دوفصلنامه مطالعات بین‌رشته‌ای در تعالی معماری و شهرسازی

دوره ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳

بررسی کیفیت و مقدار ساعت خورشیدی در خانه‌های سنتی شهر همدان

علی صالحی‌پور*[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۰

نوع مقاله: پژوهشی

صفحه ۷۹ تا ۱۰۰

چکیده

توجه به شیوه‌های نورپردازی طبیعی در ابنیه سنتی، از خصوصیات بارز معماری غنی بومی ایران است؛ بنابراین بازشناسی تجربیات پیشینیان در مورد جداره‌های نور گذر خانه‌های سنتی شهر همدان و به‌روزرسانی راهبردهای پیشین می‌تواند به ارتقای کیفیت نور روز در بناهای معاصر این منطقه اقلیمی منجر شود. این مقاله به بررسی عناصر فیزیکی فضاهای باز و بسته در خانه‌های سنتی شهر همدان و نقش آنها در افزایش کیفیت نور طبیعی و مقدار ساعت آفتابی در فضاهای داخلی پرداخته، رابطه منطقی بین اجزاء سطوح شفاف و فضاهای بسته مرتبط با آنها را مورد بررسی تحلیلی قرار می‌دهد. هدف از این تحقیق، بازشناسی کیفیت و مقدار ساعت خورشیدی در خانه‌های سنتی شهر همدان و ارائه پیشنهادها و الگوهای طراحی فضاهای بسته برای بناهای این شهر و منطقه اقلیمی سرد ایران است. در نحوه انتخاب نمونه‌ها سه عامل زمان ساخت، دسترسی مناسب و یکپارچگی ساختاری بناها مورد توجه قرار گرفته شده است. شیوه تحقیق مبتنی بر گردآوری اطلاعات، مطالعات میدانی و بکارگیری نرم‌افزارهای تحلیل نور روز جهت بررسی میزان روشنایی فضاها، مقدار ساعت خورشیدی و نیز سایه‌اندازی در حیاط در طول سال است. برای تحلیل اطلاعات به دست‌آمده از استانداردهای مرتبط باکیفیت روشنایی نور روز و روش‌های آماری استفاده شده است. نتایج بررسی حاکی از وجود رابطه منطقی بین برخی از عناصر پنجره و اتاق در فضاهای بسته مرتبط با پنجره‌های متضمن نور روز مناسب است که با بررسی عناصر فیزیکی تمامی ۳۸ اتاق انتخابی با نور روز مناسب در خانه‌های همدان، الگوهای طرح پیشنهادی با بیشترین مقدار معنی‌داری بین آنها به‌دست‌آمده است. عناصر فیزیکی عرض پنجره (Bw) و عرض اتاق (B) با ضریب همبستگی 879/0 :(r) با معادله: Bw=0.5719 B+0.8074 بیشترین مقدار معنی‌داری را نشان می‌دهد. این الگوهای پیشنهادی می‌توانند راهکاری برای طراحی اتاق و پنجره در بناهای معاصر این شهر و منطقه اقلیمی سرد ایران باشند.

واژگان کلیدی: ساعت خورشیدی، نور روز، سطوح شفاف، خانه‌های سنتی، همدان، الگوی طراحی

[۱] استادیار گروه معماری، واحد هریس، دانشگاه آزاد اسلامی، هریس، ایران. (نویسنده مسئول) ali.salehipour@iau.ac.ir

۱. مقدمه

انسان‌ها از دیرباز به نور خورشید علاقه‌مند بود و به اهمیت آن در حیات موجودات زنده آگاه بوده‌اند. باتوجه‌به اینکه انسان تنها قادر به مشاهده نورهایی با طول‌موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است؛ بدون وجود نور روز که در برگیرنده نور خورشید، نور بازتابی اجسام و زمین و نور آسمان است، انسان قادر به درک محیط اطراف خود از طریق حس بینایی نخواهد بود. (شکل ۱) بنابراین اطلاعات دیداری انسان تنها از راه نور وارد شده به چشم کسب می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده، آسایش و سلامت روح و جسمی انسان آشکارا بر اثر تأثیرات مثبت نور روز به‌دست‌آمده که این منجر به بازدهی بیشتر انسان در طول فعالیتهای روزانه خود می‌گردد. به برخی از این مطالعات در جدول شماره ۱ اشاره شده است.

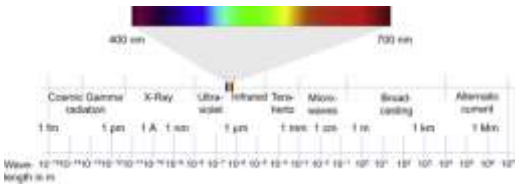
یکی از مشخصه‌های بارز معماری گذشته ایران، اهمیت و جایگاه نور و روشنایی است که این موضوع به دلیل پیشینه تاریخی سکونت و معماری متنوع و باشکوه و همچنین آفتاب‌خیز بودن این کشور است.

در این تحقیق با بررسی مقدار ساعت آفتابی، اجزاء سطوح نور گذر و فضاهای اصلی خانه‌های سنتی شهر همدان که در منطقه اقلیم سرد ایران قرار دارد، به این سؤالات پاسخ داده می‌شود:

- از نظر استانداردهای روشنایی، مقدار ساعت خورشیدی در طول سال در فضاهای خانه‌های سنتی شهر همدان چگونه است؟
- در صورت وجود فضاهای مطلوب از نظر مقدار ساعت خورشیدی در فضاهای خانه‌های سنتی شهر همدان، چگونه می‌توان روابط منطقی بین اجزاء سطوح نور گذر و فضاهای با مقدار ساعت خورشیدی مطلوب را تعریف نمود؟

جدول ۱. برخی از مطالعات انجام‌گرفته در زمینه اثر مثبت نور روز بر سلامت روح و جسم انسان

محقق/ سال	رویکرد	هدف تحقیق	یافته‌های تحقیق
Naomi Miller. 1994	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	تأثیر کیفی روشنایی محیط بر کارایی، سلامت و آسایش انسان‌ها	محیط‌های باکیفیت نور روز مناسب، باعث افزایش آسایش و سلامت و کارایی افراد می‌شود.
Kevin Mc Cloud. 1995.	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	تأثیر مثبت نور روز و بهره‌مندی از منظر طبیعی بر سلامت، آسایش و بازدهی افراد	نور روز کیفیات احساسی بسیاری دارد که بر خلقیات افراد تأثیرگذار است
Craig DiLouie. 2002.	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	تأثیر مستقیم و غیرمستقیم نور روز بر انسان	نورپردازی می‌تواند بر عکس‌العمل‌های فیزیولوژیک بدن انسان همانند ادراکات بصری وی تأثیر بگذارد
Jacob Liberman. 2002.	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	نقش و اهمیت نور روز در حفظ و بهبود چرخه حیاتی انسان	اثر درمانی ویژه‌ای بر بعضی از بیماری‌های جسمی و روانی
Gregory Franta and Kristine Anstead. 2003.	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	تأثیر نور روز و ارتباط با خارج بر روح و جسم انسان	نور برای تنظیم ساعت درونی انسان بسیار ضروری است
فرشته نایبی و دیگران. ۱۳۸۱.	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	تأثیر نور روز بر خلاقیت و شکوفایی هوش هیجانی	تأثیرپذیری‌های محیطی انسان و ارتباط آن با شکوفایی هوش هیجانی و رشد ممتاز اخلاقی
شهرام پور دیهیمی و فریبرز حاجی سید جوادی. ۱۳۸۷.	تأثیرات نور روز بر سلامت روح و جسم	تأثیر نور طبیعی روز بر وضع فیزیولوژیکی انسان	نور روز علاوه بر اثرات روحی، اثرات درمانی نیز دارد.



شکل ۱. طیف الکترو مغناطیسی
(L'Annunziata, Michael F. 2023)

۲. پیشینه تحقیق

با وجود مطالعات محدود انجام شده بر روی فضاهای بناهای بومی منطقه اقلیمی گرم و خشک ایران که به برخی از آنها در جدول شماره ۲ اشاره شده است، وجود ارتباط منطقی بین عناصر فیزیکی فضاها و مقدار روشنایی در آنها مشخص شده ولی در خصوص ساعت خورشیدی و مقدار آن بر روی پنجره‌های

فضاها، مطالعه‌ای انجام نشده است. همچنین در زمینه کیفیت فضاها از نظر مقدار روشنایی و ساعت آفتابی در بناهای سنتی منطقه سرد ایران هیچ اطلاعاتی وجود ندارد.

جدول ۲. برخی از مطالعات انجام‌گرفته در زمینه نور روز و فضاهای بسته (اتاق و پنجره)

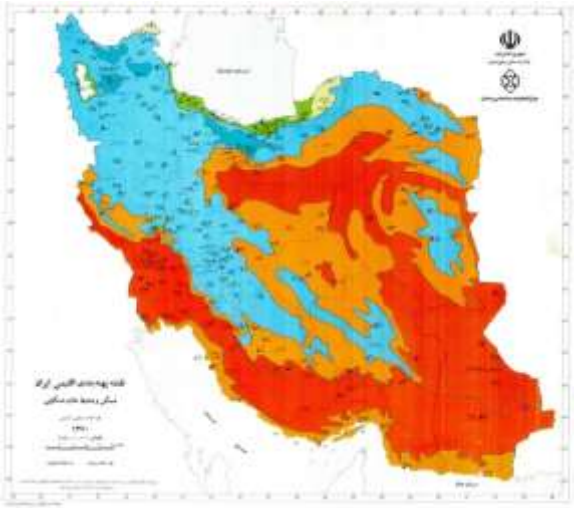
محقق/ سال	رویکرد	هدف تحقیق	یافته‌های تحقیق
Mansoureh Tahbaz and Fatemeh Moosavi. 2009.	گونه‌شناسی پنجره	روش‌های نورپردازی گونه-های نورگیر در بناهای سنتی ایران	۶ سیستم نورپردازی و ۲۶ گونه نورگیر در ساختمانهای سنتی ایران
محمدعلی پارسا. ۱۳۹۱.	گونه‌شناسی پنجره	گونه‌بندی مفهوم پنجره در زبان فارسی و فرهنگ ایرانی	ارائه گونه‌بندی پنجره در زبان و فرهنگ فارسی
محمدرضا بمانیان و فهیمه نیکودل. ۱۳۹۳.	گونه‌شناسی پنجره	بررسی و ارزیابی عناصر نورگیر مورداستفاده در معماری مساجد دوره قاجار	در پنجره مهم‌ترین عنصر مؤثر نورگیری و عناصر دیگر روزن، هورنو، شباک و روشندان
Mansoureh Tahbaz and et al. 2013	یکنواختی و مقدار روشنایی نور روز – عناصر اتاق و پنجره- بناهای سنتی	بررسی کیفیت نور روز در فضاهای خانه امیری کاشان	تمامی فضاهای خانه امیری کاشان دارای کیفیت نور مناسب هستند.
منصوره طاهباز. ۱۳۸۳.	کفایت نور روز و گرمایش خورشید – عناصر اتاق و پنجره- بناهای سنتی و جدید	ارتقای مفهوم گنبد آسمان و کشف توانایی‌های بی-نظیر آن	ابداع روش قاب هرم/ شیدی پنجره برای ارائه تصویری وضعیت کفایت نور روز و گرمایش خورشید در طراحی اتاق و پنجره
فریبرز حاجی سید جوادی. ۱۳۸۶.	مقدار روشنایی – عناصر اتاق و پنجره- بناهای جدید	دستیابی به رهنمودهایی در طراحی فضای آموزشی برای	پیشنهاداتی برای جهت‌گیری حیاط و ابعاد کلاس و پنجره ارائه شده است.
محمد حق-شناس و زهرا قیابکلو. ۱۳۸۷.	انرژی عبوری از پنجره – بناهای سنتی	میزان نقش شیشه-های رنگی پنجره-های ارسی بناهای سنتی در کنترل نور روز	شیشه‌های رنگی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر دریافت انرژی پنجره دارد.
سید مجید مفیدی شمیرانی و شهناز پورناصری. ۱۳۹۰.	کیفیت نور روز – ادراکی- بناهای جدید	بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم ویژگی‌های پنجره بر بهره‌گیری مناسب از نور روز در مدارس	منظر تأثیر ۰،۱۱۴ بر خیرگی و ۰،۱۵ بر کیفیت روشنایی داشته است.
منصوره طاهباز و دیگران. ۱۳۹۲	یکنواختی و مقدار روشنایی نور روز – عناصر اتاق و پنجره- بناهای سنتی و جدید	بررسی کیفیت نور روز در فضاهای خانه‌های سنتی کاشان	تمامی فضاها دارای حداقل‌های لازم از نظر مقدار عمق نفوذ روشنایی، نقاب آسمان و آسمان قابل روئیت در عمق فضاها هستند.
مرضیه کاظم-زاده و منصوره طاهباز. ۱۳۹۲.	مقدار روشنایی – عناصر اتاق و پنجره – بنا-های سنتی	هدف بررسی نحوه نورگیری و تأمین روشنایی اتاق‌های خانه‌های سنتی از طریق استفاده از نور روز سقفی	میزان روشنایی اتاق‌های خانه‌های سنتی باتوجه‌به جهت و ابعاد آنها و نسبت پنجره‌های آنها مناسب و کافی است
منصوره طاهباز و دیگران. ۱۳۹۴.	مقدار روشنایی – عناصر اتاق و پنجره – بنا-های سنتی	بررسی تصمیم-گیری‌های طراحانه مؤثر در شرایط نورپردازی طبیعی فضاهای خانه‌های سنتی (خانه عامری‌های کاشان)	برای بهره‌مندی از نور طبیعی لازم است: ۱) تصمیمات لازم برای نور روز از ایده‌های نخستین طرح مورد توجه باشد. ۲) با پیشرفت مراحل طراحی، دقت در جزئیات نورپردازی فضاها
امین اله احدی و دیگران. ۱۳۹۵.	مقدار روشنایی- عناصر اتاق و پنجره- بناهای جدید	طراحی صحیح پنجره‌ها، به‌منظور دستیابی به نور روز مناسب	سطح نورگیر اتاق حداقل باید حدود ۵،۷٪ کل سطح داخلی (WFR)

			و ۲۹٫۶٪ دیوار نورگیر (WWR)باشد.
فاطمه موسوی و دیگران. ۱۳۹۷.	یکنواختی نور روز – عناصر اتاق و پنجره – بناهای سنتی	رابطه بین مساحت نورگیر و عمق نفوذ نور روز	در تمامی اتاق‌های زمستان‌نشین خانه‌های سنتی یزد ضریب اتاق و میزان نفوذ نور روز از عمق اتاق بیشتر است. سطح نورگیر به کف اتاق: ۱۱٪– ۴۸٪
Atefeh Tamaskani Esfehankalateh and et al. 2022	طراحی معماری زیست‌اقلیمی	ارزیابی هماهنگی ساختمان‌های سنتی با راهبردهای علمی زیست‌اقلیمی در اقلیم سرد	خانه‌های سنتی تبریز، مطابق با استراتژی‌های زیست‌اقلیمی مدل‌های معاصر بوده و شرایط آسایش ساکنان امروزی را برآورده می‌کنند
Maryam Talaei, Hamed Sangin. 2024	بهینه‌سازی عملکرد پوشش ساختمان در جهت کنترل انرژی و نور روز	بررسی نقش سیستم‌های سایه‌انداز خارجی ثابت (FESSs) و نسبت پنجره به دیوار (WWR) بر عملکرد حرارتی و نور روز ساختمان‌ها در اقلیم‌های بیابانی، نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای ایران	سطح sDA در تمام مناطق اقلیمی با درنظرگرفتن پنج FESSموردمطالعه به‌استثنای لوور افقی در یزد و رشت و برآمدگی در مشهد به میزان صددرصد sDA کاهش‌یافته است.
Shiva Farivar and Shabnam Teimourtash. 2023	مقدار روشنایی– شکل و عناصر اتاق و پنجره	بررسی تأثیر طراحی پنجره بر عملکرد پویا در نور روز برای افزایش راحتی بصری	طراحی پنجره تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد پویای نور روز دارد

۳. مواد و روش‌ها

۳-۱. معماری بومی و اقلیم منطقه سرد و خشک ایران

کشور ایران بر اساس تقسیم‌بندی مرتضی کسمایی که در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی صورت‌گرفته، به هشت ناحیه اقلیمی تقسیم و نقشه پهنه‌بندی اقلیمی آن تهیه و ارائه شده است (کسمایی، ۱۳۷۰). در مطالعه دیگری نیز ایران به هشت پهنه اقلیمی تقسیم شده است (طاهباز و جلیلیان، ۱۳۹۰). بر اساس این تقسیم‌بندی منطقه اقلیمی کوهپایه‌ای مرتفع و نیمه مرتفع، مربوط به منطقه موردمطالعه در این پژوهش بوده که شهر همدان نیز در آن واقع شده است. طبق مطالعات انجام شده در این مناطق، پنجره‌ها دارای اندازه سخاوتمندانه‌ای هستند و به نور خورشید اجازه می‌دهند تا اتاق‌ها را در طول زمستان روشن کند و امکان گردش بیشتر نسیم‌های با طراوت را در هوای گرم تسهیل می‌کند (همان). در کوهپایه‌ها و مناطق سردتر غرب ایران، پنجره‌های بلند رایج است که گرمای خورشیدی را در حیاط جنوبی جذب می‌کند و در عین حال کوران هوا و تهویه طبیعی را به حیاط پشتی ارائه می‌کند. در آب و هوای سرد، پنجره‌ها در امتداد لبه‌های بیرونی دیوار قرار می‌گیرند (پارسا، ۱۳۹۱: ۸۷).



شکل ۲. نقشه پهنه‌بندی اقلیمی منطقه سرد ایران (کسمایی، ۱۳۷۰)

۳-۲. تعداد ساعت‌های آفتابی در منطقه سرد و خشک ایران

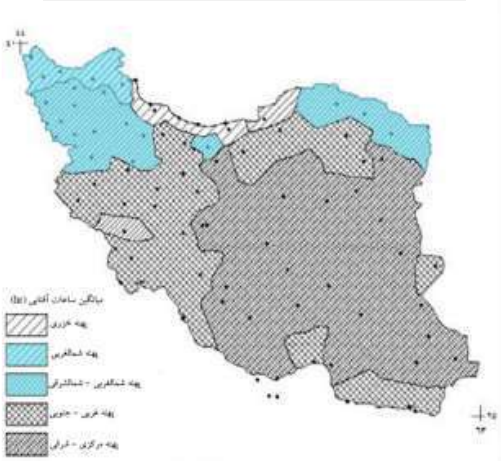
اصطلاح «ساعت‌های آفتابی» به مدت‌زمان نور روز اطلاق می‌شود که خورشید بدون انسداد ابرها در آسمان قابل‌مشاهده است (Yin, 1999: 61). این پارامتر در تأثیرگذاری بر جنبه‌های مختلف حیات، الگوهای آب‌وهوا و فعالیت‌های زیستی در سطح زمین نقش اساسی دارد (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۲: ۵۷). مطالعه جامعی که در ۸۷ ایستگاه سینوپتیک در ایران طی یک دوره ۲۰ ساله (۲۰۰۵–۱۹۸۶) انجام شد، نشان داد که میانگین

سالانه ساعات آفتابی ۲۹۵۴ ساعت بوده است که مناطق مرکزی و جنوب شرقی بالاترین مقدار و نواحی ساحلی شمالی کمترین را به ثبت رسانده اند (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳). گزارش‌ها، از جمله گزارش‌های وزارت نیرو (وزارت نیرو، ۱۳۸۹: ۱۸)، پیوسته تأیید می‌کنند که ایران به طور متوسط سالانه بیش از ۲۹۰۰ ساعت آفتابی را تجربه می‌کند. از نظر جغرافیایی، افزایش محسوسی در تعداد ساعات آفتابی از شمال به جنوب و از غرب به شرق وجود دارد که با کاهش تغییرپذیری همراه است (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳). این الگوی توزیع به یک روند کلی کمک می‌کند که در آن بخشهای جنوبی و شرقی کشور در مقایسه با مناطق شمالی و غربی نور خورشید بیشتری دریافت می کنند.

با مراجعه به جدول شماره ۴، مناطق پهنه‌بندی تعیین شده ۲ و ۵، شامل مناطق سردسیری ایران که به‌عنوان مناطق شمال غربی – شمال شرقی و شمال غربی شناسایی شده‌اند (شکل ۳)، در مقایسه با میانگین کشوری، سطوح قابل قبولی از میانگین ساعات آفتابی را نشان می‌دهند.

جدول ۳. مجموع ساعت‌های آفتابی مراکز استانهای منطقه سرد کشور در سال ۱۳۹۴ (سایت مرکز آمار ایران درگاه ملی آمار)

شهر	ساعات آفتابی	شهر	ساعات آفتابی
اردبیل	۲۶۷۱	سنندج	۲۹۷۰,۷
ارومیه	۲۹۰۲	کرمانشاه	۲۹۸۰
تبریز	۲۷۸۴,۲	مشهد	۳۱۰۱,۳
زنجان	۲۸۵۰,۴	همدان	۳۰۱۳,۶



شکل ۳. پهنه‌بندی ایران بر اساس میانگین سالانه ساعت‌های آفتابی (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳)

جدول ۴. مشخصات پهنه‌بندی میزان ساعت‌های آفتابی سالانه در ایران (مجرد و مرادی، ۱۳۹۳)

شماره پهنه	نام پهنه	تعداد ایستگاه‌ها	درصد مساحت تحت پوشش کشور	میانگین تعداد ساعات آفتابی	متوسط انحراف معیار ایستگاه‌ها	بیشینه (ساعت)	کمینه (ساعت)
۱	مرکزی – شرقی	۲۶	۴۹/۳	۳۲۳۰	۶۳/۴	۳۴۰۸	۳۲۲۰
۲	شمال غربی – شمال شرقی	۲۰	۱۴/۸	۲۸۵۷	۵۹/۷	۲۹۲۵	۲۷۴۳
۳	غربی – جنوبی	۲۷	۲۹/۵	۳۰۹۲	۴۸/۷	۳۲۰۸	۲۹۴۴
۴	خزری	۷	۲/۱	۱۸۲۰	۱۴۴/۸	۲۰۱۴	۱۵۸۷
۵	شمال غربی	۷	۴/۳	۲۴۷۵	۱۸۹/۹	۲۶۵۴	۲۲۰۰

۳-۳. استانداردهای روشنایی نور روز و مقدار ساعت خورشیدی در ایران و جهان

باتوجه‌به اهمیت روزافزون جایگاه نور طبیعی در طراحی ساختمان برای کاهش هزینه‌ها و افزایش آسایش روحی و بصری انسان، سازمان‌ها و مؤسسات دولتی و خصوصی در کشورهای مختلف اقدام به ارائه پیشنهادها و استانداردهای طراحی نور روز برای فضاهای سکونت و کار و ...نموده‌اند. در ابتدا بیشتر توجه به نقش نور خورشید به‌عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر برای کاهش هزینه‌ها ساختمان بوده است. در ادامه نقش و تأثیر نور روز بر سلامت انسان نیز مطرح گردید و توجه محققین برای ارائه راهکارهایی در جهت استفاده از نور روز برای آسایش ساکنین ارائه گردید. برای شناخت فضاهای مطلوب از نظر نور روز، تجزیه‌وتحلیل این فضاها در چهار بخش اصلی موردمطالعه قرار می‌گیرد: ۱) مقدار روشنایی ۲) یکنواختی نور روز ۳) مقدار ساعت خورشیدی ۴) دید به بیرون.

در این تحقیق برای رسیدن به جواب مناسب‌تر علاوه بر مقررات و استانداردهای کشور ایران، مقررات مربوط به نور روز و مقدار ساعت خورشیدی در ۱۱ کشور دیگر مطابق جدول شماره ۵ که دارای منطقه اقلیمی سرد هستند نیز مورد بررسی قرار گرفت. از بین این استانداردها، مقررات اتحادیه اروپا، بریتانیا، دانمارک، سوئد، آلمان، سوئیس و لهستان، حداقل‌هایی برای مقدار ساعت خورشیدی در ماه یا فصل مشخص در نظر گرفته‌اند. وجود حداقل یک فضا در بنا با حداقل کیفیت مطلوب مقدار ساعت آفتابی در تمامی استانداردها الزامی بوده است. همچنین در تمامی استانداردها بجز استاندارد اتحادیه اروپا، ملاک و محل ارزیابی مقدار ساعت خورشیدی مرکز پنجره است. در به روزترین استاندارد مقدار روشنایی نور روز اروپا، نقطه ارزیابی در ارتفاع ۱,۲ متر از کف و در مرکز پنجره است. در راستای بررسی و اعتبارسنجی فضاهای موردمطالعه در این تحقیق، هر یک از آیتم‌های مرتبط با نور روز در استانداردها، بر اساس کیفیت مورد نظر، درجه‌بندی شده است. برای نمونه جزئیات مربوط به الزامات کیفیت ساعت خورشیدی در استاندارد اتحادیه اروپا در جدول شماره ۶ ارائه شده است.

جدول ۵. موارد بررسی شده در زمینه کیفیت نور روز در استانداردهای کشورهای موردمطالعه (Salehipour et al, 2021)

استانداردها		تجزیه و تحلیل نور روز			
		مقدار روشنایی	یکنواختی نور روز	ساعت خورشیدی	دید به بیرون
ایران	مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ۴		■		
	مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ۱۳	■			
اتحادیه اروپا	EN 12464-1: 2011 (E)	■			
	prEN 12464-1: 2019 (E)	■			
	EN 17037: 2018 (E)	■		■	■
بریتانیا	BS 8206-2: 2018	■	■	■	■
	CIBSE (SLL) code for lighting: 2012	■			■
	CIBSE -Lighting Guide LG10: 1999	■	■		■
	CE 257: 2007	■			
آمریکا	IECC: 2018		■		
	ASHRAE 90.1: 2010		■		
	IES RP-5-13: 2013	■			
	The WELL Building (IWBI): 2020	■	■		■
ایسلند	IST-EN 12464-1: 2011	■			
	Icelandic Building: 2016		■		
دانمارک	BR10: 2010	■	■		■
	BR18: 2018 (EN2018)	■		■	■
سوئد	MILJÖ Byggnad 3.1: 2020	■	■		■
	BFS: 2014	■	■	■	
فنلاند	RT 07-10912: 2008	■	■		■
نروژ	Norwegian Building: 2010	■	■		
	TEK17: 2017	■	■		
	NS- EN 12464-1: 2011	■			
استونی	EVS 894:2008/A2:2015	■		■	
آلمان	DIN 5034-1: 2019-12	■		■	
	DIN EN 12464-1: 2011	■			
	DIN EN 17037: 2018	■		■	■
سوئیس	SLG 101: 1997	■			■
	SN EN 12464-1: 2013e	■			
	SN EN 17037: 2018	■		■	■
لهستان	Act Building law: 1994	■	■	■	■
	2013 :Polish Building Regulation		■	■	■

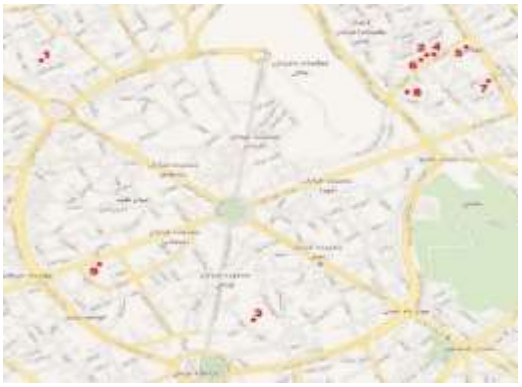
جدول ۶. الزامات کیفیت ساعت خورشیدی بر اساس استاندار EN 17037: 2018 (E) اروپا
(European Committee For Standardization 2018, 21)

درجه	کیفیت	ساعت	روز	ساعت	روز
0	Bad	<1.5 h	1Feb	<1.5 h	21 Mar
1	Minimum	1.5h	1Feb	1.5h	21 Mar
2	Medium	3.0h	1Feb	3.0h	21 Mar
3	High	≥4.0 h	1Feb	≥4.0 h	21 Mar

۳-٤. بررسی نمونه‌های انتخابی

در فرایند انتخاب نمونه‌ها سه عامل کلیدی را در نظر گرفته شده است: ۱) زمان ساخت، ۲) دسترسی و بازرسی و ۳) یکپارچگی ساختاری بناها. متغیر زمان ساخت بنا با توجه و تمرکز بر قدمت و حفظ ساختار اولیه بناها، برای دوره قاجار ثابت نگه داشته شده است. این دوران نشان‌دهنده تداوم سبک‌های آذری و اصفهانی است که معماری اصیل ایرانی را با طراحی مدرن ترکیب می‌کند. در این تحقیق که در شکل ۴ نشان‌داده‌شده است، در مجموع ۹ خانه از دوره قاجاریه در شهر همدان واقع در منطقه سردسیر شمال غرب ایران در ۴۸٫۵ درجه طول شرقی و ۳۴٫۸ درجه عرض شمالی (شکل ۵) جهت تحقیق و بررسی انتخاب گردیده است.

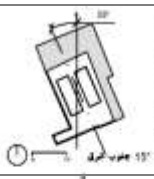
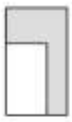
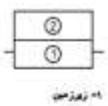
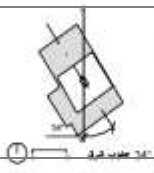
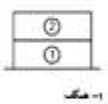
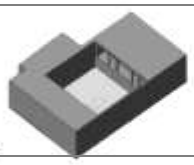
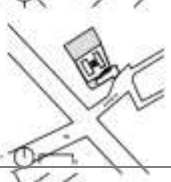
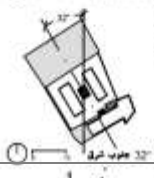
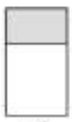
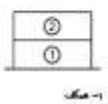
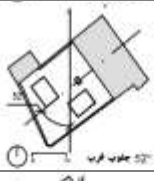
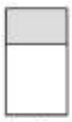
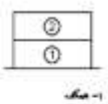
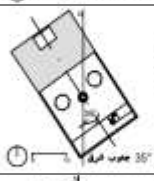
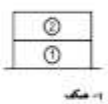
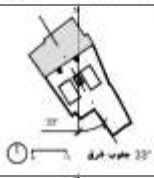
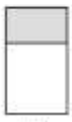
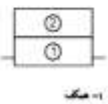
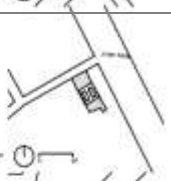
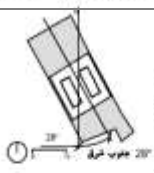
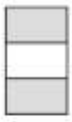
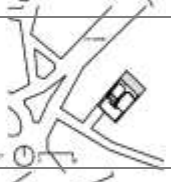
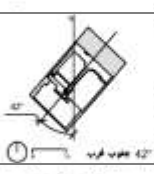
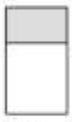
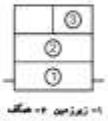
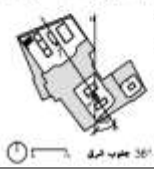
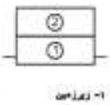
شکل ۴. موقعیت شهر همدان در نقشه ایران



شکل ۵. موقعیت قرارگیری بناهای انتخابی در شهر همدان
(۱. انتظام ۲. لبانی ۳. سماوات ۴. سیفی ۵. شرفی ۶. شریفی ۷. صمدیان ۸. غضنفری ۹. نراقی)

شکل ۶. حیاط خانه تاریخی صمدیان همدان

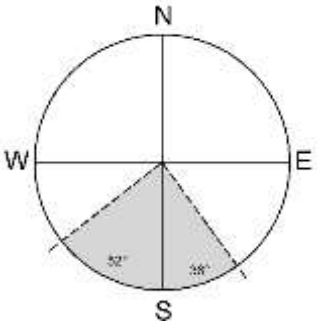
جدول ۷. معرفی ساختار کلی بناهای انتخابی شهر همدان

خانه	موقعیت در شهر	جهت‌گیری پلان	گونه‌بندی پلان و حیاط	طبقات	بازو بسته	پرسپکتیو کلی
انتظام					%42.0 %58.0	
خلیلی					%63.9 %36.1	
سماوات					%43.6 %56.4	
سینی					%43.7 %56.3	
شرفی					%39.6 %60.4	
شریفی					%37.5 %62.5	
صمدیان					%63.3 %36.7	
غضنفری					%30.0 %70.0	
نراقی					%53.8 %46.2	

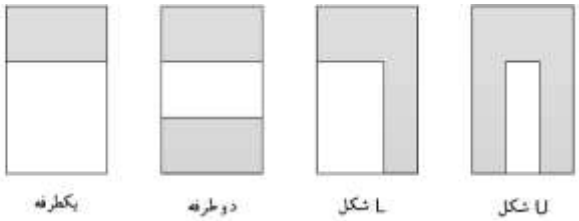
جدول ۸. نمونه‌ای از بررسی ساختار حیاط بناهای انتخابی شهر همدان (خانه تاریخی صمدیان)

خانه	پلان	تناسبات حیاط (طول به عرض)	عمق متوسط (طول به ارتفاع)	زاویه دید طولی	زاویه دید عرضی	اختلاف سطح حیاط و معبر	الگوی ارتفاعی
صمدیان		۱,۰۴	۴,۴۵	۲۳	۱۴	- ۰,۲۵	

به‌طورکلی انتخاب جبهه استقرار بنا تحت‌تأثیر عوامل متعددی از جمله نور خورشید، جهت باد و جهت قبله قرار می‌گیرد. جهت‌گیری غالب وجه اصلی در خانه‌های همدانی در محدوده ۳۶ درجه جنوب شرقی تا ۵۲ درجه جنوب غربی قرار دارد. قابل توجه است که ۸۰ درصد از بناهای انتخاب شده دارای چرخش جنوب شرقی هستند، در حالی که ۲۰ درصد دارای چرخش جنوب غربی هستند. میانگین توزیع فضاهای باز و بسته به ترتیب ۵۳ درصد و ۴۷ درصد است. همچنین نمونه‌های انتخاب شده از شهر همدان دارای تناسبات حیاط (طول به عرض) ۱,۱۸ و عمق متوسط (طول به ارتفاع) ۵,۲۶ می‌باشند. میانگین زاویه دید طولی ۱۴,۵ درجه و زاویه دید عرضی تقریباً ۱۴,۸ درجه است. نتایج تجزیه‌وتحلیل سطوح شفاف بناهای انتخابی شهر همدان بر اساس جهت‌گیری آنها در جداول شماره ۹ آمده است.



شکل ۷. زاویه انحراف موقعیت در بناهای انتخابی شهر همدان



شکل ۸. الگوهای غالب در بناهای انتخابی شهر همدان

فضاهای مرتبط با سطوح شفاف در بناها به دودسته کلی فضاهای باز و بسته تقسیم می‌شوند. تمامی حیاط‌های بناهای انتخابی به‌عنوان فضای باز بناها مورد بررسی قرار می‌گیرد. اتاق‌های انتخابی برای تحقیق با درنظرگرفتن این موارد مشخص گردید:

۱) از هر کدام از جهت‌های قرارگیری اتاق و پنجره در بنا، حداقل یک فضا. ۲) اتاق‌های با موقعیت و پنجره‌های شاخص مانند ارسی. ۳) عدم انتخاب فضاهای مشابه. در مجموع در این تحقیق، ۳۳ اتاق و ۹ حیاط مورد بررسی قرار گرفته است.

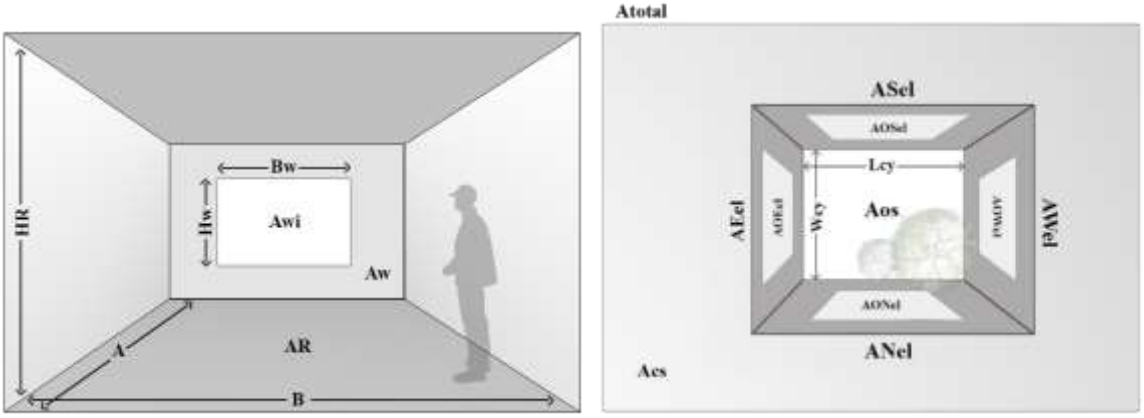
پس از انتخاب فضاها، تمامی اطلاعات عناصر فیزیکی آنها به تفکیک فضاهای باز و بسته، به شرح زیر، مطابق شکل شماره ۹ برای بررسی، گردآوری و طبقه‌بندی گردید.

- **فضاهای باز:** ۱) مساحت فضای باز ۲) نسبت فضای باز به بسته ۳) تناسبات حیاط ۴) عمق متوسط ۵) شکل حیاط ۶) میزان ساعات آفتابی و سایه‌اندازی در حیاط ۷) زاویه دید طولی و عرضی، مساحت نماهای مات و شفاف رو به حیاط ۸) مساحت باغچه‌ها ۹) مساحت آب‌نماها.

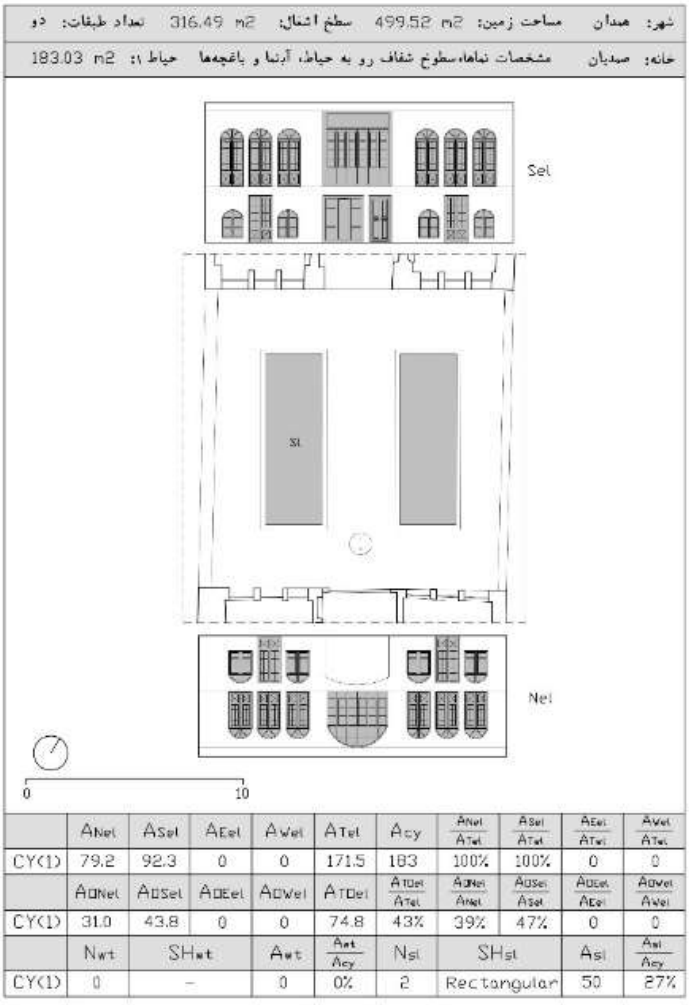
- **فضاهای بسته:** ۱) موقعیت و جهتگیری اتاق و پنجره ۲) ابعاد و مساحت اتاق ۳) ابعاد و مساحت پنجره ۴) شکل و نوع پنجره ۵) زاویه دید آسمان در مقطع و نما ۶) درصد نقاب آسمان ۷) زاویه دید افقی در انتهای سطح کار ۸) فاصله پنجره تا مانع دید ۹) لایه‌های دید در مقطع ۱۰) عمق نفوذ روشنایی.

با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده، ترسیم حجمی بناها در نرم-افزارهای اتوکد[1] و مکس[2] انجام‌گرفته و با استفاده از افزونه لیدی‌باگ[3] در نرم‌افزار گرس‌هاپر[4] و راینو[5] که از موتورهای پیشرفته تحلیل نور روز بهره می‌گیرد، برای به‌دست‌آوردن درصد

میزان سایه‌اندازی در حیاط در طول سال استفاده شده است. همچنین از نرم‌افزار اکوتکت[۶] برای تحلیل روشنایی نور روز و مقدار ساعت خورشیدی بر روی پنجره‌های فضاهای انتخابی استفاده شده است. استفاده گسترده از این نرم‌افزار در فازهای اولیه و نهایی طراحی در تحقیقات تأکید شده است (غیائی و همکاران، ۱۳۹۲).

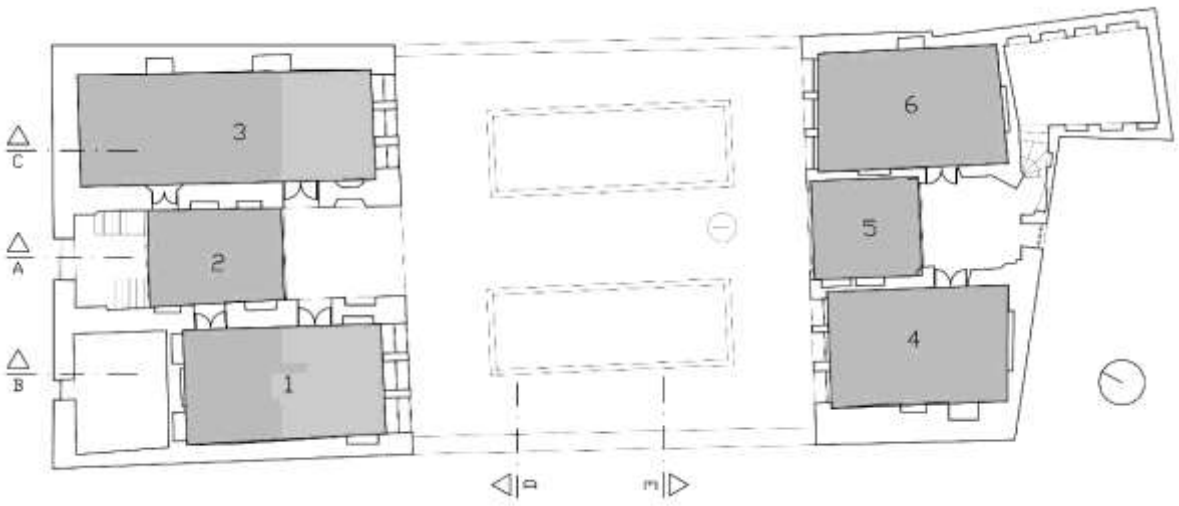


شکل ۹. عناصر فیزیکی فضای باز (الف: سمت راست) و فضای بسته (ب: سمت چپ)



	ANel	ASel	AEel	AWel	ATel	Acy	ANel/ATel	ASel/ATel	AEel/ATel	AWel/ATel
CY(1)	79.2	92.3	0	0	171.5	183	100%	100%	0	0
	AONel	AOSel	AOEel	AOWel	ATDel	ATDel/ATel	AONel/ANel	AOSel/ASel	AOEel/AEel	AOWel/AWel
CY(1)	31.0	43.8	0	0	74.8	43%	39%	47%	0	0
	Nwt	SHwt		Awt	Awt/Acy	Nsl	SHsl		Asl	Asl/Acy
CY(1)	0	-		0	0%	2	Rectangular		50	27%

شکل ۱۰. نمونه گردآوری اطلاعات عناصر فیزیکی فضاهای باز بناهای انتخابی (خانه تاریخی صمدیان همدان)

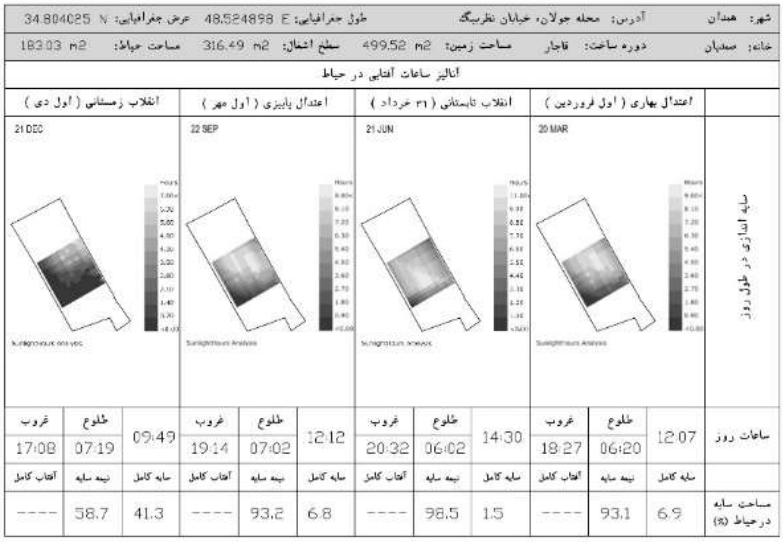


شکل ۱۱. نمونه اتاق‌های انتخابی برای بررسی (خانه تاریخی صمدیان همدان)

جدول ۹. بررسی سطوح شفاف رو به حیاط در بناهای انتخابی شهر همدان

خانه	نما	مساحت نما (مترمربع)	مساحت شفاف (مترمربع)	درصد شفاف	درصد شفاف کل خانه	نما	مساحت نما (مترمربع)	مساحت شفاف (مترمربع)	درصد شفاف	درصد شفاف کل خانه	نما	مساحت نما (مترمربع)	مساحت شفاف (مترمربع)	درصد شفاف	درصد شفاف کل خانه
انتظام	جنوبی	۷۸,۱۲	۲۷,۸۷	۳۵,۷	۳۷.۰	جنوبی	۱۳۹,۴۶	۵۹,۲۳	۴۲,۵	۴۲۵.	جنو بی	۸۷,۹۰	۴۳,۹۵	۵۰,۰	۴۶,۰
	شمالی	–	–	–		شمالی	–	–	–		شمال ی	۷۵,۱۲	۳۱,۱۲	۴۱,۴	
	شرقی	–	–	–		شرقی	–	–	–		شرق ی	–	–	–	
	غربی	۵۲,۲۵	۲۰,۳۶	۳۹,۰		غربی	–	–	–		غربی	–	–	–	
خلبانی	جنوبی	۷۷,۱۰	۲۹,۴۷	۳۸,۲	۲۵.۳	جنوبی	۱۳۲,۳۷	۳۸,۷۶	۲۹,۳	۲۹۳.	جنو بی	۱۳۲,۹۸	۵۴,۸۱	۴۱,۲	۴۱,۲
	شمالی	۷۷,۱۰	۱۲,۹۰	۱۶,۷		شمالی	–	–	–		شمال ی	–	–	–	
	شرقی	۵۱,۲۴	۹,۵۴	۱۸,۶		شرقی	–	–	–		شرق ی	–	–	–	
	غربی	–	–	–		غربی	–	–	–		غربی	–	–	–	
سماوات	جنوبی	۱۴۱,۰۰	۵۳,۱۲	۳۷,۷	۳۷.۷	جنوبی	۱۵۲,۵۹	۵۷,۷۷	۳۷,۸	۳۷۸.	جنو بی	۱۵۹,۷۰	۴۵,۹۸	۲۸,۸	۲۳,۷
	شمالی	–	–	–		شمالی	–	–	–		شمال ی	۱۵۹,۲۹	۳۰,۱۰	۱۹,۹	
	شرقی	–	–	–		شرقی	–	–	–		شرق ی	۱۵۲,۵۹	۳۳,۷۲	۲۲,۱	
	غربی	–	–	–		غربی	–	–	–		غربی	۴۸,۴۱	۱۳,۴۰	۲۷,۷	

مطابق نمودار شکل شماره ۱۳، میانگین درصد سایه کامل، نیمه سایه و آفتاب کامل حیاط در خانه‌های موردمطالعه به ترتیب در روز اعتدال بهاری ۴,۸، ۹۱,۷ و ۳,۵ درصد، انقلاب تابستانی ۰,۷، ۹۵,۲ و ۴,۱ درصد، اعتدال پاییزی ۴,۷، ۹۰,۷ و ۴,۶ درصد و در روز انقلاب زمستانی ۳۱,۳، ۶۶,۴ و ۲,۳ درصد است.

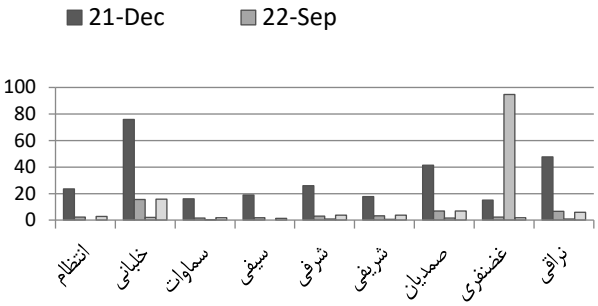


شکل ۱۲. نمونه آنالیز ساعت‌های آفتابی در حیاط بناهای انتخابی شهر همدان (خانه تاریخی صمدیان)

جدول ۱۰. آنالیز ساعت‌های آفتابی در حیاط بناهای انتخابی شهر همدان

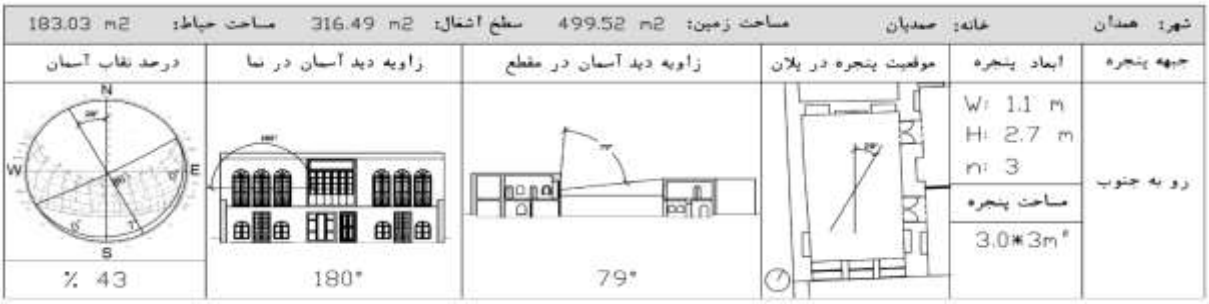
خانه	درصد سایه	اعتدال بهاری	انقلاب تابستانی	اعتدال پائیزی	انقلاب زمستانی
انتظام	سایه کامل	۲/۷	–	۲/۲	۲۳/۴
	نیمه سایه	۸۷/۳	۹۰/۵	۸۴/۳	۷۶/۶
	آفتاب کامل	۱۰/۰	۹/۵	۱۳/۵	–
خلیلی	سایه کامل	۱۵/۹	۲/۱	۱۵/۶	۷۵/۸
	نیمه سایه	۸۴/۱	۹۷/۹	۸۴/۴	۲۴/۲
	آفتاب کامل	۱۰/۰	–	–	–
سماوات	سایه کامل	۱/۷	۰/۳	۱/۶	۱۶/۱
	نیمه سایه	۹۳/۹	۹۱/۱	۸۴/۸	۷۶/۸
	آفتاب کامل	۴/۴	۸/۶	۱۳/۶	۷/۱
سیفی	سایه کامل	۱/۴	–	۱/۸	۱۸/۹
	نیمه سایه	۹۲/۹	۹۶/۵	۹۷/۲	۷۴/۵
	آفتاب کامل	۵/۷	۳/۵	۱/۰	۶/۶
شرفی	سایه کامل	۳/۷	۰/۸	۲/۹	۲۵/۹
	نیمه سایه	۹۶/۳	۹۹/۲	۹۷/۱	۷۴/۱
	آفتاب کامل	–	–	–	–

خانه	درصد سایه	اعتدال بهاری	انقلاب تابستانی	اعتدال پائیزی	انقلاب زمستانی
شریفی	سایه کامل	۳/۷	۰/۵	۳/۲	۱۷/۸
	نیمه سایه	۸۸/۴	۸۹/۲	۸۷/۸	۷۵/۷
	آفتاب کامل	۷/۹	۱۰/۳	۹/۰	۶/۵
صمدیان	سایه کامل	۶/۹	۱/۵	۶/۸	۴۱/۳
	نیمه سایه	۹۳/۱	۹۸/۵	۹۳/۲	۵۸/۷
	آفتاب کامل	–	–	–	–
غضنفری	سایه کامل	۱/۷	–	۲/۳	۱۵/۱
	نیمه سایه	۹۵/۸	۹۴/۶	۹۳/۹	۸۴/۹
	آفتاب کامل	۲/۵	۵/۴	۳/۸	–
نراقی	سایه کامل	۵/۹	۰/۸	۶/۵	۴۷/۶
	نیمه سایه	۹۴/۱	۹۹/۲	۹۳/۵	۵۲/۴
	آفتاب کامل	–	–	–	–



شکل ۱۳. نمودار ساعت‌های آفتاب و سایه کامل در حیاط بناهای انتخابی شهر همدان

به مجموعه زوایای دید آسمان در نما و مقطع، "نقاب آسمان" گفته می‌شود. این نقاب از طریق نوار نقاله سایه‌یاب با استفاده روش نقاب سایه الگی[۷] تولید می‌شود و وسعت آسمان قابل‌مشاهده از مرکز پنجره را با همسویی با مسیر خورشید در هر شهر خاص نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال، شکل ۱۴ روش محاسبه درصد آسمان قابل‌مشاهده از پنجره اتاق شماره یک‌خانه صمدیان شهر همدان را نشان می‌دهد.



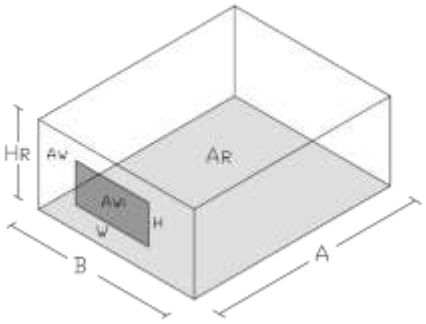
شکل ۱۴. نمونه تجزیه‌وتحلیل نقاب آسمان در فضاهای انتخابی بناها (اتاق شماره یک‌خانه صمدیان همدان)

۳-۵. آنالیز مقدار ساعت خورشیدی در پنجره اتاق‌های انتخابی و تعیین اتاق‌های باکیفیت

باتوجه‌به اهمیت نور خورشید در بهبود کیفیت و سلامت فضاها در استانداردهای مختلف پیشنهاداتی برای برخورداری از نور مستقیم روز شده است. وجود حداقل میزان ساعت آفتابی در حداقل یک فضای بنا که رو به خورشید است در طول یک روز یا دوره مشخص توصیه شده است.

برای بررسی مقدار ساعت آفتابی، از موتور تحلیل ساعت خورشیدی در نرم‌افزار اکوتکت استفاده شده است. برای نمونه در اشکال شماره ۱۷ و ۱۸، تجزیه‌وتحلیل مقدار ساعت آفتابی در پنجره اتاق شماره یک‌خانه صمدیان شهر همدان نشان‌داده‌شده است.

با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات اتاق‌های انتخابی به‌وسیله نرم-افزارهای مرتبط و استانداردهای روشنایی نور روز، از بین ۳۳ اتاق مورد بررسی، ۷ اتاق، حداقل‌های لازم برای کیفیت نور روز مناسب و مقدار ساعت آفتابی را دریافت نکرده و ۲۶ اتاق دارای کیفیت نور روز مناسب هستند. نمونه‌ای از درجه‌بندی فضاها بر اساس استاندارد اتحادیه اروپا مربوط به اتاق‌های انتخابی خانه صمدیان شهر همدان در شکل شماره ۱۹ نشان‌داده‌شده است.



شکل ۱۵. اجزاء اصلی اتاق و پنجره

شکل ۱۶. نمونه گردآوری اطلاعات عناصر فیزیکی اتاق و پنجره در بناهای انتخابی (خانه صمدیان همدان)

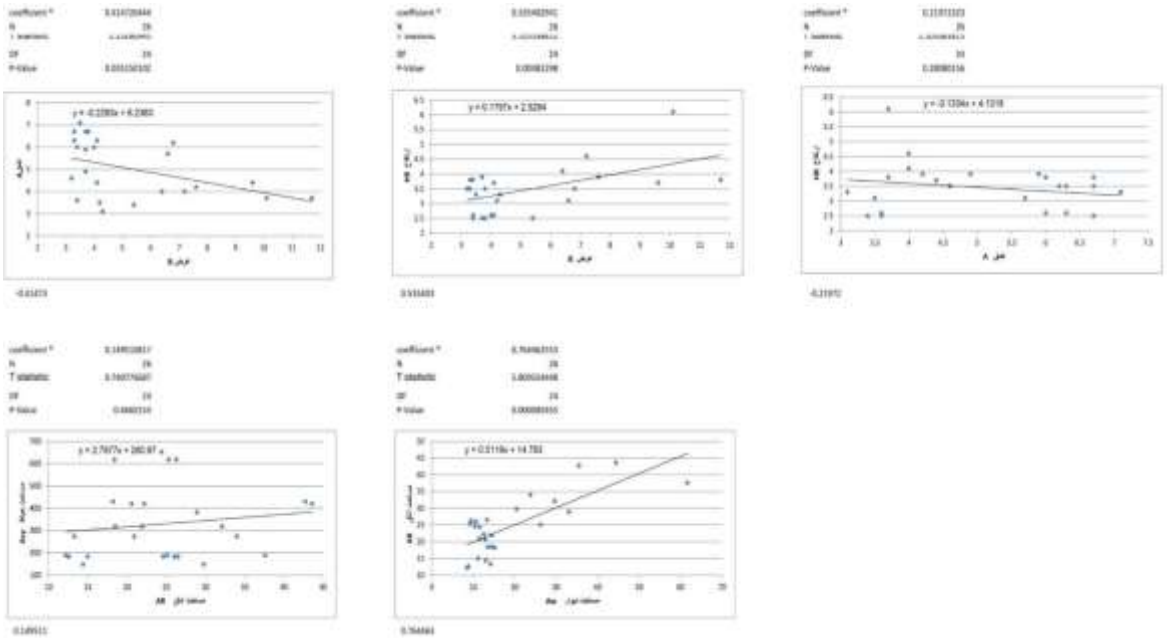
شکل ۱۷. نمونه تجزیه‌وتحلیل مقدار ساعت آفتابی در پنجره اتاق‌های انتخابی بناها با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت (Autodesk Ecotect Analysis 2011) در اتاق شماره یک‌خانه صمدیان همدان

شکل ۱۸. نمونه تجزیه‌وتحلیل مقدار ساعت آفتابی در پنجره اتاق‌های انتخابی بناها (اتاق شماره یک‌خانه صمدیان همدان)

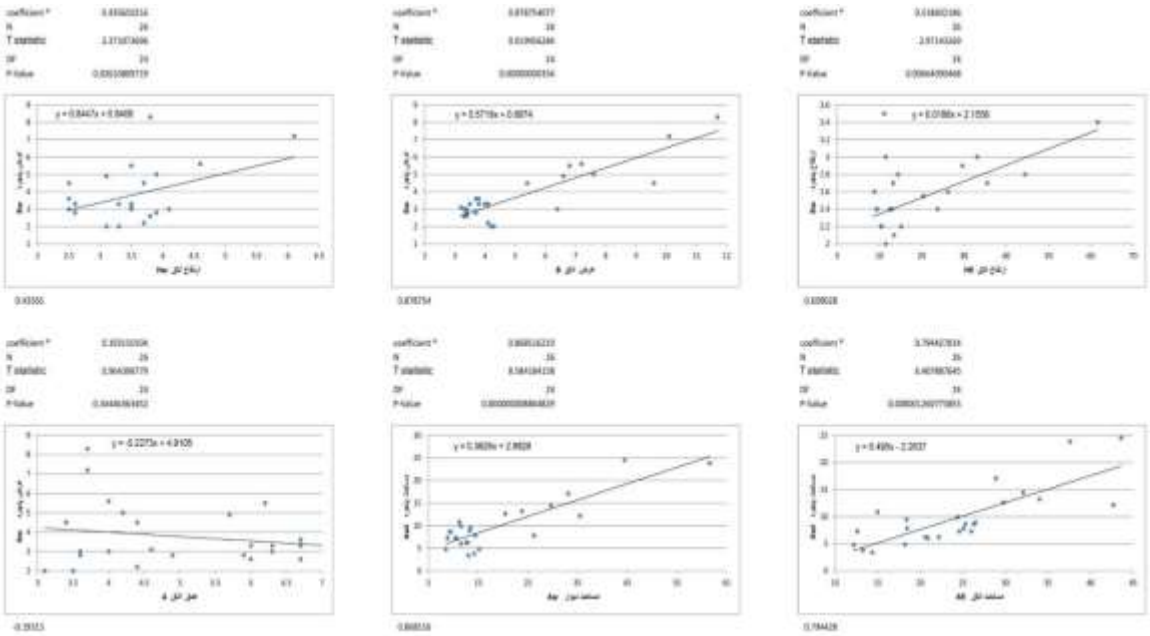
شکل ۱۹. نمونه‌ای از درجه‌بندی فضاها بر اساس استاندارد کشورها (استاندارد اروپا– خانه صمدیان شهر همدان)

۳-۶. بررسی همبستگی عناصر پنجره و اتاق در فضاهای باکیفیت نور روز و ساعت خورشیدی مناسب

در این تحقیق برای کشف رابطه منطقی بین اجزاء پنجره و اتاق‌ها از روش همبستگی دومتغیره پیرسون استفاده شده و به طور جداگانه: ۱) همبستگی بین عرض، عمق و ارتفاع اتاق ۲) همبستگی بین عرض و ارتفاع پنجره، ۳) همبستگی بین مساحت حیاط، مساحت اتاق، مساحت دیوار دارای پنجره و مساحت پنجره، مورد بررسی قرار گرفت. (اشکال ۲۰ و ۲۱)



شکل ۲۰. نمودارهای پراکندگی بین عناصر اتاق‌های انتخابی بناهای شهر همدان



شکل ۲۱. نمودارهای پراکندگی بین عناصر پنجره در اتاق‌های انتخابی بناهای شهر همدان

٤. نتایج و بحث

با مقایسه مطالعات انجام شده در زمینه کیفیت نور روز در بناهای تاریخی ایران و مطالعه صورت‌گرفته در این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت:

۱) عناصر فیزیکی فضای باز (حیاط) دارای روابط مشخص بوده و بیشترین معنی‌داری بین طول و عرض حیاط دیده می‌شود که الگوی پیشنهادی برای خانه‌های منطقه گرم و خشک (Soflaei et al, 2015; 2016; 2017) و خانه‌های تاریخی شهر اردبیل (صالحی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹) در مطالعات گذشته ارائه شده است.

۲) عناصر فیزیکی فضای بسته (اتاق و پنجره) در اکثر فضاهای اصلی بناهای تاریخی دوره قاجار در ایران، دارای حداقل‌های لازم برای دریافت نور روز مناسب در فضا می‌باشند (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۲؛ ۱۳۹۴ و موسوی و همکاران، ۱۳۹۷)؛ ولی الگویی در این خصوص ارائه نشده است. در این تحقیق روابط معنی‌دار بین عناصر اتاق و پنجره در فضاهای اتاق‌های باکیفیت روشنایی نور روز و مقدار ساعت خورشیدی حاصل گردید.

۳)) عناصر فیزیکی فضای بسته (اتاق و پنجره) در خانه‌های تاریخی شهر تبریز بررسی و روابط منطقی بین عناصر فضاهای دارای حداقل‌های کیفیت مقدار ساعات خورشیدی ارائه شده است (Salehipour et al, 2021).

از بین ۲۶ اتاق بررسی شده در بناهای تاریخی شهر همدان که دارای حداقل‌های کیفیت نور روز هستند، ۱۸ اتاق رو به جنوب، ۴ اتاق روبه‌شمال، ۲ اتاق رو به شرق و ۲ اتاق رو به غرب هستند. تمامی اتاق‌ها با امکان دریافت نور مستقیم خورشید، بجز ۲ اتاق رو به شرق، بقیه فضاها دارای حداقل‌های کیفیت مقدار ساعت خورشیدی نیز هستند. رابطه خطی بین عناصر فضاهای باکیفیت نور روز و ساعت خورشیدی مناسب، با استفاده از نمودارهای روابط همبستگی بین عناصر، تعیین و روابط منطقی با ضریب همبستگی بالا مطابق جدول شماره ۱۱ مشخص (شکل ۲۲) و معادله همبستگی بین عناصر آنها معرفی می‌شود. (شکل ۲۳)

جدول ۱۱. روش ارزیابی میزان همبستگی و معنی‌دار بودن رابطه آماری (حاجی‌زاده و اصغری ۱۳۹۰)

ضریب همبستگی پیرسون (r)		مقدار احتمال (p-Value)		
مقدار	ارزیابی	امتیاز	مقدار	ارزیابی
≤0.3	ضعیف	⓪	> 0.05	ضعیف
≤0.5	متوسط	1	≤0.05	متوسط
≤0.75	قوی	2	≤0.01	قوی
≤1.0	خیلی قوی	3	≤0.001	خیلی قوی

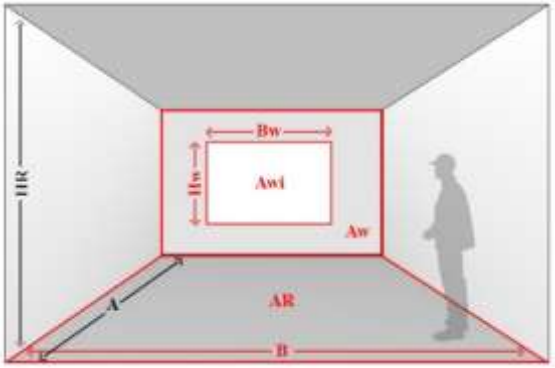
شکل ۲۲. تحلیل روابط منطقی و همبستگی بین اجزا اتاق‌ها و پنجره‌ها در فضاهای دارای استاندار روشنایی

جدول ۱۲. معادله همبستگی بین عناصر فیزیکی اتاق و پنجره در اتاق‌های باکیفیت نور روز مناسب بناهای شهر همدان

شهر	تعداد اتاق	عناصر	ضریب همبستگی (r)	P-Value	معادله همبستگی
همدان	۲۶	B, HR	0.535	0.005	HR = 0.1797 B + 2.5294
		Aw, AR	0.764	0.000	AR = 0.5119 Aw + 14.783
		Bw, B	0.879	0.000	Bw = 0.5719 B + 0.8074
		Hw, HR	0.609	0.007	Hw = 0.0188 HR + 2.1556
		Awi, Aw	0.868	0.000	Awi = 0.3626 Aw + 2.9828
		Awi, AR	0.797	0.000	Awi = 0.495 AR - 2.2637

۵. نتیجه‌گیری

بررسی ۳۳ نمونه فضاهای بسته خانه‌های دوره قاجار همدان بر اساس استانداردهای روشنایی نشان می‌دهد، در اکثر فضاهای موردمطالعه این خانه‌ها (۲۶ نمونه)، کیفیت روشنایی نور روز و مقدار ساعت خورشیدی بر اساس استانداردهای روشنایی نور روز، مقدار مطلوب و مناسبی دارند. نتایج بررسی نمودارهای پراکندگی بین عناصر پنجره و اتاق در این فضاها، حاکی از وجود رابطه منطقی بین برخی از آنها در فضاهای بسته مرتبط با پنجره‌های متضمن نور روز مناسب است. مطابق جدول شماره ۱۲، با بررسی عناصر فیزیکی تمامی ۲۶ اتاق انتخابی با نور روز مناسب در خانه‌های همدان (شکل ۲۲)، عناصر فضاها با بالاترین همبستگی بین آنها مشخص می‌شوند (شکل ۲۳). بر این اساس بیشترین مقدار معنی‌داری بین عناصر عرض پنجره (Bw) و عرض اتاق (B)، مساحت پنجره (Awi) و مساحت دیوار (Aw)، مساحت پنجره (Awi) و مساحت اتاق (AR) و مساحت دیوار (Aw) و مساحت اتاق (AR) دیده می‌شود. معادله‌های خطی بین این عناصر به‌عنوان الگوی پیشنهادی در جدول شماره ۱۳ ارائه شده است. این الگوهای پیشنهادی می‌توانند راهکاری برای طراحی اتاق و پنجره در بناهای معاصر این شهر و اقلیم سرد و خشک ایران باشند.



شکل ۲۳. بالاترین همبستگی بین عناصر فضای بسته

جدول ۱۳. الگوهای طرح پیشنهادی با بیشترین مقدار معنی‌داری

عناصر فیزیکی اتاق و پنجره	معادله همبستگی
عرض پنجره (Bw) و عرض اتاق (B)	Bw = 0.5719 B + 0.8074
مساحت پنجره (Awi) و مساحت دیوار (Aw)	Awi = 0.3626 Aw + 2.9828
مساحت پنجره (Awi) و مساحت اتاق (AR)	Awi = 0.495 AR - 2.2637
مساحت اتاق (AR) و مساحت دیوار (Aw)	AR = 0.5119 Aw + 14.783

علائم اختصاری

عمق اتاق	A	طول حیات	Lcy	نور خورشید	SL
عرض اتاق	B	عرض حیاط	Wcy	مساحت کل عرصه بنا	Atotal
مساحت دیوار	Aw	مساحت حیاط	Acy	مساحت کل نماها	ATel

مساحت پنجره	Awi	مساحت اتاق	A_R	مساحت کل فضای باز	Aos
ارتفاع پنجره	Hw	ارتفاع اتاق	H_R	مساحت کل فضای بسته	Acs
عرض پنجره	Bw	مساحت بازشوهای رو به جنوب	AOSel	مساحت نمای رو به جنوب	ASel
ساعت خورشیدی در پنجره	SHW	مساحت بازشوهای روبه‌شمال	AONel	مساحت نمای روبه‌شمال	ANel
ساعت خورشیدی در شهر	SHC	مساحت بازشوهای رو به شرق	AOEel	مساحت نمای رو به شرق	AEel
عمق نفوذ روشنایی	L	مساحت بازشوهای رو به غرب	AOWel	مساحت نمای رو به غرب	AWel

پی‌نوشت

۱. Auto CAD
۲. 3d Max
۳. Ladybug
۴. Grasshopper
۵. Rhino
۶. Olgyay Shading Mask
۷. Ecotect

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- احدی، امین اله، مسعودی نژاد، مصطفی و پیریایی، آرمین. (۱۳۹۵). طراحی صحیح پنجره‌ها به‌منظور دستیابی به میزان نور روز مناسب در خانه‌های آپارتمانی شهر تهران. هویت شهر. ۱۰(۲۵): ۵۰-۴۱.
- بمانیان، محمدرضا، و نیکودل، فهیمه. (۱۳۹۳). بررسی انواع نورگیری و روش‌های تأمین نور در مساجد دوره قاجار تهران. پژوهشهای معماری اسلامی، ۱(۳): ۶۰-۷۴.
- پارسا، محمدعلی. (۱۳۹۱). پنجره در معماری ایران، نگاهی تحلیلی به گونه‌های پنجره در خانه‌های سنتی ایران. پایان‌نامه دکترای معماری، دانشگاه شهید بهشتی.
- پور دیهیمی، شهرام و حاجی سید جوادی، فریبرز . (۱۳۸۷). تأثیر نور روز بر انسان – فرایند ادراکی و زیست‌شناسی روانی روشنایی روز. دوفصلنامه صفه. ۱۷(۴۶): ۷۵-۶۷.

- حاجی‌زاده، ابراهیم و اصغری، محمد. (۱۳۹۰). روشها وتحلیل‌های آماری. تهران: جهاد دانشگاهی.
- حاجی سید جوادی، فریبرز. (۱۳۸۶). نور روز و کیفیت فضاهای آموزشی. رساله دکتری معماری. دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی.
- حق‌شناس، محمد، و قیابکلو، زهرا. (۱۳۸۷). بررسی تأثیر شیشه‌های رنگی بر میزان نور و انرژی عبوری در محدوده مرئی. علوم و فناوری رنگ، ۲(۴)، ۲۲۰-۲۱۳.
- سایت مرکز ملی آمار ایران. (۱۳۹۸). درگاه ملی آمار. www.amar.org.ir
- صالحی‌پور، علی، اعتصام، ایرج و مفیدی شمیرانی، سید مجید. (۱۳۹۹). دوفصلنامه اندیشه معماری. ۴(۸): ۲۲۰-۲۰۲. DOI: 10.30479/at.2020.11149.1259
- طاهباز، منصوره. (۱۳۸۳). قاب هرم/ شیدی پنجره، (تأثیر هم‌زمان نور و گرمای خورشید در طراحی پنجره). رساله دکتری معماری. دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی.
- طاهباز، منصوره و جلیلیان، شهربانو. (۱۳۹۰). اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران با رویکرد به معماری مساجد. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- طاهباز، منصوره، جلیلیان، شهربانو، موسوی، فاطمه، و کاظم‌زاده، مرضیه. (۱۳۹۲). نورپردازی طبیعی در خانه‌های سنتی کاشان نمونه موردی: خانه عامری‌ها. مطالعات معماری ایران، ۲(۴)، ۱۰۸-۸۷.
- طاهباز، منصوره، جلیلیان، شهربانو، موسوی، فاطمه، و کاظم‌زاده، مرضیه. (۱۳۹۴). تأثیر طراحی معماری در بازی نور طبیعی در خانه‌های سنتی ایران. معماری و شهرسازی آرمان‌شهر. - (۱۵): ۷۱-۸۱.
- غیائی، محمدمهدی، مهدوی‌نیا، مجتبی، طاهباز، منصوره، و مفیدی شمیرانی، سید مجید. (۱۳۹۲). روش‌شناسی گزینش نرم افزارهای کاربردی شبیه‌ساز انرژی در حوزه معماری. هویت شهر. ۷(۱۳): ۴۵-۵۴.
- کاظم‌زاده، مرضیه، طاهباز، منصوره. (۱۳۹۲). اندازه‌گیری و بررسی شرایط نور روز در خانه‌های قدیمی کرمان. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی. ۱۸(۲): ۲۶-۱۷. DOI: 10.22059/jfaup.2013.50523
- کاویانی، محمدرضا و علیجانی، بهلول. (۱۳۸۲). مبانی آب‌وهواشناسی. تهران: سمت.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۲). اقلیم و معماری. اصفهان: نشر خاک.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۷۰). نقشه پهنه‌بندی اقلیمی ایران، تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی.
- مجرد، فیروز و مرادی، کامران. (۱۳۹۳). نگرشی بر ناموزونی‌ها و روندهای ساعات آفتابی در ایران. جغرافیا و توسعه. ۱۲(۳۴): ۱۶۵-۱۵۳.
- مفیدی شمیرانی، سید مجید و پورناصری، شهناز. (۱۳۹۰). مدل‌یابی میزان و نحوه تأثیر متغیرهای کالبدی پنجره بر بهره گیری مناسب از نور روز در کلاسهای مدارس راهنمایی تهران. فناوری آموزش (فناوری و آموزش)، ۵(۴)، ۲۴۱-۲۵۶.
- موسوی، فاطمه، محمودی زرندی، مهناز و طاهباز، منصوره. (۱۳۹۷). تأثیر هندسه و سطح نورگیر پنجره‌های اتاق‌های زمستان-نشین بر عمق نفوذ نور روز (مطالعه موردی: خانه‌های سنتی یزد). هویت شهر. ۱۲(۴): ۱۸-۵.
- نایبی، بتول (فرشته)، کاتب، فاطمه، مظاهری، مهرانگیز، و بیرشک، بهروز. (۱۳۸۶). تأثیر نور فضاهای داخلی بر کیفیت زندگی و رفتارهای اخلاقی انسان. اخلاق در علوم و فناوری، ۲(۳-۴)، ۷۲-۶۵.
- Ahadi, Amin, Masoudi Nejad, Mostafa & Piryaei, Armin. (2016). Achieving Appropriate Daylight Quality for Small Apartments in Tehran City by Proper Design of Windows. Hoviatshahr. 10(1): 41-50. (in persian)

- Bemanian, Mohammad Reza & Nikoudel, Fahimeh. (2014). Evaluation of Daylight-catching and Daylight Providing Methods in Mosques. Iran University of Science & Technology. 1(3): 60-74. (in persian)
- DiLouie, Craig. (2002). Lighting & Productivity, (LDL), Daylighting, Better Bricks. Portland: North West Energy Effciency Alliance.
- European Standard. Daylight in buildings. (2018). Ref. No: EN 17037:2018 (E). European Committee For Standardization (CEN).
- Franta, G. & Anstead, K. (1994). Daylighting offers great opportunities. Window & Door Specifier-Design Lab, 40-43.
- Farivar, Shiva & Teimourtash, Shabnam. (2023). Impact of Window Design on Dynamic Daylight Performance in an Office Building in Iran. Journal of Daylighting. 10(1): 31-44. DOI: 10.15627/jd.2023.3
- Ghiyaee, M.Mehdi, Mahdavinia, Mojtaba, Tahbaz, Mansoreh & Mofidi Shemirani, S.Majid. (2013). A Methodology for Selecting Applied Energy Simulation Tools in the Field of Architecture. Hoviatshahr. 7(13): 45-55. (in persian)
- Haghshenas, Mohammad & Ghiabaklou, Zahra. (2009). Investigation of Tinted Glazing's Effect in Transmission of Daylight and Energy in the Visible Spectrum. Journal of Color Science and Technology. 2(4): 213-220. (in persian)
- Hajiseyed Javadi, Fariborz. (2008). Daylight and quality of educational spaces. The role of open spaces, skylights and indoor spaces in school lighting, in Department of Architecture. Shahid Beheshti University, Iran. (in persian)
- Hajizadeh, Ebrahim & Asgari, Mohammad. (2011). Methods and statistical analysis. Tehran: Jahad Daneshgahi. (in persian)
- Kasmayi, Morteza. (1992). Climate zoning map of Iran. Road, Housing & Urban Development Research Center of the Ministry of Roads and Urban Development in Iran: Tehran. (in persian)
- Kasmayi, Morteza. (2004). Climate and Architecture. Esfahan: Khak. (in persian)
- Kaviani, Mohammad Reza & Alijani, Bohlol. (2003). Basics of meteorology. Tehran: Samt. (in persian)
- Kazemzadeh, Marziyeh & Tahbaz, Mansoreh. (2014). Measurement and analyzing daylight condition in traditional Kerman houses (Aminian house). Honar-ha-ye-Ziba Memari-Va-Shahrsazi. 18(2): 17-26. DOI: 10.22059/jfaup.2013.50523. (in persian)
- L'Annunziata, Michael F. (2023), Radioactivity (Third Edition), Chapter 13 - Electromagnetic Radiation: photons, Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-323-90440-7.00005-3.
- Liberman, Jacob. (2002). Light: Medicine of Future. Rochester, Vermont: Bear & Company.
- Mc Cloud, Kevin. (1995). Lighting Style. New York: Simon & Schuster.
- Miller, Naomi. (1994). Pilot Study Reveals Quality Results. Lighting Design & Applications. 24(3): 19-23.
- Mofidi Shemirani, Seyed Majid & Pournaseri, Shahnaz. (2012). Modelling the Measure and Effect of Window Physical Variables on Daylighting in Tehran Guidance Schools. Education technology Journal. 5(4): 241-256. (in persian)
- Mojarad, Firoz & Moradi, Kamran. (2014). An Overview of Sunrise Anomalies and Trends in Iran. Geography and Development. 12(34): 153–165. (in persian)

- Mousavi, Fatemeh, Mahmodi Zarandi, Mahnaz & Tahbaz, Mansoreh. (2019). The Effect of Geometry and Area of Windows of Southview Rooms on The Depth of Daylighting (Case Study: Yazd's Traditional Houses). Hoviatshahr. 12(4): 5-18. (in persian)
- Nayebi, Fershteh, Kateb, Fatemeh, Mazaheri, Mehrangiz & Birashk, Behrouz. (2008). The effect of indoor lighting on quality of life and human moral behaviors. Journal of Ethics in Science and Technology. 2(3-4): 65-72. (in persian)
- Parsa, Mohammad Ali. (2013). Windows in Iranian architecture, an analytical look at the types of windows in traditional Iranian houses, in Department of Architecture. Shahid Beheshti University, Iran. (in persian)
- Pourdeihimi, Shahram & Hajiseyed Javadi, Fariborz. (2008). Daylight and the human being: perception and biopsychology of daylight. Soffeh. 17(46): 67-75. (in persian)
- Salehipour, Ali, Etessam, Iraj & Mofidi Shemirani, S.Majid. (2020). Recognition of outdoor courtyard structure and its interaction with clear walls in historic houses of Ardabil. Journal of Architectural Thought. 4(8): 202-220. DOI: 10.30479/at.2020.11149.1259. (in persian)
- Salehipour, Ali, Etessam, Iraj & Mofidi Shemirani, S. Majid. (2021). Recognition of the Quality of Sunlight Hours in Traditional Houses of Tabriz, Iran. Journal of Solar Energy Research. 6(2): 696-712. DOI: 10.22059/jser.2021.319700.1191.
- Soflaei, Farzaneh, Shokouhian, Mohammad & Mofidi Shemirani, S. Majid. (2015). Investigation of Iranian traditional courtyard as passive cooling strategy (a field study on BS climate). International Journal of Sustainable Built Environment. 5: 99–113. DOI: 10.1016/j.ijsbe.2015.12.001
- Soflaei, Farzaneh, Shokouhian, Mohammad & Mofidi Shemirani, S. Majid. (2016). Traditional Iranian courtyards as microclimate modifiers byconsideringorientation, dimensions, and proportions. Frontiers of Architectural Research. 5: 225-238. DOI: 10.1016/j.foar.2016.02.002
- Soflaei, Farzaneh, Shokouhian, Mohammad & Soflaei, Amir. (2017). Traditional courtyard houses as a model for sustainable design: A case study on BWhs mesoclimate of Iran. Frontiers of Architectural Research. 6: 329–345. DOI: 10.1016/j.foar.2017.04.004
- Statistical center of Iran. (2020). Presidency of the I.R.Iran, Plan and Budget Organization; Available from: www.amar.org.ir. (in persian)
- Tahbaz, Mansoreh. (2005). Warmth-Light Mask of Window, in Department of Architecture. Shahid Beheshti University, Iran. (in persian)
- Tahbaz, Mansoreh & Jalilian, Shahrbano. (2012). Principles of climate-friendly architecture design in Iran with an approach to mosque architecture. Tehran: Shahid Beheshti University. (in persian)
- Tahbaz, Mansoreh, Jalilian, Shahrbano & Mosavi, Fatemeh. (2013). "Door-Window" Daylighting Evaluation in Traditional Houses of Iran, in International Scientific Conference (CISBAT 2013). Lausanne, Switzerland.
- Tahbaz, Mansoreh, Jalilian, Shahrbano, Mosavi, Fatemeh & Kazemzadeh, Marzieh. (2014). Natural Day lighting in Traditional Houses in Kashan, Case Study of Ameri House. JIAS. 2(4): 87-108. (in persian)
- Tahbaz, Mansoreh, Jalilian, Shahrbano, Mosavi, Fatemeh & Kazemzadeh, Marzieh. (2016). Effects of Architectural Design on Daylight Fantasy in Iranian Traditional Houses. Armanshahr Architecture & Urban Development. 8(15): 71-81. (in persian)

- Tahbaz, Mansoreh & Moosavi, Fatemeh. (2009). Daylighting Methods in Iranian Traditional Architecture (Green Lighting), in International Scientific Conference (CISBAT 2009). Lausanne, Switzerland.
- Tamaskani Esfehankalateh, Atefeh, Farrokhzad, Mohammad, Tamaskani Esfehankalateh, Faezeh & Soflaei, Farzaneh. (2022). Bioclimatic passive design strategies of traditional houses in cold climate regions. Environ Dev Sustain. 24: 10027–10068. DOI: 10.1007/s10668-021-01855-6
- Talaei, Maryam & Sangin, Hamed. (2024). Multi-objective optimization of energy and daylight performance for school envelopes in desert, semi-arid, and mediterranean climates of Iran. Building and Environment. 255: 111424. DOI: doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111424
- Yin, X. (1999). Bright sunshine duration in relation to precipitation, air temperature and geographic location. Theoretical and applied climatology. 64(1-2): 61-68.

JISAUD
Journal of Interdisciplinary Studies in Architecture and Urbanism Development
Islamic Azad University, Tabriz Branch

Volume 3, Issue 1, Spring & Summer 2024

Assessment of Sunlight Quality and Duration in Traditional Houses of Hamedan, Iran

Ali Salehipour*[1]

(Receive Date: 13 February 2024 Revise Date: 07April 2024 Accept Date: 29 April 2024)

Research Article

Abstract

Introduction: Daylight plays an essential role in human perception, and various studies consistently support its positive effects on our overall well-being, encompassing physical health, mental satisfaction, and productivity. In Iran, with its wealth of sunlight and remarkable architectural legacy, attention to light and lighting has always been a paramount aspect of traditional architecture. This research aims to shed light on the impact of sunlight hours and light transmission within traditional buildings in Hamedan, located in Iran's cold climate region, by addressing the following questions:
1 (Are the solar hours within the spaces of local buildings in Hamedan sufficient throughout the year?
2 (Is there a discernible relationship between the components of light-transmitting surfaces and spaces that achieve the optimal amount of solar hours?
By addressing these questions, this research endeavors to uncover valuable insights into the importance of daylight in Hamedan's traditional houses, enriching our understanding and appreciation of Iranian architectural heritage.

Methodology: In total, the physical elements of 33 rooms and 9 yards were collected and analyzed in this research. Using the obtained information, the volume drawing of the buildings was done in AutoCAD and 3dMax software. The Ladybug plugin in the Grasshopper and Rhino software, which utilizes advanced daylight analysis engines, was employed to determine the percentage of shading in the yard throughout the year. Ecotect software was also used to analyze the brightness of daylight and the number of sunlight hours on the windows of selected spaces. In this research, to reach a more suitable answer, in addition to the regulations and standards of Iran, the regulations related to daylight and the number of sunlight hours in 11 other countries with cold climate regions were also examined. Optimal spaces in terms of daylight were identified in four main sections: 1) amount of brightness, 2) uniformity of daylight, 3) amount of sun hours, and 4) visibility to the outside, and they were graded and identified.

Results: Analyzing information from the selected rooms using relevant software and daylighting standards, it was found that among the 33 examined rooms, 7 did not meet the minimum requirements for quality daylight and the required number of sunny hours, while the remaining 26 rooms met the standards for proper daylight quality. Upon analyzing the 26 rooms studied within the historical monuments of Hamedan city with minimum daylight quality, it was observed that 18 rooms face south, 4 face north, 2 face east, and 2 face west. All rooms, except for the 2 east-facing rooms, have the potential to receive direct sunlight and meet the minimum sunlight hour requirement. By utilizing correlation graphs between space elements, a linear relationship between space elements, daylight quality, and appropriate sunlight hour exposure was determined. The identified relationships exhibited a high correlation coefficient, and a correlation equation was introduced to describe the relationship between these elements.

Conclusion: By examining the physical elements in all 26 selected rooms with sufficient daylight in Hamedan houses, the suggested design patterns with the highest value were identified. These suggested patterns act as effective solutions for room and window design in buildings located in Hamedan and other regions with similar cold and dry climates in Iran.

Conflict of intrest: None declared.

Keywords: Sunlight Hours, Daylight, Transparent Surfaces, Traditional Houses, Hamedan, Design Pattern

[1]Assistant Professor, Department of Architecture, Heris Branch, Islamic Azad University, Heris, Iran. (Corresponding Author)
ali.salehipour@iau.ac.ir