تاریخ دریافت: ۳۰ خرداد ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: ۲۶ شهریور ۱۴۰۳ صفحات ۶۵ الی ۹۱

بررسی سیستم نورپردازی در شهرک صنعتی چرمشهر بر اساس الزامات بین‌المللی و پیشنهاد راه‌حل برای ارتقای آن

محمد کاظمی

دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

a.s.m.kazemi@gmail.com

عالیه کاظمی*

استاد، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، ایران

aliyehkazemi@ut.ac.ir

چکیده: ساختمان‌ها در سطح ملی و جهانی، میزان قابل توجه‌ای از انرژی و منابع طبیعی را مصرف می‌کنند و باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای، ضایعات جامد و هزینه‌های محیطی دیگر در طول عمر خود می‌شوند. بخش مهمی از مصرف انرژی کل به سیستم نورپردازی ساختمان‌های صنعتی اختصاص دارد اما مطالعات اندکی به تعادل‌سازی بین مصرف انرژی در سیستم نورپردازی و آسایش بصری کارگران در ساختمان‌های صنعتی پرداخته‌اند. هدف از این تحقیق، بررسی الزامات و استانداردهای بین‌المللی برای سیستم نورپردازی صنعتی و مقایسه سیستم نورپردازی در کارگاه‌ها و کارخانه‌های شهرک صنعتی چرمشهر واقع در شهرستان ورامین استان تهران با آنها است. بر این اساس، ضعف‌های سیستم نورپردازی در شهرک صنعتی چرمشهر، مشخص و راه‌حل‌های مناسب برای ارتقای این سیستم و افزایش بهره‌وری انرژی آن، ارائه می‌شود. در این مطالعه از روش تحقیق ترکیبی شامل مرور ادبیات، تحلیل اسناد، مشاهده و بررسی میدانی، تطبیق و قیاس و تحلیل هزینه-فایده استفاده شده است. همچنین، دو نمونه موردی برای تحلیل راه‌حل‌های بهره‌وری انرژی موجود برای سیستم نورپردازی صنعتی، تحلیل می‌شوند. یافته‌ها نشان داد که استفاده از لامپ‌های فلورسنت، تخلیه با شدت بالا، القایی و گوگرد در این ساختمان‌ها مناسب هستند. همچنین، دریافت نور طبیعی خصوصاً از طریق پنجره‌های سقفی و بکارگیری سیستم کنترل هوشمند برای کاهش مصرف انرژی در سیستم نورپردازی، مؤثر هستند. در نهایت، توجه همزمان به سیستم نورپردازی و سیستم‌های دیگر ساختمان همچون سیستم تهویه مطبوع، باعث جامعیت و تأثیر بیشتر راه‌حل‌های بهره‌وری انرژی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: محیط‌های صنعتی، نورپردازی داخلی، الزامات نورپردازی، سیستم کنترل هوشمند

* نویسنده مسئول

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۱. مقدمه

بسیاری از محققان طی سال‌های گذشته، پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های صنعتی را بررسی کرده‌اند. با توسعه جوامع، تعارض بین اهمیت محیط کار راحت و نیاز به کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های صنعتی، عمیق شده است. مصرف انرژی کل در ساختمان‌های صنعتی شامل انرژی لازم برای تولید و انرژی مصرفی برای تأمین کیفیت محیط داخلی است. سیستم نورپردازی در کنار سیستم‌های دیگر، نقشی مهم در ارتقای کیفیت محیط داخلی برای کارگران دارد و بخش مهمی از انرژی مصرفی در ساختمان‌های صنعتی را شامل می‌شود (Chow et al., ۲۰۱۳). در این صورت، بررسی حفاظت و بهره‌وری انرژی در سیستم‌های نورپردازی و ایجاد شرایط آسایش بصری مطلوب برای کارگران در ساختمان‌های صنعتی، بسیار اهمیت دارد.

اخیراً، محققان نشان داده‌اند که سیستم نورپردازی با ترکیب دریافت مؤثر نور طبیعی و نورپردازی الکتریکی می‌تواند باعث صرفه‌جویی قابل توجه‌ای در مصرف انرژی شود. سیستم نور طبیعی معمولاً از لوله‌های نوری، پنجره‌های سقفی و پنجره‌های دیوارها برای دریافت نور طبیعی استفاده می‌کند (Chel, ۲۰۱٤). پنجره‌های سقفی بر اساس هزینه اولیه و هزینه نگهداری، برای دریافت نور طبیعی در ساختمان‌های صنعتی بهتر هستند (Wang et al., ۲۰۱٥). در این صورت، نسبت پنجره سقفی به سطح بام می‌بایست به گونه‌ای باشد که بین نورپردازی دارای بهره‌وری انرژی بالا و مصرف انرژی ناشی از انتقال حرارتی، تعادل برقرار باشد. نورپردازی الکتریکی به عنوان مکمل نور طبیعی، لازم است. حسگرهای شدت روشنایی می‌توانند برای کنترل خودکار در این زمینه، استفاده شوند (Soori and Vishwas, ۲۰۱۳). باتوجه به اهمیت این موضوع، در این پژوهش، سیستم نورپردازی در کارگاه‌ها و کارخانه‌های شهرک صنعتی چرمشهر واقع در شهرستان ورامین استان تهران مورد بررسی قرار گرفته است تا به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود.

- الزامات و استانداردهای بین‌المللی برای سیستم نورپردازی صنعتی چیست؟

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

- سیستم نورپردازی کارگاه‌ها و کارخانه‌های ایران خصوصاً در شهرک صنعتی چرمشهر واقع در شهرستان ورامین استان تهران، به چه میزان با الزامات و استانداردهای موجود هماهنگ است؟
- چه ضعف‌هایی در سیستم نورپردازی صنعتی کشور خصوصاً در شهرک صنعتی چرمشهر وجود دارد؟
- چه راه‌حل‌هایی برای کاهش ضعف‌های سیستم نورپردازی صنعتی کشور خصوصاً در شهرک صنعتی چرمشهر یا رفع این ضعف‌ها، وجود دارد؟

در این مطالعه، از روش تحقیق ترکیبی شامل مرور ادبیات، تحلیل اسناد، مشاهده و بررسی میدانی، تطبیق و قیاس و تحلیل هزینه-فایده[1] برای پاسخ به پرسش‌های پژوهش استفاده شده است. همچنین، دو نمونه موردی در چین به دلیل استفاده از سیستم نورپردازی دارای بهره‌وری انرژی بالا به طور خاص، تحلیل شده‌اند. جدول ۱، روش‌های استفاده شده در تحقیقات اخیر را نشان می‌دهد.

جدول ۱- روش تحقیق‌های استفاده شده در مطالعات اخیر

نویسندگان	روش تحقیق
طایفه و همکاران (Tayefeh et al., ۲۰۲٤)	محاسبه مصرف انرژی کل یک کارخانه در ایران و معرفی روش‌های کاهش آن خصوصاً بکارگیری دیودهای نورگسیل در سیستم نورپردازی.
تولیویچ و همکاران (Tulevech et al., ۲۰۱۸)	ارزیابی چرخه زندگی برای بررسی موفقیت اقدامات فعال و غیرفعال برای صرفه‌جویی انرژی در ساختمان صنعتی بزرگ در تایلند شامل دیودهای نورگسیل، حداقل تهویه مطبوع و تهویه غیرفعال.
ژو و همکاران (Zhu et al., ۲۰۱۷)	شبیه‌سازی یارانه‌ای برای مقایسه و تحلیل تغییر محیط نورپردازی داخلی و میزان مصرف انرژی در کارخانه تولید سیگار با افزایش کمی پنجره سقفی یا تغییر مصالح آن.
چن و همکاران (Chen et al., ۲۰۱٤)	استفاده از اندازه‌گیری‌های میدانی و شبیه‌سازی‌های عددی برای بررسی کارایی نور طبیعی در ساختمان صنعتی بزرگ در تیانجین چین.
ونگ و همکاران (Wang et al., ۲۰۱۳)	مدل‌سازی حرارتی با تمرکز بر تأثیر کنترل نور طبیعی با پنجره‌های سقفی بر مصرف انرژی و تأثیر تهویه طبیعی برای کاهش گرمای بیش از حد.

[1] Cost-Benefit Analysis

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

ساختار این مقاله شامل پیشینه تحقیق، روش تحقیق، یافته‌های تحقیق و نتیجه‌گیری است.

۲. پیشینه تحقیق

نورپردازی الکتریکی در بسیاری از ساختمان‌های غیرمسکونی، موجب مصرف برق زیادی می‌شود (Li et al., ۲۰۰۲). مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان‌های صنعتی بر اساس فرآیندهای مختلف تولید، متغیر است. خلاصه بررسی‌ها از هفت کارخانه در دونگوان[۱] چین نشان داده است که سیستم نورپردازی الکتریکی از ۱ تا ۳۴ درصد از مصرف انرژی الکتریکی ساختمان را شامل می‌شود (Wan et al., ۲۰۰۷). مطالعات زیادی برای کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش هزینه‌های مرتبط انجام شده است که بر حداقل کردن مصرف انرژی در نورپردازی الکتریکی، تمرکز داشته‌اند (Doulos et al., ۲۰۰۸). استفاده مناسب از نور طبیعی، مصرف انرژی را به طور مؤثر کاهش و آسایش بصری داخلی را افزایش می‌دهد (Kazemi and Kazemi, ۲۰۲۲). افراد در ساختمان‌های صنعتی، نورپردازی طبیعی را بیشتر از نورپردازی الکتریکی می‌پسندند چون دارای بهترین نمود رنگ و هماهنگ با واکنش بصری است (Li and Lam, ۲۰۰۳). ثابت شده است که نور طبیعی خوب در ساختمان‌های صنعتی، محیط داخلی خوشایندتر و جذاب‌تر را فراهم می‌کند که باعث کارآمدی بیشتر کارگران می‌شود (Plympton et al., ۲۰۰۰; Banti, ۲۰۲٤).

اخیراً، مطالعات زیادی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بر هماهنگ‌سازی نور طبیعی با طراحی ساختمان تمرکز کرده‌اند (Li and Lam, ۲۰۰۱; Atif and Galasiu, ۲۰۰۳). ساختمان‌های صنعتی دارای فضاهای بزرگ هستند و نسبت به ساختمان‌های دیگر، معمولاً با شدت مصرف انرژی بیشتر همراه هستند. همچنین به روشنایی داخلی بیشتری برای فرآیندهای تولیدی خاص نیاز دارند. در ساختمان‌های صنعتی بزرگ، فضاهای بیشتری وجود دارند که می‌توانند به دلیل پلان همکف باز از منافع نور طبیعی استفاده کنند (Chen et al., ۲۰۱٤).

[۱] Dongguan

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

تولیویچ[۱] و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، ساختمان صنعتی در حال ساخت و با مصرف کم انرژی در تایلند را ارزیابی کردند. این ساختمان دارای مساحت ۱۴۹۳۸ متر مربع بود. نویسندگان، راه‌حل‌های فعال و غیرفعال صرفه‌جویی انرژی برای ساختمان صنعتی بزرگ را مشخص کردند. نتایج نشان داد استفاده از دیودهای نورگسیل[۲] برای سیستم نورپردازی، حداقل شدن تهویه مطبوع و استفاده از تهویه طبیعی، باعث کاهش بار ساختمان می‌شود. در این ساختمان از ۲۰۵ نوار دیود نورگسیل به صورت توکار، ۱۱۵ نوار دیود نورگسیل ضد آب و ۱۰۶ نوار دیود نور گسیل فیلیپس تیتانیوم استفاده شده بود. همچنین از صفحات فایبرگلاس نیمه شفاف در پنجره‌های سقفی برای کاهش مصرف انرژی در سیستم نورپردازی استفاده شده بود. در این صورت سیستم کنترل خودکار با حسگر خود، نور دیودهای نورگسیل را موقع کافی بودن نور طبیعی برای کارگران، تضعیف می‌کرد (Tulevech et al., ۲۰۱۸).

در مطالعه دیگر، ونگ[۳] و همکاران در سال ۲۰۱۹ میلادی بر ضرورت توسعه ساختمان‌های صنعتی سبز برای کاهش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن، تأکید کردند. در این مطالعه، ویژگی‌های ارزیابی استاندارد برای ساختمان‌های صنعتی سبز، مورد بحث قرار گرفت. همچنین از شبیه‌سازی رایانه‌ای و محاسبات در ارتباط با مصرف انرژی، پتانسیل صرفه‌جویی انرژی و ساختار مصرف انرژی در ۱۱ پروژه صنعتی سبز در چین، استفاده شد. بر اساس یافته‌های این تحقیق، طراحی سیستم نورپردازی هوشمند و دارای بهره‌وری انرژی بالا و استفاده از نور طبیعی منجر به اهش مصرف انرژی می‌شوند (Wang et al., ۲۰۱۹).

مرور ادبیات داخلی نشان می‌دهد تاکنون مطالعات محدودی در زمینه نورپردازی ساختمان انجام شده است. در این زمینه می‌توان به مطالعه مهدوی‌نژاد و پور فتح‌اله (۱۳۹۴) و مهدوی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) اشاره کرد. بررسی ضعف‌های سیستم نورپردازی صنعتی نسبت به الزامات و استانداردهای

[۱] Tulevech
[۲] Lighting Emitting Diode (LED)
[۳] Wang

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

بین‌المللی برای کشـور اهمیت دارد. همچنین، ضـروری اسـت که راه‌حل‌های مختلف برای افزایش بهره‌وری انرژی سیستم نورپردازی در ساختمان‌های صنعتی بررسی و تحلیل شوند.

۳. روش تحقیق

در این تحقیق از روش‌های مختلف تحقیق، اسـتفاده شـده اسـت. ابتدا، کتاب‌ها، آیین‌نامه‌ها، استانداردها، دفترچه‌های راهنما و توصیه‌های طراحی در زمینه نورپردازی صنعتی، بررسی شده‌اند و الزامات و اسـتانداردهای بین‌المللی برای نورپردازی صـنعتی، اسـتخراج شـده‌اند. سـپس، کارگاه‌ها و کارخانه‌های صـنعتی در شـهرک صـنعتی چرمشـهر واقع در شـهرستان ورامین استان تهران، بررسی و سیستم نورپردازی آنها با الزامات و استانداردهای بین‌المللی مقایسه شده‌اند. بر این اساس، ضعف‌های موجود در سیستم نورپردازی در این شهرک صنعتی، مشخص شده‌اند.

در مرحله بعد، برای یافتن راه‌حل‌های متناظر برای رفع ضـعف‌های موجود در سـیسـتم نورپردازی کارگاه‌ها و کارخانه‌های بررسی شـده، بیش از ۲۰۰ مقاله در پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct و Scopus جستجو شده‌اند. این جستجو بر اساس واژه‌های کلیدی همچون سیستم نورپردازی صنعتی، بهره‌وری انرژی، حفاظت انرژی، سیستم کنترل هوشمند و ساختمان‌های صنعتی انجام شده است. از بین این مقالات، تقریباً ۴۸ مقاله مرتبط، برای مطالعه دقیق انتخاب شـدند. این مقالات بر اسـاس زمینه جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی، بررسی شدند تا راه‌حل‌های مناسب برای کشور ایران و مورد مطالعه شهرک صنعتی چرمشهر استخراج شوند. همچنین، سیستم نورپردازی صنعتی در نمونه‌های موردی مختلف در سراسر جهان، بررسی و تحلیل شده‌اند. این موضوع با تحلیل نقشه‌های معماری و الکتریکی آنها همراه بوده اسـت. سـپس راه‌حل‌های کاربردی برای سـیسـتم نورپردازی صنعتی، استخراج شده‌اند.

کارخانه جوشکاری در شی‌آن[1] چین از سیستم نورپردازی دارای بهره‌وری انرژی بالا استفاده کرده

[1] Xian

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

است. در این کارخانه برای کاهش مصرف انرژی در سیستم نورپردازی از پنجره‌های سقفی برای دریافت نور طبیعی، لامپ‌های دارای بهره‌وری انرژی بالا و کنترل هوشمند استفاده شده است. کارخانه لوازم آرایشی در ووهان[1] چین نیز از راه‌حل‌های افزایش بهره‌وری انرژی برای سیستم نورپردازی با توجه به یکپارچگی آن با سیستم‌های دیگر، استفاده کرده است. این دو کارخانه به عنوان نمونه‌های موردی منتخب، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در نهایت، تحلیل هزینه- فایده که روشی نظام‌مند برای تخمین نقاط قوت و ضعف گزینه‌های مختلف است، برای اعتبارسنجی راه‌حل‌های ارائه شده، بکار رفته است. شکل ۱، خلاصه‌ای از مراحل اجرای تحقیق را نشان می‌دهد.

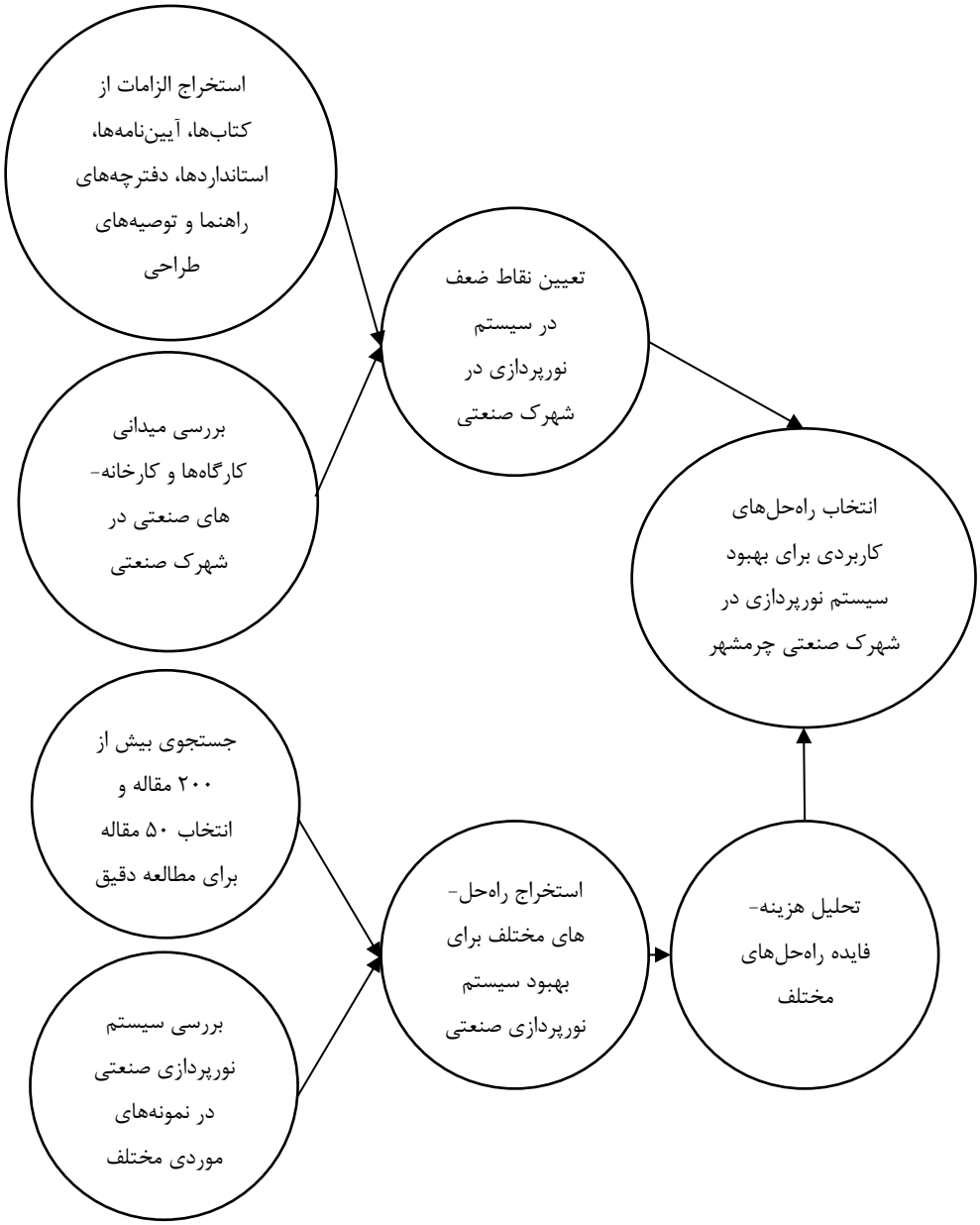
٤. یافته‌های تحقیق

٤-١ الزامات بین‌المللی برای سیستم نورپردازی صنعتی و بررسی سیستم نورپردازی در شهرک صنعتی چرمشهر بر اساس آنها

در مرحله اول، کتاب‌ها، آیین‌نامه‌ها، استانداردها، دفترچه‌های راهنما و توصیه‌های طراحی در زمینه نورپردازی صنعتی، بررسی و الزامات و استانداردهای لازم برای سیستم نورپردازی، استخراج و تعیین شدند. هزینه در نورپردازی صنعتی، ملاحظه اصلی طراحی است. استانداردهای آسایش و ایمنی برای کارگران و هزینه‌های نورپردازی، می‌بایست به طور همزمان بررسی شوند. تجهیزات نورپردازی خوب، هزینه‌ها را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند. این میزان، می‌تواند تا ۱۵ درصد باشد که ۳ درصد از آن برای جبران هزینه تغییر تجهیزات نورپردازی کافی است. تجهیزات نورپردازی خوب، نقص‌های تولید را کاهش، حوادث را کاهش و روحیه کارگران را افزایش می‌دهند. در این صورت، تولیدات بهتر می‌شوند. اصول و الزامات کلی در این زمینه در زیر ارائه شده‌اند (گروندزیک و کووک، ۱۳۹۹).

[1] Wuhan

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]



شکل ۱: مراحل اجرای تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

- اگر در ساختمان‌های صنعتی به سطوح شدت روشنایی ۵۴۰ تا ۸۰۰ لوکس[۱] نیاز باشد شدت روشنایی عمومی می‌بایست با شدت روشنایی موضعی همراه شود. ساختمان‌های صنعتی به سادگی از نور طبیعی استفاده می‌کنند. این موضوع به این دلیل است که اکثر این ساختمان‌ها یک طبقه هستند و در این صورت می‌توان از پنجره‌های سقفی استفاده کرد. ساختمان‌های صنعتی اغلب در بخش‌های صنعتی قرار دارند و با دوده و گرد و خاک همراه هستند. برای حفظ ضریب اتلاف نور در سطوح منطقی، به برنامه نظافت و نگهداری منظم نیاز است.
- نگهداری مناسب برای سیستم نورپردازی داخلی در ساختمان‌های صنعتی نیز اهمیت دارد. این موضوع ناشی از آلودگی، لرزش و فرسودگی کلی محیط‌های صنعتی است. نگهداری شامل نظافت، جایگزینی، بازرسی و اقدامات پیشگیرانه است. جایگزینی، موقع سوختن کاملاً غیر اقتصادی است. این موضوع ناشی از گسیختگی تجهیزات و افت لومن قبل از سوختن است. جایگزینی می‌بایست بر اساس برنامه‌های معین صورت بگیرد. اگر ساختمان‌ها دارای سطح آلودگی زیاد باشند نظافت می‌بایست بر اساس برنامه‌های معین انجام شود نه فقط بر اساس زمان جایگزینی.
- منابع نور برای ساختمان‌های صنعتی می‌بایست اثربخشی زیاد، حفظ لومن مناسب و طول عمر زیاد داشته باشند. تمام منابع موجود همچون لامپ‌های فلورسنت و تخلیه با شدت بالا با این معیارها هماهنگ هستند. لامپ‌های القایی[۲] و گوگرد[۳] ممکن است بعد از بررسی زمینه، در این گروه قرار بگیرند. اگر رنگ اهمیت نداشته باشد استفاده از منابع سدیم پر فشار، توصیه می‌شود. در این صورت، انطباق‌پذیری سریع با رنگ زرد گرم آن شکل می‌گیرد. اگر این منابع با لامپ‌های متال‌هالید[۴] یا جیوه‌ای ترکیب شوند مشکلی ایجاد

---

[۱] Lux
[۲] Induction Lamp
[۳] Sulfur Lamp
[۴] Metal Halide Lamp

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

نمی‌شود. لامپ‌های تخلیه با شدت بالا نسبت به لامپ‌های فلورسنت، با نگهداری، ذخیره، نظافت و جایگزینی بهتر همراه هستند. بهره‌وری آنها برابر با لامپ‌های فلورسنت یا بهتر است. تأخیر و خروجی نور کمتر موقع اتصال مجدد برق از معایب لامپ‌های تخلیه با شدت بالا هستند. منابع تخلیه با شدت بالا به دلیل ابعاد کوچک در انعکاس‌دهنده‌ها استفاده می‌شوند. منابع با تخلیه شدت بالا معمولاً در ردیف‌های مرتفع و متوسط استفاده می‌شوند. ارتفاع ردیف‌های مرتفع بیشتر از ۷/۶ متر است. ارتفاع ردیف‌های متوسط از ۴/۶ تا ۷/۶ متر است. تجهیزات فلورسنت دارای انعکاس‌دهنده‌های صنعتی در ردیف‌های کوتاه کاربرد دارند.

- نورپردازی راهروی انبارها یکی از امور متداول در نورپردازی صنعتی است. این نورپردازی می‌بایست شدت روشنایی عمودی کافی را بر قفسه‌های موجود در هر دو جبهه دیوار فراهم کند. این نورپردازی از طریق ردیف‌های کوتاه از تجهیزات فلورسنت پیوسته نسبت به تجهیزات تخلیه با شدت بالای ناپیوسته، بهتر شکل می‌گیرد.
- در ساختمان‌های صنعتی، سقف‌ها اغلب با لوله‌ها، داکت[1]ها و تأسیسات دیگر همراه هستند. در این صورت سقف‌ها می‌بایست روشن باشند. این تأسیسات مکانیکی می‌بایست با رنگ‌های مات و غیر اشباع نقاشی شوند. نگهداری و نظافت آنها می‌بایست منظم باشند. لازم است از رنگ‌های اشباع روشن در نقاشی سطوح، استفاده نشود. آنها توجه را جلب می‌کنند. رنگ سرخ، تأسیسات اطفای حریق را نشان می‌دهد. رنگ سبز، وسایل کمک‌های اولیه را نشان می‌دهد. رنگ نارنجی، خطر را نشان می‌دهد. رنگ سفید نمی‌بایست استفاده شود. این رنگ بیش از حد روشن است و در معرض آلودگی قرار دارد. حداقل قابلیت انعکاس سقف از ۷۵ تا ۸۵ درصد، دیوارها از ۴۰ تا ۶۰ درصد، تأسیسات از ۲۵ تا ۴۵ درصد و کف‌ها ۲۰ درصد توصیه می‌شود.

[1] Duct

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در مرحله بعد، کارگاه‌ها و کارخانه‌های صنعتی در شهرک صنعتی چرمشهر (شکل ۲) بررسی و سیستم نورپردازی آنها با الزامات و استانداردهای ذکر شده، مقایسه و ضعف‌های موجود در سیستم نورپردازی آنها تعیین شدند. یکی از ضعف‌های موجود در سیستم نورپردازی، استفاده از نور طبیعی بدون توجه به الزامات و شرایط آن خصوصاً جهت‌گیری صحیح پنجره‌ها است. در این صورت، نور طبیعی می‌تواند باعث خیرگی شدید و انعکاس از سطوح کف، دیوار و سقف شود (شکل ۳). این موضوع می‌تواند امکان انطباق‌پذیری چشم را کاهش دهد و باعث تار دیده شدن تجهیزات و تولیدات برای مدت زمان معین شود.

شکل ۲: نمایی از شهرک صنعتی چرمشهر (https://shajarnews.ir/)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

شکل ۳: کارخانه تولید انواع دستمال کاغذی در شهرک صنعتی چرمشهر (http://irankarkhane.com/)

در کارگاه‌ها و کارخانه‌های شهرک صنعتی چرمشهر اغلب از لامپ‌های فلورسنت خطی و لامپ‌های تخلیه گازی با شدت بالا، استفاده شده است. همچنین، لامپ‌های تخلیه با شدت بالا در آویزهای سقفی صنعتی قرار گرفته‌اند (شکل ۴). انتخاب این لامپ‌ها، هماهنگ با الزامات و استانداردهای ذکر شده، است. اما نصب این تجهیزات بر اساس طرح از قبل تهیه شده، نیست و در بیشتر موارد، این نصب توسط یک برقکار معمولی و بدون اطلاعات کافی در زمینه الزامات و استانداردهای نورپردازی، انجام شده است (شکل‌های ۵ و ۶). در این صورت، نصب اشتباه برخی از لامپ‌ها باعث ایجاد سایه‌های شدید بر تجهیزات و مکان‌های تولید، شده است. این سایه می‌تواند توسط خود افراد، شکل بگیرد. این موضوع، می‌تواند باعث اختلال در کار کارگران و حتی ایجاد خطرات شدید برای آنها شود. برای نمونه، شخصی در کارگاه نجاری یکی از شهرستان‌ها، موقع کار با اره برای بریدن چوب به دلیل دید نامناسب، چهار انگشت خود را از دست داده است. همچنین، در برخی از موارد، نصب اشتباه لامپ‌ها و عدم حفاظت صحیح آنها باعث ایجاد خیرگی شدید و تار دیدن چشم‌ها ناشی از اختلال در سطح انطباق‌پذیری، شده است. لازم به ذکر است که در اغلب موارد، شدت روشنایی افقی و عمودی کافی بر اساس الزامات موجود، نیز فراهم نشده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

شکل ۴: چراغ آویز سقفی صنعتی (https://shopsanat.com/)

شکل ۵: کارخانه تولید انواع دستمال کاغذی در شهرک صنعتی چرمشهر (http://irankarkhane.com/)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

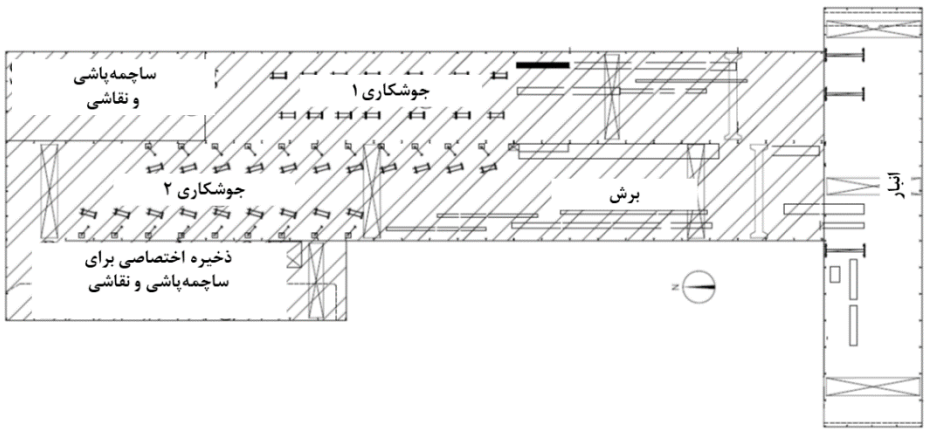
شکل ۶: کارخانه تولید انواع دستمال کاغذی در شهرک صنعتی چرمشهر (http://irankarkhane.com/)

استفاده از لامپ‌های تخلیه با شدت بالا همچون متال‌هالید، بخار جیوه و سدیم پرفشار با خطرات خاص خود همراه است. لامپ‌های بخار جیوه در صورت گسیختگی، پرتو فرابنفش منتشر می‌کنند که برای انسان و خصوصاً پوست و چشم، بسیار خطرناک است. برخی از لامپ‌های تخلیه با شدت بالا از تکنولوژی‌های جدید استفاده کرده‌اند تا اگر در لوله کوارتز داخلی، گسیختگی ایجاد شد، خاموش شوند و از انتشار پرتو فرابنفش جلوگیری شود. اما اگر گسیختگی در حباب خارجی لامپ شکل بگیرد از انتشار پرتو فرابنفش جلوگیری نمی‌شود. همان‌گونه که ذکر شد، رسیدن به نقطه نوردهی کامل بعد از مدت معین و کاهش شدت روشنایی در صورت قطع برق و اتصال مجدد آن، از معایب این لامپ‌ها هستند. برخی از این لامپ‌ها، بعد از خاموش شدن ناشی از قطع برق می‌بایست در مدت معینی سرد شوند تا بتوانند مجدد نوردهی داشته باشند. در این صورت، استفاده از لامپ‌های پشتیبان همچون هالوژن برای حفظ حداقل شدت روشنایی، لازم و ضروری است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

٤-۲- راه‌حل‌های ارتقای سیستم نورپردازی در کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین

در این بخش، بر اساس تحلیل سیستم نورپردای صنعتی در نمونه‌های موردی موفق، برای ضعف‌های سیستم نورپردازی در شهرک صنعتی چرمشهر، راه‌حل‌هایی پیشنهاد شده است. سیستم نورپردازی در کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین، بررسی و تحلیل شده است. پلان همکف از این کارخانه در شکل ۷ نشان داده شده است. این کارخانه دارای بخش‌های مختلف است که عبارتند از: (۱) بخش ساچمه‌پاشی و نقاشی با طول، ارتفاع و عرض ۶۰، ۹/۹۴ و ۲۷/۳ متر، (۲) بخش جوشکاری یک با طول، ارتفاع و عرض ۱۸۵، ۹/۹۴ و ۲۷/۳ متر، (۳) بخش جوشکاری دو و برش با طول، ارتفاع و عرض ۲۱۱/۲، ۱۱/۳ و ۲۹/۷ متر، (۴) بخش ذخیره اختصاصی برای ساچمه‌پاشی و نقاشی با طول، ارتفاع و عرض ۱۰۲/۲، ۱۰/۴ و ۲۴ متر و (۵) بخش انبار با طول، ارتفاع و عرض ۱۲۶، ۱۰/۶ و ۴۸/۶ متر. این کارخانه می‌تواند با توجه به راستای شیب بام به دو بخش ۱ و ۲ تقسیم شود. بخش ۱ شامل تمام فرآیندها به استثنای عملیات انبار است. انبار تنها فرآیند در بخش ۲ است.



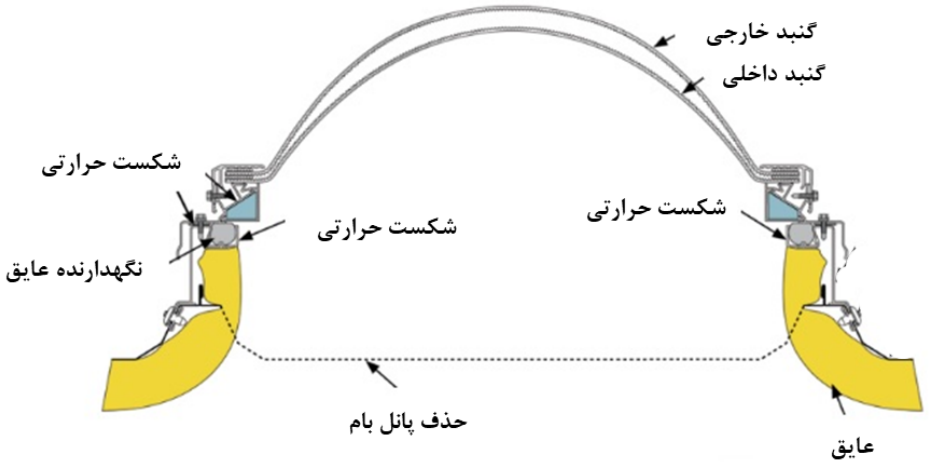
شکل ۷: پلان همکف کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین (Wang et al., ۲۰۱۵)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

استفاده نامناسب از نور طبیعی بدون توجه به شرایط و الزامات آن، یکی از ضعف‌های سیستم نورپردازی در شهرک صنعتی چرمشهر است. این موضوع باعث ایجاد خیرگی شدید و انعکاس از سطوح کف، دیوار و سقف می‌شود. در کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین، پنجره‌های سقفی برای بهترین استفاده از نور طبیعی در بخش‌های کارگاهی بدون پنجره، بسیار مؤثر هستند. بخش ۱ این کارخانه، از سیستم نور طبیعی خود کنترل‌کننده و پنجره سقفی گنبدی شکل (شکل ۸) استفاده کرده است. قابلیت انتقال نور این پنجره حداقل ۶۷/۸ درصد، ضریب پراکندگی آن ۱۰۰ درصد، ضریب جذب انرژی خورشیدی آن حداکثر ۰/۴۹ و ضریب انتقال حرارتی آن ۰/۸۲ یا کمتر است. این ویژگی‌ها باعث کاهش خیرگی آزاردهنده شده‌اند و نور طبیعی کافی را فراهم کرده‌اند (BM Company, ۲۰۱٤). پنجره سقفی برای شدت روشنایی یکنواخت استفاده شده است تا کارآمدی کارگران را افزایش دهد. بخش ۲ از این کارخانه، یک انبار است که الزامی برای شدت روشنایی یکنواخت ندارد. در انبار از پنجره‌های سقفی معمولی با حداقل ضریب انتقال نور مرئی ۰/۵، استفاده شده است. پنجره‌های سقفی با هواکش‌های یکپارچه برای تحقق الزامات برنامه مدیریت در طراحی انرژی و محیط ۱، طراحی شده‌اند. پنجره‌های سقفی، ۳/۵ درصد از بخش ۱ و ۸ درصد از بخش ۲ را پوشش داده‌اند (USGB Council, ۲۰۰۹).

[1] Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

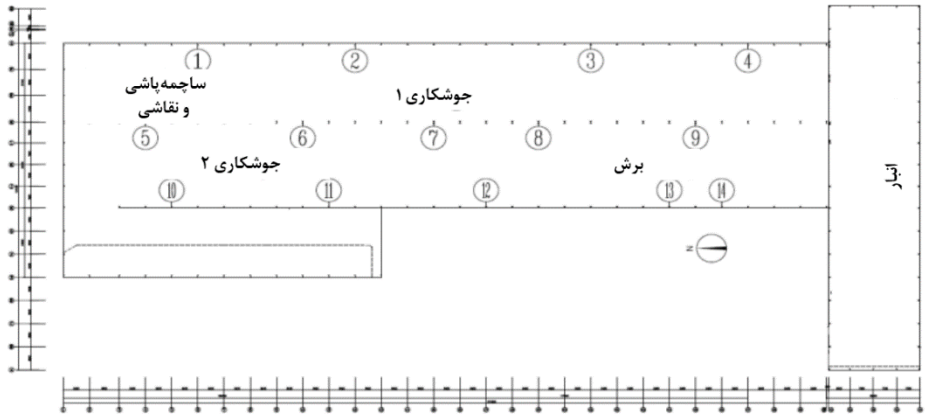
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]



شکل ۸: پنجره سقفی گنبدی شکل در کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین (Wang et al., ۲۰۱۵)

توجه نکردن به سطح شدت روشنایی افقی و عمودی لازم بر اساس الزامات و استانداردهای موجود، یکی از ضعف‌های سیستم نورپردازی در کارگاه‌ها و کارخانه‌های شهرک صنعتی چرمشهر است. اما سیستم نورپردازی کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین با الزامات و استانداردهای نورپردازی صنعتی، هماهنگ شده است. این کارخانه دارای پتانسیل زیاد برای دریافت نور طبیعی است. متوسط ضریب نور طبیعی برای بخش ۱، ۲/۰۷ درصد و برای بخش ۲، ۳/۴ درصد است. سطح شدت روشنایی لازم برای سطوح کار در کارگاه‌ها، ۲۰۰ لوکس است (Wang et al., ۲۰۱۵). نورپردازی الکتریکی می‌بایست موقع کافی نبودن نور طبیعی در کارگاه‌ها، مکمل نور طبیعی باشد. بر اساس ملاحظات صرفه‌جویی انرژی، هزینه‌ها، نگهداری و آرایش مطلوب، لامپ‌های القایی با فرکانس کم، توان نامی ۳۱۴ وات و ضمانت ۶ ساله برای کارگاه‌ها انتخاب شده‌اند. حسگرهای شدت روشنایی بی‌سیم برای جلوگیری از سیم‌کشی مجدد به سیستم نورپردازی ساختمان اضافه شده‌اند. حسگرهای شدت روشنایی با شماره‌های ۱ تا ۱۴ در شکل ۹ مشخص شده‌اند. نور طبیعی در بخش ۲ این کارخانه بسیار بیشتر از بخش ۱ آن است. به این دلیل، به نصب حسگرهای شدت روشنایی در بخش ۲، نیاز نیست.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

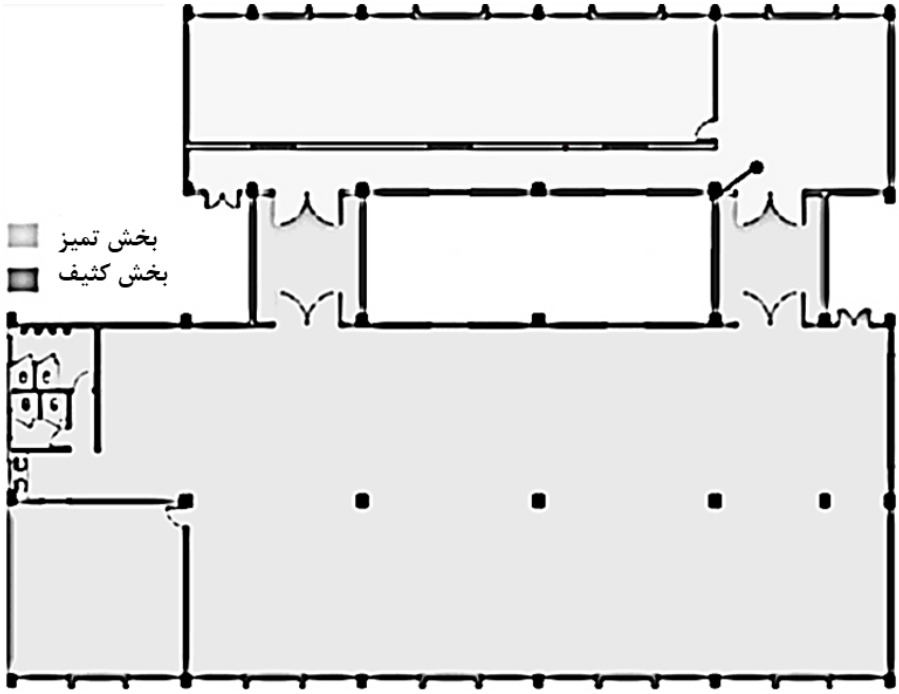


شکل ۹: آرایش حسگرهای شدت روشنایی در کارخانه جوشکاری در شی‌آن چین
(Wang et al., ۲۰۱۵)

٤-۳- راه‌حل‌های ارتقای سیستم نورپردازی در کارخانه تولید لوازم آرایشی در ووهان چین

کارخانه تولید لوازم آرایشی در سال ۲۰۱۵ میلادی در ووهان با عرض جغرافیایی ۱۱۴/۱۳ درجه شرقی و طول جغرافیایی ۳۰/۶۲ درجه شمالی و ارتفاع ۲۲/۱ متر از سطح دریا، ساخته شده است. این کارخانه، ترکیبی از دو ساختمان مستطیل شکل است که با کریدورها به یکدیگر مرتبط شده‌اند. طول، عرض و ارتفاع برای یکی از این ساختمان‌ها برابر با ۳۲، ۸ و ۴/۸ متر و برای ساختمان دیگر برابر با ۴۰، ۱۶ و ۴/۸ متر است. مساحت کل این کارخانه، تقریباً برابر با ۹۶۰ متر مربع است. این کارخانه در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]



شکل ۱۰: پلان همکف کارخانه لوازم آرایشی در ووهان چین (Zhou and Wang, ۲۰۲۳)

شکل ۱۱: نمای خارجی از کارخانه لوازم آرایشی در ووهان چین (Zhou and Wang, ۲۰۲۳)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در این کارخانه نیز، شدت روشنایی افقی و عمودی بر اساس الزامات و استانداردهای موجود، تنظیم شده است. شدت روشنایی خروجی از سیستم نورپردازی برابر با ۳۵۰ لوکس است. ضریب یکنواختی شدت روشنایی به معنای نسبت شدت روشنایی حداقل به متوسط شدت روشنایی، برابر با ۰/۷ در نظر گرفته شده است. فضای داخل ساختمان به بخش تمیز[۱] شامل کارگاه و کریدور و بخش کثیف[۲] شامل حمام، اداره و انبار موقتی، تقسیم شده است. بر اساس اطلاعات واقعی و مدل شبیه‌سازی کارخانه، مصرف انرژی کل برابر با ۵۲۳/۷۷ مگاوات‌ساعت است. ۱۵۵/۳۸ مگاوات‌ساعت برای سرمایش، ۲۷۴/۲۹ مگاوات‌ساعت برای گرمایش و ۹۴/۱۱ مگاوات‌ساعت برای سیستم نورپردازی استفاده می‌شود (Zhou and Wang, ۲۰۲۳).

در این کارخانه برای استفاده بهینه از نور طبیعی، متغیرهای طراحی و عوامل متعدد همچون جهت‌گیری ساختمان، نسبت پنجره به دیوار، وضعیت سایه‌بان و نفوذپذیری در نظر گرفته شده‌اند (Ang et al., ۲۰۲۲). در بسیاری از پروژه‌ها، فقط یک‌پنجم از متغیرهای مستقل بهینه می‌شوند (Lakhdari et al., ۲۰۲۱) که با جامعیت کمتر همراه است. به این دلیل، پتانسیل ارتقای کارایی ساختمان به طور کامل لحاظ نمی‌شود. در این کارخانه برای افزایش بهره‌وری انرژی در سیستم نورپردازی، ویژگی‌های هندسی و فیزیکی محفظه ساختمان همچون جهت‌گیری، فرم، سطوح شیشه‌ای، سایه‌اندازی و سطح عایق حرارتی اجزای تیره و شفاف با تنظیم دمای سیستم تهویه مطبوع و تراکم کارگران، تا حد امکان به طور همزمان بهینه شده‌اند. در این صورت، راه‌حل‌های بکار رفته، جامع‌تر و غنی‌تر شده‌اند. توجه همزمان به سیستم‌های مختلف ساختمان، باعث افزایش کارایی ساختمان و ایجاد شرایط آسایش حرارتی، بصری و سمعی می‌شود. در جدول ۲، خلاصه‌ای از ضعف‌ها و راه‌حل‌های متناظر ذکر شده از بخش ۴-۱ تا ۴-۳ ارائه شده است.

[۱] Clean Area
[۲] Nonclean Area

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۲- ضعف‌های سیستم نورپردازی کارگاه‌ها و کارخانه‌های صنعتی در شهرک صنعتی چرمشهر و راه‌حل‌های متناظر

دسته‌ها	ضعف‌ها	راه‌حل‌ها
انتخاب تجهیزات نورپردازی	- تجهیزات نورپردازی بر اساس کاهش نقص‌های تولید و اتفاقات و افزایش روحیه کارگران، انتخاب نمی‌شوند. - منابع نور دارای اثربخشی زیاد، حفظ لومن مناسب و طول عمر زیاد نیستند.	- تجهیزات نورپردازی می‌بایست با توجه به الزامات و استانداردهای نورپردازی صنعتی و شرایط اقتصادی انتخاب شوند.
نگهداری از سیستم نوررپردازی	- نگهداری مناسب شامل نظافت، جایگزینی، بازرسی و اقدامات پیشگیرانه برای سیستم نورپردازی داخلی رعایت نمی‌شود. - برنامه نظافت منظم برای حذف دوده و گرد و خاک، رعایت نمی‌شود.	- برنامه نگهداری می‌بایست تهیه و به طور منظم رعایت شود.
طراحی و اجرای سیستم نورپردازی	- استانداردهای آسایش و ایمنی برای کارگران و هزینه‌های نورپردازی، به طور همزمان لحاظ نمی‌شوند. - شدت روشنایی افقی و عمودی کافی بر اساس الزامات موجود، فراهم نمی‌شود. - نورپردازی راهروی انبارها، شدت روشنایی عمودی کافی بر قفسه‌های موجود در هر دو جبهه دیوار را فراهم نمی‌کند. - نصب تجهیزات نورپردازی بر اساس طرح از قبل تهیه شده، نیست. - نصب تجهیزات نورپردازی، توسط یک برقکار معمولی و بدون اطلاعات کافی در زمینه الزامات و استانداردهای نورپردازی، انجام می‌شود. - نصب اشتباه لامپ‌ها باعث ایجاد سایه‌های شدید بر تجهیزات و محل‌های کار بر تولیدات، می‌شود.	- سیستم نورپردازی می‌بایست با الزامات و استانداردهای نورپردازی صنعتی، هماهنگ شود. - برای استفاده بهینه از نور طبیعی، متغیرهای طراحی و عوامل متعدد همچون جهت‌گیری ساختمان، نسبت پنجره به دیوار، وضعیت سایه‌بان و نفوذپذیری می‌بایست در نظر گرفته شوند. - برای افزایش بهره‌وری انرژی در سیستم نورپردازی، ویژگی‌های هندسی و فیزیکی محفظه ساختمان همچون جهت‌گیری، فرم، سطوح شیشه‌ای، سایه‌اندازی و سطح عایق حرارتی اجزای تیره و شفاف با تنظیم دمای سیستم تهویه مطبوع و تراکم کارگران، می‌بایست به طور همزمان بهینه شوند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

	- نصب اشتباه لامپ‌ها و حفاظت نشدن صحیح آنها، باعث ایجاد خیرگی شدید و تار دیدن چشم‌ها ناشی از اختلال در سطح انطباق‌پذیری، می‌شود.	
استفاده از نور طبیعی	- استفاده از نور طبیعی بدون توجه به الزامات و شرایط آن خصوصاً جهت‌گیری صحیح پنجره‌ها است. - نور طبیعی باعث خیرگی شدید و انعکاس از سطوح کف، دیوار و سقف می‌شود. - نور طبیعی، امکان انطباق‌پذیری چشم را کاهش می‌دهد و باعث تار دیده شدن تجهیزات و تولیدات برای مدت زمان معین می‌شود.	- پنجره‌ها می‌بایست با توجه به قابلیت انتقال نور، ضریب پراکندگی، ضریب جذب انرژی خورشیدی و ضریب انتقال حرارتی انتخاب شوند. – می‌توان از سیستم نور طبیعی خود کنترل-کننده و پنجره سقفی گنبدی شکل استفاده کرد. - نورپردازی الکتریکی می‌بایست موقع کافی نبودن نور طبیعی در کارگاه‌ها، مکمل نور طبیعی باشد. - حسگرهای شدت روشنایی خصوصاً از نوع بی‌سیم برای ترکیب بهینه نورپردازی الکتریکی و نور طبیعی لازم هستند.

٤-٤- تحلیل هزینه-فایده برای انتخاب تجهیزات نورپردازی در کارخانه تولید انواع دستمال کاغذی در شهرک صنعتی چرمشهر

در این بخش، تحلیل هزینه-فایده برای جایگزینی تجهیزات نورپردازی فعلی همچون لامپ‌های متال‌هالید و سدیم پرفشار با تجهیزات نورپردازی دارای بهره‌وری انرژی زیاد همچون لامپ‌های فلورسنت، انجام شده است. این تحلیل بر اساس میزان صرفه‌جویی انرژی، دوره بازگشت سرمایه، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و خروجی نور گزینه‌های مختلف انجام شده است. جدول ۳، طول عمر لامپ بر حسب ساعت، طول عمر بالاست[1] بر حسب سال، متوسط خروجی نور بر حسب لومن، خروجی نور اولیه بر حسب لومن، توان مصرفی بر حسب وات، ضریب بالاست و بهره‌وری بالاست برای هر لامپ را نشان می‌دهد.

[1] Balast

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۳ – اطلاعات لامپ و بالاست برای گزینه‌های مختلف نورپردازی (Preston and Woodbury, ۲۰۱۳)

	لامپ متال‌هالید معمولی ۱۰۰۰ وات	لامپ متال‌هالید معمولی ۴۰۰ وات	لامپ متال‌هالید پالسی ۳۵۰ وات	لامپ سدیم پرفشار ۴۰۰ وات	لامپ فلورسنت T۵ ۵۴ وات	لامپ فلورسن ت T۸ ۳۲ وات
طول عمر لامپ (ساعت)	۱۴۰۰۰	۱۹۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۴۰۰۰	۳۲۰۰۰	۲۶۶۰۰
لومن اولیه	۷۳۶۰۰	۳۶۴۲۰	۳۵۶۶۷	۵۰۵۰۰	۴۹۴۷	۲۸۱۰
متوسط لومن	۵۱۵۲۰	۲۵۴۹۵	۲۴۹۶۷	۴۳۹۲۵	۴۷۰۰	۲۶۶۰
طول عمر بالاست (سال)	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۵	۵	۵
ضریب بالاست	۱	۱	۱	۱	۱/۰۴	۱/۰۱
بهره‌وری بالاست	۹۲٪	۸۷٪	۸۷٪	۸۷٪	۹۲٪	۹۵٪

در صـــورتی که لامپ‌های متال‌هالید معمولی ۴۰۰ وات در کارخانه تولید انواع دســـتمال کاغذی در شهرک صنعتی چرمشهر با انواع مختلف لامپ‌های فلورسنت جایگزین شوند میزان خروجی نور اولیه بر حسب لومن، متوسط خروجی نور بر حسب لومن و دوره بازگشت سرمایه بر حسب سال، به ازای هر کدام از تجهیزات بر اساس جدول ۴ تغییر خواهند کرد.

جدول ۴ – گزینه‌های دارای بهره‌وری انرژی زیاد برای لامپ‌های متال‌هالید ۴۰۰ وات (Preston and Woodbury, ۲۰۱۳)

گزینه‌ها	تغییر در لومن اولیه	تغییر در متوسط لومن	دوره بازگشت سرمایه بدون نرخ تنزیل
فلورسنت T۵ با ۶ لامپ	-۵۵۵۰	+۳۸۴۳	۸/۱
فلورسنت T۵ با ۴ لامپ	-۱۵۸۴۰	-۵۹۴۲	۲/۶
فلورسنت T۸ با ۶ لامپ	-۱۹۳۹۱	-۹۳۷۴	۲/۱

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

تمام این گزینه‌ها دارای دوره بازگشت سرمایه منطقی هستند. در صورت جایگزینی فلورسنت T۵ با ۴ یا ۶ لامپ، در متوسط خروجی نور، تغییر زیادی ایجاد نمی‌شود اما توان مصرفی از ۴۰۰ وات به ترتیب به ۳۲۴ و ۲۱۶ وات کاهش می‌یابد. در صورت جایگزینی فلورسنت T۸ با ۶ لامپ، توان مصرفی از ۴۰۰ به ۱۹۲ وات کاهش می‌یابد.

۵. نتیجه‌گیری

با توسعه بخش صنعتی، کارگران در بسیاری از کشورها بیش از ۸ ساعت در روز، کار می‌کنند. این موضوع با افزایش مصرف انرژی در ساختمان‌های صنعتی همراه است. برخی از عوامل طراحی همچون نورپردازی داخلی بر کارایی ساختمان تأثیر می‌گذارند، هر چند وضعیت واقعی در فرآیند بهینه‌سازی، بسیار پیچیده و متضاد است. در این صورت، بررسی همبستگی بین اهداف بهینه‌سازی در سیستم‌های مختلف ساختمان همچون سیستم نورپردازی و سیستم تهویه مطبوع، بسیار اهمیت دارد.

هدف از این تحقیق، بررسی سیستم نورپردازی در کارگاه‌ها و کارخانه‌های شهرک صنعتی چرمشهر و تعیین ضعف‌های این سیستم و همچنین ارائه راه‌حل‌های مناسب برای بهبود این سیستم بود. بر اساس یافته‌های تحقیق مشخص شد که ضعف‌های سیستم نورپردازی در شهرک صنعتی چرمشهر عبارتند از: (۱) استفاده نامناسب از نور طبیعی بدون توجه به الزامات و شرایط آن، (۲) خیرگی شدید ناشی از نور طبیعی و انعکاس آن از سطوح مختلف، (۳) یکپارچه نبودن نور طبیعی و نورپردازی الکتریکی با سیستم کنترل هوشمند، (۴) رعایت نشدن سطوح شدت روشنایی افقی و عمودی برای امور بصری مختلف و (۵) اجرای ضعیف و نصب لامپ‌ها بدون وجود طرح قبلی و بدون توجه به شرایط موجود. همچنین، یافته‌های تحقیق نشان داد که دریافت بهینه نور طبیعی برای کاهش شدت روشنایی لازم در سیستم نورپردازی الکتریکی، یکی از راه‌حل‌های افزایش بهره‌وری انرژی است. اغلب ساختمان‌های صنعتی، یک طبقه هستند. در این صورت استفاده از پنجره‌های سقفی برای دریافت نور طبیعی توصیه می‌شود. این پنجره‌ها در سیستم‌های دیگر نیز ایفای نقش می‌کنند و می‌توانند باعث کاهش یا افزایش مصرف انرژی در سیستم تهویه مطبوع شوند. همچنین استفاده از سیستم کنترل هوشمند برای تنظیم

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

ساعات عملیات و شدت روشنایی سیستم نورپردازی الکتریکی موقع وجود نور طبیعی، ضروری است. علاوه بر این، استفاده از لامپ‌های دارای بهره‌وری انرژی بالا همچون لامپ‌های فلورسنت، تخلیه با شدت بالا، القایی و گوگرد برای سیستم نورپردازی صنعتی، توصیه می‌شود. به دلیل لرزش، گرد و خاک و آلودگی‌های دیگر در محیط‌های صنعتی توجه به مسئله نگهداری و جایگزینی منابع نور، اهمیت دارد.

یافته‌های این تحقیق با نتایج مطالعه تولیویچ و همکاران (۲۰۱۸)، هماهنگ است که دیودهای نورگسیل را برای سیستم نورپردازی صنعتی، توصیه و بر دریافت نور طبیعی از طریق پنجره‌های سقفی، تأکید کرده‌اند (Tulevech et al., ۲۰۱۸). همچنین یافته‌های این تحقیق، نتایج پژوهش ونگ و همکاران (۲۰۱۹) را تأیید می‌کند که بر طراحی سیستم نورپردازی هوشمند و استفاده از نور طبیعی در ساختمان‌های صنعتی تمرکز کرده‌اند (Wang et al., ۲۰۱۹).

یافته‌های این تحقیق در محدوده کارگاه‌ها و کارخانه‌های شهرک صنعتی چرمشهر بدست آمده‌اند و تحقیقات آینده می‌توانند سیستم نورپردازی صنعتی را در محدوده گسترده‌تر بررسی کنند. همچنین، محاسبات مربوط به هزینه اولیه و هزینه جاری می‌تواند برای تعیین سیستم نورپردازی صنعتی بهینه، مورد تأکید قرار گیرد.

۶. منابع

گروندزیک، والتر و کووک، آلیسون. (۱۳۹۹). تأسیسات مکانیکی و الکتریکی ساختمان. ترجمه محمد کاظمی. انتشارات دانشگاه تهران.

مهدوی‌نژاد، محمدجواد؛ پور فتح‌اله، مائده. (۱۳۹۴). فناوری‌های جدید نورپردازی و ارتقای حس تعلق شهروندان (مطالعه موردی: بدنه‌های شهری تهران). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۷، ۱، ۱۳۱-۱۴۱.

مهدوی‌نژاد، محمد جواد؛ ارباب‌زاده، مژگان؛ ارباب، مریم. (۱۳۹۷). نقش معماری نور و نورپردازی ابنیه در آوازه‌سازی و مدیریت چشم‌انداز شبانه شهری. مدیریت شهری، ۱۷، ۵۳، ۲۹۰-۲۶۹.

سایت اینترنتی: https://shajarnews.ir/

سایت اینترنتی: http://irankarkhane.com/

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

سایت اینترنتی: https://shopsanat.com/

Ang, YQ., Polly, A., Kulkarni, A., Chambi, GB., Hernandez, M., Haji, MN., ۲۰۲۲. Multi-objective optimization of hybrid renewable energy systems with urban building energy modeling for a prototypical coastal community. Renew. Energy, ۲۰۱, ۷۲-۸٤.

Atif, MR., Galasiu, AD., ۲۰۰۳. Energy performance of daylight-linked automatic lighting control systems in large atrium spaces: Report on two field-monitored case studies. Energy and Buildings, ۳۵ (۵), ٤۳۵-۵۳۱.

Banti, N. ۲۰۲٤. Existing industrial buildings – A review on multidisciplinary research trends and retrofit solutions. Journal of Building Engineering, ۸٤, ۱۰۸٦۱۵.

BM Company., ۲۰۱٤. SunLite Strip daylighting system.
http://www.butlermfg.com/products_
systems/roof_systems/sunlite_strip_daylighting_system/

Chel, A., ۲۰۱٤. Performance of skylight illuminance inside a dome shaped adobe house under composite climate at New Delhi (India): A typical zero energy passive house. Alexandria Engineering Journal, ۵۳ (۲), ۳۸۵-۳۹۷.

Chen, Y., Liu, J., Pei, J., Cao, X., Chen, Q., Jiang, Y., ۲۰۱٤. Experimental and simulation study on the performance of daylighting in an industrial building and its energy saving potential. Energy and Building, ۷۳, ۱۸٤-۱۹۱.

Chow, SKH., Li, DHW., Lee, EWM., Lam, JC., ۲۰۱۳. Analysis and prediction of daylighting and energy performance in atrium spaces using daylight-linked lighting controls. Applied Energy, ۱۱۲, ۱۰۱٦-۱۰۲٤.

Doulos, L., Tsangrassoulis, A., Topalis, F., ۲۰۰۸. Quantifying energy savings in daylight responsive systems: The role of dimming electronic ballasts. Energy and Building, ٤۰, ۳٦-۵۰.

Kazemi, M., Kazemi, A. (۲۰۲۲). Financial Barriers to Residential Buildings' Energy Efficiency in Iran. Energy Efficiency, ۱۵(۵), Article ۳۰, ۱-۱۵.

Lakhdari, K., Sriti, L., Painter, B., ۲۰۲۱. Parametric optimization of daylight, thermal and energy performance of middle school classrooms, case of hot and dry regions. Build. Environ, ۲۰٤, ۱۰۸۱۷۳.

Li, DHW., Jam, JC., ۲۰۰۱. Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls. Energy and Buildings, ۳۳ (۸), ۷۹۳-۸۰۳.

Li, DHW., Lam, JC., ۲۰۰۳. An investigation of daylighting performance and energy saving in a daylit corridor. Energy and Buildings, ۳۵, ۳٦۵-۳۷۳.

Li, DHW., Lam, JC., Wong, SL., ۲۰۰۲. Daylighting and its implications to overall thermal transfer value (OTTV) determinations. Energy, ۲۷ (۱۱), ۹۹۱-۱۰۰۸.

Plympton, P., Conway, S., Epstein, K., ۲۰۰۰. Daylighting in schools: Improving student performance and health at price schools can afford. Madison, WI (US), ۱-۷.

Preston, D.J., Woodbury, K.A., ۲۰۱۳. Cost-benefit analysis of retrofit of high-intensity discharge factory lighting with energy-saving alternatives. Energy Efficiency, ۶, ۲۵۵–۲۶۹.

Soori, PK., Vishwas, M., ۲۰۱۳. Lighting control strategy for energy efficient office lighting system design. Energy and Buildings, ٦٦, ۳۵۹-۳۳۷.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

Tayefeh, A., Aslani, A., Zahesi, R., Yousefi, H., ۲۰۲٤. Reducing energy consumption in a factory and providing an upgraded energy system to improve energy performance. Cleaner Energy Systems, ۸, ۱۰۰۱۲٤.

Tulevech, SM., Hage, DJ., Jorgensen, SK., Guensler, CL., Himmler, R., Gheewala, SH., ۲۰۱۸. Life cycle assessment: A multi-scenario case study of a low-energy industrial building in Thailand. Energy and Buildings, ۱٦۸, ۱۹۱-۲۰۰.

USGB Council., ۲۰۱۳. LEED ۲۰۰۹ for new construction and major renovations. IEQ Credit ۸،۱: Daylight and View-Daylight, ۷۷-۷۹.

Wan, H., Li, Y., Wang, W., ۲۰۰۷. Analysis on the state, composition, and characteristics of industrial building energy consumption in Dongguan. Building Energy Efficiency, ۳۳ (۱), ۲۳۰-۲۳۱.

Wang, L., Li, H., Zou, X., Shen, X., ۲۰۱۵. Lighting system design based on a sensor network for energy savings in large industrial buildings. Energy and Buildings, ۱۰۵, ۲۲۶-۲۳۵.

Wang, Q., Hu, YJ., Hao, J., Lv, N., Li, TY., Tang, BJ., ۲۰۱۹. Exploring the influences of green industrial building on the energy consumption of industrial enterprises: A case study of Chinese cigarette manufacturers. Journal of Cleaner Production, ۲۳۱, ۳۷۰-۳۸۵.

Wang, X., Kendrick, C., Ogden, R., Walliman, N., Baiche, B., ۲۰۱۳. A case study on energy consumption and overheating for a UK industrial building with rooflights. Applied Energy, ۱۰٤, ۳۳۷-۳٤٤.

Zhou, B., Wang, D., ۲۰۲۳. Integrated performance optimization of industrial buildings in relation to thermal comfort and energy consumption: A case study in hot summer and cold winter climate. Case Studies in Thermal Engineering, ٤٦, ۱۰۲۹۹۱.

Zhu, T., Li, R., Li, C., ۲۰۱۷. The analysis of natural lighting simulation and study on energy saving in cigarette factory. Procedia Engineering, ۲۰۵, ۸۹۵-۹۰۱.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]