



سازمان بهره‌وری انرژی ایران
(سابا)

گزارش قرارداد شماره ۸۸/۲۶۲

با موضوع «پروژه مطالعاتی طیف نور لامپ‌های قابل استفاده در فضاهای داخلی»

کد: RC/WB/019

ویرایش: ۰۰

کارفرما: سازمان بهره‌وری انرژی ایران

مشاور: شرکت مهندسین مشاور روشنایی نورگستر

شهریور ماه ۱۳۸۹

فهرست

شماره صفحه	شرح
۱	مقدمه
۱-۱	فصل اول - مروری بر مطالعات جهانی در رابطه با تأثیر طیف نوری بر انسان
۲-۱	فصل دوم - نور و ایمنی شناسی (مصونیت از بیماری)
۳-۱	فصل سوم - مطالعه اثرات انواع سیستم‌های روشنایی بر روی کودکان
۴-۱	فصل چهارم - مطالعات تکمیلی اثرات انواع سیستم‌های روشنایی بر انسان
	فصل پنجم - معرفی لامپ‌های مناسب برای هر فضای داخلی، استخراج و مقایسه طیف نور آن‌ها
۵-۱	و استخراج شرایط مندرج در استاندارد برای طیف نورهای قابل استفاده در فضای داخلی
۶-۱	فصل ششم - مقایسه طیف نور لامپ‌های CFL طرح توسعه سابا با لامپ‌های موجود در بازار



سازمان بهره‌وری انرژی ایران
(سابا)

گزارش نهایی قرارداد شماره ۸۸/۲۶۲

با موضوع

طیف نور لامپ‌های قابل استفاده در فضاهاى داخلی



قرارداد شماره ۸۸/۲۶۲ با موضوع طیف نور لامپ‌های قابل استفاده در فضاهای داخلی فیما بین سازمان بهره‌وری انرژی ایران و شرکت نورگستر منعقد گردید. هدف از انجام این پروژه معرفی لامپ‌های مناسب برای فضاهای داخلی، شناسایی اثرات این لامپ‌ها و طیف نور آن‌ها بر روی رفتار، عکس‌العمل و سایر حالات انسان به منظور بکارگیری صحیح و مناسب از لامپ‌های مذکور در هر نوع فضای داخلی با توجه به اثرات آن‌ها و در نظر گرفتن شرایط مندرج در استانداردهای مرتبط می‌باشد.

شرح خدمات قرارداد مذکور به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- بررسی و مطالعه اثر طیف نور لامپ‌های CFL، هالوژن، رشته‌ای، فلورسنت خطی و LED بر روح، روان، رفتار، مود، عکس‌العمل و عملکرد انسان (با ارائه نتایج قسمت‌های مختلف)
- ۲- مروری بر مطالعات جهانی در رابطه با تأثیر طیف نوری بر روی انسان
- ۳- استخراج و مقایسه طیف انواع لامپ‌های قابل استفاده در فضاهای داخلی (Indoor)
- ۴- استخراج شرایط مندرج در استاندارد برای طیف نور لامپ‌های قابل استفاده در فضاهای داخلی
- ۵- دسته‌بندی و معرفی لامپ‌های مناسب برای هر فضای داخلی با توجه به کاربرد آن فضا و استانداردهای مرتبط

۶- مقایسه طیف نور چند نمونه لامپ CFL تهیه شده توسط سابا با لامپ‌های موجود در بازار هر لامپ طیف‌های نور و دمای رنگ‌های مختلفی دارد، لذا اثرات طیف نور آنها نیز متفاوت از یکدیگر می‌باشد. جداسازی اثرات طیف نور لامپ‌های مختلف بر روح، روان، رفتار، مود، عکس‌العمل و عملکرد انسان قابل انجام نمی‌باشد. به عنوان مثال در بخش مرئی طیف هر لامپی از طول موج

۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر وجود دارد که هر بخش از طیف می‌تواند اثر خاصی بر روی روح، روان، رفتار و ... داشته باشد که این اثر نیز به شدت به مشخصات فیزیکی و بالینی فرد وابسته است.

با توجه به انواع دمای رنگ و متفاوت بودن طیف نور در یک نوع مشخص از لامپ (به عنوان مثال لامپ فلورسنت) به صراحت نمی‌توان برای کل لامپ‌های فلورسنت تأثیر طیف نور را بر روح، رفتار و ... مشخص کرد. در این گزارش با توجه به تحقیقات انجام شده میزان تأثیر کلی هر نوع لامپ تعیین شده ضمن اینکه کاربری هر لامپ با توجه به اثرات طیف نور معرفی شده است.

فصل ۱ تا ۴ این گزارش مربوط به بند ۱ و ۲ شرح خدمات، فصل ۵ مربوط به بندهای ۳، ۴ و ۵ شرح خدمات و فصل ۶ مربوط به بند ۶ شرح خدمات قرارداد مذکور می‌باشد.



سازمان بهره‌وری انرژی ایران
(ساب)

فصل اول

مروری بر مطالعات جهانی در رابطه با

تأثیر طیف نوری بر انسان

گزارش بندهای او ۲ شرح خدمات



• مقدمه

از عوامل مهم مغذی حیاتی برای تحریک تولید هورمونها، طیف نور طبیعی بدست آمده از خورشید است که نقش مهمی در فرآیندهای ضروری زیست محیطی بازی می کند.

متأسفانه امروزه بیشتر مردم به اندازه کافی از نور خورشید بهره نمی برند، نور خورشید ترکیبی از انرژی کل طیف کامل است. این تنها شما نیستید که نبود نور خورشید در زمستان را در حالات خود احساس می کنید، یا هنگام کار با کامپیوتر به طور مداوم احساس خستگی می کنید، یا زودرنج می شوید و یا در محیط کار احساس خواب آلودگی و خستگی دارید. ما مدت زیادی را تحت نور مصنوعی صرف می کنیم. درست شبیه آب و هوا، بدن ما به نور روز هم احتیاج دارد و آن می تواند به عنوان یک ماده مغذی بسیار مهم باشد.

هیچ یک از منابع روشنایی مصنوعی، به درستی طیف کامل روشنایی خورشید را بازسازی نمی کنند. نور مصنوعی از جمله نور لامپهای معمولی و فلورسنت تنها حاوی یک بخش باریک از طیف خورشید می باشد. در سالهای اخیر، یک بخش قابل توجهی از تحقیقات به روشنایی مصنوعی و مشکلات و اختلالات زیاد آن، از افسردگی و افزایش سطح استرس گرفته تا سردردها، خستگی چشمی، خستگی بعد از ظهر و اختلالات خواب و مشکلاتی در تمرکز و یادگیری مربوط شده است.

تحقیقات گسترده نشان می دهد که ما هر روز حداقل به دو ساعت قرارگیری در معرض نور برای عملکرد عادی احتیاج داریم.

بیش از ۵۰۰ سال است که اثرات بصری روشنایی مطالعه شده است. لئوناردو داوینچی (۱۵۱۹-۱۴۵۲) ایده هایی در مورد روشنایی خیابان شرح داد. کریستین هوپگنس (۱۶۹۵-۱۶۱۹) نظریه موجی نور را تنظیم کرد، در حالی که سرایزاک نیوتون (۱۷۲۷-۱۶۴۲) نظریه ذره ای نور را توسعه داد.

یوهان ولفگانگ گوته (۱۸۳۲-۱۷۴۹) اثرات رنگ و جنبه های روشنایی را تجزیه و تحلیل کرد. با ابداع چراغ گازی و روشنایی الکتریکی در اوایل تا اواسط سال ۱۸۰۰، مطالعه اثرات نور مرئی به طور روز افزون معطوف تحقیقات روشنایی عملی کاربردی می گردد. درباره مکانیسم اثرات بصری، در اوایل سال ۱۷۲۲، آنتونی

داتچمن به وجود سلول‌های میله‌ای و مخروطی در شبکیه چشم اشاره و گوتفرید در سال ۱۸۳۴ وجودشان را به عنوان گیرنده‌های حساس نور اثبات کرد. این کشف راه را برای درک بسیاری از اثرات نور مرئی که قبلاً شرح داده شده بود، باز کرد. جستجوی همبستگی بیشتر درباره اثرات بصری نور، هدف طراحی برقراری تأسیسات روشنایی مؤثرتری گردید.

برای بیش از ۱۵۰ سال، دانشمندان سلول‌های میله‌ای و مخروطی را فقط سلول‌های گیرنده نور در چشم در نظر می‌گرفتند. در سال ۲۰۰۲ دیوید برسون و همکارانش از دانشگاه براون آمریکا گیرنده‌های جدید نور (نوع سوم) در شبکیه چشم پستانداران را شناسایی کردند. این گیرنده جدید نور یک حلقه مفقوده در تشریح مکانیسم اثرات بیولوژیکی قابل کنترل توسط نور و تاریکی می‌باشد. روشنایی، اثرات بیولوژیکی مهمی دارد که موضوع مطالعات گسترده‌ای در زمینه بیولوژیکی و علم پزشکی در طول بیست و پنج سال گذشته شده است. با کشف سلول گیرنده نور جدید در چشم در سال ۲۰۰۲، اثرات بیولوژیکی نور روی انسان بهتر درک گردید.

همچنین طیف حساسیت این نوع سلول جدید مطالعه و مشخص شده که نور مایل به آبی نسبت به نور مایل به قرمز تأثیر فعالیت بیشتری از لحاظ بیولوژیکی دارد. در واقع اثرات نور روی وضعیت دمای هسته و ملاتونین بسته به طول موج نور تغییر می‌کند. نورهای با طول موج بلند، از قبیل نور با دمای رنگ پایین و نور قرمز، اثرات محدودی روی چرخه زیستی انسان دارد. از طرف دیگر نور سبز و آبی، نورهای با طول موج متوسط کوتاه از قبیل نور با دمای رنگ بالا، اثرات بیشتری دارند.

پروژه‌های تحقیقاتی زیادی انجام شده است که اثرگذاری روی سلامتی، رفاه و هوشیاری را به واسطه کار کردن مردم تحت شرایط نوری مختلف می‌سنجند.

این نتایج، در این پروژه نشان دادند که نورپردازی خوب در واقع اثرات مفید قابل توجهی، نه تنها بصری بلکه بیولوژیکی نیز دارد. نتایج این تحقیق روی اثرات بیولوژیکی روشنایی، گواه این مطلب است که قوانین حاکم بر طراحی نصب تجهیزات روشنایی خوب و سالم در درجات معینی با قوانین سنتی و متداول متفاوت است.

ضمناً نشان داده شده که تلاش برای وفق دادن سطح و رنگ نور در این زمینه می‌تواند مفید باشد. نور نه تنها برای دیدن است، بلکه با ورودش، چشم کیفیت کلی نور را تعیین می‌کند.

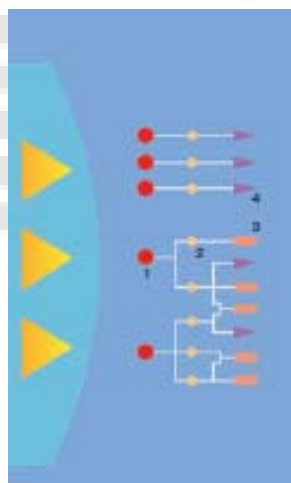
در محیط کار نه تنها فواید برحسب سلامتی و آسایش برای خود کارگران اهمیت دارد، بلکه منجر به انجام کار بهتر، خطای کمتر، ایمنی بهتر و غیبت کمتری می‌شود. به عنوان مثال، در یک محیط صنعتی نشان داده می‌شود که با تغییر روشنایی از ۳۰۰ lux به ۵۰۰ lux بهره‌وری کلی ممکن است به آسانی ۸ درصد افزایش یابد. اثرات بیولوژیکی بدین معنی است که نورپردازی خوب تأثیرات مثبتی بر سلامتی، آسایش، هوشیاری و حتی کیفیت خواب دارد.

نور همچنین به واسطه پوست می‌تواند روی حالت ایمنی اثر بگذارد. نور مرئی (۴۰۰-۷۰۰ nm) می‌تواند به لایه‌های بیرونی و غشایی پوست نفوذ کند و امکان دارد مستقیماً با سلول‌های سیار مسئول ایجاد مصونیت از اختلال برای حالت ایمنی، فعل و انفعالات داخلی داشته باشد.

بافت زنده در معرض تابش UV-B (۲۸۰-۳۲۰ nm) و UV-A (۳۲۰-۴۰۰ nm)، برخلاف نور مرئی می‌تواند تنها توسط واکنش پوست میانی، عملکرد ایمنی و مصونیت از بیماری انسان عادی را تغییر دهد.

• سلول‌های گیرنده نور در چشم

مکانیسم‌های چشم - مغز هر دو از نوع ویژه و وابسته به سن هستند و به وسیله طول موج‌های نوری که میان چشم انتقال یافته، به شبکه رسیده و سپس به مغز منتقل شده، تعیین می‌شود.



شکل ۱-۱- شماتیک ساختار شبکیه:

- ۱- سلول‌های عصبی
- ۲- سلول‌های دوقطبی
- ۳- گیرنده‌های میله‌ای
- ۴- گیرنده‌های مخروطی

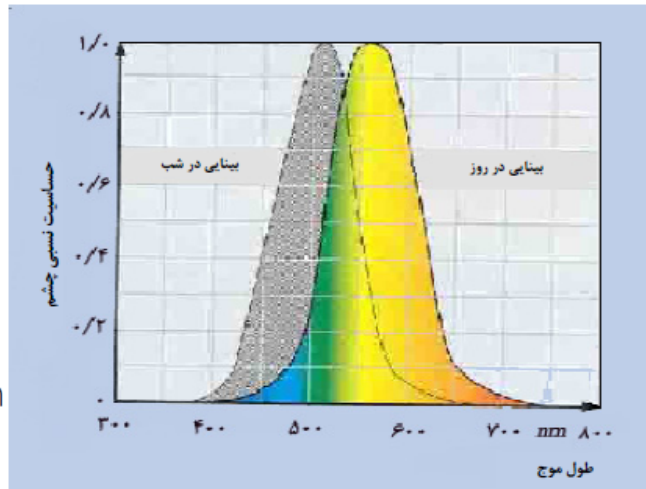
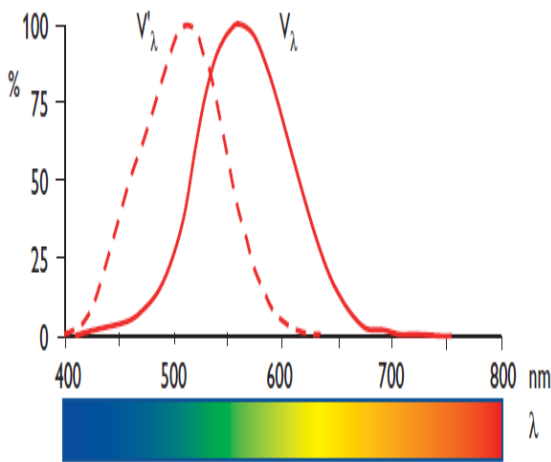
شبکیه در دیواره داخلی چشم حکم صفحه نمایش را دارد و حدود ۱۳۰ میلیون سلول بینایی را در خود جای داده است. نزدیک محور اپتیکی چشم فرورفتگی کوچکی وجود دارد که در آن سلولهای بینایی برای دید در روز و دید رنگی متمرکز شده‌اند. این ناحیه فرورفتگی، دارای حداکثر دقت بینایی است. بسته به میزان درخشندگی، دو نوع سلول بینایی، مخروطی و میله‌ای به عنوان گیرنده‌های بینایی در فرآیند بینایی دخالت دارند. ۱۲۰ میلیون سلول میله‌ای شکل نسبت به نور بسیار حساسند ولی نسبت به رنگ غیرحساس می‌باشند. به همین دلیل این سلول‌ها در سطوحی با درخشندگی پایین (دید در شب^۱) بیشترین فعالیت را دارند. حداکثر حساسیت طیفی این سلولها در ناحیه آبی - سبز با طول موج ۵۰۷ نانومتر قرار دارد.

حدود ۷ میلیون سلول مخروطی به عنوان گیرنده‌های حساس نسبت به رنگ عمل می‌کنند و دید در روز را در سطوح بالاتر درخشندگی به عهده دارند. حداکثر حساسیت طیفی این سلول‌ها در محدوده زرد - سبز با طول موج ۵۵۵ nm یا ۰/۵۵۵ میکرون قرار دارد. سه نوع سلول مخروطی با حساسیت‌های طیفی متفاوت (در رنگهای قرمز، سبز، آبی) وجود دارند و به کمک هم احساس رنگ را خلق می‌کنند که اساس دید رنگی را تشکیل می‌دهد.

حساسیت سیستم‌های میله‌ای و مخروطی با طول موج‌های مختلف نور و بنابراین با تغییر رنگ نور تغییر می‌کند. در شکل ۱-۲ منحنی‌های حساسیت طیفی چشم V_λ برای سیستم مخروطی و V'_λ برای سیستم میله‌ای نشان داده شده است. منحنی V_λ سیستم مخروطی، مبنای همه واحدهای روشنایی مثل لومن، لوکس و کاندلا بوده و سیستم روزگامی^۲ نامیده می‌شود. از منحنی V_λ می‌توان متوجه شد که چشم، خیلی به نور آبی سیر و قرمز سیر حساسیت ندارد و بیشترین حساسیتش به نور سبز مایل به زرد است.

۱- Scotopic: مربوط به توانایی دیدن در نور کم یا شب‌بینی.

۲- Photopic: مربوط به دید در نور زیاد.



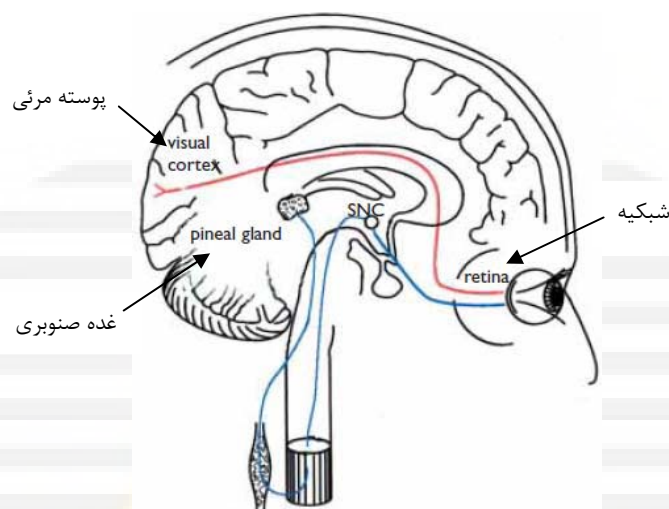
شکل ۱-۲- منحنی حساسیت نسبی طیف نوری

V'_λ برای بینایی در روز (گیرنده های مخروطی - خطوط پر)، و V_λ برای بینایی در شب (گیرنده های میله ای - خط چین)

دقت شود که رنگ های مختلف نور می تواند به وسیله ترکیبی از طول موج های مختلف بدست آید. نور سفید شامل چنین ترکیبی است. بدیهی است که درجه تأثیر بصری یک منبع نور از طریق حساسیت طیفی چشم و طول موج های ترکیب شده در آن نور، تعیین می شود.

بنابراین سلول های گیرنده نور در شبکه چشم، یعنی مخروطی و میله ای، اثرات بصری را تنظیم می کنند. هنگامی که نور به این سلول ها می رسد، یک واکنش پیچیده شیمیایی اتفاق می افتد. ماده شیمیایی که شکل گرفته ($\text{activated rhodopsin}^3$)، برانگیزش الکتریکی را در رشته عصبی که سلول های گیرنده نور را به پشت سر مغز (قشر بصری) ارتباط می دهد، ایجاد می کند. در قشر بصری (پوسته بینایی) مغز، برانگیزش الکتریکی به عنوان «بینایی» تفسیر شده است. شکل ۱-۳ عصب ارتباط بین سلول های میله ای و مخروطی در چشم و پوسته بینایی در مغز را نشان می دهد.

۳- ارغوان بینایی فعال شده.



شکل ۱-۳- گذرگاه‌های بصری و بیولوژیکی در مغز:

ارتباطات عصبی بین شبکیه چشم، با سلول‌های گیرنده نور میله‌ای و مخروطی، و با قشر بصری از یک طرف (از سمت خط قرمز) و بین شبکیه، با سلول گیرنده جدید، و هسته SNC و غده صنوبری از طرف دیگر (از سمت خط آبی).

در سال ۲۰۰۲، نوعی سلول جدید گیرنده نوری در شبکیه چشم توسط دیوید برسون و همکارانش شناخته شد که اثرات بیولوژیکی را تنظیم می‌کند^۴. زمانی که نور به این سلول‌ها می‌رسد، یک واکنش شیمیایی پیچیده اتفاق می‌افتد (در این جا، تیرگی پوست وابسته به تأثیر توأم نور و رنگ‌دانه‌ها را شامل می‌شود)، از سوی دیگر برانگیختگی الکتریکی ایجاد می‌شود. این سلول‌ها، در میان سایرین، رشته‌های عصبی مرتبط شده با موقعیت‌هایی در مغز دارند که هسته مرکزی فوق متقاطع (SNC)^۵ نامیده می‌شود، و همان ساعت بیولوژیکی مغز و غده صنوبری می‌باشد.

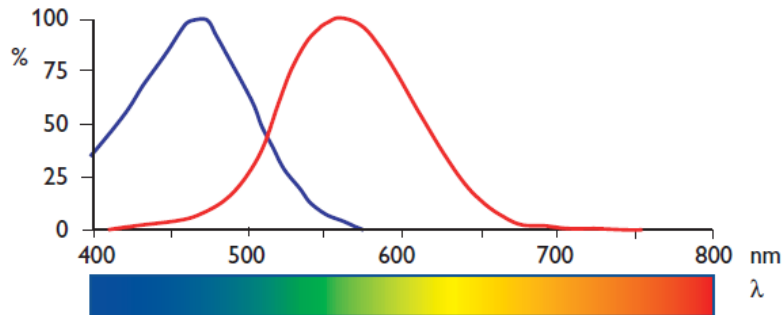
شکل ۱-۳ عصب ارتباطی بین سلول‌های گیرنده نور جدید در چشم و این موقعیت‌ها در مغز را نشان می‌دهد.

حساسیت این سلول‌های جدید گیرنده نور نیز برای طول موج‌های مختلف نور و بنابراین برای رنگ‌های مختلف نور متفاوت است.

۴- شاید، سلول‌های میله‌ای و مخروطی نقش معینی را در این رابطه به خوبی بازی کنند.

5- Suprachiasmatic Nucleus

بر اساس عامل بیولوژیکی «منع ملاتونین»^۶، برنارد قادر به تعیین منحنی طیفی «فعالیت بیولوژیکی» بود.^۷ این منحنی در شکل ۱-۴ به همراه منحنی حساسیت بصری سلول‌های مخروطی چشم داده شده است.



شکل ۱-۴- منحنی طیف عمل بیولوژیکی (مبنی بر منع ملاتونین) - آبی و منحنی حساسیت بصری چشم - قرمز

با مقایسه دو منحنی فوراً معلوم می‌شود که حساسیت بیولوژیکی برای طول موج‌های مختلف نور کاملاً متفاوت از حساسیت بصری است. در این منحنی بیشینه حساسیت بصری در ناحیه طول موج سبز - زرد واقع شده، بیشینه حساسیت بیولوژیکی در ناحیه آبی طیف قرار گرفته است. این پدیده یک مفهوم مهم برای مشخصات روشنایی سالم دارد.

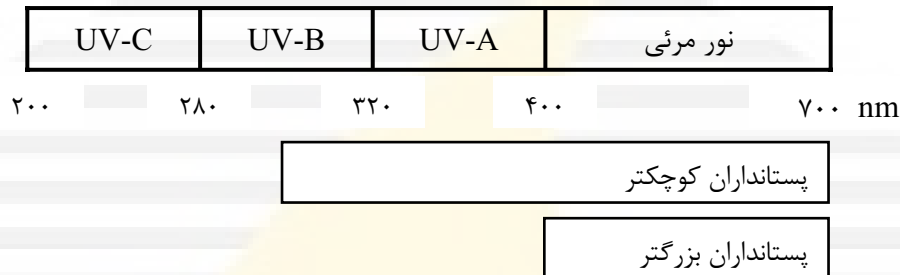
طول موج‌های نوری یک واکنش ایمنی در ناحیه چشم - مغز القا می‌کنند که به خواص انتقال چشم در مورد هر طول موج بستگی دارد. (شکل ۱-۵)

در حیوانات کوچکتر، UV-A، UV-B و نور مرئی ممکن است به شبکه ارسال شوند زیرا این طول موج‌ها به وسیله قرنیه یا لنزها فیلتر نشده‌اند. بنابراین نور مرئی و فرابنفش هر دو امکان تحریک واکنش میان چشم - مغز را دارند. در پستانداران بزرگ شامل انسان‌ها، قرنیه همه طول موج‌های کوتاه‌تر از ۲۹۵ nm را جدا کرده (فیلتر کرده) و همزمان لنزها طول موج‌های نور بین ۲۹۵ تا ۴۰۰ نانومتر را فیلتر می‌کنند، بنابراین از نورهای مرئی و فرابنفش تنها نور مرئی (۴۰۰-۷۰۰ nm) به شبکه چشم پستانداران می‌رسد.

۶- هورمونی است که به وسیله غده صنوبری به تناسب قرارگیری بدن در برابر نور ترشح می‌شود و برای تنظیم ضرب آهنگ بیولوژیکی (خواب، خلق و خو، بلوغ جنسی و سیکل‌های قاعدگی) ضروری است.

۷- همان‌طور که در این مبحث گفته شده یکی از اثرات بیولوژیکی نور، منع هورمون ملاتونین است. ممکن است بسیاری عوامل بیولوژیکی دیگر که با روشنایی تنظیم می‌شوند، طیف عمل مشابه با آنچه بر اساس منع ملاتونین تعیین می‌گردد، داشته باشند.

انرژی نور به شبکه منتقل شده و از آنجا به پوسته بینایی برای دیدن و با تغییر گذرگاه‌هایی به هیپوتالامیک، غده صنوبری و ساختارهای مجاور می‌رسد.



شکل ۱-۵- نور به شبکه انتقال می‌یابد و به نوع قابل تشخیص برای مغز تبدیل می‌شود. در حیوانات کوچکتر، UV-B، UV-A و نور مرئی به شبکه انتقال می‌یابد. در پستانداران بزرگ لنزها UV-B و UV-A را فیلتر می‌کنند، بنابراین تنها نور مرئی به شبکه می‌رسد.

• انتقال نور از شبکه به مغز

۱- کنترل شیمیایی عصب

انسان‌ها نور را در چشمانشان دریافت و آن را برای دیدن شکل‌ها و رنگ‌های اشیاء پردازش می‌کنند. پیش از هر کار، گیرنده‌های میله‌ای و مخروطی به عنوان گیرنده نور، فوتون‌های رسیده را به لایه شبکه انتقال می‌دهند. به دنبال پردازش این ورودی به وسیله سلول‌های افقی، دو قطبی و سلول‌های amacrine (با پردازش کم) در شبکه، اطلاعات در سراسر عصب نوری به سلول‌های متقاطع نوری، سلول‌های خمیده جانبی و پوسته بینایی (مرئی) ارسال می‌شود. در همین زمان، سلول جدید گیرنده مجهول نور، اطلاعات نوری تأثیرگذار بر چرخه بیولوژیکی را دریافت می‌کند.

اطلاعات به هسته SCN فرستاده می‌شود، جایی که ساعت بیولوژیکی برای زیستن مطرح شده و بر ساعت شبانه‌روزی تأثیر می‌گذارد. اطلاعات پردازش شده به غده صنوبری هم می‌رسند و بر ترشح هورمون ملاتونین تأثیر می‌گذارند.



این فرایند غیر مستقیم، آزادسازی سروتونین^۸ و دوپامین^۹ و متوقف سازی ملاتونین است.

N-acetyltransferase که سروتونین را به ملاتونین تبدیل می‌کند، به طور خاصی با نور متوقف (مسدود) می‌شود. این رخداد باعث افزایش تولید سروتونین و کاهش تولید ملاتونین می‌گردد. تولید دوپامین به وسیله فعالیت با نور تحریک شده آنزیم تروسین هیدروکسین و پنی‌لالانین دی‌کربن‌اکسید افزایش داده می‌شود. گیرنده‌های ملاتونین در هیپوتالاموس (مرکز کنترل دمای بدن) وجود دارند.

بنابراین چگونگی ترشح هورمون ملاتونین روی کنترل سیستم دمای بدن تأثیر می‌گذارد.

۲- شبکه - هیپوتالاموس

اگرچه بیشتر انرژی نور دریافت شده به وسیله شبکه به پوسته مرئی برای مشاهده (دیدن) باز بخشیده می‌شود، ولی با یک تغییر گذرگاه (شکل ۱-۶) از شبکه، بخش کوچکی از نور به بالای دوراهی مغز (SCN) که قسمتی از ناحیه هیپوتالامیک مغز است، بازبخشیده می‌شود.

SCN اندیشه‌ای (استدلالی) است که ریتم شبانه‌روزی بدن را اداره می‌کند و در نتیجه رویدادهای مختلف بدن مانند دما، سیکل‌های تناسلی، اشتها و خلق و خو را کنترل می‌کند.

غده هیپوفیز و غده صنوبری نیز در اثر تحریکات نور مرئی، ترشحات عصبی را تغییر می‌دهند.

هورمون‌های ترشحات عصبی که مخصوصاً به تغییر ریتم شبانه‌روزی حساس‌اند عبارتند از:

- هورمون رشد،

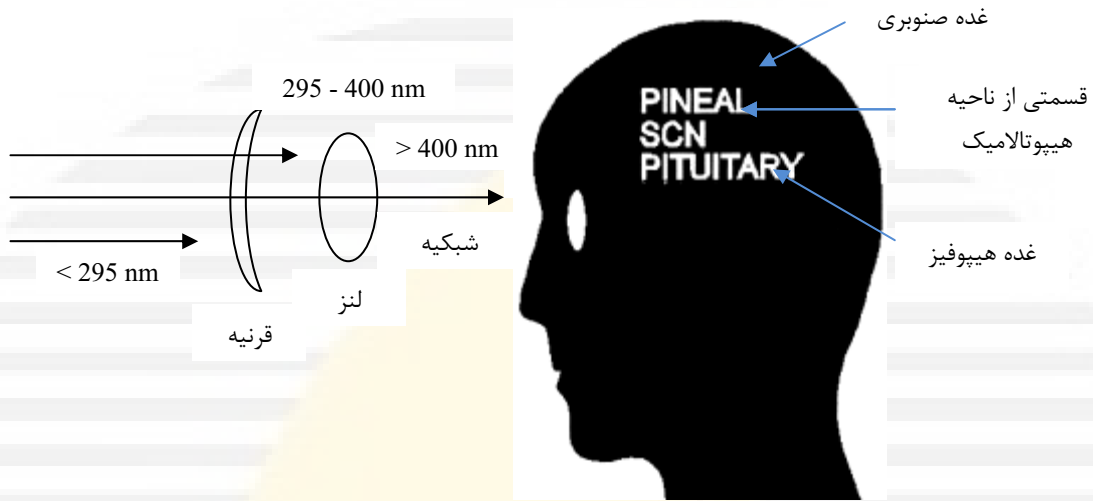
- هورمون محرک غده تیروئید،

- هورمون تیروئید، پرولاکتین، کورتیزول پلازما و ملاتونین.

ریتم شبانه‌روزی به وسیله نور مرئی انتقال فاز می‌دهد.

۸- هورمونی ضروری و انتقال‌دهنده عصبی مشتق شده از آمینو اسید تریپتوفان (tryptophan)، پیش‌ماده هورمون ملاتونین.

۹- هورمون عصبی تولید شده توسط هیپوتالاموس.



شکل ۱-۶- در پستانداران نور فرابنفش توسط لنزها و قرنیه فیلتر شده و تنها نور مرئی به شبکیه انتقال داده می‌شود. این نور انتقال یافته و به پوسته بصری و از طریق مسیر جایگزین، به SCN در هیپوتالاموس ارسال می‌شود. بیشتر مسیرهای عصب، مستقیماً با غدد هیپوفیز و صنوبری به هیپوتالاموس مرتبط می‌شوند. پرتوافکنی از چشم منجر به القاء هورمون‌های انتقال‌دهنده عصبی و پپتیده^{۱۰} عصبی از SCN، غدد هیپوفیز و صنوبری می‌شود.

مطالعات گسترده‌ای ارتباط بین کمیت نور، زمان انتشار و اثرات آن بر چرخه شبانه‌روزی را گزارش کرده‌اند. در سال ۱۹۸۰ گزارش شده که نورهای با شدت روشنایی بالای ۲۵۰۰ لوکس اثر بازدارنده روی ملاتونین دارند.

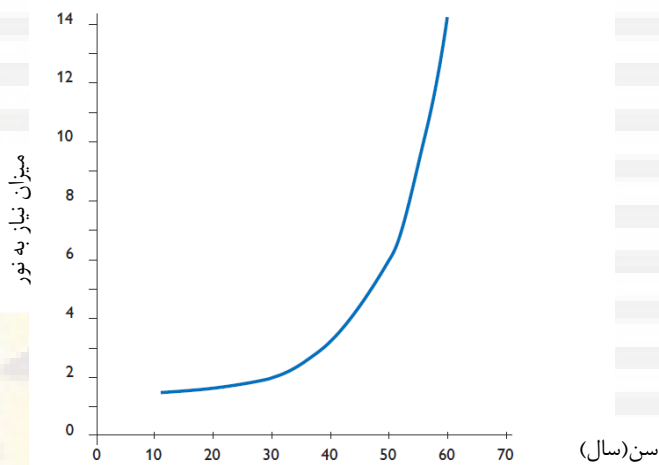
• روشنایی و اثرات بصری

روشنایی برای کار، گستره وسیعی از کارهای مختلف داخلی و کارهایی از قبیل کار اداری، کارگاه‌های کوچک گرفته تا سالن‌های بزرگ کارخانه و همچنین از خواندن و نوشتن و کارهای کامپیوتری گرفته تا کار دقیق و ظریف یا کارهای صنعتی سنگین را پوشش می‌دهد. کیفیت روشنایی باید همیشه به اندازه کافی بالا باشد تا عملکرد بصری کافی برای کارهای مرتبط را تضمین کند.

۱۰- پپتیده: ترکیبی از دو یا چند آمینو اسید (بیوشیمی).

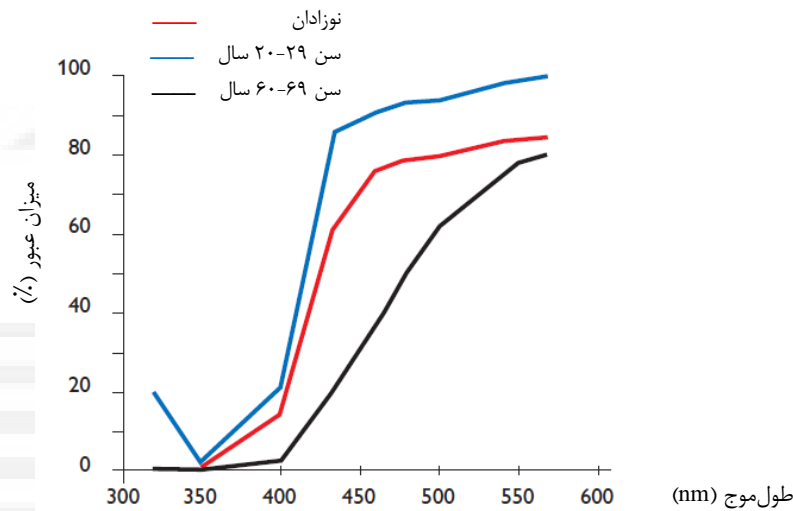
- سن

عملکرد بصری واقعی شخص نه تنها به کیفیت روشنایی بلکه به توانایی دید خود افراد هم بستگی دارد. در این راستا سن معیار مهمی است، چون با سن افراد نیاز به نور افزایش می‌یابد. شکل ۷-۱ مقدار نسبی نور مورد نیاز برای خوب خواندن یک کتاب چاپی را به عنوان تابعی از سن می‌دهد.



شکل ۷-۱- رابطه بین سن و مقدار نسبی نور مورد نیاز برای خوب خواندن یک کتاب چاپی

عامل درگیر ارسال طول‌موج‌های ویژه به مغز پستانداران، سن است. یکی از اصلی‌ترین دلایل برای این اثرات سنی، بدتر شدن میزان عبور از لنزهای چشم است، زیرا مشخصات فیلتری (جداسازی) لنزها در سرتاسر زندگی تغییر می‌کند و لنزها به تدریج به زرد روشن تغییر می‌یابند. این مورد توسط دو شکل با محدوده سنی متفاوت نشان داده شده است. (شکل‌های ۸-۱ و ۹-۱)



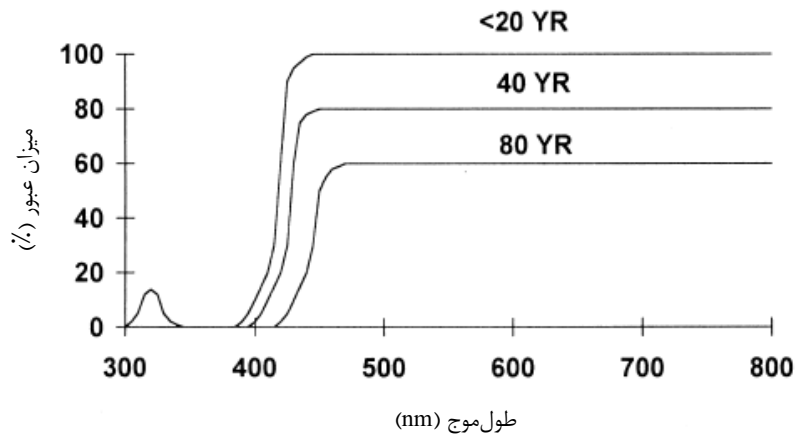
شکل ۱-۸- مقدار عبور از لنز برای گروه‌های سنی مختلف. این مقادیر بصورت درصدی از نقطه ۵۶۰ نانومتر برای نوزادان بیان شده است.

لنزهای چشم انسان جوان نور را در محدوده 320 nm به شبکیه چشم ارسال می‌کنند. نمو عملکرد فیزیولوژیکی نور فرابنفش روی مغز هنوز مشخص نشده است. نور فرابنفش با رسیدن انسان به سن بلوغ کاملاً توسط لنزها فیلتر می‌شود. (شکل ۱-۹)

لنزهای چشم افراد سالخورده میزان عبور کمتری دارند و همچنین مانع رسیدن بیشتر نور آبی ($400-450 \text{ nm}$) به شبکیه می‌شود. چشم‌های مسن دنیا را با آبی کمتری می‌بینند.

این مورد احتمالاً سالمندان را از آسیب شبکیه با نور تحریک شده هنگامی که تسکین‌دهنده‌ها و تولید و یا اثرپذیری آنتی اکسیدان سیستم آنزیمی آنها کاهش می‌یابد، حفاظت می‌کند.

فقدان لنز طبیعی چشم (از بین رفتن لنزها) و اشکال مشخص کوری (نابینایی) نیز ممکن است مشخصات طول موج‌های نور تماسی به شبکیه و منتقل شده به مغز را تغییر دهد.

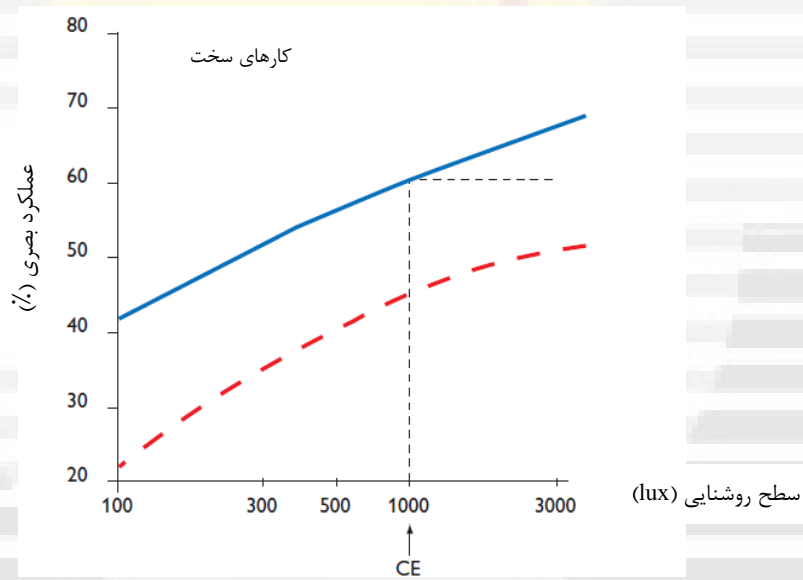
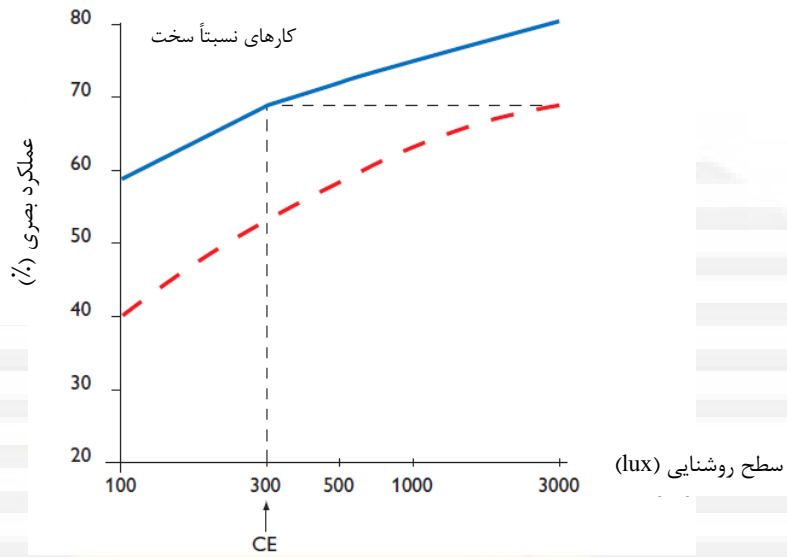


شکل ۱-۹- مشخصات عبور لنزهای چشم انسان با سن تغییر می‌یابد. لنزهای چشم انسان جوان UV-B (۳۲۰ nm) را انتقال می‌دهد، لنز چشم انسان بالغ تنها نور مرئی (بالای ۴۰۰ nm) را منتقل می‌کند و چشم انسان‌های پیر مقدار زیادی از نور آبی (۴۰۰-۴۵۰ nm) را فیلتر می‌کند.

شکل ۱-۱۰ نتایج بسیاری از تحقیقات مربوط به تأثیر کیفیت روشنایی روی عملکرد بصری را نشان می‌دهد. این نمودار ارتباط عملکرد بصری را به صورت تابعی از سطح شدت روشنایی برای دشواری‌های کارهای بصری مختلف می‌دهد.

یک منحنی مربوط به یک کار نسبتاً مشکل (به عنوان مثال، کار اداری یا کار با دستگاه‌های عمومی در یک محیط صنعتی) و دیگری مربوط به یک کار مشکل است (به عنوان مثال، کار بازرسی رنگ یا کار مونتاژ خوب). همه این کارها افزایش واضح عملکرد بصری با افزایش کیفیت روشنایی، در این مثال سطح روشنایی را، نشان می‌دهد. در نمودارها سطح روشنایی مورد نیاز (EN) برای محیط‌های صنعتی در بسیاری موارد، برای روشنایی محیط کار به شیوه اروپایی نشان داده شده است.

توانایی دید بهتر باعث بهبود عملکرد در کارهای سخت و به دنبال آن بهره‌وری بالاتر و خطای کمتر می‌شود.



شکل ۱-۱-۱-۰ ارتباط بین عملکرد نسبی بینایی (%) و سطح روشنایی (lux).
خط ممتد آبی: افراد جوان - خط نقطه‌چین قرمز: افراد سالخورده.
EN: سطوح روشنایی تعیین شده در معیار اروپایی.

• محیط دید

علاوه بر اثرات روشنایی (نورپردازی) روی عملکرد بصری، روشنایی (نورپردازی) می‌تواند تأثیر قدرتمندانه‌ای روی جو و ادراک بصری محل کار و نیز روی فیزیولوژی و حفظ سلامتی انسان داشته باشد. مطالعه روی «آسایش و راحتی» به طور کلی می‌تواند به دو بخش طبقه بندی شود:

۱- اثرات جوی

۲- اثرات فیزیولوژیکی

اثرات جوی شامل اثر شدت روشنایی، دمای رنگ، روش‌ها و تسهیلات (وسایل) نورپردازی و اثرات فیزیولوژیکی شامل سرنخ‌هایی برای مطالعه روی پرتوهای فرابنفش و مادون قرمز است. امروزه تأکید فراوانی روی آرایش (رسم) و طراحی داخلی محل کار وجود دارد. طراحی صحیح در سراسر محیط کار می‌تواند یک اثر تحریکی روی کار کردن مردم در آن محیط داشته باشد. نورپردازی خوب می‌تواند طراحی داخلی را تقویت کند، اما ضعف نورپردازی می‌تواند اثر طراحی داخلی را کاهش دهد یا حتی نابود کند.

یکی از جنبه‌های مهم در این رابطه، روشنایی کنترل‌شده سطوحی است که شکل فیزیکی آن به فضا محدود باشد مانند دیوارها، کف و سقف. درخشندگی این سطوح، چگونگی بزرگی وسعت فضای کل مورد آزمایش را تعیین می‌کند. عامل دیگر، محدودیت (حد) مناسب بازتاب نامطلوب و خیره‌کننده نور است.

تابش خیره‌کننده، احساس ایجاد شده به وسیله سطوح درخشندگی در میدان دید است که به طور قابل توجهی بیشتر از درخشندگی است که چشم‌ها به آن سازگارند. به علت محدودیت سازگاری مشخصات چشم، تغییرات ناگهانی در درخشندگی ممکن است به کاهش عملکرد بصری، استرس و ناراحتی بصری منجر شود. به مشخصات رنگ نور نیز باید توجه شایانی شود. نور، باعث دید واقعی رنگ‌ها می‌شود.

نور خورشید شامل همه رنگ‌ها با سطوح یکنواخت (هیچ شکل پیک بی‌نظمی در توزیع طیفی آن وجود ندارد) است و تمام رنگ‌ها زمانی که با نور خورشید روشن می‌شوند، به طور مساوی دیده می‌شوند. به همین دلیل نور طبیعی می‌تواند به عنوان مرجعی برای مقایسه مشخصات وضوح رنگ دیگر منابع نور قرار گیرد یعنی برای نور طبیعی ماکزیمم شاخص وضوح رنگ (CRI^{11})، یعنی ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود. شاخص وضوح رنگ، اندازه‌ای از دید واقعی رنگ‌ها تحت منابع نور خاص می‌باشد. توجه کنید که متوسط شاخص‌های CRI موضوعات یکسان فقط زمانی که منابع نوری مرتبط به آن، دمای رنگ یکسان داشته باشند، با اهمیت است.

پس نتیجه می‌گیریم که موضوعات رنگی تحت نورهای با دماهای رنگ مختلف اما شاخص CRI یکسان، متفاوت به نظر می‌آید.

مخصوصاً، وضوح رنگ مناسب برای پوست انسان مهم است، زیرا نور می‌تواند ظاهر پوست را رنگ‌پریده و بیمار نشان دهد، که اغلب منجر به شکایات می‌شود. نمود رنگ نور نیز، خود، در ایجاد فضایی با یک جو خاص نقش بازی می‌کند و ممکن است حتی احساسات را تحت تأثیر قرار دهد. برای مثال، قدری نور سفید مایل به آبی باعث احساس آرامش (خونسردی) می‌شود که اغلب به صورت مرتب بودن تجربه می‌گردد. در حالی که نور سفید مایل به قرمز باعث احساس صمیمت (خونگرمی) می‌شود و ممکن است به صورت راحتی و آرامش تجربه گردد. در آخر، سهم نور روز در محیط درونی جدا از اهمیت زیادش، ضریب تعیین کیفیت محیط کار نیز هست. خوشبختانه، در بسیاری از موارد نفوذ نور روز به ساختمان‌ها حداقل برای چند ساعت در هر روز، روی هم رفته افزایشی قابل توجه در سطوح روشنایی می‌دهد.

نور روز نه تنها عملکرد بصری کار دیدن را از طریق سهمش در روشنایی محیط کار تسهیل می‌بخشد بلکه به علت پویا و متغیر بودن مشخصات شدت و رنگ نور، اگر به درستی کنترل شود (یعنی بوسیله پنجره و طرح حفاظت از خورشید)، به طور وسیعی در ایجاد محیط کاری خوب سهمیم است. تغییرات پویا در نور روز، اثری مثبت بر خلق و خو و تحریکات می‌گذارد. در مطالعه‌ای گسترده تحت شرایط اداری، معلوم شد که

مردم روشنایی مصنوعی را به اضافه نور عادی روز در محیط اداری ترجیح می‌دهند: میانگین ۸۰۰ لوکس اضافه بر سهم غالب نور روز.

• روشنایی و اثرات بیولوژیکی

اثر سودمند نور روز از زمان‌های قدیم به خوبی شناخته شده است، به عنوان مثال آفتاب درمانی یا درمان بیماری با قرارگیری بدن در معرض پرتوهای خورشید. نور درمانی جهت رفع مشکلات سلامتی تا سال ۱۹۳۰ رایج بود، پس از آن ابداع پنی‌سیلین منجر به نقش برجسته دارو در درمان شد.

بیش از ۲۰ تا ۳۰ سال گذشته، درک ارزش نور به عنوان عاملی مهم در سلامت و آسایش به علت یافته‌های مختلف زیستی و پژوهش‌های پزشکی دوباره جان بخشیده شد.

ما به طور معمول چشم را به عنوان عضو بینایی در نظر می‌گیریم اما به علت کشف عصب مرتبط به مغز، اضافه بر سلول‌های گیرنده نور که اخیراً در چشم شناسایی شده، اکنون چگونگی اینکه نور واسطه و کنترل‌کننده شمار زیادی از فرایندهای بیوشیمیایی در جسم انسان است درک می‌شود. مهم‌ترین یافته‌ها مربوط به کنترل ساعت بیولوژیکی (زیستی) و تنظیم برخی هورمون‌های مهم به واسطه تنظیم ضرب آهنگ نور و تاریکی است. این به نوبه خود به این معنی است که نور به میزان زیادی سلامتی، آسایش و هوشیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

• اثرات طول‌موج‌های متفاوت نور بر چرخه بیولوژیکی

نور می‌تواند اثرات عمیق را بر دمای هسته (core temperature) در طول مدت شب داشته باشد. گزارشات پراکنده‌ای وجود دارد که با قرارگیری انسان در معرض نور تکفام با طول موج ۵۰۹ نانومتر به مدت یک ساعت در شدت‌های مختلف، از ترشح هورمون ملاتونین جلوگیری می‌شود. در موش‌های صحرایی سفید چشم (albino rats) و موش‌های بزرگ (hamsters)، نور سبز - آبی از ترشح ملاتونین جلوگیری می‌کند. با وجود اینکه مطالعات منظمی درباره اثرات نور، دمای هسته و ترشح ملاتونین در انسان وجود ندارد، به طول موج‌های متفاوت نور توجه خاصی شده است. نورهای با طول موج بلند مثل نور با دمای پایین

(۳۰۰۰ درجه کلوین) و نور قرمز اثر کمتر و از طرف دیگر نورهای با طول موج متوسط مثل نور با دمای رنگ بالا (۶۵۰۰ درجه کلوین) و نور سبز و آبی اثر بیشتری بر چرخه بیولوژیکی انسان دارند. نور سبز یا آبی از افت دمای هسته در طول دوره شب (دوره کاهش آن) جلوگیری می‌کند و افزایش آن را در صبح (دوره افزایش دمای هسته) بیشتر می‌کند، چون نور سبز یا آبی از افزایش ترشح ملاتونین از غده صنوبری در طول مدت شب جلوگیری می‌کند و کاهش آن را در صبح بیشتر می‌کند. این اثرات در رفتار دمای هسته منعکس می‌شود. بررسی نور محیط در ارتباط با اثرگذاری آن بر سلامتی، رفاه و چرخه بیولوژیکی انسان مهم است. محدوده نوسان در دمای هسته شدیداً به احساس خواب‌آلودگی بستگی دارد.

نورهای با دمای رنگ پایین برای سطوح پایین روشنایی در شب استفاده می‌شوند و نورهای با دمای رنگ بالا باید در صبح که سطح بالاتری از شدت روشنایی مورد نیاز است استفاده شوند. مردمی که محدودیت‌هایی در رفتارشان دارند مثل سالمندان و معلولین و همچنین شهرنشینان که به تسهیلات اهمیت بیشتری می‌دهند تا روشنایی محیطی، نیازمند آگاهی درباره روشنایی نور روز و همچنین روشنایی در طول مدت شب هستند.

• نور و ضرب آهنگ بدن

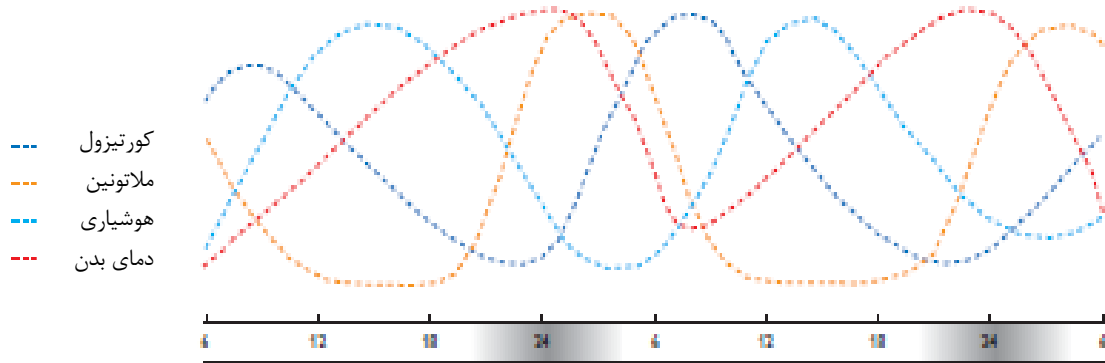
نور از طریق سلول‌های جدید گیرنده نور و یک سیستم عصبی مجزا از ساعت زیستی (بیولوژیکی) سیگنال‌هایی را می‌فرستد، که به نوبه خود تغییرات بزرگ ریتم‌های فصلی و شبانه‌روزی فرایندهای جسمانی را تنظیم می‌کند.

شکل ۱-۱۱ برخی از نمونه ضرب آهنگ‌های معمول در انسان را نشان می‌دهد. این شکل تنها چند نمونه ریتم زیر را نشان می‌دهد:

- درجه حرارت بدن،

- هوشیاری و

- هورمون‌های کورتیزول^{۱۲} و ملاتونین.



شکل ۱-۱- نمودار دوگانه (۲۴×۲ ساعت)، نوعی ضرب آهنگ روزانه دمای بدن، ملاتونین، کورتیزول و هوشیاری در انسان برای یک چرخه طبیعی نور و تاریکی ۲۴ ساعته.

هورمون‌های کورتیزول (هورمون تنش) و ملاتونین (هورمون خواب) نقش مهمی بر کنترل خواب و هوشیاری بازی می‌کنند. کورتیزول قند خون را بالا می‌برد تا به بدن انرژی بخشد و سیستم ایمنی (مصونیت از بیماری) را افزایش دهد. با این حال، هنگامی که سطح کورتیزول بیش از حد در یک دوره بالا رود این سیستم تحلیل رفته و ناکارآمد می‌شود. سطوح کورتیزول صبح‌ها افزایش می‌یابد و بدن را برای فعالیت در همان روز آماده می‌کند. کورتیزول‌ها در روشنی روز در یک سطح به اندازه کافی بالا باقی می‌مانند و نهایتاً در نیمه شب به حداقل مقدار تنزل می‌یابند.

سطح هورمون خواب ملاتونین در صبح افت می‌کند و خواب‌آلودگی را کاهش می‌دهد. برای جلوگیری از ترشح ملاتونین، در صبح نسبت به بعد از ظهر شدت نور بیشتری احتیاج است. سپس به طور معمول دوباره هنگامی که هوا تاریک می‌شود افزایش می‌یابد و اجازه خوابی سالم را می‌دهد. (چون کورتیزول در آن وقت در کمینه مقدارش قرار دارد.) برای تندرستی مهم است که این ضرب آهنگ‌ها بیش از اندازه منقطع نیستند. در صورت قطع ضرب آهنگ، نور روشن روز، به بازیابی ریتم عادی کمک می‌کند.

۱۲- هورمون مشتق شده از کورتیزون (هورمون ساخته شده از کلسترول)، که برای درمان مفاصل استفاده می‌شود.

در یک محیط طبیعی، نور، مخصوصاً نور صبح باعث همزمانی ساعت داخلی بدن با سیکل چرخشی تاریک و روشن ۲۴ ساعته زمین می‌شود. بدون تنظیم سیکل تاریک و روشن ۲۴ ساعته، ساعت داخلی بدن انسان‌ها در یک دوره میانگین حدود ۲۴ ساعت و ۱۵ الی ۳۰ دقیقه نوسان خواهد داشت. این امر انحراف روز افزون در درجه حرارت، سطح کورتیزول و ملاتونین از مقدار تعیین شده به وسیله ساعت زمانی محیط زیست را سبب می‌شود. این به هم ریختگی هورمونی در اثر غیاب ریتم عادی تاریک و روشن، یک ریتم نادرست از هوشیاری و خواب‌آلودگی را باعث خواهد شد که نهایتاً منجر به هوشیاری در طول ساعات تاریکی و خواب‌آلودگی در طول ساعات روشنی می‌شود.

در حقیقت، علایم مشابه و به دلایل مشابه به $\log jet$ ، که به مسافرت به چندین منطقه جغرافیایی دارای ساعت وابسته است، منجر می‌شود.

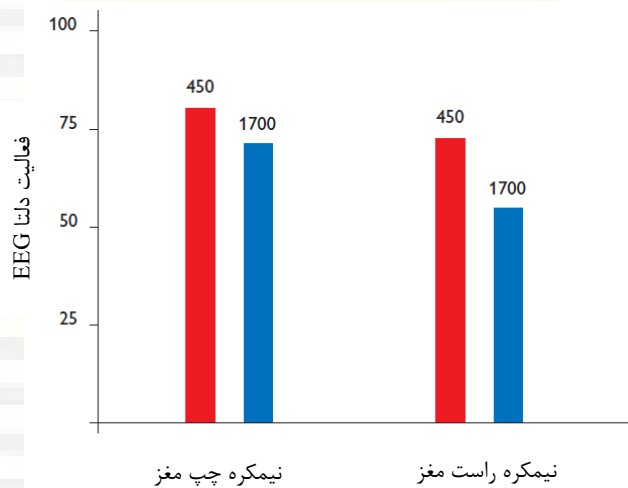
کارگران نیز به علت چرخش شیفت کاری، علایم مشابهی را بعد از هر تغییر شیفت به همان دلایل برای چند روز تجربه می‌کنند. اثرات نور روی وضعیت دمای هسته و ملاتونین بسته به طول موج نور تغییر می‌کند. نورهای با طول موج بلند، از قبیل نور با دمای رنگ پایین و نور قرمز، اثرات محدودی روی چرخه زیستی انسان دارد. از طرف دیگر نور سبز و آبی، نورهای با طول موج متوسط کوتاه از قبیل نور با دمای رنگ بالا، اثرات بیشتری دارند. پیشنهاد می‌شود که در محدوده محیط زندگی، باید برای روشنایی سطوح پایین در شب از نور با دمای رنگ پایین و برای سطوح بالاتر، نور با دمای رنگ بالاتر در صبح استفاده شود.

• روشنایی، هوشیاری، خلق و خو (وضع روانی) و تنش

بسیاری از پروژه‌های تحقیقاتی با موضوع مقایسه اثرات سلامتی، آسایش و هوشیاری به علت کارکردن مردم تحت شرایط نوری مختلف قبلاً انجام شده است. در این مقاله تنها به صورت محدود ولی راجع به تعدادی از آنها بحث می‌کنیم.

۱۳- احساس افسردگی و سستی که به علت مسافرت بین مناطق جغرافیایی دارای اختلاف ساعت ایجاد می‌شود.

وتربرگ^{۱۴} و کالر^{۱۵} الگوی امواج مغزی (EEG^{۱۶}) افراد را در یک آزمایشگاه که شبیه محیط اداری ساخته شده بود، یک بار با سطح روشنایی نسبتاً بالا (۱۷۰۰ lux) و یک بار با سطح روشنایی نسبتاً پایین (۴۵۰ lux) مطالعه کردند. آرایش EEG (الگوی امواج مغزی) اختلاف بارزی را نشان داد: سطوح روشنایی بالاتر باعث امواج دلتای کمتری می‌شود (فعالیت دلتای یک EEG، نشانگر خواب آلودگی است)، به این معنی که نور روز تأثیر هوشیاری (اعلام آماده باش) روی سیستم عصبی مرکزی دارد (شکل ۱-۱۲). تحقیقات زیادی در مورد اثرات نور روی هوشیاری و خلق و خو تحت شرایط شیفت شب انجام شده، زیرا اثرات مورد انتظار در این شرایط شدیدتر خواهد بود.



شکل ۱-۱۲- فعالیت دلتا در کارگران تحت سطوح روشنایی ۴۵۰ لوکس و ۱۷۰۰ لوکس.

شکل ۱-۱۳ اثر دو نوع روشنایی را به صورت تابعی از زمان کار بر روی فعالیت کارگران شیفتی نشان می‌دهد.

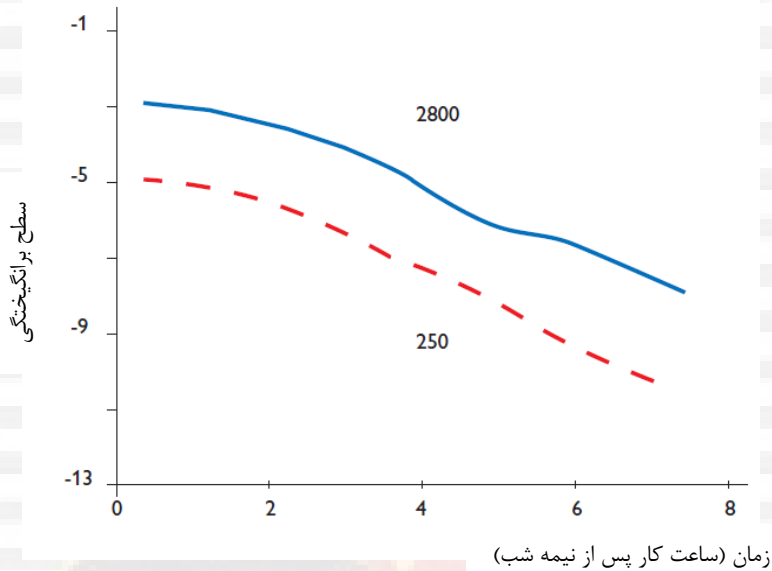
کاهش فعالیت برای هر دو نوع در شب رخ می‌دهد، اما نور روز همیشه باعث افزایش قابل توجه سطح فعالیت و بنابراین بهتر شدن هوشیاری و خلق و خو می‌شود.

۱۴- Wetterberg

۱۵- Kuller

۱۶- electroencephalogram. به معنی ثبت نمودار ترسیمی فعالیت الکتریکی مغز است.

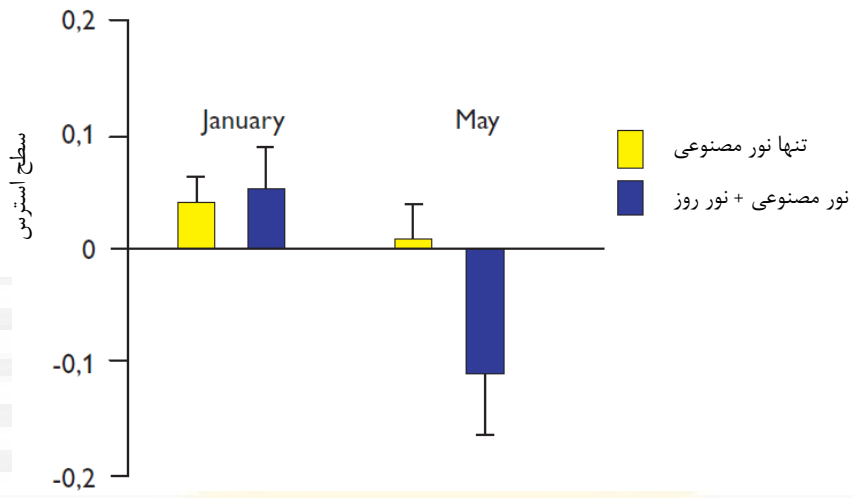
مطالعات دیگری نشان می‌دهد که استفاده از سطوح روشنایی بالاتر، رفع خستگی می‌کند و به راستی باعث می‌شود افراد در هوشیاری طولانی‌تری باقی بمانند.



شکل ۱-۱۳- هوشیاری و خلق و خوی ظاهر شده به عنوان سطح برانگیختگی برای سطوح روشنایی ۲۵۰ لوکس و ۲۸۰۰ لوکس به صورت تابعی از ساعات کار پس از نیمه‌شب.

مطالعه سطوح تنش (استرس) و شکایات افراد شاغل در محیط‌های داخلی با مقایسه گروهی از مردم که منحصراً زیر نور مصنوعی کار می‌کنند و گروهی که زیر ترکیبی از نور مصنوعی و نور روز کار می‌کنند، انجام شده است.

همانطور که در شکل ۱-۱۴ مشاهده می‌شود، در ماه ژانویه زمانی که تابش نور روز به قدر کافی نیست تا سهم قابل توجهی در سطح روشنایی ایجاد کند، اختلاف ناچیزی بین این دو گروه وجود دارد. اما در ماه می زمانی که نور روز واقعاً سهیم است، گروهی که از نور روز بهره می‌برند به طور قابل توجهی سطح شکایات و تنش (استرس) کمتری دارند. مطالعات دیگر نشان می‌دهد که نور مصنوعی درخشان در فضای داخلی در فصل زمستان اثری مثبت روی خلق و خو و نشاط دارد.



شکل ۱-۱۴- سطح شکایات استرس (با گسترده آماری) در دو گروه از کارگران در حال کار، یک گروه تحت نور مصنوعی و گروه دیگر تحت ترکیبی از نور مصنوعی و نور روز.

فصل دوم

نور و ایمنی‌شناسی (مصونیت از بیماری)

گزارش بندهای ۱ و ۲ شرح خدمات



• چکیده

سیستم ایمنی در معرض تنش‌های متنوعی است. اخیراً دانش ایمنی‌شناسی مطالعاتی در زمینه چگونگی اثرگذاری عمیق تغییر حالت، استرس، ریتم و عادات روزانه بر واکنش ایمنی هورمون‌ها داشته است. مرکز این عوامل ممکن است نور عبوری مابین چشم و هورمون‌های مدولاسیون مغز باشد. در پستانداران بزرگ فقط نور مرئی (400-700 nm) توسط شبکه در یافت می‌شود. سپس این انرژی نوری انتقال یافته و به پوسته مرئی تحویل داده می‌شود و به وسیله یک تغییر معبر، به بالای دوراهی هسته (SCN¹) یعنی ناحیه هیپوتالاموس که ریتم شبانه‌روزی را هدایت می‌کند، می‌رسد. نور مرئی همچنین غده هیپوفیز و غده صنوبری را تنظیم کرده و ترشح غده عصبی را تغییر می‌دهد. ملاتونین، نورآدرنالین و استیل کولین با تحریک نور کاهش یافته در حالی که سطوح کورتیزول، سروتونین، GABA² و دوپامین³ افزایش می‌یابد. ایجاد اثر افزایش قطر روده‌ای پلی پپتیده (VIP)، آزادسازی گاسترین⁴ پپتیده⁵ (GRP) و عصب پپتیده (NPY) در SCN موش‌های صحرائی نشان داده که توسط نور بهبود داده شده است. این تغییرات ترشح عصبی می‌تواند سبب تغییر خلق و خو و ریتم شبانه‌روزی و به همین نسبت منجر به تغییر مقاومت در برابر بیماری (ایمنی) شود. نور همچنین به واسطه پوست می‌تواند روی حالت ایمنی اثر بگذارد. نور مرئی (400-700 nm) می‌تواند به لایه‌های بیرونی و غشایی پوست نفوذ کند و امکان دارد مستقیماً با سلول‌های سیار مسئول ایجاد مصونیت از اختلال برای حالت ایمنی، فعل و انفعالات داخلی داشته باشد.

1- Supra Chiasmatic Nucleus

۲- آمین اسید موجود در سیستم عصبی مرکزی

۳- هورمون عصبی تولید شده توسط هیپوتالاموس

۴- هورمونی که موجب ترشح شیره معده می‌شود.

۵- ترکیب دو یا چند آمین اسید

• واکنش ایمنی (مصونیت از بیماری)

در بسیاری موارد، سیستم ایمنی (مصونیت از بیماری) درگیر گلبول‌های سفید متنوع خون است که به طور هماهنگ با هم کار می‌کنند تا بدن را از وجود عوامل بیماری‌زای خارجی پاک کند. انواع سلول‌های اصلی درگیر واکنش ایمنی (ماکروفاژ) عبارتند از: گروه گلبول‌های سفید، سلول‌های کمکی T / سلول‌های محرک $CD4^+$ (T4)، سلول‌های کشنده طبیعی (NK)، سلول‌های B و ترشحات T / سلول‌های سمی $CD8^+$ (T8). کار ماکروفاژها این است که ابتدا عامل بیماری‌زای خارجی را شناسایی کرده و با پادتن فعل و انفعال داخلی انجام دهند. پادتن‌های اصلی را نیز می‌توان توسط دیگر سلول‌های موجود مثل سلول‌های شجری (درخت مانند) یا سلول‌های لنفاوی B شناسایی کرد.

سلول‌های کمکی T4، سلول‌های NK و سلول‌های B به پادتن حمله کرده و آن را نابود می‌کنند. سلول‌های ترشح‌کننده T8، واکنش ایمنی را بی‌اثر (خاموش) می‌کند. هنگامی که ماکروفاژها (یاخته بیگانه خوار درشت) یک مورد بیماری‌زا را بعنوان عامل خارجی می‌شناسند، پادتن را جذب و درون پتیده‌های پادتن، تولیدمثل غیرجنسی می‌کنند. تکه‌های این پتیده‌ها به مولکول‌های کمپلکس (MHC) بسته شده و روی سطح ماکروفاژها (یاخته بیگانه خوار درشت) نمایان می‌شوند.

اتصال پیچیده ماکروفاژها - پادتن - پتیده - MHC به گیرنده‌های روی سلول‌های T، اکنون سلول‌های راکد کمکی T4 را فعال می‌کند تا سیگنال‌های شیمیایی را که به عنوان لیمفوکین‌ها^۶ و سیتوکین‌ها^۷ شناخته شده‌اند، آزاد کنند. (شکل ۱-۲)

این مواد (پتیده‌ها) عوامل زیستی هستند که تکثیر، تفکیک و بلوغ انواع مختلف لنفاوی و سلول‌های جانبی را تنظیم می‌کند.

۶- Lymphokines: زیرمجموعه‌ای از سیتوکین‌ها که توسط یک نوع سلول ایمنی معروف بعنوان Lymphocyte تولید شده باشد.
۷- Cytokine: پروتئینی که توسط سلول‌های لنف که بعنوان واسطه بافت فعالیت می‌کند، آزاد شده و واکنش ایمنی را کنترل می‌کند.

• سیکوتین کنترل کننده واکنش ایمنی

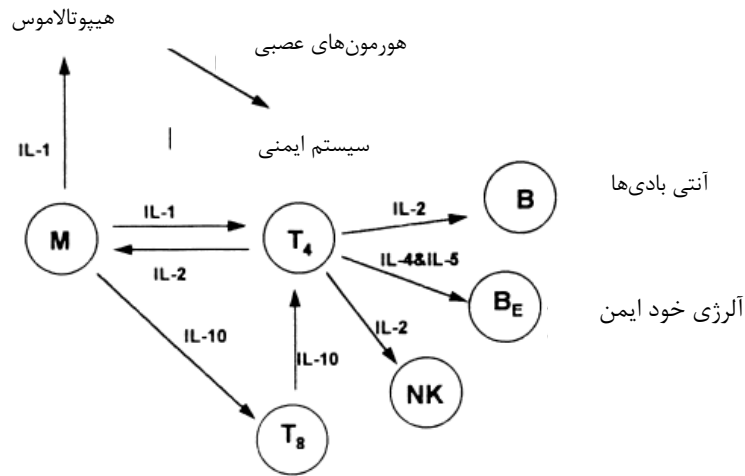
گروه مختلفی از سیکوتین/ایمفوکین واکنش ایمنی را مدوله می‌کند. ^۸ Interleukins، ۱ در میان ۱۳ (IL-1-13)، عوامل رشد (GM-CSF)، ^۹ Interferons (IFN- γ)، عامل مرگ نسوخ زنده غده (TNF) از آن میان هستند. آنها با تحریک یا سرکوب فعالیت سلول‌های ویژه ایمنی، همانطور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، وارد عمل می‌شوند. یکی از سیگنال‌های اصلی برای فعالیت واکنش ایمنی آزادسازی IL-1 توسط ماکروفاژها (یاخته بیگانه خوار درشت) می‌باشد. IL-1 سلول‌های T4 را فعال کرده و هیپوتالاموس را تحریک می‌کند. سلول‌های T4 فعال شده، IL-2 و γ Interferons (IFN-g)، را آزاد می‌کند، که این هم سبب القاء تکثیر سلول‌های NK و ماکروفاژها، که سلول‌های B را برای تولید آنتی بادی‌ها^{۱۰} القاء می‌کنند، و کاهش انرژی سلول‌های T8 می‌شود.

هنگامی که از یک عفونت باکتریایی یا ویروسی جلوگیری می‌شود، واکنش ایمنی از طریق آزادسازی سیکوتین IL-10 از ماکروفاژها (یاخته بیگانه خوار درشت)، که باعث تحریک سلول‌های متوقف کننده T8 و سرکوب عملکرد سلول‌های کمکی T، سلول‌های B و سلول‌های NK شده، تعطیل می‌گردد. اگرچه سلول‌های B می‌توانند توسط IL-2 و IFN- γ تحریک شوند تا آنتی بادی‌های ویژه در مقابل پادتن را بسازند، حضور IL-4 و IL-5 (پدیده تشدید) سلول‌های B را برای ساخت ایمنوگلوبین^{۱۱} E (IgE) به جای آنتی بادی‌ها القاء می‌کند. IgE درگیر حساسیت و واکنش‌های خود ایمنی است. تحریکات IL-4 ساخت IgE می‌تواند به واسطه حضور IFN- γ مسدود شود. در میان بسیاری از خواص آن، IL-6 در سلول T و تکثیر NK مهم است و تولید ایمنوگلوبین سلول B را تحریک می‌کند.

۸- گروهی از سیتوکین‌ها (مولکول‌های علامت‌ده پنهان شده) که اول توسط گلبول‌های سفید خون مبین ارتباطی، دیده شده‌اند.

۹- پروتئین‌های طبیعی تولید شده توسط سلول‌های ایمنی مهره‌داران در واکنش به مبارزه طلبی عامل خارجی مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها، انگل‌ها و سلول‌های غددی.

۱۰- پروتئینی در خون که به عامل عفونی واکنش نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱- سیکوتین/لیمفوکین واکنش ایمنی را کنترل می‌کند. ماکروفاژها (M) IL-1 آزاد کرده، آن هم سلول‌های T4 را فعال می‌کند و هیپوتالاموس را برای آزادسازی هورمون‌های عصبی تحریک می‌کند. سلول‌های T4 فعال شده، IL-2 و دیگر عوامل القاء تکثیر و تفکیک M و سلول‌های کشنده طبیعی NK را آزاد می‌کنند. IL-2 همچنین سلول‌های B را برای ساخت آنتیبادی‌های ویژه بر علیه پادتن حاضر هدایت می‌کند. می‌توان تنها با یک تعویض مکان با IL-4 و IL-5، اینک مستقیماً سلول‌های B را برای ساخت ایمنوگلوبین E و دیگر عوامل که منجر به حساسیت یا واکنش خود ایمنی می‌شود، هدایت کرد. IL-10 آزاد شده از M و T8، واکنش ایمنی را تعطیل می‌کند.

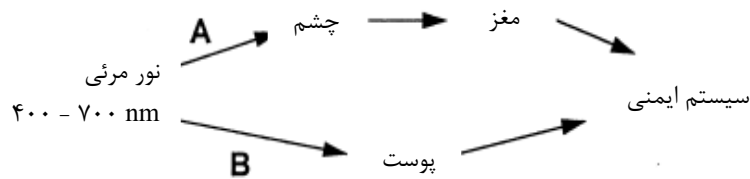
• ایمنی شناسی نوری

همه طول موج‌های نور، پتانسیل تغییر واکنش ایمنی را دارند. این مورد شامل تغییرات سالانه و شبانه‌روزی نور می‌شود. مدت زمان، شدت و طول موج نور به وضعیت مصونیت از اختلال (ایمنی) کمک می‌کند. تابش نور فرابنفش یونیزه یا غیر یونیزه (کمتر از 400 nm) باعث توقف عملکرد ایمنی می‌شود.

این یک واکنش پوست میانی می‌باشد. تابش مرئی ممکن است هم از طریق مکانیسم میان مغز - چشم و هم از طریق پوسته میانی روی سیستم ایمنی اثر بگذارد. (شکل ۲-۲)

طول موج‌های بالاتر از 400 nm می‌تواند به لایه‌های بیرونی و غشایی پوست نفوذ کند و مستقیماً با سلول‌های سیار مسئول ایجاد مصونیت از اختلال برای حالت ایمنی، فعل و انفعالات داخلی داشته باشد.

همچنین امکان وجود مکانیسم غیر مستقیمی که در گیر نوری با طول موج بالای ۴۰۰ nm منتقل شده از شبکه به مغز است، وجود دارد. تحریک نواحی خاصی مانند غده هیپوفیز، هیپوتالاموس و غده صنوبری باعث تولید مواد عصبی شیمیایی شده که می‌تواند مستقیماً عملکرد ایمنی را تغییر دهد. هر یک یا هر دو گذرگاه ممکن است در گیر باشد.



شکل ۲-۲- نور مرئی می‌تواند روی واکنش ایمنی میان چشم - مغز یا واکنش پوست میانی اثر بگذارد.

• واکنش پوست میانی

طول موج‌های نور در بین لایه‌های مختلف ناپیدای پوست همه پستانداران کوچک تا بزرگ انتقال می‌یابد. طول موج‌های بلندتر نور، عمق نفوذشان در پوست بیشتر است. کوتاه‌ترین طول موج‌های نور فرابنفش، قوی‌ترین واکنش ایمنی را باعث شده، در حالیکه واکنش پوست میانی به نور مرئی، ضعیف اما قابل درک است.

• تابش فرابنفش

تابش فرابنفش (UR^{12}) به سه بخش زیر تقسیم می‌شود:

۱- UV-C (۲۰۰-۲۹۰ nm)

۲- UV-B (۲۹۰-۳۱۵ nm)

۳- UV-A (۳۱۵-۴۰۰ nm)

بافت زنده در معرض تابش فرابنفش عملکرد ایمنی عادی را بوسیله واکنش پوست میانی تغییر می‌دهد. هر زیرگروه تابش فرابنفش (A، B و C) واکنش توقف‌سازی ایمنی را بوسیله مکانیسم دیگری تحریک می‌کند.

به طور کلی اثراتی که در انسان‌ها مشاهده شده عبارتند از:

- جلوگیری از آلرژی التهاب پوست در اثر تماس،

- جلوگیری از تعلل حساسیت شدید به تزریق پادتن،

- طولانی کردن زندگی پیوند پوستی و

- تحریک وضعیت غده حساس.

این انرژی تحریک شده پوستی ظاهراً از طریق سلول‌های جلوگیری‌کننده و فاکتورهای سرم ناشی می‌شود. تابش فرابنفش می‌تواند پادتن عامل بدست آمده از سلول‌های نانو پوستی لانگرهانس (LC)، وقفه توانایی‌شان برای فعالیت سلول‌های کمکی T4 را، تغییر دهد و این در حالی است که سلول‌های متوقف‌کننده T8 اجازه فعالیت دارند.

تابش فرابنفش می‌تواند شمار اجزای سلولی را افزایش دهد و در برخی موارد، ترشح ^{۱۳}Keratinocytes، عوامل متوقف‌کننده ایمنی را تحریک می‌کند.

Hersay متوجه شد که تابش فرابنفش شمار لنفاوی‌های کمکی T را کاهش (۱۳٪)، شمار لنفاوی‌های متوقف‌کننده T را افزایش (۲۹٪) و نسبت لنفاوی‌های کمکی T به لنفاوی‌های متوقف‌کننده T را کاهش (۳۲٪) می‌دهد.

تکثیر سلول T به IFN- γ و IL-2 نیازمند است و پس از پرتوتابی فرابنفش شمار اجزای سلولی را کاهش می‌دهد.

۱۳- مهمترین سلول روپوستی که ۹۰٪ سلول‌های پوستی را تشکیل می‌دهد.

• نور مرئی (۴۰۰-۷۰۰ nm)

بر اساس گزارشات قبلی، نور مرئی اثر مستقیم ناچیزی روی پوست میانی برای توقف واکنش ایمنی می‌گذارد. نور مرئی حتی در حضور عوامل زنده رنگی مانند ماده رنگرزی قرمز و رز بنگال، توقف حساسیت شدید تماسی با سلول‌های متوقف کننده T8 را ایجاد نمی‌کند. نوری که به طور مستقیم به پوست اعمال شده باشد، تغییر ریتم شبانه‌روزی و نیز تغییر واکنش ایمنی میان هورمونی و یا واکنش میان سیکوتین را نشان می‌دهد.

• اثرات نور مرئی روی انسان‌ها

همه هورمون‌های عصبی که در جدول ۱-۲ نشان داده شده‌اند، با نور مدوله شده و بر واکنش ایمنی اثر می‌گذارند. بنابراین امکان یک یا چند مکانیسم محیطی^{۱۴} Photoneuroendocrine بنیادی وجود دارد که بخش سیستم ایمنی را کنترل می‌کند. این مورد در برخی از مطالعات انسانی نشان داده شده است. ما و دیگران یافته‌های کمی اما بسیار پرمعنی در شمار لیمفوسیت‌های^{۱۵} جانبی تحریک شده به وسیله نور عبوری از چشم داریم.

۱۴- سیستم شبانه‌روزی Photoneuroendocrine مغز تشکیل شده از:

(a) گیرنده‌های ویژه در شبکه،

(b) مولد شبانه‌روزی واقع در جلوی مغز که شامل ژن‌های ساعت است،

(c) هسته‌های خاص جلوی مغز درگیر ترشح غدد عصبی، (d) غده صنوبری

۱۵- نوعی گویچه‌های سفید خون که یک هسته دارد (Lymphocyte).

جدول ۱-۲- انتقال دهنده‌های عصبی/هورمون‌ها با خواص دارویی (درمانی)

اثرات	انتقال دهنده عصبی/هورمون
افزاینده‌های ایمنی	
فعال‌سازی ماکروفاژها	پرولاکتین
تکثیر سلول‌های NK و تولید IL-2	
فعال‌سازی سنتز پادتن	هورمون رشد
فعال‌سازی ماکروفاژها و تولید IL-2	
تکثیر ماکروفاژها و سلول‌های B، NK و T	سوماتو استاتین
تکثیر ماکروفاژها و سلول‌های NK و T	Vasointestinal پروتئین
تکثیر ماکروفاژها و سلول‌های NK و T	ماده P
تکثیر سلول‌های NK	هورمون α محرک لکه‌های سیاه پوست
کاهش اجزای سلولی IL-1 و TFN- α	
افزایش اجزای سلولی IL-10	
فعال‌سازی سلول T	تیروکسین
فعال‌سازی ماکروفاژها و سلول T	β اندورفین
متوقف ساختن سلول‌های B	
القاء سلول‌های T، NK	استیلکولین
افزایش دهنده IFN- γ	
فعال‌سازی سلول‌های B، NK و T	ملاتونین
افزایش اجزای سلولی IL-2	
تکثیر سلول‌های T	سروتونین
القاء سلول‌های T، NK از طریق تحریک استیل کولین	دوپامین
ترویج IFN- γ	استروژن
فعال‌سازی واکنش خودایمن	
متوقف کننده‌های ایمنی	
معیوب کردن ماکروفاژها و سلول‌های N و T	کورتیزول/ACTH/CRH
مانع تولید پادتن	
مهار IL-4، Ig-E	
کاهش فعالیت واکنش ایمنی از طریق مدولاسیون	سروتونین
کورتیزول/ACTH/CRH	اپی نفرین/نوراپی نفرین
مانع شدن از IL-1، IL-2	
تضعیف عملکرد سیستم ایمنی از طریق افزایش تولید کورتیزول	تستوسترون

تکثیر سلول‌های T4 و T8 در واکنش به نور مرئی نیز بازتابی از تغییرات سالانه است. در این مطالعات، بیشترین اساس واکنش به نور مرئی، افزایش کوچک اما عمده‌ای در شمار لیمفوسیت‌های T بود. این نتیجه با آنچه که برای تابش فرابنفش روی انسان‌ها مشاهده شده، مغایرت دارد.

نور فرابنفش (۲۰۰-۴۰۰ nm) شمار لیمفوسیت‌های T4 را کاهش و شمار لیمفوسیت‌های T8 را افزایش و نسبت این دو را کاهش می‌دهد.

• واکنش ایمنی شبانه‌روزی

ریتم شبانه‌روزی اثر عمیقی روی واکنش‌پذیری ایمنی (مصونیت از بیماری) در انسان‌ها دارد. این مورد توسط Levi و Maestroni نوشته شده است. به طور خلاصه، واکنش ایمنی به پادتن ارائه شده هم به صورت کیفی و هم کمی، مشروط به مدت زمان واقع شدن در معرض آن تغییر می‌کند. بنابراین تکثیر و انتشار لیمفوسیت‌های T، B یا NK محیط خون در سرتاسر روز تغییر می‌کند.

واکنش لیمفوسیت T به پادتن و تکثیر این سلول‌ها در صبح بیشترین اثرپذیری را دارد. از سوی دیگر، بیشترین واکنش به پادتن، تکثیر و انتشار سلول‌های B در اوایل شب می‌باشد. همچنین به نظر می‌آید که افزایش حالت گیرنده‌های IL-2 و تکثیر سلول‌های NK در زمان اولیه بعد از ظهر اتفاق می‌افتد.

ترکیب mRNA^{۱۶} برای سلول‌های T در ساعت یک صبح، برای سلول‌های B در ساعت ده صبح و برای سلول‌های NK در ساعت هفت صبح به نقطه اوج می‌رسد. ریتم فصل‌ها در واکنش ایمنی در بسیاری از گونه‌ها ملاک قرار داده شده است. ایمنی (مصونیت از بیماری) سلول T در بیشتر گونه‌ها در فصل زمستان حتی زمانی که منابع نور طبیعی (دوره تناوب نور و تاریکی) ثابت نگه داشته شود، سبب ایجاد افسردگی می‌شود.

۱۶- RNA است که اطلاعات را از DNA هسته‌ها به مکان‌های ریبوزوم پروتئین ساخته شده در سلول منتقل می‌کند.

از سوی دیگر، همبستگی مستقیمی بین تغییرات واکنش ایمنی انسان‌ها در طول رفتار نور مرئی و فصل‌ها وجود دارد.

• نتیجه

در نتیجه نور سیستم ایمنی را هم از طریق چشم - مغز و هم از طریق واکنش‌های پوست تنظیم می‌کند. طول موج‌های بلندتر عمق نفوذ بیشتری در بافت‌های چشمی و پوستی دارند. پتانسیل (بالقوه بودن) توقف یا فعالیت واکنش ایمنی به طول موج بستگی دارد. نور همچنین تغییرات خاصی را در تولید ترشحات عصبی هورمون‌هایی که مستقیماً می‌تواند واکنش ایمنی را تنظیم کند، باعث می‌شود.

از آنجایی که نور روی فرایندهای ترشحات عصبی اثر می‌گذارد، طول موج، شدت و زمان نور محیط باید در طراحی و تفسیر آزمایشات ایمنی‌شناسی مورد ملاحظه قرار گیرد.

فصل سوم

مطالعه اثرات انواع سیستم‌های روشنایی

بر روی کودکان

گزارش بندهای او ۲ شرح خدمات



مطالعه بررسی اثرات سیستم‌های نوری مختلف روی بلوغ فیزیکی و وضعیت تحصیلی دانش‌آموزان ابتدایی، از جمله مطالعات انجام شده از سال ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۵ می‌باشد.

سلامتی دندان‌ها، رشد و بلوغ، دقت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تحت چهار نوع روشنایی (نور) آزمایش می‌شود:

a- لامپ‌های فلورسنت طیف کامل

b- لامپ‌های فلورسنت طیف کامل با مکمل نور فرابنفش

c- لامپ‌های فلورسنت سفید سرد

d- لامپ‌های بخار سدیم پرفشار

این مطالعه روی ۳۲۷ دانش‌آموز که کلاس چهارم را در سال تحصیلی ۸۷-۱۹۸۶ تمام کرده بودند، آغاز شد و از ابتدا تا اتمام آن به طور کامل دو سال طول کشید.

نتایج این دوره دو ساله نشان می‌دهد دانش‌آموزانی که تحت لامپ‌های فلورسنت طیف کامل با مکمل فرابنفش بودند، دندان‌های سوراخ شده کمتری و حضور در مدرسه، موفقیت، رشد و پیشرفت بهتری نسبت به دانش‌آموزان زیر نورهای دیگر دارند.

دانش‌آموزان تحت نور لامپ‌های بخار سدیم پرفشار دارای سرعت کندی از رشد و پیشرفت بوده و نیز دقت و موفقیت ناچیزی داشتند. با توجه به دستاوردهای این مطالعه استنتاج می‌شود که نورها اثرات غیر مرئی قابل توجهی روی دانش‌آموزانی که در کلاس‌ها به صورت منظم در معرض آنها هستند، دارند.

مندرجات ذیل بررسی اجمالی روی اثرات نور طبیعی، نور لامپ التهابی، نور لامپ فلورسنت و دیگر منابع نور شامل لامپ‌های بخار جیوه، متال‌هالید و بخار سدیم پرفشار روی موجودات زنده می‌باشد. همچنین ایجاد انواع روشنایی و سیستم‌های روشنایی با یک طراحی خوب مهم است.



نور خورشید به مراتب مهم‌ترین منبع نور و انرژی برای موجودات زنده است و شاید به طور تجربی به آن عنوان نور مستقیم یا نور آسمان گفته شود. بیشتر مردم بخشی از هر روز را تحت تأثیر نور خورشید می‌گذرانند. اگرچه، با شهری شدن نظام اجتماعی، مردم زمان کمتری را تحت نور خورشید و زمان بیشتری را تحت نورهای مصنوعی می‌گذرانند. محیط‌هایی که امروزه بخش‌های بیشتر و اصلی هر روزمان را می‌گذرانیم، با محیط طبیعی اجدادمان فاصله زیادی دارد.

ما به وسیله دیوارها، کف‌ها و سقف‌های پوشیده شده با رنگ‌هایی که به ندرت مشابه آن در طبیعت است، محاصره شده‌ایم. این رنگ‌ها معمولاً تحت سیستم‌های روشنایی بیشتر برای راندمان (بهره‌وری) سپس برای اثرات فیزیولوژی روی مردم طراحی شده است.

در واقع، سیستم‌های روشنایی مصنوعی تنها می‌تواند سطوح شدت روشنایی سپیده‌دم، یعنی سطوح روشنایی از ۲۰۰ تا ۱۵۰۰ لوکس در مقایسه با روشنایی محیط طبیعی در سپیده‌دم که از ۲۲۰۰ تا ۸۲۰۰ لوکس و در ظهر بالای ۱۰۰۰۰۰ لوکس است، را شبیه سازی کند.

Corth در مورد اهمیت عرض مختلف سطوح نور بین محیط‌های طبیعی و محیط‌های ساخته شده استدلال کرد. او بر این باور بود که محیط طبیعی اجداد اولیه ما بستر جنگل و نه دشت‌های باز بود. در محوطه‌های باز سطوح نور بین ۸۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ لوکس است ولی در منازل و محیط‌های داخلی از این میزان بسیار کمتر است.

همچنین بر این باور بود که کیفیت طیف نور در بستر جنگل زرد مایل به سبز بود که ترکیب طیف تابشی خورشید و پوشش گیاهی جنگل این نتیجه را به بار می‌آورد و نیز فهمید که اجدادمان در ابتدا مشغول به کار در بستر جنگل نزدیک خط استوا بودند و بعدها به سمت دشت‌های باز در شمال و جنوب خط استوا حرکت کردند. بنابراین نتیجه گرفت، رنگدانه‌های پوست تیره موضوعی پوشیده شده برای بقا بود که بیش از یک صافی در مقابل نور فرابنفش عمل می‌کند.



انسان‌ها پوشش جنگل را ترک و به زمین‌های باز در شمال و جنوب استوا و دور از ناحیه‌ای با نور فرابنفش قوی (در ناحیه‌ای که بدن برای مقابله با سرما پوشانیده می‌شود)، رفتند و رنگدانه‌ها به عنوان پاسخی برای نیاز به افزایش ویتامین D که به وسیله عملکرد نور فرابنفش روی پوست شکل می‌گیرد، کاهش می‌یابد. به دنبال این استدلال Corth دو اثر را پیش‌بینی کرد:

۱- از آنجایی که طیف نور لامپ‌های فلورسنت سفید سرد نزدیک نور زرد مایل به سبز رسیده به کف جنگل است، مردم از این نورها احساس رضایت بیشتری دارند.

۲- اگر کاهش رنگدانه‌های پوست به علت افزایش نیاز به نور فرابنفش به وجود آید، مردم با نژاد رنگی ساکن در آب و هوای شمالی بیش از مردم سفیدپوست (نژاد رنگی روشن) ممکن است به تحریک نور فرابنفش (یا مکمل ویتامین D) نیازمند باشند.

هیچ یک از منابع روشنایی مصنوعی، به درستی طیف کامل روشنایی خورشید را بازسازی نمی‌کنند. نورهای تابان غنی از نور قرمز و زرد هستند، اما انرژی نسبتاً کمی را در ناحیه سبز و آبی طیف تابش می‌کنند. بیشترین انرژی تابشی فلورسنت با نمود رنگ سفید سرد در باندهای سبز و زرد طیف، ناحیه‌ای که چشم‌ها حساسیت بیشتری دارند، تابش می‌شوند. در واقع همانطور که Thorington ثابت کرد، ناحیه زرد - سبز طیف، طول موج ۵۵۵ نانومتر است که واحد شار نوری (لومن) یا واحد استاندارد نور تعریف شده است. نورهای با طیف کامل بخش عمده‌ای از انرژی تابشی خود را در ناحیه آبی طیف گسیل می‌کنند. به علاوه درصد کمی از انرژی تابشی لامپ‌های فلورسنت ممکن است تا محدوده UV افت کند، از آنجا که حساسیت چشم به نور آبی نسبت به نور زرد و سبز کمتر است، اتاق‌هایی که با نور فلورسنت با طیف کامل روشن می‌شوند، ممکن است بعضی وقت‌ها روشنایی به طور تیره و تار مشاهده شود. نور با طیف کامل یک شاخص نمود رنگ (CRI) نسبتاً بالایی دارد که می‌تواند برای فرایند دیدن بسیار مهم باشد.

در این خصوص در سال ۱۹۶۹ Aston و Bellchainber لامپ‌های با بهره بالا (نظیر لامپ‌های فلورسنت سفید سرد) را با لامپ‌هایی که طیف متوازی نزدیک به نور طبیعی داشتند را مقایسه کردند. آنها در گزارش خود اعلام کردند که نتایج به وضوح نشان می‌دهد که لامپ‌های رنگی (لامپ‌های شبیه به نور طبیعی در



توزیع طیفی)، نه تنها کیفیت رنگ بهتری ایجاد می‌کنند بلکه یک وضوح بالاتری از دید را نسبت به آنچه که لامپ‌های با بهره بالا در همان میزان روشنایی انجام می‌دهند، فراهم می‌کنند.

در سال ۱۹۱۹ محققان دریافتند که نور خورشید کلیدی برای درمان نرمی استخوان است. بعداً کشف شد که نور مصنوعی هم در درمان نرمی استخوان مؤثر است و امروزه پذیرفته شده که تابش‌های فرابنفش (UV) دریافت شده از نور خورشید در ناحیه ۲۹۰ تا ۳۱۵ نانومتر گسترش ویتامین D در پوست را آغاز می‌کنند و ویتامین در پوست شکل می‌گیرد و دوزهای منظمی از ویتامین D می‌تواند از نرمی استخوان جلوگیری کند یا آن را درمان کند. در واقع، غنی کردن شیر با ویتامین D امری متداول است. با این وجود تحقیقات Neer و Wurtion نشان داد که در اثر تحریک UV، منابع غذایی ویتامین D به طور زیستی در شکل‌گیری ویتامین D در پوست، مؤثرتر هستند.

Ozaki و Wurmm به این حقیقت توجه داشتند که روشنایی لامپ بخار سدیم پرفشار باعث تولید رشد و توسعه غیر متعارفی در حیوانات شده است. آنها شواهدی ارائه دادند مبنی بر اثراتی که قرارگیری گسترده موش‌ها در برابر نور بخار سدیم پرفشار (HPSV¹) باعث تغییراتی در مشخصه رشد و پیشرفت آنها می‌شد. Hughes عنوان کرد که اگر پوست انسان تابش‌های خورشید را چه به صورت مستقیم و چه به صورت پراکنده برای دوره‌های طولانی دریافت کند، ممکن است در سیستم انسان اختلالات فیزیولوژیکی رخ دهد. این باور وجود دارد که کمبود ویتامین D، سیستم دفاعی بدن را سست و تشدید بیماری‌های مزمن را به دنبال دارد. Neer و Wurtman (در سال ۱۹۷۰) اظهار کردند که پاسخ‌های غیر بصری شبکیه‌ای به نور، تعدادی توابع هورمونی عصبی را که به نوبه خود مکانیسم‌هایی نظیر سن بلوغ، تخمک‌گذاری و تنوع گسترده‌ای از ریتم‌های روزانه را تنظیم می‌کنند، تحت تأثیر قرار می‌دهد. کمیته ملی فیزیکی‌دان‌ها، شیمی‌دان‌ها و داروسازان برای جامعه پزشکی روشن ساختند که «فوتون‌ها باید به عنوان دارو در نظر گرفته شوند» (Dowing در سال ۱۹۸۸) نتیجه گرفت که «هیچ ناحیه فعال جسمی و روحی ما وجود ندارد که تحت تأثیر نور خورشید نباشد». جسم ما به گونه‌ای طراحی شده که نور را در محدوده گسترده‌ای دریافت و

1- High Pressure Sodium Vapour



استفاده می‌کند. نور خورشید رسیده به چشم‌ها و سراسر پوست ما، به عنوان یک کنترل ماهرانه بر ما از تولد تا مرگ، از سر تا پا عمل می‌کند.

دانشمندان مطالعات بیشماری شامل استفاده از نور درمانی در درمان افزایش سطح غیر عادی هایپر بیلی‌روبین^۲ در خون بیان کردند. به عنوان یک جایگزین در تعویض انتقال، پرتودهی با نور (خصوصاً نور آبی در محدوده ۴۴۰ تا ۴۷۰ نانومتر) به طور مؤثری ثابت شده و به عنوان یک درمان استاندارد در بسیاری از بیمارستان‌ها در نظر گرفته شده است. Wurtman (در سال ۱۹۷۵) پیشنهاد کرد که نور با طیف کامل نسبت به نور آبی مؤثرتر است، چون منابع نور با طیف کامل، انرژی قابل توجهی متمرکز در ناحیه آبی دارند.

فواید تکمیلی مهیا شده از طریق لامپ‌های با طیف کامل، مشخصات وضوح رنگ قبلی لامپ‌های تکفام آبی را بهبود داده و به پرستاران اجازه می‌دهد که به راحتی تغییر رنگ پوست نوزادان را متوجه شوند.

East (۱۹۳۹) مطالعه‌ای را گزارش کرد که همبستگی بین ساعات سالانه نور خورشید و میزان بروز پوسیدگی دندان در ۹۴۳۳۷ پسر (سن ۱۲ تا ۱۴ سال) در ۲۴ ایالت آمریکا را ثابت می‌کرد.

Feller, Sharon و burney ارتباط بین نور فرابنفش مصنوعی و پیشرفت پوسیدگی دندان را پیدا کردند. آنها گزارش کردند که پوسیدگی دندان در موش‌های طلایی^۳ در معرض لامپ‌های فلورسنت^۴ vita-lite با خروجی UV قابل اندازه‌گیری نسبت به حیواناتی که در معرض نورهای فلورسنت معمولی هستند، یک پنجم است. به علاوه، غده جنسی، غده بزاقی زیر آرواره‌ای و وزن کلی بدن حیواناتی که تحت نور طبیعی شبیه سازی شده رشد یافته‌اند، بزرگتر است.

Zomkovo و krivitskaya (۱۹۶۶) نور فلورسنت را با لامپ‌های قهوه‌ای مایل به سرخ UV تقویت کرده و بچه‌های مدرسه را تحت آزمایش کنترل شده‌ای قرار دادند و موقعی که با گروه شاهد مقایسه شدند، گزارش

۲- Hyperbilirubinemia: سطح بالای غیرعادی بیلی‌روبین در خون.

۳- Hamster: پستاندار بسیار کوچکی به اندازه یک موش و از گروه جوندگان.

۴- vita-lite علامت ثبت شده تجاری شرکت سهامی Duro-test در شمال برجن (ایالتی در شمال شرقی ایالات متحده) می‌باشد.

کردند که در دانش‌آموزانی که پرتوهای نور UV را دریافت کردند، افزایش سطح توانایی کار، مقاومت در برابر خستگی، بهبود عملکرد تحصیلی، بهبود توانایی وضوح دیدن و افزایش وزن و رشد نشان داده شده است. Volkova (۱۹۶۷) اثرات مکمل‌های UV را در روشنایی عمومی در یک کارخانه مطالعه کرد و دریافت موقعی که یک گروه آزمایشی از بزرگسالان با گروه شاهد مقایسه شدند، کاهش نفوذپذیری مویرگ‌های پوست، افزایش فعالیت سلول سفید و کاهش عفونت‌های زکامی و سرماخوردگی را نشان می‌دادند. Wurtman (۱۹۶۸) نتیجه گرفت که نور اثرات بیولوژیکی دارد که برای سلامتی مهم است و برخی از این اثرات ممکن است به راحتی در آزمایشگاه‌های تجربی دوباره‌سازی شود و قابل اندازه‌گیری باشد. این گونه اثرات دو نوع هستند:

۱- اثراتی که غدد درون ریز افراد، هورمون‌ها و حالت متابولیک را به وسیله مقدار نور رسیده به شبکه تغییر می‌دهند.

۲- اثرات نور روی پوست مثل تولید ویتامین D، برنزه کردن پوست، تفکیک بیلوروبین^۵. Wurtman (۱۹۶۹) نور وارد شده به چشم انسان را به پاسخ‌های غدد صنوبری و ترشح هورمون ملاتونین ارتباط داد. این هورمون به نوبه خود بر عملکرد غدد دیگر، شاید به عنوان برآیند عمل مستقیم روی نواحی خاصی از مغز اثر دارد.

Wurtman و Weisd اثرات نور لامپ‌های فلورسنت سفید سرد و لامپ‌های طیف کامل vita-lite را روی یک گروه از موش‌های صحرایی مطالعه کردند. یافته‌های آنها این استدلال که روشنایی محیطی اثری دست‌کم در عملکرد برخی غدد عصبی درون ریز دارد را پشتیبانی می‌کند.

Thayer و Scott, Himmelfarb (۱۹۷۰) گزارش کردند که نور لامپ‌های vita-lite (طیف کامل) به صورت قابل توجهی تأثیر بیشتری در کشتن باکتری نسبت به نور لامپ‌های سفید سرد استاندارد دارد.

Downing (۱۹۸۸) شواهدی ارائه کرد که مقدار کمی تابش UV، باکتری‌ها و کپک‌ها را از بین می‌برد. یک سطح درخشندگی 10 W/cm^2 ، انرژی کافی برای کشتن گستره‌ای از باکتری‌ها، کپک‌ها و ویروس‌ها را در

۵- رنگریزه ناشی از تجزیه هموگلوبین

یک دقیقه دارد. هر چند به نظر می‌رسد که بخش‌های UV-A و UV-B لامپ‌های طیف کامل توانایی اثر ضد باکتری دارند، اما بیشترین اثر در باند طولی UV-C مخصوصاً در 270 ± 5 نانومتر رخ می‌دهد. گسیل طول موج‌های این باند ۱۰۰ بار مؤثرتر از طول موج‌های UV-A می‌باشد.

Neer (۱۹۷۱) به توصیف مطالعه‌ای پرداخت که شامل ساکنان سالمند مرد در پادگان ماساچوست چلسی و در معرض روشنایی فلورسنت با طیف کامل که دارای مقدار جزئی انرژی UV گسیلی بود، قرار داشتند. نتیجه این مطالعه این بود که مقدار نسبتاً کمی نور فرابنفش می‌تواند جذب کلسیم را در مردان سالمندی که در معرض نور خورشید قرار نمی‌گیرند و افرادی که رژیم غذایی مصرفی‌شان حاوی مقدار کمی ویتامین D است را القاء کند.

Jayson، Mass و Kleiber (۱۹۷۴) گزارش کردند که دانش‌آموزان در حال مطالعه تحت روشنایی فلورسنت با طیف کامل، کوچکترین کاهش در برهم‌آمیختگی سوسوزنی بحرانی (فرکانس متناوب محرک چشم که در آن سوسوزدن هم پیدا نیست) و افزایش تیزبینی را دارند.

دانش‌آموزانی که تحت روشنایی سفید سرد مطالعه می‌کنند نسبت به دانش‌آموزان در حال مطالعه تحت روشنایی طیف کامل رخوت و بی‌حالی بیشتری نشان می‌دادند.

Bickford (۱۹۸۱) گزارش کرد که درمان‌های مکرر با ترکیب گیاهی و UVA (۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر) در کنترل سوریازیس (داء‌الصدف) مؤثر است.

Davies (۱۹۸۵) مطالعه‌ای انجام داد مبنی بر اثرات محدودیت از نور UV (طول موج کمتر از ۳۸۰ نانومتر) روی ۹ مرد جوان داوطلب که در یک اتاق ایزوله به مدت ۱۰ هفته قرار گرفتند. نتیجه مطالعه بدین شرح بود:

فقدان قرارگیری در معرض نور خورشید فقط برای پنج یا شش هفته در مردان جوان سالم با رژیم غذایی عادی به دلیل جذب روده‌ای ناقص کلسیم و به طور فزاینده‌ای تعادل منفی کلسیم منجر به کاهش ذخایر کافی ویتامین D می‌شود، به هر حال جذب کلسیم ممکن است بعد از سه یا چهار هفته افت کند.

Sydoriak (۱۹۸۴) ارتباط بین انواع نورها و رنگ دیوار و فشار خون را دریافت کرد. در یک مطالعه مشابه، Grangaard (۱۹۹۳) ارتباط قابل توجهی بین رنگ و نور محیط و فشار خون منقبض و منبسط شونده متناوب دانش‌آموزان و رفتارهای غیر صحیح کاری را گزارش کرد.

Wurtman (۱۹۸۵) یکی از ویراستاران سالنامه علمی آکادمی نیویورک مطالعه‌ای در رابطه با اثرات بیولوژیکی و پزشکی نور انجام داد که شامل خلاصه‌ای از محدوده وسیع عمل نور روی پستانداران می‌شود. (جدول ۱-۳)

جدول ۱-۳- اثرات بیولوژیکی و پزشکی نور (Wurtman - ۱۹۸۵)

اثرات	مستقیم	غیر مستقیم
فیزیولوژیکی (وابسته به علم فیزیولوژی)	التهاب پوست تجمع رنگ‌دانه‌ها در بافت‌ها افزایش ضخامت پوست بیرونی ترکیب ویتامین D آمینواسید سطوح خون سیستم‌های ایمنی	بینایی فعال‌سازی تناسلی (مولد) جلوگیری از ترکیب ملاتونین
پاتولوژی (وابسته به آسیب‌شناسی)	داروهای پورفیرین حساس به نور خورشید و مواد سمی آسیب چشمی تولید سرطان	اثرات پزشکی و رفتاری با مشخصه‌های ضعیف
درمانی	Hyperbilirubinemia نرمی استخوان آسیب‌شناسی تداخل داروی نوری (سوربازیس و سرطان خون)	اختلال موثر فصلی (SAD) خستگی و افسردگی به سبب مسافرت بین نواحی عرض جغرافیایی

این مطالعه به منظور پاسخ به سوالات به شرح زیر که مربوط به دانش‌آموزان کلاس چهارم تا ششم می‌باشند، طراحی شده است:

- ۱- آیا انواع روشنایی در کلاس درس اثری بر پیشرفت پوسیدگی دندان‌ها دارد؟
- ۲- آیا انواع روشنایی در کلاس درس اثری بر میزان حضور در مدارس دارد؟
- ۳- آیا انواع روشنایی در کلاس درس اثری بر میزان موفقیت دارد؟
- ۴- آیا انواع روشنایی در کلاس درس اثری بر سلامتی و رشد عمومی دارد؟

• مکان‌های مطالعه

مکان ۱: مدرسه‌ای بود که با لامپ‌های بخارسدیم پرفشار (HPSV) به طور غیر مستقیم روشن شده بود. لامپ‌های بخار سدیم پرفشار نصب شده در تجهیزات ثابت غیر مستقیم در طول تمام کلاس‌های درس استفاده شده است. نور طبیعی از پنجره‌ها مشخصات رنگ این لامپ‌ها را تا حدودی تغییر می‌داد. در مجموع ۷۱ دانش‌آموز در مکان ۱ قرار داشتند.

مکان ۲: مدرسه‌ای بود که با لامپ‌های فلورسنت طیف کامل نصب شده در تجهیزات معمولی، روشن شده بود. لامپ‌های فلورسنت معمولی سفید سرد در این مدرسه با لامپ‌های vita-lite توزیع شده از طریق شرکت Duro-Test جایگزین شدند. ۳۷ دانش‌آموز در این مکان بودند.

مکان ۳ و ۵: مدرسه‌ای بودند که با لامپ‌های فلورسنت طیف کامل با ماوراءبنفش روشن شدند. لامپ‌های فلورسنت سفید سرد اصل در این مدرسه‌ها با لامپ‌های Vita-Lite ساخته شده توسط شرکت Duro-Test جایگزین شدند. مکان‌های ۳ و ۵ یک مجموعه کلی ۱۶۱ دانش‌آموزی را شامل می‌شود.

مکان ۴: مدرسه‌ای بود که با لامپ‌های فلورسنت سفید سرد روشن شده بود. در کل ۵۸ دانش‌آموز در مکان ۴ قرار داشتند.

• نور پردازی محیط‌ها

جدول ۲-۳ خلاصه‌ای از سطوح روشنایی و نور فرابنفش در هر مکانی را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۲- نورهای اندازه‌گیری شده در کلاس‌های درس

محدوده شدت روشنایی (Lux ^a)	UVC 280-315 nm (nW/cm ²)	UVB 280-315 nm (μW/cm ²)	UVA 315-400 nm (μW/cm ²)	مکان و نوع روشنایی
۲۵۰-۴۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۱	مکان ۱ لامپ‌های بخار سدیم پرفشار
۳۰۰-۹۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۱	مکان ۲ فلورسنت طیف کامل (با منع UV)
۲۸۰-۴۵۰	۰/۰۰	۰/۳۰	۷/۲۰	مکان ۳ فلورسنت طیف کامل (با مکمل UV)
۲۵۰-۴۵۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۸۷	مکان ۴ فلورسنت سفید-سرد
۲۲۰-۴۵۰	۰/۰۰	۰/۱۸	۵/۱۸	مکان ۵ فلورسنت طیف کامل (با مکمل UV)

یادآوری: میانگین‌ها از چندین شرکت‌کننده کلاس‌های درس در هر مدرسه‌ای گرفته می‌شود. اندازه‌ها در انتهای مطالعه گرفته می‌شود و بصورت بازتابی از کمترین سطح نوردهی فرابنفش در طول مطالعه می‌باشد.

a: اختلافات در خوانده‌های حد بالای محدوده، نتیجه مقادیر قابل توجه نور طبیعی ورودی به کلاس درس است. حد پایین محدوده، کمترین مقادیر نور موجود در کلاس‌های درس را بازتاب می‌کند و ممکن است بیانگر بیشترین تابش از سیستم روشنایی کلاس درس باشد.

• مباحث

این مطالعه شامل همه دانش‌آموزان چهار کلاس که در هر یک از مدارس در پایان سال تحصیلی ۸۷-۱۹۸۶ ثبت نام کردند (۷۱ نفر در مکان یک، ۳۷ نفر در مکان دو، ۴۸ نفر در مکان سه، ۵۹ نفر در مکان چهار، ۱۱۳ نفر در مکان پنج)، به استثنای دانش‌آموزانی که مدرسه را ترک کردند، می‌شود. این دانش‌آموزان بخاطر مطالعه تا آخر سال تحصیلی باقی ماندند. دانش‌آموزان ۴ کلاس در سال تحصیلی ۸۷-۱۹۸۶ به سه دلیل انتخاب شدند.

اول، این که گروه سنی این مطالعه همانند مطالعات گزارش شده توسط Hargreaves، Wohlfarth و Thompson می‌باشد.

دوم، دانش‌آموزان ابتدایی معمولاً برای بیشتر مدت روز در کلاس درس می‌مانند و به این دلیل نگهداری آنها زیر سیستم‌های روشنایی انتخاب‌شده برای دوره مطالعه آسانتر است.

سوم، دانش‌آموزان در این سن در آستانه یا در معرض دستخوش رشد فیزیکی قابل توجهی هستند. (مانند درآمدن دندان).

این دانش‌آموزان در مکان‌های مطالعه تا مرحله جمع‌آوری داده‌های نهایی باقی ماندند. هدف این بود که با آغاز مطالعه توسط همه دانش‌آموزان ۴ کلاس، در ماه ژوئن ۱۹۸۷ در هر مدرسه حداقل ۲۰ دانش‌آموز برای نتیجه‌گیری مطالعه باقی خواهند ماند. با وجود آنکه برخی دانش‌آموزان مدرسه را قبل از آزمون‌های پایان هر مطالعه ترک کردند، در مجموع ۲۳۳ دانش‌آموز در آخر این مطالعه باقی ماندند. (۴۳ نفر در مکان یک، ۳۴ نفر در مکان دو، ۴۲ نفر در مکان سه، ۴۶ نفر در مکان چهار، ۶۸ نفر در مکان پنج).

شماری از انواع مختلف داده‌ها از دانش‌آموزان شامل موارد زیر جمع‌آوری شد: سن، جنس، تغذیه، پیشینه، سطح فلئور موجود در آب آشامیدنی جامعه، سوابق دندان‌پزشکی، سوابق حضور در مدرسه، بهداشت عمومی و سوابق رشد و پیشرفت و سوابق موفقیت‌های تحصیلی.

میانگین سن همه دانش‌آموزان شرکت کننده در مطالعه ۱۲/۰۲ سال تا ۳۰ ژوئن ۱۹۸۹ بود. اختلاف سنی قابل توجهی در میان جمعیت‌های تحت مطالعه دیده نشد.

با توجه به جنسیت، زن‌ها ۴۷/۷٪ و مردها ۵۳/۳٪ درصد از جمعیت مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. داده‌های تغذیه‌ای برای سه هدف جمع‌آوری شده است:

- ۱- به عنوان نماینده‌ای در ایجاد قیاسی از جمعیت دانش‌آموزان در پنج مکان به کار می‌رود.
 - ۲- در تشخیص اینکه کمبودهای تغذیه ممکن است در پیشرفت پوسیدگی دندان اثر بگذارد و
 - ۳- در تشخیص اینکه کمبودهای تغذیه ممکن است در سلامتی کلی اثر بگذارد.
- یافته‌ها با توجه به مصرف روزانه قند، پروتئین و کالری در جدول ۳-۳ روی یک مکان به عنوان مکان مبنا و برای مجموعه‌ای از مکان‌ها دریافت‌کننده و دریافت‌نکننده مکمل‌های فرابنفش ارائه شده است. تفاوت‌های

ناچیزی در تغذیه روزانه دانش‌آموزان پنج مکان یا بین گروه دریافت‌کننده فرابنفش و گروه منع شده از نور فرابنفش یافت شده است.

از آنجایی که تفاوت‌های قابل توجهی در جنس، سن و تغذیه روزانه دانش‌آموزان در مکان‌های مختلف وجود ندارد، این نتیجه‌گیری تضمین می‌کند که دانش‌آموزان در پنج مکان قابل مقایسه هستند. یک استدلال این است که تفاوت‌های اساسی در عوامل فرهنگی یا اقتصادی - اجتماعی ممکن است در مصرف روزانه کالری یا نوع رژیم غذایی (به عنوان مثال تفاوت در مصرف پروتئین و یا قند) انعکاس پیدا کند.

شواهد فراوانی وجود دارد که افزودن مقدار کمی فلوئور در آب آشامیدنی یا استفاده موضعی فلوئور روی دندان‌های در حال رشد کودکان، به شدت باعث کاهش بروز پوسیدگی دندان‌ها می‌شود. اضافه کردن فلوئور را به آب آشامیدنی به محتوای ۰/۵ تا یک قسمت در یک میلیون قسمت، امری معمول است. منابع عمومی آب در همه مکان‌های تحت مطالعه در محدود ۱/۰ تا ۱/۱ قسمت در یک میلیون قسمت فلوئور تنظیم می‌شود.

• دندانپزشکی

دانش‌آموزانی که مقادیر ناچیزی از فرابنفش گسیل شده از لامپ‌های Vita-Lite (مکان ۵ و ۳) دریافت می‌کنند، به طور قابل توجهی پیشرفت پوسیدگی دندان‌شان از دانش‌آموزانی که تحت روشنایی محیط‌های دیگر هستند (مکان ۱ و ۲) کمتر است. دانش‌آموزان مکان ۴ (چراغانی شده با لامپ‌های فلورسنت سفید سرد) از مؤلفه‌های دندانپزشکی مطالعه کنار گذاشته شدند، هنگامی که متوجه شدند که درصد بالایی از این دانش‌آموزان دندان‌هایشان را در طول دوره این مطالعه پر و درزگیری کرده‌اند. چون دانش‌آموزان کمتری از مکان‌های دیگر سوراخ‌های دندان‌هایشان را پر کرده بودند (سوراخ‌های پر شده دندان به آسانی به وسیله آزمایشگران دندانپزشکی قابل تعیین است)، این نتایج هم مشمول و هم مستثنی از دانش‌آموزان با دندان‌های پر کرده می‌باشد. انتظار می‌رود که اثرات سودمند تابش فرابنفش هنگامی که مشمول دانش‌آموزان با دندان‌های پر کرده باشد، بهتر درک گردد.

جدول ۳-۳- تغذیه روزانه مصرفی

مکان	کالری‌ها	پروتئین (گرم)	قند (گرم)
مکان‌های اختصاصی			
مکان ۱	۱۷۷۲/۰	۵۹/۴	۱۰۷/۲
مکان ۲	۱۶۹۷/۴	۶۷/۴	۱۰۲/۹
مکان ۳	۱۶۴۲/۶	۶۱/۷	۱۰۱/۳
مکان ۴	۱۵۷۷/۳	۶۰/۷	۱۰۲/۹
مکان ۵	۱۷۳۶/۲	۶۳/۴	۱۰۶/۶
مکان‌های مرکب			
مکان‌های مکمل شده با UV	۱۶۸۹/۴	۶۲/۷	۱۰۳/۹
مکان‌های منع شده از UV	۱۶۶۲/۴	۶۲/۶	۱۰۴/۰

این نتایج در جدول ۳-۴ به همراه خلاصه‌ای از یافته‌ها به وسیله مقایسه مکان‌های دریافت‌کننده مکمل‌های فرابنفش با دیگر مکان‌هایی که مکمل‌های فرابنفش را دریافت نکرده‌اند، فراهم شده است. هنگامی که دانش‌آموزانی که دندانشان را پر کرده‌اند شامل این تحلیل شوند، دانش‌آموزان گروه تحت کنترل میانگین ۰/۵۹ خرابی دندان (یا ۹۵٪ خرابی سطحی) بیشتر از گروه تحت درمان فرابنفش داشته‌اند. هنگامی که دانش‌آموزانی که دندانشان را پر کرده‌اند از این تحلیل خارج گردند، گروه کنترل ۰/۷۹ خرابی دندان (۱/۳۶ خرابی سطحی) بیشتر از گروه تحت درمان فرابنفش دارند.

برگشت کامل (علائم بالینی پوسیدگی زود هنگام معاینات اولیه، قابل تشخیص در معاینات نهایی نیست) برای برخی سطوح دندان، مخصوصاً در گروه تحت درمان دریافت‌کننده مکمل‌های فرابنفش مشاهده شد. یافته‌ها از مکانی به مکانی دیگر راجع به کاهش پیشرفت پوسیدگی دندان به عنوان نتیجه‌ای از تابش فرابنفش می‌باشد و ظاهراً به وسیله رژیم غذایی خیلی مغذی و یا به وسیله سطوح فلوراید آب آشامیدنی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. همچنین، همه کودکان شرکت‌کننده در این مطالعه دسترسی یکسانی به محصولات بهداشتی پیش‌گیری‌کننده دندان داشتند و بیش از ۹۵٪ خمیردندان‌های موجود در بازار دارای فلوراید جزئی از ۱۲۵۰-۱۰۰۰ ppmf هستند.

بر اساس تحلیل‌های سوابق دندانپزشکی برای کودکان واقع در محیط‌های نوری مختلف آزمایش شده در این مطالعه، از این نتیجه که قرار گرفتن در معرض سطوح پایین نور فرابنفش پیشرفت پوسیدگی دندان را کاهش می‌دهد یا از آن جلوگیری می‌کند، پشتیبانی می‌شود.

جدول ۳-۴- اثرات مکمل‌های نور فرابنفش در توسعه پوسیدگی دندان‌ها

رشد افزایشی پوسیدگی در سال ۱۹۸۷-۸۹ (به جز دانش‌آموزان با دندان‌های پر کرده)		رشد افزایشی پوسیدگی در سال ۱۹۸۷-۸۹ (شامل دانش‌آموزان با دندان‌های پر کرده)		مکان
DEFT ^a	DEFS ^b	DEFT ^a	DEFS ^b	
توسط مکان				
۱/۷۲	۱/۳۰	۱/۴۵	۱/۱۳	مکان ۱ لامپ‌های بخار سدیم پرفشار
۱/۳۳	۰/۷۰	۱/۱۸	۰/۶۸	مکان ۲ فلورسنت طیف کامل (با منع UV)
۱/۱۴	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۴۲	مکان ۳ فلورسنت طیف کامل (با مکمل UV)
۱/۱۹	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۲۱	مکان ۵ فلورسنت طیف کامل (با مکمل UV)
توسط نوردهی نور فرابنفش				
۱/۵۳	۱/۰۰	۱/۳۲	۰/۹۱	میانگین گروه شاهد بدون نور فرابنفش
۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۳۲	میانگین گروه تحت درمان نور فرابنفش
<p>یادآوری: دانش‌آموزان مکان ۴ (لامپ‌های سفید سرد فاقد فرابنفش) از تحلیل داده‌ها حذف شدند هنگامی که متوجه شدند درصد بالایی از این دانش‌آموزان حین دوره مطالعه دندان‌هایشان را پر کرده‌اند. نتایج گزارش شده برای دانش‌آموزان هم شامل آن‌هایی که دندان‌هایشان را پر کرده‌اند و هم بدون آن‌ها گزارش شده است. دانش‌آموزانی که دندان‌هایشان را پر کرده‌اند تمایل دارند که اثر مکمل‌های فرابنفش روی دندان‌های درمان نشده را پنهان کنند.</p> <p>DEFT^a: دندان فاسد، خالی‌شده یا پر شده را معنی می‌دهد.</p> <p>DEFS^b: سطح فاسد، خالی‌شده یا پر شده را معنی می‌دهد.</p>				

• حضور در مدرسه

نتایج تحلیل‌های داده‌های حضور در مدرسه در جدول ۳-۵ آمده است. به تعدادی از تفاوت‌های قابل توجه در حضور در مدرسه اشاره می‌شود. در مکان ۲ (طیف کامل) و مکان ۳ و ۵ (طیف کامل با مکمل‌های فرابنفش) حضور در مدرسه به میزان قابل توجهی بهتر از مکان یک بوده است. این مقدار اختلاف ۳/۲ روز در سال

است. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غیبت ۳/۲ روز، حدوداً طول مدتی است که یک سرماخوردگی شدید بهبود یابد.

بر اساس تحلیل سوابق حضور در مدرسه روی بچه‌های واقع در محیط‌های نوری مختلف مورد آزمایش در این مطالعه، این نتیجه که نوع روشنایی روی میزان حضور در مدرسه اثر گذار است، بدست می‌آید.

• دستاورد و پیشرفت

سوابق پیشرفت تحصیلی به وسیله آزمون جامع کانادایی مهارت‌های مقدماتی توسعه یافتند. فرم ۵ (سطح ۱۰ برای کلاس ۴ و سطح ۱۲ برای کلاس ۶) شامل ۱۵ اندازه‌گیری بود: مجموع لغات یک زبان، روخوانی، تکلم (۴ آزمون و یک نمره)، کار مطالعه (۲ آزمون و یک نمره)، ریاضیات (۳ آزمون و یک نمره)، و یک نمره کلی. اغلب در بسیاری پروژه‌های تحقیقاتی لازم است که گروه‌های مطالعه طوری باشند که بتوان آنها را با هم تطبیق داد و یا به طور تصادفی تعیین‌شان کرد. همان طور که از دیدگاه (عقیده) کرلینگر (۱۹۶۴) تحلیل کوواریانس ما بین روش‌های آماری ارجحیت دارد. در این آزمون‌ها، تفاوت بین داده‌های تجربی نهایی، با در نظر گرفتن اندازه آن‌ها و مطابقتشان با تفاوت بین داده‌های اولیه اهمیت دارد. هرگوسن (۱۹۷۱) تحلیل کوواریانس را به عنوان «روش آماری و نه آزمایش»، می‌توان برای «کنترل» یا «تطبیق» اثرات یک یا چند متغیر کنترل نشده استفاده کرد. (در این‌جا منظور تغییر در پیشرفت امتیاز یا نمره امتحانات مقدماتی است)

هنگامی که تحلیل کوواریانس داده‌های گردآوری شده به وسیله آزمون مهارت‌های اساسی کانادایی در مطالعه را به کار بردند، تفاوت قابل توجهی فراتر از سطح ۰/۰۵، بین ۴ گروه شکل گرفته مبنی بر روشنایی کلاس درس، در بهره پیشرفت کلی ($F = ۱۱/۴۲۳$ و $P = ۰/۰۰۰$) و بهره زبانی ($F = ۴/۸۷۷$) و $P = ۰/۰۰۳$ ، کار مطالعه ($F = ۲/۸۲۶$ و $P = ۰/۰۴۰$) و ریاضیات ($F = ۵/۹۱۲$ و $P = ۰/۰۰۱$) یافت شد.

داده‌های خاص مکان با توجه به بهره کلی آزمون مهارت‌های مقدماتی کانادایی در جدول ۳-۵ به طور خلاصه آمده است. کمترین بهره پیشرفت در مکان ۱ یافت شد در حالیکه بیشترین بهره پیشرفت در مکان ۲، ۳ و ۵ یافت شد. بر اساس تحلیل سوابق پیشرفت کودکان واقع در محیط‌های مختلف نوری آزمایش شده در این مطالعه، می‌تواند این نتیجه بدست آید که نور بر میزان پیشرفت اثرگذار است.

جدول ۳-۵- اثرات انواع روشنایی روی میانگین تلاش، پیشرفت و ترقی

مکان	میزان تلاش (%)	بهبود ترقی ^a	بهبود قد ^b	بهبود وزن ^c	بهبود چربی بدن ^d
مکان ۱	۹۴/۳*	۱/۶۱	۱۰/۲*	۱۰/۲	۳/۴
مکان ۲	۹۶/۲	۲/۲۵	۱۲/۰	۱۰/۹	۷/۶
مکان ۳ و ۵	۹۵/۹	۱/۹۶	۱۲/۳	۱۱/۲	۳/۹
مکان ۴	۹۵/۹	۱/۸۸	۱۱/۹	۹/۶*	۰/۴*

a: بهبود اندازه‌گیری شده در رتبه کلاسی (۱/۸، بهره ۱/۸ رتبه کلاسی را در طول دوره مطالعه معنی می‌دهد).
b: بهبود اندازه‌گیری شده در سانتی‌متر است.
c: بهبود اندازه‌گیری شده در کیلوگرم است.
d: بهبود اندازه‌گیری شده در میلی‌متر است.
* تغییرات قابل توجه آماری، $P > 0/05$ بر اساس آزمون دو دامنه‌ای می‌باشد

• رشد فیزیکی

با توجه به جدول ۳-۵ می‌بینیم که کوچکترین بهره قدی در مکان ۱ (بخار سدیم پر فشار)، در حالی که بزرگترین بهره در مکان ۳ و ۵ (طیف کامل با مکمل‌های فرابنفش) وجود دارد و در واقع، بهره مکان ۱ به طور قابل توجهی کمتر از مکان ۳ و ۵ (طیف کامل با مکمل‌های فرابنفش) و مکان ۴ (سفید سرد) بود. از آنجایی که هر دو مکان در اجتماع یکسانی قرار گرفته‌اند و عوامل دیگر نیز کم و بیش یکسانند، احتمالاً نور می‌تواند عامل مشخصی در این مثال باشد. افزایش چربی بدن در طول دوره مطالعه، کمترین مقدار را در مکان ۴ و بیشترین مقدار را در مکان ۲ دارد. این تفاوت‌ها در جدول ۳-۵ نشان داده شده‌اند.

بر اساس تحلیل سوابق سلامت و رشد عمومی کودکان واقع در محیط‌های نوری مختلف تحت آزمایش در این مطالعه، این نتیجه که نور بر سلامت و رشد عمومی اثرگذار است را پشتیبانی می‌کند. بخصوص، تغییرات قابل توجهی در بهره‌وری، وزنی و چربی بدن یافت شد.

• نخستین قاعدگی

درصد نسبتاً کوچکی از جمعیت کل زنان مورد مطالعه، در طول دوره مطالعه به نخستین قاعدگی رسیدند (درصد ۱۷/۸). اگرچه این توزیع کاملاً یکنواخت نبود. به منظور داشتن انتظاری از تعداد دخترانی که به آغاز نخستین قاعدگی می‌رسند، نتایج مطالعه کامل دختران در سال ۱۸۲۹ توسط انما آدمونتون بهداشت تهیه گردید. جدول ۳-۶ اطلاعات جمع‌آوری شده در این مطالعه را در مقایسه با مطالعه دختران در سال ۱۸۲۹ آورده است. از نظر آماری، تغییرات قابل توجهی توسط آزمون «چی‌دو» (آزمون کای به توان ۲) تعیین شد. توضیح افزایش میزان بروز نخستین قاعدگی پیش‌بینی شده در مکان ۲ (طیف کامل) و در مکان ۳ و ۵ (طیف کامل با مکمل‌های فرابنفش) و کاهش میزان بروز نخستین قاعدگی پیش‌بینی شده در مکان ۱ بسیار دشوار بود. عامل مشترک برای همه این مکان‌ها نور است بطوری‌که میزان بروز بالاتر نخستین قاعدگی را در مدارس روشن شده با لامپ‌های طیف کامل vita-lite (غنی از نور آبی) و میزان بروز پایین‌تر نخستین قاعدگی را در مدارس روشن شده با لامپ‌های بخار سدیم پرفشار (کمبود نور آبی) پدید می‌آورد. بر اساس تحلیل سوابق سلامت و رشد دختران در معرض محیط‌های مختلف نوری آزمایش شده در این مطالعه، اختلاف‌های قابل توجهی در سن شروع قاعدگی می‌یابیم.

جدول ۳-۶- بروز رسیدن به شروع قاعدگی در دختران

مکان	تعداد دختران	تعداد رسیده‌ها به شروع قاعدگی	میانگین سن شروع قاعدگی	احتمال پیش‌بینی شده (درصد)	درصد واقعی رسیدن به قاعدگی
مکان ۱	۱۷	۲	۱۱/۷۶۳	۲۱/۸	۱۱/۸*
مکان ۲	۱۵	۷	۱۱/۷۲۹	۲۱/۰	۴۶/۷*
مکان ۳ و ۵	۷۳	۱۲	۱۱/۰۶۹	۹/۵	۱۶/۴*
مکان ۴	۳۰	۳	۱۱/۲۳۸	۱۱/۸	۱۰/۰
نتایج	۱۳۵	۲۴	۱۱/۳۴۰	۱۳/۵	۱۷/۸

یادآوری: احتمال بر اساس مطالعه گزارش شده ۱۸۲۹ دختر توسط انجمن بهداشت آدمونتون می‌باشد.
* تغییرات قابل توجه از نظر آماری، مبنی بر آزمون چي دو است.

• تشریح مطالب

مطالعه بررسی اثرات غیر بصری انواع مختلف نور روی دانش‌آموزان بالغ بر یک دوره دو ساله پیش رفت. شماری از یافته‌های قابل توجه این مطالعه به صورت فهرستی در جدول ۳-۷ خلاصه شده است. بدون قضاوت کردن راجع به ارزش یافته‌ها (یعنی بد یا خوب بودن)، دو نشانه برای وصف داده‌ها، علامت (-) برای نشان دادن کوچکترین اندازه‌های قابل توجه و علامت (+) برای نشان دادن بزرگترین اندازه‌های قابل توجه، در جدول ۳-۷ استفاده می‌شود و هنگامی که یافته‌ها ناچیزند جای خالی گذاشته می‌شود. این نوع دید غیر ارزیابی، به ویژه هنگام مشاهده یافته‌هایی راجع به شروع قاعدگی و بهبود چربی بدن باید در فرمان حفظ شود. از آنجایی که دانش‌آموزان مکان ۳ و ۵ (طیف کامل با مکمل‌های فرابنفش) و مکان ۲ (طیف کامل) به طور قابل توجهی بهتر از سایر مکان‌ها از لحاظ بزرگترین شمار اندازه‌ها بودند، به نظر می‌آید دارای سیستم نوری برتر باشند. باید متذکر شویم که دانش‌آموزان مکان ۱ (بخار سدیم پر فشار) به طور قابل توجهی در تمام اندازه‌گیری‌ها، کمترین مقدار ارزیابی را داشتند.

از شواهد خلاصه شده در جدول ۳-۷ این نتیجه که انواع مختلف روشنایی اثرات متفاوتی روی سوابق دندان‌پزشکی، سوابق رشد و بلوغ، سوابق پیشرفت تحصیلی و سوابق حضور در مدرسه دانش‌آموزان هنگامی که بیش از یک دوره دو ساله بررسی شدند، حاصل می‌شود. از یافته‌های خلاصه شده در جدول ۳-۷ به خوبی درمی‌یابیم که مکمل‌های فرابنفش عهده‌دار تفاوت پیشرفت بروز پوسیدگی دندان بوده و این اثر ممکن است به القاء تولید ویتامین D در پوست بعنوان نتیجه تابش UV-B مرتبط باشد. بهبود حضور در مدرسه (که شاید بازتابی از تندرستی باشد) نیز علاوه بر تأثیر ویتامین D، ممکن است به اثرات باکتری‌کشی نور فرابنفش هم مرتبط باشد. شروع قاعدگی به نظر می‌آید بیش از هر چیزی به رنگ یا طیف نور مرئی وابسته باشد. بیش از حد انتظار، بروز پدیده‌ها در مدارس دارای طیف نور کامل رخ می‌دهد (یعنی با افزایش نور آبی) و بالعکس در مکان‌هایی با نور زرد - نارنجی (نزدیک به تکرنگ) بروز پدیده‌ها کمتر از حد انتظار است. در واقع، دانش‌آموزان زیر نور معمولی با آبی افزوده شده بالاترین امتیاز افزایش قد، ترقی و حضور در مدرسه را دارا هستند و دانش‌آموزان تحت نور بخار سدیم پر فشار کمترین امتیاز را کسب می‌کنند.

هر مطالعه‌ای تلاش می‌کند که به برخی سؤالات پاسخ دهد و برخی اطلاعات جدید را تهیه می‌کند. اما اغلب اطلاعات جدید به تعیین نواحی دیگری برای مطالعه نیاز دارد که این مطالعه نیز یکی از این موارد است. بر اساس این مطالعه و دیگر تحقیقات گزارش شده در سایر مستندات، استنباط می‌شود که کلاس‌های درس حاوی مقادیری از نور فرابنفش در کاهش پوسیدگی دندان بچه‌های کلاس ۵ و ۶ اثر دارد. همچنین به تأثیر رنگ نور مرئی کلاس درس روی میزان رشد و توسعه کودکان با شک و تردید برخورد می‌شود. متأسفانه، هنوز به اندازه کافی راجع به خطرات وابسته به سیستم روشنایی اطلاعات موجود نیست. مهمتر از همه، از مرز بین خطرات و منافع قرارگیری در معرض نور فرابنفش اطلاعی در دست نیست.

این مطالعه نشان داد که اثر غیر بصری سیستم‌های روشنایی روی مردم خنثی نیست. نتیجه‌ای دیگر این است که نور طبیعی در پیشرفت و بهزیستی مردم اهمیت دارد و نگاه‌داشتن مردم تنها زیر نورهای مصنوعی، پیشرفت و بهزیستی را تغییر می‌دهد.

جدول ۳-۷- خلاصه‌ای از یافته‌های قابل توجه مقایسه شده بین انواع مختلف روشنایی

مکان ۵/۳ طیف کامل با مکمل‌های فرابنفش (FS+UV)	مکان ۲ طیف کامل (FS)	مکان ۴ سفید سرد (CW)	مکان ۱ بخارسدیم پرفشار (HPSV)	عامل مورد بررسی
مشخصات سیستم روشنایی				
نور روز (ماییل به آبی + فرابنفش)	نور روز (ماییل به آبی)	زرد - سبز	طلایی (زرد - نارنجی)	مشخصات رنگ غالب منبع نور
۵۵۰۰	۵۵۰۰	۴۲۵۰	۲۱۰۰	دمای رنگ ^a (K) (نور روز - خورشید و آسمان بیش از ۵۰۰۰ درجه کلوین)
۹۱	۹۱	۶۲	۲۱	شاخص وضوح رنگ (نور روز طبیعی - ۱۰۰)
اثرات غیر بصری روی دانش‌آموزان				
+	-	na ^b	-	کاهش توسعه پوسیدگی دندان
+	+		-	میزان حضور در مدرسه
+	+		-	شروع اولین قاعدگی
+		+	-	افزایش قد
+		-		افزایش وزن
+	+	-	+	بهبود چربی خون
+	+	+	-	پیشرفت تحصیلی ^c
<p>a- کشور تورینگتن (۱۹۸۵)</p> <p>b- هنگامی که فهمیدند دانش‌آموزان مکان ۴ دندان‌هایشان را پر کرده‌اند، از داده‌های دندانپزشکی حذف شدند.</p> <p>c- پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مکان ۲ به طور قابل توجهی بیشتر از سایر مکان‌ها است و این در حالی است که این مورد در مکان ۳، ۵ و ۴ بهتر از مکان ۱ است.</p>				

فصل چهارم
مطالعات تکمیلی اثرات انواع
سیستم‌های روشنایی بر انسان
گزارش بندهای او ۲ شرح خدمات

• مقدمه

مانند غذا و آب، بدن از نور در انواع فرایندهای متابولیکی استفاده می‌کند. چشم انسان، پنجره‌ای به جهان بیرونی است، جایی که نور در شبکه نفوذ می‌کند و عملکردهای بیولوژیکی ضروری را تحریک می‌کند مانند عملکردهای وابسته به غدد. چشم انسان نور شناخته شده به عنوان طیف مرئی، که در محدوده ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است، را می‌بیند. نور طبیعی به رنگهایی که برای سلامتی و رفاه ما ضروری هستند تقسیم شده است. درک ما از رنگها، مثل یک روز زمستانی تیره یا تحت نور مصنوعی ضعیف، می‌تواند روی خلق و خو و انرژی ما تأثیرگذار باشد. در زمستان ما همواره انرژی کمتری داریم در حالی که در بهار سرزنده هستیم. برای بسیاری از افراد این نوسانات اخلاقی شدید هستند.

نور وارد چشمان شما می‌شود و اثرات نمایانی روی هیپوتالاموس، غده صنوبری، غده هیپوفیز و غده ترشحی بدن شما دارد. نورهای نزدیک به انرژی طیف کامل خورشید، تحریکات غدد و شادی و سلامتی شما را حفظ می‌کنند. نبود نور ممکن است شما را بیمار کند.

گیاهان، حیوانات، جسم انسان همه نیازمند طیف نور متعادل شده طبیعی هستند. مطالعه علمی اینکه چگونه نور روی موجودات زنده اثر می‌گذارد در اوایل سال ۱۹۶۰ در زمان دکتر جان پیشگام در طیف کامل نور و سپس از طریق عکاسی و فیلم رشد گیاهان گل‌دار آغاز شد.

دکتر Ott تأثیر رنگ نور را روی رشد و پیشرفت گیاهان کشف کرد. همچنین فهمید که تحریفات قابل توجهی در رنگ موجود در روشنایی معمولی داخلی، به طور مؤثری می‌تواند رشد عادی و چرخه‌های تولید مثل گیاهان را تغییر دهد. تأثیر روشنایی داخلی روی گیاهان، Ott را به این فکر واداشت که نور چه اثری روی انسانها و حیوانات می‌گذارد؟ در سالهای اخیر، دانش جدید فتوبیولوژی جوابهای مهمی را یافته که برخی از آنها عبارتند از:

۱- روشنایی داخلی می‌تواند شما را خسته کند.

در سال ۱۹۸۰ دکتر آلفرد و یک پروفسور طب روحی زیستی، نتیجه مطالعه‌ای در مؤسسه ملی سلامت روان منتشر کردند که چگونگی عملکرد ریتم زیستی انسان را در انواع مختلف نور نشان می‌داد. بدن ما در یک سیکل ۲۴ ساعته که با نور درخشان خورشید کنترل می‌شود، بسیار مجزا عمل می‌کند. هنگامی که نور وارد چشم ما می‌شود، هر سلول در بدن ما را با تحریک غده صنوبری تحت تأثیر قرار می‌دهد. غده صنوبری هورمون‌های قدرتمند سروتونین^۶ و ملاتونین^۷ را تولید می‌کند.

نور درخشان سطح سروتونین را در طول روز بالا می‌برد تا هوشیاری شما حفظ شود و پرنرژی باشید، در حالی که تاریکی شب برای کمک به خواب شما تولید ملاتونین را زیاد می‌کند.

هنگامی که زمین در حال تاریک شدن است، مغز هورمونی را که باعث خواب‌آلودگی می‌شود، تولید می‌کند. این مطالعه نشان می‌دهد که غده صنوبری روشنایی داخلی معمولی را که فاقد طیف کامل طبیعی است، به عنوان تاریکی برداشت می‌کند و این خود دلیل بروز احساس افسردگی و کسالت در افرادی است که تمام طول روز در خانه هستند.

۲- نور (روشنایی) صحیح بهره‌وری در محل کار را افزایش می‌دهد.

شرکتهایی که از نورهای فلورسنت با طیف نور طبیعی استفاده می‌کنند، غیبت، تصادف، میزان خطای کمتر و بهره‌وری بالاتری را گزارش کرده‌اند. در نوردرمانی، تحقیق شده که طیف روشنایی طبیعی در محیط کار، به طور قابل توجهی استرس و شمار غیبت به علت بیماری را کاهش می‌دهد.

۱- هورمونی ضروری و انتقال‌دهنده عصبی مشتق شده از آمینو اسید تریپتوفان (tryptophan)، پیش‌ماده هورمون ملاتونین.

۲- هورمونی است که به وسیله غده صنوبری به تناسب قرارگیری بدن در برابر نور ترشح می‌شود و برای تنظیم ریتم بیولوژیکی (خواب، خلق و خو، بلوغ جنسی و سیکل‌های قاعدگی) ضروری است.

۳- شکل مشخصی از افسردگی به وسیله کمبود نور طبیعی ایجاد می‌شود.

نرخ بالایی از تجربه افسردگی مردم در فصل زمستان در سال‌های اخیر به تحریک ناکافی نور مربوط شده است. در سال ۱۹۸۴ انجمن پزشکی امریکا رسماً به شکلی از افسردگی به نام اختلال‌های مؤثر فصلی (SAD^h) معترف شد. در اواخر پاییز و زمستان هنگامی که مردم در معرض نور کمتری در فضای باز هستند، اختلال مؤثر فصلی با افسردگی، تمایل و اشتیاق به خواب بیشتر و کربوهیدرات‌ها، کمبود انرژی، تغییر حالات و تغییر در عادات غذایی یا خواب همراه می‌شود. یک نسخه درمانی معمول برای (اختلال‌های مؤثر فصلی) قرارگیری در معرض سطوح بالای طیف روشنایی طبیعی می‌باشد، چرا که شدت نور لازم برای شبیه‌سازی تولید سروتونین در بدن را تأمین کند.

۴- نور ناصحیح ممکن است در توانایی یادگیری مداخله کند.

درست مثل یک عادت غذایی نامناسب که ممکن است باعث سوء تغذیه شود، یک عادت نوری نامناسب نیز ممکن است باعث سوء روشنایی (Malillumination) شود. روشنایی با طیف کامل آن‌قدر ضروری است که به نظر می‌رسد نور بخشی از نیازهای تغذیه‌ای بدن باشد. طولانی شدن مدت قرارگیری در معرض نور معمولی ممکن است کودکان را بیش فعال ساخته و در توانایی یادگیری آن‌ها تأثیر بگذارد.

فتوبیولوژیست جان اوت، در فلوریدا آزمایشی به شرح زیر انجام داد:

او لامپ‌های فلورسنت با نور سفید سرد را در کلاس‌های درس ابتدایی با روشنایی با طیف کامل جایگزین کرد. دوربین‌ها به مرور زمان به طور پنهانی، دنباله‌های تصادفی را از دانش‌آموزان و معلمان در کلاس‌های درس ثبت کردند. در برخی دانش‌آموزان تحت روشنایی فلورسنت سفید سرد، بیش‌فعالی، خستگی، زودرنجی (تحریک‌پذیری) و کمبود توجه نمایان شد.

در کلاس‌های درس با روشنایی با طیف کامل، رفتار و عملکرد کلاس درس، همچنین پیشرفت کلی تحصیلی در حدود یک ماه پس از نصب چراغ‌های جدید بطور محسوسی بهبود پیدا کرد. چندین کودک دارای مشکلات یادگیری و مسائل بیش‌فعالی مفرط بطور شگفت‌انگیزی آرام شدند و بنظر می‌رسد هنگامی که آنها در کلاس‌های درس با روشنایی با طیف کامل قرار دارند، بر برخی از مشکلات یادگیری و خواندن غلبه می‌کنند.

چگونگی و میزان قرارگیری در معرض نور می‌تواند به سلامتی ضربه بزند. قرارگیری در معرض نور مصنوعی با عوامل زیر در ارتباط است:

- ۱- کاهش جذب کلسیم
- ۲- افزایش خستگی
- ۳- کاهش تیزبینی
- ۴- تغییرات در ضربان قلب
- ۵- الگوی موج فشار خون مغز
- ۶- ترشحات هورمونی و میزان گردش طبیعی در بدن

برخی مطالعات نشان می‌دهد که قرارگیری در نور مصنوعی می‌تواند منجر به کاهش میزان دقت (توجه) و مشکلات یادگیری در کودکان شود. روشنایی با طیف کامل شامل توازن رنگ یکنواخت مثل نور خورشید طبیعی است.

داشتن یک منبع روشنایی طبیعی در محیط‌های متنوع مهم است، مخصوصاً در محل کار که روشنایی مصنوعی و ساعت‌های طولانی کار با کامپیوتر می‌تواند سلامتی را به خطر بیندازد.

روشنایی با طیف کامل به دقت رنگ‌های موجود در نور طبیعی را شبیه‌سازی کرده و از این جهت طیف کامل نامیده می‌شود، به علاوه منابع روشنایی با طیف کامل دارای شدت نور خروجی بیشتری نسبت به لامپ‌های التهابی هستند

• ویتامین و نور

در کتاب «مگا - مواد مغذی برای اعصاب شما» نوشته Hembold نشان داده شده نور با طیف کامل که به چشم وارد می‌شود، مغز را تحریک و جذب و استفاده از مواد مغذی خاص را راحت می‌کند. وقتی که برخی از باندهای انرژی در طیف نور وجود نداشته باشند، ویتامین‌ها و مواد معدنی مشخصی بصورت نامناسب جذب و استفاده می‌شوند.

• نور درمانی

نور درمانی عبارت است از قرارگیری در معرض نور روز و یا استفاده از طول موجهای خاصی از لیزرها، LED ها، لامپهای فلورسنت، لامپهای دورنگ نما (هالوژن) یا بسیار روشن، نور طیف کامل برای مدت زمان معین و در برخی موارد در زمان خاصی از روز نور. نور درمانی برای پوست جهت درمان آکنه و یرقان در نوزادان بکار می‌رود. درمان با نوری که به شبکه چشم برخورد می‌کند برای درمان اختلالات چرخه شبانه‌روزی استفاده می‌شود، مثل تأخیر در علایم (سندرم) انتقال فاز. نور زیاد به چشم، برای درمان اختلالات مؤثر فصلی و همچنین اختلالات غیرفصلی مربوط به روانپزشکی بکار می‌رود.

۱- جوش‌های سرسباه و آکنه

نور خورشید از مدت‌های طولانی برای بهبود آکنه شناخته شده بود و تصور می‌شد که این به علت اثرات ضد باکتریال و دیگر اثرات طیف ماورای بنفش باشد، که به علت احتمال آسیب پوست در دراز مدت نمی‌تواند به عنوان یک روش درمان مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، اشعه UV مصنوعی و ساختگی به خوبی نور روز عمل نمی‌کند. تشخیص داده شده که در برخی موارد نور بنفش مرئی موجود در نور خورشید در محدوده ۴۲۰ - ۴۰۵ نانومتر،^۹ porphyrin موجود در آکنه‌های^{۱۰} propionibacterium را فعال می‌کند که با آزاد

۴- مواد موجود در ماده اصلی جسم سلولی گیاهان و حیوانات

۵- نوعی باکتری موجود در فرآورده های شیری

کردن واحد اکسیژن به باکتری‌ها آسیب می‌رساند و در نهایت آنها را می‌کشد. نهایتاً ۳۲۰ ژول بر سانتی‌متر مربع از نور سراسر این محدوده به باکتری غیر ماندنی تحویل داده می‌شود.

۲- داء‌الصدف (سوریازیس^{۱۱}) و اگزما

یک ویژگی سوریازیس التهاب محلی به واسطه سیستم ایمنی است. اشعه ماوراء بنفش برای سرکوب سیستم ایمنی بدن و کاهش پاسخ‌های (واکنش‌های) التهابی شناخته شده است. جهت نوردرمانی برای وضعیت پوستی شبیه سوریازیس یا اگزما، از امواج نور UVA (باند طول موجی ۳۱۵ - ۴۰۰ nm) یا UVB (باند طول موجی ۳۱۵ - ۲۸۰ nm) استفاده می‌شود. UVA ترکیب شده با یک داروی خوراکی به عنوان درمان PUVA شناخته شده است. باند باریک UVB طول موج ۳۱۰ نانومتر است و به عنوان یک روش نوردرمانی به جای طیف کامل UVB داده شده است.

۳- برنزه کردن پوست^{۱۲}

برنزه شدن پوست توسط اثرات دو طیف مختلف اشعه ماوراء بنفش ایجاد می‌شود: UVA و UVB.

۴- بهبود زخم

استفاده از نور درمانی برای بهبود (درمان) زخم‌ها پیشنهاد شده است.

۵- اختلالات خواب ریتم شبانه روزی مزمن^{۱۳} (CRSD)

در مدیریت اختلالات چرخه شبانه‌روزی مانند تأخیر سندروم فاز خواب^{۱۴} زمان قرارگیری در برابر نور حیاتی و مهم است. برای DSPPS، نور باید به محض بیداری خود به خودی مهیا باشد که امکان دستیابی به اثرات مورد نظر، همانگونه که توسط منحنی واکنش فاز برای نور در انسان‌ها نشان داده شده است.

۶- Psoriasis: بیماری پوستی مزمن که توسط تکه‌های فلس مانند قرمز روی پوست مشخص می‌شود.

۷- Tanning

10- circadian rhythm sleep disorder

برخی از کاربران گزارش کرده‌اند که با نورهایی که کمی قبل از بیداری روشن می‌شوند، احساس بهتری دارند (شبیه‌سازی سحرگاه). استفاده از نور صبح ممکن است همچنین بر روی سندرم خواب - بیداری غیر ۲۴ ساعته مؤثر باشد، درحالی که استفاده از نور عصر برای سندرم فاز خواب پیشرفته پیشنهاد می‌شود.

- **CRSD مکانی:** نوردرمانی برای افراد در شیفت کاری و برای خستگی ناشی از رفت و آمد میان مناطق در فواصل زمانی (jet lag) تست شده است.

۷- زردی نوزادان

نوردرمانی برای درمان مواردی از زردی نوزادان، از طریق تبدیل به ایزومر بیلوروبین و در نتیجه تبدیل به ترکیباتی که نوزاد می‌تواند از طریق ادرار و مدفوع آن را دفع کند، استفاده می‌شود.

۸- بیماری پارکینسون

درمان با نور روشن و درخشان ممکن است به واسطه کاهش لرزش‌های بیمار، بیماری پارکینسون را ساده‌تر (راحتتر) کند.

۹- ایمنی

نور فرابنفش ممکن است سبب پیشروی آسیب‌رسانی به پوست انسان شود. این آسیب به واسطه آسیب‌های ژنتیکی، آسیب کلاژن و همچنین تخریب ویتامین‌های A و C در پوست و تولید رادیکال آزاد می‌باشد. محققان تحقیقاتی انجام دادند مبنی بر اینکه محدودیت قرارگیری در معرض نور آبی، می‌تواند خطر انحطاط لکه‌های مرتبط با پیری (age) را کاهش دهد.

نور درمانی یک روش درمان برای تغییر خلق و خوی است و مشابه درمان دارویی است و امکان رسیدن به حالت جنون از حالت افسردگی، تشویش و اثرات جانبی دیگر وجود دارد. با وجود اینکه اینگونه اثرات جانبی قابل کنترل هستند، پیشنهاد شده است که بیماران در معرض نور درمانی، به جای تلاش برای خود درمانی، در کلینیک‌های با تجربه تحت نظر باشند.

گزارش شده است که درمان با نور درخشان ممکن است تولید هورمون‌های مولد (تناسلی) را فعال کند، مثل تستوسترون^{۱۵}، هورمون لوتئینیز^{۱۶}، هورمون محرک فولیکول^{۱۷} و استرادیول^{۱۸}.

موانع مطلق برای درمان با نور وجود دارد، اگر چه برخی شرایط وجود دارند که در آن احتیاط لازم است. این شرایط عبارتند از:

زمانی که بیمار شرایطی دارد که ممکن است چشم‌های او آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به phototoxicity^{۱۹} داشته باشند، گرایش به جنون و داشتن پوست حساس به نور.

اثرات جانبی

عوارض جانبی درمان با نور برای اختلالات فاز خواب عبارتند از حساسیت، عصبانیت، سردرد و تهوع. برخی ناراحتی‌های فیزیکی غیر از افسردگی (مثل ضعف بینایی، تحریک یا خارش پوست) ممکن است با درمان توسط نور بهبود پیدا کنند.

۱۰- Testosterone: هورمون جنسی مردانه.

۱۱- Luteinize: هورمونی که سبب شکل‌گیری جسم زرد می‌شود.

۱۲- هورمون جنسی تولید شده به وسیله غده هیپوفیز.

۱۳- هورمون اسروژنیک.

۱۴- پدیده‌ای است آشکار شده در سلول زنده، در جایی که روشنی یک مولکول فلورسنت سبب مرگ انتخابی سلول‌های مبین آن می‌گردد.



سازمان بهره‌وری انرژی ایران
(سایا)

فصل پنجم

معرفی لامپ‌های مناسب برای هر فضای داخلی،
استخراج و مقایسه طیف نور آنها و
استخراج شرایط مندرج در استاندارد برای طیف نورهای
قابل استفاده در فضاهای داخلی

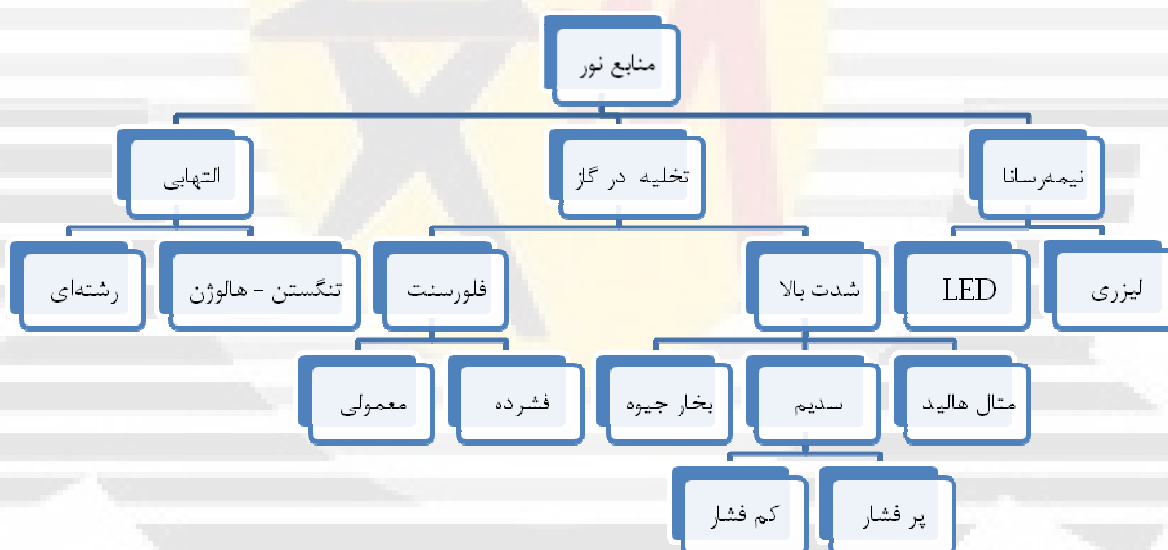
گزارش بندهای ۳، ۴ و ۵ شرح خدمات



• مقدمه

بیش از صدسال است که از اختراع اولین منبع روشنایی مصنوعی یا لامپ می‌گذرد و در این مدت انواع زیادی از آن براساس تنوع نیاز اجتماعی طراحی و تولید شده است و در این میان کشورهای پیشرفته مانند آلمان، آمریکا و هلند در این فناوری، بدعت‌گذار و تزریق‌کننده محصولات به بازار مصرف عمومی و تخصصی بوده‌اند و تمامی شرکت‌های تولیدکننده ادوات جانبی لامپ سعی کرده‌اند تا محصولات خود را بر مبنای مشخصات ابعادی، فیزیکی، الکتریکی و نوری آنها تطبیق دهند. از سوی دیگر تنوع بسیار زیاد این محصول در بازار، مصرف‌کننده را با قدرت انتخاب گسترده‌ای روبرو ساخته است.

مطابق نمودار زیر، منابع نوری بر اساس نحوه عملکرد و ساختار فیزیکی به انواع مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند:



برای تأمین روشنایی مورد نیاز باید در نظر داشته باشیم که منبع روشنایی یا لامپ را برای چه محلی می‌خواهیم. لامپها انواع گوناگونی دارند که با توجه به گستره طیف نوری و نوع عملکردشان در اماکن مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

لامپ‌های مورد استفاده در مصارف عمومی به سه بخش عمده لامپ‌های التهایبی، لامپ‌های تخلیه گازی و LED تقسیم می‌شوند که در بخش اول می‌توان لامپ‌های رشته‌ای و هالوژن و در گروه دوم لامپ‌های فلورسنت، فلورسنت فشرده (کم‌مصرف) و همچنین لامپ‌هایی که به اصطلاح گازی نامیده می‌شود، را نام برد. منابع روشنایی که بطور معمول در پیاده‌سازی سیستم‌های روشنایی داخلی یا خارجی بکار گرفته می‌شوند به پنج گروه کلی به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

۱- لامپ‌های رشته‌ای

۲- لامپ‌های فلورسنت

۳- لامپ‌های هالوژن

۴- لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار شامل: بخار سدیم، بخار جیوه و متال هالید

۵- LEDها

بسته به کاربرد نور مورد نظر و نوع محیطی که سیستم روشنایی برای آن طراحی می‌شود، ممکن است هر یک از پنج گروه فوق بکار گرفته شوند. به منظور مقایسه و انتخاب نوع منبع روشنایی مورد نیاز، مهمترین پارامترها عبارتند از:

۱- درجه حرارتی طیف نور لامپ (دمای رنگ)

۲- قابلیت تفکیک رنگ‌ها (شاخص نمود رنگ)

۳- راندمان و بهره نوری لامپ

۴- منحنی پخش نور لامپ

۵- قیمت تمام شده سیستم (شامل هزینه‌های ثابت نصب و هزینه‌های متغیر ناشی از میزان مصرف انرژی و هزینه‌های نگهداری)

در این بخش از گزارش ضمن ارائه توضیح مختصری از هر نوع لامپ، طیف نور آن بررسی شده و فضاهای داخلی مناسب جهت کاربرد هر نوع لامپ معرفی شده است.

• لامپ رشته‌ای

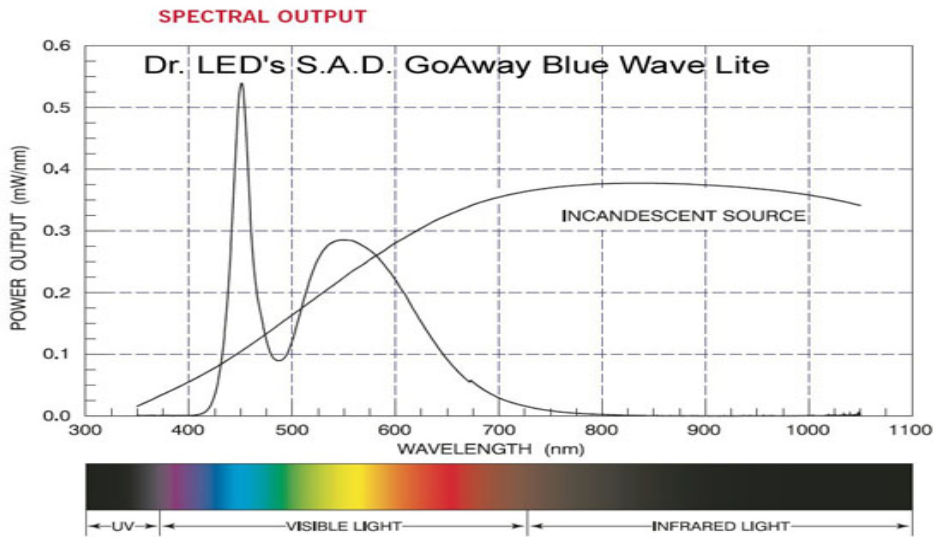
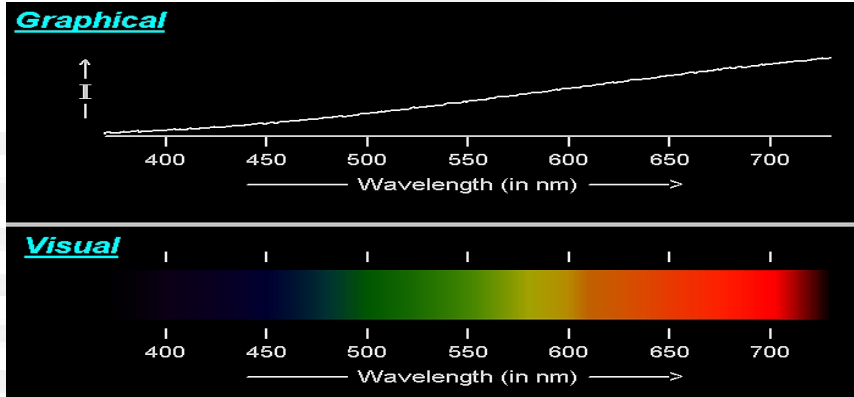
حباب نور تابان^۱ یا لامپ رشته‌ای منبع نور مصنوعی است که نور سفید درخشانی از خود ساطع می‌کند (یک اصطلاح عمومی برای تمام لامپ‌هایی که توسط گرما از خود نور ساطع می‌کنند) و در زیر گروه منابع نور التهابی قرار دارد. این لامپ‌ها همان لامپ‌هایی هستند که دهها سال قبل مورد استفاده قرار می‌گرفتند و اولین نسل لامپ‌های مصرفی مردم بودند. به لامپ‌های رشته‌ای (که به آن‌ها لامپ حبابی، التهابی، حباب نور تابان، لامپ سفیدگرمایی و لامپ سیمایی نیز می‌گویند) گاهی اوقات لامپ الکتریکی گفته می‌شود، که در اصل به لامپ‌های قوسی اطلاق می‌گردد. به این دسته از لامپ‌ها در تئاتر، تلویزیون و صنایع فیلم‌سازی لامپ حبابی نیز گفته می‌شود که در استرالیا رواج بیشتری دارد. لامپ‌های رشته‌ای شامل یک محفظه شیشه‌ای (جام یا حباب) است و درون حباب رشته‌ای از تنگستن قرار دارد که از سرتاسر آن جریان الکتریکی عبور داده می‌شود. درون حباب نیز توسط گازی بی اثر پر شده تا تبخیر رشته را کم کند. شکل ۵-۱ روند تکاملی لامپ رشته‌ای را نشان می‌دهد.

1- Incandescent Light Bulb

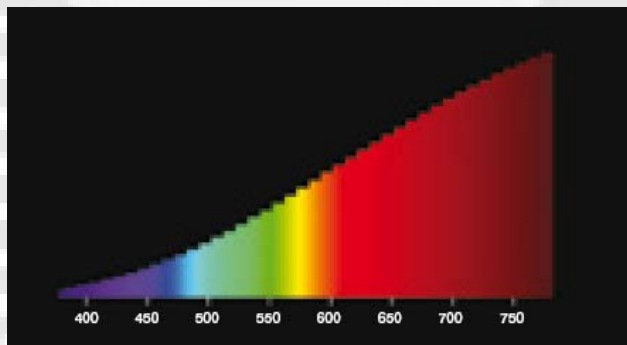


شکل ۵-۱- روند تکاملی لامپ‌های رشته‌ای

جریان عبوری از رشته تنگستن سبب گرم شدن و افزایش دمای آن به دمایی شدیداً بالا می‌شود (این دما بسته به نوع رشته، اندازه، شکل و مقدار جریان عبوری نوعاً از ۲۰۰۰ تا ۳۳۰۰ درجه کلوین تغییر می‌کند). رشته داغ شده از خود نوری ساطع می‌کند که حدوداً یک طیف موج پیوسته‌ای را شامل می‌شود. قسمت مطلوب این طیف موج، نور مرئی است، اما عمده انرژی صرف تولید نور طول موج‌های نزدیک مادون قرمز می‌گردد. طیف نور لامپ‌های رشته‌ای گرم و یکنواخت است و شباهت زیادی به نور طبیعی دارد. (شکل ۵-۲)



شکل ۵-۲- طیف نور لامپ‌های رشته‌ای



ادامه شکل ۵-۲- طیف نور لامپ‌های رشته‌ای

به دست آوردن میزان نور متفاوت با تغییر ولتاژ برق امکان پذیر است. حباب لامپهای رشته‌ای در اندازه‌ها، شکل‌های متفاوت و ولتاژهای متنوعی (از ۱/۵ ولت تا ۳۰۰ ولت) تولید می‌شود. شکل ۳-۵، نمونه‌هایی از اشکال مختلف لامپهای رشته‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵- شکل‌های مختلف لامپهای رشته‌ای

این نوع از لامپها نیازی به تجهیزات خارجی برای تنظیم ندارد. رنگ نور این‌گونه لامپها در محدوده ۲۷۰۰ کلوین یا آفتابی است، لذا نزدیک به رنگ نور آتش می‌باشد. قیمت تولید بسیار پایینی دارد و با هر دو نوع جریان DC و AC به خوبی کار می‌کند. در نتیجه لامپ رشته‌ای بخش عمده‌ای از مصرف را در سرتاسر جهان از جمله نوردهی خانگی و تجاری، نورهای غیر ثابت، چراغ‌های مطالعه، چراغ‌های اتومبیل‌ها و چراغ قوه‌ها و مصارف تبلیغاتی و دکوراسیون به خود اختصاص داده است. در برخی مصارف هم از گرمای ناشی از لامپهای رشته‌ای استفاده می‌گردد، نظیر دستگاه جوجه کشی (برای گرمایش تخم مرغ‌ها)، دستگاه‌های نگهداری جوجه‌های تازه متولد شده، نور گرمایی (مادون قرمز) برای تانک‌های خزنه، گرمایش از راه دور برای گرمایش صنعتی و مصارف

خشک کردن و در فرهای پخت آسان. در هوای سرد نیز، گرمای ناشی از لامپ‌های رشته‌ای می‌تواند در گرمایش خانه سهیم باشد.

حباب‌های سفید رنگ علاوه بر ملایم کردن نور، در زمان مطالعه مانع ناراحتی چشم می‌شود. حبابهای رنگین در موارد متنوعی از جشن‌ها و نورپردازی محوطه خانه گرفته تا استفاده از تاریکخانه چاپ عکس و چراغ خواب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجایی که رشته نازک درون لامپ بخصوص در انواع کم نورتر آن بسادگی گسیخته می‌شود، لامپ‌های رشته‌ای ضد لرزش انتخاب مناسب‌تری برای مکانهایی است که لامپ در معرض تکان می‌باشد. از مضرات استفاده از لامپ‌های رشته‌ای می‌توان به مصرف بالای برق، تولید گرمای زیاد و عمر کوتاه آن اشاره کرد.

این لامپ تنها ۵ درصد از انرژی وارد شده را به نور تبدیل کرده و ۹۵ درصد بقیه به صورت تشعشع فروسرخ (مادون قرمز) و ایجاد حرارت از بین می‌رود. از طرفی طول عمر این لامپ‌ها در شرایط طبیعی حدود ۱۰۰۰ ساعت است.

با توجه به احساس ایجاد شده از نور در مناطق سردسیر مثل بخش‌های غربی و شمال غربی کشور، لامپ‌های رشته‌ای و لامپ‌های فلورسنت آفتابی طرفدار زیادی دارد، در حالی که در مناطق گرمسیر جنوبی لامپ‌های فلورسنت با نور سرد (مهتابی) بیشتر مصرف می‌شود. پس باید در اماکنی که آرامش بیشتری نیاز است، از این لامپ‌ها استفاده شود. با توجه به رنگ نور لامپ‌های کم‌مصرف آفتابی، این لامپ‌ها می‌تواند جایگزین بسیار خوبی برای لامپ‌های رشته‌ای در اماکن عمومی که تعداد لامپ مصرفی آن زیاد است، باشد. از طرفی با توجه به اینکه لامپ‌های رشته‌ای در مقایسه با لامپ‌های خانواده فلورسنت حساسیت بسیار کمتری نسبت به کلیدزنی دارند، استفاده از این‌گونه لامپ در محل‌هایی که تعداد کلیدزنی آن زیاد است، از قبیل راه‌پله، اتاق‌های انباری، دستشویی و توالت بیشتر توصیه می‌شود.

محدوده درجه‌بندی توان این لامپ‌ها از ۰/۱ وات تا ۱۰۰۰۰ وات است. یکی از مشکلات اصلی لامپ الکتريکی تبخیر رشته است.

در بعضی مناطق تلاش می‌شود به منظور بالا بردن بازده نوری و کاهش مصرف انرژی این لامپ‌ها را از رده خارج کنند. جایگزین‌های استاندارد می‌توانند به جای لامپ‌های استفاده‌شده عبارتند از:

- لامپ‌های فلورسنت و فلورسنت فشرده

- لامپ‌های تخلیه الکتريکی پرنور

- لامپ‌های LED

هیچ کدام از این لامپ‌ها بر پایه التهاب، تولید نور نمی‌کنند. این لامپ‌ها با انتقال الکترون از یک مدار انرژی به مدار بالاتر نور تولید می‌کنند. این مکانیزم خطوط طیفی ناپیوسته تولید می‌کند پس وابسته به دنباله وسیع طول موجهای نامرئی مادون قرمز ساطع‌شونده از التهاب که انرژی ناکارآمدی برای نورپردازی است نیستند. با انتخاب دقیق مدار انتقال الکترون، می‌توان از طول موج لامپ‌های التهابی تقلید کرد یا نوری سفید با دمای رنگ دلخواه تولید کرد.



شکل ۴-۵- تصاویری از کاربردهای لامپ‌های رشته‌ای در محیط‌های داخلی



ادامه شکل ۴-۵- تصاویری از کاربردهای لامپهای رشته‌ای در محیط‌های داخلی

• لامپ هالوژن

این لامپ‌ها از تازه‌ترین انواع لامپ است و با نور سفید و موج خود رنگ‌های موجود در اتاق را تقویت می‌کند و نوع توسعه یافته و پیشرفته‌تر لامپ‌های رشته‌ای است که در آن برای جلوگیری از تبخیر سطحی تنگستن، مقدار کمی از یکی از گازهای هالوژن مثل ید یا برم را به داخل لامپ اضافه می‌کنند. از این رو این نوع لامپ‌ها را هالوژن - تنگستن نیز می‌نامند. در مجاورت حباب لامپ که در درجه حرارت حدود ۲۵۰ درجه سلسیوس است، تنگستن تبخیر شده با ید ترکیب می‌شود و یدور تنگستن را به وجود می‌آورد. در حوالی رشته که درجه

حرارت بیشتری دارد یدور تنگستن تجزیه شده و تنگستن روی رشته می‌نشینند. در این لامپ‌ها به علت کم بودن نگرانی از تبخیر تنگستن می‌توان رشته را در درجه حرارت بالاتری به کار برد. به این ترتیب لامپ‌های هالوژنی با توان ۱۰ کیلو وات، بهره نوری در حدود ۲۵ لومن بر وات و عمری حدود دو برابر لامپ‌های رشته‌ای معمولی وجود دارند. البته تنگستن تجزیه شده همیشه در قسمتی از رشته که نازک شده است نمی‌نشیند و بالاخره لامپ در اثر تبخیر سطحی خواهد سوخت. به منظور داشتن حرارت ۲۵۰ درجه در این حوالی، حباب لامپ را باریک و دراز به شکل لوله می‌سازند. ابعاد این لامپ‌ها نسبت به لامپ‌های رشته‌ای کوچک‌تر شده است. شکل ۵-۵ تصاویری از انواع لامپ‌های هالوژن را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۵- تصاویری از انواع لامپ‌های هالوژن

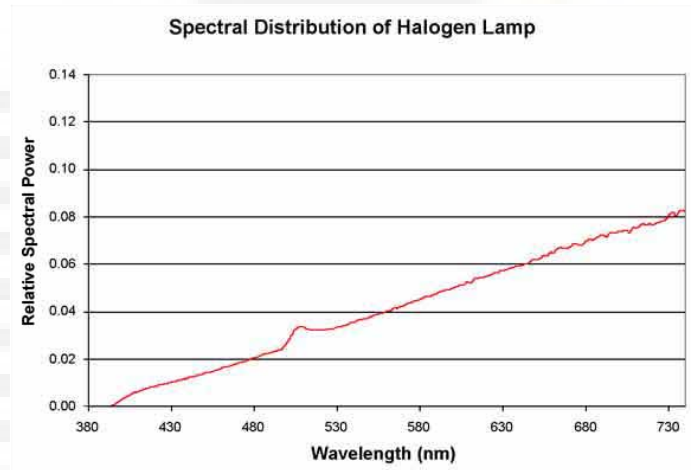
از آنجا که ابعاد این لامپ کوچک شده، نصب یک انعکاس‌دهنده در پشت لامپ توانسته نور را در هر سمتی که مورد نیاز مصرف‌کننده است، بتاباند که برای مقاصد دکوراتیو و حرفه‌ای بسیار مناسب است. از طرفی چون نور با استفاده از التهاب یک فلز که همان تنگستن است، ایجاد می‌شود، طیف رنگ پیوسته شاخص نمود رنگ بالایی دارد.



لامپ‌های هالوژن به دو صورت تغذیه مستقیم با برق شهر و غیرمستقیم توسط ترانسفورماتور در دسترس است که به ترتیب برای مقاصد عمومی و حرفه‌ای قابل استفاده می‌باشد. در استفاده از لامپ هالوژن باید توجه کرد که این لامپ‌ها کاربرد وسیعی در روشنایی دکوراتیو و روشنایی منازل مسکونی، هتل‌ها و برخی دفاتر اداری دارند. در حال حاضر قیمت این لامپ‌ها به نسبت زمان تولید در اوایل دهه نود بسیار کمتر شده است و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این لامپ‌ها طوری طراحی شده‌اند که عمر طولانی‌تری داشته باشند، اما وجود متغیرهایی چون چربی دست (هنگام بستن لامپ) و چربی‌های معلق موجود در هوا و ذرات گرد و غبار ممکن است عمر آنها را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. برای طولانی کردن عمر لامپ‌های هالوژن، هنگام خارج کردن لامپ نو از بسته و نصب آن بایستی از دستکش استفاده و از لمس آنها با دست خودداری کرد. در ضمن در هنگام تمیز کردن لامپ سعی شود از گردگیرهایی با جنس پر استفاده شده و هنگامی این عمل را انجام شود که لامپ خاموش و کاملاً سرد شده باشد. طول عمر لامپ‌های رشته‌ای و هالوژن به میزان زیادی به ولتاژ شبکه بستگی دارد و تنها ۵ درصد ولتاژ اضافه باعث می‌شود که طول عمر لامپ ۵۰ درصد کاهش یابد. چنانچه از ترانسفورماتورهای الکترونیکی برای تغذیه لامپ‌های هالوژن غیرمستقیم استفاده شود، لامپ نسبت به نوسانات شبکه ایزوله می‌شود. مورد بعدی این است که نور لامپ‌های هالوژن در اثر حرارت ایجاد می‌شود و شکل لامپ به گونه‌ای است که حرارت تولید شده توسط این لامپ به پشت آن نیز می‌تواند منتقل شود، حال چنانچه این حرارت به درستی تهویه و منتقل نشود، باعث کاهش طول عمر آن می‌شود. نکته‌ای که در طراحی بسیاری از ساختمان‌ها در نظر گرفته نمی‌شود. این لامپ‌ها عموماً داخل آراک یا سقف کاذب به گونه‌ای قرار می‌گیرند که فضای پشت آنها هیچ راهی برای تبادل حرارت ندارد.

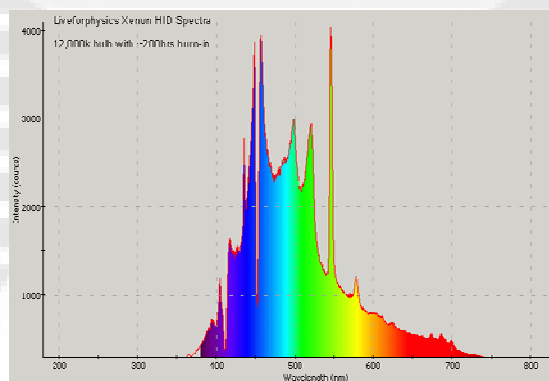
لامپ‌های هالوژن نیز همانند لامپ‌های رشته‌ای طیف نور پیوسته‌ای دارند که این خصوصیت آن‌ها را برای کاربرد در انواع فضاهای داخلی مهیا می‌سازد. شکل ۵-۶ طیف نور لامپ‌های هالوژن را نشان می‌دهد.



انواع دیگر لامپ‌های هالوژن عبارتند از:

۱- لامپ زنون

لامپ زنون برای نورپردازی مناسب است زیرا دارای نوری سفید و خالص می‌باشد، در واقع نوعی از لامپ‌های هالوژن بوده اما کمتر داغ می‌شود و انرژی کمتری مصرف می‌کند. موارد مصرفی لامپ‌های زنون بیشتر در صنعت اتومبیل در تولید چراغ‌های جلو خودرو استفاده می‌گردد. لامپ زنون (Xenon) برای نورپردازی در گوشه و کنار و یا در زیر کابینتها مناسب است زیرا دارای نوری سفید و خالص است. در شکل ۵-۷ طیف نور لامپ زنون نشان داده شده است.



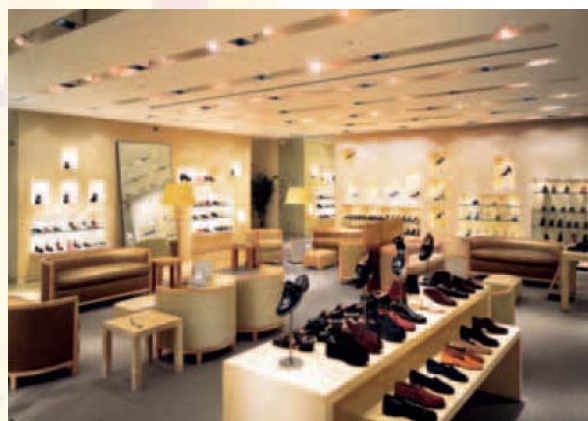
شکل ۵-۷- طیف نور لامپ زنون

۲- لامپهای انعکاسی یا جیوه‌ای

این لامپ‌ها با داشتن یک لایه جیوه - سدیم و یا هلیوم در یک محفظه شیشه‌ای و با استفاده از خاصیت التهاب گاز نور افشانی می‌کنند. از لامپ‌های جیوه‌ای بیشتر برای نورپردازی در آتلیه‌های عکاسی استفاده می‌کنند. جیوه روی لامپ این امکان را به نورپردازان می‌دهد که نور را هدایت کرده، به محل مورد نظر بتابانند. این لامپ‌ها معمولاً برای روشنایی نیاز به ترانس و استارتر دارند و بطور استاندارد باید درون یک محفظه یا چراغ و به دور از برف و باران باشند. علی‌رغم هزینه بالا، نور بالا و عمر طولانی دارند اما طیف نوری آنها چندان جذاب نیست.

۳- لامپ‌های کریپتون (Krypton)

لامپ کریپتون از لامپ‌های معمولی بسیار پرنورتر است و معمولاً در فلش دوربین‌های عکاسی و چراغ‌های اتومبیل به کار برده می‌شود. استفاده خانگی از این لامپ‌ها نیز کم‌کم رواج یافته است. نور سفید این لامپ‌ها به عکاسان کمک فراوانی می‌کند.



شکل ۵-۸- تصاویری از کاربرد انواع لامپ‌های هالوژن در محیط‌های داخلی



ادامه شکل ۵-۸- تصاویری از کاربرد انواع لامپ‌های هالوژن در محیط‌های داخلی

• لامپ فلورسنت

نور لامپ‌های فلورسنت به اندازه لامپ‌های رشته‌ای خالص نیست اما نور حقیقی محسوب می‌شود. لامپ‌های فلورسنت مزیت‌های بیشتری نسبت به لامپ‌های رشته‌ای دارند نظیر عمر طولانی‌تر، مصرف کمتر برق، تولید گرمای کمتر و ... اما از نظر قیمت از لامپ‌های رشته‌ای قیمت بالاتری دارند. مصرف زیاد لامپ‌های رشته‌ای و نیز داغ شدن سریع آنها که خرابی زودرس و سوختن لامپ را سبب می‌شد، سبب تولید لامپ‌هایی با کیفیت و

بازده بالا گردید. این لامپها با توان خروجی بالا و نور زیاد، درصد بیشتری از انرژی الکتریکی را به نورانی تبدیل می‌کنند. امروزه این لامپها تحت عنوان لامپهای مهتابی معروف هستند.

عمر طولانی این لامپها باعث گردیده تا مکان‌هایی نصب شوند که دسترسی به آنها مشکل است. این لامپها علاوه بر اشکال استوانه‌ای و حلقه‌ای به اشکال لامپهای پیچی نیز ساخته شده‌اند (شکل ۵-۹) که استفاده آنها را در هر شرایطی امکان‌پذیر می‌کند. نزدیک به ۷۰ سال از تولید اولین لامپهای فلورسنت می‌گذرد. این لامپها، یکی از اقتصادی‌ترین لامپها برای تأمین روشنایی به‌ویژه روشنایی داخلی هستند. با توجه به اینکه برای روشن کردن این قبیل لامپها باید از ادوات کمکی مثل چک (بالاست القایی) و استارتر یا بالاست الکترونیک استفاده شود، انتخاب لامپ و ادوات جانبی آن بسیار مهم است. یادآور می‌شود این لامپ بیش از ۳۰ سال است که در داخل کشور در تمامی اماکن خصوصی و عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

لامپهای فلورسنت بیش از ۷۰ درصد تمام نورهای مصنوعی در جهان را تولید می‌کنند، اما فقط ۵۰ درصد انرژی مورد نیاز برای روشنایی را مصرف می‌کنند. لامپهای فلورسنت دارای طول عمر ۸ تا ۴۰^۲ برابر لامپهای رشته‌ای هستند و بسته به نوع لامپ با درخشندگی یکسان، انرژی الکتریکی را تا ۹۰ درصد حفظ می‌کنند. منظور این است که در مقایسه لامپهای فلورسنت با لامپهای رشته‌ای مصرف انرژی برای یک میزان نور مساوی بسیار کمتر است که این میزان کاهش تا ۹۰ درصد هم می‌رسد.

بنابراین آنها بهترین گزینه ممکن برای صرفه‌جویی در روشنایی هستند. علاوه بر این بهره‌نوری، راندمان، رنگ نور یا دمای رنگ و نمود رنگ از معیارهای بسیار مهم قابل توجه هستند. در حالی که لامپهای فلورسنت بزرگتر اغلب در ساختمان‌های تجاری و صنعتی استفاده می‌شوند، لامپهای فلورسنت فشرده به عنوان جایگزین لامپهای تهابی در اندازه‌های رایج در خانه‌ها برای ذخیره انرژی استفاده می‌شوند.



شکل ۵-۹- تصاویری از انواع لامپ‌های فلورسنت

- ساختمان و مکانیزم کار لامپ فلورسنت

لامپ فلورسنت یک نوع لامپ تخلیه گازی است که سطح داخلی جدار آن با نمک‌های فلزی فلورسنت یا فسفرسنت مانند تنگستات کلسیم، سولفید روی، سیلیکات روی، و ... پوشیده و از بخار جیوه با فشار خیلی کم پر شده است. با جریان الکتریسیته سبب تحریک بخار جیوه می‌شود.

الکترونی‌هایی که از الکترودهای گداخته لامپ خارج می‌شوند با اتم‌های جیوه داخل لامپ برخورد کرده و باعث تابشی از آنها می‌شوند. بخش عمده‌ای از این تابش، پرتوهای نامرئی فرابنفش می‌باشد.

بخش قابل رؤیت پرتوهای بخار جیوه در ناحیه سبز و آبی طیف مرئی واقع است که نور ضعیفی را می‌دهد، نور فرابنفش با ماده فلورسنت که دیواره لوله از این ماده پوشیده شده، برخورد کرده و موجب خروج نور با طول موج بلندتر و در ناحیه قابل رؤیت طیف می‌شود. به عبارت دیگر پوشش داخلی لامپ، پرتوهای نامرئی را به نور مرئی تبدیل می‌نماید.

- رنگ نور لامپ‌های فلورسنت

رنگ نور یک لامپ بستگی به توزیع توان طیفی آن در گستره مرئی دارد. با وجود اینکه، مقایسه لامپ‌ها بر اساس توزیع توان طیفی آن‌ها مشکل است، دمای رنگ و نمود رنگ مشخصه‌های مناسبی برای این منظور می‌باشند.

دمای رنگ یک منبع نور به وسیله رنگ نور متناظر با دمای یک تشعشع‌کننده استاندارد (جسم سیاه) تعیین شده و برحسب کلوین (K) بیان می‌شود. دمای رنگ لامپ‌های فلورسنت به وسیله موقعیت پوشش فسفر داخل تیوب آن مشخص می‌گردد.

- گروه‌های نمود رنگ لامپ‌های فلورسنت

این شاخص تعیین‌کننده این است که رنگ واقعی یک جسم تا چه اندازه به رنگ ظاهری آن در زیر نور یک منبع مرجع، نزدیک است. شاخص وضوح رنگ (Color Rendering Index) که آن را به اختصار CRI یا R_a نمایش می‌دهند عددی بین صفر تا ۱۰۰ است. هرچه این عدد بالاتر باشد نمود رنگ واقعی‌تر است.

برای تعیین مقادیر R_a منابع نوری، تعداد ۸ عدد رنگ آزمایشی بسیار رایج و معین را در زیر منبع نور مرجع با شاخص وضوح رنگ ۱۰۰ و در زیر منبع مورد مطالعه روشن می‌کنند.

بسته به این که رنگ به وجود آمده زیر منبع نور تحت آزمون تا چه حد به رنگ واقعی و استاندارد نزدیک بوده و یا با آن فرق می‌کند، بهتر بودن یا بدتر بودن ویژگی‌های وضوح رنگ منبع تحت آزمون مشخص می‌شود.

شاخص نمود رنگ به وسیله مقایسه با تشعشع‌کننده جسم سیاه که به عنوان «ایده‌آل» شاخص نمود رنگ R_a از ۱۰۰ در هر دمای رنگی تعریف شده است معین می‌شود.

منابع نوری می‌توانند به راحتی با مشخصه‌های نمود رنگ متفاوت بر اساس شاخص R_a معین شوند. مشخصه‌های نمود رنگ اجسام بر اساس داده برگ‌های معتبر به شرح جدول ۱-۵ می‌باشند.

جدول ۱-۵- مشخصه نمود رنگ

نماد	شاخص R_a	مشخصه
1A	۹۰-۱۰۰	گروه ۱ - خیلی خوب
1B	۸۰-۸۹	
2A	۷۰-۷۹	گروه ۲ - خوب
2B	۶۰-۶۹	
3	۴۰-۵۹	گروه ۳ - قابل قبول
4	۲۰-۳۹	گروه ۴

- گروه‌های رنگ نور لامپ‌های فلورسنت

رنگ نور لامپ‌های فلورسنت مطابق با دمای رنگ لامپ بر اساس استاندارد EN 12464-1 با عنوان «روشنایی محیط‌های کار - بخش ۱: محیط‌های کار داخلی» به شرح جدول ۲-۵ می‌باشد.

جدول ۲-۵- رنگ نور لامپ‌های فلورسنت بر اساس کاتالوگ اسرام

ردیف	نام	دمای رنگ (K)
۱	آفتابی Interna	۲۷۰۰
۲	آفتابی (Warm White)	۳۰۰۰
۳	سفید (White)	۳۵۰۰
۴	سفید سرد (Cool White)	۴۰۰۰
۵	مهتابی (Daylight)	۵۴۰۰
۶	مهتابی سرد (Cool Daylight)	۶۵۰۰
۷	سفید آسمانی (Skywhite)	۸۰۰۰

تمام لامپ‌های فلورسنت باید با الزامات استاندارد اروپایی EN12464-1 برای محیط‌های کاری مطابقت داشته باشند: لامپ‌های با شاخص نمود رنگ $R_a < 80$ نباید در اتاق‌هایی که افراد کار می‌کنند یا برای دوره‌های طولانی مدت در آن‌جا قرار دارند، استفاده شود. بزرگترین تفاوت در رنگ بین لامپ مقایسه شده با تشعشع‌کننده جسم سیاه در دمای رنگ یکسان، پایین‌تر بودن شاخص نمود رنگ (R_a) لامپ است (جدول ۳-۵). بنابراین دمای رنگ و نمود رنگ برای تعیین رنگ نور یک لامپ لازم است.

رنگ نور = دمای رنگ + نمود رنگ

جدول ۳-۵ - مقایسه رنگ اجسام در دمای رنگ یکسان

رنگ نور	نمود رنگ	دمای رنگ (K)	
مقدار واقعی (ایده‌آل)	$R_a = 100$	۴۰۰۰	تشعشع‌کننده جسم سیاه
۹۴۰ *	$R_a \geq 90$	۴۰۰۰	لامپ A
۸۴۰	$R_a \geq 80$	۴۰۰۰	لامپ B
۶۴۰	$R_a \geq 60$	۴۰۰۰	لامپ C

* رقم اول بیانگر نمود رنگ لامپ و دو رقم بعد بیانگر دمای رنگ لامپ می‌باشند. مثلاً رنگ نور ۹۴۰ یعنی لامپی با شاخص نمود رنگ بین ۹۰ تا ۱۰۰ و دمای رنگ ۴۰۰۰ درجه کلوین.

- انتخاب رنگ نور

برای بسیاری نواحی کاربردی، انتخاب نور صحیح، آشکارا بر اساس استانداردهای تعریف شده نیست. انتخاب رنگ نور اغلب به سلیقه شخصی، رسوم یا سنت‌های ملی و عمومی، طراحی داخلی و احساس ذهنی و فردی بستگی دارد، با این وجود، جدول ۳-۵^۳ آگاهی‌های (تصورات) با ارزشی ارائه می‌دهد. این جدول کاربردهای عمده (مهم) برای رنگ نورهای متفاوت لامپ‌های فلورسنت را نشان می‌دهد.

- اثرات فرهنگی

مردم در نواحی شمالی رنگ نور آفتابی و در جنوب نور سردتر را ترجیح می‌دهند. پرکردن خانه‌ها با وسایل چوبی به سبک روستایی توجه آن‌ها را به نور آفتابی معطوف می‌کند. در حالیکه وسایل سفید، سنگ مرمر و کروم رنگ‌های نور روز (مهمتایی) یا سفید خنثی را به نظر می‌آورد. نور آفتابی (سفید گرم) با آسودگی و آرامش در ارتباط است در حالی که نور سفید خنثی و نور روز با کار و تمرکز در ارتباط است.

جدول ۵-۴- کاربرد لامپ‌های فلورسنت در محیط‌های داخلی بر اساس رنگ نور

آفتابی	سفید سرد		سفیدی	مهندسی	مهندسی سرد		سفید آسمانی	ناحیه کاربرد
	۹۳۰	۸۳۰			۹۴۰	۸۴۰		
۲۷۰۰ K	۳۰۰۰ K	۳۵۰۰ K	۴۰۰۰ K	۵۴۰۰ K	۶۵۰۰ K	۶۵۰۰ K	۸۰۰۰ K	
دفتر کار، ساختمان‌های اداری								
	✓	✓	✓				✓	دفتر کار، راهروها
✓	✓	✓					✓	اتاق همایش (جلسه)
صنایع، داد و ستد (بازگانی)، تجارت								
			✓				✓	صنایع الکتریکی
				✓	✓	✓	✓	صنایع پارچه
			✓	×	×	×	✓	صنایع چوب
			×	✓	✓	✓	×	صنایع گرافیک، آزمایشگاه‌ها
			✓	✓	✓	✓		تطابق رنگ
								مخازن، انبار
مدارس و اتاق‌های کنفرانس								
✓	✓	✓	✓		×	×	✓	تالار کنفرانس، کلاس درس، کودکستان
✓	✓	✓	×					کتابخانه، تاق مطالعه

ادامه دارد

* نماد ✓: پیشنهادی (توصیه شده) و نماد ×: اختیاری در صورت لزوم

ادامه جدول ۵-۴- کاربرد لامپ‌های فلورسنت در محیط‌های داخلی بر اساس رنگ نور

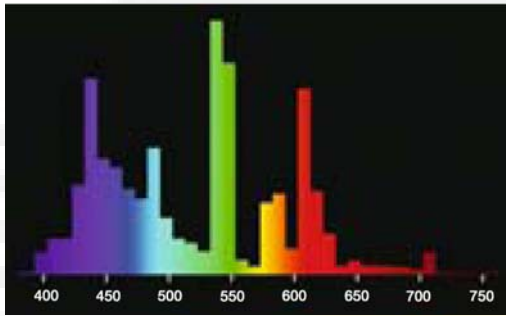
ناحیه کاربرد	آفتابی		سفید		سفید سرد		مهربانی		مهربانی سرد		سفید آسمانی	
	۹۳۰	۸۳۰	۸۳۵	۹۴۰	۴۰۰۰ K	۹۴۰	۸۴۰	۹۵۴	۹۶۵	۸۶۵	۸۸۰	
۲۷۰۰ K	۳۰۰۰ K	۳۰۰۰ K	۳۵۰۰ K	۴۰۰۰ K	۴۰۰۰ K	۴۰۰۰ K	۵۴۰۰ K	۶۵۰۰ K	۶۵۰۰ K	۶۵۰۰ K	۸۰۰۰ K	
خرده فروشی												
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×
✓												
✓										✓		
✓												
✓												
									×			
✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
×	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	×	×	×		
✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓

ادامه دارد

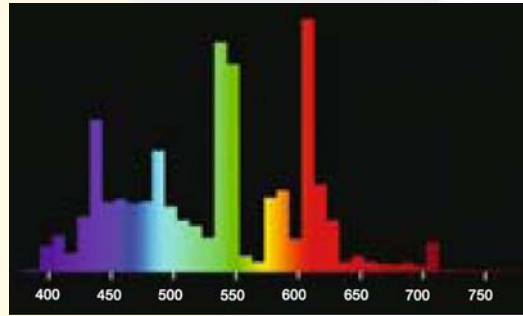
ادامه جدول ۴-۵ - کاربرد لامپ های فلورسنت در محیط های داخلی بر اساس رنگ نور

آفتابی		سفید	سفید سرد	سفید سرد	مهتابی	مهتابی سرد	مهتابی آسمانی	سفيد آسمانی	ناحیه کاربرد
۸۲۷	۹۳۰	۸۳۰	۸۳۵	۹۴۰	۸۴۰	۹۴۵	۸۶۵	۸۸۰	ناحیه کاربرد
۲۷۰۰ K	۳۰۰۰ K	۳۵۰۰ K	۳۵۰۰ K	۴۰۰۰ K	۴۰۰۰ K	۶۵۰۰ K	۶۵۰۰ K	۸۰۰۰ K	
ساختمان های عمومی									
✓	✓	✓	✓	✓	✓				رستوران، مسافرخانه، هتل
✓									تئاتر، سالن کنسرت، تالار اجتماعات
اتاق های نمایش									
	✓	✓	✓	✓	✓			✓	سالن نمایش و نمایشگاه تجاری
	✓	✓	✓	✓	✓			✓	سالن ورزشی، سالن چندمنظوره
	✓			✓	✓		×		گالری هنری، موزه
بیمارستان و اورژانس									
			✓	✓	✓	✓	×	✓	اتاق مشاوره و درمان
	✓		✓	✓	✓	✓		✓	اتاق انتظار، بخش های بیمارستان
منازل									
✓									اتاق نشیمن
✓	✓		✓	✓			✓		آشپزخانه، حمام، اتاق کار، زیرزمین

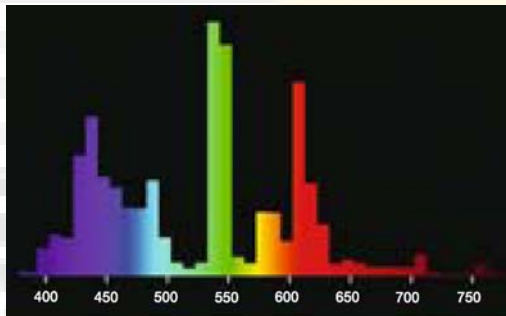
طیف نور لامپ‌های فلورسنت بر اساس دمای رنگ و شاخص نمود رنگ به شرح زیر می‌باشد:



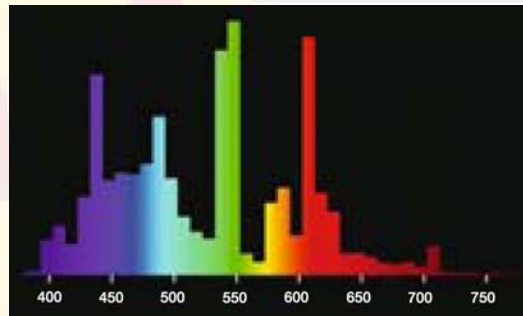
سفید آسمانی - Light color 880



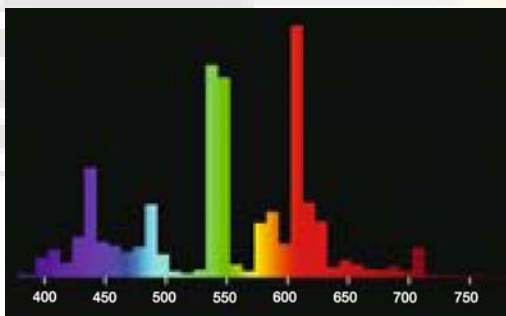
مهربانی - Light color 954



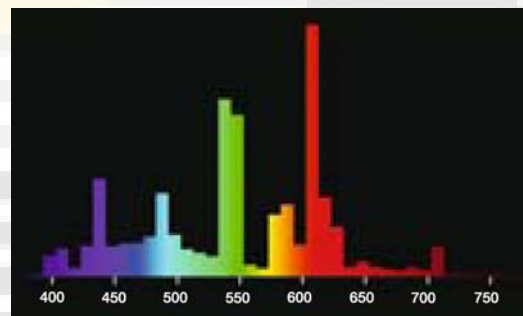
مهربانی سرد - Light color 865



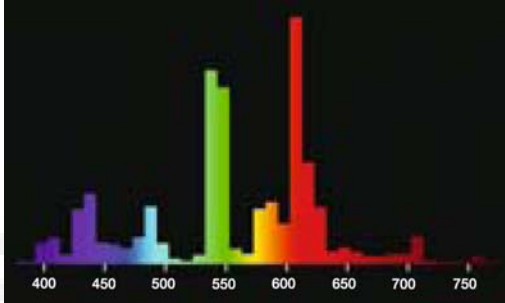
مهربانی سرد - Light color 965



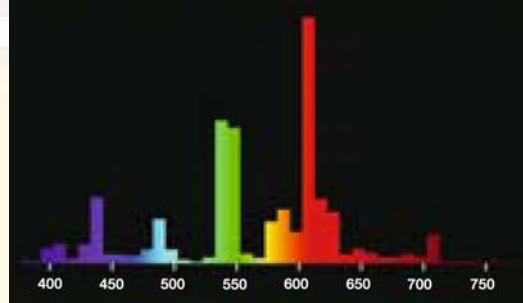
سفید سرد - Light color 840



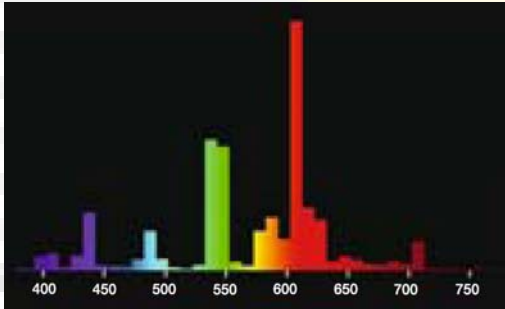
سفید سرد - Light color 940



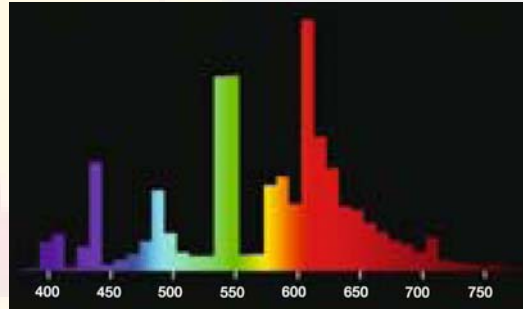
آفتابی - Light color 830



آفتابی - Light color 930



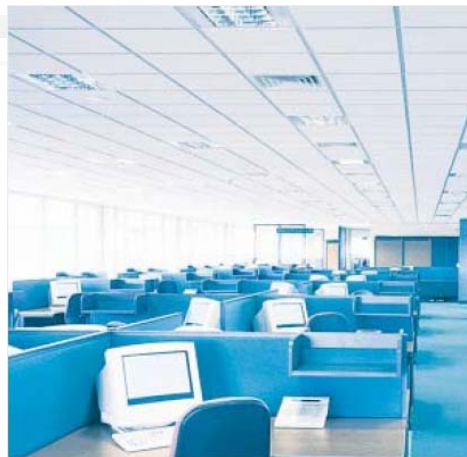
آفتابی - Light color 827



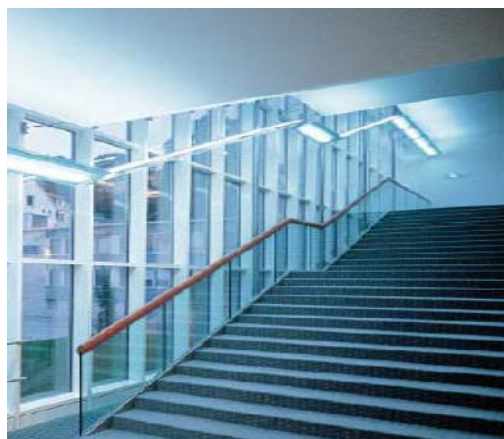
سفید - Light color 835



رنگ نور ۸۶۵



رنگ نور ۸۸۰



رنگ نور ۸۴۰



رنگ نور ۹۶۵



رنگ نور ۹۴۰



رنگ نور ۹۵۴

شکل ۵-۱۰- تصاویری از کاربرد انواع لامپ‌های فلورسنت در محیط‌های داخلی



رنگ نور ۸۳۰



رنگ نور ۸۳۵



رنگ نور ۸۲۷



رنگ نور ۹۳۰



تطابق رنگ

شکل ۵-۱۱- تصاویری از کاربرد انواع لامپ‌های فلورسنت در محیط‌های داخلی

• لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار

یک لامپ تخلیه‌ای پرفشار (HID⁴) یک نوع لامپ الکتریکی است که نور را به وسیله یک قوس الکتریکی بین الکترودهای تنگستن داخل یک آرک تیوب نیمه شفاف یا شفاف آمیخته به کوارتز یا اکسید آلومینیوم قرار گرفته، تولید می‌کند. این تیوب با گاز و نمک‌های فلزی پر شده است. گاز به ضربه اولیه قوس کمک می‌کند. لحظه‌ای که قوس شروع شود، گاز گرم شده، نمک‌های فلزی را به شکل پلاسما تبخیر می‌کند و در نتیجه شدت نور تولید شده به وسیله آرک افزایش و مصرف آن کاهش می‌یابد.

لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار در مقایسه با لامپ‌های فلورسنت و التهابی، بهره نوری بالاتری دارند چون بر خلاف گرمایی که تولید می‌کنند قسمت بزرگی از تابش آن در نور مرئی است. لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار (شکل ۵-۱۲) عبارتند از:

- لامپ‌های بخار جیوه
- لامپ‌های متال هالید (سرامیکی - کوارتز)
- لامپ‌های بخار سدیم



شکل ۵-۱۲- انواع لامپ‌های HID

- معرفی لامپ‌ها

در داده برگ‌ها و مراجع معتبر، لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار بر اساس فرآیند ساخت، نحوه عملکرد، شکل و ... در انواع متفاوتی دسته‌بندی می‌شوند. در این گزارش لامپ‌ها به صورت کلی بر اساس کاتالوگ شرکت اسرام به هفت نوع تقسیم‌بندی شده‌اند:

۱- لامپ‌های متال هالید

در آرک تیوب‌های لامپ‌های متال‌هالید انواع مختلف مواد شیمیایی بسته به شدت نور مطلوب، دمای رنگ، نمود رنگ، راندمان انرژی و طول عمر استفاده شده است.

۱-۱- لامپ متال‌هالید سرامیکی POWERBALL HCI

در ساخت این نوع از لامپ‌ها از تکنولوژی سرامیکی استفاده شده و فوایدی دارند که عبارتند از:

- بالاتر بودن شاخص نمود رنگ قرمز

- نمود رنگ و توزیع نور مناسب

- بهبود ثبات (پایداری) رنگ

- شار نوری و حفظ شار نوری بالا

- وابستگی کمتر به موقعیت اشتعال

- رسیدن سریعتر به خروجی کامل

- عمر طولانی

نوع دیگری از لامپ‌های متال هالید با تکنولوژی سرامیکی (POWERBALL HCI Shoplight) برای نمایش محصولات، مواد غذایی و در جایی که نمود رنگ و تطابق رنگ معیارهای مهمی هستند ایده‌آل می‌باشند. فواید

این دسته از لامپ‌ها عبارتند از:

- نمود رنگ بسیار عالی

- نمود رنگ قرمز اصلاح شده

- توزیع نور مناسب

- ثبات رنگ طولانی

- افت شار نوری کمتر در سرتاسر عمر لامپ

- دسترسی به خروجی کامل به محض روشن شدن لامپ

- میزان خرابی کمتر به سبب خوردگی سرامیک

۱-۲- لامپ متال هالید POWERSTAR HQI

در ساخت این نوع لامپ‌ها از تکنولوژی کوارتز استفاده شده و برای تمام کاربردهایی که در آن به تعادل مطلوب بین کیفیت نور از یک طرف و صرفه‌جویی از طرف دیگر توجه خاصی شده است، مناسب می‌باشند. ویژگی‌های این نوع لامپ‌ها عبارتند از:

- شدت نور و نمود رنگ عالی
- به عنوان یک منبع نور نقطه‌ای، آنها قابلیت هدایت عالی داشته و بهره نوری بالایی ارائه می‌دهند.
- صرفه‌جویی قابل توجه و طول عمر بالا

۲- لامپ بخار جیوه

۱-۲- لامپ بخار جیوه (HQL)

لامپ بخار جیوه اولین لامپ تخلیه‌ای شدت بالای قابل استفاده تجاری بود. در اصل، آنها یک نور سبز مایل به آبی تولید می‌کردند اما اخیراً گونه‌هایی وجود دارند که می‌توانند نوری با رنگ مشخص تولید کنند. با این حال لامپ‌های بخار جیوه با لامپ‌های متال هالید و بخار سدیم جایگزین شده است. فسفر لامپ‌های بخار جیوه پرفشار استاندارد، ترکیبی از ایتیریم و وانادیت می‌باشد. ویژگی‌های این دسته از لامپ‌ها عبارتند از:

- شکل بیضوی و دارای پوشش (مات)
- بهره نوری بالا: بیش از ۵۷ لومن بر وات (برای یک لامپ ۷۰۰ وات)
- رنگ نور: سفید خنثی
- میانگین طول عمر لامپ: ۱۵ تا ۲۰ هزار ساعت



نوع دیگری از لامپ‌های بخار جیوه با نام DE LUXE نسبت به لامپ‌های بخار جیوه معمولی پرفشار، رنگ نور گرمتر، نمود رنگ بهتر و خروجی نور بزرگتری داشته و این ویژگی آنها را برای گستره وسیعی از کاربردها در محیط‌های داخلی و خارجی تطبیق داده است. مشخصه این نوع لامپ‌ها عبارت است از:

- بهره نوری بالا: بیش از ۶۰ لومن بر وات (برای یک لامپ ۴۰۰ وات)

- رنگ نور: آفتابی

- میانگین طول عمر: ۲۰ هزار ساعت

۳- لامپ بخار سدیم

۳-۱- لامپ بخار سدیم پرفشار (NAV)

لامپ‌های بخار سدیم پرفشار نور سفیدتری تولید می‌کنند، اما بیشتر نور در ناحیه صورتی - نارنجی قرار دارد. گونه‌های جدید تصحیح شده رنگ با ایجاد نور سفیدتر، قابل استفاده هستند، اما به جهت بهبود رنگ، راندمان (بهره نوری) کاهش پیدا می‌کند.

۳-۲- لامپ بخار سدیم کم‌فشار (SOX)

لامپ‌های بخار سدیم کم‌فشار به شدت کارآمد هستند. آن‌ها نور زرد - نارنجی تولید می‌کنند و یک شاخص نمود رنگ مؤثر نزدیک به صفر دارند. اشیاء تحت نور این لامپ‌ها تک رنگ به نظر می‌رسند و این ویژگی آن‌ها را به عنوان نور ایمن وابسته به عکاسی خاص کرده است.

- رنگ نور و نمود رنگ لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار

رنگ نور و نمود رنگ لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار بر اساس استاندارد DIN 5035 با عنوان «روشنایی مصنوعی» به شرح جدول ۵-۵ و ۵-۶ می‌باشند.

جدول ۵-۵- نامگذاری دمای رنگ‌های مختلف

ردیف	نام	دمای رنگ (°K)	نماد
۱	آفتابی (Warm White)	۳۰۰۰	WW
۲	سفید خنثی (Neutral White)	۴۲۰۰	NW
۳	مهتابی (Daylight)	> ۵۰۰۰	DW

جدول ۵-۶- نمود رنگ لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار

رنگ نور زیر ۵۰۰۰ کلومین	رنگ نور حدود ۵۰۰۰ کلومین	رنگ نور بالای ۵۰۰۰ کلومین	شاخص نمود رنگ - Ra (%)	
POWERBALL HCI/930/WW	POWERBALL HCI/942/NW	POWERSTAR HQI/DW	1A 90-100	گروه ۱ (خیلی خوب)
POWERBALL HCI/830/WW POWERSTAR HQI/WW	POWERSTAR HQI/NW	-	1B 80-89	
-	-	-	2A 70-79	گروه ۲ خوب
-	POWERSTAR HQI/N	-	2B 60-69	
HQL DE LUXE	HQL	-	- 40-59	گروه ۳ (قابل قبول)
NAV	-	-	- 20-39	گروه ۴

* این تقسیم‌بندی برای لامپ‌های تخلیه‌ای شدت بالا بر اساس داده بزرگ‌های اسرام انجام شده است.

- کاربرد لامپ‌های HID

لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار (HID) در اصل مواقعی استفاده می‌شوند که سطح بالایی از نور برای نواحی بزرگ موردنیاز است و مواقعی که راندمان انرژی و یا شدت نور خواسته شده باشد. این نواحی شامل ورزشگاه‌ها،

مکان‌های عمومی بزرگ، انبارها، سالن‌های سینما، استادیوم‌های فوتبال، مکان‌های فعال بیرونی، بزرگراه‌ها پارکینگ‌های (روباز) خودرو و معابر می‌باشند. بتازگی لامپ‌های HID در خرده‌فروشی‌های کوچک و محیط‌های مسکونی نیز استفاده می‌شوند.

لامپ‌های HID برای باغبانی کاربردی در فضای داخلی ساخته شده است، مخصوصاً برای گیاهانی که به سطح بالایی از نور مستقیم خورشید در محل سکونت طبیعی خود نیاز دارند.

لامپ‌های متال‌هالید برای باغبانی به روش‌های علمی در فضاهای داخلی، جایی که انعکاس نور خورشید به صورت زیاد مطلوب است، مخصوصاً در طول مرحله رشد گیاهان بکار می‌روند.

لامپ‌های HID، مخصوصاً لامپ‌های متال‌هالید و بخار سدیم پرفشار منابع نوری متداولی برای باغچه‌ها در فضای داخلی هستند. آن‌ها همچنین جهت تولید شدت نوری با شدت نور خورشید در نواحی گرمسیری برای آکواریوم‌ها (نمایشگاه‌های موجودات آبی) در فضاهای داخلی استفاده می‌شوند.

به صورت کلی جدول ۵-۷ کاربرد لامپ‌های تخلیه‌ای پرفشار را در فضای داخلی بیان می‌کند.

جدول ۵-۷- کاربرد لامپ‌های HID در محیط‌های داخلی بر اساس رنگ نور

بخار سدیم کم فشار SOX	بخار سدیم پر فشار NAV	بخار جیوه HQL DE LUXE	بخار جیوه HQL	مثال هالید کوآرتز POWER-STAR HQI	مثال هالید سرامیکی POWER-BALL HCI Shoplight	مثال هالید سرامیکی POWER-BALL HCI	ناحیه کاربرد
				✓	✓	✓	مراکز اجتماعات، دفاتر طرح باز
				✓		✓	راهروها
		✓	✓	✓		✓	صنایع شیمیایی و مصنوعات (پلاستیکی)
				✓		✓	الکتریکی، مشاغل با دقت بالا
				✓		✓	صنایع چوب و کاغذ
				✓	✓	✓	مواد غذایی، خواربار
				✓	✓	✓	کالای چرمی، منسوجات
				✓	✓	✓	چاپ
		✓	✓	✓		✓	صنایع خودروسازی و مکانیک
			✓	✓		✓	پست‌های برق، نیروگاه‌های حرارتی
				✓	✓	✓	آزمایشگاه‌ها
✓	✓		✓	✓		✓	کارخانه ماسه

ادامه دارد

ادامه جدول ۵-۷- کاربرد لامپ های HID در محیط های داخلی بر اساس رنگ نور

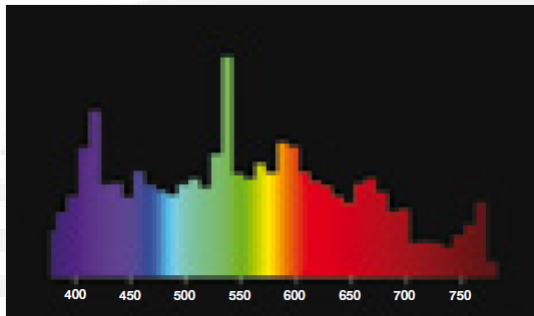
بخار سدیم کم فشار SOX	بخار سدیم پرفشار NAV	بخار جیوه HQL DE LUXE	بخار جیوه HQL	مثال هالید کوآرترز POWER-STAR HQI	مثال هالید سرامیکی POWER-BALL HCI Shoplight	مثال هالید سرامیکی POWER-BALL HCI	ناحیه کاربرد
✓	✓		✓	✓		✓	کارخانه سیمان
	✓	✓		✓		✓	مخازن کالا و انبارهای حمل و نقل
				✓	✓	✓	تالارهای کنفرانس، کتابخانه ها
				✓	✓	✓	بقالی، نانوائی، شیرینی پزی، اغذیه فروشی
				✓	✓	✓	کالای چرمی، منسوجات
				✓	✓	✓	عکاسی، ساعت، جواهری
				✓	✓	✓	وسایل آرایشی و آرایشگری
				✓	✓	✓	گل فروشی
				✓	✓	✓	سوپرمارکتها
				✓	✓	✓	فروشگاه های بزرگ
				✓	✓	✓	سالن های اجتماعات
							مراکز عمومی و گردشگاه

ادامه دارد

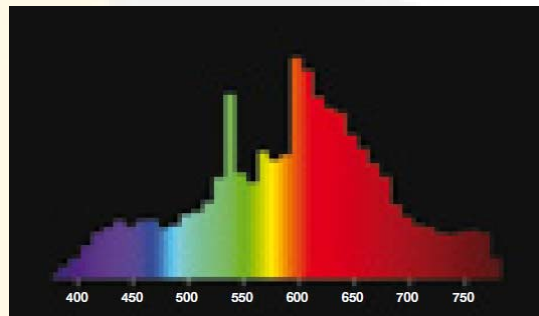
ادامه جدول ۵-۷- کاربرد لامپ های HID در محیط های داخلی بر اساس رنگ نور

بخار سدیم کم فشار SOX	بخار سدیم پرفشار NAV	بخار جیوه HQL DE LUXE	بخار جیوه HQL	مثال هالید کوآرترز POWER-STAR HQI	مثال هالید سرامیکی POWER-BALL HCI Spotlight	مثال هالید سرامیکی POWER-BALL HCI	ناحیه کاربرد	
							رستوران ها	سایر
				✓	✓	✓	رستوران ها	
				✓	✓	✓	موزه ها، گالری های هنری	
		✓		✓	✓	✓	نمایشگاه های بزرگ بازرگانی، تجاری	
				✓		✓	سالن های ورزشی، مراکز سرگرمی	
				✓	✓	✓	اتاق های مشاوره و معالجه	بیمارستان، اتاق های جراحی
✓	✓		✓	✓		✓	کارخانه های تولید کالای برقی	
✓	✓		✓	✓		✓	کارخانه های کشتی سازی	تأسیسات
✓	✓		✓	✓			معادن	
				✓		✓	پالایشگاه ها	
		✓		✓	✓	✓	نمایشگاه آبریان و جانوران خشکی	
	✓			✓		✓	باغبانی علمی	
				✓	✓	✓	روشنایی تئاتر	

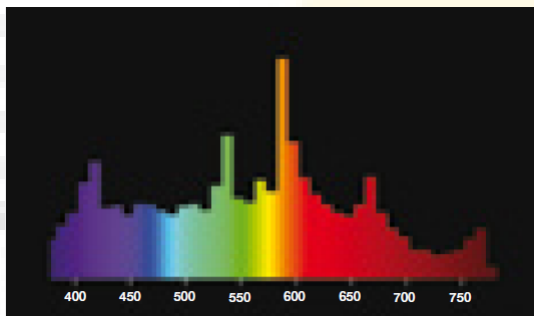
طیف نور لامپ‌های تخلیه گازی بر اساس دمای رنگ و شاخص نمود رنگ به شرح زیر می‌باشد:



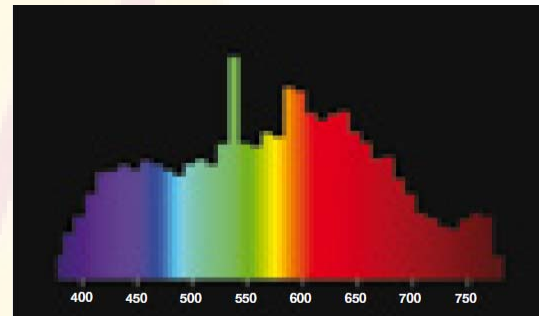
HQI - TS/D



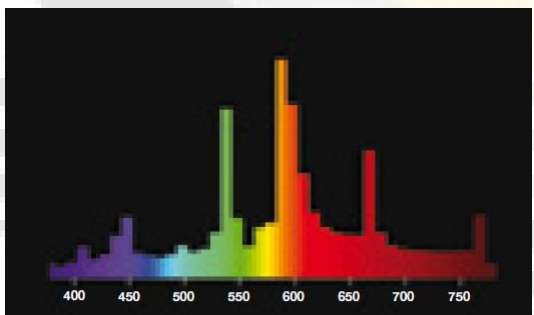
HCI /930 Shoplight



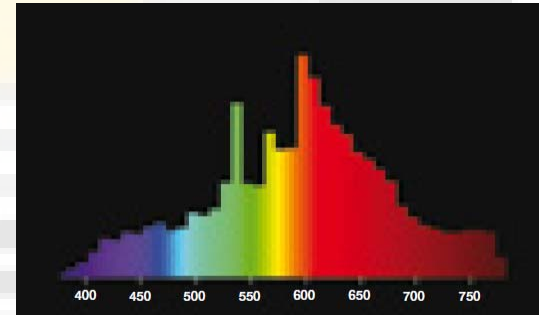
HQI - TS/NDL



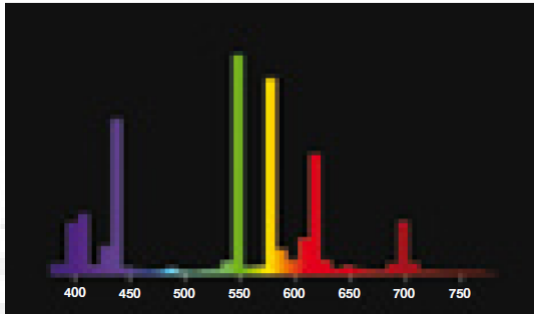
HCI /942 NDL



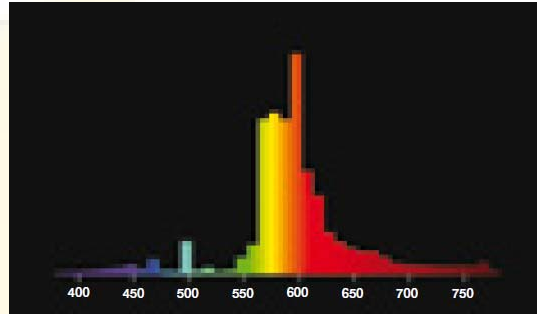
HQI - TS/WDL



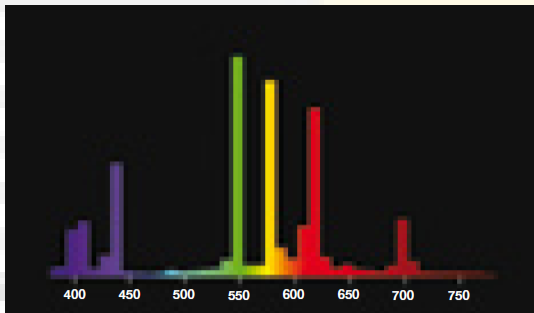
HCI /830 WDL



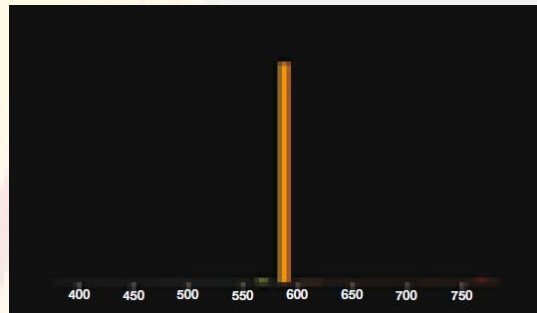
HQL



NAV



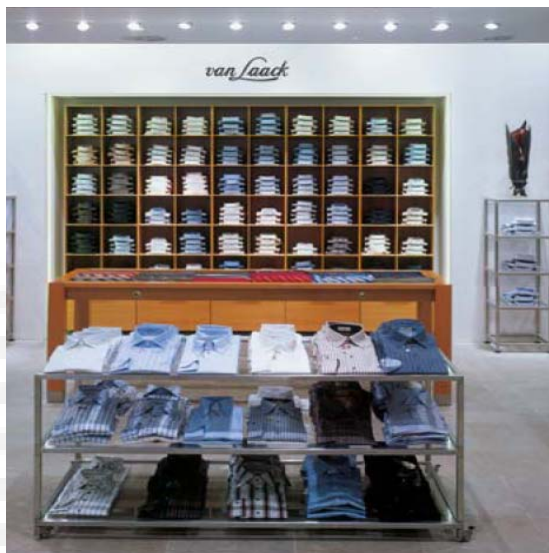
HQL de luxe



SOX



شکل ۵-۱۳- تصاویری از کاربرد لامپ‌های HID در محیط‌های داخلی



ادامه شکل ۵-۱۳- تصاویری از کاربرد لامپ‌های HID در محیط‌های داخلی

• LED

LED مخفف واژه Light Emitting Diode به معنای دیود ساطع کننده نور است. دیودهای ساطع کننده نور در واقع جزء خانواده دیودها هستند که دیودها نیز زیرگروه نیمه هادی‌ها به شمار می‌آیند. بنابراین LEDها زیرگروه لامپ‌ها نیستند ولی یکی از انواع منابع نوری می‌باشند. خاصیتی که LEDها را از سایر نیمه هادی‌ها متمایز می‌سازد این است که با گذر جریان از آنها مقداری انرژی به صورت نور از آنها ساطع می‌شود. LED، یک منبع نور حالت جامد است که در آن از دیودهای ساطع کننده نور (LEDs) به عنوان منبع نور استفاده می‌شود. از آنجایی که نور خروجی هر دیود ساطع کننده نور در مقایسه با لامپ‌های فلورسنت فشرده (کم مصرف) و لامپ‌های رشته‌ای، کمتر است، چندین دیود با هم استفاده می‌شوند. LEDها می‌توانند به صورت قابل تعویض با انواع دیگر ساخته شوند. بیشتر LEDها به همراه مدارهای داخلی با ولتاژ AC برق مستقیم استاندارد به کار می‌افتند. LEDها طول عمر بالایی دارند، اما هزینه اولیه آنها بالاتر از لامپ‌های فلورسنت است. LEDها برخلاف لامپ‌های رشته‌ای قابلیت کاربرد در فضاهای به شدت متحرک و دارای نوسان زیاد را دارند.

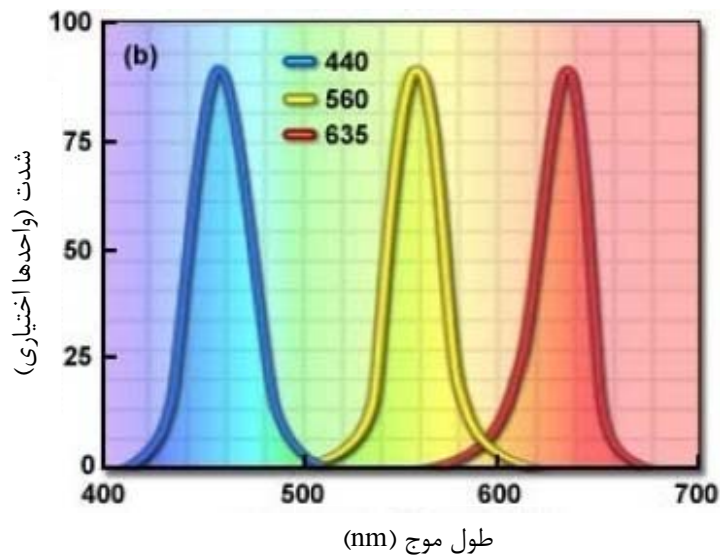


شکل ۵-۱۴- انواع LEDها

- طیف نور لامپ‌های LED

LEDها نور را در باند بسیار کوچکی از طول موج‌ها که تولید شدت رنگ نور می‌کند، ساطع می‌کنند.

(شکل ۵-۱۵)



شکل ۵-۱۵- طیف فرمز- زرد- سبز- آبی LED

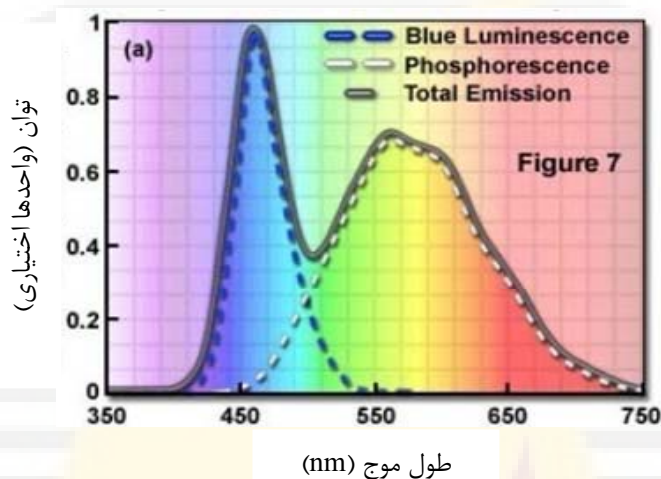
این رنگ مشخصه انرژی گراف باند ماده نیمه رسانای استفاده شده برای ساخت LED است. (جدول ۵-۸)

جدول ۵-۸- رنگ نور LED

رنگ	طول موج (nm)	نام رنگ	ولتاژ Fwd (ولت)	شدت نور LED (mcd)	زاویه دید (درجه)	مواد ایجاد کننده رنگ LED
	۶۳۵	قرمز تند	۲/۰	۲۰۰	۱۵	GaAsP/GaP - Gallium Arsenic Phosphide / Gallium Phosphide
	۶۳۳	قرمز	۲/۲	۳۵۰۰	۱۵	InGaAlP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
	۶۲۳	قرمز - نارنجی	۲/۲	۴۵۰۰	۱۵	InGaAlP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
	۶۱۲	نارنجی	۲/۱	۱۶۰	۱۵	GaAsP/GaP - Gallium Arsenic Phosphide / Gallium Phosphide
	۵۹۲	زرد کهربایی	۲/۱	۷۰۰۰	۱۵	InGaAlP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
	۵۸۵	زرد	۲/۱	۱۰۰	۱۵	GaAsP/GaP - Gallium Arsenic Phosphide / Gallium Phosphide
	۵۷۴	زرد آهکی	۲/۴	۱۰۰۰	۱۵	InGaAlP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
	۵۷۰	سبز آهکی	۲/۰	۱۰۰۰	۱۵	InGaAlP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
	۵۶۵	سبز سیر	۲/۱	۲۰۰	۱۵	GaP/GaP - Gallium Phosphide/Gallium Phosphide
	۵۶۰	سبز خیلی خالص	۲/۱	۳۵۰	۱۵	InGaAlP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
	۵۵۵	سبز خالص	۲/۱	۸۰	۱۵	GaP/GaP - Gallium Phosphide/Gallium Phosphide
	۵۲۵	سبز آبرنگی	۳/۵	۱۰۰۰۰	۴۵	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
	۵۰۵	سبز آبی	۳/۵	۲۰۰۰	۱۵	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
	۴۷۰	آبی پر رنگ	۳/۶	۳۰۰۰	۱۵	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
	۴۳۰	آبی بنفش	۳/۸	۱۰۰	۱۵	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
رنگ	دمای رنگ (°K)	نام رنگ	ولتاژ Fwd (ولت)	شدت نور LED (mcd)	زاویه دید (درجه)	مواد ایجاد کننده رنگ LED
	۳۵۰۰	سفید روشن	۳/۶	۲۰۰۰	۲۰	SiC/GaN -- Silicon Carbide/Gallium Nitride
	۵۰۰۰	سفید کم رنگ	۳/۶	۴۰۰۰	۲۰	SiC/GaN -- Silicon Carbide/Gallium Nitride
	۶۵۰۰	سفید سرد	۳/۶	۶۰۰۰	۲۰	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride

بنابراین LEDها ساطع‌کننده نور تک رنگ می‌باشند و از آنجایی که روشنایی عمومی به نور سفید یا طیف گسترده نیازمند است، تکنولوژی ساخت LEDهای سفید رنگ ایجاد شد. دو روش اصلی برای تولید نور سفید از LEDها که اساساً تک‌رنگ هستند، وجود دارد. یک روش بر اساس ترکیب سه رنگ مختلف (قرمز، سبز و آبی) LED در یک پوشش است و روش دیگر استفاده از فسفر برای تبدیل برخی از نور به رنگ‌های دیگر می‌باشد. روش اول (LEDهای RGB⁶) از تراشه‌های چندگانه LED که هر کدام طول موج مختلفی در نزدیکی گستره طیف نور سفید ساطع می‌کنند، استفاده می‌شوند. استفاده از این روش این واقعیت است که می‌توان شدت هر LED را برای مطابقت با مشخصات نور ساطع شده تنظیم کرد. هزینه ساخت بالا، نقطه ضعف بزرگی در حوزه بازرگانی محسوب می‌شود.

روش دوم، LEDها با فسفر تبدیل شده (LEDهای PC) است که با استفاده از یک طول موج کوتاه LED (معمولاً آبی یا بنفش) در ترکیب با فسفر که بخشی از نور آبی را جذب می‌کند و طیف وسیع‌تری از نور سفید ساطع می‌کند. (این مکانیسم شبیه به روش تولید نور سفید از فسفر روشن فرابنفش در لامپ فلورسنت است.) مزیت عمده در اینجا هزینه کم است. (شکل ۵-۱۶)



شکل ۵-۱۶- طیف تابشی LED سفید بر پایه فسفر

مقادیر بالای CRI^v (شاخص وضوح رنگ)، هزینه پایین و عملکرد مناسب استفاده از روش دوم را برای نورپردازی عمومی بیشتر مناسب تکنولوژی امروز می‌سازد. برای اینکه LED به عنوان منبع نور برای اتاق مناسب باشد، شماری از LEDها باید نزدیک هم در یک محفظه قرار گیرند تا اثرات روشنایی آنها افزوده شود. چون هر LED تنها مقدار کمی نور را تولید می‌کند، در نتیجه یک LED منفرد تأثیرش به عنوان منبع نور جایگزین محدود است. LEDهای نور سفید به طور بالقوه بسیار انرژی کارآمدی در مقایسه با لامپ رشته‌ای دارند. شاید مهمترین معیار برای انتخاب LED نور سفید، دمای رنگ میانگین منحنی تابش است که تقریباً از ۴۵۰۰ K تا ۸۰۰۰ K بسته به مشخصه‌های نیمه‌هادی‌ها محدود می‌شود.

ترکیب قطعه‌های دیود سبز، آبی و قرمز در یک بسته (پکیج) جدا، یا در لوستری از دیودها برای نصب خانگی، امکان تولید نور سفید و یا هر یک از ۲۵۶ رنگ را با به کارگیری مداری که این سه دیود مستقل را تحریک می‌کند، وجود دارد. در کاربردهایی که تنها به طیف کاملی از رنگ‌های یک منبع نقطه‌ای نیاز است، روش RGB - LED ارجحیت داده شده است.

با این حال، بیشترین دیودهای نوری سفید با استفاده از یک LED ساطع‌کننده در طول موج‌های کوتاه (۳۶۵ تا ۴۵۰ نانومتر، فرابنفش تا آبی) و یک طول موج تبدیل‌کننده که نور را از LED جذب می‌کند و تابش ثانویه‌ای در طول موج‌های بلندتر را ایجاد می‌کند، بدست می‌آید.

- کاربرد لامپ LED

لامپ‌های LED هم برای (روشنایی) نورپردازی عمومی و هم روشنایی با اهداف خاص به کار می‌رود. جایی که نور رنگی نیاز باشد، LEDها در رنگ‌های مختلف بدون نیاز به فیلترها به دست می‌آیند. این مورد، صرفه‌جویی در انرژی را بیشتر از یک منبع نور سفید که همه رنگ‌های نور را تولید می‌کند سپس برخی از انرژی قابل رؤیت را در فیلتر از بین می‌برد، بهبود می‌بخشد. لامپ‌های دیود ساطع‌کننده نور سفید رنگ، دارای طول عمر بالا و مصرف انرژی نسبتاً کم هستند. منابع LED فشرده هستند، که این هم انعطاف‌پذیری در طراحی وسایل روشنایی و نیز کنترل خوب روی توزیع نور با بازتابنده‌ها و لنزهای کوچک را می‌دهد.

LED، لوله‌های (تیوب‌های) شیشه‌ای ندارد تا بشکند و قطعات داخلی آنها دقیقاً حفظ شده و آنها را در برابر ارتعاش و ضربه مقاوم می‌سازد.

LEDها با استفاده از اصل مخلوط رنگ می‌توانند طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها را با تغییر نسبت نور تولید شده در هر رنگ اصلی، تولید کنند. این مخلوط کل رنگ‌ها در لامپ‌ها اجازه می‌دهد تا LEDهایی با رنگ‌های مختلف داشته باشیم. LEDها حاوی جیوه نمی‌باشند. در مقایسه با دیگر فن‌آوری‌های روشنایی، LEDها نور را در یک جهت ساطع می‌کنند و این نقطه ضعفی برای بیشتر کاربردهای روشنایی عمومی است، اما می‌تواند برای روشنایی نقطه‌ای یا خطی یک مزیت باشد.

LEDها کاربردهای فراوانی دارند که با توجه به زمینه کاربری در دو بخش روشنایی و غیر روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که ما در اینجا به بخش روشنایی و از این بخش نیز تنها به روشنایی داخلی می‌پردازیم:

۱- استفاده از LED در روشنایی داخلی (سقف، دکوراسیون منزل، کابینت آشپزخانه و ...)

خانه مکانی است که مردم بیشترین وقت خود را در آن می‌گذرانند. استفاده از روشنایی مناسب جهت آسایش و راحت کار کردن در این فضا باعث استفاده بیشتر از LED گردیده است. موارد کاربرد LED در منازل بیشتر در آشپزخانه، اتاق‌های پذیرایی، ویتترین‌ها، چراغ‌های مطالعه، راه‌پله‌ها و ... می‌باشد.

LED برای اهداف روشنایی در آشپزخانه وسیله‌ای ایده‌آل محسوب می‌شود مثلاً استفاده از LED در کابینت‌ها علاوه بر دارا بودن قابلیت‌هایی چون غیر مرئی نگهداشتن وسایل و آسان یافتن اشیای کوچک مثل ظروف غذا، قوطی، کنسرو و ...، قادر است هر بخشی از کابینت را روشن نگه دارد و تجربه زیبایی از روشنایی ارائه دهد. همچنین مصرف زیاد انرژی در استفاده از لامپ‌های هالوژن و رشته‌ای در منازل باعث جایگزینی لامپ‌های LED به جای هالوژن و رشته‌ای گردیده است.



شکل ۵-۱۷- تصاویری از کاربرد لامپ LED در روشنایی داخلی

۲- استفاده از LED در نورپردازی داخلی (قفسه کتابخانه‌ها، ویترین مغازه‌ها، موزه‌ها و ...)

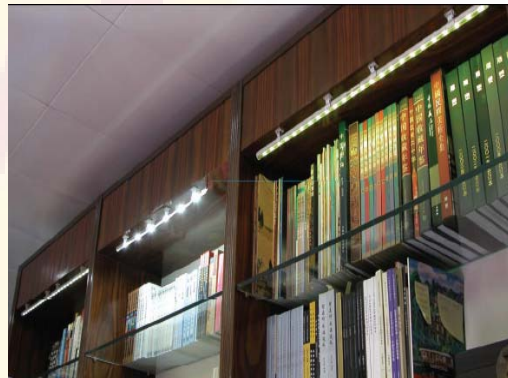
عمر طولانی LEDها، آنها را به یک گزینه کاملاً بی‌عیب و نقص، جهت نورپردازی در محل‌هایی که تعمیر و نگهداری لوازم و تأسیسات در آنها دشوار است، تبدیل می‌کند.

طیف نور منتشر شده توسط LED بسیار باریک است و اشعه ماوراء بنفش و مادون قرمز در آن وجود ندارد، پس به دلیل عدم وجود این دو اشعه مخرب بر اشیاء قدیمی و قیمتی، از این نوع لامپ‌ها برای روشنایی و نورپردازی موزه‌ها استفاده می‌شود. با توجه به تنوع غنی از رنگ‌ها، اندازه فشرده، دوام، صرفه‌جویی در انرژی، و عمر طولانی، LEDها یک منبع نور مناسب برای کاربردهای تزئینی و خلق فضای دکوراتیو و نورپردازی تزئینی قفسه‌ها و ویترین‌ها هستند.

LEDها متنوع هستند و می‌توانند روی یک PCB، PCB انعطاف‌پذیر، کابل، سیم و یا دیگر مواد رسانای الکتریکی نصب شوند و برای محدوده کاملی از روشنایی تزئینی به کار برده می‌شوند.

در حال حاضر با توجه به عمر طولانی، عدم تولید حرارت و کم مصرف بودن LED، این محصول استفاده وسیعی در نورپردازی‌ها دارد. تنها مسئله باقیمانده تفاوت قیمت محصولات LED با لامپ‌های معمولی می‌باشد، که با در

نظر گرفتن طول عمر (مدت زمان نیاز به تعویض لامپ)، مصرف انرژی ناچیز و تولید نکردن حرارت که به صورت غیر مستقیم باعث کاهش مصرف دستگاه‌های برودتی نیز می‌گردد، به نظر می‌رسد در سال‌های آتی با کاهش قیمت LED منتفی شود. همچنین تحقیقات جدید نشان می‌دهد که مهارت بکار بردن رنگ در یک محیط دفتری با استفاده از LED می‌تواند تأثیر سودمندی بر کارمندان و افزایش سطح بهره‌وری داشته باشد. نورپردازی تأثیر عظیمی بر مردم از لحاظ فیزیولوژیکی و روان‌شناسی دارد. نوع نور دفتر کار با ریتم‌های زندگی کارمندان می‌تواند تنظیم شود. بنابراین نورهای آبی‌تر، روشن‌تر در صبح و رنگ‌های ملایم‌تر گرم‌تر در بعداز ظهر و سر شب بکار برده می‌شود.



شکل ۵-۱۸- تصاویری از کاربرد لامپ‌های LED در نورپردازی داخلی

۳- استفاده از LED در روشنایی اداره‌ها

LEDها در اداره‌ها (با قرار دادن آن در تورفتگی دیوار) به منظور روشن کردن میزها و روشنایی محیط به کار می‌روند. هر چند استفاده از LEDها به عنوان جایگزینی برای روشنایی عمومی متداول، به دلیل گران بودن قیمت آنها، قابل توجه نبوده است، با این حال بهره نوری LEDها به منظور رقابت کردن با تکنولوژی‌های موجود بهبود داشته است.

موقعیت‌های بسیار زیادی برای LEDها موجود است تا در زمره وسایل روشنایی اداری قرار گیرند. (به عنوان مثال بکارگیری LEDها در درون سقف، دیوارها، تابلوها و موزائیک‌های کف) در چندین سال آینده، کاربردهای LED در مکان‌های مختلفی در اداره‌ها نظیر بخش‌های پذیرش، رستوران‌ها، و مهمان‌خانه‌ها بیشتر خواهد بود. البته این نوع کاربرد قبل از آنکه جنبه روشنایی داشته باشد، به عنوان علائم دیداری و جهت‌یابی می‌باشد.



شکل ۵-۱۹- تصاویری از کاربرد لامپ LED در روشنایی اداری

۴- استفاده از LED در روشنایی صنعتی

LEDها و پیشرفت‌های انجام شده در زمینه آن، در حال ایجاد اثرات بسیار کوچکی بر اماکن صنعتی است که به نواحی دارای احتمال انفجار و آتش مربوط می‌شوند. قابلیت خاموش و روشن کردن LED به طور متناوب و عدم وجود پدیده سوسوزنی از مهم‌ترین قابلیت‌های LED در روشنایی اضطراری و امنیتی می‌باشد. همچنین یکی دیگر از کاربردهای صنعتی LEDها در صنایع تولیدی نفت، گاز، پتروشیمی و در پالایشگاه‌ها می‌باشد.



شکل ۵-۲۰- تصویر از لامپ LED در روشنایی صنعتی

۵- استفاده از LED در روشنایی هتل‌ها

هتل‌ها، نور LED را برای اهداف تزئینی در بخش پذیرش و لابی برگزیده‌اند. علاوه بر این هتل‌ها در حال نصب LED در لامپ‌های ایستاده و چراغ خواب می‌باشند. LEDها هزینه‌های روشنایی هتل‌ها را کاهش می‌دهند. برای کاربران هتل‌ها صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز به منظور تأیید اعتبار آنها بسیار مهم است. با توجه به بهره نوری و هزینه‌های اولیه LEDها، چندین سال زمان لازم است تا LEDها جایگزین لامپ‌های فلورسنت و هالوژن شوند.



شکل ۵-۲۱- تصویری از کاربرد لامپ LED در روشنایی هتل‌ها

۶- استفاده از LED در روشنایی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی

راه‌کارهای روشنایی رنگی (LEDها و لامپ‌های فلورسنت)، به مقدار زیادی در مراکز درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال LED در اتاق‌های اسکن بیمارستان‌ها به کار می‌رود. ساده‌ترین مسئله در سیستم‌های کنترل روشنایی پیچیده، استفاده از روشنایی رنگی پویا می‌باشد. چنانچه طراحی به خوبی انجام گیرد، نور رنگی در ایجاد تصویر بیمارستان به عنوان یک محیط گرم، عاطفی و خوب تأثیر بسزایی خواهد داشت.

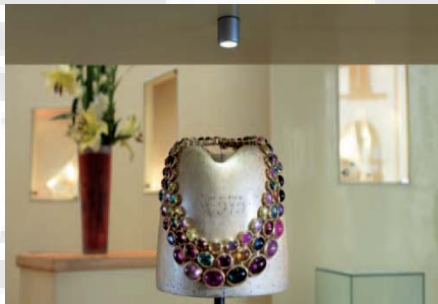


شکل ۵-۲۲- تصویری از کاربرد لامپ LED در روشنایی بیمارستان‌ها

۷- استفاده از LED در روشنایی مغازه‌ها

LEDها دارای پتانسیل لازم برای رشد و توسعه در بخش‌های کوچک مثل روشنایی مغازه‌ها، داخل ویتترین مغازه‌ها و دیوارتاب رنگی می‌باشند. برای مثال روند تجهیز فریزرهای تجاری با استفاده از LEDها به عنوان جایگزینی برای لامپ‌های فلورسنت TL در حال افزایش است.

کاربرد LEDها در کابینت‌های فریزرها بسیار عالی است زیرا بر خلاف لامپ‌های TL که در دمای ۲۰- درجه سلسیوس از نظر نوری افت می‌کنند و دارای طول عمر کوتاه‌تر و بهره نوری پایین‌تری هستند، LEDها دارای مزایایی چون عدم تأثیر ناشی از سرما، بهره انرژی بیشتر، آسیب پذیری کمتر و طول عمر بالاتر (نسبت به کابینت فریزر) می‌باشند.



شکل ۵-۲۳- تصاویری از کاربرد لامپ LED در روشنایی مغازه‌ها

۸- استفاده از LED در روشنایی عمومی و تجاری

با پیشرفت تکنولوژی LED سفید، امروزه به طور فوق‌العاده‌ای این منابع در اشکال گوناگون، برای استفاده در روشنایی عمومی و تجاری با نوری به اندازه کافی بکار می‌روند. خانه‌ها، ادارات، ساختمان‌های عمومی، مراکز خرید و ... در همه جهان از تولیدات روشنایی LED سفید رنگ جدید استفاده می‌کنند.

۹- استفاده از LED در ایجاد رنگ

پیشرفت تکنولوژی LED و سیستم‌های کنترل رنگ در مورد طیف خیلی گسترده‌ای از تک‌رنگ‌ها و مخلوط‌های RGB، RB، GB، AWB (سفید آبی کهربایی)، RGBY، سفید سرد و سفید گرم، و سفید گرم - فرابنفش را به همراه می‌آورد. ترکیبات متنوع از طول موج‌های مختلف رنگ آبی، ترکیبات آبی سبز، با مخلوط‌های مختلف فسفر یک رنگین‌کمان واقعی از رنگ‌های در دسترس بدست آورده شده است.



شکل ۵-۲۴- تصویری از کاربرد لامپ LED در ایجاد رنگ

جدول زیر حداقل شدت روشنایی را برای مکان‌های مختلف بر اساس استانداردهای EN 12464-1 با عنوان «نور و روشنایی - روشنایی محیط کار - بخش ۱: محیط‌های کار داخلی» و DIN 5035 با عنوان «روشنایی مصنوعی» استاندارد بیان می‌دارد. مشخصه‌های شاخص وضوح رنگ (R_a) به شرح جدول ۵-۱ می‌باشند.

جدول ۵-۹- شرایط روشنایی در اتاق‌های عمومی و انبارها بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
-	3	ww/nw	50	راهروها در سالن‌های انبار (گذرگاه‌ها)
لامپ‌های بخار سدیم با گروه نمود رنگ ۴ مجاز است	3	ww/nw	50	اتاق‌های ذخیره و انبار برای کالاهای مشابه و بزرگ
	3	ww/nw	100	انبار با کالاهای مختلف که در آن کار جستجو انجام می‌شود.
	3	ww/nw	200	انباری که در آن کار خواندن انجام می‌شود.

جدول ۵-۱۰- شرایط روشنایی انبار (مخزن) خودکار با بلندی سقف ۲۰ فوت یا بلندتر بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
-	3	ww/nw	20	راهروها
	2A	ww/nw	200	میز کنترل
	3	ww/nw	200	تدارکات

جدول ۵-۱۱- شرایط روشنایی اتاق استراحت، اتاق شستشو بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
روشنایی با توجه به حالت افراد، احتمالاً لامپ‌های رشته‌ای	2A	ww/nw	200	اتاق شستشو، رستوران
	2A	ww/nw	100	اتاق‌های استراحت
	2A	ww/nw	300	اتاق‌هایی برای تمرین بدنی (ورزش)
احتمالاً روشنایی آینه‌های اضافی	2A	ww/nw	100	اتاق پرو، اتاقی برای تعویض لباس
	2A	ww/nw	100	اتاق شستشوی لباس
	2A	ww/nw	100	میز آرایش / اتاق آرایش
-	1A	ww/nw	500	اتاق شستشو، اتاق کمک‌های اولیه و درمان

جدول ۵-۱۲- شرایط روشنایی تأسیسات ساختمان بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
-	3	ww/nw	100	اتاق ماشین آلات
	3	ww/nw	100	اتاق عرضه و تولید برق (محل کنتورها)
	2A	ww/nw	500	اتاق خبری تلکس تصاویر، اتاق پست
	2A	ww/nw	300	اتاق‌های مرکز تلفن

جدول ۵-۱۳- شرایط روشنایی راهروها در ساختمان‌ها بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
شدت نور مجاز با شدت نور اتاق مجاور به صورت زیر مطابقت دارد: $E_{n1} \geq 0.1 E_{n2}$ که در آن E_{n1} برابر E_n راهروها و E_{n2} برابر E_n اتاق مجاور است	3	ww/nw	50	برای افراد
	3	ww/nw	100	برای افراد و وسایل نقلیه
	3	ww/nw	100	پله و پله برقی
	3	ww/nw	100	سطوح شیب‌دار بارگیری
	3	ww/nw	100	تسمه (حامل) خودکار نزدیک راهروها
فقط چراغ بدون روشن‌کننده‌های جانبی، بکار برده شود.	3	ww/nw	$2 \times E_n^*$ min. 400 Lux	ورودی سالن (در طول روز)
E_n^* پیوسته به بخش داخلی اتاق است. برای روشن نمودن بخش داخلی ورودی سالن				
E_n^{**} پیوسته به بخش داخلی اتاق است. برای روشن نمودن بخش خارجی ورودی سالن	3	ww/nw	$0.5 E_n^{**}$ تا $0.2 E_n^*$	ورودی سالن (در طول شب)

جدول ۵-۱۴- شرایط روشنایی عمده‌فروشی و خرده‌فروشی‌ها بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
-	2A	ww/nw	300	اتاق‌های فروش (فروشگاه‌ها)
-	2A	ww/nw	500	خرده‌فروش‌ها و محل‌های خرید

جدول ۵-۱۵- شرایط استاندارد ادارات و اماکن مشابه آن بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_n	رنگ نور	شدت روشنایی (En) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
روشنایی عمومی نزدیک محل کار	2A	ww/nw	300	دفاتر با محل‌های کاری در جهت نور روز منحصراً با پنجره‌های نزدیک مستقیم
حداقل $0.8 E_n$	2A	ww/nw	500	ادارات
قابلیت انعکاس بالا: سقف حداقل ۰/۷ - دیوار - پارتیشن حداقل ۰/۵ -	2A	ww/nw	750	دفاتر طرح باز - قابلیت انعکاس بالا
روشنایی جداگانه محل کار مجاز است.	2A	ww/nw	1000	دفاتر طرح باز - قابلیت انعکاس متوسط
زاویه E_n برد رسم، ۷۵ درجه از افق است؛ در یک ارتفاع ۱/۲ متری نقطه مرکزی	2A	ww/nw	750	رسم فنی
	2A	ww/nw	300	اتاق‌های مبله شده و اتاق‌های کنفرانس
	2A	ww/nw	100	اتاق‌های پذیرایی
	2A	ww/nw	200	دفاتر آزاد با رفت و آمد عمومی
	2A	ww/nw	500	اتاق‌های پردازش داده‌ها

جدول ۵-۱۶- شرایط استاندارد ادارات و اماکن مشابه آن بر اساس استاندارد DIN EN 12464

ملاحظات	R _a	رنگ نور	شدت روشنایی (E _n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	80	ww/nw	300	بایگانی و کپی
	80	ww/nw	300	محل رفت و آمد در اتاق‌های کار
	80	ww/nw	500	محل کار CAD - دفاتر نقشه‌کشی
	80	ww/nw	500	اتاق‌های پردازش داده‌ها - نوشتن و تایپ
روشنایی قابل تنظیم	80	ww/nw	500	اتاق‌های کنفرانس و جلسات
	80	ww/nw	300	میز پذیرش
	80	ww/nw	200	آرشیو - بایگانی
	80	ww/nw	100	سالن ورودی
-	80	ww/nw	200	رختکن
	80	ww/nw	200	اتاق‌های انتظار
	80	ww/nw	300	گیشه‌ها و مناطق سرویس‌دهی
	80	ww/nw	500	اتاق‌های نگارش
دمای رنگ $\leq 5000 K$	90	-	750	اتاق طراحی
	80	ww/nw	750	اتاق نقشه‌کشی فنی
	40	ww/nw	150	راه پله‌ها، پله برقی‌ها و پیاده‌روهای متحرک
	80	ww/nw	200	فروشگاه‌ها

ادامه جدول ۵-۱۶- شرایط استاندارد ادارات و اماکن مشابه آن بر اساس استاندارد DIN EN 12464

ملاحظات	R _a	رنگ نور	شدت روشنایی (E _n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	80	ww/nw	300	باجه‌ها
	80	ww/nw	100	اتاق‌های استراحت
	80	ww/nw	300	اتاق‌های تمرین‌های ورزشی
	80	ww/nw	200	اتاق‌های چای‌خوری
روشنایی قابل تنظیم	80	ww/nw	500	آشپزخانه
-	80	ww/nw	200	رختکن‌ها، دستشویی‌ها و توالت‌ها
دمای رنگ $4000 K \leq$	80	ww/nw	500	اتاق‌های کمک‌های اولیه
	90	ww/nw	500	اتاق‌های خدمات پزشکی
	60	ww/nw	200	اتاق‌های مدیریت خدمات ساختمان، اتاق‌های کنترل
در صورت استفاده مداوم ۲۰۰ لوکس	80	ww/nw	500	اتاق‌های پست و تلکس، مراکز تلفن
	60	ww/nw	100	انبارها
	60	ww/nw	300	مناطق بسته‌بندی و ارسال کالا

جدول ۵-۱۷- شرایط روشنایی اماکن تجاری و بازرگانی (منتخب) بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	3	ww/nw	200	ضد زنگ زدن و بخش‌های رنگ کردن فولاد
	3	ww/nw	200	مونتاژ (نصب اولیه) سیستم‌های تهویه و گرمایش
-	3	ww/nw	300	قفل و کلیدساز و لوله‌کش
	3	ww/nw	300	کارگاه خودرو
	3	ww/nw	500	کارگاه تعمیر ماشین
روشنایی محلی لازم	2A	ww/nw	500	عینک‌سازی (دوربین‌سازی) و ساعت ساز
	2A	ww/nw	1000	کارگاه جواهر سازی
-	1B	ww/nw	1500	کار با سنگ‌های قیمتی
	2A	ww/nw	500	کارگاه تلویزیون و رادیو

جدول ۵-۱۸- شرایط روشنایی رختشوی‌خانه‌ها و محل‌های تمیز کردن لباس با مواد شیمیایی بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	2A	ww/nw	300	شستشو
-	2A	ww/nw	300	اتوکشی با ماشین
	2A	ww/nw	300	اتوکشی با دست
	2A	ww/nw	300	مرتب کردن لباس
روشنایی جداگانه محل کار مجاز است.	2A	ww/nw	1000	لکه‌گیری و بررسی

جدول ۵-۱۹- شرایط روشنایی مراکز خدماتی بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	2A	ww/nw	200	سالن پذیرش
	2A	ww/nw	500	آشپزخانه
	1B	ww/nw	200	اتاق ناهارخوری - سفره‌خانه
	2A	ww/nw	300	اتاق تلویزیون (اتاقی که در آن بیشتر فعالیت‌های خانواده رخ می‌دهد)
	2B	ww/nw	300	سلف سرویس رستوران‌ها
	1A	ww/nw	500	پیرایشگاه
	1A	ww/nw	750	آرایشگاه زیبایی

جدول ۵-۲۰- شرایط روشنایی موزه و اماکن موجود در آن بر اساس استاندارد DIN EN 12464-1

ملاحظات	R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
۱- اگر راهروها، پله‌ها و آسانسورها به طور قابل توجهی تاریکتر از مرکز اجتماعات باشند موجب ناراحتی و خطر می‌گردد.	40	ww/nw	150 ¹	پله‌ها
	80	ww/nw	100	راهروها
	80	ww/nw	100	راهروها و محل‌های عبور در کتابخانه
	> 80	ww/nw	200	قفسه‌های کتاب در کتابخانه
	> 80	ww/nw	500	اتاق‌های مطالعه
۲- برای مواد با حساسیت گرمایی، از لامپ هالوژن ولتاژ پایین و یا لامپ‌هایی که نور انتشاری آنها شامل مقادیر کمی انبار(که کار جستجو و تکمیل فرم‌ها و	80	ww/nw	200-300	پیشخوان غذا و غذاخوری
	80	ww/nw	500	کارگاه آموزشی موزه
	80	ww/nw	> 300	مکان‌های اداری موزه
	60	ww/nw	300	

اشعه فرو سرخ باشد کاربرد دارد.				خواندن در آن صورت می‌گیرد)
	60	ww/nw	100 ^۲	انبار (برای تسهیل دید)

جدول ۵-۲۱- شرایط روشنایی امکانات فضای باز در مدرسه بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	3	ww/nw	50	حیاط سر پوشیده
-	3	ww/nw	20	ایستگاه دوچرخه سرپوشیده
	3	ww/nw	100	پله، پله برقی، جاده‌های شیب‌دار

جدول ۵-۲۲- شرایط روشنایی کلاس‌های درس عمومی بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
۱- حداقل روشنایی در این مکان باید $0.8 E_n$ باشد.	2	ww/nw	300	اتاق‌های کودکان
۲- در موارد دیگر، به روشنایی تکمیلی نیاز است.	2	ww/nw	300 ^۱	کلاس درس
۳- حداکثر بازتابش: سقف حداقل 0.7 و دیوارها حداقل 0.5	2	ww/nw	750	کلاس‌های درس با بازتاب بالا
	2	ww/nw	1000	کلاس‌های درس با بازتاب متوسط

جدول ۵-۲۳- شرایط روشنایی سالن‌های سخنرانی در مدارس بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
گاهی با روشنایی اضافه	2	ww/nw	500	اتاق‌های سخنرانی دارای پنجره

	2	ww/nw	750	اتاق‌های سخنرانی بدون پنجره
--	---	-------	-----	-----------------------------

جدول ۵-۲۴- شرایط روشنایی کلاس‌های درس ویژه بر اساس استاندارد DIN 5035

ملاحظات	نماد R_a	رنگ نور	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
احتمالاً با روشنایی اضافه	2	ww/nw	500	آموزش آشپزی
	2	ww/nw	500	صنایع دستی
	2	ww/nw	500	هنرهای کلی، خیاطی و فضاهای دارای ماشین تحریر
	1	ww/nw	500	نقشه‌کشی، نقاشی
	2	ww/nw	500	فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی
	2	ww/nw	500	آزمایشگاه، تجهیزات آزمایشگاهی
	2A	ww/nw	500	درس‌های فنی
	2	ww/nw	200	اتاق جلسات
	2	ww/nw	200	اتاق پروژکتور
	2	ww/nw	200	راهروها
-	2	ww/nw	100	پله
	2	ww/nw	200	سالن‌های ورودی
	2	ww/nw	200	غذاخوری
	2	ww/nw	200	آمفی تئاتر
	2	ww/nw	200	اتاق‌های چند منظوره
	2	ww/nw	200	سالن‌های مدرسه، اتاق‌های پذیرایی
	2	ww/nw	200	کتابخانه، مراکز رسانه‌ای
	2	ww/nw	200	اتاق مطالعه
	2	ww/nw	200	سالن‌های مقاله و مجله

جدول ۵-۲۵- شرایط روشنایی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی بر اساس استاندارد 1-12464 DIN EN

ملاحظات	R _a	رنگ نور	شدت روشنایی (E _n) (Lux)	بخش‌های سازمان / فضاهای مختلف
	80	ww	100	اتاق‌های بستری
	80	ww/nw	300	روشنایی مورد نیاز برای مطالعه در بیمارستان
	80	ww/nw	200	روشنایی عمومی برای نگهداری از کودکان
	80	ww/nw	300	آزمایشات ساده
	90	ww/nw	1000	آزمایشات و درمان‌ها در روشنایی شب
	80	ww/nw	5	روشنایی برای پرستاران در شب
	8	ww/nw	20	روشنایی برای نگهداری کودکان در شب
	80	ww/nw	200	سرویس‌های بهداشتی بیماران
	80	ww/nw	300	اتاق استراحت کارکنان
	80	ww/nw	500	اتاق نگهبانی
	80	ww/nw	500	اتاق پزشکان و پرستاران
	40	ww/nw	150	پله و پله برقی
	80	ww/nw	200	اتاق انتظار
	80	ww/nw	200	راهرو در شب
	80	ww/nw	50	راهرو در روز
	80	ww/nw	300	راهرو در شب هنگام عمل
	80	ww/nw	200	اتاق سرگرمی

شدت روشنایی سالن‌های ورزشی سرپوشیده بسته به نوع ورزش، جهت تابش نور و کلاس متفاوت می‌باشد. به این ترتیب تعدادی از آنها به طور نمونه در جداول ۵-۲۶ و ۵-۲۷ ذکر گردیده است.

جدول ۵-۲۶- شرایط روشنایی سالن ورزش بسکتبال، هندبال

کلاس	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	رنگ نور
I	750	ww/nw
II	500	ww/nw
III	200	ww/nw

جدول ۵-۲۷- شرایط روشنایی سالن ورزش تنیس، بدمینتون

کلاس	شدت روشنایی (E_n) (Lux)	رنگ نور
I	750	ww/nw
II	500	ww/nw
III	300	ww/nw



سازمان بهره‌وری انرژی ایران
(سابا)

فصل ششم

مقایسه طیف نور چند نمونه لامپ CFL تهیه
شده توسط سابا با لامپ‌های موجود در بازار

گزارش بند ۶ شرح خدمات



• مقدمه

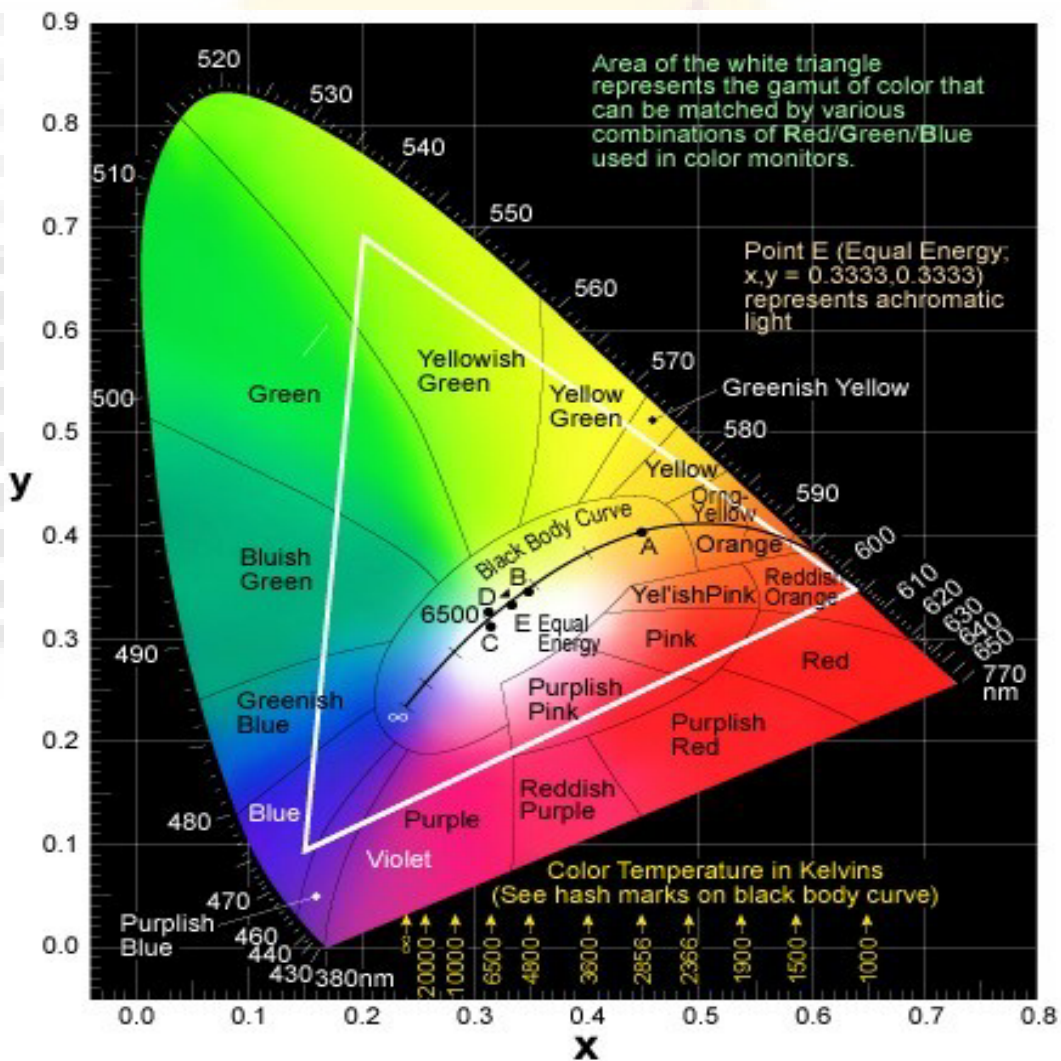
لامپ فلورسنت توسط نیکلای تسلا اختراع و ثبت شد، این نوع لامپ بازده نور بسیار بیشتری از لامپ رشته‌ای دارد. تا دهه ۱۹۸۰ این نوع لامپ به دو نوع خطی و دوار محدود می‌شد و شکل‌های دیگر زیاد محبوبیت پیدا نکردند. لامپ‌های فلورسنت فشرده (CFL) - که در ایران به نام کم‌مصرف مشهورند - در اوایل دهه ۱۹۸۰ به بازار آمدند. اکثر لامپ‌های CFL به صورت یکپارچه با بالاست الکترونیکی و با کلاهدک ادیسونی می‌باشند. میانگین طول عمر اسمی آن‌ها حداقل ۸۰۰۰ ساعت است. لامپ‌های فلورسنت در رنگ‌های متنوعی از لحاظ دمای رنگ نور^۱ ساخته می‌شوند. رنگ نور را اغلب با نماد WW^۲ برای سفید گرم، CW^۳ برای سفید سرد (رایج‌ترین) و DL^۴ برای نور روز، نشان می‌دهند. در بعضی کشورها نوع سفید سرد (CW) رایج‌تر است، در صورتی که در برخی دیگر رنگ‌های سفید گرم‌تر غالب است. در آمریکا لامپ فلورسنت اکثراً در رنگ سفید سرد (CW) مورد استفاده قرار می‌گیرد، که به همراه حباب‌های نصب شده در خانه که رنگی متمایل به صورتی دارند رنگ سفید گرم (WW) تولید می‌شود.

دمای رنگ برای مشخص کردن رنگ منبع نور از طریق مقایسه آن با رنگ «جسم سیاه تشعشع‌کننده» استاندارد بکار می‌رود. یک جسم جامد ایده‌آل مثلاً پلاتینیوم جسمی است که همه نورهایی را که به آن می‌تابد به خود جذب می‌کند و ضریب تشعشع انعکاسی آن صفر است. جسم سیاه یک طیف نوری وابسته به دما را تابش می‌کند. در دمای اتاق، جسم سیاه بیشتر ساطع‌کننده طول‌موج مادون قرمز است. اما وقتی جسم سیاه به آرامی گرم می‌شود از درجات مختلفی از رنگ‌ها عبور می‌کند، به ترتیب قرمز تیره، قرمز، نارنجی، زرد، سفید تا آبی روشن. هرچه دمای جسم بالاتر رود، رنگ جسم سفیدتر می‌شود.

۱- این شاخص که بر حسب کلونین بیان می‌شود، معیاری برای بیان رنگ نور خروجی است. هر چه این عدد افزایش یابد، رنگ نور از سفید مایل به قرمز به سفید مایل به آبی تغییر می‌کند.

2- Warm White
3- Cool White
4- Day Light

دمای یک «جسم سیاه تشعشع‌کننده» بر حسب کلوین که در آن دما، رنگی همانند رنگ منبع نور مورد مطالعه ما را دارد، نزدیک‌ترین و شبیه‌ترین دمای رنگ آن منبع نور به شمار می‌رود. به عنوان مثال یک لامپ التهابی با نور سفید گرم نزدیک‌ترین دمای رنگ برابر با ۲۸۰۰ کلوین دارد. کمیسیون بین‌المللی روشنایی CIE مثلی طراحی کرده است که بر اساس آن رنگ‌های منابع نور را می‌توان طبقه‌بندی کرد. (شکل ۶-۱) مختصات رنگ x و y مطابق سیستم رنگ‌سنجی استاندارد بین‌المللی روشنایی (CIE) در سال ۱۹۳۱ تعیین شده است.



شکل ۶-۱- دیاگرام رنگی CIE

نور بی‌رنگ، سفید، خاکستری یا سیاه در مختصات $x = y = 0.333$ بسته به میزان درخشندگی آن یافت می‌شود. تمامی رنگ‌های دیگر، اطراف این نقطه قرار دارند. در امتداد خط مستقیمی که از ناحیه بی‌رنگ تا منحنی حدی (که نمایانگر رنگ‌های طیفی نور آفتاب است) کشیده شده، رنگ‌هایی با خصوصیات یکسان ولی درجه اشباع متفاوت قرار گرفته‌اند. هر چه به سمت منحنی حدی نزدیکتر می‌شویم، میزان اشباع بیشتر می‌شود. مثلث رنگ‌ها شامل تمام رنگ‌های واقعی است. این منحنی، رنگ‌های «جسم سیاه تشعشع‌کننده» را در دماهای معین بر حسب کلوین توصیف می‌کند.

محدوده رواداری مختصات رنگ x و y برای لامپ‌های فلورسنت مطابق پیوست ت استاندارد ملی ۶۸۷^۵ با عنوان «لامپ‌های فلورسنت دو کلاهک - ویژگی‌های عملکردی» بوسیله بیضی مک‌آدام با $SDCM^f$ 5 (انحراف استاندارد در تطابق رنگ) تعریف شده است. شکل‌های ۲-۶ و ۳-۶ این بیضی را برای لامپ‌های مورد آزمون نشان می‌دهد.

مختصات رنگ با انحراف $SDCM$ 5 از مقادیر اسمی با معادله زیر تعریف می‌شود:

$$g_{11} \Delta x^2 + 2 g_{12} \Delta x \Delta y + g_{22} \Delta y^2 = 5^2$$

که در آن Δx و Δy نشان دهنده انحراف از مختصات اسمی است و g_{11} ، g_{12} و g_{22} بستگی به این مقادیر اسمی دارند. این ضرایب مبنای محاسبه θ ، a و b هستند، که θ زاویه بین قطر بزرگ بیضی و محور x هاست و a و b نیم قطرهای بزرگتر و کوچکتر در بیضی $SDCM$ 1 می‌باشند.

برای مختصات رنگ استاندارد شده، مقادیر اسمی مندرج در جدول ۱-۶ برای x و y در مورد رنگ نور ایجاد شده توسط لامپ‌های مختلف (با دمای رنگ مرتبط T_c ، بر حسب کلوین) بکار می‌رود.

جدول ۶-۱- مقادیر اسمی x و y

رنگ	T_c	x	y
F ۶۵۰۰	۶۴۰۰	۰/۳۱۳	۰/۳۳۷
F ۵۰۰۰	۵۰۰۰	۰/۳۴۶	۰/۳۵۹
F ۴۰۰۰	۴۰۴۰	۰/۳۸۰	۰/۳۸۰
F ۳۵۰۰	۳۴۵۰	۰/۴۰۹	۰/۳۹۴
F ۳۰۰۰	۲۹۴۰	۰/۴۴۰	۰/۴۰۳
F ۲۷۰۰	۲۷۲۰	۰/۴۶۳	۰/۴۲۰

برای ضرایب g_{11} ، g_{12} و g_{22} ، مقادیر جدول زیر بکار می‌رود.

جدول ۶-۲- ضرایب g_{11} ، g_{12} و g_{22}

رنگ	g_{11}	g_{12}	g_{22}
F ۶۵۰۰	۸۶×۱۰^{-۴}	-۴۰×۱۰^{-۴}	۴۵×۱۰^{-۴}
F ۵۰۰۰	۵۶×۱۰^{-۴}	-۲۵×۱۰^{-۴}	۲۸×۱۰^{-۴}
F ۴۰۰۰	$۳۹/۵ \times ۱۰^{-۴}$	$-۲۱/۵ \times ۱۰^{-۴}$	۲۶×۱۰^{-۴}
F ۳۵۰۰	۳۸×۱۰^{-۴}	-۲۰×۱۰^{-۴}	۲۵×۱۰^{-۴}
F ۳۰۰۰	۳۹×۱۰^{-۴}	$-۱۹/۵ \times ۱۰^{-۴}$	$۲۷/۵ \times ۱۰^{-۴}$
F ۲۷۰۰	۴۴×۱۰^{-۴}	$-۱۸/۶ \times ۱۰^{-۴}$	۲۷×۱۰^{-۴}

برای θ ، a و b مقادیر جدول ۶-۳ بکار می‌رود.

جدول ۶-۳- ضرایب θ ، a و b

رنگ	θ	a	b
F ۶۵۰۰	۵۸° ۲۳'	۰/۰۰۲۲۳	۰/۰۰۰۹۵
F ۵۰۰۰	۵۹° ۳۷'	۰/۰۰۲۷۴	۰/۰۰۱۱۸
F ۴۰۰۰	۵۴° ۰۰'	۰/۰۰۳۱۳	۰/۰۰۱۳۴
F ۳۵۰۰	۵۲° ۵۸'	۰/۰۰۳۱۷	۰/۰۰۱۳۹
F ۳۰۰۰	۵۳° ۱۰'	۰/۰۰۲۷۸	۰/۰۰۱۳۶
F ۲۷۰۰	۵۷° ۱۷'	۰/۰۰۲۵۸	۰/۰۰۱۳۷

علاوه بر رنگ نور، وضوح رنگ نیز مهم است. نور طبیعی به عنوان مرجعی برای مقایسه مشخصات وضوح رنگ دیگر منابع نور است یعنی برای نور طبیعی، ماکزیمم R_a یا شاخص وضوح رنگ (CRI) را، ۱۰۰ در نظر می‌گیریم. شاخص وضوح رنگ، اندازه‌ای از دید واقعی رنگ‌ها تحت منابع نور خاص می‌باشد. توجه کنید که متوسط شاخص‌های CRI موضوعات یکسان فقط زمانی که منابع نوری مرتبط به آن، دمای رنگ یکسان داشته باشد، با اهمیت است.

در این بخش به مقایسه طیف نوری، شار نوری، دمای رنگ و R_a لامپ‌های کم‌مصرف موجود در بازار با لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف تهیه شده توسط سازمان بهره‌وری انرژی ایران می‌پردازیم. در پیوست نیز طیف نور اندازه‌گیری شده هر لامپ به طور جداگانه درج گردیده است.

در جدول ۶-۴ مقادیر اندازه‌گیری شده الکتریکی و فتومتری آورده شده است.

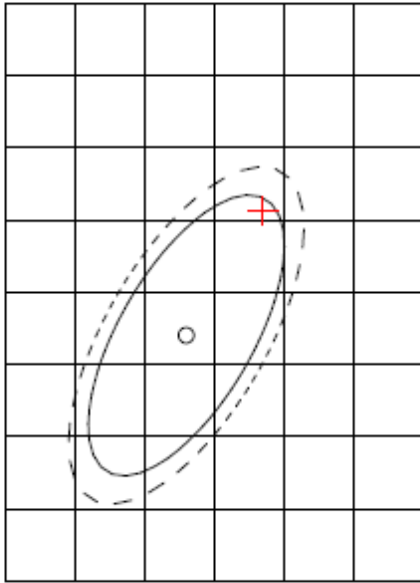
جدول ۶-۴- مقادیر الکتریکی و فتومتری اندازه‌گیری شده لامپ‌های تحت آزمون

R_a	شار نوری (Lm)	دمای رنگ (°K)	توان اندازه‌گیری شده (W)	توان نامی (W)	نوع و شرکت سازنده لامپ	
۸۳/۵	۱۳۹۰/۲	۳۹۲۲	۲۱/۳	۲۳	3U شرکت صنایع مهتاب خراسان	لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف
۸۱/۹	۱۴۲۸/۳	۲۶۷۰	۲۰/۷	۲۳		
۷۹/۶	۱۴۰۲/۵	۶۱۲۱	۲۲/۱	۲۳		
۸۲/۱	۱۵۱۴/۴	۲۷۴۵	۲۱/۱	۲۳	پیچی شرکت لامپ افروغ	
۸۰/۹	۱۳۷۳/۷	۶۶۶۳	۲۱/۸	۲۳		
۷۷/۹	۱۳۲۸/۲	۲۵۷۵	۲۴	۴۰	پیچی شرکت نمانور	لامپ‌های موجود در بازار
۸۳/۹	۱۳۶۹/۱	۵۹۲۴	۲۶	۴۰		
۸۲/۶	۱۶۰۲/۴	۲۶۱۴	۲۴	۴۰	پیچی شرکت زیبانور	
۷۹/۷	۱۴۷۳/۸	۵۸۶۳	۲۵	۲۳		

همانطور که در جدول فوق مشخص شده است، اختلاف توان اندازه‌گیری شده با توان نامی، در لامپ‌های موجود در بازار نسبت به لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف قابل توجه است. شار نوری لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف از مقدار نامی نیز بیشتر است ولی مقدار R_a تقریباً در همه لامپ‌ها یکسان است.

شکل ۶-۲ مقدار انحراف استاندارد در تطابق رنگ را به وسیله بیضی مک‌آدام برای نمونه‌های انتخابی از لامپ‌های طرح توسعه از لامپ‌های کم‌مصرف و شکل ۶-۳ این مقدار را برای لامپ‌های موجود در بازار نشان می‌دهد.

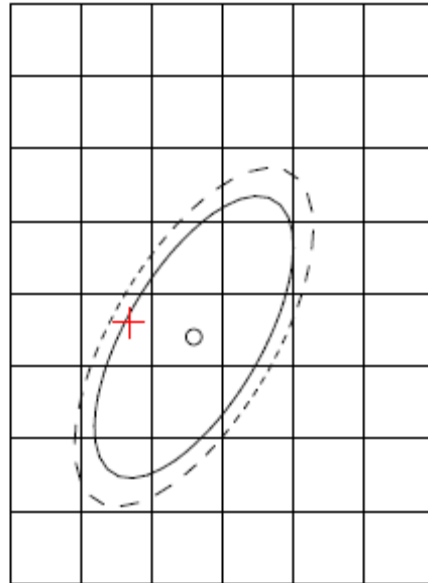
4.6 SDCM



$x=0.313$ $y=0.337$ F6500

لامپ ۲۳ وات مهتابی شرکت صنایع مهتاب خراسان

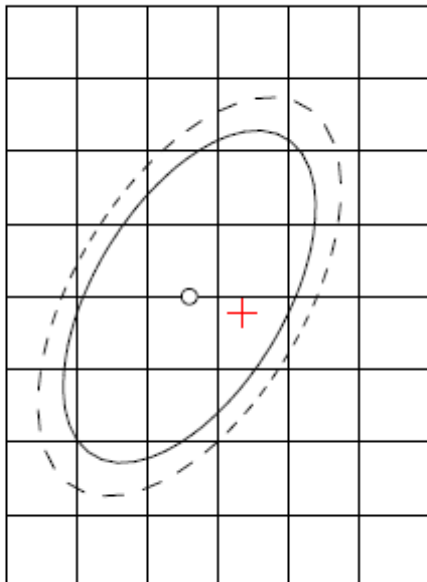
4.7 SDCM



$x=0.313$ $y=0.337$ F6500

لامپ ۲۳ وات مهتابی شرکت لامپ افروغ

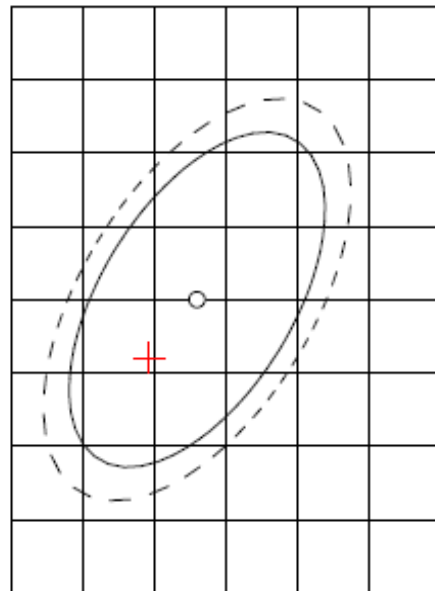
2.8 SDCM



$x=0.463$ $y=0.420$ F2700

لامپ ۲۳ وات آفتابی شرکت صنایع مهتاب خراسان

2.1 SDCM

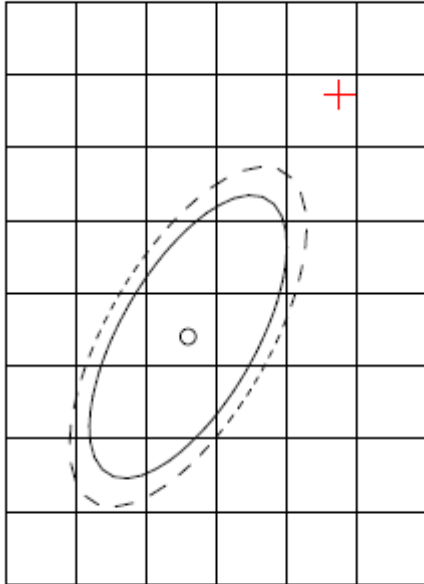


$x=0.463$ $y=0.420$ F2700

لامپ ۲۳ وات آفتابی شرکت لامپ افروغ

شکل ۶-۲- انحراف در تطابق رنگ نمونه‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف

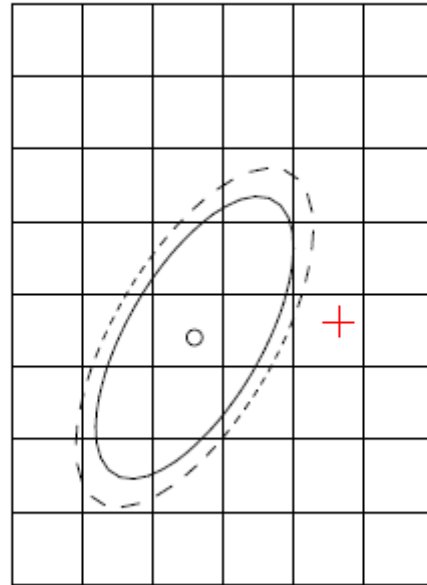
9.0 SDCM



$x=0.313$ $y=0.337$ F6500

لامپ ۲۳ وات مهتابی شرکت زیبانور

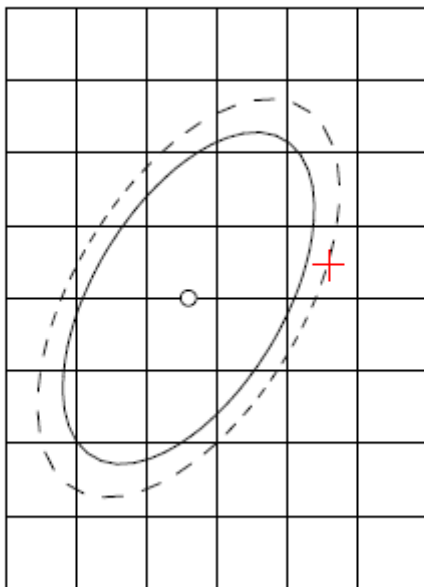
9.1 SDCM



$x=0.313$ $y=0.337$ F6500

لامپ ۴۰ وات مهتابی شرکت نما نور

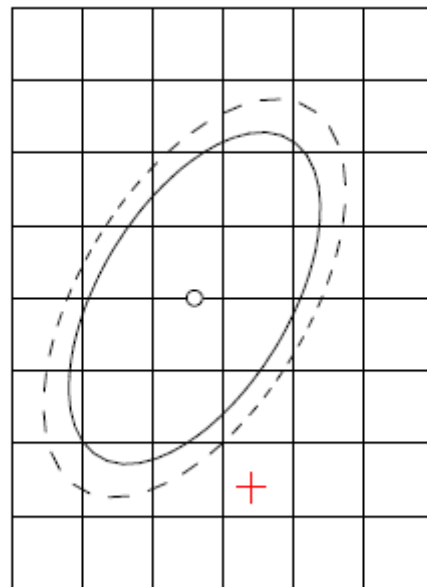
6.1 SDCM



$x=0.463$ $y=0.420$ F2700

لامپ ۴۰ وات آفتابی شرکت زیبانور

8.5 SDCM



$x=0.463$ $y=0.420$ F2700

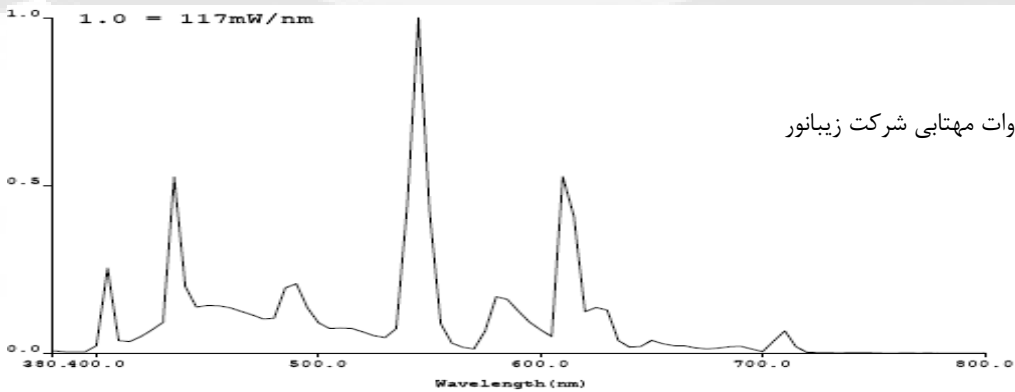
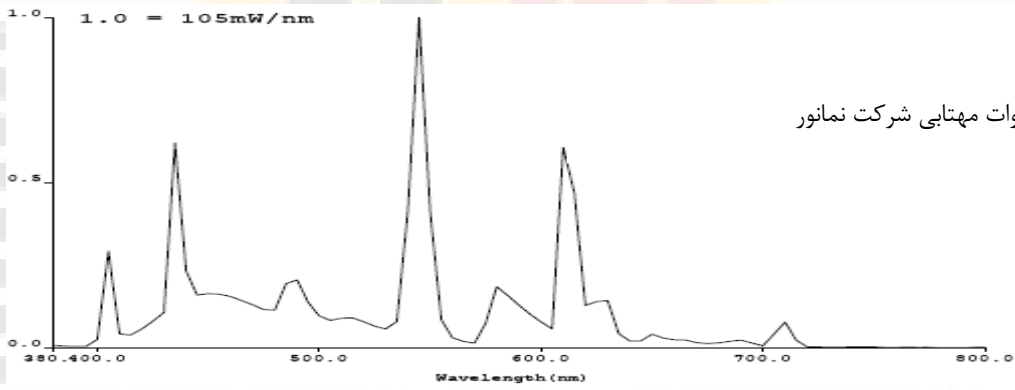
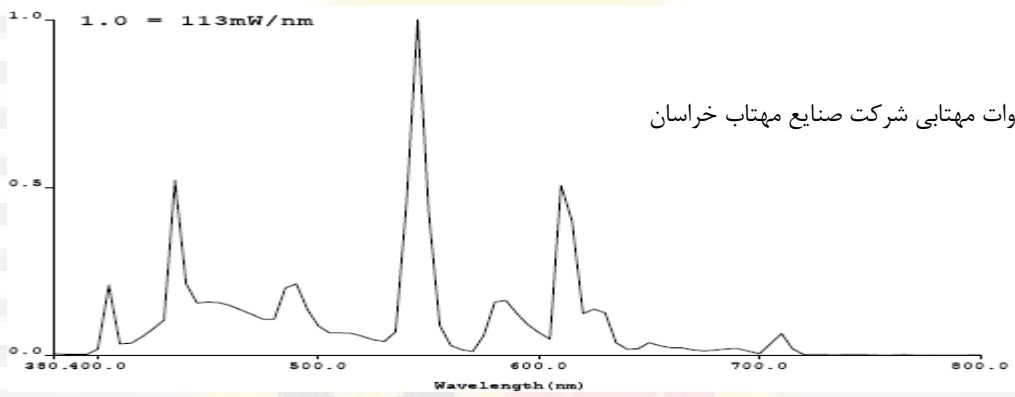
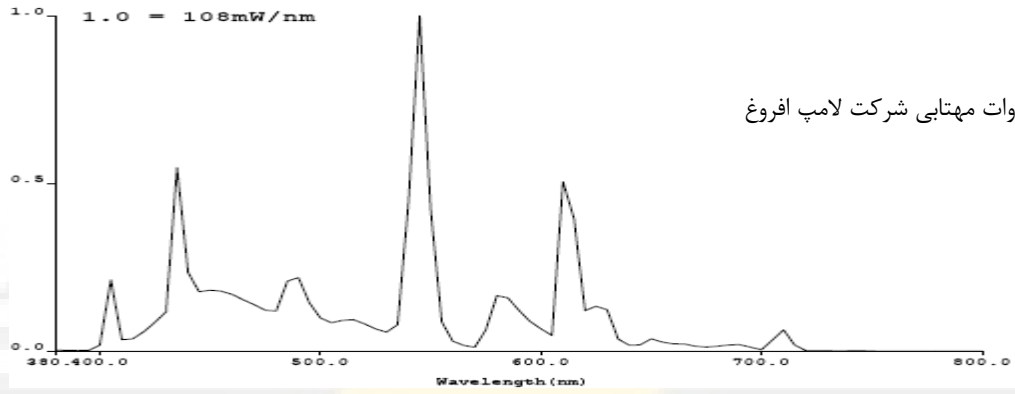
لامپ ۴۰ وات آفتابی شرکت نما نور

شکل ۶-۳- انحراف در تطابق رنگ نمونه‌های موجود در بازار

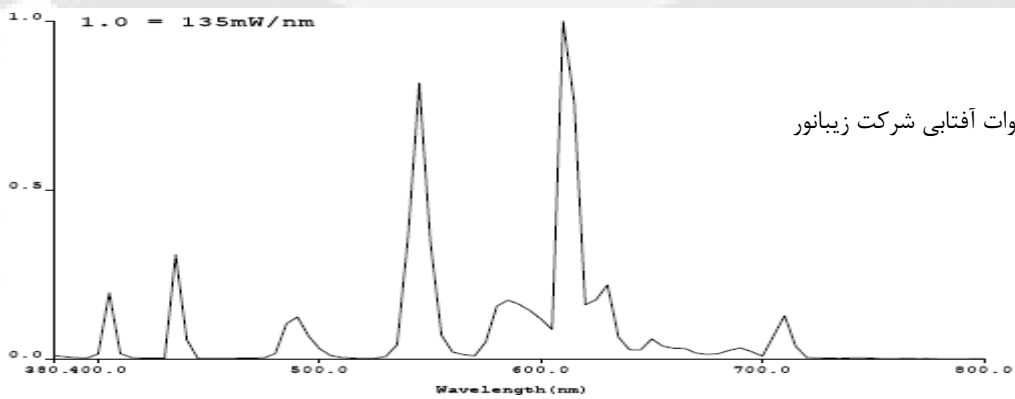
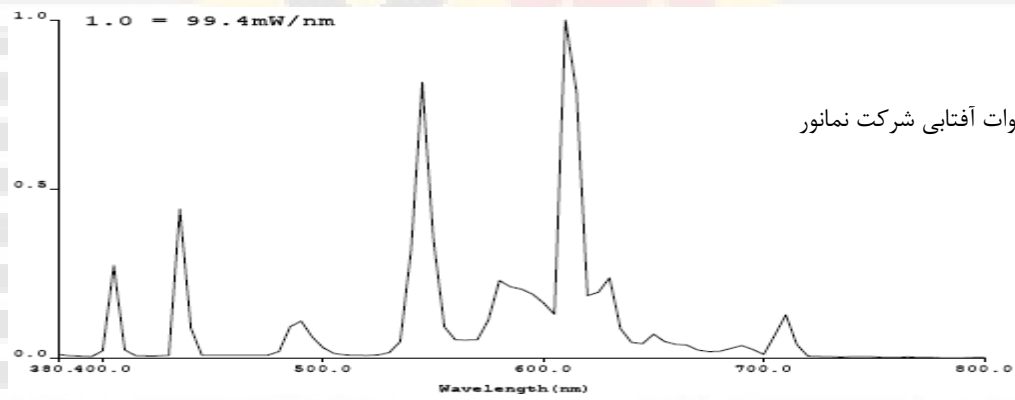
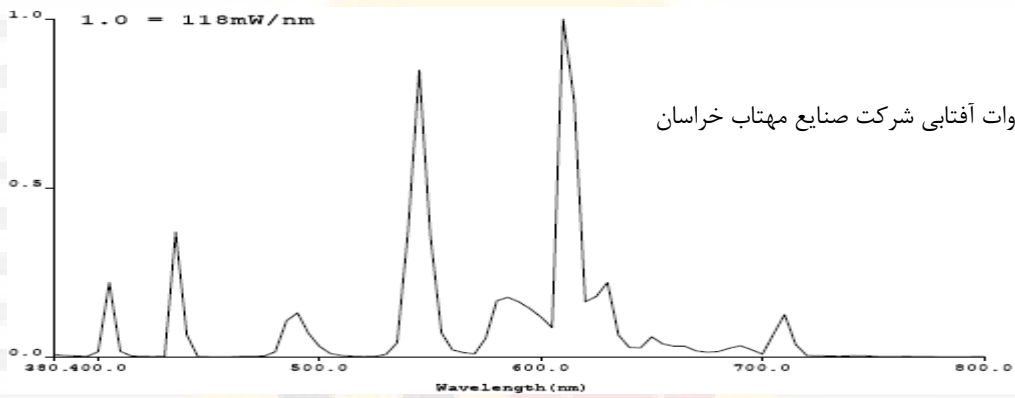
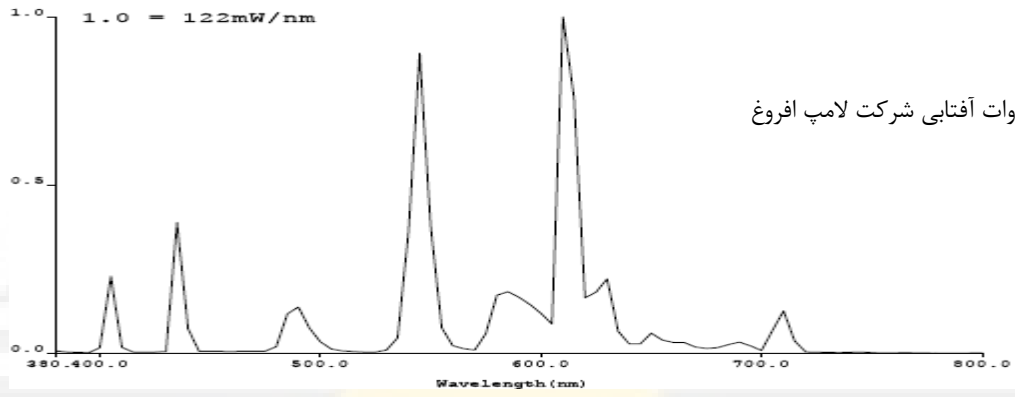
با مقایسه این دو شکل و همچنین مقایسه آن با استاندارد مشخص می‌شود که لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف در محدوده مجاز رواداری بیضی مک‌آدام، SDCM 5، بوده ولی لامپ‌های موجود در بازار خارج از محدوده رواداری می‌باشند.

در شکل‌های ۴-۶ و ۵-۶ طول موج نوری لامپ‌های مختلف آمده است. پیک موج در لامپ‌های مهتابی طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف و نیز لامپ‌های موجود در بازار ۵۴۵ nm بوده و در لامپ‌های آفتابی این نمونه‌ها، ۶۱۰ nm می‌باشد. بنابراین پیک موج در این نمونه‌ها در طول موج یکسان است. ولی از نظر دامنه توان نوری متفاوت می‌باشند که حداکثر دامنه در لامپ شرکت زیبانور و حداقل آن، در لامپ شرکت نمانور مشاهده می‌شود.


در نهایت نتیجه می‌گیریم که لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ کم‌مصرف مطابقت بیشتری با مقادیر اعلام شده توسط سازنده دارد ولی از لحاظ طیف نور تقریباً با لامپ‌های موجود در بازار مشابه‌اند.



شکل ۶-۴- طیف نوری لامپ‌های مهتابی
(دو شکل اول طیف نور لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف و دو شکل بعدی طیف نور لامپ‌های موجود در بازار می‌باشد.)



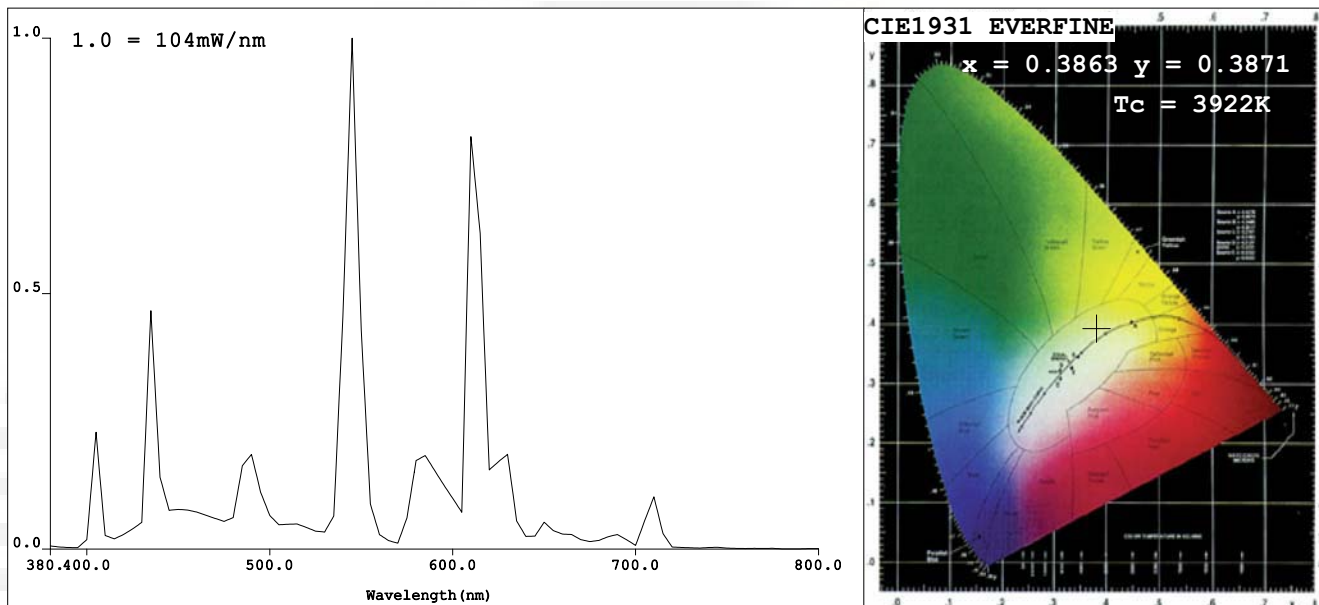
شکل ۶-۵- طیف نوری لامپ‌های آفتابی
(دو شکل اول طیف نور لامپ‌های طرح توسعه استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف و دو شکل بعدی طیف نور لامپ‌های موجود در بازار می‌باشد.)



پیوست

نتایج اندازه‌گیری لامپ‌های کم‌مصرف

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.3863$ $y=0.3871$ / $u'=0.2248$ $v'=0.5069$ ($duv=3.10e-003$)

CCT: $T_c=3922K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=577.9nm$ Purity=32.1%

Peak WaveL: $\lambda_p=545nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=9.0nm$ Ratio: R=24.4% G=71.7% B=3.9%

Average Wave: 548nm

Rendering Index: $R_a=83.5$

R1 =97 R2 =93 R3 =52 R4 =88 R5 =89 R6 =80 R7 =88 R8 =81
R9 =28 R10=49 R11=79 R12=55 R13=96 R14=68 R15=96

Photo Parameters:

Flux: $\Phi 1390.2(lm)$ Luminous Efficacy: 65.27(lm/W) Luminous Power: $P=4.088(W)$

Instrument Status:

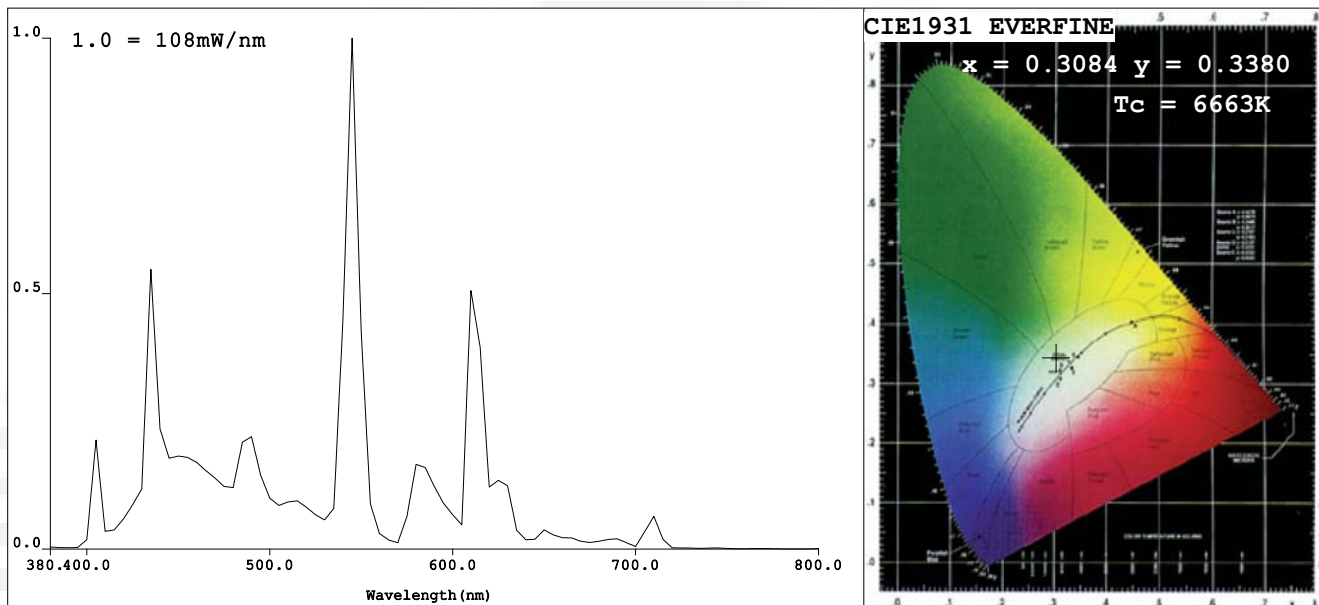
Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 18991(G=3, D=48)$
REF = 23076 TMP (PMT) = 26.8degrees centigrade Test Mode: precision Test

Mahtab Khorasan Co.Ltd. Nominal Power:23W Cool White

Product Type:PMS-80
Instrument:PMS-80 System
Temperature:25.4deg
Test Operator:

Manufacturer:EVERFINE
Test Department:Everfine
Humidity:65.0%
Test Date:2010-01-09 12:32

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.3084$ $y=0.3380$ / $u'=0.1916$ $v'=0.4724$ ($duv=9.87e-003$)

CCT: $T_c=6663K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=494.1nm$ Purity=8.1%

Peak WaveL: $\lambda_p=545nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=8.9nm$ Ratio: R=16.8% G=76.9% B=6.3%

Average Wave: 541nm

Rendering Index: $R_a=80.9$

R1 =91 R2 =87 R3 =56 R4 =84 R5 =84 R6 =75 R7 =87 R8 =83
R9 =36 R10=43 R11=72 R12=58 R13=89 R14=72 R15=94

Photo Parameters:

Flux: $\Phi 1373.7(lm)$ Luminous Efficacy: 63.01(lm/W) Luminous Power: $P=4.454(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 19577(G=3, D=48)$
REF = 22851 TMP (PMT) = 28.2degrees centigrade Test Mode: precision Test

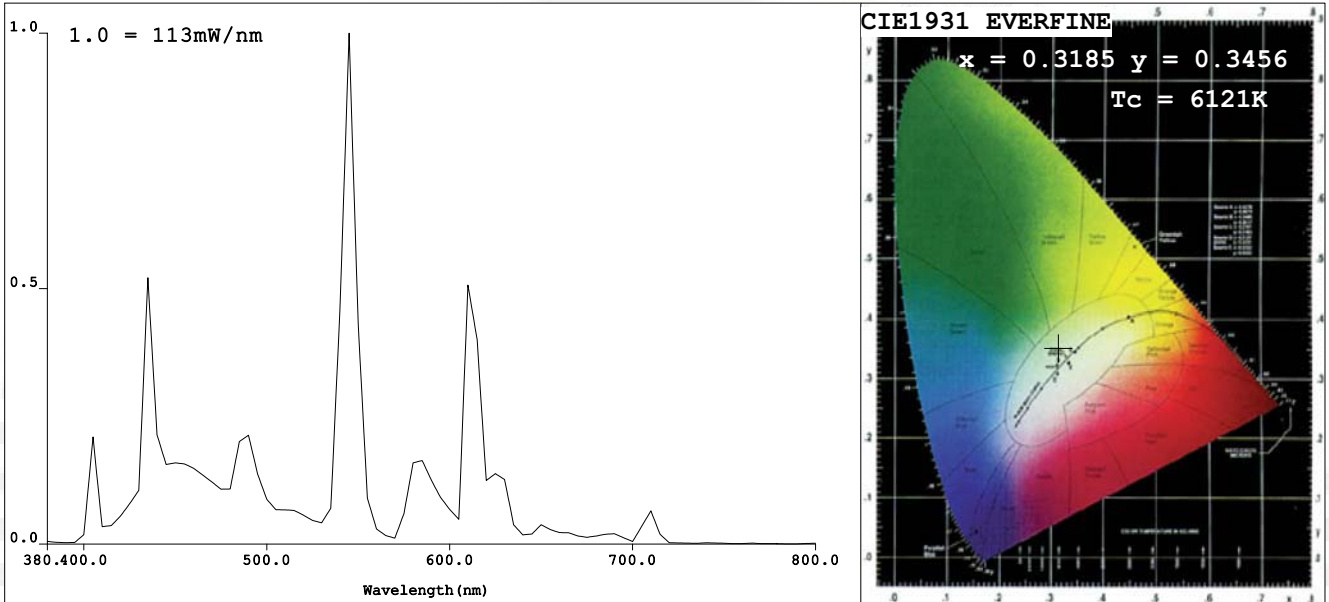
Afroogh Co.Ltd. Nominal Power: 23W Day Light

Product Type: PMS-80
Instrument: PMS-80 System
Temperature: 25.5deg
Test Operator:

Manufacturer: EVERFINE
Test Department: Everfine
Humidity: 65.0%
Test Date: 2010-01-09 14:33

Spectrophotocolorimeter Test Report

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.3185$ $y=0.3456$ / $u'=0.1957$ $v'=0.4778$ ($duv=8.70e-003$)

CCT: $T_c=6121K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=502.8nm$ Purity=4.5%

Peak WaveL: $\lambda_p=545nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=9.0nm$ Ratio: R=17.4% G=76.6% B=5.9%

Average Wave: 543nm

Rendering Index: $R_a=79.6$

R1 =91 R2 =86 R3 =53 R4 =84 R5 =83 R6 =73 R7 =86 R8 =82

R9 =32 R10=39 R11=69 R12=54 R13=90 R14=70 R15=94

Photo Parameters:

Flux: $\phi 1402.5(lm)$ Luminous Efficacy: 63.46(lm/W) Luminous Power: $P=4.459(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 20973(G=3, D=49)$

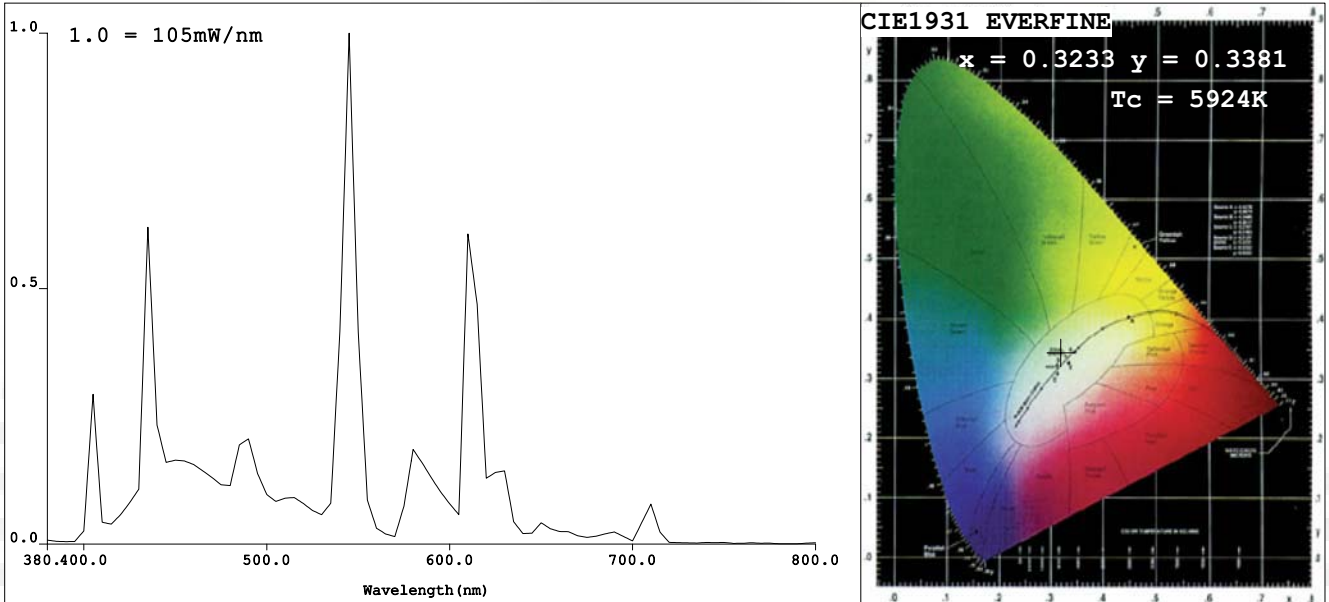
REF = 23317 TMP (PMT) = 25.4degrees centigrade Det Mode: precision Test

Mahtab Khorasan Co.Ltd. Nominal Power: 23W Day Light

Product Type: PMS-80
Instrument: PMS-80 System
Temperature: 24.9deg
Test Operator:

Manufacturer: EVERFINE
Test Department: Everfine
Humidity: 65.0%
Test Date: 2010-01-09 11:34

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.3233$ $y=0.3381$ / $u'=0.2017$ $v'=0.4747$ ($duv=2.70e-003$)

CCT: $T_c=5924K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=497.9nm$ Purity=3.2%

Peak WaveL: $\lambda_p=545nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=8.6nm$ Ratio: R=19.2% G=75.0% B=5.8%

Average Wave: 542nm

Rendering Index: $R_a=83.9$

R1 =98 R2 =91 R3 =55 R4 =86 R5 =90 R6 =80 R7 =86 R8 =86

R9 =47 R10=50 R11=81 R12=64 R13=97 R14=71 R15=96

Photo Parameters:

Flux: $\Phi 1369.1(lm)$ Luminous Efficacy: 52.66(lm/W) Luminous Power: $P=4.499(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 18910(G=3, D=48)$

REF = 22764 TMP (PMT) = 29.3degrees centigrade Det Mode: precision Test

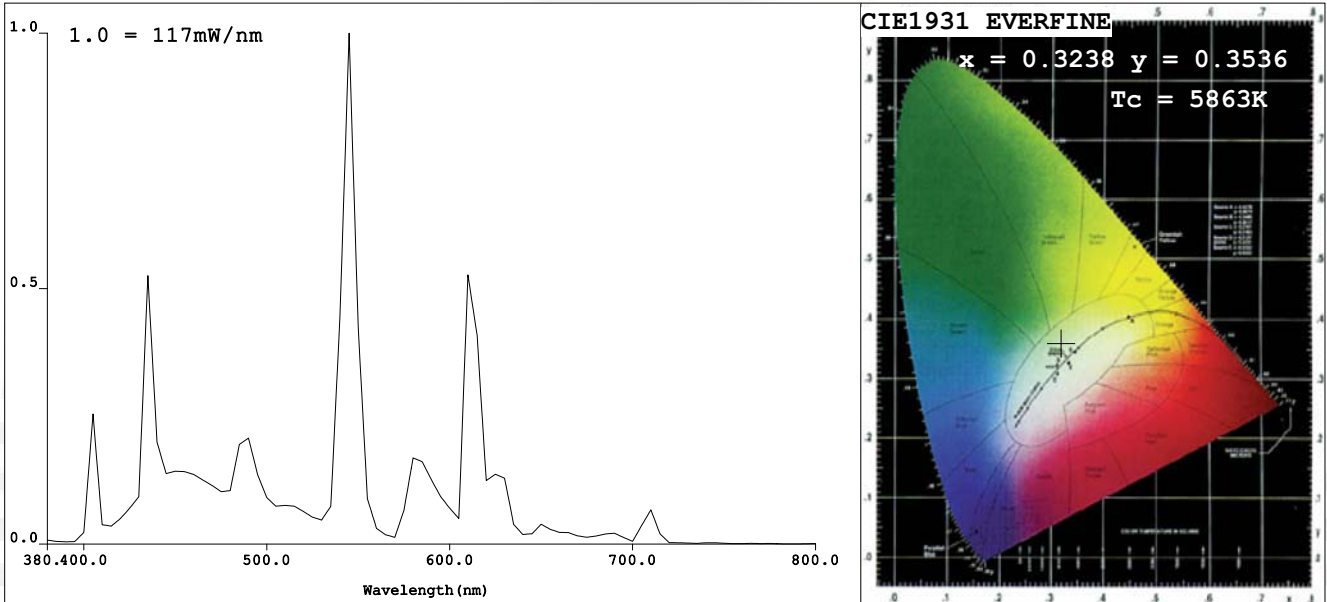
Nama Noor Co.Ltd. Nominal Power:40W Day Light

Product Type:PMS-80
Instrument:PMS-80 System
Temperature:25.5deg
Test Operator:

Manufacturer:EVERFINE
Test Department:Everfine
Humidity:65.0%
Test Date:2010-01-09 16:47

Spectrophotometer Test Report

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.3238$ $y=0.3536$ / $u'=0.1963$ $v'=0.4825$ ($duv=1.02e-002$)

CCT: $T_c=5863K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=523.1nm$ Purity=4.1%

Peak WaveL: $\lambda_p=545nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=8.8nm$ Ratio: R=17.7% G=76.6% B=5.7%

Average Wave: 543nm

Rendering Index: $R_a=79.7$

R1 =90 R2 =86 R3 =55 R4 =84 R5 =82 R6 =73 R7 =86 R8 =81

R9 =28 R10=40 R11=70 R12=55 R13=89 R14=71 R15=93

Photo Parameters:

Flux: $\phi 1473.8(lm)$ Luminous Efficacy: 58.95(lm/W) Luminous Power: $P=4.647(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 21150(G=3, D=49)$

REF = 24498 TMP (PMT) = 28.6degrees centigrade Det Mode: precision Test

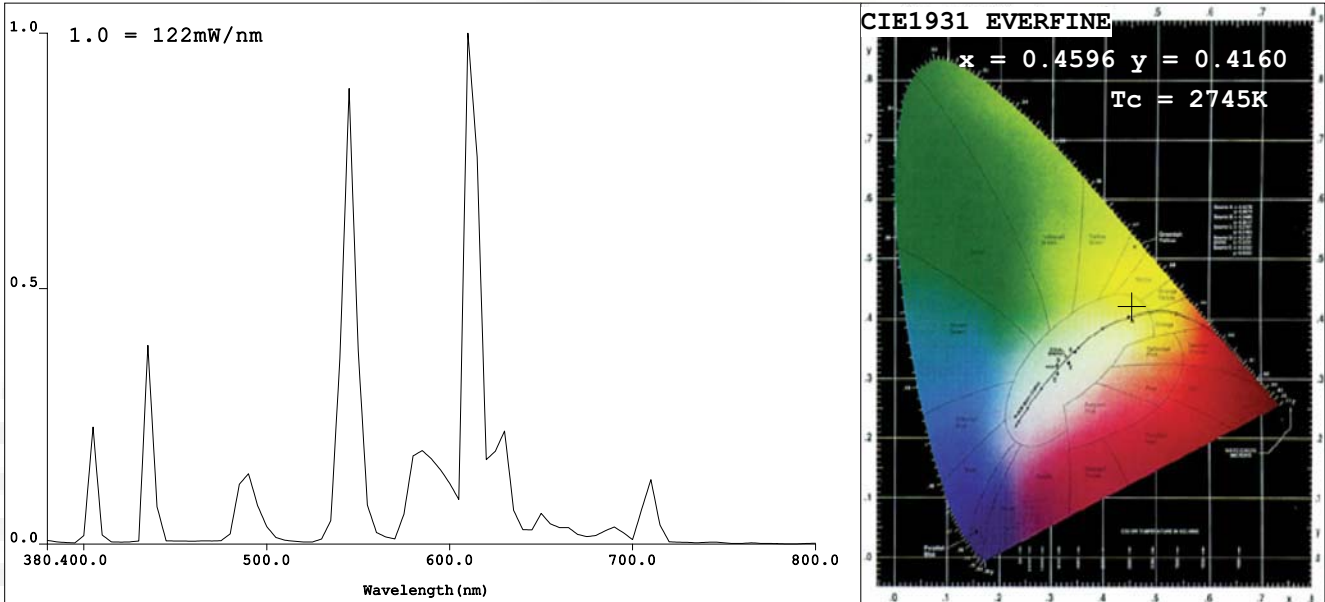
Ziba Noor Co.Ltd. Nominal Power: 23W Day Light

Product Type: PMS-80
Instrument: PMS-80 System
Temperature: 25.7deg
Test Operator:

Manufacturer: EVERFINE
Test Department: Everfine
Humidity: 65.0%
Test Date: 2010-01-09 15:51

Spectrophotometer Test Report

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.4596$ $y=0.4160$ / $u'=0.2599$ $v'=0.5294$ ($duv=2.01e-003$)

CCT: $T_c=2745K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=583.3nm$ Purity=62.8%

Peak WaveL: $\lambda_p=610nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=9.9nm$ Ratio: R=31.6% G=66.0% B=2.4%

Average Wave: 589nm

Rendering Index: $R_a=82.1$

R1 =98 R2 =95 R3 =51 R4 =89 R5 =88 R6 =83 R7 =88 R8 =65

R9 =0 R10=51 R11=79 R12=45 R13=94 R14=66 R15=92

Photo Parameters:

Flux: $\phi 1514.4(lm)$ Luminous Efficacy: 71.77(lm/W) Luminous Power: $P=4.247(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 19013(G=3, D=49)$

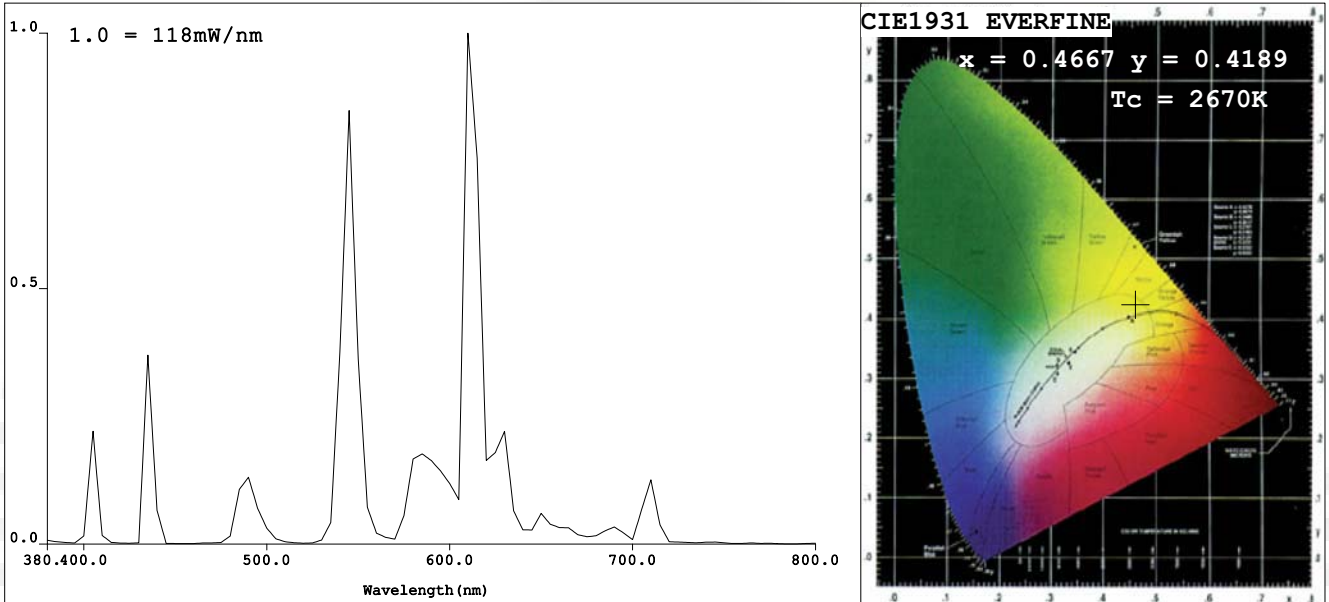
REF = 25093 TMP (PMT) = 27.7degrees centigrade Det Mode: precision Test

Afroogh Co.Ltd. Nominal Power: 23W Warm White

Product Type: PMS-80
Instrument: PMS-80 System
Temperature: 25.5deg
Test Operator:

Manufacturer: EVERFINE
Test Department: Everfine
Humidity: 65.0%
Test Date: 2010-01-09 13:39

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.4667$ $y=0.4189$ / $u'=0.2632$ $v'=0.5315$ ($duv=2.46e-003$)

CCT: $T_c=2670K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=583.6nm$ Purity=65.8%

Peak WaveL: $\lambda_p=610nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=9.9nm$ Ratio: R=32.3% G=65.4% B=2.2%

Average Wave: 592nm

Rendering Index: $R_a=81.9$

R1 =98 R2 =95 R3 =50 R4 =89 R5 =88 R6 =83 R7 =88 R8 =64

R9 =0 R10=51 R11=80 R12=43 R13=94 R14=65 R15=92

Photo Parameters:

Flux: $\phi 1428.3(lm)$ Luminous Efficacy: 69.00(lm/W) Luminous Power: $P=3.990(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 17883(G=3, D=49)$

REF = 23666 TMP (PMT) = 27.4degrees centigrade Det Mode: precision Test

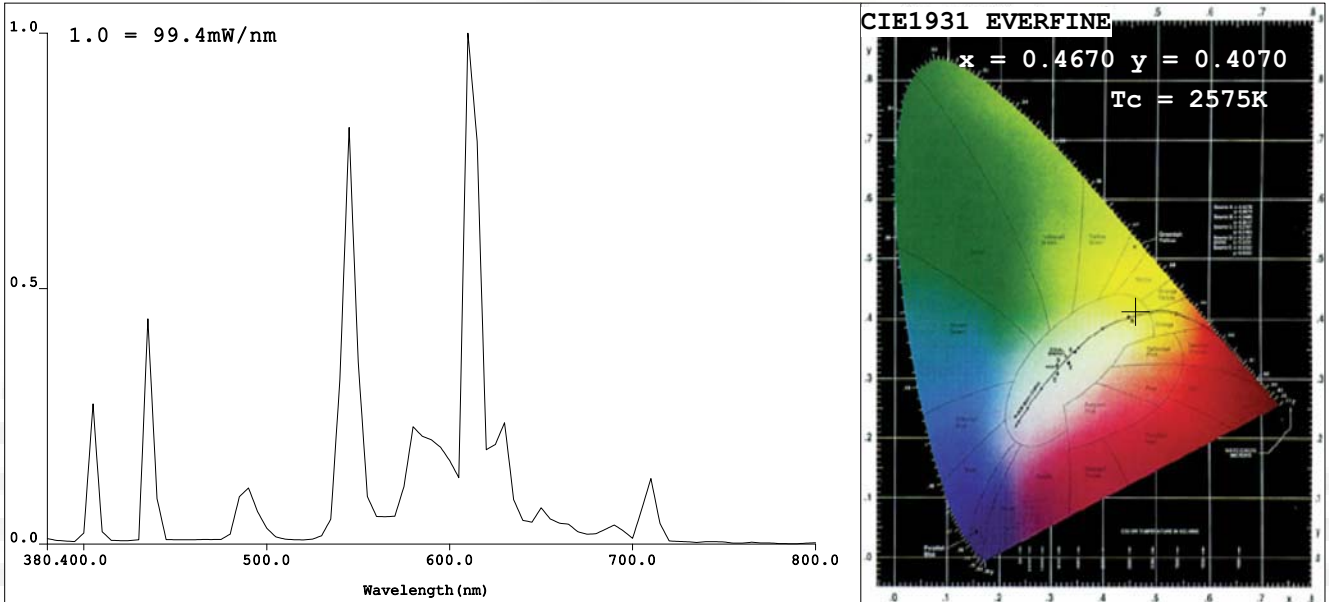
Mahtab Khorasan Co.Ltd. Nominal Power:23W Warm White

Product Type:PMS-80
Instrument:PMS-80 System
Temperature:25.6deg
Test Operator:

Manufacturer:EVERFINE
Test Department:Everfine
Humidity:65.0%
Test Date:2010-01-09 13:11

Spectrophotometer Test Report

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.4670$ $y=0.4070$ / $u'=0.2688$ $v'=0.5270$ ($duv=-1.85e-003$)

CCT: $T_c=2575K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=585.5nm$ Purity=62.3%

Peak WaveL: $\lambda_p=610nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=10.3nm$ Ratio: R=31.5% G=66.6% B=1.9%

Average Wave: 590nm

Rendering Index: $R_a=77.9$

R1 =91 R2 =92 R3 =60 R4 =84 R5 =80 R6 =80 R7 =83 R8 =52

R9 =0 R10=50 R11=70 R12=42 R13=96 R14=72 R15=83

Photo Parameters:

Flux: $\Phi 1328.2(lm)$ Luminous Efficacy: 55.34(lm/W) Luminous Power: $P=3.780(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 59182(G=4, D=48)$

REF = 22025 TMP (PMT) = 28.8degrees centigrade Det Mode: precision Test

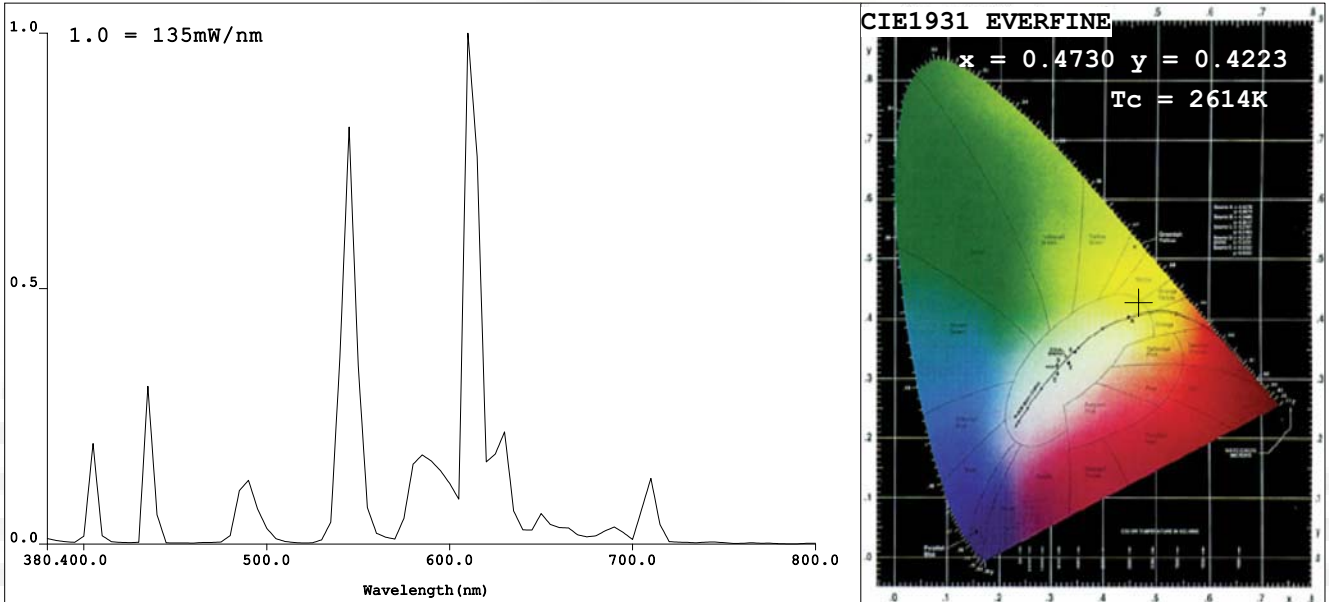
Nama Noor Co.Ltd. Nominal Power:40W Warm White

Product Type:PMS-80
Instrument:PMS-80 System
Temperature:25.5deg
Test Operator:

Manufacturer:EVERFINE
Test Department:Everfine
Humidity:65.0%
Test Date:2010-01-09 16:34

Spectrophotometer Test Report

Light Source Test Report



CIE Color Parameters:

Chromaticity Coordinate: $x=0.4730$ $y=0.4223$ / $u'=0.2657$ $v'=0.5337$ ($duv=3.22e-003$)

CCT: $T_c=2614K$ Prcp WaveL: $\lambda_d=583.7nm$ Purity=68.7%

Peak WaveL: $\lambda_p=610nm$ Half Width: $\Delta\lambda_p=9.9nm$ Ratio: R=33.0% G=64.8% B=2.2%

Average Wave: 594nm

Rendering Index: $R_a=82.6$

R1 =98 R2 =96 R3 =51 R4 =90 R5 =89 R6 =85 R7 =89 R8 =63

R9 =0 R10=53 R11=81 R12=46 R13=93 R14=66 R15=92

Photo Parameters:

Flux: $\phi 1602.4(lm)$ Luminous Efficacy: 66.77(lm/W) Luminous Power: $P=4.465(W)$

Instrument Status:

Scan Range: 380.0nm-800.0nm Interval: 5.0nm $I_p = 19361(G=3, D=48)$

REF = 26540 TMP (PMT) = 28.8degrees centigrade Det Mode: precision Test

Ziba Noor Co.Ltd. Nominal Power:40W Warm White

Product Type:PMS-80
Instrument:PMS-80 System
Temperature:25.7deg
Test Operator:

Manufacturer:EVERFINE
Test Department:Everfine
Humidity:65.0%
Test Date:2010-01-09 16:16

مراجع

• مراجع

- مراجع بندهای ۱ و ۲ شرح خدمات

- 1- Lighting For Work: Visual And Biological Effects
- 2- Full Spectrum Energy Lighting, Jerry Teplitz Enterprises
- 3- Natural Full-Spectrum Lighting To See Better And Feel Better
- 4- Light And Immunomodulation
- 5- The Influence of Different Wavelengths Of Light On Human Biological Rhythms
- 6- A Study Into The Effect Of Types Of Light On Children-A Case Of Daylight Robbery
- 7- Benefit Of Full Spectrum Lighting
- 8- Light Therapy
- 9- Lighting With Artificial Light 1 (Good Lighting 1)

- مراجع بندهای ۳، ۴ و ۵ شرح خدمات

- 1- Light can be white, white, white or white.
The right fluorescent lamp from osram, whatever the application
- 2- Gas - discharge lamp, LED Lamps, Incandescence, Fluorescent Lamp and Halogen Lamp (Wikipedia)
- 3- Good lighting
- 4- Cataloge Osram
- 5- Fundamentals of Light Emmitting diode (LEDs)
- 6- Tungstan - Halogen Incandescent Lamps
- 7- DIN EN 12464-1: Light and lighting - Lighting of work places
Part 1: Indoor work place