

۱۰۰



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرجان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته صنایع خمیر و کاغذ

## **اثرات استفاده از خمیر کاغذ مرکب زدایی شده مخلوط کاغذهای باطله اداری بر ویژگی های خمیر کاغذ APMP تبریزی**

پژوهش و نگارش

شیما دانتیسم

استاد راهنما

دکتر علی قاسمیان

اساتید مشاور

دکتر احمد رضا سرائیان

دکتر الیاس افرا

تابستان ۹۰

به نام خدا  
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

بدینوسیله اعلام می دارد جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم شیما دانتیسم. به شماره دانشجویی ۸۷۲۳۱۲۳۵۰۳ رشته صنایع خمیر و کاغذ با عنوان « اثرات استفاده از خمیر و کاغذ مرکب زدایی شده مخلوط کاغذهای باطله اداری بر ویژگیهای خمیر کاغذ APMP تبریزی» با حضور اعضای هیأت داوران در تاریخ ۱۳۹۰/۶/۲۲ ساعت ۱۷ در محل تالار مهندس خاوری دانشکده به شرح زیر برگزار و با نمره ۱۸/۲۵ باحروف **حمده ربیب و نوح صمد** پذیرفته شد.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی
استاد راهنما	دکتر علی قاسمیان
استاد مشاور	دکتر احمدرضا سرائیان
استاد مشاور	دکتر الیاس افرا
استاد داور	دکتر تقی طبرسام
استاد داور	دکتر حسین رسالتی
نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه	دکتر بهاره شعبانپور

## تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب شیما دانتیسم دانشجوی رشته صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به

پدر بزرگوارم

مادر فداکارم

و همسر مهربانم

## تقدیر و تشکر

پس از حمد و ستایش پروردگار متعال که توفیق انجام این پژوهش را عطا نموده است، بدینوسیله از تمامی عزیزانی که به نحوی در اجرای این پژوهش همکاری مستمری با اینجانب داشته‌اند، قدردانی می‌گردد.

از زحمات بی‌دریغ جناب آقای دکتر قاسمیان به‌عنوان استاد راهنما که در طول تحصیل و اجرای تحقیق از راهنمایی‌های ارزنده ایشان بهره‌ام کافی برده‌ام تقدیر و تشکر می‌نمایم. از اساتید بزرگوارم جناب آقای دکتر سرائیان و دکتر افرا که از مشاوره ارزشمند آنان استفاده فراوان نموده‌ام قدردانی می‌نمایم.

از نظرات سازنده جناب آقای دکتر رسالتی و جناب آقای دکتر طبرسا که داوری پایان‌نامه را عهده‌دار شدند و نقطه نظرات کاربردی ایشان در اصلاح کار، نقش بسزایی را ایفاء نمود تقدیر و تشکر می‌نمایم.

از سرکار خانم دکتر شعبان‌پور، نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که به‌عنوان ناظر بر اجرای جلسه دفاعیه حضور یافته‌اند کمال تشکر و سپاس را دارم.

## چکیده

این پژوهش با هدف امکان استفاده از خمیر مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری به‌عنوان جایگزین بخشی از خمیر الیاف بلند وارداتی همراه با خمیر APMP تبریزی انجام شد. بررسی مورفولوژی الیاف و تعیین درصد ترکیبات شیمیایی گونه تبریزی از دیگر اهداف این تحقیق بود. به این منظور سه اصله درخت تبریزی از جنگل پژوهشی آموزشی دکتر بهرام نیا واقع در منطقه شصت کلاته گرگان استحصال و به آزمایشگاه خمیر و کاغذ دانشکده انتقال داده شد. از تنه قطع شده سه دیسک از ارتفاع ۲۵٪، برابر سینه و ۷۵٪ طول درخت بریده و تغییرات ابعاد الیاف از مرکز تنه به سمت پوست و از پایین به بالای تنه اندازه‌گیری شد. همچنین ترکیبات شیمیایی نظیر سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در الکل-استن و خاکستر نیز محاسبه شدند. پس از آماده سازی خرده چوب‌ها از گونه تبریزی، خمیر APMP تهیه شد. از مخلوط کاغذهای باطله اداری نیز با روش متداول شناورسازی، مرکب‌زدایی شد. سپس هر سه خمیر کاغذ APMP، خمیر الیاف بلند و خمیر مرکب‌زدایی شده تا رسیدن به درجه روانی حدود ۳۰۰ CSF پالایش شده و به ترتیب با نسبت‌های (۸۰، ۲۰، ۰) به‌عنوان تیمار شاهد، (۸۰، ۱۵، ۵)، (۸۰، ۱۰، ۱۰)، (۸۰، ۵، ۱۵) و (۸۰، ۰، ۲۰) ترکیب شده و در تهیه کاغذ دست ساز به کار گرفته شدند. ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری کاغذهای ساخته شده شامل بالک، ضخامت، مقاومت کششی، مقاومت به پاره شدن، طول پارگی، مقاومت به ترک‌شدن، درجه روشنی و ماتی بر اساس استانداردهای تاپی اندازه‌گیری شدند. نتایج اندازه‌گیری‌ها توسط آزمون تجزیه واریانس مقایسه شده و توسط آزمون دانکن گروه‌بندی‌های مربوطه انجام شد. در نهایت برای تعیین بهترین تیمار آزمایشی از روش امتیازدهی بر اساس محاسبه معادله نرمال‌سازی استفاده شد. نتایج بدست آمده و محاسبه‌های انجام شده نشان داد که جایگزینی حدود ۵ درصد خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری به جای خمیر الیاف بلند وارداتی، کاغذی با خواص مکانیکی و نوری مطلوب ارائه می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** خمیر مکانیکی پروکسید قلیایی، تبریزی، خمیر کاغذ باطله اداری، خمیر مرکب‌زدایی شده، خمیر الیاف بلند.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- کلیات .....	۲
۱-۱ مقدمه .....	۲
۲-۱ آشنایی با گونه صنوبر .....	۳
۱-۲-۱ مشخصات گیاه شناسی .....	۳
۲-۲-۱ ضرورت بررسی و شناخت صنوبر .....	۳
۳-۲-۱ وضعیت کنونی صنوبر در ایران .....	۴
۴-۲-۱ مشخصات اکولوژیکی .....	۵
۵-۲-۱ موارد مصرف .....	۵
۶-۲-۱ مشخصات آناتومیکی .....	۵
۷-۲-۱ فعالیتهای پژوهشی صنوبر در ایران .....	۶
۳-۱ مروری بر روش های تهیه خمیر کاغذ .....	۷
۱-۳-۱ فرآیندهای شیمیایی .....	۷
۲-۳-۱ فرآیندهای مکانیکی .....	۸
۳-۳-۱ فرآیندهای شیمیایی مکانیکی .....	۸
۴-۱ فرآیند APMP .....	۱۰
۱-۴-۱ عملکرد مواد شیمیایی در فرآیند APMP .....	۱۱
۱-۱-۴-۱ هیدروکسید سدیم (NaOH) .....	۱۱
۲-۱-۴-۱ پراکسید هیدروژن (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) .....	۱۱
۵-۱ صنعت بازیافت کاغذهای باطله .....	۱۲
۶-۱ مرکب زدایی .....	۱۳
۷-۱ اهداف تحقیق .....	۱۴
۲- سابقه تحقیق .....	۱۸
۱-۲ تحقیقات انجام شده در داخل کشور .....	۱۸



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۲ تحقیقات انجام شده در خارج کشور.....	۲۱
۳- مواد و روش ها.....	۳۴
۱-۳ نمونه برداری.....	۳۴
۱-۱-۳ مکان نمونه برداری.....	۳۴
۲-۱-۳ روش نمونه برداری.....	۳۴
۲-۳ اندازه گیری خواص مورفولوژی.....	۳۴
۱-۲-۳ اندازه گیری ابعاد الیاف.....	۳۴
۳-۳ اندازه گیری ترکیبات شیمیایی.....	۳۵
۱-۳-۳ آماده سازی خرده چوب.....	۳۶
۲-۳-۳ تهیه پودر چوب.....	۳۶
۳-۳-۳ تعیین درصد مواد استخراجی محلول در الکل- استن.....	۳۷
۴-۳-۳ تعیین درصد لیگنین.....	۳۸
۵-۳-۳ تعیین درصد سلولز.....	۳۹
۶-۳-۳ تعیین درصد خاکستر.....	۴۱
۴-۳-۳ فرآیند APMP.....	۴۱
۱-۴-۳ شرایط فرآیند APMP.....	۴۱
۲-۴-۳ تهیه لیکور آغشته سازی.....	۴۲
۳-۴-۳ حمام آب.....	۴۲
۵-۳ اندازه گیری پراکسید باقی مانده در خمیر کاغذ.....	۴۲
۶-۳ شستشوی خرده چوب های تیمار شده.....	۴۳
۷-۳ تعیین بازده.....	۴۳
۸-۳ لینی کردن خمیر کاغذ.....	۴۳
۹-۳ محاسبه درجه روانی اولیه خمیر کاغذ.....	۴۴

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۰-۳ پالایش خمیر کاغذ.....	۴۵
۱۱-۳ مرکب زدایی.....	۴۵
۱-۱۱-۳ خمیر کاغذسازی مجدد.....	۴۶
۲-۱۱-۳ مرکب زدایی به روش شناورسازی.....	۴۷
۱۲-۳ ساخت کاغذ دست ساز.....	۴۸
۱۳-۳ تعیین خواص فیزیکی، مقاومتی و نوری کاغذ.....	۵۰
۱-۱۳-۳ تعیین خواص فیزیکی کاغذ.....	۵۰
۱-۱-۱۳-۳ تعیین ضخامت کاغذ.....	۵۰
۲-۱-۱۳-۳ تعیین بالک کاغذ.....	۵۰
۲-۱۳-۳ تعیین خواص مقاومتی کاغذ.....	۵۱
۱-۲-۱۳-۳ تهیه نمونه‌های استاندارد.....	۵۱
۲-۲-۱۳-۳ تعیین مقاومت کششی.....	۵۱
۳-۲-۱۳-۳ مقاومت به ترکیدن.....	۵۲
۴-۲-۱۳-۳ تعیین مقاومت به پاره شدن.....	۵۲
۳-۱۳-۳ تعیین خواص نوری کاغذ.....	۵۳
۱-۳-۱۳-۳ تعیین درجه روشنی.....	۵۳
۲-۳-۱۳-۳ تعیین ماتی.....	۵۳
۱۴-۳ روش تجزیه و تحلیل آماری.....	۵۳
۱-۱۴-۳ معادلات نرمال سازی.....	۵۴
۴- نتایج.....	۵۶
۱-۴ اندازه‌گیری ابعاد الیاف.....	۵۶
۱-۱-۴ بررسی تغییرات طول الیاف.....	۵۶
۲-۱-۴ بررسی تغییرات قطر و ضخامت دیواره الیاف.....	۵۷

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۰	۲-۴ ترکیبات شیمیایی چوب
۶۱	۳-۴ ویژگی های کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی
۶۲	۱-۳-۴ ویژگی های فیزیکی کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی
۶۲	۱-۱-۳-۴ ضخامت
۶۴	۲-۱-۳-۴ بالک
۶۵	۲-۳-۴ مقاومت های مکانیکی کاغذ
۶۵	۱-۲-۳-۴ مقاومت کششی
۶۷	۲-۲-۳-۴ طول پارگی
۶۹	۳-۲-۳-۴ مقاومت به ترکیدن
۷۱	۴-۲-۳-۴ مقاومت به پاره شدن
۷۳	۳-۳-۴ ویژگی های نوری کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی
۷۳	۱-۳-۳-۴ درجه روشنی
۷۵	۲-۳-۳-۴ ماتی
۷۷	۴-۴ معادلات نرمال سازی
۸۲	۵- بحث و نتیجه گیری
۸۲	۱-۵ ویژگی های فیزیکی کاغذ
۸۲	۱-۱-۵ ضخامت
۸۳	۲-۱-۵ بالک
۸۳	۲-۵ مقاومت های مکانیکی کاغذ
۸۳	۱-۲-۵ مقاومت کششی
۸۴	۲-۲-۵ مقاومت به ترکیدن
۸۵	۳-۲-۵ مقاومت به پاره شدن
۸۶	۳-۵ ویژگی های نوری کاغذ
۸۶	۱-۳-۵ درجه روشنی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۸۷	۲-۳-۵ ماتی
۸۸	۴-۵ نتیجه گیری نهایی
۸۹	۵-۵ پیشنهادات
۹۲	منابع
۹۸	ضمیمه

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۱	جدول ۱-۳ شرایط فرآیند APMP.....
۴۴	جدول ۲-۳ درجه روانی انواع خمیر کاغذ، قبل و بعد از پالایش.....
۴۵	جدول ۳-۳ مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآیند مرکب زدایی.....
۴۶	جدول ۴-۳ مواد شیمیایی مورد استفاده در مرحله خمیرکاغذسازی.....
۴۷	جدول ۵-۳ شرایط خمیرکاغذ سازی.....
۴۸	جدول ۶-۳ شرایط شناورسازی.....
۴۹	جدول ۷-۳ درصد استفاده از خمیرکاغذ در هر تیمار.....
۵۷	جدول ۱-۴ میانگین طول الیاف گونه تبریزی در حلقه های سالانه نسبت به ارتفاع (میلی متر).....
۵۸	جدول ۲-۴ میانگین قطر کلی، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف گونه تبریزی (میکرون).....
۶۰	جدول ۳-۴ میانگین درصد ترکیبات شیمیایی گونه تبریزی.....
۶۲	جدول ۴-۴ مقادیر ضخامت کاغذها (میکرون).....
۶۲	جدول ۵-۴ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر ضخامت کاغذها.....
۶۳	جدول ۶-۴ نتایج آزمون دانکن مقادیر ضخامت کاغذها.....
۶۴	جدول ۷-۴ مقادیر بالک کاغذها (cm <sup>3</sup> /g).....
۶۴	جدول ۸-۴ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر بالک کاغذها.....
۶۴	جدول ۹-۴ نتایج آزمون دانکن مقادیر بالک کاغذها.....
۶۵	جدول ۱۰-۴ مقادیر شاخص مقاومت کششی کاغذها (kN.m/kg).....
۶۶	جدول ۱۱-۴ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر شاخص مقاومت کششی کاغذها.....
۶۶	جدول ۱۲-۴ نتایج آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت کششی کاغذها.....
۶۷	جدول ۱۳-۴ مقادیر طول پارگی کاغذها (Km).....
۶۸	جدول ۱۴-۴ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر طول پارگی کاغذها.....
۶۸	جدول ۱۵-۴ نتایج آزمون دانکن مقادیر طول پارگی کاغذها.....
۶۹	جدول ۱۶-۴ مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها (kPa.m <sup>2</sup> /g).....

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷۰	جدول ۴-۱۷ نتایج آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها
۷۰	جدول ۴-۱۸ نتایج آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها
۷۱	جدول ۴-۱۹ مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها (mNm <sup>2</sup> /g)
۷۲	جدول ۴-۲۰ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها
۷۲	جدول ۴-۲۱ نتایج آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها
۷۴	جدول ۴-۲۲ مقادیر درجه روشنی کاغذها (درصد)
۷۴	جدول ۴-۲۳ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر درجه روشنی کاغذها
۷۴	جدول ۴-۲۴ نتایج آزمون دانکن مقادیر درجه روشنی کاغذها
۷۵	جدول ۴-۲۵ مقادیر ماتی کاغذ (درصد)
۷۶	جدول ۴-۲۶ نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر ماتی کاغذها
۷۶	جدول ۴-۲۷ نتایج آزمون دانکن مقادیر ماتی کاغذها
۷۸	جدول ۴-۲۸ درصد اهمیت خواص مکانیکی و نوری در محاسبه معادلات نرمال سازی
۷۸	جدول ۴-۲۹ میانگین نتایج خواص مکانیکی و نوری کاغذهای حاصل از تیمار آزمایشی
۷۹	جدول ۴-۳۰ امتیازات و رتبه بندی کاغذهای حاصل از تیمار آزمایشی

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ مقاطع میکروسکوپی عرضی (a)، شعاعی (b)، مماسی (c) صنوبر	۶
شکل ۲-۱ تغییرات شاخص مقاومت کششی نسبت به دانسیته کاغذ در	۹
شکل ۱-۳ ترکیبات شیمیایی سازنده چوب	۳۶
شکل ۲-۳ روش تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین خصوصیات مقاومتی کاغذ	۵۱
شکل ۱-۴ تغییرات طول الیاف نسبت به سن درخت در گونه تبریزی	۵۷
شکل ۲-۴ تغییرات قطر کلی الیاف نسبت به سن و ارتفاع در گونه تبریزی	۵۹
شکل ۳-۴ تغییرات قطر حفره الیاف نسبت به سن و ارتفاع در گونه تبریزی	۵۹
شکل ۴-۴ تغییرات ضخامت دیواره الیاف نسبت به سن و ارتفاع در گونه تبریزی	۶۰
شکل ۵-۴ نمودار ترکیبات شیمیایی گونه تبریزی	۶۱
شکل ۶-۴ تغییرات ضخامت کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۶۳
شکل ۷-۴ تغییرات بالک کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۶۵
شکل ۸-۴ تغییرات شاخص مقاومت کششی کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۶۷
شکل ۹-۴ تغییرات طول پارگی کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۶۹
شکل ۱۰-۴ تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۷۱
شکل ۱۱-۴ تغییرات شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۷۳
شکل ۱۲-۴ تغییرات روشنی کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۷۵
شکل ۱۳-۴ تغییرات ماتی کاغذهای حاصل از تیمارهای آزمایشی	۷۷

فصل اول

# مقدمه و کلیات



## ۱- کلیات

### ۱-۱ مقدمه

عمده‌ترین منبع تأمین چوب برای صنایع چوب و کاغذ، جنگل است که از گذشته نقش مهمی در زندگی جوامع بشری داشته است. افزایش سطح دانش بشری و پیشرفت تکنولوژی منجر به افزایش تقاضا برای مصارف گوناگون چوب از جمله کاغذهای روزنامه، مجلات و چاپ و تحریر شده که تبعات آن تخریب گسترده جنگل‌ها بوده است. کشور ایران نیز از این مشکل مستثنی نبوده و در این زمینه درگیر دو بحران می‌باشد، نخست این که در مقایسه با مساحت گسترده ایران، سطح منابع جنگلی آن محدود بوده و عمده جنگل‌های صنعتی آن مختص شمال کشور می‌باشد. دوم این که برداشت بی‌رویه و غیراصولی، قاچاق چوب، چرای بی‌رویه دام و سایر عوامل مخرب همواره از سطح آن می‌کاهد که متعاقباً کاهش مجوز قطع سالانه از سوی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور جهت جلوگیری از تخریب جنگل‌ها، منجر به کاهش دسترسی به منابع جنگلی شده است. بنابراین برای جبران کمبود منابع جنگلی، استفاده از منابع جدید لیگنوسلولزی چوبی و غیرچوبی ضروری به نظر می‌رسد.

از منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی می‌توان به ضایعات کشاورزی و ساقه‌های یک ساله اشاره کرد که البته جمع‌آوری، تبدیل و استفاده از آنها مشکلات خاص خود را دارد. در مورد منابع لیگنوسلولزی چوبی نیز با توجه به کمبود سوزنی برگان بومی، که گونه‌های مناسب و معمول برای کاغذهای روزنامه و چاپ و تحریر هستند، می‌توان به گونه‌های پهن برگان سریع‌الرشدی مثل صنوبر اشاره کرد که به خاطر ویژگی‌های منحصر به فرد خود از جمله سازگاری مناسب با شرایط متنوع اقلیمی، بردباری به سرما، رشد سریع، امکان دورگه‌گیری و... به عنوان یک ماده خام با ارزش برای تأمین ماده اولیه کارخانجات صنایع تبدیلی مکانیکی و کارخانجات تولید خمیر کاغذ و کاغذسازی مطرح می‌باشد.

تمایل به استفاده از پهن برگان در دو دهه اخیر رشد یافته است. برخی از دلایل این تمایل عبارت هستند از: فراوانی و پراکنش در نقاط مختلف، سریع‌الرشد بودن (زیاد بودن نرخ تولید چوب سالانه در واحد سطح کشت) و خصوصیات مناسب الیاف که آنها را جهت به کارگیری در صنعت کاغذسازی مناسب ساخته است. پهن برگان به ویژه در کشورهایی که با جنگل‌های صنعتی محدودی مواجه هستند اهمیت ویژه‌ای دارند. بسیاری از پهن برگان مثل صنوبر، توس، افرا، اکالیپتوس و آکاسیا به‌طور گسترده‌ای در صنعت خمیر و کاغذ استفاده می‌شوند [۴۵].

## ۲-۱-۱ آشنایی با گونه صنوبر

### ۱-۲-۱-۱ مشخصات گیاه شناسی

گونه صنوبر از خانواده Salicacea بوده و جنس صنوبر *Populus* نامیده می‌شود. صنوبرها درختانی دو پایه، دارای ارتفاع بلند و برگ‌های خزان کننده هستند. در این خانواده گل‌ها تقریباً همیشه دو پایه و دم گربه‌ای شکل بوده و معمولاً در فصل بهار و قبل از باز شدن برگ‌ها ظاهر می‌شوند. پیرامون این گل‌ها بدون کاسه و جام می‌باشد و اگر که کاسه و جامی داشته باشد بسیار ناچیز است. برگ‌های درختان این خانواده ساده و با زاویه انحراف ۲/۵ درجه بر روی شاخه قرار گرفته‌اند. اما در جنس صنوبر برگ‌ها شکل‌های مختلفی پیدا کرده و بسته به رده صنوبر و نیز قرارگرفتن روی شاخه‌های کوتاه یا بلند کمابیش متنوع هستند. برگ‌هایی که بر روی شاخه‌های کوتاه روئیده می‌شود کوچک تر بوده و دارای بریدگی و شکاف کمتری هستند. این برگ‌ها در درختان مسن و ضعیف ظاهر شده و نسبت به نوع دیگر در فصل بهار سریع تر می‌رویند. برگ شاخه‌های بلند و قوی بزرگ تر بوده و شکاف و بریدگی عمیق تری را دارا می‌باشند. از برگ‌های صنوبر می‌توان برای تشخیص گونه‌های مختلف آن استفاده کرد. صنوبر گونه‌های زیادی دارد (بیش از ۵۰ گونه) و اغلب آن‌ها دو رگه‌هایی را به وجود می‌آورند که به این دلیل و نیز بخاطر وجود تنوع فرم‌های باغی و دست‌کاشت تشخیص آنها از یک دیگر مشکل تر است. صنوبر دلتوئیدس که به نام صنوبر آمریکایی معروف است به رده *Aigeiros* تعلق دارد. از سایر گونه‌های این رده می‌توان به گونه صنوبر تبریزی (*Populus nigra*) اشاره کرد. صنوبر آمریکایی را به سه گونه طبقه‌بندی می‌کنند که عبارتند از:

*Populus deltoides angulata*

*Populus deltoides missouriensis*

*Populus deltoides monilifera*

صنوبرها نورپسند بوده و حتی تحمل سایه‌های جانبی را نیز ندارند. خاک‌های مرطوب، عمیق و مخلوط با کمی رس برای رشد آنها مناسب است ولی به خاک ترش و آب‌های راکد حساسیت زیادی دارند.

### ۲-۲-۱-۱ ضرورت بررسی و شناخت صنوبر

صنوبرها با توجه به سریع‌الرشد بودن و سازگاری و پراکنش گسترده‌ای که دارند در سراسر نیمکره شمالی، در بسیاری از کشورهای صاحب نام در تولید کاغذ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند

به طوری که نمایندگان هفت کشور اروپایی پس از جنگ جهانی دوم دور هم گرد آمده و در مورد کشت، تکثیر و استفاده از این درختان بحث و تبادل نظر نموده و توجه سازمان FAO را به لزوم توسعه کشت صنوبر و صنایع وابسته به آن و افزایش سطح تولید جلب کردند. سازمان FAO نیز کمیسیونی را با نام کمیته بین المللی صنوبر (IPC)<sup>۱</sup> تشکیل داد که مورد استقبال بسیاری از کشورها قرار گرفت. صنوبرها از درختان سریع الرشدی هستند که در زمان نسبتاً کوتاهی (۱۰ سال) به ابعاد مناسب برای کاغذسازی می‌رسند و می‌توانند مورد بهره‌برداری قرار گیرند. میزان تولید چوب صنوبر در شرایط مطلوب سالانه تا حدود  $50\text{ m}^3/\text{hec}$  (ایتالیا و ترکیه) و  $20\text{ m}^3/\text{hec}$  (شمال ایران) می‌رسد که در مقایسه با رویش متوسط گونه‌های بومی جنگل‌های شمال ۱۵-۶ برابر است. به این ترتیب زراعت چوب با کشت صنوبر یک راه اساسی است که در کوتاه مدت می‌تواند بحران ناشی از کمبود چوب را سامان دهد [۵۱].

در مجموع، دلایل بررسی و شناخت صنوبر عبارت است از:

- ۱- کوتاه بودن مدت بهره‌برداری از چوب این درخت در مقایسه با زمان بهره‌برداری درختان جنگلی.
- ۲- اهمیت و مصرف روز افزون چوب این درخت در صنایع مختلف از جمله کاغذسازی، کبریت‌سازی، خانه‌سازی، جعبه‌سازی.
- ۳- قدمت صنوبرکاری در کشور و امکان توسعه آن مخصوصاً در شمال کشور به دلیل شرایط مساعد آب و هوایی.
- ۴- امکان توأم نمودن صنوبرکاری با زراعت و کاشت آن در مزارع.

### ۱-۲-۳ وضعیت کنونی صنوبر در ایران

در مجموع نواحی زیر کشت صنوبر از شمال به جنوب و از شرق به غرب در حال حاضر ۱۵۰۰۰۰ هکتار می‌باشد. صنوبر به طور سنتی در ایران کشت می‌شود و درختان صنوبر عمدتاً در کنار رودخانه‌ها، اطراف مزارع غلات و باغ‌ها به عنوان باد شکن دیده می‌شوند. میانگین رشد صنوبر حدود  $15\text{ m}^3/\text{hec}$  - ۱۰ در سال است و تولید سالانه چوب صنوبر در ایران حدود ۲-۲/۵ میلیون مترمکعب

می‌باشد. مصرف چوب صنوبر در صنعت کبریت سازی، روکش، تخته خرده‌چوب، خمیر کاغذ و ساختمان‌سازی در مناطق روستایی است [۵۱].

### ۱-۲-۴ مشخصات اکولوژیکی

درخت تبریزی با هر جریان آب و هوایی سازگار است، ریشه‌های عمیق و سطحی آن در خاک‌های مرطوب و خشک می‌روید. این گونه در سایه و روشنایی رشد می‌کند و با اوضاع کناره دریا سازگاری دارد، فقط بادهای خیلی شدید باعث شکستن شاخه و جست‌های آن می‌شود [۱۲].

### ۱-۲-۵ موارد مصرف

درخت تبریزی از درختان پر درآمد محسوب می‌شود چون چوب آن سبک بوده و در مصارف مختلف مانند نئوپان، کبریت سازی، لایه‌گیری، کاغذسازی، تیرهای تلفن، ستون‌های ساختمانی و پشت کار نجاری به کار می‌رود. علاوه بر مسائل فوق از این گونه به عنوان بادشکن نیز استفاده می‌شود [۱۲].

### ۱-۲-۶ مشخصات آناتومیکی

چوب صنوبر همگن، پراکنده‌آوند، و دارای چوب درون مشخص است که رنگ آن خاکستری مایل به قهوه‌ای است.

#### - مقطع عرضی

حفرات آوندی به طور مجزا و یا به هم چسبیده به تعداد ۲، ۳، ۴ در جهت شعاعی دیده می‌شوند، این حفرات بسیار فراوان و به طور منظم و با قطر یکسان در پهنای دایره سالانه پراکنده هستند. اشعه چوبی هم شکل و متعدد، ۱۴ عدد در هر میلیمتر دیده می‌شود. پارانشیم‌های پراکنده و در پایان دایره وجود دارند. حد دوایر سالانه نمایان است.

#### - مقطع مماسی

اشعه چوبی تک سلولی و ظریف، با بلندای ۵ تا ۲۰ سلول و حتی بیشتر در مقطع مماسی مشاهده می‌شود.