

بنام خدا



سازمان بهره‌وری انرژی ایران
(سابا)

گزارش مطالعاتی مراحل طراحی

روشنایی و نورپردازی پل



اردیبهشت ماه ۱۳۹۰



فهرست

شماره صفحه	شرح
۱	مقدمه
۲	۱- تعاریف روشنایی
۸	۲- ضوابط طراحی نورپردازی
۱۱	۳- ضوابط انتخاب چراغ به‌منظور روشنایی و نورپردازی پل‌ها
۱۲	۴- شاخص‌های ارزشمند روشنایی و نورپردازی پل
۱۴	۵- مراحل اصلی طراحی نورپردازی یک پل خاص
۱۵	۶- همانندسازی مراحل طراحی روشنایی و نورپردازی پل شهید جهان‌آرا خرمشهر با بند ۵



مقدمه

نورپردازی محیط بیرونی با نورپردازی فضای داخلی متفاوت است و ضوابط و پیچیدگی‌های خاص خود را دارا می‌باشد. روشنایی الکتریکی نمی‌تواند همانند خورشید که تمام آسمان را روشن می‌کند محیط بیرونی ما را روشن نمایند. هیچ منبع نوری مانند خورشید قدرتمند نیست و این منابع نور برای روشن کردن اشیاء یا نواحی کوچک مناسب هستند. همچنین کارایی چشم انسان در شب با نحوه عملکرد آن در روز متفاوت است. مردم در شب احساسات متفاوتی دارند و نورپردازی و روشنایی محیط اطراف می‌تواند روی احساسات آنها تأثیرگذار باشد. احساس انسان فقط با دیدن صحنه‌های درام، وقایع ورزشی و طبیعت محیط بیرون تحریک نمی‌شود بلکه احساس امنیت و آرامش در شب نیز بر روی احساسات اثرگذار است. این امنیت و آرامش در فضای بیرونی می‌تواند با ایجاد روشنایی و نورپردازی مناسب بدست آید.

نورپردازی فضاها و احجام بیرونی در شب از فواصل زیاد دیده می‌شود و این بر اهمیت دقت در نحوه نورپردازی می‌افزاید.

در نورپردازی محیط بیرونی لازم است میزان روشنایی کنترل شود، بطور مثال برخی از مردم برای خواب، خلوت شخصی، تمرکز ذهنی، کسب آرامش و ... نیاز به تاریکی دارند. نیاز مردم به تاریکی و در کنار آن نیاز به روشنایی نشانگر آن است که نورپردازی فضاهای بیرونی نیاز به کنترل و طراحی دقیق و مناسب دارد.

1- تعاریف روشنایی

جهت طراحی نورپردازی و روشنایی یک پل لازم است برخی عوامل مورد توجه قرار گیرند. این عوامل شامل خیرگی، شاخص وضوح رنگ، دمای رنگ، شدت روشنایی، درخشندگی و ... است.

1-1- خیرگی

خیرگی عامل تمایز میان اشیاء و زمینه آن (سطح زمین) است و در واقع تراکم نور سطح شیء و زمین را به یکدیگر نزدیک می‌کند. در شرایطی که خیرگی به آن حد برسد که شیء قابل تشخیص نبوده و دیده نشود، خیرگی مطلق ایجاد می‌شود. در این صورت درصدی که مقدار درخشندگی زمینه شیء (سطح زمین) باید افزایش یابد تا شیء بتواند دیده شود، «آستانه افزایش» نام دارد. آستانه افزایش بستگی به توزیع نور چراغ، درخشندگی سطح زمین، آرایش نصب و محل ناظر دارد. بنابراین خیرگی با تنظیم آستانه افزایش قابل کنترل است. خیرگی به عنوان یک عامل آزار دهنده در روشنایی می‌باشد که باعث محدود شدن حوزه دید و ایجاد خستگی برای افراد شده و باید تا آنجا که ممکن است محدود شود. بدیهی است که حذف کامل خیرگی امکان‌پذیر نمی‌باشد. شکل 1-1 یک نمونه از خیرگی را نشان می‌دهد.



شکل 1-1- خیرگی

عواملی که می‌توانند باعث ایجاد خیرگی شوند عبارتند از:

1- استفاده از چراغ نامناسب

2- قرارگیری چراغ یا پنجره در موقعیت نامناسب

3- انعکاس بالای سطوح مختلف

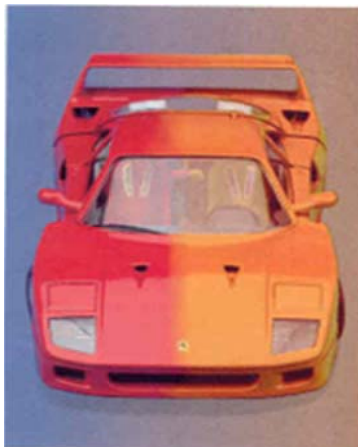
خیرگی نامطلوب نورپردازی بزرگراه‌ها، می‌تواند باعث کاهش قدرت دید رانندگان شده و در نتیجه خطرات جانبی به دنبال داشته باشد.

1-2- نمود رنگ- شاخص وضوح رنگ CRI

این شاخص تعیین کننده این است که رنگ واقعی یک جسم تا چه اندازه به رنگ ظاهری آن در زیر نور یک منبع مرجع مرتبط، نزدیک است. شاخص وضوح رنگ که آن را به اختصار CRI (Color Rendering Index) یا R_a نمایش می‌دهند عددی بین صفر تا 100 است. هرچه این عدد بالاتر باشد نمود رنگ واقعی تر است.

عامل اصلی نمود رنگ مطلوب توسط نور یک لامپ، کامل بودن طیف نور آن است. همچنین ویژگی‌های متفاوت وضوح رنگ لامپ‌ها با وجود نور رنگ یکسان منجر به تفاوت‌هایی در درک رنگ اشیاء می‌شود. بعنوان مثال هنگامی که طیف نور یک لامپ فقط دارای میزان کمی نور قرمز باشد رنگ اشیائی که قرمزند،

بطور ناقص به چشم می‌آید. (قسمت راست شکل 1-2)



شکل 1-2- میزان کم نور قرمز در سمت راست ماشین

بنابراین برای جاهایی که نمایش واقعی رنگ اهمیت زیادی دارد استفاده از لامپ‌هایی با شاخص نمود رنگ بالا توصیه می‌شود.

1-3- رنگ نور - دمای رنگ نور (Color Temperature)

رنگ نور یک لامپ با شاخصی به نام دمای رنگ T_c بر حسب کلوین توصیف می‌شود. دمای رنگ برای مشخص کردن رنگ منبع نور از طریق مقایسه آن با رنگ یک جسم سیاه تشعشع کننده استاندارد به کار می‌رود.

هر چه عدد دمای رنگ بالاتر باشد، رنگ نور بیشتر به محدوده رنگ‌های سفید و سرد نزدیک است و هر چه این عدد کوچکتر باشد رنگ نور به محدوده رنگ‌های گرم (نظیر رنگ ناشی از لامپ التهابی) نزدیک‌تر است. دمای رنگ بیشتر از 4000 درجه کلوین به عنوان نور سرد و دمای رنگ پایین‌تر از 3000 درجه کلوین به عنوان نور گرم در نظر گرفته می‌شود.

لازم به ذکر است که رنگ نور مناسب در هر محیط، متناسب با کاربرد آن انتخاب می‌شود به عنوان مثال، برای محیط‌هایی که قرار است فرد در آن به استراحت بپردازد نظیر بیمارستان، منازل، هتل‌ها و ... رنگ نورهای گرم با دمای رنگ پایین، یعنی نورهای سفید گرم توصیه می‌شود. در مقابل در محیط‌های صنعتی نظیر کارگاه تراشکاری و پرس بهتر است از رنگ نورهای سرد نظیر روشنایی روز استفاده شود که مانع خواب آلودگی افراد می‌شود. همچنین برای محیط‌هایی نظیر مدارس، دفاتر اداری، آشپزخانه منازل، راهرو بیمارستان و ... توصیه می‌شود که نورهای میانه نظیر سفید و سفید سرد انتخاب گردد.

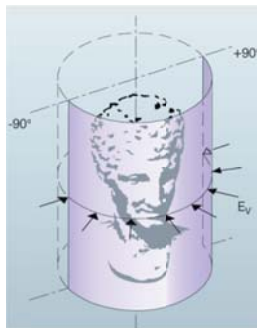
1-4- شدت روشنایی E (افقی، عمودی، نیمه‌استوانه‌ای)

شدت روشنایی مقدار شار نوری تابیده شده از یک منبع نور بر یک سطح مشخص (افقی، عمودی و یا نیمه استوانه‌ای) است که بر حسب لوکس اندازه‌گیری می‌شود. به عبارتی دیگر شدت روشنایی در یک نقطه واقع بر یک سطح برابر است با نسبت شار نوری تابیده به جزء کوچک سطح، که نقطه در آن واقع است و به صورت رابطه زیر می‌باشد:

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

در رابطه فوق شدت روشنایی E بر حسب لوکس، شار نوری Φ بر حسب لومن و مساحت A بر حسب متر مربع می‌باشد.

روشنایی مناسب، عابرین پیاده را قادر می‌سازد تا چهره‌هایی را که نزدیک می‌شوند شناسایی کرده و مقاصد آنها را پیش‌بینی و خود را برای عکس‌العمل مناسب آماده کند. حداقل شدت روشنایی نیمه‌استوانه‌ای مورد نیاز جهت شناسایی چهره‌ها یک لوکس در ارتفاع 1/5 متری از سطح زمین است. شدت روشنایی نیمه استوانه‌ای مقدار شدت روشنایی عمودی که بر یک سطح نیمه استوانه‌ای می‌تابد را بیان می‌کند. شکل 1-3- شدت روشنایی نیمه‌استوانه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل 1-3- شدت روشنایی نیمه استوانه‌ای

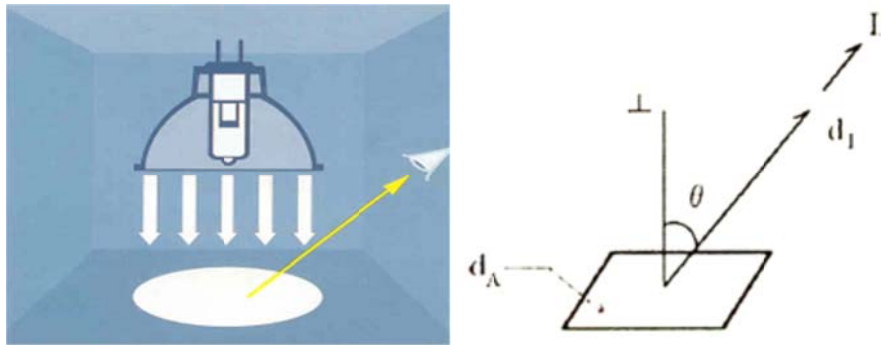
در محاسبات روشنایی شدت روشنایی از روی جداول استاندارد و متناسب با نوع فعالیتی که قرار است در محیط مورد نظر انجام شود مشخص می‌گردد. به عنوان مثال بر اساس استاندارد شدت روشنایی مورد نیاز برای سالن‌های تعمیر قطعات کوچک نظیر تعمیر ساعت و ... حدود 800 لوکس، جهت روشنایی دفتر کار 300-500 لوکس و جهت روشنایی پارکینگ 50 لوکس می‌باشد.

شدت روشنایی به مرور زمان با فرسایش لامپ‌ها و گرد و غبار گرفتگی سطوح داخلی ساختمان و چراغ‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین می‌باید توجه شود که در هیچ محیط نورپردازی شده شدت روشنایی به کمتر از 60٪ مقدار نامی نزول نکند.

5-1- درخشندگی یا تراکم نور L

درخشندگی یک صفحه کوچک نورانی در یک جهت معین، برابر است با نسبت شدت نور آن صفحه در این جهت به مساحت مؤلفه سطح مزبور در راستای عمود بر آن جهت معین (سطحی که توسط ناظر دیده می‌شود) و واحد آن کاندل بر متر مربع می‌باشد. به عبارتی دیگر این کمیت شدت نور منتشر شده یا منعکس شده از یک صفحه را در واحد سطح بیان می‌کند. شکل 4-1 درستی رابطه زیر و تعریف درخشندگی را به خوبی نشان می‌دهد.

$$E = \frac{dI}{dA \cdot \cos\theta}$$



شکل 4-1- درخشندگی

درخشندگی در واقع اثر فیزیولوژیکی روشنایی بر روی چشم است و در محاسبات روشنایی به ویژه روشنایی بیرونی و روشنایی خیابان‌ها اهمیت زیادی دارد. در روشنایی معابر، درخشندگی ملاک اصلی برای تعیین کیفیت سیستم روشنایی است. برای مثال در یک جاده آنچه به چشم یک موتور سوار می‌رسد نور منعکس شده از سطح جاده است که بستگی به جنس جاده و جهت نور ساطع شده دارد. پارامتر درخشندگی، هم برای منابع نور و هم برای سطح درخشنده که نور را منعکس می‌کنند به صورت زیر تعریف می‌شود:



❖ درخشندگی ناشی از منبع نور

مقدار درخشندگی منبع نور، بستگی به شدت نور آن منبع در هر زاویه و مساحت آن دارد. چنانچه دو منبع نوری با ابعاد مختلف داشته باشیم که شدت نور یکسانی داشته باشند، منبع نور کوچکتر درخشنده‌تر به نظر خواهد رسید.

❖ درخشندگی ناشی از سطوح براق

نور تابیده شده به سطوح مختلف، منعکس شده و به چشم ما تابیده می‌شود. هرچه این سطوح براق‌تر باشند، مقدار نور بیشتری به چشم منعکس شده و سطوح براق‌تر به نظر می‌رسند. در مورد سطوح روشن شده، میزان نوری که از آن سطوح به چشم ما می‌تابد با ضریب انعکاس آن سطح و میزان شدت روشنایی آن، متناسب است. بدیهی است هرچه ضریب انعکاس بالاتر باشد میزان درخشندگی بیشتر خواهد بود.

2- ضوابط طراحی نورپردازی

سیستم نورپردازی مناسب به معرفی اشیاء، عکس‌ها، احجام و مناظر کمک می‌کند. سیستم نورپردازی می‌تواند برای خیابان‌ها، بزرگراه‌ها، پل‌های سواره‌رو، پیاده‌روها، پارک‌ها، ساختمان‌ها، فضاهای سبز و ... طراحی شود. ارتفاع، نحوه نصب، اندازه و نوع چراغ‌ها می‌توانند بر سیستم نورپردازی اثرگذار باشند. سازگاری و هماهنگی نورپردازی طراحی شده با فضایی که مورد نورپردازی قرار می‌گیرد باعث می‌شود که بینندگان آن احساس بهتری داشته باشند. همچنین نورپردازی ایجاد شده بایستی با معماری و بافت خیابان نیز هماهنگ و مرتبط باشد. شایان ذکر است چراغ‌های نصب شده به‌منظور نورپردازی در شب نباید بگونه‌ای باشند که در روز منظره نامناسبی ایجاد کنند.

به طور مثال گاهی مشاهده می‌شود جهت نورپردازی پل‌ها از چراغ‌هایی استفاده می‌شود که طراحی و نصب غیر اصولی آنها به‌گونه‌ای است که شاهد منظره‌ای ناهمگون از نمای پل و پایه‌های آن در روز هستیم. (شکل 1-2)



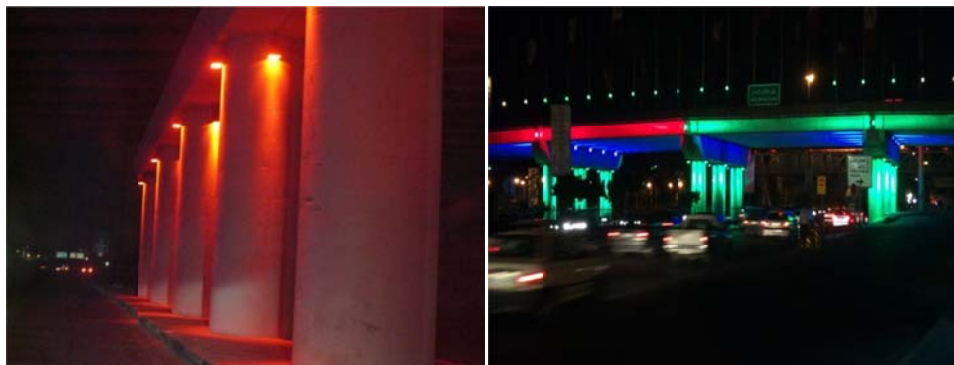
شکل 1-2- نمایی از نورپردازی موجود یک پل در شهر تهران

از سوی دیگر گاهی اوقات استفاده از چراغ‌های نامناسب و گوناگون باعث آشفته‌گی محیط (شکل 2-2) می‌شود. یکی از موضوعات مهمی که در نورپردازی پل‌ها می‌تواند نقش داشته باشد استفاده از حداقل تعداد منابع نور با بهترین کارایی و کیفیت است تا علاوه بر مصرف انرژی کمتر، در روز نیز مناظر غیر همگونی ایجاد نگردد.



شکل 2-2- نمایی از نورپردازی موجود یک پل در شهر تهران

از طرف دیگر استفاده از چراغ‌هایی با رنگ نور متفاوت و دمای رنگ‌های بالا باعث بوجود آمدن فضاهای غیر یکنواخت و غیر هماهنگ در شهر می‌شود.. (شکل 2-3)



شکل 2-3- نمایی از نورپردازی موجود دو پل در شهر تهران

مورد دیگری که در طراحی روشنایی و نورپردازی پل‌ها باید مد نظر قرار گیرد حفاظت الکتریکی سیستم روشنایی و نورپردازی و برقراری سیستم اتصال زمین مناسب می‌باشد. به‌طور مثال نصب چراغ‌های دارای حفاظ روی گاردریل محافظ پل‌ها و عبور دادن کابل تغذیه آن‌ها از درون لوله‌ها می‌تواند خطرات جانی برای عابرین ایجاد نماید. (شکل 2-4)



شکل 2-4- نمایی از نورپردازی گاردریل دو پل در شهر تهران

گاهی اوقات کابلکشی به منظور تغذیه چراغ‌ها از ضوابط طراحی مهندسی و استانداردهای مربوط فاصله زیادی دارد و لزوم نظارت مهندسين برق واجد شرایط در این بخش ملموس است. (شکل 2-5)



شکل 2-5- نمایی از کابلکشی نامناسب برای تغذیه روشنایی و نورپردازی



3- ضوابط انتخاب چراغ به منظور روشنایی و نورپردازی پل‌ها

به منظور روشنایی و نورپردازی پل‌ها مواردی در طراحی و تهیه چراغ باید مد نظر قرار بگیرند. برخی از این موارد عبارتند از:

1- اولین گام در انتخاب چراغ باید منحنی پخش نور چراغ باشد. همچنین انطباق منحنی پخش نور چراغی که در طراحی استفاده می‌شود و چراغی که خریداری می‌شود باید مورد دقت و توجه خاص قرار گیرد.

2- استفاده از چراغ‌های مرغوب با درجه حفاظت بالا به منظور افزایش طول عمر سیستم روشنایی و نورپردازی

3- استفاده از چراغ‌هایی با تجهیزات جانبی مطمئن برای نصب. به‌طور مثال پس از تنظیم زاویه نصب چراغ و جهت تابش آن نباید با گذشت زمان این تنظیمات تغییر یابد.

4- امکان نصب محافظ چراغ به منظور جلوگیری از سرقت

5- استفاده از چراغ با بازده نوری مناسب

6- مشخصات ظاهری مناسب، در صورت مشخص بودن چراغ در روز (خاطر نشان می‌شود بهتر است در صورت امکان محل نصب چراغ‌ها مخفی و یا توسط پوشش‌های فلزی چراغ‌ها پنهان شوند. این موضوع به ایجاد زیبایی در روز کمک خواهد نمود.)

7- استفاده از چراغ مناسب با توجه به کارایی چراغ. به‌طور مثال تا به امروز روشنایی یکنواخت سطوح بزرگ توسط چراغ‌های LED اقتصادی و فنی به‌نظر نمی‌رسد.

8- رنگ نور چراغ باید مورد توجه خاص قرار گیرد و باید با توجه به کاربری پل و شرایط موجود پل و سایر پل‌ها انتخاب شود. تا هماهنگی مناسب و یکنواختی در نورپردازی و روشنایی شهری صورت پذیرد.

4- شاخص‌های ارزشمند روشنی و نورپردازی پل

یکی از عوامل مؤثر در نحوه نورپردازی بدست آوردن شناخت مناسب از جنس سطوح، موقعیت و شکل احجام مورد نورپردازی است. با شناخت سطوح می‌توان درک مناسبی از انعکاس نور آن‌ها بدست آورد و به دنبال آن از چراغ‌هایی با رنگ نور و منحنی پخش نور مناسب استفاده نمود. بررسی معماری پل‌ها و فضای اطراف آن‌ها این امکان را برای طراح فراهم می‌سازد که با دید خوب طراحی قابل قبولی ارائه نماید.

4-1- پل‌های سواره‌رو

سطوح برخی پل‌ها بدون تغییر با پوشش بتونی و سیمان (شکل 4-2) است. سطوح برخی پل‌ها رنگ‌آمیزی شده و برخی با صفحه‌های کامپوزیت (شکل 4-1) پوشیده می‌شوند.



شکل 4-2- ستون بتونی یکی دیگر از پل‌های شهر تهران



شکل 4-1- دیوارپوش کامپوزیت یکی از پل‌های شهر تهران

مقاطع عرضی پایه پل‌ها به شکل‌های گوناگون می‌باشند. به‌طور مثال برخی مربعی-دووزنقه‌ای (شکل 4-3)، استوانه‌ای (شکل 4-4)، مربعی شیاردار (شکل 4-5) و مربعی بدون شیار (شکل 4-6) می‌باشد.



شکل 4-4- ستون استوانه‌ای



شکل 4-3- ستون مربعی-دووزنقه‌ای



شکل 4-6- ستون مربعی بدون شیار



شکل 4-5- ستون مربعی شیاردار

دیواره و سقف پل‌ها معمولاً بتونی می‌باشد. (شکل 4-7 و 4-8)



شکل 4-8- دیواره و سقف بتونی یکی از پل‌ها



شکل 4-7- دیواره سقف بتونی یکی از پل‌ها

برخی پل‌ها اطرافشان دیواره دارند، جنس این دیواره‌ها نیز گاهی بتونی و گاهی پوشیده با ورق کامپوزیت می‌باشد. پل شکل 4-10 دارای دیواره کامپوزیت است و پل شکل 4-9 دارای سطح بتونی است.



شکل 4-10- دیواره کامپوزیت پل شهید بروجردی



شکل 4-9- دیواره بتونی و دارای طرح اطراف یکی از پل‌ها

5- مراحل اصلی طراحی نورپردازی یک پل خاص

- 1- تعیین اهداف نورپردازی: برخی از اهداف نورپردازی شامل زیبایی و زیباشناسی، شناخت هویت مردم و منطقه، ایجاد آرامش و امنیت، عدم ایجاد آلودگی نوری، ذخیره انرژی و بعد اقتصادی است.
- 2- برداشت اطلاعات تصویری و نقشه‌برداری از پل مورد نظر
- 3- بررسی روشنایی و نورپردازی موجود پل با دستگاه‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری روشنایی
- 4- ترسیم پلان دو بعدی پل توسط نرم‌افزار مربوطه
- 5- ترسیم سه بعدی پل در نرم‌افزارهای مختص روشنایی
- 6- تعیین نوع نورپردازی: انواع کلی نورپردازی عبارتند از سنتی، مدرن، محسوس و فعال (Active) و غیر محسوس (Subdued) و از جهت دیگر انتخاب نوع نورپردازی از لحاظ استاتیک یا دینامیک بودن نورپردازی.
- 7- تعیین نوع چراغ جهت نورپردازی
- 8- در نظر گرفتن میزان شدت روشنایی و درخشندگی
- 9- تعیین چگونگی اثر نور چراغ‌ها روی محیط بیرونی: گاهی حجمی توسط چراغ مستقیم روشن می‌شود و گاهی با استفاده از جهات متفاوت تابش نور و ایجاد سایه بطور غیر مستقیم روشن شود.
- 10- ارائه طراحی با توجه به استانداردها و ضوابط مرتبط

6- همانند سازی مراحل طراحی روشنایی و نورپردازی پل شهید جهان‌آرا خرمشهر با بند 5

1- پل شهید جهان‌آرا خرمشهر (شکل 1-6) روی رودخانه کارون قرار گرفته است و این پل پس از جنگ تحمیلی در نزدیکی پل قدیم خرمشهر ساخته شده است. نکته قابل توجه برای نورپردازی این پل نوع سازه فلزی خاص آن می‌باشد. همچنین با توجه به ارزش و اهمیت شهر خرمشهر در 8 سال جنگ تحمیلی، کارفرمای محترم خواهان ارائه طرح روشنایی و نورپردازی خاص و منحصر به فرد می‌باشد. بنابراین شاخص بودن طرح روشنایی و نورپردازی این پل نسبت به سایر پل‌ها باید مد نظر طراح قرار گیرد. از سوی دیگر این پل می‌تواند به عنوان نمادی برای شهر خرمشهر تلقی گردد. طراحی مناسب روشنایی و منحصر به فرد این پل می‌تواند نقش مؤثری در ایجاد امنیت و آرامش ساکنین شهر و مسافری ایجاد نماید. با توجه به نکات مذکور طراحی باید بر اساس جدیدترین روش‌های نورپردازی صورت پذیرد.



شکل 1-6- نمایی از پل شهید جهان‌آرا

2- در این بخش از طراحی برداشت اطلاعات شامل اندازه‌گیری متریک، برداشت تصویر، موقعیت پست‌های تغذیه برق وسایر موارد مورد نیاز انجام پذیرفت. پل شهید جهان‌آرا خرمشهر در طول و عرض جغرافیایی $30^{\circ}25'56''\text{ E}$ و $48^{\circ}11'56''\text{ N}$ (شکل 2-6) و بر روی رودخانه کارون قرار گرفته است



شکل 2-6- نمایی بالا از پل شهید جهان‌آرا

3- پس از مراجعه به پل تجهیزات روشنایی و نورپردازی قبلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. این تجهیزات به دلیل عدم انتخاب مناسب با توجه به شرایط آب و هوایی شهر خرمشهر به کلی تخریب شده‌اند. (شکل 3-6)



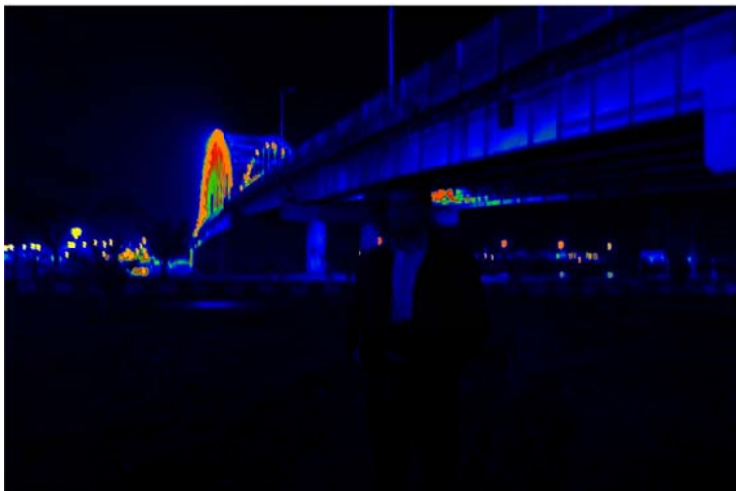
شکل 3-6- نمایی از تجهیزات روشنایی و نورپردازی موجود پل شهید جهان‌آرا

از سوی دیگر تصاویری توسط دوربین پردازشگر تصویر از این پل برداشت شد (شکل‌های 4-6 و 5-6) که نتیجه اندازه‌گیری روشنایی طبق استاندارد مربوطه در محدوده مجاز قرار نگرفت.



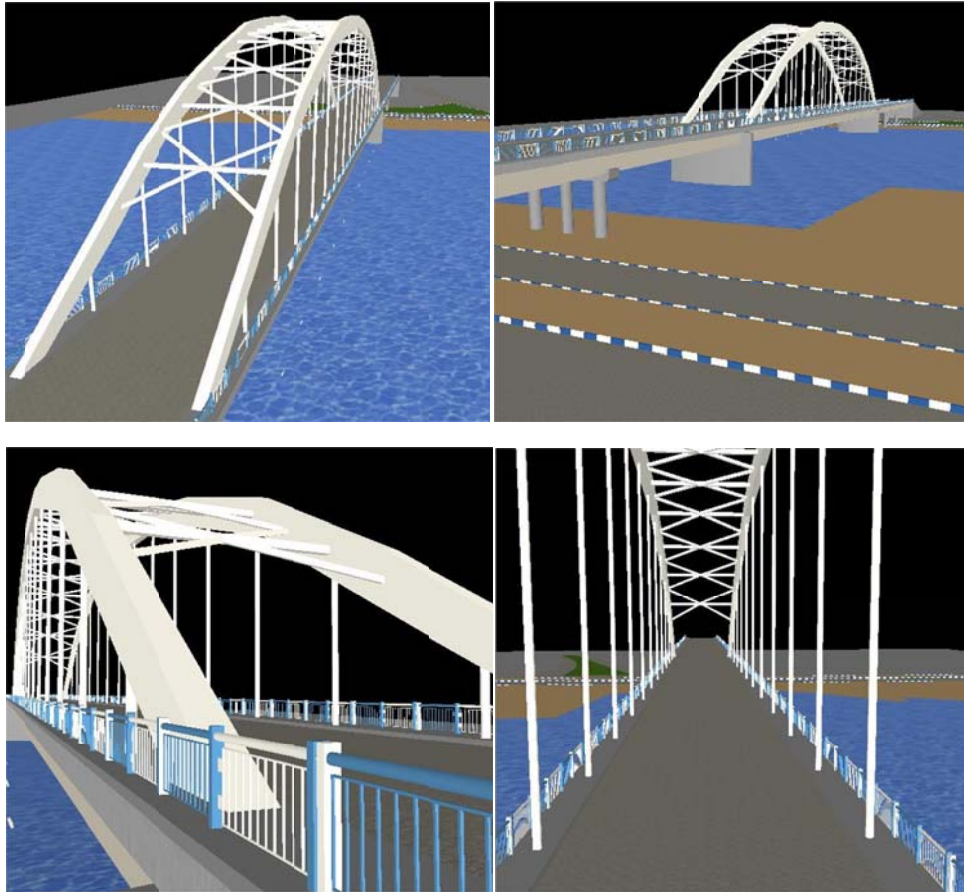


تصویر
در نرم
روشنایی
پل در
قرارندار
لذا ط
الزامی ب



4- پس از اندازه‌گیری‌های متریک انجام شده با توجه به در دسترس نبودن نقشه پل شهید جهان‌آرا پلان این پل در نرم افزار مربوط ترسیم می‌گردد.

5- در این بخش پل مذکور توسط نرم افزارهای روشنایی شبیه‌سازی سه بعدی می‌شود. در ادامه تصاویری از شبیه‌سازی سه بعدی پل (شکل 6-6) قرار داده شده است.

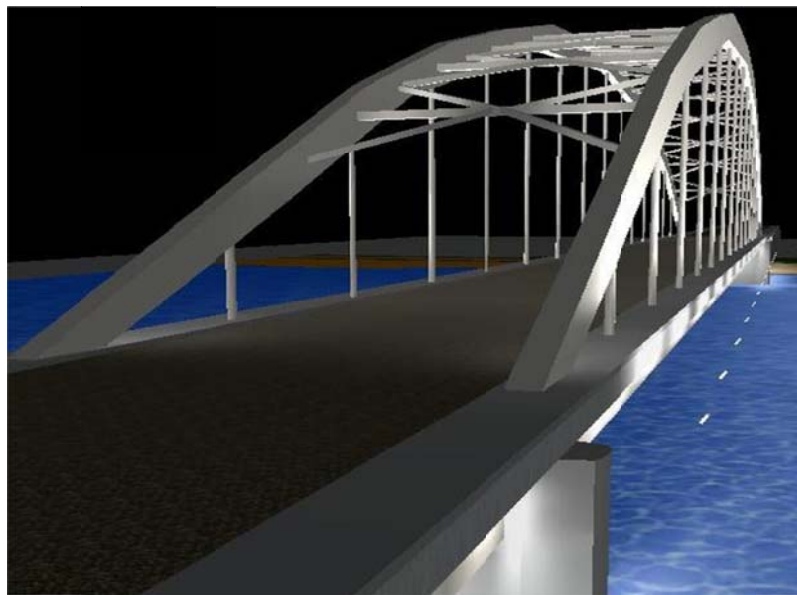


شکل 6-6- تصویر شبیه‌سازی شده پل شهید جهان‌آرا

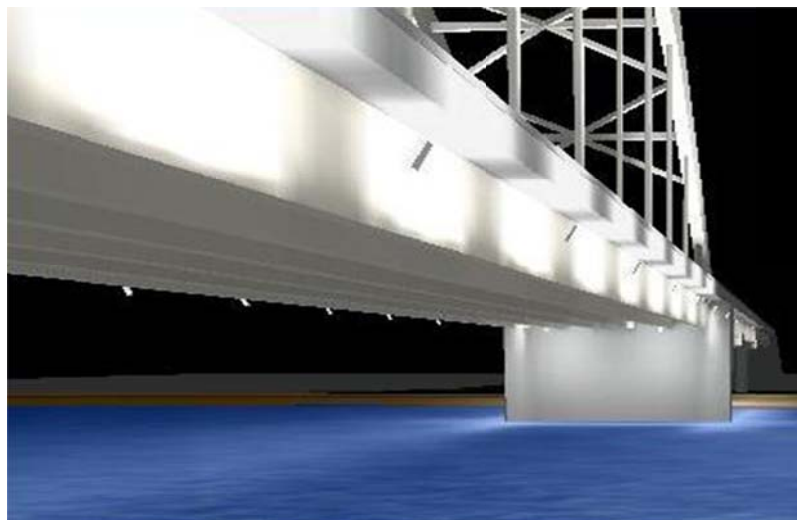
6- به جهت اهمیت روشنایی و نورپردازی این پل دو طرح روشنایی و نورپردازی استاتیک و دینامیک برای پل ارائه می‌گردد.

الف- طرح استاتیک: این طرح بر مبنای منابع نوری ثابت با زوایای نصب مناسب ارائه گردیده است. اجرای این طرح نسبت به کل توان مصرفی کنونی (144 کیلووات ساعت) با توان مصرفی کل 14 کیلووات ساعت،

90 درصد صرفه‌جویی در مصرف انرژی ایجاد می‌نماید و پس از گذشت 3 سال بازگشت سرمایه خواهد داشت. در ادامه تصاویری از طرح مذکور (شکل 6-7) قرار داده شده است.



شکل 6-7- تصویر سطح پل جهان‌آرا که توسط نرم افزار روشن شده است



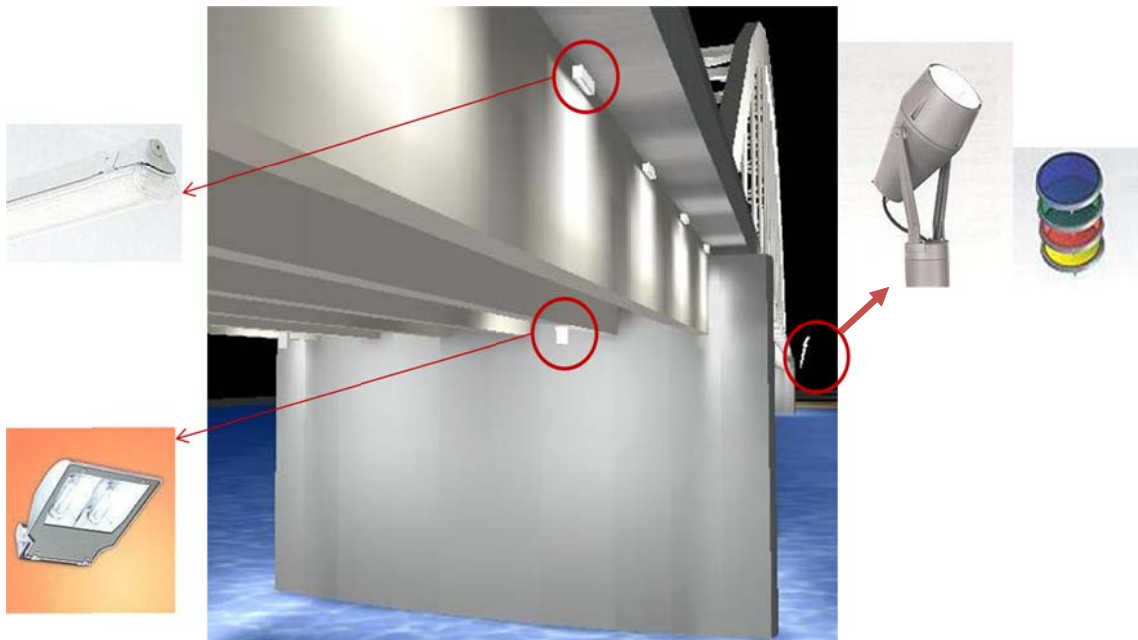
شکل 7-6- تصویر سطح پل جهان‌آرا که توسط نرم افزار روشن شده است

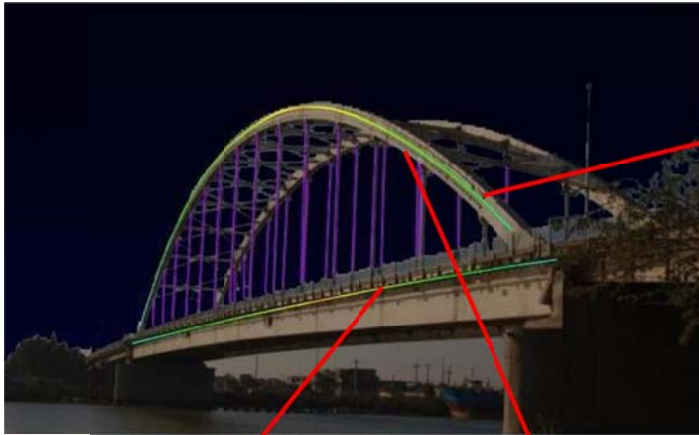
ب- طرح دینامیک: این طرح بر مبنای منابع نوری با تغییر رنگ نور ارائه گردیده است. اجرای این طرح نسبت به کل توان مصرفی کنونی (144 کیلووات ساعت) با توان مصرفی کل 14 کیلووات ساعت، 90 درصد صرفه جویی در مصرف انرژی ایجاد می نماید و پس از گذشت 5 سال بازگشت سرمایه خواهد داشت. در ادامه تصاویری از طرح مذکور (شکل 8-6) قرار داده شده است.



شکل 8-6- تصویر سطح پل جهان آرا که توسط نرم افزار روشن شده است

7- در هر دو طرح ارائه شده از چراغ‌های مرغوب با درجه حفاظت بالا استفاده شده است. با توجه به شرایط آب و هوایی مرطوب شهر خرمشهر و نزدیکی چراغ‌ها به رودخانه کارون، چراغ‌ها باید با درجه حفاظت بالا باشند تا دچار مشکلات کنونی چراغ‌های موجود نگردند. در عین حال استفاده از چراغ با نور رنگی با توجه به جنس فلزی سطوحی که چراغ‌ها روی آن‌ها نصب شده‌اند، نگران کننده نمی‌باشد. همچنین با توجه به تابش شدید نور خورشید در تابستان چراغ‌هایی که در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند از نوع مقاوم در برابر نور خورشید انتخاب شده‌اند. در ادامه تصویر چراغ‌های بکار رفته در طرح استاتیک (شکل 9-6) و طرح دینامیک (شکل 10-6) در گزارش آورده شده است.





چراغ LED-RGB



8- در هر دو طرح ارائه شده هیچ‌گونه خیرگی برای رانندگان و عابرین پیش نخواهد آمد. همچنین موقعیت چراغ‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شده است که هرگز مناظر نامناسبی را در روز ایجاد نمی‌نمایند. در مورد حدود درخشندگی و شدت روشنایی مجاز نیز طراحی روشنایی سطح پل بر اساس استاندارد صورت پذیرفته که در ادامه مختصری به آن اشاره می‌نماییم.

محاسبات روشنایی		مقادیر طراحی
الف) داده‌های اولیه محاسبات		
عرض راه (متر)	6/5	
تعداد باند حرکتی در هر مسیر	2	
عرض رفوژ وسط (متر)	-	
نوع رویه سطح راه	$C_2(0.07)$	
ضریب نگهداری	0/76	
آرایش نصب	نصب روبرو	
فاصله بین دو پایه مجاور (متر)	30	
تعداد چراغ روی هر پایه	1	
ارتفاع نصب (متر)	7	
پیش آمدگی (متر)	1	
زاویه چراغ (درجه)	10	
توان لامپ (وات)	70	
شار نوری لامپ (لومن)	5900	
ب) نتایج محاسبات		
نتایج	حدود مجاز	
درخشندگی متوسط (L_{ave}) بر حسب (cd/m^2)	1/01	0/8 - 1/15
ضریب یکنواختی کلی درخشندگی (U_0)	0/47	>0/33
ضریب یکنواختی طولی درخشندگی (U_l)	0/24	>0/20
آستانه افزایش (TI%)	4/8	<15

9- تمامی چراغ‌ها بطور مستقیم سطوح را روشن نموده‌اند و در هر دو طراحی از نور غیر مستقیم استفاده نشده است.

10- گزارش نهایی طرح به‌همراه جزئیات اجرایی الکتریکال و محل نصب چراغ‌ها و نحوه کنترل سیستم هوشمند و نتایج محاسبات نرم افزارها برای اجرای نهایی برای کارفرمای محترم ارسال شده است.