علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۹۹

دستیابی به اصول طراحی رف های نوری با کارایی بالا در ساختمان‌های آموزشی

بهاره سادات نصیری[۱]

مهناز محمودی زرندی[۲*]

Mahnaz_mahmoody@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۶ **تاریخ پذیرش:۹۶/۱۱/۱۸**

چکیده

زمینه و هدف : امروزه با توجه به بحران انرژی، مقوله بهره گیری از نور روز در طراحی معماری اهمیت زیادی پیدا کرده است. پرداختن به مقوله نور روز در فضاهای آموزشی نه تنها از نقطه نظر انرژی مورد توجه است بلکه به دلیل نقش محوری نور در ادراک بصری دانش آموزان و مطلوبیت فضای آموزشی حایز اهمیت می باشد. در این مقاله به رف نوری(Light shelf) به عنوان جزء الحاقی پنجره که نقش موثری در مطلوبیت روشنایی کلاس های آموزشی دارد پرداخته شده است. با توجه به کارکرد رف نوری در شرایط آسمان صاف و آفتابی و در نظر گرفتن تعدد مراکز آموزشی؛ شهر تهران به عنوان محل جغرافیایی مورد مطالعه انتخاب شد.

روش بررسی : در این تحقیق با مبنا قرار دادن نتایج تحقیقات پیشین به عنوان اطلاعات پایه سعی گردید تا عمق مناسب برای رف نوری در فضای داخل و بیرون از پنجره در شهر تهران بدست آید. ۶ تیپ رف نوری بر اساس نحوه قرارگیری رف و ارتفاع از کف تعریف گردید. روش تحقیق تحلیل کمی و شبیه سازی است. ابزار مورد استفاده در این پژوهش نرم افزار شبیه ساز دیوا (Diva for rhino) می باشد. حالات گوناگون قرارگیری رف نوری با بهره گیری از این نرم افزار مورد تحلیل قرار گرفت تا بتوان حالت بهینه تامین روشنایی توسط نور روز را از میان ۶ حالت قرارگیری رف نوری انتخاب کرد. کارایی رف های نوری از طریق شبیه سازی و تاثیر آن بر میزان روشنایی در کلاس فرضی مورد آزمایش قرار گرفت.

یافته ها : چنان چه صفحه رف نوری کاملا در فضای داخل کلاس قرار گیرد تاثیری در بهبود عملکرد روشنایی کلاس دیده نمی شود. در طراحی رف نوری الزاما باید بخشی از آن مانند یک سایبان در بیرون پنجره قرار گیرد تا توزیع نور و روشنایی بهبود یابد و مصرف انرژی برای تامین روشنایی کم شود.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به آزمایشات صورت گرفته با نرم افزار شبیه ساز، چنان چه رف در فاصله ۲۴۰ سانتی متری از کف باشد و موقعیت آن نیز در حالت میانی قرار گیرد (تیپ۱)، بهترین نتیجه از نظر یکنواختی و کاهش خیرگی بدست می آید.

واژه های کلیدی : رف نوری، نور روز، کلاس آموزشی، معماری اقلیمی، نرم افزار دیوا

۱- کارشناسی ارشد معماری، دانشکده هنرومعماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه معماری، دانشکده فنی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.2, April, 2020

Achieving the Principles of High Performance of Light Shelves Design in Educational Buildings

Bahareassadat Nassiri [1]
Mahnaz Mahmodi Zarandi [2*]
Mahnaz_mahmoody@yahoo.com

Admission Date:February 7, 2018 Date Received: April 26, 2017

Abstract

Background and Objective: Given the current energy crisis, daylight gained considerable momentum in architectural designs. Apart from energy efficiency considerations, the importance of using daylight in educational spaces is due to the pivotal role of light in visual perception of students and quality of educational spaces. This article addressed light shelves as window attachments with effective role in desirably lighting a classroom. Given the function of light shelves in clear and sunny climates and high number of educational centers in Tehran, this geographic area was selected to be investigated.

Method: This research was founded on data from previous studies to determine the suitable depth of interior and exterior light shelves for window day lighting in this city. In this quantitative study, six types of light shelves with different layouts and heights from the floor were defined, and Diva for Rhino was used for simulation. These six light shelf layouts were analyzed by this software to determine the best one for providing the optimum day lighting. Performance of the light shelves was tested through simulation and their effects on the amount of light in a simulated classroom were examined.

Findings: Results showed that all six light shelf layouts made the level of illumination bounce up and reduced energy consumption. Since the south side receives the most sunlight, south-facing light shelves are more efficient.

Discussion and Conclusion: According to software simulations, the best results in terms of even illumination and glare reduction are achieved by using intermediate light shelves positioned 240 cm away from the floor (Type 1).

Keywords: Light Shelf, Daylight, Educational Class, Climatoligical Architecture, Diva Software.

1- M.A, Architecture, Architecture Department, Faculty of Arts and Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Architecture Department, Faculty of Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran *(Corresponding Authours)

مقدمه

کیفیت نور روز از مهم ترین عوامل تأثیر گذار بر کارایی دانش آموزان می باشد. در مدارس و یا فضاهای آموزشی با بهره گیری مناسب از نور روز می توان شاهد افزایش کیفیت روشنایی طبیعی کلاس، سطح سلامت جسمانی،کاهش استرس، بهبود موفقیت، در نتیجه افزایش کارایی دانش آموزان بود که تحقیقات متعدد انجام شده نشانه این امر است(۱). امروزه موقعیت و جبهه های رو به جنوب (در صورت کنترل و یکنواخت ساختن نور ورودی) به عنوان الویت اول، و جبهه شمال به عنوان الویت دوم در کلاس درس محسوب می شوند (۲). پنجره های کلاس و اجزای آن ها تاثیر زیادی در مطلوبیت کیفیت روشنایی کلاس دارد. با توجه به اهمیت پنجره های کلاس می توان با الحاق رف نوری به پنجره های جنوبی ضمن یکنواخت سازی نور از خیرگی بازتابش های سطوح کاست. در ادامه ضمن شناخت انواع رف نوری به تحلیل آن ها پرداخته می شود.

پیشینه تحقیق

به طور کلی دو دیدگاه در این زمینه وجود دارد: اولی بر اساس مطالعات تجربی عملکرد روشنایی با استفاده از مدل فیزیکی و دوم بر اساس شبیه سازی با نرم افزارهای کامپیوتری می باشد(۳). تحقیقات انجام شده در خارج از ایران در زمینه فرم، مصالح، میزان انعکاس، فاصله از سقف و نسبت عمق رف به عمق فضای اتاق متمرکز بوده است.

جدول۱- پژوهش های انجام شده در زمینه رف نوری(۴)

Table1. Studies on the light shelf (4)

عنوان مقاله	محدوده	نوع آزمایش	نتایج آزمایش
Maximizing the light shelf performance by interaction between light shelf geometries and a curved ceiling	اردن	تاثیر هندسه رف نوری با سقف منحنی	افزایش سطح روشنایی در عقب اتاق و کاهش آن در جلو آن کمک کرد
Assimilation assessment of the height of light shelves to enhance day lighting	بنگلادش	بررسی ارتفاع مناسب قفسه نوری در ساختمان اداری	ارتفاع ۲ متر بالاتر از سطح زمین مناسب ارزیابی شد.
The approach to day lighting by scale models & sun and sky simulation	ایتالیا	بررسی چندنوع رف نوری و بررسی مواد سازنده سطح آن	افزایش ضریب انعکاس رف نوری و سقف باعث افزایش کارایی سیستم شد
The design and evaluation of three advanced day lighting system	کالیفرنیا	تعیین عمق و شیب بهینه برای رف نوری	رف نوری خارجی ۸۰ سانتی متری با زاویه ۲۰ درجه بهینه معرفی شد.

کیفیت روشنایی در فضاهای آموزشی

سابقه مطرح شدن مسأله روشنایی طبیعی در طراحی محیط-های آموزشی به دهه ۱۹۵۰ تا اواخر ۱۹۶۰ در کالیفرنیا می رسد. طبق تحقیقاتی در آمریکا و همچنین سایر پژوهش ها در فضاهای آموزشی انجام گرفته مشخص شد که کلاس های دارای نور روز مناسب ،تاثیر مثبتی در سلامت روحی و روند تحصیلی دانش آموزان داشته اند(۵). از مهم ترین کارکردهای رف نوری نیز تاثیرگذاری بر یکنواختی نور است. در میان سامانه های نور روز، رف نور برای انتقال نور خورشید به عمق اتاق و ایجاد نور یکنواخت در فضاهای آموزشی برای کلاس هایی که امکان نورگیری از جبهه جنوب را دارند، کارکرد دارد. نسبت

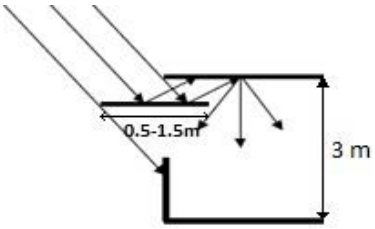
متوسط نور روز در نیمه جلویی کلاس به متوسط نور روز در نیمه عقبی کلاس چنان چه کمتر از ۳ باشد توزیع نور یکنواخت و در غیر این صورت غیر یکنواخت است (۶).

شناخت رف نوری

رف نوری، صفحه ای افقی است که رویه فوقانی آن از مصالح به رنگ روشن یا انعکاسی است و پنجره را بـه دو بخـش بـالایی و پایینی تقسیم می کند(۷). یک بخش برای تابش نور به سقف و بازتابش آن به محیط عمل می کند و بخش دیگر بـرای تـامین دید کارایی دارد. به منظور کاهش شدت روشـنایی در مجـاورت پنجره ها و افزایش عمق نفوذ نور طبیعی، اسـتفاده از رف هـای نوری بسیار مناسب اسـت(۷). تحقیقـات نشـان مـی دهـد کـه استفاده از رف نوری تاثیر بسزایی در انرژی مصرفی دارد ضـمن این که باعث بهبود آسایش بصری و کاهش چشم زدگـی شـود (۸).

شکل۱ – موقعیت رف نوری در پنجره(۹)

Figure 1. Situation of light shelf in window (9)



شکل۲ – انعکاس رف نوری (۱۰)

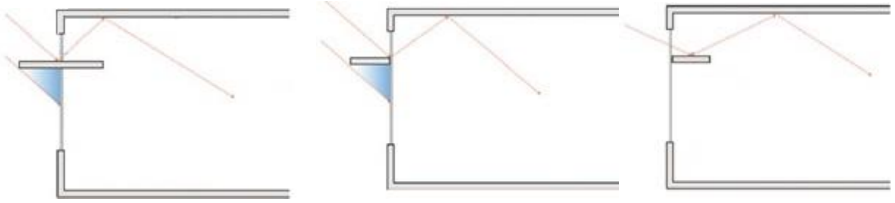
Figure 2. Reflection of Light Shelf (10)

شکل۳- رف نوری(۱۱)

Figure 3. Light Shelf (11)

انواع رف نوری

رف های نوری را بر حسب محل قرارگیری آن ها روی پنجره به سه دسته می توان تقسیم کرد که هرکدام از کارایی ویژه ای متناسب با محل قرارگیری خود دارند: رف های نوری درونی، بیرونی و میانی (قسمتی از رف بیرون و قسمتی از آن داخل فضا قرار می گیرد)(۱۲).



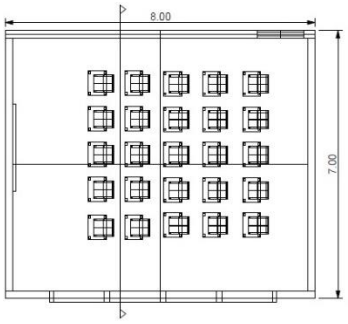
شکل۴- انواع رف نوری بیرونی، درونی و میانی (۱۳)

Figure 4. types of light shelves (13)

روش تحقیق

با توجه به کارکرد رف نوری، متغیرهای تحقیق عبارتند از: مصالح و ضریب انعکاس رف، فاصله رف از سقف، عمق رف و میزان پیش آمدگی رف اما با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده در گذشته بعضی فاکتورها ثابت فرض گردیدند. عمق رف بر مبنای نتایج تحقیق مهدوی نژاد برای تهران ۱۲۰ سانتی متر فرض شد. ضریب انعکاس سقف، کف، بدنه و رف به ترتیب ۸۰، ۲۰، ۵۰ و ۹۰ در نظر گرفته شد. با مد نظر قرار دادن موارد انجام نشده در ارتباط با رف ها هدف پژوهش بدین صورت تبیین گردید: ۱- دستیابی به میزان پیش آمدگی رف در فضای خارج بعنوان سایبان و در فضای داخل ۲- دستیابی به ارتفاع مناسب رف از سقف برای تدقیق موقعیت قرار گیری آن مطالعات رف نوری در این پژوهش در فضای کلاسی با ابعاد استاندارد ۷*۸ متر و ارتفاع ۳,۲۰ متر واقع در شهر تهران (عرض جغرافیایی۳۵ درجه، طول جغرافیایی ۵۱ درجه) و تحت شرایط آسمان صاف و آفتابی انجام گرفته است. نقاط تعبیه شده جهت آنالیز روشنایی در ارتفاع ۸۰ سانتی متر از کف فرض

شده اند که ارتفاع میز های کلاس می باشد. جهت شبیه سازی و تحلیل نور روز از نرم افزارهایی مانند رادیانس و دیوا استفاده گردیده است. از مهم ترین قسمت های شبیه سازی تعیین پارامترهای شبیه سازی نور می باشد. از جمله این پارامترها، تعداد دفعات بازتاب تشعشع های نور روز می باشد که در این تحقیق چهار در نظر گرفته شده است. اطلاعات آب و هوایی شهر تهران از طریق نرم افزار انرژی پلاس استخراج و به عنوان ورودی در نرم افزار دیوا مورد استفاده قرار گرفت. نتایج متوسط سالیانه روشنایی در نمونه ها در نرم افزار اکسل مورد مقایسه تطبیقی قرار گرفته اند.

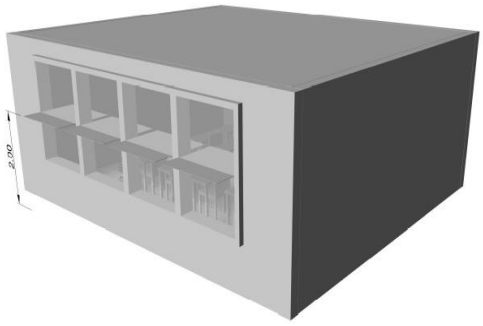


شکل۵- پلان کلاس مورد مطالعه(نگارندگان)

Figure 5. studied class plan (Authors)

تحلیل مدل های مختلف مورد بررسی رف نوری

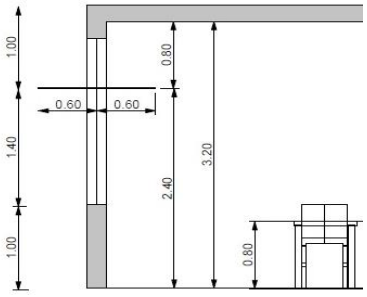
ابعاد کلاس مورد مطالعه بر طبق نشریه ۶۹۷ سازمان نوسازی مدارس، ۷*۸ متر با ارتفاع ۳۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است.



شکل۶- مدل کلاس مورد مطالعه(نگارندگان)

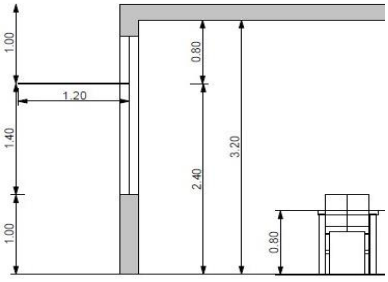
Figure 6. studied class model (Authors)

با توجه به دو متغیر فاصله رف از کف و موقعیت قرار گیری آن در پنجره شش تیپ رف نوری مورد بررسی قرار گرفته است. در تیپ های ۱ و ۲ و ۳ ارتفاع رف از کف ۲۴۰ سانتی متر می-باشد و در تیپ های ۴ و ۵ و ۶ فاصله رف از کف ۲۰۰ سانتی متر می باشد.



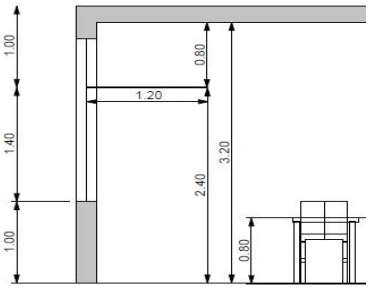
شکل۷- تیپ یک (رف در وسط)

Figure 7. Type 1 (Middle)



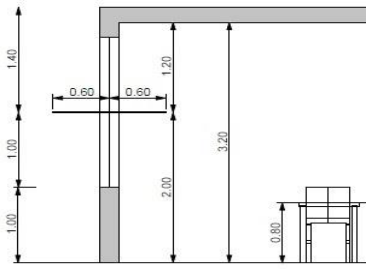
شکل۸- تیپ دو(رف در خارج)

Figure 8.Type 2 (External)



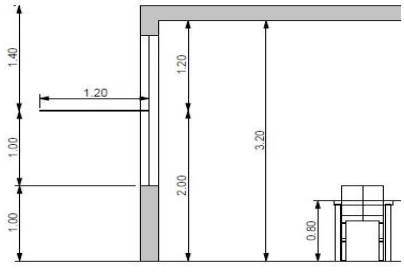
شکل ۹- تیپ سه (رف در داخل)

Figure 9. Type 3 (Internal)



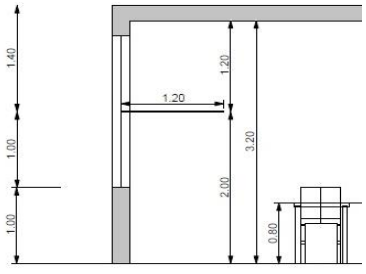
شکل۱۰- تیپ چهار(رف در وسط)

Figure 10. Type 1 (Middle)



شکل۱۱- تیپ پنج (رف در داخل)

Figure 11.Type 2 (External)

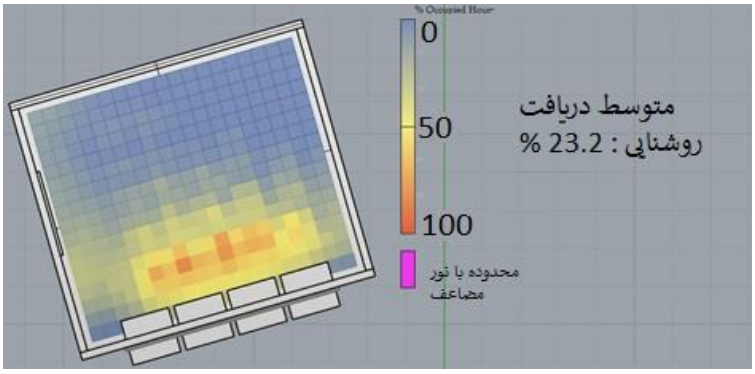


شکل۱۲- تیپ شش(رف در خارج)

Figure 12. Type 3 (Internal)

تحلیل شبیه سازی نمونه های رف های نوری

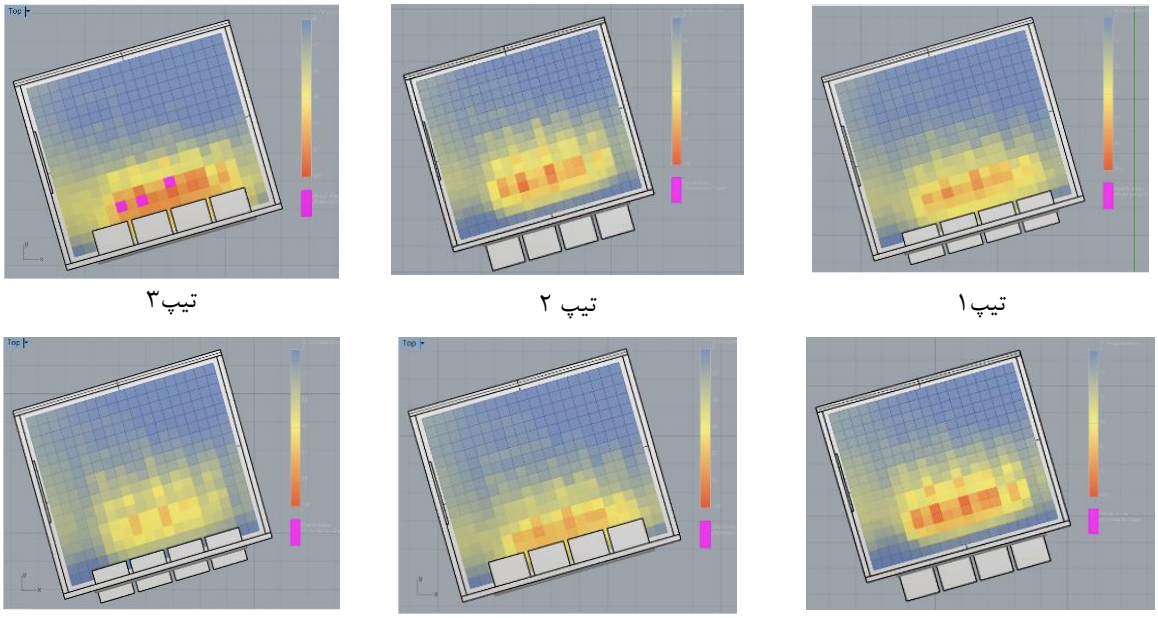
آنالیز نتایج شبیه سازی از لحاظ نوع محاسبه معمولا به دو نوع ایستا و پویا تقسیم می شوند، منظور از ایستا محاسبه ای است که در یک زمان مشخص و با شرایط ثابت سنجیده می شود، در حالی که پویا، آنالیزی است در طول سال، بر مبنای اطلاعات سالانه آب و هوایی و با شرایط متغیر سنجیده می شود(۱۴). اولین آنالیز مقدار "روشنایی طبیعی در دسترس است. روش این آنالیز بدین گونه است که ابتدا ساعات اشغال فضا (۸ صبح– ۴ بعد از ظهر) و حداقل مقدار نور دریافتی بر اساس لوکس(Lux) مورد نیاز برای فضا در میز کار (در اینجا ۵۰۰ لوکس) به عنوان وروردی به نرم افزار داده می شود. استاندارد CIBSE انگلستان معتبرترین استانداری است که می توان در زمینه شاخصه های اصلی تعیین کننده کیفیت روشنایی روز مورد استفاده قرار گیرد. بر طبق آن کیفیت روشنایی وابسته به سه عامل : رنگ، یکنواختی نور و خیرگی می باشد. در این استاندارد شدت روشنایی مناسب کلاس های آموزشی از بازه ۳۰۰ تا ۵۰۰ لوکس تعین گردیده است(۱۵). سپس با توجه به ورودی و نتایج شبیه سازی و اطلاعات میانگین سالانه آب و هوایی از جمله وضعیت آسمان در طول سال، به بررسی و محاسبه درصد دریافتی نور روز در سنسورهای تعیین شده در طول سال بر روی میز کار می پردازد. و مقدار درصدی از زمان اشغال فضا که در طول سال نقاط سنسورها ۵۰۰ لوکس و یا بیش تر دریافت کردند را به صورت درصد و همراه با درجه رنگی نشان می دهد. نقاطی که به رنگ صورتی(بالای ۱۰۰ درصد) هستند، دارای نور مضاعف هستند و احتمال چشم زدگی در این نقاط بسیار وجود دارد. همچنین نقاطی که به رنگ آبی تا زرد هستند (کمتر از ۵۰ درصد)، ۰-۴۹ درصد از زمان کاری مقدار لوکس تعیین شده را دریافت کرده اند، نقاط نسبتا دارای نور روز نسبی هستند و نقاطی که بین ۱۰۰-۵۰ درصد(نقاط به رنگ قرمز تا زرد) باشند، نقاطی هستند که دارای نور روز کافی و مناسب هستند. ابتدا متوسط سالیانه "روشنایی طبیعی در دسترس" برای حالت پایه (بدون رف نوری) بررسی شده است و در ادامه برای هر۶ تیپ رف، بررسی و بدست آمده است.



شکل۱۳- متوسط سالیانه روشنایی روز در دسترس تیپ یک رف نوری (نگارندگان)

Figure 13. Annual Mean Daylight Availability Type One (Authors)

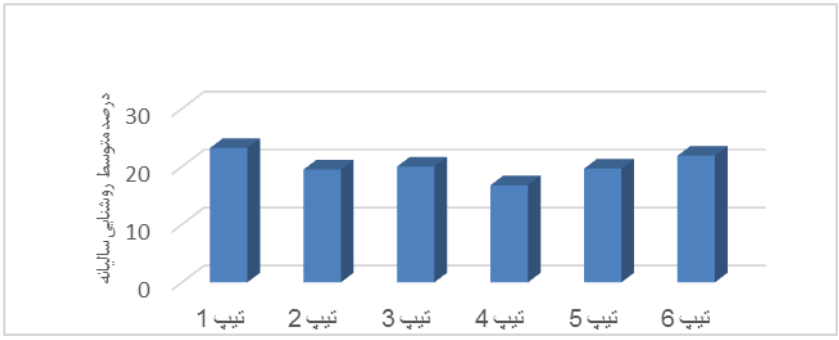
همان طور که در شکل ۱۳ مشاهده می شود، متوسط سالیانه روشنایی طبیعی در دسترس در تیپ ۱، ۲۳/۲ ٪ می باشد که به این معنی است که ۲۳/۲٪ از زمان اشغال فضا به صورت متوسط در طول سال، نقاط سنسورها ۵۰۰ لوکس را دریافت کرده اند. شبیه سازی سالیانه برای هر ۶ نوع رف نوری انجام داده شد. خروجی های شبیه سازی های حاصله ، در هر ۶ حالت در زیر مشاهده می شود.



شکل۱۴- نتایج شبیه سازی متوسط میزان روشنایی سالیانه(نگارندگان)

Figure 14. simulation results of mean daylight availability (Authors)

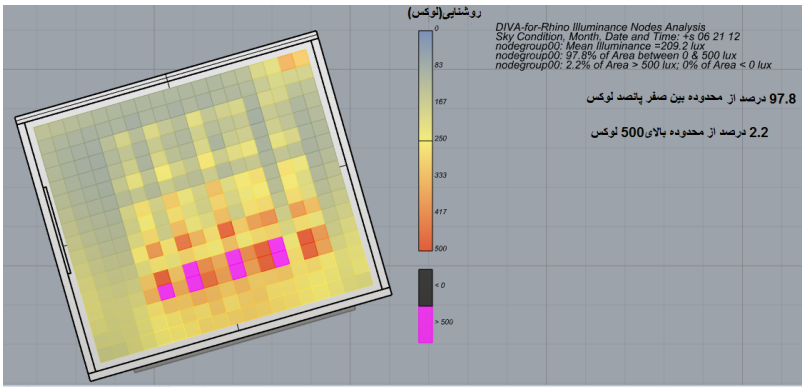
در نمودار پایین ۶ تیپ تعریف شده برای رف نوری به عنوان متغیر محور افقی و **میزان روشنای طبیعی در دسترس** به صورت عدد درصد به عنوان متغیر محور عمودی در نظر گرفته شده است.



شکل۱۵- نتایج آنالیز متوسط سالیانه روشنایی روز در دسترس برای ۶ تیپ رف نوری (نگارندگان)

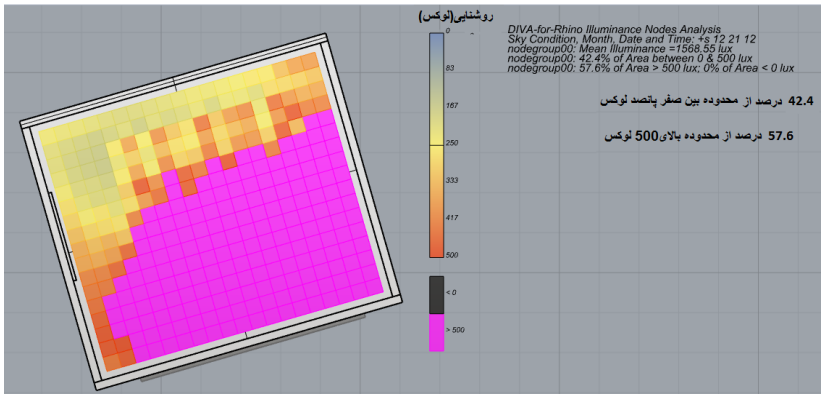
Figure 15. Annual average Analytical results mean daylight availability for 6 type of lightshlef(Authors)

با توجه به شبیه سازی صورت گرفته در شکل۱۵، با به کار گرفتن رف نوری در حالات مختلف محدوده دارای روشنایی بیش از حد (نقاط صورتی رنگ)، به نزدیک صفر درصد رسید. و از بین ۶ تیپ موجود رف نوری تیپ ۱ و تیپ ۳ و تیپ۶ عملکرد بهتری را در تامین متوسط سالیانه روشنایی روز در دسترس با کم ترین نور مضاعف داشتند. در ادامه به شبیه سازی ایستا پرداخته می شود. روش آنالیز به این صورت است که شبیه سازی ها برای روزهای اول فصل تابستان و زمستان(۲۱ ژوئن و ۲۱ دسامبر) در ساعت ۱۲ ظهر انجام می-شود.



شکل۱۶- روشنایی کلاس بدون رف نور-حالت پایه، اول تیرماه ساعت ۱۲ ظهر(نگارندگان)

Figure 16. Illuminance of class without light shelf-base case, 21 June at 12 noon(Authors)



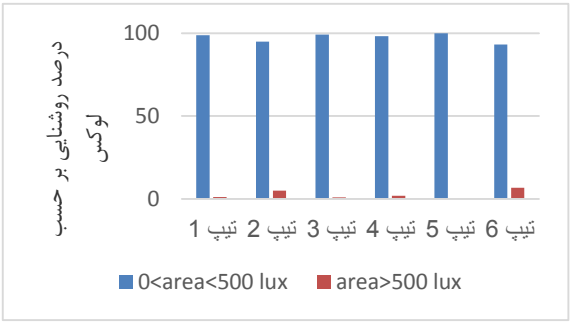
شکل۱۷- روشنایی کلاس بدون رف نور-حالت پایه، اول دی ماه ساعت ۱۲ ظهر(نگارندگان)

Figure 17. Illuminance class without light shelf-base case, 21 December at 12 noon(Authors)

در حالت پایه (شکل ۱۶و۱۷) که میزان روشنایی را در ارتفاع میز کار در اول تابستان و اول زمستان ساعت ۱۲ ظهر، نشان می دهد، موید این مطلب است که در زمستان بخش هایی نزدیک پنجره دارای روشنایی بیش از ۵۰۰ لوکس (نقاط صورتی رنگ) هستند. این مساله در حالی است که نقاطی در فضا از روشنایی کافی برخوردار نیستند. در ادامه راهکار رف نوری به شبیه سازی افزوده شده و ۶ تیپ رف نوری در روز و ساعت ذکر شده، مورد بررسی قرار می گیرد. در فصل تابستان(شکل۱۶) به علت عمود تابیدن خورشید، حدود ۹۵ درصد محدوده دارای روشنایی بین ۰تا ۵۰۰ لوکس قرار دارد و حدود ۵ درصد از محدوده دارای روشنایی بیش از ۵۰۰ لوکس می باشند و این بدان معناست که رف نوری به طور متوسط کل فضا را روشن کرده است. اما در فصل زمستان(به علت زاویه پایین اشعه خورشید)، (شکل۱۷) روشنایی بیش از حد و لکه نوری همچنان وجود دارد. در ادامه محدوده روشنایی بین ۰تا ۵۰۰ لوکس و محدوده روشنایی بالای ۵۰۰ لوکس به عنوان ۲ متغیر در نظر گرفته شده و دو رنگ آبی و نارنجی معرف این دو متغیر هستند که به صورت چارت ارایه شد (شکل ۱۸و ۱۹)که نتایج آن در ذیل آمده است. محور افقی تیپ های مختلف رف نوری و محور عمودی میزان نور روز دریافتی بر اساس لوکس می باشد. با توجه به نمودار آنالیز میزان روشنایی تمام موارد مورد بررسی؛ تیپ ۱، ۳ و ۵ بالاترین میزان لوکس روشنایی را در روز اول تابستان در ساعت ۱۲ ظهر را داشتند و تیپ ۶ (رف نوری داخلی در فاصله ۲۰۰ سانتی متر از کف) پایین ترین کارایی را داشت. نتایج به دست آمده از تحلیل روشنایی در ساعت ۱۲ ظهر اول دی ماه حاکی از آن است که، تیپ ۱، ۲ و ۳ بالاترین میزان لوکس روشنایی را در روز اول تابستان در ساعت ۱۲ ظهر را داشتند و تیپ ۵(رف نوری خارجی در فاصله ۲۰۰ سانتی متر از کف) پایین ترین کارایی را داشت.

شکل۱۸- نتایج آنالیز شبیه سازی میزان روشنایی در روز اول زمستان ساعت ۱۲ ظهر (نگارندگان)

Figure 18. Simulation Analysis Results of Illuminance Level on the First Day of winter at 12 noon (Authors)

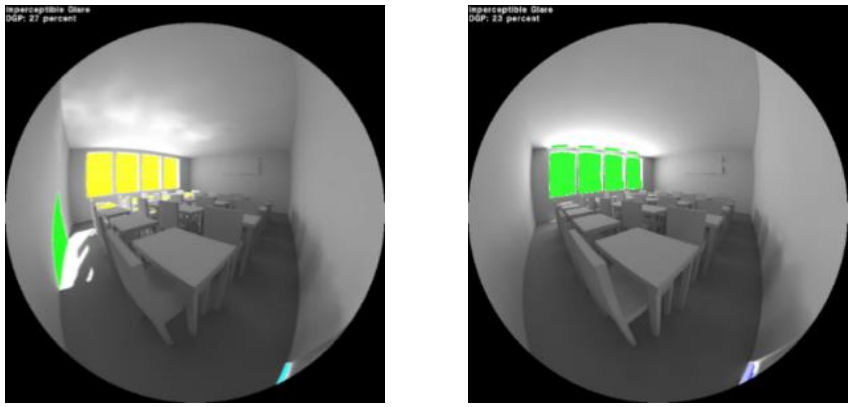


شکل۱۹- نتایج آنالیز شبیه سازی میزان روشنایی در روز اول تابستان ساعت ۱۲ ظهر (نگارندگان)

Figure 19. Simulation Analysis Results of Illuminance Level on the First Day of summer at 12 noon(Authors)

تحلیل چشم زدگی

توجه به پدیده چشم زدگی و کنترل آن در طراحی سیستم های نور روز در مواقع نفوذ نور مستقیم خورشید به فضای داخلی از اهمیت بالایی در آسایش بصری افراد به خصوص در فضاهای آموزشی، برخوردار است. روشنایی طبیعی مناطقی که دارای نور مضاعف بیشتر هستند، امکان ایجاد پدیده چشم زدگی را دارند. آنالیزی که برای این بخش ارائه می شود، آسایش بصری می باشد که در روز و ساعت مشخصی از سال محاسبه می شود، و این آنالیز بر اساس شاخص DGP(Daylight Glare Probability) تعیین می شود. برای محاسبه چشم زدگی جهت گیری جنوبی با زاویه ۱۶ درجه به سمت جنوب شرقی در ساعات مشخص انجام می شود. نتایج آنالیز در ساعت ۱۲ ظهر اولین روز تابستان و اولین روز زمستان بدون رف نوری و هم چنین برای هر ۶ حالت انجام شده و در شکل زیر آورده شده است.

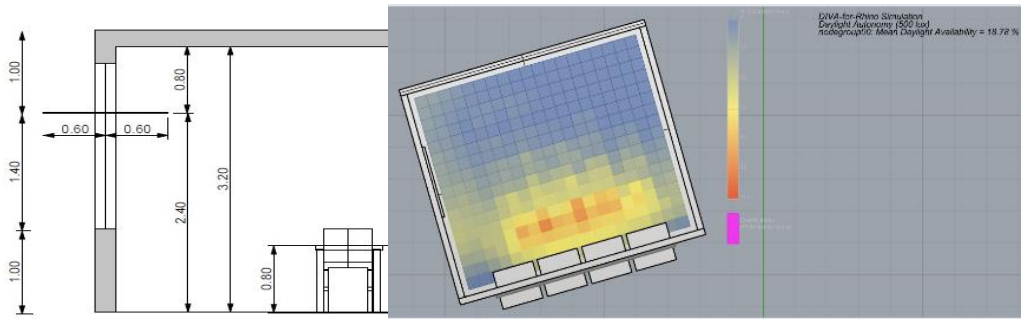


شکل۲۰- تحلیل چشم زدگی در حالت پایه ،سمت راست روز اول تابستان،سمت چپ روز اول زمستان ساعت ۱۲ ظهر(نگارندگان)

Figure 20.Glare analysis in basic type, first day of summer. Right, first day of winter, left,12 noon (Authors)

با آنالیز آسایش بصری در حالات مختلف رف نوری، مشاهده شد که مقدار شاخص DGP در حالت بدون رف نوری در ساعت ۱۲ ظهر اول تیرماه ۲۳ درصد و در ساعت ۱۲ ظهر اول دی ماه، ۲۷ درصد بوده است. که مقدار این شاخص با به کارگیری رف نوری در حالات مختلف رف، به میزان اندکی(۱٪) کاهش یافت و در ساعت ۱۲ ظهر اول تیرماه همه حالات رف نوری مقدار ۲۲

درصد، و در زمستان مقدار ۲۶ درصد رسید، که اکثر این چشم زدگی برای جهت گیری جنوبی در فصل زمستان به دلیل زاویه کم تابش خورشید در ساعت ۱۲ رخ می دهد، که با عملکرد مناسب رف نوری این مقدار کاهش می یابد.



شکل۲۱- تیپ ۱ تیپ انتخاب شده(نگارندگان)

Figure 21. Type One, the Selected type (Authors)

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه بهاره السادات نصیری با عنوان" طراحی خانه نقاشان تهران با تاکید بر بهره گیری از نور طبیعی" در دانشگاه علوم و تحقیقات تهران به راهنمایی نویسنده دوم، استاد مهناز محمودی زرندی می باشد. همچنین بدین وسیله از آقای امین رمضان نیا که در بخش شبیه سازی با نرم افزار دیوا مرا یاری نمودند صمیمانه تشکر می نمایم.

Reference

1. Wohlfarth.H. Gates, K., 1985. The effects of color-psychodynamic environmental color and lighting modification of elementary schools on blood pressure and mood: A controlled study. International Journal of Biosocial Research, vol. 7, pp. 9–16.
2. Joarder, R., .Ahmed, N.,2009. A Simulation Assessment of the Height of Lightshelves to Enhance Daylighting Quality in Tropical Office Buildings under Overcast sky Conditions INP Dhaka. Bangladesh.
3. CIBSE, 1999.CIBSE Lighting Guide.LG10. Daylighting and window design. London. Chartered Institution
4. Ghabbaklo, Z., 2013. Basics of building physics 5 (daylight), first edition. Jahad University Press, Amir Kabir Industrial Branch.(In Persian)
5. Liliana, O. B., Lee, E.S., Papamichael, K. and Selkowitz, S., 1994. The design and evaluation three advanced daylighting systems: Light shelves, light pipes and skylights. Proceedings of the Solar 94’ Golden opportunities for solar prosperity, San Jose, 25-30 June.
6. Zakhour, S,. 2015. the Influence of Selected Design Parameters on the Performance of Lightshelves under Overcast Conditions.
7. Chae, W .Lee, H .Kim, Y., 2015. A Study on Performance Evaluation of Mixed Light shelf Type According to the Angle of Light shelf, International Journal of Smart Home.
8. Baker, N. Steemers Koen. , 2002. Daylight Design of Buildings. London.
9. Dolatabadi, M,. 2013. Optimization of Energy Consumption by Increasing the Use of Daylight in Classrooms of Educational Buildings, Master's Thesis for Architecture, College of Architecture, Tarbiat Modares University. (In Persian)
10. Ahadi, A, Khan Mohammadi, M., 2015. Better performance of students

using proper daylight in classrooms; Case study: Faculty of Architecture, University of Science and Technology of Iran. Architectural and Urban Design Letter, Art University, Fall & Winter, No. 94, No. 15. (In Persian)

11. CIE,. 1987, International Lighting Vocabulary. ,Commission.
12. Ghiabaklo, z .Moazzeni, mh,. 2016. Investigating the influence of LightShelf Geometry Parametres on Daylight Performance and Visual Comfort, a Case Study of Educational Space in Tehran, Iran. Buildings. Available on: http://www.civilica.com/paper-AEBSCONF02_29.html.
13. Winterbottom, M. Wilkins, A., 2009. Lighting and discomfort in the classroom, Journal of Environmental Psychology, pp. 63-75.
14. Aghemo, C. Pellegrino, A., 2008.The approach to daylighting by scale models and sun and sky simulaators: A case study for diffrenent shading systems. BBUILDING AND Environment, Vol.43, pp. 917-927.
15. IEA, SHC Task21, 2000. Daylight in Buildings. ECBCS Annex.
16. Freewan.A, 2010. Maximizing the lightshelf performance by interaction between lightshelf geometries and a curved ceiling. Energy Conversion and Management, Vol. 51, pp. 1600-1604.