همایش ملی رنگ، محیط زیست و توسعه پایدار

۵بهمن ۱۴۰۱

پژوهشگاه رنگ

# بررسی استفاده از جوهر پلیمری پایه آب در انواع قطعات بتنی

**هادی جعفری[۱]، علی دشتی*[۲]، ابراهیم احمدی[۳]، محمد کشاورز بخشایش[۴]**

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی شیمی

[۲] دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی شیمی

[۳] دانشیار، دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه شیمی

[۴] استادیار، دانشگاه پیام نور زنجان،گروه زمین شناسی

**آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسوول dashti@um.ac.ir**

## چکیده

در این پژوهش، نمونه بتن های ساخته شده از سیمان، ماسه شسته و شن در جوهر پلیمری پایه آب غوطه ور شد. ویژگی های آبگریزی، فوتو کاتالیستی، ثبات رنگ و تاثیر بر مورفولوژی بتن با کمک آنالیزهای میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و اندازه گیری زوایه تماسی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که استفاده از نانو ذرات $TiO_2$ باعث آبگریزی نمونه ها می شود. با انجام عملیات کلسینه کردن نمونه های بتن در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد، خاصیت فوتوکاتالیستی و خود تمیز شوندگی بتن افزایش یافت. همچنین بررسی تاثیر حضور سورفکتانت سدیم دودسیل سولفات (SDS) در نمونه بتن نشان داد که به کارگیری این ماده باعث کاهش خاصیت آبگریزی می گردد، از طرفی منجر به اصلاح سطح نانو ذرات $TiO_2$ می شود. با توجه به پایه آبی بودن جوهر پلیمری ساخته شده، ایجاد تغییر رنگ در بتن، خواص آبگریزی و ملاحظات محیط زیستی مورد توجه بوده است.

**کلید واژه**- آبگریزی، بتن، جوهر پلیمری، نفوذ پذیری

## مقدمه/تئوریات

جوهر های پایه آب عموما در چاپ بر روی سطوح و محیط‌ها و بستر مختلف مورد استفاده قرار گرفته است [۱]، در حالی که جوهر های پایه حلال در هر دو بستر و متخلخل (مثل کاغذ) و غیر متخلخل(مثل پلاستیک) استفاده می شوند [۲]. جوهر های پایه آب با سطوح غیر متخلخل ناسازگارند که باعث ایجاد رطوبت روی سطح شده ودرنتیجه با چسبندگی ضعیف جوهر روی سطح همراه است. این چسبندگی ضعیف به دلیل کشش سطحی زیاد آب است و رطوبت موجود روی سطح در بستر غیر متخلخل مشکل اصلی در استفاده از جوهر های پایه آب است که برای انجام اینکار کشش سطحی جوهر را کمتر از کشش سطحی زیر لایه بستر میرسانند تا روی آن براحتی عمل چاپ انجام شود در حل حاضر دو راه برای حل مشکل چسبندگی جوهر های پایه آب روی بستر غیر متخلخل وجود دارد و آن اصلاح بستر و یا تغییر در فرمولاسیون جوهر ها می باشد. [ ۲و ۳].

اصلاح فرمولاسیون جوهر به عنوان روش جایگزین در صنعت جوهر در نظر گرفته می شود. پیش از این مطالعات اندکی در مورد تاثیر اجزای مختلف فرمولاسیون جوهر و ویژگی های چاپ مورد بررسی قرار گرفته است که در بین این مطالعات افزودنی های جوهر از اهمیت خاصی برخوردار است [۳]. این مواد حداکثر تا ۵ درصد وزنی به فرمول افزوده می شوند که می تواند منجر به تاثیر قابل توجهی در بهبود خواص جوهر گردد. [۴]. افزودن نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ($TiO_2$) سبب تمیز شوندگی، آلاینده زدایی، ضد

مه، غبار و تصفیه کنندگی در سطح بتن می شود. با توجه به مزایای مذکور می توان در بتن رویه پیاده روها و همچنین زیرگذرها و بتن رویه تونل ها با توجه به هزینه بالای روشهای تهویه تونل ها، آلودگی هوا و توجیه اقتصادی از نانو ذرات $TiO_2$ استفاده کرد [۵].

## بخش تجربی

**ساخت بتن:** ۳/۵ گرم سیمان، ۳/۷۵ گرم ماسه شسته شده به همراه ۸/۵ گرم شن به ۱۷/۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید و مخلوط حاصل به خوبی همزده شد. پس از اطمینان از اختلاط کامل مخلوط بتن، نمونه ها به داخل قالب های پلاستیکی ریخته شد. بتن ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد تا خشک شود.

**ساخت نمونه بتن/ نانو ذرات $TiO_2$/ جوهر آبی (سیان):** نانو ذرات $TiO_2$ تجاری دگوسا آسیاب و الک شد تا اندازه پودر یکنواخت به دست آید. حدود ۰/۰۵ گرم $TiO_2$ الک شده در ۴۵ میلی لیتر آب مقطر به حالت سوسپانسیون درآمد. سوسپانسیون به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق تحت همزدگی اولتراسونیک قرار گرفت. سپس حدود ۰/۴ میلی لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی لیتر اتانول و ۰/۱ گرم رنگدانه اسید سیان و ۲ میلی لیتر پلیمر پلی اتیلن گلایگول به نمونه اضافه شده و به مدت ۴ ساعت بر روی همزن مغناطیسی قرار گرفت. نمونه بتنی آماده شده در ظرفی قرار داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار گرفت. در پایان نمونه بتنی پوشش داده شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه کلسینه شد.

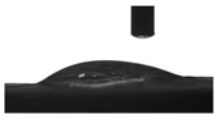
**ساخت نمونه بتن/نانو ذرات $TiO_2$/ سدیم دودسیل سولفات/ جوهرآبی (سیان)**

مشابه روش قبلی نمونه بتن ساخته شد و در پایان ۰/۵ میلی لیتر سورفکتانت SDS اضافه کرده و به مدت یک ساعت بر روی همزن مفناطیسی قرار گرفت. سپس نمونه بتن آماده شده در ظرفی قرار داده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار گرفت. و در پایان نمونه بتنی پوشش داده شده در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۳۰ دقیقه عمل کلسینه کردن انجام شد.

## نتایج و بحث

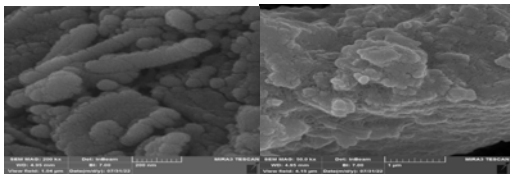
از نمونه بتن ساخته شده (مطابق شکل ۱) تست زاویه تماسی گرفته شد که براساس نتایج شکل ۲، زاویه تماس نمونه بتنی ۳۷ درجه می باشدکه بیانگر آبدوست بودن سطح است.

**شکل۱:** نمونه بتن ساخته شده



**شکل۲:** تصویر زاویه تماسی نمونه بتن ساخته شده

مطابق شکل ۳، تصویر SEM از نمونه بتن ساخته شده مشاهده گردید که ساختار مورفولوژی ناهمگن می باشد.



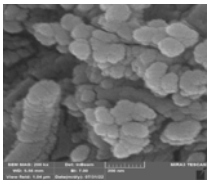
**شکل۳:** تصاویر SEM نمونه بتن ساخته شده

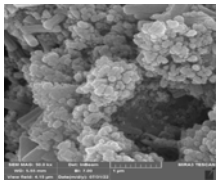
شکل۴ نمونه بتن غوطه ور شده در جوهر که بیانگر تغییر رنگ و ثبات رنگی جوهر می باشد. مطابق شکل ۵، زاویه تماس نمونه جدید، ۹۵ درجه است که نشان دهنده آبگریزی سطح می باشد.

**شکل۴:** نمونه بتن غوطه ور شده در جوهر همراه $TiO_2$

**شکل۵:** نمونه بتن غوطه ور شده در جوهر حاوی نانو ذرات $TiO_2$

مطابق شکل ۶، تصویرهای SEM ذرات کروی $TiO_2$ در ابعاد نانو می باشد و به خوبی بر روی سطح بتن بارگذاری شده است.





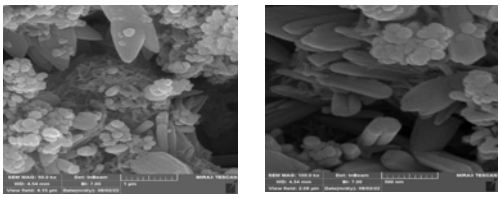
**شکل۶:** تصاویر SEM نمونه بتن غوطه ور شده در جوهر حاوی نانو ذرات $TiO_2$

نتایج نشان می دهد که نفوذ پذیری جوهر بر بتن به صورت موثر می باشد و می توان گفت افزودن $TiO_2$ به جوهر باعث افزایش آبگریزی شده است.

مطابق شکل ۷ نمونه ساخته شده، پس از قرار گیری در شرایط محیطی مشاهده گردید با توجه به آبگریز بودن سطح از پایداری رنگی خوبی برخوردار است. زوایه تماسی نمونه مذکور برابر ۲۳ درجه بود که نشان دهنده آب دوستی سطح بتن می باشد.

**شکل۷:** تصاویر نمونه بتن در جوهر حاوی نانو ذرات $TiO_2$ بعد ۱۰ روز

مطابق شکل ۸ تصاویر SEM نشان داد که ذرات کروی $TiO_2$ در ابعاد نانو به خوبی بر روی سطح بتن بارگذاری شده است.



**شکل۸:** تصاویر SEM نمونه بتن در جوهر حاوی نانو ذرات $TiO_2$ در حضور سورفکتانت SDS

همچنین حجم ذرات افزایش یافته است که بیانگر آن است ذرات توسط SDS اصلاح شده و از طرفی باعث افزایش آبدوستی نمونه بتنی شده است.

## نتیجه‌گیری

نمونه بتن ساخته شده در ابتدا دارای ساختار ناهمگن و بدون مورفولوژی مناسب و دارای زاویه تماسی ۳۷ است. با ساختن جوهر پایه آبی سیان در حضور نانوذرات $TiO_2$ و غوطه وری بتن در جوهر پلیمری مذکور زاویه تماسی به ۹۵ درجه افزایش یافته و مورفولوژی کروی منظم حاصل شد. اضافه کردن سورفکتانت SDS باعث افزایش آبدوستی و اصلاح ذرات به همراه بارگزاری کامل در ساختار بتن گردید. با توجه به پایه آبی بودن جوهر پلیمری مورد مطالعه، ثبات رنگ پذیری، خواص آبگریزی و ملاحظات محیط زیستی، مزایای مناسبی برای کاربردهای تجاری دارد.

## مراجع

[1] Izdebska J, Thomas S. Printing on polymers: fundamentals and applications. Amsterdam: Elsevier; 2016, eBook ISBN: 9780323375009.

[2] Zolek-Tryznowska Z. Additives for Ink Manufacture. In: Printing on polymers: fundamentals and applications. 2016. pp. 57–66,

[3] Analysis and optimization of water-based printing ink formulations for polyethylene flms, Jar Carlo C. Ramirez and Terence P. TumolvaDepartment of Chemical Engineering, University of the Philippines ,Springer,2018,

[4] Leach R. The printing ink manual. 4th ed. Berkshire: Society of British Printing Ink Manufacturers Ltd. Van Nostrand Reinhold (International) Co. Ltd.; 1988

[5] Jalal,M., Fathi,M., Farzad,M.(2013).Effects of fly ash and Tio2 nanoparticles on rheological mechanical, microstructural and thermal properties of high Strength self-compacting concrete.Mechanics of Materials 61.11-27