روش‌های پژوهشی و تولید محصولات با ترکیبات لومینسانس در معماری و فضاهای شهری

گلشن فرضی[1*]، عباسعلی شاهرودی[2]، محمدجواد چایچی[3]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری معماری بیونیک، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر

[2] استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر

[3] استاد گروه شیمی، دانشکده شیمی، دانشگاه مازندران، بابلسر

مهندس گلشن فرضی، نویسنده‌ی اول مقاله، دانشگاه مازندران، بابلسر

Golshan.farzi91@gmail.com

چکیده: تحقیق و پژوهش بر روی مواد جدید افق‌های جدیدی را بروی طراحان معمار و سازه قرار می‌دهد. تحقیقات علمی در مورد مواد درخشان دارای سابقه‌ای طولانی به مدت بیش از ۱۰۰ سال است و تحقیق در مورد مواد درخشان و لومینسانس به‌طور چشمگیری تکامل‌یافته است. در مسیر پیشرفت روزافزون، روزبه‌روز بر قابلیت‌های مصالح افزوده‌شده و انسان، همواره شاهد معرفی مصالح جدید به عرصه ساخت‌وساز بوده است. امروزه با توجه به ذخایر محدود انرژی در جهان ازجمله سوخت‌های فسیلی، دیگر نمی‌توان به منابع موجود متکی بود. یکی از مهم‌ترین مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی در جهان تولید روشنایی است. روشنایی، در طراحی فضاها و محوطه‌هایی که در شب مورداستفاده قرار می‌گیرند نقش اساسی دارد. از آنجائی که پیش‌بینی و آینده‌نگری همواره موردتوجه مهندسان و پژوهشگران بوده است، یکی از این راهکارها هوشمند سازی و به‌طور خاص استفاده از مواد و مصالح هوشمند است، لذا این مقاله، به معرفی مواد دارای خاصیت لومینسانس (تابناکی)، نحوه‌ی عملکرد آن‌ها و از همه مهم‌تر نحوه‌ی به‌کارگیری آن‌ها در حوزه‌های مختلف که در کشورهای پیشرفته موردتحقیق واقع‌شده و به مرحله اجرا درآمده‌اند، می‌پردازد. امید آنکه شناخت و استفاده از آن‌ها به‌صورت عملی در حوزه‌های مختلف، ما را در به‌کارگیری این نوع مصالح که مهم‌ترین مزیت آن مدیریت هوشمند انرژی است ترغیب نماید.

کلمات کلیدی: لومینسانس، فسفر، فتولومینسانس، معماری، فضاهای شهری.

۱- مقدمه

ساختمان‌ها وزندگی در آن‌ها در طی دو دهه‌ی اخیر تغییر زیادی کرده است. به‌استثنای چند مورد جزئی، این تغییر صرفاً مربوط به ساختمان‌های جذاب و انواع خانه‌ها که نشان‌دهنده‌ی عصر ما می‌باشند نیست و شامل تمام تغییرات در تکنولوژی و اتوماسیون ساختمان است. ما در آستانه نسل بعدی ساختمان‌ها قرار داریم. ساختمان‌هایی با مراتب مختلفی از فنّاوری برتر که عملکرد آن‌ها به دلیل استفاده خردمندانه از مصالح، تولیدات و محصولات وفق پذیر با محیطزیست، قادر هستند در برابر تغییرات زیست‌محیطی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم واکنش نشان دهند و خود را با شرایط وفق دهند [۱]. مصالح هوشمند مصالحی هستند که دارای قابلیت مبادله انرژی هستند [۲]. مانند مصالح ساطع کننده‌ی نور که مولکول‌های درون آن‌ها با تأثیر انرژی‌هایی مثل نور یا میدان الکتریکی، برانگیخته‌شده و از خود نور ساطع می‌کنند [۳].

مواد دارای خاصیت فسفرسانس تابه‌حال به‌طور گسترده مورداستفاده قرارگرفته‌اند. این‌گونه مواد حتی می‌توانند از انرژی‌های پنهانی که در جهان پیرامون ما وجود دارند و اغلب به آن‌ها توجهی نمی‌کنیم، مانند انرژی‌های گرمایی تابش شده از منابع مختلف، انرژی تابش‌های کیهانی، فرآیندهای شیمیایی وزیستی و غیره به‌جای سوخت‌ها استفاده کرده و روشنایی تولید کنند. کما اینکه به‌کارگیری این مصالح با توجه به پتانسیل‌هایی که دارند در برخی کشورها از حد تحقیق و پژوهش فراتر رفته است، پس امروزه شناخت و پی بردن به مشخصه‌های این‌گونه مصالح و کاربرد آن‌ها در دنیای امروزی امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. لذا هدف این مقاله شناخت این نوع خواص و

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

ترکیب و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها در حوزه‌های مختلف اعم از معماری شامل فضاهای تزئیناتی، پله‌ها، شیشه‌ها، روکش سرامیکی، دکوراسیون داخلی، سطوح دیوار و سایر اشیا برجسته در داخل و خارج ساختمان، در طراحی فضاهای شهری اعم از پل‌ها، آسفالت جاده‌ها، بتن، المان‌های تزئیناتی شهر، تیرهای برقی علائم راهنمایی و رانندگی است.

۲- لومینسانس چیست؟

واژه‌ی لومینسانس[1] از ریشه لاتین (لومن = نور) نشات می‌گیرد. تابناکی نخستین بار به‌عنوان لومینسنز[2] توسط فیزیکدان و مورخ علمی به نام ایلهارد وایدمن[3] در سال ۱۸۸۸ برای توصیف تمام پدیده‌های نوری که صرفاً به سبب افزایش دما به وجود نیامده‌اند، معرفی شد [۴،۵].

لومینسانس در لغت به معنای تابناک یا شب‌تابی است. بدین معنی که این سیستم‌ها یا مولکول‌ها می‌توانند تابش الکترومغناطیسی را جذب کرده و به‌وسیله‌ی آن برانگیخته شوند. لومینسانس ریشه‌های عمیقی در اسطوره‌شناسی و باستان‌شناسی دارد. شفق قطبی شمال، نور دریا، حیوانات درخشان (کرم شب‌تاب) و یا سنگ‌های درخشان، رعدوبرق، چوب‌های نورتاب و درخشش چشم، از جمله پدیده‌هایی هستند که نورتاب می‌باشند [۶].

تعریف کنونی لومینسانس عبارت است از انتشار خود به خودی اشعه از گونه‌های الکترونی برانگیخته‌شده (از یک‌گونه نوسانی تحریک‌شده) به دلیلی غیر از گرما است [۵،۷،۸].

لومینسانس بر اساس منبع انرژی به‌کاررفته برای تحریک مولکول لومینسانس کننده انواع متفاوتی داردکه شامل موارد زیر است جدول (۱) [۸].

جدول ۱- انواع لومینسانس و منبع انرژی تحریک آن‌ها [۸].

انواع لومینسانس	انرژی تحریک
فتولومینسانس: فلورسانس، فسفرسانس	جذب نور (فوتون‌ها)، جذب نور مرئی، فرابنفش
بیولومینسانس شیمی لومینسانس	انرژی واکنش شیمیایی، توسط ارگانیسم‌های زنده انرژی واکنش شیمیایی
الکترولومینسانس	تولید نور با عبور جریان برق
رادیولومینسانس	تولید نور با ذرات پرانرژی مانند اشعه مانند اشعه α و β
تریبولومینسانس	اصطکاک
ترمولومینسانس	بازترکیب یون فعال‌شده به شیوه گرمایی
سونولومینسانس	انرژی امواج صوتی

۳- فسفر

اصطلاح فسفر به معنی حامل روشنایی و نور است و از قرون‌وسطی برای نامیدن موادی به کار می‌رفته است که پس از قرار گرفتن در معرض نور، در تاریکی می‌درخشیدند. گزارش‌های بسیاری درباره مواد معدنی درخشانی وجود دارد که معروف‌ترین آن‌ها فسفر بلونیا (سولفید باریم ناخالص) است که توسط یک پینه دوز (وینچنزو کاسکاریو[2]) در ۱۶۰۳، کشف شد. کشف این سنگ اولین شناسایی فسفر غیر آلی بود درواقع سولفات باریم دوپ شده با یون‌های فلزی مانند Zn(II)، Sn(II) و Cd(II) است. تولید و کشف عنصر فسفر به همراه کشف مواد معدنی نورافشان در سال ۱۶۶۹ نقاط عطفی درروند طولانی‌مدتی بودند که به درک

[1] Luminecsence
[2] luminescenz
[3] Eilhard Wiedemann
[2] Vincenzo Cascariolo

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

درستی از پدیده‌های مربوط به انتشار نور منجر شدند [۶].

به عنصر فسفر جداشده توسط برانت در ۱۶۶۹ نیز نام فسفر اختصاص داده‌شده بود، زیرا زمانی که در معرض هوا، قرار می‌گرفت می‌سوخت و بخارهای درخشانی از آن آزاد می‌شد. تابش نور در این مورد نورتابی شیمیایی بوده و درخشندگی نوری یا فسفرسانس نبود [۵].

فسفرهای نورتاب ماده‌های نورتابی هستند که نور مرئی، فرابنفش و یا امثال این‌ها را جذب می‌کنند و پس از قطع منبع تابش به مدت چند دقیقه تا چند ساعت از خود نور ساطع می‌کنند [۱۱،۱۲،۱۳،۱۴].

تا همین اواخر، شایع‌ترین رنگ‌دانه‌های فسفر نورتاب غیر رادیواکتیو شناخته‌شده، سولفید روی، کلسیم، استرانتیوم و کادمیوم، مثل CaS:Bi (که نور بنفش آبی ساطع می‌کند)، CaSrS:Bi (نور آبی ساطع می‌کند) و ZnCdS:Cu (نور زرد یا نارنجی ساطع می‌کند) و ZnS:Cu (نور سبز ساطع می‌کند) [۱۵]. پالت رنگ پس تاب فسفرسانس، به این چند مورد رنگ محدود می‌شود [۱۳].

فسفر طولانی‌مدت را می‌توان به دو زیرگروه تقسیم کرد: فسفر سولفوریک با نماد ZnS: Cu و قلیایی خاکی آلومینات فلز فعال با Eu^{2+}: RO^{a+} $(Al_{1-x}Ga_x)_2O_3{}^{b+}$ $(Y_{1-y}\ Sc_y)_2O_3{}^{c+}B_2O_3{}^{d+}Eu_2{}^{e+}Mn^{+}$ (R; Ba, Sr, Ca, Mg, Zn and M; Nb, Zr, Bi, Mn, Sn, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu).

فسفر با خاصیت نورتابی طولانی‌مدت و فسفر از نوع رادیواکتیو نباید در یک دسته قرار بگیرند. فسفر از نوع رادیواکتیو می‌تواند اشعه خود را برای سال‌ها ادامه دهد. با این‌حال، مکانیزم این نوع از مواد درخشان با استفاده از عمل انرژی تابش‌های هسته‌ای به‌عنوان منبع محرک است. در نتیجه، آن‌ها از مواد درخشان امن و طولانی‌مدت مجزا هستند [۱۵].

۳-۱- فسفرسانس و فلورسانس

فسفرسانس و پس تاب[1] واژگانی هستند که برای انتشار نور زمانی که منبع تحریک خاموش است، بکار می‌روند[۵].

فلورسانس تابش نور از ماده‌ای است که نور یا دیگر پرتوهای الکترومغناطیسی را جذب کرده است این تابش، هم‌زمان با پایان تحریک از بین می‌رود درحالی‌که در فسفرسانس ساطع شدن نور پس از پایان تحریک، ادامه می‌یابد. بعد از مدت‌زمان زیادی که اصطلاح فلورسانس توسط استوکس در اواسط قرن ۱۹ مطرح شد، تمایز بین فلورسانس و فسفرسانس بر پایه مدت‌زمان انتشار پس از پایان تحریک بود (تفاوت آن‌ها در اختلاف‌زمانی بین این در دوام تابش است).

۴- سؤالات پژوهش

۴-۱- پژوهش‌های انجام‌یافته پیرامون مواد دارای ترکیبات لومینسانس به چه نتایجی منجر شده است؟

۴-۲-چگونه می‌توان از نتایج پیرامون محصولات لومینسانس در معماری و فضاهای شهری استفاده کرد؟

مواد دارای خاصیت فسفرسانس تابه‌حال به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. "روش‌هایی برای تولید شیشه‌های مصنوعی نورتاب" توسط اودلم[2] در پتنت شماره 6,197,712B1 معرفی‌شده و هدف این ابداع:

فراهم کردن روشی برای ترکیب ماده جامد فسفرسانس با ماتریکس شیشه بوده، بدون تأثیر مخرب بر روی فسفرسانس و همچنین تهیه ماده تابناک، شامل ترکیب همگن در ماتریس شیشه که در آن فسفرسانس تحت تابش فعال‌سازی مناسبی قرار دارد [۴].

یکی از اثرات نور را می‌توان در اشیاء شیشه‌ای اورانیومی دید شکل (۱). اشیاء شیشه‌ای اورانیومی از سال ۱۸۳۰ در هنرهای تزئینی استفاده می‌شود. نور روز به شیشه اورانیومی رنگ روشن ویژه‌ای می‌دهد که به علت اثر لومینسانس حاصل از بخش ماوراء بنفش طیف خورشیدی می‌باشد [۹].

[1] After glow
[2] Odlum

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

شکل ۱- شیشه‌های اورانیومی (سمت راست) شیشه‌های اورانیومی تحت نور UV (سمت چپ) [۱۰].

فردریش[1] در پتنتی به شماره 2013/0153118A1 تحت عنوان "ترکیبات نورتاب و استفاده از آن‌ها" ترکیب فسفرسانسی را معرفی می‌کند که شامل پودر شیشه بدون سرب و رنگ‌دانه فسفرسانس است تا برای تولید رنگ، نقاشی و شیشه‌های هنری مورد استفاده قرار گیرد.

اهداف فراتر این اختراع، رنگ‌آمیزی و نقاشی به شیوه‌ای خاص به‌صورت پوشش اسپری، در فضای داخلی و همچنین در فضاهای بیرونی که به‌صورت چسب به ماده می‌چسبد مانند، بتن، شیشه، پلاستیک، چوب و آسفالت است [۱۹].

در پتنت دیگری که توسط یامازاکی[2] و همکاران به شماره 6,123,872 ثبت‌شده، ترکیبات اکسیدی در شیشه با گنجایش پس تاب[3] طولانی‌مدت و فتوستیمیولیت لومینسانس[4] با تحریک‌پذیری نوری مورد آزمایش قرار گرفت، شیشه حاوی ترکیبات اکسیدشده می‌تواند به‌عنوان ماده فسفرسانس، برای روشنایی شب یا علائم دید در شب بکار رود [۱۶].

سان[5] در پتنتی به شماره 2005/0035331A به شرح استفاده از پیگمنت‌های سیلیکات، فسفات، بورات و ترکیب آن‌ها با آلومینات (مانند سیلیکات آلومینات، بورات آلومینات، فسفات آلومینات) ماده‌هایی برای شکل دادن به ترکیب فسفرسانس خود تابناک با کاربردهای فراوان می‌پردازد. این ترکیب‌ها انرژی را از نور خورشیدی، نور مصنوعی (مانند لامپ‌ها و LED)، یا لیزرها، دریافت می‌کنند و زمانی که منابع برانگیختگی نور خاموش می‌شود، به مدت چند ساعت تا چند روز، بدون مصرف هیچ‌گونه انرژی الکتریکی، نورهای مرئی بارنگ‌های متنوعی را که با چشم غیرمسلح دیده می‌شود ساطع می‌کنند. چنین شارژ نوری و فرآیند خود تابناکی می‌تواند بیش از ۱۰۰۰ بار در دمای محیط و اتمسفر تکرار شود [۱۱].

منابع نوری کم‌مصرف[6] مانند لامپ‌های "کم‌مصرف" می‌توانند با به‌کارگیری ترکیبات فسفرسانس بروی سطوح لامپ‌های مصنوعی، زمانی که لامپ‌ها خاموش می‌شوند به مدت طولانی خود تابناکی داشته باشند. زمانی که لامپ روشن می‌شود، آن‌ها انرژی لازم برای برانگیخته شدن را جذب کرده و دوباره شارژ می‌شوند. به‌این‌ترتیب، مصرف برق کمتر می‌شود و از ایجاد آسیب در محیط‌های تاریک جلوگیری می‌شود. همچنین کاغذ و خودکارهای خود تابناک به افراد کمک می‌کنند تا در تاریکی بدون نیاز به لامپ بنویسند شکل (۲) [۱۱].

شکل ۲- محصولات نورتاب بکار رفته در طراحی داخلی، پوشش مسیر پیاده با قطعات شیشه‌ای فسفرسانس و دیگر اجزای لومینسانس[۱].

[1] Friedrich
[2] Yamazaki
[3] After Glow
[4] Photostiulated Luminescence
[5] Sun
[6] Low Level Lighting Source

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

خواص شب‌تاب اکسیدهای لانتانیدها و شیشه‌های شب‌تابی که بارنگ‌های مختلف تحت نور ماوراءبنفش، نور منتشر می‌کنند، برای مدت‌زمان طولانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و در حال حاضر برای استفاده در اشیاء هنری بکار می‌روند. تابش نور با رنگ‌های مختلف تحت تابش اشعه ماوراءبنفش از حدود طول‌موج ۳۸۰ نانومتر و ساخت آن با اضافه کردن مواد اولیه برای ساخت شیشه شامل عناصر اروپیم، سریم، تربیم، دیسپروسیوم، تولیوم و اکسیدهای ساماریوم است شکل (۳) [۹].

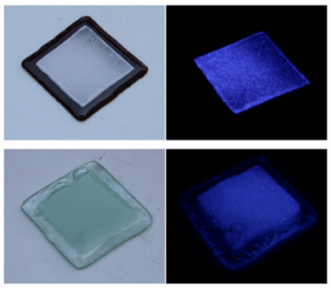
شکل ۳- همجوشی شیشه سیلیکات سودا-لایم با اکسیدهای خاکی کمیاب. از چپ به راست: تربیوم، تولیوم، سریوم، دیسپرسیوم، ساماریوم و یوروپیوم [۹].

در مقاله دیگری وایس[1] و همکاران بر روی درزگیر نورتاب برای استفاده بر روی سطوح بتن آزمایش‌هایی را انجام دادند که در آن درزگیر نورتاب شامل امولسیون متیل پلی‌استر و استرنسیوم آلومینات و پودر فسفرسانس است که بعدازاینکه به‌وسیله نور برانگیخته شد به‌آرامی نور می‌تاباند. نتایج آزمایش حاکی از آن است که سطح نورتاب به مدت تقریباً ۲۴ ساعت در یک فضای تاریک بعد از برانگیختگی می‌درخشد.

جاده‌ها، مسیرهای پیاده‌روی، اجرای دیوارهای حمال و پایه پل‌ها نشان‌دهنده برخی دیگر از کاربردهای بالقوه سطوح نورتاب می‌باشند GITD[2] (ترکیبات تابنده در تاریکی) با استفاده از یک درزگیر بتن شب‌تاب، به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند شکل (۴) [۱۷].

شکل ۴- درزگیر نورتاب بر روی سطوح بتن [۱۷].

رنگ بنفش- آبی رنگ‌دانه‌های فسفرسانس ساطع‌شده طولانی‌مدت در ساختار $CaAl_2O_4:Eu^{2+},Dy^{3+},Nd^{3+}$ به‌طور موفقیت‌آمیز توسط ال کازاز[3] و همکاران تولید شده است. یون کمیاب سه‌ظرفیتی، با Dy^{3+} به‌طور مؤثر باعث افزایش شدت لومینسانس می‌شود، رنگ‌دانه نورتاب بنفش- آبی یا رنگ‌دانه نورتاب زرد مایل به سبز شیشه‌ای با ظاهری جذاب، در شکل (۵) نشان داده شده است [۱۸].



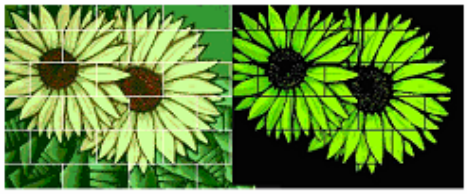
شکل ۵- رنگ‌دانه فسفرسانس بنفش - آبی به‌کاربرده شده بر روی سطوح شیشه‌ای تخت و حضور آن‌ها در نور روز (چپ) و در تاریکی (سمت راست)[۱۸].

[1] Wiese
[2] Glow in the Dark
[3] Kazazz

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

سرامیک‌های فتولومینسنت (درخشان) و شیشه‌های فتولومینسنت، با افزودن رنگ‌دانه فتولومینسنت در فرآیند مشترک تولید سرامیک و شیشه توسط یسیلای[1] و همکاران تولیدشده است شکل (۶). لعاب‌های فتولومینسنت متشکل از لعاب، رنگ‌دانه فتولومینسنت و همچنین کمی مواد افزودنی می‌تواند به‌طور مستقیم برای تولید محصولات نورتاب مورداستفاده قرار گیرد. در مقایسه با سرامیک و شیشه معمول، محصولات می‌تواند در تاریکی پس از جذب نور بدرخشند، این ویژگی سرامیک و شیشه استفاده گسترده‌تر این محصولات را در پی دارد [۱۵]. این گروه همچنین تحقیقات فراوانی از جمله بهبود پارامترهای فرایند در تولید رنگ‌دانه فسفرسانس زرد–سبز [۱۹] استفاده از لعاب فسفر در آجر و کاشی [۲۰] تولید رنگ‌دانه فسفر نورتاب طولانی‌مدت آبی و رنگ آبی مایل به بنفش را انجام داده‌اند [۲۱].

استفاده از سرامیک و شیشه‌های فتولومینسانس در خانه‌های داخلی و ساختمان‌های عمومی نه‌تنها می‌تواند باعث تزئین و زیبایی خانه و محیط کار شود، بلکه می‌تواند راحتی بیشتر به ساکنان با درخشش خود در تاریکی را به ارمغان بیاورد. سرامیک و شیشه‌های فتولومینسانس در یک طول‌موج نور خاص، می‌تواند از برخی از کپک زدن‌ها و بیماری‌ها جلوگیری کند [۱۵].



شکل ۶– صفحات داخلی فتولومینسانس [۱۵].

انتشار طول‌موج آبی‌رنگ با دوپنت Ce^{3+} توسط آنناپورنا[2] و همکاران بر روی شیشه اپتیک صورت گرفته [۲۲]، در نمونه دیگر هان[3] و همکاران در پتنتی با عنوان روش و ساختار شیشه تابناک در شب، ابداعی جدید را انجام دادند [۲۳].

همچنین در ادامه می‌توان به چند نمونه پتنت و مقاله برای مطالعه بیشتر برای آشنایی کامل‌تر با این حوزه از تحقیق اشاره کرد:

طیف‌سنجی فلورسانس توسط رومانی[4] و همکاران انجام‌گرفته شده است [۲۴]، شیشه با ترکیبات $ZnO\text{-}B_2O_3\text{-}SiO_2$ دوپنت شده با Ce^{3+} توسط آنناپورنا[5] و همکاران صورت گرفته و در آن نشر طول‌موج آبی تحت منبع UV مشاهده‌شده است [۲۲].

هان[6] در پتنتی با عنوان روش تولید و ساختار شیشه تابناک در شب، ابداعی جدید را انجام داده است، تولید شیشه نورتاب مورد استفاده در فضاهای تفریحی، باغ‌ها، (چراغ‌های تزیینات نورتاب) شامل روش‌هایی برای تولید شیشه با رنگ‌دانه‌های نورتاب است [۲۳].

قابلیت استفاده از لعاب دارای خاصیت فسفرسانس در دمای پایین و به‌کارگیری آن بر روی آجر و کاشی‌های سقف و دیگر موارد مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفت، این تحقق بر آن است که: آجرهای دارای رنگ قرمز می‌توانند دارای روکش‌های رنگی متفاوت از رنگ‌دانه‌های فسفر پوشانده شوند [۲۰]، تولید رنگ‌دانه سبز–آبی و سبز– زرد و به‌کارگیری آن در پوشش اپوکسی رزین ترکیب $SrAl_2O_4: Eu^{2+},Dy^{3+}$ و رزین اپوکسی تولیدشده و بر روی تخته‌های چوبی بکار گرفته می‌شود[۱۹].

این گروه همچنین تحقیقات فراوانی ازجمله بهبود پارامترهای فرایند در تولید رنگ‌دانه فسفرسانس زرد–سبز را انجام داده‌اند [۱۹].

کاشی‌های کف فتولومینسانس: شامل پرکننده معدنی غیر شفاف است، ماده‌های فتولومینسانس بروی سطوح قرار دارند و می‌تواند نور را جذب و سپس آزاد کنند که توسط نولت[7] ابداع‌شده است [۲۵].

پوشش شیشه‌ای فلوئورسانس در سال ۲۰۰۴ توسط هنرمند لتنر کریستینا[8] برای نمایشگاه استفاده شد. پوشش، مانند شیشه‌ای مات و متشکل از چند لعاب نازک از رنگ‌دانه‌های فلوئورسنت سفید متمایل به سبز با چسب، استفاده شد شکل (۷). پانل شیشه‌ای منحصربه‌فرد، توسط چهار لامپ UV، برای فعال کردن رنگ‌دانه مورداستفاده قرارگرفته شده است [۱].

---

[4] Yesilay
[2] Annapuma
[3] Han
[4] Romani
[5] Annapurna
[6] Han
[7] Nolt
[8] Christina Leitner

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]
[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

شکل ۷- شیشه فلوئورسانس [۱].

۵- نتیجه‌گیری

با عرضه مواد هوشمند، توانمندی‌ها و امکانات نو در اختیار مهندسان و طراحان قرار خواهد گرفت. این مصالح می‌توانند سبب بهبود روش‌های طراحی و ساخت ساختمان‌ها شوند. مواد دارای خاصیت فسفرسانس یا فسفر ذخیره کننده‌ی نور تابه‌حال به‌طور گسترده مورد استفاده قرارگرفته است. آن‌ها می‌توانند بعد از اینکه توسط یک منبع نور برانگیخته شدند، زمانی که برانگیختگی متوقف می‌شود تا مدت‌زمان طولانی به ساطع کردن نور از خود ادامه دهند، با به‌کارگیری این نوع مواد در معماری و فضاهای شهری شاهد کاهش استفاده از منابع فسیلی برای تولید انرژی‌های موردنیاز، خواهیم بود، همچنین در مقاطع زمانی که دسترسی به انرژی الکتریسیته میسر نیست، می‌توان از این نوع محصولات نورتاب استفاده کرد. همچنین این نوع مواد انرژی لازم برای برانگیخته شدن را توسط جذب نور مرئی و یا تابش نور فرابنفش و یا امثال این‌ها، به دست می‌آورند و می‌توانند برای یک‌زمان قابل‌توجهی اعم از چند دقیقه تا چند ساعت بعدازاینکه منبع تابشی قطع می‌شود، از خود نور ساطع کننده می‌توان از ویژگی‌های در حوزه‌های مختلف اعم از معماری شامل فضاهای تزئیناتی، پله‌ها، شیشه‌ها، روکش سرامیکی، دکوراسیون داخلی، سطوح دیوار و سایر اشیا برجسته در داخل و خارج ساختمان، در طراحی فضاهای شهری اعم از پل‌ها، آسفالت جاده‌ها، بتن، المان‌های تزئیناتی شهر، تیرهای برقی علائم راهنمایی و رانندگی و سایر موارد است.

مراجع

[1] Ritter, A. "Smart materials in architecture, interior architecture and design". Birkhauser, Berlin Germany, 2007.

[2] S. Elattar, Sh. Mohamed, "Smart Structure and Material Technologies in Architecture Applications", Academic Journals, Vol. 8, No. 13, pp.1512-1521, 2013.

[3] P. Ohara, C. Engeson, & W.St.Peter, "Turning on the Light: Lessons from Luminescence". journal of chemical education, Vol.82, No. 1, 2005.

[4] C. Odlum, Inventor; "Method for producing phosphorescent glass artifacts" U.S.Patent 6, 197,712B1, 2001 Mar 6.

[5] G. A. Waychunas, "Luminescence Spectroscopy". Reviews in Mineralogy & Geochemistry, Vol.78, pp.175-217, 2014.

[6] G. B.Jean – Claude, & P. Claude, "Taking advantage of Luminescent Lanthanide ions". Chemistry Society Reviews, Vol.34, pp. 1048- 1077, 2005.

[7] Feldmann et al," Inorganic luminescent material: 100 years of research and application". Advance functional materials, Vol. 13, No.7, 2003.

[8] Al-Baldawi, M. Thabit, "Application of Smart Materials in the Interior Design of Smart Houses " Civil and Environmental Research, Vol.7, No.2, pp.2224-5790, 2015.

[9] T.Almeida, A. Ruivo, A. Pires de Matos, R.Maria de Olivereira, , & A. Antunes, "Luminescent glasses in art". Journal of Cultural Heritage , Vol.9 , pp. e138-e142, 2008.

[10] F.Lopes, F.Ruivo, F., V.S.F. Muralha,. A. Lima, , Duarte, P ., Paiva, I ., Trindade, R., & Pires de Matos, A. "Uranium glass in museum collections" Journal of Cultural Heritage,Vol. 9, pp. e64-e68, 2008

[11] Sun, x-D. inventor:"Phosphorescent Blends ", U.S.Patent. 2005/0035331A1, Feb.17, 2000.

[12] Friedrich, D. inventor."phosphorescent compositions and use thereof" .U.S. Patent.2013/0153118A1,

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]

Jun.20. 2013.
[13] Phillips, T. L.& Alan Bodi, J. .inventors, "Daylight/ NightGlow Colored Phosphorescent Plastic Compositions and Articles", U.S.Patent, 6,375,864B1, Apr.23,2002.
[14] [Yan Conga,b, Bin Lia, Bingfu Leia,b, Wenlian Lia," Long lasting phosphorescent properties of Ti doped ZrO2, Journal of Luminescence Vol.126 , pp.822–826, 2007.
[15] Kaya, S. & Karasu, B, Karacaoglu, E., "General Review of application Phosphorescence pigments in ceramic industry", International Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Gigment Congress, pp.608-616, 2009.
[16] Yamazaki, M., Yamamoto, Y., Sawanobori, N., & Nagahama. Sh. Inventors, "Oxide phosphorescent glass capable of exhibiting a long lasting after- glow and photostimulated luminescence", U.S.Patent. 6,123,872, Sep.26.2000.
[17] Wiese, A., Washington, T., Tao, B., & Weiss, W. J. "Assessing Performance of Glow – in- the- Drak Concrete", 2015.
[18] Kazazz, H ., Karacaoglu, E., Karasu, B., & Agatekin, M, "Production of Violet – blue Emiting Phophors via Solid State Reaction and Their Uses in Outdoor Glass Fountain", Journal of American Science, Vol. 7, No.11, 2011.
[19] Karasu, B., Kisacik, Y., Kaya, G., Ucar, T. and Toplutepe, N. O., "Improvement of Process Parameters in the Production of Yellowish-Green Colour Phosphorescence Pigments, 3rd Ceramics, Glass, Enamel, Glaze and Pigment Seminar with International Participation (SERES'05) Proceedings Book, 767-771, 2005.
[20] Karasu, B., Kaya, G. & Ozkara, O., "Application of Phosphorescence Glazes on Bricks and Roof Tiles", 2nd International Terra Cotta Symposium Proceedings Book, Eskisehir, pp. 108-13, 2002.
[21] Karasu, B., Kaya, G. & Kibici, A, "The Production of Long Afterglow Blue and Blueish-Purple Phosphor Pigments", 6th International Ceramic Congress, Turkish Ceramic Association, pp. 272-276, 2006.
[22] Annapurna, k., Dwivedi, R. N., Kunda, P., & Buddhudu, S, "Blue emission spectrum of Ce+3:ZnO-B_2O_3-SiO_2 Optical glass", Materials letter, Vol. 58, pp.787-789, 2004.
[23] Wen Han, CH. Inventor, "Manufacturing Method and Structure of Night Glow Glass", U.S.Patent. 2010/0107692A1, May 6, 2010.
[24] Romani, A., Clementi, C., Miliani, C., & Favaro, G," fluorescence spectroscopy : A Powerful Technique for the Nonivasive characterization of Artwork", Accounts of chemical research, 2009.
[25] Nolt, R., inventor, "Photoluminescent floor tile us.patent", No, 6.875.989B2, Apr,5.2005.

[Downloaded from jicers.ir on 2024-04-18]

[DOR: 20.1001.1.17353351.1396.2.50.5.3]