10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

دو فصلنامه علمی کاشان‌شناسی، پاییز و زمستان ۱۴۰۳
دوره ۱۷، شماره ۲ (پیاپی ۳۳)، صفحات: ۱۵۹ـ۱۸۸
مقاله علمی‌پژوهشی

جایگاه باغچه و حوض آب در حیاط مرکزی و تأثیر آن‌ها در تأمین روشنایی خانه‌های منتخب تاریخی ــ قاجاری کاشان

ارسلان آزادی‌فر*
علی عمرانی‌پور**
فرشید مصباح***

چکیده

بهره‌مندی از روشنایی طبیعی در خانه‌های تاریخی کاشان باعث شکل‌گیری حیاط‌های مرکزی شده است. یکی از فاکتورهای سنجش عملکرد حیاط مرکزی در هدایت نور به فضاهای مجاور آن، فاکتور ضریب نور روز یا DF آن فضاهاست. فاکتور نور روز تابع عواملی ازجمله انعکاس مصالح حیاط مرکزی است؛ لذا مهم است جایگاه حوض‌های آب و باغچه‌ها به‌عنوان جزئی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن در هدایت نور برای فضاهای مجاور مورد ارزیابی قرار گیرد. لذا این پژوهش با دیدی کمی و با روش تحقیق تشریحی، با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی، عملکرد هدایت نور حوض‌های آب و باغچه‌ها را در نمونه‌های منتخب از خانه‌های تاریخی کاشان مورد ارزیابی قرار می‌دهد. مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که کف حیاط‌ها از آجر، حوض آب و باغچه‌ها پوشیده شده است. همچنین میزان گستردگی استفاده از هرکدام از این موارد یادشده متفاوت است؛ لذا برای فهم ارتباط این تنوع با هدایت نور، شاخص مقطع پلانی یا SAR به‌عنوان شاخص عملکرد نورگیری حیاط، در هرکدام از نمونه‌ها بررسی گردید سپس نتایج این بخش با مجموع مساحت باغچه و حوض آب نسبت به مساحت کل حیاط مقایسه شد. یافته‌ها نشان می‌دهد در نمونه‌هایی که شاخص مقطع پلانی SAR از مقادیر توصیه‌شده کمتر است، میزان مجموع پوشش حوض آب و باغچه‌ها به مساحت کل حیاط افزایش دارد و برعکس. بنابراین می‌توان چنین دریافت که گستردگی پوشش باغچه‌ها و حوض آب در کف حیاط در راستای افزایش نور در فضاهای مجاور حیاط‌های مرکزی ازطریق انعکاس بیشتر نور است.

کلیدواژه‌ها: حیاط مرکزی، حوض آب، باغچه، روشنایی طبیعی، کاشان، خانهٔ تاریخی.

* استادیار، گروه معماری، واحد بین‌المللی اروند، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران/ Arsalan.azadifar@iau.ac.ir
** دانشیار، گروه معماری، دانشکدگان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران؛ نیز گروه معماری، دانشگاه کاشان، ایران، نویسنده مسئول/ A.omrani@ut.ac.ir
*** استادیار، گروه معماری، واحد بین‌المللی اروند، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران/ Farshid.mesbah@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۱

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

۱. مقدمه

کاشان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقهٔ شمالی در ارتفاع ۳/۹۸۲ متری از سطح دریاهای آزاد قرار گرفته است. این شهر از شمال به کویر مرکزی ایران و شهرستان قم، از جنوب به شهرستان‌های نطنز، برخوار و میمه، از مشرق به دشت کویر و از مغرب به شهرستان محلات محدود می‌شود. این شهرستان به‌دلیل داشتن طیف وسیعی از خانه‌های تاریخی قاجاری، به اذعان بسیاری از پژوهشگران، در نهایتِ تکامل مفهوم خانه و فضای سکونت در بستر معماری تاریخی ایران قرار دارد (معماریان، ۱۳۸۷: ۳۵۱–۳۶۶). در گذشته، نور روز منبع اصلی روشنایی در ساختمان‌ها بوده و استفاده از آن به‌عنوان بخشی از یک راهبرد روشنایی یکپارچه و کنترل‌شده مورد توجه معماران قرار داشته است (Garcta & Omar, 2023). بنابراین نور روز یکی از مؤلفه‌های اصلی در شکل‌گیری اجزا و عناصر معماری بوده و همین عامل باعث شده که به‌عنوان یکی از عوامل بنیادی در معماری شناخته شود (فلامکی، ۱۳۸۴: ۳۰۴–۳۱۲). تعدد حیاط‌های مرکزی در خانه‌های تاریخی کاشان نیز با توجه به اهمیت نور در معماری، یکی از راه‌های تأمین روشنایی طبیعی در این خانه‌ها بوده است؛ به‌گونه‌ای که این خانه‌ها به‌سبب وجود حیاط‌های متعدد به گونه‌های یک‌حیاطه، دوحیاطه، سه‌حیاطه و چندحیاطه دسته‌بندی شده‌اند (فرخ‌یار، ۱۳۹۲). حیاط مرکزی یکی از مهم‌ترین روش‌هایی است که با گسترش عمق پلان‌ها، معماران به آن دست پیدا کرده‌اند (قیابکلو، ۱۳۹۴: ۱۲۱)؛ حیاط‌هایی که به‌عنوان عامل هدایت‌کنندهٔ نور دارای تنوع در هندسه، تناسبات و مصالح مورد استفاده در آن‌ها هستند. حوض‌های آب متنوع و باغچه‌های فراوان مورد استفاده در این خانه‌ها را می‌توان از زمرهٔ این مصالح عنوان کرد.

در طراحی بهینهٔ حیاط مرکزی به‌منظور تأمین نور مناسب برای فضاهای مجاور آن، عوامل متعددی مانند فرم، تناسبات، هندسه و مصالح مورد استفاده در ساختار آن یعنی دیوارها و کف حیاط بسیار مؤثر هستند (Berardi & Wong, 2014: 97). مصالح ازطریق ضریب انعکاس نور از روی سطوح خود می‌توانند در بهره‌گیری از نور برای فضاهای مجاور حیاط مرکزی نقش‌آفرینی کنند (MovehhediNia et al., 2024).

ازسویی، با نگاهی اجمالی می‌توان دریافت که ابعاد و سطح گستردگی آب‌نماها و فضای سبز در حیاط مرکزی خانه‌های تاریخی کاشان یکسان نیست و این درحالی است که حوض‌ها و باغچه‌ها در پژوهش‌های گوناگون موضوعی منحصر به اقلیم معرفی شده و به ارتباط این اجزا و نور پرداخته نشده است؛ بنابراین مهم می‌نماید این تنوع در رابطه با میزان بهره‌گیری از نور طبیعی

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

ازطریق این حیاط‌ها برای فضاهای مجاورشان مورد پژوهش قرار گیرند، زیرا همان‌طور که پیش‌تر عنوان شد، انعکاس مصالح در نورگیری فضاهای مجاور حیاط بسیار مؤثر است.

لذا هدف این پژوهش ارزیابی شناخت ارتباط حوض آب و باغچه‌ها در هشت خانه از خانه‌های تاریخی کاشان است که پوشش‌دهندهٔ تمام گونه‌های حیاط‌دار از این خانه‌ها باشد. بنابراین عملکرد اقلیمی و هدایت نور حیاط مرکزی در این خانه‌ها با استفاده از روابط تناسباتی و تحلیل نظری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا مشخص گردد این حیاط‌ها چه میزان عملکرد اقلیمی و هدایت نور متناسب با استانداردهای تعیین‌شده را داشته‌اند و نتایج به‌دست‌آمده، با گستردگی حوض‌های آب و باغچه‌ها در حیاط خانه‌های انتخاب‌شده چه رابطه‌ای دارند. تا ازطریق آن بتوان رابطهٔ حوض آب و باغچه‌ها به‌عنوان مصالح مورد استفاده در کف حیاط با هدف تأمین و هدایت نور به فضاهای مجاور حیاط مرکزی را شناخت.

۲. پرسش‌های پژوهش

الف) عملکرد هدایت نور حیاط‌های مرکزی در خانه‌های مورد پژوهش به‌منظور تأمین نور مناسب برای فضاهای مجاور آن چگونه بوده است؟

ب) حوض آب و باغچه‌ها به‌عنوان بخشی از ساختار حیاط مرکزی خانه‌های موضوع پژوهش با تأمین نور مناسب برای فضاهای مجاور آن چه رابطه‌ای دارند؟

۳. روش و مراحل پژوهش

این پژوهش با رویکردی کمی و با روش تحقیق تشریحی با مرور منابع کتابخانه‌ای و تحلیل مشاهدات و برداشت‌های میدانی در سه مرحلهٔ ذیل به بررسی موضوع مورد نظر می‌پردازد:

مرحلهٔ نخست با مرور منابع کتابخانه‌ای پارامترهای مؤثر بر نورگیری در بناها، مانند ضریب نور روز DF و عوامل هندسی و تناسباتی مانند شاخص ابعاد مقطع یا SAR که با عملکرد هدایت نور حیاط مرکزی مرتبط است معرفی می‌گردد؛ سپس با توجه به کیفیت‌های اقلیمی حیاط مرکزی درزمینهٔ فراهم آوردن آسایش فیزیکی برای ساکنان کمیت‌های مرتبط با آن مانند PAR و R_1 تشریح می‌شوند.

در مرحلهٔ دوم، با توجه به گستردگی و تعدد خانه‌های تاریخی کاشان سعی گردیده این پژوهش بر هشت خانه از خانه‌های تاریخی کاشان با شرایطی که در ادامه به آن اشاره خواهد شد متمرکز گردد. دلایل انتخاب خانه‌های موضوع پژوهش عبارت‌اند از: ۱. داشتن سلامت فیزیکی؛ ۲.

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

دسترسی به آن‌ها برای برداشت‌های میدانی؛ ۳. حداقل تغییر در آن‌ها با توجه به گذر زمان و مرمت‌های غیراصولی؛ ۴. دارا بودن گونه‌های یک‌حیاطه، دوحیاطه، سه‌حیاطه و چندحیاطه گونه‌های مختلف این خانه‌ها ازنظر تعداد حیاط. بنابراین هشت خانه انتخاب گردید که سالم بوده و امکان دسترسی به آن‌ها برای نگارندگان وجود داشت و براساس اطلاعات میراث‌فرهنگی کمترین تغییرات را در مرمت توسط آن سازمان داشته‌اند. همچنین شامل طیف تمام گونه‌های دارای یک حیاط، دو حیاط، سه حیاط و چند حیاط بودند. در این مرحله سعی شد با برداشت‌های میدانی از خانه‌های انتخاب‌شده پلان‌های موجود آن‌ها که از منابع معتبر دریافت شده‌اند تکمیل شده و سه‌بعدی‌های دقیق نرم‌افزاری از آن‌ها تهیه شود تا بتوان ازطریق آن، درک درستی از تعداد و ابعاد حیاط‌ها صورت پذیرد.

مرحلهٔ سوم، شامل تحلیل خانه‌های انتخاب‌شده براساس اطلاعات مرحلهٔ نخست است؛ لذا در گام نخست میزان عملکرد هندسی و تناسباتی حیاط مرکزی یعنی شاخص SAR در جذب نور و میزان پاسخ‌گویی اقلیمی حیاط مرکزی در قالب بررسی دو شاخص PAR و R_1 در خانه‌های مورد نظر، با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سپس میان مجموع مساحت باغچه‌ها و حوض آب به مساحت کل کف حیاط با داده‌های به‌دست‌آمده از تحلیل‌های نوری و اقلیمی مقایسه‌هایی در قالب ارائهٔ جدول صورت می‌پذیرد تا بتوان میان آن‌ها نسبت‌های منطقی را استخراج نمود.

شایان ذکر است ازآن‌جهت عملکرد اقلیمی حیاط مرکزی در خانه‌های انتخاب‌شده در این پژوهش مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت که بسیاری، وجود حوض آب و باغچه با پوشش سبز را به‌صورت انحصاری مرتبط با عملکرد اقلیمی حیاط می‌دانند؛ لذا نگارندگان با ارزیابی این موضوع سعی دارند عامل نور را نیز به‌عنوان عاملی مهم در وجود این عناصر در حیاط مرکزی بررسی کنند.

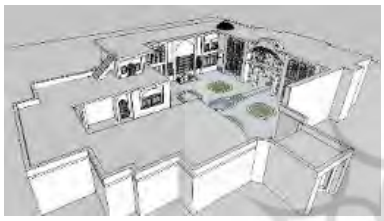
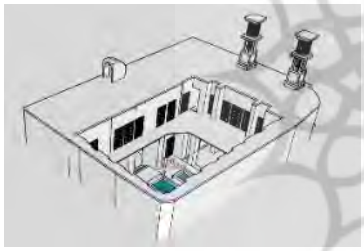
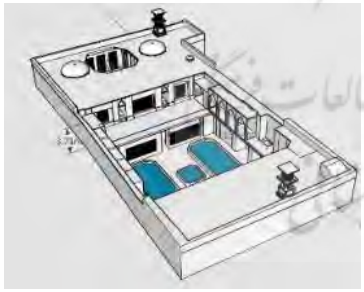
تصویر ۱: برداشت میدانی از خانه‌های منتخب تاریخی کاشان

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

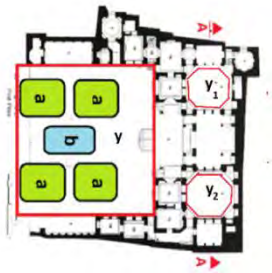
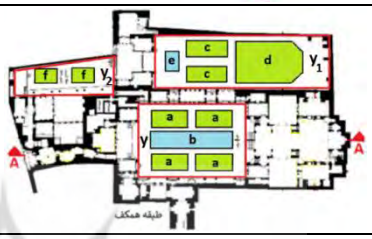
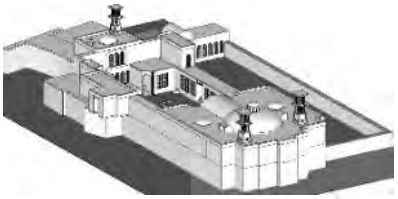
۳-۱. معرفی نمونه‌های انتخابی

جدول ۱ معرف خانه‌های انتخاب‌شده از خانه‌های تاریخی کاشان است که موضوع این پژوهش هستند. شایان ذکر است که پلان‌ها براساس اطلاعات دریافتی از میراث‌فرهنگی کاشان و منابع مکتوب مانند کتاب *گنج‌نامه* و کتاب *صد خانه صد پلان* و براساس برداشت‌های میدانی، بازبینی و ترسیم مجدد شده‌اند و سه‌بعدی‌ها نیز برای درک دقیق حیاط‌ها و تناسبات آن‌ها توسط نگارندگان تهیه شده است.

جدول ۱: معرفی نمونه‌های انتخابی از خانه‌های تاریخی کاشان و گونهٔ آن‌ها

نام بنا	پلان موقعیت حیاط و فضاهای سبز و آب‌نما	حجم کلی بنا
خانهٔ سجادی گونهٔ یک‌حیاطه		
خانهٔ گلی‌زاده گونهٔ یک‌حیاطه		
خانهٔ باکوچی گونهٔ دوحیاطه		
خانهٔ آل یاسین گونهٔ دوحیاطه		

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

نام بنا	پلان موقعیت حیاط و فضاهای سبز و آب‌نما	حجم کلی بنا
علاقه‌بند گونهٔ سه‌حیاطه		
بروجردی‌ها گونهٔ سه‌حیاطه		
طباطبایی‌ها گونهٔ چندحیاطه		
عباسیان گونهٔ چندحیاطه		

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

۴. پیشینهٔ پژوهش و مبانی نظری

هرچند تاکنون پژوهشی درخصوص ارتباط حضور باغچه‌ها و حوض‌های آب و نقش آن‌ها در هدایت نور به فضاهای مجاور حیاط مرکزی صورت نپذیرفته، پژوهش‌هایی با ارزیابی عملکرد حیاط‌های مرکزی و قواعد مرتبط با آن در تأمین نور فضاهای مجاور و تحلیل حضور روشنایی طبیعی در خانه‌های تاریخی کاشان مسبوق به سابقه است.

الف) پیشینه از دیدگاه قواعد مرتبط با عملکرد مناسب حیاط مرکزی در هدایت نور

قیابکلو (۱۳۹۴) برخی اصول و قواعد مرتبط با نورگیری ساختمان‌ها ازجمله مفاهیمی چون ضریب نور روز، اصول طراحی بازشوها و حیاط‌ها را معرفی و همچنین برخی روش‌های بهره‌گیری از نور طبیعی را بیان نموده است. بیکر[۱] و همکاران (۱۹۹۳) سعی در ایجاد قوانینی ساده برای محاسبهٔ نور روز دریافتی از حیاط‌هایی مرکزی با فرم‌های رایج مربع و مستطیل داشته‌اند؛ دستاورد آن‌ها نموداری است که با نام نمودار Baker شناخته می‌شود و هدف از آن تخمین DF به‌دست‌آمده برای فضاهای مجاور حیاط‌های مستطیل و مربع‌شکل با تناسبات گوناگون است. این نمودار امروز راهنمای بسیاری از طراحان معمار است. براردی و وانگ[۲] (۲۰۱۴) با نگاهی تحلیلی و به کمک شبیه‌سازی نرم‌افزاری به تأثیر تغییرات مساحت حیاط و تأثیر ارتفاع حیاط در فرم‌های مربع و مستطیل و دایره به‌عنوان فرم‌های پایه در طراحی حیاط مرکزی می‌پردازند و بهینه‌ترین حالت ممکن از حیاط‌های مرکزی برای نورگیری فضاهای مجاور را معرفی می‌کنند. آیزلوود[۳] (۱۹۹۵) به بررسی نور روز در فضاهای مجاور کف حیاط مرکزی پرداخته و ضریب نور روز در فضاهای مجاور کف حیاط مرکزی را نسبت به تغییرات در مصالح آن بررسی کرده است؛ به‌گونه‌ای که نتیجه می‌گیرد که مصالح کف فضا با ضریب انعکاس بالا نسبت به مصالح دیوارهای حیاط مرکزی تأثیر بیشتری در روشن نمودن فضاهای نزدیک به کف حیاط مرکزی دارد. شارپلس و لش[۴] (۲۰۰۷) با معرفی یک شاخص مهم در نورگیری حیاط مرکزی مانند شاخص مقطع نوری SAR سعی در بررسی تغییرات نور ورودی و نور رسیده به کف حیاط مرکزی داشته‌اند. آن‌ها همچنین شاخص پلانی نور یا PAR را نیز به‌عنوان شاخص آسایش اقلیمی معرفی کرده‌اند؛ اما در این میان، SAR شاخصی مهم در راستای نورگیری فضاهای نزدیک به کف حیاط مرکزی است.

ب) پیشینه از دیدگاه بررسی نور طبیعی در خانه‌های تاریخی کاشان

طاهباز و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از برداشت‌های میدانی و تحلیل‌های نظری، حضور نور در خانهٔ عامری‌های کاشان را تحلیل نموده‌اند. این پژوهش نشان می‌دهد نور در فضاهای این خانه

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

متناسب با استاندارد فعالیت‌های عمومی بوده است. آزادی‌فر و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعهٔ نورگیرهای سقفی در خانهٔ بروجردی‌ها با استفاده از تحلیل‌های نظری راندمان نورگیرهای سقفی را محاسبه نموده‌اند. این مطالعه نشان می‌دهد نورگیرهای این بنا در استفاده از نور طبیعی برای فضاهای داخلی مناسب بوده‌اند. همچنین آزادی‌فر و همکاران (۱۴۰۰) با تحلیل حیاط‌های مرکزی در هشت نمونه از خانه‌های تاریخی کاشان با اصول و قواعد CIBE نشان می‌دهد که این خانه‌ها از منظر طراحی تناسبات، هندسه و ابعاد حیاط چه عملکردی داشته‌اند و طبق نمودار بیکر هر حیاط چه DF را برای فضاهای مجاور آن می‌تواند فراهم کند.

۴-۱. حیاط مرکزی عاملی شناخته‌شده در هدایت نور به فضاهای داخلی

برای تأمین نور در بنا نیاز است که ضریب روشنایی مناسبی برای بنا تأمین شود؛ ازاین‌رو، اجزای ساختمان که مرتبط با تأمین نور هستند، به دو عامل کلی قابل تقسیم‌اند: ۱. عوامل هدایت‌کنندهٔ نور؛ ۲. عوامل نورگذر؛ که هر دو در تأمین نور مناسب برای ساختمان مؤثرند (CIBSE, 1999). ازطرفی، برای اینکه این دو عامل عملکرد مناسبی داشته باشند، نیاز است دارای اصول، قواعد و ضوابط مشخصی باشند. بارزترین وجه مؤلفه‌های هدایت نور، که نور را از فضای بیرونی به درون ساختمان هدایت می‌کنند، حیاط‌ها هستند. حیاط، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر معماری بومی، تنوع زیادی به خود گرفته است (Piriyaei et al., 2022) که پرکاربردترین نوع آن در معماری تاریخی کاشان حیاط‌هایی با خصوصیت چهار طرف بسته یا حیاط مرکزی است. عوامل نورگذر، عناصری هستند که نور را از یک محیط نوری به محیط نوری مجاور انتقال می‌دهند، مانند پنجره‌ها و پنجره‌های سقفی (طاهباز و دیگران، ۱۳۹۴: ۷۲-۷۳). مصالح مورد استفاده در حیاط‌های مرکزی هم اهمیت ویژه‌ای دارند؛ چنان‌که کف این حیاط‌ها دارای تنوع بسیار زیادی از انواع اجزا و عناصر معماری است؛ اجزایی همچون باغچه‌ها و حوض‌های آب که درصدهای متفاوتی از مساحت حیاط را به خود اختصاص داده‌اند (نیازی مطلق و اکبری، ۱۳۹۸: ۹۵-۹۸).

نمودار ۱: مؤلفه‌های تأمین نور در معماری

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

۴-۲. حضور نور روز در فضای معماری و مفهوم ضریب نور روز

نور روز ترکیبی از نور خورشید، نور آسمان و نور بازتاب‌شده از زمین و اجسام اطراف است. نور آسمان، نوری است که براثر برخورد پرتوهای خورشید به مولکول‌ها و ذرات معلق در هوا پخش می‌شود (CIBSE, 1999). یکی از معتبرترین راه‌های سنجش نور روز در فضا، مفاهیم ضریب نور روز و متوسط ضریب نور روز است (احدی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۳). ضریب نور روز بیان‌کنندهٔ این مسئله است که یک پنجره، بدون در نظر گرفتن جهت تابش، چه میزان پتانسیل روشن نمودن فضای داخلی را دارد و چه درصدی از نور روز وارد نقطهٔ معینی از اتاق می‌شود (مهدوی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵: ۸۲). این نور مجموعه‌ای از نورهای تابیده‌شده و بازتابیده‌شده است (رابطهٔ ۱) (قیابکلو، ۱۳۹۴: ۵۳).

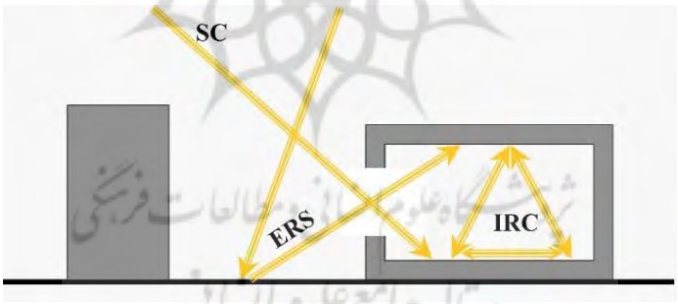
$$\mathbf{DF = SC + ERC + IRC} \qquad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

DF[۵]= ضریب نور روز (برحسب درصد)

SC[۶] = جزء آسمان (بخشی از آسمان که از نقطهٔ مورد نظر در داخل قابل رؤیت است.)

ERC[۷] = جزء بازتاب‌شدهٔ خارجی

IRC[۸] = جزء بازتاب‌شدهٔ داخلی (نوری که ازطریق پنجره وارد می‌شود و با انعکاس از سطوح داخلی به نقطهٔ مورد نظر می‌رسد.)



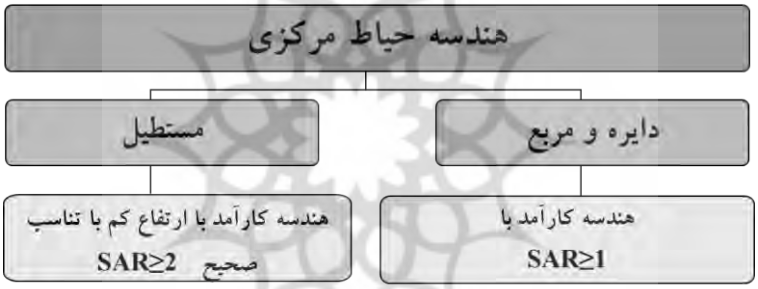
شکل ۱: عوامل مشخص‌کنندهٔ نور روز در یک فضای بسته (قیابکلو، ۱۳۹۴: ۵۴)

۴-۳. شاخص ابعاد مقطع (SAR) در حیاط مرکزی و ارتباط آن با نورگیری

به‌طور کلی، هنگامی‌که شکل و هندسهٔ حیاط مرکزی توسط معمار تعیین می‌گردد، میزان نور درون حیاط و فضاهای مجاورش به خصوصیات تناسباتی آن ارتباط دارد (Samant, 2011)؛ به‌گونه‌ای که ضریب نور روز در فضاهای مجاور حیاط ازطریق رابطه با سطح نور در حیاط مرکزی بیان می‌شود (Kim & Boyer, 1986). براساس پژوهش‌های صورت‌گرفته، حیاط‌های مرکزی با هندسه‌های

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

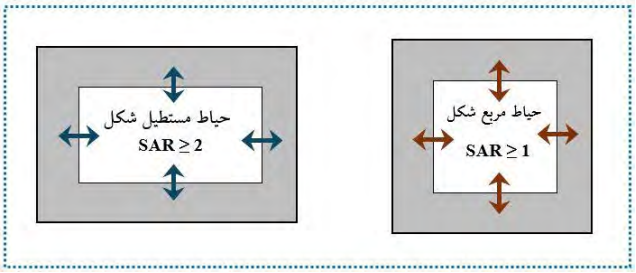
مربع، مستطیل و دایره بـا تناسـبات گونـاگون، عملکـردی متفـاوت در نـورگیری بـرای فضـاهای مجاورشان دارند (Aizlewood, 1995). این تفاوت به تناسبات خاص این فرم‌ها مرتبط است. یکی از خصوصیات تناسباتی مرتبط با نورگیری حیاط مرکزی در تأمین نور فضاهای مجـاور، شـاخص ابعاد مقطع آن حیاط یا SAR[۹] است (Berardi & Wang, 2014). حال اگر ابعاد مطلق یـک حیـاط مرکزی چهارضلعی با طول (L)، عرض (W) و ارتفاع (H) نمایش داده شود، شاخص ابعاد مقطعی یا SAR از نسبت عرض به ارتفـاع حیـاط مرکـزی قابـل‌تعریـف اسـت. بـه عبـارتی SAR=W/H (Sharples & Lash, 2007). آنچه این پژوهش‌ها نشان می‌دهند، این است که گرچه اشکال دایره‌ای و مربع کارآمدترند (با شرط SAR≥1)، ملاحظات گوناگون طراح را ملزم به اسـتفاده از طـرح‌هـای مستطیل‌شکل می‌نماید؛ لذا برای حیاط‌های مرکزی مستطیل‌شکل برای تأمین نور مورد نیاز فضاهای مجاور حیاط مرکزی باید SAR≥2 باشد (Oretskin, 1982).



نمودار ۲: عملکرد نورگیری حیاط مرکزی با هندسهٔ مربع، دایره و مستطیل

ازسویی، پژوهش‌های صورت‌گرفته تاکنون چنین بیان می‌دارند که بـا افـزایش میـزان SAR یـا همان نسبت ابعاد مقطعی، میزان ضریب نور روز در کف حیاط افزایش می‌یابـد؛ هرچنـد کـه ایـن افزایش خطی و یکنواخت نیست به‌گونه‌ای که با کـاهش میـزان SAR از ۲ بـه‌سـمت ۱ نـورگیری حیاط مرکزی کاهش می‌یابد و این نورگیری در SAR=1 در حالت قابل قبولی قرار مـی‌گیـرد و بـا کاهش از ۱ به‌سمت اعداد اعشاری اندکی نسبت به حالتی که SAR=1 کاهش نشان می‌دهد. پس با افزایش میزان SAR نورگیری در حیاط به‌ویژه در کف و فضاهای پایین بهتر بـوده و سـایه‌انـدازی دیوار مقابل بر روی بازشوها در سوی دیگر دیوار کمتر می‌شود (Ghasemi et al., 2015).

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144



شکل ۲: شاخص SAR توصیه‌شده برای حیاط‌های مرکزی مربع و مستطیل برای هدایت نور مناسب به فضاهای مجاور

۴-۴. مصالح در حیاط مرکزی و تأثیر بر ضریب نور روز فضاهای مجاور آن

چنان‌که پیش‌تر اشاره شد، از عوامل تعیین‌کنندهٔ ضریب نور روز که نسبت مستقیم با خصوصیات مصالح مورد استفاده در حیاط مرکزی دارد، IRC یا جزء بازتاب‌شدهٔ خارجی است (زارع و حیدری، ۱۳۹۳: ۵۴). در یک حیاط مرکزی با ابعاد مشخص، مقدار نوری که به پایین‌ترین طبقه می‌رسد، با خصوصیات و ضریب انعکاس نور سطوح مصالح مورد استفاده در حیاط مرکزی رابطهٔ مستقیم دارد. نوری که به انتهای حیاط وارد می‌گردد و در ادامه امکان نفوذ به فضاهای مجاورش را پیدا می‌کند، حاصل انعکاس نور از سطح مصالح مورد استفاده در دیوارهای پیرامونی و کف حیاط است که عامل روشنایی در اتاق‌های پایینی و میانی حیاط مرکزی می‌شود (قیابکلو، ۱۳۹۴: ۱۲۱-۱۲۲). اما از این میان بهتر است که مصالح انتخاب‌شده برای کف حیاط مرکزی متناسب با ضریب انعکاس مورد نیاز در راستای تأمین نور فضاهای مجاور حیاط باشد. هرچه کف حیاط دارای ضریب انعکاس بالاتری باشد، فضاهای مجاور آن روشنایی بیشتری دریافت می‌کنند (CIBSE, 1999).

۴-۵. شناخت ضریب انعکاس عناصر و مصالح به‌کاررفته در حیاط مرکزی

انعکاس مصالح همان‌طور که پیش‌تر عنوان شد، یکی از مؤثرترین عوامل تأثیرگذار بر DF یا فاکتور نور روز است. از میان جداره‌ها مصالح کف از اهمیت بیشتری برخوردارند. لذا برای افزایش DF در فضاهای مجاور حیاط مرکزی از مصالح با ضریب انعکاس بالاتر در کف حیاط استفاده می‌گردد (Alizwood,1995). عموماً مصالح استفاده‌شده در کف بناهای تاریخی آجر کف، حوض آب و باغچه‌ها و فضاهای سبز هستند (نیازی مطلق جونقانی و اکبری، ۱۳۹۸: ۹۵). هرکدام از عناصر یادشده دارای ضریب انعکاس خاص خود هستند که با توجه به تأثیر بیشتر انعکاس نور از کف حیاط مرکزی بر DF اهمیت آن‌ها را بر نورگیری فضاهای اطراف حیاط مرکزی قابل درک است.

۱. حوض آب: یکی از عناصر موجود در کف حیاط‌ها در ابنیهٔ تاریخی حوض آب است. حوض‌ها عموماً در خانه‌های تاریخی در مرکز حیاط و در راستای دو محور عمود بر هم قابل

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

شناسایی هستند (فرشچی و مجیدی، ۱۴۰۰: ۹۹). حوض آب از دو طریق بر DF فضاهای مجاور حیاط مرکزی مؤثر است: ۱. مصالح استفاده‌شده در بدنهٔ حوض‌ها که با توجه به نحوهٔ آب‌بندی آن‌ها عموماً کاشی با رنگ آبی آسمانی روشن یا ساروج سفید است؛ که ضریب انعکاس کاشی به رنگ آبی روشن با سطح صاف و نزدیک به صیقلی بین ۳۵ تا ۴۵ درصد و ساروج سفید با ضریب انعکاس ۳۰ تا ۴۰ درصد می‌توانند بر DF فضاهای مجاور حیاط مرکزی مؤثر باشند (معاونت نظارت راهبردی نشریه ۶۵۴، ۱۳۹۲: ۲۴)؛ ۲. آب موجود در حوض که ضریب انعکاس آن با توجه به زاویهٔ تابش نور متفاوت است که در شهرستان کاشان با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه زاویهٔ تابش از ۳۳.۵ درجه در دی‌ماه تا ۸۰ درجه در تیرماه در نوسان است (رازجویان، ۱۳۸۸).

تصویر ۱: حوض آب در خانهٔ بروجردی‌ها با پوشش کاشی آبی روشن (حاجی‌قاسمی، ۱۳۷۵)

تصویر ۲: حوض آب در خانه عباسیان با پوشش ساروج سفید

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

جدول ۲: ضریب انعکاس نور در زاویه‌های مختلف تابش آن به سطح آب (هالیدی و همکاران، ۱۳۹۹)

زاویهٔ تابش	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۸۹	۹۰
ضریب انعکاس (برحسب درصد)	۲	۲	۲/۱	۲/۲	۲/۵	۳/۴	۶	۱۳/۵	۳۴/۵	۹۰	۱۰۰
بخش انرژی عبورکرده (برحسب درصد)	۹۸	۹۸	۹۷/۹	۹۷/۸	۹۷/۵	۹۶/۶	۹۴	۸۶/۵	۶۵/۵	۱۰	۰

۲. باغچه‌ها: برای باغچه نیز با پوشش معمول چمن و گل و درختان سبز با توجه به رنگ سبز آن‌ها ضریب انعکاس نور از حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد است (معاونت نظارت راهبردی نشریه ۶۵۴، ۱۳۹۲: ۲۴). به عبارتی می‌توان چنین بیان داشت که انعکاس نور طبیعی از سطح باغچه‌ها با توجه به رنگ سبز گیاهان موجود در آن ارزیابی شده است.

۳. آجر کف‌پوش: عمدهٔ کف فضای حیاط با آجر پوشیده شده است. رنگ این آجرها زرد کدر بوده و سطحی زبر و غیرصیقلی دارد. ضریب نور این آجرها حدوداً بین ۱۰ تا ۱۵ درصد است (همان).

جدول ۳: متوسط ضریب انعکاس مصالح کف حیاط مرکزی به‌صورت تقریبی (معاونت نظارت راهبردی نشریه ۶۵۴، ۱۳۹۲: ۲۴)

ردیف	مصالح	درصد ضریب انعکاس
۱	آجر با رنگ زرد کدر با سطح غیرصیقلی	۱۰ تا ۱۵
۲	کاشی با رنگ آبی روشن (آسمانی) و لعاب صیقلی	۳۵ تا ۴۵
۳	چمن و عناصر سبز	۲۵ تا ۴۰
۴	ساروج سفید(مشابه گچ سفید)	۳۰ تا ۴۰
۵	آب حوض	با توجه به ضریب کاشی و ساروج حوض

به عبارتی می‌توان چنین بیان داشت که در هر صورت، انعکاس نور طبیعی از سطح باغچه‌ها و حوض آب بیش از انعکاس نور از سطح آجری است که کف حیاط در خانه‌های تاریخی کاشان با آن پوشیده شده است.

۴-۶. تناسبات حیاط مرکزی در اقلیم‌های چهارگانه برای دریافت نور روز بهینه و آسایش فیزیکی در فضاهای مجاور آن

در شکل‌گیری تناسبات حیاط مرکزی برای تأمین نور مناسب، توجه بـه شـرایط خـاص اقلیمـی و تأمین آسایش فیزیکی انسان در آن مناطق هم باید مد نظر قرار گیرد؛ به‌گونه‌ای که برای تأمین هر دو

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

این موارد یعنی تأمین نور مناسب و آسایش اقلیمی، مجموعه‌ای از نسبت‌ها برای دستیابی به عملکرد کارآمد در تابستان و زمستان در هر اقلیم توصیه شده است (Cartwright, 1986). جدول ۳ و روابط (۲) و (۳) ابعاد و تناسبات مناسب حیاط مرکزی را به‌منظور عملکرد مناسب آسایش فیزیکی، در اقلیم‌های گوناگون بیان کرده است؛ با این هدف که میزان جنبهٔ اقلیمی بودن استفاده از فضای سبز و حوض آب در حیاط‌های مرکزی ارزیابی گردد و بتوان تصور صحیح‌تری از کاربرد این اجزا در حیاط مرکزی داشت. به بیان دیگر مشخص گردد قرارگیری آن‌ها در راستای آسایش اقلیمی بوده است یا جبران کمبود نور طبیعی در فضاهای اطراف حیاط مرکزی.

$R_1 = {}^{P}/_{H}$ $4 \leq R1 \leq 8$ (رابطهٔ ۲)

$R_2 = \frac{W}{L}$ $0.3 \leq R1 \leq 1$ (رابطهٔ ۳) یا PAR [۱۰]

جدول ۴: تناسبات حیاط در اقلیم‌های چهارگانه برای دریافت نور بهینه و آسایش فیزیکی مناسب (Muhaisen, 2006)

موقعیت	تناسبات محیط به ارتفاع	تناسبات کشیدگی عرض به طول
آب‌وهوای گرم و مرطوب	$3 \leq R1 \leq 7$	$0.2 \leq R2 \leq 1$
آب‌وهوای گرم و خشک	$4 \leq R1 \leq 8$	$0.3 \leq R2 < 1$
آب‌وهوای معتدل	$7 \leq R1 \leq 10$	$0.5 \leq R2 \leq 1$
آب‌وهوای سرد	$7 \leq R1 \leq 10$	$0.5 \leq R2 \leq 1$

۵. تحلیل خانه‌های منتخب

تاکنون سعی شد چارچوب نظری مرتبط با عملکرد نوری حیاط مرکزی و عوامل مؤثر بر این عملکرد در ارتباط با حضور فضاهای سبز و آب تشریح گردد. این چارچوب می‌تواند معیاری در جهت سنجش عملکرد نوری حیاط مرکزی خانه‌های موضوع پژوهش و چگونگی حضور عناصر سبز و حوض‌های آب در آن‌ها باشد. در ادامه، این خانه‌ها تحلیل خواهند شد و یافته‌ها ذیل جدول مرتبط با هر بخش ارائه می‌گردد.

۵-۱. تحلیل شاخص نور SAR و شاخص‌های اقلیمی PAR و R_1

در بررسی خانه‌های موضوع پژوهش دو نوع شکل هندسی در حیاط‌ها قابل شناسایی است: ۱. مربع با گوشه‌های پخ‌دار در خانهٔ باکوچی، علاقه‌بند و طباطبایی‌ها؛ ۲. مستطیل که در تمام نمونه‌ها قابل مشاهده است. همچنین، چنان‌که پیش‌تر بیان شد، برخی متغیرها و نسبت‌ها در میزان عملکرد

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

نوری و اقلیمی حیاط مرکزی مؤثرند؛ ازجمله SAR که مرتبط با نورگیری حیاط مرکزی بوده، و PAR، R_1 که با عملکرد اقلیمی حیاط مرتبط است. لذا برای مشخص کردن عملکرد حیاط در دو بخش هدایت نور و پاسخ‌گویی اقلیمی در خانه‌های موضوع پژوهش ابتدا ابعاد دقیق حیاط‌ها به‌صورت طول (L)، عرض (W) و ارتفاع (H) ازطریق مشاهدات میدانی برداشت شده است؛ سپس با قرار دادن ابعاد برداشت‌شده در هریک از روابط ارائه‌شده برای دو شاخص SAR و PAR، R_1 عملکرد هدایت نور و اقلیمی آن‌ها محاسبه می‌گردد که در جدول ۵ نتایج ذکر شده است.

جدول ۵: نتایج عددی حاصل از تحلیل شاخص نوری SAR و شاخص‌های اقلیمی PAR، R_1

نام بنا	(SAR) W/H	(PAR) W/L	(R_1) P/H	ارتفاع حیاط (H)	عرض حیاط (W)	طول حیات (L)
خانهٔ سجادی	۱/۵	۰/۷۲	۶	۸/۵	۱۲/۶۵	۱۷/۵
خانهٔ گلی‌زاده	۰/۸	۰/۷	۴	۹	۷/۱۸	۱۰/۲۶
آل یاسین (y)	۱/۲۹	۱	۵	۵/۴	۷	۷
آل یاسین (Y_1)	۳/۳۷	۰/۶۱	۱۷	۵/۴	۱۸/۲	۲۹/۶
باکوچی (y)	۲	۱	۸	۳/۷۱	۷/۶۶	۷/۶۶
باکوچی (Y_1)	۱/۶	۰/۸۳	۸	۸/۲	۱۳/۶۴	۲۱/۶
علاقه‌بند (Y_1)	۱/۵	۰/۵	۷	۴	۷/۷۶	۷/۷۶
بروجردی (y)	۱/۶۶	۰/۳	۱۴	۹	۱۵	۴۹/۵
بروجردی (Y_1)	۲/۲	۰/۶۶	۱۱	۹	۲۰	۳۰
بروجردی (Y_2)	۱/۱	۰/۴	۸	۹	۱۰	۲۸
طباطبایی‌ها y	۳/۵۴	۰/۷۶	۱۶	۷/۳	۲۵/۹	۳۴
طباطبایی‌ها (Y_1)	۱/۸	۰/۵۳	۱۰	۷/۳	۱۳/۲	۲۵
طباطبایی‌ها (Y_2)	۱/۷۱	۱	۶	۷/۳	۱۲/۵	۱۲/۵
طباطبایی‌ها (Y_3)	۱/۷	۰/۷۱	۸	۷/۳	۱۲/۴۶	۱۷/۴۴
طباطبایی‌ها (Y_4)	۰/۸۱	۱	۳	۹/۲	۷/۵	۷/۵
عباسیان y	۱/۱۷	۰/۶۶	۵	۹	۱۰/۶	۱۴/۲
عباسیان (Y_1)	۱/۲۷	۰/۷۴	۶	۹	۱۱/۴۳	۱۷/۳۷
عباسیان (Y_2)	۱/۹۱	۱	۷	۴/۸	۹/۲	۹/۲
عباسیان (Y_3)	۱/۲۵	۱	۵	۴/۸	۶	۶

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

با نگاهی به جدول ۵، می‌توان دریافت که در حیاط مربع در خانهٔ طباطبایی‌ها SAR کمتر از ۱ بوده که عملکرد مناسبی از جهت نورگیری ندارد. همچنین برخی حیاط‌های مستطیل در خانهٔ گلی‌زاده، با کوچی، بروجردی‌ها، طباطبایی‌ها، عباسیان SAR کمتر از ۲ بوده که نور مناسبی را برای فضاهای مجاور حیاط مرکزی تأمین نمی‌کنند. ازطرفی، میزان مناسب مقادیر R_2 یا PAR، R_1 برای حیاط مرکزی در شهر کاشان که عملکرد اقلیمی مناسب داشته باشد $8 \leq R_1 \leq 4$ و PAR یا $1 > R_2 \leq 0.3$ که با مشاهدهٔ خانه‌های تحلیل‌شده طبق جدول ۵، تمام حیاط‌های مرکزی از این نسبت تبعیت کرده‌اند به‌جز حیاط Y_1 خانهٔ آل یاسین، حیاط y و Y_1 خانهٔ باکوچی، حیاط y و Y_1 خانهٔ بروجردی‌ها و حیاط y و Y_1 خانهٔ طباطبایی‌ها که نسبت R_1 مطابق استاندارد بوده ولی نسبت R_2 آن‌ها یا PAR آن‌ها از نسبت توصیه‌شده تبعیت نمی‌کند.

۵-۲. بررسی نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل کف حیاط مرکزی

یکی از راه‌های دریافت نور روز در فضاهای اطراف حیاط مرکزی، استفاده از مصالح با ضریب انعکاس بالا برای هدایت نور روز به فضاهای جانبی حیاط مرکزی است. کف حیاط‌های مرکزی در خانه‌های موضوع پژوهش عموماً از آجر پوشیده شده است که ضریب انعکاس ۱۰ تا ۱۵ درصدی دارد. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، عوامل گوناگونی در دریافت نور روز توسط حیاط مرکزی مؤثرند؛ ازجمله هندسه، تناسبات ازطریق شاخص SAR و مصالح کف حیاط درصورتی‌که هرکدام از این عوامل متناسب با نیاز نوری فضاهای اطراف حیاط نباشند، می‌توان با تقویت نقش دیگر عوامل، نور مناسب فضاهای اطراف حیاط را تأمین نمود. یکی از این راه‌ها استفاده از مصالح با ضریب انعکاس زیاد است که در خانه‌های موضوع پژوهش استفاده از باغچه با چمن، گل و درخت‌های درون آن و حوض آب نشان‌دهندهٔ این مورد است. لذا با توجه به گستردگی و تنوع استفاده از باغچه و حوض آب در این خانه‌ها، سعی بر این گردید ابعاد حیاط‌ها، باغچه‌ها و حوض‌های آب به‌صورت دقیق برداشت شوند. همچنین تلاش شده است اطلاعات به‌دست‌آمده از برداشت‌های صورت‌گرفته در قالب مساحت حیاط‌ها، مساحت باغچه‌ها و مساحت حوض‌های آب در قالب جدول ۶ ارائه گردد. در ادامه در این جدول سعی شده مجموع مساحت‌های باغچه و حوض آب به‌دلیل ضریب انعکاس نور بیشتر نسبت به آجر کارشده در کف حیاط به مساحت کل کف حیاط به‌صورت درصد عددی دقیق ارائه شود.

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

جدول ۶: مقایسهٔ مجموع مساحت فضاهای سبز و حوض آب به مساحت کف هر حیاط در خانه‌های منتخب تاریخی کاشان

نام بنا	مساحت حیاط	مساحت حوض	مساحت باغچه	مجموع مساحت حوض و باغچه نسبت به مساحت کل حیاط
خانهٔ سجادی	۲۲۱/۳۷	۲۵	۴×۲۵	۵۶ درصد
خانهٔ گلی‌زاده	۱۱۵	۱۰	۲×۶	۲۰ درصد
آل یاسین (y)	۴۹	۴	–	۸/۲ درصد
آل یاسین (Y_1)	۵۳۲	۲۰	۴×۱۸	۱۷/۲درصد
باکوچی (y)	۵۸/۶۶	۴	–	۶/۸ درصد
باکوچی (Y_1)	۲۲۳	۱۰	۲×۴۰	۴۰/۳ درصد
علاقه‌بند (Y_1)	۶۰/۲	–	–	–
بروجردی (y)	۶۰۰	۹۳/۵	۴×۴۰	۳۰ درصد
بروجردی (Y_1)	۷۴۲/۵	۱۳/۵	۱۸۹+(۲×۳۷)	۳۷ درصد
بروجردی (Y_2)	۲۸۰	–	۲×۳۰	۲۰ درصد
طباطبایی‌ها y	۸۲۴	۶۰/۲۵	۶×۱۳/۸۰	۱۷/۵ درصد
طباطبایی‌ها (Y_1)	۳۳۰	۱۹/۱۰	۴×۱۱/۸	۲۰ درصد
طباطبایی‌ها (Y_2)	۱۴۴	۱۱	۲×۹	۲۰ درصد
طباطبایی‌ها (Y_3)	۲۴۱/۳	۱۱/۶۵	۲×۹/۲	۱۸/۵ درصد
طباطبایی‌ها (Y_4)	۵۶/۲۵	–	–	–
عباسیان y	۱۰۵/۵۲	۲۲/۶۳	۲×۱۲/۶۰	۴۵ درصد
عباسیان (Y_1)	۱۹۷/۴۰	۲۴/۲	۲×۲۸/۶	۴۲ درصد
عباسیان (Y_2)	۸۴/۶۴	۸	–	۱۰ درصد
عباسیان (Y_3)	۳۶	۴	–	۱۰ درصد

همان‌گونه که در جدول ۶ قابل‌مشاهده است، مساحت باغچه‌ها و حوض‌های آب در هرکدام از خانه‌ها متفاوت است و مجموع مساحت حوض و باغچه به مساحت کل حیاط نیز متنوع است؛ به‌گونه‌ای که در برخی از آن‌ها این نسبت، گاهی زیاد و گاهی کم است. حال در ادامه سعی می‌گردد با مقایسهٔ اطلاعات جداول ۵ و ۶ ارتباط آن‌ها را با عملکرد نورگیری حیاط مرکزی ارزیابی گردد.

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

۶. یافته‌های پژوهش

برای درک بهتر یافته‌های پژوهش نیاز است که اطلاعات دو جدول ۵ و ۶ با یکدیگر مقایسه شوند. همان‌گونه که در جدول ۵ نمایش داده شد، شاخص SAR برای مشخص شدن عملکرد هدایت نور حیاط مرکزی برای فضاهای مجاور آن و دو شاخص PAR، R_1 در رابطه با عملکرد اقلیمی برای هر خانه مورد ارزیابی قرار گرفت؛ که با توجه نتایج به‌دست‌آمده، میزان شاخص SAR برای هر نمونه از خانه‌ها، از میزان استاندارد توصیه‌شده یعنی SAR≥1 برای حیاط‌های مربع‌شکل و SAR≥2 برای حیاط‌های مستطیل‌شکل در برخی از نمونه‌های منتخب بیشتر و برای برخی کمتر بوده است. همچنین شاخص‌های عملکرد اقلیمی برای اکثر خانه‌ها مطابق با میزان استاندارد توصیه شده است به‌جز در ۵ حیاط از ۳ نمونه خانهٔ تحلیل‌شده. ازسویی دیگر، همان‌گونه که در جدول ۶ قابل ملاحظه است، نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل حیاط‌ها در آن‌ها با تنوع همراه است به‌گونه‌ای که این نسبت از حداقل ۶/۸ درصد تا ۵۶ درصد قابل مشاهده است. حال در ادامه و در جدول ۷ مقایسه‌ای میان داده‌های به‌دست‌آمده از تحلیل جدول‌های ۵ و ۶ که شامل شاخص SAR به‌عنوان عامل مشخص‌کنندهٔ عملکرد حیاط مرکزی در هدایت نور به‌سمت فضاهای مجاور آن و دو شاخص اقلیمی PAR، R_1 با نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل کف حیاط‌های مرکزی در خانه‌های تحلیل‌شده ارائه گردیده است. بنابراین در هر ردیف از جدول ۷ می‌توان با مقایسهٔ هر خانه، تغییرات شاخص SAR و PAR، R_1 با تغییرات نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل حیاط را ملاحظه کرد.

جدول ۷: مقایسهٔ نسبت‌های به‌دست‌آمده از تحلیل عملکرد هندسی و تناسباتی حیاط مرکزی در نورگیری آن با نسبت مجموع مساحت فضاهای سبز و حوض آب به مساحت کل کف حیاط

نام بنا	عملکرد هندسی و تناسباتی حیاط مرکزی در هدایت نور	عملکرد اقلیمی		نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل حیاط
	SAR اندازه‌گیری‌شده	(PAR) W/L	(R_1) P/H	
خانهٔ سجادی	۱/۵	۰/۷۲	۶	۵۶ درصد
خانهٔ گلی‌زاده	۰/۸	۰/۷	۴	۲۰ درصد
آل یاسین (y)	۱/۲۹	۱	۵	۸/۲ درصد
آل یاسین (Y_1)	۳/۳۷	۰/۶۱	۱۷	۱۷/۲ درصد

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

نام بنا	عملکرد هندسی و تناسباتی حیاط مرکزی در هدایت نور	عملکرد اقلیمی		نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل حیاط
	SAR اندازه‌گیری‌شده	(PAR) W/L	(R_1) P/H	
باکوچی (y)	۲	۱	۸	۶/۸ درصد
باکوچی (Y_1)	۱/۶	۰/۸۳	۸	۴۰/۳ درصد
علاقه‌بند (Y_1)	۱/۵	۰/۵	۷	فاقد باغچه و حوض آب
بروجردی (y)	۱/۶۶	۰/۳	۱۴	۳۰ درصد
بروجردی (Y_1)	۲/۲	۰/۶۶	۱۱	۳۷ درصد
بروجردی (Y_2)	۱/۱	۰/۴	۸	۲۰ درصد
طباطبایی‌ها y	۳/۵۴	۰/۷۶	۱۶	۱۷/۵ درصد
طباطبایی‌ها (Y_1)	۱/۸	۰/۵۲	۱۰	۲۰ درصد
طباطبایی‌ها (Y_2)	۱/۷۱	۱	۶	۲۰ درصد
طباطبایی‌ها (Y_3)	۱/۷	۰/۷۱	۸	۱۸/۵ درصد
طباطبایی‌ها (Y_4)	۰/۸۱	۱	۳	فاقد فضای سبز و حوض آب
عباسیان y	۱/۱۷	۰/۶۶	۵	۴۵ درصد
عباسیان (Y_1)	۱/۲۸	۰/۷۴	۶	۴۲ درصد
عباسیان (Y_2)	۱/۹۱	۱	۷	۱۰ درصد
عباسیان (Y_3)	۱/۲۵	۱	۵	۱۰ درصد

با توجه به جدول ۷، دو شاخص اقلیمی PAR و R_1 برای هر خانهٔ منتخب تاریخی محاسبه شد. در اکثر موارد حیاط‌ها از نسبت اقلیمی توصیه‌شده یعنی $0.3 \leq PAR \leq 1$ و $0.4 \leq R_1 \leq 8$ تبعیت می‌کنند به‌جز در حیاط y_1 خانهٔ آل یاسین، حیاط y و y_1 خانهٔ بروجردی‌ها و طباطبایی‌ها که نسبت R_1 در آن‌ها مطابق نسبت توصیه‌شده بوده ولی شاخص PAR در آن‌ها از نسبت توصیه‌شده تبعیت نمی‌کند. این مسئله نشان‌دهندهٔ این است که عملکرد اقلیمی این حیاط‌ها اندکی نامناسب است. با مقایسهٔ تغییراتِ مجموع نسبت مساحت حوض آب و باغچه‌ها به مساحت کل حیاط با شاخص اقلیمی PAR می‌توان مشاهده کرد حیاط‌هایی که PAR آن‌ها از میزان توصیه‌شده کمتر است، نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل حیاط از ۱۷/۵ درصد تا ۳۷ درصد متغیر است، درحالی‌که این تغییرات برای حیاط‌هایی که ازنظر اقلیمی عملکرد مناسبی دارند،

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

از حدود ۷ درصد تا ۵۶ درصد متغیر است؛ لذا ارتباط منطقی و خاصی میان عملکرد اقلیمی حیاط‌ها، باغچه و حوض آب در نمونه‌های انتخابی نمی‌توان یافت.

همچنین با توجه به جدول فوق و بررسی شاخص SAR در آن‌ها مشخص است که برخی نمونه‌ها از عملکرد مناسبی برای نورگیری فضاهای مجاور حیاط مرکزی برخوردارند به‌جز خانهٔ گلی‌زاده، حیاط y_1 خانهٔ باکوچی، حیاط y و y_2 خانهٔ بروجردی‌ها، حیاط y_1 و y_2 و y_3 خانهٔ طباطبایی‌ها و حیاط y و y_1 خانهٔ عباسیان، که میزان SAR تا حدودی کمتر از مقادیر استاندارد توصیه‌شده هستند. کف حیاط‌ها عمدتاً از آجر با ضریب انعکاس نور بین ۱۰ تا ۱۵ درصد، حوض آب با ضریب انعکاس نوری حدودی بیش از ۳۵ تا ۴۵ درصد و باغچه با اجزای سبز آن با ضریب انعکاس نوری بین ۲۵ تا ۴۰ درصد پوشیده شده است. اما آنچه مشخص است نسبت مجموع مساحت باغچه و حوض آب در هر خانه، به مساحت کل حیاط متغیر است. با توجه به جدول ۷ می‌توان دریافت که حیاط‌هایی که عملکرد هدایت نور مناسبی دارند در مقایسه با حیاط‌هایی که عملکرد هدایت نور مناسبی ندارند، مجموع مساحت حوض آب و باغچه به مساحت کل حیاط متفاوت است. به این صورت که حیاط‌های با عملکرد هدایت نور مناسب نسبت مجموع مساحت حوض و باغچه به مساحت کل حیاط از ۲۰ درصد کمتر است و حیاط‌های با عملکرد نامناسب هدایت نور این نسبت از ۲۰ درصد بیشتر است و در برخی خانه‌ها این نسبت تا ۵۶ درصد می‌رسد. لذا می‌توان چنین بیان داشت در خانه‌های تحلیل‌شده که شاخص SAR حیاط آن‌ها از میزان استاندارد تعیین‌شده تبعیت کرده باشد، کف حیاط از آجر با ضریب انعکاس نور کم (بین ۱۰ تا ۱۵ درصد) پوشیده شده و مجموع مساحت باغچه و حوض آب به مساحت کل حیاط کمتر از ۲۰ درصد است و در نمونه‌هایی که شاخص SAR حیاط آن‌ها پایین‌تر از میزان استاندارد تعیین شده است، نسبت مجموع مساحت باغچهٔ سبز و حوض آب (با ضریب انعکاس میانگین بیش از ۴۰ درصد) به مساحت کل کف حیاط از ۲۰ درصد بیشتر است و در واقع سطح این حیاط‌ها با مصالح با انعکاس نوری بیشتری پوشیده شده‌اند.

۷. نتیجه‌گیری

اهمیت استفاده از نور و روشنایی طبیعی به‌گونه‌ای بوده که معماری تاریخی ایران به‌ویژه معماری خانه‌های تاریخی کاشان را تحت‌تأثیر قرار داده است. یکی از این تأثیرات، استفاده از روش‌های متنوع در تأمین و هدایت نور به فضاهای داخلی بوده است. حیاط مرکزی به‌عنوان الگوی رایج معماری این خانه‌ها یکی از این دستاوردهاست. حیاط‌های مرکزی برای اینکه عملکرد مناسبی در

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

هدایت نور به فضاهای مجاور خود داشته باشند، دارای اصول و قواعدی ویژه هستند؛ قواعدی که هندسه و تناسبات و مصالح مورد استفاده در آن‌ها به‌ویژه مصالح مورد استفاده در کف حیاط را شامل می‌شود.

عمده مصالح مورد استفاده در کف حیاط مرکزی در خانه‌های تاریخی کاشان عبارت‌اند از: حوض‌های آب که به‌سبب وجود آب و کاشی‌های آبی روشن و یا ساروج سفید با سطح صاف و یکنواخت ضریب انعکاس نسبی ۴۰ درصد، باغچه‌های پوشیده از درخت و گل‌ها با ضریب انعکاس حدودی ۳۰ تا ۴۰ درصد و آجرهای مناسب کف با ضریب انعکاس ۱۰ تا ۱۵ درصد؛ اما میزان استفاده و تنوع بهره‌گیری از این عناصر در بناهای گوناگون متفاوت است. لذا در این پژوهش سعی گردید این مقوله در ۸ مورد از خانه‌های تاریخی شهر کاشان ازطریق تحلیل‌های نظری ارزیابی گردد. شایان ذکر است در اکثر پژوهش‌های صورت‌گرفته بر کیفیت اقلیمی این اجزا و عناصر تأکید شده است. بنابراین پژوهش بر ۳ مرحله متمرکز گردید. نخست با تحلیل دو شاخص اقلیمی PAR و R_1 میزان پاسخ‌گویی اقلیمی حیاط‌های مرکزی ارزیابی شد؛ در بخش دوم برای ارزیابی عملکرد هدایت نور حیاط‌های مرکزی خانه‌های انتخاب‌شده شاخص هندسی و تناسباتی یعنی شاخص مقطعی نور یا SAR بررسی گردید و در گام سوم با توجه به تنوع حوض‌های آب و باغچه‌ها در نمونه‌های منتخب نسبت مجموع مساحت باغچه‌ها و حوض آب به مساحت کل حیاط محاسبه شد.

عملکرد حیاط مرکزی در اکثر خانه‌های تحلیل‌شده مناسب اقلیم منطقه بوده و در مواردی که این عملکرد مناسب نبوده است، ارتباطی میان تغییرات مجموع مساحت حوض آب و باغچه با شاخص‌های PAR و R_1 به‌عنوان عامل‌های سنجش عملکرد اقلیمی در نمونه‌های موردی تحلیل‌شده یافت نشد.

اما با محاسبهٔ نسبت شاخص مقطعی نور یا SAR برای هریک از این خانه‌ها و مقایسهٔ نتایج به‌دست‌آمده با SAR توصیه‌شده یعنی SAR≥1 برای حیاط‌های مربع‌شکل و SAR≥2 برای حیاط‌های مستطیل‌شکل مشخص گردید برخی آن‌ها از این نسبت تبعیت کرده‌اند؛ پس می‌توان چنین بیان داشت که عملکرد هدایت نور مناسبی دارند و برخی دیگر از نمونه‌ها از این نسبت‌ها تبعیت نکرده‌اند. اما تغییرات مجموع مساحت حوض آب و باغچه در این نمونه‌ها جالب توجه است؛ به‌گونه‌ای که در اکثر نمونه‌هایی که SAR از مقادیر توصیه‌شده و استاندارد بیشتر است، میزان نسبت مجموع مساحت حوض آب و باغچه به مساحت کل حیاط، بین ۶/۸ درصد تا ۱۷/۵ درصد

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

است و درمجموع می‌توان گفت که کمتر از ۲۰ درصد مساحت کف حیاط‌ها به فضای سبز و حوض آب اختصاص داده شده است؛ درحالی‌که این نسبت برای حیاط‌هایی که شاخص SAR محاسبه‌شده کمتر از استاندارد توصیه‌شده است، بیش از ۲۰ درصد و تا ۵۶ درصد متغیر است. اما آنچه درنهایت می‌توان دریافت این است که در نمونه‌های انتخابی خانه‌های تاریخی کاشان، عملکرد نامناسب هندسه و تناسبات حیاط مرکزی در هدایت نور به فضاهای مجاور آن با استفاده از مصالح با ضریب انعکاس نور بیشتر در کف حیاط مرکزی یعنی حوض آب و فضای سبز جبران شده است. لذا نیاز است نتایج این پژوهش در مرمت و احیا این خانه‌ها و دیگر خانه‌های تاریخی کاشان که در دوران معاصر با گسترش صنعت گردشگری مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند، با دقت بیشتر و نگاهی خاص به اجزا و عناصر موجود در آن‌ها مانند حوض‌ها و فضاهای سبز و سایر اجزای این بناها همراه باشد؛ زیرا این خانه‌ها میراثی ارزشمند از فرهنگ خانه‌سازی در تاریخ معماری ایران بوده و با آن‌ها می‌توان اهمیت و جایگاه استفاده از روش‌های ساده اما مهم در دریافت روشنایی طبیعی در گذشتهٔ این سرزمین را درک نمود تا الگویی مناسب برای خانه‌سازی دوران معاصر باشند.

پی‌نوشت‌ها

1. Baker
2. Berardi & Wang
3. Aizlewood
4. Sharples & Lash
5. Daylight Factor = DF
6. Sky Components = SC
7. Externally Reflected Components = ERC
8. Internally Reflected Components = IRC
9. Section Aspect Ratio = W/H
10. Plan Aspect Ratio = W/H

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آزادی‌فر، ارسلان، عمرانی‌پور، علی، مسعودی‌نژاد، مصطفی، و وفامهر، محسن. (۱۴۰۰). بازخوانی هندسه و تناسبات حیاط مرکزی در دستیابی به نور مناسب روز در خانه‌های تاریخی کاشان. *معماری پایدار*، ۹ (۱)، ۷۷-۹۷. doi:10.22061/jsaud.2021.6468.1671

آزادی‌فر، ارسلان، عمرانی‌پور، علی، مسعودی‌نژاد، مصطفی، و وفامهر، محسن. (۱۳۹۹). بازشناسی عملکرد نورگیرهای سقفی بر معماری خانه‌های تاریخی کاشان (مطالعهٔ موردی: خانهٔ

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

بروجـــردی‌هـــا). *مطالعـــات محیطـــی هفـــت‌حصـــار*، ۹ (۳۳)، ۱۰۹-۱۲۴. doi: 10.29252/hafthesar.9.33.109

احدی، امین‌اله، مسعودی‌نژاد، مصطفی، و پیریایی، آرمین. (۱۳۹۵). طراحی صحیح پنجره بـه‌منظـور دستیابی به میزان نور روز مناسب در خانه‌های آپارتمانی شهر تهران. *هویت شـهر*، شـمارهٔ ۲۵، ۴۱-۵۰.

حاجی‌قاسمی، کامبیز. (۱۳۷۵). *گنج‌نامهٔ دفتر یک خانه‌های کاشان*. تهران: انتشارات دانشـگاه شـهید بهشتی.

رازجویان، محمود. (۱۳۸۸). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

زارع، فائزه و حیدری، شاهین. (۱۳۹۳). طراحی معماری با بهره‌گیری از روشنایی طبیعی رویکردی در طراحی کتابخانه برای شهر تهران. *هویت شهر*، ۹ (۲۴)، ۵۵-۶۴.

طاهباز، منصوره، جلیلیان، شهربانو، موسوی، فاطمه، و کاظم‌زاده، مرضیه. (۱۳۹۴). نور در خانه‌های سنتی ایران. *معماری و شهرسازی آرمانشهر*، شمارهٔ ۱۵، ۷۱-۸۱.

فرخ‌یار، حسین. (۱۳۹۲). *صد خانه صد پلان (ویژگی‌های معمـاری خانـه‌هـای قـدیمی در بافـت تاریخی(اقلیم گرم و خشک)*. کاشان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشان.

فرشچی، حمیدرضاو مجیدی، مرتضی. (۱۴۰۰). بررسی نظام معماری و تناسـبات هندسـی حیـاط مرکزی و جداره‌های آن در خانه‌های تاریخی کاشان (مورد مطالعه: ده خانهٔ تاریخی دورهٔ قاجار کاشـــان). *فرهنـــگ معمـــاری و شهرســـازی اســـلامی*، شـــمارهٔ ۲، ۹۴-۱۱۳. doi:10.52547/ciauj.6.2.95

فلامکی، محمدمنصور. (۱۳۸۴). *ریشه‌ها و گرایش‌های نظری معماری*. تهران: انتشارات فضا.

قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۴). *مبانی فیزیک ساختمان*. تهران: جهاد دانشگاهی.

معاونت نظارت راهبردی. (۱۳۹۲). مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشـنایی (نشـریه شماره ۶۵۴). تهران: امور نظام فنی.

معماریان، غلامحسین. (۱۳۸۷). سیری در مبانی نظری معماری. تهران: انتشارات سروش و دانش.

مهدوی‌نژاد، محمدجواد، طاهباز، منصوره، و دولت‌آبادی، مهناز. (۱۳۹۵). بهسازی تناسبات و نحـوهٔ استفاده از رف نور در معماری کلاس‌های آموزشی. نشریهٔ *هنرهای زیبا*، ۲۱ (۲)، ۸۱-۹۲.

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

نیازی مطلق جونقانی، نازنین و اکبری، حسن. (۱۳۹۸). بازشناسی ویژگی‌های کالبدی و عناصر طبیعی حیاط‌های مرکزی در خانه‌های تاریخی شهر اصفهان. دوفصلنامهٔ علمی *معماری اقلیم گرم و خشک*، شمارهٔ ۹، ۸۳–۱۰۰.

هالیدی، دیوید، رزنیک، رابرت، و واکر، جرل. (۱۳۹۹). مبانی فیزیک: شاره‌ها، موج‌ها، مبانی نور و فیزیک جدید. ترجمهٔ محمدابراهیم ابوکاظمی. تهران: انتشارات اشراقی.

Aizlewood, M. (1995). The daylighting of atria. *A critical review*, *101*(2), 841-857.

Baker, A. F., Fanchiotti, A., & Steemers, K. (1993). *Daylighting in architecture a european reference* book. London: James and James.

Berardi, U. & Wang, T. (2014). Daylitghing in an atrium-type high performance house. *Building and Environment*, Vol. 76, 92-104. doi:org/10.1016/j.buildenv.2014.02.008.

Cartwright, V. (1986). Sizing atria for daylighting. *Second International Daylighting Conference.* CA: Long Beach.

CIBSE. (1999). *Daylighting and window design, dorcheste.* London: Friary press.

Garcta, F. & Omar, O. (2023). *Sustainable performance in public*. Solar Energy.

Ghasemi, M., Kandar, M., & Noroozi, M. (2015). Investigating the effect of well geometry on the daylight performance in the adjoining spaces of vertical top-lit atrium building. *I Indoor ndoor and and Built uilt Environmen*, Vol. 25, 934-948. doi:10.1177/1420326X15589121.

Kim, K. & Boyer, L. (1986). Development of daylight prediction methods for atrium design. *Proceedings from the International Daylighting Conference 2*, Long Beach, C.A.

Movehhedi Nia, M., Nikpour, M., & Jahanshahi Javaran, E. (2024). Evaluation of Quality of Daylight in a Contemporary Residential Building with a Central Courtyard in Kerman, Iran. *Iranica Journal of Energy and Environment*, *15*(3), 294-302. doi:org/10.5829/ijee.2024.15.03.08.

Muhaisen, a. (2006). shsding simulation of the courtyard from in different climatic regions. *Building and environment*, Vol. 41, 1731-1741. doi:10.1016/j.buildenv.2005.07.016.

Oretskin, B. (1982). Studying the efifciency of lightwells by means of models under an artiifcial sky *Proceedings of the Seventh ASES Passive Conference.* Knoxville, TX.

Piriyaei, M., Mofidi Shemirani, S., & Sabernejad, J. (2022). Morphological Analysis of the Central Courtyard of Indigenous Residential Buildings in Hot-Arid Regions Case Study: Yazd City. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, Vol. 15, 29-39. doi:10.22034/AAUD.2021.265165.238.

Samant, S. (2011). A critical review of articles published on atrium geometry and surface reflectances on daylighting in an atrium and its adjoining spaces. *Architectural Science Review*, Vol. 53,145-156. doi:org/10.3763/asre.2009.0033.

Sharples, S., & Lash, D. (2007). Daylight in atrium buildings: a critical review. *Architectural Science Review*, *50*(4), 301-312. doi:10.3763/asre.2007.5037.

References

Aizlewood, M. (1995). The daylighting of atria. *A critical Review*, *101*(2), 841-857.

Azadifar, A., Omrani-Pour, A., Masoudinejad, M., & Vafamehr, M. (2021). Revisiting the geometry and proportions of central courtyards in achieving

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

appropriate daylight in historic houses of Kashan. *Sustainable Architecture*, *9*(1), 77–97. https://doi.org/10.22061/jsaud.2021.6468.1671. [In Persian]

Azadifar, A., Omrani-Pour, A., Masoudinejad, M., & Vafamehr, M. (2020). Recognizing the performance of roof skylights on the architecture of historic houses in Kashan (Case study: Boroujerdi House). *Haft-Hesar Environmental Studies*, *9*(33), 109–124. https://doi.org/10.29252/hafthesar.9.33.109. [In Persian]

Ahadi, A.-A., Masoudinejad, M., & Piriaei, A. (2016). Proper window design for achieving appropriate daylight levels in apartment houses of Tehran. *City Identity*, *25*, 41–50. [In Persian]

Baker, A. F., Fanchiotti, A., & Steemers, K. (1993). *Daylighting in architecture a european reference book*. London: James and James.

Berardi, U. & Wang, T. (2014). Daylitghing in an atrium-type high performance house. *Building and Environment*, *76*, 92-104. doi:org/10.1016/j.buildenv.2014.02.008.

Cartwright, V. (1986). Sizing atria for daylighting. *Second International Daylighting Conference*. CA: Long Beach.

CIBSE. (1999). *Daylighting and window design, dorcheste*. London: Friary press.

Farshchi, H., & Majidi, M. (2021). Study of architectural system and geometric proportions of central courtyards and their facades in historic houses of Kashan (Case study: Ten Qajar-era historic houses). *Culture of Islamic Architecture and Urbanism*, *6*(2), 94–113. https://doi.org/10.52547/ciauj.6.2.95. [In Persian]

Falamaki, M.-M. (2005). *Roots and theoretical trends in architecture*. Tehran: Faza Publications. [In Persian]

Farkhiyar, H. (2013). *One hundred houses, one hundred plans: Architectural characteristics of old houses in historic contexts (Hot and dry climate).* Kashan: Islamic Azad University, Kashan Branch. [In Persian]

Garcta, F. & Omar, O. (2023). *Sustainable performance in public*. Solar Energy .

Ghasemi, M., Kandar, M., & Noroozi, M. (2015). Investigating the effect of well geometry on the daylight performance in the adjoining spaces of vertical top-lit atrium building. *Indoor and Built Environmen*, *25*, 934-948. doi:10.1177/1420326X15589121.

Ghiabaklou, Z. (2015). *Fundamentals of building physics*. Tehran: Jihad Daneshgahi. [In Persian]

Strategic Supervision Department. (2013). *Fundamentals and regulations of lighting design and engineering* (Publication No. 654). Tehran: Technical Affairs Office. [In Persian]

Haji-Ghasemi, K. (1996). *Ganjnameh: A notebook of Kashan houses*. Tehran: Shahid Beheshti University Press. [In Persian]

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2020). *Fundamentals of physics: Fluids, waves, optics, and modern physics (M. E. Aboukazemi, Trans.)*. Tehran: Eshraghi Publications. [In Persian]

Kim, K. & Boyer, L. (1986). Development of daylight prediction methods for atrium design. *Proceedings from the International Daylighting Conference 2*, Long Beach, C.A.

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

Mahdavi-Nejad, M.-J., Tahbaz, M., & Dolat-Abadi, M. (2016). Optimizing proportions and the use of light shelves in classroom architecture. *Journal of Fine Arts*, *21*(2), 81–92. [In Persian]

Memarian, G. (2008). *A journey through the theoretical fundamentals of architecture*. Tehran: Soroush and Danesh Publications. [In Persian]

Movehhedi Nia, M., Nikpour, M., & Jahanshahi Javaran, E. (2024). Evaluation of Quality of Daylight in a Contemporary Residential Building with a Central Courtyard in Kerman, Iran. *Iranica Journal of Energy and Environment, 15*(3), 294-302. doi:org/10.5829/ijee.2024.15.03.08.

Muhaisen, a. (2006). shsding simulation of the courtyard from in different climatic regions. *Building and environment, 41*, 1731-1741. doi:10.1016/j.buildenv.2005.07.016 .

Niazi-Motlagh Joonqani, N., & Akbari, H. (2019). Recognizing physical characteristics and natural elements of central courtyards in historic houses of Isfahan. *Biannual Journal of Architecture in Hot and Dry Climates*, *9*, 83–100. [In Persian]

Oretskin, B. (1982). Studying the efifciency of lightwells by means of models under an artiifcial sky *Proceedings of the Seventh ASES Passive Conference*. Knoxville, TX.

Piriyaei, M., Mofidi Shemirani, S., & Sabernejad, J. (2022). Morphological Analysis of the Central Courtyard of Indigenous Residential Buildings in Hot-Arid Regions Case Study: Yazd City. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, *15*, 29-39. doi:10.22034/AAUD.2021.265165.238.

Razjouyan, M. (2009). *Comfort under climate-responsive architecture*. Tehran: Shahid Beheshti University Press. [In Persian]

Samant, S. (2011). A critical review of articles published on atrium geometry and surface reflectances on daylighting in an atrium and its adjoining spaces. *Architectural Science Review*, *53*,145-156. doi:org/10.3763/asre.2009.0033.

Sharples, S., & Lash, D. (2007). Daylight in atrium buildings: a critical review. *Architectural Science Review*, *50*(4), 301-312. doi:10.3763/asre.2007.5037

Tahbaz, M., Jalilian, S., Mousavi, F., & Kazemzadeh, M. (2015). Daylight in traditional Iranian houses. *Arman-Shahr Architecture and Urban Planning*, *15*, 71–81. [In Persian]

Zare', F., & Heidari, S. (2014). Architectural design utilizing natural light: An approach to library design in Tehran. *City Identity*, *9*(24), 55–64. [In Persian]

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

The Role of Gardens and Water Pools in Central Courtyards and their Impacts on Daylighting in Selected Historical Houses Qajar Era in Kashan

Arsalan Azadifar
Assistant Professor, Department of Architecture, Arv.C., Islamic Azad University, Abadan, Iran. Email: Arsalan.azadifar@iau.ac.ir
Ali Omranipour
Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Fine Arts, University of Tehran, Iran. Associate Professor, Department of Architecture, University of Kashan, Iran (Corresponding Author); Email: A.omrani@ut.ac.ir
Farshid Mesbah
Assistant Professor, Department of Architecture, Arv.C., Islamic Azad University, Abadan, Iran. Email: Farshid.mesbah@iau.ac.ir

Received: 19/11/2024
Accepted: 01/03/2025

Extended Abstract
Introduction
Kashan, a city situated at an elevation of 982.3 meters, is renowned for its historical Qajar-era houses, which embody the evolved concept of "home" in Iranian architecture. In the past, daylight served as the primary source of illumination and constituted a fundamental element in the architectural design of these residences. The central courtyards—ranging from single to multiple in number—played a crucial role in providing natural lighting for these houses. Acting as conduits for daylight, these courtyards exhibited considerable diversity in geometry, proportions, and materials, including features such as water pools and garden plots. Multiple factors, including form, proportion, geometry, and the materials used for courtyard walls and flooring, influenced the optimization of daylight penetration, notably the light reflectance properties of these materials. This research investigates the relationship between water pools and garden plots as well as the utilization of natural light in eight historical houses of Kashan. The study evaluates the climatic performance of central courtyards as well as their daylight-channeling capacity through theoretical analysis and proportional relations. It aims to determine the correlation between the size of pools and gardens with the degree of light distribution and climatic performance, thereby identifying the role of these elements in supplying and directing daylight into the spaces adjacent to the central courtyard.

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

Methodology

This research adopted a quantitative approach along with a descriptive research method, combining the review of library sources with the analysis of field observations and measurements. This study was conducted in three stages:

Stage 1. Literature Review: at this stage, the key parameters influencing daylight performance were identified; these parameters included the daylight factor (DF) and the section aspect ratio (SAR), both of which were associated with the ability of central courtyards to channel natural light. In addition, physical comfort parameters such as PAR and R_1, which indicated the climatic qualities of central courtyards, were introduced.

Stage 2 . Case Selection and Field Survey: eight historical houses in Kashan were selected based on criteria such as structural integrity, accessibility for field documentation, minimal alterations (caused by the passage of time or inappropriate restorations), and the representation of courtyard typologies (single-, double-, triple-, and multi-courtyard houses). At this stage, existing architectural plans were verified and completed through field surveys, and precise, digital three-dimensional models were produced to ensure an accurate understanding of the number of courtyards, their dimensions, and spatial characteristics.

Stage 3. Data Analysis: the geometric and proportional performance of central courtyards was evaluated, using the SAR index to assess daylight reception. However, the climatic performance was examined through the PAR and R_1 indices, taking into account the specific climatic conditions of the region. Subsequently, the combined surface area of garden plots and water pools was compared with the total courtyard floor area. These values were, then, analyzed alongside daylighting and climatic performance data to establish logical proportional relations.

It is worth noting that by assessing the climatic performance of the central courtyard, this study not only highlights the role of water pools and garden plots in environmental regulation but also emphasizes the importance of daylight as a determining factor in the inclusion as well as functional significance of these elements in the courtyard design.

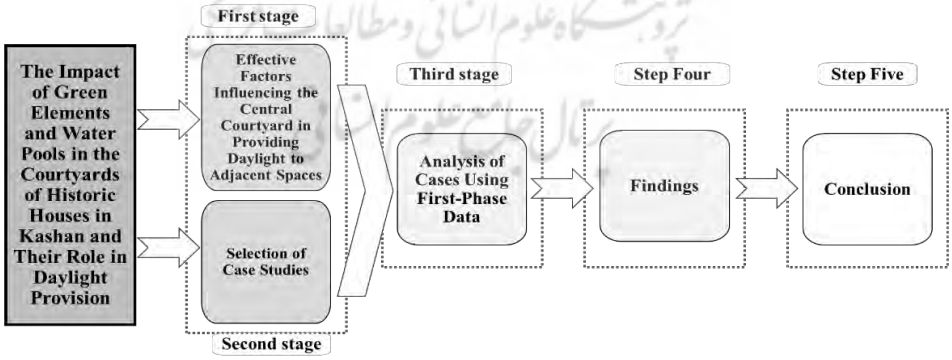


Chart 1: Research stages

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

Findings

The collected data were compared and analyzed to enhance the understanding of the research outcomes. The section aspect ratio (SAR), which indicated the daylight-channeling performance of the central courtyard for adjacent spaces, was calculated alongside the climatic indices PAR and R_1, which evaluated the environmental performance of each house. The results showed that SAR values in some houses exceeded the recommended standards (SAR $\geq$ 1 for square-shaped courtyards and SAR $\geq$ 2 for rectangular courtyards). In contrast, in others, they fell below these thresholds. Similarly, the climatic performance indices in most cases conformed to the recommended ranges ($0.3 \leq$ PAR ≤ 1 and $0.4 \leq R_1 \leq 8$). Exceptions were observed in courtyard y_1 of the Āl-e Yāsīn House, and courtyards y and y_1 of the Borujerdi and Tabātabāei Houses, where the R_1 ratio was within the acceptable range, but the PAR index did not meet the recommended standards. In addition, the ratio of the combined surface area of garden plots and water pools to the total courtyard area varied considerably across the selected houses, ranging from a minimum of 8.6% to a maximum of 56%. When comparing these ratios with the PAR index, it was found that courtyards with substandard PAR values had garden-and-pool ratios between 17.5% and 37%. In contrast, the ratio ranged from 7% to 56% in courtyards with adequate climatic performance. This suggests that, within the studied samples, no consistent or direct correlation exists between the climatic performance of courtyards and the extent of garden and pool coverage. According to the SAR analysis, most houses provided sufficient daylight access to spaces adjacent to the central courtyard, except in a few cases where the SAR was below the recommended level. The courtyard floors were primarily covered with brick (10–15% reflectance), water pools (35–45% reflectance), and garden plots (25–40% reflectance). A key finding was that the ratio of garden and pool area to the total courtyard surface demonstrating an inverse relationship with daylight-channeling performance: courtyards with adequate daylight-channeling (standard SAR); the combined ratio of garden and pool areas was less than 20%. In courtyards with inadequate daylight-channeling (low SAR), the ratio exceeded 20%; in some cases, it reached 56%. In conclusion, houses with standard SAR values typically incorporated larger brick-paved surfaces with lower reflectance and allocated less area to gardens and pools. Conversely, houses with lower SAR values exhibited greater coverage by reflective surfaces such as garden plots and water pools.

Conclusion

The findings of this study reveal that in the examined historic houses of Kashan, the inadequate geometric configuration and proportions of central courtyards in channeling daylight to adjacent spaces were compensated through the use of courtyard flooring materials with higher light reflectance, particularly water pools and garden plots. Accordingly, the results of this research should be carefully considered in the restoration and revitalization of these residences, as well as other historical houses of Kashan, which, in the recent decades, have gained increasing attention due to the expansion of tourism industry. Such efforts require particular attention to the existing architectural components and elements—such as pools, green spaces, and other structural features—whose functional and cultural

10.22052/KASHAN.2025.257183.1144

significance extend beyond their aesthetic value. These houses represent a valuable legacy of domestic architecture in Iran, offering insight into the traditional application of simple yet effective strategies for harnessing natural daylight. Recognizing and preserving these approaches can provide meaningful lessons and serve as a model for contemporary housing design.

Keywords: central courtyard, garden plot, historical houses, Kashan, natural daylighting, water pool.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی