



مروری بر چاپ پارچه‌های پنبه‌ای به وسیله چاپگر جوهرافشان

نجوا شکیب^۱، آتسه سلیمانی گرگانی^{۲*}

۱- کارشناس ارشد، گروه صنایع پلیمر پژوهشی صنایع رنگ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۱۳۶۵-۴۴۳۵

۲- استادیار، گروه پژوهشی علوم و فناوری چاپ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵-۶۵۴

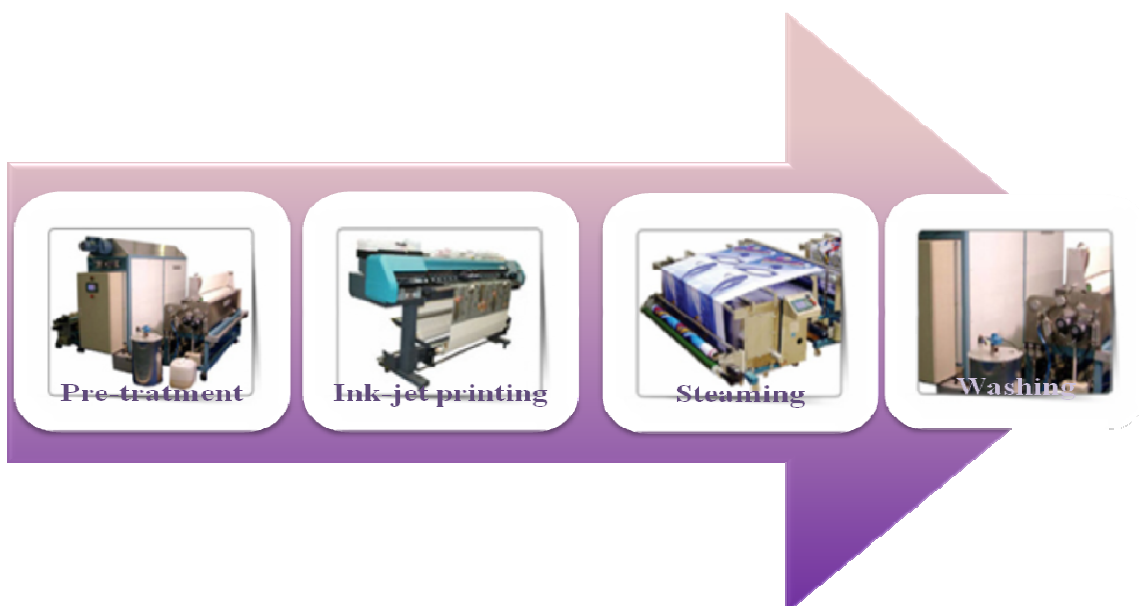
تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲۱ بازبینی ۱: ۹۱/۱/۲۰ بازبینی ۲: ۹۱/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۸

چکیده

در حال حاضر عمده محصولات چاپی با فناوری‌های چاپ مرسوم تولید می‌شوند اما این روش‌ها از نظر زمانی، تجهیزات و نیروی انسانی مشکل‌ساز هستند و از نظر اقتصادی نیز با شرایط روز بازار سازگار نیستند. در روش‌های چاپ مرسوم برای تولید نمونه آزمایشی حدوداً ۲ الی ۸ هفته زمان نیاز است و تولید در حجم بالا به ۳ الی ۱۲ هفته زمان نیاز دارد علاوه بر زمان بالایی که این روش‌ها برای تولید نیاز دارند وابستگی به نیروی انسانی نیز از ایرادات این نوع چاپ‌ها می‌باشد. حتی برای تولید در حجم کم که نیاز به کار کردن دستگاه برای مدت کوتاه می‌باشد هزینه‌های از کار افتادگی کارخانه بالا می‌رود و این امر از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. از سوی دیگر حکاکی کردن نقش، تولید شابلون و نیز ایجاد طرح و نگهداری آنها به نیروی کارگری وابسته بوده و این امر هزینه‌های تولید را بالا می‌برد. فناوری‌های جدید چاپ مانند چاپ دیجیتالی جوهرافشان و الکتروفوتوگرافی^۱، توانایی رفع نیازهای امروزی بازار را دارند. در این روش‌ها هنگامی که چاپ صورت می‌گیرد سیال خروجی از هد^۲ قابل کنترل است و آب و انرژی مصرف شده در این روش نسبت به روش‌های مرسوم بسیار کمتر است. اخیراً این روش‌های جدید به منظور کاربرد در صنعت نساجی به صورت تجاری در حال ارزیابی و توسعه هستند.

واژه‌های کلیدی

چاپگرهای جوهرافشان، پنبه، رنگزای راکتیو، قلیا.



¹ Digital ink-jet and electrography

² Head

۱- مقدمه

در دنیای امروز، هنر و فن چاپ پارچه از مرزهای سنتی پا فراتر گذاشته و روش‌های نوین متعددی در این زمینه ابداع شده‌اند. همراه با افزایش کمیت، کیفیت کالای چاپ شده نیز از سطح بالایی برخوردار است. طی دو دهه اخیر، توجه به امر کنترل کیفیت به کمک سیستم‌های خودکار و کاهش دخالت عوامل انسانی در آن توجه محققین را به خود جلب کرده است. این امر افزایش ضریب کیفی و نیز افزایش دقت و یکنواختی محصولات و در مجموع بهینه‌سازی خط تولید و کاهش ضایعات را در صنایع مختلف به همراه داشته است. در سال‌های اخیر کاربرد چاپ جوهرافشان در صنعت نساجی توجه فراوانی را در سطوح صنعتی و دانشگاهی به خود جلب کرده است در شکل ۱ نمونه‌ای از این چاپگرها که برای منسوجات به کار می‌رود دیده می‌شود.



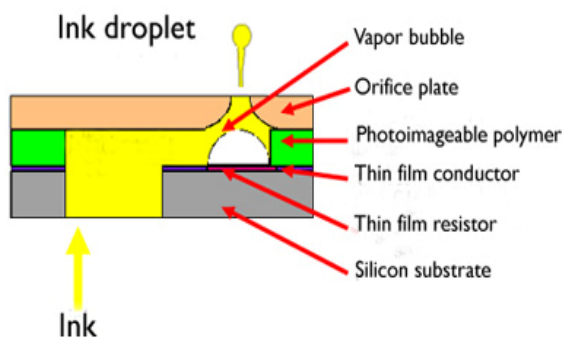
شکل ۱- نمونه‌ای از چاپگر جوهر افشان قابل استفاده برای منسوجات.

البته لازم به ذکر است که در خمیر آمایش سطحی غیر از قلیا مواد کمکی دیگری نیز به کار می‌روند که همگی برای بهبود کیفیت چاپ نهایی به کار گرفته می‌شوند. در مرکب‌های حاوی رنگزاهای راکتیو به دلیل امکان آبکافت سریع آن در محلول مرکب معمولاً از رنگزاهایی استفاده می‌کنند که دارای واکنش‌پذیری کم تا متوسط می‌باشند، بنابراین افزایش درجه تثبیت رنگزا یکی از اهدافی است که از نظر اقتصادی، محیط زیستی و نیز افزایش کیفیت چاپ بسیار حائز اهمیت است. از سوی دیگر مرحله آمایش سطحی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست و موجب آلودگی محیط زیستی می‌شود.

۲- چاپگرهای جوهرافشان

چاپ دیجیتال جوهرافشان نوعی از فناوری چاپ است که به دلیل تماس نداشتن سطح زیرآیند با چاپگر به عنوان روش غیرتماسی^۳ شناخته شده است. قطرات مرکب در این چاپ پاسخ به یک سیگنال خارجی تولید شده و روی زیرآیندهای^۴ گوناگونی می‌تواند قرار گیرد. نحوه ایجاد قطره در نوعی از چاپگر دیجیتال جوهرافشان حرارتی در شکل ۲ مشاهده می‌شود. این فناوری توانایی پاسخگویی به نیازهای امروزی بازار مانند رفع فوری نیاز مشتری و تولید در لحظه تقاضا با طرح دلخواه مشتری را دارد. روش چاپ دیجیتال نسبت به روش‌های قدیمی هزینه‌های راه‌اندازی^۵ کمتری دارد. همچنین در تولید با حجم‌های کم، پرهزینه نمی‌باشد و وابستگی چندانی به نیروی کارگری ندارد. بنابراین چاپ به روش جوهرافشان به عنوان بهترین و ساده‌ترین روش چاپ شناخته شده است که از نظر آلودگی محیط زیست نیز مشکل چندانی ایجاد نمی‌کند، قابلیت انعطاف، تکرار پذیری، تنوع و خلاقیت را نیز می‌توان به عنوان مزایای دیگر این روش برشمرد.

THERMAL INK JET



شکل ۲- نحوه ایجاد قطره در چاپگر جوهرافشان حرارتی.

با این وجود، در حال حاضر هنوز چالش‌هایی در زمینه ایجاد طرح توسط چاپگرهای جوهرافشان روی منسوجات وجود دارد که دلیلی بر انجام تحقیقات در این زمینه می‌باشد [۱،۲]. این چالش‌ها منجر به عواملی می‌شود که در نهایت کیفیت محصول و سرعت تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهند [۳]. برطرف شدن این مشکلات منوط به پیشرفت سخت‌افزاری، سیستم‌های مرتبط در چاپگرها، اصلاح فرمول‌بندی مرکب‌ها و نیز مرحله آمایش سطحی^۱ پارچه می‌باشد. در چاپ رنگزای راکتیو^۲ روی کالا پنبه‌ای، حضور قلیا برای تبدیل کردن گروه هیدروکسیل موجود در پنبه به گروه آنیونی جهت واکنش با گروه واکنش پذیر موجود در رنگزای راکتیو، امری ضروری است. از آنجاییکه که حضور هم‌زمان قلیا و رنگزا در فرمول‌بندی مرکب باعث آبکافت رنگزا می‌شود، بنابراین در روش چاپ جوهرافشان در ابتدا پارچه‌های پنبه‌ای را با خمیر حاوی قلیا آماده می‌کنند. به این مرحله، مرحله آمایش سطحی می‌گویند و در ادامه، طرح توسط چاپگر جوهرافشان بر روی زیرآیندی که از قبل با قلیا آماده شده چاپ می‌شود [۴].

امروزه در سراسر جهان تحقیقات وسیعی برای بهبود سرعت ماشین‌های چاپ دیجیتالی و همچنین بهینه‌سازی فرمول‌بندی‌های جدید مرکب در

³ Non-contact method

⁴ Substrate

⁵ Set-up

¹ Pre-treatment

² Reactive

۱ وابستگی نوع رنگ و زیرآیند منسوجات آورده شده است. اولین مرکب‌های قابل استفاده برای منسوجات مرکب‌هایی هستند که از رنگزای قابل حل در آب ساخته شده و این رنگزاهای معمولاً رنگزاهای راکتیو، مستقیم و ... هستند [۱].

حال انجام است [۵]. در ادامه مطالبی در رابطه با مطالعات و تحقیقات انجام شده در این زمینه بیان می‌گردد.

۲-۱- مطالعات انجام شده بر روی مرکب

چاپگرهای جوهرافشانی که در چاپ کاغذ استفاده می‌شوند برای چاپ بر روی منسوجات نیز تطبیق یافته‌اند، البته این بحث در مورد چاپگرها صادق است و نه در مورد مرکب، زیرا مرکب مورد استفاده برای چاپ کاغذ با نوع مرکبی که بر روی منسوجات استفاده می‌شود متفاوت است. منسوجات چاپ شده نیاز به ویژگی‌های زیبایی مانند نرمی زبردست و القای حس لامسه مطلوب دارند، بنابراین چاپ آنها با چاپ کاغذ متفاوت است. همچنین مهم‌ترین تفاوت بین چاپ کاغذ و منسوج این است که منسوجات چاپ شده باید دارای ثبات نوری، شستشویی و سایشی بالایی باشند [۱۰-۶]. تحقیقات مشخصی در زمینه بهبود مرکب‌ها برای چاپ جوهرافشان بر روی منسوجات از دهه گذشته آغاز شده است، که نتایج حاصل از این تحقیقات نشان می‌دهد، مرکب‌ها باید ملزومات فیزیکی و شیمیایی را در کنار هم داشته باشند بنابراین باید به صورت خیلی دقیق فرمول‌بندی شوند [۱۱]. بسته به نوع رنگزای مورد استفاده در مرکب‌ها برای چاپ دیجیتال منسوجات، مرکب‌ها به دو دسته عمده مرکب‌های حاوی رنگزا^۱ و مرکب‌های حاوی رنگدانه^۲ تقسیم‌بندی می‌شوند، در جدول

۲-۱-۱- خواص مرکب چاپگرهای جوهرافشان

برای اینکه مرکب هنگام استفاده در چاپگر مشکل‌زا نباشد و چاپی با خطوط مرزی منظم در طرح مورد نظر و همچنین با ثبات‌های قابل قبول ارائه دهد باید دارای خواص مناسبی باشد که در جدول ۲ [۱۳] این موارد آورده شده است. مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات در خواص فیزیکی مانند گرانروی و کشش سطحی موجب شکل‌گیری قطرات در اندازه‌های متفاوت در هنگام خروج از نازل می‌شود [۱۴] یکسان نبودن اندازه قطرات همچنین موجب تغییر فام رنگی در نقاط مختلف طرح می‌شود که کیفیت نهایی چاپ را تحت تاثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش آن می‌شود. معمولاً مرکب‌های تجاری موجود برای جوهرافشان‌ها باید گرانروی کمتر از ۲۰ cps داشته باشند و برای مرکب جوهرافشان داشتن کشش سطحی حدود ۶۰-۲۵ دین بر سانتی‌متر (dynes/cm) ایده‌آل است [۱۶-۱۵] برای مرکب‌های حاوی رنگدانه، اندازه ذرات حدود ۰/۵µm یا کمتر از آن مطلوب است [۱۷].

² Pigment based

¹ Dye based

جدول ۱- انتخاب رنگ برای زیرآیند منسوج و طریقه واکنش آنها با الیاف [۱۲].

رنگ	لیف	واکنش لیف- رنگ
رنگدانه	همه الیاف	هیچ واکنش و پیوندی بین سطح پلیمر و رنگدانه صورت نمی‌گیرد
رنگزای راکتیو	پنبه، ابریشم و پشم	پیوند کووالانس با الیاف
رنگزای دیسپرس	پلی‌استر	سازوکار هیدروفوبیک- سالدی
رنگزای اسیدی	ابریشم، پشم و نایلون	پیوند الکترواستاتیک و هیدروژنی با لیف

جدول ۲- خواص لازم مرکب جوهرافشان برای چاپ منسوجات [۱۳].

خواص فیزیکی	خواص چاپ	خواص کاربردی
گرانروی	چگالی نوری خوب	سازگاری ماشینی
کشش سطحی	پخش‌شدگی یکسان روی سطح	شکل‌گیری پایدار قطره
اندازه ذرات	ابری نشدن	نبودن ذرات آلوده
رنگزای اسیدی	ابریشم، پشم و نایلون	پیوند الکترواستاتیک و هیدروژنی با لیف
pH	سرعت بخشیدن به زمان رنگ‌شدن و تثبیت	از بین بردن مسدودیت نازل
جرم مخصوص	مقاوم در برابر کم‌رنگ شدن	کم کردن خوردگی
رنگ	ثبات شستشویی خوب	ماندگاری بالا
خلوص رنگ	ثبات سایشی خوب	نداشتن قابلیت رشد میکروب
رسانایی	مقاومت خوب در برابر لکه‌های چرب	بدون خطر شیمیایی

۲-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه مرحله آمایش سطحی در چاپ جوهرافشان

احمد وسیم و همکارانش^۱ [۱۸] تحقیق آماری بر نتایج حاصل از چاپ جوهرافشانی که بر روی الیاف پنبه و دو نوع لایوسل^۲ (تنسل آ ۱۰۰^۳ و تنسل استاندارد^۴) صورت گرفته بود انجام داده‌اند و ارتباط غلظت مواد به کار رفته در خمیر آمایش سطحی با ماندگاری رنگ، تثبیت رنگزای جذب شده و نفوذ رنگ را بررسی کردند. آنها آزمایشات را به صورت تمام فاکتوریل^۵ طراحی کردند، پنج فاکتوری که آنها مورد مطالعه قرار دادند عبارت از: غلظت اوره^۶، قلیا^۷، ماده نفوذدهنده^۸، ماده ضد مهاجرت^۹ در خمیر آمایش سطحی و زمان مرحله بخار^{۱۰}. هر کدام از عوامل در دو سطح تغییر داده شده‌اند. همان گونه که در جدول ۳ آمده است این طراحی آزمایش، تعداد ۲^۵ آزمایش را نتیجه داد. در این پژوهش محققین پس از بررسی پاسخها به این نتیجه رسیدند که نوع زیرآیند چاپ در نتایج نهایی مؤثر است و نتایج اصلی زمانی حاصل می‌شود که غلظت مواد شیمیایی در خمیر آمایش سطحی تغییر کند. نتایج در مورد سه نمونه لیف به این صورت بود که افزایش غلظت مواد ضد مهاجرت در خمیر آمایش سطحی و افزایش زمان مرحله بخار باعث افزایش شدت و عمق رنگ در آنها شد. افزایش غلظت اوره در خمیر آمایش سطحی، شدت و عمق رنگ را در هر دو نوع لیف لایوسل^{۱۱} افزایش داد اما باعث کاهش این مورد در مورد لیف پنبه‌ای شد. همچنین اوره موجود در خمیر آمایش سطحی باعث اثر منفی در تثبیت رنگ در مورد پنبه و تنسل آ ۱۰۰ شد ولی روی تنسل استاندارد اثر مثبت گذاشت. با اینکه قلیا یک ماده حیاتی در چاپ رنگزای راکتیو است ولی افزایش غلظت آن اثرات مخربی بر تثبیت رنگزای در پنبه باقی می‌گذارد. در پایان با جمع‌بندی نتایج تحقیقات خود دریافتند که ماده نفوذ دهنده عملکرد چندانی نداشته و حضور این ماده را در خمیر آمایش سطحی پیشنهاد نمی‌کنند. یوان^{۱۲} و همکارانش عواملی که بر جذب رنگزای در نمونه پارچه پنبه‌ای چاپ شده به روش جوهرافشان با مرکب حاوی رنگزای راکتیو، تاثیرگذار هستند را مورد بررسی و تحقیق قرار دادند [۱۹]. فاکتورهای مورد بررسی شامل محتویات خمیر آمایش سطحی مانند مقدار سدیم آلجینات^{۱۳}، سدیم بی‌کربنات و اوره می‌باشد همچنین زمان مرحله بخار دادن به عنوان یک عامل دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفت. طراحی آزمایشات در ۲ سطح انجام شد که در جدول ۴ نشان داده شده است. اوره تنها در چاپ به روش‌های قدیمی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد بلکه در چاپ جوهرافشان نیز در خمیر آمایش سطحی استفاده می‌شود. در این نوع چاپ در هنگام بخار دادن مخصوصاً زمانی که بخار فوق اشباع باشد، اوره باعث تورم الیاف گشته و

رنگزا راحت‌تر به درون لیف نفوذ می‌کند. مخلوط اوره و آب حکم حلال را برای رنگزا داشته و به عنوان یک حمام رنگزای کوچک روی لیف عمل می‌کند. با توجه به ساختار رنگزا، حضور اوره در غلظت بالاتر یا پایین‌تر می‌تواند اثر متفاوتی داشته باشد. این بدین معنی است که بعضی از رنگزاهای راکتیو در حضور اوره اضافی گروه راکتیویشان غیر فعال شده و جذب نهایی رنگزا پایین می‌آید و اوره در حرارت به بی‌اورت^{۱۴} و آمونیاک^{۱۵} شکسته می‌شود. به عنوان مثال اگر گروه واکنش‌پذیر رنگزای راکتیو، وینیل سولفون باشد در حضور این مواد تبدیل به آمینو اتیل سولفون^{۱۶} شده که غیر فعال است. آلجینات به عنوان یک غلظت دهنده در چاپ به کار می‌رود و نحوه عملکرد آن بدین ترتیب است که جریان‌پذیری مرکب و نفوذ را کنترل کرده و باعث شکل‌گیری منظم خطوط طرح می‌شود اگر غلظت آلجینات بیش از حد بالا رود جذب نهایی رنگزا کاهش می‌یابد. یکی از دلایل این امر این است که آلجینات می‌تواند به عنوان یک سد برای نفوذ رنگ عمل کند. همچنین در این تحقیق مشخص شد که اگر غلظت آلجینات به ۲۰۰ گرم افزایش یابد اعمال آن از طریق پد بر روی پارچه مشکل می‌شود. در رنگزای راکتیو، حضور ماده قلیایی یک عامل بسیار مهم است به همین ترتیب در چاپ جوهرافشان با مرکب حاوی رنگزای راکتیو نیز حضور قلیا بسیار حائز اهمیت می‌باشد. وجود قلیا از این لحاظ مهم است که باعث یونیزاسیون گروه‌های هیدروکسیل قابل دسترس سلولز می‌شود. در طول مرحله بخار دادن، سدیم بی‌کربنات، دی اکسید کربن از دست داده که این امر باعث افزایش یونیزاسیون سلولز می‌شود. در این تحقیق مقدار ۸ گرم از سدیم بی‌کربنات به عنوان بهترین مقدار شناخته شده است. محمت کنیاک^{۱۷} و همکارانش [۲۰] تحقیقی در مورد کاتیونی کردن^{۱۸} پنبه قبل از انجام عمل چاپ انجام دادند. آنها در تحقیقشان پنبه را با ماده‌ای به نام ۲ و ۳ - اپوکسی پروپیل تری متیل آمونیوم کلراید^{۱۹} عمل آوردند و سپس با چهار مرکب حاوی رنگزای راکتیو (فیروزه‌ای، زرد، مشکی و ارغوانی) نمونه‌ها را چاپ کردند و در نهایت بازدهی رنگ، لکه‌گذاری بر زمینه سفید، نفوذ، کیفیت چاپ و خواص ثباتی را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که کاتیونی کردن پنبه تأثیر مثبتی در جذب رنگزا دارد یعنی جذب رنگزای راکتیو را افزایش داده و چون اکثر رنگزا جذب می‌شود، در محلول شستشو رنگزای کمتری وجود دارد و لکه‌گذاری بر نقاطی که چاپ نداریم بسیار کم می‌شود. در این روش نفوذ رنگزا به داخل لیف کاهش می‌یابد که علت آن وجود منافذ کمتر در پارچه کاتیونی شده است. علاوه بر این به علت جاذبه یونی شدیدی که بین لیف کاتیونی شده و رنگزای آنیونیک^{۲۰} وجود دارد، نفوذ رنگ به داخل لیف کمتر خواهد شد. در مجموع

¹⁴ Bi-ureat

¹⁵ Ammonia

¹⁶ Ethyl sulphone

¹⁷ Mehmet keniak

¹⁸ Cationise

¹⁹ 2,3-epoxypropyltrimethylammonium chloride

²⁰ Anionic

¹ Ahmad wassim

² Iyocell

³ Tencell a 100

⁴ Tencell standard

⁵ Full factorial

⁶ Urea

⁷ Alkali

⁸ Penetration agent

⁹ Migration inhibitor

¹⁰ Steaming time

¹¹ Yuen

¹³ Sodium Alginate

این روش، چون در مراحل روش چاپ جوهرافشان یک مرحله به مراحل آمایش می‌افزاید و عملیات کاتیونی کردن به نوبه خود وقت‌گیر و مستلزم صرف انرژی و هزینه است به عنوان روشی برای افزایش تثبیت مرکب برای پارچه

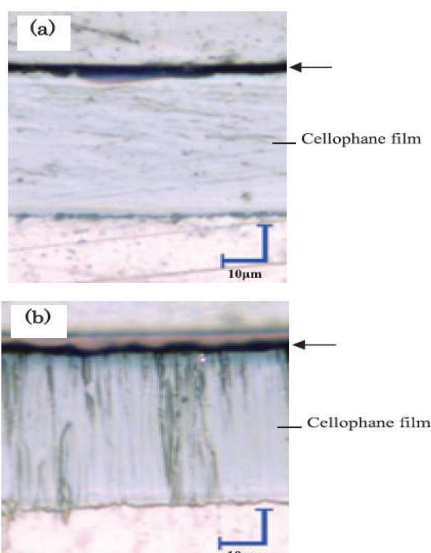
جدول ۳- عوامل مورد بررسی در طراحی آزمایش و سطوح آنها [۱۸].

ردیف	عامل کنترل شده	سطح آزمایشی ۱	سطح آزمایشی ۲
۱	اوره	۱۰۰ g l ⁻¹	۲۰۰ g l ⁻¹
۲	قلیا	۲۰ g l ⁻¹	۴۰ g l ⁻¹
۳	ضد مهاجرت	۱۰۰ g l ⁻¹	۲۰۰ g l ⁻¹
۴	ماده نفوذدهنده	۳ g l ⁻¹	۱۰ g l ⁻¹
۵	زمان بخار	۵ min	۱۰ min

جدول ۴- طراحی آزمایشات در دو سطح [۱۹]

ردیف	نام	سطوح	
		+	-
۱	الچینات	۱۵۰ g	۱۰۰ g
۲	اوره	۲۰ g	۱۰ g
۳	سدیم بی‌کربنات	۸ g	۴ g
۴	زمان بخار	۱۰ min	۵ min

در عکس گرفته شده از مقطع عرضی فیلم سلوفان که در شکل ۳ نشان داده شده است، مشاهده می‌شود که با حرارت دادن، رنگزا به داخل بستر^۵ پلیمری لیف نفوذ کرده و تثبیت بهتری را بعد از حرارت دادن خشک شاهد خواهیم بود.



شکل ۳- تصویر مقطع عرضی از فیلم سلوفان چاپ شده است که علامت ← نشان دهنده لایه مرکب چاپ شده است. و تصویر (a) قبل از حرارت دادن و تصویر (b) بعد از اعمال می‌باشد.

۳-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه مرحله تثبیت در چاپ جوهرافشان

در چاپ، تثبیت رنگزا در مرحله بعد از انجام عملیات چاپ با استفاده از عملیات حرارتی انجام می‌شود که در زیر به خلاصه‌ای از آن می‌پردازیم.

۱. حرارت با بخار اشباع
۲. روش بخار فوق اشباع با دمای بالا، ۱۵۰-۱۲۰ درجه سانتی‌گراد
۳. روش حرارت دادن با هوای خشک^۱ ۱۵۰-۲۰۰ درجه سانتی‌گراد ریوکو یاسوکاوا^۲ [۲۱] و همکارانش برای تثبیت چاپ جوهرافشان روی پنبه با مرکب حاوی رنگزای راکتیو، روشی به نام تثبیت تماسی و حرارتی خشک^۳ را پیشنهاد کردند که در این تحقیق با اندازه‌گیری درصد آب بازیافتی بعد از حرارت دادن در دمای معین درصد تثبیت رنگزا را تعیین کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که به دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد نیاز است و لازم است که مقدار آب بازیافتی به ۲۹٪ وزنی برسد تا درصد تثبیت خوبی بدست آید، همچنین برای مدل‌سازی نفوذ رنگزا به ساختار لیف سلولز، به صورت آزمایشگاهی از فیلم سلوفان^۴ استفاده کردند. روشی که برای تثبیت در این تحقیق ارائه شده است، روش تثبیت تماسی و حرارتی خشک است که در زمان کوتاه‌تری باعث تثبیت بالاتر می‌شود. ثبات رنگ در این روش زمانی خوب انجام می‌شود که از بخار استفاده شود.

¹ Thermo fix

² Ryoko yasukawa

³ Contact dry heat fixation CDHF

⁴ Cellophane

⁵ Matrix

وجود آمده باعث غیر فعال شدن رنگزای راکتیو شوند. اما اگر مواد خمیر آمایش سطحی با گروه راکتیو واکنش غیرفعال شدن ندهند افزایش زمان بخاردهی باعث افزایش جذب نهایی رنگزا می‌شود.

۳- نتیجه‌گیری

استفاده از چاپگرهای جوهرافشان برای چاپ رنگزای راکتیو بر روی پارچه‌های پنبه‌ای در حال افزایش است، به منظور بهبود خواص نهایی محصول چاپ شده تحقیقات گسترده‌ای در زمینه بهبود سیستم‌های سخت افزاری، فرمول‌بندی‌های جدیدی برای جوهر و همچنین بهینه‌سازی مرحله آمایش سطحی و یا حذف این مرحله صورت گرفته است و هنوز چالش‌هایی در این زمینه وجود دارد که حل این چالش‌ها مطالعات و تحقیقات بیشتری را نیاز دارد.

وجود آب در فرمول‌بندی مرکب برای نفوذ، امری ضروری است. آب به دو صورت می‌تواند باعث نفوذ رنگزا شود. (۱) نفوذ آب درون حفره‌های بستر پلیمری و نفوذ رنگزا از این حفره‌های پر آب به درون لیف (۲) تئوری حجم آزاد که در آن مولکول‌های آب به عنوان یک نرم‌کننده^۶ حرکت زنجیرهای پلیمری روی هم را راحت‌تر کرده و رنگزا راحت‌تر به درون لیف نفوذ می‌کند. در پایان این تحقیق، روش تثبیت تماسی و حرارتی خشک را به عنوان روشی مناسب برای تثبیت رنگزای راکتیو روی لیف پنبه‌ای پیشنهاد می‌کند. بخار به عنوان منبع تأمین‌کننده گرما و آب است که معمولاً بخار فوق گرم^۷ به دلیل گرم کردن در و زمان کوتاه‌تر برای تثبیت رنگزا استفاده می‌شود [۲۲]. با بالا رفتن زمان بخاردهی، مواد شیمیایی موجود در خمیر چاپ مانند اوره، ممکن است تخریب شوند و مواد شیمیایی به

⁶ Plastisizer

⁷ Super heat

۴- مراجع

- Dehghani, F. Jahanshah, D. Borman, K. Dennis, J. Wang, "Design and engineering challenges for digital inkjet printing on textiles", *Int. J. Clothing Sci. Technol.*, 16, 262-73, **2004**.
- T. L. Dawson, H. Eills, "Will ink jets ever replace screens for textile printing?", *J. Soc. Dyers Colour.*, 110, 330-337, **1994**.
- L. Eckman, S. Writer, "Developments in textile inkjet printing", *AATCC Review*, 4, 8-11, **2004**.
- W. C. Tincher, Q. Hu, X. Li, Y. Tian, J. Zeng, Coloration system for ink jet printing of textile, "Recent progress in inkjet technologies II", *Soc. for Imaging Sci. Technol. Publ.*, 366-369, It is part of online publication Catalogue, **1999**.
- N. H. Momin, "Chitosan and improved pigment ink jet printing on textiles", *Doctor of Philosophy*, RMIT University, **2008**.
- J. P. Stefanini, *Book of Papers*, AATCC International Conference and Exhibition, 286-295, **1995**.
- F. R. S. Rayleigh, "Instability of jets", *Proc. London Math. Soc.*, 10, 4-13, **1878**.
- R. Elmqvist, "Measuring instrument of the recording type", *US Patent* 2,566,443, **1951**.
- R. G. Sweet, "Signal apparatus with fluid drop recorder", *US Patent* 3,596,275, **1971**.
- H. Hertz, S. I. Simonsson, "Ink-jet recorder", *US Patent* 3,416,153, **1968**.
- P. Gregory, "Ink jet printing on textiles, in textile ink jet printing-a review of ink jet printing of textiles", including ITMA, **2003**.
- Broadbent, "Basic principles of textiles coloration", *Society of Dyers and Colourists.*, Bradford, **2001**.
- P. S. R. Choi, C. W. M. Yuen, S. K. A. Ku, C. W. Kwan, "Ink and substrates for inkjet printing", *Text. Asia*, 2, 52-56, **2004**.
- X. Li, "New colorants for ink jet printing on textiles", *phD Thesis*, Georgia Institute of Technology, **2003**.
- D. Bermel, D. E. R. Bugne, "Particle size effects in pigmented ink jet inks", *J. Imaging Sci. Technol.*, 43, 320-324, **1999**.
- H. P. Le, "Progress and trends in ink-jet printing technology", *J. Imaging Sci. Technol.*, 42, 49-62, **1998**.
- S. L. Zoltan, "Pulse droplet ejection system", *US Patent* 3,683,212, **1974**.
- W. Kaimouz, "The inkjet printing process for lyocell and cotton fibres. part 1: the significance of pre-treatment chemicals and their relationship with colour strength", *Dyes and Pigments*, 84, 79-87, **2010**.
- W. M. Yuen, K. A. Kus, P. S. R. Choi, C. W. Kan, "Factors affecting the color yield of an ink-jet printed cotton fabric", *Text. Res. J.*, 75, 319-325, **2005**.
- M. Kanik, P. J. Hauser, "Ink-jet printing of cationised cotton using reactive inks", *119, Color. Technol.*, 230-234, **2003**.
- R. Yasukawa, "Dye fixation process in inkjet printing of cotton fabric by reactive dye" *SEN'IGAKKAISHI*, **2007**.
- Miles, L. W. C., Ed, "Textile printing", *Society of Dyers and Colourists, U.K.*, 240- 275, **1994**.