Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

مجله علمی
گفتمان طراحی شهری
دوره دوم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

Scientific Journal
Urban Design Discourse
Volume II, Number 2, Summer 1400

ساخت، حفاظت و مرمت با ملات حاوی میکرو–نانو پیگمنت سرامیکی در راستای زیباسازی و توسعه پایدار شهری

عرفانه‌سادات احمدی [۱]، وحید افشین‌مهر [۲*]، سیدبدرالدین احمدی [۳]، پیمان پیله‌چی‌ها [٤]

۱- دانش‌آموخته رشته مهندسی شهرسازی، دانشگاه پیام نور، تهران
۲- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه پیام نور، تهران
۳- پژوهشگر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
٤- گروه معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

vafshinmehr@yahoo.com

تاریخ دریافت۱٤۰۰/۰٤/۲۱ پذیرش ۱٤۰۰/۰۶/۲۳

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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 برای زیباسازی و پایداری شهری است.

روش‌ها: روش تحقیق در این پژوهش با رویکرد کمی همراه با تحلیل کیفی از نوع روش ترکیبی؛ ابتدا از روش تحلیلی-کاوشی به ویژه در حوزه شهرسازی و در حوزه مواد و متالورژی از روش توسعه‌ای و در پایان برای جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات و دستاوردها به صورت تجربی (تمام آزمایشی) پژوهش 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 آزمایش‌های مربوط به ملات حاوی میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی که در آزمایش‌های مقاومت فشاری، مقاومت کششی و نفوذپذیری نسبت به سیمان بدون افزودنی افزایش داشته نتیجه می‌شود دوام مواد پیشنهاد شده قابل قبول است. مواد و مصالح ازنظر توسعه پایدار شهری با صرفه اقتصادی، استفاده از منابع تجدید پذیر، عدم ایجاد آلودگی زیست‌محیطی و استفاده از مصالح و مواد شیمیایی مضر برای اکوسیستم، دوام و ماندگاری برای نسل‌های آینده و به علت طیف رنگ‌های متنوع این مواد و مصالح برای زیباسازی شهری (منظر زیبا، رنگ، حس تعلق) نیز استفاده نمود.

نتیجه‌گیری: در نهایت استفاده از روش‌ها، فناوری مواد و مصالح میکرو- نانو ساختار و زیست سازگار برای تولید ملات حاوی پیگمنت سرامیکی (با سیمان رنگی سرامیکی) می‌تواند گامی به منظور زیباسازی و پایداری شهری باشد.

واژگان کلیدی: سیمان رنگی، شهر پایدار، ساخت‌وساز شهری، مواد و مصالح زیست سازگار، حفاظت و مرمت، زیباسازی شهری.

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

مقدمه

بانک جهانی توسعه پایدار را چنین تعریف می‌کند: «توسعه‌ای که دوام یابد». برای ساخت‌وساز، حفاظت و مرمت میراث آینده کشورها با بهترین مواد با دوام، برای ایجاد بنای زیبا و پایدار که از نیاز جوامع امروز است، می‌توان از فناوری نوین میکرو-نانو بهره جست [۱-۲]. بر اساس طرح "OECD" بناهای پایدار به بناهایی گفته می‌شود که کمترین تأثیر مخرب را بر محیط‌های ساخته شده و طبیعی مجاور خود، ناحیه اطراف و همچنین زمینه کلی خود داشته باشند. «توسعه‌ای که نیازهای کنونی بشر را بدون به مخاطره افکندن نیاز نسل‌های آینده، برآورده سازد و در آن به محیط‌زیست و نسل‌های فردا نیز توجه شود». هرچند تاکنون تعریف‌های زیادی از توسعه‌ی پایدار ارائه شده، ولی محور تمامی آن‌ها توجه به نسل‌های بعدی، آینده محیط‌زیست و حفاظت از محیط‌زیست جهانی بوده است [۳]. یافتن مسیر علمی 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 ٤٨، بر موضوع هویت‌بخشی به سیمای شهر و روستا و بازآفرینی و روزآمدسازی معماری و شهرسازی ایران اشاره دارد [٤]. توسعه پایدار شهری نه به معنای توسعه پایدار هریک از زیرسیستم‌ها اقتصادی، اجتماعی، یا زیست‌محیطی به‌تنهایی است؛ و نه به معنای افزایش پایداری این زیرسیستم‌ها است. بلکه تلاش می‌کند که رشد اقتصادی، بازسازی اکولوژیکی، حفاظت زیست‌محیطی و پیشرفت اجتماعی را متعادل سازد و دشواری این چالش، آن را به یک نقطه تمرکز عمده پژوهش‌های کشورها در سرتاسر جهان تبدیل نموده است [٥]. فرآیندی است که هدف آن ایجاد شهری مطابق با نیازهای اساسی انسان و از لحاظ عملکرد، مکانی مناسب برای زندگی نسل‌ها و حال و آینده است [٦]. جهان در حال پیشرفت در حوزه‌های گوناگون فناوری است و همواره به آگاهی از موضوعات زیست‌محیطی و توسعه پایدار به‌عنوان اولین ملاک‌های سنجش هر تفکر خلاقی می‌نگرد، سیستم‌ها و ساختمان‌های سبز، با هدف 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 پایدار 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 شده است. توسعه‌یافتگی بر مدار محیط‌زیست (راحتی، زیبایی، حفاظت و حفظ ایمنی محیط)و توجه به مکمل عناصر محیطی، از جمله (گیاهان و درختان) و منطقی سازی مصرف آب و آبیاری را میسر می‌سازد [۷].

ساختمان‌های پایدار به تمام چرخه حیات ساختمان، محیط زیست با کیفیت، کارکرد مطلوب و آینده توجه می‌کند. طراحی پایدار و همگن به طراحی‌ای گفته می‌شود که در آن هر جزئی به‌عنوان بخشی از کل بزرگ‌تر به‌خوبی مورد توجه قرار گیرد [۸]. فضاهای شهری به‌طور معمول توسط تعدادی توده ساختمانی محدود تعریف شده‌اند که دارای حجم و سطوح قابل رؤیت از فضای عمومی هستند. هر حجم به نوبه خود متشکل از سطوح مختلف است. این سطوح از بنا را معماران تما می‌نامند و بنا به موقعیت این سطوح بیرونی بنا، آن را نمای اصلی با نمای جانبی خطاب می‌کنند [۹]. تولید مصالح و احداث ساختمان در سال‌های اخیر، انرژی بسیار زیادی را به خود اختصاص داده و به آلودگی‌های زیست‌محیطی فراوانی نیز منجر شده است. انتشار گرد و غبار ناشی از عملیات ساختمانی در مناطق مختلف، پخش آلودگی‌های شیمیایی ناشی از تولید مصالح ساختمانی، آلودگی‌های گازی و ذرات معلق پخش شده در هوا که ناشی از حمل‌ونقل مصالح ساختمانی به محل‌های مورد نظر است. پس ضروری است تا راهبردهای طراحی در ساختمان‌های جدید، به‌سوی آینده و با هدف کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی جهت‌گیری شود [۱۰]. نیروگاه تولید انرژی و یا در یک کارخانه تولیدی مصالح ساختمانی به وضوح قابل رؤیت است؛ تولید آلودگی‌های گازی از این دست، کم‌ترین میزان آلودگی است که در صنایع ساختمان به وقوع می‌پیوندد [۱۱]. یکی از اهداف معماری پایدار، «طراحی و نگه‌داری ساختمان برای آینده» است: عمر طولانی در عین حال قابلیت به‌روز شدن. این امر هم در حفظ مقاومت فیزیکی ساختمان و بقای آن حائز اهمیت است و هم در حفاظت از محیط‌زیست، طبیعت،

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

حفظ منابع اولیه انرژی و سرانجام کل سیاره زمین مهم است [۱۰]. در ساختمان سبز، مواد محافظ محیط‌زیست، ارتباط نزدیکی با ساخت‌وساز و توسعه پایدار شهرها دارند. به‌تدریج مشکلات طراحی جدید، قیمت بالا، ظرفیت محدود و تحمل کم و نفوذپذیری مواد نافذ در روسازی را در مرحله حاضر و مواد با عملکرد بهتر و منافع اقتصادی بالاتر، حل شود تا ساخت بهتر ترویج یابد [۱۲]. 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 می‌شود [۱۳].

از دیگر سو، نوآوری، بهسازی و ترکیب مواد و دوام مصالح ساختمانی با فناوری‌های نوین، نیاز و ضرورت امروز است. سیمان و مشتقات آن نیز در فرآیند ساخت‌وساز نقش کلیدی ایفا می‌نماید و بدین‌شکل، 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 ازنظر 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 شود. 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. 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 آثار روانی بر افراد و ایجاد کیفیت فضایی، همچنین ضرورت استفاده از رنگ در زیباسازی در بسیاری از شهرها در کشورهای مختلف قرار دارد. استفاده مناسب از رنگ به عنوان پیوندی بین انسان و محیط‌زیست و به عنوان ساده‌ترین و مؤثرترین عامل برای نشاط و خوانایی شهر مورد استفاده قرار گرفته است [۱٤]. 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 روسازی ساختمان و ساختن نمای عمارت است. در سال‌های اخیر پس از مطرح شدن دوباره اهمیت فضاهای عمومی و ارزش زندگی شهری، نما اهمیت دوباره‌ای بافته است [۱۵]. در معماری غرب، نما دارای حالت نمایشی است؛ و نشان می‌دهد نوع مصالح و چگونگی به‌کارگیری آن‌ها در نما می‌تواند بر میزان پایداری نما تأثیر داشته باشد [۹].

درک از رنگ‌ها و عناصر رنگی شهر، راه‌حل‌هایی را ارائه می‌دهد که بیش از همه "طراحی جامع شهری" را ارائه می‌دهد. با توجه به آب و هوا، فرهنگ و هویت محله‌های مختلف منجر به راستا و چشم‌انداز موضوعات رنگی می‌شود [14]. افزایش استفاده از سرامیک‌های رنگی و تقاضای کیفیت بهتر، پژوهش‌ها را در زمینه تولید رنگ‌دانه‌های جدید با دوام و قابلیت تکرارپذیری بیشتر، تحریک می‌کند که می‌تواند با استفاده از روش‌های سنتز ارزان، ساده و سازگار با محیط‌زیست تولید شود [16].

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 [۱۷]. پ. تورگاه در مقاله «ساخت‌وساز و

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

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 سنگ تراشی، مواد تقویت شده با الیاف گیاهی، ساخت‌وساز زمین، جنبه دوام مصالح و همچنین اهمیت فناوری نانو برای توسعه مواد و مصالح سازگار با محیط‌زیست بیان می‌کند [۱۸].

ادریانا، با تجزیه و تحلیل دو نمونه از مصالح ساختمانی که با هدف ساخت‌وساز پایدار و حفاظت زیست‌محیطی انجام شده است؛ در محاسبه انرژی، انرژی اولیه تولید گازهای گلخانه‌ای، گرمایش زمین و پتانسیل اسیدی شدن را سنجید. [۱۹]. ماندانا یوسفی، در مقاله‌ای تحت عنوان «مصالح پایدار در معماری»، مصالح مختلف را بر مبنای ویژگی‌های پایداری ارزیابی کرده و در نهایت معیارهایی برای انتخاب مصالح پایدار ارائه کرده است به نحوی که آثار زیست‌محیطی کمتری داشته باشد [۲۰]. نتیجه‌گیری کلی از مطالعات متعدد در حوزه علم و کاربری نانو مواد این بود که: فناوری‌های نانو دارای مزایای زیست‌محیطی بودند [۲۱].

مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف و اصول کلی توسعه پایـدار شهری می‌توان به‌طور خلاصه بندهای زیر را در نظر گرفت:

۱- توجه به استفاده از منابع تجدید پذیر مثل انرژی زمین، خورشید و باد
۲- استفاده کمتر از انرژی‌های تجدید ناپذیر و آلوده‌کننده مثل سوخت‌های فسیلی
۳- توجه به نیازهای نسل‌های آینده
٤- توجه به محیط‌زیست، کاهش آلودگی آن و نیز توجه به چرخه‌های زیست‌محیطی و اکوسیستم‌ها، عدم توجه به محیط‌زیست و چرخه‌های آن پیامـدهای بسیار وخیمی برای آینده زمین و نسل‌های آتی خواهـد داشـت [۲۲].

به شکل معمول، این معیارها حول عدم تولید و نشر گازهای گلخانه‌ای، جلوگیری از تخریب لایه ازون و عناصر طبیعی کره زمین، استفاده صحیح از انرژی و آب، مدیریت پسماند و زباله، استفاده از مصالح ساختمانی مناسب و در نهایت آسایش و آرامش کاربران و بهره‌برداران آن، تعریف می‌شود [۲۳].

هدف از طراحی ساختمان‌های پایدار کاهش آسیب آن بر محیط و منابع انرژی و طبیعت است که شامل قوانینی از جمله، کاهش مصرف منابع غیرقابل تجدید، توسعه محیط طبیعی و حذف یا کاهش مصرف مواد سمی و یا آسیب‌رسان بر طبیعت در صنعت ساختمان‌سازی است؛ بنابراین به‌طور خلاصه ساختمان پایدار، ساختمانی است که کمترین ناسازگاری و مغایرت را با محیط طبیعی پیرامون خود و در پهنه وسیع‌تر با منطقه و جهان دارد [۲٤].

نتایج پژوهش‌های گسترده در حوزه ساخت‌وساز پایدار نشان می‌دهد که ساختمان‌های آینده لازم است:

مؤثر و کارا باشند: از مصالح قابل برگشت به محیط استفاده شود، قابل استفاده مجدد باشند و در فرایند طراحی و ساخت کمترین انرژی را مصرف کنند. قابل نگه‌داری باشند: اجزا بتوانند جایگزین شوند یا به محیط بازگردند و یا دوباره مورد استفاده قرار گیرند. تطبیق‌پذیر باشند: بتوانند به نیازهای متغیر و بارهای متغیر در زمان‌های متغیر در طول زندگی‌شان جواب دهند. تحت یک برنامه‌ریزی کلی برای ساخت، نگه‌داری و تخریب باشند. اجزا باید به صورت انعطاف‌پذیر، در دسترس و باقابلیت به‌روز شدن طرح شوند. در مصالح مصرفی، ساخت، برنامه نگه‌داری و تخریب تا حد امکان از مواد سمی و تخریب کننده محیط‌زیست، استفاده نشود و تا حد امکان بومی ساخته شده و اقتصادی نیز باشد .اصول فوق تدابیر پایداری هستند که در صورت اتخاذ در طراحی و ساخت ساختمان‌های مدرن، می‌توان آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از صنایع ساختمان را به کمترین ممکن رسانید [۱۰]. با نگاهی کوتاه به تاریخ تحول فناوری و معماری و برای نگه‌داری پیوسته از بنا موارد زیر باید مد نظر باشند: ۱. توسعه‌ی برنامه نگه‌دارنده برای سازه و معماری ۲. طراحی اجزا به صورت

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

قابل تعویض و قابل دسترس ۳. اجتناب از کاربرد مصالح شیمیایی و سمی که برای نگهداری آینده و موادی که برای محیط خطرناک است [۲۵].

دو روش پایدار برای 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 برای ساختمان‌های ارزان‌تر در راستای اهداف توسعه پایدار، کمترین آلودگی، انعطاف‌پذیر و قابل تطبیق با شرایط محیط و نیازهای ساکنان آن، 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 قابل رؤیت در نتیجه‌گیری است، این است که هر دو با مصالح بومی مناطق خویش ساخته شده باشند [۱۰].

در برنامه‌ریزی و طراحی شهری پایدار، 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 پایدار نیز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با بررسی قوانین و ضوابط در زمینه 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 به‌طورکلی مفاهیم توسعه پایدار 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 پژوهش‌های گسترده مورد بررسی واقع شده است [۹].

نمای پایدار در توسعه پایدار 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 [۲۶]. طراحی نمای پایدار با هدف ارج نهادن در برابر سه اصل استحکام و مقاومت به معنی کمترین تخریب بلایای طبیعی و غیرطبیعی؛ پایداری به معنی قابلیت استفاده مجدد در بنایی دیگر و زیبایی به معنی سازگاری با روحیه مردم، مطرح شده 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 و فرآورده‌هایی است که توانایی درک و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش مناسب نشان می‌دهند [۲۷]. به‌بیان‌دیگر، 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 [۲۸].

- آگاهی داشتن از نقش عایق حرارتی و برودتی، محافظ بودن؛ [۲۹].- عایق صوتی؛ جلوگیری از نفوذ آلودگی‌های شهری به داخل ساختمان، جلوگیری از فرسودگی زودهنگام 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. [۹-۱۵].

ویژگی مصالح ساختمانی پایدار

-کاهش مصرف انرژی، کل مصرف انرژی مورد نیاز برای تولید مصالح که شامل مصالح خام نیز می‌شود. این مصارف انرژی شامل سوخت لازم برای وسایل برداشت یا استخراج معادن، وسایل پردازش آن‌ها، وسایل حمل‌ونقل

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

مـواد خـام بـه کارخانـه است. این انـرژی معمولاً از سـوخت‌های فسـیلی و منابـع محـدود و تجدید ناپذیر هسـتند. بـرای نمونه تولیـد چـوب ناشی از قطـع درخـت (بـا رعایـت اصـول پایـداری) انـرژی بیشتر و آلودگـی کمتـری نسـبت به پروسـه تولید آهـن کـه بایـد از سـنگ معـدن اسـتخراج شـود، دارد [۲۹].

- استفاده از مصالح طبیعی

مصالـح طبیعـی معمولاً مصرف انرژی کمتـری نسـبت بـه مصالـح سـاخت بشـر دارند. آن‌ها پسماند و تخریـب محیطـی کمتـری دارند. به تازگی بسیاری از آن‌ها ماننـد چـوب تجدید پذیر هسـتند. وقتی این مصالـح در سـاختمان و نمای آن اسـتفاده شـود آن بدنـه پایـداری خواهـد شـد [۹]. انرژی نهفته در مصالح ساختمان‌ها در هنـگام اجـرا حجـم انبوهـی از آلودگـی حاصـل از سـوخت انـرژی را به طور غیرمستقم دربر دارند [۳۰]. قابلیت استفاده مجدد بـه معنـی عملکـرد مصالـح و طول عمـر آن‌ها اسـت [۹]. اسـتفاده مجـدد از نخاله‌هـای سـاختمانی دارای فوایـد زیست‌محیطی زیـادی اسـت. نخاله‌هـای سـاختمانی تـا مدت‌هـا در طبیعـت باقـی می‌ماننـد [۳۱].

بازیافت شدنی

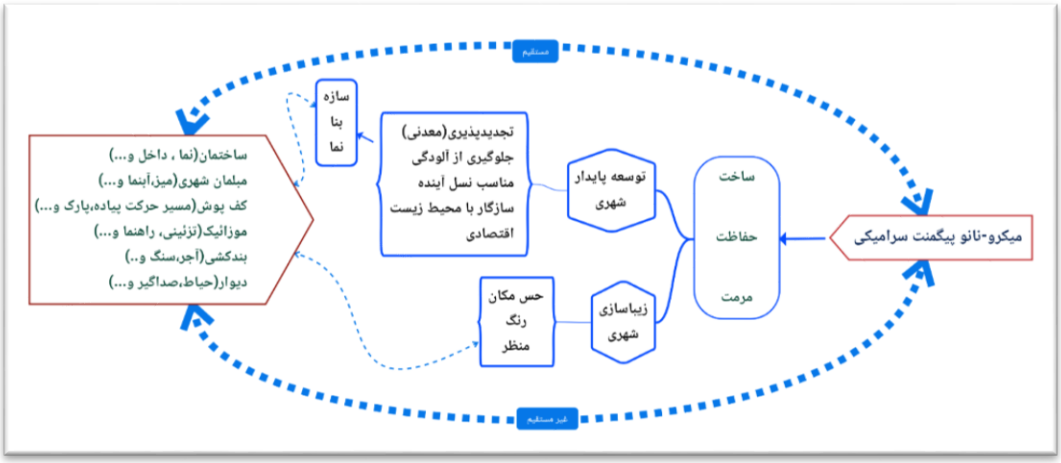
بازیافتـی بـودن مصالـح بـه معنـی توانایـی دوبـاره اسـتفاده کردن، در تولیـد محصـول جدیـد، منابـع طبیعـی، کاهـش هزینـه، کاهـش آلودگـی و به‌طورکلی باعـث کاهـش آثار محیطـی نامطلـوب می‌شـود. بتـن بـر خـلاف شیشـه و فـولاد بعد از یک بـار تولید، دیگر شـکل پذیـر نیسـت ولـی می‌توان آن را قطعه قطعه خـراب کـرد و آن را به‌عنوان تکه‌هـای متراکم بتن یـا در کف‌سـازی راه‌هـا اسـتفاده کـرد [۹].

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، آب و هوا و فرهنگ مردم است. به‌این ترتیب 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 جابه‌جایی در چنین فضاهای شهری به دلیل وحدت آن مسالمت آمیز بود و به دلیل سرزنده و متنوع بود. زیبایی ظاهری ساختمان‌ها و داشـتن نقـش عایـق حرارتـی و برودتـی چند شاخص موثر در افزایش زیبایی و در مصرف انرژی در فصول مختلف است [۳۲].

رنگ در شهر تنوع است درحالی‌که عوامل رنگی شهر را نیز هماهنگ می‌کند. انواع تبلیغات و علائم جاده‌ای شهری، برای رانندگی، رنگ پوشش مردم، رنگ اتومبیل، تغییر فصل، تختخواب بستگی 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 ویترین مغازه‌ها و سایر علائم شهر، می‌تواند کاملاً رنگ شهر را تغییر دهند [۳۳].

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021



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

یافته‌ها

امروزه طراحی ساختمان‌ها، در کشورهای مختلف بر اساس رویکرد توسعه پایدار بررسی می‌شود. بدین منظور از روش‌های مختلفی برای بررسی میزان پایداری بناها استفاده می‌شود. [۹] 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 به‌صورت قابل توجهی تغییر می‌کند. از مهم‌ترین مصالح هوشمند موجود در صنعت ساختمان می‌توان به بتن و شیشه هوشمند مورد کاربرد در ساختمان‌ها اشاره کرد. [۳٤]. نخستین گام برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار 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 [۳۵]. CO2 حاصل از تولید سیمان در فرآیند توسعه همگام با محیط‌زیست کاهش استفاده از منابع تجدید ناپذیر در صدر اولویت راهبردی کشورهای درحال‌توسعه است، مصالح حفاظت از محیط‌زیست و ساختمان سبز می‌تواند به‌طور غیرمستقیم یا مستقیم بر محیط‌زیست، انرژی تأثیر بگذارد، به گونه‌ای که آن‌ها می‌توانند به یک چرخه دانش محور و توسعه پایدار برسند [۳۵]. انرژی از مهم‌ترین ابزارهای لازم برای رسیدن به رشد و توسعه‌ی 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، 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 [۳٦].

از سویی دیگر، برای حفاظت از نمای شهری، میزان افزودنی بر سیمان رنگی علاوه بر تغییر در مقاومت، دوام و سایش می‌تواند روی فرسایش آن نیز اثر بگذارد. به شکلی که کنترل سایش و فرسایش مستقیماً بر دوام ملات و سیمان اثرگذار خواهد بود و از طرف دیگر اثر دوام با نفوذپذیری نیز رابطه مستقیم بر دوام ملات و سیمان اثرگذار خواهد بود و از طرف دیگر اثر دوام نفوذپذیری نیز رابطه مستقیم دارد که در حد بحث این مبحث نیست و لازم است به شکل ویژه 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 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 برای پوشش‌های میکرو- نانو فناوری شده غبارگریز و آب‌گریز می‌توان محافظت این نماهای پیچیده و مرمت آن‌ها را تضمین نمود [۳۷].

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

همان‌گونه که جدول شماره ۱ نیز نشان می‌دهد، مهم‌ترین مبحث در مقوله دوام 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 فنّاوری‌های نوین با استفاده از پیگمنت های سرامیکی و افزودنی‌های مجاز، دانسیته بیشتر و مقاومت فشاری بیشتر و البته نفوذپذیری کمتر برخورداراست. مقاومت سایشی و مقاومت حرارتی نیز مطابق جدول با افزایش دانسیته و مقاومت فشاری و در اصل دوام بیشتر، از لحاظ کیفی به گزینه بسیار خوب نزدیک شده است. نتایج نشانگر تأثیر قابل توجه بر پایداری مواد و مصالح در شهر و کاربری نماسازی نوین رنگی بر مبنای زیباسازی محیط از یک‌سو و قابلیت حفاظت از محیط‌زیست و بازگشت به چرخه بازیافت کمک می‌نماید.

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/m3)	EN1926	۱/۷ – ۱/۹	۱/۸ –۲/۱	۲/۱–۲/۳
۲	مقاومت فشاری (MPa)	ASTM c170	۱۰۰ – ۱٤۰	۱٤۰–۱۸۰	۱٦۰–۲٤۰
۳	مقاومت سایش (زمان)	ASTM c1353	متوسط	خوب	بسیارخوب
٤	نفوذپذیری– Cm	BIS4388	۲ – ٤	۰/۵ –۲	۰/۱–۰/۵
۵	مقاومت حرارتی (تحمل)	ASTM	متوسط	خوب	بسیار خوب

استاندارد مقاومت قطعه حاوی پودر سرامیکی در برابر انجماد و ذوب آرام (برای محیط شب سرد و روز گرم)(الف– انجماد و ذوب آرام در هوا (۵ مرتبه تکرار) ب– انجماد و ذوب آرام در آب (۵ مرتبه تکرار))

با توجه به تغییرات مشهود میکرو–نانو پیگمنت سرامیکی با مواد و مصالح سیمانی یا بتنی دیگر، نتایج قیاس انواع مصالح را در جدول ۲ مشاهده است.

جدول شماره ۲– مقایسه میزان پایداری مصالح رایج با ملات سیمانی میکرو– نانو پیگمنت سرامیکی [۳۸]، نگارندگان ۱٤۰۰

مصالح	مصرف انرژی کمتر	انرژی نهفته کمتر	قابلیت استفاده مجدد	بازیافت شدنی	تجزیه پذیر بودن	مستحکم بودن	آلودگی کمتر	ضایعات کمتر	طبیعی بودن	بومی بودن	عمر طولانی‌تر	حفظ آب
میکرو–نانو پیگمنت سرامیکی	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
بتن ساده	–	–	–	–	–	❋	–	–	–	–	❋	–
آجر	–	–	–	❋	–	❋	❋	❋	❋	❋	–	–
آلومینیوم	❋	❋	❋	❋	❋	–	–	–	–	–	–	❋

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

ماتریس بررسی ملاک‌ها (جدول ...) از آسیب‌شناسی وضع موجود تا آینده‌نگری برای کاربری و توسعه سیمان‌های نوین نشان می‌دهد که تفکر سنتی و ابزارهای موجود قدیمی اجازه تغییر در روند اصلاح و بهبود سیمان‌های جدید را صادر نمی‌کند. کمبود دانش و آگاهی کاربران و مشکلات جانبی کارگاه‌های تولیدی و عدم دسترسی به پژوهشگران عمل‌گرا به نقاط ضعف روند قدیمی افزوده است. پس با توجه به پژوهش‌های گسترده درخصوص توسعه پایدار شهری و زیباسازی شهری، لازم است با شناخت و مدیریت تهدیدها همراه با کوتاه نمودن تبیین معیارها و پذیرش ریسک در بازارهای جدید و به‌کارگیری استانداردها، جامه عمل پوشاند. روشن است، نقاط قوت این روند به کاربردهای چندگانه مواد و مصالح، انگیزه و علاقه‌مندی نسل جدید به کشف و خروجی‌های مؤثر بر حفظ محیط‌زیست و بازیافت مواد و مصالح زیست سازگار، فرصت‌های طلایی را باقابلیت پذیری انواع سیمان‌های جدید، کاربری‌های بین‌رشته‌ای و تجاری‌سازی ملی و منطقه‌ای را افزایش می‌دهد؛ بنابراین همچنان در مسیر معرفی پروژه‌های اثربخش و طرح‌های منتهی به بهبود مستمر، می‌توان مدیریت زمان و هزینه با افزایش کیفیت و ارتقای استانداردها به‌عنوان مدل‌های نوین آینده‌پژوهی اقدامات اجرایی به عمل آورد.

جدول ۳- ماتریس آسیب‌ها و آینده‌نگری، جهت سیمان‌های نوین متناسب اهداف عملیاتی (منبع: نگارندگان – ۱۳۹۹)

آینده‌پژوهی	فرصت‌ها	تهدیدها	نقاط قوت	نقاط ضعف	آسیب‌شناسی
مدیریت حفظ و کنترل زمان	تنوع مصالح جدید با قابلیت‌های 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 درامد	چشم‌انداز روشن برای فناوری دانش‌بنیان	عدم قطعیت از نتایج تست‌ها	دانش و علاقه‌مندی نسل جدید به کاوش	مشکلات اجرایی در سطح تولید کارگاهی	تفکر سنتی نسبت به سیمان
مدیریت دسترسی به مواد و مصالح	زمینه‌سازی تحقیقات متعدد و بین‌رشته‌ای	شکست در بازارهای جدید	تطبیق پذیری زیاد با محیط‌زیست	کمبود ساخته‌ها با مصالح جدید	ابزار و تجهیزات قدیمی تولید
ارتقای کیفیت و سطح استاندارد	شکل‌پذیری صنایع نوین و تجاری‌سازی	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 موردنیاز، مقادیر لازم مواد اولیه مصرفی (سنگ‌دانه یا خاک‌سنگ، سیمان، آب، افزودنی و پیگمنت) با توجه به تعداد قالب‌ها و اندازه آن‌ها، در هر مرتبه قالب‌گیری 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 موردنیاز، مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه تا اطمینان نسبی از توزیع یکنواخت مواد و خیس شدن کامل آن‌ها مخلوط شده آماده قالب‌گیری شد. در نمونه‌های رنگی، تهیه مخلوط مانند نمونه‌های غیررنگی است تنها در ابتدا سیمان و پیگمنت به مدت یک الی دو دقیقه، برای توزیع ذرات در بین یکدیگر، مخلوط شدند و سپس با سنگ‌دانه‌ها مخلوط شدند. در نمونه‌هایی که از افزودنی روان کننده استفاده شد، این افزودنی همراه آب به مخلوط اضافه شد. با آماده شدن مخلوط اولیه سیمان، قالب‌گیری در دو مرحله انجام شد: در ابتدا یک‌سوم قالب با مخلوط پر شد و سپس توسط سیخک در گوشه‌ها و وسط قالب عمل سیخ‌زدن انجام می‌گرفت همچنین تکان‌هایی آرام به قالب داده می‌شد تا مخلوط بتواند به‌خوبی گوشه‌ها و کف قالب را از ملات سیمانی پر کند. فشارهایی نیز در حین پر کردن بر سطح مخلوط اعمال

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

می‌شد سپس قالب‌ها روی ویبراتور قرار گرفت. پس از خارج‌سازی نمونه‌ها حداقل سه ساعت برای گیرش اولیه و سهولت جداسازی از بدنه قالب، درون قالب و در هوای آزاد قرار گرفت. با اتمام مرحله قالب‌گیری و تهیه نمونه اولیه، نمونه‌ها با اتاق عمل‌آوری برای عمل آوردن در شرایط مناسب انتقال داده می‌شدند. برای عمل‌آوری یکسری از نمونه‌ها از غوطه‌وری در حوضچه آب و برای سری دیگر از گونی‌های مرطوب استفاده شد و در تمام مدت طول عمل‌آوری سعی شد که نمونه‌ها مرطوب نگهداری شوند. برای آزمایش نمونه‌ها، آن‌ها یک روز قبل از آزمایش از شرایط عمل‌آوری خارج شده و در محیط اتاق نگهداری شدند. دمای محیط کار در تمام مراحل، دمای اتاق بوده و همچنین تمام کار در کارگاه توسط پژوهشگر، احمدی، ۱۳۹۹ و همکاران انجام‌گرفته است.

طرح اختلاط سیمان و سیمان رنگی در جدول ٤ 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 [6]

جدول ٤– طرح اختلاط سیمان و سیمان رنگی برای تهیه نمونه (نگارندگان، آبان ۱۳۹۹)

واحد/ مقدار	میزان سنگ‌دانه (گرم)	میزان سیمان (گرم)	میزان آب (گرم)	میزان روان‌ساز (گرم)	میزان رنگ‌دانه (گرم)
دریک مترمکعب	١٤٧٨	٥٩٠	٢٤٠	٥/٩	برحسب میزان
در یک نمونه	١٨٦	٧٤	٣٠	٠/٧٤	موردنیاز
در یک قالب	٦٥١	٢٥٩	١٠٥	٢/٦	(در حد مجاز)

طبق جدول ٤– نسبت آب به سیمان حدود ٠/٤ حاصل می‌شود که این نسبت را برای ایجاد سیمان و سیمان رنگی مناسب می‌نماید. نمونه‌های آماده‌شده قبل از مرحله عمل‌آوری قیراندود شدند. سطح قسمتی از آرماتورها که خارج از سیمان و سیمان رنگی قرار داشتند، مورد قیرپاشی قرار گرفتند تا خوردگی از این قسمت آغاز نشود و خوردگی‌های احتمالی از قسمت داخلی سیمان و سیمان رنگی صورت گیرد.

غوطه‌وری، روش عمل‌آوری مورد استفاده در این پژوهش بود. طبق تجربیات موجود و همچنین استانداردها و راهنمایی‌های گردآوری شده نمونه‌ها در حوضچه‌ها آب به مدت ۳ روز کامل مورد عمل‌آوری قرار گرفتند. دمای کاری در هنگام فرآیند عمل‌آوری همان دمای محیط (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بود. همچنین به‌منظور جلوگیری از حل شدن هیدروکسید کلسیم موجود در نمونه‌ها،محلول آب موجود در حوضچه از این ماده اشباع شد. در خاتمه کار، نمونه‌ها بعد از عمل‌آوری در هوای آزاد خشک شدند. خشک شدن نمونه‌ها در یک روز انجام گرفت [۱-۲].

تفسیر تست‌ها و آزمایش‌ها

با توجه به هدف پروژه که پی بردن به نقش رنگ‌دانه‌های سرامیکی بر خواص سیمان رنگی و درنتیجه استفاده از آن در بازسازی و بهسازی پوشش‌های ساختمانی و بندکشی آجرهای بناها و ... است، نیاز به نمونه‌هایی از سیمان رنگی و غیر رنگی است که تحت شرایط یکسان از مواد اولیه، ساخت و عمل‌آوری، تهیه شده باشند. (احمدی، سیدبدرالدین؛ ۱۳۸۰). با تهیه نمونه‌های غیر رنگی که به عنوان نمونه‌های شاهد در نظر گرفته می‌شوند و نمونه‌های رنگی با درصدهای مختلف پیگمنت (معمولاً ۳ درصد، ۵ درصد، ۱۰ درصد و ۲۰ درصد) سعی شد که تحت یک دسته از آزمایش‌ها روی آن‌ها (نمونه‌های رنگی و غیر رنگی) و مقایسه بین نتایج، اثر پیگمنت را روی خواص مکانیکی سیمان رنگی نشان داد. با توجه به آنکه از مهم‌ترین خواص مکانیکی کاربردی برای سیمان، مقاومت فشاری و مقاومت سایشی است ازاین‌رو آزمایش روی نمونه‌ها به ترتیب زیر انجام شد.

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

برای آزمایش مقاومت فشاری از نمونه‌های شاهد ۳ عدد و از نمونه‌های رنگی برای هر درصد پیگمنت نیز ۳ نمونه تحت‌فشار در دستگاه قرار گرفتند و با به دست آمدن نتایج میانگین مقاومت برای هر ۳ نمونه محاسبه شد. با جمع‌آوری نتایج و جدول‌بندی آن‌ها و رسم نمودارها امکان مقایسه بین مقاومت فشاری نمونه شاهد و نمونه‌های رنگی (با درصدهای مختلف پیگمنت) حاصل شده و به این طریق می‌توان به اثر هر پیگمنت بر مقاومت فشاری در سیمان رنگی پی برد؛ و برای آزمایش مقاومت سایشی نیز از نمونه‌های شاهد ۳ عدد و از نمونه‌های رنگی نیز ۳ عدد تحت سایش در دستگاه دیسک دوار قرار گرفت. با به دست آوردن میزان کاهش وزن نمونه‌ها و محاسبه میانگین آن برای هر نمونه، نتایج ثبت شد و سپس با مقایسه و بررسی نتایج، به اثر پیگمنت بر مقاومت سایشی سیمان رنگی نیز می‌توان پی برد.

اثر پیگمنت‌های سرامیکی بر مقاومت سیمان رنگی

مهم‌ترین آزمون برای تأثیر دوام سیمان، سیمان رنگی و ملات، آزمایش مقاومت فشاری است. برای 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 شدند. 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 ٤٦/٦ مگاپاسگال به دست آمده که با اضافه شدن میزان پیگمنت در ۵ درصد، مقاومت فشاری به مقدار ٤٥/٢ مگاپاسگال افت می‌کند. در نمونه‌ای قهوه‌ای‌رنگ نیز مقاومت فشاری در ۳ درصد پیگمنت ٤٩/٢ مگاپاسگال است که این مقدار به ٤٦/٨ مگاپاسگال برای ۵ درصد پیگمنت تقلیل می‌یابد؛ و همچنین برای نمونه‌های زرد مقاومت فشاری در ۳ درصد پیگمنت ٤٨/٧ مگاپاسگال و در ۵ درصد پیگمنت ٤٦/٧ 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 نمودارها مشاهده می‌شود که افت مقاومت برای هر سه رنگ یکسان نیست و پیگمنت سبز بیشترین کاهش را در بین سه پیگمنت نشان می‌دهد.

جدول ۵- نتایج حاصل از آزمایش مقاومت فشاری (دسته اول آزمایش‌ها) (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	-	٤٨	۵۸
۲	پیگمنت سبز	۳ درصد	٤٦/٦	۵۷/٦
		۵ درصد	٤٥/٢	۵۵
۳	پیگمنت قهوه‌ای	۳ درصد	٤٩/٤	۵۹/٦
		۵ درصد	٤٦/٨	۵٦/٨
٤	پیگمنت زرد	۳ درصد	٤٨/٧	۵۹/۱
		۵ درصد	٤٦/٤	۵۸/٧

در عمر ۲۸ روزه، مقاومت نمونه شاهد برابر ۵۸ مگاپاسگال است. در نمونه‌های سبزرنگ، مقاومت فشاری ۵۷/٦ مگاپاسگال در ۳ درصد پیگمنت به مقدار ۵۵ مگاپاسگال در ۵۰ درصد پیگمنت کاهش نشان می‌دهد و در نمونه‌های قهوه‌ای‌رنگ، مقاومت از ۵۹/٦ مگاپاسگال

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

برای ۳ درصد پیگمنت به ٥٦/٨ 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.

در سری دوم آزمایش‌ها، مواد اولیه مصرفی شامل سیمان سفید، سنگ‌دانه‌هایی با دانه‌بندی آب و افزودنی روان کننده بود. همچنین از دو نمونه شاهد، یکی بدون افزودنی روان کننده (شاهد ۱) و دیگری با افزودنی روان کننده (شاهد ۲) استفاده شد و نمونه‌های رنگی نیز با سه پیگمنت سبز، قهوه‌ای و زرد در مقادیر ۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصد ساخته شدند تا بتوان به نتیجه بهتری دست یافت. ازآنجایی‌که میزان مصرف افزودنی‌ها طبق مطالعات انجام شده، به دلیل احتمال اثر منفی آن‌ها بر رنگ سیمان محدود است درنتیجه مقدار افزودن روان کننده در نمونه‌های شاهد ۲ و رنگی، یک درصد وزنی سیمان مصرفی در نظر گرفته شد. عمل‌آوری نمونه‌ها در حوضچه آب تا یک روز قبل از انجام آزمایش فشار نمونه‌های ۷ روزه و ۲۸ روزه است.

نتایج و مقایسه آزمایش مقاومت در دو دسته از نمونه‌ها

در نتایج حاصل شده برای نمونه‌های ۷ روزه از مقایسه یک به یک نمونه‌های رنگی در درصدهای مختلف پیگمنت با نمونه شاهد ۲ مشاهده می‌شود 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 می‌شود. پس در کل با افزایش مقدار پیگمنت‌ها از ۵ درصد به بالا مقاومت فشاری کاهش می‌یابد (احمدی، سیدبدرالدین؛ ۱۳۸۰) و میزان کاهش در درصدهای بالاتر پیگمنت بیشتر می‌شود.

با گذشت زمان و آزمایش نمونه‌های ۲۸ روزه مشاهده می‌شود که نمونه‌های رنگی سبز و قهوه‌ای با افزایش میزان پیگمنت نسبت به شاهد ۲ کاهش مقاومت را نشان می‌دهند و این کاهش برای درصدهای بالاتر، بیشتر است اما در نمونه رنگی زرد تا ۵ درصد پیگمنت افزایش جزئی در مقاومت نسبت به نمونه شاهد ۲ مشاهده می‌شود ولی در مقادیر پیگمنت بالاتر، این افزایش به کاهش مقاومت تبدیل شده است. از نتایج به دست آمده در سری اول آزمایش‌ها و سری دوم آزمایش‌ها می‌توان نتیجه گرفت که افزودن پیگمنت باعث کاهش مقاومت فشاری نمونه‌های رنگی نسبت به نمونه‌های غیر رنگی می‌شود.

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 درنتیجه به شکل مکانیکی در بین ذرات خمیر سیمان و بر سطح سنگ‌دانه‌ها پخش می‌شوند 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، ازاین‌رو این مناطق به‌عنوان عیب عمل کرده و درنهایت باعث ترک و شکست نمونه‌ها در تنش‌های کمتر می‌شوند. با در نظر گرفتن نتایج حاصل شده و در دو سری آزمایش‌ها می‌توان به‌طور تقریبی دامنه مجاز افزودن پیگمنت‌ها را به سیمان رنگی برای رنگی کردن سیمان و به دست آوردن مقاومت فشاری مطلوب تعیین نمود.

در رنگ سبز دامنه مجاز پیگمنت را می‌توان در مقایسه با شاهد ۱ و شاهد ۲ کمی بالاتر از ۵ درصد وزنی سیمان موجود تعیین نمود زیرا در درصدهای بالاتر میزان کاهش مقاومت شدیدتر می‌شود. با این نوع پیگمنت در این دامنه مجاز نمی‌توان به رنگی با شدت مطلوب دست یافت و برای دستیابی به این امر نیاز به پیگمنت بیشتری است. در رنگ قهوه‌ای دامنه مجاز پیگمنت را در مقایسه با شاهد ۱ و شاهد ۲ می‌توان با ۱۰ درصد وزنی سیمان تعیین نمود که در مقادیر نزدیک به ۱۰ درصد می‌توان به‌شدت و وضوح رنگ مطلوب

دست یافت. برای رنگ زرد دامنه مجاز پیگمنت در مقایسه با شاهد ۱ می‌توان تا ۱۵ درصد وزنی سیمان موجود و در مقایسه با شاهد ۲ این دامنه تا کمی بالاتر از ۱۰ درصد (بین ۱۰ تا ۱۵ درصد) تعیین می‌شود. این پیگمنت در دامنه تعیین شده می‌تواند رنگ‌های مطلوبی را ارائه دهد که شدت رنگ در درصدهای بالاتر افزایش می‌یابد.

جدول ٦- نتایج مقاومت فشارهای نمونه‌های ۷ روزه و ۲۸ روزه (دسته دوم آزمایش‌ها)(نگارنده، احمدی و همکاران، ۱۳۹۹)

ردیف	مشخصه پیگمنت	درصد وزنی پیگمنت به وزن سیمان موجود	میانگین مقاومت فشاری برحسب مگاپاسکال	
		–	عمر سیمان (۷ روزه)	عمر سیمان (۲۸ روزه)
۱	شاهد ۱	–	٥٦	٦٧/١٢
۲	شاهد ۲	–	٥٦	٦٧/١٢
۳	پیگمنت سبز	۳ درصد	٥٣/٥	٦٥/١
		۵ درصد	٥٣/٢٤	٦٣/٢
		۱۰ درصد	٣٨/٤٨	٤٨/٨
		۱۵ درصد	٢٦/٧	٢٩/٤
		۲۰ درصد	٢١/٤	٢٧/٥
٤	پیگمنت قهوه‌ای	۳ درصد	٥٥/٣	٦٦/٧
		۵ درصد	٥٣/٢	٦٤
		۱۰ درصد	٥١/٤	٦٠/٣
		۱۵ درصد	٤٧/٦	٥٠/٧
		۲۰ درصد	٣٦/٥	٤١/٤
۵	پیگمنت زرد	۳ درصد	٥٥/٥	٦٧/٨
		۵ درصد	٥٤/٩	٦٧/٢
		۱۰ درصد	٥٢	٦٢/٠٤
		۱۵ درصد	٤٨/١٢	٥٥/٨
		۲۰ درصد	٣٥/٦	٤٦/٢

تأثیر اندازه و شکل ذرات پیگمنت بر مقاومت سیمان رنگی

در نتایج آزمون‌ها مشاهده شد 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 همان‌گونه که مشاهده می‌شود 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 درنتیجه شدت رنگ سیمان رنگی می‌کاهد که این مسئله در آزمایش‌ها برای نمونه سبز کاملاً مشهود بود زیرا با پیگمنت سبز تا مقادیر بالای ۱۵ درصد امکان دستیابی به‌شدت رنگ مطلوب وجود نداشت؛ اما برای نمونه‌های زرد با مقادیر ۳ الی ۵ درصد شدت رنگ مطلوب حاصل

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

شد و برای رنگ قهوه‌ای نیز حالتی بینابین وجود داشت.

تأثیر افزودنی روان کننده بر مقاومت

با مقایسه نمونه‌های شاهد ۱ و شاهد ۲ مشاهده شد شاهد ۲ که حاوی افزودنی روان کننده است تا حدی دارای مقاومت بالاتری نسبت به شاهد ۱ است که این مقاومت اضافی نشان‌دهنده اثر روان کننده بر کارایی و درنتیجه افزایش مقاومت سیمان است. از طرفی با مقایسه یک‌به‌یک نمونه‌های رنگی با نمونه شاهد ۱ (بدون افزودنی روان کننده) در عمر ۷ روزه مشاهده می‌شود که در نمونه‌های سبزرنگ تا ۳ درصد، در نمونه‌های قهوه‌ای‌رنگ تا ۵ درصد و در نمونه‌های زردرنگ تا ۱۰ درصد به مقاومتی بالاتر و یا برابر با مقاومت فشاری نمونه شاهد ۱ دست‌یافته شده است؛ اما نمونه سبزرنگ با افزایش پیگمنت کاهش سریع مقاومت را نشان می‌دهد و نمونه‌های قهوه‌ای و زرد نیز افت مقاومت را در مقادیر بالای پیگمنت نشان می‌دهند ولی این افت نسبت به نمونه سبز کمتر است.

همچنین با توجه به چنین وضعیتی نیز برای نمونه‌های ۲۸ روزه حاصل شده است و همان‌گونه که مشاهده می‌شود مشابه عمر ۷ روزه نمونه‌های زردرنگ تا ۱۰ درصد پیگمنت مقاومت نزدیک‌تری را نسبت به نمونه شاهد ۱ نشان می‌دهد و نمونه‌های سبزرنگ نیز افت سریع مقاومت را در مقادیر بالای پیگمنت دارند. درنتیجه با توجه به مقایسه‌هایی که صورت گرفت می‌توان گفت که با استفاده از یک درصد افزودنی روان کننده در نمونه‌های رنگی تا حدودی از افت مقاومت تا نزدیک به ده درصد پیگمنت کاسته می‌شود و با بعضی از پیگمنت‌ها (با توجه به شکل، اندازه ترکیب آن‌ها) می‌توان به مقاومت بالاتری نیز دست یافت. با چنین نتیجه‌ای می‌توان گفت احتمال دارد پیگمنت‌های سرامیکی از طریق کاهش کارایی سیمان باعث کاهش مقاومت فشاری می‌شوند که با استفاده از افزودنی روان کننده می‌توان این اثر را کمتر یا جبران کرد.

اثر عمر بر مقاومت فشاری

با گذشت زمان از ۷ روز به ۲۸ روز، مقاومت نمونه‌ها (شاهد ۱، شاهد ۲ و رنگی) افزایش یافته است. همان‌گونه که مشاهده شد تمام نمونه‌ها به یک اندازه افزایش مقاومت نشان می‌دهند و درنتیجه می‌توان گفت که پیگمنت‌ها بر هیدراتاسیون سیمان که باعث افزایش مقاومت با گذشت زمان می‌شود تأثیر چندانی نداشته‌اند. ولی همچنان با افزایش عمر، افت مقاومت در نمونه‌های رنگی در درصدهای بالای پیگمنت نسبت به نمونه‌های شاهد نشان داده شده است.

تأثیر دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های مصرفی و روش عمل‌آوری بر مقاومت

در مقایسه‌ای دیگر بین ملات نمونه شاهد ۱ و نمونه رنگی ۳ درصد و ۵ درصد سری اول آزمایش‌ها با همین نمونه‌ها در سری دوم آزمایش‌ها مشاهده می‌شود که در سری دوم مقاومت بالاتری حاصل شده است. با بررسی روش تهیه و ساخت نمونه‌ها این امر را می‌توان ناشی از تغییر دانه‌بندی سنگ‌دانه‌ها و همچنین روش عمل‌آوری دانست. از آنجاکه در یک دانه‌بندی خوب، مقدار سنگ‌دانه‌های ریزتر از ۰/۳ میلی‌متر بین ۱۰ تا ۳۰ درصد از کل حجم سنگ‌دانه تعیین شده است و توصیه می‌شود که ۱۵ درصد کل سنگ‌دانه در نظر گرفته شود (درصورتی‌که کمتر از ۱۰ درصد باشد مخلوط سیمان خشن شده و کار کردن با آن مشکل می‌شود) و همچنین برای الک ۱۰۰ به میزان حداقل ۳ درصد سنگ‌دانه عبور کرده داشته باشیم. ازاین‌رو با رجوع به منحنی دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های مصرفی مشاهده می‌شود که دانه‌بندی استفاده‌شده در سری دوم آزمایش‌ها منحنی دانه‌بندی دارای منحنی بهتری است و به همین دلیل این پارامتر را می‌توان یکی از عوامل بالا رفتن مقاومت در سری دوم آزمایش‌ها دانست. همچنین عمل‌آوری نمونه‌ها در حوضچه آب نسبت به عمل آوردن زیر گونی مرطوب می‌تواند تأثیر بیشتری بر مقاومت داشته باشد. ازاین‌رو اثر عمل‌آوری را نیز می‌توان با این مقایسه نشان داد.

تأثیر پیگمنت‌های سرامیکی بر مقاومت سایشی ملات

برای اندازه‌گیری مقاومت سایشی ملات حاوی سیمان رنگی، سطح نمونه‌های ساخته‌شده با پیگمنت سرامیکی، در آزمایش سایش با سمباده (P۱۲۰) و (P۲٤۰) واقع شد. در این آزمایش که به صورت سایش خراشان روی سطح نمونه انجام شد، تعداد ۳ عدد از هر

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

نمونه ۵×۵×۵ سانتی‌متری با میزان سه و پنج درصد پیگمنت سرامیکی به‌صورت افزودنی مورداستفاده قرار گرفتند تا میانگین کاهش وزن در زمان تعیین شده (ثابت) ثبت شود. تنوع نمونه‌ها عبارت بودند از نمونه شاهد، نمونه زرد، نمونه سبز و نمونه قهوه‌ای که مواد اولیه هریک از آن‌ها طبق جدول اختلاط انتخاب‌شده و مورد استفاده واقع شد.

مجموعه آزمایش‌های انجام شده با دو نوع سمباده ۱۲۰ و ۲۴۰ تکرار شد. ویژگی‌های آزمایش انجام شده برای زمان صرف شده معادل یک ساعت (۶۰ دقیقه) با دستگاه دیسک چرخان و گردشی معادل ۷۲۰۰ دور در ساعت، برای تمام نمونه‌ها ثابت نگه‌داشته شد. با توجه به نتایج آزمایش‌های مقاومت سایشی به شرح ذیل ارائه می‌شود. ابتدا نمونه اول شاهد با وزن اولیه ۲۵۶/۳۵ گرم در دستگاه دیسک چرخان قرار گرفت و تحت سایش خراشان با سمباده (۱۲۰) کاهش وزنی معادل ۱۴/۴۲ گرم به دست آمد. به این ترتیب وزن نمونه اول پس از کاهش وزن به ۲۵۱/۱۵ گرم رسید. نمونه‌های دوم و سوم شاهد نیز به همین ترتیب تحت آزمایش قرار گرفتند که مقدار آن ارائه شده است. میانگین حاصل از یک ساعت سایش برای نمونه‌های شاهد معادل ۱۴/۰۳ است. سپس نمونه اول با افزودن ۳ درصد پیگمنت زرد مورد آزمایش قرار گرفت. وزن اولیه آن معادل ۲۸۰/۰۹ گرم بود و تحت سایش خراشان با سمباده (۱۲۰) به کاهش وزن معادل ۱۲/۳۱ گرم رسید. نمونه‌های دوم و سوم زرد ۳ درصد نیز به همین ترتیب تحت آزمایش قرار گرفتند که مقدار آن مطابق جدول ارائه شده است. میانگین حاصل از یک ساعت سایش برای نمونه‌های زرد ۳ درصد معادل ۱۰/۹۴ گرم است. به دنبال آن نمونه اول با افزودن ۳ درصد پیگمنت سبز مورد آزمایش قرار گرفت که مطابق با کاهش وزنی معادل ۶/۶۲ گرم روبرو شده این آزمایش برای نمونه‌های دوم و سوم با ۳ درصد پیگمنت سبز نیز انجام شد و در پایان پس از محاسبه میانگین کاهش وزن به عدد ۵/۲۴ گرم رسیده سپس این آزمایش برای نمونه اول با افزودن ۳ درصد پیگمنت قهوه‌ای تکرار شد و با توجه به نمونه‌های دوم و سوم با ۳ درصد افزودن پیگمنت قهوه‌ای به میانگین کاهش وزنی معادل ۴/۸۲ گرم رسید.

مجموعه آزمایش‌های فوق تحت سایش خراشان با سمباده (۱۲۰) برای پیگمیت‌های زرد، سبز، قهوه‌ای با افزودن ۵ درصد پیگمنت مطابق جدول به کاهش وزن میانگین ۳ به ترتیب برابر با ۷/۰۵، ۴/۶۷، ۲/۹۶ گرم رسید. با توجه به مقایسه نتایج به دست آمده از آزمایش پیگمنت‌های زرد، سبز، قهوه‌ای با نمونه شاهد، مشاهده شد که کمترین کاهش وزن برای افزایش پیگمنت به میزان ۳ درصد و ۵ درصد متعلق به رنگ قهوه‌ای بوده و سپس کمترین مقدار کاهش برای رنگ‌های سبز و زرد مشاهده گردید. این میزان کاهش در مقایسه با مقدار کاهش وزن نمونه‌های شاهد در وضعیت بهتری بود.

همین آزمایش‌ها برای سه نمونه از رنگ‌های زرد، سبز، قهوه‌ای در کنار نمونه شاهد تحت سایش خراشان با سمباده (۲۴۰) نیز انجام شد و مطابق جدول برای میانگین نمونه‌های شاهد وزنی معادل ۷/۳۳ گرم، برای میانگین نمونه‌های زرد ۳ درصد و ۵ درصد به ترتیب به کاهش وزنی معادل ۵/۰۷ گرم و ۳/۳۲ گرم رسید. برای میانگین نمونه‌های سبز ۳ درصد و ۵ درصد به ترتیب به کاهش وزنی معادل ۲/۱۵ گرم و ۱/۳۶ گرم رسید. با توجه به نتایج به دست آمده از این دست آزمایش‌ها یعنی بهره‌گیری از سمباده ۲۴۰ مشاهده می‌شود با ترتیب کاهش وزن نمونه‌های حاوی پیگمنت قهوه‌ای کمترین مقدار کاهش وزن را دارا است و به دنبال آن کمترین کاهش وزن متعلق به نمونه‌های سبز، زرد و شاهد است. (احمدی، سید بدرالدین؛ ۱۳۹۹).

نتایج کمی آزمایش‌های مقاومت سایشی

جدول ۷- نتایج آزمایش‌های مقاومت سایشی (سایش خراشان) نمونه‌های ۹۰ روزه (نگارنده، احمدی و همکاران، ۱۳۹۹)

ردیف	نام نمونه	وزن اولیه نمونه (gr)	میزان کاهش وزن برحسب (gr)		وزن ثانویه نمونه برحسب (gr)		میانگین کاهش وزن در ساعت به(gr)
			سمباده ۱۲۰	سمباده ۲۴۰	سمباده ۱۲۰	سمباده ۲۴۰	سمباده ۲۴۰

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

۱	شاهد	نمونه اول	۲۵۶/۳۵	۱٤/٤۲	۷/۸۳	۲۵۱/۱۵	۲۵۷/۵۲	
		نمونه دوم	۲۷۵/۱۵	۱۳/۸۱	۷/۲۵	۲٦۱/۳٤	۲٦۷/۹	۱٤/۰۳ ۷/۳۳
		نمونه سوم	۲۵۷/۰۷	۱۳/۸۷	٦/۹۲	۲٤۳/۲۰	۲۵۰/۱۵	
۲	زرد ۳ درصد	نمونه اول	۲۸۰/۰۹	۱۲/۳۱	۵/٤۰	۲٦۷/۷۸	۲۷٤/٦۹	
		نمونه دوم	۲۷٦/۵٤	۹/٦۵	٤/۷۱	۲٦٦/۸۹	۲۷۱/۸۳	۱۰/۹٤ ۵/۰۷
		نمونه سوم	۲۷۷/۰۳	۱۰/۸۷	۵/۱۱	۲٦٦/۱٦	۲۷۱/۹۲	
	زرد ۵ درصد	نمونه اول	۲۷۱/۱۹	٦/۱۱	۲/۸٤	۲٦۵/۰۵	۲٦۸/۳۵	
		نمونه دوم	۲۷۵/٤٤	۷/۸۱	۳/۷۱	۲٦۷/٦۳	۲۷۱/۷۳	۷/۰۵ ۳/۳۲
		نمونه سوم	۲۷۳/۳۲	۷/۲۵	۳/٤۱	۲٦٦/۰۲	۲٦۹/۹۱	
۳	سبز ۳ درصد	نمونه اول	۲۷٤/۰۵	٦/٦۲	۳/۱۱	۲٦۷/٤۳	۲۷۰/۹٤	
		نمونه دوم	۲٦۷/۷۱	۳/٦۸	۲/۱۲	۲٦٤/۰۳	۲٦۵/۵۹	۵/۲٤ ۲/۵۲
		نمونه سوم	۲٦۵/۱۵	۵/٤۳	۲/۳۳	۲۵۹/۷۲	۲٦۲/۸۲	
	سبز ۵ درصد	نمونه اول	۲۷۷/۵۱	٤/٦۱	۱/۷۵	۲۷۲/۹	۲۷۵/۷٦	
		نمونه دوم	۲٦۷/۰۹	۵/٤۷	۱/۷۰	۲٦۱/٦۲	۲٦۵/۳۹	٤/٦۷ ۱/۵۲
		نمونه سوم	۲۷۳/۸۱	۳/۹٤	۱/۱۲	۲٦۹/۸۷	۲۷۲/٦۹	
٤	قهوه‌ای ۳ درصد	نمونه اول	۲۸۱/۰۵	۳/۰٦	۱/٤٤	۲۷۷/۹۹	۲۷۹/٦۱	
		نمونه دوم	۲۷۱/۱۲	٦/٦۲	۳/۱۱	۲٦٤/۵۰	۲٦۸/۰۱	٤/۸۲ ۲/۱۵
		نمونه سوم	۲۷۸/۱۵	٤/۸۰	۱/۹۲	۲۷۳/۳۵	۲۷٦/۳۳	
	قهوه‌ای ۵ درصد	نمونه اول	۲۸۰/۷٦	۳/۰۹	۱/۲۱	۲۷۷/٦۷	۲۷۹/۵۵	
		نمونه دوم	۲۷۰/۸۱	۲/۵۵	۱/۵۱	۲٦۸/۲٦	۲٦۹/٦٦	۲/۹٦ ۱/۳٦
		نمونه سوم	۲۷۹/۰۵	۳/۲٤	۱/۷۳	۲۷۵/۸۱	۲۷۷/۳۲	

جدول ۸- نتایج کیفی قطعه حاوی پودر سرامیکی، آزمون الف در هوا: سرما ۳۰- 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	۱٤ روزه	نسبتاً ضعیف
"	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب
۳	شاهد	- صفر	۲۸ روزه	نسبتاً خوب
"	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب

جدول ۹- نتایج کیفی قطعه حاوی پودر سرامیکی، آزمون ب در آب: سرما ۳۰- 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	۱٤ روزه	نسبتاً ضعیف
"	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب

۳	شاهد	– صفر	۲۸ روزه	نسبتاً خوب
"	مخلوط	سه نوع ۳٪	"	خوب

* مطابق استاندارد بین‌المللی برای محیط‌های سردسیری و یخبندان طولانی، به آزمایش‌های 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) - میکروسکوپیک

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

** آزمون‌های بندهای ۲ و ۳ و ٤ معادل ٤۰ بار تکرار می‌شوند.

***استانداردهای مرتبط عباتند از:C823 – C670 – C490 – C233 – C192 – C157

در پیش برد بحث‌ها و جمع‌بندی آن به جایگاه میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی در توسعه پایدار و زیباسازی شهری می‌توان رسید که در جدول ۱۰ به تصویر کشیده شد.

جدول ۱۰- جایگاه میکرو-نانو پیگمنت در توسعه پایدار و زیباسازی شهری

*[۹-۳۸]، مقایسه نگارندگان طبق نتایج و آزمایش‌ها

جایگاه مصالح از نظر توسعه پایدار شهری		تأثیر مصالح (سیمان، ملات، بتن)		جایگاه مصالح از نظر زیباسازی شهری	تأثیر مصالح (سیمان، ملات، بتن)	
		ساده	میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی		ساده	میکرو-نانو پیگمنت سرامیکی
اقتصادی	تغییر الگوهای تولید، توزیع و مصرف بی‌رویه	–	*	وجود مناظر زیبا در فضاهای شهری	–	*
	استفاده از مصالح بادوام	*	*			
	استفاده از مصالح با توجه به کاهش مصرف انرژی	–	*	مبلمان زیبا و آراستگی فضای شهری	–	*
اجتماعی و فرهنگی	محور بودن انسان و حس تعلق	–	*	سرعت و دقت کارشناسان در اجرای طرح‌های زیباسازی	*	*
	سازگار با روحیه مردم	–	*			
	توجه به حقوق نسل آینده	–	*			
	زیبایی	–	*		–	*
	بومی‌بودن مصالح و تطابق با فرهنگ	–	*			

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

		تغییر در رفتارها برای ایجاد تغییر در الگو مصرف	–	❋	نظارت شهرداری بر عملکرد زیباسازی شهری		
زیست‌محیطی	ساخت	تولید مصالح با حداقل تخریب و آسیب‌رسانی به محیط	–	❋	متناسب بودن خدمات زیباسازی با روحیه شهروندان	–	❋
		تعریف آستانه و ظرفیت تحمل زیست محیط	–	❋			
		کاهش آلودگی	–	❋			
		قابلیت بازیافت مصالح و استفاده مجدد از آن‌ها	–	❋	اطمینان شهروندان از ارائه خدمات زیباسازی شهری	–	❋
	بهره‌برداری	تجدیدنظر در ضوابط ساختمانی برای میزان مصرف مصالح ساختمانی	–	❋			
		سمی‌نبودن	–	❋			
		حفظ آب	–	❋			
		عمر طولانی	❋	❋	تجربه و تعهد کارشناسان زیباسازی شهری	–	❋
		تجدید پذیر	–	❋			
		طراحی ساختمان با توجه به حداقل رساندن ضایعات	–	❋			
	پسماند	کنترل میزان مصرف	–	❋			
		جریان خطی مواد و مصالح ساختمانی	–	❋	اجرای طرح‌های فراگیر زیباسازی	–	❋
		کاهش ضایعات	–	❋			

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

کاهش آلودگی	-	*
بازیافت شده	-	*
کاهش مصرف انرژی	-	*
مصالح طبیعی	-	*

نتیجه‌گیری

شهر پایدار با رویکردهای مختلف قابل بحث و توسعه سیستماتیک است. اگر معیارها برگرفته از مباحث عمده باشد هر یک به شکل مجزا قابل پژوهش است مانند: مبحث انرژی - آلودگی - محیط‌زیست، مواد و مصالح قابل بازیافت - اقتصاد و مدیریت یکپارچه‌سازی اقتصادی – تعاملات اجتماعی و نقش‌آفرینی نوآوری ارتباطات شهری ملاک‌های مورد توجه می‌توانند به: قوانین و مقررات ساخت‌وساز، قوانین و مقررات بالادستی در شهر، نقل و انتقال و تردد و روان‌سازی ترافیک، استانداردهای ملی، منطقه‌ای و جهانی و...

شاخص‌ها در هر مبحث می‌تواند گسترده شود و مورد پژوهش قرار گیرد برای طراحی شهری و راهبردهای شهر پایدار می‌توان مواد و مصالح را یکی از مؤثرترین مقوله‌ها به‌حساب آورد: شناسایی مواد، انتخاب مصالح، دوام و پایداری مواد، 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 و...

این شاخص‌ها می‌تواند مؤلفه‌هایی داشته باشد، برای نمونه: تأثیر دانه‌بندی‌های پودرهای اکسیدی، پیگمنت‌های سرامیکی در کنار روان کننده و فوق روان‌کننده مواد و مصالح کاربردی و مقاوم به**uv**. برای پیوسته نمودن این مباحث که ذکر شد نیاز به مدل‌سازی مفهومی و آزمایش‌های عملیاتی، آزمایشگاهی و کارگاهی است که می‌توان:

شناسایی و انتخاب مواد و مصالح مناسب با توجه به اقلیم بکار رود، فرآیندهای ساخت و بکار گیری 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 دستیار در ساخت‌وساز و اجرا یا متخصصان و افراد حرفه‌ای که گروهی کار می‌کنند و نظارت و مشاوره افراد علمی و پژوهشگران در حوزه‌های مرتبط با این مجموعه از تفکر به معنای تفکر سیستماتیک در طراحی شهری و راهبردهای شهر پایدار و استراتژی شهر سلامت می‌تواند به صورت نگاه اصولی توسط سازمان‌ها و نهادهای علمی، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، شرکت‌های تراز اول و شرکت‌های دانش‌بنیان قابل مطرح کردن باشد. برای نمونه در شهر پایدار انرژی + آلودگی + اقتصاد + محیط‌زیست + تعاملات اجتماعی.

۱-با توجه به کاوش روابط میان مؤلفه‌ها و با استناد به نتایج آزمایشی-کارگاهی و نتیجه قابل قبول آزمایش‌های مربوط به ملات میکرو- نانو پیگمنت سرامیکی که در آزمایش شامل: مقاومت فشاری، مقاومت کششی و نفوذپذیری؛ نسبت به سیمان بدون افزودنی افزایش داشته نتیجه می‌شود دوام مواد پیشنهاد شده، افزایش یافته و نتایج قابل قبول است.

۲-همان‌گونه که بیان شد مواد و مصالح از نظر توسعه پایدار شهری: با صرفه اقتصادی، استفاده از منابع تجدید پذیر، عدم ایجاد آلودگی زیست‌محیطی و استفاده از مصالح و مواد شیمیایی مضر اکوسیستم، دوام و ماندگاری برای نسل‌های آینده

۳- همان‌گونه که انتظار می‌رود و نتایج مبتنی بر آن است به علت طیف رنک‌های متنوع این مواد و مصالح می‌توان از آن به عنوان مصالحی در برای زیباسازی شهری نیز استفاده نمود که ملاک‌های زیر را دارد: منظر زیبا، رنگ و حس تعلق

در پایان می‌توان نتیجه گرفت استفاده از روش‌ها، فناوری مواد و مصالح میکرو- نانو و زیست سازگار برای تولید ملات سیمان سرامیکی (با سیمان رنگی سرامیکی) می‌تواند گامی به منظور زیباسازی و پایداری شهری باشد.

منابع

[1] pilechiha, peiman; Ahmadi, Seyed Badreddin; Gholi Nejad Pirbazari, 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 Badraldin,; 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)

[3] Olawumi TO, Chan DW. A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. Journal of cleaner production. 2018 May 10;183:231-50.

[4] Law of the Sixth Five-Year Development Plan of the Islamic Republic of Iran (2016) (cases approved in the open court of the Islamic Consultative Assembly).

[5] Button K. City management and urban environmental indicators. Ecological economics. 2002 Feb 1;40(2):217-33.

[6] Parhizkar A, Firouzbakht A. Iranian urban management outlook with emphasis on urban Sustainable development. territory. 2011 Dec 22;8(issue4):43-67.

[7] 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.

[8] Fresco LO, Kroonenberg SB. Time and spatial scales in ecological sustainability. Land use policy. 1992 Jul 1;9(3):155-68.

[9] 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.

[10] Rahaei, O., Ghaemmaghami, P. Environment and Sustainable Strategies in Design of Future Buildings. Journal of Environmental Science and Technology, 2014; 15(2): 135-146.

[11] Technical Committee of Occupational Health Limits of occupational exposure to pathogens. (2001) Tehran: University of Medical Sciences and Health Services

[12] Xun H. Sponge City Ecosystem and Application of Green Building Environmental Protection Materials. Ekoloji. 2019 May 27;28(108):675-80.

[13] Brookes AJ, Poole D, editors. Innovation in Architecture: A Path to the Future. Taylor & Francis; 2012 Dec 6.

[14] Momenian, Arezoo ,Meysam Zekavat ،Color Palette in the City J Biochem Tech (2019) Special Issue (2): 86-93

[۱۵] Jahanbakhsh, P, Nami, P. The Effect of Improvement of Building Facades on the Face of the City. (2013)Architecture and Sustainable Development Conference:1

[16] 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.

[17] Berge B. The ecology of building materials. Routledge; 2009 Jun 4.

[18] 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.

[19] 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.

[۲۰]Yousefi, M. Sustainable Materials in Architecture. Quarterly Engineering Arrangement of Qazvin; (2009) No 3 ,1 :37

[2۱] Olsen SI, Jørgensen MS. Environmental assessment of micro/nano production in a life cycle perspective. InMaterials Research Society Fall meeting (2006). Materials Research Society.

[2۲] Addis B, Talbot R. Sustainable construction procurement: a guide to delivering environmentally responsible projects. (2009)

[۲۳]Noorian, M, GodarziSoroush, M. Evaluation of traditional Iranian architecture with nature with approach of Sustainable Development.2nd Sustainable Architecture conference(2011) [internet]:74.Available at: www. Civilica.com

[2٤] Zandieh M, Parvardinejad S. Sustainable development and its concepts in residential architecture of Iran. Journal of Housing and Rural Environment of village. 2010(130).

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

[۲۵] Ochsendorf JA. Sustainable engineering: The future of structural design. InStructures Congress 2005: Metropolis and Beyond 2005 (pp. 1-9).

[۲۶] 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

[۲۷] Mofidi shemirani, M. Analyzing BIPV design method with sustainable design .International Journal of Architecture and urban planning ,IUST,Tehran; (2013)No-10:173 184.

[۲۸] Gorji Mahlabani, Y, Hajabotalebi, E. Smart Material and Its Role in Architecture. (2009) First National Conference of New Construction tech:69.

[۲۹] Pakzad, J, Souri, E. Architecture & urban design terms. (2007) Tehran: Shahidi issue:83.

[۳۰]Roux, P. Sustainable Building Materials. Chicago: (2007) Green Building Council: 32-30.

[۳۱] Huberman N, Pearlmutter D. A life-cycle energy analysis of building materials in the Negev desert. Energy and Buildings. 2008 Jan 1;40(5):837-48.

[۳۲] McDonough W, Braungart M. Cradle to cradle: Remaking the way we make things. North point press; (2010) Mar 1.

[۳۳] 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).

[۳۴] Armaghan, M, Servatjo, H. Smart Materials in Elevation Sustainable Approach In Future. (2011) -2Second National Conference on Sustainable Architecture:9.

[۳۵] 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.

[۳۶] 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.

[۳۷] 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.

[۳۸] 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Downloaded from udd.modares.ac.ir at 13:57 IRST on Sunday November 14th 2021

Construction, Protection and Repair with Mortar Containing Micro-Nano Ceramic Pigments in order to Beautify and Sustainable Urban Development

Mysticism of Sadat Ahmadi [1], Vahid Afshin Mehr [2*], Seyed Badruddin Ahmadi [3], Covenant of Cocoons [4]

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

vafshinmehr@yahoo.com

Abstract

Aims: The use of methods, technology of materials and materials of micro-nanostructure and biocompatibility to produce mortar containing ceramic pigment (with colored ceramic cement) is a step towards urban beautification and sustainability.

Methods :Research method In this research with a quantitative approach combined with qualitative analysis of the combined method; 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. And a little, the final conclusion of the research came to an end.

Findings: Based on the experimental-workshop results and the acceptable result of the tests related to the mortar containing ceramic micro-nano-pigments, which in the tests of compressive strength, tensile strength and permeability to cement without additives, the durability of the proposed materials is acceptable. Materials in terms of sustainable urban development with economic benefits, use of renewable resources, non-environmental pollution and the use of materials and chemicals harmful to the ecosystem, durability and durability for future generations and due to the variety of colors of these materials and materials for beautification Urban (beautiful landscape, color, sense of belonging) also used.

Conclusion: Eventually, it can be concluded that the use of methods, technology of micro-nanostructured and biocompatible materials for the production of mortar containing ceramic pigment (With colored ceramic cement) it can be a step towards beautification and urban sustainability.

KeyWords: Colored Cement, Sustainable City, Urban Construction, Biocompatible Materials, Protection and Restoration, Urban Beautification.