بررسي خصوصيات فيزيكي و چاپي جوهرهای زرد تصعیدی انتقالي جوهرافشان

محسن محمدرایی نایینی، مجتبی جلیلی ، مهری نوروزی- گروه علوم و فناوری چاپ پژوهشگاه رنگ

چکیده:

مشخصه‌یابی کامل پنج نمونه مرکب زرد چاپ جوهرافشان انتقالی تصعیدی صورت گرفته است. عوامل موثر بر قابلیت چاپ‌پذیری و همچنین کیفیت چاپ نهایی مورد مطالعه قرار گرفت. کشش سطحی به روش wilhelmy plate ، خواص رئولوژیکی به وسیله رئومتر و چاپ پذیری با استفاده از چاپگر جوهرافشان پیزوالکتریک سنجش گردید. کل محتوای جامد حل شده، سهولت فیلتراسیون و میزان انتقال در فرایند تصعید و پایداری پراکنه نیز اندازه‌گیری و مقایسه شد. نتایج نشان داد که هرچه سرعت فیلتراسیون نمونه‌های بیشتر باشد، عملکرد نهایی جوهر در چاپگر بهتر بوده و گرفتگی نازل در حین چاپ کمتر رخ می‌دهد. از سوی دیگر نتایج حاصل از بررسی پایداری پراکنه نیز این مطلب را تایید می‌کند. همچنین مشخص گردید که افزایش دمای انتقال از ۱۸۰°C به ۲۰۰°C افزایش چشمگیری را در انتقال موجب می‌شود.

۱.مقدمه

در انواع روش‌های چاپ سنتی که به صورت تماسی رخ می‌دهد، نیاز به تهیه حامل تصویر، هم مراحل پیش از چاپ را بسیار طولانی می‌سازد و هم اینکه قیمت تمام شده محصول نهایی را به شدت به تیراژ تولید وابسته می‌سازد. به این صورت هر چه تیراژ تولید یک محصول با یک الگوی چاپی مشخص بیشتر شود، هزینه تمام شده آن کمتر خواهد بود و اساساً در روش‌های چاپ تماسی، برای اینکه امکان تولید یک محصول به صورت تجاری مهیا باشد، باید یک تیراژ حداقلی از آن به تولید برسد. هر دوی این موارد در تضاد با ملاحظات دنیای امروز نساجی است.

یکی از روش‌های جایگزین چاپ تماسی برای چاپ منسوجات، چاپ جوهرافشان تصعیدی است که خود به دو صورت مستقیم و انتقالی قابل انجام است. در روش چاپ جوهرافشان انتقالی تصعیدی، فرایند به این صورت است که تصویر آینه‌ای الگوی مورد نظر به روش جوهرافشان بر روی بستر انتقال که معمولاً نوعی کاغذ است چاپ می‌شود. در ادامه بسترِ انتقالِ حاوی تصویر آینه‌ای الگو، با روبروی پارچه مورد نظر قرار داده می‌شود و تحت فشار و اعمال دما، ماده رنگزا تصعید شده و از کاغذ به داخل ساختار پارچه که منتقل می‌گردد. اما در روش مستقیم، الگو مستقیماً بر روی بستر منسوج پلی‌استری چاپ میشود. در هر دو این روشها ماده رنگی مورد استفاده، از دسته مواد رنگزای دیسپرس است . این روش مزایای متعددی دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱ – منسوج آبگریزی که به این روش چاپ می‌شود، چنانچه شفاف با نیمه شفاف باشد، الگوی رنگی چشم‌نوازی را حاصل می‌نماید. چرا که در طی فرایند انتقال، ماده رنگزا نه تنها بر روی سطح منسوج می‌نشیند، بلکه به داخل ساختار و تا عمق ۱۰۰ میکرونی آن هم نفوذ می‌نماید. به این ترتیب نور نه تنها از سطح منسوج انعکاس می‌یابد، بلکه در داخل ساختار منسوج هم شکست پیدا می‌کند.

۲ – این روش به حامل تصویر فیزیکی نیاز ندارد و از این جهت هزینه تولید مستقل از تیراژ خواهد بود. بنابراین دستیابی به تنوع بالای الگو کاملاً میسر خواهد بود.

۳ – با چاپگرهای جوهر افشان متداول نیز قابل اعمال است.

۴ – آلایندگی بسیار ناچیزی دارد.

۵ – از آنجا که به جز خود ماده رنگزا، اجزاء دیگر قابلیت تصعید مناسبی ندارند، سایر اجزاء که ممکن است که اثرات نامطلوبی بر روی سلامتی داشته باشند به داخل کالای چاپی منتقل نمی‌شوند.

۶ – مراحل پیش از چاپ (نظیر پوشش‌دهی) و پس از چاپ (نظیر شستشو) در این روش وجود ندارد که هم زمان انجام فرایند را تسریع می‌کند و هم هزینه‌های مترتب بر این مراحل را می‌کاهد و علاوه بر این، مشکلات مربوط به آلایندگی و... را نیز مرتفع می‌سازد. مرکب‌های جوهرافشان انتقالی تصعیدی، باید ویژگی‌های لازم برای اینکه بتوانند به روش جوهرافشان اعمال شوند را دارا باشند. خواص رئولوژیکی آنها باید به نحوی باشد که هم وضوح تصویر مناسبی را حاصل نمایند و هم اینکه از عوارضی نظیر اثر ماهوارهای و یا گرفتگی نازل چاپگر پرهیز شود. همچنین باید کشش سطحی، دانه بندی، پایداری پراکنه، هدایت الکتریکی و محتوای جامد مرکب به نحو مناسبی بهینه‌سازی شده باشد. از سوی دیگر، پس از اعمال باید قدرت رنگی مناسب و میزان انتقال از کاغذ به پارچه آنها مناسب باشد. همچنین باید شرایط فرایند انتقال و مشخصاً دما و زمان انتقال بهینه شود.

جدول ۱: دستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش

آزمون	دستگاه	مدل دستگاه
خواص رئولوژیکی	Rheometer	Antonpaar MCR300
کشش سطحی	wilhelmy plate	Kruss K100
هدایت الکتریکی و TDS	هدایت سنج	Mettler toledo
قدرت رنگی و میزان انتقال	Color reflection densitometer	Ihara R730
چاپ پذیری	چاپگر جوهرافشان رومیزی	Epson C91
پایداری پراکنه	سانتریفیوژ	PIT320
سهولت فیلتراسیون	فیلتراسیون تحت خلاء با اندازه حفرات ۱μm	milipore
pH	pH سنج	Metrohm 827

جدول ۲: نتایج مربوط به سنجش ویسکوزیته در تنش بالا، pH، فیلتراسیون، رسانایی، کشش سطحی، TDS و دانسیته

S5	S4	S3	S2	S1	
7.15	14.1	9	7.57	4.11	(mPa.s) η^{∞}
8.11	7.55	8.56	8.85	8.29	pH
13.18	14.82	21.62	16.17	11.31	سهولت فیلتراسیون* (s)
0.65	1.08	0.79	1.2	0.97	میزان رسوب در سانتریفیوژ (٪)
760	4640	1485	2090	1687	هدایت الکتریکی (µs/cm)
28.903	31.378	41.057	30.671	33.317	کشش سطحی (mN/m)
383	2320	731	1452	854	(mg/l) TDS
1.092	1.088	1.128	1.098	1.082	وزن مخصوص
متوسط	خوب	بد	خوب	متوسط	چاپ‌پذیری

*هیچ یک از نمونه‌ها از فیلترهای با اندازه حفرات ۰/۴۵µm و ۰/۲µm عبور نکردند.

در این پژوهش، پنج نمونه مرکب چاپ جوهرافشان انتقالی تصعیدی زرد تجاری تهیه و به صورت کامل مشخصه‌یابی شده است. کشش سطحی به روش wilhelmy plate ، خواص رئولوژیکی به وسیله رئومتر و چاپ پذیری با استفاده از چاپگر جوهرافشان پیزوالکتریک سنجش گردید و میزان انتقال در فرایند تصعید با روش‌های رنگ‌سنجی و پایداری پراکنه نیز با استفاده از سانتریفیوژ اندازه‌گیری و مقایسه شده است. کل محتوای جامد حل شده (TDS) سهولت‌فیلتراسیون نیز به عنوان معیاری از الگوی پراکنش بررسی گردیده است.

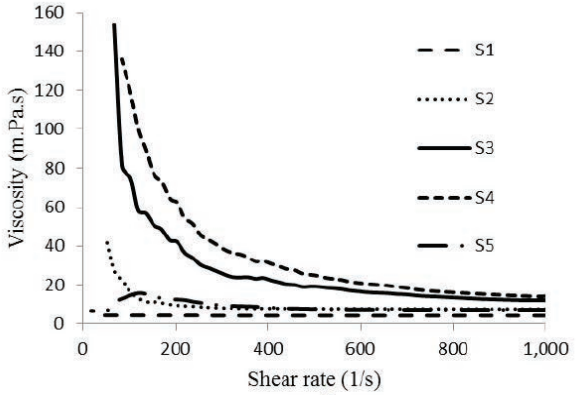
۲. تجربیات

پنج نمونه مرکب زرد جوهرافشان انتقالی تصعیدی از شرکت‌های مختلف تهیه گردید. این جوهر ها در ادامه با نام‌های کد شده ۱ تا ۵ معرفی می‌شوند. دستگاه‌های مورد استفاده در آنالیز نمونه‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است. برای سنجش سهولت فیلتراسیون، مرکب‌ها به همان صورت که تهیه شده بودند، با استفاده از سیستم فیلتراسیون خلاء و از میان فیلتر استات سلولزی با اندازه حفرات µm عبور داده شدند.

مدت زمان عبور از فیلتر به عنوان معیاری از سهولت عبور از نازل در نظر گرفته شد. به عنوان معیاری از پایداری پراکنه نیز از سانتریفیوژ استفاده شد. به این صورت که نمونه‌ها در سانتریفیوژ با دور rpm۹۰۰۰ قرار گرفتند و درصد وزنی رسوب کرده از هر مرکب اندازه‌گیری و گزارش شد. خواص رئولوژیکی در هندسه استوانه‌های هم‌محور، به روش چرخشی و در حالت sweep strain سنجش گردید. برای سنجش چاپ‌پذیری، کارتریج چاپگر تخلیه و شستشو گردید. سپس مرکب مورد بررسی در داخل آن شارژ شد و چک کردن نازل به صورت خودکار انجام پذیرفت. سپس دستور چاپ ۲۰ نسخه از یک مستطیل متراکم به ابعاد ۵ cm / ۲۷ × ۱۸

جدول ۳:مقایسه‌ی بازده انتقال مرکب‌ها در شرایط زمانی و دمایی متفاوت

	O.D کاغذ پیش از انتقال	O.D کاغذ پس از انتقال دما پایین	O.D کاغذ پس از انتقال دما بالا	میزان کاهش O.D کاغذ پس از انتقال دما پایین (٪)	میزان کاهش O.D کاغذ پس از انتقال دما بالا (٪)
S1	0.6	0.36	0.25	40	58.34
S2	0.68	0.56	0.28	17.65	58.82
S3	0.6	0.44	0.29	26.66	51.66
S4	0.73	0.52	0.44	28.77	39.73
S5	0.52	0.38	0.27	26.92	48.08



شکل ۱: نتایج آزمون رئومتری مرکب‌ها

بر روی برگه معمولی فتوکپی با ابعاد A۴ داده شد. تعداد صفحات چاپ شده پیش از آنکه خللی در چاپ پیش بیاید و گرفتگی نازل رخ دهد به عنوان معیاری از چاپ‌پذیری معرفی شده است. گرفتگی نازل پیش از چاپ پنج صفحه به عنوان ضعیف، بین ۵ تا ۱۰ صفحه به عنوان بد، ۱۰ تا ۱۵ صفحه به عنوان متوسط و بیش از ۲۰ صفحه به عنوان خوب در نظر گفته می‌شود.

برای سنجش میزان انتقال نیز ابتدا نمونه‌ها بر روی کاغذ انتقال چاپ شدند و سپس تحت دو شرایط دمایی و زمانی مختلف به سطح یک پارچه کاملاً پلی‌استری انتقال یافتند. دانسیته نوری O.D کاغذ، پیش و پس از انتقال اندازه‌گیری شد و اختلاف آنها به عنوان معیاری از بازده انتقال در نظر گرفته شد. به این منظور آزمون وبرای سنجش شرایط بهینه انتقال، فرایند انتقال تحت دو شرایط متفاوت صورت گرفت؛ دما بالا ($C۲۰۰^{\circ}$ و ۳۰ ثانیه(و دما پایین) $C۱۸۰^{\circ}$ و ۶۰ ثانیه(.

۳. نتایج و بحث

مقادیر مربوط به ویسکوزیته، pH ، فیلتراسیون، رسانایی، کشش سطحی، و دانسیته جوهرها به این شرح هستند: همانطور که از نتایج بالا و همچنین شکل ۱ مشخص است، نمونه S۳ علیرغم اینکه طی اعمال سانتریفیوژ پایداری پراکنه مناسبی داشته، ولی کشش سطحی نسبتاً بالاتر آن در کنار انحراف بالا از رفتار نیوتونی، موجب شده است هم فیلتراسیون دشواری داشته باشد و هم اینکه ضعیفترین رفتار چاپپذیری را از خود بروز دهد.

این درحالیست که دو نمونه S۲ و S۴ که بهترین رفتار چاپ‌پذیری را ارائه داده‌اند، کشش سطحی کمتر و بالاترین میزان TDS را داشته‌اند، هرچند که در سنجش پایداری پراکنه با استفاده از سانتریفیوژ ضعیفترین عملکرد را ارائه داده‌اند.

نتایج آزمون بازده انتقال نیز در جدول ۳ نمایش داده شده است. میزان کاهش O.D. بستر کاغذ پس از انجام فرایند انتقال، با بازده انتقال ارتباط مستقیم دارد. اولاً مشخص است که با افزایش دمای انتقال، حتی با نصف کردن مدت زمان انتقال هم، در تمامی نمونه‌ها میزان انتقال افزایش یافته است.

۴ . نتیجه‌گیری

در این پژوهش، پنج نمونه مرکب زرد جوهرافشان انتقالی تصعیدی تجاری انتخاب و مشخصه یابی شدند. مشخص شد که ارتباط مستقیمی بین سهولت فیلتر شوندگی و چاپ‌پذیری وجود دارد در حالیکه چنین ارتباطی بین پایداری پراکنه و چاپ‌پذیری مشاهده نشد. همچنین مشخص شد که در بین نمونه‌های انتخاب شده، دو عامل میزان هدایت الکتریکی و محتوی جامد حل شده، با سهولت چاپ پذیری ارتباط مستقیم دارند. این امر می‌تواند ناشی از وارد شدن مقادیر بالاتر پراکنشگرها و سطح فعال‌های یونی در فرمولاسیون باشد.