نشریه معماری اقلیم گرم و خشک
سال هفتم، شماره دهم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸

# بررسی کیفیت محیطی داخلی خانه‌های قاجاری شیراز با تاکید بر آسایش حرارتی و نور روز (نمونه موردی: خانه نعمتی)

**آیدا زارع مهذبیه[۱]، شاهین حیدری[۲*]، آزاده شاهچراغی[۳]**

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استاد دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳-دانشیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۶، تاریخ پذیرش نهائی: ۱۳۹۸/۰۶/۲۷)

**چکیده**

لزوم توجه به مبحث کیفیت محیطی[۱] فضاهای داخلی، اثر مستقیم آن بر سلامت جسمی و روحی ساکنین (سندرم بیماری‌های ساختمانی) و همچنین صرفه‌جویی انرژی در ساختمان است. توجه به عوامل محیطی در طراحی معماری می‌تواند با صرف انرژی کمتر، کیفیت زندگی و سلامت کاربران را افزایش دهد. خانه‌های سنتی ایران، همواره نمونه‌های مناسبی از این گونه معماری را به نمایش گذاشته‌اند و می‌توانند الگوهای مناسبی برای طراحی امروز در اختیار معماران قرار دهند. خانه‌های قاجاری بافت قدیم شیراز نمونه‌های جالب توجهی از این گونه معماری ماندگار را جلوه‌گر هستند و کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بررسی دقیق عناصر کیفیت محیطی داخلی، خصوصا نور روز و آسایش حرارتی در این خانه‌ها و عوامل معماری تاثیرگذار بر عملکرد آن‌ها می‌تواند راه‌گشای طراحان امروزی باشد. در تحقیق حاضر خانه نعمتی به عنوان نمونه موردی انتخاب گردیده است. عوامل مذکور به روش کمی و از طریق برداشت های میدانی و شبیه سازی رایانه‌ای در نرم افزار دیزاین بیلدر محاسبه شده‌اند. تحلیل یافته‌های حاصل از برداشت‌های میدانی و شبیه‌سازی در دو مرحله صورت گرفته‌است. ابتدا میزان آسایش حرارتی و نور روز فضاها با استانداردهای رایج مقایسه گردیدند، سپس نتایج حاصل با مشخصات معماری فضاها به صورت کیفی توصیف گردیده‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد ویژگی‌های معماری در اتاق‌های این بنا منجر به نتایج متفاوتی گردیده به عنوان نمونه زیرزمین در ۱۰ ماه سال در محدوه آسایش است اما روشنایی مناسبی ندارد و اتاق شاه‌نشین ۸ ماه از سال در محدوده آسایش قرار دارد و تقریبا در تمامی ماه‌ها از کیفیت نور مطلوبی برخوردار است.

**کلید واژه‌ها:** کیفیت محیطی داخلی، سندروم بیماری‌های ساختمانی، آسایش حرارتی، نور روز، خانه‌های قاجاری شیراز

* - نویسنده مسئول: Email: shheidari@ut.ac.ir

## پرسش‌های پژوهش

وضعیت آسایش حرارتی و نور روز در فضاهای داخلی خانه‌های قاجاری شیراز به چه صورت است؟ رابطه بین طراحی معماری و کیفیت محیطی داخلی این فضاها چگونه است؟

### ۱- مقدمه

بیش از نیمی از زمان زندگی در فضاهای داخلی که عمدتا توسط معماران طراحی می‌شوند، سپری می‌شود. توجه به ابعاد متفاوت نیازهای کاربر، می‌تواند منجر به خلق فضاهایی دلنشین و پاسخگو گردد. عدم توجه به آسایش حرارتی، بصری و روحی مخاطب در بیشتر طراحی و ساخت و سازهای معاصر منجر به بروز مشکلاتی جدی در سلامت ساکنین گردیده‌است. سندرم بیماری‌های ساختمانی[۲] (س.ب.س) که مجموعه‌ای از بیماری‌هایی است که با قرار گرفتن در ساختمان‌های نامناسب به کاربر منتقل می‌شود، گواه ناکارآمد بودن طرح‌های امروزی است و اصلی‌ترین دلیل معماری یعنی بهبود وضعیت زندگی انسان را به شدت زیر سوال برده است. از این رو پرداختن دقیق و همه جانبه به مفهوم کیفیت محیطی داخلی در دهه‌های اخیر از سوی طراحان با جدیت دنبال می‌شود. از طرفی مصرف بالای انرژی در ساختمان‌های مسکونی یکی از مشکلات کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. طبق مطالعات، بیش از ۴۰ درصد کل منابع انرژی کشور ما در بخش ساختمان مصرف می‌شود. طبق آمار وزارت نیرو، مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی شیراز در اواخر دهۀ هفتاد، حدود ۵۰ درصد بوده است. این آمار نشان از عدم کارایی و کنترل سرمایش و گرمایش و روشنایی در ساختمان‌های امروزی دارد.

معماری خانه‌های ایران همواره به عنوان الگوهایی مناسب از بناهایی پاسخگو و پایدار مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. خانه‌های بافت قدیمی شیراز که عمدتا در دوران قاجار ساخته شده‌اند و بخش اعظم این بافت را تشکیل می‌دهند، نمونه‌هایی مورد توجه برای پژوهش هستند. بخش‌های قابل توجهی از این بافت در سال‌های اخیر در معرض تخریب و تغییرات اساسی است، بنابراین بررسی و تفحص در معماری این بناها به منظور دست‌یابی به معیارهای مناسب در تحقق معماری فضاهای با کیفیت ضروری به نظر می‌رسد. در مورد خانه‌های اعیان‌نشین این بافت که مساحت زیادی دارند و نحوه عملکرد سامانه‌های سرمایش حوضخانه و بادگیر در آنها، مطالعاتی صورت گرفته است. اما در مورد خانه‌های کوچکتر که معمولا مجهز به سیستم‌های سرمایشی نیستند و تعداد بیشتری از خانه‌های بافت قدیم شیراز را تشکیل می‌دهند، کمتر تحقیقی صورت گرفته‌است. این پژوهش به دنبال یافتن این پرسش است که در صورت کوچک بودن خانه و عدم استفاده از سامانه‌های سرمایشی چون بادگیر و حوضخانه آسایش حرارتی فضاهای داخل در چه حد وجود دارد و از چه طریق تامین شده‌است؟ ارتباط طراحی معماری و وضعیت محیطی فضاهای داخلی این خانه چگونه است؟

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی است و سعی دارد به راهکارهای طراحی خانه‌های مسکونی به جهت ارتقاء کیفیت محیطی در آن‌ها بپردازد. روش مطالعات پایه، شناخت مفهوم کیفیت محیطی داخلی، پیشینه و عوامل آن، به روش کتابخانه‌ای صورت گرفته‌است و ابزار اصلی در این مرحله کتاب‌ها، مقالات، پایان‌نامه‌ها و اسناد مدارک موجود در میراث فرهنگی و گردشگری است. وضعیت نور روز، دما و رطوبت فضاهای داخلی به روش کمی و از طریق برداشت‌های میدانی و شبیه‌سازی رایانه‌ای به هدف بررسی چگونگی این عوامل در اتاق‌های خانه صورت پذیرفته‌است. نتایج حاصل در دو مرحله مورد تحلیل و توصیف قرار گرفته‌اند.

## ۲- پیشینه تحقیق

کیفیت محیطی داخلی در نتیجه یک طراحی معماری مناسب همیشه وجود داشته است. اما پرداختن به این مسئله در سال‌های اخیر به دلیل فقدان کیفیت فضای داخل، علاوه بر معماران و طراحان، از سوی محققان و متخصصین رشته‌های بهداشت و سلامت نیز دنبال می‌شود. مجموعه مشکلاتی که سلامت کاربران را تهدید می‌کنند و ناشی از محیط داخل ساختمان‌های اداری یا مسکونی هستند، سندرم بیماری‌های ساختمانی (س.ب.س) نامیده می‌شود (De Dear and Bragr, 2002). بسته بودن بازشوها، استفاده از مصالح ساختمانی جدید آزمایش نشده، انواع مبلمان، تجهیزات اداری مانند پرینتر و کامپیوترهای شخصی همگی می‌توانند به س.ب.س منجر شوند. حرارت و رطوبت نامساعد، آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی، شرایط فیزیکی و شرایط روانی ناشی از نور ناکافی در فضا به عنوان عوامل اصلی س.ب.س شناسایی شده‌اند (Assimakopoulos and Helmis, 2004). علائم س.ب.س در افراد شامل: سوزش چشم ها، بینی، گلو، سردرد، سرفه، عطسه، نفس تنگی، افسردگی، حساسیت بالا، ناراحتی معده و دیگر علائم مشابه سرماخوردگی هستند (Burge et al., 1992). براساس مطالعات علائم س.ب.س در ساختمان‌های دارای تهویه مکانیکی بیشتر است (USEPA, 2007). می‌توان گفت که افزایش کیفیت محیطی داخلی به طور قطع موجب کاهش س.ب.س می‌گردد (Takigawa et al., 2009) و ساختمان‌های سالم ساکنینی شادتر و سرزنده تر دارد (Celment, Croom, 2013, Mendell et al., 2002).

مطالعات نشان می‌دهد که مبحث کیفیت محیطی داخلی و موارد مرتبط با آن مانند کیفیت هوای داخل، سندرم بیماری‌های ساختمان، آسایش حرارتی، آسایش صوتی و آسایش بصری از اواخر دهه ۷۰ میلادی آغاز گردیدند و در سال‌های ۲۰۱۰ تاکنون بیشترین تعداد مطالب در مورد این مبحث منتشر شده‌است. مطالعات بر روی اثرات مستقیم و غیرمستقیم کیفیت محیطی داخلی بر روی کاربران به دهه ۱۹۲۰، هنگامی که ماسلو، ورنون و بدفورد (۱۹۲۶، ۱۹۳۰) نخستین اثر خود را در مورد محیط‌های کاری و نیازهای کاربرانشان به چاپ رساندند، بازمی‌گردد. هرزبرگ (۱۹۶۶) و هزچونگ (۱۹۷۹) نخستین تحقیقات مربوط به اثرات محیط داخلی بر کارایی کارمندان و همچنین

تاثیرات استرس و ارتباط با محیط را مورد بررسی قرار دادند.

برخی از مطالعات بر مبنای ارتباط بین کیفیت محیطی داخلی یک ساختمان و ساکنین آن صورت گرفته است. مانند استلفی و پلری، ۲۰۰۸ و افرادی مانند ناکوب و ریفات، ۲۰۱۲، در راستای تعیین یک مدل کمی ریاضی و شاخصی پیوسته برای تمامی عوامل کیفیت محیطی داخلی به تحقیق پرداخته‌اند. در سال ۲۰۱۲ فرونتزاک و همکاران به بررسی عوامل آسایش و راهکارهای تامین راحتی کاربر در فضاهای مسکونی دانمارک پرداختند. نتایج تحقیقات حاکی از این مطلب است که پذیرش عوامل محیطی توسط کاربر، مستلزم میانگین مطلوب بودن تمامی عوامل کیفیت محیطی داخلی است و آسایش کاربران تحت تاثیر مجموع این عوامل است. کارایی محیطی یک بنا نه تنها به عوامل فیزیکی ساختمان بلکه به تعامل محیط و ساکنین آن نیز بستگی دارد. حصول اطمینان از این مطلب که ساختمان همزمان استانداردهای محیط داخلی و رضایت ساکنین را فراهم می‌آورد، ضروری است (Kandaraa & Nimlyata ).

تعاریف متعددی برای مفهوم کیفیت محیطی داخلی و عوامل آن در سایت‌ها و مقالات مرتبط ذکر شده که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود در فرهنگ لغت ساخت این گونه آمده است: "کیفیت محیطی داخلی ملاک مهمی است برای سبز بودن یا پایدار بودن طرح ساختمان که به آسایش کلی ساکنین ساختمان برمی‌گردد و شامل: رطوبت، تهویه، جریان هوا، آکوستیک و روشنایی می‌شود." دایره المعارف اکوپدیا تعریف دیگری را عنوان نموده است: " این مفهوم به راحتی کلی فضای داخل ساختمان و آسایش و سلامت ساکنین ساختمان باز می‌گردد. عوامل زیادی در میزان کیفیت محیطی داخلی دخیل هستند. برخی از این عوامل عبارتند از: استفاده

از نور روز، طراحی‌های غیر فعال، تهویه طبیعی، کیفیت هوای داخلی[۳] و حضور ترکیبات آلی فرّار یا آلاینده‌هایی که توسط برخی مصالح ساختمانی منتشر می‌شوند."

مرکز کنترل و پیش‌گیری از بیماری‌ها[۴]، در تعریف این مفهوم می‌نویسد: " کیفیت محیطی داخلی به کیفیت محیط زیستی یک ساختمان در رابطه با سلامت ساکنین آن باز می‌گردد و با عوامل زیادی شامل: نور، کیفیت هوا و رطوبت تعریف می‌شود. " تعریفی که مهندسی آب و هوای داخلی ارائه می‌دهد، بر سنسورهای مشترک فیزیکی انسان‌ها باز می‌گردد. اگرچه عوامل شخصی و فرهنگی زیادی بر مفهوم کیفیت محیطی داخلی اثر گذارند، اما عوامل زیر، هسته مشترک عوامل فیزیولوژیکی موثر بر انسان‌هاست و می‌توان گفت IEQ از مجموع ۶ عامل زیر تشکیل شده‌است:

IEQ= IAQ +ITQ +ILQ +ISQ +IOQ +IVQ

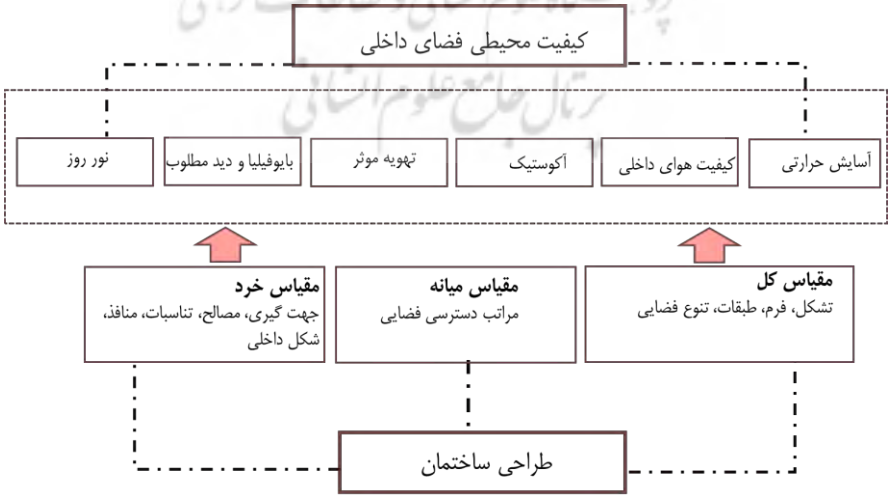
در این عبارت I به معنی داخلی، Q به معنی کیفیت، A= هوا،T= آسایش حرارتی، L= نور، S= صدا، O= بو، V= لرزش است.

ال‌هور و همکاران در سال ۲۰۱۶، هشت عامل برای کیفیت محیطی داخلی ساختمان‌های اداری برشمردند؛

کیفیت هوای داخل و تهویه، آسایش حرارتی، روشنایی و نور روز، آکوستیک، بیوفیلیا[5] و منظره، دید و احساس، نقشه دفتر کار و در نهایت موقعیت و امکانات.

با توجه به تعاریف مطرح شده مشخص می‌شود که این مفهوم به عوامل زیادی وابسته است. پرداختن همزمان به تمامی این عوامل مطالعات مربوط به کیفیت محیطی داخلی را بسیار پیچیده می‌کند. در بررسی نمونه‌های تحقیقاتی مشابه مشخص گردیده که در بیشتر مطالعات با توجه به کاربری بنا و دیدگاه متفاوت تنها دو یا سه عامل در یک نمونه موردی مورد بررسی قرار می‌گیرند. (Prakash,2005). در این مقاله آسایش حرارتی و نور روز که با توجه به مطالعات (حیدری ،۱۳۹۱، ۱۸) و (Al horr, et al, 2016) تاثیر ویژه‌ای در مصرف انرژی ساختمان و همچنین سلامت ساکنین (Boubekri, 2008) دارند، در یک نمونه موردی به تفضیل بررسی خواهند شد.

مسئله مورد توجه در شکل‌گیری و ارزیابی کیفی فضای داخل ساختمان، توجه به مشخصات فیزیکی بنا است. ویژگی‌های معماری ساختمان در سه مقیاس کل، جزء و میانه بر نتیجه کیفیت محیطی فضاهای داخلی اثر گذار و تعیین کننده است. بر اساس مطالعات انجام شده در خانه‌های بومی، هر یک از فضاها می‌توانند در شرایط ارتباط با محیط سنجیده شوند. این فضاها می‌توانند بسته، نیمه باز و یا باز باشند (نیکقدم، ۱۳۹۱، ۱۱۵). تمامی این فضاها و مقیاس‌های متفاوت طراحی بر روی یکدیگر اثر گذارند. در مقیاس کلان جهت‌گیری، مکان و تشکل عملکردها جزء عوامل اصلی ایجاد ترکیب کلی خانه هستند. در مقیاس میانه مراتب دسترسی از حیاط تا اتاق‌ها مورد توجه است. در مقیاس خرد تناسبات، منافذ و شکل هر فضا، به عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های هر فضا مورد نظر است (نیکقدم، ۱۳۹۴، ۳۹). نمودار ۱ عوامل تشکیل دهنده و همچنین تاثیر-گذار بر مفهوم کیفیت محیطی داخلی را نشان می‌دهد.



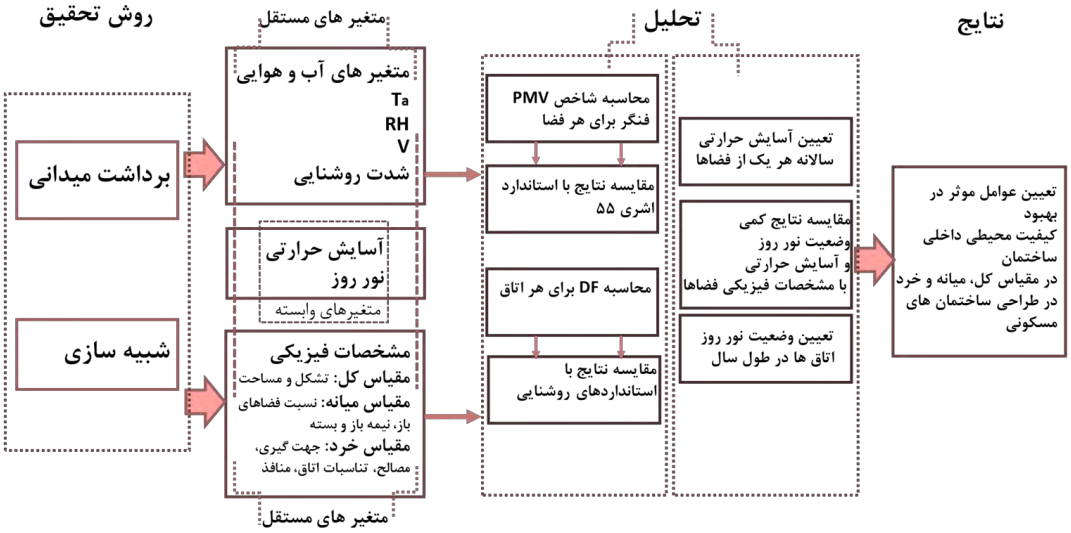

تصویر۱- بررسی کیفیت محیطی داخلی، عوامل تشکیل دهنده و تاثیر گذار بر این مفهوم در این نمودار تعیین شده‌اند. منبع: نگارنده

## ۳- روش تحقیق

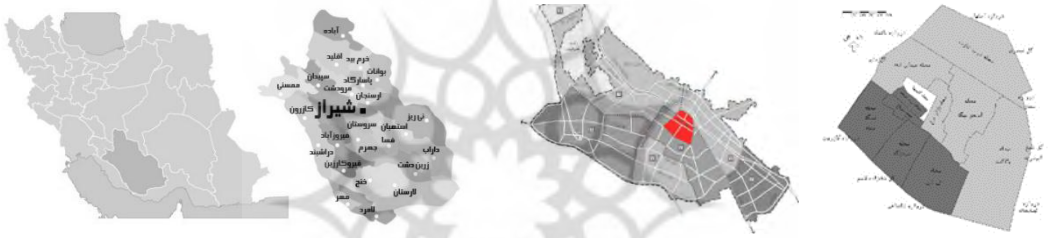
همانطور که عنوان شد، توجه به دو عامل آسایش حرارتی و نور روز در سنجش کیفیت محیطی فضاهای داخلی به لحاظ صرفه‌جویی در مصرف انرژی و سلامت ساکنین از اهمیت بالایی برخوردار است. بررسی این دو عامل در ساختمان تحت تاثیر عوامل محیطی و عوامل فردی است. در مورد آسایش حرارتی عوامل محیطی عبارتند از: دمای هوا Ta، رطوبت نسبی Rh، جریان هوا V و دمای تابشی Tr. عوامل فردی موثر در آسایش حرارتی شامل: متابولیسم افراد M و ضریب لباس clo است. دومین عامل مورد بررسی نور روز است، برای محاسبه نور روز در فضای داخل از ضریب نورDF استفاده شده‌است. این دو عامل به عنوان متغیرهای وابسته و عوامل محیطی و فیزیک ساختمان متغیرهای مستقل این تحقیق محسوب می‌شوند. عوامل محیطی تعیین‌کننده آسایش حرارتی شامل: دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد، توسط دستگاه در یک روز گرم و یک روز سرد از سال از ساعت ۹ صبح تا ۴ بعد از ظهر به فاصله زمانی نیم ساعت یک‌بار اندازه‌گیری شده‌است. در انتخاب زمان‌ها، سعی شده با توجه به محدودیت‌های تحقیق پوشش نسبتا مناسبی به گرم‌ترین روزهای تابستان و سردترین روزهای زمستان داده شود. همچنین مشخصات فیزیکی ساختمان و اتاق‌های مورد بررسی، به طور دقیق برداشت گردیده‌اند. به منظور بررسی نور روز در داخل اتاق‌ها، شدت روشنایی فضاهای داخلی توسط لوکس متر در همان دو روز، از ۹ صبح تا ۴ بعدازظهر به فاصله زمانی نیم ساعت یک‌بار اندازه گیری شده‌است. پس از آن حجم کلی خانه به انضمام خانه‌های اطراف (فضاهای همجوار اتاق‌ها) و سپس جزئیات فضاهای انتخابی توسط نرم افزار دیزاین بیلدر نسخهٔ 4.2.0.054 با موتور انرژی پلاس ۸ و موتور ردینس شبیه‌سازی گردید و متغیرهای محیطی دو روز یاد شده توسط نرم افزار محاسبه و نتایج حاصل با داده‌های میدانی مقایسه شد. سپس با استفاده از همین نرم افزار رفتار حرارتی هر یک از فضاها در طول سال به روش PMV فنگر[۶] محاسبه شد و با استاندارد اشری[۷] ۵۵ مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. همچنین ضریب نور روز[۸] DF برای هریک از اتاق‌ها محاسبه و با استانداردهای روشنایی مقایسه گردید. در نهایت نتایج حاصل از عملکرد حرارتی و وضعیت روشنایی سالانه فضاهای انتخابی با ویژگی های معماری آن‌ها مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفته است.

### ۳-۱- نمونه موردی

شهر شیراز در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه در جلگه ای به طول ۴۰ و عرض ۳۰ کیلومتر قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا بین ۱۴۸۰ تا ۱۶۶۰ متر در نقاط مختلف شهر متغیر است. این ناحیه در زمستان آب و هوای نسبتا معتدل توام با بارندگی و در تابستان هوایی گرم و خشک دارد. در دسته بندی کوپن این شهر در گروه BSh قرار می گیرد (تصویر۳).




تصویر ۲- دیاگرام مراحل انجام تحقیق، منبع: نگارنده




تصویر۳- موقعیت شهر شیراز در استان فارس و موقعیت استان فارس در کشور ایران، منبع: ویکی پدیا موقعیت بافت قدیم در شهر شیراز، منبع: نگارنده

نمونه موردی از بین خانه‌های قجری موجود در بافت قدیم شیراز انتخاب گردیده‌است. بافت قدیم شهر شیراز به مساحت تقریبی ۳۶۰ هکتار در قلب شهر جای دارد. این محدوده که ۲/۸ درصد مساحت کل شهر را شامل می‌شود، هسته اولیه شکل‌گیری شهر شیراز در آن جای دارد و طی دوران های مختلف توسعه و تحولات زیادی را پشت‌سر گذاشته‌است. تعداد خانه‌های موجود در بافت تاریخی فرهنگی شیراز ۱۱۱۴۷ واحد است. مرزبندی‌های بافت کهن شیراز در گذر زمان دست خوش دگرگونی های کالبدی فراوانی شده‌است (بنیاد فارس‌شناسی). انتخاب نمونه موردی در این پژوهش به روش خوشه ای غیر اتفاقی صورت گرفته‌است. بالغ بر ۲۰۰۰ خانه قاجاری با کالبدهای متنوعی در بافت باارزش شیراز موجودند که تعداد ۱۵۷ خانه در میراث فرهنگی به ثبت رسیده‌اند. پس از انجام مطالعات انجام شده و دسته بندی تعداد ۱۰۰ خانه از خانه‌های قاجاری شیراز، انتخاب نمونه با توجه به عوامل مذکور به شرح زیر صورت پذیرفت: از آن که توجه به دیواره های همجوار در نتایج شبیه سازی با اهمیت است، بهتر است از خانه‌هایی که سه یا چهار جهت حیاط را احاطه کرده‌اند استفاده نمود

و از آنجا که نمونه انتخابی به لحاظ مساحت می-بایست قابل قیاس و تعمیم با نمونه‌های مسکونی امروز باشند و با توجه به اینکه عناصر شاخص اقلیمی همانند بادگیر و حوضخانه به ندرت در جامعه آماری مورد بررسی یافت می‌شوند، بهتر است نمونه انتخابی فاقد این عناصر باشند و در نهایت، امکان دسترسی و میزان سالم بودن بنا به نحوی که انجام مطالعات و برداشت های میدانی به راحتی امکان پذیر باشد، منجر به انتخاب خانه نعمتی گردید.

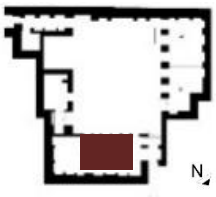
### ۱-۱-۳- خانه نعمتی

به مساحت ۳۰۰ متر مربع در محله درشاهزاده بافت قدیم شیراز واقع شده‌است. ورودی بنا از جنوب شرقی است. دالان ورودی از طریق یک پله با حیاط مرکزی ارتباط می‌یابد. در ضلع شمالی اتاق پنج دری یا شاه‌نشین بنا واقع شده همچنین یک راه ارتباطی جهت دسترسی به زیرزمین وجود دارد. ضلع شرقی به صورت دو طبقه و در طبقه دوم اتاقی تعبیه شده‌است. ضلع غربی دارای یک اتاق پنج‌دری است که توسط تیغه‌ای که به آن افزوده شده، به دو اتاق تبدیل گردیده‌است. همچنین یک زیرزمین با دسترسی مجزا در این سمت بنا وجود دارد. در ضلع جنوبی ۵ طاق نما وجود دارد. روبروی اتاق شاه نشین حوض آبی واقع شده بوده که در بازسازی‌ها برداشته شده‌است. در امتدا ضلع غربی باغچه‌ای با یک درخت نارنج بلند قرار دارد. این خانه متعلق به آقای عبد الکریم نعمتی است و به ثبت میراث فرهنگی رسیده است.

تصویر۴- خانه نعمتی، سمت راست: نمای اتاق سه‌دری طبقه دوم، سمت چپ: نمای شاه نشین خانه، منبع: نگارنده

### ۲-۱-۳- انتخاب اتاق‌ها

انتخاب فضاهای داخلی بر اساس کاربری اتاق‌ها صورت پذیرفته است. فضاهایی معادل با کاربری: اتاق نشیمن و پذیرایی(اتاق شاه‌نشین)، اتاق خواب (اتاق سه‌دری) و انبار (زیرزمین) انتخاب برای بررسی انتخاب گردیدند. اتاق‌های مورد بررسی در پلان خانه قابل مشاهده است.



اتاق شاه‌نشین، طبقه همکف　　اتاق سه‌دری، طبقه همکف　　اتاق زیرزمین

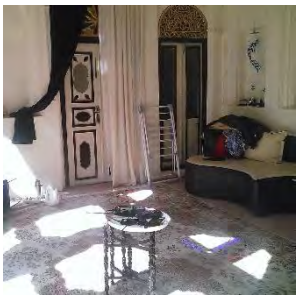
تصویر۵- پلان طبقه همکف و زیر زمین خانه نعمتی، فضای شاه نشین، اتاق سه‌دری و زیر زمین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. منبع: نگارنده

## ۲-۳- شرح برداشت‌های میدانی

دمای هوا Ta، رطوبت نسبی RH، جریان هوا V شدت روشنایی E در روزهای یازدهم شهریور ماه و بیست و ششم دی ماه ۱۳۹۳ توسط دستگاه های دیتالاگر صورت گرفته است. به منظور افزایش دقت در برداشت داده‌ها، دستگاه های مذکور بر روی میز با سطح پلاستیکی سفید رنگ به ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر در مرکز اتاق‌ها تعبیه گردیدند و در زمان برداشت کالیبره بوده‌اند و درصد خطای آن‌ها بسیار کم بوده است. از آنجا که برداشت ها در فضای داخل و به دور از تابش مستقیم آفتاب صورت گرفته‌اند، نیاز به استفاده از محافظ و سایبان برای دستگاه‌ها نبوده است. در فصل تابستان پنجره های اتاق شاه نشین در هنگام انجام برداشت های میدانی باز بوده‌اند و در فصل زمستان تمام پنجره‌ها بسته بوده و هیچ‌گونه وسیله گرمایشی یا سرمایشی در هنگام برداشت‌های میدانی در اتاق‌ها استفاده نشده‌است. همچنین مشخصات فیزیکی بازشوها، نورگیرها و سطوح شیشه خور نیز برداشت گردیده‌اند. نوع و مشخصات دستگاه های استفاده شده در جدول ۱ و تصویر ۶ نشان داده شده‌است.

جدول ۱- مشخصات دستگاه های برداشت اطلاعات

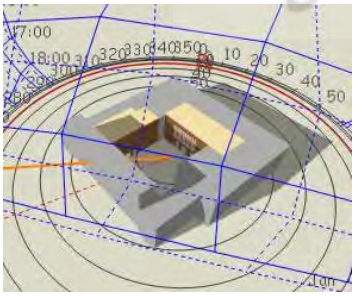
| | | |
|---|---|---|
| | | |
| دستگاه دیتالاگر دما سنج و رطوبت سنج<br>TES 1365 Datalogging<br>دامنه دما: ۲۰ - تا ۶۰ + درجه سانتیگراد<br>دقت دما: ۸٪ ± درجه سانتیگراد<br>دامنه رطوبت نسبی: ۱٪ تا ۹۹٪<br>دقت رطوبت نسبی: ۳٪± | دیتالاگر باد سنج<br>TES 1341 Hot-Wire Anemometer<br>دامنه: ۰ تا ۳۰ متر بر ثانیه<br>دقت: ۱٪ ± تا ۳٪± | نور سنج<br>TES-1339R Data Logger Light Meter Pro<br>دامنه: ۹۹/۹۹، ۹/۹۹۹، ۹۹۹۹، ۹۹۹۹۰، ۹۹۹۹۰۰<br>لوکس<br>دقت: ۳٪± |



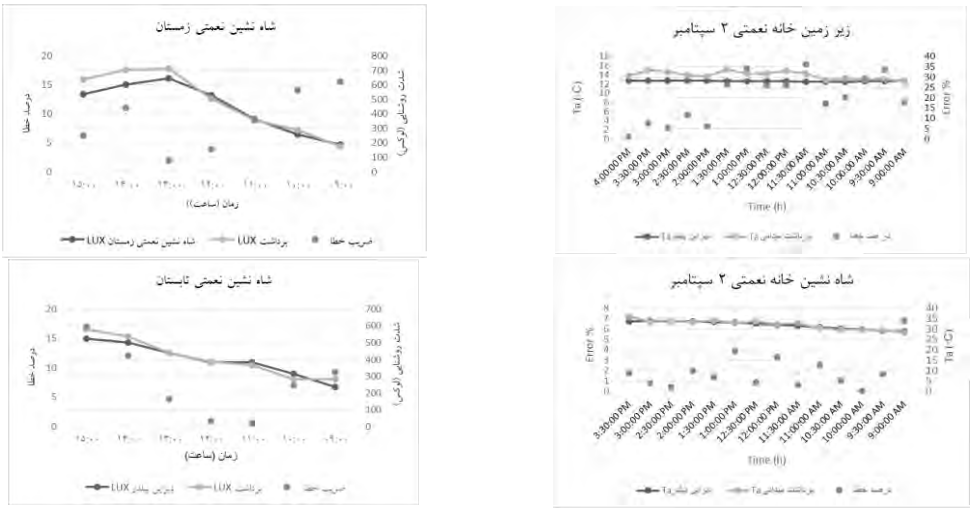
تصویر۶- برداشت متغیرهای آب و هوایی توسط دستگاه در داخل اتاق‌های انتخابی، منبع: نگارنده

## ۳-۳- شبیه‌سازی و تطابق داده‌ها

همان‌گونه که عنوان شد حجم کلی خانه و جزئیات اتاق‌ها در نرم افزار دیزاین‌بیلدر شبیه‌سازی گردید. با توجه به اینکه مصالح سنتی استفاده شده در معماری ایران (مانند: خشت و اندود کاه گل) در پیش فرض نرم افزار وجود ندارد، با وارد کردن مشخصات مصالح (ضخامت، چگالی، گرمای موثر و ضریب هدایت) برای نرم افزار تعریف شده‌است. ملاک ارزیابی ضریب لباس در محاسبات آسایش حرارتی، بر مبنای پوشش امروزی ایران، برای فصل تابستان متوسط ۰/۶ clo و در فصل زمستان ۱ clo در نظر گرفته شده‌است (حیدری، شاهین، ۱۳۹۳، ۷۲). در شبیه‌سازی، نوع فعالیت اتاق شاه نشین، معادل نشیمن امروزی، اتاق سه‌دری معادل اتاق خواب و زیرزمین معادل کاربری انبار در نظر گرفته شده‌است. پس از انجام شبیه‌سازی، به منظور اطمینان از صحت داده‌ها، داده‌های محیطی اندازه‌گیری شده، در همان دو روز مذکور در نرم افزار محاسبه و با نتایج حاصل از برداشت مقایسه گردید و برای سهولت در تحلیل داده‌ها، داده‌های حاصل از برداشت های میدانی و خروجی نرم افزار در کنار ضریب خطا در یک نمودار توسط نرم افزار اکسل ترسیم گردیده‌اند. جریان هوای برداشتی در زمستان به دلیل بسته بودن بازشوها صفر و در تابستان صفر یا نزدیک به صفر بوده است. نتایج ارزیابی داده های دما و شدت روشنایی در نمودار ۱ قابل مشاهده است.



تصویر۷- شبیه سازی خانه نعمتی در نرم افزار دیزاین بیلدر، کل حجم خانه نعمتی به همراه جزئیات اتاق های مورد مطالعه، در نرم افزار دیزاین بیلدر شبیه سازی گردید.

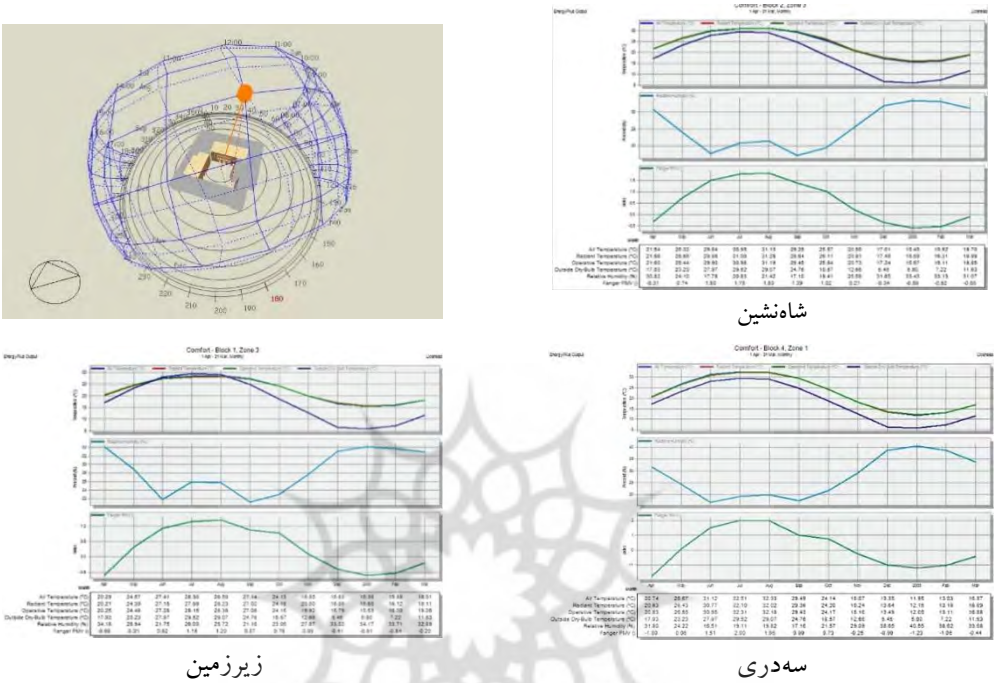



نمودار ۱- مقایسه ی داده‌های نرم افزار با برداشت میدانی، داده‌های اندازه گیری شده توسط دستگاه با اعداد خروجی نرم افزار مقایسه شده‌اند، محور افقی زمان برداشت و محورهای عمودی داده‌های دما و شدت روشنایی و قدر مطلق درصد خطا را نشان می‌دهند.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود اعداد حاصل از خروجی نرم افزار و اعداد برداشتی در روزهای تعیین شده بسیار به هم نزدیک هستند تنها در مورد فضای زیر زمین اعداد حاصل از نرم افزار (به علت پیش فرض های نرم افزار) تقریبا در تمامی ساعات روز بدون تغییر و نوسان هستند. در حالی‌که در برداشت میدانی در حدود ۴ درجه تغییر دما در ساعات مختلف روز گزارش شده‌است. در مورد داده‌های شدت روشنایی نیز در یک مورد تناقض دیده می‌شود. اتاق سه‌دری خانه نعمتی در برداشت های میدانی در هر دو فصل تاریک‌ترین اتاق گزارش شده‌است. اما در شبیه‌سازی، زیرزمین خانه نعمتی تاریکتر از این اتاق است. وجود یک درخت نارنج متراکم در روبروی این اتاق دلیل اصلی تاریک بودن این فضا در برداشت‌های میدانی است. در شبیه‌سازی سعی شده با ساخت حجمی هم تناسب و مجوف در روبری این فضا، اثر درخت همیشه سبز لحاظ گردد. از آنجایی که داده‌های برداشتی در این دو روز تا حد بالایی منطبق بر داده‌های خروجی شبیه‌سازی هستند و درصد خطا بین آن‌ها در اکثر مواقع پایین تر از ۱۰ درصد و تنها در چند مورد بین ۱۰ تا ۱۶ درصد است، می‌توان از داده‌های سالانه نرم افزار، برای تحلیل نهایی استفاده نمود.

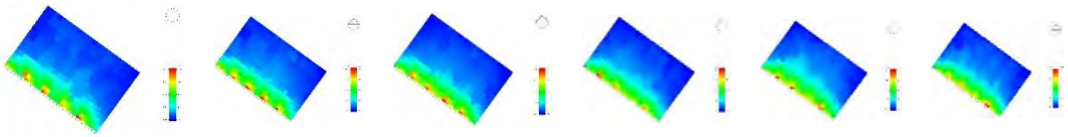
میزان PMV برای هر اتاق خانه نعمتی در تمامی ماه‌های سال توسط نرم افزار دیزاین بیلدر محاسبه گردیده‌است. نمودار ۲ PMV سالانه اتاق‌های خانه نعمتی را نشان می‌دهد. بنابر استاندارد اشری ۵۵ هنگامی که اعداد PMV فنگر، بین ۱+ و ۱- هستند، در محدوده دمای قابل قبول قرار دارند و این اعداد تعیین کننده حدود آسایش حرارتی هستند. در نمودارهای موجود در جدول۴ اعداد مربوط به PMV هر ماه به صورت نمودار میله‌ای ترسیم شده‌اند. رنگ خاکستری نشان دهنده ماه‌هایی از

سال است که با توجه به مقیاس هفتگانه اشری، اتاق در محدوده آسایش قرار دارد. رنگ قرمز نشانگر ماه‌هایی است که گرمتر از حد آسایش هستند یعنی اعداد بیشتر از ۱+ و رنگ آبی ماه‌های سردتر از حد آسایش یعنی اعداد کمتر از ۱- را نشان می‌دهد.




نمودار۲- PMV فنگر سالانه سه اتاق خانه نعمتی، آسایش حرارتی فضای زیرزمین خانه نعمتی برای ۱۲ ماه سال توسط نرم افزار دیزاین بیلدر محاسبه گردیده‌است. میانگین PMV در هر ماه در نمودار فوق لحاظ گردیده‌است. نمودار اول دمای هوا، نمودار دوم رطوبت نسبی و نمودار آخر PMV فنگر را نشان می‌دهد.

به منظور بررسی وضعیت روشنایی اتاق‌ها در طول سال، ضریب نور روز و شدت روشنایی برای تمام اتاق‌ها ساعت ۱۲ ظهر پانزدهم هر ماه توسط نرم افزار دیزاین بیلدر محاسبه گردید. تصویر ۸ نمونه گراف های حاصل از شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. به منظور بررسی دقیق‌تر ضریب نور روز در اتاق‌ها، نمودار مربوط به برای هر اتاق به صورت جداگانه در جدول ۴ ترسیم شده‌است و بر اساس استانداردهای ذکر شده در جداول ۲ و ۳، میزان روشنایی اتاق‌ها در ماه‌های سال با رنگ‌های تیره و روشن نشان داده شده‌است. رنگ خاکستری نشان دهنده فضاهای تاریک، رنگ نارنجی روشن فضاهای با روشنایی ملایم و مناسب برای فضای زندگی و رنگ زرد فضاهای متوسط را نشان می‌دهند.




تصویر ۸- گراف وضعیت روشنایی اتاق شاه نشین نعمتی در ساعت ۱۲، پانزدهم شش ماه سال، شدت روشنایی (لوکس) و فاکتور نور روز برای تمام اتاق‌ها توسط دیزاین بیلدر محاسبه گردیده‌است.

جدول۲- ضرایب نور روز مناسب برای فعالیت های مختلف(در شرایط آسمان کاملا ابری)، منبع: قیابکلو، ۱۳۹۲

| DF | توصیف |
|---|---|
| کمتر از ٪۱ | تاریک، مناسب فضاهای انباری |
| ٪۱ الی ٪۲ | نسبتا تاریک، مناسب فضاهای عبوری |
| ٪۲ الی ٪۴ | ملایم، مناسب فضای زندگی |
| ٪۴ الی ٪۷ | متوسط، مناسب امور اداری و آموزشی |
| ٪۷ الی ٪۱۲ | روشن، مناسب کارهای خیلی دقیق |
| بیش از ٪۱۲ | خیلی روشن، مناسب فعالیت های خاص |

جدول۳- ضرایب نور روز برای منازل مسکونی، منبع: حیدری، ۱۳۹۱

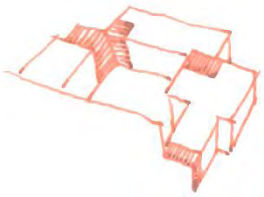
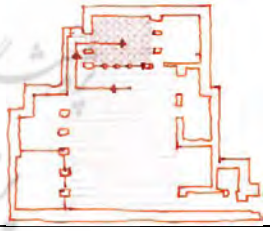
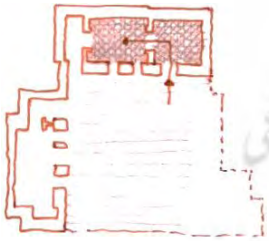
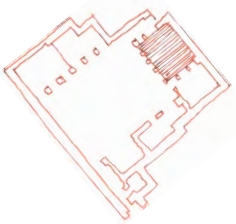
| فضاهای مسکونی | حداقل DF |
|---|---|
| آشپزخانه | ٪۳ |
| نشیمن | ٪۲ |
| اتاق خواب | ٪۱,۵ |

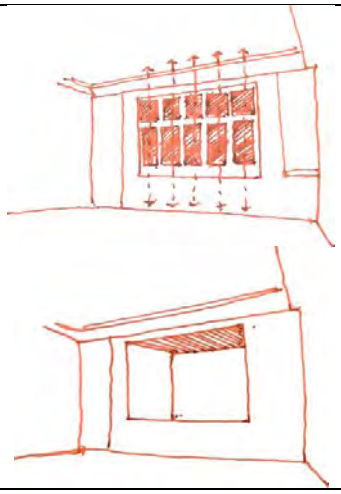
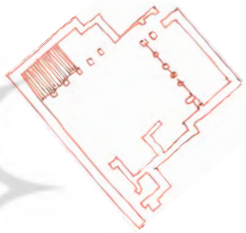
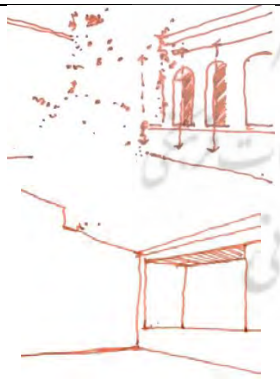
صورت نمودار میله ای ترسیم شده‌اند و در کنار مشخصات معماری قرار گرفته‌اند. بررسی ارتباط بین مشخصات معماری اتاق‌ها و عملکرد حرارتی و نور روز اتاق‌ها به روش توصیفی و کیفی صورت گرفته است. در نهایت پس از انجام قیاس‌ها و تحلیل داده‌های تحقیق، پیشنهادات طراحی برای معماری مسکونی معاصر مشخص گردیده‌است.

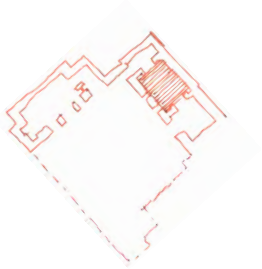
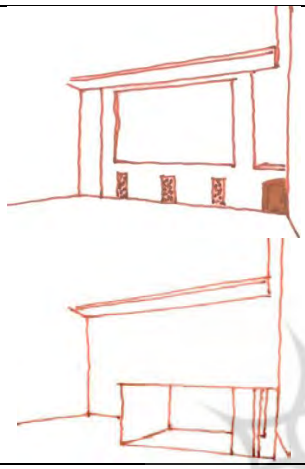
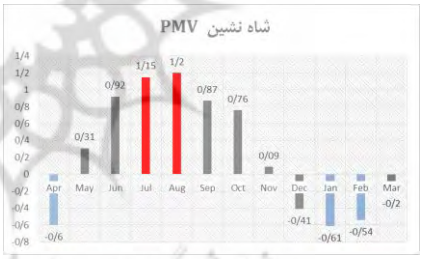
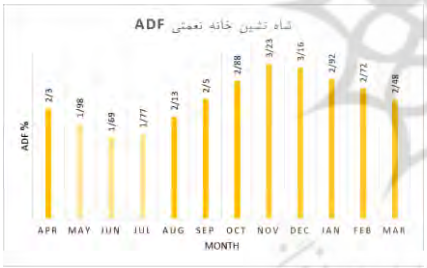
## ٤- تحلیل داده‌ها

برای سهولت در تحلیل رابطه بین خصوصیات معماری فضاهای انتخابی و کیفیت محیطی داخلی اتاق‌ها، مشخصات فیزیکی اتاق‌ها در سه مقیاس کل، میانه و خرد در کنار نتایج کمی آسایش حرارتی و نور روز در طول سال گردآوری شده‌است. اعداد مربوط به PMV و DF هر ماه به

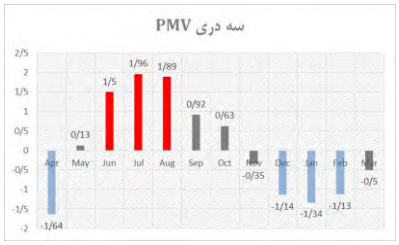
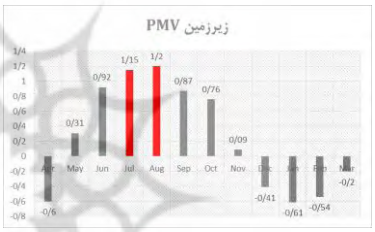
جدول ۴- ویژگی‌های معماری اتاق‌های خانه نعمتی و کیفیت محیطی داخلی آنها

<table>
<tr><td rowspan="4">مقیاس کل</td><td colspan="4">مکان: شیراز عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه ارتفاع از سطح دریا بین ۱۴۸۰ تا ۱۶۶۰ متر</td></tr>
<tr><td>تشکل: درونگرا استقرار فضاها در سه طرف پیرامون حیاط مرکزی</td><td>فرم: مکعب نزدیک به مکعب</td><td>طبقات: فضاهای بسته در سه تراز زیر زمین، همکف و اول</td><td>تنوع فضایی: فضاها و راهروهای نیمه باز بین فضاهای بسته دور تا دور فضای باز</td></tr>
<tr><td colspan="4">مساحت: ۳۰۰ متر مربع</td></tr>
<tr><td>درصد فضای بسته ٪۶۸<br> <br>۳ اتاق در تراز همکف، ۱ اتاق طبقه اول و ۲ اتاق زیرزمین</td><td>درصد فضای باز ٪۲۵<br> <br>حیاط مرکزی باغچه سمت غرب بنا</td><td>درصد فضای نیمه باز ٪۷<br>  <br>دالان هشتی به حیاط راهروها در جهات مختلف، دسترسی به اتاق‌ها از حیاط</td></tr>
<tr><td rowspan="2">مقیاس میانه</td><td>مراتب دسترسی به اتاق شاه نشین</td><td>مراتب دسترسی به اتاق سه‌دری</td><td>مراتب دسترسی به اتاق زیرزمین</td></tr>
<tr><td>از حیاط به راهروی نیمه باز، از راهرو نیمه باز به اتاق شاه نشین<br>دسترسی: فضای باز، نیمه باز، بسته<br>  </td><td>از حیاط به راهروی نیمه باز، از راهرو نیمه باز به اتاق<br>دسترسی: فضای باز، نیمه باز، بسته<br> </td><td>از حیاط به زیرزمین<br>دسترسی: فضای باز، بسته<br>  </td></tr>
<tr><td>مقیاس خرد (شاه نشین)</td><td colspan="2">جهت استقرار<br>شمال شرقی<br>  </td><td>تناسبات<br>مستطیل کشیده در امتداد حیاط<br>مساحت: ۱۶ متر مربع<br>ارتفاع اتاق: ۳,۵ متر مربع<br> </td></tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| | **مصالح جداره** اندود کاه گل، آجر، خشت، گچ | |
| | **منافذ**<br>پنجره های کشیده، در امتداد حیاط مرکزی<br>مساحت سطح شیشه خور: ۷٫۵ متر مربع<br>عرض سایه‌بان افقی (شیرسرها): ۶۰ سانتی متر<br>**شکل داخلی**<br>مکعب مستطیل با سقف مسطح |  |
| مقیاس خرد (اتاق سه‌دری) | **جهت استقرار**<br>شمال غربی<br>  | **تناسبات**<br>مستطیل کشیده مساحت: ۱۲٫۵ متر مربع<br>ارتفاع اتاق: ۳ متر مربع<br> |
| | **مصالح جداره** اندود کاه گل، آجر، خشت، گچ | |
| | **منافذ**<br>سه پنجره کشیده، رو به حیاط مرکزی<br>مساحت سطح شیشه خور: ۲٫۵ متر مربع<br>عرض سایه بان افقی(شیرسرها): ۶۰ سانتی متر<br>**شکل داخلی**<br>مکعب مستطیل با سقف مسطح |  |
| | **جهت استقرار**<br>**شمال شرقی** | **تناسبات**<br>مستطیل کشیده در امتداد عرض حیاط<br>مساحت: ۹ متر مربع<br>ارتفاع اتاق: ۲٫۵ متر مربع |

| | | |
|---|---|---|
| مقیاس خرد (زیرزمین) |  | |
| | **مصالح جداره** اندود کاه گل، آجر، سنگ، ساروج | مجاورت سه وجه اتاق با خاک |
| | **منافذ**<br>منفذهای سنگی مشبک، بدون شیشه در امتداد حیاط مرکزی<br>**شکل داخلی**<br>مکعب مستطیل با سقف مسطح |  |
| کیفیت محیطی فضای داخلی شاه نشین | آسایش حرارتی در طول سال<br>  | نور روز در طول سال<br>  |
| | **آسایش حرارتی:** این اتاق ۸ ماه از سال در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. دو ماه از گرمترین ماه‌های سال، بالاتر از دمای آسایش و دو ماه از سال، دمایی پایین‌تر از محدوده آسایش دارد.<br>**نور روز:** در تمامی ماه‌های سال نور کافی دریافت می‌کند. میانگین DF طبق محاسبات نرم‌افزار، ۹ ماه از سال بین ۲,۱۳٪ تا ۳,۲۳٪ است. با توجه به بازه‌های تعریف شده در جداول ۲ و۳، این میزان روشنایی ملایم و مناسب فضاهای زندگی مانند نشیمن است. | |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

| | | |
|---|---|---|
| کیفیت محیطی فضای داخلی اتاق سه‌دری | آسایش حرارتی در طول سال<br>  | نور روز در طول سال<br> |
| | **آسایش حرارتی:** این اتاق ۵ ماه از سال در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. سه ماه سال گرم‌تر از محدوده آسایش حرارتی و چهار ماه از سال سردتر از محدوده آسایش است.<br>**نور روز:** در تمامی ماه‌های سال تاریک است. DF در این اتاق بین ۴۷٪ تا ۷۱٪ است که با توجه به جداول ۲ و۳، این میزان روشنایی مناسب اتاق خواب و نشمین نیست. | |
| کیفیت محیطی فضای داخلی زیرزمین | آسایش حرارتی در طول سال<br>  | نور روز در طول سال<br> |
| | **آسایش حرارتی:** این اتاق ۱۰ ماه از سال در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. و تنها دو ماه از سال گرمتر از محدوده آسایش است.<br>**نور روز:** در طول سال تاریک است. DF در این فضا بین ۱۶٪ تا ۳۹٪ است که با توجه به جداول ۲ و ۳، این فضا در تمامی ماه‌های سال تاریک است. | |

توجه به خصوصیات کلی حجم معماری و جهت گیری این خانه، دسترسی و سازماندهی فضاهای داخلی، همچنین مشخصات فیزیکی اتاق‌های مورد بررسی در ابعاد خرد و نتایج حاصل از میزان آسایش حرارتی و کیفیت روشنایی آنها، منجر به جمع بندی این موارد به شرح زیر گردیده‌است.

### ۱-٤- شاه نشین

علی‌رغم جهت‌گیری دیکته شده به زمین (به‌واسطه شکل‌گیری بافت شهری) بهترین موقعیت نورگیری ممکن برای این اتاق در نظر گرفته شده‌است. همچنین طراحی مناسب بازشوها، پنجره‌ها و سایبان تاثیر به سزایی در آسایش حرارتی و نور روز گذاشته است.

دسترسی غیر مستقیم، استفاده از مصالح با ظرفیت حرارتی بالا، مساحت کوچک، پنجره های وسیع اما کنترل شده، جهت‌گیری مناسب اتاق و همجواری فضای بسته در مقابل فضای باز، مشخصات معماری این اتاق هستند و تاثیر قابل توجهی در کیفیت محیطی داخلی گذاشته‌اند.

این اتاق به لحاظ آسایش حرارتی ۴ ماه از سال گرم و ۸ ماه سال در محدوده آسایش قرار دارد. ۹ ماه از سال، روشنایی ملایم و مناسبی دریافت می‌نماید و تنها سه ماه از سال DF بین ۱٫۶۹٪ تا ۲ دارد که اندکی تاریک محسوب می‌شود. بنابراین کیفیت محیطی این اتاق قابل قبول و برای کاربری نشیمن و پذیرایی مناسب است.

### ۲-٤- اتاق سه‌دری

جهت‌گیری نامناسب و قرارگیری درخت بلند و همیشه سبز بدون رعایت فاصله مناسب از پنجره علاوه بر کمبود روشنایی، موجب سرد شدن این اتاق در زمستان شده و علی‌رغم مشخصه‌های مشترک با دو اتاق دیگر، اعم از مصالح مناسب و مساحت کوچک، ۳ ماه از سال گرم، ۳ ماه کمی سرد و ۱ ماه سرد گردیده‌است. در مجموع کیفیت داخلی این اتاق مناسب کاربری اتاق خواب نیست.

### ۳-٤- زیر زمین

این اتاق از لحاظ آسایش حرارتی بهترین فضای خانه است. ۲ ماه از سال کمی گرم و ۱۰ ماه سال در محدوده آسایش قرار دارد. جهت‌گیری مناسب، مساحت و مصالح ویژگی های مشترک این فضا با اتاق شاه‌نشین هستند، اما قرار گرفتن ساختمان در زمین و هم‌جواری سه وجه اتاق با خاک، عامل اصلی تمایز در طرح و نتیجه آسایش حرارتی مطلوب است. استفاده از روزن‌های کوچک اگرچه امکان تهویه طبیعی را برای اتاق فراهم می‌کنند اما قادر به تامین نور و دید مناسب برای اتاق نیستند. این اتاق مناسب فضای انبار است.

## ۵- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان از عملکرد حرارتی و روشنایی مناسب فضاهای داخلی خصوصا شاه‌نشین خانه دارد. تا جایی که این فضا پس از گذشت حدود صد سال از کیفیت مطلوبی برخوردار است و پاسخگوی کاربری نشیمن با مشخصات امروزی است. استفاده از نور روز و روشنایی مطلوب، همچنین تامین ۸ ماه آسایش حرارتی بدون استفاده از وسایل مکانیکی در طول سال می‌تواند به میزان قابل توجهی به کاهش مصرف انرژی و بهبود سلامت ساکنین منجر گردد. همان‌طور که عنوان‌شد، توجه به نور روز، تعادل حرارت و رطوبت در فضا از مهمترین عوامل پیشگیری از سندرم بیماری‌های ساختمانی هستند. و تاثیر این عوامل می‌بایست به طور همزمان مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه تامین هر یک از عوامل آسایش حرارتی یا نور مطلوب در فضا می‌تواند به کاهش مصرف انرژی در ساختمان منجر شود، اما سلامت روحی و جسمی کاربران و کیفیت محیطی اتاق‌ها در گرو تاثیر همزمان این عوامل است. به عنوان مثال فضای زیرزمین ۱۰ ماه از سال در محدوده آسایش قرار دارد اما نور نامناسب کیفیت محیطی نامطلوبی برای این فضا رقم زده‌است. بررسی دقیق معماری این بنا در ابعاد کلان و میانه، و مقایسه ویژگی های اتاق ها در ابعاد خرد، نحوه تامین نور و آسایش حرارتی اتاق‌ها را روشن می‌سازد. توجه به عوامل زیر در طراحی خانه‌های مسکونی معاصر می‌تواند منجر به ارتقا کیفیت محیطی فضاهای داخلی گردد.

در مقیاس کل می‌توان نتیجه گرفت که نحوه شکل گیری و ارتباط فضاهای باز و نیمه باز و بسته عامل بسیار مهمی در کیفیت محیطی فضاهای داخلی است. الگوی حیاط مرکزی در این نمونه موردی امکان تعدیل دما، تعامل بیشتر با طبیعت، دریافت نور و منظر طبیعی را برای ساکنین فراهم نموده است. برای بالابردن کیفیت محیطی فضاهای بسته، توجه به فضاهای باز و نیمه باز در اولین گام طراحی بسیار با اهمیت اند. توجه به طراحی فضاهای باز به نحوی که بیشترین تعامل را با فضای بسته داشته باشند، علی‌رغم محدودیت‌های طراحی شهری می‌بایست از سوی معماران به جدیت دنبال شود.

در مقیاس میانه، نحوه دسترسی غیر مستقیم به فضا در تمامی اتاق‌ها مشترک است. ورود با واسطه به داخل فضا موجب کاهش مصرف انرژی و کنترل جابجایی هوای داخل و خارج می‌گردد. این مسئله در فضاهای بررسی شده، به واسطه نحوه قرارگیری اتاق‌ها در اطراف حیاط به وجود آمده‌است.

در مقیاس خرد نخستین نکته مورد بررسی جهت‌گیری بنا است. قرارگیری اتاق‌ها در جبهه شمالی و بهره گیری از نور جنوب نکته بسیار مهمی در کیفیت محیطی داخلی است. بر اساس مطالعات صورت گرفته، شاه نشین بسیاری از خانه‌های معمولی بافت قدیم شیراز از این جهت برخوردار نیستند. آنچه موجب افزایش کیفیت محیطی در شاه‌نشین این خانه گردیده‌است، تناسبات هندسی، پنجره‌ها و سایبان‌های آن است و عدم امکان جهت‌گیری مطلوب موجب کاهش کیفیت محیطی داخلی در اتاق شاه‌نشین نگردیده‌است. با توجه به اهمیت نور روز در سلامت ساکنین و صرفه-جویی در مصرف انرژی، در معماری امروز با توجه به محدودیت های جهت‌گیری باید کوشید با طراحی مناسب نورگیرها و کنترل‌کننده‌ها، نور کافی را به فضا وارد نموده و در عین حال از ورود گرمای اضافه از خارج بنا به داخل در فصل تابستان، همچنین هدر رفت گرمای تولید شده از فضای داخل به خارج در فصل زمستان جلوگیری نمود.

- دومین عامل بررسی شده در مقیاس خرد، تناسبات بناست. توجه به ابعاد اتاق‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که مساحت و ارتفاع اتاق‌ها با توجه به کاربری‌هایشان بسیار بهینه در نظر گرفته شده‌اند طبق مطالعات هر چه فضا به صورت بهینه و با تناسباتی منطبق بر فعالیت داخل آن طراحی شده باشد، گرمایش و سرمایش در آن راحت‌تر صورت می‌پذیرد. این مسئله امروزه در طراحی پایدار بسیار مورد توجه است و در اصول معماری ایرانی با عنوان مردم‌واری در بناها دنبال می‌شود (زارع مهذبیه، شاهچراغی، حیدری، ۱۳۹۵). همچنین در فرایند صرفه‌جویی انرژی و در عین حال رسیدن به کیفیت محیطی مطلوب در فضاهای مسکونی معاصر تاثیرگذار است.
- مصالح سومین و می‌توان گفت مهمترین عامل موثر در IEQ است. وجود مصالح خاکی همچون خشت و آجر در نمونه مورد مطالعه به علت داشتن ظرفیت حرارتی

بالا، اثر بسیار زیادی در تامین آسایش حرارتی دارند. با توجه به استفاده‌های همیشگی مصالح خاکی در معماری ایرانی، انتخاب آن یکی از کاراترین راهکارهای ارتقاء کیفیت محیطی در معماری معاصر است.

توجه به طراحی پنجره‌ها و نورگیرها و کنترل نور روز تاثیر مستقیم بر ارتقاء کیفیت روشنایی، دریافت نور خورشید توسط ساکنین و ارتقاء سلامت آنان دارد. این مسئله به وضوح در طراحی اتاق شاه‌نشین و مقایسه این فضا با دیگر اتاق‌های مورد بررسی نمایان بود. در معماری معاصر می‌توان با روش های متعدد طراحی، جداره های شفاف و پنجره‌ها را در جهت تامین نور و دید مناسب و جلوگیری از تبادلات حرارتی ناخواسته از فضای خارج به داخل و بالعکس در تابستان و زمستان تجهیز نمود.

## ٦- پیشنهادات و مطالعات آتی

همانطور که ذکرشد، کیفیت محیطی داخلی مفهوم پیچیده‌ای است و از عوامل مختلفی تشکیل شده‌است. در مقاله حاضر آسایش حرارتی و نور روز که از مهمترین عوامل این مفهوم هستند بررسی شده‌اند. اما توجه به دیگر عوامل ذکر شده مانند: دید و منظر، کیفیت هوای داخل و همچنین محاسبه برایند اثر تمامی عوامل ذکر شده در خانه‌های سنتی می‌تواند دست‌آوردهای جالب‌توجهی را به همراه داشته باشد.

مطالعات روشمند در باب مشخصات معماری در ابعاد خرد مانند بررسی تناسبات دقیق فضاهای داخلی و ارتباط آن‌ها با کیفیت محیطی داخلی، و همچنین مطالعه روش‌های رایج در معماری گلین ایران و تکنیک‌های معاصر مصالح خاکی، به منظور یافتن مناسب‌ترین شیوه استفاده از این مصالح در معماری معاصر می‌تواند تاثیر بسیار مطلوبی بر افزایش کیفیت محیطی داخلی، صرفه جویی در مصرف انرژی، افزایش پیوستگی و زیبایی فضاهای معماری و شهری گذارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**پی‌نوشت‌ها**

1. IEQ: Indoor Environmental Quality
2. SBS: Sick Building Syndrome
3. IAQ: Indoor Air Quality
4. CDC: Centers for Disease Control and prevention
5. Biophilia:

بایوفیلیا به معنی احساس مثبت انسان‌ها نسبت به موجودات زنده است.

6. PMV: Predicted Mean Vote

یکی از دقیقترین روش‌های تخمین محدوده آسایش شاخصه متوسط نظرات (PMV) است که در ۱۹۷۰ توسط فنگر (Fanger, 1970) پیشنهاد شده است. در این روش بسیاری از معیارهای آسایش از قبیل متغیرهای اقلیمی، نوع پوشاک و فعالیت با هم مورد استفاده قرار می‌گیرند و بر اساس محاسبه میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط پیرامونش استوار است. مقدار PMV از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$PMV = [0.303e^{-0.036M} + 0.028]\{(M-W) - 3.96E^{-8}f_{cl}[(t_{cl}+273)^4 - (t_r+273)^4] - f_{cl}h_c(t_{cl}-t_a) - 3.05[5.73 - 0.007(M-W) - p_a] - 0.42[(M-W) - 58.15] - 0.0173M(5.87-p_a) - 0.0014M(34-t_a)\}$$

برای محاسبه PMV می‌توان از نرم افزارهای شبیه ساز مانند دیزاین بیلدر استفاده‌نمود.

7. ASHRAE: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
8. DF: Daylight Factor

یکی از رایج‌ترین روش‌های محاسبات روشنایی روز، استفاده از روش ضریب نور روز ( فاکتور، عامل و مولفه نور روز نیز نامیده می‌شود.)

این مقدار برابر است با نسبت شدت روشنایی در نقطه مورد نظر بر شدت روشنایی در محیط بیرون روی سطح افقی در محلی بدون مانع به صورت هم زمان. برای محاسبه ضریب نور روز می‌توان از نرم افزارهای شبیه‌ساز مانند دیزاین بیلدر استفاده‌نمود.

۸. منظور از خانه‌های معمولی خانه‌هایی با متراژ کمتر از ۵۰۰ متر مربع است که به طور عمده متعلق به مردم عامی بوده است.

## منابع


- حیدری، شاهین. (۱۳۹۳). سازگاری حرارتی در معماری؛ نخستین گام در صرفه‌جویی مصرف انرژی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران
- حیدری، شاهین. (۱۳۹۱). معماری و روشنایی. تهران: دانشگاه تهران
- زارع مهذبیه، آیدا؛ شاهچراغی، آزاده و حیدری، شاهین. (۱۳۹۵). بررسی کیفیت محیطی فضاهای داخلی با تأکید بر آسایش حرارتی در خانه‌های سنتی، نمونه‌های موردی: دو خانهٔ قجری در شیراز. کاشان: نشریه مطالعات معماری ایران. شماره ۹. ۸۵-۱۰۱
- قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۲). مبانی فیزیک ساختمان ۵ نور روز. تهران: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
- نیکقدم، نیلوفر. (۱۳۹۱). الگوهای اقلیمی برای فضاهای عملکردی مسکن در اقلیم گرم و مرطوب ایران. رساله دکتری. تهران: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ایران
- نیکقدم، (۱۳۹۴). استخراج الگوهای اقلیمی فضاهای عملکردی در خانه‌های بومی بندر بوشهر با به کارگیری نظریه داده بنیاد. تهران: نشریه باغ نظر. شماره ۳۲: ۷۷-۹۰

- Al horr,Y, Arif, M Katafygiotou, M Mazroei, A Kaushik and A Elsarrage. (2016) .Impact of Indoor Environmental Quality on Occupant Well-being and Comfort: A review of the literature. International Journal of Sustainable Built Environment. **5** (1):1-11
- Amit Kaushik, Ahmed Mazroei, Martha Katafygiotou, Esam Elsarrag. (2016). Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature, Building and Environment
- Assimakopoulos, V.D., Helmis, C.G. (2004). On the study of a sick building: the case of Athens air traffic control tower. Energy Build. 36 (1). 15–22
- Astolfi, A., & Pellerey, F. (2008). Subjective and objective assessment of acousti-cal and overall environmental quality in secondary school classrooms. Journalof the - Acoustical Society of America, 123, 163–173
- Boubekri Mohamed, 2008, Daylighting, Architecture and Health: Building Design Strategies, Architectural Press, England
- Burge, S., Hedge, A., Wilson, S., Bass, J.H., Robertson, A. (1987). Sick building syndrome: a study of 4373 office workers. Ann. Occup. Hyg. 31 (4A), 493–504
- CLEMENTS-CROOME, D. 2013. Intelligent buildings: an introduction, Routledge. - MENDELL, M. J., FISK, W. J., KREISS, K., LEVIN, H., ALEXANDER, D., CAIN, W. S., GIRMAN, J. R., HINES, C. J., JENSEN, P. A., MILTON, D. K., REXROAT, L. P. & WALLINGFORD, K. M. (2002). Improving the Health of Workers in Indoor Environments: Priority Research Needs for a National Occupational Research Agenda. American Journal of Public Health, 92, 1430-1440

Council, Indust. Health Res. Board (formerly Indust. Fatigue Res. Board) Rep.

- de Dear, R.J., Brager, G.S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE standard 55. Energy Build. 34 (6), 549–561

- De Giuli, V., Zecchin, R., Salmaso, L., Corain, L., & De Carli, M. (2013). Measured and perceived indoor environmental quality: Padua Hospital case study. (2006) .Building and Environment, 59, 211–226.
- Fanger, P.O. (1970) Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen.
- Frontczak, M., Schiavon, S., Goins, J., Arens, E., Zhang, H., & Wargocki, P. (2012). Quan-titative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design.
- MASLOW, A. H. 1943. Psychology Review. 50. 370
- M., & Riffat, S. (2012). Developing an indoor environment quality tool for assessment of mechanically ventilated office buildings in the UK—A prelim-inary study. Building and Environment, 53, 26–33
- Parsons, K. (2013). Design of the indoor environment. In R. Yao (Ed.), Design and Management of sustainable built environments. 157–177
- Parsons, K.C. (1994). Thermal comfort standards: past, present and future, Proceedings of a conference held at the Building Research Establishment. Garston. 184-197
- Redd, S.C. (2002). State of the Science on Molds and Human Health. Center for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services, pp. 1–11
- Takigawa, T., Wang, B., Sakano, N., Wang, D., Ogino, K., Kishi, R. (2009). A longitudinal study of environmental risk factors for subjective symptoms associated with sick building syndrome in new dwellings. Sci. Total Environ. 407 (19). 5223–5228
- USEPA, (2007). The EPA Cost of Illness Handbook. Washington D.C. U.S. Environmental Protection Agency
- VERNON, H. M. & BEDFORD, T. (1930). A Study of Heating and Ventilation in Schools. London. London: H.M.S.O.
- VERNON, H. M. & BEDFORD, T. (1926). A Physiological Study of the Ventilation and Heating in Certain. London. London: H.M.S.O.

- http://www.dictionaryofconstruction.com/definition/indoor-environmental-quality-ieq.html
- http://www.healthyheating.com/Defintion_of_indoor_environmental_quality.htm#.VdM7lZf4Gv4
- http://www.farschto.ir/contents/sitcon/ancianthome.html
- http://www.ecomii.com/ecopedia/indoor-environmental-quality

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

# Indoor Environmental Quality in Qajar Houses of Shiraz with an emphasis on Thermal Comfort and Daylighting (case study: Nemati House)

**Aida Zare Mohazzabieh[1], Shahin Heydari[2*], Azadeh Shahcheraghi[3]**

1- PhD Candidate in Architecture, Department of Architecture, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Professor, Faculty of Architecture, College of fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Architecture, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

## Abstracts

Indoor space quality is directly related to the occupants' physical and mental health (sick building syndrome) and energy saving in the building. Incorporating climatic factors in architectural design can increase occupants' well being while consuming less energy. Iranian traditional houses have always been good examples of such architecture and provide useful inspirations for contemporary architects. traditional Qajar houses in the historical part of Shiraz city are prominent examples of this high quality architecture, but few studies have been conducted about them. evaluating IEQ factors in these houses specially daylighting and thermal comfort and their influencing factors can be beneficial to contemporary designers. Nemati Qajar house in Shiraz is selected as the case study. with the aforementioned factors have been evaluated using quantitative methods including field surveys and simulation in Designbuilder software. The results of the findings are analyzed in 2 steps: First, the amounts of thermal comfort and daylighting in spaces were compared with current standards. Second, the results were expressed in a qualitative way using architectural specifications of spaces. The findings of this study indicate that the rooms of this old house have different energy behaviors. For example thermal comfort in the basement is in acceptable range for 10 months of the year, but it lacks proper daylighting, and the shaahneshin room is in thermal comfort range for 8 amonths of the year and has proper daylighting for almost all months of the year

**Keywords:** Indoor Environmental Quality, Sick Building Syndromes, Thermal Comfort, Day Lighting, Shiraz Qajar Houses

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[*]Email: shheidari@ut.ac.ir

## CONTENTS


**Explaining the Concept of Architecture Stylistics by Introducing a New Approach in Iran's Architecture Stylistics (Motivated by architectural conservation)** 30
Hadi Nadimi, Reza Abouie, Zeinab Moradi

**Physical - Spatial typology of Safavid Religious tombs in Isfahan** 52
Azita Belali Oskuyi, Yahya Jamali

**Wind flow patterns in ancient wind catchers of Yazd based on a long term measurement (case study: Mortaz house)** 70
Zhaleh Hedayat, S.Zeinab Emadian Razavi, S.Mohammad hosein Ayatollahi

**Design of temporary accommodation model after the Qom potential earthquake** 93
Zohair Motaki, Akbar Haj Ebrahim Zargar, AbdolMajid Khorshidian, Sayyed Masood Mirghasemi

**Maidan: Understanding its Conceptual domain and the range of it's instances in Qajar period, Based on Historical Maps** 118
Mahnam Najafi, Reza Shakouri

**Studying the effect of khavunchini on heat transfer from South facade in summer, in very hot and semi-arid climate of Khuzestan** 139
Ali Dahar, Mansoureh Tahbaz, Mohsen Taban

**Investigation of the Historical-physical classification of Haft-shoyeh Jame Mosque based on Comparative Studies** 174
Mehdi Razani, Yadolahe Haydari Babakamal

**Evaluation of the Biophilic Approach to Energy Conservation in Residential buildings of Kerman** 197
Sara Mohammadi, Behzad Vasigh

**Documentation of urban open spaces based on the principles of the Sofia Charter Case Study: Pamenar neighborhood open spaces in Kerman** 225
Sakineh Tajaddini, Mohsen Keshavarz, Mahboubeh Eslamizadeh, Mahdieh Ziaadini Dashtkhaki

**Learning from the past; applying space syntax theory in Atrvash and Mohtasham houses in continuity of sense of place in contemporary houses** 250
Amin Habibi, Elham Fallahi, Sina Karmirad

**Optimization of the building orientation to receive solar radiation in hot-aridclimate (Case Studies: Isfahan, Semnan, Kerman and Yazd cities)** 267
Hassan Akbari, Fatemeh Sadat Hosseini Nezhad

**Indoor Environmental Quality in Qajar Houses of Shiraz with an emphasis on Thermal Comfort and Daylighting (case study: Nemati House)** 291
Aida Zare Mohazzabieh, Shahin Heydari, Azadeh Shahcheraghi

## INSTRUCTIONS TO CONTRIBUTORS

- Scientific-research articles published after peer review and approval of the editorial board. Other papers such as translation, compilation, book reviews and… will not be accepted.
- The paper con not be previously published in other journals or other publications or conferences ever to be sent for review and printing.
- The paper should preferably Persian. Although this publication is to be confirmed in writing to publish the English language.
- The paper should have an appropriate level of scientific and research methods and rules are formulated in writing to abide by and be smooth.
- The editorial board may accept or reject the article is accepted.
- In the first page, the author (s) full name, title and affiliation, subsidiary of the organization, address, email and phone number of author/authors should be given. Also, if the paper is based on a grant or a student thesis, it should be noted accordingly on the first page.
- The paper should include an abstract, introduction (including the problem statement, the importance and necessity, goal, history, questions or hypotheses, research methods, introduced variables and domain research), concepts and on theoretical grounds, the application of methods and techniques and analysis and conclusions (in line with the goals and hypotheses or questions and results of applying the techniques and methods), and references.
- Abstracts should be written in Persian and English and its review of the problem statement, goals, methodology, findings and conclusions and key words (4 to 6 words). This alone should be expressed in all the paper, especially the results. Persian abstract is about 350 words. Persian and English abstracts must be provided in a separate page and be numbered from No. 1 to the end.
- Papers typed on Bzar font. The main title font is 14 Black, the sub title font is 12 Black, text font is 14 and abstracts font will be typed size 12.
- The right margin of 3 cm, left margin of 2/5, up 3/5 and bottom 2/5 cm and distance between the lines to be single.
- Bibliographic information about papers, books, reports and other references will be made this way:
  - Book: Author(s). (year). book title, translator, publisher and location, publishing time.
  - Paper: Author(s). (year). full paper title, Journal's name, volume, number.
  - Thesis: Author. (year). full thesis title, supervisor name, university name.
- The sole responsibility for views and statements expressed in the paper remains with the author/autors.
- If a paper has several authors, one must be represented as the author corresponding.