

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته  
فرآورده‌های چند سازه چوب

## اثر رنگ بر خواص فیزیکی و مکانیکی فرآورده‌های مرکب چوبی

پژوهش و نگارش:

الهه رادوین فر

استاد راهنما:

ابوالقاسم خزاعیان

استاد مشاور:

محمد رضا ماستری فراهانی

زمستان ۱۳۹۳

## تعهدنامه

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی- پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدیدآورنده اثر ارجاع داده شده باشد.

۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.

۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه:

به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

و به انگلیسی: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.

۴. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.

۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هرگونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب الهه رادوین فر دانشجوی رشته مهندسی چوب و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

الهه رادوین فر

زمستان ۱۳۹۳

تقدیم بہ

پیشکامہ بلند مرتبہ صاحب خزان علم، عالم مراتب عمل، عالی علوم بشر، صاحب العصر و الزمان (عج)

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم

تقدیم بہ جامعہ صنایع چوب و کاغذ و دستاران این صنایع پر افتخار کہ مارا بہ رنسانس نوین فناوری های پیشرفته تر، سمون

ساختہ است

و

تقدیم بہ

تامی جویندگان علم

## تقدیر و تشکر

شکر و سپاس خداوند منان را که به من توانایی داد تا قدم در راه کسب علم و دانش بگذارم و در انجام این پژوهش یاریم نمود. و طیفه خود می‌دانم سپاسگزار تمام آن بانی باشم که در این دوره ارزشمند بودنشان و امیدشان را حلقای من بود.

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم از زحمات و راهنمایی‌های بی‌شائبه و ارزنده علمی استاد ارجمندم جناب آقای دکتر خراعیان که علی‌رغم مشغله زیاد با راهنمایی‌هایشان همواره مشوق و امید دهنده من در به پایان رساندن این تحقیق بودند، تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد مشاور بزرگوارم، جناب آقای دکتر ماستری فرانی که از هیچ‌کلی در این عرصه بر من دریغ ننمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید داور، جناب آقای دکتر مدبوشی و جناب آقای دکتر مشکور که افتخار نگارگری هر دو بزرگوار را داشتم و قبول زحمت فرمودند و داور و دفاعیه اینجانب را قبول نمودند کمال تشکر را دارم.

از بهکاری صمیمانه پرسنل کارگاه صنایع خوب دانشکده مهندسی خوب و کاغذگرگان تشکر و قدردانی می‌نمایم. از کمک‌های بی‌دریغ آقای سوادکوبی کمال سپاس را دارم.

در نهایت از درگاه خداوند متعال برای تمامی عزیزانی که به نحوی در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند آرزوی سلامتی و موفقیت می‌-

نمایم.

## چکیده

تنوع مصرف چوب آلات و به دنبال آن، تنوع پرداخت‌های چوب، سیستم‌های پرداخت و ضرورت حفاظت از چوب آلات مصرفی، لزوم شناسایی مناسبترین مواد جهت استفاده در پرداخت‌های سطحی چوب آلات را روشن می‌سازد. در این مطالعه اثر رنگ بر خواص فیزیکی و مکانیکی فرآورده‌های مرکب چوبی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور نمونه‌هایی از تخته خرده چوب و MDF تهیه گردید. سطوح نمونه‌ها در دو میزان رنگ با چهار نوع پوشش، رنگ‌های آکرلیک بر پایه آب، آلکیدی، پلی اورتان و نیم پلی استر توسط پیستوله پوشش داده شدند. چهار پارامتر میزان چسبندگی پوشش‌ها، مقاومت خمشی، سختی و زاویه تماس قطره آب اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری نتایج آزمون چسبندگی نشان داد که عملکرد پوشش‌ها وابسته به نوع فرآورده، نوع پوشش و میزان رنگ می‌باشند. به طوری که فرآورده MDF و میزان رنگ  $200\text{g/m}^2$  دارای بیشترین مقدار چسبندگی بودند. همچنین پوشش‌های آلکیدی و آکرلیک برخلاف دو پوشش دیگر عملکرد بهتری در حفظ چسبندگی از خود نشان دادند. به صورت کلی در مقاومت خمشی بین نوع و مقدار رنگ‌های مصرفی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما در مقایسه با نمونه‌های شاهد، مقاومت خمشی کاهش معنی‌داری یافته بود. در مورد تاثیر انواع رنگ بر سختی تفاوت معنی‌دار نبود، با این حال رنگ آلکیدی بیشترین مقدار سختی و رنگ نیم پلی استر کمترین مقدار سختی را از خود نشان دادند. در مورد میزان رنگ نیز میزان رنگ بیشتر سختی بالاتری داشتند. تجزیه و تحلیل آماری نتایج آزمون زاویه تماس قطره آب نیز نشان داد که عملکرد پوشش‌ها وابسته به نوع فرآورده و نوع پوشش می‌باشند، به طوری که فرآورده تخته خرده چوب دارای بیشترین مقدار زاویه تماس بود. همچنین پوشش نیم پلی استر دارای بیشترین زاویه تماس و رنگ آکرلیک دارای کمترین زاویه تماس بود. همچنین بین میزان رنگ اختلاف فاحشی در میزان زاویه تماس دیده نشد.

**واژه‌های کلیدی:** فرآورده‌های مرکب چوب، پرداخت‌های چوب، چسبندگی رنگ، سختی، زاویه تماس قطره آب

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
<b>فصل اول</b>	
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- کلیات.....	۴
۱-۲-۱- عوامل موثر بر رنگ آمیزی چوب.....	۵
۱-۲-۱-۱- رنگ پایه.....	۵
۲-۱-۲-۱- ضخامت لایه رنگ.....	۵
۳-۱-۲-۱- نفوذ پوشش ها.....	۶
۴-۱-۲-۱- سمباده زنی.....	۷
۵-۱-۲-۱- آماده سازی سطح چوب.....	۷
۶-۱-۲-۱- درصد رطوبت چوب.....	۸
۷-۱-۲-۱- خصوصیات و ویژگی های ماده چوبی.....	۸
۲-۲-۱- انواع رنگ های مورد استفاده.....	۱۱
۱-۲-۲-۱- رزین های آلکیدی.....	۱۲
۲-۲-۲-۱- رزین های پلی استری.....	۱۴
۳-۲-۲-۱- پوشش نیم پلی استر.....	۱۷
۴-۲-۲-۱- رزین های آکرلیک.....	۱۷
۱-۴-۲-۲-۱- رزین های آکرلیک ترموپلاستیک (گرمانرم).....	۱۹
۲-۴-۲-۲-۱- رزین های آکرلیک گرماسخت.....	۱۹
۵-۲-۲-۱- رزین های پلی اورتان.....	۲۰
۶-۲-۲-۱- پوشش های بر پایه آب.....	۲۳
<b>فصل دوم</b>	
۱-۲- مرور منابع.....	۲۸

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
<b>فصل سوم</b>	
۴۲	۱-۳- عوامل متغیر .....
۴۲	۲-۳- آماده سازی ماده اولیه .....
۴۲	۱-۲-۳- فرآورده ها .....
۴۳	۲-۲-۳- رنگ ها .....
۴۳	۳-۳- پوشش دهی نمونه ها .....
۴۴	۴-۳- روش ها .....
۴۴	۱-۴-۳- آزمون چسبندگی پوشش ها .....
۴۵	۲-۴-۳- آزمون اندازه گیری زاویه تماس .....
۴۶	۳-۴-۳- آزمون خمش .....
۴۷	۴-۴-۳- آزمون سختی .....
۴۷	۵-۳- روش تجزیه و تحلیل آماری .....
<b>فصل چهارم</b>	
۵۰	۱-۴- نتایج آزمون اندازه گیری مقاومت چسبندگی (Pull off) .....
۵۰	۱-۱-۴- بررسی اثر مستقل نوع فرآورده بر مقاومت چسبندگی رنگ .....
۵۲	۲-۱-۴- بررسی اثر مستقل مقدار رنگ در واحد سطح بر مقاومت چسبندگی رنگ .....
۵۳	۳-۱-۴- بررسی اثر مستقل نوع رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ .....
۵۴	۴-۱-۴- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ .....
۵۴	۵-۱-۴- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ .....
۵۵	۶-۱-۴- بررسی اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ .....
۵۹	۲-۴- نتایج آزمون اندازه گیری خمش (MOR) .....
۶۰	۱-۲-۴- بررسی اثر مستقل نوع فرآورده بر مقاومت خمشی .....



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۲-۲- بررسی اثر مستقل مقدار رنگ در واحد سطح بر مقاومت خمشی.....	۶۰
۴-۲-۳- بررسی اثر مستقل نوع رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۱
۴-۲-۴- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۲
۴-۲-۵- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۳
۴-۲-۶- بررسی اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۴
۴-۳- نتایج آزمون اندازه گیری سختی.....	۶۶
۴-۳-۱- بررسی اثر مستقل نوع فرآورده بر سختی.....	۶۷
۴-۳-۲- بررسی اثر مستقل مقدار رنگ در واحد سطح بر سختی.....	۶۸
۴-۳-۳- بررسی اثر مستقل نوع رنگ بر سختی.....	۶۹
۴-۳-۴- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر سختی.....	۷۰
۴-۳-۵- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر سختی.....	۷۱
۴-۳-۶- بررسی اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر سختی.....	۷۱
۴-۴- نتایج آزمون اندازه گیری زاویه تماس قطره آب.....	۷۳
۴-۴-۱- بررسی اثر مستقل نوع فرآورده بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۳
۴-۴-۲- بررسی اثر مستقل مقدار رنگ در واحد سطح بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۴
۴-۴-۳- بررسی اثر مستقل نوع رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۶
۴-۴-۴- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۶
۴-۴-۵- بررسی اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۷
۴-۴-۶- بررسی اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۸
<b>فصل پنجم</b>	
۵-۱- نتیجه گیری کلی.....	۸۴
۵-۲- پیشنهادات.....	۸۵
منابع.....	۸۸

شکل ۱-۱. صندوق چوبی رنگ شده، مصر، دوره بطلمیوس، نگهداری در موزه Fine Arts بستون.....	۳
شکل ۲-۱. سلولز و آب.....	۱۰
شکل ۳-۱. ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در سنتز رزین آلکیدی.....	۱۲
شکل ۴-۱. نمایش شماتیک از ترکیب آلکیدی.....	۱۳
شکل ۵-۱. تولید یک زنجیره پلی استر خطی از واکنش الکل نوع دوم با اسید کربوکسیلیک دو ظرفیتی.....	۱۵
شکل ۶-۱. استرهای (۱) آکریلات و (۲) متاکریلات.....	۱۸
شکل ۷-۱. مولکول اوره اتان (اتیل کاربامات).....	۲۰
شکل ۱-۳. نمونه‌های آزمایشی نئوپان.....	۴۳
شکل ۲-۳. تخته‌های رنگ شده با رنگ روغنی آلکیدی.....	۴۴
شکل ۳-۳. دستگاه اندازه‌گیری چسبندگی مدل Defelsko.....	۴۵
شکل ۴-۳. چسب UHU PLUS.....	۴۵
شکل ۵-۳. دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس.....	۴۶
شکل ۶-۳. دستگاه اندازه‌گیری خمش.....	۴۶
نمودار ۱-۴. اثر مستقل نوع فرآورده بر مقاومت چسبندگی رنگ.....	۵۱
نمودار ۲-۴. اثر مستقل مقدار رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ.....	۵۲
نمودار ۳-۴. اثر مستقل نوع رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ.....	۵۳
نمودار ۴-۴. اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ.....	۵۴
نمودار ۵-۴. اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ.....	۵۵
نمودار ۶-۴. اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر مقاومت چسبندگی رنگ.....	۵۶
شکل ۲۵-۴. جدا شدن دالی از سطح فرآورده‌ها.....	۵۹
نمودار ۷-۴. اثر مستقل نوع فرآورده بر مقاومت خمشی.....	۶۰
نمودار ۸-۴. اثر مستقل مقدار رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۱
نمودار ۹-۴. اثر مستقل نوع رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۲
نمودار ۱۰-۴. اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۳

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
نمودار ۴-۱۱. اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۴
نمودار ۴-۱۲. اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۵
نمودار ۴-۱۳. اثر مستقل نوع فرآورده بر سختی.....	۶۸
نمودار ۴-۱۴. اثر مستقل مقدار رنگ بر سختی.....	۶۸
نمودار ۴-۱۵. اثر مستقل نوع رنگ بر سختی.....	۶۹
نمودار ۴-۱۶. اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر سختی.....	۷۰
نمودار ۴-۱۷. اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر سختی.....	۷۱
نمودار ۴-۱۸. اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر سختی.....	۷۲
نمودار ۴-۱۹. اثر مستقل نوع فرآورده بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۴
نمودار ۴-۲۰. اثر مستقل مقدار رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۵
نمودار ۴-۲۱. اثر مستقل نوع رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۵
نمودار ۴-۲۲. اثر متقابل نوع فرآورده و نوع رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۷
نمودار ۴-۲۳. اثر متقابل نوع فرآورده و مقدار رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۸
نمودار ۴-۲۴. اثر متقابل نوع رنگ و مقدار رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۹
شکل ۴-۲۶. زاویه تماس رنگ‌های نیم پلی استر، آکرلیک، پلی اورتان و آلکیدی بر روی پانل تخته خرده چوب در مقایسه با نمونه شاهد.....	۸۰

## فهرست جدول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱. سطوح عوامل متغیر مورد بررسی و علائم مربوط به آن ها.....	۴۲
جدول ۳-۲. مشخصات انواع رنگ‌های مورد استفاده.....	۴۳
جدول ۴-۱. نتایج آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت چسبندگی.....	۵۰
جدول ۴-۲. نتایج آزمون توکی اثر مستقل نوع رنگ بر مقاومت چسبندگی.....	۵۳
جدول ۴-۳. نتایج آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت خمشی.....	۵۹
جدول ۴-۴. نتایج آزمون توکی اثر مستقل نوع رنگ بر مقاومت خمشی.....	۶۲
جدول ۴-۵. نتایج آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر سختی.....	۶۷
جدول ۴-۶. نتایج آزمون توکی اثر مستقل نوع رنگ بر سختی.....	۷۰
جدول ۴-۷. نتایج آنالیز واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه	۷۳
جدول ۴-۸. نتایج آزمون توکی اثر نوع رنگ بر زاویه تماس قطره آب در زمان ۶۰ ثانیه.....	۷۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

## ۱-۱- مقدمه:

چوب بواسطه ظاهر زیبا مورد توجه معماران و طراحان زیادی قرار گرفته است. این تمایل بویژه در بازار برای استفاده در نمای خارجی ساختمان مشهود است که بخاطر قابلیت ظاهر وزین، با شیشه و فولاد برابری می‌کند، به همین جهت استفاده از آن رو به گسترش است (فرسایه<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷).

تاریخ استفاده از چوب در محیط بیرونی به چندین میلیون سال پیش برمی‌گردد. تقریباً ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح قایق‌های کوچک توسط مصری‌ها برای حمل و نقل استفاده می‌شدند (حاجز<sup>۲</sup>، ۱۹۷۰). همچنین رومی‌ها و یونانی‌ها از چوب به عنوان ستون در زیرسازی ساختمان‌ها استفاده می‌کردند. در این زمان سعی برای افزایش دوام چوب در کاربردهای بیرونی صورت گرفت؛ طبق نظر ریچاردستون<sup>۳</sup> (۱۹۹۳) در زمان اسکندر برای جلوگیری از پوسیدگی سازه‌های چوبی آن‌ها را با روغن زیتون حفاظت می‌کردند.

صنایع چوب و کاغذ و فرآورده‌های آن نقش مهمی در زندگی بشر ایجاد نموده است و ما در کمتر جایی مشاهده می‌کنیم که از چوب و فرآورده‌های چوبی استفاده نشده باشد. امروزه علی‌رغم پیدایش مواد مصنوعی مختلف، چوب همچنان اهمیت خود را به عنوان یک ماده خام حفظ کرده است و با وجود گرایش به مواد مصنوعی، گرایش به محصولات چوبی همچنان سیر صعودی دارد، مثلاً می‌توان به فرآیند تولید درب و پنجره، دکوراسیون داخلی و خارجی و مخصوصاً رنگ کاری اشاره کرد.

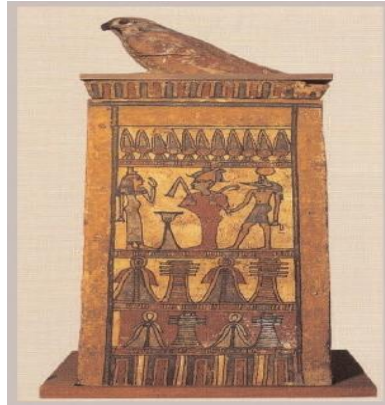
کیفیت محصولات چوبی تا حد زیادی توسط ویژگی‌های پوشش‌های آن تعیین می‌شود. پوشش‌های قدیمی بر اساس رنگ‌های مایع دارای سابقه چند هزار ساله هستند. بناهای یادبود گواهی مبنی بر توسعه وسیع فنون پرداخت در عهد قدیم می‌باشند. مراسم خاکسپاری در مصر باستان همراه با دفن اشیاء مختلف چوبی بوده است. این اشیاء به همراه منبت کاری و خاتم کاری هنری می‌باشند. در این دوره رنگ‌ها نیز استفاده می‌شده‌اند (شکل ۱-۱). به عنوان شکل دهنده‌ی فیلم از آلومین تخم مرغ، موم، چسب‌های طبیعی و بالسام و به عنوان رنگدانه از آخری، گچ، مرمر سبز (مالاچیت)، ذغال چوب و غیره استفاده می‌گردید.

---

<sup>1</sup>Forsythe

<sup>2</sup>Hodges

<sup>3</sup>Richardstone



شکل ۱-۱. صندوق چوبی رنگ شده، مصر، دوره بطلمیوس، نگهداری در موزه Fine Arts بستون (نیومن، ۱۹۹۴)

در چین باستان در این دوره از لاک و موم آب کرده حاوی رنگ دانه بکار گرفته می‌شد و در هندوستان شلاک بکار می‌رفت. لاک‌ها در آن زمان محلول طبیعی رزین‌ها بود. در روسیه قدیم در قرن یازدهم استادان روسی به نحو مطلوبی تکنیک‌های آماده سازی و کاربرد روغن‌های خشک‌کن و رنگ-های روغنی را گسترش دادند. از قرن بیستم توسعه فنون پرداخت چوب خیلی به کندی رخ داد. شروع قرن بیستم کاربرد مکانیسم‌های ساده که اجازه می‌داد تا لاک الکل را بر روی محصولات مالید و پوشش‌های بدست آمده را سمباده نمود، معرفی گردید (ناظریان، ۱۳۹۱).

پس از جنگ جهانی اول تعدادی رنگ بر اساس رزین‌های مصنوعی پدیدار شدند. در اواسط دهه پنجاه قرن بیستم ماشین‌های رنگ کاری که در واقع انقلابی در فنون اعمال مواد رنگی بر روی سطوح محصولات پدیدار نمود، بکار گرفته شد. در حال حاضر دستیابی به سطح رضایت بخش ممکن شده است و در مراحل توسعه و مدرن سازی قرار دارد.

رنگ کاری چوب به دلایل مختلفی انجام می‌شود که مهم ترین آن‌ها عبارتند از: زیبایی، پنهان شدن معایب، جلوگیری از نفوذ حشرات، رطوبت، حفاظت در مقابل صدمات و غیره.

پوشش‌های چوب و دیگر مصنوعات ساخته شده از آن می‌توانند هم براساس نمای ظاهری و هم بر اساس ساختمان متفاوت باشند. با توجه به نیازی که نسبت به نمای ظاهری و خواص محافظتی این پوشش‌ها وجود دارد، پوشش‌ها می‌توانند از یک یا چند لایه‌ی حاصل از مواد مختلف جهت تأمین

اهداف مختلف باشند.

با توجه به نمای ظاهری، پوشش‌هایی که توسط رنگ‌های مایع بدست می‌آیند را می‌توان به دو دسته شفاف و غیر شفاف تقسیم کرد. پوشش‌های شفاف عمدتاً برای مصنوعات حاصل از گونه‌های چوبی که طرح و نقش زیبایی دارند و مصنوعاتی که در اماکن سربسته مورد استفاده قرار می‌گیرند، بکار می‌روند. این پوشش‌ها را می‌توان با حفظ رنگ طبیعی و بافت چوب و یا تغییر آن‌ها در نتیجه روشن‌سازی و سفیدسازی و غیره بکار برد. برای پوشش‌های شفاف لاک‌های بی‌رنگ نیتروسولوزی، پلی‌استری، پلی‌اورتانی و غیره را بکار می‌برند. پوشش‌های غیرشفاف را عمدتاً بر روی مصنوعات ساخته شده از سوزنی‌برگان و بعضی از گونه‌های پهن‌برگ بکار می‌برند. این پوشش‌ها را می‌توان در ساخت مصنوعات که باید بطور مداوم و مستمر مورد استفاده قرار گیرند بکار برد. پوشش‌های مورد مصرف در این نوع مصنوعات باید مقاومت مکانیکی خوب داشته باشند و همچنین در برابر عوامل فرساینده جوی، مواد شیمیایی و غیره مقاوم باشند. پوشش‌های غیرشفاف بطور کامل رنگ و بافت سطوح مصنوعات را می‌پوشانند. این پوشش‌ها را توسط موادی با رنگ‌های متنوع که قابلیت پوشاندن مطلوبی داشته باشد، ایجاد می‌کنند. برای ایجاد پوشش‌های غیرشفاف از رنگ‌ها، لعاب‌ها، آسترها و بتونه‌های برپایه چسب‌های پلی‌استری، اوره‌فرم‌آلدئیدی و غیره استفاده می‌گردد (ناظریان، ۱۳۹۱).

#### ۱-۲- کلیات:

بطور کلی هدف از پوشش‌دهی سطوح چوبی علاوه بر بهبود زیبایی ظاهری آن، کاهش تخریب فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی آن است. از مهمترین عواملی که باعث کاهش عمر مفید و تخریب سریع چوب می‌گردد، جذب و دفع رطوبت از آن می‌باشد. تغییر ابعاد چوب و وقوع ترک‌های ریز و درشت در آن در اثر جذب و دفع رطوبت، شرایط مناسبی برای حمله انواع عوامل مخرب نظیر قارچ‌ها و حشرات چوب‌خوار فراهم خواهد کرد. بنابراین با پوشش‌دهی سطوح چوب با پوشش‌های رنگی می‌توان میزان تخریب را کاهش داد (معنوی، ۱۳۹۰).

در تکنیک پرداخت چوب هدف نهایی حصول پوششی می‌باشد که نیازهای محافظتی، تزئینی و یا نیازهای دیگر را تأمین نماید. این نوع از پوشش‌ها را از مواد رنگی و یا فیلمی که بطور یکنواخت بر روی سطح اجزا قابل پخش کردن باشد، بدست می‌آورند. محصولات چوبی با این پوشش‌ها می‌توانند



در آلات ورزشی، اجزاء پنجره، اجزاء ماشین آلات و ادوات کشاورزی و غیره در شرایط حرارتی و رطوبتی معمولی مورد بهره‌برداری قرار گیرند. مصنوعات بکار رفته در آزمایشگاه‌های شیمی و مبلمان بیمارستانی در شرایطی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند که اثرات مواد شیمیایی بر روی سطح پوشش‌ها مداوم می‌باشد. مبلمان مدارس و دیگر سازه‌های مشابه در شرایط بارگذاری زیاد و متناوب تحت بهره‌برداری قرار دارند. همچنین در بسیاری از کاربردها پوشش‌ها بایستی ترکیبی از ویژگی‌های مختلف همچون مقاومت در برابر عوامل و شرایط جوی، مقاومت در برابر آب، مقاومت در برابر حرارت، مقاومت در برابر مواد شیمیایی، سختی، انعطاف پذیری، چسبندگی، رنگ، درخشندگی و غیره را دارا باشند (ناظریان، ۱۳۹۱).

#### ۱-۲-۱- عوامل موثر بر رنگ آمیزی چوب

##### ۱-۲-۱-۱- رنگ پایه

مهم‌ترین عامل در چسبندگی فیلم رنگ روی یک سطح طبیعت رنگ پایه است. به طور کلی رنگ‌پایه‌هایی که دارای گروه‌های قطبی (به عنوان مثال OH یا COOH) هستند در مقایسه با رزین‌هایی که این گروه‌ها را ندارند چسبندگی بهتری از خود نشان می‌دهند. به همین علت رزین‌های اپوکسی، استرهای اپوکسی و آلکیداها چسبندگی خوبی دارند. در صورتی که بعضی از وینیل‌ها و پلی اورتان‌ها (که به طریقه پوشش‌های پودری مصرف می‌شوند) چسبندگی خوبی از خود نشان نمی‌دهند و نیاز به آستری اولیه‌ی ویژه‌ای دارند (شهرانی کرانی، ۱۳۹۲).

##### ۱-۲-۱-۲- ضخامت لایه رنگ

تعیین میانگین ضخامت فیلم وابسته به میزان پخش آن بر روی سطح است که بسته به گونه و بافت سطحی متغیر می‌باشد (ویلیمز<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵). بنابراین خصوصیات حفاظتی هر پوشش وابستگی شدید به ضخامت آن دارد، به طوری که در پوشش‌های با ضخامت کم ممکن است قسمتی از سطح به خوبی پوشش داده نشود (نفوذ رنگ در خلل و فرج، خصوصاً چوب بهاره) و حفاظت موثر صورت نگیرد. همچنین اگر ضخامت لایه رنگ بیش از اندازه باشد امکان تاول زدن و پوسته پوسته شدن آن افزایش می‌یابد (سها<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

<sup>۱</sup>Williams

<sup>۲</sup>Saha

برای اولین بار اثر ضخامت لایه رنگ روی عملکرد پوشش توسط اسکوه و تورر<sup>۱</sup> (۱۹۳۷) بررسی شد. آن‌ها ۱۳ پوشش متفاوت بکار برده شده روی ورق‌های برنجی مورد استفاده در بیرون و داخل را به مدت ۲ سال تست کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که توانایی پوشش‌ها وابسته به ترکیبی از ضخامت لایه و نوع پوشش است. برای مثال عملکرد لاک و الکل‌های حاوی روغن زیاد زمانی که فیلم‌های بکار برده شده روی فلزات زیرین ضخیم بودند بهتر بود، در حالی که پوشش‌های لاک و الکل با روغن کم و با ضخامت زیاد به شکست متمایل شدند. لافن<sup>۲</sup> (۱۹۵۶) نیز اثر ضخامت لایه پوشش را بر پایداری رنگ روی چوب‌ها بررسی کرد. او دریافت که کاربرد پوشش‌های ضخیم تر به شکل دو لایه مدت کارایی را افزایش می‌دهد.

#### ۱-۲-۱-۳- نفوذ پوشش‌ها

اصولاً نفوذ رنگ‌ها در چوب به دو طریق: جریان یافتن آن‌ها در سلول‌های چوبی برش خورده در سطح و جذب در دیواره سلولی صورت می‌پذیرد. در این روند ویسکوزیته و کشش سطحی رنگ عامل مهمی محسوب می‌شوند. از آنجایی که مسیر برش چوب عمده‌ها در جهت محور طولی سلول‌ها ایجاد می‌شود، بنابراین برش در چوب‌های پهن برگ نظیر صنوبر منجر به قطع آوندها در سطح می‌گردد که خلل و فرج و فضاهای خالی قابل ملاحظه‌ای پدیدار می‌شود. قطر حفرات این آوندها در گونه‌های چوبی متغیر است و کاملاً در مقایسه با اندازه ذرات رنگدانه و اتصال دهنده‌های بکار رفته در رنگ‌ها بزرگتر هستند که همین امر سبب نفوذ آسان رنگ در داخل حفرات و آوندها می‌گردد. نفوذ رنگ در داخل دیواره سلولی محدود به مقیاس مولکولی ذرات رنگ است که باعث جذب رنگ‌ها در داخل فضاهای خالی همی‌سلول‌ها، مناطق آمورف سلولز و پلیمرهای لیگنین موجود در دیواره سلولی می‌شود. نفوذ در داخل مناطق خالی برای رزین‌هایی با وزن مولکولی بالا کمتر از ۱۰۰۰ دالتون است و برای رزین‌هایی با وزن مولکولی کم تقریباً ۳۰۰۰ دالتون است. روغن‌های طبیعی (تانگ، بزرک و غیره)، حلال‌ها، روغن‌های برپایه آلکید و پلیمرهای با وزن مولکولی کم بسته به میزان نفوذ آن‌ها در دیواره سلولی سبب اصلاح سلول‌های واقع شده در سطح چوب می‌گردد به نحوی که دیواره سلولی اصلاح شده با رنگ، جذب آب و واکنش‌دهی آن نسبت به نمونه‌های رنگ نشده (دیواره سلولی اشباع

<sup>۱</sup>Schuh and Theurer

<sup>۲</sup>Laughnan

نشده) کاهش می‌یابد و نهایتاً سبب پایداری بهتر رنگ می‌شود. پلیمرهای با وزن مولکولی بالا از قبیل آکرلیک، وینیل آکرلیک و رنگدانه‌ها برای نفوذ در دیواره سلولی بزرگ هستند و قادر به اصلاح سلول‌های سطحی نیستند. در این فرمول بندی‌ها، آب (به عنوان حلال) در داخل دیواره سلولی نفوذ می‌کند که ممکن است در اثر جذب آب در گروه‌های هیدروکسیل سطحی بالآمدگی الیاف ایجاد شود که این حالت سبب افزایش اتصال مکانیکی بین پوشش و سطح چوب می‌گردد (ویلیامز، ۲۰۰۸).

#### ۱-۲-۱-۴- سمپاده زنی

سنباده زنی سبب افزایش ارتفاع قله به دره در سطح چوب می‌گردد که نهایتاً چسبندگی رنگ را بهبود می‌دهد. انجام آن به نحوه نادرست و بیش از اندازه ممکن است سبب خسارت در دیواره سلولی، به ویژه در سطح مماسی و دوایر سالیانه چوب بهاره گردد (ویتوسیت<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲؛ آرنولد<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). به علاوه در سطحی که سنباده زنی صورت می‌گیرد ممکن است به فشردگی در سلول‌ها منجر گردد و یا گردوغبار حاصل از این عمل به علت مسدود کردن مسیر جریان موینگی منافذ، نفوذ پوشش را با کاهش مواجه کند (گاردنر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵؛ میجر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴)، اما چون پوشش‌ها در چوب تابستانه نسبت به چوب بهاره نفوذ کمتری دارند بنابراین مسدود شدن منافذ در چوب بهاره بواسطه این گردوغبار سبب نفوذ کمتر رنگ‌ها می‌گردد که باعث تشکیل یک لایه رنگ صاف و یکنواخت در سطح چوب می‌شود. فیبرهای چوبی در طی سنباده زنی ممکن است قسمتی از آن‌ها در سطح چوب به صورت برآمده شده باشد که خود تکیه گاه‌هایی برای اتصال مکانیکی و فعل و انفعالات بیشتر رنگ و سطح ایجاد می‌کند.

#### ۱-۲-۱-۵- آماده سازی سطح چوب

چسبندگی یک رنگ روی یک سطح، بستگی به خوب مرطوب شدن و در نتیجه بستگی به آلوده نبودن و تمیزی سطح دارد. آلودگی سطحی مانع واکنش یکنواخت پوشش‌ها با سطح چوب می‌گردد. بنابراین تمیزکردن سطحی چوب سبب درخشندگی و بهبود چسبندگی می‌شود به طوری که چسبندگی

<sup>1</sup>Vitosyt

<sup>2</sup>Arnold

<sup>3</sup>Gardner

<sup>4</sup>Meijer

را برای دوره‌های طولانی در معرض هوازدگی بهبود می‌دهد (یالینکیلک<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۹). در عمل، از بین بردن همه ناخالصی‌های روی سطح بسیار مشکل و گاهی اوقات غیرممکن است، بنابراین اغلب رنگ‌ها باید قادر به تحمل مقداری از آلودگی‌ها باشند. با این حال در موقع تعیین میزان تمیزی قابل قبول، مشکلاتی بروز می‌کند. آماده سازی سطح قبل از رنگ کاری، معمولاً توسط روش‌های شیمیایی و فیزیکی انجام می‌شود.

#### ۱-۲-۱-۶- درصد رطوبت چوب

رطوبت چوب مقدار آب موجود در چوب می‌باشد که شامل آب، یا بخار آب جذب شده در دیواره سلولی است. با توجه به حجم فضای خالی چوب که میانگین آن ۵۵ تا ۷۰ درصد است جذب رطوبت متفاوت می‌باشد. مقدار رطوبت در چوب نقش مهمی در چسبندگی پوشش (زوارین<sup>۲</sup>، ۱۹۸۴) و نیز در رنگ پذیری ایجاد می‌کند (ولر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۳؛ دمیجر و میلیتز<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱). از آنجایی که در هنگام جذب رطوبت مولکول‌های آب با گروه‌های هیدروکسیل (OH) در چوب متصل می‌شوند (سونمز<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۹؛ کلمن و کوله<sup>۶</sup>، ۱۹۸۴) بنابراین هنگام پوشش‌دهی بواسطه اشباع بودن گروه‌های عاملی با آب، از اتصال شیمیایی رنگ (پلیمرهای با مولکول‌های بزرگ) با سطح چوب کاسته می‌شود (سونمز و بوداکی<sup>۷</sup>، ۲۰۰۴). همچنین رطوبت سبب افزایش تغییرات ابعاد می‌گردد به طوری که دانسیته را هم افزایش می‌دهد و نتیجتاً در چوب تابستانه به واسطه دانسیته بالاتر تغییرات بیشتر از چوب بهاره است، این تفاوت تغییرات ابعادی در مرز بین چوب تابستانه به بهاره سبب ایجاد تنش در پوشش‌ها می‌گردد (ویلیام، ۲۰۰۸).

#### ۱-۲-۱-۷- خصوصیات و ویژگی‌های ماده چوبی

رنگ‌آمیزی چوب اجتماعی از فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی پیچیده است که در نتیجه‌ی آن چوب، رنگ مورد نیاز خود را بدست آورده، ناهمگونی رنگ طبیعی آن یکنواخت، بافت نمایان و

<sup>1</sup>Yalinkilic

<sup>2</sup>Zavarin

<sup>3</sup>Wheeler

<sup>4</sup>De Meijer and Militz

<sup>5</sup>Sonmez

<sup>6</sup>Kollmann and Cote

<sup>7</sup>Sonmez and Budakci