دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۲۷

نوع مقاله: پژوهشی

صفحه ۲۴-۱

استراتژی‌های طراحی در ساخت و سازهای تاب آور اقلیمی (نمونه موردی: خانه عباسیان کاشان)

زینب محمودی *[۱]، غزل فرجامی [۲]، نفیسه یاری بروجنی [۳]

چکیده

تغییر شرایط اقلیمی در سطح جهان و اثرات ناشی از آن موضوع نگران کننده عصر حاضر است. تاب‌آوری اقلیمی به‌عنوان راه حل پاسخگو به رویدادهای ناگهانی اقلیمی توسط بسیاری از محققان مطرح شده است. با توجه به این که ساختمان‌ها موجب انتشار درصد بالایی از گازهای گلخانه‌ای هستند و با تکیه بر مطالعات انجام شده در زمینه روند رو به رشد تغییر اقلیم، مسأله تاب‌آوری اقلیمی در شهرها و در راستای آن تاب‌آوری ساختمان‌ها مطرح شده است؛ بنابراین پرداختن به استراتژی‌های کاربردی تاب‌آوری در طراحی ساختمان‌های آینده جهت پاسخ به سناریوهای اقلیمی ضروری است. منظور از استراتژی‌ها، مؤلفه‌ها و عوامل و عملکردهایی است که در زمینه تاب‌آوری اقلیمی در بخش ساختمان‌سازی مطرح است. پژوهش حاضر با هدف یک بررسی تکمیلی در جهت بیان استراتژی‌های تاب‌آوری معماری‌های آینده حائز اهمیت است. مسئله مورد تأکید آن است که توجه به مؤلفه‌ها و استراتژی‌های تاب‌آوری ساخت‌وسازهای آتی با توجه به روند تغییر اقلیم جهانی در جهت استفاده در استانداردهای طراحی در ساختمان‌سازی لازم توجه است. این بررسی ابتدا با توجه به تأثیرات ناشی از تغییر اقلیم به عوامل خارجی و داخلی جهت بیان استراتژی‌های تاب‌آوری ساختمان و سپس زیرمجموعه‌های آن‌ها می‌پردازد و درنهایت به روش توصیفی _ تحلیلی و کیفی، یافته‌های حاصل از آن به‌صورت استراتژی‌های کلی در قالب جدول مطرح شده است. نتایج چنین است که تمامی مؤلفه‌های یک ساختمان از شروع طراحی تا پایان ساخت در بخش‌های مختلف ساختمان در تاب‌آوری آن مؤثر است و کوتاهی در بخش ساختمان در جهت تاب‌آوری، رویدادهای اقلیمی متغیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی

تغییر اقلیم، تاب‌آوری اقلیمی، استراتژی‌های تاب‌آوری.

۱- کارشناسی ارشد معماری، موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو اصفهان

*- نویسنده مسئول: z_mahmoodi1991@yahoo.com

۲- دکتری معماری ، عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی دانش پژوهان پیشرو اصفهان

۳- دانشجوی دکتری معماری اسلامی، دانشگاه هنر اصفهان، مدرس موسسه آموزش عالی دانش‌پژوهان پیشرو

مقدمه

با آگاهی روزافزون از تأثیرات تغییرات اقلیمی توسط نهادهای ملی و بین‌المللی، ایجاد تاب‌آوری اقلیمی به هدف اصلی بسیاری از نهادها تبدیل شده است(Bozkurt 2018). به همین دلیل، درک رفتار بخش بزرگی از ساختمان‌های موجود و تاب‌آوری برای سناریوهای اقلیمی آینده ضروری است(Rubio-Bellido, Pulido-Arcas, & Cabeza-Lainez 2015).

تاب‌آوری اقلیمی در چارچوب محیط ساخته‌شده به معنای ترکیب کردن طراحی یک ساختمان با جنبه‌ها و ویژگی‌هایی است که به ساختمان اجازه می‌دهد وظایف موردنظر خود را در حال حاضر و در آینده قابل پیش‌بینی انجام دهد. به‌طور خاص، به توانایی یک ساختمان برای ادامه عملکرد همان‌طور که در مواجهه با فشارهای محیطی ناشی از تغییرات اقلیم در نظر گرفته شده است، اشاره می‌شود(Alfraidi & Boussabaine 2015).

عوامل مشترک به‌طور کامل تغییر در محیط داخلی یک معماری با توجه به تغییرات فصلی یا سالانه در آب‌وهوای خارجی را توصیف می‌کنند و می‌توانند برای قضاوت در مورد تاب‌آوری تغییر اقلیم یک ساختار خاص مورد استفاده قرار گیرند. برآورد و استفاده از این عوامل برای ساختمان‌های جدید یا موجود اجازه می‌دهد، طراحی ساختمان‌های با تاب‌آوری بیشتر و متناسب با شرایط جوی متغیر، در معرض خطر قرارگرفتن ساکنین در ساختمان‌های آسیب‌پذیر را کاهش دهد(Coley & Kershaw 2010). سهم معماری در کاهش تغییر اقلیم بر اساس طراحی و ساخت ساختمان‌ها و سازه‌های دوستدار محیط‌زیست است که در کل چرخه زندگی آن‌ها تأثیر منفی بر محیط‌زیست دارد(Aleksić et al. 2016).

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده مطالعاتی زیادی به‌صورت پراکنده در زمینه‌های مختلف تاب‌آوری ساختمان انجام شده است اما این نکته حائز اهمیت است که مؤلفه‌ها و استراتژی‌های مرتبط و مؤثر به‌طور جامع برای دسترسی آسان‌تر برای کدها و استانداردهای طراحی ساخت‌وسازهای آتی معرفی نشده‌اند؛ مقاله حاضر از طریق دستاوردهای اطلاعاتی و داده‌ای به‌صورت کتابخانه‌ای با مطالعه کتاب‌ها، مقالات، اسناد و مدارک بین‌المللی جمع‌آوری شده و به‌صورت تحلیل محتوای اسنادی و کیفی برای یک بررسی پژوهشی توصیفی_تحلیلی، در پی آن است که با بررسی ساختمان‌ها در شرایط مختلف استراتژی‌های مؤثر برتاب آوری اقلیمی در ساختمان‌ها را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داده و آن‌ها را معرفی کند. در انتها با توجه به مطالعات و بررسی‌ها و بیان استراتژی‌های تاب‌آوری، یافته‌ها به‌صورت کلی برای هر مؤلفه معرفی شده است.

تغییر اقلیم و گرمایش زمین

گرم شدن کره زمین یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تخریب محیط‌زیست است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ترتیب به CO_2با ۸۲ درصد، CH_4 با ۱۱ درصد و NO_2 با ۵ درصد مربوط می‌شود. از میان گازهای گلخانه‌ای، کربن‌دی‌اکسید بدترین تأثیر را در تخریب آب‌وهوا و گرمایش کره زمین دارد (محقر و دیگران ۱۳۹۸). قبل از انقلاب صنعتی، سطح CO_2 جو حدود ۲۸۰ ppm بود؛ تا سال ۲۰۱۳، این سطح برای اولین بار از ۴۰۰ppm شکسته شد؛ در ۳ ژوئن ۲۰۱۹ در ۴۱۴٫۴۰ ppm ایستاد (Fleming 2019).

با توجه به آمار اعلام شده از سوی اتحادیه مربوط به دانشمندان در ۱۲ آگوست ۲۰۲۰، کشورهای چین، آمریکا، هند، روسیه، ژاپن، آلمان، ایران، کره جنوبی، عربستان سعودی و اندونزی، ده کشوری هستند که بیشترین میزان انتشار CO_2 را تا پایان سال ۲۰۱۸ در سطح جهانی داشتند. بااین‌حال، روند فردی این ملت‌ها طی دو دهه گذشته بسیار متفاوت بوده است. روسیه، آلمان، کره‌جنوبی هرکدام روند کاهشی در انتشار کربن داشتند، ایالات‌متحده و ژاپن به‌عنوان رشد نوری در انتشار کربن (تقریباً ۴٪) دارای امیدواری هستند تا بتوانند در دهه آینده میزان انتشار کربن را کاهش دهند Union of Concerned Scientists 2020). اما چین، هند و ایران همه با رشد نگران‌کننده و دورقمی روند افزایشی داشتند. اگر این رشد قابل بررسی نباشد، این سه کشور تا پایان دهه جاری سه انتشاردهنده اصلی کربن در جهان خواهند بود .(Nejat et al. 2015)

جدول۱: ده کشور منتشرکننده بیشترین میزان دی‌اکسیدکربن در سال ۲۰۱۸ (Union of Concerned Scientists 2020)

رتبه	کشور	انتشار CO_2 (کل) برحسب GT (گیگاتن متریک)	رتبه	کشور	انتشار CO_2(کل) برحسب GT
۱	چین	۱۰/۰۶	۶	**آلمان**	**۰/۷۵**
۲	ایالات متحده آمریکا	۵/۴۱	۷	**ایران**	**۰/۷۲**
۳	هند	۲/۶۵	۸	کره جنوبی	۰/۶۵
۴	روسیه	۱/۷۱	۹	عربستان	۰/۶۲
۵	ژاپن	۱/۱۶	۱۰	اندونزی	۰/۶۱

طبق آخرین سرشماری منتشرشده توسط سالنامه آماری جهانی در ژوئیه ۲۰۱۹، به‌وضوح دیده می‌شود که کل مصرف انرژی اولیه در ایران افزایش چشمگیری داشته است، از ۲۵۵ تن در سال ۲۰۱۷ به ۲۶۵ تن در سال ۲۰۱۸ که به معنای تغییر ۴.٪۲ بین دو سال ذکر شده است. به عبارت دقیق‌تر، میزان مصرف گاز طبیعی، مصرف برق و میزان انتشار CO_2 به ترتیب ۷، ۱,۲ و ۴,۴ درصد افزایش یافته است که بین سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ بیشتر شده است (Balali et al. 2020). آمار موجود برای ایران نشان می‌دهد که میزان انتشار CO_2 در طول دوره ۴۰ ساله از سال ۱۹۷۶ تقریباً ۸/۴ برابر شده است (محقر و دیگران ۱۳۹۸).

بخش ساختمان نیز یکی از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در جهان است (Foruzanmehr & Nicol 2008). صنعت ساختمان، در طول زنجیره تأمین خود، گاز کربن دی‌اکسید منتشر می‌کند. این آلایندگی در مرحله تولید مواد اولیه، انتقال به سایت و محل اجرای پروژه و فعالیت‌های تولید در محل اجرای پروژه ایجاد می‌گردد (محقر و دیگران ۱۳۹۸). نسبت کل استفاده از انرژی قابل انتساب به ساختمان‌ها معمولاً از ۱۰- "۱۵ در کشورهای توسعه‌نیافته تا بیش از ۴۰٪ در کشورهای پیشرفته است (Foruzanmehr & Nicol 2008). تقریباً ۳۰٪ از کل منابع جهانی را بهره‌برداری می‌کند و همچنین بیش از ۳۰٪ از گازهای گلخانه‌ای تولیدشده را در کشورهای پیشرفته منتشر می‌کند (Balali et al. 2020). در ایران آمار نشان می‌دهد که ساختمان‌ها حدود ۳۹٪ از کل انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهند. میزان انرژی مصرف‌شده در ساختمان‌ها در این کشور معادل ۳۰٪ از درآمد سالانه نفت آن است (Foruzanmehr & Nicol 2008). در ایران سهم ساختمان‌های مسکونی با احتساب ساختمان‌های تجاری و خدماتی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به بیش از ۲۳ درصد از کل انتشار کشور می‌رسد (یوسفی و قدوسی نژاد ۱۳۹۵).

با استفاده و هدر دادن انرژی، ساختمان‌های وابسته به انرژی تهویه مطبوع منجر به انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای می‌شوند که باعث گرم شدن کره زمین می‌شوند. در آب‌وهوای گرم (همچون اصفهان)، بیشتر ساختمان‌های قرن بیستم حتی برای شرایط فعلی نیز مناسب نیستند. آن‌ها به سیستم‌های تهویه هوا و برق وابسته هستند، به سوخت‌های فسیلی متکی هستند و به‌طور افزایشی قادر به سازگاری با آب‌وهوای گرم نیستند. بخش عمده‌ای از این ساختمان‌های مدرن برای آب‌وهوای غالب طراحی ناچیزی دارند و منجر به استفاده بسیار زیاد از تجهیزات الکتریکی و انرژی برای حفظ شرایط مطلوب داخلی می‌شوند. این ساختمان‌ها، بدون عایق‌بندی کافی، بدون سایه، سطح شیشه‌ای بیش‌ازحد و تهویه مطبوع ناکارآمد، از انرژی زیادی برای تأمین آسایش حرارتی استفاده می‌کنند (Foruzanmehr & Nicol 2008). درنتیجه باعث میزان انتشار بیشتری از گازهای گلخانه‌ای و تأثیر منفی بیشتر بر تغییرات اقلیمی خواهند شد. با توجه به بیانات اذعان شده در خصوص انتشار Co_2 در سطح جهان و ایران، به‌خصوص در صنعت ساختمان‌سازی، اهمیت پرداختن به تاب‌آوری ساختمان‌ها در چالش‌های اقلیمی خود را نشان می‌دهد.

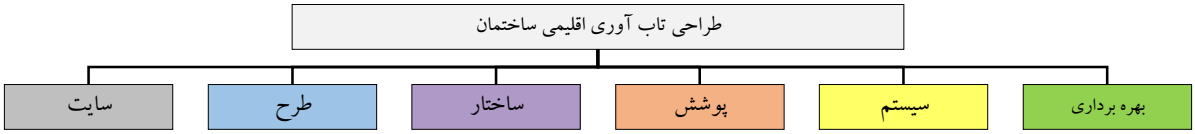
تاب‌آوری ساختمان

معماران با چالش بزرگی مرتبط با تمرکز حرفه‌ای در جهت طراحی ساختمان‌هایی که تاب‌آوری بمانند و هم‌زمان رفاه مناسبی هم داشته باشند روبرو هستند(Aleksić et al., 2016). تاب‌آوری از منظر دیگران چنین است: «فرآیندی که مجموعه‌ای از ظرفیت‌های سازگاری را به مسیر مثبت عملکرد پس از یک اختلال مرتبط می‌کند»(Alfraidi & Boussabaine 2015). یک موضوع مشترک در بین این موارد، مفهوم استمرار عملکرد در مواجهه با شرایط چالش‌برانگیز است که یکی از این شرایط چالش‌برانگیز مسأله تغییر است و باید به محل تجهیزاتی که ممکن است در هنگام وقوع رویدادهای شدید اقلیمی در معرض خسارت قرار گیرند دقت کرد(Newman et al., 2013). ساختمان‌هایی که مطابق با استانداردهای موجود طراحی شده‌اند ممکن است به‌طور زیادی برای بهره‌برداری و نگهداری در آینده پرهزینه باشند. افزایش سرعت باد و رویدادهای شدید اقلیمی، نوسانات دما، تغییر در سطح بارش و رطوبت نسبی باید در نظر گرفته شود تا اطمینان حاصل شود که ساختمان‌های فعلی و آینده قادر به تاب‌آوری با این تغییرات و درنتیجه تأثیرات مخرب بالقوه به‌عنوان مصرف انرژی و انتشار کربن هستند(Yau & Hasbi 2013).

استراتژی‌های مؤثر بر تاب‌آوری در ساخت‌وسازهای آتی

تغییرات آب و هوایی با ایجاد چالش‌های جدید در قالب حوادث شدید و مکرر هیدرومترولوژی، محیط ساخته‌شده را درگیر می‌کند. مجموعه‌ای از استراتژی‌ها ارائه شده است که به‌موجب آن می‌توان جنبه‌های مختلف ساختمان‌ها و سایت‌های آن‌ها را نسبت به اثرات این گونه رویدادها بیشتر تاب‌آور کرد. در پژوهش آلفریدی و بوساباین طراحی اقلیمی ساختمان تاب‌آور در شش دسته مورد بررسی قرار گرفت که در نمودار ۱ معرفی شده است.

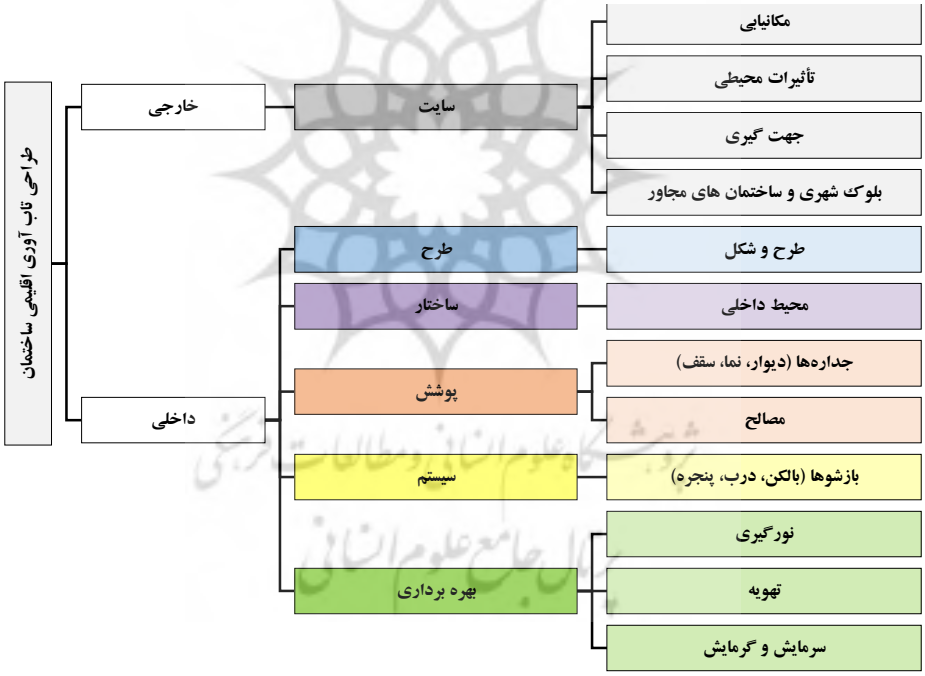
نمودار۱: طبقه‌بندی استراتژی‌های تاب‌آوری طرح (Alfraidi & Boussabaine 2015)



با توجه به مطالعات برآمده از پژوهش محمودی و یاری (۱۳۹۸) تحت عنوان «بررسی مؤلفه‌های تأثیرگذار ساختمان‌ها بر روند تغییر اقلیم» (محمودی و یاری بروجنی ۱۳۹۸) مؤلفه‌های تأثیرگذار ساختمان بر روند تغییر اقلیم به‌صورت ۱۲ مورد از کل به جز عنوان شده‌اند؛ هرکدام از این مؤلفه‌ها را با توجه به طبقه‌بندی استراتژی‌های آلفریدی و بوسابایین می‌توان مطابق با نمودار ۲ به عوامل خارجی و داخلی و نیز زیرمجموعه‌های آن‌ها دسته‌بندی کرد:

همان‌طور که در ابتدا اشاره شد همه پارامترهای یک ساختمان از طراحی تا ساخت در تاب‌آوری آن بنا در تغییر اقلیم مؤثر است، می‌توان عوامل مؤثر در استراتژی‌های تاب‌آوری یک بنا را به دو دسته عوامل خارجی و داخلی تقسیم کرد. این‌چنین که عوامل خارجی عواملی هستند که از بیرون بر بنا تأثیر می‌گذارند و عوامل داخلی عواملی هستند که از درون یک بنا بر بیرون و درنتیجه اقلیم تأثیرگذارند.

نمودار۲: طبقه‌بندی استراتژی‌های تاب‌آوری طرح بر اساس مطالعات آلفریدی و بوسابین، محمودی و یاری بروجنی (نگارندگان)



عوامل خارجی

عوامل خارجی سایت و زیرمجموعه‌های آن را شامل می‌شود.

سایت

سایت شامل چهار مؤلفه است ازجمله: ۱) مکان‌یابی، ۲) تأثیرات محیطی، ۳) جهت‌گیری، ۴) بلوک‌های شهری و همجواری‌ها.

مکان‌یابی

داده‌های حاصل از تجزیه‌وتحلیل سایت، به همراه اطلاعات مربوط به اقلیم منظر و سایت، در فرآیند طراحی قرار می‌گیرند تا یک طراحی تاب آور با هدف رفع خطرات ناشی از تغییر اقلیم را تحقق بخشند. موقعیت‌یابی در تعیین این مسأله مهم است که انرژی خورشیدی تا چه حد به افزایش گرما کمک می‌کند و چه میزان بادهای غالب برای تهویه طبیعی و سرمایش مورد استفاده قرار می‌گیرند. مشکل فرسایش به‌ویژه در مناطقی که دارای خاک رس هستند بیشتر تحت تأثیر اثرات بارندگی

شدید است و ممکن است با تغییر اقلیم همراه باشد که از طرق مختلف قابل‌حل است. ازجمله این موارد استفاده از محصولاتی است که به تقویت دامنه‌ها و پایداری زمین کمک می‌کند(Alfraidi & Boussabaine 2015).

یکی از عناصر مهم در سایت و موقعیت ساختمان پوشش گیاهی و درختان است. درختان و پوشش گیاهی با فراهم آوردن سایه و از طریق تبخیر و تعرق، دمای سطح و دمای هوا را پایین می‌آورند.

به‌عنوان‌مثال، سطح‌های سایه‌دار ممکن است ۲۰-۴۵ درجه فارنهایت (۲۵-۱۱ درجه سانتی‌گراد) خنک‌تر از اوج دمای سطوح بدون سایه باشد. تبخیر و تعرق، به‌تنهایی یا در ترکیب با سایه، می‌تواند به کاهش دمای اوج تابستان تا ۲-۹ درجه فارنهایت (۱-۵ درجه سانتی‌گراد) کمک کند(Newman et al. 2013).

جدول۲: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه سایت در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
۱	زمین سایت	توجه به موقعیت زمین در بستر جغرافیایی جهت استفاده بهینه ساختمان از منابع طبیعی	_
		مدنظر قرار دادن فرم زمین با توجه به موقعیت در بلوک شهری	
		توجه به زهکشی سایت	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
۲	تابش خورشیدی	توجه به جهت تابش نور خورشید	_
		توجه به حداکثر دریافت نور و انرژی خورشید توسط جهت‌گیری مناسب ساختمان در سایت	
		توجه به ساختمان‌های مجاور از منظر ممانعت از تابش نور و جریان هوا	
۳	جهت وزش باد غالب	توجه به جهت وزش باد غالب	
		توجه به نحوه جریان هوا در سایت جهت تهویه بهینه	
		توجه به جهت‌گیری بهینه بنا با توجه به باد غالب و جریان هوا	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
۴	جنس و مقاومت خاک	توجه به میزان نفوذپذیری در زمان بارش	
		توجه به میزان پایداری زمین	
		توجه به میزان فرسایش خاک	_
۵	پوشش گیاهی و درختان	توجه به میزان سایه‌اندازی و کنترل تابش	(Newman et al. 2013)
		توجه به تبخیر و تعرق درختان درکنترل دما و گرمای بیش‌ازحد	
		توجه به موقعیت درختان در جبهه‌های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی برای میزان ممانعت از تابش خورشیدی	
		توجه به فاصله پوشش گیاهی بر اساس نوع آن	
۶	سایه‌اندازی	توجه به میزان و موقعیت سایه‌اندازی درختان، سایه‌بان‌ها، ساختمان‌های مجاور و سایر عناصر موجود در اطراف ساختمان	_
		توجه به راه‌حل‌های مناسب در صورت نبود پوشش گیاهی مناسب. به‌عنوان‌مثال: کاشت درختان بر اساس نیاز موقعیت	
		کنترل نور و سایه برای کاهش استفاده از سیستم‌های مکانیکی	
۷	خدمات و کنترل	کنترل تابش و میزان سایه‌اندازی بر روی واحدهای کندانسور، تهویه هوا و سایر تجهیزات خنک‌کننده	(Newman et al. 2013)
		توجه به نحوه دسترسی و حمل‌ونقل سایت در منطقه جهت مصرف انرژی و میزان تولید آلودگی	_

تأثیرات محیطی

یکی از تأثیرات مهم و مخرب تأثیرات محیطی بر ساختمان وزش بادهای شدید و خارج از کنترل است. محافظت از ساختمان و تجهیزات آن در برابر بادهای شدید می‌تواند اقدامات مختلفی را ازجمله بازرسی و نگهداری ساختمان و نصب وسایل محافظ شامل شود. بسیاری از این اقدامات، به‌ویژه مواردی که بر پوسته بیرونی ساختمان تأثیر می‌گذارد، باید به روش تعمیر و نگهداری تحت شرایط مناسب انجام شوند (Newman et al. 2013).

جدول۳: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه تأثیرات محیطی در طراحی ساختمان تاب‌آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار		استراتژی	منابع پشتیبان
۱	ارتباط با طبیعت	وزش بادهای شدید	توجه به سازمان‌دهی مناسب فضاهای باز و بسته	–
			جلوگیری از تخریب و حفاظت درست از بازشوها	
			توجه به گردش‌های جوی برای کنترل برودت و تهویه	
			استفاده از کاور و حفاظ مناسب برای پنجره و شیشه‌ها	(Newman et al. 2013)
			تقویت سیستم‌های دیواری برای بارهای وارده بر اثر باد و خرابی‌های ناشی از آن	
			توجه به عایق‌کاری‌های خارجی	
			نصب فریم مناسب و مستحکم برای بازشوها	
			حفاظت از سیستم‌های گرمایش سقف، برودت و واحدهای تهویه مطبوع	
		سایه‌اندازی	توجه به سایه‌اندازی عناصر اطراف ساختمان با توجه به ارتفاع و بازشوها	–
			مقیاس و تناسبات بازشوها و فضاهای باز	
۲	محیط شهری	دسترسی‌ها	توجه به چیدمان عملکردها و سیرکولاسیون حرکتی در مرحله طراحی	
			توجه به حوزه‌بندی عملکردها	
			توجه به میزان مراجعات (رفت‌وآمدها) در سازمان‌دهی عملکردی	
			توجه به موقعیت ساختمان با توجه به مکان ورودی و فضای پارک ماشین‌ها	
			توجه به کاربری‌ها و دسترسی‌ها و استفاده بهینه از کوتاه‌ترین مسافت‌ها و سریع‌ترین دسترسی‌ها برای جلوگیری از مصرف انرژی بیشتر	

جهت‌گیری بنا

جهت‌گیری در تعیین این مسئله مهم است که انرژی خورشیدی تا چه حد به افزایش گرما کمک می‌کند و چه میزان بادهای غالب برای تهویه طبیعی و سرمایش مورد استفاده قرار می‌گیرند(Government 2011).

یک ساختمان با نگه‌داشتن بزرگ‌ترین نمای رو به جنوب می‌تواند از مزایای محیط طبیعی سایت حداکثر استفاده را ببرد. اندازه‌های بازشو در نمای جنوبی به‌طورمعمول در مقایسه با اندازه‌های جهات دیگر افزایش می‌یابد، اگرچه ممکن است دسترسی خورشیدی در تابستان به حداقل و در زمستان به حداکثر برسد(Alfraidi & Boussabaine 2015). در مقایسه با ضلع‌های شرقی و غربی، رو به شمال و جنوب برای به دست آوردن نور خورشید مناسب‌تر است، زیرا نور خورشید در دو مورد سابق بسیار کم‌تر است(Baker & Steemers 2003). پژوهشگران مختلف این جهت‌گیری بهینه را در جنوب ۳۰ درجه معرفی کرده‌اند(Alfraidi & Boussabaine 2015). قرار گرفتن در معرض جبهه جنوبی ساختمان باید از موانع بزرگ که نور خورشید را مسدود می‌کنند، پاک باشد.اگرچه قرار گرفتن در معرض جبهه جنوبی برای به حداکثر رساندن بهره خورشیدی بهینه است، اما اجباری نیست. با توجه به نکات بیان‌شده اگر ساختمان در ۳۰ درجه جنوب قرار بگیرد، شیشه در نمای جنوبی حدود ۹۰ درصد گرمای خورشیدی بهینه زمستانی را دریافت خواهد کرد(Babota 2014). در هنگام جهت‌یابی ساختمان، باید ساختارهای اطراف را نیز در نظر گرفت. از طریق توزیع دقیق ساختمان‌های موجود در سایت، شانس بهره‌مندی از باد و منابع طبیعی دیگر افزایش خواهد یافت(Rubio-Bellido, Pulido-Arcas, & Cabeza-Lainez 2015).

جدول۴: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه جهت‌گیری در طراحی ساختمان تاب‌آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
۱	تابش خورشیدی باد غالب	توجه به جهات جغرافیایی جهت استفاده از بیشترین بهره خورشیدی و تهویه طبیعی	(Alfraidi & Boussabaine 2015; Babota 2014; Baker & Steemers 2003)
		در نظر گرفتن ساختارهای اطراف و درختان در زمینه ممانعت از تابش و تهویه طبیعی	(Babota 2014; Rubio-Bellido, Pulido-Arcas, & Cabeza-Lainez 2015)
		توزیع دقیق ساختمان‌ها در سایت در موقعیت‌های مناسب و دریافت بیشترین بهره از انرژی‌های طبیعی	Rubio-Bellido, Pulido-Arcas, & Cabeza-Lainez 2015)
		توجه به منابع طبیعی موجود و استفاده از آن‌ها در جهت‌گیری بنا	

بلوک شهری و ساختمان‌های مجاور

در اواسط قرن بیستم، بلوک‌های شهری با حیاط‌های سبز داخلی جای خود را به یک طرح ساختمانی پرمصرف در بلوک‌های موازی داد. (Montavon 2010). گروپیوس در سال ۱۹۳۰، سه قانون را برای بلوک موازی وضع کرد. طرح مطرح‌شده، تقریباً چهار متغیر مختلف داشت: تعداد طبقات، تراکم جمعیت هر بلوک، مساحت سایت و زاویه بروز نور خورشید در انتهای ساختمان‌ها در زمستان. قوانین گروپیوس در تأثیر ساختمان‌های مجاور و هندسه بنا چنین هستند:

- در یک منطقه سایت خاص و میزان بروز نور خورشید، تعداد ساکنان با تعداد طبقات افزایش می‌یابد.
- در مورد میزان خاص نور خورشید و تعداد مشخصی از ساکنین، تعداد سایت موردنیاز با افزایش تعداد طبقه‌ها کاهش می‌یابد.
- در یک منطقه سایت خاص و تعداد معینی از ساکنین، با افزایش تعداد طبقه‌ها، میزان نور خورشید کاهش می‌یابد.
- گروپیوس با این سه قانون اظهار داشت که ساختمان‌های مرتفع، ۱۰-۱۲ طبقه، بهتر از ساختمان‌های ۳، ۴ یا ۵ طبقه هستند(Gropius 1965).

جدول۵_ استراتژی‌های مؤثر مؤلفه بلوک‌های شهری و ساختمان‌های مجاور در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
تابش خورشیدی تهویه طبیعی	توجه به تحلیل نظام ارتفاعی ساختمان‌های مجاور	(Bady, Kato, & Huang, 2008. 2008; Kanters & Horvat 2012; Ratti, Raydan, & Steemers 2003)
	تحلیل ابعاد بازشوها در ساختمان‌های مجاور بر اساس میزان جذب نور و تهویه مطبوع	
	مدنظر قرار دادن نسبت سطح به حجم در سایه‌اندازی و نیز دسترسی خورشیدی ساختمان	(Ratti, Raydan, & Steemers 2003)
	مدنظر قرار دادن فاصله بلوک‌ها در چگونگی قرارگیری در جذب نور و دریافت جریان هوای مؤثر	(Yang, Li, & Yang 2012)
	توجه به ارتفاع ساختمان‌های بلوک شهری در هر جبهه جغرافیایی و زاویه تابش	
	تحلیل فاصله، نسبت سطح به حجم و ارتفاع در کنترل فشار هوای دریافتی از طریق بازشوها	(Bady, Kato, & Huang, 2008 2008)
	تحلیل اشکال هندسی بلوک‌های شهری و ساختمان‌های مجاور بنابر میزان نورگیری و نحوه تهویه طبیعی	(Kanters & Horvat 2012)
	تحلیل مصالح به‌کاررفته با توجه به جرم حرارتی و رسانایی مصالح بلوک‌های مجاور در جذب انرژی توسط بنا	(Yang, Li, & Yang 2012)

کارایی اشکال شهری (در زمینه نسبت سطح به حجم، غلظت سایه، دسترسی به نور خورشید و منظره از آسمان) بر اساس اقلیمی است که در آن قرار دارند. طرح حیاط بسته به عوامل محیطی (نسبت سطح به حجم، تراکم سایه، توزیع نور روز و ضریب دید آسمان) نسبت به انواع حجم در یک منطقه اقلیمی خشک پاسخگو است. برخی اشکال حیاط در هوای گرم و اقلیم گرمسیری راه‌حل مناسبی نخواهد بود و آنکه نسبت ساختمان تأثیر اصلی بر رفتار حرارتی ساختمان‌ها دارد، در نتیجه فقط تعداد محدودی از خانه‌های حیاط دار ازنظر حرارتی سودمند هستند(Ratti, Raydan, & Steemers 2003).

ارتفاع بلوک، جرم حرارتی، رسانایی مصالح و واکنش سطحی از دیگر پارامترهای مهم محیط حرارتی اطراف بلوک‌ها شهری در تابستان و زمستان است. ارتفاع بلوک و واکنش سطحی مهم‌ترین سریع‌ترین عامل است(Yang, Li, & Yang 2012).

از دیگر تأثیرات بلوک‌های شهری و ساختمان‌های مجاور بر بنا اشکال هندسی بلوک‌های شهری و پتانسیل خورشیدی آن‌ها است. تأثیر مورفولوژی بر پتانسیل انرژی خورشیدی قابل توجه است. اگر بلوک‌های شهری توسط ساختمان‌های دیگر احاطه شوند، دسترسی به نور خورشید ۱۰-۷۵ درصد کاهش می‌یابد(Kanters & Horvat 2012).

در کنار تأثیر بلوک شهری بر تابش خورشیدی، تأثیر ساختمان‌ها و جهت باد از عوامل بسیار مهمی است که تهویه طبیعی ناشی از آن را در حوزه‌های شهری تعیین می‌کند، زیرا ازلحاظ الگویی بر ساختمان تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش اختلاف در فشار باد می‌شود(Bady, Kato, & Huang, 2008).

عوامل داخلی

عوامل داخلی شامل ۵ مؤلفه است ازجمله: ۱) طرح، ۲) ساختار، ۳) پوشش، ۴) سیستم، ۵) بهره‌برداری.

طرح

طرح می‌تواند بیانگر مؤلفه در طرح و شکل در دسته‌بندی مؤلفه‌های مؤثر باشد.

طرح و شکل

استفاده از یک طرح تاب‌آور با حجم یک ساختمان و مساحت آن مرتبط است. آسایش حرارتی، تهویه و دسترسی خورشیدی همه به‌شدت به فرم بستگی دارند (Knowles & Berry 1980). ارزیابی جنبه‌های عملکرد محیط‌زیست، مقایسه نظری بین اشکال شهری سنتی و مدرن، برخی از ویژگی‌های شهودی و درعین‌حال سودمندی از گونه شناسی حیاط را نشان داده است (Ratti, Raydan, & Steemers 2003). پوشش خورشیدی را به‌عنوان روشی برای بهینه‌سازی فرم ساختمان برای دریافت اشعه خورشیدی و محدود کردن سایه توسط ساختمان‌های مجاور می‌توان معرفی کرد (Knowles & Berry 1980).

جدول۶: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه طرح و شکل در طراحی ساختمان تاب آور (مآخذ: نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار		استراتژی	منابع پشتیبان
۱	تابش خورشیدی نورگیری تهویه آسایش حرارتی	مساحت	توجه به اهمیت فرم، شکل، حجم، مساحت و تناسبات سطوح در نحوه جذب تابش خورشیدی و نورگیری ساختمان	(Knowles & Berry, 1980)
		حجم	توجه به اشکال مناسب سقف متناسب با اقلیم منطقه	(Ratti, Raydan, & Steemers 2003)
		فرم و شکل بنا	مدنظر قرار دادن شکل بدنه فضاهای پرو خالی و نحوه سایه‌اندازی هندسه بنا در طراحی	–
		فرم و شکل پلان	مدنظر قرار دادن شکل و طرح پلان در ارتباط با حجم و مساحت در نورگیری	(Ratti, Raydan, & Steemers 2003)
			توجه به شکل و طرح پلان در جذب گرما و انرژی و نحوه تهویه در عملکرد آسایش حرارتی	–
		فضاهای پر و خالی	توجه به میزان کشیدگی و تراکم و شکست‌های حجم و پلان بنا متناسب با اقلیم و تابش منطقه	
			توجه به میزان کشیدگی و تراکم و شکست‌های حجم و پلان در دریافت جریان هوای مناسب	

ساختار

ساختار به نحوی می‌تواند مؤلفه محیط داخلی را در برگیرد از آن منظر که مهم‌ترین بخش ساختار و ساختمان یک مجموعه ابتدا محیط داخلی ساختمان و سپس دیگر اجزاست.

محیط داخلی

یک ساختمان طراحی‌شده با تاب‌آوری خوب در طرح، درحالی‌که درعین‌حال اسکلت آن نیز می‌تواند دست‌نخورده باقی بماند، باید مثلاً اجازه حذف یا اصلاح هر قسمت را بدهد (Till & Schneider 2006). مجاز بودن ارتفاع کافی کف تا کف جنبه دیگری از طراحی است که بر تاب‌آوری آن تأثیر می‌گذارد و امکان ایجاد تغییرات لازم در فضا را برای رفع نیازهای آینده فراهم می‌کند (Alfraidi & Boussabaine 2015). اگرچه مکان، تغییر در دمای داخلی را تعیین می‌کند، شکل ساخته‌شده و نفوذپذیری پوشش ساختمان و تهویه، می‌تواند عوامل مؤثر در تغییر دمای محیط داخلی باشد (Vardoulakis et al. 2015).

جدول۷: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه محیط داخلی در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار		استراتژی	منابع پشتیبان
۱	نورگیری تهویه آسایش حرارتی (سرمایش و گرمایش)	فضاهای داخلی	توجه به انتخاب موقعیت قرارگیری هر فضا بسته به میزان نیاز به نور و تهویه	–
			تنظیم چیدمان فضاها با توجه به جریان هوای کم‌توان	
			قرار دادن فضاهای پرانرژی در قسمت جنوبی ساختمان	
		فضای منعطف	ایجاد فضای منعطف برای استفاده در شرایط مختلف	(Till & Schneider 2006)
		ارتفاع	مدنظر قرار دادن ارتفاع کف تا کف به‌صورت استاندارد و متناسب با شرایط قرارگیری در بلوک شهری برای جذب بهینه نور، انرژی و جریان هوای طبیعی	(Alfraidi & Boussabaine2015)
			قرارگیری ساختمان در کد ارتفاعی بالاتر از سطح محوطه	
		بازشوها	توجه به بازشوها متناسب با جبهه قرارگیری، جهت‌گیری، موقعیت در سایت و بلوک شهری	–
			توجه به بازشوها متناسب با میزان سایه‌اندازی عناصر و ساختمان‌های اطراف	
		پوشش و مصالح	مدنظر قرار دادن اتصالات یا پیوست های بزرگ‌تر بین بخش‌های ساختمان	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
			ساختن دودکش‌های بنایی با مهاربندی فولادی مسلح پیوسته	
			توجه به پوشش‌ها و مصالح فضای داخلی متناسب با ضریب حرارتی لازم و نوع اقلیم منطقه و نیز میزان لازم برای جذب و ذخیره انرژی از منظر تعیین دمای داخلی	(Vardoulakis et al. 2015)
			استفاده از توده حرارتی در کف / سلول / دیوارها	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
			تجهیز اتصال بین بنای فوقانی و زیرساخت	
			افزایش مهاربندی ساختمان	
			استفاده از مصالح ساختمانی با نسبت مقاومت بیشتر به آفات	
			تثبیت پوشش سقف‌های بزرگ	
		شکل سقف	انتخاب شکل سقف متناسب با اقلیم منطقه، جهت و زاویه تابش و میزان بارندگی	
		تهویه	نحوه درست دریافت جریان هوا برای تهویه طبیعی بر میزان دمای داخلی (تعیین‌کننده فضاهای داخلی)	(Vardoulakis et al. 2015)
		عایق‌بندی	توجه به عایق‌بندی مناسب برای کنترل و جلوگیری از اتلاف انرژی فضاها ازجمله سقف‌ها	(Alfraidi & Boussabaine 2015)

پوشش

پوشش یک بنا شامل جداره‌های آن ازجمله دیوارها، نماها و سقف است که مهم‌ترین بخش شکل‌گیری آن‌ها را مصالح به‌کاررفته شامل می‌شود.

جداره (دیوار، نما، سقف)_ مصالح

تاب‌آوری پوشش از طریق انتخاب فرم مناسب ساختمان که تا حدودی با توجه به فضای داخلی و خارجی و همچنین کارکردهای ساختمان تعیین می‌شود، بهینه‌سازی می‌شود. درعین‌حال، فرم‌هایی که یک ساختمان می‌تواند بگیرد تحت تأثیر محدودیت‌های سایت قرار دارد(Alfraidi & Boussabaine 2015).

مصالح، شکل و جهت سقف‌ها عوامل کلیدی در تعیین تاب‌آوری اقلیمی پوشش ساختمان هستند. بازتاب خورشیدی بلند مهم‌ترین ویژگی سقف خنک است زیرابه بازتاب نور خورشید و گرما از یک ساختمان کمک می‌کند و دمای سقف را کاهش می‌دهد(Newman et al. 2013). علاوه بر این، شکل و زاویه شیب سقف به طراحی دقیق برای حذف آب باران نیاز دارد، و جهت بهینه‌سازی تهویه باید مناسب باشد. لایه‌های سقف می‌توانند برای حفاظت از نماهای خارجی در برابر شرایط آب و هوایی شدید، مساحت بیشتری از آن برای جمع‌آوری آب باران، و سایه خورشیدی برای کاهش بهره خورشیدی بیش‌ازحد را فراهم کنند(Alfraidi & Boussabaine 2015). این ویژگی‌ها به سقف‌ها کمک می‌کنند تا گرمای کمتری جذب کنند و تا ۵۰ یا ۶۰ درجه فارنهایت (۲۸ تا ۳۳ درجه سانتی‌گراد) خنک‌تر از مصالح معمولی در طول اوج هوای تابستانی بماند(Newman et al. 2013). بااین‌وجود، سقف‌ها همچنین در معرض فشارهای باد شدید هستند و بنابراین بیشتر احتمال آسیب دیدن را دارند، به‌طوری‌که باید برخی از روش‌های مناسب برای محدودیت در طراحی گنجانده شود.

برای انجام این کار استراتژی‌های مختلفی وجود دارد ازجمله: مکان قرار گرفتن فضاها به سمت خارج، استفاده از لوله‌های تأسیساتی سبک و تهیه حیاط داخلی و دهلیز با دیوارهای پرده شیشه‌ای(Alfraidi & Boussabaine 2015). خرابی‌های تأسیساتی اغلب سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی را غیرفعال می‌کنند و دمای عایق داخلی را به هر نوع محافظت با عایق‌کاری و آب‌بندی هوا از دیوارها، پنجره‌ها و سقف ساختمان وابسته می‌کند(Mayor 2013). برای کاهش گرما از فضای داخلی باید سقف به‌خوبی عایق‌بندی شود(Alfraidi & Boussabaine 2015). سیستم‌های عایق‌بندی شده به‌خوبی طراحی‌شده باعث کاهش هدایت از طریق پوشش حرارتی می‌شوند. در طول تابستان، این می‌تواند دمای هوای داخلی، افزایش تقاضای برق و نیاز به سیستم‌های خنک‌کننده سالانه را کاهش دهد. با کنترل سود و زیان رسانایی حرارتی، ساختمان نیز به سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی کمتری نیاز داشته و باعث کاهش بیشتر نیازهای سرمایه‌گذاری و اوج تقاضای مصرف برق می‌شود(Newman et al. 2013).

مصالح ساختمانی سنگین مانند بتن و سنگ عموماً باعث افزایش جرم حرارتی یک ساختمان می‌شوند، بدین معنی که دمای هوای داخلی به‌آرامی به درزهای خارجی نفوذ می‌کند. بسته به محل قرارگیری هرگونه عایق، توده حرارتی ممکن است به کاهش خطر دمای شدید کمک کند، اما ممکن است باعث کاهش دستاوردهای گرمایی داخلی شود و به‌طور بالقوه ریسک بیش‌ازحد گرم شدن را در برخی از اقلیم‌ها افزایش دهد(Vardoulakis et al. 2015). جرم حرارتی می‌تواند اوج دمای داخل خانه را در طول روز کاهش دهد، اما همچنان ساختمان را در طول شب گرم‌تر نگه دارد، بنابراین کنترل دمای مؤثر از طریق تهویه شبانه در ساختمان‌هایی که با این مصالح ساخته می‌شوند لازم است.

جدول۸: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه پوشش (جداره‌ها) در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
۱	جداره‌ها	انتخاب فرم مناسب برای جذب بهتر تابش خورشیدی	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
		توجه به میزان سایه‌اندازی جداره‌ها برای کاهش دمای بیش‌ازحد	_
		استفاده از سایه‌بان‌های بیرونی در تعدیل دمای جداره‌ها	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
		توجه به تکنیک‌های پیشرفته قاب‌بندی دیواری	(Newman et al. 2013)
		مدنظر قرار دادن اتصالات و جزئیات غیرقابل نفوذ به‌وسیله هوا	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
		اجتناب کردن از استفاده از فرم‌ها و اشکالی برای جلوگیری از کیسه مکش باد در	

		اثر طوفان	
		اجتناب کردن از استفاده از طرح‌های مستطیلی بلند با نسبت طول و عرض بالای ۲,۵	
۲	حائل‌ها	تعیین موقعیت صحیح حائل‌ها	_
		طراحی کردن پرده‌های حائل بازتابنده	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
۳	سقف	توجه به شکل و زاویه سقف در جذب و بازتاب تابش خورشیدی	_
		توجه به مسیر حرکت آب باران در سقف متناسب با فرم سقف	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
		استفاده از سقف خنک و بام‌های سبز در مناطق گرم و خشک	(Alfraidi & Boussabaine 2015; Newman et al. 2013)
		پشت‌بام‌های شیب‌دار: رنگ‌های سطحی، رنگ روشن یا تک‌رنگ یا غشاهای بازتابنده	(Newman et al. 2013)
		سقف شیب‌دار تند: کاشی‌های رنگی سرد، بام فلزی سرد	
		استفاده به‌جا از بام گسترده (Ecoroofs)	
		استفاده به‌جا از بام فشرده (Roof Garden)	
		عدم استفاده از پیش‌آمدگی لبه بام سقف‌های بلند	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
		استفاده از لوله‌های تأسیساتی سبک در سقف‌ها	
۴	مصالح	انتخاب مصالح با توجه به اقلیم منطقه (مصالح بوم آور و زیست محور)	_
		انتخاب مصالح با توجه به ضریب حرارتی آن‌ها برای جذب مناسب انرژی گرمایی و کنترل دما در داخل فضاها	(Vardoulakis et al. 2015)
		توجه به موقعیت مصالح در داخل فضاها و محیط خارجی بنا و نیز سقف‌ها و بام‌ها متناسب با شرایط اقلیمی و میزان جذب و انعکاس	_
		توجه به اقلیم و تابش هر منطقه و جبهه جداره‌ها و بام، به جنس و رنگ مصالح انتخابی	
		استفاده از مصالح بدون آسیب دائمی رطوبتی	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
۵	عایق‌بندی	اضافه کردن عایق در سقف، دیوارها و زیرزمین	(Alfraidi & Boussabaine 2015; Newman et al. 2013)
		عایق‌بندی دیوارها: به‌کارگیری عایق بتنی در دیوارها	(Newman et al. 2013)
		هیئت‌رئیسه‌های عایق سازه‌ای (sips) برای پروژه‌های ساختمانی جدید یا مقاوم‌سازی بیرونی	
		به‌کارگیری سیستم‌های عایق نمای خارجی(EIFS) ، موسوم به گچ مصنوعی	(Dentz & Podorson 2014)
		عایق‌بندی لوله‌ها به کاهش اتلاف گرما و حفاظت خطوط آب سرد برای جلوگیری از انجماد در صورت از دست دادن قابلیت گرمایش	(Larsen et al. 2011)

سیستم

سیستم‌های مهمی در ساختمان در تغییر اقلیم نقش دارند مهم‌ترین سیستم درگیر در کنترل شرایط محیطی بنا سیستم‌های بازشو هستند. بازشوها را می‌توان بالکن، در و پنجره بیان کرد که هرکدام در ارتباط با خارج از بنا میزان نور و تهویه را کنترل می‌کنند.

بازشوها (بالکن، در، پنجره)

به‌طورکلی پنجره و سیستم‌های شفاف می‌توانند نور روز، افزایش گرمای خورشیدی منفعل، تهویه طبیعی و منظره را فراهم کنند.

مواردی که باید در انتخاب پنجره و سطح شفاف (شیشه) موردتوجه قرار گیرد شامل سیستم شیشه‌ای (نمای زیر)،

مصالح قاب‌بندی و طراحی، موارد به‌کاررفته در اجزای قاب‌بندی، عملکرد پنجره (برای واحدهای عملیاتی) و نحوه نصب و بسته شدن برای اطمینان از یک پوشش سبک (پنجره یا شیشه) در زمان است(Greden 2005).

گرمایش با انرژی خورشیدی آسان است: نور خورشید از درون پنجره‌ها نمایان می‌شود. در آب‌وهوای گرم، جبهه پنجره را در سمت شمال، شرق و غرب می‌توان با دیوارهای مقابل کاهش داد، درحالی‌که هنوز امکان روشنایی توسط نور کافی روز وجود دارد. در آب‌وهوای سرد، استراتژی‌هایی شامل استفاده ترجیحی از پنجره‌های شمالی به همراه پنجره‌های سایه‌بان‌دار جنوبی مطرح است. سایه‌ها از محوطه‌سازی‌ها، برآمدگی‌ها، کرکره‌ها و پرده‌های سلول خورشیدی به کنترل افزایش گرما در پنجره‌ها کمک می‌کنند. فن‌آوری‌های جدید پنجره، ازجمله پوشش‌های انتخابی، با افزایش خاصیت عایق‌بندی پنجره، چنین نگرانی‌هایی را کاهش داده‌اند تا به حفظ گرما در جایی که لازم است، کمک کنند. خصوصیات طبیعی شیشه اجازه می‌دهد تا نور خورشید از تابش گرما با موج‌بلند جلوگیری کند و خانه را گرم نگه دارد (اثر گلخانه‌ای). افزایش سطح شیشه می‌تواند باعث کاهش اتلاف انرژی ساختمان شود(Babota 2014).

شیشه‌ها می‌توانند عمودی یا شیب‌دار، دیواری یا سقفی باشند. درحالی‌که یک مؤلفه ساختاری بسیار مهم است، سیستم‌های شفاف (بازشوها) نیز می‌توانند ضعیف‌ترین نقطه در پوشش (بدنه) ساختمان باشند؛

نسبت به اتلاف گرما، افزایش گرمای ناخواسته، مشکلات رطوبت و انتقال صدا. با طراحی مناسب، تجزیه‌وتحلیل دقیق و نصب صحیح، بازشوهای شیشه‌ای اجازه می‌دهند تا ساختمان‌ها متناسب با اقلیم کار کنند تا مصرف انرژی را کاهش و آسایش و بهره‌وری انسان را افزایش دهند(Wilson 2001).

فرصت‌هایی برای اطمینان از مؤثر بودن سیستم بازشوها و پاسخگو به اقلیم، در روند برنامه‌ریزی و طراحی، هم برای ساختمان‌های جدید و هم برای ساختمان‌های موجود که در حال بازسازی هستند، وجود دارد. نوسازی فرصت‌هایی را برای تعویض پنجره‌های قدیمی، تک جداره یا روشن یا تیره‌رنگ فراهم می‌کند. اصلاحات پنجره و شیشه را می‌توان مستقل از سایر تغییرات ساختمان در نظر گرفت، اما در صورت انجام بخشی از نوسازی گسترده‌تر کل ساختمان، تغییرات بسیار مقرون‌به‌صرفه خواهد بود. بهبود عملکرد انرژی توسط پنجره بدون تعویض خود واحدهای پنجره ممکن است با اضافه کردن سیستم‌های سایه‌بان در قسمت بیرونی، یک لایه شفاف اضافی (پنل) در قسمت داخلی یا خارجی یا بازسازی‌های پنجره (مانند سایه‌بان‌ها، پرده‌ها، کرکره‌ها، فریم‌های پنجره در فضای داخلی. یا موارد دیگر) امکان‌پذیر باشد(Wilson 2001).

جدول۹: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه بازشوهای در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
۱	روشنایی	انتخاب بازشو با ابعاد مناسب جهت دریافت حداکثر روشنایی روز	(Greden 2005)
		استفاده از بازشوهای جنوبی با ابعاد مناسب اقلیم منطقه	_
		توجه به‌اندازه نمای جنوبی در فصل تابستان در برابر پنجره‌های سایه‌انداز و امکان افزایش انرژی خورشیدی در زمستان	(Babota 2014)
		جهت دادن خانه با محور طولانی به سمت شرق / غرب	
		سایه‌اندازی و کنترل تابش به‌وسیله محوطه‌سازی، برآمدگی‌ها، کرکره و پرده، سایبان‌ها و درختان	(Babota 2014) (Wilson 2001)
		استفاده از استراتژی‌های طراحی باانرژی کارآمد	(Babota 2014)
۲	کنترل دما	استفاده از میزان جذب گرما و انرژی توسط بازشوها متناسب با نیاز هر فضا	_
		توجه به جنس شیشه و میزان جذب و انعکاس آن در طراحی بازشوها	(Babota 2014)
		بهینه‌سازی افزایش گرمای زمستان و به حداقل رساندن افزایش گرمای تابستان برای آب‌وهوای خاص، به‌وسیله انتخاب درست شیشه، ابعاد، جهت و اندازه	
۳	تهویه طبیعی	کنترل جریان هوا و تهویه طبیعی با توجه به ابعاد، جبهه قرارگیری، ارتفاع بازشو	(Greden 2005)
		استفاده از تهویه طبیعی برای کاهش یا حذف نیاز به خنک‌کننده	(Babota 2014)
۴	دید و منظر	استفاده از دیده منظر سایت با توجه به جهت‌گیری بنا و موقعیت بازشوها	(Greden 2005)
		انتخاب شیشه‌های مختلف برای قسمت‌های مختلف خانه (در معرض نمایش)	(Babota 2014)

بهره‌برداری

مرحله بهره‌برداری ساختمان در کنترل شرایط محیطی و اقلیمی شامل سه مؤلفه است ازجمله: ۱) نورگیری، ۲) تهویه، ۳) سرمایش و گرمایش.

نورگیری

حال با توجه به مؤلفه‌های عنوان شده می‌توان چنین اذعان داشت که استراتژی‌های بیان‌شده در صورت لحاظ در طراحی می‌تواند در مرحله بهره‌برداری و نیز به طبع از آن در کاهش روند گرمایش در تغییر اقلیم مؤثر عمل کند.
نورپردازی طبیعی، به اتکا به نور خورشید برای روشنایی داخلی روز اشاره دارد(Babota 2014). تضمین دسترسی به خورشید برای حفظ انرژی و کیفیت زندگی ما ضروری است(Sanaieian et al. 2014). تشعشعات خورشیدی یکی از ترکیبات مهم اقلیمی است و برای آسایش حرارتی انسان، در داخل و خارج از خانه بسیار مهم است. در معماری باستان، یکی از مهم‌ترین عوامل برای ایجاد شهر دسترسی به اشعه خورشید بود(Morello & Ratti 2009). نور خورشید می‌تواند گرما، نور و سایه کافی ایجاد کند و تهویه تابستان را به خانه‌ای با طراحی مناسب القا کند(Babota 2014). از انرژی خورشیدی نه‌تنها برای گرم کردن و نور روز می‌توان استفاده کرد بلکه برای برق و تولید آب گرم خانگی نیز به‌طور فعال استفاده می‌شود.

چندین پارامتر بر دسترسی خورشیدی تأثیر می‌گذارد، که شامل جهت‌گیری ساختمان و فرم، تراکم درون یک سایت و چیدمان سایت است؛ بنابراین، معماران و برنامه‌ریزان باید در مراحل اولیه برنامه‌ریزی، شکل ساختمان و محیط اطراف را در نظر بگیرند (Alfraidi & Boussabaine 2015).

طراحی خورشیدی منفعل (نورگیری طبیعی) می‌تواند مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی را کاهش دهد، نشاط فضایی را افزایش داده و راحتی را بهبود بخشد. طراحی خورشیدی منفعل ترکیبی از ویژگی‌های ساختمان را برای کاهش یا حتی رفع نیاز به خنک‌کننده مکانیکی و گرمایش و روشنایی مصنوعی در طول روز با هم ادغام می‌کند. طراحان و سازندگان توجه ویژه‌ای به خورشید دارند تا نیازهای گرمایش و سرمایش را به حداقل برسانند که نیازمند درک دانش هندسه خورشیدی، فناوری پنجره‌ها و اقلیم محلی است. با توجه به مکان مناسب ساختمان، تقریباً هر نوع معماری می‌تواند طراحی خورشیدی منفعل یکپارچه داشته باشد(Babota 2014). طراحی ساختمان‌ها به‌منظور استفاده بهینه از نور روز در فضاهای داخلی، وابستگی به روشنایی را که توسط منبع تغذیه آسیب‌پذیر تأمین می‌شود، کاهش می‌دهد. افزایش سطح کلی شیشه در یک بدنه ساختمان باعث بهبود عملکرد نور روز می‌شود، اما بسته به شرایط، پتانسیل بهره خورشیدی یا اتلاف انرژی را نیز افزایش می‌دهد(Alfraidi & Boussabaine 2015).

جدول ۱۰: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه نورگیری در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
۱	سایت	توجه به چیدمان ساختمان‌ها در سایت با توجه به نحوه نورگیری	(Alfraidi & Boussabaine 2015)
		توجه به میزان تراکم سایت ازنظر بناها و پوشش گیاهی جهت سایه‌اندازی	
	محیط و عناصر اطراف	توجه به شکل، فرم، ارتفاع، موقعیت، جهت‌گیری و کشیدگی عناصر و ساختمان‌های اطراف برای نورگیری مناسب ساختمان	–
	موقعیت ساختمان	قرارگیری ساختمان در موقعیتی از سایت متناسب با اقلیم منطقه و عناصر اطراف	(Babota 2014)
	جهت‌گیری	توجه به جهت‌گیری بنا با توجه به موقعیت جغرافیایی بنا در تعیین نحوه نورگیری	–
	فرم و شکل بنا	توجه به فرم و شکل خود بنا و نیز همسایگی‌ها در میزان نورگیری و سایه‌اندازی	
	اقلیم محلی	توجه به اقلیم محلی به‌عنوان تعیین‌کننده نحوه و میزان استفاده از نور و انرژی خورشید	(Babota 2014)
	بازشوها	مدنظر قرار دادن ابعاد، جبهه قرارگیری، بدنه، زاویه، ارتفاع از سطح در بازشوها باید در نورگیری مناسب برای ساختمان	–
		در نظر گرفتن افزایش سطح شفاف در بدنه ساختمان متناسب با اقلیم و نیاز به نور	

تهویه

جریان هوا در اطراف ساختمان‌ها تأثیر مستقیمی بر آسایش و حرارت هوای داخلی و خارجی و کیفیت هوا و انرژی مصرفی ساختمان‌ها دارد. پیش‌بینی هوای مطبوع و تهویه می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی باشد. برخی از این عوامل به آب‌وهوا و اقلیم مربوط می‌شود که شامل سرعت باد و جهت باد است. یکی از مهم‌ترین منابع انرژی برای تهویه طبیعی محیط داخلی، اختلاف فشار باد نسبت به ساختمان و نوسانات فشار در نما است. این اختلاف فشار باعث می‌شود هوا وارد فضای داخلی شود و در داخل ساختمان حرکت کند. ترتیب ساختمان‌های مجاور در رابطه با جهت باد به‌شدت در تهویه طبیعی نقش دارد. یک نمونه بارز از استراتژی تاب‌آوری اقلیمی محیط داخلی تهویه غیرفعال است. یک ویژگی اصلی ساختمان‌های با تهویه طبیعی، طراحی مؤثر پنجره است که استفاده از پنجره‌ها را توسط همه ساکنین ساختمان میسر می‌سازد. تهویه دودکشی می‌تواند به‌ویژه برای خنک‌کننده غیرفعال مفید باشد(Newman et al. 2013).

تهویه مطبوع می‌تواند ناراحتی‌های حرارتی و خطرات سلامتی ناشی از گرمای بیش‌ازحد مسکن را کاهش دهد، اما مستلزم مصرف انرژی قابل‌توجهی (با پیامدهای هزینه‌ای، به‌ویژه برای خانواده‌های کم‌درآمد) و انتشار دی‌اکسیدکربن اضافی است. این امر ممکن است در گرمایش شهری تأثیر داشته باشد و آن وابسته به تأمین برق بدون قطعی در طول دوره‌های زمانی گرم باشد که تقاضا برای افزایش زیرساخت‌های تأمین برق و خطر خرابی برق را به دنبال داشته باشد؛ بنابراین توصیه می‌شود از اقدامات کنترل هوای منفعل (غیرفعال و طبیعی) استفاده شود تا نیاز به تهویه مطبوع (مکانیکی) به حداقل برسد(Vardoulakis et al. 2015).

فن‌های برقی سرعت هوای داخل خانه را افزایش می‌دهند و به تأمین آسایش حرارتی کمک می‌کنند. در صورت استفاده از فن در تهویه هوا، در صورت افزایش درجه حرارت تنظیم‌شده ترموستات، آن‌ها می‌توانند به کاهش مصرف انرژی کمک کنند. درنتیجه این نکته می‌تواند تقاضا و مصرف انرژی الکتریکی در فصل گرما را کاهش دهد(Mayor 2013).

سایر عوامل مؤثر بر تهویه مربوط به چیدمان شهری عبارتند از: توپوگرافی، عمق خیابان و چیدمان همسایگی‌ها. عواملی که مربوط به طراحی ساختمان هستند عبارتند از نمای ساختمان، اندازه و محل بازشوها، هندسه و جهت‌یابی ساختمان(Sanaieian et al. 2014).

جدول۱۱: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه تهویه در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

ردیف	مؤلفه تأثیرگذار	استراتژی	منابع پشتیبان
۱	اقلیم و آب‌وهوا	توجه به اقلیم منطقه از منظر سرعت و جهت وزش بادهای غالب و نامطلوب	(Newman et al. 2013)
۲	توپوگرافی	توجه به توپوگرافی منطقه و سایت ساختمان در میزان و نحوه وزش باد و جریان هوا	(Sanaieian et al. 2014)
۳	سرعت و جهت باد	در نظر داشتن سرعت و جهت باد با توجه به میزان فشار و جهت‌گیری بنا برای تهویه مطلوب طبیعی	(Newman et al. 2013)
		توجه به اختلاف فشار باد نسبت به ساختمان و نوسانات فشار در نما	
۴	مقیاس شهری و تراکم	مدنظر قرار دادن مقیاس شهری و تراکم بلوک شهری در میزان فشار و سرعت جریان هوا و همچنین ایجاد جزیره گرمایی و آلودگی برای تهویه مناسب ساختمان	–
۵	عمق خیابان	توجه به عمق خیابان در میزان سرعت و جریان هوای	(Sanaieian et al. 2014)
۶	چیدمان همسایگی‌ها	توجه به چیدمان همسایگی‌ها در میزان تراکم و درنتیجه نحوه جریان هوا در اطراف ساختمان	(Newman et al. 2013; Sanaieian et al. 2014)
۷	هندسه و جهت‌یابی ساختمان	توجه به هندسه و جهت‌یابی ساختمان در نحوه دریافت مؤثر جریان هوا و تهویه منفعل	(Sanaieian et al. 2014)
۸	بازشوها	توجه به ابعاد، اندازه و محل قرارگیری بازشوها برای تهویه مناسب ساختمان	(Newman et al. 2013; Sanaieian et al. 2014)
		توجه به جهات جغرافیایی و جهت وزش باد غالب در منطقه در تعیین محل قرارگیری بازشوها برای تهویه مناسب	–
۹	تهویه متقابل و	استفاده از تهویه متقابل برای سرمایش خارجی	(Newman et al.

	تهویه پشتیبان	در نظر گرفتن تهویه متقابل در زمان قطع برق ساختمان حتی در صورت عدم وجود خنک‌کننده مکانیکی	2013)
		استفاده از تهویه پشتیبان برای سرمایش طبیعی با توجه به طراحی فضاهای با ارتفاع بلند به‌منظور بالا رفتن هوای گرم و خارج شدن آن از فضا	(Mayor 2013)
		توجه به تهویه طبیعی در زمان خرابی برق در صورت عدم وجود خنک‌کننده مکانیکی	

سرمایش و گرمایش

استراتژی‌های طراحی خورشیدی منفعل با توجه به موقعیت مکانی ساختمان و آب‌وهوای منطقه متفاوت است، اما تکنیک‌های اساسی یکسان باقی مانده‌اند؛ حداکثر افزایش گرمای خورشیدی در زمستان و به حداقل رساندن آن در تابستان. تکنیک‌های گرمایش خورشیدی منفعل معمولاً در یکی از این سه دسته قرار می‌گیرند: بهره مستقیم، بهره غیرمستقیم و انرژی ذخیره شده. بهره مستقیم، تابش خورشیدی است که مستقیماً نفوذ می‌کند و در فضای زنده ذخیره می‌شود. بهره غیرمستقیم جمع‌آوری، ذخیره و توزیع اشعه خورشید با استفاده از برخی از مصالح ذخیره‌سازی حرارتی مانند دیوار ترومپ است. انتقال، تشعشع، یا همرفت گاهی انرژی را به داخل خانه منتقل می‌کند. سیستم‌های ذخیره انرژی اشعه خورشید را در منطقه‌ای جمع‌آوری می‌کنند که می‌تواند به‌طور انتخابی بسته شود یا به داخل بقیه فضاهای خانه باز شود(Babota 2014). ذخیره‌سازی انرژی گرمایی می‌تواند تقاضای انرژی را در طول روز با تولید آب یخ‌زده در طول شب کاهش دهد تا بار را بر روی سیستم‌های مکانیکی و شبکه برق کاهش دهد. این رویکرد می‌تواند به یک ساختمان کمک کند تا با کاهش تقاضای انرژی الکتریکی در طول روز به ساختمان پاسخ دهد، به سیستم‌های موجود اجازه می‌دهد تا تقاضای بیشتر برای سرمایش بدون تنظیم مجدد را کاهش دهند(Newman et al. 2013).

جرم حرارتی، یا موادی که برای ذخیره‌سازی گرما مورداستفاده قرار می‌گیرد، جز جدایی‌ناپذیر از طراحی خورشیدی منفعل است.

مصالحی مانند بتن، سنگ‌تراشی، دیوارپوش و حتی آب، گرما را در روزهای آفتابی جذب می‌کنند و با افت دما، آرام‌آرام آن را آزاد می‌کنند. این امر اثرات ناشی از تغییرات دمای هوای خارج و دماهای داخلی را تعدیل می‌کند(Babota 2014). بهبود استحکام تاب‌آوری در خانه‌ها مستلزم کاهش نشت هوا از طریق هوای کنترل نشده از طریق شکاف‌ها و ترک‌های موجود در ساختمان می‌باشد. این نکته مانع از اتلاف گرما می‌شود، که در زمستان باعث کاهش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن مرتبط می‌شود و می‌تواند آسایش حرارتی را بهبود بخشد (Mikler et al. 2008).

یک خانه خورشیدی منفعل باید به‌خوبی آب‌بندی شده و عایق‌بندی شود. با کاهش اتلاف حرارت و افزایش گرما، می‌توان بارهای باقیمانده انرژی را با روش‌های خورشیدی منفعل تأمین کرد. رویکردهایی که در به حداقل رساندن بارهای گرمایش و سرمایش کمک می‌کند شامل استفاده از دستورالعمل‌های فریم بندی پیشرفته، نصب صحیح عایق‌کاری، استفاده از سطح عایق پیشنهادی کاهش تلفات حرارتی و محکم کردن پوشش ساختمان است. استفاده از هوای آزاد اغلب می‌تواند یک خانه را بدون نیاز به خنک‌سازی مکانیکی خنک کند، به‌ویژه هنگامی‌که سایه مؤثر، عایق، انتخاب پنجره و دیگر وسایل ممکن است بار سرمایش مکانیکی را کاهش دهد. در بسیاری از اقلیم‌ها، باز کردن پنجره‌ها در شب برای تهویه خانه با هوای خنک‌تر در فضای باز و سپس بستن پنجره‌ها و سایه‌ها در روز می‌تواند نیاز به خنک‌کننده تکمیلی را به‌شدت کاهش دهد(Babota 2014).

با توجه به گرمایش و سرمایش ساختمان، ترکیب اصول طبیعی و غیرفعال در طراحی باعث افزایش تاب‌آوری در سیستم می‌شود و اتکا به منابع انرژی خارجی را کاهش می‌دهد(Alfraidi & Boussabaine 2015). هر دو سیستم تولید انرژی خورشیدی و بادی وسیله‌ای برای تاب‌آوری در برابر سیستم ساختمان در مواجهه با قطع جریان برق هستند. مجموعه پنل‌های خورشیدی از انرژی خورشیدی برای گرم کردن آب گرم استفاده می‌کنند و می‌توانند برای ساختمان‌های مسکونی و تجاری نیز استفاده شوند. آب گرم حاصل از جمع‌کننده‌ها در مخازن ذخیره‌سازی عایق ذخیره می‌شود، همچنین ممکن است برای خنک‌کننده چیلرهای جاذب مورد استفاده قرار گیرد(Keung 2010).

جدول۱۲: استراتژی‌های مؤثر مؤلفه سرمایش و گرمایش در طراحی ساختمان تاب آور (نگارندگان)

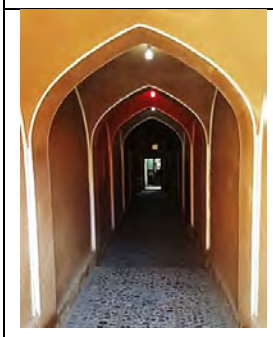
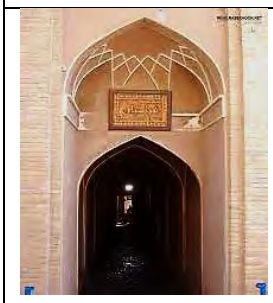
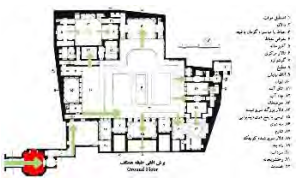
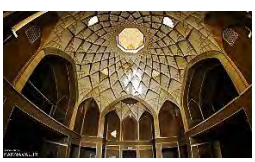
ردیف	مؤلفه تأثیرگذار		استراتژی	منابع پشتیبان
۱	غیرفعال	اقلیم و آب‌وهوا	تحلیل روند سرمایش و گرمایش یک ساختمان بسته به اقلیم منطقه آن از جهت میزان دریافت تابش خورشیدی و جریان هوا	(Babota 2014)
		موقعیت مکانی	توجه به موقعیت مکانی در میزان تابش خورشیدی به ساختمان و نیز ذخیره انرژی	
		میزان سایه‌اندازی	مدنظر قرار دادن سایه‌اندازی ساختمان و عناصر اطراف و حتی سایه‌اندازی حجم خود ساختمان بر بدنه در میزان تعدیل دمای داخلی بنا	–
		مصالح	توجه به مصالح با در نظر گرفتن اقلیم، ضریب و ظرفیت حرارتی آن‌ها	(Babota 2014; Newman et al. 2013)
			توجه به درجه عایق بودن مصالح	–
			توجه به رنگ مصالح در میزان ذخیره انرژی حرارتی	
		عایق‌بندی	در نظر گرفتن عایق‌بندی در بخش‌های مختلف بنا اعم از حرارتی و برودتی، داخلی و خارجی و حتی سقف و کف باید متناسب با نیاز فضا و عناصر تأثیرگذار محیط	(Babota 2014)
			کنترل محل نشت‌های جریان هوا جهت جلوگیری از اتلاف انرژی و حرارت	(Mikler et al. 2008)
			استفاده صحیح از جرم (توده) حرارتی با متوسط دما در روز / شب	(Newman et al. 2013)
		بازشوها	استفاده به‌جا و مناسب از بازشوها در موقعیت صحیح با توجه به نیاز میزان سیستم‌های مکانیکی	(Babota 2014)
			استفاده از پنجره‌های کارآمد انرژی و دستگاه‌های سایه زنی برای به حداکثر رساندن کیفیت عایق کاری دهانه‌های ساختمان	(Newman et al. 2013)
۲	فعال	سیستم‌های کم‌مصرف	استفاده از فن، هواکش، چیلرهای جاذب برای کاهش گرمایش بیش‌ازحد (کنترل و تعدیل)	(Keung 2010)

نمونه موردی خانه عباسیان کاشان

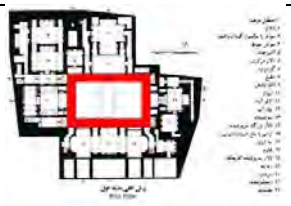
در جهت موارد عنوان شده در زمینه استراتژی‌های مؤثر تاب‌آوری در طراحی ساخت‌وسازهای آتی نسبت به تغییرات اقلیمی، می‌توان کلیت را این‌طور برداشت کرد: دو مؤلفه مهم در همه این موارد تابش خورشید و باد غالب است. حال با توجه به این دو مؤلفه، استراتژی‌های تاب‌آوری اقلیمی خانه عباسیان به‌عنوان نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

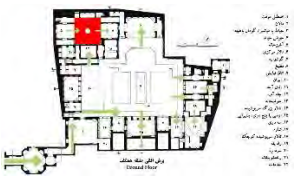
شهر کاشان واقع در استان اصفهان و در مرکز ایران قرار دارد. ازنظر پهنه‌بندی اقلیمی، شهر کاشان در پهنه اقلیمی با زمستان‌های نسبتاً سرد و تابستان‌های گرم و خشک قرارگرفته است(سهیلی‌فرد و دیگران ۱۳۹۲) . کاشان شهری با اقلیم گرم و خشک، بارندگی آن کم است و درجه حرارت زیاد دارد. حرارت هوای کاشان (برحسب طول و عرض جغرافیایی) غالب و خشک است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). در این شهرستان با توجه به عرض جغرافیایی کم، میزان تابش خورشیدی قابل‌توجه است(سهیلی‌فرد و دیگران ۱۳۹۲). مهم‌ترین علل قرارگیری شهر معلول آب و راه است. بنای عباسیان در دوره قاجار در حوالی سال‌های ۱۲۴۵ الی ۱۲۴۸ به همت حاج محمدابراهیم (تاجر کاشانی) شروع به ساخت گردید. معمار این مجموعه ناشناس است که این بنا را در مدت ۲۰ سال ساخته است. مساحت این مجموعه ۵۰۰۰ مترمربع با زیربنای حدود ۷۰۰۰ مترمربع به دلیل تعداد طبقات آن است(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). خانه مذکور به‌صورت گودال باغچه برای دسترسی مطلوب به آب (قنات نصرآباد) و همچنین استفاده از کلیه‌ی قسمت‌های مختلف بنا در فصول سال ساخته شده است. طبقه فوقانی بنا از جوانب خانه و در پیرامون طارمی برای زندگی زمستانی، و طبقه تحتانی که فضاهای اتاق‌ها، حوض‌خانه و زیرزمین در جوانب حیاط و در اطراف حوض و باغچه شکل گرفته‌اند، برای زندگی در تابستان است(رضوی‌زاده، اسلامی و سجاد ۱۳۹۶).

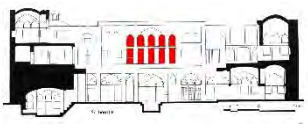
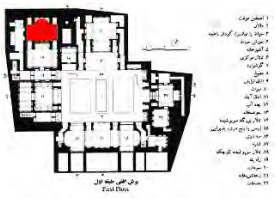
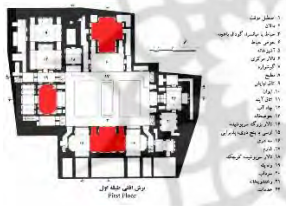
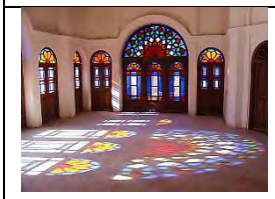
جدول۱۳: اجزا و فضاهای خانه عباسیان (نگارندگان)

عناصر	تعاریف و استراتژی‌ها	موقعیت در پلان	عکس
سردر	اغلب خانه‌ها به‌خصوص خانه‌های مجلل ازجمله خانه عباسیان دارای سردر یا درگاه بوده‌اند و معمولاً دیوارهای خارجی کاه‌گلی بوده و فقط سردرب مجلل ساخته می‌شده و نسبت عرض به تورفتگی سردرب معمولاً یک به دو بوده است و سکوهایی به نام پاخوره کنار سردرب قرار داشته که جهت نشستن و انتظار افراد بوده است(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ سردر متناسب با اقلیم منطقه و معبری که در آن قرار دارد		
دالان حجاب	پس از ورود به بنا از سمت کوچه، دالانی طویل وجود داشته که موسوم به دالان حجاب است و برای از بین بردن دید مستقیم به داخل بنا می‌باشد(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی _ دالان جهت جلوگیری از دیدمستقیم از کوچه و محله		
ورودی	ورودی متصل‌کننده درون و بیرون خانه است. ورودی از خارج نوایی متفاوت داشته اما از درون این نوا خاموش می‌ماند و کلیت ورودی از داخل خانه قابل‌درک نیست. دعوت‌کنندگی ورودی غالباً معماگون تا رسیدن به درون است. خانه در بافت شهری کاملاً درون‌گرا بوده و با بیرون ارتباطی ندارد. به‌جز ورودی همه اجزا خانه به درون بازشو دارند. سردر ورود تنها نشانه بر حضور خانه می‌باشد(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی _ ساخت ورودی با توجه به موقعیت سایت و بنا، جهت‌گیری آن، ونیز عناصر محیطی		
اندرونی	مکانی برای زندگی روزمره خانواده بوده و متعلق به محارم خانواده می‌باشد توسط درب‌ها و راهروهای مخصوص از سایر قسمت‌ها جدا می‌شود و نامحرمان و مهمانان به این قسمت دسترسی ندارند. از قسمت‌های مختلف اندرونی می‌توان به: اتاق شاه‌نشین، اتاق گوشواره، اتاق‌های زمستانی، رختشوی‌خانه، سرداب بزرگ، پس سرداب، حیاط باغ، چاه آب، سیستم آب‌رسانی، حوض‌خانه، اتاق‌های ارسی و گره‌چینی، اتاق‌های تابستانی، اتاق نیایش و بادگیرها اشاره کرد(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ توجه به جهت‌گیری، طرح و شکل، محیط داخلی، مصالح، بازشوها، نورگیری، تهویه، سرمایش و گرمایش، در سازمان‌دهی فضاها به‌صورت کلی و ارتباط هر یک از فضاها با دیگری		
هشتی	پس دالان حجاب به هشتی رسیده که دارای نورگیرهای یزدی بندی بوده و جلوه خاصی به آن می‌دهد. ایجاد مکث، مکانی برای انتظار و تقسیم فضایی، از عملکردهای جالب هشتی می‌باشد. هشتی تنها جایی ست که با بیرون خانه در ارتباط است. این فضا و راه‌های پیچ‌درپیچ منتهی به حیاط‌های اندرونی و بیرونی مانع دید افراد غریبه به داخل حریم مقدس خانواده می‌شده است. باربران و جامه‌داران بار صاحب‌خانه را تا این مکان آورده و در آنجا به زمین می‌گذاشتند و به دلیل مصدر قدیمی (هشتن) به معنای گذاشتن به این نام معروف شده است(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی _ به عنوانی فیلتری بین فضای درونی و بیرونی، توجه به تأثیرات محیطی، بازشوهای رو به حیاط، نورگیری سقفی در حد نیاز، کنترل تهویه و جلوگیری از وزش بادهای شدید به‌صورت مستقیم به داخل بنا		

راهرو (دالان)	برای ورود به فضاهای اندرونی و مهمانی باید از راهروهای پرپیچ‌وخمی شروع کرده که به آن دالان گویند و اگر در دو طرف تالار راهروها پهن‌تر باشند به آن‌ها تخنگاه گویند(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی _ کنترل تهویه به‌صورت جلوگیری از وزش بادهای شدید به‌صورت مستقیم به داخل بنا		
حیاط (میان سرا)	میانسراها با تناسبات طلایی ایرانی و جهت‌گیری دستوری خود در تمام سال محیط بهداشتی مطبوعی فراهم و از گردش آفتاب و نور خورشید بهترین استفاده را برای یورت های گرداگرد خود کسب می‌کردند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی _ نورگیری مناسب با توجه به جانمایی درست فضاها در جبهه‌های درست، کنترل سرمایش و گرمایش با سایه‌اندازی، کنترل تهویه به‌وسیله کنترل جریان هوا در نحوه ساخت آن (فرورفتن در دل زمین، دیوارهای بلند اطراف، عقب‌نشینی برخی فضاها نسبت به بدنه)		
زمستان نشین	یورت‌های قسمت شمالی میان‌سرا مختص زمستان بوده که ارتفاعی کوتاه‌تر نسبت به باقی اتاق‌ها دارند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷) استراتژی _ جهت‌گیری در بخش شمالی و کنترل سرمایش و گرمایش از این طریق		
تابستان‌نشین	یورت های قسمت جنوبی میان سرا مختص تابستان بوده زیرا سایه در آن بیشتر می‌باشد و دارای ارتفاع بلند اتاق بود همچنین بالکنی پهن در جلوی آن وجود دارد(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جهت‌گیری در بخش جنوبی برای دریافت نور شمال در فصل گرم و کنترل سرمایش و گرمایش از این طریق		
اتاق سه دری	اتاق‌خواب خانه بوده و برای طراحی آن از نصف تناسب طلایی کمک می‌گرفتند (۳/۴ * ۴ متر) (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جهت‌گیری مناسب برای سرمایش و گرمایش و نیز طراحی در بخش کم‌نورتر ازآن‌جهت که برای خواب بوده و نورگیری به‌اندازه نیاز فضا		
اتاق پنج دری	حکم نشیمن را داشته و از سمت طول آن نور گرفته و از تناسبات طلایی در آن استفاده شده است((رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جهت‌گیری مناسب و نورگیری از جبهه شمالی به‌صورت طولی، کنترل نور از طریق ارسی‌ها		
تالار	برای استفاده در فصل گرما بوده و به فضای باز راه دارد((رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ ارتباط با فضای باز جهت دریافت تهویه مناسب، دریافت نور شمال شرقی و باد مطلوب از طریق جهت‌گیری مناسب در اطراف حیاط مرکزی		

آشپزخانه	هم به اتاق مهمان نزدیک بوده و هم به اتاق‌های داخلی خانه .(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ ارتباط با فضای باز و نورگیری مناسب به‌اندازه نیاز فضا و قرارگیری در بخش خصوصی‌تر و ارتباط با بخش عمومی‌تر برای کاهش مسافت تردد		
قسمت‌های خدماتی	پورت‌های سمت شرق کم‌اهمیت بوده زیرا آفتاب شدید غرب به آن می‌تابد و از آن برای انبار استفاده می‌شود (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷) استراتژی_ جهت‌گیری در بخش شرقی از جهت عدم نیاز به نورگیری و هدر رفت انرژی		
حوض آب	حوض‌های داخل حیاط به‌صورت گرد، شش‌ضلعی ایرانی، دوازده ضلعی، مستطیل با تناسبات طلایی ساخته شده است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷) استراتژی_ جهت تعدیل هوا برای تهویه بهتر و حفظ رطوبت		
تابش بند با آفتاب شکن	تیغه‌هایی به عرض ۶ الی ۱۵ سانتی‌متر است که گاهی ارتفاعی تا حدود ۵ متر دارد و با کمک گچ و نی آن‌ها را می‌ساختند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ کنترل نورگیری و تابش		
ارسی	برای جلوگیری از گرما آن را از قطعات ریز می‌ساختند، این عنصر بعدها شکل دیگری به خود گرفته و در بالای آن یک عنصر نیم‌دایره و یا چهارگوش قرارگرفته است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ کنترل تابش بیش‌ازحد		
اتاق مرکزی	حدفاصل اندرونی و بیرونی بوده و چون در مرکز ساختمان قرار دارد به‌نوعی قلب خانه و دارای تسلط دید است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ قرارگیری در جبهه شمالی جهت دریافت نور جنوبی مناسب، قرارگیری در امتداد حوض آب جهت بهره‌گیری از تهویه مناسب		
شارم	دورتادور گودال باغچه راهروی باریکی وجود دارد که به آن شارم گویند. در اصل نوعی شاه‌راه بوده که ورودی کلیه‌ی فضاهای اطراف حیاط به آن منتهی می‌شود. شارم دارای نوعی حفاظ آجری در اشکال مختلف هندسی می‌باشد که به آن «شبکه جعفری» گویند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ استفاده از مصالح بوم آور و متناسب با اقلیم و مشبک‌کاری جهت عبور جریان هوا و تهویه فضاهای طبقه فوقانی		

رختشوی‌خانه	برای شستن لباس‌های کثیف بوده است. در داخل رختشوی‌خانه تخته چوبی از سقف آویزان می‌نمودند که چهارچوب نام داشت و داخل آن غذا و گوشت و ... می‌گذاشتند؛ زیرا در پایین آب جریان داشته و سبب می‌شد که از فاسد شدن غذا جلوگیری شود. از طرفی به دلیل بلندی از دسترسی گربه در امان بود. در سردر ورودی رختشوی‌خانه عکس خورشید و گربه که به معنی آن بوده که ورود نور خورشید و گربه به این مکان ممنوع است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ قرارگیری در حیاط جوار حیاط حوض‌خانه جهت بهره از تهویه مناسب و آب		
سرداب بزرگ	محل استراحت افراد و از خنک‌ترین مکان‌های منزل است. دارای یزدی بندی و گچ‌بری‌ها زیبا بوده و از محل‌های تابستان نشین است. دارای شبکه بادگیر بوده و اختلاف سطح زیادی با کوچه دارد (حدود ۱۰ متر). دهانه ورودی سرداب رو به حوض است تا همیشه خنک بماند. دیوارهای آن دوجداره بوده که از میان آن سوراخ‌هایی تعبیه شود تا رطوبت به ستون‌ها و پی ساختمان نرسد. دمای آن ۵ الی ۲۰ درجه نسبت به سطح حیاط خنک‌تر است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جهت‌گیری در قسمت غربی و بهره از نور شرق و باد مطلوب. دسترسی به فضای باز جهت تردد و تهویه بهتر، طرح و شکل و محیط داخلی متناسب با نیاز فضا، مصالح با ضریب حرارتی مناسب برای سرمایش و گرمایش و کنترل حرارت		
پس سرداب	خنک‌ترین بخش خانه برای نگهداری میوه و تره‌بار بوده و در داخل سرداب و در سطحی پایین‌تر از آن قرار داشته، به شکل اتاق بوده و دارای سقفی گنبدی و نیز خاک آن از نوع قرس است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ توجه به سایت و قرارگیری در خنک‌ترین نقطه، طرح و شکل سقف گنبدی برای سایه‌اندازی و کنترل تابش، محیط داخلی متناسب با نیاز فضا، مصالح با ضریب حرارتی بالا و خشکی مطلوب، تهویه مناسب		
سیستم آب‌رسانی	پس از ورود آب از قنات به درون حوض‌های وسیع خانه، آب از حوض‌ها به قسمت‌های مختلف خانه پخش شده و برای شستشو استفاده می‌شوند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ قرارگیری متناسب با منابع (آب) موجود در سایت و تأثیرات محیطی و موقعیت دسترسی مطلوب برای آب‌رسانی به‌کل مجموعه	–	
چاه آب	کلاً خانه‌های تاریخی کاشان فاقد حمام بوده و از مکان چاه آب این خانه دربی وجود داشته که به‌صورت راه زیرزمینی به حمام محله (حمام سلطان امیراحمد) وصل می‌شده که هم‌اکنون مسدود است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ موقعیت مناسب در سایت، تأثیرات محیطی و دسترسی به آب، بلوک شهری و ساختمان‌های مجاور برای تردد و دسترسی به منابع آبی محله		
حوض‌خانه	برای تعدیل دمای هوا و خنک شدن ساختمان طراحی شده است. این مکان دارای تزئینات قطار بندی، مقرنس و گچ‌بری‌های زیبا و دارای حیاطی دوطبقه است. داخل حوض‌خانه فضایی با سقف نیمه‌باز به‌سوی آسمان وجود دارد که به آن پاسیو یا پاتیو گویند که برای جریان هوا و گرفتن رطوبت از آب حوض و خنک شدن‌ها بوده است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ سقف گنبدی و نیمه‌باز برای تهویه بهتر و جلوگیری از گندآب		

درهای ارسی و گره‌چینی	در راستای عمودی به شکل کشویی باز و بسته می‌شود. از منطقه‌ای به نام «آراسیا» وارد ایران شده، به همین دلیل این نام را به خود گرفته است(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ کنترل نور و تابش بیش‌ازحد		
اتاق نیایش	حدفاصل اندرونی و بیرونی بوده و داخل آن با گچ‌بری اسما مقدس و آیات قرآنی نوشته شده است. هرکدام از نقوش روی دیوارهای آن دارای فلسفه خاص می‌باشد. مثلاً موش، نماد دور شدن طاعون از خانه، هدهد نماد پرنده بهشتی و یا درخت سرو نمادی از آزادگی و زندگی می‌باشد (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جهت‌گیری متناسب برای بهره از تابش خورشید و تهویه مناسب و نیز استفاده از جبهه مناسب رو به قبله		
بادگیرها	این خانه دارای دو عدد بادگیر اصلی است که به تمام سرداب‌های بخش اندرونی و بیرونی راه دارد. بادگیرها دارای دو مجرای دم و بازدم بوده که مجرای دم آن دقیقاً رو به باد ساخته شده است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ برای تهویه و سرمایش فضاها		
اتاق آینه	یکی از مجلل‌ترین اتاق‌ها بوده و مهمانی‌ها در آن برگزار می‌شده و به اتاق عروس معروف شده است. از شاهکارهای این اتاق پدید آوردن آسمان زیبای کویر به‌صورت مجازی در شب بوده که این عمل با منشورهایی که با ریسمان‌ها ابریشمی به سقف متصل شده‌اند رخ می‌دهد. برای روشنایی در شب از نور شمع و فانوس استفاده می‌کردند. جلوی اتاق آینه فضای بازی وجود دارد که مهتابی نام داشته و از نور مهتاب آن افراد منزل برای نشستن استفاده می‌کردند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ نورگیری مناسب و استفاده از عناصر محیطی مناسب		
تالار سرپوشیده بزرگ	محل مهمانی‌ها در فصل زمستان و نیز دارای دوطبقه است که خانم‌ها در طبقه بالا و آقایان در طبقه پایین قرار دارند. این مکان دارای نورگیر کلاه‌فرنگی بزرگی است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جبهه قرارگیری مناسب جهت دریافت نور کافی و تهویه بهینه		
تالار سرپوشیده کوچک	در حدفاصل حیاط بیرونی و درونی، در امتداد اتاق مرکزی قرار دارد و برای مراسم‌های خصوصی خانوادگی بوده و دارای نورگیر است (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ جبهه قرارگیری مناسب جهت دریافت نور کافی و تهویه بهینه		
سرداب کوچک	مجهز به بادگیر و کانال‌های نای‌کش است و خنکی محسوس ایجاد می‌کند (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ تهویه مناسب از طریق بادگیر و جلوگیری از تشکیل گندآب		

ب	حوض کوچکی که در کنار چاه آب قرار دارد و همیشه با تخته کوچکی پوشانده می‌شده است تا آلوده نشود (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ استفاده از منابع آبی موجود در محیط (قنات‌ها) جهت تأمین آب آشامیدنی		
ج	در کنار آب‌انبار قرار داشته و فضای نسبتاً تاریکی برای پخت‌وپز است. در داخل مطبخ حوض آب وجود دارد که مجهز به کانال‌های ورود و خروج آب برای شستشو است. در بالای تنور در مطبخ یک مکنده قوی وجود دارد که نقش هود امروزی را داشته است. روشنایی مطبخ توسط نورگیرهایی تأمین می‌شده که به حیاط خدمه مرتبط می‌شود (رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ استفاده از منابع آبی محیط و قرارگیری در جهه مناسب جهت برخورداری از تهویه بهینه		
د	بام‌های گنبدی خانه دارای اندودهای روشن کاه‌گلی بوده که همین امر سبب عدم نفوذ گرما و سرما بر سطح بام می‌شود و نیز تا حدودی از نفوذ رطوبت جلوگیری می‌شود(رزاقی و امامقلی ۱۳۹۷). استراتژی_ عایق‌کاری متناسب و جلوگیری از هدر رفت انرژی، نورگیرها و ناهمواری‌های روی بام برای کنترل تابش مستقیم	–	

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی کیفی مؤلفه‌ها و استراتژی‌های مختلف تاب‌آوری ساختمان در مطالعات پژوهشگران متعدد و نیز بررسی استراتژی‌های موفق در نمونه‌های مختلف معماری معاصر ایران در کلان‌شهر اصفهان، چنین دریافت می‌شود که همان‌طور که تغییر اقلیم بر تمامی جزئیات ساختمانی تأثیر می‌گذارد تاب‌آوری هر بخش و جز ساختمان به تاب‌آوری آن در روند متغیر اقلیم کمک می‌کند. هرچه به جزئیات در این عرضه بیشتر توجه شود ساخت‌وسازهای تاب‌آورتری خواهیم داشت. ازآنجاکه در بررسی‌ها و تحلیل‌ها اقلیم گرم و خشک ایران مدنظر بوده است نتایج حاصل از این گردآوری چنین است که نورگیری و تابش خورشیدی در همه مؤلفه‌ها به‌عنوان عضوی مؤثر مطرح شده است. می‌توان این‌طور اذعان داشت که توجه به نورگیری ساختمان و انرژی خورشیدی می‌تواند در همه استراتژی‌های مطرح‌شده در زمینه طراحی ساختمان موفق عمل کند. هرچه به جزئیات در این عرضه بیشتر توجه شود ساخت‌وسازهای تاب‌آورتری خواهیم داشت. بااین‌وجود تاب‌آوری ساختمان‌ها در هر محله، هر منطقه، هر شهر، هر کشور و هر اقلیم متفاوت است و با توجه به هرکدام از مؤلفه‌ها، تاب‌آوری برخی بخش‌ها مهم‌تر از دیگری جلوه می‌کند که با توجه به هر محله و منطقه اقلیمی می‌توان آن استراتژی‌هایی را به کاربست که مناسب اقلیم مدنظر باشد.

منابع

رزاقی، مهسا، و عقیل امامقلی. ۱۳۹۷. اصول طراحی خانه ایرانی (نمونه موردی: خانه عباسیان کاشان). فصلنامه ایوان چهارسو. ۲ (۳). کد COI: JR_ECH-2-3_014

رضوی‌زاده، اعظم سادات، و محمدامین اسلامی، و ریحانه سادات سجاد. ۱۳۹۶. بررسی نقش هندسه فضای باز در عمق و جهت سایه‌اندازی حیاط‌های مرکزی خانه عباسیان، کاشان. ارائه‌شده در کنفرانس بین‌المللی معماری و ریاضیات. کاشان.

سهیلی فرد، مهدی، و حمید اخترکاوان، و سلوا فلاحی، و مهدی اخترکاوان، و اصغر محمدمرادی. ۱۳۹۲. بررسی تعامل اصول معماری ایرانی و انرژی خورشیدی از منظر فرم، تقارن و جهت‌گیری، نمونه موردی: خانه عباسیان کاشان. نشریه معماری و شهرسازی آرمان شهر. ۵(۱۱):۷۵-۹۰. doi:https://www.sid.ir/Fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=241468

محقر، علی، حسین زاده مهناز، و عموزاد حنان، و شاکرزاده امین. ۱۳۹۸. بررسی سیاست‌های کاهش انتشار دی‌اکسید کربن از صنعت ساختمان با استفاده از مدل‌سازی

دینامیکی. مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی(مطالعات راهبردی جهانی‌شدن). ۹(۳۰): ۳۰۷-۳۲۸.

محمودی، زینب، و نفیسه یاری بروجنی. ۱۳۹۸. شناخت مؤلفه‌های مؤثر ساختمان‌ها نسبت به تغییرات اقلیمی جهانی. ارائه‌شده در نهمین کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار و عمران شهری. اصفهان

یوسفی، حسین، و حسن قدوسی‌نژاد. ۱۳۹۵. مدل انتشار CO2 از سیستم‌های تأمین انرژی ساختمان‌های پیچیده. نشریه انرژی ایران. ۱۹(۳): ۱۳۳-۱۴۴.

Aleksić, J., Kosanović, S., Tomanović, D., Grbić, M., & Murgul, V. 2016. Housing and climate change-related disasters: a study on architectural typology and practice. Procedia engineering, 165, 869-875. doi:doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.786

Alfraidi, Y., & Boussabaine, A. H. 2015. Design Resilient Building Strategies in Face of Climate Change. International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, 9(1), 23-28. doi:doi=10.1.1.675.2995&rep=rep1&type=pdf

Babota, F. 2014. Increase Energy Efficiency and Comfort in Homes by Incorporating Passive Solar Design Features. The Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy, Construction. Architecture Section, 60(1), 175-186. Retrieved from www.academia.edu/download/56456100/INCREASE_ENERGY_EFFICIENCY_AND_COMFORT_IN_HOMES_BY_INCORPORATING_PASSIVE_SOLAR_DESIGN_FEATURES.pdf

Bady, M., Kato, S., & Huang, H. 2008. Towards the application of indoor ventilation efficiency indices to evaluate the air quality of urban areas. Building and Environment, 43(12), 1991-2004. doi:doi:10.1016/j.buildenv.2007.11.013

Baker, N., & Steemers, K. 2003. Energy and environment in architecture: a technical design guide: Taylor & Francis.

Balali, Amirhossein; Hakimelahi, Ali ; Valipour, Alireza (2020): Identification and prioritization of passive energy consumption optimization measures in the building industry: An Iranian case study. In: Journal of Building Engineering, 30(1), 1_34. Retrieved from https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101239

Bozkurt, E. 2018. Exploration of Climate Change in Architectural Design Studio. Paper presented at the SHS Web of Conferences.

Coley, D., & Kershaw, T. 2010. Changes in internal temperatures within the built environment as a response to a changing climate. Building and Environment, 45(1), 89-93. doi:doi:10.1016/j.buildenv.2009.05.009

Dentz, J., & Podorson, D. 2014. Evaluating an Exterior Insulation and Finish System for Deep Energy Retrofits. Retrieved from https://www.osti.gov/biblio/1123215

Fleming, Sean 2019. Chart of the day: These countries create most of the world's CO2 emissions. The World Economic Forum.Retrieved from.https://www.weforum.org/agenda/2019/06/chart-of-the-day-these-countries-create-most-of-the-world-s-co2-emissions/. Last Update. 3 June. 07 Jun 2019.

Foruzanmehr, Ahmadreza&Nicol, Fergus 2008: Towards new approaches for integrating vernacular passive-cooling systems into modern buildings in warm-dry climates of Iran. Air Conditioning and the Low Carbon Cooling Challenge, Windsor. https://moam.info/download/towards-new-approaches-for-integrating-vernacular-_5a0cf6ff1723ddf2746c2310.html?reader=1. 27 July

Government, C. M. A. o. t. S. 2011. This Energy Saving and Efficiency Action Plan 2011-2020 Madrid: IDEA

Greden, L. V. (2005). Flexibility in building design: a real options approach and valuation methodology to address risk. Massachusetts Institute of Technology, Retrieved from https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/30366

Gropius, W. 1965. The new architecture and the Bauhaus (Vol. 21): MIT press.

Kanters, J., & Horvat, M. 2012. Solar energy as a design parameter in urban planning. Energy Procedia, 30, 1143-1152. doi:doi: 10.1016/j.egypro.2012.11.127

Keung, J. 2010. Building Planning and Massing (Green Building Platinum Series). In (pp. 111): Singapore. Building and Construction Authority.

Knowles, R. L., & Berry, R. D. 1980. Solar envelope concepts: moderate density building applications: Solar Energy Information Data Bank.

Larsen, L., Rajkovich, N., Leighton, C., McCoy, K., Calhoun, K., Mallen, E., . . . McMahon, S. 2011. Green building and climate resilience: Understanding impacts and preparing for

changing conditions. University of Michigan, 260, 177. Retrieved from https://www.preventionweb.net/publications/view/25515

Mayor, M. B., R. 2013. Building Resiliency Task Force. Retrieved from New York https://www.urbangreencouncil.org/content/projects/building-resiliency-task-force

Mikler, V., Bicol, A., Breisnes, B., & Labrie, M. 2008. Passive Design Toolkit: Best Practices. City of Vancouver. Retrieved from https://www.toolkit.bc.ca/resource/passive-design-toolkit

Montavon, M. 2010. Optimisation of urban form by the evaluation of the solar potential. Lausanne, EPFL.255. DOI 10.5075/epfl-thesis-4657

Morello, E., & Ratti, C. 2009. Sunscapes:'Solar envelopes' and the analysis of urban DEMs. Computers, Environment and Urban Systems, 33(1), 26-34. doi:doi:10.1016/j.compenvurbsys.2008.09.005

Nejat, P., Jomehzadeh, F., Taheri, M.M., Gohari, M., & Abd.Majid, M. Z. 2015: A globalreviewofenergyconsumption,CO2 emissions andpolicy in theresidentialsector(with an overview of the top ten CO2 emitting countries). In: RenewableandSustainableEnergyReviews, 43(2015), 843–862. Retrieved from https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.066

Newman, J., Springer, M., Sheehan, T., Gravelin, J., Trouche, L., Slaughter, S., & Wilson, A. 2013. Building resilience in Boston:"Best practices" for climate change adaptation and resilience for existing buildings. Prepared by Linnean Solutions, the Built Environment Coalition, and the Resilient Design Institute. Boston, MA: Boston Society of Architects. Online at www. greenribboncommission. org/materials/Climate-Preparedness-Working-Group, accessed on June, 23, 2014.

Ratti, C., Raydan, D., & Steemers, K. 2003. Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. Energy and Buildings, 35(1), 49-59. doi:https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00079-8

Rubio-Bellido, C., Pulido-Arcas, J. A., & Cabeza-Lainez, J. M. 2015. Adaptation strategies and resilience to climate change of historic dwellings. Sustainability, 7(4), 3695-3713. doi:doi:10.3390/su7043695

Sanaieian, H., Tenpierik, M., Van Den Linden, K., Seraj, F. M., & Shemrani, S. M. M. 2014. Review of the impact of urban block form on thermal performance, solar access and ventilation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, 551-560. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.06.007

Scientists, Union of Concerned. 2020. Each Country's Share of CO2 Emissions. Union of Concerned Scientists.Retrieved from.https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions. Last Update. Jul 16, 2008. Aug 12, 2020.

Till, J., & Schneider, T. 2006. Flexible housing: a guide: The Bank of Ideas on behalf of the Bureau of Design Research for the Housing ….

Vardoulakis, S., Dimitroulopoulou, C., Thornes, J., Lai, K.-M., Taylor, J., Myers, I., . . . Chalabi, Z. 2015. Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. Environment International, 85, 299-313. doi:https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.010

Wilson, A. 2001. Greening Federal Facilities: An Energy, Environmental, and Economic Resource Guide for Federal Facility Managers and Designers. Retrieved from

Yang, X., Li, Y., & Yang, L. 2012. Predicting and understanding temporal 3D exterior surface temperature distribution in an ideal courtyard. Building and Environment, 57, 38-48. doi:doi:10.1016/j.buildenv.2012.03.022

Yau, Y., & Hasbi, S. 2013. A review of climate change impacts on commercial buildings and their technical services in the tropics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 18, 430-441. doi:dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.035

Received: 09/05/2021
Accepted: 19/10/2021

Design strategies in climatic resilient constructions (Case study: Abbasian House in Kashan)

Zeinab Mahmoodi[1*], Ghazal Farjami[2], Nafiseh Yari Borujeni[3]

Abstract

Global climate change and its effects are a matter of concern today. Climatic resilience has been proposed by many researchers as a solution to sudden climatic events. Since buildings emit a high percentage of greenhouse gases, and based on studies conducted on the growing trend of climate change, the issue of climatic resilience in cities and subsequently, the resilience of buildings has been raised. Therefore, it is necessary to address practical resilience strategies in the design of future buildings to respond to climate scenarios. By strategies, we mean components, factors and practices that are considered in the field of climate resilience in the construction sector. The present study aims to provide a complementary study to express the resilience strategies of future architectures. It is necessary to pay attention to the components and strategies of resilience of future constructions according to the global climate change trend in order to be used in design standards in construction. This study first deals with external and internal factors to express the resilience strategies of the building and then their subsets based on the impacts of climate change, and finally, by a descriptive-analytical and qualitative method, the findings are presented as general strategies in the form of a table. The results are that all the components of a building from the beginning of design to the end of construction in different parts of the building are effective in its resilience and the negligence in the building sector in terms of resilience affects various climatic events.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Keywords

Climatic Change, Climatic Resilience, Resilience Strategies.

1- MSc. Architectural Eng., Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute, Esfahan.
*- Corresponding Author: z_mahmoodi1991@yahoo.com
2- Ph.D. Architecture, Faculty member, Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute, Esfahan.
3- PhD. Student, Islamic Architecture, Art University of Isfahan, Lecturer at Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute.