تأثیر طراحی معماری در بازی نور طبیعی در خانه‌های سنتی ایران*

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۲
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۲/۹/۲

منصوره طاهباز ـ شهربانو جلیلیان*****
فاطمه موسوی** ـ مرضیه کاظم‌زاده******

چکیده

در معماری سنتی ایران، نور طبیعی که به عنوان تنها منبع روشنایی روز بود، به تأمین روشنایی محدود نشده و از نظر کیفیت بصری و زیبایی فضا نیز مورد توجه معماران بوده است. یکی از نمونه‌های خوب بازی نورپردازی طبیعی در معماری ایرانی را می‌توان در خانه‌های سنتی با فضاهای متفاوت آن یافت. وجود بازشوهای متنوع دیواری و سقفی در این نوع معماری شاهد این ادعاست. به منظور بررسی نقش طراحی معماری و تنوع نورگیرهای مختلف در کمیت و کیفیت روشنایی فضا متناسب با کاربری آن، تحقیقی در مجموعه خانه عامری‌های کاشان که دارای حیاط‌ها و فضاهای متفاوت است، انجام شد. در این مقاله ویژگی نورپردازی تعدادی از فضاهای منتخب این خانه که از نظر شکل هندسی فضا، وضعیت و موقعیت نورگیر، محل قرارگیری در مجموعه و کاربری فضا متفاوت هستند، بررسی شده و رابطه بین تصمیمات طراحانه معمار و کیفیت نورپردازی فضا معرفی می‌گردد. در این تحقیق به کمک ابزارهای نورسنجی، داده‌های میدانی گردآوری شده و توسط نرم‌افزار ریدینس به یک سال تعمیم داده شد. سپس به کمک معیارهای ارائه شده در کتب راهنمای نورپردازی، شرایط نوری هر فضا از نظر میزان روشنایی، تنوع و یکنواختی توزیع نور و کیفیت بصری حاصل از آن با توجه به کاربری فضا تحلیل شد. نتایج حاصله حاکی از آن است که در معماری مسکونی خانه‌های سنتی ایران، نور روز در کلیه تصمیمات طراحی اعم از انتخاب فضاهای پر و خالی، تناسبات و ابعاد حیاط‌ها و اتاق‌ها، جهت‌گیری هر فضا نسبت به خورشید، میزان دید هر فضا به حیاط و آسمان، عمق هر فضا و شکل و موقعیت نورگیر آن، اهمیت هر فضا از نظر دسترسی و کاربری و غیره نقش تعیین کننده‌ای داشته و یکی از مهم‌ترین ارکان طراحی محسوب می‌شده است. راهکارهای طراحانه به کار رفته در این شیوه از معماری، امروز هم می‌تواند راهگشا و الهام‌بخش معماران معاصر باشد و امکان بهره‌مندی هر چه بیشتر از نعمات نورپردازی طبیعی در خانه و کاشانه مردم را فراهم کند.

واژگان کلیدی: نورپردازی طبیعی، نور آسمان، نورگیر سقفی و دیواری، زاویه دید آسمان، عمق نفوذ روشنایی.

Archive of SID

* این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی «تأثیر ویژگی های برخی از نورگیرهای سنتی کاشان بر نورپردازی طبیعی فضای داخلی» است که با حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور در دانشگاه شهید بهشتی انجام شده است.

** دانشیار معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Email: m58tahbaz@yahoo.com
*** کارشناس ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
**** کارشناس ارشد معماری، مدرس دانشکده معماری دانشگاه آزاد واحد غرب تهران، تهران، ایران.
***** دانشجوی دکترای معماری، دانشکده معماری دانشگاه آزاد واحد جنوب تهران، تهران، ایران.

www.SID.ir

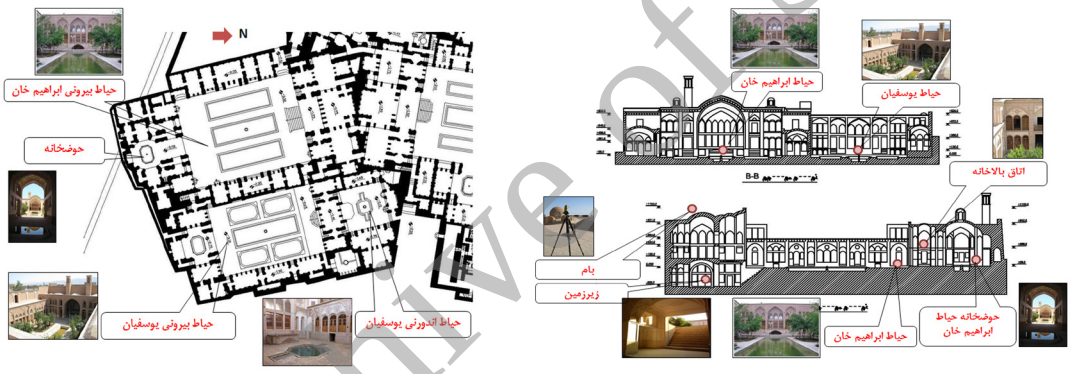
مقدمه

استفاده از نور طبیعی در گذشته یکی از ارکان ساخت و ساز بناها بوده و بدون توجه به قوانین حرکت خورشید و نور آسمان، انتخاب جهت، ابعاد، تناسبات و ترکیب فضاهای پر و خالی در مجموعه‌های ساختمانی بی‌معنی بود. این نیاز موجب شده بود که از همان ابتدای کار و انتخاب ایده‌های اصلی طراحی، امکان روشن کردن فضاهای داخلی با نور طبیعی یکی از نیازهای اصلی و بدیهی به شمار آید. در این مقاله با توجه به این واقعیت به دنبال کشف قوانین حاکم بر اصول طراحی بنا با توجه به نیازهای نورپردازی طبیعی هستیم.

۱. روش تحقیق

به منظور کشف رابطه بین تصمیمات طراحانه و کیفیت روشنایی فضاهای داخلی در این تحقیق، مجتمع خانه عامری‌های کاشان با دارا بودن هفت حیاط مرکزی به ابعاد و تناسبات مختلف و فضاها و اتاق‌های پیرامون آن به عنوان نمونه مطالعاتی انتخاب شد. از این مجموعه چهار حیاط اصلی که عبارتند از حیاط بیرونی ابراهیم‌خان و حیاط بیرونی یوسفیان با کشیدگی شمالی جنوبی متمایل به جنوب شرقی، حیاط اندرونی ابراهیم‌خان با کشیدگی شمالی جنوبی متمایل به جنوب غربی و حیاط کوچک و مربع اندرونی یوسفیان برای انجام مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها انتخاب شد (شکل ۱). هر یک از این حیاط‌ها دارای اتاق‌های پنج دری، سه دری در پیرامون حیاط و همچنین تالارهایی واقع در دو ضلع اصلی شمالی و جنوبی خود هستند. ویژگی‌های مختلف فضاهای پیرامون این حیاط‌ها، با توجه به دو محور اصلی که یکی به شرایط هندسی و نحوه ساخت فضا بر می‌گردد و دیگری بر اساس شرایط نورگیری آن، مورد توجه قرار گرفته است.

شکل ۱: خانه عامری‌های کاشان و حیاط‌ها و فضاهای منتخب



۱ـ۱ـ محل و زمان انجام تحقیق

مجموعه عامری‌ها دارای اتاق‌ها و فضاهای متنوعی در حیاط‌های مختلف است که به وسیله نورگیرهای سقفی و دیواری روشن می‌شوند. نوع سقفی آن غالباً به صورت گشودگی‌هایی در اطراف یک کلاه فرنگی دیده می‌شود. نوع دیواری آن به صورت در/پنجره و یا ارسی دارای اشکال، ابعاد و خصوصیات متنوعی از نظر میزان بازشو، نسبت سطح شیشه‌خور به سطح چوبی، رنگ شیشه، جهت قرارگیری و غیره است. به منظور بررسی تأثیر معماری و شکل فضاها و نحوه نورگیری آن‌ها بر کیفیت روشنایی و بینایی هر فضا، از میان فضاها و اتاق‌های متعدد این خانه، چند اتاق سه دری و پنج دری در جهات مختلف، تالار ارسی دو طرفه بین دو حیاط بیرونی و اندرونی یوسفیان، تالار ارسی پنج دری واقع در بیرونی ابراهیم‌خان، تالار آینه واقع در اندرونی ابراهیم‌خان، یکی از تالارهای میانی جنب تالار آینه و حوضخانه واقع در بیرونی ابراهیم‌خان انتخاب شد (شکل ۲).

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۲: فضاهای منتخب خانه عامری‌ها

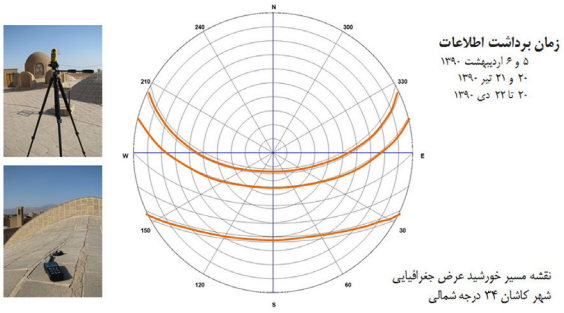
۲ـ۱ـ روش اندازه‌گیری و برداشت داده‌ها

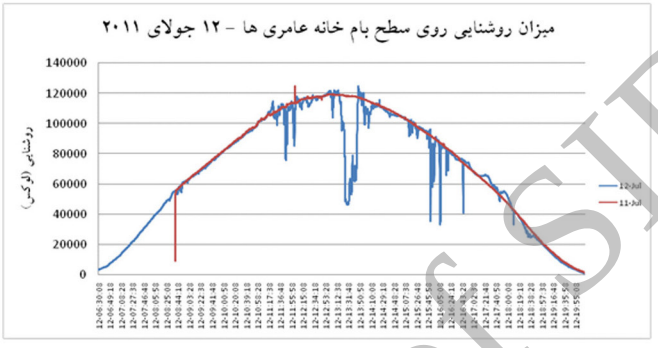
اطلاعات روشنایی اتاق‌های مورد نظر در سه زمان متفاوت از سال ۱۳۹۰، شامل ۵ و ۶ اردیبهشت، ۲۰ و ۲۱ تیر و ۲۰ تا ۲۲ دی، برداشت شد. علت انتخاب این زمان‌ها پوشش نسبتاً مناسب به گرم‌ترین روزهای تابستان، سردترین روزهای زمستان و روزهای معتدل بهاری بود. در این راستا یک دستگاه روشنایی‌سنج دیتا لاگر و یک دستگاه هواشناسی کسترل برای برداشت اطلاعات محلی، روی بام خانه و یک دستگاه هواشناسی دیگر برای برداشت اطلاعات خرد اقلیم، در حیاط اصلی (بیرونی ابراهیم‌خان) نصب شد. این دستگاه‌ها در تاریخ‌های فوق‌الذکر به صورت شبانه‌روزی اطلاعات را ثبت نمودند (شکل ۳).

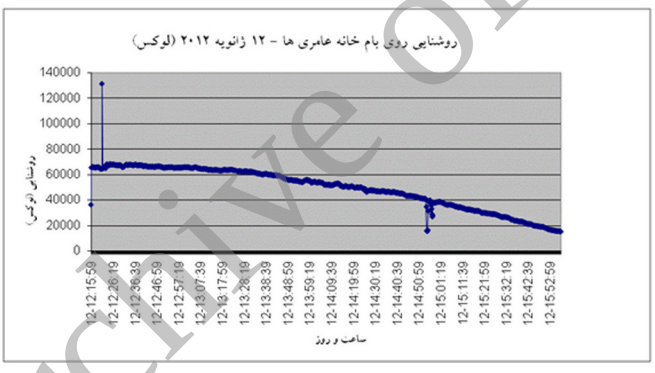
برداشت اطلاعات در اتاق‌های انتخابی، روی یک شبکه ۶۰×۶۰ سانتیمتر و در ارتفاع ۷۰ سانتیمتری از سطح زمین و در ساعات مختلف روز، به کمک یک دستگاه روشنایی‌سنج بر حسب لوکس انجام شد. علت انتخاب ارتفاع ۷۰ سانتیمتری برای شبکه مذکور، ارتفاع متعارف میز مطالعه برای انجام کارهای چشمی است. اندازه‌گیری میزان روشنایی یک بار با پنجره بسته و یک بار با پنجره باز صورت گرفت. از یک دستگاه آنالیز رنگ برای تعیین درصد بازتاب نور (بر اساس رنگ سطح) از سطوح مختلف اتاق نظیر سقف، کف، دیوارها و دیوارهای مقابل پنجره حیاط، استفاده شد. به کمک این دستگاه آر جی بی رنگ دیوار و سقف اندازه‌گیری شده و در برنامه شبیه‌سازی برای تعیین میزان انعکاس سطوح از آن استفاده شد.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۳: زمان‌های برداشت و میزان روشنایی روز در بام خانه در چله تابستان، چله زمستان و اعتدال بهاری







اندازه دقیق اتاق‌ها شامل طول و عرض و ارتفاع اتاق اعم از ارتفاع پاتاق و تاج قوس و اندازه دقیق پنجره‌ها شامل تعداد و ابعاد دهنه، ارتفاع پنجره در بخش شیشه‌خور و قاب، ارتفاع تاج بالای پنجره و خورشیدی آن با استفاده از متر دیجیتال برداشت شد. این اندازه‌گیری‌ها در ترسیم پرسپکتیو اتاق‌ها برای نمایش ویژگی‌های اتاق و در شبیه‌سازی کامپیوتری مورد استفاده قرار گرفت. ابعاد حیاط‌ها به منظور تعیین فاصله نمای مقابل از پنجره اتاق‌های انتخابی اندازه‌گیری شد. برداشت اطلاعات روشنایی در روزهای انتخابی از ساعت ۹ صبح تا ۵ عصر انجام شده است (شکل ۴).

شکل ۴: روش برداشت و ابزار گردآوری اطلاعات

Archive of SID
www.SID.ir

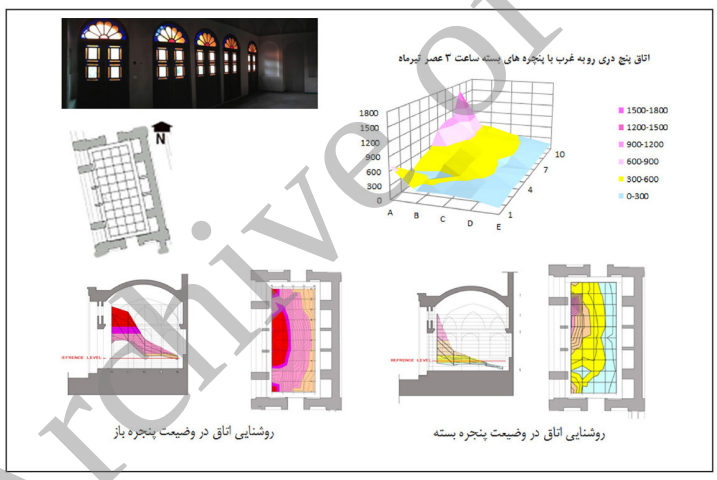
۳ـ۱ـ روش تحلیل اطلاعات

خانه عامری‌ها دارای اتاق‌های متعدد با پنجره‌های متنوع است. برای شناخت قواعد به کار رفته در طراحی این اتاق‌ها جهت استفاده از نور طبیعی، تعداد ۸ اتاق سه دری و پنج دری، تالار زمستان‌نشین، تالار آینه، دو فضای میانی با نورگیر سقفی و یک حوضخانه با نورگیری دیواری و سقفی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

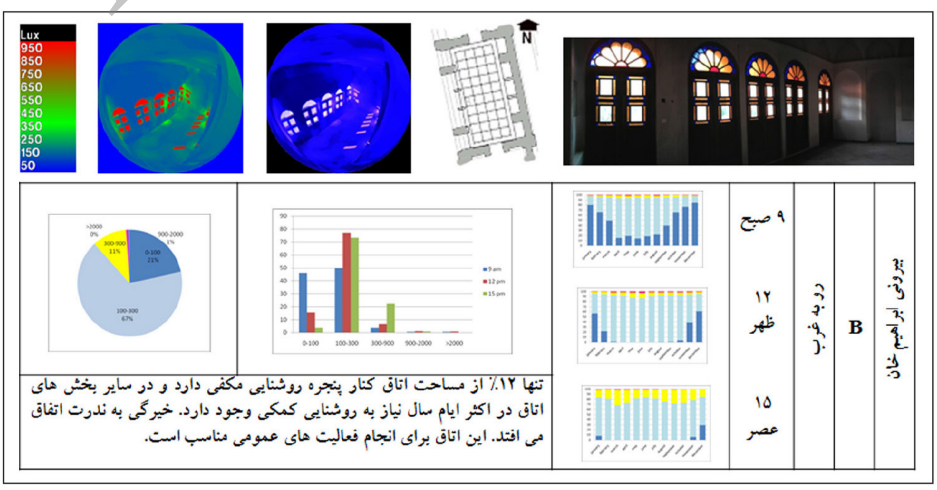
برای کمک به تجزیه و تحلیل وضعیت روشنایی در اتاق‌ها، «روشنایی مفید نور روز»[1] بر اساس نیاز فعالیت‌های بینایی و فعالیت‌های عمومی[2] طبقه‌بندی شد که در آن روشنایی کمتر از ۱۰۰ لوکس (آبی پر رنگ) به عنوان روشنایی کم، روشنایی ۱۰۰ تا ۳۰۰ لوکس (آبی کم رنگ) به عنوان روشنایی کمکی، روشنایی ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس (زرد تا بنفش) به عنوان روشنایی کافی و روشنایی بیش از ۲۰۰۰ لوکس (قرمز) به عنوان بیش روشنایی و گاه همراه با خیرگی در نظر گرفته شد (Mardaljevic, 2010; Nabil & Mardaljevic, 2005) (شکل ۵).

برای ترسیم نمودارها و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اکسل، اکوتکت و ریدینس استفاده شد. مجموعه اطلاعات و تحلیل‌ها شامل میزان و رابطه فضاهای باز و بسته، شکل و تناسبات فضاهای باز، موقعیت و نحوه استقرار فضاهای بسته نسبت به فضاهای باز، خصوصیات فضاهای بسته و نورگیر آن‌ها است که به کمک آن می‌توان میزان نور دریافتی در فضاهای بسته را ارزیابی نمود. به منظور تعمیم اطلاعات به کل ایام سال از شبیه‌سازی کامپیوتری در برنامه اکوتکت با محاسب ریدینس استفاده شد. تغییرات روشنایی هر فضا سه بار در روز در ساعت ۹ صبح، ۱۲ ظهر و ۳ عصر در کلیه ماه‌های سال شبیه سازی شد. نتیجه شبیه سازی به کمک برنامه اکسل با با توجه به دامنه‌های روشنایی مفید نور روز به صورت نمودار ترسیم شد. نمودارهای ماهانه و سالانه نشان می‌دهد که چه درصدی از مساحت هر اتاق در دامنه‌های مختلف روشنایی مفید نور روز قرار دارد (شکل ۶).

شکل ۵: نمودارهای هم روشنایی روی پلان و برش قائم اتاق پنج دری در روز ۵ اردیبهشت ۱۳۹۰



شکل ۶: شرایط روشنایی اتاق پنج دری از نظر دامنه‌های مفید نور روز در یک سال



Archive of SID
www.SID.ir

۲. نتایج حاصل از تحلیل اطلاعات

تحلیل اطلاعات برداشت شده از نورسنجی اتاق‌ها حاکی از آن است که اتاق‌های مورد مطالعه از نظر روشنایی مفید نور روز به پنج گروه قابل تقسیم هستند (شکل ۷):

گروه اول: اتاق‌هایی که نور کمی در آن‌ها وجود دارد و در کلیه مواقع سال نیاز به روشنایی کمکی دارند. این اتاق‌ها در لایه‌های میانی قرار گرفته و از سقف نورگیری می‌کنند و برای انجام فعالیت‌های عمومی مانند استراحت یا عبور مناسب هستند.

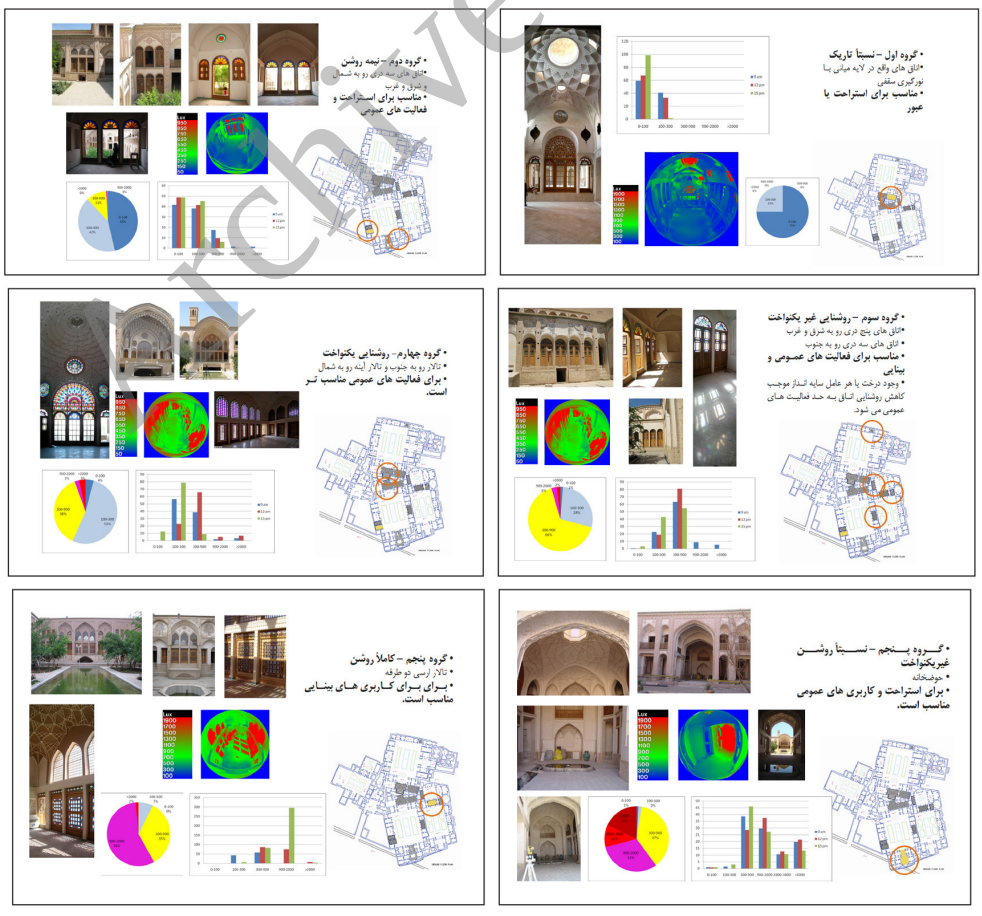
گروه دوم: اتاق‌هایی که در بیش از نیمی از ایام سال نیاز به روشنایی کمکی دارند مانند اتاق‌های سه دری رو به شمال، شرق و غرب. این اتاق‌ها برای انجام فعالیت‌های عمومی مناسب‌تر از فعالیت‌های بینایی هستند.

گروه سوم: اتاق‌هایی که در اغلب مواقع سال دارای روشنایی کافی ولی غیریکنواخت هستند مانند اتاق‌های پنج دری رو به شرق و غرب و سه دری رو به جنوب . این اتاق‌ها برای انجام فعالیت‌های بینایی مناسب هستند. وجود درخت یا هر عامل سایه‌انداز در مقابل این اتاق‌ها موجب کاهش روشنایی اتاق به حد فعالیت‌های عمومی می‌شود.

گروه چهارم: تالارهای بزرگ رو به شمال و جنوب که از نورگیری کافی در اکثر ایام سال بهره‌مند بوده و برای فعالیت‌های عمومی مناسب‌اند. در زمان‌هایی که آفتاب به داخل این فضاها وارد می‌شود به دلیل وجود شیشه‌های رنگی، خیرگی کنترل شده و نورهای رنگی زیبایی در فضا شکل می‌گیرد. نکته جالب توجه در مورد این تالارها هماهنگی بین عمق اتاق و تاج پنجره است یعنی با افزایش عمق اتاق در بخش شاه‌نشین، تاج پنجره نیز مرتفع‌تر می‌گردد.

گروه پنجم: تالار ارسی دو طرفه که از شمال و جنوب نور می‌گیرد، دارای روشنایی بسیار خوبی بوده و در اکثر ایام سال برای انجام کارهای بینایی مناسب است. به دلیل وجود شیشه بی‌رنگ در تاج پنجره‌های این تالار، لکه‌های آفتاب می‌تواند ایجاد خیرگی کند. تالار حوضخانه به سمت شمال کاملاً باز است و روشنایی کافی دریافت می‌کند. ولی به دلیل عمق زیاد فضا بخش‌های انتهایی آن تاریک است. برای جبران تاریکی در این بخش از نورگیر سقفی استفاده شده که ضمن تأمین روشنایی تهویه هوا را نیز انجام می‌دهد. بخش جلویی این فضا برای انجام فعالیت‌های بینایی و بخش انتهایی آن برای انجام فعالیت‌های عمومی مناسب‌تر است.

شکل ۷: پنج گروه فضاهای خانه از نظر کیفیت نورپردازی



Archive of SID
www.SID.ir

۳. ایده‌های طراحی رعایت شده در طراحی نور روز

کیفیت روشنایی اتاق‌های مورد مطالعه ناشی از ایده‌های اصلی طراحی در این مجموعه یعنی نحوه توزیع فضای پر و خالی و تقسیم‌بندی حیاط‌ها و فضاهای داخلی به وجود آمده است. برای روشن شدن این نکته به کمک معیارهای نورپردازی طبیعی که در کتب راهنمای روشنایی ارائه شده است به بررسی ویژگی‌های معماری این خانه می‌پردازیم.

۱ـ۳ـ بهره‌مندی از نور آسمان

اولین نکته در این ارتباط نسبت و تراکم فضای باز به فضای بسته است. در معماری سنتی ایران فضاهای باز علاوه بر نقشی که در تأمین فضای لازم برای انجام پاره‌ای از عملکردها و فعالیت‌های روزانه داشته‌اند، نور و هوای کافی برای فضاهای بسته را نیز بر تأمین کرده‌اند. سطح کل مجموعه عامری‌ها ۶۴۰۰ متر مربع است که از این میزان ۲۲۵۰ متر مربع به فضاهای باز و ۴۲۵۰ متر مربع به فضاهای بسته اختصاص یافته است. به این ترتیب تراکم مجموعه حدود ۶۵ درصد بوده و ۳۵ درصد سطح آن به فضای باز اختصاص دارد. علی‌رغم سطح نه چندان وسیع فضاهای باز، نحوه توزیع و محل قراگیری آن‌ها تأثیر قابل توجهی بر توزیع نور در فضاهای بسته دارد. فضاهای بسته غالباً به صورت تک لایه در اطراف فضاهای باز استقرار یافته و در موارد اندکی در لایه میانی بنا واقع شده‌اند. استقرار فضاهای بسته در کنار فضاهای باز گاه با واسطه یک ایوان صورت گرفته است که اشعه مستقیم خورشید و میزان نور ورودی را کنترل می‌نماید. بررسی پلان مجموعه نشان می‌دهد که فضاهای باز مورد مطالعه به شکل چهار حیاط بیرونی ابراهیم‌خان با ابعاد ۲۸/۳۵ × ۲۱/۲۹، اندرونی ابراهیم‌خان ۲۸/۹۶ × ۲۱/۷، بیرونی یوسفیان ۲۴/۹۱ × ۱۶/۶۹ و اندرونی یوسفیان ۱۰/۷۳ × ۱۰/۱۱ متر طراحی شده‌اند و این در حالی است که فضاهای بسته دارای ابعادی بسیار کوچک‌تر و از ۴/۷۸ × ۲/۵۲ و ۳/۳۹ × ۳/۱۳ برای اتاق‌های سه دری تا شاه‌نشین با عمق ۷/۳۹ و طول ۸/۴۵ در جلو و طول ۵/۰۹ متر در انتهای اتاق ساخته شده‌اند (شکل ۸).

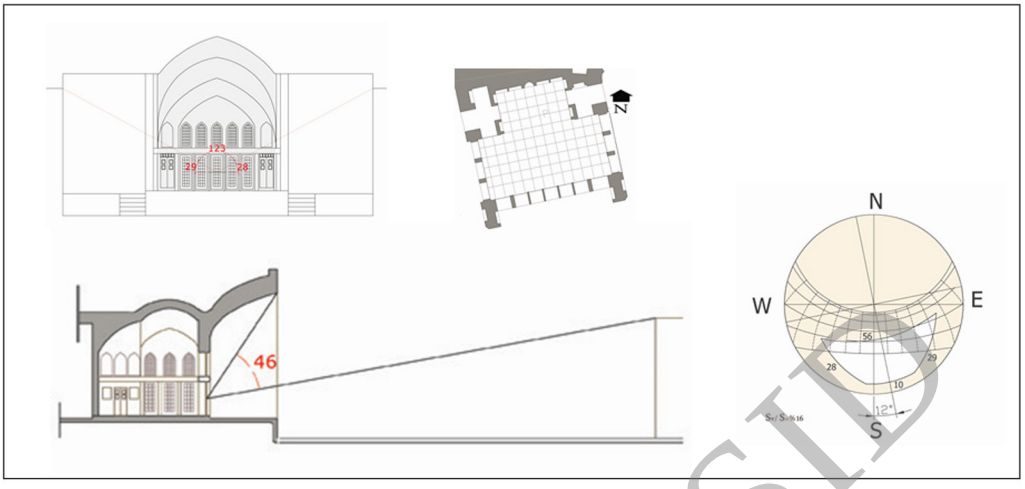
شکل ۸: نسبت فضای باز به فضای بسته در پیرامون حیاط‌ها

وسعت سطح فضاهای باز نسبت به تک‌تک فضاهای بسته که در ارتباط مستقیم با آن‌ها قرار دارد می‌تواند موجب دریافت نور کافی شود. برای بررسی میزان و نحوه این تأثیر، روش‌هایی که در کتاب‌های راهنمای روشنایی آمده، معرفی و اندازه‌گیری می‌شود. نور روز قابل دسترس در یک فضا بستگی به میزان روشنایی دارد که به پنجره می‌رسد. این مقدار روشنایی نیز بستگی به این دارد که پنجره تا چه حد توسط موانع خارجی مستور شده باشد. محاسبه این مقدار معمولاً در شرایط آسمان تمام ابری یعنی هنگامی که کمترین میزان نور روز فراهم است انجام می‌شود (Lighting Guide 10, 1999, p. 25). برای پنجره‌ای که نمای مقابل آن طولانی است، مقدار روشنایی حاصل از نور مستقیم آسمان، بستگی به «زاویه دید آسمان»[۳] دارد. زاویه دید آسمان که با Θ نشان داده می‌شود، محدوده‌ای است که از وسط ارتفاع پنجره نسبت به خط آسمان نمای مقابل و خط بالای نورگیر ترسیم می‌شود. زمانی که پنجره افق آسمان را می‌بیند و در بالای آن نیز سایبانی وجود ندارد، زاویه دید آسمان برابر ۹۰ درجه خواهد بود. اگر به اندازه ۲۵ درجه سایبان در بالای پنجره قرار گیرد، این زاویه ۶۵ درجه خواهد شد (Lighting Guide 10, 1999, p. 25). «زاویه دید آسمان در مقطع»[۴] برای پنجره‌ای واقع در یک کوچه با خط آسمان افقی و نامحدود تعریف شده است. «زاویه دید آسمان در نما»[۵] عبارت است از زاویه‌ای که از نقطه وسط پنجره به دو خط آسمان لبه‌های حیاط عمود بر دیوار پنجره رسم شده و در نمای پنجره قابل ترسیم است. مجموعه زوایای دید آسمان در مقطع و نما، «نقاب آسمان»[۶] را تشکیل می‌دهد که به روش «نقاب سایه»[۷] الگی روی «نقاله سایه‌یاب»[۸] ترسیم شده و با انطباق بر «نقشه مسیر خورشید»[۹] کاشان، محدوده آسمان قابل مشاهده از مرکز

Archive of SID
www.SID.ir

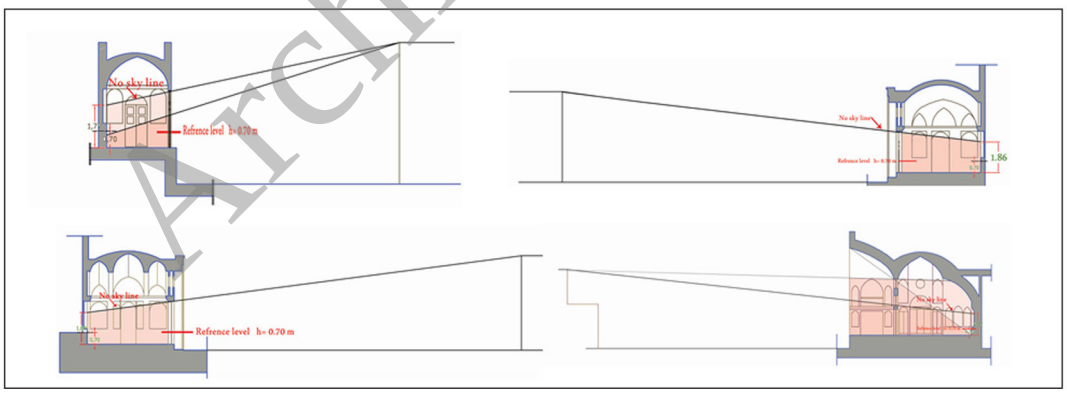
نورگیر را نشان می‌دهد (شکل ۹). ترسیم زاویه دید آسمان برای فضاهای مورد مطالعه نشان می‌دهد که در همه اتاق‌ها از قسمت وسط پنجره بیش از یک چهارم گنبد آسمان قابل رؤیت است.

شکل ۹: روش ترسیم زاویه دید آسمان در یکی از فضاهای مورد مطالعه روی گنبد آسمان



در شرایطی که مانعی در مقابل نورگیر قرار نداشته و آسمان از داخل فضا قابل دیدن باشد، در نورگیرهای یک طرفه عمق مفید اتاق تقریباً دو برابر ارتفاع تاج نورگیر است. ولی در شرایطی که در بیرون ساختمان موانعی در مقابل نورگیر دیواری فضا قرار گرفته باشد، مثل اکثر فضاهای واقع در بافت های شهری، خط آسمان نمای مقابل نورگیر تعیین کننده عمق مفید فضا است. داخل فضا در «محدوده بی‌خط آسمان»[۱۰] که امکان استفاده مستقیم از «روشنایی آسمان»[۱۱] را ندارد، مقدار نور کافی نبوده و نیاز به استفاده از روشنایی کمکی وجود خواهد داشت. «بی‌خط آسمان»، محدوده‌ای را که می‌تواند از روشنایی آسمان بهره‌مند گردد از محدوده‌های محروم از روشنایی آسمان تفکیک می‌کند (شکل ۱۰). مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در همه اتاق‌ها حتی از انتهای آن، شخص نشسته روی زمین قادر به دیدن آسمان است. با توجه به این که نور آسمان منبع روشنایی خوبی برای فضاهای داخلی است، اتاق‌های مورد بررسی از نور آسمان به خوبی بهره‌مند هستند.

شکل ۱۰: محدوده بی‌خط آسمان در برخی از فضاهای مورد مطالعه

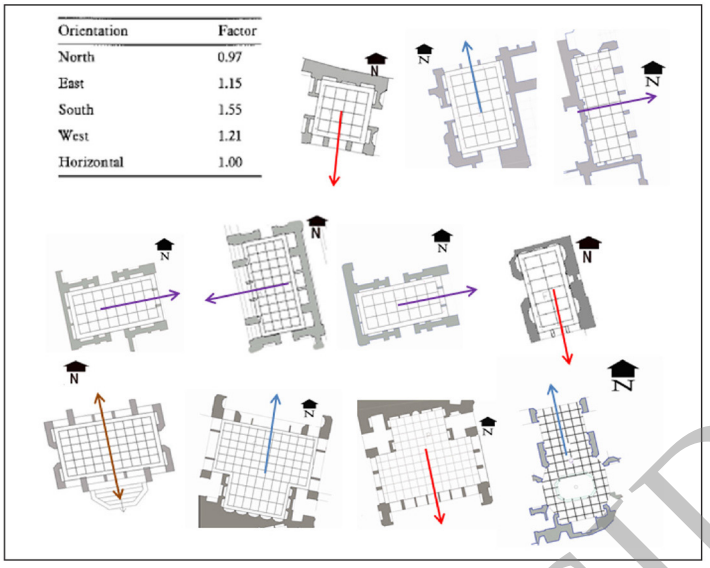


۲ـ۳ـ جهت قرارگیری فضا

«ضریب جهت نورگیر»[۱۲] مقدار روشنایی رسیده از نورگیر واقع در جهات مختلف را تعیین می‌کند. حاصل‌ضرب آن در «ضریب نور روز»[۱۳] میزان روشنایی دریافتی از نورگیر با توجه به جهت قرارگیری آن را محاسبه می‌کند (Lighting Guide 10, 1999, pp. 65-69). ضریب جهت نورگیر کمتر از یک برای جهت شمال، یک برای جهات شرق و غرب و بیش از یک برای جهت جنوب است. مقایسه وضعیت اتاق‌های مختلف که در جهات گوناگون استقرار یافته‌اند نشان می‌دهد که بیشترین نور آسمان دریافت شده مربوط به اتاق‌های رو به جنوب، بعد از آن اتاق‌های رو به غرب و شرق و در آخر اتاق‌های رو به شمال است. اتاق دو طرفه بیشترین نورگیری را دارد (شکل ۱۱).

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۱۱: ضریب جهت نورگیر و جهت قرارگیری فضاهای مورد مطالعه



۳ـ۳ـ عمق فضای بسته، شکل و موقعیت نورگیر

در فضاهایی که با نورگیر دیواری روشن می‌شوند و امکان دیدن پهنه آسمان در آن وجود دارد، نسبت عمق، پهنا و میزان انعکاس اتاق باید از رابطه (۱) تبعیت کند تا اتاق به خوبی روشن شود. این رابطه که «ضریب اتاق[۱۴]» نامیده می‌شود در فرمول ۱، نشان داده شده است (Lighting Guide 10, 1999, pp 16-17). در این فرمول L عمق اتاق از پنجره تا دیوار مقابل آن برحسب متر، W عرض اتاق موازی سطح پنجره برحسب متر، H ارتفاع تاج پنجره از کف اتاق بر حسب متر است. Rb «میانگین ضریب انعکاس[۱۵]» از کلیه سطوح داخلی اتاق شامل سقف، دیوارها و کف است (Lighting Guide 05, 2011, p. 26).

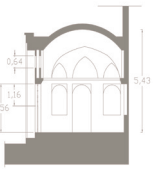
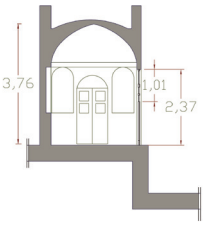
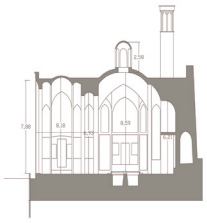
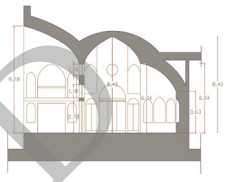
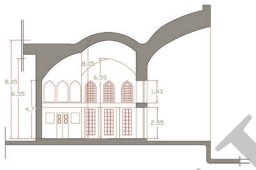
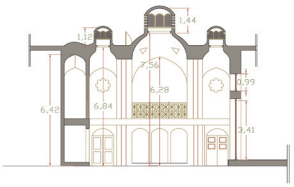
فرمول ۱:

$$\frac{L}{W}+\frac{L}{H}\leq\frac{2}{1-R_b}$$

به کمک فرمول ۱ و در نظر گرفتن عدد ۰/۴ به عنوان حداقل میانگین ضریب انعکاس از کلیه سطوح داخلی، می‌توان عمق مناسب برای دریافت نور روز یا «عمق نفوذ روشنایی[۱۶]» را محاسبه و با عمق حقیقی اتاق مقایسه نمود (جدول ۱). در همه اتاق‌ها به غیر از حوضخانه و اتاقی که در لایه میانی قرار گرفته، ارتفاع تاج پنجره و عرض اتاق به گونه‌ای است که نور کافی تا انتهای اتاق تأمین شده است. در حوضخانه و اتاق میانی برای جبران کمبود روشنایی طبیعی از نورگیر سقفی استفاده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۱۲: عمق اتاق در برخی از اتاق‌های خانه عامری‌ها

			
اتاق B - $L \leqslant$ ۸/۷۳ L = ۳/۷۰	اتاق E - $L \leqslant$ ۸/۸۴ L = ۴/۱۶	اتاق K - $L \leqslant$ ۵/۸۴ L = ۲/۳۷	اتاق Q (حوضخانه) - $L \leqslant$ ۹/۴۲ L = ۱۲/۹
			
اتاق G - $L \leqslant$ ۱۱/۷۲ L = ۷/۳۹	اتاق P - $L \leqslant$ ۱۰/۲۲ L = ۷/۲	اتاق N	

۴. جمع‌بندی

مقاله حاضر به بررسی تصمیم‌گیری‌های طراحانه مؤثر در شرایط نورپردازی طبیعی فضاهای خانه‌های قدیمی پرداخت. در این بررسی فضاهای متنوع خانه عامری‌های کاشان مورد ارزیابی قرار گرفت. برداشت‌های میدانی و شبیه‌سازی‌های کامپیوتری نشان داد که ملاحظات معمارانه در این خانه از قواعد دقیقی پیروی کرده که در چند مرحله قابل تشخیص است.

مرحله اول کنترل شرایط همسایگی است یعنی نسبت فضای باز و بسته به گونه‌ای انتخاب شده که کلیه فضاهای اصلی با زاویه قائم بیش از ۴۰ درجه به آسمان دید دارند. در این رابطه فضاهای اصلی که دارای مساحت و عمق بیشتری هستند در مرکز محور طولی حیاط‌ها قرار گرفته‌اند تا از دید بهتری به حیاط و آسمان برخوردار باشند. مرحله دوم کنترل عمق و هندسه اتاق است یعنی در همه فضاها عمق اتاق به صورتی انتخاب شده که همواره کمتر از عمق نفوذ روشنایی باشد. به این ترتیب حتی در دورترین نقطه اتاق نسبت به پنجره، امکان دیدن آسمان برای فرد نشسته روی زمین وجود دارد. در تالارهای بزرگ که دارای شاه‌نشین با عمق بیشتر هستند، ارتفاع تاج پنجره افزایش یافته تا عمق نفوذ روشنایی نسبت به عمق اتاق بیشتر شود. انتخاب عمق کمتر از عمق نفوذ روشنایی دست طراح را در انتخاب نوع قاب و شیشه پنجره‌ها باز گذاشته است. یعنی با استفاده از عوامل کنترل‌کننده روشنایی مثل شیشه رنگی یا قاب مشبک، ضمن کنترل خیرگی در قسمت‌های نزدیک پنجره، روشنایی انتهای اتاق از حد مجاز کمتر نشده است. با توجه به آفتابگیری برخی از فضاها و شدت زیاد روشنایی در روزهای صاف، استفاده از قاب‌های مشبک و شیشه‌های رنگی خصوصاً در تاج پنجره‌ها، از ایجاد تضاد روشنایی و خیرگی در فضای داخلی جلوگیری کرده است. مرحله سوم طراحی فضاهای خاص است. فضاهای اصلی با مساحت و ارتفاع بیشتر در محورهای اصلی حیاط واقع شده‌اند تا از بهترین شرایط منظر و نورپردازی برخوردار باشند. فضاهای دارای عمق زیاد مانند حوضخانه، علاوه بر نورگیری مستقیم از حیاط، با نورگیرهای سقفی در بخش عمیق روشن شده‌اند. مرحله چهارم طراحی فضاهای واقع در لایه‌های میانی است. این فضاها با استفاده از نورگیرهای سقفی و نور دست دوم ناشی از فضاهای جانبی که دسترسی مستقیم به نور روز دارند، نورپردازی شده‌اند. فضاهای واقع در لایه‌های میانی با دسترسی سلسله‌مراتبی و بهره‌گیری از نورگیرهای سقفی برای روشنایی بخش‌های تاریک، زمان لازم برای تطابق چشم با تاریکی داخل نسبت به روشنایی بیرون را رعایت کرده‌اند.

نتایج حاصل از این مقاله نشان می‌دهد که برای بهره‌مندی از نور طبیعی لازم است تا این مهم از اولین مراحل طراحی و ایده‌های نخستین طرح مورد توجه قرار داشته باشد. با پیشرفت مراحل طراحی، دقت در جزئیات نورپردازی فضاها ضروری بوده و بدون رعایت این ملاحظات استفاده مناسب از نور روز به خوبی میسر نخواهد بود.

Archive of SID
www.SID.ir

پی‌نوشت

1. Useful Daylight Illuminance (UDI)

۲. در کتاب‌های استاندارد روشنایی، فعالیت‌هایی که به نور احتیاج دارند به دو گروه فعالیت‌های بینایی و فعالیت‌های عمومی تقسیم شده‌اند. فعالیت‌های بینایی به کارهایی گفته می‌شود که دیدن در آن نقش کلیدی دارد؛ مثل مطالعه یا انجام کارهای دقیق چشمی که به روشنایی بیشتری نیاز دارند. فعالیت‌های عمومی به سایر کارها مثل استراحت کردن، خرید، گردش و امثال آن گفته می‌شود که در روشنایی کمتر نیز قابل انجام شدن است.

3. Visible Sky Angle
4. Visible Sky Angle in Section
5. Visible Sky Angle in Façade
6. Sky Mask
7. Shading Mask (Razjouyan, 2010)
8. Mask Protractor
9. Sun Path Chart
10. No Sky Line Area
11. Sky Light
12. Orientation Factor
13. Daylight Factor
14. Room Index
15. Average Reflectance
16. Perimeter Zone

References

- Lighting Guide 10. (1999). *Daylighting and Window Design*. London: The Society of Light and Lighting, CIBSE.
- Lighting Guide 5. (2011). *Lighting for Education*. London: The Society of Light and Lighting, CIBSE.
- Mardaljevic, J. (2010). *Climate-based Daylight Modelling-IESD*. Retrieved from: http://climate-based-daylighting.com/doku.php?id=academic:climate-based-daylight-modelling date: 15/01/2014
- Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2005). Useful Daylight Illuminate: A New Paradigm for Assessing, Daylight in Buildings. *Lighting Research and Technology*, Vol. 37, No. 1.
- Razjouyan, M. (2010). *Comfort Design with Climate*. Tehran: Shahid Beheshti University.
- Tahbaz, M., Djalilian, Sh., Mousavi, F., & Kazemzade. M. (2012). *Analyzing Daylighting of Door-Windows in Some Traditional Houses of Kashan*. Research Report. Tehran: Shahid Beheshti University.
- Tahbaz, M., Djalilian, Sh., Mousavi, F., & Kazemzade, M. (2015). *The Effect of Some Kashan Traditional Windows' on Indoor Daylighting*. Research Report. Tehran: Research and Technology Fund. http://www.insf.org/

Archive of SID

www.SID.ir