تاثیر وجود پیش ورودی بر رفتار حرارتی فضای اصلی در اقلیم گرم و خشک ایران (بررسی خانه‌های قدیمی شهر یزد)

فاطمه مهدیزاده سراج[۱]، غلامرضا جاپلقی[۲]، هانیه صنایعیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۴

چکیده

فضاهای موجود در بناهای سنتی کویری ایران هریک به دلایلی به وجود آمده‌اند که نحوه و میزان استفاده از آنها در فصول مختلف سال خود بیانگر علت وجود آنهاست. این فضاها عمدتاً با رویکرد اقلیمی طراحی شده‌اند. برخی از این فضاها محل اصلی زیستن و برخی نیز مکان قرارگیری خدمات پشتیبان فضاهای زیست می‌باشند. این پژوهش با هدف بررسی رفتار حرارتی فضاهای واسط و میانی (میاندر) و پیش ورودی‌ها در خانه‌های سنتی اقلیم گرم و خشک و تاثیرشان بر سازگاری یا ناسازگاری با منطقه آسایش حرارتی انسان انجام شده است.

برای این منظور پس از طبقه‌بندی پلان‌های خانه‌های سنتی یزد با رویکرد گونه گونی فضاهای بسته، واسط و باز، و همچنین درصد بازشوهای هر کدام، به ارزیابی رفتار حرارتی آنها بسته به ضرورت وجودی انواع فضاهای مذکور پرداخته شد. سپس بر اساس طبقه‌بندی‌های به دست آمده از گونه‌های متنوع، به صورت موردی نمونه‌ای رایج تر در محیط نرم افزار design builder شبیه سازی شده و نمودارها و اطلاعات مرتبط با اختلاف درجه حرارت فضاهای میانی و فضاهای بسته درونی برای تحلیل و بررسی حرارتی حاصل گردید.

بررسی نمودارها بیانگر تاثیر مثبت پیش فضاها، به ترتیب در گرمایش و سرمایش فضاهای اصلی در فصول زمستان و تابستان بوده است. لازم به ذکر است که شبیه سازی شرایط در نرم افزار مذکور در دو ضلع جنوبی و شمالی بنا و مطابق با نحوه استفاده ساکنین از این فضاها در فصول مختلف صورت گرفته است. تاثیر مثبت فضاهای میانی و واسط ما بین فضاهای باز و بسته خود نشان از امتیاز به کارگیری این ایده در طراحی‌های جدید این اقلیم می‌باشد تا علاوه بر استفاده از تجهیزات و علم روز، از الگوهای طراحی معماری سنتی و تجربیات ارزشمند حاصل از صدها سال تجربهٔ مداوم پیشینیان نیز بهره‌گیری مناسب به عمل آید.

واژه‌های کلیدی

پیش فضا، فضای میاندر، رفتار حرارتی، منطقه آسایش، نرم افزار Design Builder.

۱. دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

۲. کارشناس ارشد مرمت واحیاء ابنیه و بافت‌های تاریخی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

۳. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

۱- مقدمه

امروزه در عرصه پهناور علوم و تکنولوژی و نحوهٔ بهره‌گیری از آنها در معماری و به ویژه از لحاظ مصرف انرژی تحقیقات و نظریه‌های متعددی ارائه شده است. شرایط اقلیمی در طراحی معماری از ابعاد گوناگون قابل بررسی و تعمق است. وجهی از تحقیقات مرتبط با رفتار حرارتی ابنیه مرتبط با آسایش حرارتی انسان و واکنش بدن می‌باشد که شرایطی تجربی است (صفامنش، ۱۳۸۱)، و بعد دیگر مرتبط با فرهنگ‌ها، مناطق جغرافیایی گوناگون و فیزیولوژی بدن افراد است که می‌تواند از منطقه‌ای به منطقهٔ دیگر متفاوت باشد. بدین لحاظ لازم است تا این دو بعد منطقه آسایش فیزیکی و روحی انسان‌ها به صورت منطبق مورد سنجش قرار گیرند (رشیدی، ۱۳۸۹).

ارزیابی شرایط اقلیمی در ارتباط با آسایش و احساس راحتی انسان، پایه و اساس فعالیت‌های معماری، شهرسازی، جهانگردی و... می‌باشد. از این رو برآمد و مقایسه محدوده‌های آسایش در فضاهای مختلف زندگی ضروری به نظر می‌رسد (صادقی روش، ۱۳۸۹). پنج عامل اقلیمی دما، رطوبت، فشار بخار آب، سرعت جریان هوا و تابش از عمده ترین عوامل تاثیرگذار در تعیین شرایط زیستی می‌باشند و سایر عوامل از جمله نوع فعالیت، پوشش، سن و جنس افراد و... به دلیل اینکه قابل کنترل نیستند، می‌توانند ثابت فرض شوند (راز جویان، ۱۳۶۶). تعیین شرایط آسایش و راحتی در محدوده‌های اقلیمی مختلف بر محاسبات حرارتی ساختمان، اندازه و قدرت دستگاه‌های حرارتی و برودتی، ضخامت عایق، جنس مصالح، تناسبات و ارتباطات فضایی، میزان بازشوها و به طور کل بر میزان مصرف و اتلاف انرژی تاثیر مستقیم دارد (صادقی روش ۱۳۸۹). در ارتباط با به حداقل رساندن اتلاف انرژی در معماری سنتی (قبادیان،۱۳۸۴) ترفندهای بسیاری اندیشیده شده که گواه توجه بسیار طراحان به این مقوله بوده است که عبارتند از: جهت گیری و بافت فشرده فضاها (اصغری مقدم،۱۳۸۳)، به وجود آمدن خرد اقلیم‌ها، جرز زیاد دیوارها، فضای میانی و پیش فضاها، تنوع فضایی متناسب با فصل، استفاده ازحیاط مرکزی و نحوه چیدمان فضاها (منشی زاده، ۱۳۸۰).

۱-۱- عوامل اقلیمی و آسایش انسان

ترکیبی از عوامل اقلیمی بر انسان تاثیر گذاشته و با آسایش فیزیکی او نیز مرتبط می‌باشند. امروزه در ساختمانها، انرژی زیادی جهت دستیابی به شرایط مطلوب آسایش و به خصوص رسیدن به دمای مناسب صرف می‌شود. آمار و ارقام حاکی از آن است که در ممالک توسعه نیافته مصرف انرژی در بخش ساختمان رو به افزایش است، به طوری که بیش از یک سوم انرژی در ساختمان‌های مختلف مصرف می‌شود (حیدری، ۱۳۸۹). به جهت زیاد بودن سهم مصرف انرژی در ساختمان‌های جدید ، ضروری است که به طرق مختلف راهبردهای کاهش مصرف انرژی به دست آمده و به کار گرفته شوند. در آزمایشات و تحقیقات چنین آمده است که هر یک درجه تغییر در نیاز به سیستم گرمایشی و سرمایشی حدود ۷ درصد امکان صرفه‌جویی در مصرف انرژی را مهیا می‌سازد (حیدری، ۱۳۸۹). به این ترتیب مشخص می‌گردد که پرداختن به راهکارهای مناسب در طراحی‌ها و محاسبات اقلیمی که صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تطبیق دمای هوا با دمای آسایش بدن و روح انسان را میسر می‌سازد حائز اهمیت بالایی است.

جهت ارتقاء بهره‌وری در طراحی بناها، همواره این پرسش مطرح است که میزان انرژی مورد استفاده چقدر بوده و چگونه می‌توان مصرف انرژی را کاهش داد بی آن که هزینهٔ سنگینی را هم بر ساکنین اعمال نمود. در این میان، طراحی منطبق با اقلیم در زمره مهمترین راهکارها می‌باشد که نقطهٔ اوج این گونه راهکارها را می‌توان در ساختمان‌های سنتی ایران یافت که در طی سالیان متوالی و طولانی، جهت تطبیق بیشتر با شرایط آسایش به دستاوردهایی ارزشمند دست یافته‌اند.

۱-۲- راهکارهای پیشینیان در تطبیق دهی دمای فضاهای زیستی با دمای بدن انسان

در شاهکارها و یا حتی ابنیه معمول تاریخی این سرزمین خلاقیت‌ها و نبوغ فراوانی به کار رفته است. تمامی این نوآوری‌ها و تکنیک‌ها در خدمت انسان، برای رفاه او و نگرشی بهتر به زندگی است. نکته قابل توجه اینکه معماران سنتی تمام تلاش خود را به منظور رفاه روحی و جسمی ساکنین به کار برده و همواره این موارد دغدغه اصلی آن‌ها بوده است. گاه پاسخ به این دغدغه به عنصری مانند بادگیر که سرچشمه برخی وسایل سرمایشی موجود در زندگی مدرن، منبعی ارزشمند برای مطالعات اقلیمی پژوهشگران و زینتی برازنده آسمان آبی کویر مبدل شده و گاه به ضخامت زیاد دیوارها برای کاهش تبادل حرارت فضای بیرون و درون بسنده شده است. گاهی برای فرار از گرمای تابستان کویر دل زمین را شکافته و از برودت خاک برای آسایش باشندگان بهره گرفته و گاه تغییرات اساسی و جزئی در چیدمان فضاها و نحوه ارتباطشان را عامل مهم آسایش شناخته است. مقاله حاضر با عقیده بر اینکه در پژوهش‌های گذشته کمتر به موضوع ارتباط فضایی با وجود تبادل حرارتی پرداخته شده، روشن تر ساختن این ارتباط را در سر می پروراند.

در ارتباط با به حداقل رساندن اتلاف انرژی در معماری سنتی (قبادیان،۱۳۸۴) ترفندهای بسیاری اندیشیده شده که گواه توجه بسیار طراحان به این مقوله بوده است. جهت گیری و بافت فشرده

فضاها (اصغری مقدم، ۱۳۸۳)، به وجود آمدن خرد اقلیم‌ها، جرز زیاد دیوارها، فضای میانی و پیش فضاها، تنوع فضایی متناسب با فصل، استفاده ازحیاط مرکزی و نحوه چیدمان فضاها (منشی زاده، ۱۳۸۰). وجود سلسله مراتب فضایی در حفظ انرژی و ارتباط‌های فضاهای درونی و بیرونی نقش مؤثری دارد (الهامی، ۱۳۶۳) و در معماری جدید به این بعد، بهای چندانی داده نمی‌شود و فضاها به‌تنهایی و بدون رابطه و یا همسایگی طراحی می‌شوند. در این زمینه در معماری سنتی اقلیم گرم و خشک فضاهای میاندر و پیش فضاهایی وجود دارند که در انتقال حرارتی و به‌وجودآمدن خرد اقلیم‌ها موثرند. مانند: دالان، هشتی، تالار، ایوان و ...

پژوهش حاضر از میان فضاهای ذکر شده، پیش‌فضاها (فضاهای ورودی) را در خانه‌های منتخب در دو ضلع جنوبی وشمالی تحلیل وبررسی کرده و برای هر ضلع دو دسته فضا درنظر گرفته است (معیار انتخاب خانه‌ها تنوع فضایی در دو ضلع مذکور می‌باشد). پژوهش حاضر برآن است تا میزان تأثیر حرارتی پیش فضاها را بر وضعیت حرارتی فضاهای اصلی اندازه گیری کند.

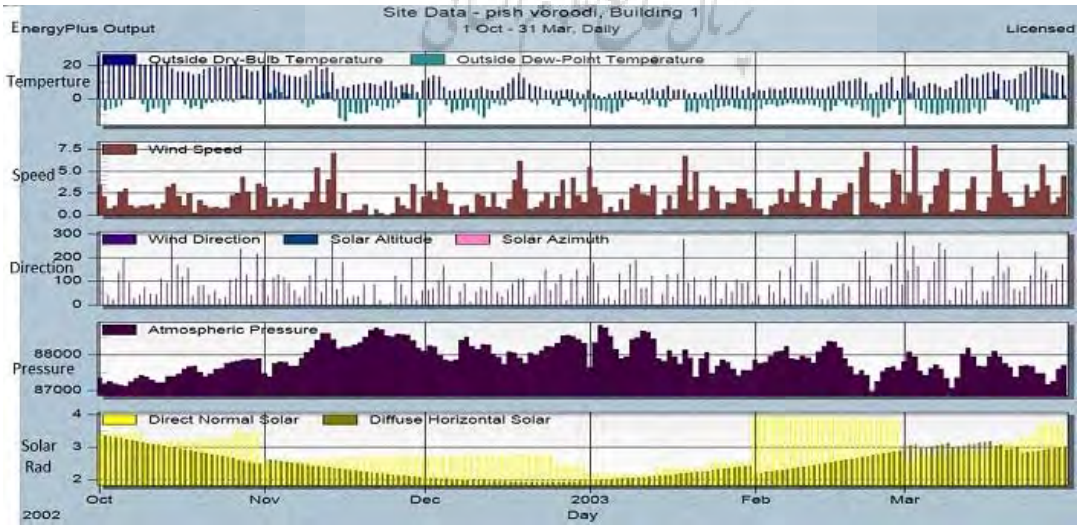
۱-۳- روش تحقیق

این پژوهش درپی آن است تا سلسله مراتب فضایی موجود درپلان خانه‌های سنتی رامورد بررسی قراردهد و تحلیلی بر نقش اقلیمی پیش فضا و فضاهای واسط و تاثیرشان بر فضاهای اصلی انجام دهد. برای این منظور مقایسه ای بین چند فضای موجود در دو حالت با یا بدون پیش فضا صورت خواهد گرفت، که بتواند درصد تاثیرحرارتی این گونه فضاها را بسنجد.

پس از گونه بندی پیش فضاهای بررسی شده به دو دسته یکطرفه و دوطرفه، فضاهای جنوبی (تابستان نشین) در شش ماه اول سال و فضاهای شمالی (زمستان نشین) در شش ماه دوم سال، با استفاده از نرم افزار Design builder، شبیه سازی گردیدند. این شبیه سازی در دو مرحله، یک بار بررسی رفتار حرارتی فضاهای اصلی با وجود پیش فضا (پیش فضاها) و بار دیگر بدون وجود آنها صورت می‌پذیرد. حاصل این مقایسه نشان می‌دهد که فضاهای میاندر یا فضاهای واسطه، در چگونگی رفتار حرارتی فضاهای اصلی زیست، حائز اهمیت می‌باشند. قابل ذکر این که در تمامی مراحل شبیه سازی و تحلیل، بدون درنظر گرفتن سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی انجام پذیرفته است.

۲- شناخت اقلیم شهر یزد به عنوان شهر مورد مطالعه

یک سوم سطح کره زمین را مناطق خشک و بدون قابلیت زراعی پوشانده است که سه چهارم این مناطق در کشورهای قاره آفریقا، آسیا و استرالیا وجود دارند. محدوده جغرافیایی این پهنه اقلیمی در کشور ما ایران عمدتاً در بخش‌های مرکزی و به صورت نوار باریکی در جنوب غربی کشور گسترش یافته است و مشخصه بارز این مناطق این است که در فصل مشخص از سال بارندگی کم و اندک وجود دارد. باد عامل دیگری است که در مناطق خشک می وزند و باعث کاهش رطوبت می‌شود. به طور کلی می‌توان خصوصیات و ویژگی‌های اقلیم گرم و خشک را به شرح زیر بیان کرد: آسمان در بیشتر اوقات سال بدون ابر بوده و اشعه منعکس شده از سطوح لم یزرع زمین بسیار بالاست و طوفان و گرد خاک و مه در بعداز ظهرها اتفاق می افتد. بارندگی بسیار کم، رطوبت پایین و خشکی هوا بسیار بالاست. نوسان دمای روز و شب در این اقلیم بالاست (لباف زاده، ۱۳۹۱) و مساله مهم درابنیه این مناطق نحوه برخوردشان با اختلاف دمای شدید در فصول مختلف سال است.



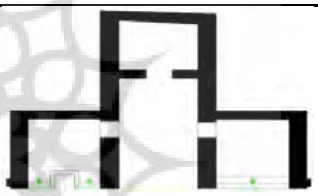
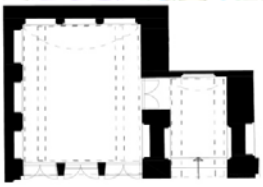
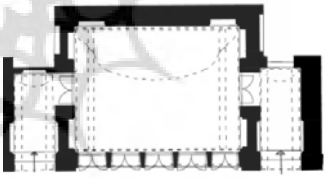
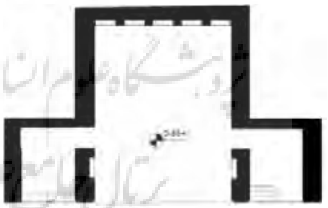
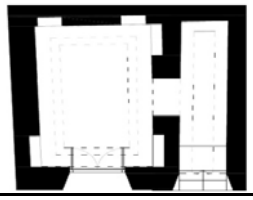
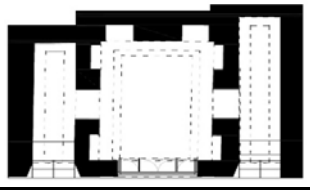
تصویر ۱. نمودار اقلیمی شهر یزد ماخذ : نرم افزار Design Builder

۳- گونه‌بندی و انتخاب پیش فضاها (فضاهای میاندر)

در پژوهش حاضر برای انتخاب فضاهای مورد نظر پنج خانه (خانه لاری‌ها، خانه پاپلی، خانه امانیان، خانه اربابی و خانه ترقی) به دلیل تنوع فضایی، قرارگیری فضاها در دو ضلع شمال و جنوب، طبیعت زیستن در این گونه ابنیه (زمستان‌ها در فضاهای شمالی و تابستان‌ها در فضاهای جنوبی) و اهمیت گرمایش و سرمایش زمستان و تابستان نشین‌ها بدون استفاده از منابع انرژی خارجی فضاها در دو ضلع شمالی و جنوبی انتخاب و مورد نقد و بررسی قرار گرفتند در جداول پیش رو علاوه بر پلان فضاهای اصلی و میاندر و موقعیتشان نسبت به یکدیگر، نسبت پیش فضاها به فضاهای اصلی و همچنین نسبت مساحت بازشو به کل سطح نمای رو به حیاط (جداره اصلی) آمده است. این نسبت‌ها در شبیه سازی نرم افزار به صورت میانگین اعمال شده است. نسبت مساحت بازشوها در جبهه اصلی به دلایل زیر مورد اهمیت می‌باشد ابتدا اینکه در فضاهای منتخب در اضلاع دیگر به غیر از ورودی بازشو دیگری موجود نیست که البته خود ورودی نیز در شبیه سازی موثر است و سپس بیشترین اتلاف حرارت در فضاها از طریق بازشو صورت می گیرد.

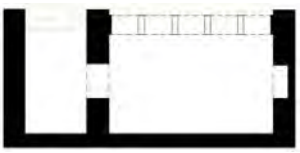
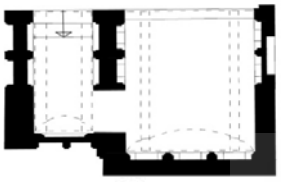
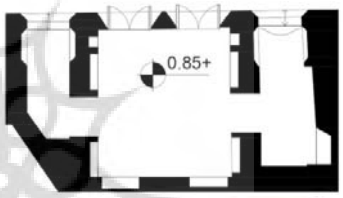
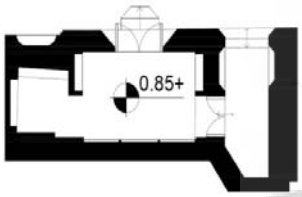
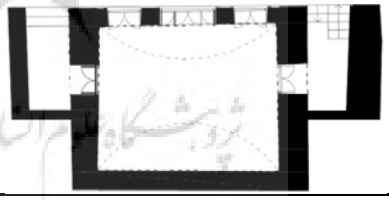
خلاصه این تحقیقات به شرح زیر ارائه می‌شود.

جدول ۱: فضاهای ضلع شمالی (زمستان‌نشین) ماخذ: نگارندگان

نمومه مورد بررسی	پیش فضا در یکطرف فضای اصلی	نسبت مساحت پیش فضا به فضای اصلی	نسبت مساحت بازشو به کل سطح	پیش فضا در دو طرف فضای اصلی	نسبت مساحت پیش فضا به فضای اصلی	نسبت مساحت بازشو به کل سطح
خانه لاریها		۵۷ درصد	۳۵ درصد		۶۰ درصد	۳۲ درصد
خانه پاپلی		۳۰ درصد	۳۰ درصد		۳۰ درصد	۳۰ درصد
خانه امانیان	–	–	–		۳۱ درصد	۲۷ درصد
خانه اربابی	–	–	–	–	–	–
خانه ترقی		۳۹ درصد	۲۴ درصد		۷۰ درصد	۲۴ درصد

پلان‌های مورد استفاده در این پژوهش از فایل‌های متعلق به اداره میراث فرهنگی شهر یزد استخراج شده‌اند.

جدول ۲: فضاهای ضلع جنوبی (تابستان نشین) ماخذ: نگارندگان

نسبت مساحت بازشو به کل سطح	نسبت مساحت پیش فضا به فضای اصلی	پیش فضا در دو طرف فضای اصلی	نسبت مساحت بازشو به کل سطح	نسبت مساحت پیش فضا به فضای اصلی	پیش فضا در یکطرف فضای اصلی	نمومه مورد بررسی
–	–	–	۳۰ درصد	۳۷ درصد		خانه لاریها
۲۹ درصد	۳۱ درصد		۳۲ درصد	۳۰ درصد		خانه پاپلی
۲۵ درصد	۵۰ درصد		۱۵ درصد	۳۵ درصد		خانه امانیان
۳۵ درصد	۵۰ درصد		–	–	–	خانه اربابی
۲۱ درصد	۴۰ درصد		–	–	–	خانه ترقی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴- شبیه سازی در نرم افزار

در اعداد و ارقام به دست آمده برای نسبت مساحت بین دو فضا و نسبت مساحت بازشو به کل سطح رابطه خاصی مشاهده نشد اما به دلیل نزدیک بودن اکثر نسبت‌ها به عدد ۳۰ و همخوانی کامل فضاهای خانه پاپلی با معیارهای مورد نظر، ریزفضاهای این خانه برای شبیه سازی در نرم افزار design builder در نظرگرفته و شبیه سازی درسه حالت زیر انجام شده است.

A . فضای اصلی با پیش ورودی (حالت موجود)

B. فضای اصلی بدون پیش ورودی

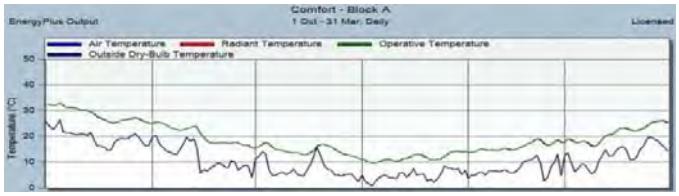
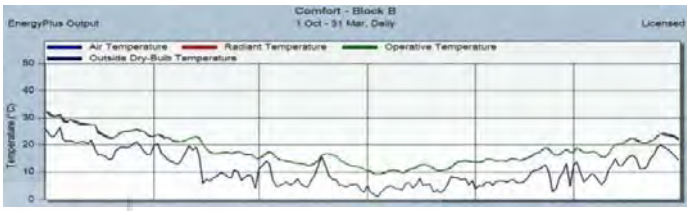
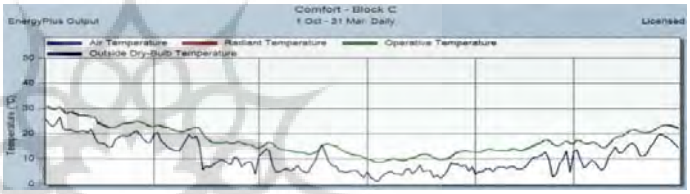
C. فضای اصلی بدون پیش ورودی و با این تفاوت که محل قرارگیری ورودی‌ها از دو ضلع جانبی به ضلع رو به حیاط تغییر یافته است.

٤-۱- نرم افزار Design builder

نرم افزار مذکوربرای شبیه سازی و تحلیل اقلیمی فضاهای مختلف طراحی شده و موتور Energy plus مورد استفاده در این نرم افزار در آزمون‌های معتبر سنجیده شده و همچنین‌از آن در بسیاری از مقالات علمی معتبر به عنوان معیار سنجش استفاده شده است (Design builder Software Ltd, 2010). نتایج و اعتبار سنجی این نرم افزار در وب سایتEnergy plus موجود می‌باشد.

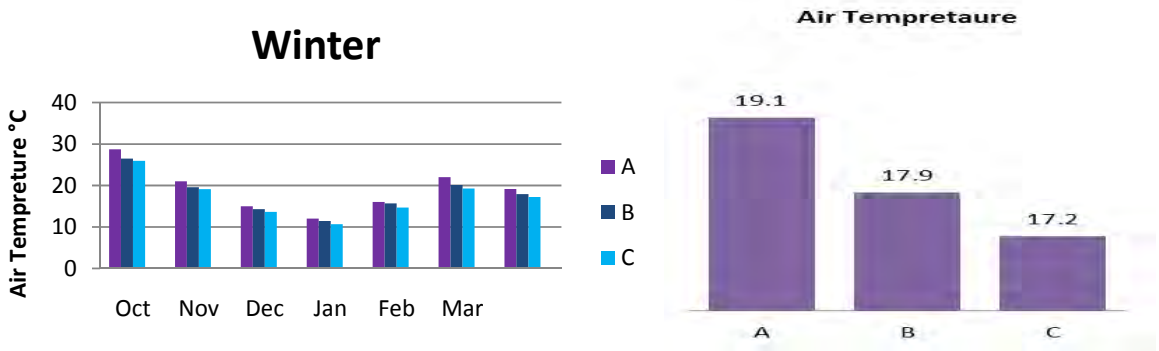
٤-۲- نمودارها ونتایج شبیه سازی درضلع شمالی خانه پاپلی (فصول سرد)

جدول ۳: اختلاف حرارتی در سه حالت A, B و C درضلع شمالی با بهره گیری از نرم افزار Design builder

	زمستان نشین	
A		
B		
C		

در نمودارهای حرارتی جدول شماره ۳، خطوط پایینی که در همه حالات یکسانند، نمایش دهنده رفتار حرارتی فضای بیرونی و خطوط فوقانی بیانگر رفتار حرارتی درون فضاها در طول شش ماه دوم سال می باشند.

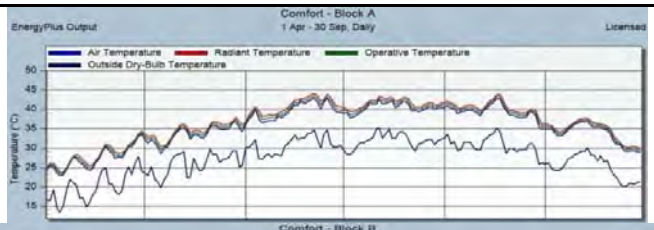
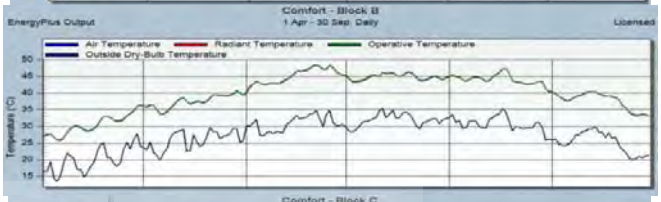
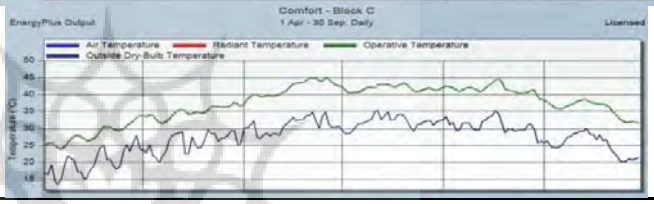
حالت A: بررسی روی وضعیت موجود صورت گرفته به نحوی که دو پیش فضا در طرفین فضای اصلی واقعاند و مشاهده می‌شود در این حالت دما نزدیک ترین وضعیت را به محدوده آسایش حرارتی بدن انسان دارد. حالت B: فضای اصلی بدون تغییر باقی مانده و پیش فضاها حذف شده‌اند. (ورودی‌های فضای اصلی از کنار می‌باشند) در این حالت به دلیل قرار نگرفتن ورودی‌ها در جبهه روبه حیاط مرکزی میزان تهویه کمتر از حالت سوم می‌باشد. حالت C: علاوه بر اینکه پیش فضاها وجود ندارند ورودی‌های فضای اصلی به سمت حیاط مرکزی تغییر مکان داده و در واقع علت اصلی اختلاف دمای به وجود آمده تهویه و ارتباط بیشتر با حیاط مرکزی به دلیل تغییر محل بازشوها است.



تصاویر ۲ و ۳: نمودارهای اختلاف حرارتی ضلع شمالی با بهره‌گیری از نرم افزار Design builder

۴-۳-نمودارها و نتایج شبیه سازی در ضلع جنوبی خانه پاپلی (فصول گرم)

جدول ۴: اختلاف حرارتی در سه حالت A, B , C در ضلع جنوبی با بهره گیری از نرم افزار Design builder

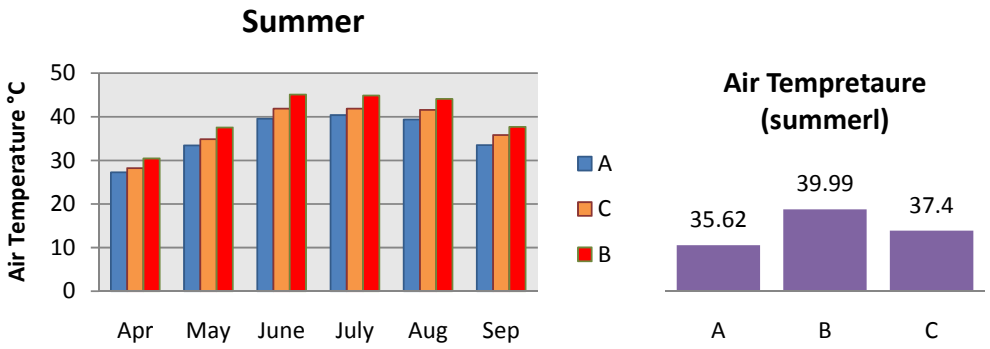
	تابستان نشین	
A		
B		
C		

در نمودارهای جدول ۴ نیز خطوط پایینی رفتار حرارتی فضای بیرونی و خطوط فوقانی بیانگر رفتارهای حرارتی فضاهای درونی می باشند و همانطور که ملاحظه می‌شود اختلاف حرارتی بین دو فضای بیرونی و درونی در ماه‌های میانی فصول گرم سال در بالاترین سطح قراردارد.

حالتA (حالت موجود): به دلیل وجود پیش فضاها مساحت ورودی به فضای اصلی رفته رفته تنگ تر شده و ارتباط دمایی فضای بیرون و درون بسیار کنترل شده است که معتدل ترین دما در این حالت می‌باشد.

حالت B (فضای اصلی بدون پیش فضا و ورودی‌ها در اضلاع جانبی). به علت حذف پیش فضاها تبادل حرارتی فضای بیرون و درون در بالاترین میزان می‌باشد (دمای مطلوب ذخیره شده به هنگام شب در ساعات روز به سرعت مبادله می‌شود) و به همین دلیل بیشترین دما در فصل تابستان در این حالت تجربه می‌شود.

حالت C : در این حالت باز هم مبادله سریع هوای مطلوب ذخیره شده در شب وجود دارد اما به علت قرار گیری ورودی‌ها در ضلع رو به حیاط مرکزی و تهویه مطبوعی که صورت می‌پذیرد دما در این حالت از حالت B معتدل تر می‌باشد.



تصاویر ۴ و ۵: نمودارهای اختلاف حرارتی ضلع جنوبی با بهره گیری از نرم افزار Design builder

۵- تحلیل فیلم

سنت زیست منطقه، زندگی در جبههٔ شمالی در زمستان است، با استناد به نمودارهای حاصل از این پژوهش در فصل زمستان (تصاویر ۲و ۳) و در حالت A که فضای میاندر در کنار فضای اصلی قرار دارد میانگین حرارت حدود ۱۹/۱درجه سانتی‌گراد در اوقات روز، در حالت B که فضاهای واسط در آن حذف شده‌اند میانگین دمای ۱۷/۹ درجه سانتی گراد و در حالت C که علاوه بر حذف فضاهای واسط محل قرار گیری بازشوها نیز تغییر کرده، میانگین دمای ۱۷/۲ درجه سانتی گراد به دست آمده است. در حالت اول وجود فضای واسط باعث کنترل تبادل هوا بین فضاهای درونی و بیرونی شده که بالاترین دما و نزدیک‌ترین حالت به محدوده آسایش حرارتی انسان ثبت شده است. در دو حالت B و C حذف فضاهای میاندر موجب سردتر شدن فضای درونی و دور شدن از منطقه آسایش حرارتی انسان به نسبت حالت اول شده است.

در ادامهٔ تحقیق، هدف ارزیابی رفتار حرارتی ضلع جنوبی (تابستان نشین) بوده است. در حالت A (حالت موجود) با میانگین دمای ۳۵/۶۲ درجه سانتی گراد کمترین میزان حرارت ثبت شده، ملاحظه می‌گردد که می‌توان دلیل اصلی آن را وجود فضاهای میاندر نسبت به دو حالت دیگر دانست بدین جهت که این فضا کنترل مبادله حرارتی فضای درونی و بیرون را عهده دار بوده و موجبات ماندگاری طولانی‌تر هوای مطلوب ذخیره شده به هنگام شب را در فضا فراهم می نماید. در حالت دوم (بدون پیش فضا) با میانگین دمای ۳۹/۹۹ درجه سانتی گراد مبادله حرارتی سریع‌تر اتفاق می افتد و هوای مطبوع ذخیره شده به هنگام شب، در ساعات روز به سرعت با هوای گرم بیرون منطبق و گرم ترین دما در این حالت تجربه می‌شود. در حالت سوم (میانگین دمای ۳۷/۴ درجه سانتی‌گراد) تمامی شرایط حالت B بر قرار است با این تفاوت که قرار گیری بازشوها در ضلع رو به حیاط مرکزی باعث تبادل دما بین فضای درونی و حیاط مرکزی شده و این موضوع باعث شده که در حالت C هوای خنک‌تری به نسبت حالت B توسط نرم افزار ثبت شود.

لازم به ذکر است که تمامی اطلاعات به دست آمده بدون دخالت سیستم‌های حرارتی و برودتی بوده که میزان اختلاف دما بین دو حالتی که پیش فضا در کنار فضای اصلی وجود دارد (حالت A) و حالتی که فضای اصلی بدون پیش فضاست (حالت B) حدود ۲ تا ۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که به همین میزان به منطقه آسایش حرارتی بدن انسان نزدیک‌تر می‌باشد. شایان ذکر است که جهت قرارگیری ورودی نیز در اعتدال دمایی فضاها موثر است (حالت C).

مروری بر نتایج بدست آمده در مراحل گوناگون این پژوهش و مقایسه تطبیقی آنها بیانگر آنست که سلسله مراتب فضایی و متعاقب آن ریز فضاهای موجود در پلان خانه‌های سنتی اقلیم گرم وخشک ایران اهداف بسیاری را از جمله تطابق در رفتار حرارتی تعقیب کرده و می توان گفت وجود پیش فضاها موجب اعتدال دمایی فضاهای اصلی همجوار خود در فصول مختلف می‌گردد. توجه به این نکات ظریف، مطالب ارزشمندی را برای طراحی‌های نوین به ارمغان خواهد آورد.

در راستای همسو سازی کیفیت زندگی (برگرفته از الگوهای معماری سنتی) و دست آوردهای دوره مدرن تلاش‌هایی صورت گرفته که قابل تقدیر و ستودنی است. اما همچنان برخی کمبودها در زمینه آسایش فیزیکی و روانی انسان به چشم می خورد به نحوی که تلاش برای رسیدن به آسایش حداکثری با استفاده از سیستم‌های نوین که پیچیده و هزینه بر هستند، صورت می گیرد. در حالی که با آمیختن تکنولوژی روز دنیا و همزمان رجوع به تجربه گذشتگان و استفاده از سایر علوم بهتر می‌توان به اهداف خود نایل گردید.

فهرست منابع

- گنجنامه فرهنگ آثار معماری اسلامی ایران. دفتر چهاردهم: خانه‌های یزد (۱۳۸۳). دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
- قبادیان، وحید (۱۳۸۴). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران، چاپ سوم، دانشگاه تهران، ایران.
- رازجویان، محمود (۱۳۸۸). آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی (چاپ دوم)، تهران، ایران.
- اصغری مقدم، محمد رضا؛ رجبی، آزیتا (۱۳۸۳). جغرافیای طبیعی شهر (۳)، شهرهای مناطق خشک، نشر سرا.
- صفا منش، کامران (۱۳۸۱). شخصیت شکلی معماری امروز ایران، فصلنامه ما، دوره سوم.
- رازجویان، محمود (۱۳۸۷). آسایش در پناه باد، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، چاپ دوم.
- کنسبرگر، ا. اچ. (۱۳۶۸) و دیگران. راهنمای طراحی اقلیمی، ترجمه مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران
- رشیدی، سیاوش (۱۳۸۹). مفاهیم ماندگاری اقلیمی بناهای سنتی مسکونی گرم و خشک، دانشگاه علوم تحقیقات
- حیدری، شاهین؛ غفاری جباری، شهلا (۱۳۸۹). منطقه راحتی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۴، صص. ۳۷-۴۲
- صادقی روش، محمد حسن (۱۳۸۹). مقایسه میزان آسایش حرارتی انسان در شرایط آب و هوایی خشک و مرطوب (مطالعه موردی شهر یزد و ساری)، فصلنامه خشک بومف، جلد ۱، شماره ۲.

- عبدلی، محمد علی؛ فصیحی، افلیا (۱۳۸۴). تاثیر اقلیم شهر تهران بر میزان مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی، چهارمین همایش بین المللی بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور.
- Rikka Hobpainer (1391). A human thermal model for improved thermal comfort, PHD thesis, Aalto University.
- Rouf S, Others (1384). Adapting Buildings and Cities for Climate Change, Architectural Press (first publish), London
- Minke G (1385). Building with Earth Design with Earth Design and Technology of a Sustainable Architecture, Publisher For Architecture, Berlin, Germany.
- Monshizade A (1381). The Review of Sustainable Development in Iran, Yazd Architecture School.
- Hanna R. (1376). The Relationship between Comfort and Users Satisfaction in Hot Dry Climate, Renewable Energy, Vol. 10, Issue 4, April, pp. 559-568.
- Malamu A (1376). Thermal Performance of Traditional and Contemporary Housing, Building and Environment, Vol. 32, Issue 1, pp. 69-78.
- http://www.memari-yazd.blogfa.com, Accessed date: 16 November 2011 Labbafzade, Mohammad (2011).
- Design builder Software Ltd (2010) DesignBuilder EPCs and Part-L, available in: http://www.designbuilder.co.uk/content/view/49/75, Accessed date: 16 December 2013.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی