

ساخت، حفاظت و مرمت با ملات حاوی میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی در راستای توسعه شهری و زیبایی منظر

عرفانه سادات احمدی^۱، وحید افشین مهر^{۲*}، سیدبدرالدین احمدی^۳، پیمان پیله‌چی‌ها^۴

- ۱- دانش‌آموخته رشته مهندسی شهرسازی، دانشگاه پیام نور، تهران erfaneahmadi@yahoo.com
۲- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه پیام نور، تهران (نویسنده مسئول) afshinm@pnu.ac.ir
۳- پژوهشگر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران sbahmadi@modares.ac.ir
۴- دکترای معماری، گروه معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران p.pilechiha@modares.ac.ir

چکیده

اهداف: استفاده از روش‌ها، فناوری مواد و مصالح میکرو-نانو ساختار و زیست سازگار در جهت تولید ملات حاوی پیگمنت سرامیکی (با سیمان رنگی سرامیکی) گامی در جهت توسعه و منظر شهری است. روش‌ها: روش تحقیق در این پژوهش با رویکرد کمی همراه با تحلیل کیفی از نوع روش ترکیبی؛ ابتدا از روش تحلیلی-کاوشی به‌خصوص در حوزه شهرسازی و در حوزه مواد و متالورژی از روش توسعه‌ای و در نهایت جهت جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات و دستاوردها به‌صورت تجربی (تمام آزمایشی) تحقیق را به نتایج عددی رسانده و در نهایت با تفسیر نتایج کیفی و کمی، نتیجه‌گیری نهایی پژوهش به سرانجام رسید. یافته‌ها: با استناد به نتایج آزمایشی-کارگاهی و نتیجه قابل قبول تست‌های مربوط به ملات سیمانی حاوی میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی که در تست‌های مقاومت فشاری و نفوذپذیری آب و بخار نسبت به سیمان بدون افزودنی افزایش داشت، مشاهده شد ماندگاری مواد پیشنهادشده قابل قبول است. این مواد و مصالح از نظر توسعه شهری باصرفه اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و نیز به علت طیف رنگ‌های متنوع این مواد و مصالح با ایجاد منظر زیبا نیز می‌توان استفاده نمود. نتیجه‌گیری: در نهایت استفاده از روش‌ها، فناوری مواد و مصالح میکرو-نانو ساختار و زیست سازگار در جهت تولید ملات حاوی پیگمنت سرامیکی (با سیمان رنگی سرامیکی) می‌تواند گامی در جهت زیبایی منظر و توسعه شهری باشد.

واژه‌های کلیدی: سیمان رنگی، ساخت‌وساز شهری، مواد و مصالح زیست سازگار، حفاظت و مرمت، زیبایی منظر.

مقدمه

برای ساخت‌وساز، حفاظت و مرمت میراث آینده کشورها از بهترین مواد با ماندگاری بالا، جهت ایجاد بنا و فضای زیبا همگام با توسعه شهر که از نیاز جوامع امروز است، می‌توان از فناوری نوین میکرو-نانو بهره جست [۱-۲]. واژگان مختلفی با مضمون‌های متفاوت برای تحولات شهری به کار گرفته شده است که تفاوت میان آن‌ها به راحتی آشکار نیست، مانند نوسازی، نوشدن، توسعه مجدد، توان‌بخشی، مرمت، تجدید حیات، بازسازی، بازآفرینی، رنسانس و... توسعه شهری، استراتژی جدید توسعه که به‌عنوان ابزاری در درون استراتژی‌های تحول شهری (توسعه مجدد، تجدید حیات و بازآفرینی شهری) به کار می‌رود [۳]. در یافتن مسیر علمی توسعه همراه با ضرورت و اهمیت مباحث هویت در سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه هویدا است. سیاست‌هایی که خط‌مشی کلی تدوین یک سند فرادستی را مشخص می‌کند. در بخش اجتماعی این ابلاغیه و در بند ۴۸، بر موضوع هویت‌بخشی به سیمای شهر و روستا و بازآفرینی و روزآمدسازی معماری و شهرسازی ایران اشاره دارد [۴].

جهان در حال پیشرفت در حوزه‌های گوناگون فناوری است و همواره به آگاهی از موضوعات زیست‌محیطی و توسعه شهری به‌عنوان اولین ملاک‌های سنجش هر تفکر خلاق می‌نگرد، سیستم‌ها و ساختمان‌های سبز، باهدف استفاده بیشتر از منابع محیطی، منطقی سازی مصرف انرژی و به دست آوردن یک محیط پاک می‌کوشد. مواد و مصالح در دستیابی به این مهم، جایگاه ویژه‌ای داراست؛ راحتی ساکنان و محافظت از ساختمان علاوه بر دستیابی به ارزش زیبایی و توجه به توسعه در مشخصات ساختمان و مواد و مصالح آن به‌طور ویژه پرداخته می‌شود. اهمیت مواد و مصالح سبز و نقش آن‌ها در دستیابی به ادغام نمای ساختمان با محیط‌زیست منجر به دو دسته طبقه‌بندی محصولات سبز نما گردیده است. توسعه‌یافتگی بر مدار محیط‌زیست (راحتی، زیبایی، حفاظت و حفظ ایمنی محیط) و توجه به مکمل عناصر محیطی، ازجمله (گیاهان و درختان) و منطقی سازی مصرف آب و آبیاری را میسر می‌سازد [۵]. در طراحی شهری از عناصر اولیه ارتباطات بصری می‌توان بر نقطه، خط، فرم، جهت، رنگ، ابعاد، مقیاس، بافت و حرکت اشاره کرد [۶]؛ فضاهای شهری به‌طور معمول توسط تعدادی توده ساختمانی محدود تعریف شده‌اند که دارای حجم و سطوح قابل‌رؤیت از فضای عمومی می‌باشند. هر حجم به‌نوبه خود متشکل از سطوح مختلف است. این سطوح از بنا را معماران، نما می‌نامند و بنا به موقعیت این سطوح بیرونی بنا، آن را نمای اصلی یا نمای جانبی خطاب می‌کنند [۷]. همچنین المان‌های شاخص انسان‌ساز یا طبیعی بخصوص المان‌هایی که از خصوصیات فیزیکی، ابعاد و تناسبات ویژه‌ای برخوردارند در زمره نشانه‌های خاص شهری قرار می‌گیرند. بافت غالب، مصالح، کیفیت‌های رنگی و نوری شاخص، موضع قرارگیری ناظر و همچنین احساس کلی که از فضای شهری دریافت شده است نیز ازجمله جنبه‌های اصلی است که سبب تشکیل شخصیت آن منظره در ذهن بیننده خواهد شد. بنابراین می‌توان ارزش‌های بصری را مهم‌ترین بخش از کیفیت‌های محیطی محسوب کرد که در تقویت یا تضعیف حس یک مکان مؤثر می‌باشند. کیفیت‌های بصری همچنین در مواردی سمبل هویت ملی و منطقه‌ای نیز می‌باشند به‌طوری‌که تقویت هویت خود معیار مهمی برای تقویت شخصیت بصری محسوب می‌شود [۸].

تهیه مصالح ساختمانی، انرژی بسیار زیادی را به خود اختصاص داده و منابع تجدید ناپذیر، محیط‌زیست را به‌شدت تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد. حتی روستاها و دشت‌ها نیز دیگر بکر نیستند و آثار تمدن امروزی که آلودگی و تخریب محیط‌زیست را با خود به ارمغان داشته، در همه‌جا مشاهده می‌گردد [۹].

از دیگر سو، نوآوری، بهسازی و ترکیب مواد و ماندگاری مصالح ساختمانی با فناوری‌های نوین، نیاز و ضرورت امروز است. سیمان و مشتقات آن نیز در فرآیند ساخت‌وساز نقش کلیدی ایفا می‌نماید و بدین‌جهت، محصول و کالایی استراتژیک در پیشبرد اهداف والای کشورها است. ازجمله بخش‌هایی که مصرف سیمان در آن بسیار بالا است، مرتبط با راه‌سازی، سازه‌های بزرگ، سدسازی، پل‌سازی، ساختمان و مسکن، بندرها و اسکله‌های دریایی و بازسازی بناها و ملات بناهای آجری، مرمت بناهای تاریخی و ساخت انواع بلوک پیش‌ساخته مصرف می‌شود [۱-۲]. در ترکیب سیمان‌های نوین، تغییراتی از قبیل افزودن پودر سرامیک‌های اکسیدی، میکرو ذرات، افزودنی‌های مختلف و رنگ‌دانه‌های سرامیکی لازم است در تولید سیمان رنگی جدید مورد مطالعه کاملاً علمی، فنی و مهندسی، زیست‌محیطی و اقتصادی قرار گیرد تا هم از نظر بهبود مشخصات ملات و بتن و افزایش مقاومت و پایداری آن پیشرفت‌هایی حاصل شود و هم از نظر اقتصادی در هزینه‌ها صرفه‌جویی مناسب در مصرف سیمان گردد. در این طرح مباحثی علمی- پژوهشی و فناوری- عملیاتی ارائه شده است [۱-۲].

چشم‌انداز شهر می‌تواند در گسترش تجربه زیبایی‌شناختی شهروندان، به‌ویژه در ارتقای بصری، نقش مهمی در شکل‌گیری تصویر جامعه داشته باشد. بدیهی است که آنچه به شهر هویت می‌بخشد و باعث آسایش ساکنان در شهر می‌شود، منظر شهری است [۱۰]. انسان به‌طور ذاتی به زیبایی علاقه‌مند است که این مفهوم بیشتر در ارتباط با واژگان مطلوبیت، تناسب، لذت، خوشنودی، خیر و سودمندی می‌تواند معنا یابد [۱۱].

اهمیت رنگ در تقویت هویت شهر و خوانایی محیط و ایجاد نشاط مهم است. فضاهای شهری و القای حس مکان و احساس وحدت در شهر و همچنین تأثیرات روانی بر افراد و ایجاد کیفیت فضایی، همچنین ضرورت استفاده از رنگ در منظر در بسیاری از شهرها در کشورهای مختلف قرار دارد. استفاده مناسب از رنگ به‌عنوان پیوندی بین انسان و محیط‌زیست و به‌عنوان ساده‌ترین و مؤثرترین عامل برای نشاط و خوانایی شهر مورد استفاده قرار گرفته است [۱۰]. نما و جایگاه آن در شهر؛ نما در لغت‌نامه دهخدا به معنای صورت ظاهری هر چیزی، آنچه در معرض دید و برابر چشم است و آنچه از بیرون دیده می‌شود و همچنین منظره خارجی بنا و عمارت، فن روستازی ساختمان و ساختن نمای عمارت است. در سال‌های اخیر پس از مطرح‌شدن دوباره اهمیت فضاهای عمومی

و ارزش زندگی شهری، نما اهمیت دوباره‌ای یافته است [۱۲]. در معماری غرب، نما دارای حالت نمایشی است؛ و نشان می‌دهد نوع مصالح و نحوه به‌کارگیری آن‌ها در نما می‌تواند بر میزان پایداری نما تأثیر داشته باشد [۷].

درک از رنگ‌ها و عناصر رنگی شهر، راه‌حلی را ارائه می‌دهد که بیش از همه "طراحی جامع شهری" را ارائه می‌دهد. با توجه به آب‌وهوا، فرهنگ و هویت محله‌های مختلف منجر به جهت‌گیری و چشم‌انداز موضوعات رنگی می‌شود [۱۰]. افزایش استفاده از سرامیک‌های رنگی و تقاضای کیفیت بهتر، تحقیقات را در زمینه تولید رنگ‌دانه‌های جدید با ماندگاری و قابلیت تکرارپذیری بیشتر، تحریک می‌کند که می‌تواند با استفاده از روش‌های سنتز ارزان، ساده و سازگار با محیط‌زیست تولید شود [۱۳].

برگ، در کتابی به نام "اکولوژی مصالح ساختمانی"، ابتدا ضوابطی برای منابع، آلودگی، محصولات بومی، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مصالح ساختمانی و تشخیص مواد و مصالح زیست‌محیطی بیان می‌کند و در قسمتی اکولوژی مواد خام و مصالح اولیه مثل آب، معادن فلزات، سنگ، مصالح خاکی و مواد شیمیایی برای رنگ زدن و لعاب زدن را بررسی می‌کند [۱۴]. پ. تورگه در مقاله «ساخت‌وساز و مصالح سازگار با محیط‌زیست»، آخرین یافته‌ها در زمینه مصالح، به‌ویژه جنبه‌های رسمی، انرژی نهفته شده مصالح، ساخت‌وساز و انهدام ضایعات، استفاده از مواد زائد در بتن، دستگاه سنگ‌تراشی، مواد تقویت‌شده با الیاف گیاهی، ساخت‌وساز زمین، جنبه ماندگاری مصالح و همچنین اهمیت فناوری نانو برای توسعه مواد و مصالح سازگار با محیط‌زیست بیان می‌کند [۱۵]. ادريانا، با تجزیه و تحلیل دو نمونه از مصالح ساختمانی که باهدف ساخت‌وساز پایدار و حفاظت زیست‌محیطی انجام شده است؛ در محاسبه انرژی، انرژی اولیه تولید گازهای گلخانه‌ای، گرمایش زمین و پتانسیل اسیدی شدن را سنجید. [۱۶]. نتیجه‌گیری کلی از مطالعات متعدد در حوزه علم و کاربری نانو مواد این بود که: فناوری‌های نانو دارای مزایای زیست‌محیطی بودند [۱۷].

مواد و روش‌ها

مباحث مرتبط با تحولات مؤثر در توسعه معنادر شهر فراوان است و مهم‌ترین آن‌ها تجدید حیات شهری، توسعه مجدد و بازآفرینی بوده‌اند. رویکرد بازآفرینی دیدی جامع‌تر و یکپارچه‌تر به حل مشکلات شهری که این زمینه فرصت‌های زیادی برای تحول شهری و بهبود کیفیت زندگی مردم به همراه دارند. از سویی مؤلفه‌های برنامه‌ریزی (سیاسی، مدیریت و رهبری، قانونی، اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی)، طراحی (عوامل زمینه‌ای، حس مکان و هویت) از آن جمله‌اند [۳]. طراحی زیبایی‌شناختی فضاهای شهری بر پایه مقیاس انسانی است. این طراحی فرصت‌هایی را برای افزایش ارزش‌های خوشی در ساخت محیط شهری ایجاد می‌کند. در طراحی شهری نیز این مؤلفه یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های کیفیتی است. بین برانگیختن احساسات عاطفی محیط شهری و ادراک زیبایی توسط بیننده ارتباط وجود دارد. پیچیدگی، تنوع، تازگی، متحیرکننده، ابهام، ناسازگاری، سازگاری از ویژگی‌هایی هستند که در محیط رخ داده و بیننده با ادراک این ویژگی‌ها، ارزش خوشی، لذت، واکنش مثبت، جذابیت، انگیزه‌ی مثبت در او ایجاد می‌شود. از سوی دیگر این مؤلفه ارتباط بین عناصر ساختار فضای شهری و تصویر ذهنی مردم در فضاهای شهری معاصر و اینکه این عناصر چگونه در حواس انسان‌ها تأثیر می‌گذارند را مورد بررسی قرار می‌دهد [۱۸].

اگر پروژه‌ها مطابق با آنچه شهر نیازمند آن است، درک شوند و توسعه یابند می‌توانند عمیق بر روی بازآفرینی فضاهای ناکارآمد شهری تأثیرگذار باشند که مرسوم‌ترین آن‌ها توسعه مجدد، تجدید حیات و بازآفرینی شهری هستند. توسعه مجدد برای زمین‌هایی به کار می‌رود که بلااستفاده بوده، ساختمان‌ها و زیرساخت‌های فرسوده دارند و در عین حال فرصت‌های محدود اقتصادی در آن‌ها موجود است. تجدید حیات شهری مخصوص مناطقی است که بحران اقتصادی را تجربه می‌کنند و به لحاظ کالبدی فرسودگی قابل‌توجه دارند؛ اما در این میان، از بازآفرینی دیدی جامع‌تر و یکپارچه‌تر نسبت به حل مشکلات شهری جهت بهبود شرایط اقتصادی، کالبدی، اجتماعی و زیست‌محیطی دارد و در واقع خود شهر و موجودیت آن را هدف قرار می‌دهد. بازآفرینی نوعی نگاه مداخله‌ای است و نگاه به گذشته دارد و هویت جدیدی متناسب با شرایط زندگی مردم عصر جدید خلق می‌کند، بدون اینکه هویت‌های تاریخی پیشین را پاک‌سازی نماید [۳]. کیفیت محیط شهری شامل ابعاد اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی محیط است که نشان‌دهنده میزان رضایت‌مندی مردم از محیط شهری می‌باشد. در حقیقت برای دستیابی به کیفیت طراحی شهری باید تک‌تک ابعاد محیطی مورد ارزیابی قرار گیرند؛ بنابراین کیفیت طراحی شهری را باید راستای مؤلفه‌ها و ابعاد سازنده مکان تعریف نمود [۱۱].

پتانسیل‌هایی برای احیاء مجدد زمین‌های شهری وجود دارد که شامل:

۱. اقتصادی: به دلیل وجود زیرساخت‌ها، هزینه‌های توسعه کاهش می‌یابد؛
۲. اجتماعی: مردم را درگیر پروژه می‌کند، فضای عمومی جدید ایجاد میکند و تعاملات اجتماعی را تشویق می‌نماید؛
۳. اکولوژیکی: زمین شهری توانایی حمایت از رشد اکولوژیکی و مدیریت مؤثر بر محیط شهری با مدیریت آب باران و کاستن از جزایر گرمایی شهری بدست می‌آورد؛

۴. معماری: باعث افزایش حس مکان، مداخله در طرح‌های آینده و ایجاد فضاهای سرزنده، می‌شود [۳].

با نگاهی کوتاه به تاریخ تحول در شهرها، فناوری و معماری، جهت نگه‌داری پیوسته از بنا موارد زیر باید مد نظر باشند: ۱. توسعه‌ی برنامه نگه‌دارنده برای سازه و معماری ۲. طراحی اجزا به‌صورت قابل تعویض و قابل دسترس ۳. اجتناب از کاربرد مصالح شیمیایی و سمی که برای نگهداری آینده و موادی که برای محیط خطرناک است [۱۹]. مؤلفه‌ی تجربی-زیباشناختی و دو بعد تشکیل دهنده‌ی آن، فعالیتی و تصویری محیط شهری توجه به مؤلفه‌ی تجربی-زیباشناختی به عنوان یکی از مؤلفه‌های اولیه در ارتقای کیفیت سازنده مکان حائز اهمیت است. پس از بررسی تحلیل‌ها می‌توان نتیجه گرفت کیفیت خوانایی خوانایی محیط شهری عبارتی است که در ذهن هر یک از افراد می‌تواند تعریف متفاوتی داشته باشد چرا که میزان خوانا بودن محیط بستگی به شکل‌گیری نقش‌های شناختی در چهارچوب ذهنی افراد دارد. روشن است، شخصیت بصری فضای شهری به معنای ویژگی‌هایی است که در هر یک از کاربری‌های آن فضا وجود داشته و براساس حضور مردم قابل‌رویت است، گفته می‌شود. همچنین این کیفیت بر ارتقای کیفیتی از بعد بصری همچون رفاه عمومی بصری، کاهش ناهمگونی بصری، ساماندهی گرافیک شهری و هنر بصری توجه دارد [۲۰].

شخصیت بصری در برگرفته‌ی مهم‌ترین کردورهای دید محیط شهری، چشم‌اندازها و تناسبات ساختمانی و محیط طبیعی است. این منابع دید می‌تواند چشم‌اندازی از آب نماها، پارک‌های عمومی، ساختارهای تاریخی یا حتی عوامل طبیعی همچون فضای سبز، توپوگرافی، ساختار زمین‌شناسی، رودها و دیگر منابع آبی را شامل شود، از آنجا که این مؤلفه در برگرفته‌ی دو بعد «فعالیت» و «تصورات» از محیط شهری است لذا برای تحلیل وضع موجود باید نظریات مردم (بعد ذهنی) و شواهد بصری محیط (بعد عینی) در نظر گرفته شود [۱۱].

از آنجا که گرایش شهروندان به فضاهای شهری شامل کیفیت فضای شهری، تعامل و ارتباطات اجتماعی-روانی، ناشی از تأثیرات زیباشناختی است؛ بنابراین باید در طراحی فضاهای شهری جذاب و زیبا به ارتقای سطح کیفی سیما و منظر آن در مقیاس انسانی توجه کرد [۲۰]. اغلب دو روش پایدار جهت ساختارهای معماری که در طول تاریخ مورد آزمایشگری بوده‌اند، در اینجا آورده شده‌اند ۱- ساختار دائمی؛ ساختاری با کیفیت بسیار بالا و عمری طولانی ۲- سازه موقتی؛ این سازه‌ها جهت ساختمان‌های ارزان‌تر در راستای اهداف توسعه، حداقل آلودگی، انعطاف‌پذیر و قابل تطبیق با شرایط محیط و نیازهای ساکنان آن باشد. از سویی بتواند توسعه‌های آتی را بپذیرد، قابل به‌روز شدن باشد، مصالح بومی و قابل بازگشت به محیط‌زیست باشد، طراح کاملاً آشنا با محیط احداث بنا بوده و به عبارتی بومی باشد. می‌توان نتیجه گرفت که ساختمان‌های آینده باید آنچه که در هر دو تجربه به‌صورت شاخص و مشترک قابل‌رویت در نتیجه‌گیری است، این است که هر دو با مصالح بومی مناطق خویش ساخته شده باشند [۲۱]؛ بنابراین برای ارزیابی این مؤلفه باید متغیرهای کیفیتی را در نظر گرفت که هم عناصر فضای شهری و هم تصویر ذهنی مردم را پوشش دهد؛ چراکه با شناخت و ادراک مردم نسبت به عناصر و محیط شهری کیفیت محیط شهری مطلوب پدیدار می‌شود؛ از سوی دیگر ارزش‌های بصری نیز مهم‌ترین بخش کیفیت محیطی هستند که در هویت‌مندی و اصالت‌بخشی مکان نقش بسزایی ایفا می‌کنند. عموماً خوانایی نقش مهمی را در منظر شهری بازی می‌کند؛ چرا که خوانایی نقش اجتماعی از یک صحنه واضح دارد که می‌تواند خاطرات مشترکی را بین شهروندان برقرار سازد [۲۲].

در برنامه‌ریزی و طراحی شهری، به‌کارگیری مصالح سازگار با محیط‌زیست امری ضروری است که بخشی از این مصالح در نمای ساختمان‌ها در شهر استفاده می‌شود. عوامل بسیاری در کیفیت مطلوب مصالح اهمیت دارد که می‌توان عواملی مانند سازگار بودن با طبیعت، قابلیت ماندگاری طولانی، مصرف انرژی پایین و ... را برشمرد. همچنین با گسترش روزافزون ساختمان‌سازی و تنوع مصالح جدید ضرورت شناخت و استفاده از مصالح ماندگار نیز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با بررسی قوانین و ضوابط در زمینهٔ نمای ساختمان می‌توان بیان کرد که در ایران ضوابط خاصی برای طراحی نما و نوع مصالح مورد استفاده در آن‌ها وجود

ندارد. به همین دلیل سازندگان براساس زیبایی و سود اقتصادی و سلیقه، به طراحی نما می‌پردازند و مسائل اجتماعی، زیست‌محیطی و به‌طور کلی مفاهیم توسعه شهری را کمتر در نظر می‌گیرند. این موضوع یکی از مشکلات طراحی نمای ساختمان‌ها در ایران است؛ بنابراین با توجه به اهمیت موضوع مصالح پایدار و قابل استفاده در نماهای شهری، در تحقیقات گسترده موردبررسی واقع شده است [۷].

نمای پایدار در توسعه شهری یکی دیگر از عواملی است که در انتخاب مصالح نمای ساختمان مطرح می‌شود. سه اصل استحکام، زیبایی و فایده از اصول مطرح شده نمای پایدار است [۲۳]. طراحی نمای پایدار باهدف ارج نهادن در برابر سه اصل استحکام و مقاومت به معنی حداقل تخریب بلایای طبیعی و غیرطبیعی؛ پایداری به معنی قابلیت استفاده مجدد در بنایی دیگر و زیبایی به معنی سازگاری با روحیه مردم، مطرح گردیده است. شایان ذکر است که استفاده از مصالح هوشمند و میکرو-نانو مواد و مصالح نیز می‌تواند راهکارهای مهم در این زمینه باشد. مصالح هوشمند یک اصطلاح جدید برای مصالح فرآورده‌هایی است که توانایی درک و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش مناسب نشان می‌دهند [۲۴]. به بیان دیگر، این مصالح قابلیت تغییرپذیری داشته و قادرند شکل، فرم، رنگ و انرژی درونی خود را به طرز برگشت‌پذیر در پاسخ به تأثیرات فیزیکی یا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند [۲۵].

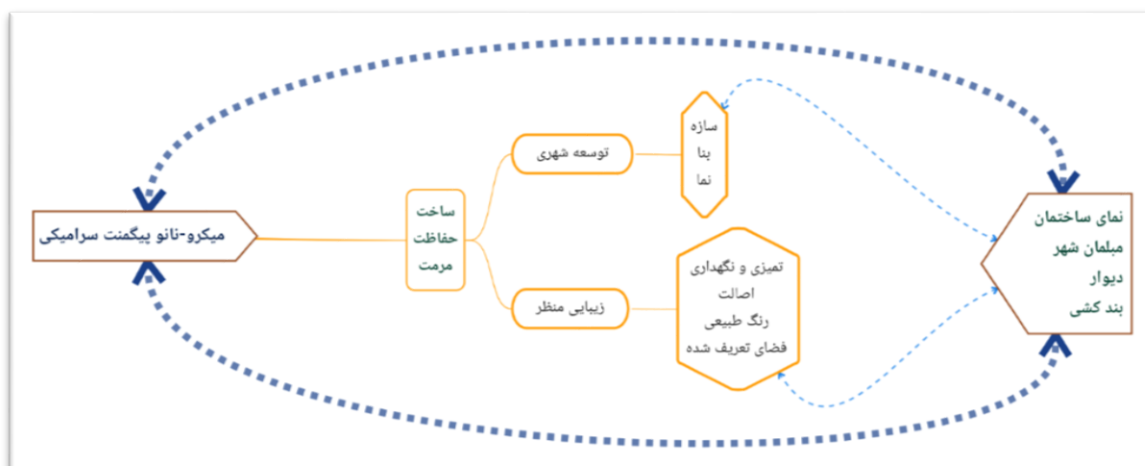
- آگاهی داشتن از نقش عایق حرارتی و برودتی، - محافظ بودن؛ [۲۶]. عایق صوتی؛ - جلوگیری از نفوذ آلودگی‌های شهری به داخل ساختمان، - جلوگیری از فرسودگی زود هنگام ساختمان تحت تأثیر عوامل محیطی (زلزله، باد، باران اسیدی و رطوبت‌های خورنده، یخبندان، گازهای اسیدی موجود در هوای آلوده شهرهای بزرگ، پرتوهای مضر خورشید مثلاً اشعه ماوراءبنفش، گرد و خاک‌ها و دوده‌های حاوی مواد شیمیایی)؛ سبب افزایش عمر ساختمان می‌شود. [۷-۱۲].

اهمیت رنگ در منظر شهری

منظر شهری، هنر ادغام دیداری و ساختاری در مجموعه ساختمان‌ها، خیابان‌ها و مکان‌هایی است که باعث شهرنشینی می‌شود و محیط، فرهنگ و هنر نحوه برقراری ارتباط بین اجزای مختلف بدنه شهر است. اهمیت رنگ در تقویت هویت شهر و خوانایی محیط و ایجاد نشاط مهم است. واضح است که رنگ‌های طبیعی مصالح محلی، در جایی که ساختمان‌ها ساخته شده‌اند، شهر را با مورفولوژی، آب‌وهوا و فرهنگ مردم است. به این ترتیب در گذشته، رنگ نشانه هر شهر ثابت بود و بخشی از هویت آن بود؛ بنابراین، با وجود تفاوت در مقیاس و توابع، نوعی اتفاق نظر در سراسر شهر وجود داشت. هر شهر هویت رنگی خاصی داشت. در این شهرها، بنای یادبود شهری، ساختمان‌ها، به‌ویژه ساختمان‌های مذهبی، با تزئینات کاشی رنگارنگ در زمین خاکی خود می‌درخشیدند و خود را متمایز می‌کردند. ذهن هر بازدید کننده‌ای تجربه جابجایی در چنین فضاها شهری به دلیل وحدت آن مسالمت آمیز بود و به همین دلیل سرزنده و متنوع بود. زیبایی ظاهری ساختمان‌ها و داشتن نقش عایق حرارتی و برودتی چند شاخص مؤثر در افزایش زیبایی و در مصرف انرژی در فصول مختلف است [۲۷].

رنگ در شهر مسبب تنوع است، درحالی که عوامل رنگی شهر را نیز هارمونی میبخشد و هماهنگ می‌کند. انواع تبلیغات و علائم جاده‌ای شهری، جهت رانندگی، رنگ پوشش مردم، رنگ اتومبیل، تغییر فصل، بستر طبیعی و وابستگی از موقعیت جغرافیایی هر شهر، علاوه بر عوامل معمول مانند ساختمان‌ها، کف‌ها و سایر عناصر ثابت شهری، چهره رنگارنگ آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مورد، حتی انتخاب هدفمند رنگ عمومی است وسایل نقلیه حمل‌ونقل، از جمله اتوبوس، تاکسی و غیره یا تداخل در رنگ‌آمیزی تابلوها، مانند ویتترین مغازه‌ها و سایر علائم شهر، می‌تواند کاملاً رنگ شهر را تغییر دهند [۲۸].

تصویر ۱ رابطه مستقیم و غیرمستقیم میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی با مؤلفه‌های شهری



یافته‌ها

امروزه طراحی ساختمان‌ها، در کشورهای مختلف بر اساس رویکرد توسعه شهری بررسی می‌شود. بدین منظور از روش‌های مختلفی جهت بررسی میزان پایداری بناها استفاده می‌شود. [۷] چند ویژگی این مصالح مانند شکل مصالح، میزان سختی، دوام و رنگ آن‌ها در یک حالت کنترل شده یا تحت اثر محرک خارجی مانند فشار، دما، PH و رطوبت، نیروی الکتریسیته یا میدان‌های مغناطیسی به صورت قابل توجهی تغییر می‌کند. از مهم‌ترین مصالح هوشمند موجود در صنعت ساختمان می‌توان به بتن و شیشه هوشمند مورد کاربرد در ساختمان‌ها اشاره کرد. [۲۹]. نخستین گام برای دستیابی به اهداف توسعه شهری در صنایع مختلف، شناسایی پیامدهای گوناگون ناشی از آن صنعت است. صنعت ساختمان نیز بخشی از محیط‌زیست را تشکیل می‌دهد و بخش اعظمی از آلودگی‌های زیست‌محیطی را ایجاد می‌کند [۳۰]. گاز دی اکسید کربن حاصل از تولید سیمان در فرآیند توسعه همگام با محیط‌زیست کاهش استفاده از منابع تجدید ناپذیر در صدر اولویت راهبردی کشورهای در حال توسعه است، مصالح حفاظت از محیط‌زیست و ساختمان سبز می‌تواند به طور غیرمستقیم یا مستقیم بر محیط‌زیست، انرژی تأثیر بگذارد، به طوری که آن‌ها می‌توانند به یک چرخه دانش محور و توسعه برسند [۳۰]. انرژی از مهم‌ترین ابزارهای لازم برای رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی کشورها است. در زمینه حفاظت محیط‌زیست شهری توجه به موارد زیر ضروری و بخشی از اساس طرح است: حفاظت از باغات -حفاظت از چشمه‌ها و رعایت حریم کمی و کیفی آن‌ها -رعایت محدوده و حریم مسیل - توسعه زیرساخت‌های مربوط به جمع‌آوری فاضلاب شهری -توسعه کالبدی همسو با اقلیم و معماری بومی [۳۱].

از سویی دیگر، برای حفاظت از نمای شهری، میزان افزودنی بر سیمان رنگی علاوه بر تغییر در مقاومت و نفوذ می‌تواند روی ماندگاری آن نیز اثر بگذارد. به طوری که کنترل مقاومت فشاری و نفوذ مستقیماً بر ماندگاری ملات و سیمان اثرگذار خواهد بود و از طرف دیگر اثر ماندگاری با نفوذپذیری نیز رابطه مستقیم بر دوام ملات و سیمان اثرگذار خواهد بود و از طرف دیگر اثر نفوذپذیری نیز رابطه مستقیم دارد که در حد بحث این مبحث نیست و لازم است اختصاصاً به این مقوله پرداخته شود. [۱-۲] در اینجا به عوامل مؤثر در سایش، فرسایش و نفوذپذیری یعنی خوردگی تحت تأثیر یون هالوژن‌ها، یون گوگرد، یون کربن اشاره می‌شود و ضرورت دارد در این راستا، تست‌ها و آزمایش‌های اختصاصی تحت عنوان یک مبحث تخصصی به انجام برسد. اجرای پروژه‌هایی که از ابزارهای دیجیتال برای طراحی آن‌ها استفاده خود یکی از چالش‌های پیش روی معماران در این روش‌ها است. این شیوه از آجرچینی به دلیل تعداد زیاد آجرها و قرارگیری هر کدام به شیوه‌ای خاص، با روش‌های ساخت سنتی و معمول بسیار متفاوت و مشکل است. البته، مرمت و حفاظت و پاک‌سازی سطوح این طرح‌های پیچیده، مشکل به نظر می‌رسد؛ که جهت پوشش‌های میکرو-نانو فناوری شده غبارگریز و آب‌گریز می‌توان محافظت این نماهای پیچیده و مرمت آن‌ها را تضمین نمود [۳۲].

همان‌گونه که جدول شماره ۱ نیز نشان می‌دهد، مهم‌ترین مبحث در مقوله ماندگاری مواد و مصالح، به‌ویژه مصالح پایه سیمانی، مقاومت فشاری و نفوذپذیری است؛ قطعات سیمانی به روش سنتی (ملات شاهد) با دانسیته کمتر و مقاومت فشاری کمتر و نفوذپذیری بیشتر و بر اساس فناوری‌های نوین با استفاده از پیگمنت‌های سرامیکی و افزودنی‌های مجاز، دانسیته بیشتر و مقاومت فشاری بیشتر و البته نفوذپذیری کمتر برخوردار است. نتایج نشانگر تأثیر قابل توجه بر پایداری مواد و مصالح در شهر و

کاربری نماسازی نوین رنگی بر مبنای زیبایی محیط از یک سو و قابلیت حفاظت از محیط زیست و بازگشت به چرخه بازیافت کمک می نماید.

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و مکانیکی قطعه ملات سیمانی و قطعه ملات سیمانی رنگی

ردیف	عنوان	استاندارد	قطعه سیمانی به روش سنتی (ملات شاهد)	قطعه سیمانی بر اساس تکنولوژی سیمان و افزودنی (ملات نوین)	قطعه سیمانی میکرو-نانو تکنولوژی سیمان رنگی و افزودنی (ملات ویژه رنگی)
۱	دانسیته (t/m ³)	EN1926	۱/۷ - ۱/۹	۱/۸ - ۲/۱	۲/۱ - ۲/۳
۲	مقاومت فشاری (MPa)	ASTM c170	۱۰۰ - ۱۴۰	۱۴۰ - ۱۸۰	۱۶۰ - ۲۴۰
۴	نفوذپذیری - Cm	BIS4388	۲ - ۴	۰/۵ - ۲	۰/۱ - ۰/۵

ماتریس بررسی ملاکها (جدول ۲) از آسیب شناسی وضع موجود تا آینده نگری جهت کاربری و توسعه سیمان های نوین نشان می دهد که تفکر سنتی و ابزارهای موجود قدیمی اجازه تغییر در روند اصلاح و بهبود سیمان های جدید را صادر نمی کند. کمبود دانش و آگاهی کاربران و مشکلات جانبی کارگاه های تولیدی و عدم دسترسی به پژوهشگران عمل گرا به نقاط ضعف روند قدیمی افزوده است. لذا با توجه به تحقیقات گسترده درخصوص توسعه و منظر شهری، لازم است با شناخت و مدیریت تهدیدها همراه با کوتاه نمودن تبیین معیارها و پذیرش ریسک در بازارهای جدید و به کارگیری استانداردها، جامه عمل پوشاند. واضح است، نقاط قوت این روند به کاربردهای چندگانه مواد و مصالح، انگیزه و علاقه مندی نسل جدید به مکاشفه و خروجی های مؤثر بر حفظ محیط زیست و بازیافت مواد و مصالح زیست سازگار، فرصت های طلایی را با قابلیت پذیری انواع سیمان های جدید، کاربری های بینارشته ای و تجاری سازی ملی و منطقه ای را افزایش می دهد؛ بنابراین همچنان در مسیر معرفی پروژه های اثربخش و طرح های منتهی به بهبود مستمر، می توان مدیریت زمان و هزینه با افزایش کیفیت و ارتقای استانداردها به عنوان مدل های نوین آینده پژوهی اقدامات اجرایی به عمل آورد.

جدول ۲ - ماتریس آسیب ها و آینده نگری، جهت سیمان های نوین متناسب اهداف عملیاتی (منبع: نگارندگان - ۱۳۹۹)

آینده پژوهی	فرصت ها	تهدیدها	نقاط قوت	نقاط ضعف	آسیب شناسی
مدیریت حفظ و کنترل زمان	تنوع مصالح جدید با قابلیت های متنوع سیمان	روند طولانی معیار سازی	کاربردهای چندگانه حوزه مواد و انرژی	کمبود دانش و آگاهی مردم از فناوری نوین	ترس از تغییر مواد و مصالح پایه سیمانی
مدیریت کنترل هزینه و درآمد	چشم انداز روشن برای فناوری دانش بنیان	عدم قطعیت از نتایج تست ها	دانش و علاقه مندی نسل جدید به کاوش	مشکلات اجرایی در سطح تولید کارگاهی	تفکر سنتی نسبت به سیمان
مدیریت دسترسی به مواد و مصالح	زمینه سازی تحقیقات متعدد و بین رشته ای	شکست در بازارهای جدید	تطبیق پذیری زیاد با محیط زیست	کمبود ساخته ها با مصالح جدید	ابزار و تجهیزات قدیمی تولید
ارتقای کیفیت و سطح استاندارد	شکل پذیری صنایع نوین و تجاری سازی	عدم دسترسی به تعریف استاندارد	روند کنترل و نظارت بر تولید متناسب	کمبود پژوهشگر مستقل و توانا در حوزه سیمان	عدم دسترسی مستمر به مواد اولیه

بحث

روش کار آزمایشگاهی و کارگاهی

بعد از آماده نمودن مواد اولیه و وسایل مورد نیاز، مقادیر لازم مواد اولیه مصرفی (سنگدانه یا خاکسنگ، سیمان، آب، افزودنی و پیگمنت) با توجه به تعداد قالبها و اندازه آنها، در هر مرتبه قالب گیری امکان تهیه ۹ نمونه وجود داشت. در نمونه شاهد، مقادیر وزن شده سیمان و سنگدانه به صورت خشک در یک ظرف ریخته و به مدت یک الی دو دقیقه باهم مخلوط شدند با اضافه شدن کامل آب مورد نیاز، مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه تا اطمینان نسبی از توزیع یکنواخت مواد و خیس شدن کامل آنها مخلوط شده آماده قالب گیری گردید. در نمونه های رنگی، تهیه مخلوط مانند نمونه های غیر رنگی است تنها در ابتدا سیمان و پیگمنت به مدت یک الی دو دقیقه، برای توزیع ذرات در بین یکدیگر، مخلوط شدند و سپس با سنگدانه ها مخلوط گردیدند. در نمونه هایی که از افزودنی روان کننده استفاده گردید، این افزودنی همراه آب به مخلوط اضافه شد. با آماده شدن مخلوط اولیه سیمان، قالب گیری در دو مرحله انجام می گردید: در ابتدا یک سوم قالب با مخلوط پر می شد و سپس توسط سیخک در گوشه ها و وسط قالب عمل سیخ زدن انجام می گرفت همچنین تکان هایی آرام به قالب داده می شد تا مخلوط بتواند به خوبی گوشه ها و کف قالب را از ملات سیمانی پر کند. فشارهایی نیز در حین پر کردن بر سطح مخلوط اعمال می شد سپس قالبها بر روی ویبراتور قرار گرفت. پس از خارج سازی نمونه ها حداقل سه ساعت جهت گیرش اولیه و سهولت جداسازی از بدنه قالب، درون قالب و در هوای آزاد قرار گرفت. با اتمام مرحله قالب گیری و تهیه نمونه اولیه، نمونه ها با اتاق عمل آوری جهت عمل آوردن در شرایط مناسب انتقال داده می شدند. برای عمل آوری یکسری از نمونه ها از غوطه وری در حوضچه آب و برای سری دیگر از گونی های مرطوب استفاده گردید و در تمام مدت طول عمل آوری سعی شد که نمونه ها مرطوب نگهداری شوند. برای آزمایش نمونه ها، آنها یک روز قبل از آزمایش از شرایط عمل آوری خارج گردیده و در محیط اتاق نگهداری می شدند. دمای محیط کار در تمام مراحل، دمای اتاق بوده و همچنین تمام کار در کارگاه توسط پژوهشگر، احمدی، ۱۳۹۹ و همکاران انجام گرفته است.

طرح اختلاط سیمان و سیمان رنگی در جدول (۳) آمده است. با توجه به اینکه هر قالب قابلیت تولید سه نمونه داشت، در هر بار توزین به اندازه سه نمونه از هریک از اجزاء انتخاب شد. ضمن اینکه به منظور در نظر گرفتن میزان دورریز در هر بار توزین به اندازه سه و نیم نمونه، عملیات توزین صورت گرفت [۳۳].

جدول ۳ طرح اختلاط سیمان و سیمان رنگی برای تهیه نمونه (نگارندگان، آبان ۱۳۹۹)

واحد/ مقدار	میزان سنگدانه (گرم)	میزان سیمان (گرم)	میزان آب (گرم)	میزان روان ساز (گرم)	میزان رنگدانه (گرم)
در یک مترمکعب	۱۴۷۸	۵۹۰	۲۴۰	۵/۹	برحسب میزان
در یک نمونه	۱۸۶	۷۴	۳۰	۰/۷۴	مورد نیاز
در یک قالب	۶۵۱	۲۵۹	۱۰۵	۲/۶	(در حد مجاز)

طبق جدول ۳- نسبت آب به سیمان حدود ۰/۴ حاصل می شود که این نسبت را برای ایجاد سیمان و سیمان رنگی مناسب می نماید. نمونه های آماده شده قبل از مرحله عمل آوری قیراندود گردیدند. سطح قسمتی از آرماتورها که خارج از سیمان و سیمان رنگی قرار داشتند، مورد قیرپاشی قرار گرفتند تا خوردگی از این قسمت آغاز نگردد و خوردگی های احتمالی از قسمت داخلی سیمان و سیمان رنگی صورت گیرد.

غوطه وری، روش عمل آوری مورد استفاده در این تحقیق بود. طبق تجربیات موجود و همچنین استانداردها و راهنمایی های گردآوری شده نمونه ها در حوضچه ها آب به مدت ۳ روز کامل مورد عمل آوری قرار گرفتند. دمای کاری در حین فرآیند عمل آوری همان دمای محیط (حدود ۲۵ درجه سانتی گراد) بود. همچنین به منظور جلوگیری از حل شدن هیدروکسید کلسیم موجود در نمونه ها، محلول آب موجود در حوضچه از این ماده اشباع گردید. در خاتمه کار، نمونه ها بعد از عمل آوری در هوای آزاد خشک گردیدند. خشک شدن نمونه ها در یک روز انجام گرفت [۱-۲].

تفسیر تست ها و آزمایش ها

با توجه به هدف پروژه که پی بردن به نقش رنگدانه های سرامیکی بر خواص سیمان رنگی و در نتیجه استفاده از آن در بازسازی و بهسازی پوشش های ساختمانی و بندکشی آجرهای بناها و ... است، نیاز به نمونه هایی از سیمان رنگی و غیر رنگی است که تحت شرایط یکسان از مواد اولیه، ساخت و عمل آوری، تهیه شده باشند [۱-۲]. با تهیه نمونه های غیر رنگی که شد که تحت یک دسته از آزمایش ها بر روی آنها (نمونه های رنگی و غیر رنگی) و مقایسه بین نتایج، اثر پیگمنت را بر روی خواص مکانیکی سیمان رنگی

نشان داد. با توجه به آنکه از مهم‌ترین خواص مکانیکی کاربردی برای سیمان، مقاومت فشاری است از این رو آزمایش بر روی نمونه‌ها برترتیب زیر انجام گردید.

برای آزمایش مقاومت فشاری از نمونه‌های شاهد ۳ عدد و از نمونه‌های رنگی برای هر درصد پیگمنت نیز ۳ نمونه تحت فشار در دستگاه قرار گرفتند و با به دست آمدن نتایج میانگین مقاومت برای هر ۳ نمونه محاسبه گردید. با جمع‌آوری نتایج و جدول‌بندی آن‌ها امکان مقایسه بین مقاومت فشاری نمونه شاهد و نمونه‌های رنگی (با درصدهای مختلف پیگمنت) حاصل گردیده و به این طریق می‌توان به اثر هر پیگمنت بر مقاومت فشاری در سیمان رنگی پی برد.

اثر پیگمنت‌های سرامیکی بر مقاومت سیمان رنگی

مهم‌ترین آزمون برای تأثیر دوام سیمان، سیمان رنگی و ملات، آزمایش مقاومت فشاری است. جهت بررسی اثر پیگمنت‌های سرامیکی بر مقاومت فشاری دو سری آزمایش انجام شد. در سری اول نمونه‌های شاهد و رنگی از سیمان سفید، سنگ‌دانه‌هایی با دانه‌بندی و آب ساخته شدند و نمونه‌های رنگی در سه رنگ سبز، قهوه‌ای و زرد با میزان پیگمنت ۳ و ۵ درصد وزنی سیمان مصرفی تهیه گردیدند. همچنین عمل‌آوری تمام نمونه‌ها در فضایی نمناک زیر گونی مرطوب انجام شد و بعد از عمل‌آوری در زمان‌های ۷ روزه مقاومت فشاری نمونه شاهد ۴۸ مگاپاسگال است. در نمونه‌های سبزرنگ، مقاومت برای ۳ درصد پیگمنت ۴۶/۶ مگاپاسگال به‌دست‌آمده که با اضافه شدن میزان پیگمنت در ۵ درصد، مقاومت فشاری به مقدار ۴۵/۲ مگاپاسگال افت می‌کند. در نمونه‌ای قهوه‌ای رنگ نیز مقاومت فشاری در ۳ درصد پیگمنت ۴۹/۲ مگاپاسگال است که این مقدار به ۴۶/۸ مگاپاسگال برای ۵ درصد پیگمنت تقلیل می‌یابد؛ و همچنین برای نمونه‌های زرد مقاومت فشاری در ۳ درصد پیگمنت ۴۸/۷ مگاپاسگال و در ۵ درصد پیگمنت ۴۶/۷ مگاپاسگال است. پس در کل مقاومت فشاری نمونه‌های رنگی با مقادیر ۳ و ۵ درصد پیگمنت نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است و کاهش در ۵ درصد پیگمنت نسبت به ۳ درصد برای هر سه رنگ بیشتر شده است. از طرفی با مقایسه اعداد مشاهده می‌گردد که افت مقاومت برای هر سه رنگ یکسان نیست و پیگمنت سبز بیشترین کاهش را در بین سه پیگمنت نشان می‌دهد.

در عمر ۲۸ روزه، مقاومت نمونه شاهد برابر ۵۸ مگاپاسگال است. در نمونه‌های سبزرنگ، مقاومت فشاری ۵۷/۶ مگاپاسگال در ۳ درصد پیگمنت به مقدار ۵۵ مگاپاسگال در ۵۰ درصد پیگمنت کاهش نشان می‌دهد و در نمونه‌های قهوه‌ای رنگ، مقاومت از ۵۹/۶ مگاپاسگال برای ۳ درصد پیگمنت به ۵۶/۸ مگاپاسگال در ۵ درصد افت می‌کند و در آخر برای نمونه‌های زرد نیز کاهش مقاومت از ۵۹/۱ به ۵۸/۷ مگاپاسگال با اضافه شدن پیگمنت از ۳ به ۵ درصد دیده می‌شود. پس در عمر ۲۸ روزه مقاومت نمونه‌های رنگی نسبت به نمونه‌های شاهد کمتر است و افت مقاومت مانند عمر ۷ روزه در درصد بالاتر پیگمنت بیشتر است. در عمر ۲۸ روزه نمونه‌ها فقط توانسته‌اند مقاومت بالاتری را نسبت به عمر ۷ روزه کسب نمایند.

جدول ۴ نتایج حاصل از آزمایش مقاومت فشاری (نگارندگان، ۱۳۹۹)

ردیف	مشخصه پیگمنت	درصد وزنی پیگمنت به وزن سیمان موجود	میانگین مقاومت فشاری برحسب مگاپاسگال	
			عمر بتن ۷ روزه	عمر بتن ۲۸ روزه
۱	شاهد ۱	-	۴۸	۵۸
۲	پیگمنت سبز	۳ درصد	۴۶/۶	۵۷/۶
		۵ درصد	۴۵/۲	۵۵
		۳ درصد	۴۹/۴	۵۹/۶
۳	پیگمنت قهوه‌ای	۵ درصد	۴۶/۸	۵۶/۸
		۳ درصد	۴۸/۷	۵۹/۱
۴	پیگمنت زرد	۵ درصد	۴۶/۴	۵۸/۷

در نتایج حاصل شده در جدول ۴ برای نمونه‌های ۷ روزه از مقایسه یک‌به‌یک نمونه‌های رنگی در درصدهای مختلف پیگمنت با نمونه شاهد ۲ مشاهده می‌گردد که برای نمونه‌های سبزرنگ، در ۳ درصد و ۵ درصد پیگمنت مقاومت فشاری نسبت به مقاومت نمونه شاهد ۲ کمتر است و در درصدهای بالاتر مقاومت افت سریع‌تری می‌یابد. برای نمونه‌های قهوه‌ای‌رنگ و زرد نیز، در ۳ درصد و ۵ درصد پیگمنت مقاومت نسبت به مقاومت نمونه شاهد ۲ به‌طور جزئی کمتر است و در درصدهای بالاتر افت بیشتری مشاهده می‌گردد. پس در کل با افزایش مقدار پیگمنت‌ها از ۵ درصد به بالا مقاومت فشاری کاهش می‌یابد [۲-۱] و میزان کاهش در درصدهای بالاتر پیگمنت بیشتر می‌گردد. علت اصلی کاهش مقاومت را نمی‌توان به‌طور دقیق پیش‌بینی کرد؛ اما یکی از دلایل احتمالی کاهش مقاومت در اثر افزایش پیگمنت به مخلوط سیمان را می‌توان چنین بیان کرد که پیگمنت‌های معدنی به دلیل اینکه تحت واکنش قرار نمی‌گیرند و هیچ‌گونه خاصیت چسبندگی ایجاد نمی‌کنند در نتیجه به‌طور مکانیکی در بین ذرات خمیر سیمان و بر سطح سنگ‌دانه‌ها پخش می‌گردند و در صورت مخلوط شدن ضعیف در مناطقی نیز به‌صورت تجمعی قرار می‌گیرند و از چسبندگی خمیر سیمان با سنگ‌دانه‌ها در فصل مشترکشان جلوگیری می‌کنند، از این‌رو این مناطق به‌عنوان عیب عمل کرده و در نهایت باعث ترک و شکست نمونه‌ها در تنش‌های کمتر می‌گردند. با در نظر گرفتن نتایج حاصل شده و در آزمایش‌ها می‌توان به‌طور تقریبی دامنه مجاز افزودن پیگمنت‌ها را به سیمان رنگی جهت رنگی کردن سیمان و به دست آوردن مقاومت فشاری مطلوب تعیین نمود. در نتایج آزمون‌ها مشاهده گردید که تا حدود ۵ درصد پیگمنت مقاومت نمونه‌های رنگی در مقایسه با یکدیگر (برای عمر ۷ روزه و ۲۸ روزه) اختلاف جزئی دارند اما در مقادیر بالاتر نمونه‌های سبز بیشترین کاهش و نمونه‌های زرد کمترین کاهش را نشان می‌دهند و نمونه‌های قهوه‌ای نیز حالتی بینابین دارند. یکی از دلایل احتمالی اختلاف در کاهش را می‌توان اختلاف در شکل و اندازه ذرات پیگمنت‌ها دانست، زیرا همان‌طور که مشاهده می‌گردد ذرات پیگمنت سبز به‌صورت کروی است و اندازه آن‌ها نسبت به ذرات پیگمنت قهوه‌ای و زرد، بزرگ‌تر هستند و این مورد می‌تواند بر مقاومت تأثیرگذار باشد. همچنین طبق مطالعات انجام‌شده بزرگ بودن ذرات پیگمنت از پخش شدن آن‌ها و پوشاندن سطح سنگ‌دانه به‌طور کامل و در نتیجه شدت رنگ سیمان رنگی می‌کاهد.

جدول ۵ نتایج کیفی قطعه حاوی پودر سرامیکی، آزمون؛ الف در هوا؛ سرما ۲۰- و گرما ۳۰+

ردیف	نمونه‌ها (مکعبی)	افزودنی	عمر نمونه	نتیجه کیفی
۱	شاهد	- صفر	۷ روزه	نسبتاً ضعیف
	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	نسبتاً خوب
۲	شاهد	- صفر	۱۴ روزه	نسبتاً ضعیف
	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب
۳	شاهد	- صفر	۲۸ روزه	نسبتاً خوب
	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب

جدول ۶ نتایج کیفی قطعه حاوی پودر سرامیکی، آزمون؛ ب در آب؛ سرما ۲۰- و گرما ۳۰+

ردیف	نمونه‌ها (مکعبی)	افزودنی	عمر نمونه	نتیجه کیفی
۱	شاهد	- صفر	۷ روزه	نسبتاً ضعیف
	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	نسبتاً خوب
۲	شاهد	- صفر	۱۴ روزه	نسبتاً ضعیف
	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب
۳	شاهد	- صفر	۲۸ روزه	نسبتاً خوب
	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب

مقاومت قطعه حاوی پودر سرامیکی در برابر انجماد و ذوب آرام (برای محیط شب سرد و روز گرم) در محیط آب یا در هوا تغییر محسوسی نداشت.

الف- انجماد و ذوب آرام در هوا (۵ مرتبه تکرار) ب- انجماد و ذوب آرام در آب (۵ مرتبه تکرار)

* مطابق استاندارد بین‌المللی برای محیط‌های سردسیری و یخبندان طولانی، به تست‌های زیر نیازمند است:

۲- مقاومت به انجماد و ذوب سریع؛ ج- انجماد و ذوب سریع در هوا، د- انجماد و ذوب سریع در آب

۳- استاندارد مقاومت در مقابل یخزدگی متوالی (سیکلی) - میکروسکوپی

۴- استاندارد مقاومت در مقابل یخزدگی متوالی (سیکلی) - اولتراسونیک

*** آزمون‌های بندهای ۲ و ۳ و ۴ معادل ۴۰ بار تکرار می‌شوند.

***استانداردهای مرتبط عبارتند از: C157 - C192 - C233 - C490 - C670 - C823

در پیش برد بحث‌ها و جمع‌بندی آن به جایگاه میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی در توسعه و منظر شهری می‌توان رسید که در جدول ۷ به تصویر کشیده شد.

جدول شماره ۷ جایگاه میکرو-نانو پیگمنت در توسعه و منظر شهری
***[۷-۳۴]، مقایسه نگارندگان طبق نتایج و آزمایش‌ها**

تأثیر مصالح (سیمان، ملات، بتن)		جایگاه مصالح از نظر زیبایی منظر شهری	
سیمان ساده	میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی در سیمان		
*	*	سرعت و دقت کارشناسان در اجرای طرح‌های زیباسازی	مدیریت اقتصادی
-	*	مبلان زیبا و آراستگی (مقرون به صرفه) فضای شهری	
*	*	وجود مناظر زیبا و لذت بصری در فضاهای شهری	اجتماعی و فرهنگی
-	*	متناسب بودن خدمات زیباسازی با روحیه شهروندان	
-	*	نظارت شهرداری بر عملکرد زیباسازی شهری	مدیریت زیست‌محیطی
-	*	اطمینان شهروندان از ارائه خدمات زیباسازی شهری	
*	*	تجربه و تعهد کارشناسان زیباسازی شهری	
*	*	اجرای طرح‌های فراگیر زیباسازی (مدیریت پسماند)	

نتیجه‌گیری

اگر معیارهای زیبایی منظر و توسعه شهری برگرفته از مباحث عمده باشد هر یک به‌طور مجزا قابل پژوهش بوده و مباحثی مانند انرژی - آلودگی - محیط‌زیست، مواد و مصالح قابل بازیافت - اقتصاد و مدیریت یکپارچه‌سازی اقتصادی - تعاملات اجتماعی و نقش‌آفرینی نوآوری ارتباطات شهری است. ملاک‌های مورد توجه نیز می‌توانند شامل: قوانین و مقررات ساخت‌وساز، قوانین و مقررات بالادستی در شهر، نقل و انتقال و تردد و روان‌سازی ترافیک، استانداردهای ملی، منطقه‌ای و جهانی باشد. شاخص‌ها در هر مبحث می‌تواند گسترده شود و مورد پژوهش قرار گیرد؛ برای طراحی شهری و راهبردهای توسعه شهری می‌توان مواد و مصالح را یکی از مؤثرترین مقوله‌ها به‌حساب آورد؛ شناسایی مواد - انتخاب مصالح - ماندگاری و پایداری مواد و مصالح و خواص مواد به لحاظ زیست‌محیطی و بازیافت مجدد و مکرر و استفاده از ضایعات و دورریز و نخاله‌ها و ... و همچنین بهره‌گیری از مواد و مصالح نوین با فناوری‌های برتر که هر یک مبحث جداگانه دارد. این شاخص‌ها می‌تواند مؤلفه‌هایی داشته باشد، مثلاً: تأثیر دانه‌بندی‌های پودرهای اکسیدی و پیگمنت‌های سرامیکی در کنار روان کننده و فوق روان کننده مواد و مصالح کاربردی و مقاوم به UV. برای پیوسته نمودن این مباحث که ذکر شد، نیاز به مدل‌سازی مفهومی و تست‌های عملیاتی، آزمایشگاهی و کارگاهی است که می‌توان: شناسایی و انتخاب مواد و مصالح مناسب با توجه به اقلیم بکار رود، فرآیندهای ساخت و بکارگیری مواد و مصالح مناسب و بحث شناسایی و انتخاب روش طراحی مفهومی و طراحی عملیاتی مرتبط با زمان و هزینه و لحاظ نمودن کیفیت و بحث شناسایی و انتخاب ابزار مناسب و سادگی بهره‌برداری، سادگی تعمیر و نگهداری - همه‌گیر بودن ابزار برای اقشار مختلف یعنی مردم عادی در ساخت‌وساز و اجرا یا متخصصان و افراد حرفه‌ای که گروهی کار می‌کنند. نظارت و مشاوره افراد علمی و پژوهشگران در حوزه‌های مرتبط با این مجموعه از تفکر به معنای تفکر سیستماتیک در طراحی شهری و استراتژی شهر سالم؛ در توسعه شهری، اقتصاد، محیط‌زیست و تعاملات اجتماعی قابل مطرح کردن باشد: ۱- با توجه به کاوش روابط میان مؤلفه‌ها و با استناد به نتایج آزمایشی-کارگاهی و نتیجه

قابل قبول تست‌های مربوط به ملات میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی که در تست‌ها شامل: مقاومت فشاری و نفوذپذیری؛ نسبت به سیمان بدون افزودنی افزایش داشت، نتیجه می‌شود ماندگاری مواد پیشنهادشده، افزایش یافته و نتایج قابل قبول است. ۲- نظر توسعه شهری: با صرفه اقتصادی، استفاده از منابع تجدید پذیر، عدم ایجاد آلودگی زیست‌محیطی و استفاده از مصالح و مواد شیمیایی مضر اکوسیستم است. ۳- نتایج مبتنی بر آن است که به علت طیف رنگ‌های متنوع این مواد و مصالح می‌توان از آن به عنوان مصالحی در جهت زیبایی منظر شهری نیز استفاده نمود. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت؛ استفاده از روش‌ها، فناوری مواد و مصالح میکرو-نانو و زیست سازگار در جهت تولید ملات سیمان سرامیکی می‌تواند گامی در جهت توسعه شهری و زیبایی منظر باشد.

References

- [۱] Pilechiha, Peiman; Ahmadi, Seyed Badreddin; Gholi Nejad Pirbazi, Alireza; Ahmadi, Erfaneh Sadat. Research project: Construction of colored ceramic cement, for bonding and covering the facades of brick historical buildings, Cultural Heritage and Tourism Research Institute, Iran, 1399.
- [۲] Ahmadi, Erfaneh Sadat; Afshin Mehr, Vahid; Ahmadi, Seyed Badraddin, Pilechiha, Peiman. construction, protection and restoration with ceramic micro-nano pigment mortar for beautification and sustainable urban development, dissertation Urban Engineering, Payame Noor University, East Tehran Branch, Iran, 1400.
- [۳] Nemati Kotnaei, Nahid, Sarvar, Rahim, Asadian, Farideh, Stimulus of Urban Development: Concepts and Requirements, 1396, 15 (55):321 -336.
- [۴] Law of the Sixth Five-Year Development Plan of the Islamic Republic of Iran, (cases approved in the open court of the Islamic Consultative Assembly), 2016.
- [۵] Afify NS. The evolution of green cladding technology for architectural facades and its role in achieving environmental integration. *Journal of Environmental Treatment Techniques*. 2021 Mar 1;9(2):548-58.
- [۶] Keshtkaran, R. Habibi, A. & Sharif, H, Aesthetic Preferences for Visual Quality of Urban Landscape in Derak High-Rise Buildings (Shiraz). *Journal of Sustainable Development*, 2017 , 10(5), 94-106.
- [۷] Jalilisadrabad S, Bolboli S. Evaluation of Position of Materials Used in the Urban Facades Approach to Sustainable Urban Development. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2017 Jul 10;7(2):49-57.
- [۸] Motahari Rad, Mehri. Components affecting perception and visual communication in a historical urban landscape. *Seven Cities*, 2016; 4 (Nos. 55 and 56): 53-62.
- [۹] Brookes AJ, Poole D, editors. *Innovation in Architecture: A Path to the Future*. Taylor & Francis; 2012 Dec 6.
- [۱۰] Momenian, Arezoo ,Meysam Zekavat 'Color Palette in the City J Biochem Tech ,2019 Special Issue (2): 86-93
- [۱۱] Pourmoghadam, Isan, Faramarzi Asli, Mahsa, Mousavi, Mir Saeed, Abdullahzadeh Tarf, Akbar. Investigating the qualities of the experimental-aesthetic component in urban design (case study of Jomhuri Shahr Street in Tabriz). *Urban planning knowledge*, 1399, 4 (2): 59-76. doi: 10.22124 / upk.2020.15499.1381
- [۱۲] Jahanbakhsh, P, Nami, P. The Effect of Improvement of Building Facades on the Face of the City. *Architecture and Sustainable Development Conference*, 2013.
- [۱۳] Cantino V, Giacosa E, Cortese D. A sustainable perspective in wine production for common-good management: the case of Fontanafredda biological "reserve". *British Food Journal*. 2019 Feb 4.
- [۱۴] Berge B. *The ecology of building materials*. Routledge; 2009 Jun 4.
- [۱۵] Pacheco-Torgal F, Cabeza LF, Labrincha J, De Magalhaes AG. *Eco-efficient construction and building materials: life cycle assessment (LCA), eco-labelling and case studies*. woodhead Publishing; 2014 Feb 14.

- [۱۴] Estokova A, Porhincak M. Environmental analysis of two building material alternatives in structures with the aim of sustainable construction. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2015 Jan 1;17(1):75-83.
- [۱۵] Olsen SI, Jørgensen MS. Environmental assessment of micro/nano production in a life cycle perspective. In *Materials Research Society Fall meeting* (2006. Materials Research Society.
- [۱۶] Nia, H. A. & Atun, R. A. (2015). Aesthetic design thinking model for urban environments: A survey based on a review of the literature. *URBAN DESIGN International*, 21(3), 195-212.
- [۱۷] Ochsendorf JA. Sustainable engineering: The future of structural design. In *Structures Congress 2005: Metropolis and Beyond 2005* (pp. 1-9).
- [۱۸] Physicians Manouchehr, Mousavi Seyed Jalal. Investigating the role of beautification and improving the quality of the environment on urban vitality, a case study: the garden of the historical city of Maragheh. *Utopia architecture and urban planning*. (1395 [cited 2021August01] ; (17): 249-262. Available from: <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=305549>
- [۱۹] Rahaei, O. Ghaemmaghami, P. Environment and Sustainable Strategies in Design of Future Buildings. *Journal of Environmental Science and Technology*, 2014; 15(2): 135-146.
- [۲۰] Moghimi nia, B. Urban legibility, analyzing urban elements. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 2017, 6(1), 146-162.
- [۲۱] Ghorbanzadeh, M, Pilevar, A, Ghoddosi, S, Alinia, F. The Necessity and Utilization of Contemporary Residential Facade of the Principles of Vernacular Architecture. (2013) *Architecture and Sustainable Development Conference*:14
- [۲۲] Mofidi shemirani, M. Analyzing BIPV design method with sustainable design. *International Journal of Architecture and urban planning* ,IUST, Tehran; (2013) No-10:173 184.
- [۲۳] Gorji Mahlabani, Y, Hajabotalebi, E. Smart Material and Its Role in Architecture. (2009) *First National Conference of New Construction tech*:69.
- [۲۴] Pakzad, J, Souri, E. *Architecture & urban design terms*. (2007) Tehran: Shahidi issue:83.
- [۲۵] McDonough W, Braungart M. *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North point press; (2010 Mar 1.
- [۲۶] Parvizi, Elham, Mehrdad Karimi Consultant and Samad Negintej, *Color in the City*, Information Technology Management Press, and Center for Studying and Planning in Tehran (2012).
- [۲۷] Armaghan, M, Servatjo, H. Smart Materials in Elevation Sustainable Approach In Future. (2011) - 2 *Second National Conference on Sustainable Architecture*:9.
- [۲۸] ildarabadi, P. rahimi, M. Omidvar, P. Optimization of material consumption using novel technologies in construction industry and its influences on sustainable development considering CO2 emission mitigation. *Journal of Environmental Science Studies*, 2019; 4(1): 917-928.
- [۲۹] Mesri, M. ShahiniFar, M. mehrdanesh, G. Evaluating the quality of aesthetics and eliminating the inappropriate physical elements of urban constellation. *Geography and Human Relationships*, 2018; 1(3): 369-396.
- [۳۰] Moradpour R, Ahmadi SB, Parhizkar T, Ghodsian M, Taheri-Nassaj E. Study of the Effects of Ceramic Nano-Pigments in Cement Mortar Corrosion Caused by Chlorine Ions. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*. 2014 Jan 10;7(3):263-8.
- [۳۱] Parhizkar A, Firouzbakht A. Iranian urban management outlook with emphasis on urban Sustainable development. *territory*. 2011 Dec 22;8(issue4):43-67.
- [۳۲] Nasiri Hendeh Khaleh, E. Satisfaction of the citizens of the city with the beautification performance with the urban sustainability approach. , 2020; 11(42): 125-136.

Evaluation of Mortar Containing Micro-nano Ceramic Pigments in Construction and Conservation to Landscape Beauty and Urban Development

Erfaneh Sadat Ahmadi¹, Vahid Afshinmehr^{2*}, Seyed Badreddin Ahmadi³, Peiman Pilechiha⁴

1. Graduated from Urban Engineering, Payame Noor University, Tehran
2. Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning, Payame Noor University, Tehran
3. Researcher, Faculty of Art and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran
4. Department of Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran

Abstract

Aims: Applying micro-nano structure and biocompatibility methods and technology to produce mortar containing coloured ceramic pigment is a step towards beautiful landscape and urban development.

Methods: The research method is a combination of quantitative and qualitative analysis. First, from the analytical-exploratory method, especially in the field of urban planning, and in the field of materials and metallurgy, from the development method, and finally for collecting and analyzing information and achievements experimentally (all experimentally), the research reaches numerical results and finally by interpreting qualitative results. Moreover, a little, the research conclusion came to an end.

Findings: Based on the experimental results and the acceptable result of the tests related to the mortar containing micro-nano ceramic pigments that have compressive strength and permeability in cement without additives, the durability of the proposed materials is acceptable. Materials are sustainable in terms of urban development with economic, social, ecosystem benefits, and due to the diversity of colours, these materials are also used in the beautiful landscape.

Conclusion: Eventually, it can be concluded that using methods, the technology of micro-nano structured and biocompatible materials for the production of mortar containing ceramic pigment (with coloured ceramic cement) can be a step towards a beautiful landscape urban development.

Keywords: Colored Cement, Urban Construction, Biocompatible Materials, Development, Beautiful landscape.