بسم الله الرحمن الرحیم

فاکتور های نور روز

روشنایی و معماری

استاد:مهندس رقیه قاسمی
معماری انرژی

فهرست مطالب

مقدمه
- تعریف فاکتور نور روز
- اهمیت فاکتور نور روز در طراحی معماری و روشنایی
- تاریخچه استفاده از DF در استانداردهای روشنایی

مبانی نظری نور روز
- مفهوم روشنایی(Illuminance)
- نقش نور طبیعی در طراحی ساختمان
- تفاوت DF با سایر شاخص‌های نور طبیعی UDI ، DAو غیره

تعریف و فرمول فاکتور نور روز
- فرمول محاسبهDF
- اجزای تشکیل‌دهنده:DF
- **سهم روشنایی آسمان(SC)**
- **سهم روشنایی خارجی منعکس‌شده(ERC)**
- **سهم روشنایی داخلی منعکس‌شده(IRC)**
- عوامل مؤثر بر هر یک از این اجزا

پارامترهای موثر بر DF
- نوع و هندسه پنجره
- کیفیت و میزان عبوردهی شیشه(VT)
- عمق و ابعاد فضا
- بازتاب سطوح داخلی
- شرایط آسمان(CIE Sky Models)

روش های محاسبه
- روش‌های دستی و تحلیلی
- روش‌های نرم‌افزاری

فهرست مطالب

استاندارد ها و توصیه های طراحی
- حدود مطلوب DF در فضاهای مختلف
- استانداردهای رایجCIBSE ، BREEAM، LEED
- الزامات برای ساختمان‌های سبز

کاربرد های فاکتور نور روز
- ارزیابی عملکرد پنجره‌ها
- تحلیل آسایش بینایی
- بهینه‌سازی مصرف انرژی
- طراحی روشنایی ترکیبی

مزایا و محدویت ها
- مزایای استفاده از DF در طراحی
- محدودیت‌ها و نقاط ضعف

مطالعات موردی
- مثال‌هایی از طراحی واقعی
- تحلیل عملکرد نور روز در ساختمان‌های مختلف

جمع بندی و نتیجه گیری
- نکات کلیدی در محاسبه و کاربردDF
- آینده روش‌های ارزیابی نور روز

مقدمه:

نور طبیعی همواره یکی از مهم‌ترین عناصر شکل‌دهنده فضاهای معماری بوده است. حضور نور روز علاوه بر تأمین روشنایی موردنیاز برای انجام فعالیت‌ها، نقش اساسی در افزایش کیفیت ادراک فضا، بهبود سلامت و آسایش بصری کاربران دارد. در عصر حاضر، با توجه به ضرورت کاهش مصرف انرژی و ارتقای پایداری ساختمان‌ها، ارزیابی کمی و علمی عملکرد روشنایی روز اهمیتی دوچندان یافته است. یکی از شاخص‌های کلیدی برای سنجش میزان بهره‌گیری از نور طبیعی در فضاهای داخلی، **فاکتور نور روز Daylight Factor**است که به عنوان یک معیار ساده، کاربردی و قابل مقایسه برای تحلیل روشنایی روز در شرایط آسمان ابری تعریف شده است

تعریف فاکتور نور روز

فاکتور نور روز شاخصی است که نشان می‌دهد **چند درصد از روشنایی موجود در نقطه‌ای از فضای داخلی، نسبت به روشنایی هم‌زمان در فضای بیرونی زیر آسمان ابری استاندارد** تأمین می‌شود.

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

- E_{in}: شدت روشنایی در نقطه موردنظر در فضای داخلی
- E_{out}: شدت روشنایی در محیط بیرونی بدون انسداد و در شرایط آسمان ابری

DF معمولاً به سه مؤلفه تقسیم می‌شود:

- **نور مستقیم آسمان SC**
- **نور بازتابی از سطوح بیرونی ERC**
- **نور بازتابی از سطوح داخلی IRC**

این تقسیم‌بندی امکان تحلیل دقیق‌تر و بهینه‌سازی طراحی معماری را فراهم می‌کند.

اهمیت فاکتورنور روز

۱. ارزیابی کارایی نور طبیعی
DFبه طراحان کمک می‌کند تا مقدار روشنایی روز واردشده به فضا را با شرایط واقعی و قابل مقایسه بسنجند و از کفایت آن برای عملکردهای مختلف اطمینان حاصل کنند.

۲. بهبود آسایش بصری کاربران
با استفاده از DFمی‌توان نواحی با کمبود یا شدت بیش از حد نور را شناسایی کرد و از بروز خیرگی یا تاریکی نامطلوب جلوگیری نمود.

۳. کاهش مصرف انرژی
هرچه DFبالاتر باشد، وابستگی فضا به روشنایی مصنوعی کمتر خواهد بود و این موضوع نقش مهمی در مدیریت مصرف انرژی ساختمان‌ها دارد.

۴. کمک به طراحی پایدار
ارزیابی علمی نور روز یکی از اجزای مهم معماری پایدار است. DFمعیاری ساده و قابل استفاده برای تحلیل ساختمان‌ها در مراحل اولیه طراحی محسوب می‌شود.

تاریخچه استفاده از فاکتور نور روز

استفاده از فاکتور نور روز سابقه‌ای نزدیک به یک قرن دارد:

- **دهه ۱۹۲۰-۱۹۳۰:** نخستین بار در بریتانیا در تحقیقات اولیه روشنایی ساختمان‌ها معرفی شد.
- **۱۹۶۰:** کمیسیون بین‌المللی روشنایی (CIE) آسمان ابری استاندارد را تدوین کرد و زمینه رسمی‌سازی DF را فراهم آورد.
- **دهه ۱۹۷۰-۱۹۸۰:** DF به عنوان معیار پایه در استانداردهای نور روز بریتانیا (BS) و برخی مقررات ساختمانی اروپا وارد شد.
- **اواخر قرن بیستم:** DF در بسیاری از استانداردها به عنوان یک معیار ساده برای کنترل حداقل نیازهای نور روز پذیرفته شد.
- **دهه ۲۰۱۰ به بعد:** هرچند معیارهای پویا مانند **UDI**، **DA**، **sDA** جایگزین‌های دقیق‌تری ارائه کرده‌اند، اما DF همچنان در استانداردهای طراحی اولیه، آموزش دانشگاهی و ارزیابی‌های اولیه نور روز کاربرد فراوان دارد.

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.

مفهوم روشنایی

۱. مفهوم روشنایی (Illuminance)
روشنایی یا **Illuminance** یکی از اصلی‌ترین کمیت‌های فوتومتریک در علم نورپردازی است و بیانگر میزان شار نوری است که بر واحد سطح می‌تابد.

روشنایی نشان می‌دهد که یک فضا برای انجام فعالیت موردنظر تا چه اندازه از نور کافی برخوردار است. سطح روشنایی مناسب سبب افزایش **آسایش بصری، دقت بینایی، ایمنی، بهره‌وری و کیفیت تجربه فضایی** می‌شود.

استانداردهای روشنایی مصنوعی و طبیعی معمولاً مقادیر حداقل یا پیشنهادی روشنایی را برای فضاهای مختلف (مانند دفاتر، کلاس‌ها، فضاهای مسکونی و صنعتی) تعیین می‌کنند.

نقش نور طبیعی در طراحی ساختمان

الف) ارتقای کیفیت بصری فضا
نور روز طیف رنگی کامل و پویایی دارد که باعث **ادراک بهتر رنگ‌ها، عمق، بافت و فرم** می‌شود و فضا را از نظر روانی و حسی زنده‌تر می‌کند.

ب) افزایش آسایش کاربران
تحقیقات نشان داده‌اند که حضور نور طبیعی می‌تواند سبب **کاهش استرس، بهبود خلق‌وخو و تنظیم ریتم شبانه‌روزی** شود. در محیط‌های کاری و آموزشی نیز باعث بهبود تمرکز و راندمان عملکرد می‌گردد.

ج) صرفه‌جویی انرژی
روشنایی مصنوعی یکی از مصرف‌کنندگان اصلی انرژی در ساختمان‌هاست. بهره‌گیری مؤثر از نور طبیعی باعث **کاهش نیاز به روشنایی الکتریکی** و همچنین کاهش بار سرمایشی ناشی از تجهیزات روشنایی می‌شود.

د) تأثیر بر طراحی کالبدی و فرم معماری
ورود نور روز تعیین‌کننده عواملی مانند **ابعاد و موقعیت بازشوها، عمق فضا، نوع مصالح، رنگ سطوح داخلی، جهت‌گیری ساختمان و فرم احجام** است. به همین دلیل طراحی نور روز هم یک فاکتور عملکردی و هم یک ابزار زیبایی‌شناختی در معماری محسوب می‌شود.

ه) پایداری و استانداردهای سبز
در سیستم‌های ارزیابی ساختمان سبز مانند **LEED**و **BREEAM**، طراحی نور طبیعی یکی از معیارهای کلیدی کسب امتیاز و تحقق اهداف پایداری است.

تفاوت فاکتور روز

تفاوت فاکتور نور روز ((DFبا سایر شاخص‌های نور طبیعی (DA، UDIو ...)

اگرچه **فاکتور نور روز ((Daylight Factorسال‌ها شاخص اصلی ارزیابی نور طبیعی بوده است، اما با پیشرفت روش‌های شبیه‌سازی، شاخص‌های جدیدتر و دقیق‌تر معرفی شده‌اند. تفاوت‌های اصلی میان DFو شاخص‌های پویای نور روز عبارتند از:

تفاوت فاکتور روز

فاکتور نور روز(DF)
- ماهیت :شاخص ایستا(Static)
- مبنای محاسبه :آسمان ابری استانداردCIE
- هدف :بیان درصد روشنایی داخلی نسبت به روشنایی بیرونی
- ویژگی :ساده، سریع، مناسب برای ارزیابی اولیه
- محدودیت‌ها:
  - تغییرات واقعی آب‌وهوا، زمان و زاویه خورشید را در نظر نمی‌گیرد.
  - ممکن است عملکرد فضا را در آب‌وهوای آفتابی یا نیمه‌ابری به‌درستی نشان ندهد.
  - به دلیل ایستا بودن، در استانداردهای جدید، ابزاری کمکی محسوب می‌شود.

شاخصDA (Daylight Autonomy)
- ماهیت :پویای مبتنی بر زمان(Climate-based)
- تعریف :درصد ساعاتی از سال که روشنایی طبیعی در یک نقطه، بیشتر از مقدار مرجع (مثلاً ۳۰۰ لوکس) است.
- مزیت :انعکاسی واقع‌گرایانه از عملکرد نور روز در شرایط واقعی اقلیم.
- کاربرد :استانداردهای جدید مانند.LEED v4

تفاوت فاکتور روز

•شاخص sDA (Spatial Daylight Autonomy)
•تعریف: درصدی از سطح یک فضا که حداقل در ٪۵۰ زمان سال، روشنایی کافی (حداقل ۳۰۰ لوکس) دارد.
•ویژگی: عملکرد نور طبیعی را هم در زمان و هم در فضا ارزیابی می‌کند.
•مزیت: مناسب برای تحلیل کیفیت کلی نور روز در یک اتاق یا سالن.

شاخص UDI (Useful Daylight Illuminance)
•تعریف: درصد زمانی که روشنایی طبیعی در محدوده مفید (مثلاً ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس) قرار دارد.
•ویژگی:
- اگر روشنایی کمتر از ۱۰۰ لوکس باشد ← کمبود نور
- اگر بیشتر از ۲۰۰۰ لوکس باشد ← خیرگی یا نور بیش از حد

•مزیت: نشان می‌دهد که نور روز نه‌تنها کافی، بلکه از نظر کیفیت، مقدار مطلوب دارد.

جمع بندی تفاوت ها

شاخص	نوع	در نظر گرفتن اقلیم واقعی	تمرکز	محدودیت یا مزیت
DF	ایستا	✗	درصد روشنایی داخلی نسبت به بیرون	ساده؛ اما غیرواقعی در اقلیم‌های متنوع
DA	پویا	✓	ساعات کافی بودن نور	DFدقیق‌تر از
SDA	پویا	✓	سطح و زمان	LEEDمعیار اصلی در
UDI	پویا	✓	کیفیت مطلوب نور	بیان کمبود و زیادبود نور

تعریف و فرمول فاکتور نور روز

- فرمول محاسبه
- اجزای تشکیل دهنده
- عوامل موثر برهریک ازاجزا

فرمول محاسبه

فاکتور نور روز شاخصی است که نسبت روشنایی نقطه‌ای در فضای داخلی را به روشنایی افقی در فضای بیرونی تحت آسمان بیان می‌کند

روشنایی بیرونی در فضای باز (لوکس)
به سه جزء تقسیم می‌شود: DFبرای تحلیل دقیق‌تر،
DF=SC+ERC+IRCDF = SC + ERC +
IRCDF=SC+ERC+IRC

اجزای تشکیل دهنده

1.سهم روشنایی آسمان (Sky Component – SC)
این بخش نشان‌دهنده میزان نوری است که مستقیماً از گنبد آسمان، بدون برخورد با هیچ سطحی، از طریق بازشو وارد فضا می‌شود.

2.سهم روشنایی خارجی منعکس‌شده (Externally Reflected Component – ERC)
این بخش مقدار نوری را نشان می‌دهد که ابتدا به سطوح خارجی ساختمان (زمین، دیوارها، محوطه) برخورد کرده و سپس به درون بازتاب می‌یابد

3.سهم روشنایی داخلی منعکس‌شده
Internally Reflected Component – IRC))
این بخش مقدار نوری را بیان می‌کند که پس از ورود به فضا، روی سطوح داخلی (دیوارها، کف، سقف، مبلمان) بازتابیده و مجدداً در روشنایی نقطه موردنظر مشارکت می‌کند.

- سهم روشنایی اسمان
- سهم روشنایی خارجی منعکس شده
- سهم روشنایی داخلی منعکس شده

سهم روشنایی اسمان

عوامل مؤثر بر SC

1.ابعاد و نسبت بازشو ((Window-to-Wall Ratio - WWR

بازشو بزرگ‌تر ← SCبیشتر

2.زاویه دید بازشو به آسمان ((Sky View Factor

هرچه سهم بیشتری از آسمان از داخل دیده شود، SCافزایش می‌یابد.

3.عمق فضا از پنجره

با افزایش فاصله از پنجره، سهم نور مستقیم آسمان کاهش می‌یابد.

4.موانع خارجی (ساختمان‌ها، درختان، سایبان‌ها)

موانع با مسدود کردن میدان دید آسمان، SCرا کاهش می‌دهند.

5.نوع شیشه و ضریب عبور ((τ

شیشه شفاف ← عبور بالاتر ← SCبیشتر

شیشه دوجداره/رفلکتیو ← کاهش SC ← τکمتر

6.زاویه و جهت‌گیری بازشو

جهت‌های شمالی معمولاً SCیکنواخت‌تر ولی کمتر دارند، جنوبی تحت سایه‌بان‌گذاری تأثیر بیشتری می‌پذیرند.

سهم روشنایی خارجی منعکس شده

عوامل مؤثر بر ERC

1.ضریب بازتاب سطوح بیرونی (ρ_e)

سطوح روشن (مانند سنگ روشن یا بتن خاکستری روشن) → ERCبالاتر

سطوح تیره → ERCکمتر

2.جنس و بافت سطوح خارجی

سطوح صاف بازتاب بیشتری ایجاد می‌کنند، سطوح زبر نور را پراکنده‌تر می‌کنند.

3.نزدیکی سطوح خارجی روشن به بازشو

هرچه سطح روشن نزدیک‌تر باشد، مشارکت بیشتری در ERCدارد.

4.وجود سایه‌بان‌ها یا بالکن‌ها

ممکن است مانع بخشی از بازتاب شده و ERCرا کاهش دهند.

5.زاویه برخورد نور به سطح خارجی

شدت بازتاب به زاویه تابش و بازتاب بستگی دارد (بازتاب دیفیوز بیشتر در آسمان ابری).

سهم روشنایی داخلی منعکس شده

- **ضرایب بازتاب سطوح داخلی(ρ_i)**
- سقف روشن IRC ← بالا
- دیوارهای تیره IRC ← پایین

به‌طور معمول بیشترین تأثیر مربوط به **سقف** و سپس **دیوار مقابل پنجره** است.

- **هندسه و شکل فضا**

فضاهای عمیق IRC بیشتری نیاز دارند تا نور به قسمت‌های دورتر برسد.

- **وجود عناصر داخلی**

مبلمان روشن نور را پخش می‌کند، مبلمان تیره آن را جذب می‌کند.

- **سایز و شکل بازشو**

بازشو بزرگ‌تر موجب ورود نور بیشتر و افزایش بازتاب‌های داخلی می‌شود.

- **ارتفاع سقف**

سقف‌های بلند ممکن است بازتاب‌های بیشتری تولید کنند اما در فضاهای عمیق توزیع نور تغییر می‌کند.

- **جنس سطوح (براق/مات)**

سطوح نیمه‌براق (semi-gloss) بازتاب مؤثرتر اما مستقیم‌تری دارند،
سطوح کاملاً مات نور را پراکنده‌تر پخش می‌کنند.

جمع بندی ارتباط اجزا

مؤلفه	مسیر نور	اهمیت	حساسیت به طراحی
SC	ورود مستقیم از آسمان	بیشترین تأثیر در نزدیکی بازشو	بسیار بالا
ERC	بازتاب از سطوح خارجی	مؤثر در فضاهای شهری و حیاط‌های نورگیر	متوسط
IRC	بازتاب‌های مکرر از سطوح داخلی	مهم در فضاهای عمیق و اتاق‌هایی با پنجره کوچک	بسیار بالا

فاکتور نور روز Daylight Factorوابسته به مجموعه‌ای از ویژگی‌های معماری، نورپردازی و شرایط محیطی است که هرکدام می‌توانند سهم نور آسمان SC، روشنایی خارجی بازتاب‌شده ERCو روشنایی داخلی بازتاب‌شده IRCرا تحت‌تأثیر قرار دهند. مهم‌ترین پارامترهای مؤثر عبارت‌اند

پارامترهای موثر بر فاکتور نور روز

- نوع و هندسه پنجره
- کیفیت و میزان عبور دهی نور از شیشه
- عمق و ابعاد فضا
- بازتاب سطح داخلی
- شرایط اسمان

نوع و هندسه پنجره

مهم‌ترین جنبه‌های هندسی پنجره

1.ابعاد پنجره

1. پنجره بزرگ‌تر → افزایش SCو IRC
2. اما ممکن است خیرگی و بار حرارتی را نیز افزایش دهد.

2.نسبت پنجره به دیوار ((WWR

مقدار بهینه بسته به اقلیم و جهت‌گیری متفاوت است و نقش مهمی در DFدارد.

3.ارتفاع آستانه و خط سر پنجره

1. پنجره‌های مرتفع (ارتفاع زیاد) دید بیشتری به آسمان ایجاد کرده و SCرا بالا می‌برند.
2. افزایش ارتفاع پنجره به توزیع بهتر نور در عمق فضا کمک می‌کند.

4.موقعیت پنجره روی نما

1. پنجره‌های نزدیک سقف → نوردهی بهتر به نواحی عقب فضا
2. پنجره‌های مرکزی → نور یکنواخت‌تر در نزدیکی دیوار مقابل

5.شکل بازشو

1. افقی → پراکندگی نور بیشتر
2. عمودی → عمق نفوذ بیشتر

6.استفاده از ابزارهای هدایت نور

مانند شلف نوری ((light shelf، کلرستری ((clerestoryو نورگیرهای جانبی.

کیفیت و میزان عبور دهی نور از شیشه

فاکتور عبوردهی نور (VT)

•نشان‌دهنده نسبت نور مرئی عبوری از شیشه به نور ورودی است.

•مقادیر VTمعمولاً بین **۰/۴ تا ۰/۹** متغیر هستند.

تأثیر VTبر DF

• VTبالا ← افزایش SCو ERC

• VTپایین ← کاهش روشنایی داخلی و نیاز بیشتر به روشنایی مصنوعی

عوامل مؤثر در VT

•شیشه تک‌جداره یا چندجداره

•پوشش‌های Low-E

•رنگ یا تِنت شیشه

•میزان بازتاب و جذب شیشه

•شیشه رفلکتیو یا کنترل‌کننده خورشیدی

عمق و ابعاد فضا

عوامل هندسی مؤثر

1.عمق فضا ((Room Depth

1. فضاهای کم‌عمق ← DFبالاتر
2. فضاهای عمیق ← کاهش قابل‌توجه SCو وابستگی بیشتر به IRC

2.ارتفاع سقف

1. سقف بلند ← افزایش بازتاب‌ها و توزیع بهتر نور
2. اما در صورت وجود سطوح تیره، ممکن است بازده کاهش یابد.

3.نسبت ابعاد (طول/عرض/ارتفاع)

1. فضاهای طویل با تنها یک پنجره ← نور روز به انتهای فضا نمی‌رسد
2. فضاهای با تناسب مناسب ← توزیع یکنواخت DF

4.تعداد و محل بازشوهای متعدد

ایجاد چند بازشو یا نورگیری جانبی باعث افزایش یکنواختی DFمی‌شود.

بازتاب سطح داخلی

اهمیت بازتاب داخلی

•سطوح روشن‌تر → افزایش قابل‌توجه IRC
•سطوح تیره ← IRCکم → کاهش DFدر نواحی دور از پنجره

عوامل مرتبط با IRC

•رنگ سطوح
•جنس (مات/براق)
•بافت (صاف/زبر)
•چیدمان داخلی و نوع مبلمان

بازتاب معمول (ρ)	عنصر داخلی
۰/۷ تا ۰/۹	سقف
۰/۵ تا ۰/۷	دیوارها
۰/۲ تا ۰/۴	کف
بالا (۰/۵+)	مبلمان روشن
پایین (۰/۱ تا ۰/۲)	مبلمان تیره

شرایط آسمان

مهم‌ترین مدل‌های آسمان CIE

1.آسمان ابری استاندارد (Standard Overcast Sky)

1. مبنای محاسبات DF
2. بیشترین روشنایی در سمت بالای آسمان، توزیع تدریجی و نرم

2.آسمان نیمه‌ابری (Partly Cloudy)

1. توزیع ناهمگون، تأثیر مستقیم خورشید

3.آسمان صاف (Clear Sky)

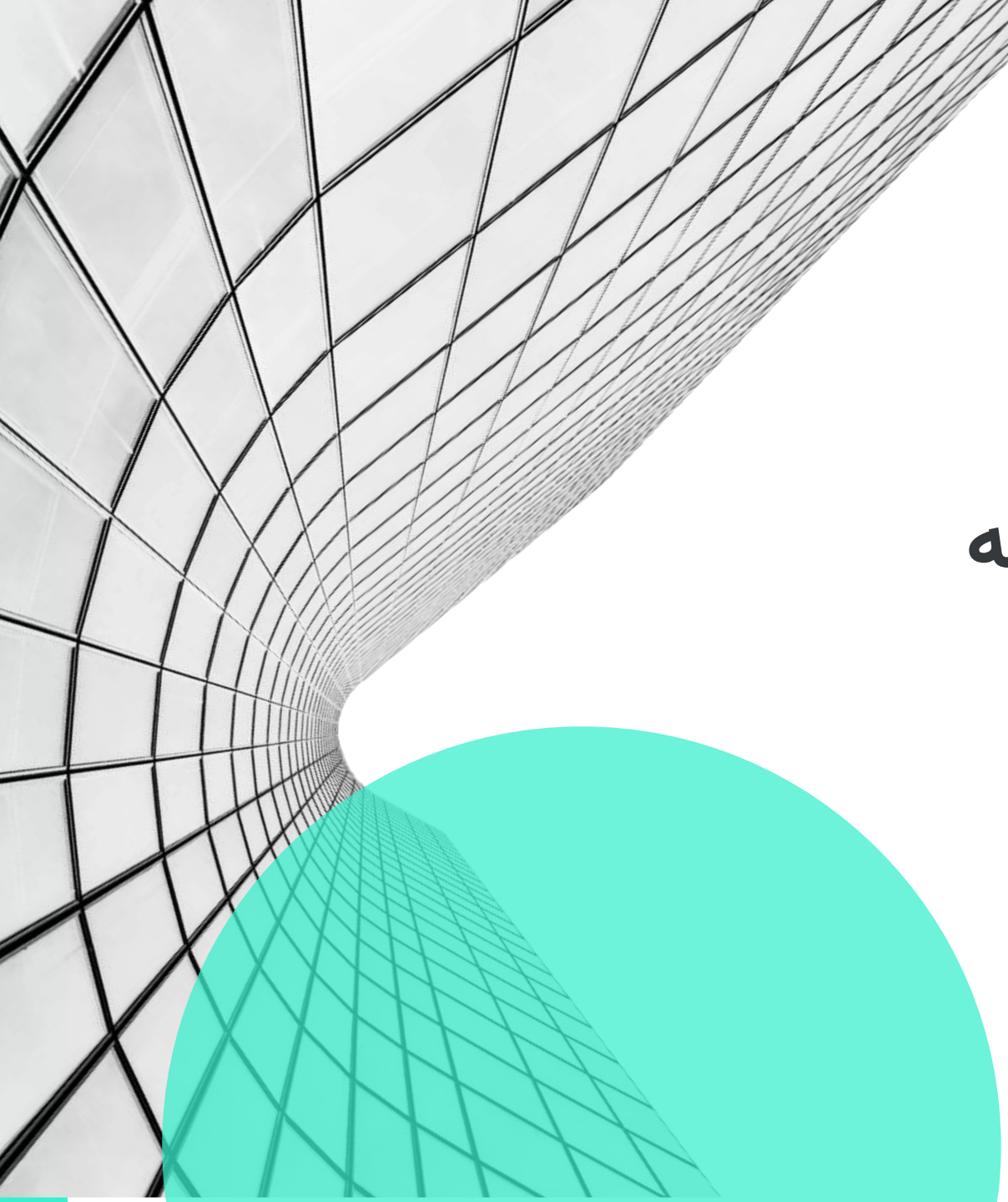
1. سهم مستقیم خورشید زیاد
2. روشنایی بسیار وابسته به زاویه خورشید

4.آسمان یکنواخت (Uniform Sky)

1. روشنایی ثابت در سراسر گنبد آسمان

تأثیر شرایط آسمان بر DF

- در DF فقط **آسمان ابری** لحاظ می‌شود، اما در واقع:
  - آسمان صاف ← نور مستقیم و زیاد ← DFواقعی بیشتر
  - آسمان ابری ← نور نرم و پخش ← قابل‌پیش‌بینی‌تر



روش های دستی و تحلیلی محاسبه

روش های دستی

معروف‌ترین روش‌های دستی:

1.روش Waldram Diagram

1. استفاده از نمودارهای نیم‌کره آسمان برای تعیین سهم نور روز
2. به‌کارگیری نسبت‌های هندسی و خطوط دید بازشوها

2.روش B.R.S / B.S.I (British Standard Method)

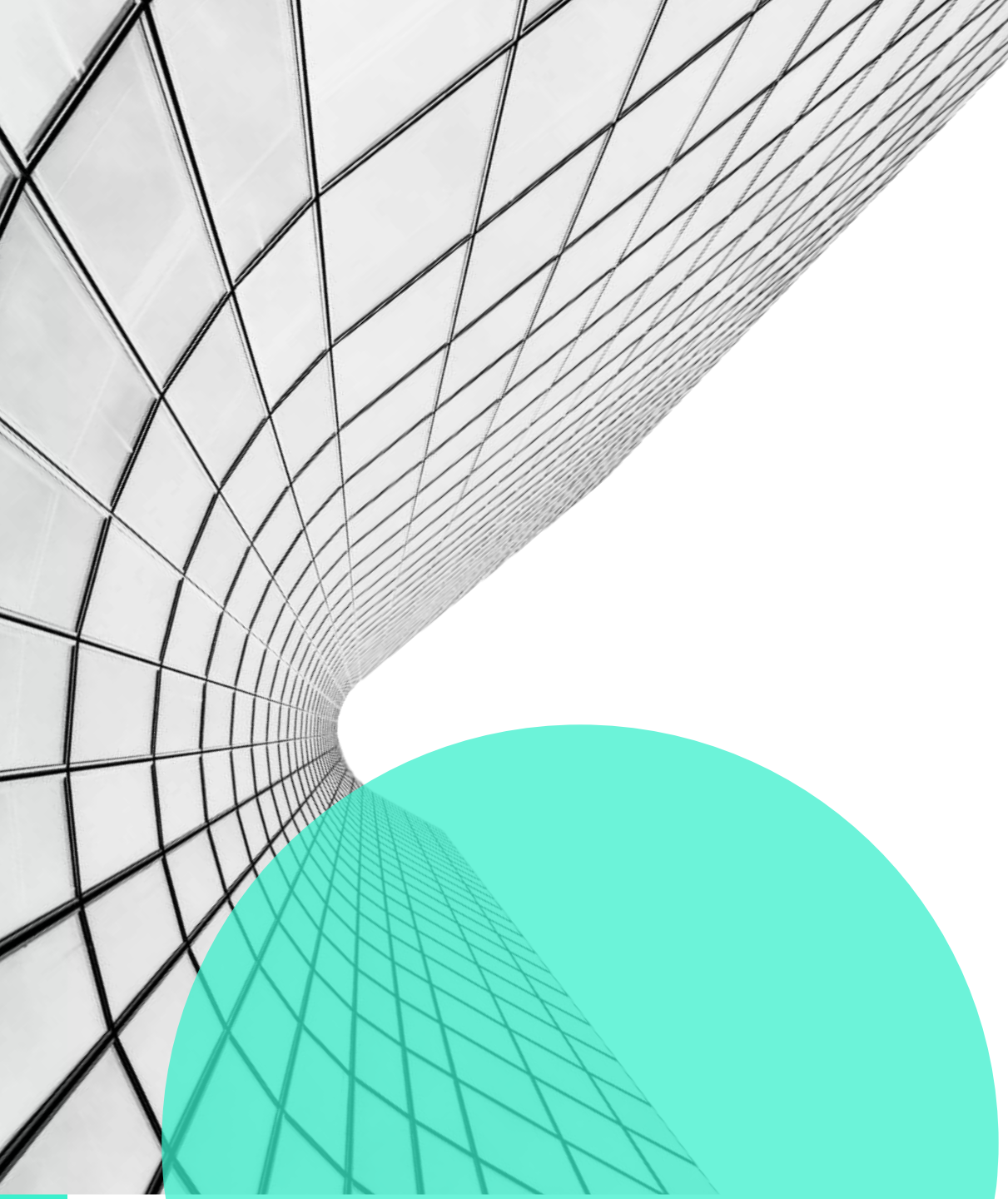
1. مبتنی بر جداول و ضرایب استانداردهای بریتانیا
2. محاسبه SC، ERCو IRCبا استفاده از ضرایب تجربی

3.روش لومن ((Lumen Method

1. استفاده از شار نوری و ضرایب بازتاب داخلی
2. مناسب برای محاسبه تقریبی روشنایی کلی

4.روش‌های ساده‌شده مبتنی بر فرمول‌های CIBSE

1. استفاده از روابط مستقیم برای تخمین سریع DFدر مراحل اولیه طراحی



مزایا

- ساده، سریع و قابل استفاده در مراحل ابتدایی طراحی
- مناسب برای مطالعات مفهومی و مقایسه گزینه‌های مختلف
- بدون نیاز به سخت‌افزار و نرم‌افزار
- قابل فهم بودن اصول و اجزای SC، ERC، IRC

محدودیت‌ها

- دقت پایین‌تر نسبت به روش‌های شبیه‌سازی
- محدود به آسمان ابری و شرایط ایستا
- عدم توانایی مدل‌سازی هندسه‌های پیچیده
- عدم امکان تحلیل رفتار واقعی نور در اقلیم‌های متفاوت

روش های نرم افزاری محاسبه

DIALux

ویژگی‌ها

•رایگان، پرکاربرد در صنعت نورپردازی
•امکان مدل‌سازی فضاهای داخلی و خارجی
•پشتیبانی از DF، روشنایی مصنوعی و ترکیبی
•دیتابیس گسترده چراغ‌ها ((IES , LDT

مزایا

•رابط کاربری ساده
•مناسب برای معماران و مهندسان برق
•گزارش‌دهی خوب و استاندارد
•مناسب برای پروژه‌های تجاری و مسکونی

محدودیت‌ها

•دقت نور روز متوسط نسبت به Radiance
•مدل آسمان محدود و ساده‌تر از روش‌های Climate-based
•کنترل کمتر بر جزئیات فیزیکی مواد و مصالح

روش های نرم افزاری محاسبه

Relux

ویژگی‌ها

•نرم‌افزار قدرتمند و مشابه Dialux
•پشتیبان رسمی از محاسبه DF، UDI، DA
•موتور محاسباتی سریع و دقیق‌تر نسبت به Dialuxدر برخی موارد

مزایا

•رابط کاربری حرفه‌ای‌تر
•امکان مدل‌سازی دقیق‌تر مصالح و بازتاب‌ها
•مناسب برای پروژه‌های صنعتی، اداری و بیمارستانی

محدودیت‌ها

•نسخه‌های پیشرفته نیاز به پرداخت هزینه دارند
•تنظیمات تخصصی‌تر و پیچیدگی بیشتر نسبت به Dialux
•برای هندسه‌های پیچیده محدودیت دارد

روش های نرم افزاری محاسبه

Radiance

ویژگی‌ها

- پیشرفته‌ترین موتور شبیه‌سازی نور روز در جهان
- مبتنی بر Ray Tracing کاملاً فیزیکی
- استاندارد مرجع برای تحقیقات علمی و استاندارد LEED
- توانایی تحلیل مدل‌های پیچیده، مصالح دقیق، رفتار واقعی نور

مزایا

- بالاترین دقت شبیه‌سازی
- پشتیبانی از شاخص‌های پویا مانند DA، sDA، UDI
- قابلیت تعریف دقیق مواد، بافت‌ها، نورگیرهای غیرمعمول
- مناسب برای پروژه‌های پژوهشی و حرفه‌ای سطح بالا

محدودیت‌ها

- رابط گرافیکی ندارد (متنی)
- یادگیری دشوار
- نیازمند تجربه علمی و مهندسی

روش های نرم افزاری محاسبه

(Grasshopper + Honeybee با استفاده از Radiance/Ladybug)

ویژگی‌ها

•ترکیب محیط پارامتریک Rhino/Grasshopperبا موتور Radiance
•ابزار قدرتمند تحلیل اقلیمی، نور روز، انرژی و بهینه‌سازی
•امکان تولید هندسه‌های پیچیده و تحلیل‌های الگوریتمیک

مزایا

•قابلیت پارامتریک و بهینه‌سازی (/ Genetic Algorithms Galapagos)
•مناسب برای معماری پیشرفته و فرم‌های پیچیده
•ادغام با EnergyPlusبرای تحلیل انرژی
•گزارش‌دهی شاخص‌های DF، DA، UDI، sDAبا دقت بالا

محدودیت‌ها

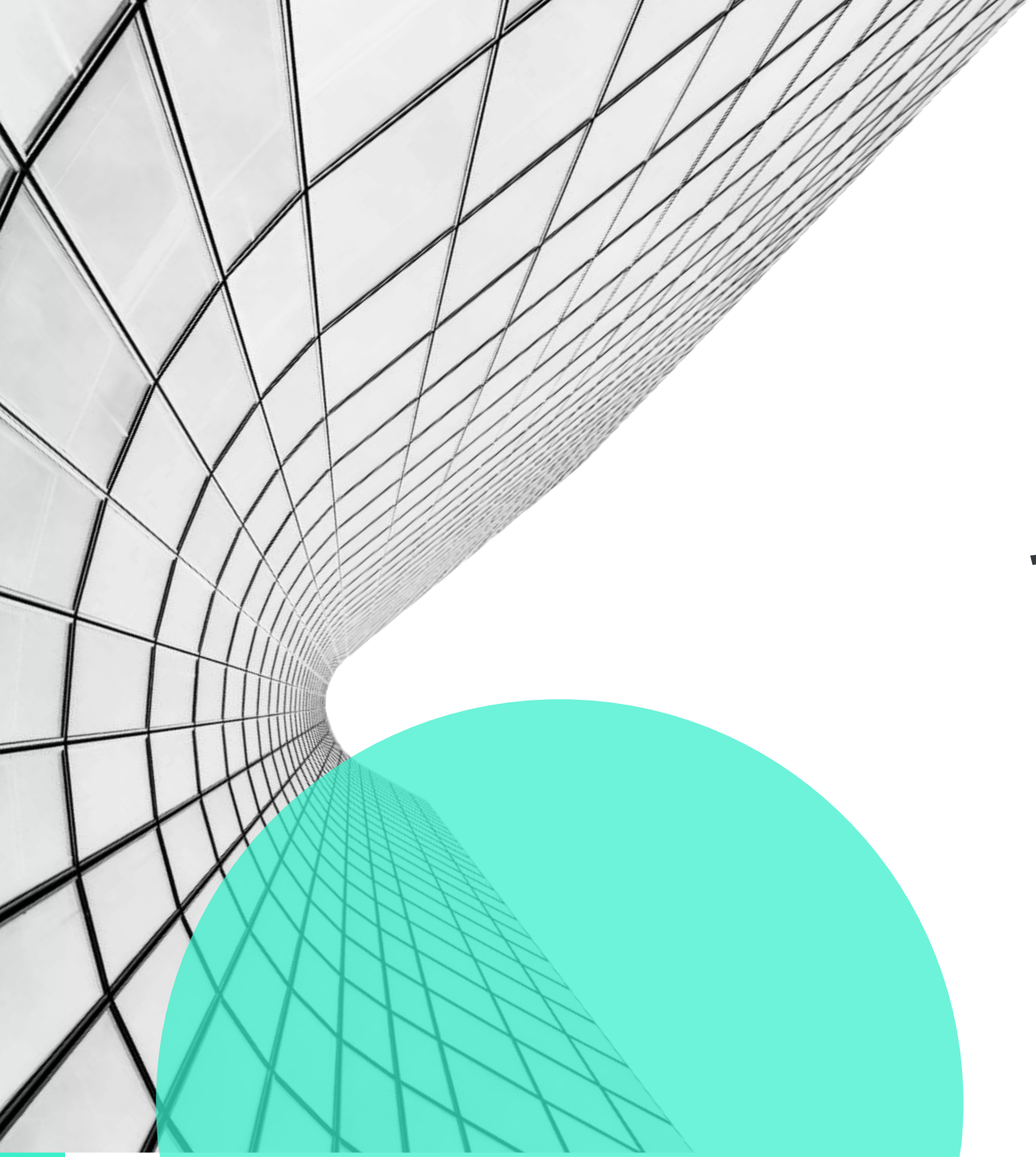
•نیاز به دانش نرم‌افزارهای پارامتریک
•زمان پردازش بیشتر در مدل‌های پیچیده
•نیازمند سخت‌افزار قوی

مقایسه نهایی روش ها

روش	دقت	پیچیدگی	مناسب برای	محدودیت‌ها
روش‌های دستی	پایین	کم	طراحی اولیه، آموزش	فقط آسمان ابری، هندسه ساده
DIALux	متوسط	کم	پروژه‌های کوچک تا متوسط	محدودیت در هندسه پیچیده
Relux	متوسط تا خوب	متوسط	پروژه‌های صنعتی و اداری	نیاز به نسخه‌های پولی برای امکانات خاص
Radiance	بسیار بالا	زیاد	تحقیقات، پروژه‌های پیشرفته	نیاز به تخصص زیاد
Grasshopper + Honeybee	بسیار بالا	زیاد	طراحی پارامتریک، پژوهش	سخت‌افزار و دانش تخصصی

جمع بندی نهایی

- روش‌های دستی: سریع اما غیرواقع‌گرا؛ مناسب برای فاز مفهومی
- Dialux و Relux: مناسب برای کاربردهای عملی و صنعتی
- Radiance: دقیق‌ترین موتور فیزیکی
- Honeybee + Radiance: قدرتمندترین ابزار تحلیلی برای معماری پیشرفته و پارامتریک



استانداردها و معیار های نور روز

حد مطلوب نور روز در فضاهای مختلف

نوع فضا	مقدار توصیه‌شده DF	توضیحات
اتاق‌های نشیمن مسکونی	≥ 1%	نور کافی برای فعالیت‌های عمومی
اتاق‌خواب‌ها	≥ 1%	نور متوسط و آرام‌تر
آشپزخانه	≥ 2%	نیاز به دید دقیق‌تر
دفاتر کار	2% - 5%	برای خواندن، نوشتن و فعالیت‌های بصری
کلاس‌های درس	2% - 5%	یکنواختی نور اهمیت دارد
فضاهای خرده‌فروشی	≥ 3%	نمایش مناسب کالا
راهروها و فضاهای ارتباطی	0.5% - 1%	نیاز نوری کم
کارگاه‌ها/آزمایشگاه‌ها	≥ 5%	نیاز به نور زیاد و دقیق

استاندارد های رایج نور روز

1.CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers)

CIBSEیکی از معتبرترین مراجع اروپایی در حوزه مهندسی روشنایی است. راهنمای LG10و LG7توصیه‌های دقیقی درباره نور روز دارد.

نکات کلیدی در CIBSE

- پیشنهاد DFحداقل 2% برای فضاهای کاری
- تاکید بر بازتاب داخلی، هندسه پنجره و توزیع یکنواخت نور
- استفاده از DFبه عنوان معیار حداقلی، نه ارزیابی کامل
- تاکید بر پرهیز از خیرگی و کنترل روشنایی مستقیم خورشید

2.BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

BREEAMیکی از جامع‌ترین سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز است.

الزامات نور روز در BREEAM

- استفاده از مدل‌های Climate-basedدر پروژه‌های جدید
- حداقل مقادیر sDAیا DAبرای احراز امتیاز
- اما DFهمچنان در برخی بخش‌ها برای ارزیابی اولیه قابل قبول است:
  - DF ≥ 2%برای فضاهای اصلی
  - یکنواختی نور حداقل 0.3

BREEAMبیشتر بر کیفیت و یکنواختی نور تمرکز دارد تا صرفاً مقدار DF.

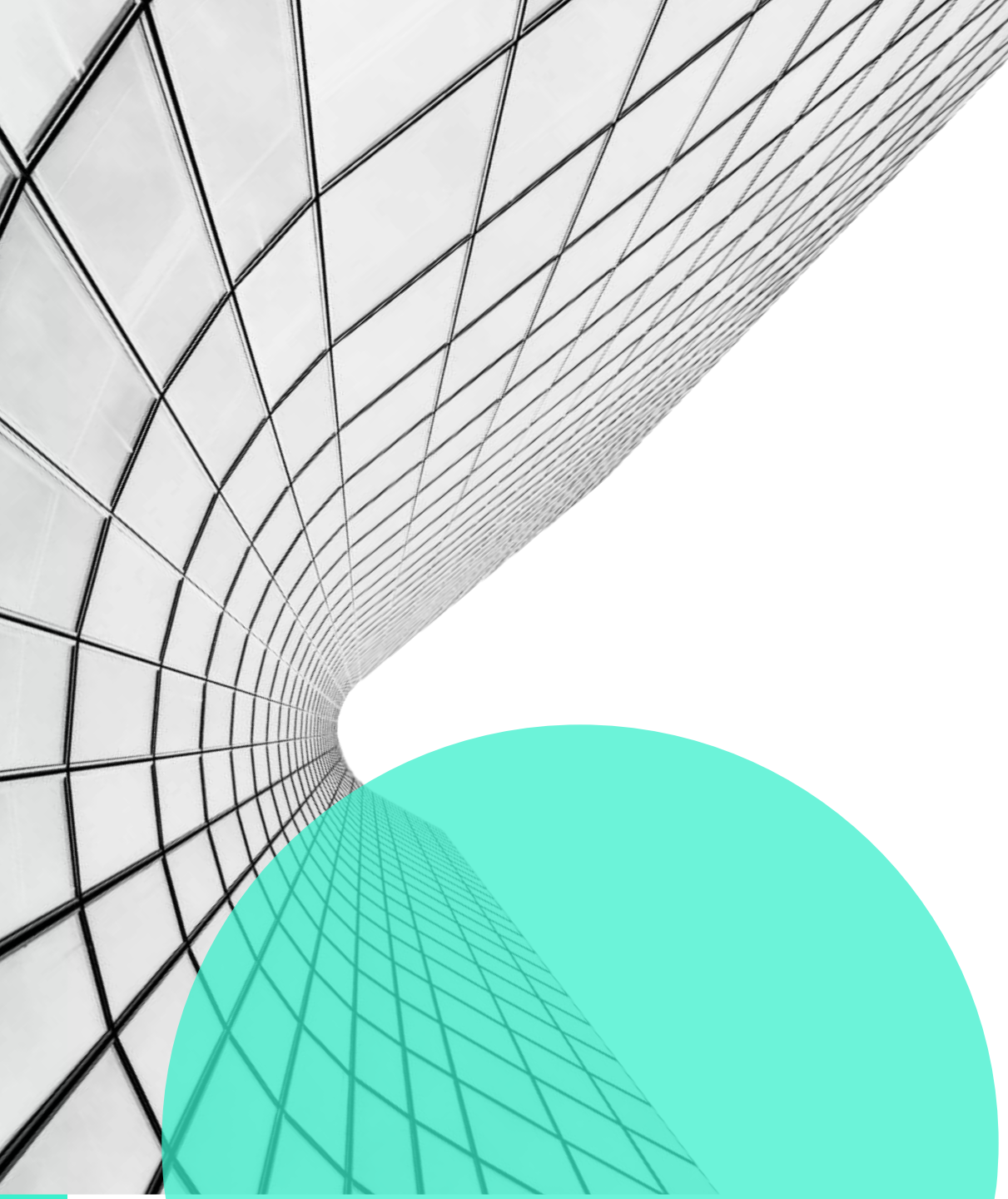
استاندارد های رایج نور روز

3.LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
LEED

یکی از معروف‌ترین استانداردهای جهانی ساختمان سبز است که ابتدا از DF استفاده می‌کرد اما از نسخه LEED v4 به بعد استانداردهای پویا را الزامی کرده است.
الزاماتLEED v4
•استفاده از شاخص‌های پویا مانند:
•) sDA 300/50%نور کافی در حداقل 50% مساحت طی 300 لوکس(
•) ASE 1000/250کنترل بیش‌تابی نور(
• DFتنها به عنوان معیار کمکی در برخی پروژه‌های موجود قابل استفاده است.

نکته:
LEEDتأکید دارد که DF به‌تنهایی نشان‌دهنده عملکرد واقعی نور روز در طول سال نیست، زیرا شرایط اقلیمی متغیر در آن لحاظ نمی‌شود.

4.استانداردهای بریتانیا ((BS / BRE
استاندارد BS 8206-2یکی از اسناد اصلی ترویج DFاست.
مقادیر پیشنهادی:
• DF ≥ 2%برای فضاهای مطالعه و کار
• DF ≥ 1%برای فضاهای نشیمن
•ضریب یکنواختی نور ≤ 0.3



الزامات نور در ساختمان های سبز

در سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان پایدار، نور روز یکی از مهم‌ترین معیارهای کیفیت محیط و کاهش مصرف انرژی است.

اهداف مشترک در سیستم‌های سبز:

1.افزایش سلامت و آسایش بصری کاربران
2.کاهش مصرف انرژی روشنایی مصنوعی
3.کاهش بار سرمایشی ناشی از چراغ‌ها
4.طراحی معماری هماهنگ با اقلیم

الزامات نور در ساختمان های سبز

A. حداقل نور طبیعی کافی

معمولاً معادل:

- sDA ≥ 55%

یا

- DF در بخش‌های حساس ≤ 2%

B. کنترل خیرگی (Glare Control)

- استفاده از سایه‌بان
- شیشه با VT مناسب
- پرده‌های قابل‌تنظیم

C. یکنواختی نور

- نسبت روشن‌ترین نقطه به تاریک‌ترین نقطه ≥ 10:1
- یا یکنواختی حداقل 0.3 – 0.4

D. کاهش مصرف انرژی

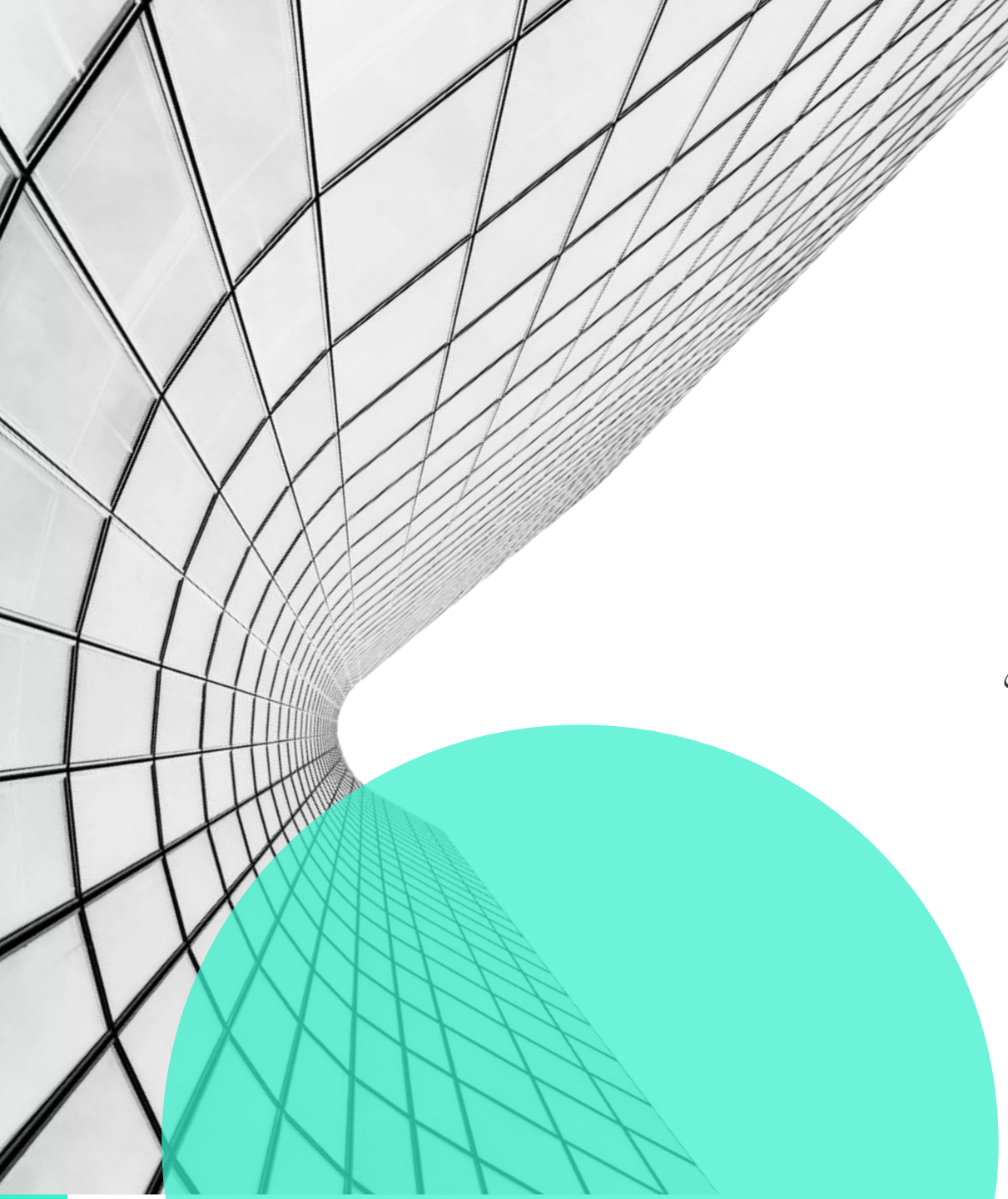
- استفاده از سیستم‌های *Daylight Harvesting*
- سنسورهای حضور و شدت نور

E. مصالح با بازتاب مناسب

- سقف: 0.7 – 0.9
- دیوار: 0.5 – 0.7
- کف: 0.2 – 0.4

جمع بندی نهایی

- DFهنوز معیار پایه در طراحی اولیه نور روز است و حدود ۱ تا ۵ درصد، محدوده رایج برای فضاهای مختلف می‌باشد.
- استانداردهایCIBSE ، BSو BREEAM همچنان DF را به رسمیت می‌شناسند.
- LEEDدر نسخه‌های جدید بر شاخص‌های پویاDA) ، sDA، UDI)تأکید دارد.
- ساختمان‌های سبز نیازمند نور کافی، یکنواختی، کنترل خیرگی و کاهش مصرف انرژی هستند.



کاربردهای فاکتورنور روز

فاکتور نور روز یکی از ساده‌ترین و در عین حال مؤثرترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت نور طبیعی در فضاهای داخلی است. این شاخص با وجود معرفی ابزارها و معیارهای پیشرفته‌تر، همچنان در بسیاری از مراحل طراحی معماری، تحلیل عملکرد ساختمان و بررسی بهره‌وری انرژی کاربرد دارد. در ادامه مهم‌ترین کاربردهای DFتشریح می‌شود.

- ارزیابی عملکرد پنجره ها
- تحلیل آسایش بینایی
- بهینه سازی مصرف انرژی
- طراحی روشنایی ترکیبی

ارزیابی عملکرد پنجره ها

پنجره‌ها اصلی‌ترین عنصر ورودی نور روز به فضاهای داخلی هستند و DF ابزاری مناسب برای سنجش اثربخشی آنهاست.

نقش DFدر ارزیابی پنجره

•تعیین میزان نور واردشده از طریق بازشو
•مقایسه عملکرد انواع پنجره‌ها (عمودی، افقی، نورگیر سقفی، کلرستری)

•بررسی تأثیر **ابعاد، موقعیت، ارتفاع و جهت‌گیری پنجره**
•تحلیل تغییرات نور روز در نقاط دور از پنجره
•ارزیابی اثرات عناصر کنترل نور مانند:

- سایه‌بان‌ها
- قاب‌ها و پیش‌آمدگی‌ها
- شلف‌های نوری ((Light Shelves

نتیجه‌گیری طراحی

•اگر DFناکافی باشد، تغییر در هندسه پنجره یا نوع شیشه ضروری است.
•اگر DFبسیار زیاد باشد، باید تدابیر کنترل خیرگی و حرارتی اتخاذ شود.

تحلیل آسایش بینایی

آسایش بینایی یکی از شاخص‌های اصلی کیفیت محیطی داخل ساختمان است.
DFدر تحلیل‌های اولیه می‌تواند تصویری کلی از وضعیت روشنایی و آسایش بصری ارائه دهد.

کاربرد DFدر آسایش بینایی

- شناسایی مناطق کم‌نور (DF < 1% →) ایجاد حس تاریکی یا خستگی
- تشخیص نواحی بیش‌ازحد روشن (DF > 5% →) احتمال خیرگی، کنتراست شدید
- بررسی یکنواختی نور روز در فضا
- ارزیابی تأثیر رنگ و بازتاب مصالح داخلی بر پخش نور
- ارزیابی کاربری فضا (دفتر، کلاس، مسکونی) از نظر نیاز بصری

چرا DFبرای آسایش بصری مهم است؟

- راهنمای تصمیم‌گیری برای مصالح، رنگ‌ها و بازشوهاست
- DFمقدار نور پایه را نشان می‌دهد
- به تشخیص نقاط مشکل‌دار کمک می‌کند

بهینه سازی مصرف انرژی

در بسیاری از ساختمان‌ها، بخش قابل توجهی از انرژی مصرفی به روشنایی مصنوعی اختصاص دارد. فاکتور نور روز امکان بهینه‌سازی مصرف انرژی را فراهم می‌کند.

کاربردهای DFدر انرژی

1.کاهش وابستگی به نور مصنوعی

1. DFمناسب (۲ تا ۵ درصد) در ساعات روز نیاز به روشنایی مصنوعی را کاهش می‌دهد.

2.طراحی سیستم‌های کنترل روشنایی مبتنی بر نور روز (Daylight Harvesting)

1. با شناخت مقدار DFدر نقاط مختلف، می‌توان سنسورها را در مکان‌های مناسب نصب کرد.

3.کاهش بار حرارتی

1. افزایش بی‌رویه DF ← افزایش تابش خورشید ← افزایش بار سرمایشی

   DFکمک می‌کند بین نور مطلوب و گرمای ناخواسته تعادل برقرار شود.

4.ارزیابی پایداری ساختمان

1. ساختمان‌هایی با DFمناسب، امتیاز بیشتری در استانداردهای سبز کسب می‌کنند.

طراحی روشنایی ترکیبی

در بسیاری از فضاها ترکیب نور روز با نور مصنوعی بهترین حالت برای دستیابی به کیفیت بصری و بهره‌وری انرژی است. DFنقش کلیدی در طراحی این نوع سیستم دارد.

نقش DFدر روشنایی ترکیبی

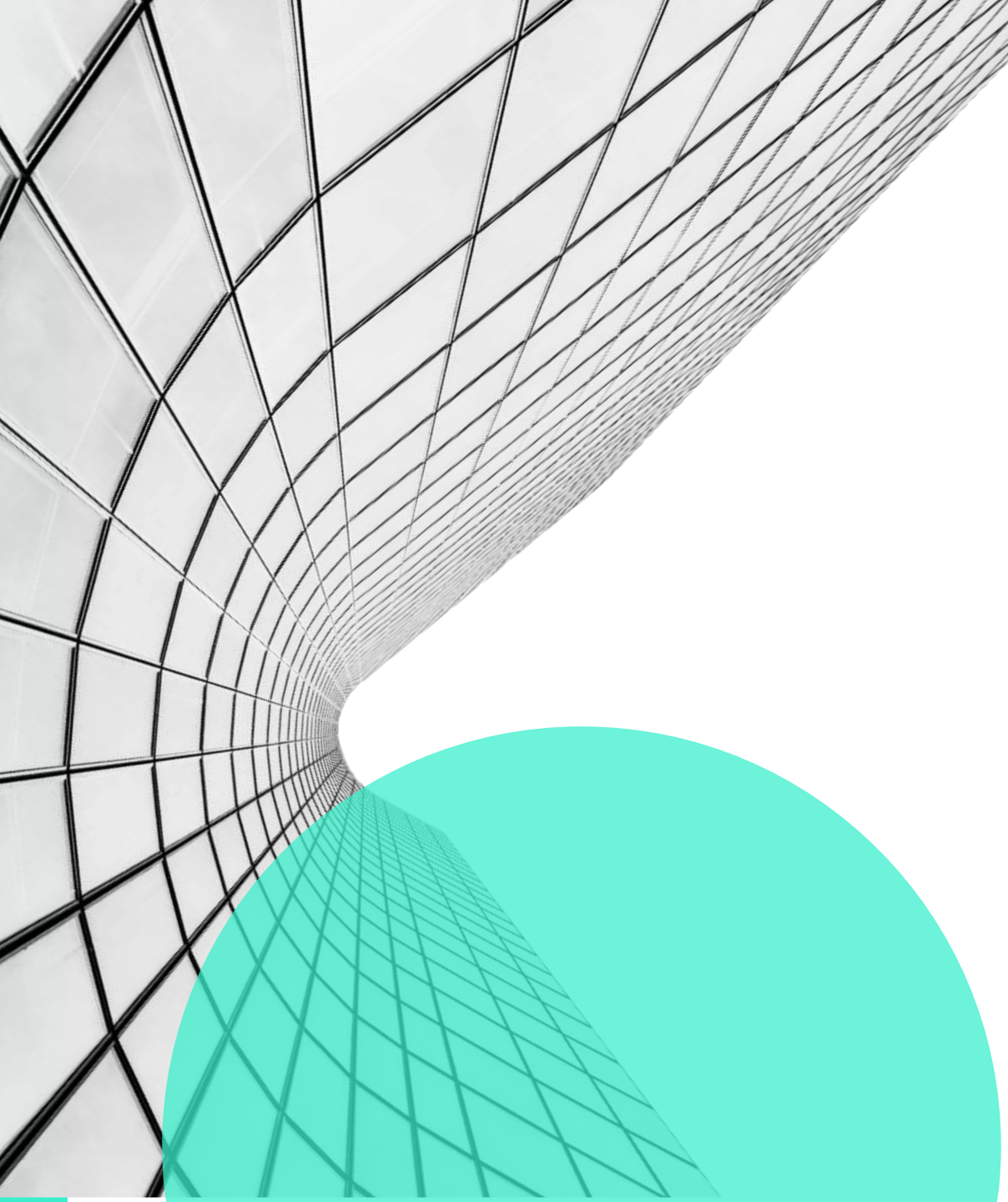
- تعیین سطح پایه روشنایی طبیعی
- طراحی نور مصنوعی بر اساس مناطق کم‌نور ((Low DF Zones
- ایجاد یک منحنی روشنایی ترکیبی پایدار و قابل‌کنترل
- تعیین اولویت عملکرد سیستم‌های هوشمند (Sensor-based Lighting Control)

مزایای استفاده از DFدر روشنایی ترکیبی

- جلوگیری از مصرف بیش از حد انرژی
- حفظ کیفیت نور طبیعی
- کاهش خستگی چشم
- تطابق طراحی روشنایی با شرایط واقعی آسمان ابری

جمع بندی نهایی

توضیح	کاربرد
تعیین کفایت هندسه و موقعیت بازشوها	ارزیابی عملکرد پنجره‌ها
کنترل خیرگی، یکنواختی و کیفیت روشنایی	تحلیل آسایش بینایی
کاهش روشنایی مصنوعی، کنترل انرژی، کاهش هزینه‌ها	بهینه‌سازی مصرف انرژی
هماهنگی نور روز و مصنوعی برای محیطی پایدار	طراحی روشنایی ترکیبی



مزایا استفاده از DFدر طراحی

فاکتور نور روز یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال رایج‌ترین شاخص‌ها در ارزیابی روشنایی طبیعی است. با وجود توسعه شاخص‌های پویای اقلیمی، DF همچنان در طراحی معماری، مقررات ساختمانی و تحلیل اولیه نور روز کاربرد گسترده‌ای دارد. با این حال، این شاخص دارای توانایی‌ها و نیز محدودیت‌های قابل توجهی است که در ادامه بررسی می‌شود.

مزایا

سادگی و سهولت محاسبه

DFبر پایه یک رابطه بسیار ساده تعریف شده و محاسبه آن از طریق روش‌های دستی، نمودارها یا نرم‌افزارهای پایه به‌آسانی انجام می‌شود.

این سادگی آن را برای **کاربردهای اولیه طراحی معماری** بسیار مناسب می‌کند.

ابزار مؤثر برای مقایسه گزینه‌های طراحی

DFامکان مقایسه سریع بین:

- انواع پنجره
- شکل و اندازه بازشوها
- نوع شیشه
- بازتاب سطوح داخلی
- تغییرات هندسی فضا

را فراهم می‌کند و به تصمیم‌گیری سریع در مراحل ابتدایی طرح کمک می‌کند.

استانداردسازی و شناخته‌شدن جهانی

DFسال‌ها در استانداردهای مشهور مانند:

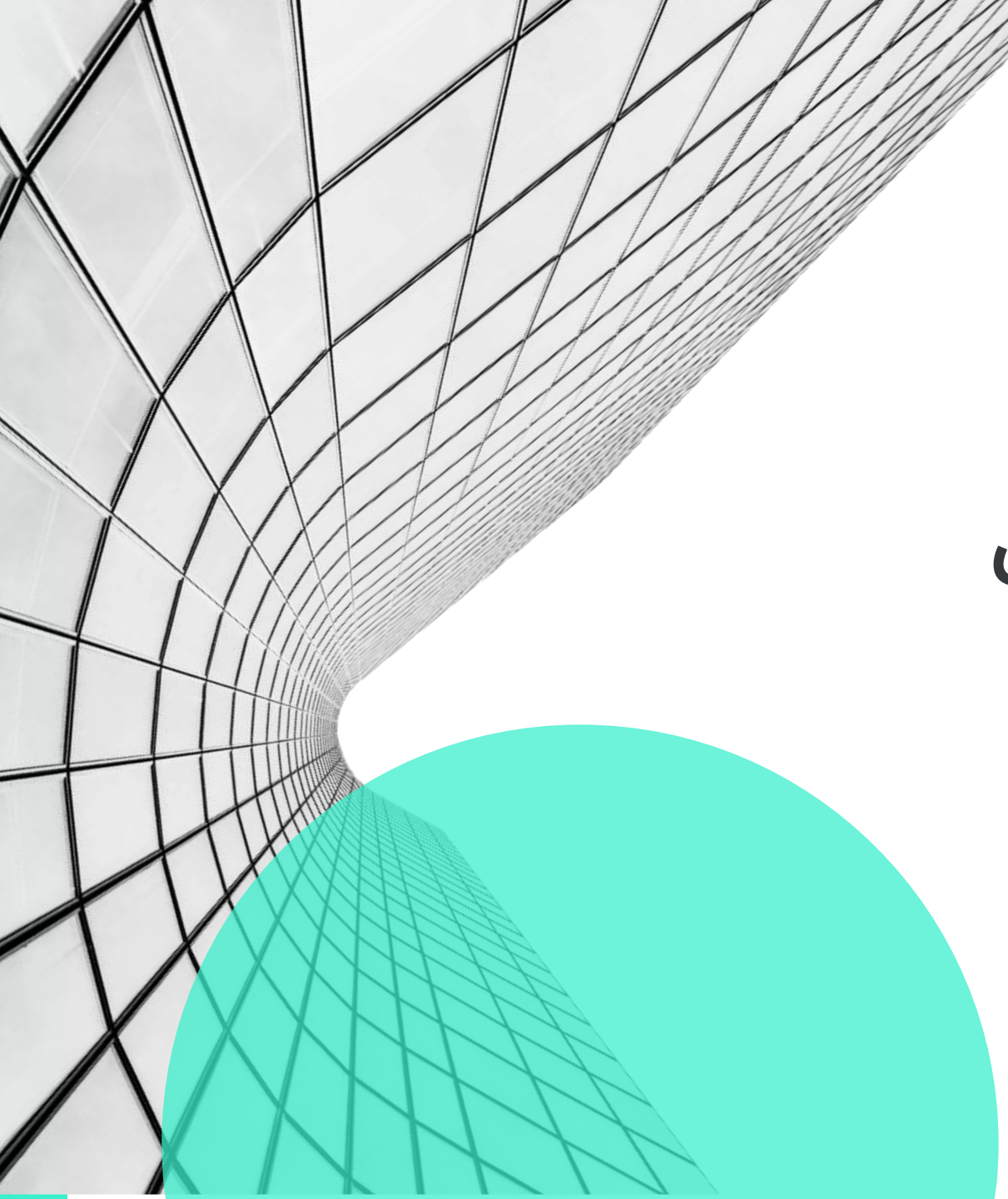
- BS 8206-2
- CIBSE LG10
- BRE

مزایا

کاربرد گسترده در فاز مفهومی و طراحی اولیه
در ابتدای طراحی، هدف رسیدن به یک **درک کلی از کیفیت نور روز** است و DFبا ماهیت ساده و ایستای خود این نیاز را به خوبی برآورده می‌کند.

مناسب برای فضاهای بدون دسترسی مستقیم به خورشید
چون DFبر پایه مدل آسمان ابری است، نتایج آن در مناطق:
•ابری،
•عرض‌های جغرافیایی بالا،
•فضاهای شمالی
بسیار کاربردی است.

استقلال نسبی از زمان و اقلیم
در شرایطی که داده‌های اقلیمی موجود نیست یا تحلیل دقیق اقلیم نیاز نباشد، DF یک **شاخص سریع و قابل‌اتکا** ارائه می‌دهد.



محدودیت استفاده از DFدر طراحی

با وجود کاربردهای گسترده، DFدارای محدودیت‌هایی است که موجب شده شاخص‌های پویا مانند **DA**، **sDA**، **UDI**در پروژه‌های مدرن ترجیح داده شوند.

محدودیت

عدم توجه به شرایط واقعی آب‌وهوا

DFتنها برای **آسمان کاملاً ابری CIE**تعریف شده و:

•آسمان صاف

•آسمان نیمه‌ابری

•تغییرات روزانه خورشید

را در نظر نمی‌گیرد. به همین دلیل نتایج DFممکن است با واقعیت تفاوت قابل‌توجه داشته باشد.

ایستا بودن ((Static Metric

DFتغییرات نور روز در طول:

•ساعات مختلف روز

•روزهای مختلف سال

•شرایط واقعی تابش خورشید

را در محاسبات وارد نمی‌کند.

این ضعف باعث شده DFبرای تحلیل‌های پیشرفته مناسب نباشد.

عدم قابلیت پیش‌بینی خیرگی

DFتنها **شدت روشنایی** را نشان می‌دهد و قادر نیست:

•خیرگی مستقیم

•خیرگی بازتابی

•کنتراست نامطلوب

را تحلیل یا پیش‌بینی کند.

محدودیت در ارزیابی مصرف انرژی

اگرچه DFاطلاعات پایه ارائه می‌دهد، اما نمی‌تواند:

•کاهش واقعی استفاده از نور مصنوعی

•سناریوهای کنترل روشنایی

•مصرف انرژی واقعی سالانه

را به‌طور دقیق مشخص کند.

محدودیت

عدم پوشش اثر زاویه خورشید
DFمستقل از زاویه و وضعیت خورشید است، بنابراین:
•کیفیت نور
•شدت نور مستقیم
•طول سایه‌ها
را نمایش نمی‌دهد.
مناسب نبودن برای معماری پیچیده و فرم‌های غیرمتعارف
DFدر فضاهای با:
•سطوح منحنی
•نورگیرهای غیرخطی
•فرم‌های پیچیده پارامتریک
دقت کافی ندارد و نیازمند مدل‌های پیشرفته‌تر است.
عدم بیان توزیع واقعی نور داخل فضا
DFمعمولاً فقط نقاط خاصی را ارزیابی می‌کند و توزیع واقعی نور در سطح را **به‌صورت سه‌بعدی و پویا** نشان نمی‌دهد.

جمع بندی نهایی

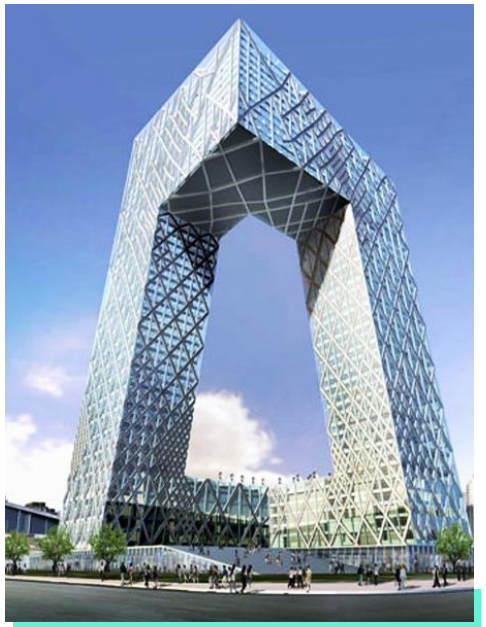
مزایا

- محاسبه ساده و سریع
- مناسب برای مراحل اولیه طراحی
- ابزار مقایسه‌ای کاربردی بین گزینه‌های طراحی
- استاندارد و شناخته‌شده در مقررات
- مفید برای مناطق ابری و بدون داده اقلیمی
- قابل استفاده با نرم‌افزارهای ساده

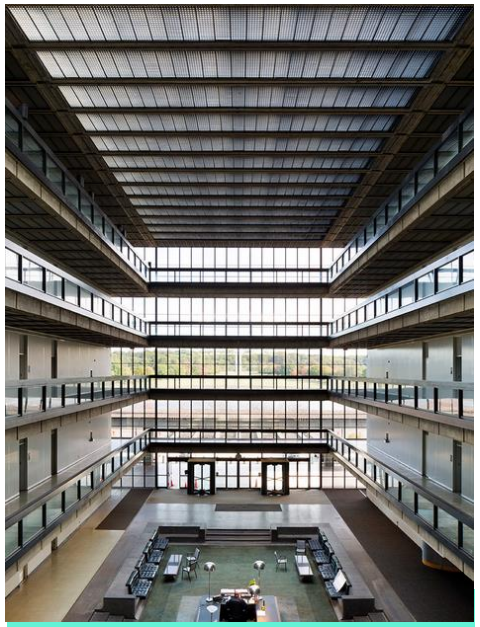
محدودیت‌ها

- فرض آسمان کاملاً ابری ← عدم انطباق با شرایط واقعی
- ایستا و غیرپویا
- عدم توانایی تحلیل خیرگی
- محدودیت در پیش‌بینی رفتار انرژی
- دقت کم در فرم‌های پیچیده
- مناسب نبودن برای استانداردهای جدید مانند LEED v4

نمونه موردی:



ساختمان های مکسونی پکن



آزمایش‌گاه / لابراتوار

College La Vanoise

Indira Paryavaran Bhawan

نمونه موردی:

ساختمان های مسکونی پکن

•در مقاله «The ANN Architecture Analysis: A Case Study on Daylight … of Residential Buildings in China»

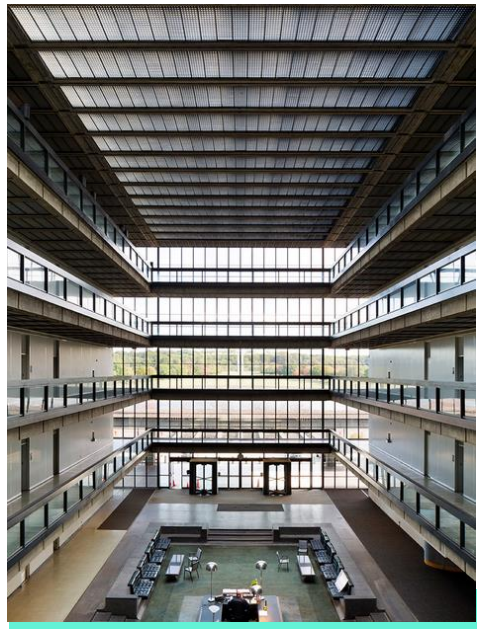
•محققان با استفاده از مدل‌سازی پارامتریک و شبیه‌سازی
•) با (Grasshopper / Ladybug مقادیر **DF** را برای ساختمان‌های مسکونی محاسبه کرده‌اند.

•نقاط اندازه‌گیری DF در یک شبکه ۱٫۵ × ۱٫۵ متر در ارتفاع ۰٫۷۵ متر بالاتر از کف قرار داده شده‌اند و میانگین DF برای هر ساختمان محاسبه شده است

•مقایسه ساختمان‌ها نشان داده که هندسه ساختمان، نسبت حجم و موقعیت آن در سایت تأثیر زیادی بر DF دارد

•**پیام طراحی** :برای بهینه‌سازی نور طبیعی در ساختمان‌های مسکونی،
• طراحی پارامتریک و شبیه‌سازی کمک زیادی می‌کند تا آرایش مناسب حجم، بازشوها و فرم ساختمان را پیدا کنیم.

نمونه موردی:



آزمایش‌گاه / لابراتوار

•در مقاله‌ای از مجله «Civil Engineering and Architecture» یک استودیوی آزمایشگاهی بررسی شده است

• که از یک نیم‌گنبد شیشه‌ای استفاده شده. با اندازه‌گیری و شبیه‌سازی روشنایی، محققان DF را محاسبه کرده‌اند .

•در مدل پایه(Baseline) ، مقدار DF محاسبه‌شده حدود **1** ٪ بوده که با مقدار اندازه‌گیری‌شده تطابق داده شده است .

•سپس چند سناریو طراحی مقایسه شدند (شیشه شفاف، شیشه مات، ترکیب دیوارهای داخلی و غیره) تا روشنایی داخل بهبود یابد. در برخی سناریوها با تغییر نوع شیشه یا طراحی گنبد، DFو کیفیت نور داخلی بهبود یافت .

•**درس طراحی** :نوع شیشه و شکل نورگیر (گنبدی یا پنجره‌ای) تأثیر زیادی بر روشنایی داخلی دارد؛ انتخاب صحیح می‌تواندDF
• را ارتقا دهد تا فضای کاربردی‌تر و راحت‌تر شود.

نمونه موردی:

•در مطالعه «Integrated Performance Appraisal of Daylight – Europe Case Study Buildings»،

•این مدرسه به‌عنوان یکی از موردهای مورد بررسی قرار گرفته است .

•در طراحی این مدرسه از شلف‌های نور (light-shelves) در نما استفاده شده است که نور روز را از آتریوم مرکزی به کلاس‌ها وام می‌گیرند
•همچنین کنترل خودکار روشنایی وجود دارد: چراغ‌ها بر اساس سطح روشنایی داخلی خاموش/روشن می‌شوند تا مصرف انرژی کاهش یابد

•**نتیجه عملکردی** :بهبود استفاده از نور طبیعی به‌واسطه طراحی شلف و آتریوم + کنترل روشنایی، باعث کاهش مصرف انرژی روشنایی شده است.

College La Vanoise

نمونه موردی:

•این ساختمان به‌عنوان یک مثال از معماری پایدار طراحی شده است و یکی از استراتژی‌های آن استفاده قابل توجه از نور روز است.

•طراحی شامل یک آتریوم مرکزی است که نور روز را به داخل فضاها می‌برد و بیش از **75٪ از مساحت طبقات** از نور طبیعی بهره‌مند هستند.

•این راهکار کاهش وابستگی به روشنایی مصنوعی را ممکن ساخته و به افزایش پایداری ساختمان کمک کرده است.

Indira Paryavaran Bhawan

جمع بندی نهایی

فاکتور نور روز ((Daylight Factor – DFبه‌عنوان یکی از شاخص‌های پایه و شناخته‌شده در طراحی روشنایی طبیعی، نقش مهمی در ارتقای کیفیت محیط‌های داخلی دارد.

از مطالعات، فرمول‌ها و نمونه‌های کاربردی بررسی‌شده می‌توان نکات کلیدی زیر را جمع‌بندی کرد

نکات ساده و کلیدی در تعریف و کاربرد DF

1.تعریف ساده و قابل‌درک:
DFنسبت روشنایی داخلی یک نقطه به روشنایی خارجی همان نقطه تحت آسمان ابری استاندارد CIEاست. این نسبت به‌صورت درصد بیان می‌شود و امکان مقایسه سریع گزینه‌های طراحی را فراهم می‌کند.

2.اجزای اصلی تشکیل‌دهنده:

1. سهم روشنایی آسمان ((SC
2. سهم روشنایی خارجی منعکس‌شده ((ERC
3. سهم روشنایی داخلی منعکس‌شده ((IRC

3.هر یک از این اجزا تحت تأثیر نوع و هندسه پنجره، عمق و ابعاد فضا، بازتاب سطوح داخلی و شرایط آسمان قرار دارند.

4.کاربردهای طراحی و ارزیابی:

1. تحلیل عملکرد پنجره‌ها و بازشوها
2. بررسی یکنواختی و کیفیت روشنایی محیط
3. کمک به طراحی روشنایی ترکیبی و کنترل مصرف انرژی
4. ارائه معیار اولیه در فضاهای مسکونی، اداری و آموزشی

5.مزایا و محدودیت‌ها:

1. **مزایا**: سادگی، قابلیت استفاده در مراحل اولیه طراحی، استاندارد بودن و ابزار مقایسه‌ای سریع.
2. **محدودیت‌ها**: ایستا بودن، عدم توجه به تغییرات زمانی و اقلیمی، عدم تحلیل خیرگی و محدودیت در ساختمان‌های پیچیده یا فرم‌های پارامتریک.

6.مطالعات موردی نشان داده‌اند که طراحی هوشمند پنجره‌ها، شلف‌های نور، آتریوم‌ها و انتخاب شیشه مناسب می‌تواند DFرا بهبود داده و باعث افزایش آسایش بینایی و کاهش مصرف انرژی شود.

آینده روش های ارزیابی نور روز

•**شاخص‌های پویا و اقلیمی**:
شاخص‌هایی مانند**DA (Daylight Autonomy)** ، **sDA (Spatial Daylight Autonomy)** و **UDI (Useful Daylight Illuminance)** علاوه بر شدت نور، تغییرات زمانی، زاویه تابش و بیش‌تابی نور را در طول سال در نظر می‌گیرند.

•**شبیه‌سازی پیشرفته با نرم‌افزارها**:
ابزارهایی مانند**Radiance** ، **Dialux**، **Relux** و **Honeybee + Grasshopper** امکان تحلیل دقیق‌تر نور روز با در نظر گرفتن فرم پیچیده ساختمان، سایه‌اندازی و بازتاب‌های داخلی را فراهم می‌کنند.

•**یکپارچگی با طراحی پایدار و انرژی**:
آینده نور روز با ادغام داده‌های شبیه‌سازی با سیستم‌های کنترل روشنایی و ساختمان‌های سبز تعریف می‌شود تا هم آسایش بصری و هم بهره‌وری انرژی بهینه شود.

•**رویکرد پارامتریک و هوش مصنوعی**:
تحلیل‌های پارامتریک و الگوریتم‌های یادگیری ماشین به معماران امکان می‌دهند تا **بهینه‌ترین طراحی پنجره و بازشو** را برای بیشترین بهره‌برداری از نور روز پیدا کنند

پایان

روشنایی و معماری