

بررسی کیفیت پراکندگی رنگدانه در پیمان‌های اصلی رنگی با استفاده از روش تجزیه تصویری

Study of the Dispersion Quality of Pigment in Color Masterbatches with the Use of Image Analysis

علی زاده‌وش^{۱*}، ارجمند مهربانی^۲، حسن رجیبی دهکی^۱، سعید اسدی شهیدی^۲

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، کدپستی ۸۴۱۵۴

۱- دانشکده مهندسی نساجی، ۲- دانشکده مهندسی شیمی

دریافت: ۸۲/۴/۲۸، پذیرش: ۸۳/۱/۱۵

چکیده

در این پژوهش، روشهای بررسی کیفیت پراکندگی رنگدانه‌ها در پیمان‌های اصلی رنگی مطالعه و تعدادی از پیمان‌های اصلی تجاری بررسی شد. روش میکروسکوپ نوری و تجزیه تصویری به عنوان یک روش کمی برای مطالعه پخش و توزیع ماده رنگزا در پیمان‌های اصلی رنگی بکار گرفته شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که پراکندگی پیمان‌های اصلی ساخت داخل کشور از کیفیت پایینتری نسبت به نوع وارداتی برخوردارند. روش نوین ارائه شده در این مقاله، برای بررسی پراکندگی رنگ در مقایسه با روشهای مختلف موجود ساده و ارزان است. از این روش به عنوان یک روش کمی برای تجزیه پراکندگی استفاده می‌شود.

واژه‌های کلیدی

پیمان اصلی، پراکندگی،
توزیع، رنگدانه،
اندازه ذره

مقدمه

پیمان‌های اصلی رنگی محصولات را در برمی‌گیرد که در آنها رنگدانه در یک حامل پلیمری پخش و توزیع شده است. با مخلوط کردن دانه‌های پیمان اصلی با دانه‌های پلیمر محصول رنگی تولید می‌شود [۱]. از مزایای استفاده از پیمان اصلی نسبت به پودر رنگدانه

روشهای زیادی برای رنگ کردن الیاف و پلاستیکها در حین تولید وجود دارد. یکی از این روشها افزودن رنگدانه پودری در خلال تولید به مذاب پلیمر است که با عنوان رنگدانه‌دار کردن جرمی شناخته می‌شود. روش دیگر، استفاده از پیمان‌های اصلی است.

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: zadhoush@cc.iut.ac.ir

Key Words

masterbatch, dispersion,
distribution, pigment,
particle size

مناسب را پراکندگی می نامند. پراکندگی یک رنگدانه، فرایندی است که طی مراحل جداگانه ای به شکل همزمان انجام می شود. با توجه به استاندارد ISO ۴۵۱۸/۱-۱۹۸۷ پراکندگی یک رنگدانه به شکل شکسته شدن کلوخه های آن به ذرات کوچکتر و ترشدن همزمان به وسیله محیط پلیمری تعریف می شود [۵،۷].

فرایند پراکندگی در چهار مرحله انجام می گیرد [۶، ۸]:

- ترشدن: پوشیده شدن سطح ذرات به وسیله پلیمر حامل،
- کاهش اندازه ذرات: شکسته شدن کلوخه ها از راه نیروهای برشی مکانیکی و تقسیم آنها به ذرات کوچکتر،
- توزیع: پخش شدن ذرات رنگدانه شکسته شده تر و در توده پلیمر حامل و
- ایجاد پایداری: جلوگیری از تجمع مجدد سیستم ذرات پراکنده شده.

پراکندگی مناسب و مقدار آن بستگی به کاربرد نهایی محصول دارد. در پیمانه های اصلی مورد استفاده برای الیاف، حداکثر اندازه ذره در ترکیب $40 \mu m^2$ است، در حالی که برای پلاستیکها این اندازه بین 20 تا $40 \mu m^2$ است [۲]. در صورت مناسب نبودن پراکندگی رنگدانه، اشکالاتی در ظاهر کالای پلاستیکی مانند وجود رگه ها و لکه ها بوجود می آید. این مشکلات برای الیاف نساجی حادثتر از شکل ظاهری است. پراکندگی ناکافی یک رنگدانه به شکلهای زیر آشکار می شود [۵]:

- انحراف از سایه و تغییر رنگ،
- انسداد صافیهای اکسترودر،
- پارگی تک رشته ها و الیاف،
- کاهش استحکام مکانیکی و
- کاهش ثبات سایشی.

پراکندگی بهتر رنگدانه باعث ایجاد ذرات کوچکتر با تعداد بیشتر می شود که خود سبب افزایش قدرت رنگی محصول می گردد. پراکندگی یکنواخت رنگدانه ها علاوه بر ایجاد یکنواختی رنگ باعث ایجاد کمترین تضعیف در خواص مکانیکی یا کاهش هزینه رنگ کردن می شود [۵].

روشهای بررسی کیفیت پراکندگی

اندازه گیری کیفیت پراکندگی رنگدانه ها در پلاستیکها به شیوه های گوناگون انجام می گیرد. بطور معمول این روشها به دو گروه روشهای مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می شوند [۸، ۹]. در روشهای مستقیم کیفیت توزیع و پخش رنگدانه در محصول نهایی با استفاده از چشم غیر مسلح، میکروسکوپ یا وسیله دیگر بررسی می شود، درحالی که براساس

می توان به حذف گرد و غبار ناشی از رنگدانه های خشک، کاهش هزینه های تمیز کردن و تعویض رنگ، اطمینان از فام مورد نظر، نیاز به مهارت کمتر و تجهیزات کاربردی ساده تر، رنگ همانندی راحت تر، یکنواختی و کیفیت رنگ بهتر و سهولت استفاده و انبارداری اشاره کرد [۲، ۳].

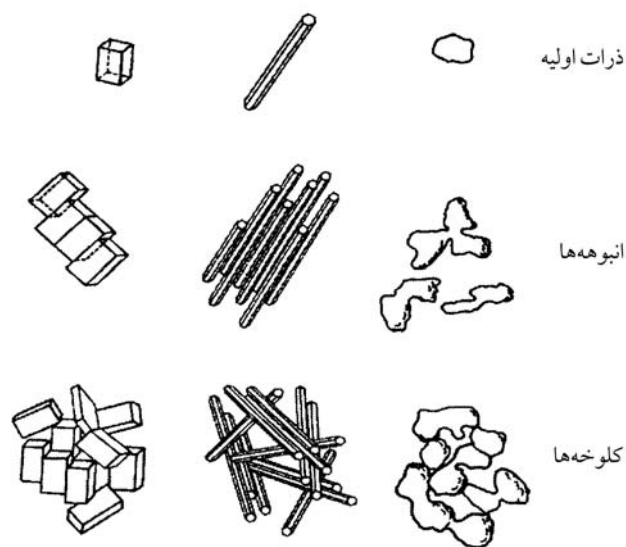
رنگ کردن الیاف و پلاستیکها به روش پیمانه اصلی در دو مرحله انجام می گیرد:

- آماده سازی پیمانه اصلی رنگی و
 - مخلوط کردن آن با پلیمر اصلی قبل از تولید محصول.
- پیمانه های اصلی رنگی بطور معمول شامل اجزای حامل پلیمری، رنگدانه و پراکنده ساز یا سایر افزودنیهای لازم اند. بطور معمول برای حامل پلیمری از ماده ای مشابه با پلیمر اصلی یا حداقل سازگار با آن استفاده می شود. مقدار رنگدانه حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد وزنی است. انتخاب رنگدانه با توجه به خواص مورد نیاز محصول نهایی و ثباتهای لازم برای آن انجام می گیرد [۴].

در بررسی ساختار رنگدانه ها همواره باید بین ذرات اولیه، انبوه ها و کلوخه ها تفاوت قائل شد که بر اساس استاندارد DIN ۵۳۲۰۶ تعریف می شوند (شکل ۱). ذرات اولیه کوچکترین قسمت رنگدانه بوده و دارای شکلهای گوناگون اند [۵]. انبوه ها ذرات اولیه ای را تشکیل می دهند که از راه سطوح یا اضلاع به هم چسبیده اند. کلوخه ها ذرات اولیه و انبوه هایی را شامل می شوند که در لبه ها یا گوشه ها به همدیگر چسبیده اند [۶].

پراکندگی

فرایند ترشدن و کاهش اندازه ذرات رنگدانه در یک حامل پلیمری



شکل ۱- ذرات اولیه، انبوه ها و کلوخه ها.

مجموعه‌ای از پیمانه‌های اصلی تولید شرکتهای داخلی و خارجی بررسی شده‌اند. کیفیت این پیمانه‌های اصلی با استفاده از روش یاد شده، به شکل کمی بررسی و با هم مقایسه شده است.

تجربی

مواد

در این پژوهش، پیمانه‌های اصلی رنگی برای الیاف پلی پروپیلن بررسی شده‌اند، بنابراین از پلی پروپیلن نوع الیاف، با نام تجاری PPV۳۰S تولید مجتمع پتروشیمی اراک استفاده شده است. پیمانه‌های اصلی رنگی مورد بررسی نیز از شرکتهای داخلی شکوه رنگ شرق، مستریچ سیرجان، شیفتکو و سپاهان و شرکت خارجی کلارینت تهیه شده است.

دستگاهها

از دستگاه مخلوط‌کن برابندر مدل TL ۲۰۰۰ و میکروسکوپ نوری A-Kruss Optronic مدل D ۲۲۲۹۷ ساخت آلمان و دوربین Flexicom ساخت شرکت صا ایران برای انجام آزمایشها استفاده شد.

روشها

پیمانه‌های اصلی رنگی با پلی پروپیلن با استفاده از مخلوط‌کن برابندر مخلوط شدند. مقدار پیمانه اصلی برابر ۲ درصد وزنی پلی پروپیلن در نظر گرفته شد. شرایط تنظیم مخلوط‌کن برای کلیه نمونه‌ها یکسان انتخاب گردید. این شرایط شامل دمای اختلاط 200°C ، زمان اختلاط ۵ min و سرعت چرخش چرخنده‌ها ۳۰ rpm است.

مخلوطهای بدست آمده با بکارگیری میکروسکوپ نوری بررسی شد. برای این منظور فیلمهای نازک و شفاف از نمونه‌ها تهیه گردید. آماده‌سازی و تهیه فیلم مناسب بستگی به درصد رنگدانه موجود در ترکیب دارد. برای مقادیر رنگدانه کمتر از ۵ درصد وزنی نمونه بین دو صفحه شیشه‌ای ذوب می‌شود و تحت فشار قرار می‌گیرد تا فیلم مناسب بدست آید. برای مقادیر رنگدانه بین ۵ تا ۱۵ درصد وزنی نمونه ذوب شده در انتهای یک صفحه شیشه‌ای قرار می‌گیرد و سپس به وسیله یک تیغه روی صفحه پهن می‌گردد. برای نمونه‌های با مقدار رنگدانه بیشتر از ۱۵ مقدار نمونه باید به وسیله نازک بر تهیه شود [۹].

درصد رنگدانه مورد استفاده در این پژوهش کمتر از ۵ درصد بود. بنابراین، از روش نخست برای تهیه نمونه‌ها استفاده شد. ضخامت فیلم تهیه شده در همه نمونه‌ها یکسان و در حدود ۰/۱ mm است. فیلمهای

روشهای غیرمستقیم، خواص محصول نهایی یا خواص فرایندی پراکندگی ملاک عمل برای تعیین کیفیت آن است.

بکارگیری روشهای غیر مستقیم برای ارزیابی دقیق خواص محصول نهایی ساده‌تر است. برای مثال در یک فرمولبندی و فرایند ثابت، ایجاد تغییرات در خواص مکانیکی، قدرت رنگزایی، کدوری و سایر خواص فیزیکی به وجود اختلاف در درجه پراکندگی مرتبط است [۸]. از جمله روشهای غیرمستقیم می‌توان به روشهای قابلیت جداسازی، قدرت رنگزایی، منحنیهای گشتاور - زمان در مخلوط‌کن بنوری و آزمایش مقدار مقاومت الکتریکی اشاره کرد [۱۰، ۱۱].

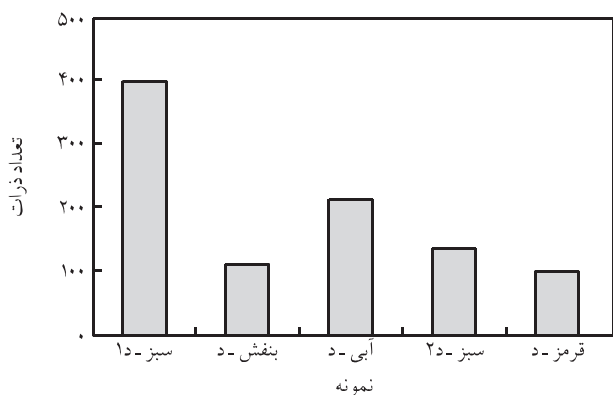
روش میکروسکوپی

مناسبترین و موثرترین روش اندازه‌گیری پراکندگی رنگدانه در پلیمرها، مشاهده تصاویر نمونه‌های مذاب و فشرده شده به وسیله یک میکروسکوپ نوری است. در این روش فیلم نازک و شفافی از نمونه ساخته شده و تصاویری از این فیلم با میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۱۰۰ یا بیشتر تهیه می‌شوند [۹، ۱۲].

بر اساس بررسیهای انجام شده توسط وان دولد و همکاران [۶] درباره کیفیت پراکندگی رنگدانه در پیمانه اصلی الیاف معلوم شد که نمونه‌های فیلم تهیه شده به روش فشرده‌سازی مذاب و نمونه‌های برش داده شده به وسیله یک دستگاه نازک بر (microtome) از لحاظ کیفیت پراکندگی مشابه‌اند که دلیل آن عدم ایجاد کلوخه‌های بیشتر در فرایند ذوب شدن ترکیب بین دو شیشه است. بنابراین، با توجه به اینکه روش آماده کردن فیلم در مقایسه با روش برش نمونه به وسیله نازک بر آسانتر است، جهت دستیابی به نتایج مناسب از نمونه‌های فیلم ذوب شده برای بررسی کیفیت پراکندگی نیز می‌توان بهره جست [۶].

درضمن، برای بررسی و ارزیابی تصاویر تهیه شده روشهای گوناگونی وجود دارد. در یکی از این روشها تصویر گرفته شده با تصاویر مرتب و طبقه‌بندی شده مقایسه می‌شود. این تصاویر با توجه به کیفیت پراکندگی درجه‌بندی شده‌اند [۹]. روش دیگر براساس اندازه‌گیری کلوخه‌های رنگدانه در پیمانه اصلی است. در این شیوه پس از تهیه فیلم مناسب، تعداد ذرات بزرگتر از $5\mu\text{m}$ در سطح معینی از نمونه زیر میکروسکوپ نوری شمارش می‌شود و میانگین مقادیر برای ۱۰ دانه از پیمانه اصلی محاسبه و به عنوان معیاری از کیفیت پراکندگی گزارش می‌گردد [۱۳].

در این پژوهش، از روش میکروسکوپ نوری به همراه تجزیه تصویری به عنوان روشی کمی برای مطالعه و بررسی کیفیت توزیع و پخش رنگدانه در پیمانه‌های اصلی رنگی استفاده شده است.

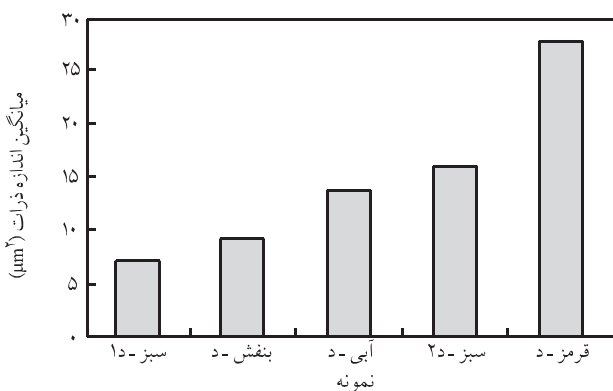


شکل ۴- تعداد ذرات در نمونه های ساخت شرکتهای داخلی.

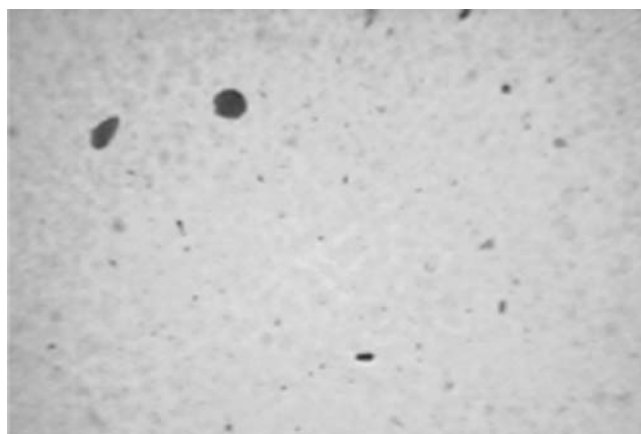
ابتدا تصویر رنگی گرفته شده به یک تصویر خاکستری تبدیل می شود. سپس، یک تصویر دوسطحی از تصویر فوق ایجاد می گردد. این تصویر تنها با دو سطح سیاه و سفید تولید می شود و ارزش نقاط آن در کامپیوتر به شکل ۰ و ۱ بیان می شود. ایجاد تصویر دو سطحی از تصویر خاکستری براحتی به کمک عملگر حد آستانه امکان پذیر است. ذرات موجود در تصویر دوسطحی (شکل ۳)، که در اصل همان ذرات پراکنده نشده است، آشکار شده و تعداد و اندازه مساحت آنها در یک ماتریس قرار داده می شود. این روند برای ۳ تصویر تهیه شده از هر نمونه تکرار می گردد و در انتها تعداد کل ذرات موجود در تصاویر، میانگین اندازه مساحت ذرات و اندازه مساحت بزرگترین ذره موجود در تصاویر گزارش می شود. همچنین، نمودار هیستوگرام اندازه ذرات این تصاویر نیز برای هر نمونه رسم می شود.

نتایج و بحث

مشاهده تصاویر میکروسکوپی می تواند به عنوان معیاری برای مقایسه



شکل ۵- میانگین اندازه ذرات نمونه های ساخت شرکتهای داخلی.

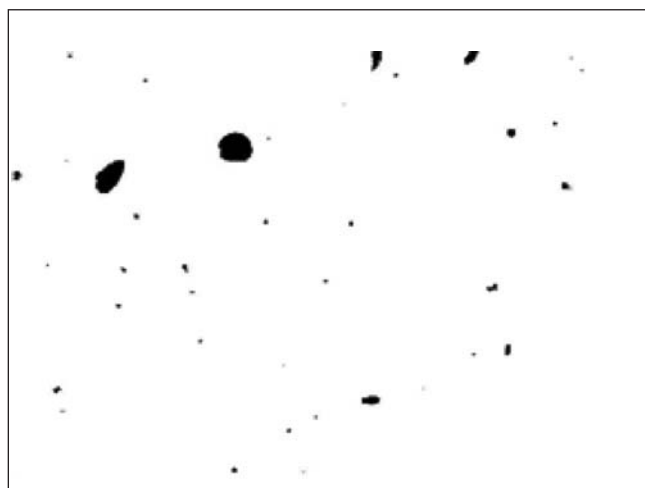


شکل ۲- تصویر میکروسکوپی نمونه سبز - ۱د با بزرگنمایی ۴۰۰ برابر.

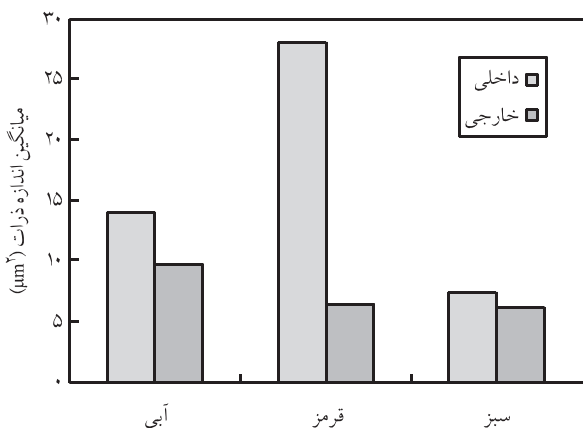
نازک آماده شده از هر نمونه به وسیله میکروسکوپ نوری مجهز به یک دوربین رقمی مشاهده شد. برای مشاهده و تهیه تصاویر از بزرگنمایی ۴۰۰ برابر استفاده گردید. از هر نمونه ۳ عکس به شکل کاملاً تصادفی از نقاط مختلف آن تهیه شد. این عکسها با دقت ۴۸۰۰ پیکسل بر اینچ (dot per inch, DPI) و با اندازه ۴۸۰ × ۶۴۰ پیکسل با فرمت JPG ذخیره گردید.

تصاویر گرفته شده از نمونه های مخلوط دارای رنگدانه، وجود ذرات پراکنده نشده آن را به طور واضح نشان می دهد. تصویر یکی از نمونه ها در شکل ۲ مشاهده می شود که ذرات پراکنده نشده با اندازه های مختلف در یک زمینه شفاف دیده می شوند.

برای انجام تجزیه تصویری روی تصاویر میکروسکوپی از نرم افزار Matlab، که در زمینه تجزیه تصویری کارآمد است، استفاده شد. در محیط این نرم افزار پس از طراحی یک الگوریتم، برنامه ای نوشته شد تا طی مراحل زیر تصاویر تهیه شده را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد:



شکل ۳- تصویر دوسطحی ایجاد شده از تصویر نمونه سبز - ۱د.

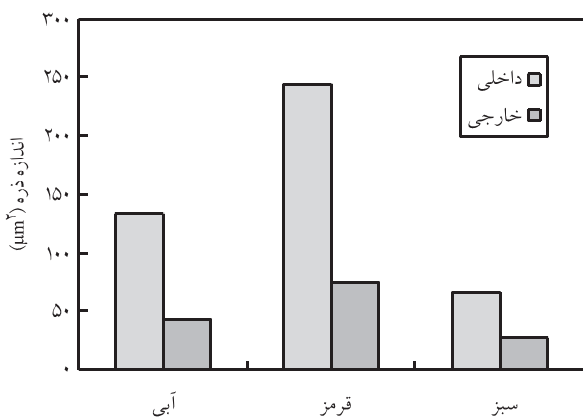


شکل ۸ - میانگین اندازه ذرات در نمونه های مختلف پیمانه های اصلی داخلی و خارجی.

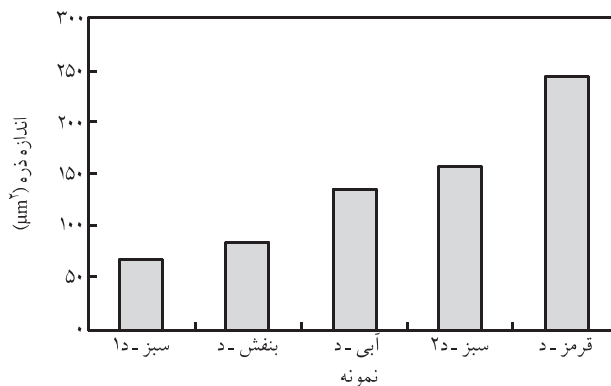
شکل کمی گزارش شود. البته گزارشهایی درباره اقدامات بعمل آمده برای کمی کردن نتایج این تصاویر وجود دارند که زمان بر و خسته کننده اند و خطاهای زیادی دارند. مثلاً، در یک پژوهش تعداد ذرات بزرگتر از یک اندازه مشخص در سطح معینی از تصاویر به عنوان معیاری از پراکندگی رنگدانه در پلیمر شمارش شده است [۱۳].

در این پژوهش، با طراحی و تهیه یک الگوریتم، نرم افزاری در محیط Matlab برای کمی سازی کیفیت توزیع و پخش رنگدانه ها تهیه شد که نتایج را با دقت زیاد و براحتی در اختیار کاربران قرار می دهد. نمونه هیستوگرامها و نتایج بدست آمده از این روش ابداعی در شکلهای ۴ تا ۱۰ و جدولهای ۱ و ۲ ارائه شده است. نتایج عددی بدست آمده نیز براحتی قابل ارزیابی و مقایسه اند.

نمودارهای هیستوگرام اندازه ذرات معیاری مناسب برای مقایسه

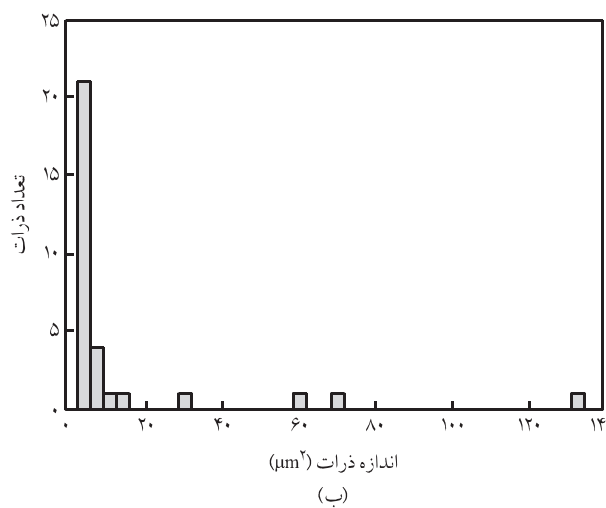
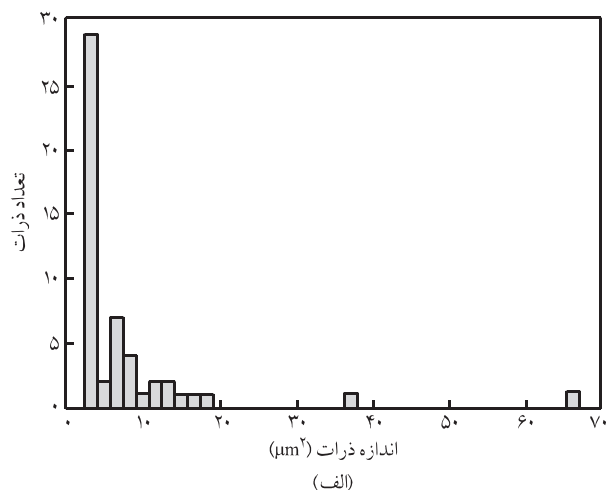


شکل ۹ - حداکثر اندازه ذرات در نمونه های مختلف پیمانه های اصلی داخلی و خارجی.



شکل ۶ - حداکثر اندازه ذرات در نمونه های ساخت شرکتهای داخلی.

پراکندگی رنگدانه در پیمانه های اصلی بکار رود. تاکنون از این معیار تنها برای حالت کیفی و مقایسه ای استفاده می شد و نتایج نمی توانست به



شکل ۷ - اندازه ذرات پیمانه های اصلی: (الف) نمونه سبز - ۱د و (ب) نمونه آبی - ۱د.

جدول ۱- نتایج بررسی پیمانه های اصلی ساخت شرکت داخلی.

| نام نمونه | تعداد کل ذرات | میانگین اندازه ذرات (μm^2) | حداکثر اندازه ذره (μm^2) |
|-----------|---------------|---|---------------------------------------|
| آبی - د | ۲۱۳ | ۱۳/۸۶ | ۱۳۴ |
| قرمز - د | ۱۰۰ | ۲۸ | ۲۴۵ |
| سبز - ۱د | ۴۰۱ | ۷/۳۳ | ۶۷ |
| سبز - ۲د | ۱۳۷ | ۱۶/۳ | ۱۵۶ |
| بنفش - د | ۱۰۹ | ۹/۱۹ | ۸۳ |

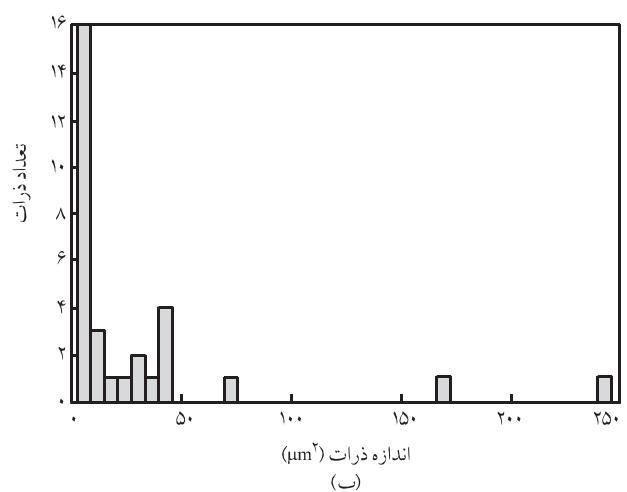
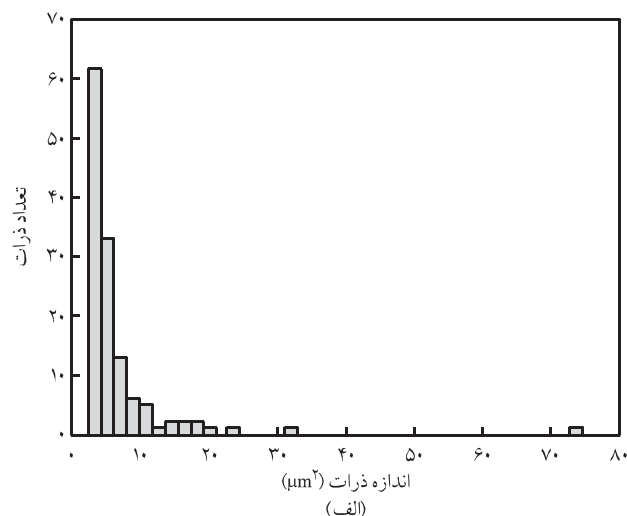
می شود. هر چه این اندازه کوچکتر باشد، معرف فرایند پراکندگی بهتر است. ذرات بزرگ از یک طرف باعث کاهش قدرت رنگزایی محصول می گردد و از طرف دیگر موجب گرفتگی صافی در حین فرایند و در نتیجه پارگی رشته های الیاف هنگام تولید می شوند.

در بخش اول، پیمانه های اصلی ساخت هر شرکت به شکل درون گروهی مقایسه شدند. نتایج مربوط به پیمانه های اصلی رنگی ساخت یک شرکت داخلی در جدول ۱ و شکل های ۴ تا ۶ آورده شده است. برای مقایسه نمونه های این شرکت داخلی از پسوند د استفاده شده است. نمودار هیستوگرام اندازه ذرات نمونه های سبز - د و آبی - د در شکل ۷ نشان داده شده است. این نتایج براساس تجزیه ۳ عکس از هر نمونه است.

مقایسه نمونه ها، مشخص کننده وجود بهترین کیفیت پراکندگی برای پیمانه اصلی سبز - د در میان پیمانه های اصلی ساخت این شرکت است. زیرا، علاوه بر دارا بودن تعداد کل ذرات بیشتر، میانگین اندازه ذرات و حداکثر اندازه ذره نیز در این نمونه حداقل است. در این مجموعه پیمانه اصلی قرمز دارای بدترین کیفیت پراکندگی است. در این نمونه، تعداد کل ذرات کمترین مقدار و میانگین اندازه ذرات و اندازه بزرگترین ذره

جدول ۲- نتایج مقایسه پیمانه های اصلی داخلی و خارجی.

| نام نمونه | تعداد کل ذرات | میانگین اندازه ذرات (μm^2) | حداکثر اندازه ذره (μm^2) |
|-----------|---------------|---|---------------------------------------|
| آبی - د | ۲۱۳ | ۱۳/۸۶ | ۱۳۴ |
| آبی - خ | ۹۵ | ۹/۶۶ | ۴۲ |
| قرمز - د | ۱۰۰ | ۲۸ | ۲۴۵ |
| قرمز - خ | ۳۸۲ | ۶/۳۷ | ۷۴ |
| سبز - د | ۴۰۱ | ۷/۳۳ | ۶۷ |
| سبز - خ | ۲۱۱ | ۶/۱۶ | ۲۷ |



شکل ۱۰- اندازه ذرات پیمانه های اصلی: (الف) نمونه قرمز - خ و (ب) نمونه قرمز - د.

نمونه هاست. در این نمودارها، توزیع اندازه ذرات بر حسب تعداد آنها مشخص می شود. به دلیل زیاد بودن تعداد ذرات کوچک موجود در تصاویر و اثر آن در غیرقابل مقایسه کردن ذرات بزرگ در هیستوگرام، عمل حذف ذرات کوچکتر از $4 \mu\text{m}^2$ انجام و تجزیه روی ذرات بزرگتر از $4 \mu\text{m}^2$ انجام می گیرد. در نمودارهای هیستوگرام تولیدی، توزیع بیشتر اندازه ذرات در اندازه های کوچکتر نشان دهنده بهتر بودن فرایند پراکندگی است.

در ضمن، تعداد کل ذرات موجود در تصاویر، میانگین اندازه ذرات و حداکثر اندازه ذره نیز از هیستوگرامها قابل دستیابی است. در مقایسه نمونه ها هر چه تعداد کل ذرات بیشتر و متوسط اندازه ذرات کمتر باشد، نشان دهنده فرایند پراکندگی بهتر است که در آن ذرات بزرگتر به تعداد زیادی ذرات کوچکتر تبدیل شده اند.

بزرگی اندازه درشت ترین ذره به عنوان شاخصی منفی محسوب

حداکثر است.

نتیجه کلی درباره کیفیت پراکندگی پیمانه های اصلی ساخت این شرکت عبارت است از:

قرمز - د > سبز - د > آبی - د > بنفش - د > سبز - د

نتایج مشابهی نیز برای پیمانه های اصلی تولیدی سایر شرکتهای داخلی بدست آمد. تفاوت در کیفیت پیمانه های اصلی رنگهای مختلف دلایل متنوعی دارد. مهمترین آنها متفاوت بودن نوع پیمانه ها و درصد رنگدانه است. آلی یا معدنی بودن رنگدانه ها و ساختار شیمیایی آنها نیز در مقدار پراکندگی آنها در پلیمر حامل مؤثر است.

پیمانه های اصلی ساخت شرکتهای داخلی با پیمانه های اصلی ساخت یک شرکت خارجی نیز مقایسه شد. نتایج مربوط به مقایسه پیمانه های اصلی یک شرکت داخلی و یک شرکت خارجی در جدول ۲ و شکل های ۸ و ۹ مشخص شده است. برای ارائه نتایج از پسوند د برای نمونه های شرکت داخلی و از حرف خ برای نمونه های شرکت خارجی استفاده شده است. نمودار هیستوگرام برای پیمانه های اصلی قرمز - د و قرمز - خ در شکل ۱۰ ارائه شده است. براساس نتایج بدست آمده مشاهده می شود که میانگین اندازه ذرات در نمونه قرمز - د بسیار بیشتر از نمونه قرمز - خ است. در ضمن، اندازه بزرگترین ذره نمونه قرمز - د حدود ۴ برابر اندازه بزرگترین ذره در نمونه قرمز - خ است که مشخص کننده کیفیت برتر نمونه قرمز - خ در مقایسه با نمونه قرمز - د است. میانگین اندازه ذرات نمونه های سبز - د و آبی - د، بزرگتر از نمونه های سبز - خ و آبی - خ است. این ویژگی در نمونه های سبز بسیار نزدیک به هم است. اندازه بزرگترین ذرات در نمونه های سبز - د و آبی - د در حدود دو برابر نمونه های سبز - خ و آبی - خ است. در نتیجه کیفیت نمونه های سبز - خ و آبی - خ در مقایسه با نمونه های سبز - د و آبی - د

بهرتر است.

هیستوگرامهای اندازه ذرات برای پیمانه های اصلی خارجی بیانگر وجود تعداد ذرات بیشتری در اندازه های کمتر از $50 \mu m^2$ است. در نمونه های داخلی نه تنها بیشترین ذرات از لحاظ اندازه در دامنه $100-0 \mu m^2$ قرار دارند بلکه تعداد ذرات بزرگ نیز بیشتر است. لازم به توضیح است که درصد رنگدانه های موجود در پیمانه های اصلی مساوی نیستند. این روش مقایسه ای و نتایج آن زمانی ارزش واقعی خود را پیدا می کند که درصد رنگدانه پیمانه های اصلی یکسان باشند.

نتیجه گیری

مقایسه نتایج پیمانه های اصلی رنگی نشان دهنده تفاوت توزیع و پخش رنگدانه ها در پیمانه های اصلی ساخت یک شرکت برای رنگهای مختلف است. این موضوع می تواند به علت نوع و درصد رنگدانه های مورد استفاده باشد. مقایسه پیمانه های اصلی ساخت شرکتهای داخلی و یک شرکت خارجی نشان دهنده کیفیت پایینتر پیمانه های اصلی ساخت داخل کشور در مقایسه با پیمانه های اصلی خارجی از لحاظ توزیع و پخش رنگدانه هاست. نوع رنگدانه، حامل پلیمری و پراکنده ساز از جمله پارامترهای مؤثر بر کیفیت یک پیمانه اصلی رنگی است. عوامل دیگری نیز مثل پارامترهای فرایندی، ساختار شیمیایی رنگدانه و پلیمر حامل بر پراکنده شدن رنگدانه در پیمانه های اصلی رنگی مؤثرند.

با توجه به اینکه نبود روش کمی ساده و ارزان برای تجزیه پراکندگی رنگدانه ها در پیمانه اصلی یکی از مشکلات سازندگان پیمانه های اصلی رنگی است، روش ارائه شده بر اساس استفاده از میکروسکوپ نوری و بکارگیری روش تجزیه تصویری به عنوان شیوه ای ساده و ارزان برای ارزیابی کمی پراکندگی پیشنهاد می شود.

مراجع

- Aspland J.R., A Series on Dyeing: Pigment as Textile Colorant, *Text. Chemist Colorist*, **25**, 31-37, 1993.
- SBP Board of Consultant and Engineers, *Handbook of Plastic Compounding and Formulation*, SBP Consultant and Engineers, PVT, New Delhi, India, 106-132, 1998.
- Rastegar S., Color Decoration of Plastics, *Plast. Ind. J. (in Persian)*, **13**, 56-65, 1997.
- Marcincin A., Modification of Fibre Forming Polymers by Additives, *Prog. Polym. Sci.*, **27**, 853-913, 2002.
- Gachter R. and Muller H., *Plastic Additive Handbook*, 4th ed., Hanser Grandter, Germany, 637-676, 1997.
- Van de Veld K., Van Wassenhove V. and Kiekens P., Optical Analysis of Pigment Particle in Colour Concentrates and Polypropylene Yarns, *Polym. Test*, **21**, 675-689, 2001.
- Ahmed M., *Coloring of Plastics, Theory and Practice*, Van Nostrand Reinhold, New York, 182-220, 1979.

8. Kim D.J., Seo K.H. and Hong K.H., Effect of Dispersing Agent on Dispersity and Mechanical Properties of Carbon Black /PET, *Polym. Eng. Sci.*, **29**, 500-509, 1999.
9. Edenbaum J., *Plastic Additive and Modifier Handbook*, Kluwer Academic, New York, 871-928, 1992.
10. Cardenas C.A., Biend J.D. and Cavangelo S., Pigmenting Fibre Grade Polyester, *US Pat. 4,012,358*, 1977.
11. Richardson J., Matchett A.J., Couthard J.M., Gibbon S. and Wilson C., The Characterization of Pigment Powder for Titanium Dioxide/ Polymer Dispersion, *Trans. I. Chem. E.*, **A78**, 39-48, 2000.
12. Ogbobe O., Study of Dispersion of Low Density Polyethylene Additive Masterbatches in Polyolefins, *Appl. Polym. Sci.*, **49**, 381-389, 1993.
13. Zicker D. and Thiele U., Process for the Preparation of Polymer Masterbatch Containing Finely Divided Additive, *US Pat. 5,308,892*, 1994.