

مقایسه تطبیقی پوسته‌های بیرونی بناهای مسکونی در بافت‌های سنتی و مدرن شهر تبریز با رویکرد پایداری

مریم سینگری^۱، سروناز عبدلی ناصر^{۲*}

^۱ عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۱۰

چکیده

ضرورت توجه به امر صرفه جویی بویژه صرفه جویی در مصرف انرژی‌های فسیلی، باعث شده که توسعه پایدار به یکی از مباحث بسیار مهم و رایج در سطح بین‌المللی تبدیل شود. بر اساس آمار موجود، افزایش مصرف انرژی در ایران بیش از ۵ برابر افزایش مصرف جهانی است. در این میان بناهای مسکونی با کاربری غیر منقطع بیش از یک سوم انرژی کشور را مصرف می‌کنند. پوسته بیرونی بنا علاوه بر این که سومین پوست انسان محسوب می‌گردد، به عنوان مرز میان درون و بیرون، حایلی میان انسان و عوامل اقلیمی محیط خارج است. مقاله حاضر به بررسی رویکردهای اقلیمی نماهای مسکونی تبریز در دو بافت شهری سنتی و مدرن و مقایسه تطبیقی این دو می‌پردازد. پژوهش مربوط به این مقاله با تکیه بر روش‌های پیمایشی و علی - مقایسه‌ای انجام شده و هدف از آن تحلیل شاخص‌های انرژی، مصالح و بازشوها در نمونه‌های مورد بررسی و مقایسه آن‌هاست. محاسبات انجام شده مؤید این مطلب است که میزان سطوح بازشوها در پوسته خانه‌های سنتی تبریز ۱۵ تا ۳۵ درصد و در پوسته خانه‌های مدرن ۲۷ تا ۴۱ درصد است. علاوه بر آن، با توجه به ضخامت و مصالح مورد استفاده، مقاومت حرارتی در پوسته بناهای تاریخی ۰,۵۹ تا ۰,۹۲ m^2c/w و در بناهای مدرن ۰,۳۶ تا ۰,۳۸ m^2c/w است. می‌توان دریافت که پوسته‌های بیرونی ساختمان‌های سنتی تبریز نسبت به ساختمان‌های مدرن اتلاف حرارت کمتری دارند و با اصول معماری پایدار مطابق هستند.

واژگان کلیدی: مسکن، پوسته بیرونی، مسکن سنتی و مدرن، اقلیم تبریز، پایداری.

فعلی است. خواننده پس از مطالعه این مقاله در خواهد یافت که طراحی‌های سنتی و بومی که امروزه در مسکن ما به کناری نهاده شده‌اند، ارزش باززنده‌سازی و رعایت مجدد را دارند.

۱. روش تحقیق

بدیهی است هر پژوهش علمی نیاز به یک روش تحقیق متناسب با موضوع خود دارد. روش مواجهه با مسأله و پژوهش در ارتباط تنگاتنگ و دو سویه با ساختار و ماهیت تحقیق است. از همین رو، برای ایجاد شالوده‌ای انسجام‌بخش به این پژوهش، دو روش تحقیق انتخاب شده و در فرآیند پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. ابتدا روش پیمایشی با بازدید از امکانات موجود میدانی و آوردن نمونه‌های موردی از گونه‌های مختلف مسکن اعم از سنتی و مدرن مورد استفاده قرار گرفته است. سپس روش علی - مقایسه‌ای با تطبیق و مقایسه عامل ایجاد کننده این نوع از معماری در پوسته بناهای مختلف به کار رفته است.

برای گردآوری اطلاعات و به دست آوردن نتایج مطلوب و ارائه پاسخ مناسب به سؤال پژوهش از ابزاری هم‌چون کتاب، مقالات علمی - پژوهشی، طرح پژوهشی و سایت‌های اینترنتی استفاده شده است. بدین ترتیب در این مقاله به مبحث پایداری و اصول آن پرداخته می‌شود. سپس اقلیم تبریز بر اساس آمار موجود تحلیل و بناهای مسکونی سنتی و مدرن شهر تبریز از دید صاحب‌نظران مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از آن ۱۰ نمونه از پوسته‌های مسکونی دوره قاجار و اوایل پهلوی از جمله خانه‌های قدکی، بهنام، گنجهای زاده، لیل آباد، اردوبادی، رهبری، ثقه‌الاسلام، ششگلان، شربت اوغلی و لاله‌ای و ۱۰ نمونه از پوسته‌های مسکونی دهه ۱۳۶۰ در شهر تبریز انتخاب شده و درصد سطوح باز شو با توجه به مساحت پوسته و باز شوها و ضریب انتقال حرارتی جدار در تماس با فضای خارج با توجه به مصالح مورد استفاده و ضریب هدایت حرارتی و ضخامت آن‌ها و در نظر گرفتن مقاومت‌های حرارتی لایه هوای مجاور سطوح داخلی (۰,۱۱) و خارجی (۰,۰۶) پوسته خارجی محاسبه شده است.

۲. پیشینه موضوع

از آنجایی که هدف از این پژوهش تحلیل و بررسی شاخص‌های انرژی در بناهای مسکونی سنتی است، کتب و آثار چاپ شده در این خصوص بررسی شده و در قالب جدول شماره (۱) ارائه می‌گردد.

یکی از عوامل آلوده‌کننده محیط زیست در جهان و بخصوص در کشور ما ایران، مصرف انرژی‌های فسیلی در فضاها مسکونی، برای تأمین گرمای فضای خانه است. در کشور ما مصرف انرژی در ساختمان حدود ۴۰ درصد از کل انرژی مصرف شده را به خود اختصاص می‌دهد. در این میان در بین مؤلفه‌های مصرف انرژی در ساختمان، سیستم‌های گرمایشی ساختمان که به طور عمده از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند، از جمله مصرف‌کنندگان عمده انرژی هستند؛ به طوری که ۷۰ درصد از گاز طبیعی مصرفی در ساختمان‌ها صرف گرمایش می‌شود (علی خیابوی و لاهرودی، ۱۳۸۹: ۵۲).

در بحث توسعه پایدار و به تبع آن معماری پایدار این که هر ساختمان باید با محیط طبیعی پیرامون خود تعامل داشته باشد، امری بدیهی است. قسمت بحث برانگیز و مورد توجه این امر، چگونگی برقراری تعامل و نوع تدابیر در نظر گرفته شده است. این درست همان مطلبی است که سال‌ها پیش ساکنان این مرز و بوم با مهارتی ویژه از آن بهره جستند و با اجرای فنون و قواعد خاص در زمینه استفاده بهینه از انرژی‌ها و منابع طبیعی بخصوص خورشید و باد و هماهنگی با اقلیم از آن استفاده کرده‌اند. با مطالعه ساختمان‌های بومی در هر اقلیم به روشنی این نکته حاصل می‌شود که تمامی ساختمان‌های بومی کاملاً بر اساس اصول اقلیمی و در جهت استفاده حداکثری از انرژی‌های طبیعی و مقابله با سرما و گرمای آزاردهنده طراحی شده‌اند. این امر به طور کامل با فرهنگ مردم هر منطقه همسو بوده، و معماری بومی و بوم‌آورد تعریف شده است. در حالی که در بناهای مدرن امروزی با استفاده بیش از حد از انرژی‌های فسیلی برای گرمایش ساختمان در اقلیم سرد و کوهستانی شهر تبریز، از این امر مهم غافل شده‌اند. در پژوهش حاضر سعی شده تا با توجه به بررسی‌ها و محاسبات انجام شده و دلایل ارائه شده، به این سؤال پاسخ مناسب داده شود: در مقایسه و تطبیق بناهای مسکونی شهر تبریز، بناهای کدام دوره (دوره قاجار و اواخر آن و اوایل دوره پهلوی اول، دهه ۱۳۶۰ به بعد) پایدارتر بوده و همساز با اقلیم سرد و کوهستانی شهر تبریز طراحی شده‌اند؟

بنابر این هدف از این پژوهش، تحلیل و بررسی شاخص‌های انرژی، مصالح مورد استفاده، باز شوها در بناهای مسکونی سنتی و مدرن در بافت شهری تبریز و مقایسه تطبیقی آن‌ها و باز زنده‌سازی تفکر توجه به پایداری و معماری همساز با اقلیم در پوسته‌های خانه‌های سنتی تبریز و بهینه‌سازی و بهبود رعایت آن در پوسته‌های مسکن

جدول شماره ۱: معرفی و خلاصه پیشینه تحقیق با لحاظ توالی تاریخی

زمان	نویسنده (گان)	عنوان کار تحقیقی	نتایج
۱۳۷۳	رضایی حریری، محمدتقی، میترا حبیبی و میترا خاکپور، میترا ریما فیاض	مقررات ملی ساختمانی ایران مبحث ۱۹ - صرفه‌جویی در مصرف انرژی	علاوه بر جهت قرارگیری ساختمان، رعایت عوامل دیگری از قبیل تعبیه ورودی‌های کنترل شده، استفاده از بافت خشن و رنگ‌های تیره در پوشش سطوح خارجی ساختمان و کاهش مساحت سطوح باز شوها نیز ضروری است (ص ۱۸).
۱۳۷۸	پوردیهیمی، شهرام	ساخت و ساز همساز با اقلیم	شکل‌گیری و جهت‌گیری پوسته ساختمان باید به نحوی باشد که در زمستان حداکثر تابش را جذب کند (ص ۶۹).

۱۳۷۹	نقی‌زاده، محمد	ویژگی‌های کیفی مسکن مطلوب (مبانی طراحی و روش‌های تحویل آن)	یکی از نکات ضروری و مهم آن است که مسکن باید محل و فضای فراهم آورنده آرامش، آسایش و سکینه برای ساکن خویش باشد. مسکن مطلوب و مناسب باید ویژگی زیر را دارا باشد: - امکان ارتباط با طبیعت: ابنیه به گونه‌ای طراحی شوند تا نیاز به تنظیم‌کننده‌های مصنوعی شرایط محیطی به حداقل ممکن کاهش یابد (ص ۹۴).
۱۳۸۲	مظفری ترشیزی، حسین	روش‌های عایق کردن حرارتی مسکن	برای جلوگیری از عبور هوا و بخار و ایجاد یک عایق مطمئن برای عبور هوا و یک سد برای بخار ضرورت دارد از مصالحی استفاده شود که خود قابلیت انعطاف داشته و در اثر عوامل مختلف در آنها ترک یا پارگی به وجود نیاید (ص ۷۴). برای صرفه‌جویی در انرژی و بهبود بخشیدن به عملکرد حرارتی پنجره‌ها باید به نکات زیر توجه نمود: - پنجره‌های فلزی و آلومینیومی حالت پل حرارتی را دارند و مقدار زیادی تبادل حرارتی انجام می‌دهند. - پنجره‌های ساخته شده از مواد مصنوعی مانند PVC به مقدار قابل توجهی از تبادل حرارتی جلوگیری می‌نمایند. - بکار بردن شیشه‌های دوجداره و سه جداره تأثیر بسزایی دارد. - استفاده از پرده کرکره یا پوشش‌های چوبی بیرون پنجره‌ها توصیه می‌شود (ص ۸۰).
۱۳۸۴	کسمایی، مرتضی	پهنه‌بندی و راهنمای طراحی اقلیمی استان آذربایجان شرقی	۱) بهتر است فضاهای گرم‌آزا در مرکز پلان ساختمان و فضاهای کم اهمیت مثل انبار به عنوان عایق حرارتی در قسمت‌های سرد، شمال یا سمت غرب پلان قرار داده شود. ۲) در طراحی پلان ساختمان باید توجه داشت که فضاهای اصلی در سمت جنوب پلان واقع شود (ص ۱۷۰).
۱۳۸۴	قبادیان، وحید	بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران	خصوصیات کلی فرم بنا در اقلیم سرد و کوهستانی به این شرح است: - ساختمان‌ها دارای حیاط مرکزی و درون‌گرا، - نسبت سطح پوسته خارجی بنا به حجم بنا کم، - ارتفاع اتاق‌ها کم، - بام‌ها غالباً به صورت مسطح، - بازشوها کوچک، - ایوان‌ها و حیاط‌ها کوچک، - دیوارها نسبتاً قطور (ص ۱۰۲).
۱۳۸۴	اعظمی، احد الله	طراحی مجموعه مسکونی خورشیدی در شهر سالم	در بعد معماری خورشیدی غیرفعال توجه به طرح جبهه‌های ساختمان، اتاق‌ها یا عملکردهای مخصوص در انطباق با جهت تابش خورشید، استفاده از فضای گلخانه در جنوب، مصالح با جرم حرارتی بالا، بام سبز در جهت بهره‌وری بیش‌تر از انرژی خورشیدی متمرکز است (ص ۲۴۹).
۱۳۸۴	کسمایی، مرتضی	اقلیم و معماری	به دلیل سرمای شدید هوا در فصل زمستان در شهر تبریز بهتر است فرم ساختمان فشرده و پلان آن مربع باشد (ص ۱۲۰).
۱۳۸۵	آیت‌اللهی، سید محمد حسین	ارزیابی پنج ساله کارایی خانه خورشیدی	طراحی گلخانه‌ای در نمای جنوبی ساختمان می‌تواند به صرفه‌جویی گرمایشی بیش‌تری بیانجامد (ص ۸۸)
۱۳۸۶	پیرنیا، محمد کریم	آشنایی با معماری اسلامی ایران	یکی از مسائل مهم مربوط به شهرسازی جهت قرارگیری خانه یا رون است. این مربوط به آب و هوا، طرز تابش، جهت وزش (باد مطبوع، طوفان، گرد و غبار و...) و مکان قرارگیری و جنس زمین است (ص ۱۵۴). در شهر تبریز در شمال غربی ایران از رون راسته (جهت شمال شرقی - جنوب غربی) استفاده می‌شده است (ص ۱۵۵).
۱۳۸۸	دانشپور، سید عبدالهادی، مجتبی مهدوی نیا و محمد مهدی غیائی	جایگاه دانش روان‌شناسی محیطی در ساختمان‌های بلندمرتبه با رویکرد معماری پایدار	ازجمله راهکارهای ترویج دهنده رفتارهای پایدار که در روند طراحی معماری می‌تواند به کار گرفته شود، برقراری پیوند میان کاربران و محیط طبیعی در سطوح ساختمان‌های بلندمرتبه از طریق بهره‌گیری از نور طبیعی، پوشش گیاهی و دید و منظر مناسب است (ص ۳۶).
۱۳۸۹	نوروزیان ملکی، سعید، سیدباقر حسینی، و محمود رضایی	معماری در عصر تغییر اقلیم	در عصر تغییر اقلیم مکان ساختمان‌ها باید در مناطقی باشد که در معرض کمترین وقوع آب و هوای شدید و افزایش سطح آب دریا باشند. برای کاهش هزینه‌های گرمایش و سرمایش مصنوعی سطوح عایق‌بندی باید افزایش یابد (ص ۳۰).
۱۳۸۹	زندیه، مهدی و سمیرا پروردی نژاد	توسعه پایدار و مفاهیم آن در معماری مسکونی	بهره‌گیری از الگوهای ارزش‌مند معماری سنتی ایران نیز بسیار حائز اهمیت و راه‌گشا است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: - استفاده از مصالح مناسب موجود در منطقه، - استفاده از مصالح بومی سازگار با اقلیم، - استفاده مناسب از گیاهان، - استفاده از ظرفیت حرارتی خاک در زمستان و تابستان، - استفاده از عناصر الحاقی چون ایوان‌ها و سایبان‌ها، - استفاده از ضخامت جرز دیوارها (ص ۱۷).

۳. مسکن

با توجه به آمار مربوط به رشد شهرنشینی در تمام نقاط جهان، بویژه کشورهای در حال توسعه و همین‌طور در ایران، مشخص می‌شود که تا ۲۰ سال آینده حدود ۶۰ درصد مردم جهان در شهرها زندگی خواهند کرد. این آمار در ایران تا حدود ۷۰ درصد

هم پیش‌بینی شده است. اضافه شدن هر خانوار به مجموعه ساکنان شهرها تبعات مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها تأمین مسکن است (محمودی، ۱۳۸۸: ۷).
از سوی دیگر، ایران از معدود کشورهای جهان است که در طول تاریخ حیات خود ارائه‌دهنده نوعی فرهنگ معماری خاص به

جهان معماری بوده است. ویژگی‌های مهم فرهنگی و جغرافیایی ایران باعث شده است تا تنوع بسیار زیادی در معماری آن وجود داشته باشد (معماریان، ۱۳۸۷: ۵). شکل‌گیری مسکن تابع عوامل و شرایط فرهنگی، اقلیمی، اقتصادی، معیشتی است (معینی، ۱۳۸۷: ۴۸). در مطالعه تاریخ مسکن در می‌یابیم که بشر به اجبار خود و فضای زندگی‌اش را با شرایط اقلیمی هماهنگ و همساز کرده است. می‌توان دریافت که سه عامل مهم تشکیل‌دهنده سرپناه‌های اولیه ساخت بشر بوده‌اند: ۱- اقلیمی که در آن زندگی می‌کند، ۲- نوع مصالحی که در دسترس است. ۳- پیش‌بینی و تعیی شایه‌هایی برای جلوگیری از خطراتی که ممکن است او را تهدید کند (پوردیهیمی، ۱۳۸۰: ۵۴). علاوه بر آن، جهت‌گیری ساختمان یکی از مسائل بسیار مهم برای استفاده از نور خورشید در زمستان در اقلیم سرد و کوهستانی است. (Brebbia and Beriatos, 2011: 203)

۴. پوسته

در فرهنگ عمید پوسته به معنای جلد، غلاف، قشر و مقابل مغز آمده است (عمید، ۱۳۸۱: ۴۹۰). در فرهنگ معین این واژه به معنی قسمتی از ساختمان گیاهان است که خارجی‌ترین قسمت اندام‌ها را تشکیل می‌دهد و در حقیقت طبقه‌ای است که اندام‌های دیگر گیاهی را می‌پوشاند (معین، ۱۳۸۲: ۵۸۰). هارالد دایلمان و همکارانش^۱ در بررسی مختصر خود از پوسته به ۴ عملکرد که از آن انتظار می‌رود، پرداخته‌اند:

- ۱- حفاظت، ۲- ایجاد ارتباط، ۳- معرفی، ۴- جزئی از فضای شهری. ابتدایی‌ترین و حتی از لحاظ قدمت اولین وظیفه‌ای که پوسته عهده‌دار گردید، وظیفه حفاظت از انسان در مقابل تهدیدهای بیرونی بود. انسان از یک سو برای حفاظت از عوامل جوی و اقلیمی و از سوی دیگر مقابله با حیوانات مودی و انسان‌های مزاحم، فضایی را به نام خانه ایجاد کرد (پاکزاد، ۱۳۸۲: ۵۳). مهم‌ترین اجزای پوسته در نگاه نخست بازشوها و بطور اخص ورودی و پنجره‌ها هستند. ورودی در مسکن مفاهیم بسیاری را به دنبال دارد. مسائلی از قبیل: نحوه دسترسی، تأثیر در نمای شهری، زیبایی، امنیت، حریم، آسایش اقلیمی، آرامش محیطی، دید، دعوت‌کنندگی و مسأله مهم فرهنگ که تأثیرگذار و تأثیرپذیر در مفهوم ورودی در طراحی مسکن و محیط مسکونی مطلوب است (دوستی مطلق، ۱۳۸۸: ۹۱). پنجره نیز در ظاهر با سه کار شناخته می‌شود: نوررسانی، تأمین دید و پیوند درون و بیرون (پارسا، ۱۳۹۰: ۷۸). در خانه‌های سنتی غرب ایران و در تبریز، خانه‌های ایوان‌دار رو به آفتاب که پنجره‌های قدی دولته آن از حیاط جنوبی گرمای خورشید را می‌گیرند، استفاده شده است (اقتباس از پارسا، ۱۳۹۰: ۸۸).

۵. مسکن و پوسته پایدار

مسکن مهم‌ترین عنصر شهر است که توجه به پایداری آن اساسی‌ترین عامل شناخته می‌شود. مسأله اصلی در پایداری مسکن، توجه به نیازهای نسل آینده در عین برطرف کردن

نیازهای فعلی مسکن افراد است. به گونه‌ای که تأمین مسکن امروز با کم‌ترین تغییر حالت در محیط طبیعی، این امکان را به نسل آینده بدهد که به شکلی بهینه برای خود فضای زیستی مناسبی فراهم کنند (اقتباس از محمودی، ۱۳۸۸: ۷).

پوسته، مؤلفه‌ای کارآمد در معماری پایدار است. برای دستیابی به طراحی مناسب با اصول اقلیمی به سه روش کلی با پوسته‌های ساختمانی برخورد می‌شود: ۱- پوسته به‌عنوان جداکننده ساختمان از شرایط جوی خارج، از طریق مقاومت حرارتی (عایق بندی)، ۲- پوسته به‌عنوان جرم حرارتی (به تأخیر انداختن عبور حرارت از بدنه ساختمان)، ۳- پوسته به‌عنوان ذخیره و توزیع‌کننده حرارت در ساختمان (برج سفیدی، ۱۳۸۸: ۱۵). برای دستیابی به اهداف معماری پایدار و طراحی پوسته بناها با رویکرد اقلیمی رعایت نکات زیر می‌تواند مؤثر باشد:

۱) استفاده از دیوارهای دوجداره یا چندجداره با فضای تهی میان دو پوسته روشی برای جلوگیری از هدر رفتن گرما است (Paterson, 2011: 192)

۲) استفاده از مصالح مناسب با ظرفیت و عایق حرارتی بالا یکی دیگر از راه‌حلهایی است که می‌توان از آن برای مقابله با هوای سرد خارجی استفاده کرد. (Dangel, 2010: 94)

۳) حفظ حرارت با قراردادن عایق حرارتی بر روی پوسته خارجی بنا.

۴) برای جلوگیری از برودت تبخیری در پوسته بناها در هوای سرد و کوهستانی، بخاریند باید در سمت گرم عایق‌بندی پوسته بنا نصب شود. (Bodart, Evrard, 2011: 354)

۵) به حداقل رساندن تعداد و مساحت بازشوها و استفاده از مصالح با ضریب انتقال حرارتی کم‌تر برای قاب‌های پنجره
۶) استفاده از شیشه دوجداره و خصوصاً عایق شب برای پنجره‌ها. (عایق شب، پرده ضخیمی است که شب هنگام به جداره داخلی پنجره‌ها کشیده می‌شود تا از پرت حرارتی جلوگیری نماید)
۷) پوسته بنا روی خودش سایه نیندازد (پیشرفت و پس رفتگی در پلان نباشد)

۸) استفاده از گیاهان در فضای گلخانه و ترکیب آن با نمای ساختمان در جهت جذب انرژی گرمایی خورشید از فضای بیرون به داخل ساختمان. (Th Rassia, M Pardalos, 2011: 228)

۹) اضافه کردن لایه جدیدی از مصالح در جزئیات اطراف ورودی‌ها و پنجره‌ها و کاهش نفوذ هوای سرد و صرفه‌جویی در مصرف انرژی. (Bougdal, Sharples, 2010: 67)

۱۰) نمای خارجی ساختمان در اقلیم سرد باید با رنگ‌های تیره پوشش داده شود. در این صورت انرژی گرمایی بیش‌تری را جذب می‌کند. (Almusaed, 2010: 252)

۶. شاخص‌های انرژی (ضریب انتقال حرارت، مقاومت حرارت) و روش محاسبه

ضریب انتقال حرارتی یک ماده، عبارت است از میزان ضریب هدایتی حرارتی K آن برای یک واحد استاندارد ضخامت d. این

می‌سازد. با بررسی اطلاعات دما در تبریز در می‌یابیم که ۶۲ درصد اوقات هوا سرد و بسیار سرد و ۱۷ درصد از اوقات هوا گرم است و ۲۱ درصد از مواقع هوا معتدل است (شقایق و مفیدی، ۱۳۸۷: ۱۱۳). در این اقلیم، بنا باید به نحوی شکل گیرد که در زمستان جذب حداکثر گرما با حفظ آن و در تابستان جذب کم‌ترین مقدار حرارت را داشته باشد (خدابخشی و مفیدی، ۱۳۸۴: ۶۱۲). علاوه بر آن کم پوسته بناها نیز باید کم‌ترین انتقال حرارت را در زمستان داشته باشند.

۸. پوسته بناهای مسکونی نمونه‌های مورد آزمایش در شهر تبریز

امروزه در شهر تبریز بیش‌تر بناهای مسکونی بلندمرتبه و به‌صورت آپارتمانی ساخته شده‌اند. از طرف دیگر، خانه‌های سنتی شهر تبریز و بناهای مسکونی دهه ۱۳۶۰ همگی دو تا سه طبقه هستند. از آن‌جا که هدف این پژوهش بررسی عوامل مختلف از قبیل اتلاف حرارت، مقاومت حرارتی و ضریب انتقال حرارتی و تطبیق این عوامل در دو دوره مختلف سنتی و مدرن است، در نتیجه با توجه به نزدیک بودن تقریبی تعداد طبقات در پوسته آن‌ها، بناهای مورد نظر جهت تطبیق و مقایسه انتخاب شده‌اند.

۱-۸. پوسته بناهای مسکونی نمونه‌ها در بافت سنتی

معماری سنتی ایرانی دارای ویژگی‌های خاص و منحصر به‌فردی است که اقلیم و دین را در هم آمیخته و دارای مشخصاتی هم‌چون طراحی مناسب، محاسبات دقیق، فرم‌های صحیح پوششی، رعایت مسائل علمی، ایوان‌های بلند و تزیین‌های گوناگون است که در عین سادگی بر اصولی هم‌چون درون‌گرایی و حجاب استوار است (منصوری، ۱۳۸۹: ۳۹).

قدمت بیش‌تر خانه‌های تاریخی تبریز به دوران پس از قاجار می‌رسد. در دوره قاجار، ساختن ساختمان‌های مسکونی به مرحله خاصی از طرح و تکنیک و اجرا رسیده بود. در آن دوره، مردم عادی از بناهای ساده و با مصالح خشت و گل و سقف‌های طاقی و یا آسمانه استفاده می‌کردند و طبقات متمول در ساختمان‌های مقاوم آجری، با طرح‌های گسترده خصوصاً بیرونی و اندرونی و دارای عناصر معماری سنتی ایرانی ساکن بودند. اصولاً در بناهای بیرونی و اندرونی از سه اصل طراحی، اساس‌سازی و ناماسازی استفاده می‌شد (زمرشیدی، ۱۳۹۰: ۲). اصول رعایت شده در معماری بومی و سنتی اقلیم سرد در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول شماره ۲: متوسط درجه حرارت و بارندگی ماهیانه ایستگاه هواشناسی تبریز ۱۹۵۷-۱۹۸۵

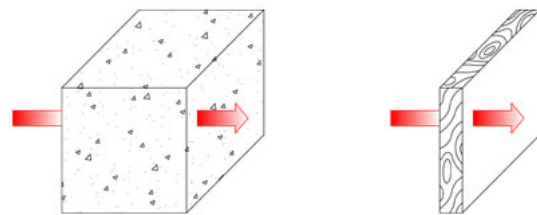
ماه و پارامتر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
متوسط درجه حرارت C	۲،۳ -	صفر	۵،۳	۱۱،۲	۱۶،۴	۲۱،۷	۲۶	۲۵،۶	۲۱،۴	۱۳،۸	۶،۹	۱،۲
متوسط بارندگی ماهیانه (میلی‌متر)	۲۹	۲۵،۵	۴۷،۱	۵۳،۲	۴۴،۷	۱۷،۵	۴،۴	۳،۳	۸،۸	۲۶،۹	۲۹،۳	۱۸،۷

مأخذ: اداره هواشناسی تبریز

ضریب به صورت مدت زمان عبور حرارت از یک واحد سطح و یک واحد ضخامت، در یک ماده همگن و در حالت پایدار هنگامی که یک واحد تفاوت دما میان سطوح آن وجود دارد، تعریف می‌شود. مقاومت حرارتی R عکس ضریب انتقال حرارتی U است (قبادیان، فیض مهدوی، ۱۳۸۴: ۵۲). بدین ترتیب، ضریب انتقال حرارتی از تقسیم ضخامت مصالح بر ضریب هدایت حرارتی به‌دست می‌آید و هنگامی که دیواری شامل چندین لایه مصالح مختلف باشد ضریب انتقال حرارتی دیوار از مجموع ضرایب انتقال حرارتی هر لایه و مقاومت‌های حرارتی هوای داخل و خارج (جمعاً ۰،۱۷) محاسبه می‌شود (مظفری ترشیزی، ۱۳۸۲: ۸۱).

$$R = d / K \quad (m^2c/w)$$

$$U = 1 / R \quad (w/m^2c)$$



تصویر شماره ۱: جریان گرما در پوسته به مصالح، مقاومت حرارتی پوسته و ضخامت دیوار بستگی دارد (لکنر، ۱۳۸۵: ۶۲).

۷. اقلیم تبریز

تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی است که در ۴۶ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. ارتفاع تبریز از سطح دریا ۱۳۴۹ متر است. با توجه به عرض جغرافیایی تبریز کم‌ترین زاویه تابش در اول دی ماه (۲۸ درجه) و بیش‌ترین زاویه تابش در اول تیرماه (۷۵ درجه) است (اقتباس از کسمائی، ۱۳۸۴: ۲۴۰).

آب و هوای تبریز را می‌توان با زمستانی بسیار سرد و تابستانی گرم و خشک توصیف نمود. در شهر تبریز چندین ماه از سال زمین پوشیده از یخ و برف است. مقدار بارندگی در تابستان‌ها کم است که این به علت وجود سلسله کوه‌های غربی ایران است و چون سدی مانع نفوذ هوای مرطوب مدیترانه‌ای به داخل ایران می‌گردد. بارندگی در زمستان‌ها اکثراً به‌صورت برف است. به طور کلی در این منطقه بهاری کوتاه، زمستان و تابستان را از هم جدا

جدول شماره ۳: اصول رعایت شده در معماری بومی و سنتی اقلیم سرد

نوع اقلیم	نوع مصالح	نوع پلان	نوع بام	جهت قرارگیری	ساختمان	سطح و تعداد پنجره	میزان استفاده از تهویه طبیعی	بافت مجموعه	نوع رنگ خارجی
سرد و کوهستانی	ظرفیت و مقاومت حرارتی زیاد	فشرده	مسطح	جنوب شرقی تا جنوب غربی	روی زمین	کم	کم	متراکم	تیره

مأخذ: (کسمائی، ۱۳۸۴: ۹۶).

جدول شماره ۴: بناهای مسکونی سنتی شهر تبریز و دوره ساخت آنها

خانه قدکی	خانه بهنام	خانه گنجهای زاده	خانه‌های در محله لیل آباد	خانه اردوبادی	خانه رهبری	خانه ثقه الاسلام	خانه‌ای در محله ششگلان	خانه شربت اوغلی	خانه لاله‌ای
دوره قاجاریه	دوره قاجاریه	دوره قاجاریه	دوره قاجاریه	دوره قاجاریه و اوایل دوره پهلوی اول	دوره قاجاریه	دوره قاجاریه	دوره قاجاریه	دوره قاجاریه	اواخر دوره قاجاریه و اوایل دوره پهلوی اول

مأخذ: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری تبریز، ۱۳۹۰

اتاق‌ها و قاب‌ها است. این الگو منجر به ایجاد فضای خالی در قسمت وسط و مرکز این تقسیمات شده است، این فضای خالی به‌عنوان عنصری محوری و مرکزی اغلب بزرگ‌تر و با اهمیت‌تر از قسمت‌های کناری است (عبدالهی، ۱۳۸۷: ۶۶). در تصاویر شماره ۲ و ۳ پوسته خانه‌های سنتی تبریز ارائه شده است.

در جدول ارائه شده در زیر پوسته‌های بیرونی ۱۰ خانه سنتی تبریز خانه‌های دوره قاجاریه و اواخر این دوره و اوایل دوره پهلوی مورد بررسی قرار گرفته و شاخص‌های انرژی در این نمونه‌ها با توجه به نمای آجری محاسبه شده است.

در جدول فوق دوره ساخت بناهای سنتی تبریز ارائه شده است. نام‌سازی خانه‌های سنتی تبریز مانند بافت شهری متراکم بر اساس اقلیم منطقه و برای مقابله با سرمای شدید طراحی شده‌اند و دارای بازشوها و ایوان‌های کوچک و دیوارهای قطور هستند (قبادیان، ۱۳۸۴: ۱۰۳). بازشوها و ایوان‌های کوچک و دیوارهای قطور عاملی در جهت کاهش انتقال حرارت هستند. یکی از مهم‌ترین الگوها در طرح خانه سنتی تبریز با باطن‌گرایی و مفهوم‌گرایی اسلامی، استفاده از تقسیمات به صورت اعداد فرد (سه، پنج، هفت) در بدنه‌ها و نماها بخصوص در ریتم پنجره‌ها،



تصویر شماره ۲: پوسته تعدادی از بناهای مسکونی شهر تبریز

مأخذ: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری تبریز، ۱۳۹۰



تصویر شماره ۳: چند نمونه از پوسته بناهای مسکونی سنتی شهر تبریز

مأخذ: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری تبریز و بنیاد ایران شناسی استان آذربایجان شرقی - خانه شربت اوغلی تبریز، ۱۳۹۰

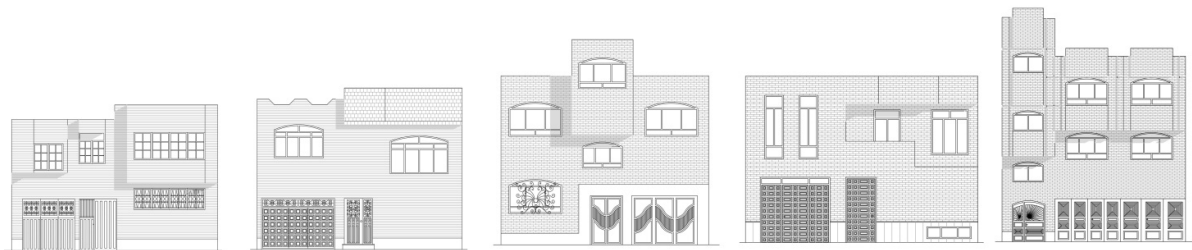
جدول شماره ۵: شاخص‌های انرژی در خانه‌های سنتی تبریز (خانه‌های دوره قاجاریه و اوایل دوره پهلوی اول).

خانه	مساحت نما (مترمربع)	مساحت بازشوها (مترمربع)	درصد بازشوها	ضخامت دیوار (متر)	مقاومت حرارتی دیوار m^2c/w	ضریب انتقال حرارتی w/cm^2	قاب پنجره‌ها و ضریب انتقال حرارتی w/cm^2	مساحت سایه بازایه تابش ۲۸ درجه در اول دی ماه (مترمربع)	درصد سایه
خانه قدکی	۱۶۴,۷۲	۶۰,۳۹	۳۶ درصد	۰,۵	۰,۶۳	۱,۵۸	چوبی - ۵	۲۲,۹	۱۳ درصد
خانه بهنام	۲۴۱,۶۴	۷۷,۳۴	۳۲ درصد	۰,۵	۰,۶۳	۱,۵۸	چوبی - ۵	۲۳,۰۴	۹ درصد
خانه گنج‌های زاده	۱۹۵,۲۶	۵۳,۷	۲۷ درصد	۰,۵	۰,۶۳	۱,۵۸	چوبی - ۵	۲۸,۳	۱۴ درصد
خانه‌ای در محله لیل آباد	۱۲۱,۵۵	۳۱,۵۳	۲۵ درصد	۰,۸	۰,۸۹	۱,۱۲	چوبی - ۵	۱,۰۶	۰,۸ درصد
خانه دکتر اردوبادی	۱۰۴,۱	۲۱,۹۵	۲۱ درصد	۰,۵	۰,۶۳	۱,۵۸	چوبی - ۵	۸,۷۹	۸ درصد
خانه رهبری	۱۳۱,۴۹	۳۵,۸	۲۷ درصد	۰,۸	۰,۸۹	۱,۱۲	چوبی - ۵	۲۶,۴۴	۲۰ درصد
خانه نقه الاسلام	۷۳,۵۵	۱۱,۷	۱۵ درصد	۰,۴۵	۰,۵۹	۱,۶۹	چوبی - ۵	۱,۱۲	۱ درصد
خانه‌ای در محله ششگلان	۱۳۸,۰۷	۲۷,۱	۲۰ درصد	۰,۵	۰,۶۳	۱,۵۸	چوبی - ۵	۱۷,۸۶	۱۲ درصد
خانه شربت اوغلی	۱۰۸,۴۲	۲۲,۸	۲۱ درصد	۰,۸۵	۰,۹۲	۱,۰۸	چوبی - ۵	۱۵,۶۸	۱۴ درصد
خانه لاله‌ای	۱۷۶,۲۸	۶۲,۹	۳۵ درصد	۰,۶	۰,۷۲	۱,۳۸	چوبی - ۵	۱۹,۲۲	۱ درصد

۲-۸. پوسته بناهای مسکونی نمونه‌ها در بافت مدرن

بعد از دوران پهلوی اول و خصوصاً در دوره پهلوی دوم ناگهان ساختمان‌سازی کشور و بویژه بناهای مسکونی، دچار بی‌هویتی شد و طراحی فضاهای مسکونی، به‌سوی بی‌توجهی به خواسته‌ها و دیدگاه‌های باطنی مردم کشیده شد. در این زمان ناسازی از روند معنوی سنتی و هنر آفرینی‌های اصیل ایرانی جدا و به‌طرف ساختاری ساده و غربی کشیده شد. در مواردی برای ناسازی‌ها از آجرکاری ساده رج چینی و آجر گل‌بهی استفاده گردید و به جای قوس‌های زیبای کلیل کلاله و چند کمانه، از هره‌بندی مستقیم در نعل درگاه‌ها بهره گرفته شد. علاوه بر آن، پنجره گسترده به‌شکل مربع

مستطیل چند لتی، در نمای ساختمان‌ها به‌کار رفت (زمرشیدی، ۱۳۹۰: ۶). در پوسته بناهای مسکونی بافت مدرن شهر تبریز به دلیل ضخامت کم دیوارها انتقال حرارت بیشتر است. این امر، عاملی در جهت مصرف بیش‌تر انرژی‌های فسیلی برای گرمایش فضاها است. در تصاویر زیر پوسته خانه‌های مدرن (خانه‌های دهه ۱۳۶۰ به بعد) در شهر تبریز ارائه شده است:
در جدول شماره ۶ پوسته‌های بیرونی ۱۰ نمونه خانه مدرن (خانه‌های دهه ۱۳۶۰ به بعد) تحلیل شده و شاخص‌های انرژی نیز بررسی شده است.



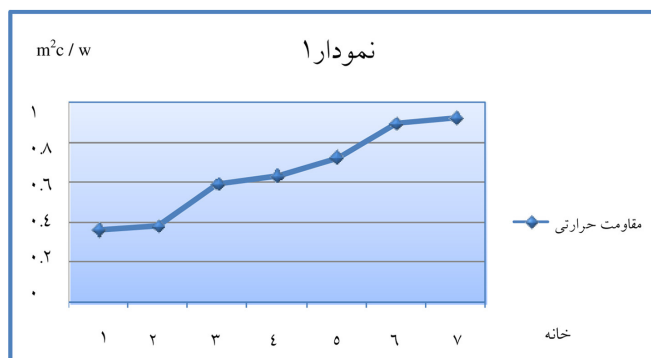
تصویر شماره ۴: نمونه‌هایی از پوسته خانه مدرن تبریز



تصویر شماره ۵: چند نمونه از پوسته خانه‌های مدرن در تبریز

جدول شماره ۶: شاخص‌های انرژی در خانه‌های مدرن تبریز (خانه‌های دهه ۱۳۶۰ به بعد)

درصد سایه	مساحت سایه بازو به تابش ۲۸ درجه در اول دی ماه (مترمربع)	قاب پنجره‌ها و ضریب انتقال حرارتی / w cm ²	ضریب انتقال حرارتی / w cm ²	مقاومت حرارتی دیوار m ² c / w	ضخامت دیوار (متر)	درصد بازشوها	مساحت بازشوها (مترمربع)	مساحت نما (مترمربع)	مصالح مورد استفاده در نما
۸ درصد	۷,۸	فلزی - ۵,۸	۲,۶۳	۰,۳۸	۰,۲	۳۵ درصد	۳۱,۲۲	۸۹,۰۸	آجری
۳ درصد	۲,۰۵	فلزی - ۵,۸	۲,۶۳	۰,۳۸	۰,۲	۳۱ درصد	۱۸,۵۳	۵۸,۰۱	آجری
۵ درصد	۳,۹۶	فلزی - ۵,۸	۲,۶۳	۰,۳۸	۰,۲	۳۲ درصد	۲۳,۰۶	۷۰,۰۸	آجری
۲ درصد	۱,۴۹	فلزی - ۵,۸	۲,۷۷	۰,۳۶	۰,۲	۲۷ درصد	۱۶,۷۴	۶۱,۵	سنگ تراورتن
۸ درصد	۴,۴۵	چوبی - ۵	۲,۷۷	۰,۳۶	۰,۲	۳۳ درصد	۱۸,۴۶	۵۴,۳۱	سنگ تراورتن
۵ درصد	۵,۴۸	فلزی - ۵,۸	۲,۶۳	۰,۳۸	۰,۲	۴۱ درصد	۴۲,۵	۱۰۱,۸۵	آجری
۶ درصد	۴,۶۶	فلزی - ۵,۸	۲,۷۷	۰,۳۶	۰,۲	۳۹ درصد	۲۶,۸۳	۶۸,۴۵	سنگ تراورتن
۸ درصد	۶,۵۹	فلزی - ۵,۸	۲,۷۷	۰,۳۶	۰,۲	۳۰ درصد	۲۴,۲۸	۷۹,۲۵	سنگ تراورتن
۷ درصد	۴,۴۷	فلزی - ۵,۸	۲,۷۷	۰,۳۶	۰,۲	۳۱ درصد	۱۹,۰۸	۶۱,۵۴	سنگ تراورتن
۷ درصد	۴,۶۸	فلزی - ۵,۸	۲,۷۷	۰,۳۶	۰,۲	۳۲ درصد	۲۰,۴	۶۲,۹۱	سنگ تراورتن



نمودار شماره ۱: مقاومت حرارتی پوسته‌ها در بناهای مسکونی سنتی و مدرن شهر تبریز

راهنمای نمودار:

- ۱) خانه‌های مدرن شهر تبریز با پوسته سنگ تراورتن (ضخامت پوسته: ۰,۲ متر)،
 ۲) خانه‌های مدرن شهر تبریز با پوسته آجری (ضخامت پوسته: ۰,۲ متر)،
 ۳) خانه ثقه‌الاسلام (ضخامت پوسته: ۰,۴۵ متر)،
 ۴) خانه قدکی، خانه بهنام، خانه گنجه‌ای زاده، خانه دکتر اردوبادی، خانه‌ای در محله ششگلان (ضخامت پوسته: ۰,۵ متر)،
 ۵) خانه لاله‌ای (ضخامت پوسته: ۰,۶ متر)،
 ۶) خانه‌ای در محله لیل آباد، خانه رهبری (ضخامت پوسته: ۰,۸ متر)،
 ۷) خانه شربت اوغلی (ضخامت پوسته: ۰,۸۵ متر).

در خانه‌های سنتی سایه اندازی ۸ تا ۲۰ درصد سطح نما را تشکیل می‌دهد، اما در خانه‌های مدرن دهه ۱۳۶۰ به بعد، سایه اندازی ۲ تا ۸ درصد سطح نما بوده است.

۴) ساختمان‌های مسکونی سنتی شهر تبریز دارای نماهای آجری با رنگ‌های تیره هستند و انرژی خورشیدی را جذب می‌کنند در صورتی که بناهای مسکونی مدرن دارای نماهای سنگ تراورتن و آجری با رنگ‌های سفید و زرد هستند و مقادیر زیادی از انرژی خورشیدی تابش یافته را منعکس می‌کنند.

در این پژوهش سعی گردید تا ویژگی‌های معماری مسکونی ایرانی در اقلیم سرد و خشک شهر تبریز در دو دوره زمانی (اواخر دوره قاجار و اوایل دوره پهلوی اول به دهه ۱۳۶۰ به بعد) بررسی و مقایسه شود تا بدین طریق به ارتباط معماری گذشته و حال در جهت استفاده بهینه از انرژی و پایداری محیط اشاره گردد. در بررسی پوسته بناهای مسکونی سنتی، استفاده بهینه از انرژی تجدیدپذیر هم‌چون نور خورشید در ساخت و ساز مد نظر تمام

در نمودار فوق مقاومت حرارتی دیوارهای خارجی در بناهای سنتی و مدرن شهر تبریز با توجه به ضخامت پوسته‌ها نشان داده شده است.

جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به جدول‌ها و نمودارهای ارائه شده و بررسی‌های انجام شده نتایج زیر حاصل شده است:

۱) ضریب انتقال حرارتی خانه‌های سنتی ۱,۰۸ تا ۱,۶۹ m² c / w به دست آمده است، در حالی که در خانه‌های مدرن ۲,۶۳ تا ۲,۷۷ m² c / w است. اعداد ارائه شده نشان‌دهنده انتقال حرارت بیشتر و اتلاف انرژی بیشتر در خانه‌های مدرن است.

۲) قاب پنجره‌ها در خانه‌های تاریخی، چوبی و با ضریب انتقال حرارتی ۵ m² c / w و در خانه‌های مدرن، فلزی و با ضریب انتقال حرارتی آن ۵,۸ m² c / w است.

۳) با توجه به زاویه تابش ۲۸ درجه در اول دی ماه در شهر تبریز،

سازندگان بوده است. مهم‌ترین نکته در معماری جدید، متکی بودن بر استفادهٔ بیش از حد از انرژی‌های غیر قابل تجدید است. در نتیجه با توجه به مطالب ذکر شده در بخش جمع‌بندی و مقایسهٔ تطبیقی آن‌ها، پوسته بناهای دورهٔ قاجاریه و اوایل دورهٔ پهلوی اول در شهر تبریز نسبت به پوسته بناهای دههٔ ۱۳۶۰ اتلاف حرارتی کم‌تری دارند و با اقلیم سرد تبریز همساز هستند. بنابراین، امروزه با توجه به آلودگی هوای شهرها و مشکلات زیست محیطی که در نتیجهٔ استفاده از سوخت‌های فسیلی ایجاد شده است، باید در طراحی بناهای مسکونی تجدید نظر گردد. بنابراین در جهت تجدید نظر در طراحی بناهای مسکونی و صرفه‌جویی بیش‌تر در مصرف سوخت‌های فسیلی برای گرمایش بناها در فصل زمستان پیشنهادها زیر در طراحی بناهای مسکونی مدرن شهر تبریز و پوسته آن‌ها در اقلیم سرد ارائه می‌گردد:

- ۱) استفاده از مصالح بومی و در دسترس و سازگار با محیط،
- ۲) طراحی فرم باریک و کشیده بنا در امتداد محور شرقی - غربی،
- ۳) طراحی بازسوها در نمای جنوبی بنا برای استفاده از نور خورشید در زمستان،
- ۴) مسدود کردن و عایق‌بندی ضلع رو به باد سرد زمستان در بنا و استفاده از درختان سوزنی برگ در مقابل باد سرد،
- ۵) به حداقل رساندن بازسوها در اضلاع شرقی و غربی،
- ۶) استفاده از ایوان‌های جنوبی به عنوان سایه‌بان در مقابل تابش خورشید تابستان،
- ۷) محاسبه عمق سایه‌بان با توجه به زاویه تابش خورشید در زمستان و تابستان،
- ۸) استفاده از فضای گلخانه در ضلع جنوب بنا،
- ۹) قرارگیری فضاهای اصلی مانند اتاق خواب، نشیمن و غذاخوری در ضلع جنوبی،
- ۱۰) وجود راهروها در ضلع شمالی بنا به عنوان فضای واسط بین فضاهای اصلی داخل و خارج.

پی‌نوشت

1. H.Deilmann, G.Bickenbach, H.Pfeiffer.

فهرست منابع و مراجع

۱. اداره هواشناسی تبریز (۱۳۹۰). **اطلاعات ارائه شده به نگارندگان**.
۲. بنیاد ایران‌شناسی استان آذربایجان شرقی (خانه شربت اوغلی تبریز) (۱۳۸۹). **اطلاعات ارائه شده به نگارندگان**.
۳. سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری تبریز (۱۳۹۰). **اطلاعات ارائه شده به نگارندگان**.
۴. برج سفیدی، نیوشا (۱۳۸۸). «نگاهی نو در بکارگیری پوسته‌های ساختمانی از بدنه‌های اقلیمی تا زیباشناختی». **مجله معماری و فرهنگ**، شماره ۳۸، زمستان ص ۲۱-۱۴.
۵. پارسا، محمدعلی (۱۳۹۰). «خاستگاه‌های معماری پنجره جستاری در مفهوم پنجره در زبان فارسی و فرهنگ ایرانی». **فصلنامه مسکن و محیط روستا**، شماره ۱۳۴، تابستان، ص ۹۴-۷۵.
۶. پاکزاد، جهان‌شاه (۱۳۸۲). «پدیدارشناسی نمای ساختمان‌های مسکونی و سیر تکوینی توقعات از آن». **نشریه علمی پژوهشی هنرهای زیبا**، شماره ۱۴، تابستان، ص ۶۲-۵۱.
۷. پوردیپیمی، شهرام (۱۳۸۰). «تجارب روند شکل‌گیری مسکن در کشورهای غربی». **مجله معماری و فرهنگ**، شماره ۹، تابستان.
۸. خدابخشی، شهره و سیدمجید مفیدی (۱۳۸۴). «ساخت و ساز پایدار در ارتباط با معماری سنتی ایران». **سومین همایش ملی انرژی ایران**، ص ۶۱۶-۶۰۰.
۹. دوستی مطلق، پیوند (۱۳۸۸). «بررسی تاریخچه ورودی»، **نشریه آرمانشهر**، شماره دوم، بهار و تابستان، ص ۱۰۴-۹۱.
۱۰. زمرشیدی، حسین (۱۳۹۰). «آموزه‌های معماری ایرانی و ساختمان سازی مسکونی از دورهٔ قاجاریه تا امروز». **فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات شهر ایرانی اسلامی**، شماره ۳، بهار، ص ۱۰-۱.
۱۱. شقاقی، شهریار و سیدمجید مفیدی (۱۳۸۷). «رابطه توسعه پایدار و طراحی اقلیمی بناهای منطقه سرد و خشک (مورد مطالعاتی: تبریز)». **فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست**، شماره ۳ (مسلسل ۳۸)، پاییز، ص ۱۲۰-۱۰۵.
۱۲. عبدالهی، راحله (۱۳۸۷). «تحلیلی بر جایگاه باطن‌گرایی در خانه ایرانی». **فصلنامه پیام‌ارک**، شماره ۱۸ و ۱۹، پاییز و زمستان، ص ۶۶-۶۴.
۱۳. علی‌خییابی، پیمان و محمود لاهرودی (۱۳۸۹). «مدل‌سازی دینامیکی گرمایش ساختمان». **فصلنامه پیام‌ارک**، سال هشتم، شماره ۲۴، بهار، ص ۵۸-۵۲.
۱۴. عمید، حسن (۱۳۸۱). **فرهنگ فارسی عمید**، انتشارات امیرکبیر، چاپ بیست و چهارم، تهران.
۱۵. قبادیان، وحید و محمد فیض مهدوی (۱۳۸۴). **طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان**، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم، تهران.
۱۶. کسمایی، مرتضی (۱۳۸۴). **اقلیم و معماری**، نشرخاک، چاپ سوم، اصفهان.
۱۷. لکنر، نربرت (۱۳۸۵). **گرمایش، سرمایش، روشنایی، رویکردهای طراحی برای معماران**، ترجمه محمدعلی کی‌نژاد و رحمان آذری، انتشارات دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز.
۱۸. محمودی، محمد مهدی (۱۳۸۸). **توسعه مسکن همساز با توسعه پایدار**، موسسه انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۱۹. مظفری ترشیزی، حسین (۱۳۸۲). «روش‌های عایق کردن حرارتی مسکن». **نشریه علمی پژوهشی هنرهای زیبا**، شماره ۱۴، تابستان، ص ۸۲-۷۱.
۲۰. معاریان، غلامحسین (۱۳۸۷). **آشنایی با معماری مسکونی ایرانی - گونه‌شناسی درونگرا**، انتشارات موسسه فرهنگی

- سروش دانش تهران، تهران.
۲۱. معین، محمد، (۱۳۸۲)، **فرهنگ فارسی معین**، انتشارات بهزاد، چاپ اول، تهران.
۲۲. معینی، مهدی (۱۳۸۷)، «مطالعه روند شکل‌گیری مسکن در تازہ آبادهای عشایری (نمونه موردی: تازہ آباد گل افشان سمیرم - اصفهان)»، **نشریه علمی پژوهشی هنرهای زیبا**، شماره ۳۳، بهار، ص ۴۷-۵۶.
۲۳. منصورى، علی (۱۳۸۹)، «حجاب و پوشیدگی در شهرسازی ایرانی - اسلامی، نمونه پژوهش میدانی: بافت قدیم شهر شیراز»، **فصلنامه مسکن و محیط روستا**، شماره ۱۳۰، تابستان، ص ۳۸ - ۴۹.

24. Almusaed, Amjad (2010), **Biophilic and Bioclimatic Architecture: Analytical Therapy for the Next Generation of Passive Sustainable**, Springer, London.
25. Bodart, Magali & Arnaud, Evrard (2011), **Architecture & Sustainable Development**, Presses univ, de Louvain, Belgium.
26. Bougdah, Hocine & Sharples, Stephen (2010), **Environment, Technology and Sustainability**, Taylor & Francis, USA and Canada.
27. Brebbia, CA. & E. Beriatos, (2011), **Sustainable Development and Planning V**, WIT Press, Greece.
28. Dangel, Ulrich (2010), **Sustainable architecture in Vorarberg: energy concepts and construction systems**, Springer, London.
29. Patterson, Mic (2011), **Structural Glass Facades and Enclosures**, John Wiley&sons, Newjersey.
30. Th Rassia, Stamatina & M.Pardalos, Panos,(2011), **Sustainable Environmental Design in Architecture : Impacts on Health**, Springer, London.