

Utilizing the Locally Produced Papers as Base Paper for Wallpaper Production

Seyed Mehdi Manzour-Olajdad^{1*} and Omid Ramezani²

^{1*} -Corresponding Author, Ph.D. of Paper Engineering, Lecturer in University of Applied Science and Technology, Tehran, Iran, Email: mmanzour27@gmail.com

² - Assistant Professor, Faculty of New Technologies Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: December 2023

Revised: April 2024

Accepted: June 2024

Abstract

Background and Objectives: Our country has been importing various kinds of wallpaper from different countries for many years. With the increase of foreign exchange problems, the local production of wallpaper and its self-sufficiency has been proposed as a suitable solution. On the other hand, currently, domestic companies are producing paper from white waste paper, which is not justified for use as printing and writing grades due to many problems. However, many companies in the country are producing white grades from white waste paper, the use of which as a base paper in the production of decorative paper or wall paper has not been scientifically investigated. The purpose of this research is to study and investigate the possibility of producing wall paper from recycled white paper produced in the country.

Methodology: The stages of this project were carried out in 6 separate and consecutive phases, which include: 1) determining the quality characteristics of the papers; 2) preparation of coating material formulation with starch as binder; 3) preparation of coating material formulation with latex and starch as binder; 4) coating of papers with the prepared coating formulations; 5) Coating papers and non-woven fabric (Non-Woven) with polyvinyl chloride (PVC); 6) Application of four-color printing on the selected samples of coated papers. For this purpose, first, samples of papers produced by several Iranian companies were acquired and they were transferred to the laboratory of Biosystems and Bioproducts of Shahid Beheshti University for coating and performing the necessary treatments. In order to perform the mentioned treatment on the paper samples, various chemical substances were used, including calcium carbonate powder, kaolin, titanium oxide, corn starch, latex and PVC powder. With this aim, coating solutions with different percentage of solids were prepared steadily and with trial and error using various combinations of these materials (with a total of 110 and 124 parts). Then, these coated solutions were added on various domestic base papers (mostly recycled). Finally, the image of a flower was printed in four colors on the most desirable coated papers.

Results: In determining the quality characteristics of base papers, including measurements of water absorption, ash content, thickness, permeability to air, tensile strength, tear resistance index and burst resistance index, two paper samples produced by two companies of Pardis Paper and Tabriz paper were selected as the best and considering the amount of ash, Tabriz paper was introduced as the base paper more suitable than other local papers. Further, after applying the coating material, coated papers with a relatively favorable appearance and whiteness percentages

of about 60 to 85 were obtained, and finally, based on the results, a significant relationship was found between the increase in the solids percentage of the coated solutions and the whiteness percentage of the coated paper. Also, after the printing operation on the selected samples, Rasha Superkraft and Tabriz Kraft papers were introduced as the best samples. Also, the highest quality of printing was reached with PVC on Pars white paper with 16% PVC, on whitetop Rasha with 28% PVC and on non-woven fabric (non-woven fabric) with 28% PVC compared to the weight of the paper.

Conclusion: The conclusion of the results of this research are listed below:

- A) The best solid percentage of coating solution (concentration of the mixture) was 41-46%.
- b) The best combination of binder and pigment, equal to $100 + 12 + 12 = 124$ parts and the ratio of the dry weight of the coating mixture added to the dry weight of the base paper is equal to 12%.
- c) The highest whiteness obtained by adding calcium carbonate + titanium oxide + starch.
- t) The most suitable concentration of starch that can be used in the coating solution is 15%.
- c) The best coating and uniform and good coating appearance was obtained on Rasha Superkraft paper with the formula: kaolin + titanium oxide + latex with a whiteness of 77.7% and on Tabriz kraft paper with the formula: kaolin + titanium oxide + latex, with a whiteness of 71.8%. If higher whiteness is desired, using calcium carbonate instead of kaolin would give a better result.

Keywords: Coating, binder, pigment, PVC, printing, nonwoven.

استفاده از کاغذهای تولیدشده داخلی به عنوان کاغذ پایه در ساخت کاغذدیواری

سید مهدی منظورالاجداد^{۱*} و امید رضانی^۲

*۱- نویسنده مسئول، دکترای مهندسی کاغذ از دانشگاه کبک در ترابویر کانادا، مدرس دانشگاه علمی کاربردی، تهران، ایران

پست الکترونیک: mmanzour27@gmail.com

۲- استادیار، گروه پالایش زیستی، دانشکده فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۳

تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: آذر ۱۴۰۲

چکیده

سابقه و هدف: کشور ما سال‌هاست که انواع کاغذدیواری را از کشورهای مختلف وارد می‌کند. با افزایش مشکلات ارزی، تولید کاغذدیواری در داخل کشور و خودکفایی در تولید این محصول به عنوان یک راه حل مناسب مطرح شده است. از سوی دیگر، در حال حاضر، شرکت‌های داخلی در حال تولید کاغذ از کاغذ باطله سفید هستند که به دلیل مسائل و مشکلات متعدد، استفاده از آن به عنوان کاغذ درجه چاپ و تحریر توجیه ندارد. با این حال، شرکت‌های متعددی در داخل کشور در حال تولید درجات سفید کاغذ از کاغذ باطله سفید هستند که استفاده از آن به عنوان کاغذ پایه در تولید کاغذهای زینتی یا کاغذدیواری بررسی علمی نشده است. هدف این پژوهش، مطالعه و بررسی امکان تولید کاغذدیواری از کاغذهای سفید بازیافتی تولید داخل کشور است.

مواد و روش‌ها: مراحل انجام این پروژه در مجموع در ۶ قسمت جداگانه و متوالی انجام شد که شامل این موارد است: (۱) تعیین ویژگی‌های کیفی کاغذها؛ (۲) آماده‌سازی فرمولاسیون ماده اندودکننده با نشاسته به عنوان اتصال‌دهنده؛ (۳) آماده‌سازی فرمولاسیون ماده اندودکننده با لاتکس و نشاسته به عنوان اتصال‌دهنده؛ (۴) پوشش‌دهی ترکیب مواد اندود بر روی کاغذها؛ (۵) اندود کردن کاغذها و منسوج نبافته (نان وون) با پلی وینیل کلراید (پی‌وی‌سی)؛ (۶) اعمال چاپ چهار رنگ روی نمونه‌های منتخب کاغذهای اندود شد. بدین منظور، ابتدا نمونه‌هایی از کاغذهای تولیدی چند شرکت ایرانی تهیه شد و برای اندود کردن و انجام تیمارهای لازم به آزمایشگاه سامانه‌ها و فرآورده‌های زیستی دانشگاه شهید بهشتی منتقل شدند. برای انجام تیمار مذکور، روی نمونه کاغذها از مواد شیمیایی مختلفی شامل پودر کربنات کلسیم، کاتولن، اکسید تیتانیوم، نشاسته ذرت، لاتکس و پودر پی‌وی‌سی استفاده شد که با این هدف اقدام به تهیه محلول‌های اندود با درصد جامدهای متفاوت به صورت مرحله‌ای و آزمون و خطا و به کارگیری ترکیب‌های متنوعی از این مواد (با مجموع ۱۱۰ و ۱۲۴ قسمت) شد. سپس روی انواع کاغذهای داخلی (اکثراً بازیافتی) این محلول‌های اندود اضافه شدند. در پایان بر روی مطلوب‌ترین کاغذهای اندودشده، تصویر یک گل به صورت چهار رنگ چاپ شد.

یافته‌ها: در تعیین ویژگی‌های کیفی کاغذهای پایه شامل اندازه‌گیری‌های جذب آب، میزان خاکستر، ضخامت، نفوذپذیری در برابر هوا، مقاومت در برابر کشش، شاخص مقاومت در برابر پاره شدن و شاخص مقاومت در برابر ترکیدن، دو نمونه کاغذ تولیدی شرکت‌های پردیس کاغذ و کاغذ تبریز به عنوان بهترین‌ها انتخاب شدند و با احتساب میزان خاکستر، کاغذ تبریز به عنوان کاغذ پایه از دیگر کاغذهای داخلی مناسب‌تر معرفی شد. در ادامه پس از اعمال ماده اندود، کاغذهای اندودشده‌ای با ظاهر نسبتاً مطلوب و با درصد‌های سفیدی حدود ۶۰ تا ۸۵ حاصل گردید و نهایتاً بر اساس نتایج به دست آمده، رابطه معنی‌داری بین افزایش درصد جامد محلول‌های اندود و درصد سفیدی کاغذ اندود شده به دست آمد. همچنین، پس از عملیات چاپ بر روی نمونه‌های منتخب، کاغذهای سوپر کرافت راشا و کرافت تبریز به عنوان بهترین نمونه‌ها معرفی شدند. عالی‌ترین کیفیت چاپ با پی‌وی‌سی بر روی کاغذ سفید پارس با ۱۶ درصد پی‌وی‌سی، بر

روی وایت تاپ راشا با ۲۸ درصد پی‌وی‌سی و بر روی منسوج نپافته (نان وون) با ۲۸ درصد پی‌وی‌سی نسبت به وزن کاغذ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: جمع‌بندی نتایج حاصل از این پژوهش در ذیل فهرست شده‌اند.

الف) بهترین درصد جامد محلول (غلظت مخلوط) اندود ۴۱-۴۶ درصد

ب) بهترین ترکیب اتصال‌دهنده و رنگدانه، برابر $100 + 12 + 12 = 124$ قسمت و نسبت وزن خشک مخلوط اندود اضافه شده به وزن خشک کاغذ پایه برابر ۱۲ درصد

پ) بالاترین سفیدی به دست آمده با به‌کارگیری کربنات کلسیم + اکسید تیتانیوم + نشاسته

ت) مناسب‌ترین غلظت نشاسته قابل استفاده در محلول اندود ۱۵ درصد

ج) بهترین نشست اندود و ظاهر یکنواخت و خوب اندود بر روی کاغذ سوپرکرافت راشا با فرمول: کائولن + اکسید تیتانیوم + لاتکس با سفیدی ۷۷/۷ درصد و نیز کاغذ کرافت تبریز با فرمول: کائولن + اکسید تیتانیوم + لاتکس، با سفیدی ۷۱/۸ درصد به دست آمد. در صورتی که سفیدی بالاتر مورد نظر باشد، استفاده از کربنات کلسیم بجای کائولن نتیجه مطلوب‌تری خواهد داد.

واژه‌های کلیدی: اندود کردن، اتصال‌دهنده (بایندر)، رنگدانه (پیگمنت)، پلی‌وینیل کلراید (پی‌وی‌سی)، چاپ، منسوج نپافته (نان وون).

مقدمه

کشور ما سال‌هاست که انواع کاغذدیواری را از کشورهای مختلفی مانند روسیه، ترکیه و کشورهای اروپایی با خروج ارز فراوان وارد می‌کند. مشکلات ارزی به‌ویژه پس از سال‌ها تحریم، صنعتگران زیادی را به این فکر انداخته تا در جهت تولید کاغذدیواری که از فناوری بالایی در زمینه ویژگی‌های کاغذ پایه و نیز امکانات اندود کردن برخوردارند، اقدام مناسبی برای تولید آن در داخل کشور بنمایند. با توجه به اینکه تولید کاغذ سفید چاپ در داخل کشور از مشکلات زیادی در دهه‌های اخیر برخوردار بوده و همچنان تأمین کافی کاغذ چاپ و تحریر مسئله صنعت چاپ و تحریر کشور است، استفاده از این درجه خاص کاغذ برای تولید کاغذدیواری در داخل کشور توجیه ندارد. با این حال، شرکت‌های متعددی در داخل کشور در حال تولید درجات سفید کاغذ از کاغذ باطله سفید هستند که استفاده از آن به‌عنوان کاغذ پایه در تولید کاغذهای زینتی یا کاغذدیواری بررسی علمی نشده است.

کاغذدیواری‌های متداول امروزی می‌توانند از دو یا سه لایه تشکیل شده باشند. در نوع سه لایه، دو لایه اولی بستر پایه چاپ نشده و دیگری لایه سطحی چاپ شده است. بستر پایه در ۳ نوع مختلف کاغذ، الیاف و پارچه وجود دارد، در حالی که لایه سطحی می‌تواند در ۷ نوع مختلف کاغذی،

الیافی، پارچه‌ای، برجسته، وینیل، وینیل سنگین و مواد طبیعی طبقه‌بندی شود. لایه نهایی نیز لایه‌ای است که با عملیات اندود کردن (کوئینگ) بر روی کاغذ اعمال می‌شود. در نوع دو لایه، لایه اندود مستقیماً بر روی لایه پایه قرار می‌گیرد (*Tutus et al.*, 2018). بر همین اساس، سه نوع کاغذدیواری وجود دارد (*Acar Büyükpehlivan et al.*, 2018) که عبارت‌اند از: الف) کاغذدیواری‌های قابل شستشو (وینیل): پرکاربردترین نوع کاغذدیواری. این نوع کاغذدیواری از لمینیت کردن PVC (پی‌وی‌سی) روی کاغذ لاینر تولید می‌شود. پس از انجام چاپ رنگ و طرح روی سطح روکش پی‌وی‌سی، با استفاده از دستگاهی مخصوص مجهز به استوانه‌های گرم با الگو و بافت مختلف، سطحی برجسته بر روی کاغذدیواری ایجاد می‌شود. استفاده و پوشاندن دیوار با این نوع محصول بسیار آسان بوده و در برابر نور خورشید مقاوم است و می‌توان آن را به‌صورت مرطوب پاک و حتی با برس تمیز کرد؛ ب) کاغذدیواری‌های مبتنی بر کاغذ یا به تعبیری کاغذدیواری‌های سنتی: ماده پایه کاغذی است و استفاده از آن بسیار آسان است. می‌توان این نوع کاغذدیواری را با کمی پارچه مرطوب تمیز کرد اما در برابر نور خورشید مقاوم نیست. به‌کار بردن این نوع کاغذدیواری در اتاق نوزادان و کودکان بی‌خطر است، زیرا برای بهداشت و سلامتی هیچ خطری ندارد و دوستدار

صنعت کاغذدیواری در سال گذشته مطرح شد که پیرو آن برنامه‌ریزی برای مطالعه و بررسی علمی امکان تولید این نوع کاغذ با استفاده از فرایند اندود کردن کاغذهای داخلی انجام شد که این مقاله گزارشی از نتایج این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

مواد

برای انجام این تحقیقات، تعدادی نمونه از کاغذهای (شبه-کرافت، فلوتینگ و سفید) تولیدی در کارخانه‌های داخل کشور (شرکت راشا کاسپین با گراماژ ۱۲۵ در چهار نوع سوپرکرافت، کرافت، شبه کرافت و فلوتینگ؛ مجتمع کاغذسازی تبریز با گراماژ ۱۲۷-۱۲۹؛ شرکت پردیس کاغذ نیشابور در دو نوع کرافت و فلوتینگ با گراماژ ۱۱۲ و ۱۲۹ و مجموعه کاغذ پارس با کاغذ ۷۵ گرمی) متشکل از خمیر کاغذ باطله به همراه درصد معینی از خمیر چوب تهیه شد. مواد شیمیایی مورد نیاز این تحقیق، شامل رنگدانه‌هایی مانند کربنات کلسیم، کائولن، اکسید تیتانیوم و اتصال‌دهنده‌هایی مانند نشاسته، لاتکس و نیز پلی وینیل کلراید (پی‌وی‌سی) با گرید صنعتی از کارخانه‌های کاغذسازی داخل کشور تهیه گردید.

روش‌ها

با توجه به ماهیت این پژوهش و نیز حضور اجزای متعدد در ترکیب ماده پوشش‌دهنده، تصمیم بر انجام کار به صورت مرحله‌ای و سعی و خطا شد، بدین ترتیب که ابتدا یک نوع کاغذ بازیافتی قهوه‌ای‌رنگ با استفاده از یک ترکیب معین اندود متشکل از رنگدانه‌ها و اتصال‌دهنده‌ها با یک درصد ماده جامد (غلظت) معین اندود شد تا وضعیت و نحوه اندود کردن مناسب و مورد قبول مشخص گردد. سپس در مراحل بعدی بر روی کاغذهای مختلف تیمارهای گوناگونی از اندودهای مختلف با تغییر نوع ترکیب رنگدانه‌ها و اتصال‌دهنده‌ها و نیز تغییر درصدهای جامد مخلوط اندود انجام گردید که هر یک از تیمارهای مواد ذکر شده بر روی کاغذهای بازیافتی تولیدی شرکت‌های داخل کشور اعمال شد. پس از یافتن ترکیب‌های

محیط‌زیست است؛ پ) کاغذدیواری پارچه‌ای: عموماً این نوع کاغذدیواری از یک ماده خام یا ترکیبی از چندین ماده به دست می‌آید. در سال‌های اخیر منسوجات نپافته (non-woven) بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. کیفیت پوشش یا اندود کاغذ تحت تأثیر چهار متغیر اصلی است که عبارت‌اند از: الف) مشخصات و ویژگی‌های موردنظر در کاغذ نهایی، ب) نوع و فرمولاسیون مورد استفاده در ماده پوشش‌دهنده، پ) دستگاه و ماشین‌آلات پوشش‌دهنده و ت) نوع کاغذ پایه مورد استفاده (Hoyland *et al.*, 2018). ساختار منافذ، میزان درجه صافی (Smoothness)، شکل‌گیری (Formation) و میزان درجه آبدوستی کاغذ پایه و نوع ترکیب خمیر سلولزی مورد استفاده همگی از عواملی هستند که کیفیت لایه اندود یا پوشش را بر سطح کاغذ تحت تأثیر قرار می‌دهند (Hednran *et al.* 2003). در واقع نه‌تنها عملیات اندود کردن کاغذ قادر به رفع و پوشاندن کامل معایب کاغذ پایه نیست بلکه گاهی نواقص ساختاری کاغذ پایه پس از عملیات اندود به شدت تشدید می‌شود (Sood *et al.* 2010). در گذشته گزارش شده است که درجه زبری (Roughness) و میزان جذب سطح کاغذ بر روی گراماژ لایه اندود و قابلیت چاپ کاغذ تأثیر دارد (Shen and Qian, 2012). کاغذهای پایه با توجه به ترکیب شیمیایی و روش تولید خمیر سلولزی متمایز هستند، به طوری که در دو گروه اصلی کاغذهای مکانیکی و کاغذهای شیمیایی (عاری از چوب) طبقه‌بندی می‌شوند (Engin *et al.* 2022). جایگزینی این دو گروه کاغذ پایه با کاغذهای تولید شده از الیاف بازیافتی همواره مورد توجه بوده است (Shenoy and Shetty, 2022; El-Sherif *et al.* 2019). پوشیده نیست که همواره بین کاغذ پایه و ماده اندودکننده برهم کنش‌های زیادی وجود دارد که پیش‌تر به تفصیل بحث شده است (Engström, 2005; Gane and Hooper 1989) و بیان گردیده که با فرمولاسیون مناسب و انتخاب صحیح سایر متغیرهای عملیات اندود کردن کاغذ می‌توان کیفیت نهایی ورقه کاغذ اندود شده را ارتقاء بخشید.

در این رابطه، ایده امکان تولید کاغذدیواری از کاغذهای داخلی در کشور، به طوری که توسط یکی از علاقه‌مندان

نشاسته به عنوان اتصال دهنده

برای انجام محاسبات مربوط به تعیین درصد جامد اندود و میزان اندود، میزان اختلاط ۱۱۰ قسمت در نظر گرفته شد، به طوری که ۱۰۰ قسمت کائولن، ۵ قسمت اکسید تیتانیوم و ۵ قسمت نشاسته بود. ابتدا از هریک مواد مورد استفاده در انجام عملیات پوشش دهی، غلظت مشخصی از سوسپانسیون مطابق جدول شماره ۱ تهیه شد (رنگدانه‌ها شامل تیتانیوم در دو غلظت ۱۰ و ۴۰ درصد، کائولن در دو غلظت ۳۰ و ۴۰ درصد، کربنات کلسیم در دو غلظت ۳۰ و ۴۰ درصد و نشاسته در سه غلظت ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد) و در ادامه درصد ماده جامد خشک (غلظت) مخلوط‌های تیمارهای اندود محاسبه شد. در تیمارهای شماره ۶-۱ و ۷-۱، غلظت مخلوط‌های کربنات کلسیم، کائولن ۳۰ درصد و اکسید تیتانیوم ۱۰ درصد در نظر گرفته شد، در حالی که برای نشاسته دو غلظت ۱۰ و ۱۵ درصد آزمون شد که در این مرحله غلظت کلی محلول اندود به ترتیب به ۲۵/۹ و ۲۶/۵ درصد کاهش یافت. با توجه به اینکه غلظت کلی مخلوط‌ها بیش از اندازه کاهش یافته بود، از این رو در تیمارهای شماره ۸-۱ و ۹-۱

مطلوب‌تر مواد شیمیایی اندودکننده با استفاده از درصد جامدهای مختلف محلول اندود، نمونه‌های کاغذ اندود شده با ظاهری مطلوب‌تر انتخاب شده و در نهایت، روی آنها چاپ چهار رنگ انجام شد و کیفیت چاپ بر روی آن برای استفاده در تولید کاغذ دیواری مناسب بررسی شد. در ذیل هریک از مراحل ذکر شده به تفصیل شرح داده شده است.

مرحله اول: تعیین ویژگی‌های کیفی کاغذها

با وجود ارائه مشخصات فنی هریک از کاغذها توسط کارخانه تولیدکننده، به دلیل اطمینان و امکان استناد در بحث علمی نتایج، در ابتدا کلیه ویژگی‌های کیفی کاغذهای پایه تهیه شده در کارخانه‌های داخل کشور بر اساس استانداردهای موجود اندازه‌گیری شد. این آزمون‌ها شامل گراماژ، ضخامت، خاکستر، جذب آب، مقاومت در برابر ترکیدن، مقاومت در برابر کشش، مقاومت در برابر پاره شدن، میزان درجه صافی و میزان مقاومت در برابر عبور هوا هستند.

مرحله دوم: آماده‌سازی فرمولاسیون ماده اندودکننده با

جدول ۱- شرایط اندود کردن در مرحله اول آزمایش‌ها

Table 1- Coating Conditions in the 1st step of the experiments

Treatment	Paper Type	Fraction (5+5+100=110)			Coating Color Concentration (%)
		Binder	Pigment		
1-1	Rasha-129	Starch 15%	Titan 40%	Kaolin 40%	37.2
1-2	Tabriz-127	Starch 15%	Titan 40%	Kaolin 40%	37.2
1-3	Tabriz-127	Starch 15%	Titan 40%	Carbonate 40%	37.2
1-4	Tabriz-127	Starch 10%	Titan 10%	Kaolin 40%	31.4
1-5	Tabriz-127	Starch 10%	Titan 10%	Carbonate 40%	31.4
1-6	Tabriz-127	Starch 15%	Titan 10%	Kaolin 30%	26.5
1-7	Pars-75	Starch 10%	Titan 10%	Carbonate 30%	25.9
1-8	Tabriz-127	Starch 12%	Titan 10%	Kaolin 40%	32.2
1-9	Pardis-129	Starch 12%	Titan 10%	Carbonate 40%	32.2

با توجه به نتایج به دست آمده، در مرحله دوم مشخص شد که درصد غلظت محلول اندود بین ۲۶ تا ۳۷ درصد، غلظت پایینی است که به دلیل حجم آب زیاد همراه با اندود، موجب چروک و متورم شدن کاغذ در هنگام عملیات خشک شدن شد و با وجود داشتن سفیدی نسبتاً خوب حدود ۷۵ تا ۸۵ درصد (بخش نتایج پژوهش)، اما ظاهر کاغذها مطلوب نبوده و لایه اندود خشک شده، به راحتی از روی کاغذ جدا می‌شد. این بدان معنا بود که امکان اعمال چاپ مطلوب بر روی ورقه‌ها برای استفاده به عنوان کاغذ دیواری مقدور نبود. از این رو، در مرحله دوم سعی شد غلظت کربنات کلسیم و کائولن به ۵۰ تا ۶۰ درصد افزایش یافته و عمدتاً از لاتکس به جای نشاسته استفاده شود

دوباره غلظت کربنات کلسیم و کائولن به ۴۰ درصد افزایش یافته و اکسید تیتانیوم ۱۰ درصد در نظر گرفته شد، در حالی که غلظت نشاسته به ۱۲ درصد افزایش یافت. یادآوری می‌شود با وجود اینکه یافتن غلظت مناسب برای نشاسته یکی از اهداف این بخش از پژوهش بود، به هیچ وجه تهیه مخلوط‌های با غلظت بالا (۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد) در آزمایشگاه ممکن نشد، زیرا مخلوط نشاسته حتی ۲۰ درصد در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد ژلاتینی و سفت می‌شد و فقط امکان استفاده از مقادیر کم آن در فرمولاسیون ماده اندود به عنوان اتصال دهنده مقدور بود. مرحله سوم: آماده‌سازی فرمولاسیون ماده اندودکننده با لاتکس و نشاسته به عنوان اتصال دهنده

جدول ۲- شرایط تیمارها و ویژگی‌های کیفی کاغذهای اندود شده در مرحله دوم

Table 2- Treatments Conditions and Quality Properties of Coated papers in the 2nd Step

Treatment	Paper Type	Concentration of Pigments and Binders			Coating Color Concentration (%)
2-1	Tabriz-127	Latex 50%	Titan 12%	Carbonate 40%	33.2
2-2	Tabriz-127	Latex 50%	Titan 12%	Carbonate 40%	33.2
2-3	Tabriz-127	Starch 12%	Titan 12%	Carbonate 60%	33.8
2-4	Tabriz-127	Latex 50%	Titan 12%	Kaolin 60%	42.7
2-5	Rasha ^{Super}	Latex 50%	Titan 15%	Carbonate 60%	46.1
2-6	Rasha ^{Kraft}	Latex 50%	Titan 15%	Carbonate 60%	46.1
2-7	Rasha ^{Fluting}	Latex 50%	Titan 15%	Carbonate 60%	46.1
2-8	Rasha ^{Super}	Latex 50%	Titan 12%	Kaolin 60%	42.7
2-9	Rasha ^{Super}	Starch 12%	Titan 15%	Carbonate 50%	41
2-10	Rasha ^{Kraft}	Starch 12%	Titan 15%	Carbonate 50%	41
2-11	Rasha ^{Kraft}	Starch 15%	-	Kaolin 40%	33.9
2-12	Rasha ^{SemiKraft}	Starch 15%	-	Carbonate 40%	33.9
2-13	Pardis ^{Kraft}	Starch 15%	-	Carbonate 40%	33.9
2-14	Pardis ^{Fluting}	Starch 15%	-	Carbonate 40%	33.9
2-15	Tabriz-127	Starch 12%	Titan 15%	Carbonate 50%	32.2
2-16	Tabriz-127	Starch 12%	Titan 15%	Carbonate 50%	31.4
2-17	Tabriz-127	Starch 12%	Titan 15%	Kaolin 40%	33.8
2-18	Tabriz-127	Starch 12%	Titan 15%	Kaolin 40%	37.2

اطراف توسط گیره مهار شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط آزمایشگاه قرار گرفت تا خشک شوند. در مواردی که امکان پخش مناسب ماده اندودکننده بر روی ورقه کاغذ ممکن نبود، از قلم‌موی ظرفی برای پخش اندود بر روی کاغذ استفاده شد. در این پژوهش به دلیل پرهیز از خطا در برآورد بصری، شاخص‌هایی مانند یکنواختی در مقابل غیریکنواختی پوشش (با توجه به دلمه‌ای شدن و تجمع سوسپانسیون اندود به راحتی قابل تشخیص است)، میزان چسبندگی لایه اندود به سطح لایه کاغذ، عدم اعوجاج و تغییر شکل کاغذ و استحکام لایه اندود توسط فرد آزمایش کننده ثبت شدند، به طوری که براساس کیفیت هر یک از موارد ذکرشده، ارزیابی کیفی از گروه خیلی بد تا عالی متغیر بود.

مرحله پنجم: اندود کردن کاغذها و منسوج نبافته (نان وون) با پلی‌وینیل کلراید (پی‌وی‌سی)
 نظر به اینکه استفاده از پی‌وی‌سی برای اندود کردن کاغذ سفید و منسوج نبافته برای تولید کاغذدیواری در سال‌های اخیر گسترش زیادی یافته و بازار نسبتاً خوبی دارد. در این تحقیق سعی شد تا درصدهای مختلفی از پی‌وی‌سی به عنوان مخلوط اندود روی کاغذ سفید ۱۲۷ گرمی کاغذ پارس، وایت تاپ راشا و منسوج نبافته استفاده شود. در این رابطه، مخلوطی با غلظت ۳۰ درصد از پی‌وی‌سی تهیه شد و با درصدهای مختلف (از ۸ تا ۳۶ درصد) نسبت به جرم خشک کاغذ در قالب ۲۰ تیمار بر روی بسترهای مورد نظر اعمال گردید. یادآوری می‌شود به منظور دستیابی به ویژگی‌های درخواستی مواد مذکور از نظر استحکام و انعطاف‌پذیری، مطابق با دستورالعمل استاندارد، پی‌وی‌سی با مواد تثبیت‌کننده و منعطف کننده ترکیب شد.

مرحله نهایی: اعمال چاپ چهاررنگ روی نمونه‌های منتخب کاغذهای اندودشده

پس از انتخاب بهترین نمونه‌های کاغذهای اندودشده از نظر ظاهری و کیفی، به کمک یک چاپگر دیجیتالی روی یکایک کاغذها، چاپ چهار رنگ تصویر گلی انجام شد. درگذشته،

شایان ذکر است که مزایای استفاده از اتصال‌دهنده‌های مصنوعی تکرارپذیری، ثبات قیمت و در دسترس بودن منابع تأمین ذکر شده است. به علاوه، پختن یا حل شدن آنها ضروری نیست و عملاً عاری از تخریب باکتریایی هستند (Bax and Sauntson 1972). نسبت لاتکس یا نشاسته به عنوان اتصال‌دهنده در این مرحله ۱۲ درصد وزن جرمی رنگدانه (کربنات کلسیم یا کائولن) در نظر گرفته شد، به طوری که میزان اختلاط ۱۲۴ قسمت در مجموع محاسبه شد (۱۰۰ قسمت کائولن یا کربنات، ۱۲ قسمت دی‌اکسید تیتانیوم و ۱۲ قسمت لاتکس یا ۱۲ قسمت نشاسته). در مورد کاغذهای اندود شده، ابتدا ۴ تیمار با ترکیب‌های مختلف بر روی کاغذ تبریز انجام شد و بعد از این فرمول ترکیب مواد اندود (۱۰۰+۱۲+۱۲=۱۲۴)، برای دیگر کاغذها مانند سوپرکرافت، کرافت لایتر، فلوتینگ و شبه کرافت راشا و نیز کرافت و فلوتینگ پردیس نیشابور اندودهای مختلفی با غلظت محلول اندود بین ۳۳ تا ۴۶ درصد تهیه شد. شرایط تیمارها در جدول ۲ ارائه شده است.

مرحله چهارم: پوشش‌دهی ترکیب مواد اندود بر روی کاغذها
 میزان اندود برای اضافه کردن، در حدود ۱۲ درصد وزن خشک کاغذ در نظر گرفته شد. از آنجایی که سطح کاغذها به اندازه یک ورقه با ابعاد استاندارد کاغذ A4 و با میانگین گراماژ ۱۲۹ و جرمی برابر با ۸/۰۵ گرم بود، استفاده از ۰/۹۷ گرم سوسپانسیون اندود ذکرشده به صورت خشک لحاظ شد. برای پوشش‌دهی کاغذ از دستگاه پوشش‌دهنده میله‌ای آزمایشگاهی آزمایشگاه سامانه‌ها و فرآورده‌های زیستی دانشگاه شهید بهشتی (ساخت داخل کشور با اقتباس از دستگاه Auto Bar Coater مدل GIST, GBC-A4 متعلق به دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) استفاده شد. برای پوشش‌دهی یک طرف کاغذ، ۱/۶۴ میلی‌لیتر از مخلوط پوشش با استفاده از سرنگ به ابتدای کاغذ نزدیک میله پوشش‌دهی ریخته شد. سپس مخلوط توسط میله با سرعت ثابت (۵ سانتیمتر بر ثانیه) بر روی کاغذ پخش شد. پس از پوشش‌دهی، به منظور جلوگیری از ایجاد چروک، کاغذ از

جهت CD، اما مقاومت در برابر کشش کمتر است. در عین حال، دارای میزان مقاومت در برابر عبور هوای چهار برابر بیشتر و درصد خاکستر مشابه (حدود ۱۰ درصد) در تهیه کاغذدیواری تأثیرگذار است. نقطه ضعف آن به عنوان کاغذ پایه (Base paper)، ضخامت پایین تر و میزان جذب آب کمتر در مقایسه با کاغذ تبریز است. در مقایسه کاغذ پردیس و تبریز باید گفت که کاغذ تبریز دارای مقاومت در برابر ترکیدن، مقاومت در برابر پاره شدن و مقاومت در برابر کشش نسبتاً بالاتری است. ضمن آنکه دارای میزان مقاومت در برابر عبور هوای بالاتر، جذب آب بیشتر و ضخامت یکسان است که برای تولید کاغذدیواری، بر مبنای ویژگی های کاغذ پایه مورد نیاز مناسب تر است. تنها اشکال آن درصد خاکستر کمتر است که چندان مطلوب کاغذدیواری نیست، بنابراین به نظر می رسد کاغذ تبریز به عنوان کاغذ پایه از دیگر کاغذهای داخلی مناسب تر است.

بیشتر کاغذدیواری ها به ویژه در مواردی که دارای طرح های پیچیده منظره های چندرنگ بودند به وسیله چاپگرهای گراور چاپ می شدند؛ اما امروزه چاپگرهای دیجیتال (جوهرافشان) از نظر کیفیت به خوبی جوابگوی چاپ کاغذدیواری ها با تیراژ کمتر هستند و می توان با بهره گیری از آنها مطلوب ترین فرمول اندود و نوع کاغذ را برای چاپ کاغذدیواری انتخاب کرد (Acar Büyükpehlivan *et al.* 2018).

نتایج

تعیین ویژگی های کیفی کاغذها

ویژگی های کیفی کاغذهای پایه برای کاغذدیواری مهم هستند. از این رو خصوصیات کاغذهای داخلی مورد استفاده در جدول ذیل آمده است. همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، کاغذ راشا در مقایسه با کاغذ تبریز دارای مقاومت در برابر ترکیدن بالاتر، مقاومت در برابر پاره شدن بالاتر به ویژه در

جدول ۳- ویژگی های کیفی کاغذهای پایه برای اندود

Table 3- Quality Properties of Base paper for Coating

Paper Type	Grammage (g/m ²)	Water Absorption (g/m ²)	Ash Content (%)	Caliper (micron)	Air Permeability (l/m ² s)	Tensile Strength (N/m)		Tear index mN.m ² /g		Burst index (kPa.m ² /g)
						CD	MD	CD	MD	
Rasha	125	22.7	9.1	155	230	43.97	46.07	18.97	15.72	2.46
Tabriz	129	39.1	10.1	184	54	29.29	56.88	17.67	16.2	2.01
Pars	75	29.1	6	120	116	25.13	39.03	26.07	25.53	2.20
Pardis	112	25.5	1.8	182	76	18.98	87.61	17.14	19.46	2.65

از مخلوط اندود روی آن باقی می ماند و تمامی اندود به کاغذ اضافه نمی شد، از این رو محاسبات درستی از مقدار اندود اضافه شده به دست نمی آمد. نمونه های ۴ و ۵، با وجود آنکه همان مقدار اندود به کاغذ پایه اضافه شده است، مقدار سفیدی در حالتی که محلول اندود با قلم مو به کاغذ اضافه شد بیشتر شده (دو سه درصد) و نتیجه بهتری به دست آمد. بدین جهت در آزمایش ها بعدی تماماً از قلم موی ظرفی برای پخش اندود به روی کاغذ استفاده شد که تمامی اندود به طور یکنواخت

تعیین ویژگی های کاغذ اندود شده در مرحله اول آزمایش نتایج به دست آمده در مرحله اول آزمایش ها که بر روی کاغذهای مختلف با تغییر در درصد های جامد اندود انجام شده، در جدول شماره ۴ آمده است. نکته مهم در بررسی کیفیت لایه اندود این است که هنگام اندود کردن با غلطک فولادی، اندود به طور بهتری در کاغذ نفوذ کرده و پس از خشک شدن بر روی کاغذ از آن کنده و جدا نشود؛ اما در آزمایش ها این مرحله، هنگام بازگشت غلطک فولادی قسمتی

سفیدی کمتر برای کاغذدیواری مناسب و مطلوب تر باشد. از سوی دیگر، با توجه به نتایج باید اظهار داشت که پوشش با کائولن نه تنها موجب براق تر شدن سطح کاغذ و قابلیت چاپ پذیری بهتر می شود، بلکه روشنایی و شفافیت کاغذ تا حد زیادی تابع روشنایی درجه کائولن بود که قبلاً در گزارش دیگری نیز بر تأثیر مشابه کائولن تأکید شده است (Mortazavi *et al.* 2021).

روی سطح کاغذ قرار گرفت و نتایج به مراتب بهتر بود. نکته قابل توجه در این ۹ تیمار آن است که با اضافه کردن نشاسته به عنوان اتصال دهنده امکان دستیابی حتی به سفیدی تا ۸۵ درصد نیز ممکن بود. ضمن آنکه استفاده از کربنات کلسیم در مقایسه با کائولن، همیشه درصد سفیدی بالاتری به هر نوع کاغذ بازیافتی اندودشده می داد. البته باید توجه داشت که درصد سفیدی خیلی بالا برای کاغذدیواری همیشه هم مطلوب نیست و چه بسا کاغذدیواری اندودشده با کائولن با چند درصد

جدول ۴- ویژگی های کاغذ اندودشده در مرحله اول آزمایش

Table 4- Quality Properties of Coated Papers of the 1st Step

Treatment	Paper Type	Coating Color Concentration	Whiteness after Coating
		(%)	(%)
1-1	Rasha-129	37.2	69
1-2	Tabriz-127	37.2	59
1-3	Tabriz-127	37.2	68
1-4	Tabriz-127	31.4	68
1-5	Tabriz-127	31.4	73.5
1-6	Tabriz-127	26.5	72.8
1-7	Pars-75	25.9	75.5
1-8	Tabriz-127	32.2	75.2
1-9	Pardis-129	32.2	85

«نسبتاً بد» جای گرفت و در مقابل کاغذ تبریز-۱۲۷ (نمونه ۲-۲) با درجه سفیدی ۷۸ درصد در درجه کیفی «عالی» طبقه بندی شد. همچنین مشاهده شد که با وجود درجه صافی بالا در کاغذ پردیس-کرافت (نمونه ۱۳-۲) درجه کیفی «بد» بود. از سوی دیگر، کاغذ تبریز-۱۲۷ (نمونه ۱۷-۲) با داشتن بالاترین مقدار درجه صافی (۲،۱) از ظاهر کیفی خوبی نیز برخوردار بود. کمترین مقدار درجه سفیدی و درجه صافی به ترتیب در نمونه تبریز-۱۲۷ (نمونه ۱۸-۲) و دو نمونه راشا-شبه کرافت (نمونه ۱۲-۲) و راشا-سویر (نمونه ۹-۲) تعیین شد.

تعیین ویژگی های کاغذ اندود شده در مرحله دوم آزمایش نتایج به دست آمده در مرحله دوم آزمایش ها که بر روی کاغذهای مختلف با تغییر در درصد های جامد اندود و نیز جایگزینی بخشی از اتصال دهنده نشاسته با لاتکس انجام شده، در جدول شماره ۵ آمده است. در این رابطه، اکثراً نتایج مطلوبی از نظر نشستن خوب و یکنواخت اندود روی کاغذها حاصل شده که در نتیجه، کاغذ اندود شده ظاهری نسبتاً خوب تا عالی پیدا می کرد. همان طور که ملاحظه می شود، با وجود اینکه در راشا-شبه کرافت (نمونه ۱۲-۲) بالاترین میزان درجه سفیدی اندازه گیری شد اما ظاهر کیفی در درجه کیفی

جدول ۵- ویژگی‌های کاغذ اندودشده در مرحله دوم آزمایش

Table 5- Quality Properties of Coated Papers of the 2nd Step

Treatment	Paper Type	Coating Color Concentration (%)	Smoothness	Caliper (micron)	Brightness	Quality Appearance of Coated Paper
2-1	Tabriz-127	33.2	2.3	226	75.9	Good
2-2	Tabriz-127	33.2	3.1	234	78	Excellent
2-3	Tabriz-127	33.8	2.9	248	79.1	Bad
2-4	Tabriz-127	42.7	2.1	253	71.8	Good
2-5	Rasha ^{Super}	46.1	1.6	225	84.5	Good
2-6	Rasha ^{Kraft}	46.1	1.4	219	82.4	Good
2-7	Rasha ^{Fluting}	46.1	1.6	266	81.5	Fairly Good
2-8	Rasha ^{Super}	42.7	1.7	226	77.7	Good
2-9	Rasha ^{Super}	41	1.1	278	84.4	Very Bad
2-10	Rasha ^{Kraft}	41	1.7	259	80.3	Fairly Good
2-11	Rasha ^{Kraft}	33.9	1.3	265	85.4	Bad
2-12	Rasha ^{SemiKraft}	33.9	1.1	253	85.5	Fairly Bad
2-13	Pardis ^{Kraft}	33.9	2	283	84.1	Bad
2-14	Pardis ^{Fluting}	33.9	1.2	266	88	Bad
2-15	Tabriz-127	32.2	-	-	75.2	Good
2-16	Tabriz-127	31.4	-	-	73.5	Good
2-17	Tabriz-127	33.8	2.1	253	71.8	Good
2-18	Tabriz-127	37.2	-	-	68	Good

چاپ به دست آمده مشخص شود. در مجموع از ۱۸ تیمار، ۱۱ تیمار به ترتیب سفیدی بالاتر و ظاهر کاغذ اندود شده بهتر از A تا K معین که در جدول ۶ قابل مشاهده هستند.

بر اساس سفیدی بالاتر کاغذهای اندودشده و ظاهر خوب کاغذ، نتایج به صورت زیر در جدول ۶ دسته بندی شده اند تا بر روی آنها چاپ چندرنگ انجام گردد و در نتیجه بهترین کیفیت

جدول ۶- ظاهر و ویژگی‌های کیفی بهترین کاغذهای اندود شده در مرحله دوم

Table6- Appearance and Quality Properties of the Best Coated papers in the 2nd Step

Treatment	Paper Type	Coating Color Concentration (%)	Smoothness (ml/min)	Caliper (micron)	Brightness (%)	Quality Appearance of Coated Paper
A	Rasha ^{Super}	46.1	1.6	225	84.5	Good
B	Rasha ^{Liner}	46.1	1.4	219	82.4	Good
C	Rasha ^{Kraftliner}	41	1.7	259	80.3	Fairly Good
D	Rasha ^{Super}	42.7	1.7	226	77.7	Good
E	Tabriz127	33.2	3.1	234	78	Excellent
F	Tabriz127	33.2	2.3	226	75.9	Good
G	Pars	26	-	-	75.5	Fairly Good
H	Tabriz127	32.2	-	-	75.2	Good
I	Tabriz127	31.4	-	-	73.5	Good
J	Tabriz127	33.8	2.1	253	71.8	Good
K	Tabriz127	37.2	-	-	68	Good

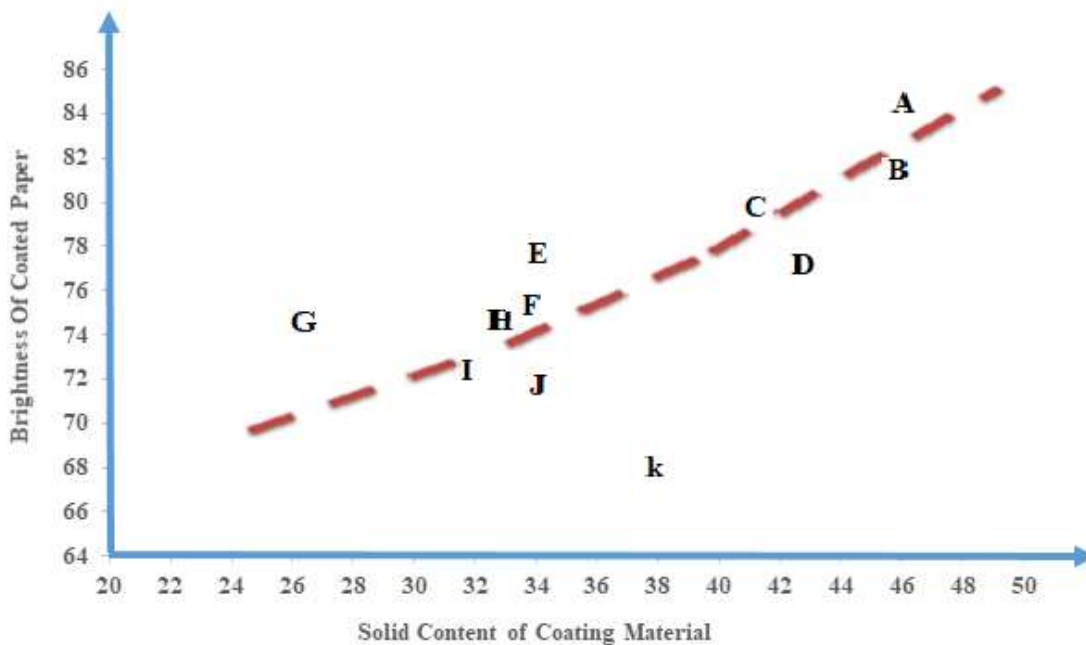
بحث

اصولاً ارزان تر می باشد، به طور قطع پایین تر از کربنات کلسیم (۷۱،۹ درصد در مقابل ۷۵ و ۷۸ درصد) است. البته یادآوری می شود که به دلیل تمایل بالای کربنات کلسیم به دلمه ای شدن، استفاده از مقادیری مواد پراکنده ساز ضروری است، زیرا در غیراین صورت بالا بردن مقدار ماده جامد خشک ممکن نیست (Alm, et al. 2010)، البته در مورد اندود کردن با رنگدانه ها به ویژه کربنات کلسیم، اندازه ذرات و توزیع آن نیز از عوامل حائز اهمیت بر ویژگی های نوری کاغذ اندود شده ذکر شده است (Kumar et al. 2011). سوم اینکه، در بین انواع نمونه ها، کاغذ راشای مورد استفاده، بهترین نتیجه (تیمار ۵-۲ با ۸۴،۵ درصد سفیدی) از کاغذ سوپرکرافت و بعد کرافت لاینر حاصل شد. همچنین، هنگامی که از نشاسته به جای لاتکس به عنوان اتصال دهنده استفاده شد، با وجود سفیدی ۸۴،۴.....؟ بر روی کاغذ سوپرکرافت در تیمار ۹-۲، اما ظاهر کاغذ اندود شده بسیار بد و نامطلوب بوده که عملاً نمی توان روی آن چاپ قابل قبولی انجام داد. چهارم اینکه، در تیمارهای ۱۱ تا ۱۴ که اکثراً از اتصال دهنده نشاسته، با یا

نوع کاغذ پایه، کیفیت ماده اندود و عملیات اندود کردن در نهایت بر چاپ پذیری کاغذ تأثیر می گذارد، از این رو در این بخش دلایل نتایج حاصل در بخش قبل با در نظر گرفتن جزئیات علمی و نیز میزان کیفیت چاپ مورد بحث قرار می گیرد. در مورد نتایج ارائه شده در جدول ۵ می توان اظهار داشت که در مورد یک نوع کاغذ مثلاً کاغذ تبریز، استفاده از نشاسته به جای لاتکس (تیمار ۳-۲) با وجود آنکه سفیدی را تا درصد بالا افزایش می داد، اما چسبندگی اندود روی کاغذ بد و نامطلوب بود، یعنی لاتکس استفاده شده، اتصال دهنده به مراتب بهتری بود. به طور کل، استفاده از نشاسته به عنوان چسب یا اتصال دهنده در عملیات اندود کردن به دلیل معایبی مانند ناپایداری، کهنگی و ویسکوزیته محدود است و برای رفع این نواقص کاربرد نشاسته به صورت اصلاح شده در حال بررسی و تحقیق است (Wang et al. 2013). در مقایسه بین دو رنگدانه مورد استفاده با درصد اکسیدیتانیم یکسان بر روی یک نوع کاغذ تبریز، سفیدی به دست آمده با کاتولن که

کاغذهای مورد آزمایش، قطعاً باید از لاتکس به جای نشاسته استفاده کرد و به درصد سفیدی کمی پایین تر که برای کاغذدیواری مشکل چندانی ایجاد نمی کند راضی بود. همان طور که در نمودار ۱ ملاحظه می شود، رابطه معنی دار بین درصد سفیدی (هر نوع کاغذ بازیافتی اندودشده) با افزایش درصد مقدار ماده جامد سوسپانسیون اندود وجود دارد.

بدون اکسید تیتانیوم، آن هم بر روی کاغذهای راشا و پردیس نیشابور استفاده شده، با وجود دستیابی به بالاترین درجه سفیدی، ۸۴ تا ۸۸ درصد و حتی ضخامت بالا که برای کاغذدیواری مطلوب هستند، اما درجه صافی کاغذ پایین تر و ظاهر اندود نشسته روی کاغذ بد و حتی بسیار بد بوده، از این رو این کاغذهای اندودشده هم اصلاً مناسب چاپ نبودند. این بدان معناست که به عنوان اتصال دهنده مناسب در اندود



شکل ۱- رابطه بین درصد جامد محلول اندود و درصد سفیدی کاغذهای اندود شده

Figure 1 - Relation between Coating Solution (Solid %) and Brightness (%) of Coated paper

شامل نوع رنگدانه، نوع اتصال دهنده و میزان مصرف آن بر کیفیت چاپ تأثیر چشمگیر دارد (Sönmez and Özden, 2019).

پس از انتخاب بهترین نمونه ها از نظر ظاهر خوب کاغذهای اندودشده، به کمک یک چاپگر دیجیتالی (جوهرافشان) روی یکایک آن کاغذها، چاپ چهار رنگ تصویرگلی انجام شده و نتایج در جدول ۷ ارائه شد. برهم کنش مناسب بین کاغذ، جوهر و نوع چاپگر عامل چایی مناسب است که در این میان پارامترهای فرمولاسیون اندود

جدول ۷- کیفیت چاپ چهاررنگ روی بهترین کاغذهای اندودشده با رنگدانه و اتصال دهنده

Table 5- Four Colors Printing Quality on the Best Coated papers by pigments & Binders

Treatment	Paper Type	Brightness (%)	Appearance of Coated Paper	Print Quality of Coated Paper
A	Rasha ^{Super}	84.5	Good	Normal
B	Rasha ^{Kraftliner}	82.4	Good	Normal
C	Rasha ^{Kraftliner}	80.3	Fairly Good	Normal
D	Rasha ^{Super}	77.7	Good	Excellent
E	Tabriz127	78	Excellent	Normal
F	Tabriz127	75.9	Good	Acceptable
j	Tabriz127	71.8	Good	Very Good
K	Tabriz127	68	Good	Good

در بین تصاویر چاپ شده نمونه‌های کاغذ سوپرکرافت راشا (تیمار D) و کرافت تبریز (تیمار J) کیفیت عالی و خیلی خوب چاپ را ارائه داده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲- بهترین نمونه‌های کیفیت چاپ تصویر بر روی کاغذهای سوپرکرافت راشا (سمت راست) و کرافت تبریز اندودشده (سمت چپ)
Figure2- The Best Quality Printing Samples on the Rasha Super kraft (on the right) and Tabriz Kraft Coated papers (on the left)

متعددی نسبت داد که عبارتند از: مقاومت در برابر آتش، پایداری ابعادی در دماهای بالا، عدم ساییدگی، ثبات رنگ، مقاومت در برابر کشش و پاره شدن بالا، مقاومت در برابر سایش، کاهش چشمگیر لایه لایه شدن، کشش پذیری، استحکام، یکنواختی، مقاومت در برابر نفوذ سیال، ضد حساسیت و ضد میکروبی بودن (Kane 2010). از سوی دیگر، در گذشته مشخص شده است که انتشار مونومر وینیل-کلراید در هنگام استفاده در محیط‌های بسته بسیار کمتر از

در ارتباط با مرحله پنجم تحقیق و استفاده از پوشش پی-وی سی بر روی کاغذهای سفید، وایت تاپ و نان وون، از بین ۲۰ تیمار بر روی ۹ مورد از آنها که از نظر ظاهر مناسب و خوب بودند، چاپ چهار رنگ انجام شد که نتایج در جدول ۸ آمده است. قبلاً گزارش شده است که استفاده از منسوجات نبافته به عنوان بستر پوشش دهی با مقداری نزدیک به ۱۰ درصد در سال رشد می‌کند (Meierhoefer 1987). از جمله دلایل رشد روزافزون این نوع بستر را می‌توان به عوامل

چاپ شده بر روی آنها دارای کیفیت چاپ عالی بودند (کاغذ پارس با ۱۶ درصد، وایت تاپ راشا و منسوج نبافته با ۲۸ درصد پی‌وی‌سی) در شکل ۳ نشان داده شده‌اند.

حداکثر مقادیر مجاز است (Howick and McCarthy 1996)، بنابراین با کاهش دغدغه‌های سلامتی برای این ماده، کاربرد آن نیز در حال افزایش است. سه نمونه‌ای که تصویر

جدول ۸- کیفیت چاپ چهاررنگ روی بهترین کاغذهای پوشیده شده با پی‌وی‌سی

Table 6- Four Colors Printing Quality on the Optimum Papers Covered by PVC

Treatment	Paper Type	PVC (g)	PVC (%)	Print Quality
3	Pars127	1.248	16	Excellent
5	Pars127	1.820	24	Good
7	Pars127	2.496	32	Very Good
9	RashaWhitetop	1.760	20	Very Good
10	RashaWhitetop	2.090	24	Good
11	RashaWhitetop	2.440	28	Excellent
16	Nonwoven	1.740	20	Good
18	Nonwoven	2.440	28	Excellent
20	Nonwoven	3.13	36	Very Good

جوهر (ink setting) نامیده می‌شود. پایداری جوهر به عوامل مختلفی مانند ماهیت بستر، ویژگی‌های اندود و فرمولاسیون جوهر بستگی دارد (Kandirmaz, et al., 2020).

برای دستیابی به کیفیت چاپ مطلوب، باید برهم‌کنش بین جوهر چاپ و سطح کاغذ و نفوذ جوهر به لایه پوشش در نظر گرفته شود. برهم‌کنش بین کاغذ و جوهر به محض تماس آغاز می‌شود و فرایند جذب پس از اولین تماس، پایداری



شکل ۳- بهترین نمونه‌های کیفیت چاپ تصویر بر روی کاغذهای وایت تاپ راشا (سمت راست)، سفید پارس (در وسط) و منسوج نبافته

(نان وون) با پوشش پی‌وی‌سی (سمت چپ)

Figure3- The Best Quality Printing on the Rasha White-top (on the right), Pars White papers (in the middle) and Nonwoven Covered by PVC (on the left)

نتیجه گیری

بر مبنای این تحقیق و بررسی علمی که در آزمایشگاه پردیس زیراب شهید بهشتی با هدف تهیه نمونه آزمایشگاهی کاغذدیواری از کاغذهای تولیدی داخل کشور به کمک اندود کردن با پیگمنت ها و بایندهای مختلف و پی وی سی انجام گردید، می توان نتیجه گیری کرد که:

۱- بهترین درصد جامد محلول (غلظت مخلوط) اندود ۴۱-۴۶ درصد

۲- بهترین ترکیب اتصال دهنده و رنگدانه، برابر ۱۰۰+ ۱۲ + ۱۲ = ۱۲۴ قسمت و نسبت وزن خشک مخلوط اندود اضافه شده به وزن خشک کاغذ پایه برابر ۱۲ درصد

۳- بالاترین سفیدی به دست آمده با به کارگیری کربنات کلسیم + اکسید تیتانیم + نشاسته

۴- مناسب ترین غلظت نشاسته قابل استفاده در محلول اندود ۱۵ درصد

۵- بهترین نشست اندود و ظاهر یکنواخت و خوب اندود بر روی کاغذ سوپرکرافت راشا با فرمول: کائولن+ اکسید تیتانیم+ لاتکس با سفیدی ۷۷,۷ درصد و نیز کاغذ کرافت تبریز با فرمول: کائولن+ اکسید تیتانیم + لاتکس، با سفیدی ۷۱,۸ درصد به دست آمد. در صورتی که سفیدی بالاتر مورد نظر باشد، استفاده از کربنات کلسیم به جای کائولن نتیجه مطلوب تری خواهد داد.

۶- عالی ترین کیفیت چاپ بر روی کاغذهای اندود شده بر روی کاغذهای سوپرکرافت راشا و کرافت تبریز حاصل شده است.

۷- عالی ترین کیفیت چاپ با پی وی سی بر روی کاغذ سفید پارس با ۱۶ درصد پی وی سی، بر روی وایت تاپ راشا با ۲۸ درصد پی وی سی و بر روی منسوج نبافته (نان وون) با ۲۸ درصد پی وی سی نسبت به وزن کاغذ به دست آمده است.

یادآوری می شود که مطلوب ترین نتیجه عملی، زمانی به دست خواهد آمد که بر مبنای نتایج تحقیقات آزمایشگاهی

ذکرشده، در یک پایلوت صنعتی بر روی حدود ۱۰ تن از کاغذهای مطلوب پیشنهادی، عملیات اندود و خشک کردن انجام شود، سپس چاپ طرح و یا تصویری چهاررنگ بر روی آنها در چاپخانه ای به صورت رول های ۱۰ متری کاغذدیواری انجام شده و در اختیار مصرف کنندگان کاغذدیواری قرار داده شود. متعاقباً نتایج پس از استفاده این کاغذدیواری های چاپ شده، بر روی دیوارهای داخل ساختمان ها، میزان drapability آنها ارزیابی شده و اصلاح نهایی انجام می شود.

سپاسگزاری

این تحقیق، با حمایت مالی جناب آقای عابد و به ویژه همکاری های صمیمانه دوست گرامی، جناب آقای دکتر رسولی گرمارودی، سرکار خانم دکتر رزم پور و دانشجویان فوق لیسانس آقایان کریمی و حسینی در آزمایشگاه زیست-سامانه ها و زیست فرآورده های دانشگاه شهید بهشتی انجام شد که لازم می دانم سپاسگزاری صمیمانه خود را از آنان اعلام نمایم.

منابع مورد استفاده

- Acar Büyükpehlivan, G., Öznaz, D., Bayburtlu, Ç. and Ulusman, L., 2018. Perspective of Printing Industry to the Technical Textiles: Wallpaper. 8th International Istanbul Textile Conference: *Evolution of Technical Textiles*, 14-16 April, pp. 368-373.
- Alm, H.K., Ström, G., Karlström, K., Schoelkopf, J. and Gane, P.A.C., 2010. Effect of excess dispersant on surface properties and liquid interactions on calcium carbonate containing coatings. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 25(1), 82-92.
- Bax, J. and Sauntson, B.J., 1972. Polymer emulsions for wallpapers. *Pigment & Resin Technology*, 1(8), 8-14. DOI: 10.1108/eb040835.
- El-Sherif, Nasser, H.M., Hussin, A.I., Abd El-Wahab, H., Ghazy, M.B.M. and Elsayed, A.E., 2019. Tailoring of mechanical properties and printability of coated recycled papers. *Polymer Bulletin*, 76, 2965-2990.
- Engin, M., Sönmez, S. and Özden, Ö., 2022. The effects of coating colours on base papers. *Pigment & Resin Technology*, 51(6), 553-563.
- Engström, G., 2005. Interactions between coating colour and base sheet in pigment coating. In Proc. 13th

- Journal of coatings technology and research, 8, 613-618.
- Meierhoefer, A.W., 1987. Nonwovens for Laminated and Coated Products. *Journal of Coated Fabrics*, 16(4), 258-263. DOI: 10.1177/152808378701600405.
- Mortazavi, F., Resalati, H., Rasouli, S. and Asadpour, G., 2021. Investigation of Industrial Paper Coating with Recycled Kaolin. *Journal of Color Science and Technology*, 15(2), 117-129.
- Shen, J. and Qian, X., 2012, "Application of fillers in cellulosic paper by surface filling: an interesting alternative or supplement to wet-end addition", *BioResources*, 7(2), 1385-1388.
- Shenoy, R. and Shetty, P., 2022. New eco-friendly coating formulations for recycled paperboards: Effect on print quality and ink volume consumption. *Progress in Color, Colorants and Coatings*, 15(3), 175-189.
- Sönmez, S. and Özden, Ö., 2019. The influence of pigment proportions and calendering of coated paperboards on dot gain. *Bulgarian Chemical Communications*, 51(2), 212-218.
- Sood, Y.V., Sanjay, T., Renu, T., Pande, P.C. and Tandon, R., 2010. Effect of base paper characteristics on coated paper quality. *Indian Journal of Chemical Technology*, 17(4), 309-316
- Tutus, Ahmet, Ayşe Özdemir, Fatma Bozkurti, Saniye Erkan, Yıldız Birbilen, and Mustafa Cicekler, 2018. "Evaluation of Egg Shells in Wallpaper Production." In 1st. International Technological Sciences and Design Symposium, 1902-9. Giresun-Turkey. Wang, S., Zhang, F., Chen, F., and Pang, Z. (2013). Preparation of a Crosslinking Cassava Starch Adhesive and its Application in Coating Paper. *BioResources*, 8(3). Fundamental Research Symposium, pp 1011-1073. DOI: 10.15376/frc.2005.2.1011.
- Gane, P. and Hooper, J., 1989. An evaluation of interactions between coating color and base paper by coating profile analysis. In *Fundamentals of Papermaking*. Transaction of the 9th Fundamental Research Symposium (pp. 871-893). London: Mechanical Engineering Publications.
- Hednan, A., Gron, J. and Rigdahl, M., 2003. Coating layer uniformity as affected by base paper characteristics and coating method. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 18(3), 333-343.
- Howick, C.J. and McCarthy, S.A., 1996. Studies of possible chemical emissions from PVC articles used in indoor applications and the effect on indoor air quality. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 2(2), 134-142. DOI: 10.1002/vnl.10110.
- Hoyland R.W., Howarth P. and Field, R., 1973. Fundamental parameters relating to performance of paper as a base for aqueous coatings. In *The Fundamental Properties of Paper Related to its Uses, Trans. of the Vth Fund. Res. Symp. Cambridge, 1973*, (F. Bolam, ed.), pp 464-491, FRC, Manchester, 2018. DOI: 10.15376/frc.1973.2.464.
- Kandirmaz, E.A., Yenidoğan, S., Aydemir, C. and Karademir, A., 2020. Effect of using calcium carbonate (CaCO₃) in surface coating on liquid absorption of paper and some printability parameters. *Cellulose Chemistry and Technology*, 54 (5-6), 485-493.
- Kane, F., 2010. Nonwoven textiles for residential and commercial interiors. In *Applications of Nonwovens in Technical Textiles* (pp. 136-159). Woodhead Publishing.
- Kumar, N., Bhardwaj, N.K. and Chakrabarti, S.K., 2011. Influence of particle size distribution of calcium carbonate pigments on coated paper whiteness.