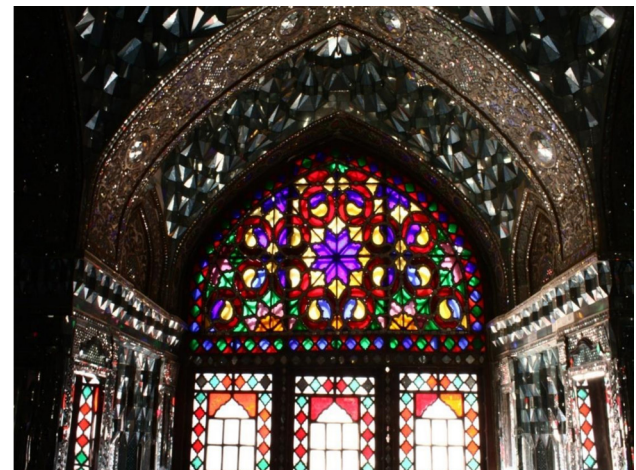


روند کاربرد نور در معماری و شهرسازی، آگاهانه تا هوشمندانه

حمید مصلحی

انجمن مهندسی روشنایی و نورپردازی ایران

moslehi_ham@yahoo.com



چکیده

آدمی با بر آمدن آفتاب از خاور و در درازای روز تا فرو رفتن خورشید در باختر با نور آشنا شد و دانست که در انجام دادن کارهای روزمره بسیار به نور روز وابسته است. همچنین دریافت که تابش این نور تا چه اندازه به او آرامش و آسودگی می‌دهد. از سوی دیگر چون همیشه نمی‌توانست در فضای باز به سر برد، نیازمند آشیانه‌ای سر پوشیده بود و تلاش کرد نور و روشنایی طبیعی یا مصنوعی را نیز به درون پناهگاه خود ببرد. او آگاه شده بود که نیازمند این نور و روشنایی درون آشیانه است. پس بهره بردن از نور درون سرپناه کاربردی بود آگاهانه.

سپس دریافت که بردن نور به درون یک خواسته است و پایان راه نیست، چرا که ریزه‌کاری‌های فراوانی در این راه بود، مانند:

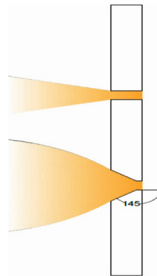
- چگونه نور را به درون بیاورد؟
 - نیازمند چه اندازه نور است؟
 - نور را چگونه و به کجا بتاباند؟
 - چگونه نور را هدایت کند؟
 - چگونه با هزینه و دشواری کمتر نور بیشتر و بهتری را به دست آورد؟
- برای یافتن پاسخ باید پنداری خردمندانه می‌داشت و از هوش خود بهره می‌جست. پاسخ به این پرسش‌ها و یافتن راه اجرای آن کاربردی بود هوشمندانه.

کلیدواژه‌ها: نور، روزمرگی، آشیانه، نیازهای انسانی، پندار خردمندانه

اندازه نور و روشنایی درون اتاق که برآمده از تابش این نور است شگفت‌انگیز است.

بررسی و اندازه‌گیری نشان می‌دهد بخشی از فیزیک و مکانیک سیالات دانسته یا ندانسته، زیرساختار این کار معماری و نورپردازی بوده است.

هنگامی که سیالی از درون سوراخی با برش استوانه‌ای گذر می‌کند، پس از بیرون آمدن با زاویه نسبت به راستای سوراخ باز می‌شود و چنانچه این سوراخ، برشی قیف‌مانند داشته باشد، زاویه باز شدن بسیار بزرگ‌تر است.



گذر سیال از درون سوراخ‌هایی
با برش استوانه و قیفی

آنچه در این تصویر نشان داده می‌شود، همان چیزی است که در اتاق نارین قلعه دیده می‌شود. این گونه بهره‌گیری از نور بسیار هوشمندانه است.

• فضای درونی و میانی ساختمان زیبای باغ دولت‌آباد این فضا هیچ پنجره‌ای بر دیواری که در پشت آن فضای باز باشد ندارد و نور از درون راهروها و گذر از فیلترهایی که نهایت خرد و هوش در آن به کار رفته به درون می‌آید؛ از نورگیر زیبای سقف نیز نور به درون می‌تابد.

ساختمان باغ دولت‌آباد

نورگیر سقف ساختمان باغ دولت‌آباد و فضای درونی و

اکنون ببینیم که آیا در ایران این کاربرد آگاهانه در گذر زمان همراه با هوشمندی و خردمندی هم بوده است؟ از جایی دور آغاز می‌کنیم؛ اگرچه شوربختانه چیزهای زیادی نمانده است:

نارین قلعه میبد با گذشته‌ای بیش از یک هزار سال پیش از زادروز عیسی مسیح

با سازنده این ساختمان نمی‌توان گفت‌وگو کرد و پرسید چگونه می‌اندیشیده است، ولی چنانچه به این نورگیرها با کنجکاو نگاه شود، با بررسی و اندازه‌گیری می‌توان به ریزه‌کاری‌ها دسترسی پیدا کرد.

در تاریک‌ترین اتاق با نورگیر بر دیوار شمالی کار را آغاز می‌کنیم.

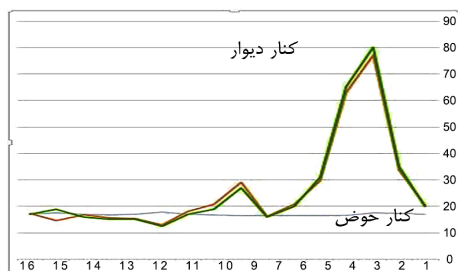
اندازه اتاق $2/4 \times 5/4$ است و در یک سو در بالای دیوار، نورگیری کوچک به اندازه 28×65 سانتی‌متر وجود دارد. این اندازه در نمای بیرونی است، ولی در درون، نورگیر مانند قیف از دو سو باز شده و 28 به 80 سانتی‌متر می‌رسد.

ورود و زاویه تابش نور از نورگیر

نور بر روی دیوار روبه‌روی نورگیر

میانی آن

یکنواختی در روشنایی کف بسیار چشمگیر است. اندازه‌گیری شدت روشنایی در سه ردیف در جدول زیر آمده است.



دریافت نور به گونه‌ای یکنواخت، نورآرایی روان با نور طبیعی. هیچ چیز نیست مگر هوشمندی در کار.

- نورگیرهای گنبدی

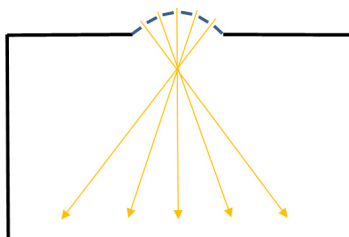
نورگیر ارگ خرائق

نورگیر گرمابه دوره ایلخانی در دیلمان گیلان

این گونه نورگیرها در معماری ایرانی بسیار دیده می‌شود، ولی چنانچه بیشتر درباره آن بیندیشیم همانندی این نورگیرها را با چراغ اتاق عمل که در نیمه اول سده بیستم تکمیل شده است دیده می‌شود.

چراغ بدون سایه (scialytic)

اندازه‌گیری نشان می‌دهد این نورگیر تا اندازه‌ای همانند این چراغ کار می‌کند.



چگونگی پخش نور از نورگیر

زاویه	کناره حوض	میانه کف	کنار دیوار
۰	۱۶.۹	۲۰.۴	۲۰
۲۲.۵	۱۷.۳	۳۳.۶	۳۵
۴۵	۱۷.۶	۷۷	۸۰
۶۷.۵	۱۶.۴	۶۲	۶۵
۹۰	۱۶.۵	۲۹.۷	۳۱
۱۱۲.۵	۱۶.۵	۲۰.۹	۲۰
۱۳۵	۱۶.۵	۱۶.۲	۱۶
۱۵۷.۵	۱۶.۶	۲۹	۲۷
۱۸۰	۱۶.۷	۲۰.۸	۱۹
۲۰۲.۵	۱۷	۱۸	۱۷
۲۲۵	۱۷.۸	۱۳	۱۲.۵
۲۴۷.۵	۱۷	۱۵.۵	۱۵
۲۷۰	۱۶.۷	۱۵.۸	۱۵
۲۹۲.۵	۱۷	۱۶.۸	۱۶
۳۱۵	۱۷.۵	۱۴.۵	۱۹
۳۳۷.۵	۱۷	۱۷.۳	۱۷
۳۶۰	۱۶.۹	۲۰.۴	۲۰

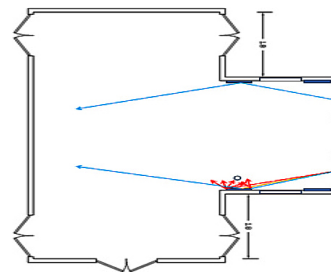
شدت روشنایی اندازه‌گیری شده در فضای درونی (لوکس)

عددها نشان می‌دهد که در کنار حوض و تا اندازه‌ای در میانه فضا، یکنواختی بسیار خوب است، ولی در گوشه‌های این یکنواختی دیگر نیست. این پدیده در نمودار و در گوشه شمالی فضا به خوبی دیده می‌شود؛ اما چرا؟ شدت روشنایی در ساعت ۱۲ تا ۱۳ روزی در هفته نخست تیرماه اندازه‌گیری شد. شدت روشنایی افزایش یافته در کنار دیوار شمالی برآمده از تابش نور از نورگیر سقف است که نگار زیبایی نیز پدید آورده است.

- آینه کاری

آینه کاری هنری بی‌مانند ویژه این سرزمین است که گذشته‌ای نزدیک به پانصد سال دارد. برای بررسی میدانی و اندازه‌گیری، اتاقی در ساختمان باشکوه شمس‌العماره برگزیده شد. نمایی از درون اتاق، دیوار و سقف پنجره بزرگ اتاق رو به باختر و دریافت نور سفید در بخش بازشو، در تراز دید انسان و نور رنگی در بخش بالایی پنجره و گونه‌ای از نور آرایبی.

با نگاه به آینه‌های ساده‌ای که بر روی دیوارها به‌ویژه در کنار پنجره در تراز چشم کار گذاشته شده‌اند و دور تا دور آنها به گونه‌ای آینه کاری شده که گویی آینه در قابی از آینه است در می‌یابیم چنانچه کسی در برابر آینه بایستد، نور تابیده شده از پنجره به این قاب آینه کاری شده و شکست و بازتابش در آن می‌تواند آن سوی چهره را که در برابر تابش نور پنجره نیست، تا اندازه‌ای روشن کند.



خط‌های آبی رنگ تابش و بازتابش نور در آینه ساده و خط‌های سرخ رنگ تابش و بازتابش نور در آینه کاری است.

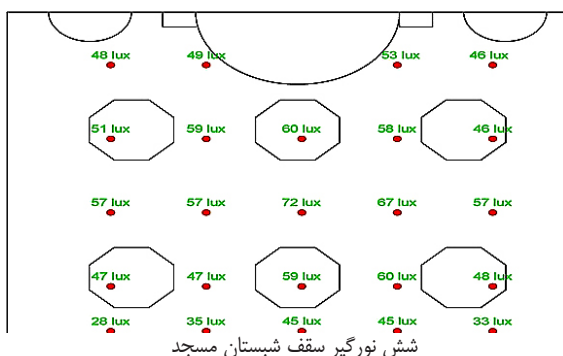
در این اتاق، شدت روشنایی در نور طبیعی و سپس در تاریکی با نور مصنوعی اندازه‌گیری شد و سپس اتاق با یک نرم‌افزار محاسبه روشنایی همانندسازی شد و آینه کاری برداشته شده و برای دیوارها و سقف، اندود گچ فرض شد. بررسی نتایج اندازه‌گیری‌ها و محاسبه نرم‌افزاری نشان داد شدت روشنایی با نور مصنوعی در اتاق آینه کاری شده نزدیک به ۲۶ درصد بیشتر از همین اتاق با اندود گچ سپید است که بسیار شگفت‌انگیز است.

عکسی از دیوار کنار پنجره و بازتابش نور در آینه و همین عکس با دوربین ویژه سنجش درخشندگی لکه‌های آبی، سبز، سرخ، نارنجی و زرد در کنار یکدیگر که نشان‌دهنده گستره درخشندگی از ۳۰ تا ۲۰۰ کاندلا است، چیزی نیست جز همان بازتاب الماس‌گونه نور در آینه کاری. دستیابی این هنرمندان به چنین پدیده‌ای و آگاهی از اینکه از میان شکل‌های هندسی کدام شکل است که با زاویه دادن به آن در هنگام چسباندن بر روی دیوار می‌توانند از سطح به حجم برسند و یکی از پیشرفته‌ترین بازتابنده‌های نور پخش (دیفیوز) را ساخته‌اند، نشانه هوشمندی است.

- قلعه چالش‌تر در چهارمحال و بختیاری

نمای ساختمان

آنچه از دور در ایوان میان درها، مانند پنجره‌ای کوچک



اندازه‌گیری شدت روشنایی در کف شبستان

اندازه‌گیری و ماندسازگی با نرم‌افزار نشان داد این کار ۳۳ درصد کاهش مصرف انرژی الکتریکی را در پی داشته است.

- ساختمان دو برادر دو دفتر کار، اثری از خانم نشید نبیان و آقای رامبد ایلخانی

این ساختمان در بخش شمالی تهران در زمینی چهارگوش که درازای آن در راستای جنوب باختری - شمال خاوری است ساخته شده و از سه سو نور روز را دریافت می‌کند. بیشترین تابش نور خورشید بر نمای جنوب خاوری است. فضای باز (حیاط) بسیار باریک ساختمان که به درازای زمین و پهنای چندین ده سانتی‌متر است در برابر همین نماست. عکس ماهواره‌ای ساختمان (در میان دایره) و جهت تابش و دریافت نور. درازای نشانگرهای زرد، کم و بیش اندازه نور دریافتی را نشان می‌دهد

اندازه‌گیری و بررسی میدانی در بعدازظهر یک روز ابری زمستانی در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت.

به چشم می‌آید هنگامی که از نزدیک ببینیم در می‌یابیم که پنجره نیست، بلکه جاچراغی است.

این تاقچه با پوشش دوسویه شیشه‌ای، با یک چراغ هم اتاق و هم ایوان را روشن می‌کند و برای بازتابش بهتر، دیوار درونی آن به رنگ سپید اندود شده است، این شیشه‌های چراغ و منبع نور را حفاظت می‌کند و همزمان یک پنجره دوجداره را با پایین‌ترین تبادل دما به وجود آورده است.

در اتاق برای دسترسی به درون جاچراغی، بازشوی کشویی پیش‌بینی شده که در پایین دارای سوراخی است که کار دستگیره را انجام می‌دهد. چرا بازشو از درون اتاق است و دستگیره یک سوراخ جا انگشتی؟ شاید برای آنکه در هوای سرد چهارمحال و بختیاری دسترسی به چراغ از فضای سرپوشیده آسان باشد و هوارسانی برای سوختن نفت چراغ از راه این سوراخ انجام گیرد.

آیا این همه اندیشه نشان از هوشمندی نیست؟

- به‌کارگیری سنگ‌های نورگذر در ساختمان

بهره‌گیری از ویژگی‌های ساختاری سنگ مرمر در نورگیر سرداب زیر کف حیاط مسجد جامع نایین

کاربرد سنگ مرمر در آرامگاه باباطاهر، همدان اثر زنده‌یاد محسن فروغی

کاربرد سنگ مرمر در آرامگاه نادر، مشهد اثر زنده‌یاد هوشنگ سیحون

- مسجد حجت ابن الحسن اثر زنده‌یاد حسین لرزاده

فضای باز باریک جنوب خاوری ساختمان

نور شمال باختری که کم‌وبیش یکنواخت است از درون پنجره‌ای که در همین نماست و به فضای باز کوچکی دید دارد به درون ساختمان می‌تابد و کمبود نور در این سوی ساختمان را تا اندازه‌ای از بین می‌برد.

پنجرهٔ رو به شمال باختری

نور شمال خاوری که در ساعت‌های نخستین بامداد بسته به فصل، تابش پرتوهای خورشید را به همراه دارد بر نمای کنار خیابان (نمای اصلی) می‌تابد. این نما که شاید بتوان گفت همزمان برشی از ساختمان نیز است، دارای شمار زیادی پنجره است با پس و پیش‌نشستگی چارچوب‌ها، که در دید از درون شکست‌های فراوانی در نور را پدید آورده است.

نمای شمال خاوری کنار خیابان با پنجره‌ها و چارچوب‌های پس و پیش‌نشسته که سراسر نما را پوشش داده است.

پنجرهٔ نمای شمال خاوری

نور دریافتی از این پنجره یکنواختی خوبی دارد. این عکس که با دوربین LMK برداشته شده در نرم‌افزار ویژهٔ بررسی و درخشندگی سطح‌ها اندازه‌گیری شده است.

رنگی که بیشتر به چشم می‌خورد رنگ آبی در گسترهٔ ۳۰۰ تا ۴۰۰ کاندا بر متر مربع است که نشان‌دهندهٔ یکنواختی نور است.

نمای جنوب خاوری ساختمان، بیشترین تابش نور در درازای روز بر روی آن است و از نخستین ساعت‌های برآمدن

خورشید تا فرو رفتن آن نور دریافت می‌کند.

فضای باز باریک ساختمان در برابر همین نماست. برای نورگیری در این نما معمار می‌توانست مانند بیشتر نماها از پنجره با شیشه‌ای صددرصد نورگذر بهره‌گیرد، ولی چشم‌انداز این پنجره‌ها و نور دریافتی از آنها از آنجا که بسیار نزدیک ساختمان‌های کناری است، می‌توانست ناخوشایند باشد. معمار برای دریافت نور یکنواخت و سراسری بدون دید نازیبا، روشی را برگزیده است که از نگاه نورپردازی بسیار درخور بررسی است. همهٔ نمای جنوب خاوری با هزاران نوار باریک شیشه‌ای که بر روی یکدیگر گذاشته شده‌اند، به‌گونه‌ای که سطح‌های برش‌خوردهٔ آن دیده می‌شود درون قاب‌هایی، پوشش داده شده است.

لایه‌های شیشهٔ برش‌خورده

در چند سانتی‌متری پشت این شیشه‌های برش‌خورده، شیشه‌ای صددرصد نورگذر کار گذاشته شده است. این سامانه کارکردی همانند پنجرهٔ دوجداره دارد و از جابه‌جایی دما نیز جلوگیری می‌کند.

هنگامی که از درون به این دیوارهٔ سراسر شیشه نگاه می‌شود، نوری یکپارچه و یکنواخت با نگاره‌هایی بسیار کم‌رنگ سایه‌روشن و چند نوار نور سفید به چشم می‌خورد. گونه‌گون بودن رنگ نور گذر کرده از این شیشه‌های بریده‌شده، بستگی به ساخت و مواد شیشه چگونگی دارد.

نمای نورگیر از درون، سایه‌روشن و نگاره‌های کم‌انی

همین عکس در نرم‌افزار بررسی شده است و نگاره‌ها و

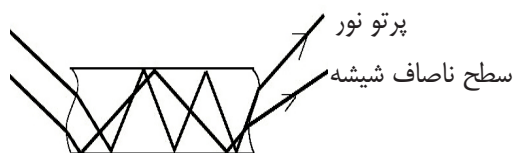
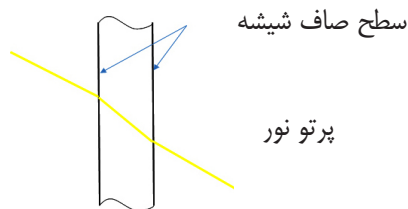
گوناگونی درخشندگی به خوبی دیده می‌شود.

نمای پنجره از روبه‌رو؛ بخش‌های روشن‌تر بازتاب پنجره پشتی است.

همین عکس در نرم‌افزار بررسی شده است و سایه‌روشن‌ها و گوناگونی درخشندگی به خوبی دیده می‌شود.

همان‌گونه که گفته شد، همه دیواره جنوب خاوری درون ساختمان نورگیر است و نوری آرام و یکنواخت به درون می‌تابد. برای دانستن چرایی این یکنواختی، باید چگونگی گذر نور از درون شیشه را بررسی کرد.

هنگامی که نور به سطح بسیار صاف یک شیشه می‌تابد از سوی دیگر با دو شکست بیرون می‌رود.



برخورد پرتوهای نور با سطح ناصاف برش‌خورده شیشه، شکست‌هایی با زاویه‌های نابرابر درون شیشه دارد و از سوی دیگر نیز با زاویه نابرابر بیرون می‌آید و برآیند آن نور پخش شده خواهد بود. از این‌رو می‌توان گفت

این‌گونه چینش شیشه همانند یک فیلتر پخش‌کننده نور کار می‌کند و خیرگی را کاهش می‌دهد.

دید درون ساختمان در راستای شمال خاوری

برای بررسی چگونگی نور تابیده‌شده از دیواره جنوب باختری، شدت روشنایی در روی میزهای کار (۷۵ سانتی‌متری بالای کف) اندازه‌گیری شده و برآیند آن در جدول و نمودار زیر نشان داده می‌شود:

در جدول و نمودار شدت روشنایی در برابر پنجره‌های ۱۵-۱۱، هم‌افزایی روشنایی تابیده‌شده از پنجره رو به شمال باختری تا اندازه‌ای اثرگذار است و شدت روشنایی ۱۸۲ لوکس در برابر پنجره ۷ برآمده از نور سفید لایه شیشه‌های روشن‌تر است.

در برابر پنجره ۱ بیشترین شدت روشنایی اندازه‌گیری شده و کاهش شدت روشنایی از پنجره‌های ۱ تا ۴ نیز وابسته به باز بودن فضای بیرون و کوتاهی ساختمان همسایه و تابیدن بیشتر نور بر دیوار است.

شمار پنجره ها	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
شدت روشنایی	485	278	210	148		154	182	138	131		145	138	137	134	134

هم افزایش داشته باشد، ولی چنین نشده است.

چرا؟

چون:

- نبود هیچ دستور کار و استاندارد ملی برای روشنایی‌های درون شهری به‌ویژه نماها و فضاهای درونی که اگر هم

باشد، نیرویی برای اجرای آن نیست؛

- پیروی از مد و کاربرد فراوان از منبع نور LED به بهانه تکیه بر یکی از ده‌ها ویژگی آن یعنی کم‌مصرف بودن بدون نگاه به تعریف علمی بازدهی منبع نوری و مقایسه LED با دیگر منبع‌ها؛

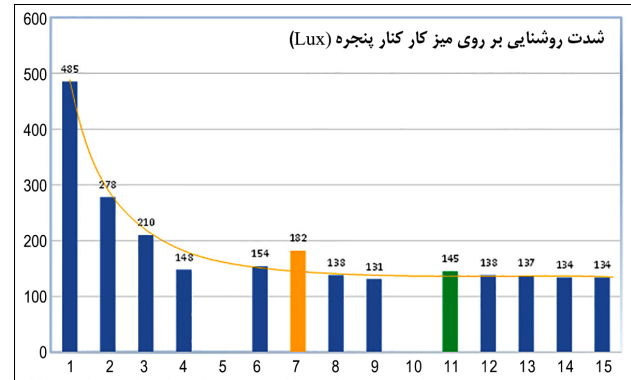
- نگاه فزاینده به منابع سودجویی ناشی از خرید و فروش چراغ‌ها به‌ویژه LED؛

- دنباله‌روی گاهی کورکورانه و الگوبرداری از کشورهای که کار نورپردازی در آنها می‌تواند بهانه‌های غیرعلمی و هنری نیز در پس خود داشته باشد. در این راستا گروهی تلاش می‌کنند این دنباله‌روی را برآمده از یکسان بودن فرهنگ و هنر ایرانی ما با این کشورها بدانند؛

- و از همه مهمتر نبود آموزش نورپردازی.

نورپردازی تنها شاخه‌ای از رشته برق یا معماری نیست، بلکه خود درختی است بزرگ؛

ولی جوانان و معماران از همه بیشتر به آن نزدیک‌اند. اما آیا دانشجویان رشته‌های معماری و برق و... نورپردازی را آموزش می‌بینند. چگونه چیزی را که به کسی نداده‌ایم می‌خواهیم از او بازپس بگیریم.



این بررسی و اندازه‌گیری نشان می‌دهد چنانچه طراح با دیدی خردمندانه همراه با آگاهی از جغرافیای محل، کاربرد فضا، ویژگی‌های مواد، استانداردهای نورپردازی و روشنایی، فیزیک اپتیک، زیباشناسی، صرفه‌جویی و کاهش مصرف انرژی و زمینه‌گرایی به طراحی بپردازد می‌تواند به طرح‌هایی با نورپردازی بسیار خوب دست یابد. همان‌گونه که در این ساختمان معمار با به‌کارگیری شیوه‌ای نو و کمیاب و نگاه به آنچه در بالا گفته شد به هدف دست‌یافته و در چارچوب یک طرح هوشمندانه از نور روز بسیار بهره برده است.

- برآیند

نور در ایران از گذشته، آگاهانه و همراه با هوشمندی به‌کار گرفته شده است، ولی اکنون با افزایش شمار ساختمان‌ها و جاهایی که باید در آنها نورپردازی شود و نیز افزایش شمار سازندگان و طراحان و نورپردازان، گویی از هوشمندی در این کار کاسته شده است. انتظار می‌رفت با افزایش شمار معماران، کارشناسان و نورپردازان و... کارهای خوب

سخن از آموزش جداگانه رشته‌ای به نام نورپردازی نیست، شاید هنوز زود باشد؛ ولی آیا در میان بیش از ۱۴۰ واحد آموزشی دوره‌های کارشناسی برق و معماری... و نمی‌توان جایی برای چند واحد نورپردازی باز کرد؟

ما وامدار گذشتگان هستیم. ارزش والای نور برای ایرانیان از هزاران سال پیش به گواهی گفته‌های زرتشت، کیش مهر- میتراسیم، اسلام و... چیزی نیست که چشم بر آن ببندیم یا فراموشش کنیم.

شاید در زمینه فناوری نورپردازی حرف زیادی برای گفتن نداشته باشیم، ولی در دانش و هنر آن گفتنی‌ها بسیار داریم.

هنوز دیر نشده و به پستوانه جوانان دانش‌پژوه و دوستدار این رشته می‌توان گام‌های بلندی برداشت.

هنوز بسیار چیزهایی وجود دارند که نیازمند بررسی است. باید به آینده بنگریم، ولی از درون گذشته؛ و بدانیم اگر تلاش نکنیم، این ساختمان ارزشمند تاریخی ما خواهد شد.