# مطالعه رنگ‌سنجی تاثیر دمای تثبیت بر چاپ دیجیتال پلی‌استر

عباس حاجی‌پور[1] و علی شمس ناتری[2]

**چکیده**

**امروزه به دلیل تقاضا برای طرح‌های با کیفیت بیشتر، تحویل سریع به مشتری و تولید کم هزینه‌تر در ابعاد کوچک، استفاده از چاپ دیجیتال در حال افزایش می‌باشد. در این پژوهش، پارچه پلی‌استری با استفاده از یک چاپگر دیجیتال و با بکارگیری یک جوهر دیسپرس بر پایه آب با فام آبی به روش دیجیتال چاپ شد. سپس نمونه‌های چاپ شده در دماهای مختلف از قبیل ۱۵۰، ۱۷۰ و ۱۹۰°C تثبیت شدند و تاثیر دمای تثبیت بر طیف انعکاسی، قدرت رنگی (K/S) و مشخصات رنگی بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش دما تثبیت، طیف انعکاسی کاهش و در نتیجه قدرت رنگی افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که مقدار خلوص و فام زاویه‌ای با افزایش دمای تثبیت افزایش می‌یابد.**

**مقدمه**

در سال‌های اخیر چاپ جوهر افشان در حوزه‌های مختلف از قبیل صنعت نساجی مورد توجه قرار گرفته است. چاپ جوهر افشان منسوجات، روش چاپ غیر تماسی است که شامل فرآیند خروج قطرات جوهرهای مختلف از کلگی چاپگر بر سطح مشخصی از منسوج می‌باشد. چاپ جوهرافشان مزایای مختلفی از قبیل راحتی، کیفیت بالا، مصرف کم آب و انرژی، پساب کم، هزینه تولید کم، تجهیزات ارزان قیمت و صرفه جویی در زمان در مقایسه با روش‌های دیگر دارا می‌باشد. از این رو پیش‌بینی می‌شود که این روش چاپ به سرعت در صنعت نساجی رشد نموده و جایگزین روش‌های دیگر در تولیدات با حجم متوسط گردد. اگرچه بیشتر منسوجات از قبیل پنبه، ابریشم، پلی استر، و نایلون می‌توانند به روش چاپ دیجیتال چاپ شوند، اما در این میان، منسوجات پلی‌استری به دلیل خواص ویژه از قبیل مقاومت و جهندگی عالی بیشتر مورد توجه می‌باشند. منسوجات پلی‌استری را می‌توان با استفاده از رنگزای دیسپرس به روش انتقالی و مستقیم چاپ جوهر افشان نمود. در روش مستقیم، پس از چاپ جوهر افشان پارچه پلی‌استری، عملیات تثبیت با استفاده از بخار با دمای بالا یا به کمک حرارت خشک صورت می‌گیرد. به منظور تثبیت رنگزای دیسپرس بر روی پارچه، دمای تثبیت بایستی بیشتر از دمای انتقال شیشه‌ای پلیمر باشد تا رنگزا قادر به نفوذ به درون الیاف پلی‌استری باشد. همچنین، عملیات تثبیت سبب بهبود عمق رنگی نیز می‌گردد. فشندی پارچه اکریلیکی را به روش جوهرافشان چاپ نمود و تاثیر تثبیت رنگزای کاتیونیک بر تغییرات رنگی و همچنین محدوده رنگی نمونه‌ها را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل نشان داد که اشباعیت رنگ و محدوده رنگی نمونه‌ها به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. در این پژوهش، پارچه پلی‌استری با استفاده از سه جوهر بر پایه آب دیسپرس به روش جوهرافشان چاپ شد و در دماهای مختلف از قبیل، ۱۵۰ و ۱۷۰و ۱۹۰°C تثبیت شدند. تاثیر دماهای تثبیت بر طیف انعکاسی و مشخصات رنگی توزیع رنگی، خلوص و فام زاویه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت.

**تجربیات**

**مواد و وسایل**

پارچه صد درصد پلی‌استر با بافت ساده از شرکت مهتاب بافت ایران تهیه شد. رنگزای دیسپرس مورد استفاده جهت تهیه جوهر چاپ رنگزاهای Bemacron Blue P-R (C.I. Disperse Blue 183) می‌باشد که از شرکت Bezema سوئیس تهیه شد.

همچنین جهت تهیه جوهر چاپ از اتیلن گلیکول Merck آلمان،۲-پروپانول Merck آلمان، دیسپرس کننده (کهن تاج کیمیا، ایران) استفاده شد. تمامی مواد بدون خالص‌سازی بیشتر مورد استفاده قرار گرفتند.

**تهیه جوهر چاپ**

جوهر دیسپرس بر پایه آب با استفاده از ۲درصد (w/v) رنگزای دیسپرس، ۷۰ درصد(v/v) آب مقطر، مخلوطی از۲-پروپانول/اتیلن گلیکول با نسبت ۵/۲۰ (v/v)، ۵ درصد (w/v) دیسپرس کننده تهیه شد. مخلوط حاصل با استفاده از دستگاه فراصوت پروبی Sonopuls (Bandelin UW 3200 آلمان ) به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق همزده شد. سپس ناخالصی‌های جوهر، دیسپرس تهیه شده به کمک فیلتر ۲ میکرون گردیدند.

**چاپ جوهر افشان**

چاپ نمونه‌ها با استفاده از یک چاپگر جوهرافشان ایپسون مدل L 130 انجام شد. از آنجا که چاپگر مورد استفاده جهت چاپ صفحات کاغذی طراحی شده است، بایستی برخی تغییرات در روش چاپ صورت گیرد. بدین منظور، پارچه‌های پلی‌استری در اندازه A ۵ بریده شدند و سپس به صفحات کاغذی در اندازه A ۴ چسبانده شد. سپس، عملیات چاپ انجام شد. با استفاده از نرم افزار Adobe Photoshop CS 6 در وضوح تصویر ۷۲۰ dpi، ۲۰ نمونه در مقیاس خاکستری با فواصل برابر تهیه شد. نمونه‌های چاپ شده با استفاده از دستگاه پد-ترموزول SDL در دماهای مختلف از قبیل ۱۵۰،۱۷۰ و ۱۹۰°C تثبیت شدند. سپس، نمونه‌های تثبیت شده با استفاده از ۲g/l سدیم دی تیونیت و۱/۵ g/l سدیم کربنات در دمای ۶۰°C برای مدت ۲۰ دقیقه با L:R=۲۰:۱ شستشو داده شدند. سرانجام نمونه‌های پلی‌استری با آب سرد آبکشی شدند و در دمای اتاق خشک شدند.

**ارزیابی مشخصات طیفی و رنگی**

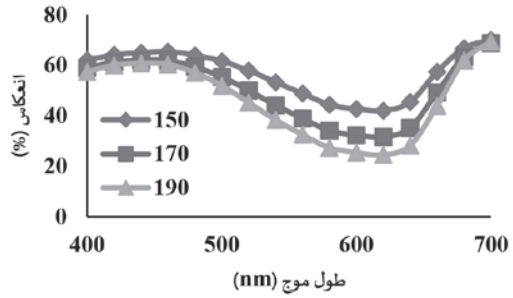
از اسپکتروفتومت i1 Pro2 جهت ارزیابی طیف انعکاسی و مشخصات رنگی نمونه‌های چاپ شده استفاده شد. طیف انعکاسی نمونه‌ها در محدوده مرئی ۳۸۰ nm تا ۷۳۰ nm در ۳۶ طول موج با فاصله ۱۰ nm به دست آورده شد. مشخصات رنگی نمونه‌ها در فضا رنگ CIELab تحت مشاهده کننده استاندارد ۱۰ درجه و منبع روشنایی استاندارد D 65 Dمحاسبه شد. قدرت رنگی (K/S) نمونه‌ها با استفاده از رابطه کیوبلکا-مانک (رابطه ۱) تعیین گردید.

$$\left(\frac{K}{S}\right)_{\lambda} = \frac{(1-R_{\lambda})^2}{2\times R_{\lambda}} \qquad (۱)$$

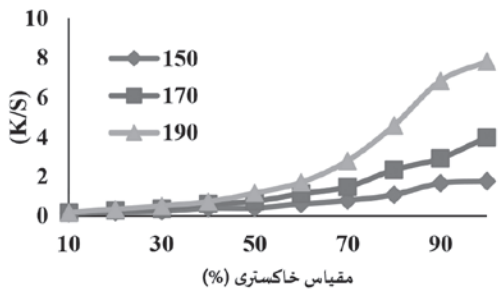
در رابطه فوق K و S به ترتیب ضرایب جذب و انتشار می‌باشند و R انعکاس نمونه‌های چاپ شده در طول موج حداکثر جذب می‌باشد.

## بحث و نتایج

طیف انعکاسی نمونه‌های پلی استر چاپ شده با رنگزاهای مختلف در مقیاس خاکستری ۵۰ درصد در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل فوق مشاهده می‌گردد، انعکاس نمونه‌های چاپ شده با افزایش دما کاهش یافته است. قدرت رنگی نمونه‌های پلی‌استر چاپ شده در طول موج حداکثر جذب نیز در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، قدرت رنگی نمونه‌ها در دمای ۱۹۰°C بیشتر از سایر نمونه‌ها می‌باشد و با کاهش دمای تثبیت، قدرت رنگی نیز کاهش یافته است. همچنین با توجه به شکل فوق، با افزایش درصد مقیاس خاکستری، اختلاف بین نمونه‌های مختلف در دماهای مختلف تثبیت نیز افزایش یافته است.

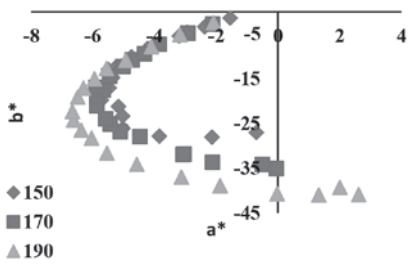



**شکل ۱: طیف انعکاسی نمونه‌های چاپ شده در مقیاس خاکستری ۵۰ درصد در دماهای مختلف تثبیت**



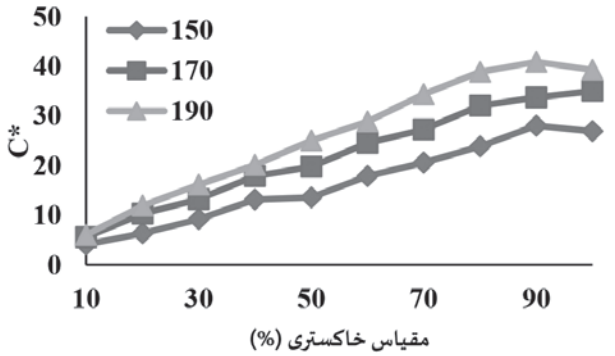

**شکل۲: قدرت رنگی (K/S) نمونه‌های چاپ شده در دماهای مختلف تثبیت**

به منظور بررسی بیشتر تاثیر دمای تثبیت بر مشخصات رنگی نمونه‌های پلی استر چاپ شده به روش دیجیتال، مقادیر a* و b* نمونه‌ها نیز محاسبه شد. توزیع رنگی نمونه‌های چاپ شده در شکل ۳ نشان داده شده است. در شکل ۳، محور افقی نشان‌دهنده a* (قرمزیت–سبزیت) و محور عمودی نشان دهنده b* (زدیت–آبیت) می‌باشد. با توجه به این شکل می‌توان دریافت که مقدار b* با افزایش دما به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است. به عبارت دیگر رنگ حاصل با افزایش دما آبی‌تر شده است.

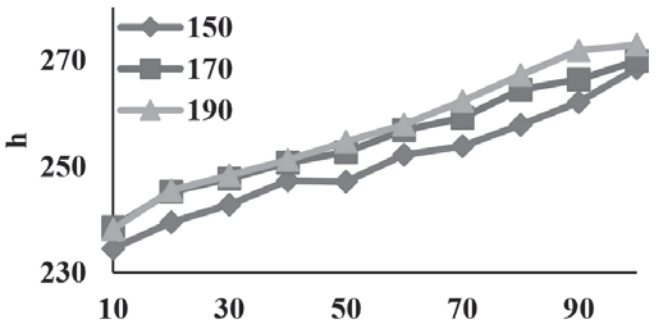



**شکل ۳: مشخصات رنگی نمونه چاپ شده در دماهای مختلف تثبیت**

خلوص و فام زاویه‌ای نمونه‌های چاپ شده به روش دیجیتال نیز مورد بررسی قرار گرفت که به ترتیب در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. همانطور که در جداول فوق مشاهده می‌گردد، خلوص و فام زاویه‌ای نیز با افزایش دمای تثبیت از ۱۵۰تا ۱۹۰°C افزایش یافته است.




**شکل ٤: خلوص نمونه‌های چاپ شده در دماهای مختلف تثبیت**




**شکل ۵: فام زاویه‌ای نمونه‌های چاپ شده در دماهای مختلف تثبیت**

## نتیجه‌گیری

در این بررسی، پارچه پلی استری با استفاده از یک جوهر دیسپرس بر پایه به روش دیجیتال چاپ شد. سپس نمونه‌ها در دماهای مختلف از قبیل ۱۵۰،۱۷۰ و ۱۹۰°C تثبیت حرارتی شدند و تاثیر دمای تثبیت بر مشخصات طیفی و رنگی نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش دما، انعکاس کاهش و قدرت رنگی افزایش می‌یابد. توزیع رنگی نمونه نیز نشان داد با افزایش دما تثبیت b* منفی‌تر و در نتیجه نمونه پر رنگ‌تر می‌گردد. همچنین، خلوص و فام زاویه‌ای نیز با افزایش دمای تثبیت افزایش می‌یابد.

## پی‌نوشت


۱– دانشجوی دکتری، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه گیلان

۲– استاد، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه گیلان


## منبع:


یازدهمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران (دانشگاه گیلان)