

# کاربرد سیستم نورپردازی بدون سیم هوشمند در بناهای تاریخی شهر؛ مطالعه موردی سیستم دانش بنیان شیخ بهایی

محمد سلطانی<sup>۱</sup>، طه کاظمی<sup>۲</sup>، زهرا کزازی<sup>۳</sup>، محمد کاظم مسجد جامع<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترای رشته مهندسی صنایع، دانشگاه خوارزمی تهران  
Soltani@Honarbaan.com

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد رشته علوم کامپیوتر، دانشگاه مالایا، مالزی  
T\_Kazemi@Honarbaan.com

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت شهری، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران  
Z\_Kazazi@Honarbaan.com

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب  
Masjedjamei@Honarbaan.com

## چکیده

در این مقاله، مسئله حذف سیم‌های زاید در نمای بناهای ارزشمند و تاریخی شهرها مبتنی بر فناوری انتقال بی‌سیم جریان الکتریسته مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته است. با توجه به تمایزها و اهمیت نورپردازی در فضاهای فرهنگی اعم از بناهای تاریخی، موزه‌ها و گالری‌ها و همچنین محدودیت‌های حائز اهمیت در اینگونه فضاها نظیر حذف اغتشاش بصری، تلاقی سیم‌ها، نحوه نوردهی در نقاط دلخواه، ایمنی، موج‌بری و جهت‌دهی نوری، تنظیم زمان و شدت نورپردازی متناسب با تراکم جمعیت و ... با تلفیق علم و هنر در حوزه تخصصی فرهنگ، سیستم‌های نورپردازی هوشمند شیخ‌بهایی به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید. هدف اصلی از بررسی این سیستم‌ها و کاربردهای آن در بناهای تاریخی شهر، پوشش حداکثری محدودیت‌ها و مفروضات نورپردازی در اینگونه فضاها و در عین حال ایجاد یک مجموعه هدف بهینه برای بازآفرینی هویت شهری، توسعه کارآمد اقتصادی، فرهنگی و تقویت حیات مدنی شهر می‌باشد. در این سیستم‌ها، ابتدا بر پایه معادلات فیزیک و شبیه‌سازی‌ها، مسئله فرموله‌بندی و با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی، معادله مدار با خروجی قابل قبول اولیه دستیابی به ولتاژ ۴۰ ولت، جریان ۱/۵ آمپر و فاصله ۳۰ سانتی‌متر حل می‌شود. سپس با تعریف قالب و کاربردهای فرهنگی، محدودیت‌های پیش‌روی نظیر بُرد فاصله و عمق میدان جریان، تعریف و عملیاتی می‌گردد. یافته‌ها حاکی از نقش موثر علم مستقل نورپردازی در معماری و شهرسازی دارد.

## کلمات کلیدی

نورپردازی بدون سیم، هوشمند، بناهای تاریخی شهر

نخستین سیستم نورپردازی هنری در معاونت فناوری ریاست جمهوری به ثبت رسیده است.

## ۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر، تحقیقی کاربردی- توسعه‌ای است که مبتنی بر ایده و نیازسنجی بعمل آمده طی فرایند تحقیق و توسعه و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای به روش آزمایشی به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های تحقیق، نسبت به بومی‌سازی فناوری و دانش فنی جهت تولید دستگاه‌های انتقال جریان برق بدون سیم، اقدام گردیده است. در این تحقیق پس از تبیین نقش و ابعاد نورپردازی در بناهای ارزشمند و تاریخی و مرور پیشینه پژوهشی انجام شده، به معرفی ساختار و نحوه کار سیستم نورپردازی بدون سیم پرداخته و در نهایت کاربردهای فرهنگی آن در قالب سیستم نورپردازی هوشمند شیخ بهایی بررسی می‌گردد. در نتیجه یک رویه بومی شده برای کاربری‌های انتقال جریان و روشنایی در فضاهای خاص فرهنگی، بناهای تاریخی و فضاهای هنری، توسعه داده شد. این مقاله برگرفته از یک مسئله از دنیای واقعی است که در داخل کشور قبلاً مطالعه نشده و کاربری فرهنگی آن نیز برای نخستین بار در جوامع علمی مورد بررسی و نمونه آزمایشی مبتنی بر مفروضات تئوری مندرج در سند حاضر، تولید شده است. پس از تشریح جوانب مختلف، مسئله در قالب یک فرضیه بر پایه معادلات فیزیک و شبیه‌سازی‌ها فرموله‌بندی و با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی نظیر Altium Designer 2014 و Codevision 3.02 و ISIS 7.8 مدار حل می‌شود. سپس با تعریف قالب و کاربردهای فرهنگی، محدودیت‌های پیش‌روی نظیر بُرد فاصله و عمق میدان جریان، تعریف و عملیاتی می‌گردد.

## ۳- پیشینه تحقیق

نظریه ریاضی امواج الکترومغناطیسی توسط ماکسول در سال ۱۸۷۳ میلادی پیشنهاد شد و هاینریش هرتز در سال ۱۸۸۷ میلادی وجود این امواج را نشان داد. از اواسط دهه ۹۰ میلادی، تحقیقات بر روی مخابرات بدون سیم (که شاخه‌ای متمایز از انتقال بدون سیم الکتریسیته می‌باشد) نیز به عنوان رشته‌ای علمی شدت یافت [۱۳]. در دهه ۱۹۵۰ میلادی، نوپردازی در معابر شهری چیزی بیشتر از یک محفظه آهنی که در آن لامپ‌های افروخته جیوه‌ای قرار گرفته بودند نبود. در دهه ۱۹۷۰ و با اهمیت یافتن مقوله مصرف انرژی، به این نتیجه رسیدند که مصرف هر صورت از انرژی بطور مثال نور، بیش از آنچه بهره‌برداری شود هدر می‌رود بگونه‌ای که شاید در بعضی از موارد ۹۵٪ از انرژی نوپردازی هدر می‌رفت، بنابراین تکنولوژی نوپردازی در اروپا به شدت معطوف به بحران انرژی و سوخت و اختراع سیستم‌های استفاده از بخار بود. از سال ۱۹۸۰ صنعت و هنر نوپردازی با رایج

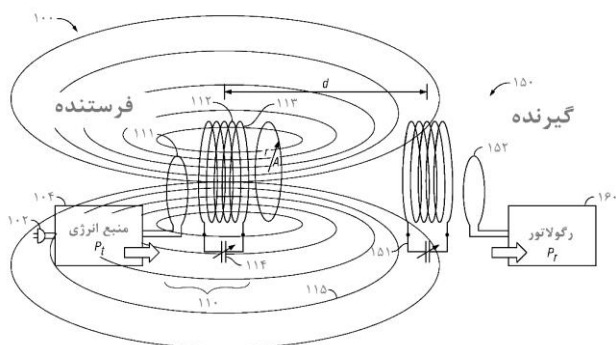
نور یکی از مهمترین عوامل کیفی و نمادین بوده و از نظر کارکرد عملی از جایگاه ویژه‌ای در معماری و شهرسازی برخوردار است. اصلی‌ترین کارکرد نور چه طبیعی و چه مصنوعی، روشن کردن فضا و فرم‌های ساختمانی است که آنرا روشنایی می‌نماییم. نور با استفاده از نبوغ معمارانه و توجه به سه عامل زیبایی‌شناسی مفهومی و معنایی و نمادین جهت تعریف مجدد فضاهای شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این برداشت از نور در فضاهای شهری را نوپردازی می‌نماییم [۱].

بخش عمده از درک هویت شهر وابسته به نوپردازی فضاهای شهری است که از طریق آن می‌توان به خوانایی شهر کمک کرد، در شهر نماد پردازی کرد، به ایمنی فضاهای شهری افزود، به شهر رنگ تعلق داد و در نهایت شهری جذاب و قابل سکونت را برای شهروندان ایجاد کرد. نوپردازی شهری علاوه بر ایجاد شرایط ادامه فعالیت‌ها و کارکردهای شهری خصوصاً در هنگام شب، در ایجاد امنیت و آسایش و جذابیت محیط‌های شهری نیز می‌تواند نقش به‌سزایی را ایفا کند. هدف از این نوپردازی امکان بازخوانی ویژگی‌های منظر شهری در تاریکی شب است و نه پاک کردن و تغییر آنها [۶]. فضاهای شهری موجود در بافت تاریخی به دلایلی چون شهرنشینی شتابان و به دنبال آن جابجایی‌های جمعیتی، فرسودگی کالبدی و افت منزلت اجتماعی در اکثر اوقات، علی‌الخصوص شب هنگام به دلیل مشکلات بسیار، از جانب شهروندان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. با استفاده از نور به عنوان یکی از مولفه‌های غیر کالبدی منظر شهری می‌توان بسیاری از مولفه‌های کیفیت-بخش محیط همچون، تنوع، ادراک، امنیت، ایمنی، سرزندگی را در یک فضای شهری تاریخی در شب ارتقاء بخشید. [۳]. استفاده از فناوری و بکارگیری دانش روز جهان در حوزه نوپردازی، می‌تواند یکی از راه-حل‌های پوشش برخی نیازها و رفع نواقص باشد. این امر در حوزه‌های فرهنگی و هنری و فضاهای فرهنگی شهری نظیر موزه‌ها، گالری‌ها و بناهای ارزشمند شهری که انتقال مفاهیم با رعایت اصول زیباشناختی و حفظ زیبایی محیطی محقق می‌گردد، به مراتب اهمیتی مضاعف می‌یابد. در مقاله علمی - پژوهشی پیش‌روی، ابتدا نیازسنجی و شناسایی نقصان‌های نوپردازی هنری در فضاهای فرهنگی و بناهای ارزشمند تاریخی ارائه و سپس سیستم نوپردازی بدون سیم از طریق روش‌های انتقال الکتریسته بر مبنای ایجاد میدان مغناطیسی غیر مخرب معرفی می‌شود. در ادامه به بررسی کاربرد این نوع از سیستم-های نوپردازی در فضاهای مذکور مبتنی بر دانش روز جهان با قابلیت هوشمندی در برابر تنظیم شدت و زمان روشنایی و همچنین قابلیت جهت‌دهی و ارائه پیشنهادات نسبت به نتایج بدست آمده و مورد انتظار، پرداخته می‌شود. بخش فناوری مورد اشاره در مقاله حاضر، حاصل پژوهش‌های علمی-کاربردی در راستای تولید نمونه موردی سیستم نوپردازی بدون سیم هوشمند شیخ بهایی بوده که به عنوان

میلیوات در فواصل بیش از ۱۵ متر برای حسگرهای صنعتی استفاده کرده است. شرکت PowerBeam واقع در سن خوزه کالیفرنیا از طریق تاباندن یک پرتو لیزر فرسوخ تنظیم شده به یک سلول فتوولتائیک، پرتو را به انرژی الکتریکی بازتبدیل می‌کند [۱۲]. جذاب‌ترین انتخاب برای کاربردهای بزرگ محلی، القاء مغناطیسی است. در صورتی که دو شیء در فرکانس مشابهی رزونانس داشته باشند، انرژی مکانیکی منتقل شده، خیلی بیشتر می‌شود، وقتی که یک خواننده اپرا با صدای خود یک لیوان را به لرزش در می‌آورد از همین اصل استفاده می‌کند. شرکت‌های بزرگ نیز به سرمایه‌گذاری روی انتقال رزونانسی علاقه نشان داده‌اند. اخیراً یک گروه محقق به نام ائتلاف غیر انتفاعی جریان برق بی‌سیم متشکل از شرکت‌هایی مانند Philips, Olympus, Samsung و در سال ۲۰۱۵ بطور جدی بر روی این موضوع تحقیق می‌کنند [۱۴]. تلویزیون‌های LED شرکت هایر چین و گوشی‌های تلفن همراه گلکسی اس ۶ سامسونگ از سال ۲۰۱۴ با شارژر بی‌سیم به عنوان پیشگام، روانه بازار شد. در حوزه کاربردهای فرهنگی و هنری تاکنون محصول هیچ شرکتی به بازار عرضه نگردیده است و تحقیقات داخلی بر روی کاربردی‌سازی این سیستم در حال انجام است. علاوه بر موارد ذکر شده در این بخش، برخی طرح‌های جامع نورپردازی در شهرهایی نظیر لیون در فرانسه، کاونتری در قلب انگلستان، تورنتو در کانادا، سن‌دیگو در ایالات متحده و شهر شیراز در ایران با هدف اصلی یکپارچه‌سازی فضاهای شهری تاریخی و برقراری ارتباط میان فضاهای جدید و فضاهای تاریخی در بخش مرکزی شهرها و همچنین حفاظت از آثار معماری ارزشمند شهر با رویکرد بلند مدت تهیه گردیده‌اند [۲].

## ۵- سیستم نورپردازی شیخ بهایی

از سالیان بسیار دور و اندکی پس از کشف الکتريسيته توسط بشر، فکر انتقال آن به صورت بی‌سیم شکل گرفت، گرچه انتقال دیگر انواع موضوعات به طریق بی‌سیم مانند انتقال یکطرفه صوت (راديو) و تصوير (تلویزیون) و همچنین انتقال دو طرفه کامل صوت (گوشی همراه) و در سال‌های اخیر صوت و تصوير (نسل سوم بستر مخابراتی) بسیار زودتر و از طریق استفاده از امواج صوت گرفت، اما انتقال وایرلس الکتريسيته بطور کنترل شده، همچنان یکی از آرزوهای بشری است.



شکل (۱): طرح کلی سیستم نورپردازی بی‌سیم [۱۵]

شدن نور سفید چراغ‌های سدیم پرفشار در نورپردازی داخلی و به دنبال آن با گسترش آن در نورپردازی خارجی، سیر تکاملی به خود گرفت [۸].

در سال ۲۰۰۵ اقداماتی موفق در انتقال انرژی غیر تابشی از طریق جفت‌سازی میدان رزونانسی ناپایدار تشدید کننده اول و دوم شکل گرفت و عملاً انتقال انرژی تحت شرایطی بهینه عملی گشت [۱۸]. اما عملاً در سال ۲۰۰۷ و توسط گروه نایجل پاور و از طریق ایجاد یک میدان مغناطیسی توسط یک تشدید کننده در فرکانس ۱۳/۵۶ مگاهرتز انرژی الکتريسيته تا فاصله ۵۰ سانتی متر القاء شد و با توجه به بالا بودن ضریب کیفیت آنتن ارسال کننده عملاً انرژی بدون هرگونه تداخلی انتقال پیدا کرد [۱۵]. انتقال انرژی (الکتريسيته) بی‌سیم فرآیندی است که در هر سیستمی که انتقال انرژی الکتریکی در آن از منبع انرژی الکتریکی به مصرف کننده بدون اتصالات سیمی صورت می‌گیرد، گفته می‌شود. همچنین رایج‌ترین شکل انتقال برق بی‌سیم با استفاده از القاء که منتج شده از القای الکترومغناطیس است صورت می‌گیرد. برخی دیگر از تکنولوژی‌های سال‌های اخیر برای انتقال بی‌سیم بر مبنای امواج مایکروویو و لیزرها انجام می‌شوند. لیکن مقوله انتقال برق و روشنایی بدون سیم، تا ماه‌های اخیر، در زمره رویاهای دیرینه نویسندگان علمی تخیلی محسوب می‌شد که با توسعه تحقیقات کاربردی، این رویا به زودی در عرصه همگانی و با کاربردهای بسیار و ایمن، محقق خواهد شد.

اصول این فرایند نظیر کارکرد ترانس و از طریق یک سیم پیچ اولیه یا القاگر و یک سیم پیچ ثانویه یا القا شونده، می‌باشد. ابتدا باید یک نوسان ایجاد شده و یک موج متناوب ساخته شود و سپس خروجی آن را در سیم پیچ دوم بدست آورد، بدین ترتیب کلی، یک انتقال‌دهنده برق بی‌سیم خواهیم داشت.

## ۴- مرور تجارب جهانی

تا سال‌های اخیر، بهره‌وری پایین انتقال توان و مسائل ایمنی، تلاش‌ها برای انتقال بی‌سیم نیروی برق و تحقق آرزوی دیرینه به قدمت تولید برق را بی‌اثر کرده بود، ولی فرایند تحقیق و توسعه برندهایی چون سونی، اینتل، سامسونگ، اپل و حتی در داخل کشور گروه‌های تحقیقاتی متعدد نظیر هنربان، حاکی از کاربردی‌سازی این سیستم در آینده دارد.

در سال ۲۰۰۶ دانشگاه MIT بر روی انتقال نیروی الکتريسيته به صورت بی‌سیم شروع به کار کرد که به نتایج درخشانی نیز دست یافت. متخصصان این دانشگاه توانستند در آخرین آزمایش خود، البته با روشی دشوار، یک لامپ ۶۰ وات را از فاصله دو متری بدون اتصال فیزیکی به منبع برق روشن کنند. این گروه نام ابداع خود را WiTricity مخفف شده واژه‌های وایرلس و الکتريسيته گذاشته‌اند. حدود یک دهه گذشته، شرکت پاورکست که در پیتزبورگ پنسیلوانیا مستقر است، از این فناوری برای انتقال نیروی در حد میکرووات و یا

### ۵-۳- سیستم نورپردازی در بناهای تاریخی

نورپردازی عناصر و نماهای واجد ارزش فرهنگی و تاریخی بر جذابیت محیط افزوده و شهروندان را به قصد تماشای این پدیده‌ها به فضاهای شهری کشانده و برای مدتی در خود نگاه می‌دارد. زمانی که به وسیله نورپردازی بستر فضایی لازم برای وقوع برخی رفتارها و فعالیت‌ها در فضا، فراهم باشد، این رفتارها و فعالیت‌ها خود جاذب افراد دیگر خواهند بود [۳]. در مرور زمان و در بستر تغییرات کالبدی شهرها، بناهای ارزشمند و با هویت، به نقاط عطفی جهت انتقال مفاهیم و یادآوری خاطرات جمعی بدل شده‌اند. بازنده‌سازی این بناها در مدیریت شهری به جهت نقش و تاثیر آنها در حوزه‌های مختلف نظیر فرهنگی، اقتصادی، گردشگری و زیست شهروندی حائز اهمیت می‌باشد. یکی از جلوه‌های اثبات شده توجه به اینگونه بناها، بحث نورپردازی بوده که با توجه به ماهیت آنها، لزوم بکارگیری سیستم‌های نوین با حذف زواید و آلاینده‌گی‌ها را در آینده اجتناب ناپذیر خواهد کرد.

بناهای تاریخی، هویت یک کشور و به خصوص شهر محسوب می‌شود. در نتیجه استفاده از نور مناسب در آنها و رنگ نوری که با فضای تاریخ گذشته آن، همخوانی داشته باشد، امر بسیار مهمی است. به نورپردازی به عنوان یک ارزش افزوده می‌توان نگاه کرد. در طراحی نورپردازی بناهای تاریخی، استفاده از نورهای رنگی و تند معمولاً خوشایند نیست و بهتر است بیشتر از نورهای سفید و کهربایی استفاده شود. در ضمن سعی می‌شود منابع نور را در بناهای تاریخی پنهان کرد تا در زیبایی و نمای آثار ارزشمند تاریخی اثر غیرمثبت نگذارد. از جمله متغیرها و شاخص‌های موثر در یافتن راهکارهای مناسب نورپردازی می‌توان به نوع مناسب، نوع لامپ و چراغ، سیستم نورپردازی استفاده شده، میزان برق مصرفی، امکانات، فناوری و تکنولوژی قابل استفاده در تجهیزات، هزینه تجهیزات و ... اشاره نمود [۷]. اهداف نورپردازی و تاثیرات آن را در بناهای ارزشمند و تاریخی می‌توان در قالب موارد زیر برشمرد؛

جدول (۱): نورپردازی بناهای ارزشمند و تاریخی

حوزه هدف	تاثیرات
ایمنی و امنیت	حضورپذیری و جذب گردشگر
انعطاف پذیری	فعال سازی کاربری‌های شبانه
پویایی و سرزندگی	تقویت جاذبه‌ها
معرفی ارزش‌های موجود	مرمت نرم و دوره‌بندی تاریخی
کیفیت بصری	خوانایی و نمایش جلوه‌های تازه
نام و نشان (برندینگ)	افزایش هویت شهری و حس تعلق

### ۵-۴- مزایا و کاربرد سیستم در نورپردازی شهری

روش‌های نورپردازی در فضاهای شهری را می‌توان به چهار دسته عمده "نورپردازی عمومی، نورپردازی تاکیدی، نورپردازی به منظور جهت‌یابی و نورپردازی نمایشی یا تزئینی" تقسیم‌بندی کرد. به عنوان نمونه، در

در شکل شماره (۱) فرستنده (۱۰۰) نیروی خود را از یک منبع (۱۰۲) دریافت می‌کند، دستگاه تولید فرکانس (۱۰۴) انرژی دریافتی را به آنتن (۱۱۰) ارسال می‌کند. این آنتن شامل یک حلقه القایی، سیم‌پیچ و خازن (۱۱۱)، (۱۱۲)، (۱۱۳) و (۱۱۴) می‌باشد. شماره (۱۱۵) انرژی القاء شده را نمایش می‌دهد. گیرنده (۱۵۰) شامل یک آنتن دریافت کننده (۱۵۵) که شامل یک سیم‌پیچ (۱۵۱)، خازن (۱۵۲) و نهایتاً یک رگولاتور (۱۶۰) جریان است.

### ۵-۱- بومی سازی سیستم نورپردازی بدون سیم

معماری و شهرسازی در ایران با بکارگیری عناصر مقدس از جمله نور همراه بوده که به مرور زمان، بصورت آیینی در آمده است. آیین چراغانی در شهرها و فضاهای تاریخی ایرانی یکی از این جلوه‌ها است [۴]. یکی از راه‌های تاکید بر هویت و فرهنگ بومی یک شهر برجسته-سازی عناصر فرهنگی آن شهر می‌باشد که از روش‌های مختلفی قابل انجام است. امروزه استفاده از نور و رنگ در جهت تاکید عناصر شاخص بومی و نمادین یک شهر به امری رایج بدل شده است که مهمترین تاثیر آن، شناساندن فرهنگ و عناصر فرهنگی یک شهر می‌باشد. البته باید توجه نمود که استفاده از این دو عنصر مهم در صورتی موثر خواهد بود که با توجه به اصول نورپردازی و همچنین احساسات فضایی ایجاد شونده، انجام گردد [۹]. مقوله حذف سیم، با توجه به غنای مبانی زیبایی‌شناختی در کشور و دید بدون واسطه نسبت به آثار ارزشمند، یکی از اهداف بومی‌سازی کاربردی پژوهش حاضر بوده است. در سیستم بهینه و بومی‌سازی شده، با کاهش فرکانس به ۱/۱ مگاهرتز علاوه بر کاهش تاثیرات سوء جانبی، به دلیل کوتاه‌تر شدن فرکانس موج فاصله بیشتری قابل دستیابی گشته است. در این سیستم با بهره‌گیری از تجارب سیستم‌های موجود و ایجاد تغییر در آنها، امکان دستیابی به ولتاژی بالغ بر ۴۰ ولت، جریانی به میزان ۱/۵ آمپر و فاصله‌ای حدود ۳۰ سانتی‌متر ایجاد گشت.

### ۵-۲- قابلیت جهت‌دهی و هوشمندسازی سیستم

این نوع از سیستم‌های نورپردازی، امکان فعال و غیر فعال گشتن سیستم توسط سنسور مجاورت و نورسنج را دارا بوده و همچنین این قابلیت به صورت هوشمند و توسط گوشی همراه اضافه گشته است که در محیط‌های شهری می‌تواند با کمی تغییر و افزودن یک یا چند ماژول دیگر، از سیستم تصمیم‌گیری هوشمند در موقعیت‌های مختلف بهره‌مند گردد. برای مثال در صورت تجمع زیاد و تاریکی شب قدرت نوردهی افزایش و در صورت کم شدن تراکم رفت و آمدی و یا روشنایی نسبی نوردهی کاهش یابد [۱۰]. همچنین با استفاده از مقاومت نسبی فلز در مقابل امواج، امکان هدایت هوشمندانه انرژی در یک کریدور از پیش تعیین شده به معنی موج‌بری جریان جهت جلوگیری از هدر رفت وجود دارد.

## ۶- نتیجه گیری

در این مقاله جنبه‌ای از فناوری‌های نوین در قالب سیستم‌های نورپردازی، کاربرد آنها در بناهای ارزشمند و تاریخی شهری و همچنین نقش اساسی آنها در ارتقاء حیات مدنی و کیفیت زندگی مورد مطالعه قرار گرفت. با آگاهی نسبت به اینکه بازسازی بناهای تاریخی که به عنوان هویت یک شهر و حتی کشور محسوب می‌شود در ابعاد مختلف مدیریت شهری اعم از اجتماعی، فرهنگی، گردشگری و اقتصادی، امری مهم و تاثیرگذار می‌باشد و همچنین لحاظ محدودیت‌ها و مفروضات موجود در حوزه صنایع فرهنگی-هنری، بررسی کاربردی سیستم‌های هوشمند نورپردازی شیخ بهایی، به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد.

یافته‌های کیفی در بحث نورپردازی ابنیه تاریخی حاکی از اهمیت بهره‌گیری از نور مناسب و همخوان با فضای گذشته و تاریخ بنا و همچنین استفاده از فناوری نورپردازی‌ای که علاوه بر روشنایی مناسب و قابل قبول به کاهش احتمال خطر و آسیب‌پذیری بصری و بنیادی آثار ارزشمند تاریخی بیانجامد، دارد. در این مقاله سعی بر آن بوده است که ضمن بر شمردن اهمیت شب در زندگی اجتماعی و همچنین لزوم رعایت اصول زیباشناسی، استفاده از فناوری‌های نوین برای نورپردازی مکان‌های شهری به ویژه ابنیه تاریخی مورد بحث قرار گیرد. آنچه در این پژوهش به آن پرداخته شده بهره‌گیری از سیستم نورپردازی بدون سیم هوشمند است که با قدمتی در حدود دو سال در کشورهای پیشرفته جهت بهره‌گیری از نور در فضاها و نماهای شهری و با هدف توسعه گردشگری شهری، پویایی و سرزندگی مردم و همچنین افزایش کیفیت زندگی مورد استفاده قرار گرفته است. برای تحقق هدف‌های فوق بکارگیری سیستم نورپردازی بدون سیم که ضمن افزایش ایمنی نقش اساسی در احیای بناهای تاریخی در شب ایفا می‌کند، به عنوان یکی از راهکارهای مهم مورد بحث و توجه قرار گرفت. از جمله یافته‌های مهم این پژوهش، تجاری‌سازی سیستم موجود و افزایش ولتاژ بالغ بر ۴۰ ولت، جریانی به میزان ۱۵۰۰ میلی‌آمپر و فاصله‌ای حدود ۳۰ سانتیمتر با قابلیت هوشمندسازی است.

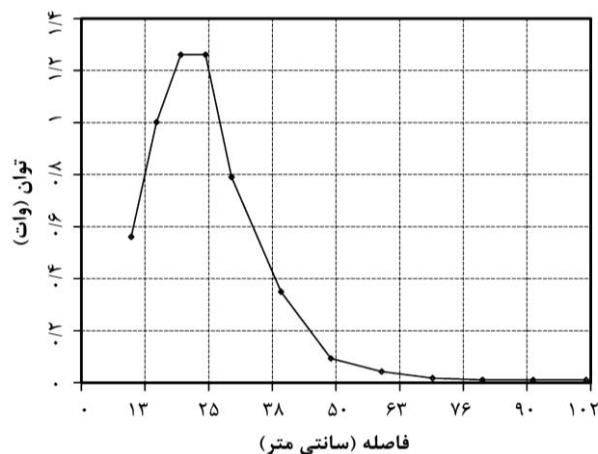
## ۷- پیشنهادات

با در نظر گرفتن جمیع جهات و آنچه تاکنون به دست آمده است، ادامه تحقیقات در جهت گسترش سیستم روشنایی هوشمند بی‌سیم می‌تواند در آینده نزدیک با افزایش برد، ایجاد موج بر (جهت‌دهی) و افزایش توان بدون آسیب به بافت‌های ارزشمند بناهای تاریخی و دیگر فضاهای فرهنگی شهر، نورپردازی هوشمند بی‌سیم را به نقطه عطف خود برساند. هوشمندسازی یکی دیگر از جنبه‌های توسعه تحقیق حاضر بوده که معنای آن، ایجاد امکان نوردهی از داخل بافت‌های شفاف بدون نیاز به تخریب، تقسیم انرژی ما بین منابع نوری به صورت یکنواخت و جهت یافته، افزایش قدرت نهایی یک منبع با جمعیت تمام منابع انرژی بر یک نقطه، گزارش‌دهی و تصمیم‌گیری سیستم، به جهت تغییر نورپردازی به صورت خودکار می‌باشد. همچنین بکارگیری

نورپردازی‌های تاکیدی، بر روی اشیاء تکی نظیر مجسمه‌ها یا المان‌های معماری و نمادهای شهری تاکید می‌گردد [۵]. شهرهای بزرگ آینده، مکان‌هایی امن، با کیفیت زندگی بسیار زیاد در قبال هزینه‌های بسیار پایین پیش‌بینی می‌شوند. برای تحقق این چشم‌انداز با توجه به تراکم شهرهای بزرگ که سختی دسترسی به منابع، خدمات و ... را دارند، چالش‌های جدید بشمار می‌آید. پیش‌روی بشر قرار خواهد گرفت. از این سو استفاده از سیستم‌های هوشمند و تصمیم‌گیر خودکار در راستای بهبود شرایط زیرساختی شهرها (مانند نورپردازی، ترافیک، انتقال گرما، پارکینگ و ...) یک ضرورت برای غلبه بر آن چالش‌ها می‌باشد [۱۷].

یکی از چالش‌های بزرگ در نورپردازی شهری، سیم‌ها هستند که از چند منظر مشکل آفرینند. سیم‌های روی کار همواره در معرض آسیب‌های طبیعی و غیر طبیعی قرار دارند، سیم‌ها در نقاطی که نیاز به نصب چندین مصرف کننده باشد چهره‌ای زشت و توده‌وار از تلاقی هم ایجاد می‌کنند. سیم‌ها محدودیت آفرینند و دست طراحان شهری را همواره بسته نگاه می‌دارند، شاید از همین روست که میتچل بنیان شهرهای آتی را در انقلاب ابداعات تکنیکال و با تمرکز بر زیرساخت‌های بی‌سیم و کدهای دیجیتالی بنا نهاد [۱۶].

حذف سیم‌ها ضمن بهبود نمای شهری مخصوصاً در مناطق پر تراکم که نیاز به روشنایی‌های غیر طبیعی زیادی وجود دارد، امکان بازی هرچه بهتر با منابع نوری را بدون محدودیت در حرکت، زاویه، تلاقی، محل و ... را فراهم می‌آورد.



شکل (۲) : نمودار فاصله-توان

در شکل شماره (۲) مشاهده می‌شود که فاصله گیرنده از فرستنده در بهینه‌ترین حالت ۲۵ سانتی‌متر بوده و امکان افزایش آن تا ۱ متر نیز وجود دارد که البته توان در آن حالت به کمترین میزان خود رسیده و از این جهت منابع نوری تغذیه شونده کاهش می‌یابند. در فاز توسعه و افزودن قابلیت موج‌بری، توان در نقطه مورد نظر حداکثر و در تمامی فواصل کوتاهتر، کمینه و ثابت خواهد بود.

- Networks, Journal of Procedia Technology, Vol. 17, 343 – 350, 2014
- [13] David Tse, Pramod Viswanath. Fundamentals of Wireless Communication, Cambridge University Press, pp. 1-3, 2005
- [14] Bhardwaj Manish, Enhance Life Time of Mobile Ad-hoc Network Using WiTriCity and Backpressure Technique, Journal of Procedia Computer Science, Volume 57, Pages 1342-1350, 2015
- [15] Cook, N. P., Meier, P., Sieber, L., Secall, M., & Widmer, H., U.S. Patent Application No. 11/775,168., 2007
- [16] Gandy, M., Cyborg urbanization: complexity and monstrosity in the contemporary city, International journal of urban and regional research, 29(1), 26-49, 2005
- [17] Volosencu, C., Curiac, D. I., Baniias, O., Ferent, C., Pescaru, D., & Doboli, A., Hierarchical approach for intelligent lighting control in future urban environments. In Automation, Quality and Testing, Robotics, IEEE, Vol. 1, 158-163, 2008
- [18] Karalis, A., Kurs, A. B., Moffatt, R., Joannopoulos, J. D., Fisher, P. H., & Soljagic, M., U.S. Patent No. 7,825,543. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 2010

بلورهای فوتونیکی جهت خم کردن امواج و ارسال آنها به نقاطی که دسترسی سخت دارند [۱۱] و نهایتاً امکان بررسی رفتار اجتماعی با توجه به گزارش سیستم هوشمند می‌توانند موضوعات مناسبی جهت تحقیقات آتی باشند.

## مراجع

- [۱] جواهران یزد، هدی، نورپردازی و نقش آن در زیبایی سیمای شهر، همایش منطقه ای معماری و شهرسازی، نخستین دوره، کردستان، ۱۳۹۱
- [۲] پاکزاد جهان‌شاه، مجتبی‌زاده عاطفه، احمدیان رضا، بررسی مقایسه‌ای طرح‌های جامع نورپردازی شهری در ایران و جهان، همایش بین‌المللی نورپردازی و روشنایی ایران، دومین دوره، تهران، ۱۳۹۳
- [۳] ایزدی محمد سعید، ربیعی معصومه، کاربرد نورپردازی در ارتقاء کیفیت فضاهای شهری در بافت تاریخی؛ نمونه موردی میدان امام خمینی همدان، همایش بین‌المللی نورپردازی و روشنایی ایران، دومین دوره، تهران، ۱۳۹۳
- [۴] حیدر نتاج، وحید، آموزه‌های نورپردازی باغ ایرانی؛ نمونه موردی باغ‌شاه بهشهر، همایش ملی معماری و شهرسازی اسلامی، دومین دوره، تبریز، ۱۳۹۲
- [۵] مقصود، پریسا، روش‌های نورپردازی در فضاهای شهری، فصلنامه معماری و فرهنگ، شماره ۳۵، ص ۵۶-۵۲، تهران، ۱۳۸۸
- [۶] ابراهیم‌پور مریم، رزم‌آرا مهدیه، تاثیر کیفیت نورپردازی بر ارتقاء تصویر ذهنی منظر شبانه شهر، کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین پژوهشی در علوم، مهندسی و فناوری، ترکیه، ۲۰۱۶
- [۷] اتحاد محمد محسن، ابراهیمی سمیه، فلاح مینا، تبیین سناریوهای نوین نورپردازی فضاهای شهری، همایش ملی معماری مرمت شهرسازی و محیط زیست پایدار، نخستین دوره، همدان، ۱۳۹۲
- [۸] علوی طبری هدی، نورپردازی در معماری منظر، انتشارات شهیدی، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۹
- [۹] موسوی سروینه باغی اله سادات، حسین‌زاده عباس، پویان امیراحسان، همنشینی نور و رنگ در فضاهای فرهنگی و تاثیر آن بر ناهنجاری‌های رفتاری شهروندان، همایش بین‌المللی روشنایی و نورپردازی ایران، شیراز، ۱۳۹۲
- [10] Mohammad Asif ul Haq, Mohammad Yusri Hassan, Hayati Abdullah, A review on lighting control technologies in commercial buildings their performance and affecting factors, Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 33, 268–279, 2014
- [11] Anzar Mahmood, Nadeem Javaid, Sohail Razzaq, A review of wireless communications for smart grid, Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 41, 248–260, 2015
- [12] Carlos Carvalho , Nuno Paulino , On the Feasibility of Indoor Light Energy Harvesting for Wireless Sensor