فصلنامه مطالعات فضا و مکان

دوره ۱، شماره ۳، صص.۱۰۲-۹۱، بهار ۱۴۰۲
DOI: 10.30495/JSPS.2023.1978165.1033

ترجمه انگلیسی این مقاله با عنوان:
The Effect of the Performance of the Optical Shelf (External) in Creating a Comfortable Environment in Architectural Studios in Latitude 35
در همین شماره به چاپ رسیده است.

تأثیر عملکرد رَف نوری(بیرونی)در ایجاد محیط آسایش در آتلیه های معماری در عرض جغرافیایی ۳۵°

زهره سلحشور*[۱]، مهناز محمودی زرندی[۲]

۱. دانشجوی دکترا، گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

طراحی معماری
مقاله تخصصی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۱۱/۳
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۲/۷
تاریخ انتشـار:
۱۴۰۲/۳/۲۲

واژگان کلیدی:
خیرگی،
بهره گیری از نور طبیعی،
آسایش بصری،
خیرگی ایستا،
رَف نوری.

چکیده:

دانشجویان معماری ساعات زیادی درطی روز در آتلیه ها هستند. از این رو بهره گیری از نور طبیعی دارای اهمیت است. این نورها، اگر از حدی بیشتر شوند، باعث ایجاد مزاحمت می شوند که اصطلاحا به آن خیرگی می گویند و یکی از راهکارهای برطرَف کردن آن استفاده ازرَف نوری یا طاقچه نوری است. این رَف ها در اشکال مختلفی اجرا می شوند. هدف از این مقاله بررسی تأثیر زاویه در رَف های (خارجی) در اقلیم تهران در کاهش خیرگی است. روش تحقیق مقاله کاربردی و از آنجایی که پاسخ به خیرگی به دو دسته پویا و ایستا انجام می شود، برای پاسخ منطقی به پرسش از روش ایستا، از شبیه سازی دیزاین بیلدر استفاده شده است. در محیط شبیه سازی کلاس مکعبی با ابعاد ۸ در ۶ با ۳۰ درصد پنجره در نمای جنوبی شبیه سازی شده است و سطح کار متناسب با ارتفاع میزها ۱ متر، آسمان در سطح خورشیدی در نظر گرَفته شده است. در این شبیه سازی UDI ، ASE، UDA، DF درچهارحالت (بدون رَف نوری، رَف نوری بازاویه های ۱۸۰ درجه و ۶۰ >X> ۳۰ درجه (بیرونی ، درونی)) اجرا شده است. بعد از شبیه سازی، مشاهده شد که رَف نوری در دو حالت زاویه دار عملکرد بهتری نسبت به رَف نوری ۱۸۰ درجه دارد. DF در حالت زاویه دار به سمت درون عملکرد بهتری دارد و UDI در حالت زاویه دار به سمت بیرون نزدیک به ۱۰۰ لوکس نور طبیعی دریافت می کند که در وضعیت روشنی قرار دارد. پارامتر SDA در دو حالت زاویه دار مناسب است. ASE میزان نور سالیانه در حالت ماکزیمم بیشتر از ۶۰ درصد نور طبیعی دریافت می کند که مطلوب است.

* **نویسنده مسئول :** *+989102303867* , *ftmehr91@gmail.com*

مقدمه

حس بینایی ۷۵ درصد بر روی کیفیت یادگیری دانش آموزان نقش دارد. نور روز می تواند بر افزایش کارایی سلامتی دانش پژوهان و کاهش استرس مؤثر باشد و میزان ویتامین D3 بدن را افزایش دهد (مفیدی شمیرانی، پور ناصری،۱۳۹۰،۱) . پژوهش های زیادی در جهت بهره گیری از نور طبیعی در فضاهای آموزشی صورت گرَفته که در یکی از این پژوهش ها به تأثیر مثبت این نور بر شبکیه چشم و غده هیپوتالاموس اشاره دارد (احدی، خان محمدی ، ۱۳۹۳،۲). به طور کلی بهره گیری از نور طبیعی در فضای داخلی سبب ۴,۵ درصد بهره وری بیشتر بر روی استفاده کنندگان می شود(فروزنده شهرکی، احمدی جوشقانی، نورکجوری،زمردیان،۱۴۰۰، ۲). سهم مؤسسات عالی در مصرَف انرژی در قسمت روشنایی حدود ۹ درصد است (زمردیان، پوردیهیمی ،۹۶، ۹). با توجه به اینکه دانش پژوهان زمان خود را در کلاس ها سپری می کنند از این رو آسایش بصری در کنار آموزش برای آنها دارای اهمیت است. موقعیت پنجره کلاس درس در جبهه جنوبی به عنوان اولویت اول و جبهه های شمالی به عنوان اولویت دوم در نظر گرَفته می شود (نصیری، محمودی زرندی،۱۳۹۹،۳) (نیکزاد، ملک، غفاری،۹۹، ۲). در سال ۱۹۹۹ طی بررسی های گروه HMG در جهت تأثیر مؤثر نور، بیان شده است که اگر کلاس درس توسط نور طبیعی روشن شود تأثیر مؤثری بر نمرات دانش آموزان دارد (نخعی، شیرخانی و همکاران، ۹۴، ۳).

این نور از طریق پنجره وارد فضاهای معماری می شود و گاهی به دلیل شدت زیادی به ویژه در پنجره های بزرگ باعث ایجاد خیرگی در فضا می شود. راهکارهای مختلفی از جمله اجرای سایبان، بهینه سازی پنجره ها و یا بکارگیری رَف نوری [1] استفاده می گردد. مهمترین کارکردهای رَف نوری ایجاد نور یکنواخت در فضای کلاس های درس و انتقال نور روز به عمق ساختمان است. رَف نوری در بالای پنجره ها به عنوان صفحه ای براق و انعکاسی است و باعث افزایش عمق نفوذ نور به درون کلاس ها می شود و میزان خیرگی را کاهش می دهد (نصیری، محمودی زرندی، ۱۳۹۹، ۴). از آنجایی که خیرگی در فضاهای آموزشی محیط آسایش دانشجویان را بهم می ریزد و بیشتر بر روی سطوح براق از جمله صفحات افقی تخت (وایت بُرد) و صفحات افقی لپ تاپ ها و صفحات عمودی میزِ کار ایجاد می شود.

هدف از این مقاله ارائه روش برای کاهش خیرگی از طریق رَف نوری در آتلیه های معماری و ایجاد محیط آسایش برای دانشجویان معماری است. این مقاله از این جهت دارای اهمیت است که آتلیه ها یکی از مکان هایی هستند که در طی روز دانشجویان معماری در مقطع کارشناسی بیشترین زمان خود را در آن سپری می کند. از این روی کاهش خیرگی این فضاها بر روی عملکرد آنها تأثیر مؤثری دارد. رَف های نوری تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله جنس، نوع مصالح، زاویه و ارتفاع از سطح زمین هستند. آنچه در این مقاله بررسی می شود تأثیر زاویه رَف نوری(خارجی) در میزان خیرگی در آتلیه های معماری است. به طور کلی خیرگی به دو دسته پویا و ایستا تقسیم می شود که هر کدام دارای پارامترهای جداگانه ای هستند که در ادامه به صورت کامل توضیح داده شده است. برای پاسخ به پرسش از روش پویا باید از نرم افزار گرس هاپر، پلاگین هانی بی استفاده کرد و در روش ایستا یا دینامیکی از برنامه دیزاین بیلدر استفاده می شود. آنچه در این مقاله استفاده شده است، روش ایستا و با برنامه دیزاین بیلدر[2] است و پارامتر های UDI، ASE، UDA، DF ASE در سه زاویه در رَف بیرونی بررسی شده است.

روش تحقیق

با توجه به پرسش مطرح شده، پژوهش کاربردی است و برای پاسخ دادن منطقی، داده ها به دو دسته کمی و کیفی تقسیم شده اند. داده های کیفی شامل تعاریف مهم نورِ روز و خیرگی است و داده های کمی شامل اعداد و ارقام استخراج شده حاصل از خیرگی در وضعیت ایستا است. داده های کیفی این مقاله از مقالات و پایان نامه های نوشته شده در این زمینه گردآوری شده است، اما برای جمع آوری داده های کمی (متناسب با فاکتورهای تعیین شده) از شبیه سازی دیزاین بیلدر و برای نشان دادن ویژگی های آب و هوای سایت از نرم Climate Consultant ویرایش ۶ استفاده شده است.

پیشینه تحقیق

پژوهش های مختلفی در زمینه نور طبیعی صورت گرَفته اما در زمینه رَف های نوری پژوهش ها بسیار محدود بوده است و بیشتر در پژوهش های نور طبیعی، به بررسی بعد روانشناسی

این موضوع پرداخته شده است. اما یکی از پژوهش های موفق در زمینه خیرگی، مقاله محبوبه پوراحمدی و همکاران با عنوان" بهینه سازی بازشوهای ساختمانی براساس عملکرد خیرگی در فضاهای آموزشی اقلیم گرم و خشک ایران-مطالعه موردی ساختمان دانشگاهی شهر یزد" در سال ۱۳۹۸ نوشته شده است. در این مقاله، یک کلاس درس ساختمان دانشگاهی شهر یزد در محیط گرس هاپر شبیه سازی و در رادیانس میزان خیرگی آن بررسی شده است. طی این شبیه سازی مشخص شده که درنسبتهای پنجره به دیوار کمتر از ۶۰ درصد، شاهد کاهش میزان خیرگی به صورت نامحسوس در کلاس درس هستیم.

محمدعلی فدایی اردستانی و همکاران در سال ۱۴۰۰ مقاله خود را با عنوان" ارزیابی نور روز و خیرگی در کلاس های درس با استفاده از شاخص های پویا مطالعهٔ موردی: دانشکدهٔ معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی" در محیط دیوا، گرس هاپر و دی سیم شبیه سازی کردند. در این مقاله به بررسی جایگاه سایبان ها در کاهش خیرگی پرداخته شده است و مشخص شده که بکارگیری سایبان ها در کلاس های شمال شرقی دانشگاه شهید بهشتی دارای آسایش بصری بهتری هستند و در کلاس های جنوبی به دلیل خیرگی نیاز به سایبان های متحرک است.

در مقاله دیگر اثر محمدجواد مهدوی نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۵ با عنوان" بهینه سازی تناسبات و نحوه استفاده از رَف نوری در معماری کلاس های آموزشی"در محیط اکوتکت و ردینس به بررسی نحوه عملکرد رَف های نوری و سایبان ها پرداخته شده است. این مقاله به سه قسمت تقسیم می شود: در ابتدا رَف های نوری با ابعاد۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ سانتی متر در اتاقی ۶۰۰ سانتیمتر در ۸۱۰ سانتیمتر و ارتفاع ۳۳۰سانتیمتر، با نسبت سطح پنجره به دیوار۳۰ تا ۴۰ درصد، شبیه سازی شده است که رَف نوری ۱۲۰ سانتیمتر در تابستان و ۱۴۰ سانتیمتر در پاییز و بهار و زمستان دارای عملکرد بهتری هستند. با اعمال رَف نوری، (هرچند نور یکنواخت وارد فضای کلاس درس شده است) ولی همچنان خیرگی وجود دارد و در مرحله دومِ شبیه سازی به بررسی عملکرد سایبان ها در کنار رَف های نوری پرداخته شده است. در این مرحله سه نوع سایبان ۲۱۰، ۸۰، ۱۵۰ و ۱۲۰سانتیمتری در دو ساعت ۹و۱۴ شبیه سازی شده که در پایان شبیه سازی مشخص شده سایبان۸۰ سانتی متری در فصل های پاییز و بهار از عملکرد بهتر برخوردارند و هیچ سایبانی برای زمستان مناسب نیست. از این رو در این فصل باید از پرده و لوورهای مهار کننده استفاده کرد.

در مقاله سحر رستم زاد و همکاران۱۴۰۰ با عنوان "طراحی پارامتریک های متحرک با هدف ارتقاء بهره وری روشنایی و آسایش بصری -بررسی موردی ساختمان های بصری" در جهت بهره گیری از نور طبیعی از یک طرح اسلیمی در محیط گرس هاپر راینو، در۴روز بحرانی مورد بررسی قرار گرَفته است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که اعمال پوسته های متحرک نقش قابل ملاحظه ای در کاهش خیرگی در ساختمان های اداری دارد. در پژوهش دیگری که در زمینه خیرگی صورت گرَفته می توان به مقاله "بررسی تأثیر مؤلفه‌های کاربردی مؤثر در طراحی پنجره کلاس‌های دروس عملی با تأکید بر استفاده بهینه از بازتابش نور روز در تهران" نوشته سارا السادات کارگر و همکاران را نام برد که در سال ۱۴۰۰ منتشر شده است. در این مقاله به بررسی نور طبیعی در بازشوها در جهت کاهش خیرگی فضاهای آموزشی در محیط رادیانس پرداخته شده است و طی شبیه سازی مشخص شده که رابطه دقیقی میان جهت استقرار پنجره، مساحت نورگذر و بافت مصالح وجود دارد که تأثیر عمده‌ای بر عمق نفوذ نور و ایجاد خیرگی و کیفیت روشنایی در کلاس درس می‌گذارد.

در پژوهش بهاره سادات نصیری و مهناز محمودی زرندی ۱۳۹۴با عنوان "دستیابی به اصول طراحی رَف های نوری با کارایی بالا در ساختمانهای آموزشی" که در محیط دیوا شبیه سازی شده، به بررسی رَف نوری در ۳ حالت با ۲ ارتفاع مختلف در فضاهای آموزشی پرداخته شده است که جمعا۶ حالت می شود. طی شبیه سازی مشاهده شده که رَف های نوری درونی تأثیری در بهبود عملکرد روشنایی داخلی ندارند و رَف های میانی در فاصله ۲۴۰ سانتیمتری از کف، دارای عملکرد بهتری هستند.

در پژوهشی دیگر با عنوان "کارایی شاخص نورِ روز در تضمین کافی در فضا براساس ارزیابی کاربران نمونه موردی آموزشی دانشکده معماری شهر تهران" نسترن شفوی مقدم، زهرا سادات زمردیان و محمد تحصیلدوست ۱۳۹۸ به بررسی فاکتورهایی از جمله SDA , UDI , DF از طریق شبیه‌سازی و نظرسنجی ۳۸۶ دانشجوی معماری در ۲۰

آتلیه‌ی طراحی دانشگاهی واقع در تهران پرداخته اند. بسیاری از پاسخ دهنده های دانشجو، معتقدند که ۱۲۵ لوکس به‌عنوان مرز بین ناحیه تاریک و تقریباً روشن و ۳۵۰ لوکس به عنوان مرز تفکیک ناحیه تقریباً روشن و روشن و مقدار ۳۰۰ و ۱۵۰ لوکس به عنوان حد پایین روشنایی مطابقت بیشتری با ارزیابی کاربران دارد.

از بین پژوهش های خارجی که در زمینه رَف نوری صورت گرَفته است، می توان به مقالات زیر اشاره کرد:

در مقاله ای با عنوان Daylight performance of a naturally ventilated building as parameter for energy management نوشته Ramit Debnath a, Ronita Bardhan که در سال ۲۰۱۶ منتشر شده، دو پارامتر نور روز: روشنایی مفید نور روز (UDI) و نور سالانه، متناسب با جهت گیری مورد بررسی قرار گرَفته است. نتایج نشان داده که ساختمان ها در جهت جنوب شرقی با ۵۰ درصد WWR تا ۶۳ درصد روشنایی بیشتر محیط را دریافت می کنند و دارای عملکرد بهتری هستند.

پژوهش دیگری با عنوان Optimization of an external perforated screen for improved daylighting and thermal performance of an office space نوشته Cristian Lavin a, Francesco Fiorito که در سال ۲۰۱۷ چاپ شده، به بررسی تأثیر سایبان ها درکاهش خیرگی و ایجاد محیط آسایش پرداخته است و بیان می کند که بکارگیری سایه بان سبب بهبود روشنایی مفید نور روز (UDI)و کاهش مصرَف انرژی و احتمال تابش نور روز (DGP)شده است. در این مقاله، یک ساختمان اداری در استرالیا شبیه سازی شده و با قرار دادن سایبان در پنجره های نمای شمالی و غربی آن بهبود قابل توجهی در مقادیرUDI ، همراه با کاهش قابل توجه مصرَف انرژی و کاهش خیرگی مشاهده شده است.

در مقاله Dynamic internal light shelf for tropical daylighting in high-riseofficebuildings نوشته C.Y.S. Heng -Yaik-Wah Lim a, b در سال ۲۰۱۶ عملکرد رَف نوری بررسی شده است. در این مقاله ۳ نوع رَف نوری داخلی شبیه سازی شده اند: در حالت اول، رَف نوری به صورت یک لایه، در حالت دوم رَف نوری دو لایه و در حالت سوم رَف نوری ۳ لایه اجرا و مشاهده شده که بکارگیری رَف نوری در حالت اول در آسمان ابری و در حالت دوم در آسمان میانی عملکرد بهتری را دارد و بکارگیری رَف نوری در حالت پایه (از ۶۲,۰ درصد تا -۳۴,۱ درصد) باعث کاهش در سطح روشنایی می شود و همچنین سبب توزیع یکنواختی نور طبیعی تا ۱۷۸,۶درصد می شود.

در مقاله Sensitivity analysis and multi-objective optimization of energy consumption and thermal comfort by using interior light shelves in residential buildings نوشته Amir Ebrahimi-Moghadam, Paria Ildarabadi, Karim Aliakbari, Faramarz Fadaee در سال ۲۰۱۹ با نرم افزار هانی بی به بررسی تأثیر پارامترهای قفسه نور (از جمله زاویه، عمق و تعداد قفسه های نور) روی دو توابع مصرَف انرژی ساختمان (شامل گرمایش، سرمایش و انرژی برق) در ۳ جهت(غرب، شرق، جنوب) یک ساختمان پرداخته شده است که به ترتیب عمق (۰,۵۷۱، ۰,۲۹۵ و ۰,۶۵۹) متر باعث صرَفه جویی ۲۷,۸۱۹ انرژی الکتریکی کیلووات ساعت بر مترمربع ۴۹,۱۷۶ کیلووات ساعت بر متر مربع و ۳۴,۸۵۳ کیلووات ساعت بر متر مربع می شود.

مقاله A preliminary study on the performance of an awning system with a built-in light shelf نوشته Heangwoo Lee , Hyang-In Jang , Janghoo Seo ترکیب سایبان ها و رَف نوری بررسی شده است. در این مقاله سایبان سوراخ دار با برآمدگی ۲ متر با رَف نوری با زاویه ۳۰ درجه نسبت به ابعاد دیگر دارای عملکرد بهتری داشته و توانسته ۶ متر از فضای داخلی اتاق را روشن کند.

در مقاله Parametric optimization of daylight, thermal and energy performance of middle school classrooms, case of hot and dry regions نوشته khaoula Lakhudari و همکاران که در سال ۲۰۲۱ منتشر شده است به بررسی نور روز و آسایش حرارتی در فضاهای آموزشی در برنامه گرس هاپر و پلاگین Octopus با اندازه گیری پارامترهای مختلف از جمله نسبت‌های مختلف پنجره به دیوار، مواد دیوار، انواع شیشه‌ها و دستگاه‌های سایه‌انداز پرداخته و بیان می کند این پارامترها نقش مهمی در ایجاد محیط آسایش دانش آموزان دارند. با توجه به

مطالعات صورت گرَفته، این مقاله از این جهت دارای نوآوری است. که طی پژوهش های بیان شده (داخلی و خارجی) در زمینه خیرگی، در هیچ پژوهشی تا کنون پارامترهای UDI ، ASE، UDA، ASE DF مورد بررسی قرار نگرَفته است و در این مقاله پارامترهای بیان شده در ۳ حالت زاویه دار در رَف نوری خارجی بررسی شده است.

چارچوب نظری پژوهش

• نور روز

ترکیبی از نور آسمان و نور بازتاب شده از زمین و اجسام اطراف آن است. نوری که در فضای داخلی محاسبه می شود با واحد لوکس و کندل بر فوت مربع بیان می شود. منابع نور روز به طور کلی براساس جدول شماره ۱ به دو قسمت تقسیم می شود.

• خیرگی

تغییر در شدت و کمیت نور در طول روز می توان عملکرد بصری ساکنان را تحت تأثیر قرار دهد و افزایش شدت نور از یک حدی باعث ایجاد خیرگی در عملکرد بینایی استفاده کنندگان شود.به طور کلی خیرگی به چهار قسمت تقسیم می شود. که در جدول شماره ۲ بیان شده است. براساس مطالعات صورت گرَفته، خیرگی به دو دسته پویا و ایستا تقسیم می شود. شاخص ایستا شامل بررسی لحظه ای نور طبیعی و شاخص پویا شامل بررسی سالیانه نور طبیعی است(محمدعلی فدایی اردستانی و همکاران، ۹۷)، که در جدول شماره ۳ واژگان هر شاخص تعریف شده است.

• شاخص خیرگی

شاخص خیرگی پویا و ایستا دارای بازه است که اگر از یک حدی بالاتر روند می تواند تأثیر منفی بگذارند که در جدول های شماره ۴ و ۵ بیان شده است. یکی دیگر از مواردی که در استفاه از نور طبیعی باید دقت کرد ضریب بازتاب است؛ از این رو ضریب مناسب سقف ۷۰ تا ۹۰ درصد و برای کف ۳۰ تا ۵۰ درصد و دیوارها ۴۰ تا ۶۰ درصد و برای تخت وایت برد ۲۰ درصد مناسب است (احدی امین اله و همکاران ،۱۳۹۳، صفحه۵).

• رَف نوری

رَف نوری یک سیستم غیرَفعال به صورت صفحات افقی است که معمولا بالای ارتفاع چشم انسان قرار دارد و پنجره را به دو قسمت تقسیم می کند که یک قسمت برای تامین دید و بخش دیگر برای تابش خورشید است. نورخورشید به صفحات برخورد کرده و به سقف بازتاب شده است. رَف نوری با پنجره ترکیب شده و علاوه بر افزایش عمق نفوذ نور به عنوان سایبان نیز عمل می کند. این رَف های نوری براساس مکان قرار گیری به سه دسته کلی داخلی، خارجی، میانه تقسیم می شوند (سمانه شفیعی و همکاران،۹۸، ۵۸) (صبا جلیلی زاده و همکاران،۹۴، ۵۸). این رَف ها با توجه به اقلیم، فضا و کاربری دارای انواع مختلفی هستند. اولین پژوهش در این زمینه در سال ۱۹۵۰ در مرکز تحقیقات ساختمان برای روشن کردن چند بیمارستان با پلان عمیق استفاده شده است (فهیمه معتضدیان و همکاران ۹۴ ، ۴).

در دفاتر اداری رَف های خارجی ۲۹ درصد و رَف های نوری داخلی و خارجی ۴۶ درصد در صرَفه جویی مصرَف انرژی تأثیر دارند. در این بین طاقچه های نوری داخلی (نسبت به دو طاقچه دیگر) کمترین گرد و غبار را می گیرند و دارای عملکرد بهتری هستند (ریما فیاض و همکاران ۱۳۹۵، ۷۴). برای اتاق های دارای ۲۰ درجه انحراف نسبت به جنوب، بهتر است عمق رَف نوری ۱,۵ الی ۲ متر برابر ارتفاع پنجره بالایی باشد (فهیمه معتضدیان و همکاران ۱۳۹۴، ۶). نوع مصالح استفاده شده در رَفِ نوری بر میزان خیرگی نقش بسیار مهمی دارد و هرچه مصالح براق تر باشند میزان انعکاس رَف نوری بیشتر است.

رَف نوری معمولا در ارتفاع ۲,۵ متر به بالا نصب می شود و پنجره را به دو بخش، بخش پایینی برای دید و بخش بالا برای تابش نور به سقف و بازتاب آن به فضا تقسیم می کند.

نوع دیگری از رَف های نوری، رَف های نوری پویا هستند که متناسب با فصل و شرایط آب و هوا تغییر پیدا می کنند. این نوع از سیستم های پویا تا ۵۰ درصد سبب صرَفه جویی در مصرَف انرژی می شوند. تمیز کردن این نوع از رَف ها نیز راحت تر است. انواع رَف های نوری در شکل شماره ۳ معرفی شده اند. (جدول های شماره ۶ و ۷)

به طور کلی طاقچه های نوری متناسب با موقعیت آسمان، ابری، نیمه ابری و صاف دارای عملکردهای مختلفی هستند و کارایی آنها در طول سال متناسب با نفوذ نور مستقیم متفاوت است.کارایی طاقچه های نوری یا رَف در اقلیم ها مختلف متناسب با تابش آفتاب متفاوت است. در اقلیم های ابری کارایی خوبی ندارند و در اقلیم های گرم و خشک دارای

جدول شماره ۱) انواع منابع نور روز

نور مستقیم	تابش مستقیم نور خورشید مهمترین منبع اصلی نور روز هستند این نور علاوه بر کیفیت بالا می تواند کمیت بالایی را هم ایجاد کند
نور غیر مستقیم	تابش خورشید بعد از گذشتن از اتمسفر و برخورد بر ذرات موجود منعکس و منکسر می شود در واقعه آسمان صاف و یا ابری باشد قطرات موجود می توان باعث تفاوت رنگ آسمان شود.

منبع: فهیمه نیکودل؛ محمد جواد مهدوی نژاد؛ محمد رضا بمانیان؛ ۱۳۹۴؛۱۹؛ ۱۸

جدول شماره ۲) دسته بندی خیرگی

انواع خیرگی	توضیحات
خیرگی مستقیم	خیرگی مستقیم از منبع نور ناشی می شود که به دلیل شدت زیاد می تواند باعث آزار و برهم خوردن آسایش و یا افت عملکرد استفاده کنندگان در فضا شود.. این خیرگی گاهی ناشی از هندسه می باشد در این حالت منبع نور بزرگ و فاصله آن به چشم کمتر، سبب خیرگی آزار دهنده است.
خیرگی غیر مستقیم (انعکاسی)	تابش نور خورشید بر کامپیوتر؛ لب تاپ؛ میزهای براق نوعی خیرگی ایجاد می کند. که در انعکاس نور منبع در یک سطح براق سبب تضاد لازم برای کارایی مناسب در عملکرد بصری می شود.
خیرگی مخل آسایش	خیرگی که باعث خستگی و ناراحتی می شود شاخص این خیرگی DGI و احتمال شاخص خیره کننده در طی روزDGP می باشد.
خیرگی مخل بینایی	خیرگی که مانع از دیده شدن می شودکه حاصل درخشندگی بیش از حد در زمینه دید است.

منابع: دکتر ریما فیاض و همکاران۹۵صفحات ۱۹-۲۰؛ آندیا ابونوری و همکاران ۱۳۹۹؛ ۹۷

جدول شماره ۳) اصلاحات خیرگی پویا و ایستا

شاخص خیرگی پویا	شاخص خیرگی ایستا
UGR: مخفف کلمه (Unified Glare Rating) به معنای درجه خیرگی استاندارد، برای ارزیابی (روانشناختی) خیرگی استفاده می شود. کمیت UGR با استفاده از فرمولی محاسبه می گردد. این کمیت برای تمامی چراغ ها تعریف می شود. مقادیر UGR با استفاده از جدول CIE 117 تعیین می شود.مقادیر UGR را می توان در چند دسته بندی کلاس طبقه نمود، اما بدین معنی نیست که کدام کلاس از بقیه بهتر است، بلکه بستگی به محل کار دارد	DF: مخفف کلمه Daylight factor، نسبت روشنایی داخلی در یک نقطه از ساختمان به روشنایی افقی خارجی بدون وجود سایه؛ تحت آسمان خورشیدی است.
	SDA : مخفف واژه spatial Daylight Autonomy شاخص آناتومی نور روز؛ درصدی از فضا که ۵۰ درصد نور طبیعی را دریافت می کنند
مخفف واژه DGP: مخفف کلمه Daylight Glare probability به معنی"احتمال خیرگی نور روز" این شاخص براساس درخشندگی منبع و زمینه؛ میزان روشنایی وارد شده و زاویه دید ناظر به منبع نور محاسبه می گردد. این میزان از ۳۵ تا ۴۰ درصد قابل قبول است.(محمد جواد مهدوی نژاد؛ نادیه ایمانی؛صبا نوایی؛۱۳۹۹)	DA: مخفف واژهcontinu Daylight Autonomy درصد زمان اشغال فضا در طول یک سال که مینیم روشنایی مورد نیاز به وسیله نور طبیعی فراهم شده باشد را تعیین می کند
مخفف واژه DGI: مخفف واژه Day glare light (شاخص خیرگی نور روز)؛ پیش بینی خیرگی از منابع بزرگ است . مقدار DGI باسطوح مختلفی از خیرگی همراه است. مقدار ۲۲ به عنوان یک آستانه قابل قبول در نظر گرفته شده است.	شاخصUDI: مخفف واژه useful Daylight illuminanllنسبت تعداد ساعاتی از سال را که به وسیله روشنایی طبیعی در محدوده مفید تامین می شود به کل ساعات اشغال فضا محاسبه می شود.
مخفف واژه VCP:مخفف واژه Possibility visual comfort "احتمال آسایش بصری"؛ که برای تعیین ارزیابی اندازه معمولی مثل چراغ های نصب شده در سقف یا روشنایی یکنواخت توسعه داده می شود.	شاخصASE : مخفف واژه Annual sunlightExposure تشعشع سالانه نور خورشید را بیان می کند

منابع: محبوبه پور احمدی و همکاران ۱۳۹۸؛ ۵ - روژین گهواره و همکاران؛ ۹۸؛ل؛۱۴-۱۵؛ محمد رضا آیت الهی و همکاران ؛ ۱۳۹۷؛ ۵-محمد جواد مهدوی نژاد؛ نادیه ایمانی؛ صبا نوایی؛۱۳۹۹؛ ۱۳و۱۴

جدول شماره ۴) بازه شاخص های پویا

درجه احساس خیرگی	VCP	CGI	DGI	UGR	DGP
غیرقابل تحمل	<۴۰	>۲۸	>۳۱	>۲۸	>۰/۴۵
آزاد دهنده	۴۰-۶۰	۲۲-۲۸	۲۴-۳۱	۲۲-۲۸	۰/۴-۰/۴۵
محسوس	۶۰-۸۰	۱۳-۲۲	۱۸-۲۴	۱۳-۲۲	۰/۳۵-۰/۴
نامحسوس	>۸۰	<۱۳	<۱۸	<۱۳	<۰/۳۵

منبع: محبوبه پور احمدی؛ محمد علی خان محمدی؛ فرهنگ مظفر؛ ۹۸؛ ۵

جدول شماره ۵) شاخص های بازه ایستا

شاخص ایستا	توضیحات
SDA: آناتومی نور روز	بالای ۷۵ درصد به عنوان میزان مناسب و ۵۵ تا ۷۵ درصد مورد قبول پایین تر از ۵۵ درصد غیر قابل قبول.
DF: ضریب نور روز	میزان نور مورد نیاز هر فضا
UDI: روشنایی روز مفید	پایین تر ۱۰۰ لوکس امکان تاریکی و بالاتر از ۲۰۰ لوکس احتمال خیرگی وجود دارد.
DA کفایت نور روز	10 برابر بیشتر از حد مورد نیاز نور دریافت شود خیرگی رخ می دهد
ASE تشعشع سالانه نور خورشید	درصدی از فضا که به میزان ۲۵۰ ساعت از زمان اشغال در سال حداقل ۱۰۰ لوکس روشنایی دریافت می کند.

منبع: فرزانه اوغازیان؛ خسرو دانشجو؛ محمد جواد مهدوی نژاد؛ ۹۵؛ ۳۱الی۳۴

جدول شماره ۶) انواع رف نوری

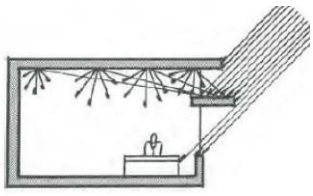
انواع رف نوری	توضیحات
داخلی	این رف ها در فضای داخلی اجرا می شوند که کمتر گرد و غبار می گیرد و در صورت کثیف شدن راحت تر تمیز می شود تا بر روی کارایی آن تاثیر منفی نداشته باشد
میانه	هم در قسمت میانه و هم در قسمت داخلی قرار می گیرد
خارجی	مانند سایبان عمل می کندو خیرگی را کاهش می دهد

منبع: آندیا ابونوری؛ یوسف گرجی مهلبانی؛ نسیم فاضلی؛ ۱۳۹۹،۲۵

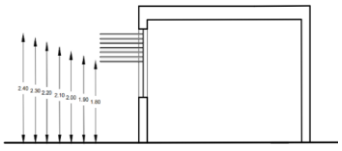
جدول شماره ۷) عملکردهای مختلف رف نوری

نقش سایبان	رف نوری گاهی نقش سایبان دارند که در مناطق گرم وخشک باید هر دو پنجره حداکثر زمان سال در سایه باشند.
نقش انعکاس	مهمترین نقش طاقچه ها نقش انعکاس نور و هدایت نور به سقف است
عوامل موثر طاقچه ها	جنس طاقچه؛ میزان انعکاس؛ مشخصات پنجر از متغیرها

منبع: ریما فیاض؛ ثمن سلامی؛ مجتبی مهدوی نیا؛ ۱۳۹۵؛ ۷۵

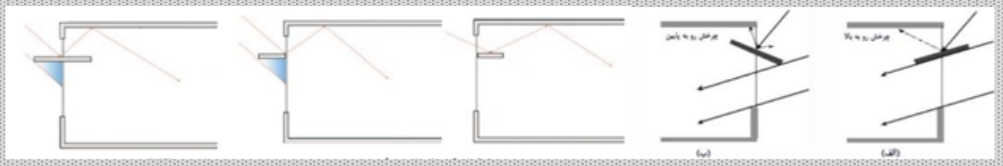


شکل۱) نحوه توزیع نور یکنواخت رف های نوری در فضا؛ (سالاروند و همکاران؛ ۱۳۹۳؛ ۳۲)



شکل۲) ارتفاع رف نوری
(ابونوری و همکاران ۱۳۹۹؛۳۰)

شکل۴) کاربرد رف نوری در ساختمان
(فیاض و همکاران ۱۳۹۵؛ ۷۸)



شکل۳) انواع رف های نوری؛ (نصیری و محمودی زرندی ۱۳۹۹، ۴) و رف های نوری با زاویه؛ (ابونوری و همکاران ۳۱؛۱۳۹۹)

بیشترین میزان کارایی هستند (ریما فیاض، ثمن سلامی، مجتبی مهدوی نیا، ۱۳۹۵، ۵۲، ۷۴).

براساس شکل شماره ۴ بیشترین کاربرد طاقچه های نوری در ساختمان اداری و آموزشی است که در ساعاتی با خیرگی بالا فعالیت می کنند (ریما فیاض، ثمن سلامی، مجتبی مهدوی نیا، ۹۵، ۷۰).

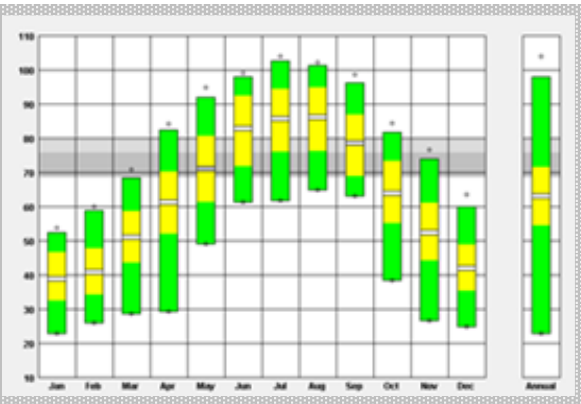
مطالعات و بررسی ها

• تهران

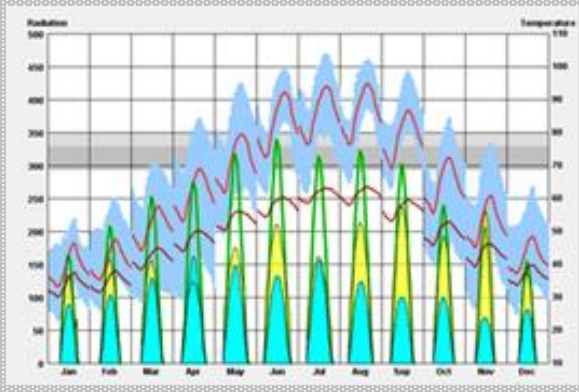
استان تهران با وسعتی حدود ۱۳۶۸۸ کیلومتر مربع در جنوب بخش مرکزی رشته کوه البرز قرار دارد. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب به استان قم، از جنوب‌غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود می‌شود. در این مقاله برای به دست آوردن شرایط آب و هوایی شهر تهران در ابتدا فایل آب و هوایی این شهر در برنامه Climate Consultant ویرایش ۶ اجرا گردید و سپس نمودارهای دمای شهر، تابش های پراکنده، میزان تابش و مسیر حرکت خورشیدی شهر تهران استخراج شد. (شکل های شماره ۵ تا ۸)

• سایت شبیه سازی

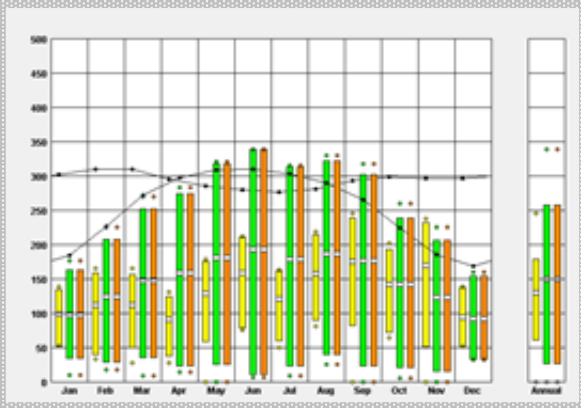
دانشگاه آزاد تهران شمال، واقع در بزرگراه شهید بابایی در منطقه ۴ تهران است. رشته معماری این دانشگاه متناسب با کلاس های عملی و نظری به دو دسته تقسیم می شود. کلاس های نظری در دانشگاه فنی و مهندسی و کلاس های عملی در ساختمانی به نام پژوهشگاه صورت می گیرد. (شکل شماره ۹) در طی بعضی از ساعت روزانه آتلیه های معماری دچار خیرگی هستند. از این رو کلاس درس شبیه سازی در برنامه دیزاین بیلدر دارای ابعاد ۸ در ۶ متر و ارتفاع ۳,۲ متر است. (شکل شماره ۱۰) نسبت دیوار به پنجره WWR در این شبیه سازی ۳۰ درصد در نظر گرفته شده است. طول این رَف های نوری ۱,۲ متر و به اندازه طول پنجره است. ضریب انعکاس دیوار و سقف و کف به ترتیب ۷۰ و ۷۰ و ۳۰ درصد در نظر گرفته شده اند. در این شبیه سازی، سطح کار بر روی ارتفاع ۱ متر از سطح زمین (که متناسب با ارتفاع میز است) در نظر گرفته شده است. کلاس درس شبیه سازی شده دارای ۱۲ میز آتلیه ای با ابعاد ۱۲۰ سانتیمتر در ۸۰ سانتیمتر در شرایط آسمان خورشیدی از نوع تابش مستقیم است. با توجه به این موضوع



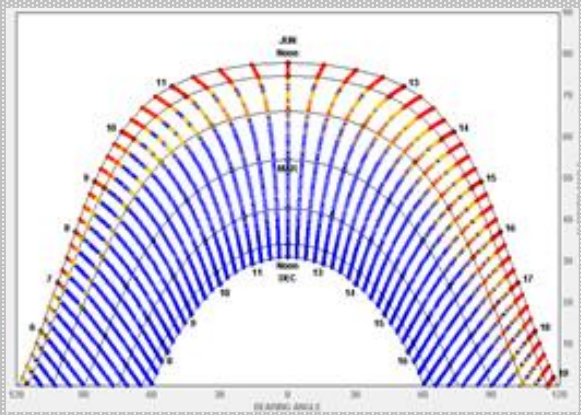
شکل۵) نمودار دما در شهر تهران



شکل ۶) نمودار تابش های پراکنده در شهر تهران



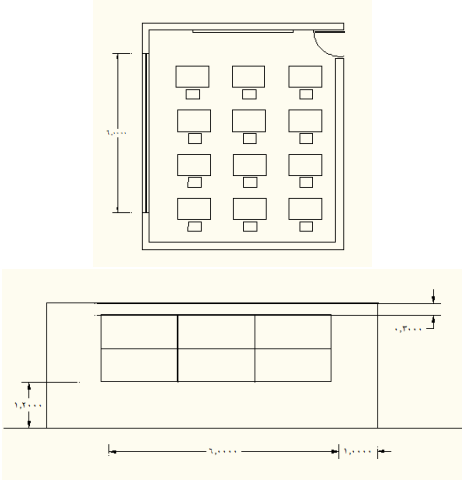
شکل۷) نمودار میزان تابش



شکل ۸) نمودار مسیر حرکت خورشید

در این مقاله تأثیر زاویه رَف های بیرونی بررسی شده و همان طور که می دانید رَف های نوری بیرونی شبیه سایبان ها عمل می کنند. از این روی زاویه در آنها دارای بازه های مختلفی است.

شکل ۹) موقعیت سایت شبیه سازی (منبع :Google map)



شکل ۱۰) فضای شبیه سازی شده

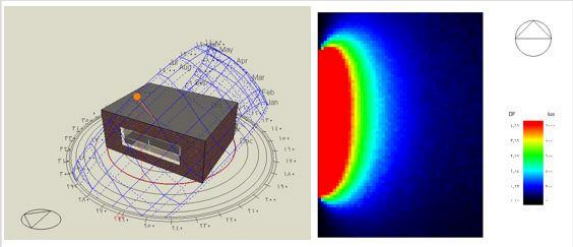
یافته های تحقیق

شدت نور مورد نیاز در فضاهای آموزش (روی تخته سیاه و روی میز و در کارگاه ها)۵۰۰ لوکس است (کارگر و همکاران؛۱۳۹۹؛ ۵). در حالت اول شبیه سازی در یک اتاق بدون استفاده از رَف نوری مشاهده شده، شدت پرتوهای نورخورشید و میزان خیرگی آن در سطوح میزهای نزدیک پنجره بیشتر است. (شکل های ۱۱ و ۱۲ و جدول شماره ۸)

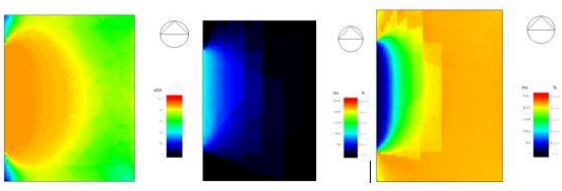
در حالت دوم، رَف نوری متناسب با ابعاد گفته شده با زاویه افقی ۱۸۰ درجه در قسمت خارجی شبیه سازی شده است. این رَف نوری از جنس ورقه آلومینیوم با چگالی ۲,۷۰ و گرمای ویژه ۹۱۰ و رسانش حرارتی ۲۳۷ در نظر گرفته شده است. با توجه به سطح براق این رَف نوری مشاهده می شود که در این حالت نور نسبت به حالت قبلی به صورت یکنواخت سطح بیشتری از فضا کلاس را روشن کرده و میزان خیرگی شدید آن نیز کاهش یافته است. در واقع در این حالت شدت تابش بر روی سطوح میز طراحی نزدیک به پنجره (میزان خیرگی) آن نسبت به حالت اولیه کمتر شده است. (شکل های شماره ۱۳ و ۱۴ و جدول شماره ۹)

در نمونه سوم، شبیه سازی زاویه رَف در بازه ۶۰> x >۳۰ به سمت داخل به فضای آتلیه ساختمان اعمال شده است. مشاهده می شود که فضای بیشتری از کلاس از نور طبیعی به صورت یکنواخت برخوردار هستند و میزان خیرگی (خطوط قرمز) آن نسبت به حالت قبلی خیلی کمتر شده است. به سمت بیرون به فضای آتلیه ساختمان اعمال شده است و مشاهده می شود که این زاویه بخش بیشتری از فضای کلاس را در برگرفته است و فضای بیشتری از کلاس از نور طبیعی به صورت یکنواخت برخوردار است و میزان خیرگی آن نسبت به حالت قبلی شاید ۰,۱ بیشتر باشد. (شکل های شماره ۱۵ و ۱۶ و جدول شماره ۱۰)

در نمونه چهارم شبیه سازی زاویه در بازه ۶۰> x >۳۰ درجه به سمت بیرون به فضای آتلیه ساختمان اعمال شده است و مشاهده می شود این زاویه بخش بیشتری از فضای کلاس را در برگرفته است و فضای بیشتری از کلاس از نور طبیعی به صورت یکنواخت برخوردار هستند و میزان خیرگی آن نسبت به حالت قبلی شاید ۰,۱ بیشتر باشد. (شکل های شماره ۱۷ و ۱۸ و جدول شماره ۱۱)



شکل۱۱) DFدر حالت بدون رف نوری



شکل۱۲) از راست به چپ خروجی های UDI ، ASE، SDA

جدول شماره ۸) خروجی UDI ، ASE، UDA؛ DF در حالت بدون رف نوری

عملکرد	Min	Max	شاخص ایستا بررسی شده
مناسب	۳۹,۴۳۹	۹۸,۲	SDA
کمتر از ۱۰۰ لوکس دریافت شده نامناسب	۳۶,۱۲۳	۸۹,۹۶۵	UDI
مناسب؛ بالا ۶۷ درصد در طی سال نور طبیعی دریافت می کند	۲۷,۱۱۰	۶۷,۵۱۸	ASE
براساس میزان نور دریافتی سطح قابل ملاحظه از کلاس دارای خیرگی شدید است(سطح قرمز)	۵,۵۶	۷۴۸۶,۳۵	DF

جدول شماره ۹) خروجی UDI ، ASE، UDA؛DF در حالت رف نوری ۱۸۰ درجه

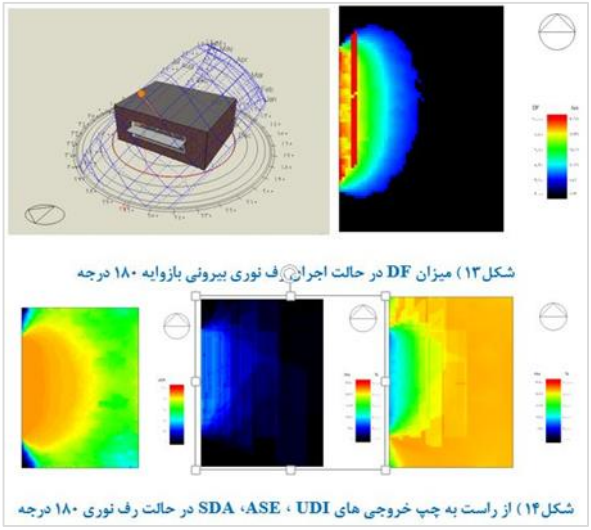
عملکرد	Min	Max	شاخص ایستا بررسی شده
زیر ۷۵ درصد نامناسب	۳۹,۴۳۹	۴۰,۱۵۲	SDA
کمتر از ۱۰۰ لوکس انرژی دریافت شده تاریک است	۳۶,۱۲۳	۸۹,۹۶۵	UDI
بیشتر از ۶۰ درصد در طی یک سال نور طبیعی دریافت می کند	۲۷,۱۱۰	۶۷,۵۱۸	ASE
نسبت به حالت بدون رف؛ سطح کمتری دچار خیرگی شدید است	۶۲,۳۸	۷۰۹۸,۵۸	DF

جدول شماره ۱۰) خروجی های اجرای رف نوری با زاویه ۳۰ الی ۶۰ درجه UDI ، ASE، SDA ؛ DF

عملکرد	Min	Max	شاخص ایستا بررسی شده
بالای ۷۵ درصد مناسب	۳۷,۹۷۲	۹۴,۵۷۰	SDA
نزدیک به ۱۰۰ لوکس مناسب تر است	۳۷,۲۹۹	۹۲,۸۹۳	UDI
بیش از ۶۰ درصد نور طبیعی دریافت شده است	۲۷,۱۹۰	۶۷,۷۱۸	ASE
خیرگی در سطح کمتر از ۰,۱ عملکرد بهتر دارد	۴۱,۱۴	۶۹۰۶,۷۴	DF

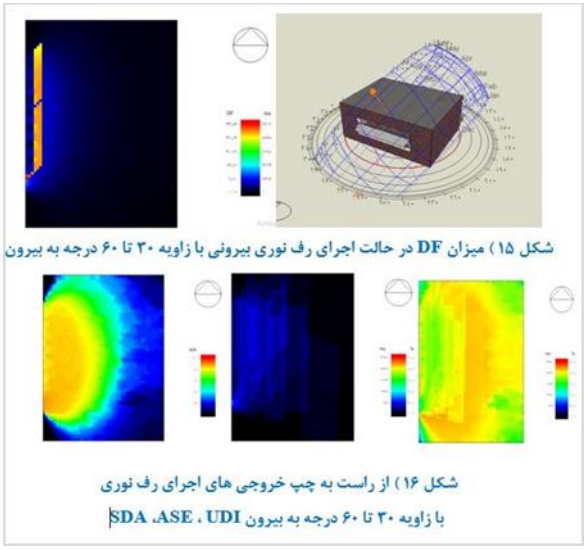
جدول شماره ۱۱) خروجی های اجرای رف نوری با زاویه ۳۰ الی ۶۰ درجه به درون UDI ، ASE، SDA ؛ DF

عملکرد	Min	Max	شاخص ایستا بررسی شده
بالای ۷۵ درصد مناسب	۴۰,۱۵۲	۹۴,۹۴۸	SDA
نزدیک به ۱۰۰ لوکس مناسب تر است	۳۶,۲۲۳	۹۰,۲۱۵	UDI
کمتر از ۶۰ درصد نور طبیعی در یک سال دریافت می کند	۲۳,۸۷۴	۵۹,۴۵۹	ASE
نسبت به حالت قبلی سطح بیشتری را در بر گرفته است	۲۳,۶۷	۱۳۳۷,۳۹	DF



شکل۱۳) میزان DF در حالت اجرا ف نوری بیرونی بازوایه ۱۸۰ درجه

شکل۱۴) از راست به چپ خروجی های UDI ، ASE، SDA در حالت رف نوری ۱۸۰ درجه

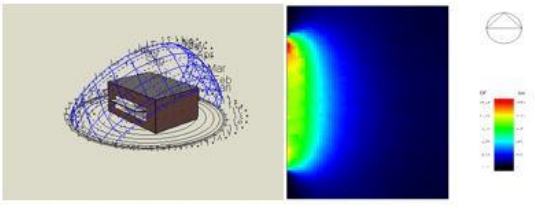


شکل ۱۵) میزان DF در حالت اجرای رف نوری بیرونی با زاویه ۳۰ تا ۶۰ درجه به بیرون

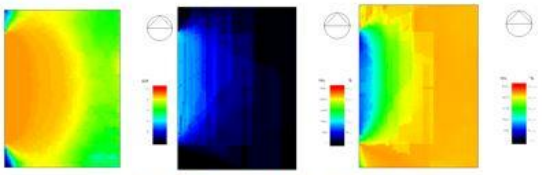
شکل ۱۶) از راست به چپ خروجی های اجرای رف نوری
با زاویه ۳۰ تا ۶۰ درجه به بیرون UDI ، ASE، SDA

بحث و نتیجه گیری

خیرگی ناراحت کننده یک مسئله بسیار حیاتی و ویژه در فضاهای آموزشی از جمله مدارس و دانشگاه است، که باعث برهم خوردن آسایش برای دانش پژوهان می شود. با توجه به اینکه بهره گیری از نور طبیعی در کاهش استرس، کاهش انرژی و از بعد اقتصادی دارای نقش مؤثری است، در این مقاله



شکل ۱۷) میزان DF در حالت اجرای رف نوری بیرونی با زاویه ۳۰ الی ۶۰ درجه به درون



شکل ۱۸) از راست به چپ خروجی های اجرای رف نوری
با زاویه ۳۰ الی ۶۰ درجه به درون UDI ، ASE، SDA

به تأثیر رَف های نوری خارجی در آتلیه معماری تهران پرداخته شده است. در ابتدا مکعبی با ابعاد ۸ در ۶ و با ۳۰ درصد WWR در ضلع جنوبی شبیه سازی شده است و سطح کار متناسب با ارتفاع میزها ۱ متر و آسمان خورشیدی با نور مستقیم در نظر گرفته شده است. در این شبیه سازی UDI ، ASE، UDA، DF، DA در چهار حالت (بدون تأثیر رَفِ نوری ، رَفِ نوری با زاویه ۱۸۰ درجه ، رَفِ نوری در بازه ۳۰ تا ۶۰ درجه با دو جهت مختلف)) شبیه سازی شده است. طی شبیه سازی مشاهده شد که رَفِ نوری با زاویه ۱۸۰ درجه برخلاف آنچیزی که انتظار داشتیم در پارامترهای UDI، ASE، DF، DA، SDA عملکرد خوبی نداشته است. این موضوع در حالیست که رَفِ نوری در دو حالت زاویه دار ۳۰ تا ۶۰ درجه به سمت بیرون و درون عملکرد بهتری برخوردار بوده است. DF در حالت ۳۰ تا ۶۰ درجه به سمت درون عملکرد بهتری دارد و UDI در حالت ۳۰ تا ۶۰ درجه به سمت بیرون نزدیک به ۱۰۰ لوکس نور طبیعی دریافت می کند که محیط روشن تر است. SDA در دو حالت زاویه دار مناسب ASE میزان نوری است که در یک سال دریافت می شود و در حالت ماکسیم بیشتر از ۶۰ درصد نور طبیعی دریافت می کند که مناسب است.

پی نوشت :

۱. Light Shift

۲. دیزاین بیلدر استفاده شده در مقاله با ویرایش ۶,۱ و موتور انرژی پلاس ۸,۹ است.

فهرست منابع :

ابونوری، آندیا ، گرجی مهلبانی،یوسف، فاضلی، نسیم ، ۱۳۹۹، **طراحی و بهینه سازی رف نوری با بهره گیری از نور روز و کاهش مصرف انرژی مطالعه موردی ساختمان های اداری شهر سمنان**، پایان نامه کارشناسی ارشد؛ گرایش انرژی ، دانشگاه بین المللی امام خمینی

احدی، امین اله، خان محمدی، محمد علی،۱۳۹۳، **عملکرد بهینه دانشجویان با بهره گیری مناسب از نور روز در کلاس های آموزشی بررسی نمونه موردی دانشکده معماری دانشگاه علم و صنعت ایران**، نشریه نامه معماری و شهرسازی ، پاییز و زمستان شماره۱۵

اوغازیان، فرزانه، دانشجو، خسرو ، مهدوی نژاد، محمد جواد ،۱۳۹۵، **بازخوانی الگوهای هندسی عنصر شباک بر مبنای بهینه سازی نور روز(نمونه موردی طراحی ساختمان شیشه ای قزوین در تهران)**، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس ، دانشگاه هنر و معماری

پوراحمدی، محبوبه،خان محمدی، محمد علی،فرهنگ، مظفر ،۱۳۹۸، **بهینه سازی بازشوها ساختمانی براساس عملکرد خیرگی درفضاهای آموزشی اقلیم گرم وخشک ایران-مطالعه موردی ساختمان دانشگاهی شهریزد**، *نشریه معماری و شهرسازی پایدار* ، دوره:۷، شماره:۱، صفحات :۱۱۳-۱۲۸

پوردیهیمی، شهرام،زمردیان، زهراسادات ، ۹۶، **ارزیابی عملکرد حرارتی و بصری پنجره در کلاس های درس در اقلیم شهر تهران**، *نشریه صفه* ،سال:۱۳۹۶ ، دوره:۲۷ ،شماره:۷۸ ،صفحات :۵-۲۴

جلیلی زاده، صبا؛ مهدوی نژاد، محمد جواد؛ انصاری، مجتبی؛ ۱۳۹۴، **تأثیر الگوی سایه اندازی بر کیفیت استفاده از نور روز با هدف بهره وری در مصرف انرژی در ساختمان های اداری نمونه طراحی مرکز مطالعات شهرداری تهران در خیابان ایران زمین منطقه شهرک غرب تهران**، پایانه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده هنرو معماری

رستم زاد، سحر؛ فیضی، محسن؛ صنایعیان؛ خاکزند، مهدی؛ ۱۴۰۰، **طراحی پارامتریک های متحرک با هدف ارتقا بهره وری روشنایی و آسایش بصری بررسی موردی ساختمان های بصری**، *فصلنامه شهرسازی*، دوره ۱۳، شماره ۳۱، صفحه 100-85

سالاروند، سمیه؛ فرج پور مختاری، هیوا؛ اخلاصی، احمد، بهرامیان، آرمین؛ ۱۳۹۳، **استفاده از نور روز به منظور کنترل گرمایشی به شیوه های پارامتریک پوسته**؛ پایان نامه دانشکده هنر اصفهان، گروه معماری.

شفوی مقدم، نسترن، زمردیان، زهراسادات، تحصیلدوست ،محمد، ۱۳۹۸ **،کارایی شاخص نورروز درتضمین کافی در فضا براساس ارزیابی کاربران نمونه موردی آموزشی دانشکده معماری شهر تهران**، *نشریه صفه* ،دوره:۲۹ ،شماره:۸۶ صفحات :۳۷-۵۶

شفیعی، سمانه؛ اخترکاوان، مهدی؛ ۱۳۹۸، **طراحی مجتمع مسکونی در مقیاس محله با رویکرد نورگیری طبیعی بهینه در شهر اصفهان**، دانشکده کاشان، پایانه کارشناسی ارشد دانشگاه کاشان، دانشکده هنر

فدایی اردستانی، محمدعلی، ناصری مبارکی، حیدر،آیت الهی، محمدرضا، زمردیان زهراسادات ،۱۳۹۷،**ارزیابی نور روز و خیرگی در کلاس های درس با استفاده از شاخص های پویا مطالعهٔ موردی: دانشکدهٔ معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.** *مجله علمی و معماری شهرسازی صفه*، دوره ۲۸، شماره ۴ - شماره پیاپی ۸۴ صفحه 40-25

کارگر، سارا السادات، محمودی زرندی مهناز، خاک زند، مهدی، ۱۴۰۰، **بررسی تأثیر مؤلفه‌های کاربردی مؤثر در طراحی پنجره کلاس‌های دروس عملی با تاکید بر استفاده بهینه از بازتابش نور روز در تهران**، *فصلنامه هویت شهر*، دوره ۱۵، شماره ۳ - شماره پیاپی ۴۷مهر صفحه 88-73

مفیدی شمیرانی، سید جواد ، پور ناصری، شهناز ، ۱۳۹۰،**مدل یابی میزان و نحوه تأثیر متغیرهای کالبدی پنجره بر بهره گیری مناسب از نور روز در کلاس های مدارس راهنمایی تهران**، *نشریه فناوری آموزش (فناوری و آموزش)* ،دوره:۶ ،شماره:۱ ، صفحات :۲۹-۴۴

مهدوی نژاد ، محمد جواد ، طاهباز، منصوره،دولت‌آبادی، مهناز ،۱۳۹۵، **بهینه سازی تناسبات و نحوه استفاده از رَف نوری در معماری کلاس های آموزشی**، *نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی* دوره ۲۱ شماره ۲

معتضدیان، فهیمه، مهدوی نژاد، محمدجواد ،حبیب، فرح ، دیبا، داراب ، ۱۳۹۴، **گونه شناسی انواع و مشخصات فنی رَف های نوری**، فصلنامه آرمانشهر، دوره ۸، *دومین ویژه نامه نورپردازی*، صفحه ۹۱-۱۰۳

گهواره، روژین ،زمردیان، زهرا سادات ، رهبر، مرتضی ،۱۳۹۹، **تدوین الگوهای طراحی سایبان بهینه مبتنی بر تاثیر همزمان شاخص نور روز و مصرف انرژی**، *فصلنامه معماری و شهرسازی آرمان شهر* ، دوره:۱۳ ،شماره:۳۱، صفحات :۱۴۵-۱۵۶

نصیری، بهاره سادات ، محمودی زرندی، مهناز ، ۱۳۹۹، **دستیابی به اصول طراحی رَف نوری با کارایی بالا در ساختمان های آموزشی**، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره ۲۲، شماره ۲ - شماره پیاپی ۱۳۹۳صفحه 369-359

نوایی، صبا ، مهدوی نژاد، محمد جواد، ایمانی، نادیه ،۱۳۹۹، **تأثیر انواع سایبان ها و زاویه چرخش آن بر کارایی نور روز در کلاس های آموزشی نمونه موردی مدرسه ابتدایی در شهر تهران** ،موسسه آموزش عالی هنرمعماری پارس ، دانشکده معماری

نیکزاد، امیرحسین ، ملک، نیلوفر ، غفاری ،عباس، ۱۳۹۹، **ارزیابی شرایط متغییر های مؤثر بر آسایش بصری نوری در فضاهای آموزشی دانشگاه صنعتی شاهرود**، *نشریه نقش جهان* ،سال:۱۳۹۹ ، دوره:۱۰ ،شماره:۳ ،صفحات ۱۷۳-۱۸۲

فیاض، ریما؛ سلامی، ثمن؛ مهدوی نیا، مجتبی؛ ۱۳۹۵، **طراحی ساختمان اداری با رویکرد کاهش مصرَف انرژی الکتریکی از طریق استفاده از سیستم نور روز**، پایان نامه تحصیلی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد، رشته معماری، پردیس بین المللی فارابی، ص۵۲ ص۷.

نخعی، جلال، شیرخانی، نگار، غلامی، مهدی،۱۳۹۴، **برنامه ریزی معماری استفاده بهینه از نور روز در کلاس درس مدارس نمونه موردی دبستان و مجتمع آموزشی هدایت قم**، دومین کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در عمران ، معماری و شهرسازی،۲۴ اسفند ماه ۱۳۹۴

فروزنده شهرکی، نیما؛ احمدی جوشقانی، هانیه؛ نورکجوری، هانیه؛ زمردیان ، زهراسادات؛ ۱۴۰۰، **ارزیابی کمیت و کیفیت نور در سالن‌های مطالعه و عرضهٔ راهکارهای اصلاحی نمونهٔ موردی: کتابخانه‌های دانشگاه شهید بهشتی**،، دوره ۳۱، شماره ۴ - شماره پیاپی ۹۵ دی ۱۴۰۰صفحه ۳۱-۴۸

Amir Ebrahimi Moghadam, Paria Ildarabadi,a, Karim Aliakbari, Faramarz Fadaee،۲۰۲۰ ،**Sensitivity analysis and multi-objective optimization of energy consumption and thermal comfort by using interior light shelves in residential buildings** ،Renewable Energy ،Volume 159 ،Pages 736-755

Cristian Lavin a , Francesco Fiorito ،۲۰۱۶ ، **Optimization of an external perforated screen for improved daylighting and thermal. performance of an office space**،Procedia Engineering 180 (2017) 571 – 581.

Cüneyt KURTAYa, Okay ESENb؛2017،**Effectiveness of a perforated light shelf for energy saving ؛Energy and Buildings**؛Volume 144, 1 June 2017, Pages 144-151.

Heangwoo Lee , Hyang-In Jang , Janghoo Seo ،۲۰۱۸،**A preliminary study on the performance of an awning system with a built-in light shelf**،**Building and Environment**،255-265

Khaoula Lakhudari ، Leila sriti، Birgit painter، 2021،**Parametric optimization of daylight, thermal and energy performance of middle school classrooms, case of hot and dry regions Building and Environment**Volume 204, 15 October 2021, 108173

Ramit Debnath a, Ronita Bardhan ، 2016 ، **Daylight performance of a naturally ventilated building as parameter for energy management,** Energy Procedia 90 (2016) 382 – 394

Yaik-Wah Lim a, b ، C.Y.S. Heng ،2016 ،**Dynamic internal light shelf for tropical daylighting in high-rise office buildings** ،Building and Environment ،155-166