بسم الله الرحمن الرحیم

شاخص های نور روز

روشنایی و معماری

استاد:مهندس رقیه قاسمی
معماری انرژی

فهرست مطالب

مقدمه

- اهمیت نور طبیعی در معماری
- نقش شاخص‌ها در تحلیل نور روز

مبانی نظری نور روز

- ویژگی‌های نور طبیعی
- رفتار نور در فضاهای داخلی
- تأثیر اقلیم و جهت‌گیری

شاخص های سنتی نور روز

- ضریب نور روز(Daylight Factor)
- مزایا و محدودیت‌هایDF

شاخص های نوین و پویا

- خودکار بودن نورروز
- روشنایی روز مفید
- احتمال خیرگی روز
- شاخص یکنواختی نور روز

روش های ارزیابی و شبیه سازی نور روز

- روش‌های محاسباتی
- نرم‌افزارهای ارزیابی
- مدل‌سازی سه‌بعدی و سناریوهای طراحی

فهرست مطالب

استاندارد ها و توصیه های طراحی

•استانداردهای جهانی و ملی
•هدف‌گذاری روشنایی در فضاهای مختلف معماری
•سیستم‌های کنترل نور (پرده، لوور، سایبان و ...)

تحلیل نمونه موردی

•مقایسه عملکرد شاخص‌ها در پروژه‌های واقعی
•بهینه‌سازی نور روز در معماری پایدار

جمع بندی و نتیجه گیری

•تأثیر شاخص‌های نور روز بر کیفیت و بهره‌وری فضا
•جهت‌گیری‌های آینده در مطالعات نور روز

مقدمه:

نور روز به عنوان یکی از مؤثرترین مؤلفه‌های طراحی معماری، نقش مهمی در کیفیت فضاهای داخلی دارد.
استفاده صحیح از نور طبیعی علاوه‌بر ارتقای زیبایی محیط، به بهبود سلامت بصری و روانی کاربران کمک کرده و کیفیت تجربه حضور در فضا را افزایش می‌دهد.

اهمیت نور طبیعی در معماری

نور طبیعی منبعی رایگان، پاک و پایدار است که با کاهش مصرف انرژی الکتریکی، نقش مهمی در صرفه‌جویی انرژی و طراحی سازگار با محیطزیست دارد. همچنین نور روز باعث افزایش راندمان عملکردی، ایجاد تنوع روشنایی و تأکید بر عناصر معماری می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که دسترسی مناسب به نور روز می‌تواند موجب بهبود تمرکز، کاهش خستگی چشم و افزایش حس خوشایندی در کاربران شود.

نقش شاخص در تحلیل نور روز

برای دستیابی به طراحی نورپردازی مناسب، ارزیابی کمی و کیفی نور طبیعی ضروری است. شاخص‌های نور روز (Daylight Metrics) ابزارهایی هستند که امکان تحلیل دقیق میزان روشنایی، توزیع نور و کیفیت دید در فضاهای داخلی را فراهم می‌کنند. این شاخص‌ها کمک می‌کنند تا معمار یا طراح به تصمیمات صحیح‌تری در انتخاب فرم، بازشوها، مصالح و کنترل تابش برسد و شرایط آسایش بصری کاربران را تضمین نماید.

مبانی نظری نور روز

مبانی نظری نور روز بر فهم ویژگی‌های فیزیکی نور طبیعی و تأثیر آن بر رفتار انسان و محیط بنا استوار است. نور روز نه‌تنها عامل روشنایی فضاست، بلکه کیفیت ادراک بصری، خوانایی فرم‌ها و تجربه فضایی را تعیین می‌کند. در معماری، هدف اصلی از بهره‌گیری نور طبیعی، ایجاد تعادل میان کارایی روشنایی، آسایش بصری و کاهش انرژی مصرفی است.

ویژگی های نور طبیعی

نور طبیعی دارای ویژگی‌های متنوعی است که آن را از روشنایی مصنوعی متمایز می‌کند:

- **طیف کامل رنگ** که موجب درک دقیق‌تر رنگ‌ها می‌شود
- **تغییرپذیری در شدت و زاویه تابش** در طول روز و سال
- **ایجاد سایه و عمق بصری** که موجب خوانایی بهتر عناصر معماری می‌گردد
- **خاصیت پویایی** که حس زندگی و گذر زمان را به فضا منتقل می‌کند

این ویژگی‌ها در کنار یکدیگر باعث می‌شوند نور روز عاملی کلیدی برای ارتقای کیفیت محیط‌های داخلی باشد.

رفتار نور در فضاهای داخلی

نور پس از ورود به فضا با عناصر مختلف معماری همچون جداره‌ها، کف و سقف تعامل دارد. رفتار نور در فضا عمدتاً تحت تأثیر موارد زیر است:

- **بازتاب** از سطوح روشن و صیقلی
- **جذب** توسط سطوح تیره و بافت‌دار
- **پراکنش** از طریق مصالح نیمه‌شفاف

این پدیده‌ها نحوه توزیع نور، یکنواختی روشنایی و در نهایت کیفیت بصری محیط را تعیین می‌کنند. طراحی صحیح فرم فضا، بازشوها و انتخاب جنس و رنگ مصالح می‌تواند عملکرد نور را بهینه سازد

تاثیر اقلیم و جهت گیری

نور روز به‌شدت وابسته به شرایط جغرافیایی و اقلیمی است. میزان تابش خورشید، زاویه تابش و شرایط آسمان در مناطق مختلف، الگوهای متفاوتی ایجاد می‌کند. همچنین جهت‌گیری ساختمان عامل مهمی در کنترل دریافت نور است:

- **جنوب**: بهترین دریافت نور مستقیم و کنترل‌پذیر در مناطق معتدل
- **شرق**: نور ملایم صبحگاهی اما همراه با افزایش تابش مستقیم
- **غرب**: نور عصرگاهی با تابش شدید و آزاردهنده
- **شمال**: نور یکنواخت و پخش‌شده بدون تابش مستقیم

با شناخت تأثیر اقلیم و جهت‌گیری، معمار می‌تواند راهکارهایی مانند سایه‌اندازها، عمق بازشوها، نورگیرها و مصالح مناسب را برای دستیابی به آسایش بصری به‌کار گیرد.

شاخص های سنتی نور روز

ضریب نور روز (Daylight Factor)

ضریب نور روز (DF) یکی از قدیمی‌ترین و پرکاربردترین شاخص‌های سنجش نور طبیعی در فضاهای داخلی است. این شاخص نسبت روشنایی نقطه‌ای در داخل فضا به روشنایی بیرون تحت آسمان ابری استاندارد است و به صورت درصد بیان می‌شود:

$$DF = \frac{E_{in}}{E_{out}} \times 100$$

این شاخص امکان ارزیابی عملکرد نور روز بدون وابستگی مستقیم به زمان و شرایط اقلیمی متغیر را فراهم می‌کند

مزایا و محدویت ها:

- **مزایا:**

روش ساده و قابل‌فهم برای تحلیل نور روز
مناسب برای مقایسه طرح‌های مختلف
کاربرد گسترده در مقررات ساختمانی قدیمی

- **محدودیت‌ها:**

عدم توجه به تغییر شدت نور در طول روز و سال
عدم بررسی آسایش بصری و خیرگی
ارائه تصویری کلی و غیرواقع‌گرایانه از عملکرد واقعی نور
به همین دلیل، امروزه شاخص‌های پویاتر که رفتار واقعی نور را در گذر زمان تحلیل می‌کنند، ترجیح داده می‌شوند

شاخص های نوین و پویا

- خودکار بودن نور روز
- روشنایی روز مفید
- احتمال خیرگی روز
- شاخص یکنواختی نور روز

خودکار بودن نور روز

این شاخص درصدی از زمان سال را نشان می‌دهد که میزان نور روز در یک نقطه از فضا به‌تنهایی می‌تواند نیاز روشنایی را تأمین کند.

DAقادر است نقش نور طبیعی در کاهش نیاز به نور مصنوعی را واقع‌بینانه ارزیابی کند

روشنایی روز مفید

UDIمحدوده‌ای از روشنایی (معمولاً 100 تا 2000 لوکس) را بررسی می‌کند که هم برای فعالیت مناسب است و هم باعث خیرگی یا مصرف انرژی اضافی نمی‌شود.

این شاخص عملکرد نور در محدوده آسایش بصری را نمایش می‌دهد.

احتمال خیرگی روز

DGPمیزان احتمال ایجاد خیرگی و ناراحتی بصری توسط نور طبیعی را تخمین می‌زند. این شاخص با درنظر گرفتن شدت تابش، کنتراست و موقعیت منبع نور، به طراح کمک می‌کند از مزاحمت نور جلوگیری کند

شاخص یکنواختی نور روز

این شاخص نسبت حداقل به متوسط روشنایی را در فضا بیان می‌کند و هدف آن بررسی توزیع مناسب نور است.

یکنواختی مطلوب باعث می‌شود کاربران در فضا با کنتراست‌های شدید و خستگی بصری مواجه نشوند.

عنوان اسلاید را بنویسید

عنوان دلخواه	عنوان دلخواه	عنوان دلخواه	عنوان دلخواه	عنوان دلخواه
متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه
متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه
متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه
متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه	متن دلخواه

روش‌های محاسباتی نور روز مبتنی بر تحلیل هندسی بازشوها، ضرایب بازتاب سطوح و شرایط آسمان هستند. این روش‌ها پیش از توسعه ابزارهای پیشرفته شبیه‌سازی، اساس بسیاری از دستورالعمل‌های طراحی بودند و امروزه نیز به عنوان ابزار ساده و سریع برای برآورد اولیه عملکرد نور روز در پروژه‌ها کاربرد دارند. هرچند در این روش‌ها، پویایی نور و پیچیدگی رفتار آن به‌طور کامل در نظر گرفته نمی‌شود

روش های ارزیابی و شبیه سازی نور روز

مزایا و محدویت ها:

پیشرفت تکنولوژی، استفاده از نرم‌افزارهای قدرتمند تحلیل نور روز را در طراحی معماری رایج کرده است. برخی از ابزارهای پرکاربرد عبارتند از:

- **Radiance**: دقیق‌ترین موتور شبیه‌سازی بر پایه رهگیری پرتو
- **Dialux / Dialux EVO**: مناسب برای محاسبات روشنایی مصنوعی و نور روز در پروژه‌های معماری
- **Autodesk Revit + Insight / Illuminance**: امکان تحلیل نور در کنار مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)
- **Velux Daylight Visualizer**: ساده و کاربردی برای ارزیابی شاخص‌های نور روز
- **Grasshopper + Ladybug/Honeybee**: انعطاف بالا برای تحلیل‌های پیشرفته پارامتریک

این ابزارها قادرند شماری از شاخص‌های سنتی و نوین نور روز را با دقت بالا محاسبه کنند.

مدل سازی سه بعدی و سناریو طراحی:

مدل‌سازی سه‌بعدی امکان بررسی هم‌زمان فرم، مصالح، هندسه فضا و تغییرات اقلیمی را فراهم می‌کند. طراح می‌تواند:

- سناریوهای مختلف فرم و بازشوها را آزمایش کند
- رفتار نور را در ساعات و فصول متفاوت ارزیابی کند
- راهکارهای کنترلی مانند سایبان‌ها را بهینه نماید

این رویکرد منجر به طراحی آگاهانه‌تر و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده می‌شود.

استانداردها و توصیه های طراحی

استانداردهای جهانی و ملی
برای طراحی صحیح نور روز، استفاده از استانداردها ضروری است. از مهم‌ترین مرجع‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **EN 17037استاندارد اروپا برای نور روز**
- **LEED / WELL**:امتیازدهی و الزامات آسایش بصری
- **ASHRAE 90.1**:کاهش مصرف انرژی و استفاده بهینه از نور روز
- **مقررات ملی ساختمان ایران – مبحث ۱۹ و ۱۳**: ضوابط استفاده از نور طبیعی و صرفه‌جویی انرژی

این استانداردها حداقل‌های لازم برای روشنایی، کنترل تابش و جلوگیری از خیرگی را مشخص می‌کنند.

هدف گذاری روشنایی در فضاهای معماری

سطوح روشنایی مطلوب بر اساس فعالیت و کاربری تعریف می‌شود:

- فضاهای آموزشی: 300 تا 500 لوکس
- اداری و کار با کامپیوتر: 300 تا 750 لوکس
- فضاهای درمانی و حساس بصری: 500 تا 1000 لوکس
- مسکونی: 100 تا 300 لوکس

هدف، ایجاد تعادل بین نور کافی و جلوگیری از خیرگی است

سیستم های کنترل نور

به‌منظور مدیریت نور روز در شرایط متفاوت آسمان، از سیستم‌های کنترلی بهره گرفته می‌شود:

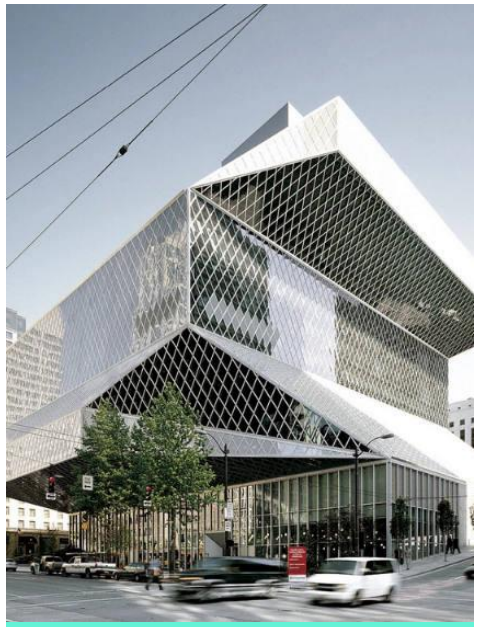
- **پرده‌ها و کرکره‌های داخلی**: کنترل کنتراست و آسایش
- **لوورها و سایبان‌های خارجی**: جلوگیری از تابش مستقیم و گرمایش اضافی
- **شیشه‌های هوشمند و مصالح کنترل‌کننده نور**: سازگار با شرایط لحظه‌ای محیط
- **نورگیرها و انحراف‌دهنده‌ها**: هدایت نور به عمق فضا

انتخاب درست این عناصر، ترکیب نور روز و نور مصنوعی را بهینه می‌کند

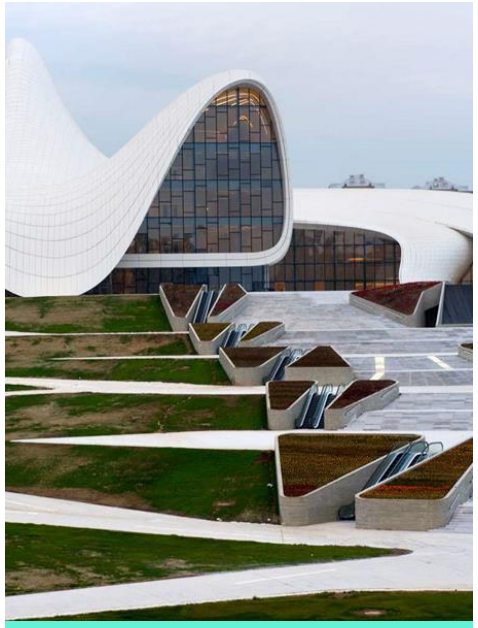
نمونه موردی:

ساختمان تجارت وین زوف

مدرسه ابتدایی Ørestad



کتابخانه مرکزی سیاتل



مرکز حیدر علی اف

نمونه موردی:

ساختمان تجارت وین زوف

📍نیویورک – معمار: *Herzog & de Meuron*

- جداره‌های شفاف با شیشه‌های کنترل‌کننده نور
- تحلیل خیرگی با DGP
- استفاده از سایه‌اندازی دینامیک
- کنترل خودکار روشنایی مصنوعی بر اساس نور روز

🔎**شاخص‌های بررسی‌شده:** – DGP – UDIکنترل هوشمند نور

نمونه موردی:

مدرسه ابتدایی Ørestad

📍کپنهاگ - دانمارک - معمار: *XN3*

- بهره‌گیری از نور روز برای ارتقای یادگیری و سلامت دانش‌آموزان
- نورگیری از سه جهت برای جلوگیری از نقاط تاریک
- آزمایش سناریوهای طراحی با Radiance

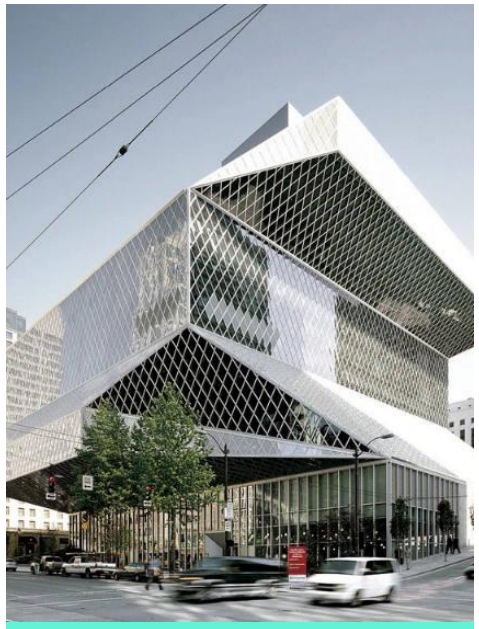
🔎**شاخص‌های بررسی‌شده:** DF - UDI - Visual Comfort

نمونه موردی:

📍آمریکا - معمار: *OMA + LMN*

- نورپردازی طبیعی کنترل‌شده در طبقات متعدد
- استفاده از پوسته شیشه‌ای با الگوهای ضدخیرگی
- تحلیل نور در همه‌ی فصول با DAو DGP

🔎**شاخص‌های بررسی‌شده:** DA - DGP - Uniformity



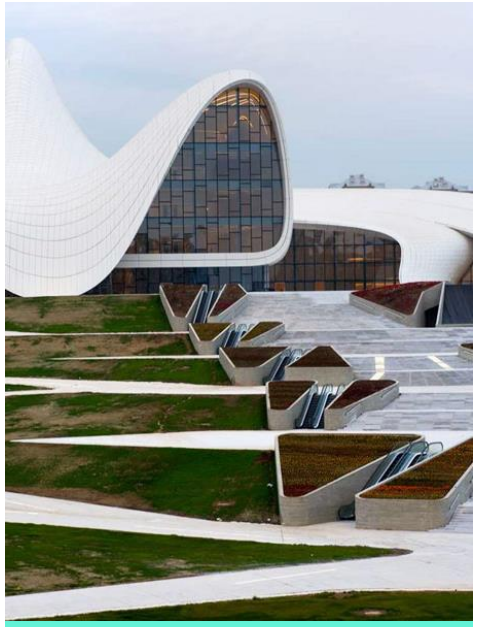
کتابخانه مرکزی سیاتل

نمونه موردی:

📍باکو – معمار: *Zaha Hadid*

- نورگیری غیرمستقیم با انعکاس روی سطوح سفید و منحنی
- توزیع یکپارچه روشنایی و حذف سایه‌های تیز
- تأکید بر فرم معماری در مجاورت نور

🔎**شاخص‌های بررسی‌شده:** DF – کیفیت نور (Qualitative Metrics)



مرکز حیدر علی اف

جمع بندی:

تأثیر شاخص‌های نور روز بر کیفیت و بهره‌وری فضا

ارزیابی دقیق نور روز بر اساس شاخص‌های کمی و کیفی، امکان طراحی مطلوب با حداکثر آسایش بصری را فراهم می‌سازد. شاخص‌های نوین نور روز نشان داده‌اند که کیفیت روشنایی تأثیر مستقیم بر:

بهره‌وری و تمرکز کاربران

کاهش خستگی و بهبود سلامت بصری

هویت‌بخشی و خوانایی معماری

کاهش وابستگی به انرژی مصنوعی

دارد. بنابراین، تحلیل نور روز بخش جدانشدنی از فرآیند طراحی معماری محسوب می‌شود.

جهت گیری آینده در مطالعات نور روز

پیشرفت فناوری و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، چشم‌اندازهای جدیدی را در حوزه نور روز گشوده است. موارد زیر در تحقیقات و پروژه‌های آینده اهمیتی فزاینده دارند:

توسعه شاخص‌های دقیق‌تر با درنظرگیری عوامل روان‌شناختی و ادراکی

استفاده از نماهای واکنش‌گرا و مصالح هوشمند برای کنترل نور

پیوند نور روز با سلامت زیستی و ریتم شبانه‌روزی (Human-Centric Lighting)

تحلیل داده‌محور و طراحی مبتنی بر شبیه‌سازی در محیط BIM

در مجموع، نور روز همچنان به عنوان عنصر کلیدی در ایجاد معماری پویا، پایدار و انسان‌محور باقی خواهد ماند.

جمع‌بندی ارتباط نمونه‌ها با معماری پایدار

پروژه	بهبود آسایش بصری	کاهش انرژی	کنترل خیرگی	یکنواختی نور
56 Leonard	✅ ✅	✅ ✅	✅ ✅ ✅	✅ ✅
Ørestad School	✅ ✅ ✅	✅ ✅	✅	✅ ✅ ✅
Seattle Library	✅ ✅	✅ ✅ ✅	✅ ✅	✅ ✅
Heydar Aliyev Center	✅ ✅ ✅	✅	✅	✅ ✅ ✅

پایان

روشنایی و معماری