مطالعات محیطی هفت حصار شماره پنجاه و دوم/ سال چهاردهم/ تابستان ۱۴۰۴
صفحات ۲۴-۵

مدل پیش‌بینی نیاز روشنایی در ساختمان‌های بلندمرتبه بر مبنای عوامل کالبدی آتریوم از طریق شبیه‌سازی عملکرد روشنایی (مطالعه موردی: شهر رشت)*

بابک پاداشت**، فرزانه اسدی ملک جهان***، سیده مامک صلواتیان****

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۳/۳۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۶/۱۳

مقاله پژوهشی- تحلیل نظری

چکیده

آتریوم‌ها اثر قابل توجهی بر نیاز روشنایی و کاهش بار مصرف انرژی دارد؛ اما متاسفانه اطلاعات کافی در مورد تأثیر پارامترهای مختلف طراحی بر عملکرد روشنایی آتریوم وجود ندارد. به همین دلیل این پژوهش، به بررسی تأثیر عوامل کالبدی آتریوم بر نیاز روشنایی ساختمان‌های بلندمرتبه در شهر رشت از طریق شبیه‌سازی عملکرد روشنایی می‌پردازد. هدف نهایی این پژوهش، رسیدن به یک مدل پیش‌بینی نیاز روشنایی بر مبنای عوامل کالبدی آتریوم برای ساختمان‌های بلندمرتبه شهر رشت می‌باشد. برای این منظور، در یک ساختمان مرجع با مشخصات ثابت، طول، عرض، محیط، مساحت و جهت‌گیری آتریوم به عنوان متغیر مستقل مورد توجه قرار گرفته است. با تغییرات در متغیرهای مستقل، نتایج شبیه‌سازی نیاز روشنایی بر مبنای برنامه زمان‌بندی حاصل از شاخص نور مفید روز مورد ارزیابی قرار گرفته است. شبیه‌سازی روشنایی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر انجام شده است. نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی علاوه بر بررسی در قالب آمار توصیفی، مورد آزمون‌های همبستگی و رگرسیون قرار گرفته است. بر اساس یافته ها، در بین متغیرهای معماری مورد بررسی این پژوهش، به ترتیب عرض، مساحت و محیط آتریوم، دارای بیشترین تأثیر بر نیاز روشنایی هستند و زاویه جهت‌گیری آتریوم، تأثیر چندانی بر عملکرد روشنایی ساختمان نداشته است. آتریوم‌های شبیه‌سازی شده، از ۴ درصد تا ۱۷ درصد نیاز روشنایی را کاهش داده‌اند. بر اساس یافته‌ها، می‌توان نتیجه گیری کرد که قرار دادن کشیدگی آتریوم در حدود راستای شرقی- غربی و متمایل کردن شکل پلان آتریوم به مربع، باعث بهبود کارایی روشنایی آتریوم در شهر رشت می‌شود. همچنین، در انتهای این پژوهش، مدل‌های پیش‌بینی نیاز روشنایی، ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی

نیاز روشنایی، شبیه سازی عملکرد روشنایی، طراحی آتریوم، ساختمان بلند.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان « تبیین عوامل کالبدی مؤثر در بهبود تهویه طبیعی آتریوم در ساختمان‌های تجاری اقلیم معتدل و مرطوب» به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت است.

** دانشجوی دکتری تخصصی،گروه معماری، واحد رشت،دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران dr_mabna@yahoo.com
*** استادیار،گروه معماری، واحد رشت،دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران(نویسنده مسئول) farzaneh_872@yahoo.com
**** استادیار،گروه معماری، واحد رشت،دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران m.salavatian@iau.ac.ir

ISSN: 2322-5602 ©: IAUH

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

مقدمه

بر اساس آمار ارائه شده توسط سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۸، تا سال ۲۰۵۰، ۶۸ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد که ۱۴ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۴ است. مشکلات مرتبط با گسترش شهری شامل گرمای بیش از حد شهری (Santamouris et al., 2017; Wang et al., 2018)، تهویه ضعیف (He et al., 2020; Wang et al., 2021)، مصرف انرژی بالا (Franco et al., 2021; Chen et al., 2021) و آلودگی شدید هوا (Wang et al., 2017) است. فضاهای داخلی به مقدار زیادی نور مصنوعی نیاز دارند که سهم فزاینده ای از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است (Montoya et al., 2017; Zhao et al., 2012). در این شرایط، سکونتگاه‌های انسانی در حال حاضر با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه هستند (Crippa et al., 2021; Mele, 2019). شاید به همین دلیل است که در سال‌های اخیر، مفهوم کاربری متراکم زمین و ساختمان‌های بلندمرتبه به سرعت توسعه یافته است (Dong et al., 2021) و در ساختمان‌های متراکم بلندمرتبه، یکی از موضوعات اصلی، مبحث روشنایی می‌باشد. به طور کلی، حدود ۲۰ درصد از انرژی مصرفی یک ساختمان از استفاده از چراغ‌ها تامین می‌شود (Brodrick et al., 2002). مرکز تحقیقات مواد و انرژی ایران اعلام کرد که مصرف برق با ۵۵ درصد و مصرف گاز طبیعی با ۵۱ درصد به طور قابل توجهی مهم‌ترین بخش‌های مصرف در مقایسه با مصرف‌کنندگان صنعتی و کشاورزی هستند (Amani, 2019).

یکی از روش‌های مقرون به صرفه برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری، آتریوم است (Acosta et al., 2019; Samant & Yang, 2007). آتریوم‌ها می‌توانند نور طبیعی روز داخل ساختمان را افزایش دهند و نیاز روشنایی (Lighting Demand) را تا حدی کاهش دهند (Acosta et al., 2018). به طور کلی، یکی از اجزای اصلی رویکرد معماری پایدار و زیست محیطی، آتریوم است که می‌تواند از نور روز به عنوان یک استراتژی کنترلی استفاده کند، اتلاف انرژی را کاهش دهد (Acosta et al., 2018) و تهویه طبیعی را انجام دهد (Sharples & Lash, 2007). علاوه بر این، اهمیت و ضرورت آتریوم‌ها در ساختمان‌های اداری، با بهبود نور روز، بر بازدهی و کیفیت کار کارکنان می‌افزاید (Boyce, 2014). بسیاری از مطالعات نشان دادند که عملکرد نور روز آتریوم، تا حد زیادی توسط ویژگی‌های هندسی آن تعیین می‌شود (Wu et al., 2021). شکل، اندازه و تناسبات آتریوم، پارامترهای مهمی در طراحی نور روز ساختمان‌ها هستند (Fan et al., 2021). اتریوم‌ها دارای مزیت منحصر به فردی از نظر حفظ انرژی هستند (Dong et al., 2022) و می‌توانند مصرف کل انرژی را حدود ۲۰ درصد در سال کاهش دهند (Sher et al., 2019). این موضوع اهمیت پژوهش در این حوزه را به خوبی روشن می‌کند. در دهه اخیر، مطالعات کمی در مورد بازده روشنایی آتریوم و یافتن مدل دقیق رابطه بین متغیرهای مختلف فرم آتریوم و میزان کاهش مصرف انرژی روشنایی به خصوص در ایران انجام شده است. در این پژوهش، فرم آتریوم و فرم ساختمان، متداول ترین موجود در معماری ایران استفاده شده است. یک ساختمان با پلان مربع با طرح باز در ده طبقه، به ضلع ۲۰ متر، به عنوان یک مورد مرجع مدل سازی دارای یک آتریوم مستطیل دقیقاً در مرکز ساختمان به صورتی که مرکز آتریوم روی مرکز ساختمان قرار بگیرد، تعریف شده است. اقلیم مورد نظر در این پژوهش، معتدل و مرطوب و موقعیت مکانی در شهر رشت انتخاب شده است. روش‌های اندازه‌گیری واقعی که در مطالعات استفاده می‌شود، دارای محدودیت‌های قابل توجهی هستند (Dong et al., 2021; Wu et al., 2021). همچنین ایجاد ارتباط بین تغییرات پارامترهای اتریوم و مصرف انرژی دشوار بوده است. بنابراین، شبیه‌سازی انرژی، برای مقایسه عملکرد مدل‌ها در هندسه‌های مختلف و در عین حال حصول اطمینان از دقت قابل قبول، مطلوب است. برنامه‌های شبیه سازی عملکرد انرژی ساختمان می‌توانند هم در مراحل طراحی و هم در مرحله بهره برداری ابزار مفیدی برای ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان در طول چرخه عمر ساختمان باشد (Maile et al. 2007). بنابراین هدف این پژوهش، بررسی همبستگی بین متغیرهای تشکیل دهنده فرم آتریوم‌های مستطیلی و عملکرد انرژی روشنایی (Lighting Energy Performance) ساختمان، استاندارد سازی متغیرهای فرم این آتریوم‌ها بر مبنای دو متغیر نیاز روشنایی (Lighting Demand) به دست آمده از شبیه سازی عملکرد روشنایی یک ساختمان بلندمرتبه در اقلیم معتدل و مرطوب و موقعیت شهر رشت و یافتن مدل کلی پیش بینی نیاز روشنایی بر مبنای تغییرات هندسی آتریوم در ساختمان مرجع به عنوان یک دستورالعمل جامع می‌باشد.

روش تحقیق

روش این مطالعه، با رویکردی کمی، شبیه سازی نیاز روشنایی ساختمان بر مبنای یک تجزیه و تحلیل پارامتریک مقایسه ای است. یک ساختمان ده طبقه با پلان مربع با طرح باز با در نظر گرفتن کاربری اداری به عنوان یک مدل مرجع شبیه سازی انتخاب شده است. ابزار فرآیند شبیه سازی، نرم افزار دیزاین بیلدر و ابزار تحلیل‌های آماری، نرم افزار اس پی اس اس بوده است. این ساختمان، دارای یک آتریوم مستطیل شکل دقیقاً در مرکز ساختمان به طوری که مرکز پلان آتریوم دقیقاً بر مرکز پلان ساختمان منطق شود، است. در این پژوهش، طول، عرض، محیط و مساحت و

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جهت گیری آتریوم، به عنوان متغیر مستقل و نیاز روشنایی (Lighting Demand)، به عنوان متغیر وابسته، مورد بررسی قرار گرفته است. در ارزیابی نیاز روشنایی، از برنامه زمان بندی حاصل از شاخص نور مفید روز (UDI) استفاده شده؛ تا بتوان بر اساس آن، تأثیر نور روز را نیز در نیاز روشنایی لحاظ کرد. همچنین، ابعاد زمین، فرم ساختمان، نسبت پنجره به دیوار (WWR)، برآمدگی آتریوم، موقعیت مرکز پلان آتریوم و پلان داخلی به عنوان متغیر کنترل، ثابت در نظر گرفته شده است. تجزیه و تحلیل داده‌های شبیه سازی روشنایی، براساس آزمون‌های توصیفی، همبستگی و رگرسیون انجام شده است. در نهایت بر مبنای آزمون‌های رگرسیون، مدل برازنده پیش‌بینی روشنایی به دست آمده است.

پیشینه تحقیق

تحقیقاتی مختلفی در حوزه تأثیر آتریوم بر نیاز روشنایی و کیفیت و کمیت نور روز انجام شده است. معماری آتریوم به طور کلی، از جهات مختلفی بر نیاز روشنایی مؤثر می‌باشد. هندسه آتریوم یکی از مهمترین مؤلفه‌های تأثیرگزار آن بر نیاز روشنایی می‌باشد (Wang et al., 2017). الداود (Aldawoud, 2013)، عملکرد حرارتی اشکال و هندسه‌های مختلف آتریوم‌ها را در ساختمان، تحت شرایط مختلف مورد مطالعه قرار داد تا تأثیر شکل آتریوم بر مصرف انرژی کل ساختمان را ارزیابی کند و طراحی آتریوم با کارایی انرژی را شناسایی کند. رستگاری و همکاران (Rastegari et al., 2021)، به تأثیر هندسه آتریوم بر عملکرد روشنایی ساختمان پرداخت. این پژوهش هندسه را با متغیرهای ارتفاع، عرض و تناسبات آتریوم در شهر تهران مورد بررسی قرار داد (Rastegari et al., 2021). پژوهش فن و همکاران (Fan et al., 2021) نیز، تأثیر هندسه آتریوم را در قالب متغیرهای شکل، اندازه و تناسبات آتریوم و شیشه‌ها بر نور روز ساختمان مورد بررسی قرار داد.

شکل کلی آتریوم، یکی از متغیرهای تعیین کننده در عملکرد روشنایی ساختمان می‌باشد. رستگاری و همکاران (Rastegari et al., 2021)، با بررسی شکل‌های مختلف آتریوم، فرم دایره و فرم همخوان با فرم کلی ساختمان را به عنوانی ایده آل ترین شکل‌های آتریوم معرفی کرده است و بعد از این دو شکل، فرم مستطیلی را کارآمد می‌داند. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2013)، نوع شکل آتریوم رو به عنوان متغیر مؤثر بر عملکرد روشنایی ساختمان، مورد بررسی قرار داده است. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2013)، کیفیت و کمیت نور روز ساختمان ایجاد شده توسط یک آتریوم را تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، پیکربندی سقف، نوع آتریوم، خصوصیات سطوح شفاف و هندسه فضاهای مجاور می‌داند.

در بررسی تأثیر هندسه آتریوم، مساحت یکی از پارامترهای اصلی می‌باشد. مساحت، یکی از مهمترین متغیرهای مؤثر بر عملکرد روشنایی آتریوم می‌باشد (Wu et al., 2021). نصراللهی و همکاران (Nasrollahi et al., 2015)، توسط شبیه سازی مصرف انرژی در نرم افزار دیزاین بیلدر (Design Builder)، معیار نسبت مساحت شفاف به کدر سقف آتریوم مورد بررسی قرار داد. این پژوهش، نتیجه گرفت که نسبت یک به چهار مساحت شیشه به مساحت سقف، منجر به بهینه سازی روشنایی روز و آسایش حرارتی می‌شود. وو و همکاران (Wu et al., 2021)، در شهر گوانژوی چین، نسبت مساحت شیشه به مساحت سقف را به پارامتر تأثیرگزار بر عملکرد روشنایی آتریوم، مورد بررسی قرار داد و میزان مطلوب آن را یک به پنج تخمین زد.

تناسبات فرم آتریوم، از دیگر متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد روشنایی می‌باشد (Ghasemi et al., 2016). به طور مثال، دو و شارپلز (Du & Sharples, 2012)، تأثیر نسبت اضلاع آتریوم مؤثر بر نیاز روشنایی مورد بررسی قرار داده است. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2016)، نشان دادند که مدل آتریوم با نسبت ابعاد پلان یک به سه، نسبت مقطع یک و نسبت ارتفاع پنجره به ارتفاع آتریوم سه به هشت، مناسب ترین مدل برای تامین نور کافی روز در فضاها است. وانگ (Wang et al., 2017) نیز، تأثیر تناسبات مختلف مقطع آتریوم‌ها بر عملکرد انرژی ساختمان مطالعه کرد تا مصرف انرژی سالانه را به حداقل برساند. لیو و همکاران (Li et al., 2019)، در تناسبات مقطع آتریوم، با تغییر ارتفاع آن، عملکرد روشنایی رو مورد بررسی قرار داد.

در کنار هندسه آتریوم، متغیرهای دیگری از معماری آتریوم بر عملکرد روشنایی مؤثر است. در جدول ۱، برخی از متغیرهای معماری آتریوم مؤثر بر عملکرد روشنایی ساختمان در پژوهش‌های مختلف، مورد بررسی قرار گرفته است. یکی دیگر از متغیرهای تأثیرگذار دیگر معماری آتریوم بر عملکرد روشنایی، جهت گیری آتریوم می‌باشد (Vujošević & Krstić-Furundžić, 2017). نوع مصالح آتریوم نیز، از دیگر متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد روشنایی ساختمان می‌باشد که در خیلی از پژوهش ها، مورد توجه قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، بازتاب سطح (Du & Sharples, 2012)، یکی از متغیرهای مرتبط با مصالح آتریوم می‌باشد. در این پژوهش تلاش شده است که از طریق یک تحلیل محتوا بر مبنای روش نمونه برداری تکنیک گلوله برفی، عوامل تأثیرگذار آتریوم بر روشنایی جمع آوری و دسته بندی شود و در ادامه، مورد تجزیه و تحلیل و مدل یابی قرار گیرد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جدول ۱- مروری بر روش‌های تحقیق و اهداف پارامتری آتریوم در مطالعات قبلی

پژوهش	نوع کاربری	پارامترهای هدف	روش‌ها
Du & Sharples, 2012	مشخص نشده	هندسه آتریوم (نسبت ابعاد) بازتاب سطح	شبیه‌سازی روشنایی
Aldawoud, 2013	مشخص نشده	هندسه آتریوم (مربع، مستطیل) ارتفاع آتریوم نوع شیشه نسبت پنجره به طبقه	شبیه‌سازی روشنایی پیش‌بینی مصرف انرژی
Li et al., 2014	مشخص نشده	جلوه‌های بصری مصرف انرژی سیستم روشنایی	شبیه‌سازی روشنایی پیش‌بینی مصرف انرژی
Danielski et al., 2016	فضای مسکونی	اندازه ناحیه شفاف خواص حرارتی ناحیه شفاف استفاده از سایه‌اندازی در آتریوم	پرسشنامه روش اندازه‌گیری شده
Wang et al., 2017	فضای آتریوم	هندسه آتریوم ابعاد نورگیر	شبیه‌سازی روشنایی پیش‌بینی مصرف انرژی
Vujošević & Krstić-Furundžić, 2017	ساختمان هتل	ساختار ساختمان جهت‌گیری ساختمان	شبیه‌سازی روشنایی
Li et al., 2019	مشخص نشده	هندسه آتریوم منطقه نورگیر ارتفاع ساختمان	شبیه‌سازی محیط نور پویا
Asfour, 2020	فضای اداری	نسبت پنجره به دیوار تجهیزات سایه‌اندازی	شبیه‌سازی روشنایی
Wu et al., 2021	مشخص نشده	نسبت سقف نورگیر نسبت پروفیل‌های متقاطع	روش اندازه‌گیری شده شبیه‌سازی نورپردازی
Fan et al., 2021	فضای عمومی	ناحیه لایه نازک و مواد فتوولتائیک سیلیکون کریستالی	محیط نور پویا
Rastegari et al., 2021	فضای اداری	هندسه آتریوم (ارتفاع، طول، عرض)	شبیه سازی روشنایی

مفروضات اصلی

ساختمان مدل شده یک ساختمان ده طبقه، به ارتفاع هر طبقه ۳/۲ متر با پلان مربع با ابعاد ۲۰ در ۲۰ متر و با طرح باز است که شامل یک پهنه حرارتی اصلی در هر طبقه می‌باشد. آتریوم هدف مطالعه، در مرکز ساختمان به طوری قرار گرفته است که مرکز آتریوم روی مرکز پلان ساختمان قرار بگیرد. مطالعه فرض می‌کند که ساختمان به طور کامل، نور روز را از طریق پنجره‌های خارجی و آتریوم مرکزی دریافت کند. بنابراین، حداکثر عمق اتاق برای روشنایی مؤثر (L)، با استفاده از معادله (۱) برآورد می‌شود (DesignBuilder Software Ltd, 2019):

$$\frac{L}{W}+\frac{L}{H_w}<\frac{2}{1-R_b} \qquad \text{معادله(۱)}$$

در این فرمول، W طول ساختمان، H_w ارتفاع بالای پنجره از کف و R_b بازتاب متوسط سطوح در نیمه عقب فضا (دور از پنجره) است. توجه داشته باشید که اگر پنجره‌ها در طرف مقابل هم قرار داشته باشند، مقدار L ممکن است دو برابر شود (DesignBuilder Software Ltd, 2019). برای مطالعه حاضر، طول ساختمان (W) ۲۰ متر، ارتفاع بالای پنجره از کف (H_w) ۲/۳ متر و بازتاب (R_b) ۰/۵ است. طبق معادله (۱)، این بدان معناست که حداکثر عمق اتاق برای روشنایی مؤثر یک روزه ۸/۲۵ متر است. هنگامی که پنجره‌ها در طرف مقابل هم قرار می‌گیرند، این مقدار ممکن است دو برابر شود.

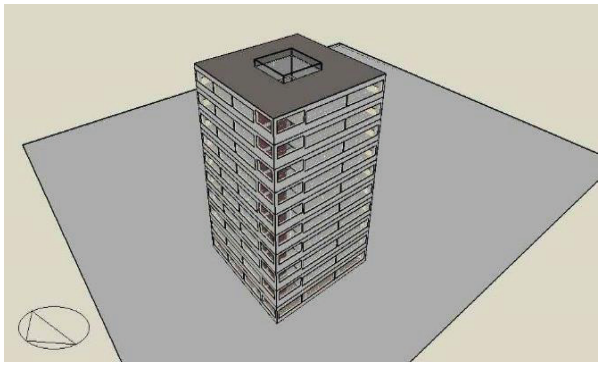
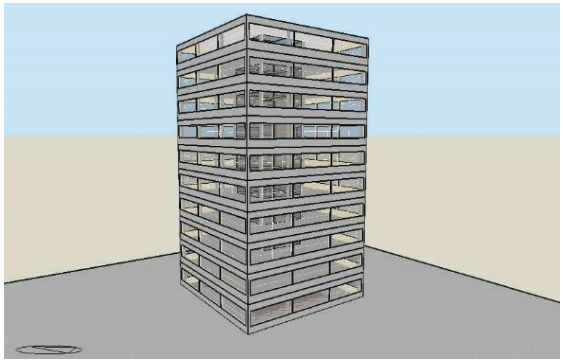
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جدول ۲- جامعه آماری آتریوم‌های شبیه سازی شده

متغیر مورد بررسی	واریانس هر متغیر									
طول آتریوم	۴ متر		۶ متر		۸ متر		۱۰ متر		۱۲ متر	۱۶ متر
عرض آتریوم	۴ متر		۶ متر		۸ متر		۱۰ متر		۱۲ متر	
جهت گیری آتریوم	۰ درجه	۱۵درجه	۳۰ درجه	۴۵ درجه	۶۰ درجه	۷۵ درجه	۹۰ درجه	۱۰۵ درجه	۱۲۰درجه	۱۳۵ درجه

بنابراین، ابعاد آتریوم از ۴ تا ۱۲ متر تبیین شده است. آتریوم مفروض پژوهش با شکل مستطیلی، با ابعاد ۴ متر در ۴ متر تا ۱۲ متر در ۱۲ متر متغیر بوده است. حجم نمونه‌های شبیه سازی بر مبنای نمونه برداری گلوله برفی ۷۹ مورد است. شبیه سازی تا اشباع نتایج ادامه پیدا کرده است. بر این اساس، طول و عرض آتریوم، در ابعاد ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ متر می‌باشد و هر آتریوم با ابعاد مشخص، در ۶ جهت گیری ۰ تا ۱۳۵ درجه درجه مورد بررسی قرار می‌گیرد تا تأثیر متغیر جهت گیری نیز تحلیل شود. پنجره‌ها در ساختمان مرجع مورد بررسی به شکل سراسری در محیط ساختمان با ارتفاع پایین پنجره از کف ۰/۸ متر و ارتفاع بالای پنجره از کف ۲/۳ متر، در نظر گرفته شده است.

تصویر ۱- مدل ساختمان مرجع

این مطالعه، مقدار نسبت پنجره به دیوار (WWR) را ۵۰ درصد به عنوان متغیر کنترل، ثابت قرار داده است. در مورد کشورهای دارای ارتفاع زیاد خورشیدی مانند ایران، استفاده از وسایل سایه افقی در نمای شرقی و غربی نیز مؤثر است (Asfour, 2008). در این پژوهش، سایه بان افقی با در نظر گرفتن عمق ۰/۲ متر در همه نماها فرض می‌شوند تا بین روشنایی روز و نیازهای سایه اندازی تعادل برقرار شود (Lau et al., 2016).

ابزار تجزیه و تحلیل عددی و تنظیمات

این مطالعه از برنامه دیزاین بیلدر ورژن وی ۵.۴ (DesignBuilder v.5.4) برای شبیه سازی روشنایی روز استفاده کرده است. نرم افزار دیزاین بیلدر از رادیانس (Radiance) و دیسیم (Daysim) به عنوان ابزارهای شبیه سازی نور روز استفاده می‌کند (DesignBuilder Software Ltd, 2019). در نهایت پس از شبیه سازی، نتایج کدگذاری شده و در نرم افزار اس پی اس اس (SPSS) مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. داده‌ها جهت تحلیل مورد دو آزمون همبستگی و رگرسیون قرار گرفته است و یافته گزارش شده است. رگرسیون در دو قالب خطی، انحنایی و غیرخطی مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، متغیر شرایط جغرافیایی و آب و هوا به عنوان متغیر کنترل شهر رشت در نظر گرفته شده و مورد بررسی قرار نگرفته است.

یافته‌های تحقیق

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر معماری آتریوم بر نیاز روشنایی در موقعیت جغرافیایی شهر رشت انجام شده است. اطلاعات اقلیمی شهر رشت از طریق اطلاعات آب و هوایی به روز وب سایت انرژی پلاس متعلق به شهر رشت به دست آمده است. همانطور که گفته شد، سه متغیر طول، عرض و جهت گیری آتریوم در مدل شبیه سازی شده تغییر کرده است و نیاز روشنایی هر کدام از مدل‌ها به دست امده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که به طور کلی، افزایش مساحت آتریوم، باعث کاهش نیاز روشنایی می‌شود؛ اما به طور جزیی بررسی‌ها نشان می‌دهد، جهت گیری، تا حد قابل توجهی می‌تواند این رابطه را تحت تأثیر قرار دهد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جدول ۳- مشخصات مدل‌های شبیه سازی شده و نیاز روشنایی هر کدام

کد	عرض آتریوم	طول آتریوم	مساحت آتریوم	محیط آتریوم	زاویه جهت‌گیری	نیاز روشنایی (Wh/M^2)
12m.12m-30d	12	12	144	48	30	5835.717
12m.12m-60d	12	12	144	48	60	5842.823
12m.12m-0d	12	12	144	48	0	6021.104
12m.12m-90d	12	12	144	48	90	6021.104
12m.12m-45d	12	12	144	48	45	6022.388
12m.12m-135d	12	12	144	48	135	6022.388
8m.10m-135d	8	10	80	36	135	6208.227
10m.10m-0d	10	10	100	40	0	6234.619
10m.10m-90d	10	10	100	40	90	6234.619
8m.10m-90d	8	10	80	36	90	6236.741
8m.10m-0d	8	10	80	36	0	6240.208
10m.10m-30d	10	10	100	40	30	6241.105
10m.10m-60d	10	10	100	40	60	6243.161
10m.10m-45d	10	10	100	40	45	6244.317
10m.10m-135d	10	10	100	40	135	6244.317
8m.10m-30d	8	10	80	36	30	6247.821
8m.10m-60d	8	10	80	36	60	6249.73
8m.10m-45d	8	10	80	36	45	6251.066
8m.16m-30d	8	16	128	48	30	6346.957
8m.16m-0d	8	16	128	48	0	6347.908
8m.16m-45d	8	16	128	48	45	6350.416
8m.12m-0d	8	12	96	40	0	6355.999
8m.16m-60d	8	16	128	48	60	6356.815
8m.12m-30d	8	12	96	40	30	6357.347
8m.12m-45d	8	12	96	40	45	6362.217
8m.16m-90d	8	16	128	48	90	6368.116
8m.12m-60d	8	12	96	40	60	6368.553
8m.12m-90d	8	12	96	40	90	6379.26
8m.16m-135d	8	16	128	48	135	6392.867
8m.12m-135d	8	12	96	40	135	6401.761
8m.8m-0d	8	8	64	32	0	6414.792
8m.8m-90d	8	8	64	32	90	6414.792
8m.8m-30d	8	8	64	32	30	6422.157
8m.8m-60d	8	8	64	32	60	6426.666
8m.8m-45d	8	8	64	32	45	6428.373
8m.8m-135d	8	8	64	32	135	6428.373
6m.8m-90d	6	8	48	28	135	6493.731
6m.8m-135d	6	8	48	28	90	6539.191
6m.6m-0d	6	6	36	24	0	6557.36

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

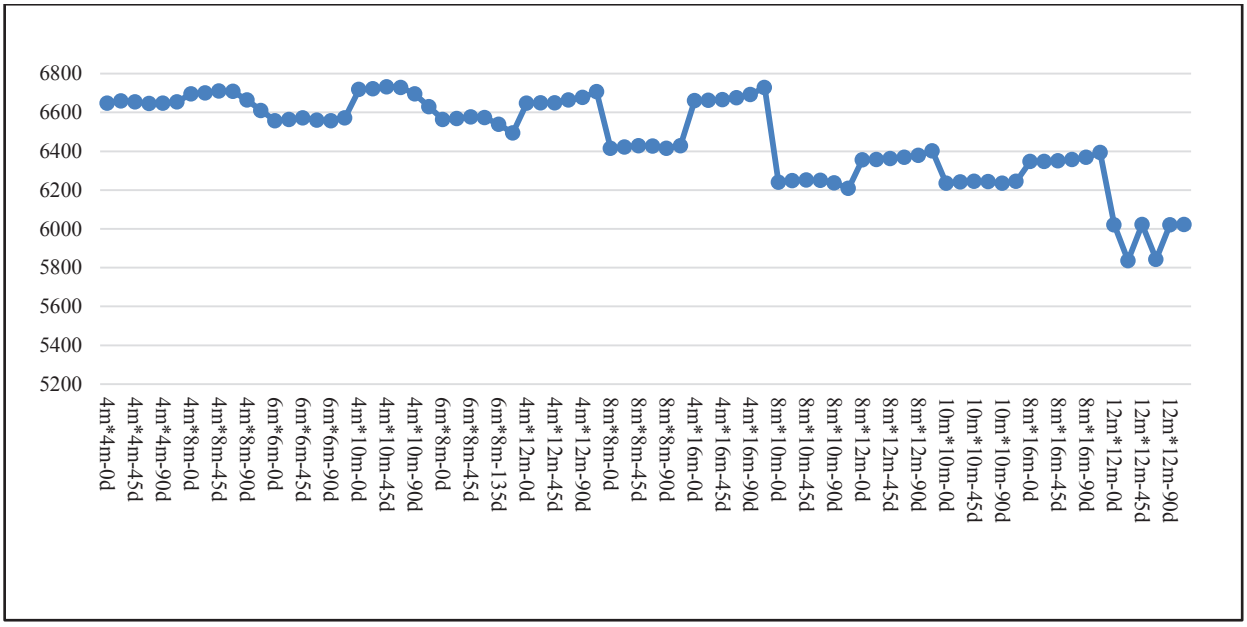
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

کد	عرض آتریوم	طول آتریوم	مساحت آتریوم	محیط آتریوم	زاویه جهت‌گیری	نیاز روشنایی (Wh/M^2)
6m.6m-90d	6	6	36	24	90	6557.36
6m.6m-60d	6	6	36	24	60	6559.431
6m.8m-0d	6	8	48	28	0	6563.083
6m.6m-30d	6	6	36	24	30	6564.319
6m.8m-30d	6	8	48	28	30	6568.975
6m.6m-45d	6	6	36	24	45	6572.087
6m.6m-135d	6	6	36	24	135	6572.087
6m*8m-60d	6	8	48	28	60	6573.153
6m.8m-45d	6	8	48	28	45	6577.437
4m.8m-135d	4	8	32	24	135	6610.222
4m.10m-135d	4	10	40	28	135	6629.749
4m.4m-60d	4	4	16	16	60	6645.745
4m.12m-0d	4	12	48	32	0	6647.695
4m.4m-0d	4	4	16	16	0	6648.204
4m.4m-90d	4	4	16	16	90	6648.204
4m.12m-30d	4	12	48	32	30	6649.448
4m.12m-45d	4	12	48	32	45	6649.485
4m.4m-45d	4	4	16	16	45	6654.365
4m.4m-135d	4	4	16	16	135	6654.365
4m.4m-30d	4	4	16	16	30	6660.034
4m.16m-0d	4	16	64	40	0	6660.477
4m.16m-30d	4	16	64	40	30	6661.897
4m.12m-60d	4	12	48	32	60	6663.469
4m.8m-90d	4	8	32	24	90	6664.159
4m.16m-45d	4	16	64	40	45	6666.019
4m.16m-60d	4	16	64	40	60	6675.062
4m.12m-90d	4	12	48	32	90	6677.792
4m.16m-90d	4	16	64	40	90	6692.917
4m.10m-90d	4	10	40	28	90	6694.776
4m.8m-0d	4	8	32	24	0	6696.094
4m.8m-30d	4	8	32	24	30	6700.511
4m.12m-135d	4	12	48	32	135	6706.648
4m.8m-60d	4	8	32	24	60	6707.924
4m.8m-45d	4	8	32	24	45	6710.366
4m.10m-0d	4	10	40	28	0	6718.473
4m.10m-30d	4	10	40	28	30	6721.997
4m.16m-135d	4	16	64	40	135	6728.691
4m.10m-60d	4	10	40	28	60	6729.144
4m.10m-45d	4	10	40	28	45	6732.551

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

براساس یافته ها، کمترین نیاز روشنایی، مربوط به آتریوم مربع شکل با بیشترین مساحت به ضلع ۱۲ متر و زاویه ۳۰ درجه می‌باشد. بیشترین میزان نیاز روشنایی هم مربوط به آتریوم مستطیل شکل به اضلاع ۴ و ۱۰ متر و زاویه ۴۵ درجه می‌باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که برخی شکل‌ها، نسبت به سایر شکل ها، علی رغم مساحت کمتر، عملکرد روشنایی بهتری دارند. به صورت مثال، کمترین نیاز روشنایی بعد از آتریوم‌های مربع شکل با ضلع ۱۲ متر، مربوط به آتریوم مستطیل شکل با ضلع ۱۰ و ۸ متر و جهت گیری ۱۳۵ درجه می‌باشد. در مثال دیگر، آتریوم مربع شکل به اضلاع ۴ متر و زاویه ۶۰ درجه، عملکرد روشنایی بهتری نسبت به آتریوم‌هایی با مساحت بیشتر تا ۴ برابر مساحت دارد. براساس یافته ها، می‌توان فهمید رابطه بین سه متغیر طول، عرض و جهت گیری آتریوم با نیاز روشنایی، رابطه ای ساده نیست و نیاز به بررسی از طریق آزمون‌های تحلیلی دارد.



تصویر ۲- نمودار خطی نتایج نیاز روشنایی با افزایش مساحت.

در بین ۷۹ شبیه سازی انجام شده، بیشترین میزان نیاز روشنایی، ۶۷۳۲ وات ساعت بر مترمربع و کمترین میزان نیاز روشنایی، ۵۸۳۵ وات ساعت بر متر مربع می‌باشد. همانطور که در نمودار دیده می‌شود، به طور کلی افزایش مساحت منجر به کاهش نیاز روشنایی می‌شود اما با بررسی نمودار می‌توان دریافت که در نقاط خاصی، نمودار نیاز روشنایی دچار جهش و دگرگونی می‌شود. مقدار این جهش‌ها با افزایش مساحت بیشتر می‌شود. دلیل این جهش ها، تغییر همزمان مساحت و نسبت طول به عرض آتریوم است. در یک مساحت مساوی، کشیدگی شرقی- غربی، نسبت به کشیدگی شمالی- جنوبی عملکرد روشنایی بهتری دارد. همچنین در یک نسبت طول به عرض مساوی، افزایش مساحت منجر به افزایش نیاز روشنایی کل و کاهش نیاز روشنایی بر حسب مترمربع شده است.

با توجه به تغییرات نیاز روشنایی، برای بررسی دقیقتر تأثیر متغیرهای معماری بر نیاز روشنایی، نیاز به استفاده از آزمون‌های همبستگی و رگرسیون می‌باشد. آزمون همبستگی به دلیل بررسی روابط بین متغیرها و آزمون رگرسیون برای یافتن مدل خطی و غیرخطی پیش‌بینی متغیرهای انرژی براساس متغیرهای معماری انجام می‌شود. بنابراین در ابتدا آزمون همبستگی بر روی رابطه نیاز روشنایی با همه متغیرهای معماری انجام می‌شود.

نتایج آزمون همبستگی نیاز روشنایی با متغیرهای معماری

در این پژوهش، به منظور بررسی روابط یک به یک بین متغیرهای معماری و نیاز روشنایی از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شده است. ضریب پیرسون نشان می‌دهد که تا چه اندازه بین متغیرهای کمّی رابطه وجود دارد. با توجه به اینکه تأثیر هر یک ازمتغیرهای معماری بر روی نیاز روشنایی متنوع است، بر این اساس، نیاز به این آزمون احساس می‌شود. کاربرد اصلیِ ضریب پیرسون زمانی است که متغیرها از نوع پارامتری باشند؛ بدین معنا که توزیع نرمال داشته باشند و در سطح و مقیاس فاصله‌ای/نسبی قرار داشته باشند.

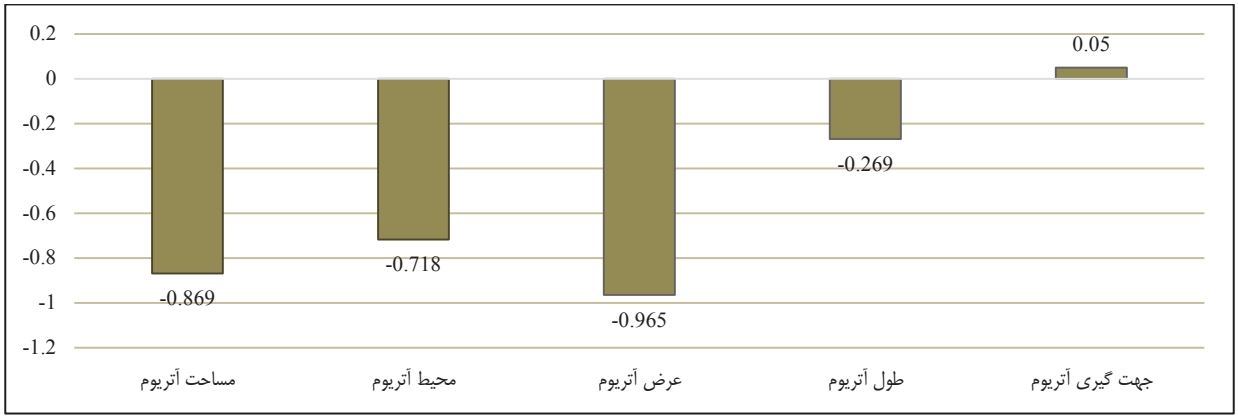
[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جدول ۴- همبستگی پیرسون متغیرهای مستقل با نیاز روشنایی

		مساحت آتریوم	محیط آتریوم	عرض آتریوم	طول آتریوم	جهت گیری آتریوم
همبستگی با نیاز روشنایی	Pearson Correlation	-.869**	-.718**	-.965**	-.269*	.050
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.016	.660
	N	79	79	79	79	79

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

آزمون همبستگی پیرسون بین نیاز روشنایی و متغیرهای معماری انجام شده است. ضرایب معناداری همه آزمون‌ها بـه جـز آزمـون مربـوط بـه جهت گیری آتریوم، نزدیک به صفر گزارش شده است. بر این اساس معناداری برای این رابطه‌ها تأیید می‌شود. در مورد رابطـه جهـت گیـری آتریوم و نیاز روشنایی، به دلیل واریانس کم جهت گیری آتریوم، ضریب معناداری ۰/۶۶ به دست آمده است.



تصویر ۳ – همبستگی پیرسون متغیرهای مستقل با نیاز روشنایی.

همبستگی چهار متغیر مساحت، محیط، طول و عرض آتریوم منفی می‌باشد و نشان از رابطه معکوس آن‌ها بـا نیـاز روشـنایی دارد. جهـت گیری آتریوم نیز با مقدار مثبت، دارای رابطه مستقیم می‌باشد. بیشترین مقدار همبستگی مربوط به رابطه عـرض آتریـوم و نیـاز روشـنایی می‌باشد که میزان آن ۰/۹۶۵- می‌باشد که نشان از رابطه معکوس و قوی بین عرض آتریوم و نیاز روشنایی ساختمان دارد. بعـد از عـرض آتریوم، مساحت با ضریب ۰/۸۶۹- دارای بیشترین همبستگی می‌باشد. بعد از مساحت، محیط آتریوم دارای بیشترین همبستگی مـی‌باشـد. ضریب همبستگی طول، مساحت و محیط آتریوم نزدیک به هم و نزدیک به یک می‌باشد. بعد از آن‌ها طول آتریـوم، بـا اخـتلاف ضـریب حدود ۰/۵، دارای ضریب همبستگی ۰/۲۶۹- می‌باشد. کمترین همبستگی نیز، مربوط به رابطه جهت گیری آتریوم و نیاز روشنایی می‌باشد که میزان آن ۰/۰۵ می‌باشد.

نتایج آزمون رگرسیون نیاز روشنایی با متغیرهای معماری

در ادامه به منظور بررسی میزان تأثیر هر کدام از متغیرهای معماری بر نیاز روشنایی در مقایسه با یکدیگر، از آزمـون رگرسـیون اسـتفاده شـده است. رگرسیون به پیش بینی مقدار یک متغیر وابسته از روی مقادیر یک یا چند متغیر مستقل اشاره می‌کنـد. پدیـده رگرسـیون تحـت عنـوان بازگشت به سوی میانگین نیز مطرح می‌شود. دقت و صحت پیش بینی در آزمون رگرسیون، به قوت همبستگی بستگی دارد. هر چه همبستگی بین متغیرها بالاتر باشد، به همان اندازه پیش بینی دقیق تر است.

نتایج آزمون رگرسیون انحنایی

در ابتدا به منظور شناخت رابطه بین متغیرها، ابتدا، آزمون رگرسیون انحنایی با فعال کردن همه مدل‌های پیش فرض SPSS انجام شده است. رابطه بین نیاز روشنایی با متغیرهای معماری، به صورت یک به یک مورد آزمون رگرسیون انحنایی قرار گرفته است. براساس آزمون می‌تـوان فهمید، رابطه هر دو متغیر به کدام یک از مدل‌های پیش فرض نزدیک‌تر است.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

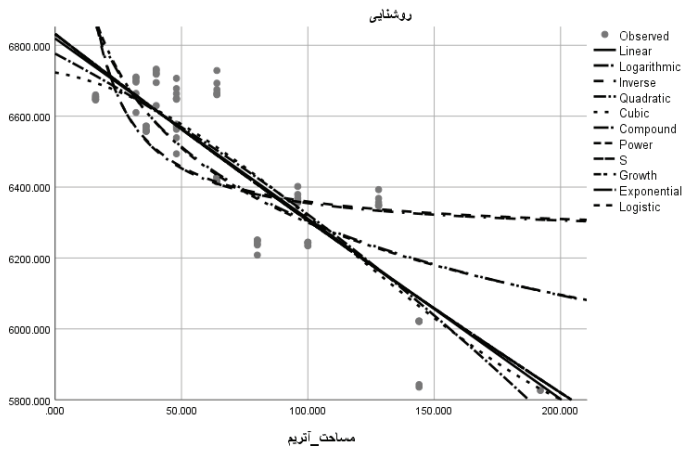
جدول ۵- مدل‌های پیش‌فرض و فرمول‌های متغیرهای هر کدام

مدل پیش‌فرض رگرسیون غیرخطی		فرمول	پیش‌فرض متغیرها
Linear	خطی	Y = a + bX	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a،b ثابت
Quadratic	سهمی	Y = a + (b1 X) + (b2 X)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a،b1، b2 ثابت
Cubic	درجه سه	Y = a + (b1 X) + (b2 X2) + (b3 X3)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a،b1، b2، b3 ثابت
Compound	مرکب	Y = a (bX)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a، b ثابت
Power	توانی	lnY = lna + (b * lnX) or Y = a Xb	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a،b ثابت
S	منحنی	Y= 1 / (1 + e-X)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ e عدد اویلر
Logarithmic	لگاریتمی	Y = a + (b lnX)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a، b ثابت
Inverse	معکوس	Y = a + (b / X)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a، b ثابت
Growth	رشد	Y = ea+bx	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a، b ثابت؛ e عدد اویلر
Exponential	نمایی	Y = aebx	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a، b ثابت؛ e عدد اویلر
Logistic	لجستیک	Y = 1 / (1/u + ab1X)	X متغیر وابسته؛ Y متغیر مستقل؛ a، b ثابت؛ Max Limit: u

در ابتدا، آزمون رگرسیون مساحت آتریوم با نیاز روشنایی مورد بررسی قرار گرفته است. در این آزمون، مدل مرکب، رشد، نمایی و لجستیک با بالاترین میزان آماره F دارای بیشترین برازندگی می‌باشند. میزان R در رابطه منحنی درجه سه، دارای بیشترین مقدار می‌باشد. البته با اختلاف کمی، مدل‌های مرکب، رشد، نمایی و لجستیک نیز پس مدل درجه سه، دارای بیشترین میزان R هستند. همچنین رابطه خطی نیز با توجه به میزان F و R قابل تأیید است. بنابرآنچه گفته شد، مدل مرکب را می‌توان به عنوان مدل غیرخطی این رابطه معرفی کرد. جهش‌های قابل مشاهده در نمودار، نشان می‌دهد که در یک مساحت مساوی، نسبت طول به عرض متنوع باعث تغییرات محسوس در نیاز روشنایی می‌شود.

جدول ۶ – نتایج رگرسیون انحنایی بر تأثیر مساحت آتریوم بر نیاز روشنایی

مدل پیش فرض رابطه	R Square	F	منحنی مدل ها
خطی	.755	236.790	
لگاریتمی	.626	128.991	
معکوس	.366	44.407	
سهمی	.758	119.095	
درجه سه	.760	79.373	
مرکب	.755	236.823	
توانی	.621	126.408	
منحنی	.361	43.458	
رشد	.755	236.823	
نمایی	.755	236.823	
لجستیک	.755	236.823	

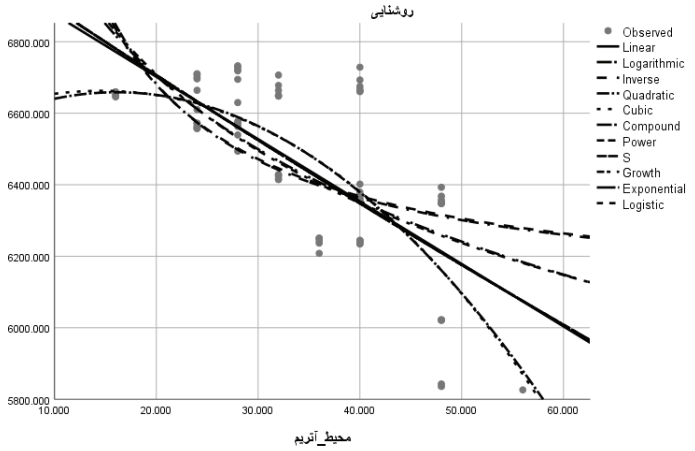


متغیر مستقل: مساحت آتریوم؛ متغیر وابسته: نیاز روشنایی

همچنین آزمون رگرسیون محیط آتریوم با نیاز روشنایی مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون، مدل خطی دارای بالاترین میزان آماره F، و مقدار R بالایی می‌باشد و به طور کلی برازنده‌ترین مدل می‌باشد؛ اگرچه مقدار R در معادله سهمی بیشتر است. میزان آماره F وR در مدل مرکب، رشد، نمایی و لجستیک نیز بالا می‌باشد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

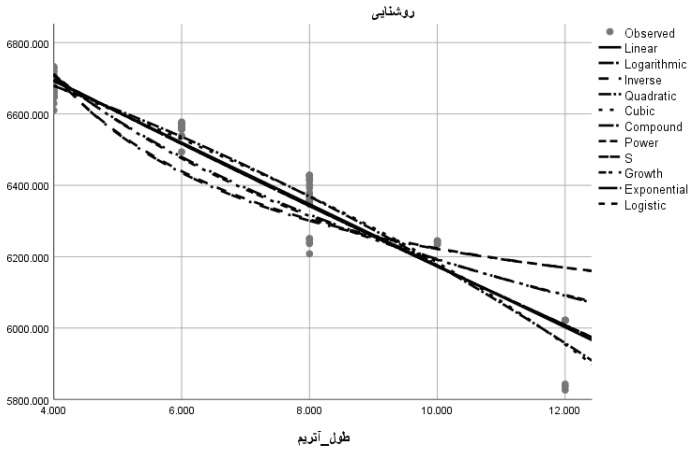
جدول ۷- نتایج رگرسیون انحنایی بر تأثیر محیط آتریوم بر نیاز روشنایی

مدل پیش فرض رابطه	R Square	F	منحنی مدل ها
خطی	.516	82.149	
لگاریتمی	.447	62.162	
معکوس	.353	42.023	
سهمی	.564	49.140	
درجه سه	.564	32.338	
مرکب	.516	81.997	
توانی	.445	61.665	
منحنی	.350	41.517	
رشد	.516	81.997	
نمایی	.516	81.997	
لجستیک	.516	81.997	

متغیر مستقل: محیط آتریوم؛ متغیر وابسته: نیاز روشنایی

آزمون رگرسیون انحنایی تأثیر عرض آتریوم بر نیاز روشنایی نیز بررسی شد و براساس میزان آماره F ، مدل خطی برازنده‌تر است. همچنین مدل مرکب، رشد، نمایی و لجستیک نیز برازندگی و مقدار R Square بالایی دارند. همچنین R Square به ترتیب در درجه سه، سهمی و خطی دارای بیشترین میزان می‌باشد.

جدول ۸- نتایج رگرسیون انحنایی بر تأثیر عرض آتریوم بر نیاز روشنایی

مدل پیش فرض رابطه	R Square	F	منحنی مدل ها
خطی	.932	1055.490	
لگاریتمی	.881	568.629	
معکوس	.805	317.287	
سهمی	.940	595.401	
درجه سه	.940	393.401	
مرکب	.926	968.749	
توانی	.870	515.276	
منحنی	.791	290.916	
رشد	.926	968.749	
نمایی	.926	968.749	
لجستیک	.926	968.749	

متغیر مستقل: عرض آتریوم؛ متغیر وابسته: نیاز روشنایی

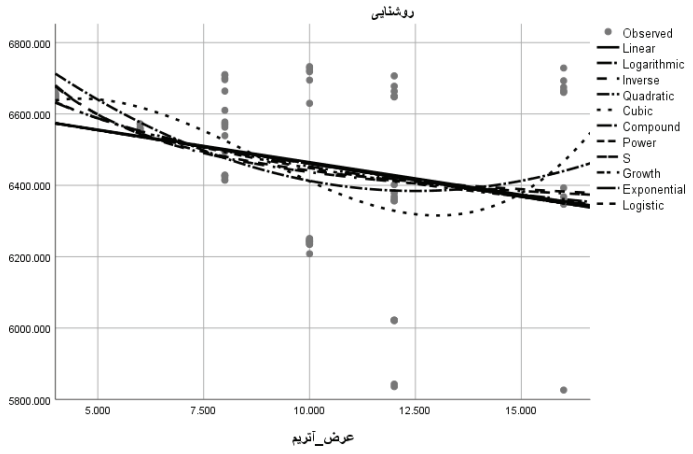
در آزمون رگرسیون انحنایی تأثیر طول آتریوم بر نیاز روشنایی، براساس آماره F، مدل S و معکوس به ترتیب دارای برازندگی بالا می‌باشند. R Square در مدل درجه سه و سهمی دارای بیشترین حد می‌باشد.

در آزمون رگرسیون انحنایی زاویه جهت گیری و نیاز روشنایی، معناداری تأیید نشد. اما براساس مقدار آماره F، مدل مرکب، رشد، نمایی و لجستیک دارای بیشترین برازندگی می‌باشد. میزان R در همه مدل‌ها در این رابطه بسیار کم گزارش شده است. این موضوع نشان می‌دهد که رابطه قوی بین دو متغیر برقرار نمی‌باشد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

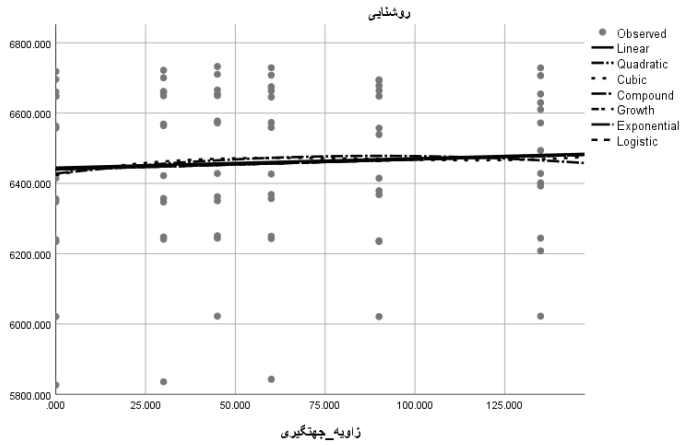
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جدول ۹- نتایج رگرسیون انحنایی بر تأثیر طول آتریوم بر نیاز روشنایی

مدل پیش فرض رابطه	R Square	F	منحنی مدل ها
خطی	.073	6.021	
لگاریتمی	.098	8.373	
معکوس	.108	9.336	
سهمی	.146	6.518	
درجه سه	.183	5.614	
مرکب	.073	6.106	
توانی	.099	8.437	
منحنی	.108	9.345	
رشد	.073	6.106	
نمایی	.073	6.106	
لجستیک	.073	6.106	

متغیر مستقل: طول آتریوم؛ متغیر وابسته: نیاز روشنایی

جدول ۱۰- نتایج رگرسیون انحنایی بر تأثیر زاویه جهت گیری بر نیاز روشنایی

مدل پیش فرض رابطه	R Square	F	منحنی مدل ها
خطی	.003	.195	
لگاریتمی	.	.	
معکوس	.	.	
سهمی	.005	.197	
درجه سه	.006	.143	
مرکب	.003	.212	
توانی	.	.	
منحنی	.	.	
رشد	.003	.212	
نمایی	.003	.212	
لجستیک	.003	.212	

متغیر مستقل: جهت گیری آتریوم؛ متغیر وابسته: نیاز روشنایی

براساس نتایج رگرسیون انحنایی بین نیاز روشنایی و متغیرهای معماری، می‌توان اذعان داشت که در رابطه‌های یک به یک، مدل خطی یکی از مدل‌های معنادار و برازنده می‌باشد. بنابراین ابتدا رگرسیون خطی بین متغیرهای معماری و نیاز روشنایی، بررسی می‌شود و سپس مدل غیرخطی رابطه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. آزمون‌های رگرسیون در دو گروه سه تایی متغیرهای معماری به عنوان متغیر مستقل و نیاز روشنایی به عنوان متغیر وابسته، انجام می‌شود. گروه اول آزمون با سه متغیر مستقل مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم و گروه دوم آزمون با سه متغیر مستقل طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم انجام می‌شود. دلیل انتخاب متغیرهای مستقل در هر گروه، جامع و مانع بودن متغیرهای مستقل بر مبنای تأثیر روی متغیرهای وابسته می‌باشد.

آزمون رگرسیون با فرض خطی بودن رابطه

دراین بخش، بررسی بر روی نتایج آزمون رگرسیون خطی عملکرد روشنایی بر مبنای عوامل کالبدی آتریوم انجام شده است. در ابتدا آزمون رگرسیون بین مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم با نیاز روشنایی، بررسی می‌شود. در این آزمون، مربع ضریب رگرسیون ۰/۸۶۱

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

گزارش شده است که نشان می‌دهد حدود ۸۶ درصد تغییرات نیاز روشنایی، از طریق سه متغیر مساحت آتریوم، محیط آتریوم و جهت گیری آتریوم قابل تبیین می‌باشد و رابطه تبیین شده قوی می‌باشد.

جدول ۱۱- گزارش رگرسیون متغیرهای مستقل با نیاز روشنایی

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
رگرسیون با نیاز روشنایی	.931[a]	.866	.861	86.601509
متغیرهای پیش بینی کننده: محیط آتریوم، زاویه جهت گیری، مساحت آتریوم				

معناداری آزمون در گزارش آنووا، نزدیک به صفر گزارش شده است. همچنین، ضریب معناداری به جز زاویه جهت گیری، نزدیک به صفر گزارش شده و معناداری تأیید می‌باشد. در بخش زاویه جهت گیری، ضریب معناداری، بالاتر از ۰/۰۵ گزارش شده است که به دلیل تنوع کم زوایاع می‌باشد. بنابراین در این بخش، آزمون دارای خطا می‌باشد.

جدول ۱۲- گزارش آنووا در آزمون رگرسیون متغیرهای مستقل با نیاز روشنایی

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
رگرسیون با نیاز روشنایی	Regression	3643787.108	3	1214595.703	161.950	.000[b]
	Residual	562486.604	75	7499.821		
	Total	4206273.712	78			
متغیر وابسته: نیاز روشنایی؛ متغیر پیش بینی کننده: محیط آتریوم، زاویه جهت گیری، مساحت آتریوم						

براساس نتایج آزمون، می‌توان دریافت در بین سه متغیر، مساحت آتریوم در رابطه خطی معکوس با نیاز روشنایی، بیشترین تأثیر را بر آن دارد. همچنین، محیط آتریوم در رابطه خطی مستقیم با نیاز روشنایی تأثیر زیادی بر نیاز روشنایی دارد. میزان تأثیر متغیر زاویه جهت گیری آتریوم، در کنار مساحت و محیط آتریوم بسیار کم و معکوس به دست آمده است.

جدول ۱۳- رگرسیون متغیرهای وابسته با نیاز روشنایی

Model		ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
رگرسیون با نیاز روشنایی	مقدار ثابت	6367.025	62.035		102.637	.000
	مساحت آتریوم	-10.961	.783	-1.872	-14.004	.000
	محیط آتریوم	25.678	3.245	1.057	7.913	.000
	زاویه جهت گیری	-.039	.224	-.007	-.174	.863
متغیر وابسته: نیاز روشنایی						

در ادامه، آزمون رگرسیون خطی، براساس تأثیر سه متغیر طول، عرض و زاویه جهت گیری بر نیاز روشنایی انجام شده است. در این آزمون، ضریب رگرسیون استاندارد شده، ۰/۹۳۱ گزارش شده است. بر این مبنا، می‌توان تأیید کرد که ۹۳ درصد تغییرات نیاز روشنایی براساس رابطه خطی طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم، قابل تبیین می‌باشد که میزان قابل توجهی می‌باشد.

جدول ۱۴- گزارش رگرسیون متغیرهای مستقل با نیاز روشنایی

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
رگرسیون با نیاز روشنایی	.966[a]	.934	.931	60.994135
متغیرهای پیش بینی کننده: عرض آتریوم، زاویه جهت گیری، طول آتریوم				

میزان ضریب رگرسیون استاندارد شده از این مقدار در آزمون رگرسیون خطی قبلی، بیشتر است. بنابراین، طول و عرض آتریوم، نیاز روشنایی را بهتر از مساحت و محیط آتریوم تعریف می‌کنند. ضریب معناداری این آزمون، نزدیک به صفر گزارش شده است.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

جدول ۱۵- گزارش آنووا در آزمون رگرسیون متغیرهای مستقل با نیاز روشنایی

Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Model	
.000[b]	351.877	1309084.124	3	3927252.373	Regression	رگرسیون با نیاز روشنایی
		3720.285	75	279021.339	Residual	
			78	4206273.712	Total	

متغیر وابسته: نیاز روشنایی؛ متغیر پیش بینی کننده: عرض آتریوم، زاویه جهت گیری، طول آتریوم

معناداری طول و عرض آتریوم در آزمون، نزدیک به صفر و معناداری زاویه جهت گیری حدود ۰/۶۲ گزارش شده است. بنابراین، نتایج به دست آمده در طول و عرض آتریوم معنادار می‌باشد و نتایج در بخش زاویه جهت گیری، می‌تواند دارای خطا باشد. یافته‌های آزمون رگرسیون خطی نشان می‌دهد که طول آتریوم، با ضریب استاندارد شده ۰/۹۵، عرض آتریوم با ضریب استاندارد شده ۰/۰۳- و زاویه جهت گیری با ضریب استاندارد شده ۰/۰۱۵ بر نیاز روشنایی تأثیر دارد. البته با توجه به عدم معناداری زاویه جهت گیری، می‌توان تأثیر آن را کمی بیشتر تخمین زد.

جدول ۱۶- رگرسیون متغیرهای وابسته با نیاز روشنایی

Sig.	t	ضرایب استاندارد شده	ضرایب استاندارد نشده		Model	
		Beta	Std. Error	B		
.000	257.358		27.407	7053.352	مقدار ثابت	رگرسیون با نیاز روشنایی
.000	-31.171	-.956	2.738	-85.361	عرض آتریوم	
.210	-1.264	-.039	2.072	-2.619	طول آتریوم	
.620	.498	.015	.158	.079	زاویه جهت گیری	

متغیر وابسته: نیاز روشنایی

با استناد به یافته‌های آزمون‌های رگرسیون خطی می‌توان اذعان کرد که مساحت و عرض آتریوم، مهمترین عامل‌های معماری تأثیرگزار بر نیاز روشنایی در بین متغیرهای مورد بررسی پژوهش می‌باشند. نتایج آزمون رگرسیون خطی، همچون نتایج آزمون همبستگی نشان می‌دهد که زاویه جهت گیری آتریوم، تأثیر چندانی بر نیاز روشنایی ندارد.

آزمون رگرسیون با فرض غیرخطی بودن رابطه

در این بخش، پس از بررسی رابطه خطی در دو گروه ذکر شده، فرض غیرخطی بودن رابطه ها، براساس نتایج به دست آمده در رگرسیون انحنایی، مورد بررسی می‌گیرد. در ابتدا، مدل غیرخطی نیاز روشنایی بر پایه مساحت، محیط و زاویه جهت‌گیری تبیین و بررسی می‌شود. بر اساس نتایج رگرسیون انحنایی، رابطه مساحت آتریوم با نیاز روشنایی، براساس مدل مرکب، رابطه محیط آتریوم با نیاز روشنایی، براساس مدل خطی و رابطه تأثیر زاویه جهت گیری بر نیاز روشنایی نیز، براساس مدل مرکب تبیین شده و مدل زیر برای نیاز روشنایی (La) به دست می‌آید:

$$Ld = a + \left(b_1 {b_2}^{Aa}\right) + (c_1 Pa) + \left(d_1 {d_2}^{Oa}\right)$$

در این مدل، مساحت آتریوم (Aa) در مدل مرکب داری دو مقدار ثابت b_1 و b_2 و محیط آتریوم (Pa) در رابطه خطی دارای ضریب c_1 می‌باشد. همچنین مقادیر ثابت زاویه جهت گیری (Oa)، در قالب مدل مرکب d_1 و d_2 می‌باشد.

جدول ۱۷- مقادیر ضرایب متغیرهای مدل غیرخطی نیاز روشنایی براساس مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم

95% Confidence Interval		Std. Error	Estimate	ضرایب متغیرهای مدل
Upper Bound	Lower Bound			
2219170311.318	-2216053629.647	1112702041.400	1558340.836	a
543662896.685	-546743123.485	273559355.908	-1540113.400	b_1
1.003	.997	.001	1.000	b_2
33.902	17.406	4.138	25.654	c_1
2206509669.199	-2206533389.623	1107137336.400	-11860.212	d_1
1.627	.373	.315	1.000	d_2

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

آزمون رگرسیون غیرخطی مدل نیاز روشنایی نیز براساس مساحت، محیط و زاویه جهت‌گیری آتریوم انجام شد و با ضریب اطمینان ۹۵ درصدی مقدار تمام ضرایب بهینه یابی شد. مقدار آر اسکوار در این آزمون ۰/۸۶۶ به دست آمده است. این موضوع نشان می‌دهد، فرمول حدود ۸۶ درصد تغییرات را تبیین می‌کند که مقدار مناسبی می‌باشد. همچنین مقدار بهینه ضریب ثابت ۱۵۵۸۳۴۰ به دست آمده است. مقدار b_2 و d_2 در رابطه مرکب مساحت و زاویه جهت گیری عدد یک به دست آمده است که میزان تأثیر مساحت و زاویه جهت‌گیری را صفر نشان می‌دهد. بر همین اساس یکبار دیگر براساس رابطه خطی روشنایی و مساحت و رابطه درجه سه نیاز روشنایی با زاویه جهت گیری، آزمون انجام می‌شود:

$$Ld = a + (b_1 Aa) + (c_1 Pa) + (d_1 Oa) + (d_2 Oa^2) + (d_3 Oa^3)$$

براساس مدل، ضریب مساحت b_1 و ضریب‌های زاویه جهت گیری (Oa)، d_1، d_2 و d_3 برای متغیر با درجه یک، دو و سه می‌باشد. آزمون رگرسیون غیرخطی مدل جدید نیاز روشنایی نیز انجام شد و با ضریب اطمینان ۹۵ درصدی مقدار تمام ضرایب بهینه یابی شد. مقدار آر اسکوار در این آزمون ۰/۸۶۶ به دست آمده است. این موضوع نشان می‌دهد، فرمول حدود ۸۶ درصد تغییرات را نیز تبیین می‌کند. همچنین مقدار بهینه ضریب ثابت ۶۳۷۱ به دست آمده است.

جدول ۱۸- مقادیر ضرایب متغیرهای مدل غیرخطی نیاز روشنایی براساس مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم

95% Confidence Interval		Std. Error	Estimate	ضرایب متغیرهای مدل
Upper Bound	Lower Bound			
6371.737	6371.737	.000	6371.737	a
118.733	-140.683	65.067	-10.975	b_1
32.321	19.116	3.312	25.719	c_1
2.737	-3.897	1.664	-.580	d_1
.010	.009	.000	.010	d_2
1.594	-1.594	.800	-4.359E-5	d_3

مقدار ثابت به دست آمده، از حدود ۹۶ درصد تغییرات تا بیش از ۱۰۹ درصد تغییرات را شامل می‌شود. یعنی در برخی موارد مقدار ثابت بیش از نیاز روشنایی است و متغیرهای موجود، میزان آن را کاهش می‌دهد. در ادامه بررسی، مدل دیگر غیرخطی نیاز روشنایی بر پایه طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم تبیین می‌شود. بر همین اساس، نتایج آزمون رگرسیون انحنایی رابطه عرض آتریوم و نیاز روشنایی، مدل خطی و نتایج آزمون رگرسیون انحنایی رابطه طول آتریوم و نیاز روشنایی، مدل منحنی اس و معکوس را برازنده ترین مدل رابطه می‌دانند. همچنین رابطه تأثیر زاویه جهت گیری بر نیاز روشنایی نیز، براساس آزمون علی رغم عدم معناداری، بر مبنای مدل مرکب تبیین شده است. بر این اساس، مدل زیر، برای نیاز روشنایی (Ld) به دست می‌آید:

$$Ld = a + (b_1 Wa) + \left({}^{1}/_{1 + e^{La}}\right) + (c_1 {c_2}^{Oa})$$

در این مدل، عدد اویلر (e) به طور تقریبی، ۲/۷۱۸۲۸ در نظر گرفته شده است. همچنین طول آتریوم (La) دارای یک ضریب b_1 و عرض آتریوم (Wa) توان عدد اویلر (e) می‌باشد. مقادیر ثابت زاویه جهت گیری (Oa)، d_1، d_2 و d_3 برای متغیر با درجه یک، دو و سه می‌باشد. آزمون رگرسیون غیرخطی مدل نیاز روشنایی نیز براساس طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم انجام شد و با ضریب اطمینان ۹۵ درصدی مقدار تمام ضرایب بهینه‌یابی شد. مقدار آر اسکوار در این آزمون ۰/۹۳۲ به دست آمده است. این موضوع نشان می‌دهد، فرمول حدود ۹۳ درصد تغییرات را تبیین می‌کند که مقدار مناسبی می‌باشد. همچنین مقدار بهینه ضریب ثابت ۱۵۷۶- به دست آمده است که به توجه به میزان نیاز روشنایی، میزان کم و مطلوبی است.

جدول ۱۹- مقادیر ضرایب متغیرهای مدل غیرخطی نیاز روشنایی براساس طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم

95% Confidence Interval		Std. Error	Estimate	ضرایب متغیرهای مدل
Upper Bound	Lower Bound			
152962115.297	-152965267.877	76785064.099	-1576.290	a
-80.833	-91.549	2.690	-86.191	b_1
152972281.110	-152955064.812	76785054.749	8608.149	c_1
1.171	.829	.086	1.000	c_2

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

مقدار ثابت c_2، عدد یک به دست آمده است. این موضوع تأثیر متغیر زاویه جهت‌گیری را صفر در نظر می‌گیرد. بر این اساس مدل رابطه زاویه جهت گیری و نیاز روشنایی براساس میزان آر اسکوار، درجه سه در نظر گرفته می‌شود.

$$Ld = a + (b_1 Wa) + \left({}^{1}/_{1 + e^{La}}\right) + (c_1 Oa) + (c_2 Oa^2) + (c_3 Oa^3)$$

براساس مدل، ضریب‌های زاویه جهت گیری (Oa)، d_1، d_2 و d_3 برای متغیر با درجه یک، دو و سه می‌باشد. آزمون رگرسیون غیرخطی مدل نیاز روشنایی نیز براساس طول، عرض و زاویه جهت‌گیری آتریوم انجام شد و با ضریب اطمینان ۹۵ درصدی مقدار تمام ضرایب بهینه یابی شد. مقدار آر اسکوار در این آزمون ۰/۹۲۳ به دست آمده است که کمی کمتر از میزان به دست آمده در آزمون قبلی است.

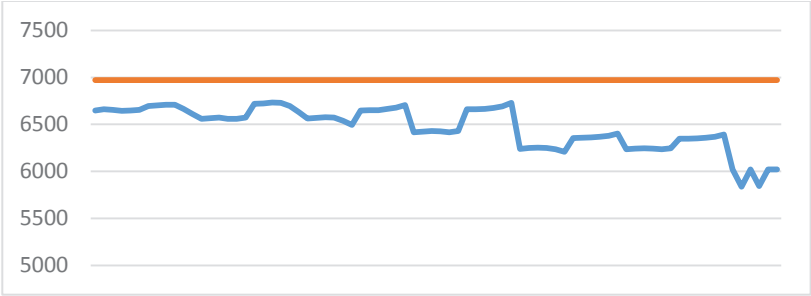
جدول ۲۰. مقادیر ضرایب متغیرهای مدل غیرخطی نیاز روشنایی براساس طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم

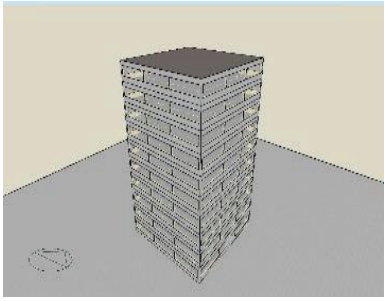
95% Confidence Interval		Std. Error	Estimate	ضرایب متغیرهای مدل
Upper Bound	Lower Bound			
7025.069	7025.069	.000	7025.069	a
-86.137	-86.137	.000	-86.137	b_1
.417	.416	.000	.417	c_1
5.458	-5.465	2.740	-.004	c_2
2.355	-2.355	1.181	9.039E-6	c_3

این موضوع نشان می‌دهد، این فرمول حدود ۹۲ درصد تغییرات را تبیین می‌کند که مقدار مناسبی می‌باشد. همچنین مقدار بهینه ضریب ثابت ۷۰۲۵/۰۶۹ به دست آمده است. مقدار ضریب درجه سه زاویه جهت گیری، بسیار کوچک به دست آمده است. این موضوع نشان می‌دهد که می‌توان این رابطه را درجه دو نیز در نظر گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به تأثیر عوامل کالبدی آتریوم بر عملکرد روشنایی ساختمان‌های بلندمرتبه در شهر رشت می‌پردازد. براساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گیری کرد که به طور کلی تغییر در عوامل کالبدی آتریوم به طور مستقیم بر عملکرد روشنایی ساختمان‌های بلندمرتبه در منطقه جغرافیایی شهر رشت تأثیر می‌گذارد. همچنین استنتاج می‌شود که متغیرهای طول و عرض آتریوم، محیط و مساحت اتریوم در ساختمان ده طبقه ۲۰ متر در ۲۰ متر در شهر رشت، با نسبت پنجره به دیوار ۵۰ درصد، رابطه معکوس، معنادار و قابل توجهی با نیاز روشنایی ساختمان دارد. به منظور بررسی بهتر نتایج، ابتدا یک شبیه سازی روی ساختمان مدل بدون وجود آتریوم و بدون جهت گیری، انجام شده است که نیاز روشنایی در آن ۶۹۷۱/۳۴۸ وات ساعت بر متر مربع می‌باشد. بر این اساس، می‌توان گفت آتریوم‌های شبیه سازی شده در این پژوهش، از ۴ درصد تا ۱۷ درصد نیاز روشنایی را کاهش داده اند که به طور کلی، میزان قابل توجهی می‌باشد. براساس یافته‌های پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که طول آتریوم، تأثیرگذارترین متغیر معماری بر نیاز روشنایی می‌باشد. همچنین مساحت آتریوم را می‌توان دومین عامل تأثیرگذار در بین متغیرهای معماری این پژوهش بر نیاز روشنایی دانست. زاویه جهت گیری آتریوم نیز در بین متغیرهای این پژوهش، کمترین میزان تأثیر را بر نیاز روشنایی دارد. برای یافتن مدل رابطه نیاز روشنایی و متغیرهای معماری، آزمون رگرسیون در دو قالب متغیرهای مستقل مساحت، محیط و زاویه جهت گیری و متغیرهای مستقل طول، عرض و زاویه جهت گیری مورد بررسی قرار گرفت.





تصویر ۴- میزان نیاز روشنایی ساختمان مرجع بدون آتریوم در مقایسه با وجود آتریوم.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

در مدل‌های مورد بررسی، شرایط ساختمان در سه حالت ساختمان مرجع بدون آتریوم (شرایط صفر)، ساختمان مرجع با آتریوم به ابعاد ۱۲ متر در ۱۲ متر و جهت گیری ۳۰ درجه (شرایط بیشینه) و ساختمان مرجع با آتریوم به ابعاد ۱۰ متر در ۴ متر و جهت گیری ۴۵ درجه (شرایط کمینه)، با نتایج شبیه سازی انجام شده، مورد ارزیابی تطبیقی قرار گرفته است. شرایط بیشینه، مربوط به بیشترین میزان کاهش نیاز روشنایی و شرایط کمینه، مربوط به کمترین میزان کاهش نیاز روشنایی در شبیه سازی‌های انجام شده می‌باشد.

آزمون رگرسیون خطی نیاز روشنایی با متغیرهای طول، عرض و زاویه جهت گیری، با میزان آر اسکوار ۰/۹۳۱، مدل زیر را را تعریف کرده است. در این مدل، ضریب ثابت در فرمول از حدود ۱۰۶ تا ۱۲۱ درصد از تغییرات را شامل می‌شود. مدل مذکور، در پیش بینی نیاز روشنایی در شرایط صفر با تنها ۸۲ وات ساعت بر متر مربع، در شرایط بیشینه با ۱۶۴ وات ساعت بر متر مربع و در شرایط کمینه با تنها ۴۴- وات ساعت بر متر مربع خطا، نیاز روشنایی را پیش بینی کرده است که میزان بسیار مطلوبی می‌باشد:

$$Ld = 7053.352 + (-85.361Wa) + (-2.619La) + (.079Oa)$$

همچنین، نیاز روشنایی نیز در رابطه خطی با متغیرهای مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم، با میزان آر اسکوار ۰/۸۶۱ به مدل زیر رسیده است. در این مدل، ضریب ثابت در فرمول از حدود ۹۵ تا ۱۰۹ درصد از تغییرات را شامل می‌شود. این مدل، در پیش بینی نیاز روشنایی در شرایط صفر با ۶۰۴- وات ساعت بر متر مربع، در شرایط بیشینه با ۱۸۴ وات ساعت بر متر مربع و در شرایط کمینه با تنها ۸۷- وات ساعت بر متر مربع خطا، نیاز روشنایی را پیش بینی کرده است:

$$Ld = 6367.025 + (-10.961Aa) + (25.678Pa) + (-.039Oa)$$

آزمون رگرسیون غیرخطی نیاز روشنایی با متغیرهای طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم، مدل زیر را را با میزان آر اسکوار ۰/۹۲۳، تعریف کرده است. در این مدل، ضریب ثابت در فرمول از حدود ۱۰۵ تا ۱۲۰ درصد از تغییرات را شامل می‌شود. این مدل، در پیش بینی نیاز روشنایی در شرایط صفر با تنها ۵۴ وات ساعت بر متر مربع، در شرایط بیشینه با ۱۶۴ وات ساعت بر متر مربع و در شرایط کمینه با تنها ۴۰- وات ساعت بر متر مربع خطا، نیاز روشنایی را پیش بینی کرده است. در این مدل، پیش بینی ها، کمی دقیق تر مدل خطی براساس طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم انجام شده است. این موضوع در حالی رخ داده است که میزان آر اسکوار در مدل خطی کمی بالاتر است:

$$Ld = 7025.069 + (-86.137Wa) + \left({}^{1}/_{1+e^{La}}\right) + (.417Oa) + (-.004Oa^2) + (.000009093Oa^3)$$

همچنین، نیاز روشنایی در رابطه غیرخطی با متغیرهای مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم، به مدل زیر با میزان آر اسکوار ۰/۸۶۶، رسیده است. مدل مذکور، در پیش بینی نیاز روشنایی در شرایط صفر با ۵۹۹- وات ساعت بر متر مربع، در شرایط بیشینه با ۱۸۱ وات ساعت بر متر مربع و در شرایط کمینه با تنها ۹۷ وات ساعت بر متر مربع خطا، نیاز روشنایی را پیش بینی کرده است. به نظر می‌رسد در دو مدل خطی و غیرخطی مساحت، محیط و زاویه جهت گیری آتریوم، با بیش از حد کوچک و بزرگ شدن آتریوم، خطای اندازه گیری زیاد می‌شود:

$$Ld = 6371.737 + (-10.975Aa) + (25.719Pa) + (-.580Oa) + (.010Oa^2) + (.000004359Oa^3)$$

با بررسی چهار مدل به دست آمده برای نیاز روشنایی، مدل غیرخطی طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم، به طور کلی مدل مناسب تری برای پیش بینی میزان نیاز روشنایی در ساختمان‌های بلندمرتبه در شهر رشت به نظر می‌رسد. پس از آن، مدل خطی طول، عرض و زاویه جهت گیری آتریوم نتایج مطلوبی دارد.

جدول ۲۱- بررسی تطبیقی چهار مدل پیش بینی نیاز روشنایی به دست آمده

مدل	متغیرهای معماری آتریوم	درصد دقت پیش بینی	شرایط صفر[1]	شرایط بیشینه[2]	شرایط کمینه[3]
خطی	طول، عرض، زاویه جهت گیری	۹۳/۱	۸۲	۱۶۴	-۴۴
خطی	مساحت، محیط، زاویه جهت گیری	۸۶/۱	-۶۰۴	۱۸۴	-۸۷
غیرخطی	طول، عرض، زاویه جهت گیری	۹۲/۳	۵۴	۱۶۴	-۴۰
غیرخطی	مساحت، محیط، زاویه جهت گیری	۸۶/۶	-۵۹۹	۱۸۱	۹۷

۱. شرایط صفر: میزان تفاوت مقدار ثابت مدل با نیاز روشنایی به دست آمده در ساختمان مرجع بدون آتریوم

۲. شرایط بیشینه: میزان تفاوت نیاز روشنایی مدل با نیاز روشنایی به دست آمده در ساختمان مرجع در بیشینه کاهش نیاز روشنایی

۳. شرایط کمینه: میزان تفاوت نیاز روشنایی مدل با نیاز روشنایی به دست آمده در ساختمان مرجع در کمینه کاهش نیاز روشنایی

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

بر این اساس، می‌توان نتیجه گیری کرد، در ساختمانی مشابه ساختمان مرجع در شهر رشت، با دو برابر کردن عرض آتریوم، در طـول و زاویـه جهت گیری ثابت آتریوم، با احتمال ۰/۹۲۳، نیاز روشنایی حدود ۸ درصد کاهش پیدا می‌کند. در صورتی که با دو برابر کردن طـول آتریـوم در ساختمان مرجع، با فرض ثابت ماندن سایر متغیرها، نیاز روشنایی در شهر رشت، فقط حدود یک درصد کاهش پیدا می‌کند. همچنین، تغییـر در زاویه جهت گیری آتریوم نیز، تأثیری چندانی در نیاز روشنایی ندارد. بر این اساس، می‌توان فهمید کـه قـرار دادن کشـیدگی آتریـوم در حـدود راستای شرقی-غربی و افزایش عرض آن تا حد ممکن (یعنی نزدیک کردن آن به شکل مربع)، باعث بهبود کارایی روشـنایی آتریـوم در شـهر رشت می‌شود. بنابراین در این شهر در بین شکل‌های مستطیلی آتریوم، برای بهبود عملکرد روشنایی آتریوم، استفاده از شکل‌های پلان نزدیک به مربعی توصیه می‌شود. افزایش مساحت آتریوم منجر به کاهش نیاز روشنایی می‌شود و نزدیک شدن نسبت طول به عرض آتریوم بـه عـدد یک در عین ثابت ماندن مساحت آن، نیز نیاز روشنایی را کاهش می‌دهد. همچنین کشیدگی شرقی-غربی آتریوم نسبت به کشیدگی شـمالی-جنوبی، عملکرد بهتری دارد.

منابع

- Acosta, I., Campano, M. Á., Domínguez, S., & Fernández-Agüera, J. (2019). Minimum daylight autonomy: a new concept to link daylight dynamic metrics with daylight factors. *Leukos*, 15(4), 251-269.
- Acosta, I., Varela, C., Molina, J. F., Navarro, J., & Sendra, J. J. (2018). Energy efficiency and lighting design in courtyards and atriums: A predictive method for daylight factors. *Applied energy*, 211, 1216-1228.
- Aldawoud, A. (2013). The influence of the atrium geometry on the building energy performance. *Energy and Buildings*, 57, 1-5.
- Amani, N. (2019). Energy efficiency using the simulation software of atrium thermal environment in residential building: a case study. *Advances in Building Energy Research*, 13(1), 65-79.
- Asfour, O. S. (2008). A Study of Thermal Performance of Traditional Courtyard Buildings Using Computer Simulation. *Ahrcp*, 389-399.
- Asfour, O. S. (2020). A comparison between the daylighting and energy performance of courtyard and atrium buildings considering the hot climate of Saudi Arabia. *Journal of Building Engineering*, 30, 101299.
- Boyce, P.R., *Human factors in lighting*. 2014: Crc Press.
- Brodrick, J. R., Petrow, E. D., & Scholand, M. J. (2002, November). Lighting energy consumption trends and R&D opportunities. *In Solid State Lighting II* (Vol. 4776, pp. 9-17). SPIE.
- Chen, T., Cao, S. J., Wang, J., Nizamani, A. G., Feng, Z., & Kumar, P. (2021). Influences of the optimized air curtain at subway entrance to reduce the ingress of outdoor airborne particles. *Energy and Buildings*, 244, 111028.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pisoni, E., Solazzo, E., Guion, A., Muntean, M., ... & Hutfilter, A. F. (2021). Global anthropogenic emissions in urban areas: patterns, trends, and challenges. *Environmental Research Letters*, 16(7), 074033.
- Danielski, I., Nair, G., Joelsson, A., & Fröling, M. (2016). Heated atrium in multi-storey apartment buildings, a design with potential to enhance energy efficiency and to facilitate social interactions. *Building and Environment*, 106, 352-364.
- DesignBuilder Software Ltd , (2019). *DesignBuilder Software Ltd Website*. Software company in Stroud, England.
- Dong, L., He, Y., Qi, Q., & Wang, W. (2022). Optimization of daylight in atrium in underground commercial spaces: A case study in Chongqing, China. *Energy and Buildings*, 256, 111739.
- Dong, X., Wu, Y., Chen, X., Li, H., Cao, B., Zhang, X., ... & Li, X. (2021). Effect of thermal, acoustic, and lighting environment in underground space on human comfort and work efficiency: A review. *Science of The Total Environment*, 786, 147537.
- Du, J., & Sharples, S. (2012). The assessment of vertical daylight factors across the walls of atrium buildings, Part 2: Rectangular atria. *Lighting Research & Technology*, 44(2), 124-138.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

- Fan, Z., Yang, Z., & Yang, L. (2021). Daylight performance assessment of atrium skylight with integrated semi-transparent photovoltaic for different climate zones in China. *Building and Environment*, 190, 107299.
- Franco, M. A. J. Q., Pawar, P., & Wu, X. (2021). Green building policies in cities: A comparative assessment and analysis. *Energy and buildings*, 231, 110561.
- Ghasemi, A., Asrari, A., Zarif, M., & Abdelwahed, S. (2013). Techno-economic analysis of stand-alone hybrid photovoltaic–diesel–battery systems for rural electrification in eastern part of Iran—A step toward sustainable rural development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 456-462.
- Ghasemi, M., Kandar, M. Z., & Noroozi, M. (2016). Investigating the effect of well geometry on the daylight performance in the adjoining spaces of vertical top-lit atrium buildings. *Indoor and Built Environment*, 25(6), 934-948.
- He, B. J., Ding, L., & Prasad, D. (2020). Wind-sensitive urban planning and design: Precinct ventilation performance and its potential for local warming mitigation in an open midrise gridiron precinct. *Journal of Building Engineering*, 29, 101-145.
- Lau, B., Masih, D. A. A., Ademakinwa, A. A., Low, S. W., & Chilton, J. (2016). Understanding light in lightweight fabric (ETFE foil) structures through field studies. *Procedia Engineering*, 155, 479-485.
- Li, D. H., Cheung, A. C., Chow, S. K., & Lee, E. W. (2014). Study of daylight data and lighting energy savings for atrium corridors with lighting dimming controls. *Energy and buildings*, 72, 457-464.
- Li, J., Ban, Q., Chen, X., & Yao, J. (2019). Glazing sizing in large atrium buildings: a perspective of balancing daylight quantity and visual comfort. *Energies*, 12(4), 701.
- Maile, T., Fischer, M., & Bazjanac, V. (2007). Building energy performance simulation tools-a life-cycle and interoperable perspective. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) Working Paper, 107(December), 1-49.
- Mele, C. (2019). Human settlements and sustainability: a crucial and open issue. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 119, p. 00012). EDP Sciences.
- Montoya, F. G., Peña-García, A., Juaidi, A., & Manzano-Agugliaro, F. (2017). Indoor lighting techniques: An overview of evolution and new trends for energy saving. *Energy and buildings*, 140, 50-60.
- Nasrollahi, N., Abdolahzadeh, S., & Litkohi, S. (2015). Appropriate geometrical ratio modeling of atrium for energy efficiency in office buildings. *Journal of Building Performance*, 6(1).
- Rastegari, M., Pournaseri, S., & Sanaieian, H. (2021). Daylight optimization through architectural aspects in an office building atrium in Tehran. *Journal of Building Engineering*, 33, 101718.
- Samant, S., & Yang, F. (2007). Daylighting in atria: The effect of atrium geometry and reflectance distribution. *Lighting Research & Technology*, 39(2), 147-157.
- Santamouris, M., Haddad, S., Fiorito, F., Osmond, P., Ding, L., Prasad, D., ... & Wang, R. (2017). Urban heat island and overheating characteristics in Sydney, Australia. An analysis of multiyear measurements. *Sustainability*, 9(5), 712.
- Sharples, S., & Lash, D. (2007). Daylight in atrium buildings: a critical review. *Architectural Science Review*, 50(4), 301-312.
- Sher, F., Kawai, A., Güleç, F., & Sadiq, H. (2019). Sustainable energy saving alternatives in small buildings. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 32, 92-99.
- Vujošević, M., & Krstić-Furundžić, A. (2017). The influence of atrium on energy performance of hotel building. *Energy and buildings*, 156, 140-150.
- Wang, J., Huang, J., Feng, Z., Cao, S. J., & Haghighat, F. (2021). Occupant-density-detection based energy efficient ventilation system: Prevention of infection transmission. *Energy and Buildings*, 240, 110883.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

- Wang, J., Meng, Q., Tan, K., Zhang, L., & Zhang, Y. (2018). Experimental investigation on the influence of evaporative cooling of permeable pavements on outdoor thermal environment. *Building and Environment*, 140, 184-193.
- Wang, L., Huang, Q., Zhang, Q., Xu, H., & Yuen, R. K. (2017). Role of atrium geometry in building energy consumption: The case of a fully air-conditioned enclosed atrium in cold climates, China. *Energy and Buildings*, 151, 228-241.
- Wu, P., Zhou, J., & Li, N. (2021). Influences of atrium geometry on the lighting and thermal environments in summer: CFD simulation based on-site measurements for validation. *Building and Environment*, 197, 107853.
- Zhao, N., Ghosh, T., & Samson, E. L. (2012). Mapping spatio-temporal changes of Chinese electric power consumption using night-time imagery. International Journal of Remote Sensing, 33(20), 6304-6320.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]

[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]

A model for predicting lighting demand in high-rise buildings based on the physical factors of the atrium through the simulation of lighting performance (Case study: Rasht city)

Babak Padasht, *Ph.D Student ,Department of Architecture ,Rasht Branch, Islamic Azad University,Rasht,Iran*
Farzaneh Asadi Malek Jahan*, *AssistantProfessor,Department of Architecture,,Rasht Branch,Islamic Azad University Rasht,Iran(Corresponding Author)*
Seyedeh Mamak Salavatian, *AssistantProfessor,Department of Architecture,,Rasht Branch,Islamic Azad University Rasht,Iran*

Received: 2024/6/19 *Accepted: 2024/9/3*

Extended abstract

Introduction: Despite the significant effects of atriums on lighting and reducing energy consumption, there is not enough knowledge about the effect of different design parameters on its lighting performance. For this reason, this research examines the effect of the physical factors of the atrium on the lighting demand of high-rise buildings in Rasht city through lighting performance simulation. The final goal of this research is to achieve a prediction model of lighting demand based on the physical factors of the atrium for high-rise buildings in Rasht city. The final goal of this research is to achieve a prediction model of lighting demand based on the physical factors of the atrium for high-rise buildings in Rasht city.

Methodology: For this purpose, the length, width, perimeter, area and orientation of the atrium have been considered as independent variables in a reference building with fixed specifications. With the changes in the independent variables, the results of the lighting requirement have been evaluated. Lighting simulation is done in Design Builder software. The results obtained from the simulation, in addition to being analyzed in the form of descriptive statistics, have been subjected to correlation and regression tests.

Results: According to the findings, among the architectural variables investigated in this research, the width, area, and environment of the atrium have the greatest effect on the lighting demand, and the orientation angle of the atrium has not had much effect on the lighting performance of the building. Simulated atriums have reduced lighting demand from 4% to 17%. Furthermore, the study infers that atrium length and width, as well as its perimeter and area, exhibit a significant inverse correlation with the building's lighting demand in a ten-story, 20×20 meter model building in Rasht, with a window-to-wall ratio of 50%.

Conclusion: This study investigates the impact of atrium physical parameters on the daylighting performance of high-rise buildings in the city of Rasht. Based on the findings, it can be concluded that variations in the physical characteristics of atriums have a direct influence on the daylight performance of high-rise buildings in this specific geographic context. To better assess the outcomes, an initial simulation was performed on the model building without an atrium and without orientation, showing a lighting demand of 6971.348 Wh/m². Accordingly, the simulated atriums.

Keywords: Lighting Demand, Lighting Performance Simulation, Atrium Design, High-rise Building.

* Corresponding Author's E-mail: farzaneh_872@yahoo.com

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-01-27]
[DOI: 10.61882/hafthesar.14.52.5]