحبه، از فرمول کوکران استفاده شده است. با توجه به اینکه جمعیت شهر تبریز حدود ۱/۴۹۵/۰۰۰ نفر می‌باشد، آنگاه طبق فرمول، حجم نمونه ۳۸۴ نفر خواهد بود.

در گام بعدی، معیارهای مورد ارزیابی در جداولی جداگانه با بکارگیری طیف لیکرت ارزیابی شدند. بگونه‌ای که برای زیر سنج‌های هر معیار، درجه‌های ۱ تا ۵ (کاملاً موافق، موافق، بی‌تفاوت، مخالف و کاملاً مخالف) تعیین شد. در این طیف ۵ قسمتی، به کاملاً موافق نمره ۵ و به کاملاً مخالف نمره ۱ داده شد؛ هر معیار دارای بازه‌ای با کمترین و بیشترین امتیاز است. مجموع کمترین درجات معیار هر جدول مربوط به زمانی است که به همه گویه‌ها ضریب ۱ و بیشترین آن مربوط به حالتی که است که به همه گویه‌ها ضریب ۵ داده شده است و امتیاز هر جدول در بازه‌ای از تعداد گویه‌ها ۱× و تعداد گویه‌ها ۵× قرار دارد. با تقسیم عدد به دست‌آمده از کسر این بازه به سه کیفیت خوب، متوسط و ضعیف خواهیم رسید. امتیاز کلی جدول‌ها نیز به این صورت حساب می‌شود: نمره تعداد گزینه‌های علامت‌زده از وزن کلی گویه (سلیمی و دیگران، ۱۳۸۷، ۶۰-۵۵).

در بررسی روایی محتوایی به شکل کمی، ازدو ضریب نسبی روایی محتوا (CVR) و شاخص روایی محتوا (CVI) استفاده گردید. CVI بصورت تجمیع امتیازات موافق برای هرآیتم که امتیاز "مرتبط اما نیاز به بازبینی" و "کاملاً مرتبط" را کسب کرده‌اند تقسیم بر تعداد کل متخصصان

محاسبه خواهد شد. نیز برای تعیین CVR از متخصصان درخواست می‌شود تا هرآیتم را براساس طیف سه قسمتی «ضروری است»، «مفید است ولی ضرورتی ندارد» و «ضرورتی ندارد» بررسی نماید. سپس پاسخ‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه گردید:
$$CVR = \frac{n_E - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$
 در این راستا پرسش‌نامه در مرحله اول به ۲۰ نفر از اساتید متخصص و مشرف به موضوع مورد نظر ارائه گردید تا نظرات خود را در مورد آن ثبت کنند و CVR برای تک تک سؤالات مورد بررسی قرار گرفت؛ بدین ترتیب سؤالاتی که مقدار CVR آنها بزرگتر از ۰,۴۲ بود نگه داشته شده و اگر زیر ۰,۴۲ بود، بازبینی و اصلاح شده و بعد از بازنگری دوباره توسط متخصصان بررسی شدند تا مقدار آن به حد نصاب مورد نظر برسد (حاجی زاده و اصغری، ۱۳۹۰). با همین روش برای تک تک آیتم‌ها و سؤالات پرسش‌نامه، این مقدار محاسبه گردید. در ادامه CVI برای تک تک سؤالات بررسی گردید. بررسی هر سؤال با گزینه‌های غیرمرتبط، نیاز به بازبینی جدی، مرتبط اما نیاز به بازبینی و کاملاً مرتبط توسط متخصصان پاسخگویی داده شد. از تجمیع امتیازات موافق برای هرآیتم که امتیاز "مرتبط اما نیاز به بازبینی" و "کاملاً مرتبط" را کسب کرده‌اند تقسیم بر ۲۰ (تعداد کل متخصصان) CVI برای هر سوال محاسبه گردید. در صورتی که نمره بدست آمده بالاتر از ۰,۷۹ بود روایی محتوایی مقیاس مورد تأیید قرار گرفت، در غیر این صورت سؤالات بازنگری گشته و دوباره بررسی شدند و یا کلاً حذف گشتند. بدین ترتیب اعتبار محتوایی پرسشنامه تأیید گردید.

در ارائه پرسشنامه‌ها به افراد خبره، از ایشان خواسته شد کلیه نظرات خود را راجع به هر سؤال ارائه دهند و برای هر نظر توضیحات روشن کننده، نقاط ضعف و قوت را از نظر خودشان بنویسند. این کار، به عنوان استراتژی زایش ایده‌ها عمل نموده و هدف آن آشکارسازی کلیه موضوعات مرتبط با عنوان تحت مطالعه است. بدین ترتیب هر یک از متخصصین هر نوع ایده و نظر خود را آزادانه مطرح نمودند و فهرست موضوعات مورد نظر خود را بطور مختصر و بدون نام برگرداندند. در مرحله نهایی تمامی نظرات اظهار نظر، تجدید نظر مرتبط تا حد امکان جمع بندی و در پرسش‌نامه تکمیلی اعمال گردید.

در مورد پایایی این تحقیق، در تحلیل هم‌خوانی درونی، آلفای کرونباخ کل پرسش‌نامه ۰/۹۳۴ به دست آمد. نیز تمامی حوزه‌های پرسش‌نامه از ضرایب استاندارد پایایی بین ۰/۷۴ تا ۰/۹۰ برخوردار بودند.

"پارتیشن‌های فضا دار"، "مصالح تغییر دهنده رنگ"، "مصالح کنترل کننده نور" و "مصالح تولید کننده الکتریسیته" جزو قوی ترین معیارها برای اعمال انعطاف پذیری در این حوزه محسوب می‌گردد. در نهایت می‌توان گفت در هر سه قشر، تغییر در کالبد داخلی به خصوص ریز فضاها از میزان مقبولیت و مطلوبیت بالاتری نسبت به کالبد خارجی برخوردار بوده و احساس نیاز بیشتری می‌شود. نیز تغییر در سازه‌های اصلی و چارچوب های کلی ساختمان از استقبال کمتری برخوردار است. معماران و طبقه متمول نسبت به قشر متوسط بیشترین احساس نیاز را به فضاهای انعطاف پذیر می‌کنند، به طوری که می‌توان گفت قشر معمار و متمول خواستار تغییر بیشتری در داخل فضاهای خود هستند (جدول ۱۲).

مجموع امتیازات ناشی از تطبیق پذیری در کالبد داخلی با دامنه نوسان ۵۰-۱۰ بین ضعیف (۲۳-۱۰)، متوسط (۳۷-۲۴) و قوی (۵۰-۳۸) رتبه بندی گردید. نیز مجموع امتیازات ناشی از تطبیق پذیری در کالبد خارجی با دامنه نوسان ۱۵-۳ امتیاز در سه طبقه ضعیف (۷-۳)، متوسط (۱۱-۸) و قوی (۱۵-۱۲) محاسبه گردید. در بخش تغییر در کالبد داخلی سه معیار "دیوارهای متغیر"، "عناصر متغیر فضا" و "تغییرات هوشمند" و در بخش تغییر در کالبد خارجی، دو مؤلفه‌ی "جداره‌های خارجی متحرک" و "سازه‌های متحرک" مورد آزمایش قرار گرفت. در این میان، "عناصر اصلی متحرک (پله، سقف و ...)" در بخش تغییر در کالبد داخلی کمترین میزان خواستار را در بین پرسش شوندگان دارا می‌باشد همچنین پنج مؤلفه‌ی "پارتیشن‌های متغیر"،

جدول ۱۲: ارزیابی تطبیق پذیری بر اساس هر قشر (منبع: نگارندگان)

ارزیابی معیارها	کسب شده کل	قشر جامعه									معیارهای تفضیلی
		متوسط			متمول			معمار			
		مؤلفه	رتبه	امتیاز	مؤلفه	رتبه	امتیاز	مؤلفه	رتبه	امتیاز	
تغییر در کالبد داخلی	دیوار متغیر	۱۳/۱۵	*	۵	*	۴	*	۴	*	۴	پارتیشن‌های متغیر
	پارتیشن‌های فضا دار	۱۴/۱۵	*	۵	*	۴	*	۴	*	۵	پارتیشن‌های فضا دار
	عناصر متغیر قضا	۷/۱۵	*	۲	*	۲	*	۲	*	۳	عناصر اصلی متحرک (سقف، پله و...)
	اتاقک‌های متحرک	۱۲/۱۵	*	۴	*	۴	*	۴	*	۴	اتاقک‌های متحرک
	مصالح تغییردهنده فرم	۸/۱۵	*	۱	*	۳	*	۳	*	۴	مصالح تغییردهنده فرم
	مصالح حافظه دار	۱۰/۱۵	*	۲	*	۴	*	۴	*	۴	مصالح حافظه دار
	مصالح تغییردهنده رنگ	۱۴/۱۵	*	۴	*	۵	*	۵	*	۵	مصالح تغییردهنده رنگ
	تغییرات هوشمند	۱۵/۱۵	*	۵	*	۵	*	۵	*	۵	مصالح کنترل کننده نور مصالح تولید کننده الکتریسیته
	انعطاف‌پذیری در ساختار سازه	۱۱/۱۵	*	۴	*	۳	*	۳	*	۴	انعطاف‌پذیری در ساختار
	جداره‌های متحرک	۱۰/۱۵	*	۳	*	۳	*	۳	*	۴	نمای متحرک
تغییر در کالبد خارجی	سازه اصلی متحرک	۱۰/۱۵	*	۳	*	۳	*	۳	*	۴	سازه اصلی متحرک (سقف و کنسول)
	چرخش سازه حول یک نقطه	۹/۱۵	*	۲	*	۳	*	۳	*	۴	چرخش سازه حول یک نقطه
	کل/کسب شده بر حسب قشر نتایج بر حسب قشر	۴۵/۶۵				۴۹/۶۵				۵۵/۶۵	کل/کسب شده بر حسب قشر نتایج بر حسب قشر

تغییر در کالبد داخلی نسبت به کالبد خارجی دارند. نیز در این میان قشر معمار جامعه نسبت به قشر متمول و متوسط، تغییر در کالبد خارجی را بیشتر می‌پسندند. در نهایت می‌توان گفت مقبولیت و مطلوبیت اعمال روش‌های انعطاف‌پذیری در فضای مسکونی توسط هر سه قشر معمار، متمول و متوسط جامعه مثبت ارزیابی شده است. قشر معمار بالاترین رغبت و قشر متوسط کمترین رغبت را در این ارزیابی دارا می‌باشند. (جدول ۱۳).

بین میانگین آمار مقبولیت و مطلوبیت روش‌های اعمال انعطاف‌پذیری در فضای سکونتی هر سه قشر و همچنین میانگین مولفه‌های عمومی اعمال انعطاف‌پذیری، آزمون T test اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$). عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، کالبدی و روانی و غیره به گونه مستقیم یا غیرمستقیم به عنوان مانعی در مسیر شکل‌گیری و تحقق مسکن منعطف می‌باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت هر سه قشر احساس نیاز بیشتری را به

جدول ۱۳: ارزیابی انعطاف‌پذیری بر اساس ریز مؤلفه‌ها در قشرهای جامعه (منبع: نگارندگان)

ارزیابی بر اساس ریز مؤلفه‌ها در قشرهای جامعه		قشر جامعه		معیارهای تفضیلی		تغییر در کالبد داخلی	تغییر در کالبد خارجی
معماری	متمول	متوسط	معیار کلی	معیار کلی	معیار کلی		
۴/۵	۴/۵	۵/۵	۳۷/۵۰	۳۷/۵۰	۳۷/۵۰	دیوار متغیر	تغییر در کالبد داخلی
۱۲/۱۵	۱۰/۱۵	۱۱/۱۵	۳۹/۵۰	۳۹/۵۰	۳۹/۵۰	عناصر متغیر فضا	تغییر در کالبد داخلی
۳۷/۳۰	۲۵/۳۰	۲۱/۳۰	۳۷/۳۰	۳۷/۳۰	۳۷/۳۰	تغییرات هوشمند	تغییر در کالبد داخلی
۴/۵	۳/۵	۳/۵	۹/۱۵	۹/۱۵	۹/۱۵	جداره‌های متحرک	تغییر در کالبد داخلی
۸/۱۰	۶/۱۰	۵/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	۸/۱۰	سازه اصلی متحرک	تغییر در کالبد داخلی
۵۵/۶۵	۴۹/۶۵	۴۵/۶۵	۵۵/۶۵	۵۵/۶۵	۵۵/۶۵	کل اکسپ شده برحسب قشر	نتایج برحسب قشر

۱۲- نتیجه‌گیری

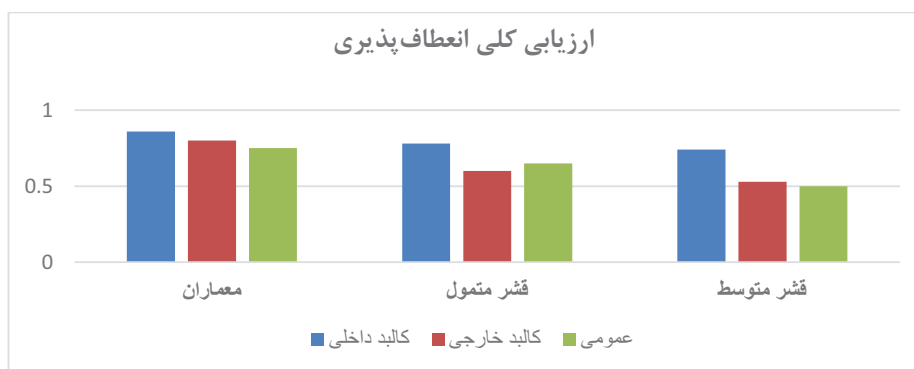
معماران نسبت به فضاهایی که مردم غیرمعمار با انعطاف‌پذیری و روش‌های اعمال آن مشکل دارند، احساس مسئولیت بیشتری کرده و دقت عمل بیشتری در رابطه با نوع طراحی و نحوه ساخت آن داشته باشند.

مطلوبیت فضاها بر حسب امتیازات بدست آمده براساس مؤلفه‌های عمومی با دامنه نوسان ۱۵-۳ امتیاز در سه طبقه ضعیف (۷-۳)، متوسط (۱۱-۸)، خوب (۱۵-۱۲) مورد ارزیابی قرار گرفت. در این میان مؤلفه‌های "امنیت روانی"،

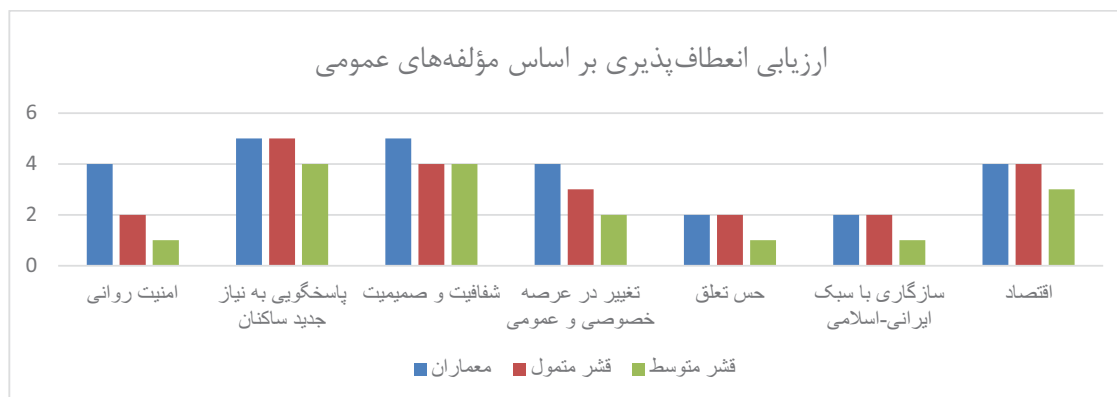
در این تحقیق به میزان مقبولیت و احساس نیاز فضاهای انعطاف‌پذیر در سه قشر جامعه کلان شهر تبریز (قشر معمار، متمول و قشر متوسط) پرداخته شد در نهایت می‌توان عنوان نمود در فضاهای داخلی احساس نیاز شدیدی به انعطاف بودن عرصه‌ها وجود دارد تا در کالبد خارجی. و در بین سه قشر، معماران دید مثبت‌تری از سایر قشرها نسبت به فضاهای منعطف دارند (نمودار ۱). با این تفاسیر لازم و ضروریست که

عمومی و خصوصی" و "اقتصاد" از معیارهای متوسط اعمال انعطاف‌پذیری محسوب می‌شوند (نمودار ۲).

"حس تعلق" و "سازگاری با سبک ایرانی - اسلامی" از نقاط ضعف و "پاسخگویی به نیاز جدید ساکنان" و "شفافیت و صمیمیت" از نقاط قوت و "تغییر در عرصه



نمودار ۱. ارزیابی کلی انعطاف‌پذیری (منبع: نگارندگان)

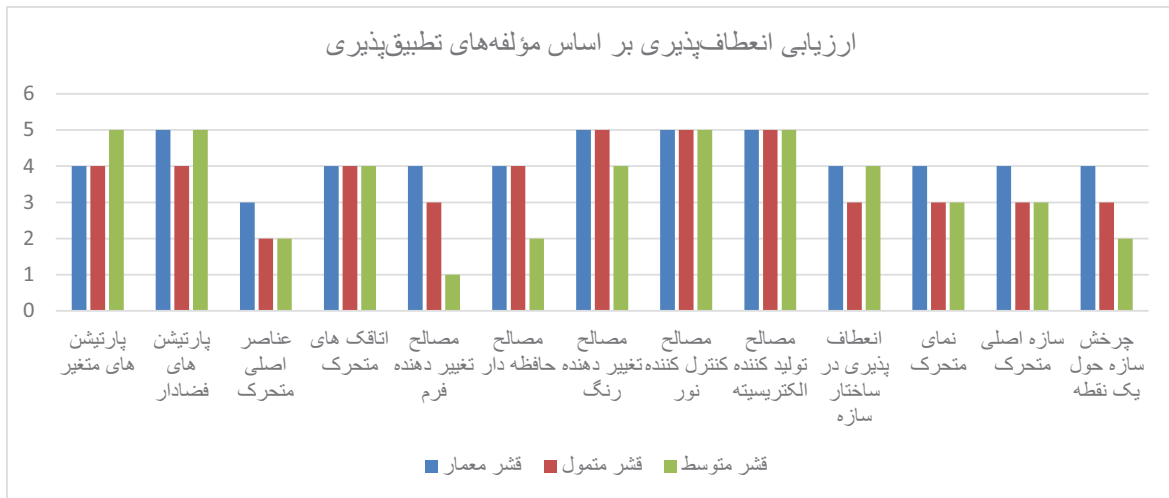


نمودار ۲. ارزیابی انعطاف‌پذیری بر اساس مؤلفه‌های عمومی (منبع: نگارندگان)

تولیدکننده الکترونیسیته" جزو قوی‌ترین معیارها بدست آمد.. "اتاقک‌های متحرک"، "مصالح تغییردهنده فرم"، "مصالح حافظه‌دار" انعطاف‌پذیری در ساختار سازه"، "نمای متحرک"، "سازه اصلی متحرک (سقف و کنسول)"، "چرخش سازه حول یک نقطه" نیز از نقاط متوسط اعمال روش‌های انعطاف‌پذیری ارزیابی شدند (نمودار ۳).

نکته حائز اهمیت امکان رفع مشکلات از طریق راهکارهایی وجود دارد که در جدول ۱۴ به آن اشاره شده است که باید در طراحی مسکن منعطف مد نظر قرار گیرد.

مطلوبیت فضاها بر حسب امتیازات بدست آمده بر اساس مؤلفه‌های تطبیق‌پذیری، در کالبد داخلی با دامنه نوسان ۵۰-۱۰ امتیاز در سه طبقه ضعیف (۲۳-۱۰)، متوسط (۳۷-۲۴)، قوی (۵۰-۳۸) و در کالبد خارجی با دامنه نوسان ۱۵-۳ امتیاز در سه طبقه ضعیف (۷-۳)، متوسط (۱۱-۸) و قوی (۱۵-۱۲) ارزیابی شدند. در این بین عناصر اصلی متحرک (پله، سقف و ...) "ضعیف‌ترین معیار و پنج مولفه‌ی "پارتیشن‌های متغیر"، "پارتیشن‌های فضا‌دار"، "مصالح تغییردهنده رنگ"، "مصالح کنترل‌کننده نور" و "مصالح



نمودار ۳: ارزیابی انعطاف‌پذیری بر اساس مؤلفه‌های تطبیق‌پذیری (منبع: نگارندگان)

جدول ۱۴: جمع‌بندی نقاط ضعف و راهکارها (منبع: نگارندگان)

راهکارها	نقاط ضعف
طراحی المان‌های مستحکم در شکل ظاهری کمترین استفاده از انعطاف‌پذیری در عرصه‌های خصوصی کمترین تغییر در ظاهر فیزیکی فضا (نور، رنگ و ...)	امنیت روانی
استفاده از المان‌های اسلیمی مقرون به صرفه کردن مصالح و پارتیشن‌ها کمترین استفاده از اینگونه تغییرات در فضای داخلی.	تغییر در عرصه خصوصی و عمومی
در صورت استفاده، ضروری بودن استحکام آنها استفاده به عنوان کوچکترین بخش از فضا مانند کتابخانه‌های متحرک کمترین استفاده از اینگونه مصالح در قسمت‌های اصلی استفاده به عنوان دکوراسیون داخلی کمترین استفاده از اینگونه مصالح در قسمت‌های اصلی استفاده به عنوان دکوراسیون داخلی کمترین استفاده در سازه اصلی.	حس تعلق
استفاده به عنوان قسمت‌های فرعی ایجاد تنوع با کمترین هزینه در نماهای خارجی کمترین استفاده در قسمت‌های اصلی استفاده به عنوان متحرک بودن بخشی از سقف کمترین استفاده در قسمت‌های اصلی استفاده به عنوان قسمت کوچکی از نمای خارجی جهت تنوع	سازگاری با سبک ایرانی - اسلامی
	اقتصاد
	عناصر اصلی متحرک (پله و سقف)
	اتاقک‌های متحرک
	مصالح تغییر دهنده فرم
	مصالح حافظه دار
	مصالح تولید کننده الکتریسیته
	انعطاف‌پذیری در ساختار سازه
	نمای متحرک
	سازه اصلی متحرک (سقف و کنسول)
	چرخش سازه حول یک نقطه
	کالبد داخلی
	کالبد خارجی

فهرست منابع

- ابوالقاسمی، لطیف (۱۳۶۶). معماری ایران، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- اقبالی، رحمان و حصاری، پدram (۱۳۹۲). رویکرد مدولار و پیش ساختگی در مسکن انعطاف‌پذیر، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۴۳، صص. ۶۸-۵۳.
- برهانی، فرناز (۱۳۸۶). انعطاف‌پذیری در مسکن حداقل، فصلنامه آبادی. شماره ۲۰، صص. ۳۸-۵۰.
- چارلسون، اندرو (۱۳۸۸). سازه به مثابه معماری، کتاب مرجع برای مهندسان و معماران سازه، مترجم: محمود گلابچی و احسان سرروش‌نیا، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- حاجی‌زاده، ابراهیم و اصغری، محمد (۱۳۹۰). روش‌ها و تحلیل‌های آماری با نگاه به روش تحقیق در علوم زیستی و بهداشتی، تهران: جهاد دانشگاهی، چاپ اول.
- حاجی‌زاده، ابراهیم و اصغری، محمد (۱۳۹۰). روش‌ها و تحلیل‌های آماری با نگاه به روش تحقیق در علوم زیستی و بهداشتی (به همراه راهنمای SPSS)، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی تبریز.

- حسینی، اکرم و شریفزاده، سمیه (۱۳۹۴). واکاوی آسیب‌ها و محدودیت‌های انعطاف‌پذیری در مسکن معاصر ایران، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۵۰، صص ۳۲-۱۹.
- دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۷۷). لغت‌نامه دهخدا، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- زندیه، مهدی؛ اقبالی، رحمان و حصار، پدram (۱۳۹۰). روش‌های طراحی مسکن انعطاف‌پذیر، نقش جهان، شماره ۱، صص. ۹۵-۱۰۵.
- سلیمی، مجید؛ شهباز مرادی، سعید و بامداد صوفی، جهانیار (۱۳۸۷). طراحی و ساخت مقیاس مجموعه نمرات لیکرت با رویکرد پژوهشی در مدیریت، مجله دانش مدیریت، دوره ۲۱، شماره ۸۰، صص. ۴۱-۶۰.
- شفیق‌نیا، مهسا؛ تقی‌زاده، کنایون و آصفی، مازیار (۱۳۹۲). بررسی نقش ساختارهای متحرک و باز و بسته شونده در دستیابی به یک معماری انعطاف‌پذیر، کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار معماری و شهرسازی، ایران.
- عینی‌فر، علیرضا (۱۳۸۲). الگویی برای تحلیل انعطاف‌پذیری در مسکن سنتی ایران. نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۳، صص. ۶۴-۷۷.
- قنبرزادگان، حسن (۱۳۹۲). طراحی نمایشگاه بین‌المللی مرکز تجارت منطقه آزاد ماکو با رویکرد انعطاف‌پذیری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- گروتز، یورگ (۱۳۷۵). زیبایی شناختی در معماری، مترجم: جهان‌شاه پاکزاد و عبدالرضا همایون، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- گیدویون، زیگفرد (۱۳۶۵). فضا، زمان و معماری. مترجم: منوچهر مزینی، تهران: انتشارات دانشگاه علمی و فرهنگی.
- Asefi M. & Kronenburg R., (2006). An Architectural Evaluation of Transformable Roof Structures, International Conference on Adaptable Building Structures Eindhoven.
- Caroll C., Cowans J. & Darton D., (1999). Meeting Part M and Designing Lifetime Homes York: Josef Rowantree Foundations.
- Emamgholi A., (2011). Flexible Spaces in Architecture, 5th Symposium Advances in Science & Technology, Iran, Mashhad.
- Gantes C., Logcher R.D. & Connor J.J., (1993). Deployability Conditions for Curred and Flat, Polygonal and Trapezoidal Deployable Structures, International Journal of Space Structures, Vol. 8, No. 182, pp. 97-106.
- Jensen F. & Pellegrino S., (2004). Expandable Blob Structure IASS Symposium on Shell and Spatial Structure-from Models to Realization, France.
- Motamedi A., (2006). Great Spaces, Flexible Homes, Spain, Carles Brono.
- Scheneider T.a. & Till J., (2005). Flexible Housing: Opportunities and Limits, Architectural Research Quarterly, Vol. 9, No. 2.
- Schumacher M., Schaeffer O. & Marcus Wogt M., (2010). Architecture in Motion-Dynamic, Components and Elements, Published by Birkhauser Architecture.
- Stouten P., (2006). Sustainable Floor Plans, International Journal for Housing Since, Vol. 4, pp. 267-280.
- Tibert G., (2002). Developable Tensegrity Structures for Space Applications, Doctoral Stockholm, Roya Institute of Technology Department of Mechanics.