

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

ارزیابی کمی و کیفی
عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده
در زراعت چوب

نگارش:

آزاده صالحی

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

۱۴۰۳

عنوان طرح منتج به نشریه	کد مصوب
پتانسیل بهره‌وری از لجن فاضلاب به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک در زراعت چوب (مطالعه موردی: تصفیه‌خانه جنوب تهران)	۲۴-۰۹-۰۹-۰۴۰-۹۸۱۰۷۶



عنوان نشریه: ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب
نگارش:

آزاده صالحی - استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، اداره ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی، بخش تحقیقات صنوبر و درختان سریع‌الرشد

مدیر داخلی: فاطمه عباسپور

ویراستار ادبی: احسان زندی اصفهان

صفحه‌آرا: مریم نوبخت

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۳

شمارگان: الکترونیکی

نشانی: بزرگراه تهران-کرج، خروجی پیکانشهر، شهرک سرو آزاد، خیابان شهید علی گودرزی، بلوار باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

سندوق پستی: ۱۳۱۸۵-۱۱۶ **تلفن:** ۰۲۱-۴۴۷۸۷۲۸۲-۵ **وبسایت:** www.rifr-ac.ir

این نشریه به شماره ۶۶۳۴۷ در تاریخ ۱۴۰۳/۰۸/۲۶ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی

کشاورزی به ثبت رسیده است.

ISBN : 978-964-473-571-4



9 789644 735714



➤ مخاطبان نشریه

بهره‌برداران و کشاورزان پیشرو، مروجین و کارشناسان مراکز آموزشی،
پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

➤ اهداف آموزشی

مقایسه عملکرد کمی و کیفی دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت
چوب



فهرست

مقدمه	۱
اهمیت زراعت چوب	۴
صنوبر کبوده	۱۰
ارزیابی عملکرد کمی و کیفی دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب براساس یافته‌های تحقیقاتی	۱۲
شکل ۳. تصویر هوایی و عرصه کاشت صنوبرهای مورد مطالعه در فصل اول رویش	۱۷
مقایسه عملکرد کمی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله	۱۷
مقایسه عملکرد کیفی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله	۱۹
تأثیر تنش آبی بر زنده‌مانی و عملکرد کمی و کیفی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله	۲۱
نتیجه‌گیری و پیشنهادات	۲۴
منابع	۲۷

مقدمه

ایران در منطقه‌ای واقع شده است که سهم اراضی جنگلی آن کم بوده و طی دهه‌های اخیر به دلایل متعدد از جمله بهره‌برداری‌های بی‌رویه با کاهش جدی سطح جنگل‌ها روبرو بوده‌ایم. زراعت چوب با گونه‌های تندرشد چوبیده می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین راهکارها برای جلوگیری از تخریب و نابودی بیشتر جنگل‌های باقی‌مانده در کشور مورد توجه قرار گیرد. گونه‌هایی مانند بید، صنوبر و اکالیپتوس، به دلیل رشد سریع و سازگاری با شرایط آب‌وهوایی مختلف، گزینه‌های مناسبی برای زراعت چوب در نقاط مختلف ایران هستند. از سوی دیگر، با توجه به متوسط بارندگی سالانه در کشور، ایران جزء مناطق خشک جهان بوده که به دلیل توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی‌ها، تنش در منابع آبی در اغلب نقاط کشور وجود دارد. همچنین بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی که منبع اصلی تامین‌کننده آب در مناطق خشک است، موجب شده سفره‌های آب زیرزمینی در سال‌های اخیر با افت کمی و کیفی شدید روبرو شوند. از این رو چالش‌های اجتماعی به دلیل محدودیت منابع آبی در حال گسترش است. با توجه به اهمیت آب در زراعت چوب از یک سو و محدودیت شدید منابع آبی از سوی دیگر، برای بالا بردن درصد موفقیت زراعت چوب نکاتی باید مورد توجه قرار گیرد. در اولین قدم باید گونه درختی مناسبی با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی حاکم بر منطقه و همچنین منابع آبی در دسترس انتخاب شود. در واقع، اگر تمام مؤلفه‌های مؤثر بر زراعت چوب به درستی انجام شود، ولی گونه درختی مناسبی با توجه به شرایط عرصه کاشت انتخاب نشود، تولید مناسبی محقق نخواهد شد. تجربه و مطالعات انجام‌شده نشان داده است که با توجه به نیاز آبی، گونه‌های صنوبر تبریزی و کبوده برای مناطق نیمه‌خشک، گونه‌های صنوبر دلتوئیدس و اورامریکن برای مناطق شمالی کشور و صنوبر پده و اکالیپتوس برای توسعه زراعت چوب مناطق

۱۲ / ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب

جنوبی کشور مناسب می‌باشند. البته در این مناطق نیز با توجه به میکرواقلیم حاکم بر منطقه و شرایط آب‌و‌خاک باید گونه درختی سازگار با حداکثر توان تولیدی انتخاب شود. قدم بعدی برای موفقیت زراعت چوب همانند زراعت سایر محصولات کشاورزی، عملیات مراقبتی و مدیریتی نظیر آبیاری، وجین، هرس و کوددهی است. بنابراین باید تک تک مؤلفه‌های مؤثر بر رشد و رویش به‌درستی رعایت شوند تا متضمن یک تولید کافی و پایدار باشد. درواقع، امکان تهیه یک نسخه واحد و کلی معرفی یک گونه برای یک منطقه وسیع میسر نیست و علاوه بر شرایط کلی حاکم بر منطقه توجه به مسائل جزئی‌تر نیز ضروری است.

همانطور که ذکر شد، مطالعات نشان داده‌اند که برای زراعت چوب در مناطق نیمه‌خشک کشور دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده مناسب است. مرور منابع پیشین نشان می‌دهد که صنوبر تبریزی از نظر زنده‌مانی در مراحل اولیه رویش (تولید نهال)، استقرار اولیه نهال و همچنین میزان تولید در هکتار در مناطق نیمه‌خشک کشور نسبت به صنوبر کبوده موفق‌تر بوده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۳). اما آیا این نتیجه می‌تواند برای تمام شرایط به‌ویژه تنش‌های آبی و خشکی که در سال‌های اخیر مناطق مختلف کشور با آن مواجه بوده است صادق باشد؟ نتایج برخی گزارش‌های منتشر شده دیگر نشان می‌دهد که در برخی مناطق کشور توده‌های بسیار خوبی از صنوبر کبوده با سن و تولید بالای چوب وجود دارد. به‌عنوان مثال حیدری صفری کوچی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که در استان چهارمحال و بختیاری بیش از ۷۰۰۰ هکتار صنوبرکاری سنتی با گونه کبوده وجود دارد. همچنین گزارش‌های موجود نشان می‌دهد در منطقه زنجان‌رود، صنوبر کبوده به‌دلیل کیفیت و بردباری بهتر در میان صنوبرکاران و خریداران، از مقبولیت بیشتری برخوردار بوده است (باقری و همکاران، ۱۳۸۱). همچنین در برخی از مناطق کشور نظیر استان‌های چهارمحال و بختیاری، مناطقی از اصفهان، زنجان و

آذربایجان غربی کشاورزان به کشت صنوبر کبوده رغبت بیشتری دارند که می‌تواند ناشی از تجربه سازگاری و عملکرد بالاتر این گونه نسبت به صنوبر تبریزی در این مناطق باشد. تحقیقات حسامی و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان داده که صنوبر کبوده در حاشیه رودخانه زاینده‌رود گسترش فراوانی داشته است. در مطالعه دیگری گودرزی و همکاران (۱۳۹۲) عنوان کردند که کلن‌های بومی صنوبر کبوده نسبت به گونه و یا کلن‌های صنوبر دیگر وضعیت رشدی متوسطی داشتند که مربوط به سرشت اکولوژیکی این گونه است، ولی مقاومت آنها نسبت به آفات بیشتر بود که از این نظر نسبت به گونه‌های دیگر برتری داشتند.

شباهت زیاد صنوبر کبوده به صنوبر سفیدپلت، گونه بومی جنگل‌های شمال کشور، و وجود پایه‌های کهن از این گونه در برخی مناطق کشور برخی محققان را بر این باور داشته است که ممکن است بین این دو گونه قرابت ژنتیکی وجود داشته باشد و شاید بتوان صنوبر کبوده را به‌عنوان یک گونه بومی صنوبر به حساب آورد. در چهار دهه اخیر، تحقیقات گسترده‌ای روی کلن‌های مختلف گونه‌های تبریزی، اورامریکن و دلتوئیدس و سازگاری آنها با شرایط آب‌وهوایی مختلف انجام شده است و رقم‌هایی چون رحمتی، گیلدار، البرز، سالاری، مفید و غیره معرفی شده‌اند. اما در مقایسه، گزارش‌های منتشرشده در مورد گونه کبوده بسیار اندک بوده که نشان از ضرورت انجام تحقیقات بیشتر و هدفمند بر روی این گونه دارد. هدف این نوشتار، مقایسه عملکرد کمی و کیفی دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده طی چهار فصل رویش براساس نتایج حاصل از یک پروژه تحقیقاتی است. امیداست که این نشریه بتواند راهنمای مناسبی برای انتخاب صحیح گونه صنوبر با توجه به شرایط حاکم بر عرصه کاشت باشد.

اهمیت زراعت چوب

جنگل‌ها کامل‌ترین، باارزش‌ترین و متنوع‌ترین پوشش گیاهی زمین را تشکیل می‌دهند که در طی میلیون‌ها سال تکامل جوامع گیاهی شکل گرفته‌اند. افزایش جمعیت انسانی و بهره‌برداری‌های بی‌رویه، تعادل موجود بین انسان و طبیعت را برهم‌زده و فشار سنگینی بر عرصه‌های جنگلی وارد کرده است. ایران از جمله کشورهای کم‌برخوردار از جنگل محسوب می‌شود و در طی چند دهه اخیر به دلایل متعدد همچون بهره‌برداری‌های بی‌رویه، توسعه شهرها و تأسیسات شهری و صنعتی با کاهش جدی سطح جنگل‌ها مواجه بوده است. در حال حاضر، میانگین مصرف سرانه چوب در دنیا ۰/۳ مترمکعب، در کشورهای توسعه‌یافته ۰/۷ مترمکعب و در ایران کمتر از ۰/۲ مترمکعب در سال برآورد شده است. باوجود مصرف کم سرانه چوب کشور در مقایسه با میانگین دنیا، عرصه‌های جنگلی کشور در معرض خطر و تخریب جدی می‌باشند. بنابراین با توجه به شرایط موجود و ارزش‌های متعدد محیط‌زیستی جنگل‌ها، ضرورت دارد برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در راستای کاهش برداشت چوب از عرصه‌های جنگلی بوده و برای تأمین نیازهای چوبی کشور روش‌های پایدار و مناسب دیگری نظیر زراعت چوب جایگزین شود (کلاگری و همکاران، ۱۴۰۱؛ صالحی، ۱۴۰۱). سابقه بیش از پنجاه سال زراعت چوب در ایران نشان می‌دهد که مناطق مختلف کشور از ظرفیت‌های مناسبی برای کاشت درختان تندرشد چوبده برخوردار است (مدیررحمتی، ۱۳۹۵).

صنوبر و زراعت چوب

جنس صنوبر (*Populus spp.*) از خانواده بیدسانان (*Salicaceae*) با بیش از ۳۰ گونه، به طور گسترده در نیمکره شمالی پراکنده است (Eckenwalder, 1996; Sterck *et al.*, 2005). درختان جنس صنوبر اغلب دو پایه بوده، به طوری که گل‌های نر و ماده هر کدام روی پایه‌های جداگانه تشکیل می‌شوند. چهار گونه صنوبر تبریزی (*P. nigra*)، کبوده (*P. alba*)، پده (*P. euphratica*) و سفیدپلت (*P. caspica*) به صورت طبیعی و یا بومی‌شده در ایران حضور دارند و از دهه ۱۳۴۰ شمسی نیز بسیاری از گونه‌ها و کلن‌های صنوبر غیربومی با عملکرد رویشی بالا وارد کشور شده و در عرصه‌های تحقیقاتی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و هم‌اکنون در بسیاری از صنوبرکاری‌های مردمی در نقاط مختلف کشور کشت و کار می‌شوند (اسدی، ۱۳۹۸). طی سال‌های گذشته نیز در نقاط مختلف کشور در تعدادی از ایستگاه‌های تحقیقاتی نسبت به احداث کلکسیون صنوبر و نگهداری از گونه‌ها و کلن‌های وارداتی اقدام شده است. به طور کلی، دو گونه سفیدپلت و پده از گونه‌های بومی به ترتیب در مناطق شمالی و جنوب‌غربی کشور می‌باشند که از نظر اقتصادی و محیط‌زیستی از ارزش‌های بالایی برخوردارند. گونه‌های تبریزی و کبوده از گذشته‌های بسیار دور در مناطق نیمه‌خشک کشور کشت و کار شده‌اند و گونه‌های بومی‌شده ایران هستند. گونه‌های صنوبر دیگر نظیر دلتوئیدس (*P. deltoides*) و اورامریکن (*P. euramericana*) که در مناطق شمالی کشور به علت نیاز آبی بالا کشت و کار می‌شوند وارداتی هستند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۷).

صنوبرها به دلیل تندرشد بودن و تولید زی‌توده بالا، سازگاری خوب و توزیع گسترده جغرافیایی (Sixto *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2020; Salehi *et al.*, 2022)، در سراسر جهان از گونه‌های درختی موردتوجه در جنگلداری کوتاه‌مدت (Short rotation forestry) و زراعت

۱۶ ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب

چوب هستند. صنوبر به عنوان یک گونه درختی تندرشد چوبده از دیرباز توسط روستائیان در اغلب مناطق ایران به صورت زراعت چوب، حاشیه مزارع و بادشکن‌ها کشت شده است. البته اراضی مستعد کشور از نظر توسعه زراعت چوب، بیشتر در اراضی جلگه‌ای شمال و مناطق غرب و شمال غرب کشور واقع شده است و برخی اراضی جنوبی کشور نیز می‌تواند مناسب کشت صنوبر پده و اکالیپتوس باشد (کلاگری، ۱۴۰۱). درختان صنوبر در تامین مواد اولیه چوبی صنایع کاغذسازی، تخته‌خرده‌چوب، ام-دی-اف، روکش، کبریت، میز و صندلی و جعبه‌سازی نقش مهمی دارند. برای تولیدات غیرچوبی این درختان نظیر علوفه دام و عناصر دارویی نیز گزارش‌های متعددی وجود دارد. این درختان در تأمین خدمات محیطی مانند ایجاد سایه، احداث سریع فضای سبز در شهرها، حفاظت خاک و آب به‌ویژه در اراضی حاشیه رودخانه و به‌عنوان درخت پرستار برای استقرار گونه‌های دیگر، گیاه‌پالایی، ترمیم رویشگاه‌های تخریب‌شده، احیای اکوسیستم‌های شکننده، مبارزه با گسترش بیابان‌ها و بازسازی چشم‌اندازهای جنگلی نیز دارای ارزش‌های فراوانی هستند (اسدی، ۱۳۹۹). براساس آمار و ارقام موجود، تولیدات سالانه درختان صنوبر با سطحی کمتر از ۱۰ درصد سطح جنگل‌های کشور بیش از سه برابر تولیدات جنگل‌های تجاری شمال کشور است. تا دو دهه پیش عملکرد تولید در واحد سطح صنوبرکاری‌های کشور در حدود ۱۰ تا ۱۵ مترمکعب در هکتار در سال بود که با توجه به انجام طرح‌های تحقیقاتی متعدد و معرفی ارقام پرمحصول و سازگار، در حال حاضر عملکرد صنوبرکاری‌ها به ۲۵ تا ۳۰ مترمکعب چوب در هکتار در سال و در برخی شرایط حتی به ۳۵ تا ۴۰ مترمکعب در هکتار در سال رسیده است (مدیررحمتی، ۱۳۹۵؛ صالحی، ۱۳۹۹). به‌طور کلی زراعت چوب و کشت‌وکار با درختان صنوبر به دلیل مزایایی همچون رشد سریع، تولید زی‌توده بالا، دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت، کاربرد گسترده چوب آنها در صنایع مختلف و نیز با توجه به

ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب / ♡

ریشه‌های سنتی و تاریخی زراعت آنها در کشور، از گونه‌های بدون رقیب در برنامه‌های اقتصادی تولید چوب خارج از جنگل به‌شمار می‌آید.

صنوبر تبریزی

صنوبر تبریزی در جهان پراکنش وسیعی دارد و بیشترین مساحت صنوبرهای جهان را به‌خود اختصاص می‌دهد (Herpka, 1986). در اروپا این گونه را می‌توان تا شمال جزایر بریتانیا و در پایین تا سواحل مدیترانه پیدا کرد. در منتهی‌الیه جنوبی دامنه پراکنش، این گونه در بخش‌هایی از آفریقای شمالی و خاورمیانه یافت می‌شود و دامنه پراکنش آن در قسمت شرقی تا قزاقستان و چین امتداد دارد (Imbert & Lefevre, 2003). همچنین، در هند در عرض‌های شمالی ۲۶ تا ۲۹ درجه کاشته می‌شود، این گونه در آمریکای شمالی و جنوبی نیز بومی‌سازی شده است (Praciak *et al.*, 2013). در جنگل‌های آمیخته نیز به‌همراه صنوبر کبوده، بید، توسکا، افرا، نارون و بلوط دیده شده است (Cagelli & Lefevre, 1995). این گونه در ایران در منطقه ارسباران و حیران، دامنه‌های جنوبی البرز، بختیاری، سروستان و در نقاط دیگر در کنار نه‌رها و جویبارها به‌صورت خودرو دیده می‌شود (ثابتی، ۱۳۷۳). صنوبر تبریزی یک درخت خزان‌کننده تندرشد است که ارتفاع آن می‌تواند به ۴۰ متر و قطر تنه آن تا ۲ متر برسد. درختان بالغ می‌توانند تا ۱۰۰ سال و حتی در مواردی تا ۴۰۰-۳۰۰ سال به حیات خود ادامه دهند (Praciak *et al.*, 2013). تاج درختی این گونه در وارپته‌ها و کلن‌های مختلف، متفاوت است. پوست آن قهوه‌ای تیره یا سیاه و دارای شکاف‌های متعدد است. برگ‌ها در این گونه از نظر اندازه و شکل متغیر بوده اما برگ‌ها معمولاً سبز و براق هستند (Mitchell, 1974). میوه آن کپسول و شکوفایی آن از دو شکاف صورت می‌گیرد. گل‌ها قبل از رشد شاخه و برگ ظاهر

۸ / ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب

می‌شوند (Vanden Broeck *et al.*, 2003). این گونه می‌تواند به‌صورت زایشی (از طریق بذرهای پراکنده در آب یا باد)، یا رویشی (از طریق قلمه) تولیدمثل کند (Vanden Broeck, 2003). کلن‌ها، وارسته‌ها و هیبریدهای بسیار زیادی از این گونه وجود دارد که طبقه‌بندی آن را مشکل می‌سازد (Šiler *et al.*, 2014). این گونه به‌عنوان یک گونه درختی پیشگام نسبت به خشکسالی و سایه بردبار نیست (Praciak *et al.*, 2013)، ولی تحمل خوبی نسبت به سطوح بالای آب و درجه حرارت بالا در طول تابستان دارد (Šiler *et al.*, 2014). این گونه از نظر اقتصادی گونه درختی بسیار باارزشی است. همچنین به‌عنوان یک ذخیره والد (parent pool) برای برنامه‌های اصلاح نژاد در سراسر اروپا به‌ویژه برای تولید هیبرید صنوبر اورامریکن استفاده می‌شود (Cervera *et al.*, 2001). این گونه در اکوسیستم‌های دشت سیلابی اغلب به‌صورت بادشکن دیده می‌شود، در حاشیه رودخانه‌ها برای کنترل فرسایش، همچنین از نظر خدمات اکوسیستمی نظیر تثبیت خاک و حفاظت از حوزه‌های آبخیز از ارزش اکولوژیکی بالایی برخوردار است (De Rigo *et al.*, 2016; Norris *et al.*, 2008). شکل ۱ تصاویری از اندام‌های رویشی این گونه صنوبر را نشان می‌دهد.

ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب / ۹



شکل ۱. تصاویری از اندام‌های رویشی صنوبر تبریزی
(تنه، گل نر، برگ، کپسول میوه)
(عکس از رفعت‌الله قاسمی)

صنوبر کبوده

این گونه در جنگل‌های ساحلی و رودخانه‌ای اروپای مرکزی و جنوبی یافت می‌شود و سطح وسیعی را از شمال آفریقا تا لهستان و از شبه‌جزیره ایبری تا سبیری غربی و آسیای مرکزی پوشش می‌دهد (Praciak *et al.*, 2013). این گونه از قرن ۱۸ به‌عنوان درخت تولید سایه و زینتی به ایالات متحده وارد شده و اخیراً در بسیاری از قاره‌های دیگر به‌صورت بومی‌شده کشت می‌شود. همچنین، دامنه وسیعی از مدیترانه تا آسیای مرکزی را پوشش می‌دهد (Caudullo & De Rigo, 2016). این گونه به‌صورت خودرو در مناطق گرم معتدله و مدیترانه در امتداد دره‌های رودخانه جایی که دسترسی کافی به آب فراهم باشد حضور دارد. از طرف دیگر، نسبت به شرایط غرقابی تا زیستگاه‌های خشک و از خاک‌های اسیدی تا قلیایی قوی بردبار بوده اما در این رویشگاه‌ها رشد و توسعه آن محدود شده و به‌صورت بوته‌ای می‌باشد (Isebrands & Richardson, 2014). البته در مناطقی با شرایط بهینه که دسترسی خوبی به منابع آبی فراهم باشد همراه با خاکی با بافت خوب و pH خنثی-قلیایی و غنی از مواد مغذی، نرخ رشد بالایی خواهد داشت (Glass & Edgin, 2004). در نقاط استپی ایران این گونه به نام‌های کبوده، سپیدار یا سفیدار کشت می‌شود. صنوبر کبوده یک گونه درختی با اندازه متوسط است که در سنین بالا می‌تواند به ارتفاع ۳۰ متر و قطر ۱ متر برسد، در موارد نادری می‌تواند به ارتفاع ۴۰ متر و طول دوره زندگی ۴۰۰-۳۰۰ سال نیز برسد (Praciak *et al.*, 2013). تاج آن به‌صورت نرمال گسترده و گرد با شاخه‌های بزرگ است. البته در کلن‌ها و واریته‌های متعدد، تاج‌باز و تخم‌مرغی تا تاج مخروطی و باریک دیده می‌شود. در درختان جوان، پوست درخت به رنگ سفید مایل به کرم و در درختان مسن پوست تنه تیره‌تر می‌شود. برگ‌ها متناوب و از نظر

مرفولوژی متغیر با ۳ تا ۵ لوب دنداندار درشت با رنگ سبز تیره براق در سمت بالا و سفید با موهای متراکم در سمت پایین هستند. این گونه به‌مانند سایر صنوبرها دو پایه بوده و گل‌ها قبل از برگ‌ها در اوایل بهار ظاهر می‌شوند (Mitchell, 1974; Praciak *et al.*, 2013). این گونه ریشه‌جوش زیادی تولید کرده و از این طریق می‌تواند تکثیر شود. ریشه‌زایی در قلمه‌های این گونه نسبت به صنوبر تبریزی سخت‌تر و کندتر است. به‌طوری‌که Hansen و Tolsted (۱۹۸۱) این گونه را به‌عنوان یک گونه سخت ریشه‌زا نام برده‌اند. این گونه به‌طور طبیعی می‌تواند با صنوبر لرزان (*P. tremula*) هیبرید ایجاد کند که هیبرید حاصل صنوبری است که از نظر مرفولوژیکی گونه‌ای میانی اما نسبت به والدین خود قدرت بیشتری را نشان می‌دهد (Mitchell, 1974). این گونه و هیبرید آن با صنوبر لرزان برای فرآیند گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده استفاده می‌شوند (Dix *et al.*, 1997). صنوبر کبوده از نظر تجاری گونه مهمی نیست، اما به‌طور وسیع در برنامه‌های اصلاح‌نژاد بین‌گونه‌ای برای وارد کردن صفات باارزش به صنوبرهایی با اهمیت اقتصادی استفاده می‌شود. همچنین، با توجه به بردباری آن به شوری و خاک شنی، در نزدیکی سواحل به‌عنوان بادشکن در برابر بادهای شور و برای تثبیت تپه‌های شنی استفاده می‌شود و در مناطقی با شرایط بحرانی می‌تواند خدمات مهم اکوسیستمی نظیر تثبیت خاک و حفاظت از حوزه‌های آبخیز را ایفا نماید (Caudullo and De Rigo, 2016). شکل ۲ تصاویری از اندام‌های رویشی این گونه صنوبر را نشان می‌دهد.

۱۲ / ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب



شکل ۲. تصاویری از اندام‌های رویشی صنوبر کبوده
(تنه، گل ماده، برگ، کپسول میوه)
(عکس از رفعت‌الله قاسمی)

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب براساس یافته‌های تحقیقاتی

مطالعات انجام‌شده روی عملکرد کمی کلن‌های مختلف صنوبر تبریزی تحت شرایط مطلوب آبیاری در مناطق مختلف کشور نشان داده است که متوسط رویش حجمی سالانه کلن‌های مختلف این گونه صنوبر بین ۱۷ تا ۵۰ مترمکعب در هکتار در سال متغیر است (جدول ۱).

جدول ۱. متوسط رویش حجمی سالانه کلن‌های مختلف صنوبر تبریزی براساس یافته‌های تحقیقاتی

قاسمی و همکاران (۱۳۸۲) ایستگاه تحقیقاتی البرز؛ فاصله کاشت: ۳×۳ متر		نوری و همکاران (۱۳۹۴) ایستگاه مهرگان، کرمانشاه؛ فاصله کاشت: ۳×۳ متر		احمدلو و همکاران (۱۳۹۹) ایستگاه تحقیقاتی البرز؛ فاصله کاشت: ۳×۳ متر	
کلن‌های صنوبر تبریزی ۱۰ ساله	متوسط رویش حجمی سالانه (m ³ /ha/y)	کلن‌های صنوبر تبریزی ۸ ساله	متوسط رویش حجمی سالانه (m ³ /ha/y)	کلن‌های صنوبر تبریزی ۹ ساله	متوسط رویش حجمی سالانه (m ³ /ha/y)
<i>P. nigra</i> "betulifolia"	۳۰/۸۳	<i>P. nigra</i> "betulifolia"	۱۹/۳۴	<i>P. nigra</i> "betulifolia"	۳۵/۶۷
<i>P. nigra</i> "56/32"	۱۹/۲۵	<i>P. nigra</i> "56/32"	۳۸/۵۷	<i>P. nigra</i> "42/51"	۲۹/۶۸
<i>P. nigra</i> "56/33"	۲۸/۰۹	<i>P. nigra</i> "56/52"	۳۸/۳۳	<i>P. nigra</i> "56/53"	۲۷/۰۶
<i>P. nigra</i> "56/72"	۱۷/۹۹	<i>P. nigra</i> "56/72"	۲۶/۳۸	<i>P. nigra</i> "56/72"	۳۰/۹۱
<i>P. nigra</i> "56/75"	۱۷/۷۵	<i>P. nigra</i> "56/75"	۴۹/۷۶	<i>P. nigra</i> "62/127"	۳۲/۱۰
<i>P. nigra</i> "47/3"	۲۴/۸۳	<i>P. nigra</i> "62/149"	۳۸/۱۶	<i>P. nigra</i> "62/149"	۳۱/۵۶
<i>P. nigra</i> "42/53"	۲۴/۶۰	<i>P. nigra</i> "62/154"	۳۴/۳۰	<i>P. nigra</i> "62/154"	۴۰/۷۲
<i>P. nigra</i> "42/78"	۲۳/۰۶	<i>P. nigra</i> "mehregan"	۳۲/۶۸	<i>P. nigra</i> "62/191"	۳۰/۶۹
<i>P. nigra</i> "63/135"	۲۰/۲۱	<i>P. nigra</i> "63/135"	۴۲/۶۶	—	—
<i>P. nigra</i> "49/5"	۲۱/۴۹	—	—	—	—

علیرغم سازگاری خوب صنوبر کبوده با شرایط آب‌وهوایی کشور به‌ویژه در سال‌های اخیر با توجه به تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع آبی، تحقیقات کمی روی عملکرد کمی و کیفی کلن‌های مختلف این گونه در زراعت چوب انجام شده است و در مقایسه با صنوبر تبریزی گزارش‌های منتشرشده کمتری در این زمینه وجود دارد. مطالعه حسامی و اسدی (۱۳۹۵) بر روی شش توده صنوبر کبوده در حاشیه رودخانه زاینده‌رود اصفهان با سن کمتر از ۲۰ سال

نشان داد که متوسط رویش حجمی سالانه این گونه صنوبر از ۱۶/۵۳ تا ۴۷/۲۵ مترمکعب در هکتار در توده‌های مختلف متغیر بود، که این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت شرایط رویشگاهی توده‌ها و فواصل کاشت درختان بود. بزرگمهر و همکاران (۱۳۹۸) نیز با بررسی ۱۰ ساله سازگاری و عملکرد ۱۰ کلن تاج‌بسته از دو گونه تبریزی و کبوده به‌منظور معرفی کلن‌های موفق صنوبر در شمال‌شرق کشور (استان خراسان‌شمالی) نشان دادند که کلن‌های "44/9" *P. alba* و "71/21" (بومی استان) به‌ترتیب با تولید ۴۱/۵ و ۳۴/۵ مترمکعب در هکتار در سال، بیشترین تولید را داشتند و سه کلن صنوبر تبریزی "62/191"، "56/32" *P. nigra* و "62/127" به ترتیب با ۳۲/۸، ۳۲/۶ و ۳۱/۵ مترمکعب در هکتار در سال در گروه دوم قرار گرفتند.

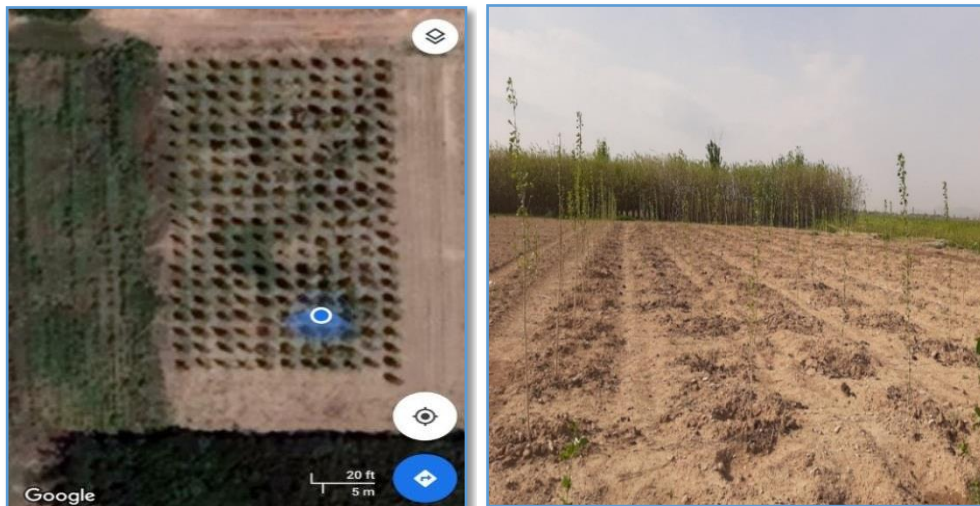
مرور منابع و نتایج تحقیقات انجام‌شده در کشور طی چند دهه گذشته نشان داده است که تحت شرایط نرمال و بهینه آب‌وهوایی در اغلب نقاط کشور (مناطق خارج از شمال) کلن‌های پرمحصول صنوبر تبریزی از نظر عملکرد تولید بر کلن‌های صنوبر کبوده ارجحیت دارند. برای مثال بررسی ۶۷ کلن صنوبر از گونه‌های تبریزی و کبوده بومی موجود در کلکسیون پایه مادری در آذربایجان که در سال ۱۳۴۸ نهال‌های آنها تحت شرایط یکسان کاشته شده بودند، نشان داد که ۱۰ کلن برتر انتخاب‌شده همگی از صنوبر تبریزی بودند (سهیلی‌اصفهانی و فلاح، ۱۳۹۲). قاسمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز با اجرای یک پروژه تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقاتی البرز نشان دادند که صنوبر تبریزی- رقم سالاری ("62/154" *P. nigra*) نسبت به صنوبر کبوده و سایر گونه/کلن‌های موردبررسی عملکرد تولید در هکتار بالاتری داشت. بیات‌کشکولی و همکاران (۱۴۰۰) نیز گزارش کردند که گونه‌های غالب زراعت چوب در استان‌های آذربایجان شرقی، کرمانشاه و اردبیل، صنوبر تبریزی بوده است. در مقابل، باقری و همکاران (۱۳۸۱)، حسامی و

همکاران (۱۳۹۴) و حیدری صفری کوچی و همکاران (۱۳۹۵) به ترتیب در گزارش‌های خود نشان دادند که منطقه زنجان‌رود و در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری صنوبرکاری سنتی با صنوبر کبوده رواج بیشتری دارد. همچنین، یوسفی و مدیررحمتی (۱۳۹۲) با بررسی سازگاری و تولید ارقام مختلف صنوبر تاج‌باز در پوپولتوم مقایسه‌ای سنندج گزارش کردند که گونه‌های تاج‌باز صنوبر از جمله دلتوئیدس، اورامریکن و کبوده به واسطه دارا بودن تاج پراکنده و برگ‌هایی با سطح و وزن بیشتر بهتر از نور خورشید استفاده نموده و اسکلت‌بندی محکم‌تر و تولید زی‌توده بیشتری نسبت به گونه‌های تاج‌بسته صنوبر تبریزی دارند. در مطالعه دیگری سهیلی‌اصفهانی و فلاح (۱۳۹۲) با بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی درختان محلی کبوده و تبریزی در دو توده خالص و آمیخته کاشته‌شده در حاشیه زاینده‌رود نشان دادند که توده خالص کبوده از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی در وضعیت بهتری در مقایسه با توده آمیخته کبوده و تبریزی قرار داشت. درواقع، کاشت صنوبر کبوده به عنوان انتخاب اولیه صنوبرکاران اصفهان در این مطالعه معرفی شد. همچنین، بزرگمهر و همکاران (۱۳۹۸) نیز در مطالعه خود نشان دادند که در استان خراسان‌شمالی عملکرد تولید در هکتار صنوبر کبوده بیشتر از صنوبر تبریزی بود.

به‌طورکلی، مطالعات اندکی به مقایسه عملکرد کمی و کیفی دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب در شرایط مختلف آب‌وهوایی به‌ویژه تحت تنش آبی پرداخته‌اند. از سوی دیگر، در اکثر نقاط کشور نسبت به چند دهه گذشته با تغییرات زیادی از نظر متوسط درجه حرارت و طول دوره گرما در فصل رویش و دسترسی به منابع آبی مواجه شده‌ایم. به تبع تغییرات آب‌وهوایی ایجادشده، سیستم آبیاری از جوی پشته به سیستم آبیاری قطره‌ای تبدیل‌شده، فواصل بین دوره‌های آبیاری افزایش (یکبار در هفته) و مدت زمان آبیاری درختان در هر دور

آبیاری نیز کاهش یافته است. تمامی این عوامل در کنار هم سبب شده است که نیاز آبی درختان به خوبی تأمین نشود و عواقب ثانویه متعددی شامل کاهش رشد، ضعیف شدن گیاه، افزایش ابتلا به آفات و بیماری‌ها و کاهش زنده‌مانی رخ دهد. درواقع، اغلب یافته‌های گزارش‌شده مربوط به عملکرد تولید در هکتار درختان صنوبر تبریزی و کبوده در شرایط بهینه محیطی است که دسترسی کافی به منابع آبی وجود داشته است. با توجه به تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر، محدودیت منابع آبی و تنش آبی در اکثر نقاط کشور، میزان تحمل گونه‌های مختلف صنوبر در برابر تنش‌های آب‌وهوایی ایجادشده و همچنین بردباری آنها به تنش‌های ثانویه متعاقب، حائز اهمیت بوده و باید موردتوجه قرار گیرد.

در ادامه، نتایج مقایسه عملکرد کمی و کیفی دو کلن پرمحصول از دو گونه تبریزی و کبوده پس از چهار سال آمده است. این نتایج حاصل از پروژه تحقیقاتی اجرا شده در ایستگاه تحقیقاتی البرز مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور است. این پروژه در سال ۱۳۹۸ با دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده بر روی زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ مترمربع با فواصل کاشت ۲×۲ متر اجرا شد (شکل ۳). در طول اجرای پروژه، آبیاری عرصه کاشت به‌صورت قطره‌ای با دور آبیاری یکبار در هفته در طی هر فصل رویش انجام شد. در طول چهار سال، دو گونه صنوبر از نظر پارامترهای کمی (قطر، ارتفاع و عملکرد تولید) و کیفی (آفات و بیماری‌ها) مورد پایش و بررسی قرار گرفتند.



شکل ۳. تصویر هوایی و عرصه کاشت صنوبرهای مورد مطالعه در فصل اول رویش

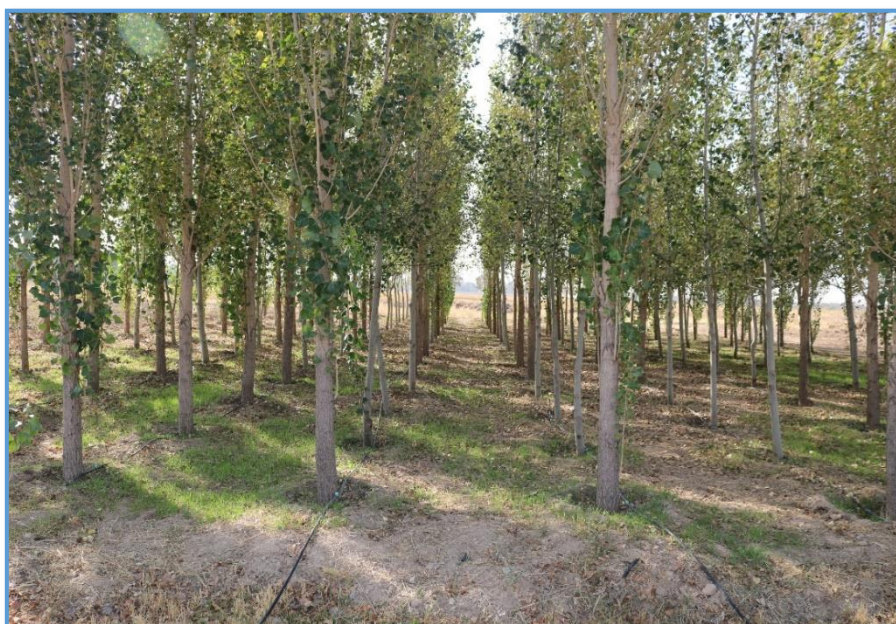
مقایسه عملکرد کمی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله

مقایسه عملکرد کمی درختان صنوبر تبریزی و کبوده طی چهار فصل رویش نشان داد که به طور کلی درختان صنوبر تبریزی به طور معنی داری از نظر متغیرهای رویشی (قطر و ارتفاع) و عملکرد تولید چوب نسبت به درختان صنوبر کبوده از وضعیت بهتری برخوردار بودند. همانطور که نتایج جدول ۲ نشان می دهد در پایان فصل رویش چهارم، متوسط حجم در هکتار درختان صنوبر تبریزی تقریباً دو برابر درختان صنوبر کبوده بود. شکل ۴ نیز عرصه کاشت صنوبرهای مورد مطالعه را در پایان فصل رویش چهارم نشان می دهد.

جدول ۲. مقایسه عملکرد کمی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله

متغیرهای رویشی	قطر برابر سینه (cm)	ارتفاع (m)	حجم در هکتار (m ³ /ha)	متوسط رویش حجمی سالیانه (m ³ /ha/y)
<i>P. nigra</i> "62/154"	۹/۹۶ a	۹/۰۷ a	۸۷/۲۵ a	۱۷/۴۵ a
<i>P. alba</i> "20/45"	۷/۰۸ b	۷/۹۷ b	۴۱/۸۱ b	۸/۳۶ b
<i>P value</i>	**./...	**./...	**./...	**./...

** معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ در هر ستون حروف انگلیسی متفاوت تفاوت معنی‌دار آماری بین دو گونه را نشان می‌دهد.



شکل ۴. عرصه کاشت صنوبرهای مورد مطالعه در پایان فصل رویش چهارم

مقایسه عملکرد کیفی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله

در فصل رویش اول، طغیان آفت خاصی روی درختان صنوبر دو گونه مشاهده نشد. در فصل رویش دوم، مهمترین آفت مشاهده شده بر روی درختان صنوبر تبریزی و کبوده، آفت سنک صنوبر (*Monosteira unicastata*) بود. به طوری که درصد ابتلای درختان صنوبر تبریزی و کبوده به این آفت به ترتیب تقریباً ۴۲ و ۸۰ درصد همراه با تفاوت معنی دار آماری بین دو گونه صنوبر بود. در اواخر این فصل رویش به میزان بسیار کم آفت سوسک چوبخوار صنوبر (*Melanophila picta*) بر روی برخی درختان صنوبر تبریزی و شته مومی (*Phloeomyzus passerinii*) بر روی برخی درختان صنوبر کبوده مشاهده شد. در فصل رویش سوم، مهم ترین آفات مشاهده شده بر روی درختان صنوبر تبریزی شته مومی و شته برگری و با شیوع کمتر آفت سوسک چوبخوار و بر روی درختان صنوبر کبوده شته مومی و سنک بود. در این فصل رویش، تفاوت معنی دار عملکرد کیفی دو گونه از نظر ابتلا به آفت شته مومی بود. به طوری که درصد ابتلای درختان صنوبر تبریزی به آفت شته مومی ۴۲ درصد و درختان صنوبر کبوده ۱۳ درصد بود. در اواخر این فصل رویش، خساراتی بر روی تنه برخی از درختان صنوبر تبریزی ناشی از آفت سوسک چوبخوار صنوبر نیز مشاهده شد. ارزیابی عملکرد کیفی درختان صنوبر دو گونه مورد مطالعه در فصل رویش چهارم نشان داد که در این فصل رویش مهم ترین آفت مشاهده شده بر روی درختان صنوبر تبریزی، سوسک چوبخوار صنوبر (شکل ۵) و بر روی درختان صنوبر کبوده، شته مومی (شکل ۶) بود. به طوری که میزان ابتلای درختان صنوبر تبریزی به آفت سوسک چوبخوار بین ۳۰ تا ۴۰ درصد و میزان ابتلای درختان صنوبر کبوده به آفت شته مومی بین ۲۵ تا ۳۵ درصد بود. مهم ترین آفت درختان صنوبر به ویژه صنوبر تبریزی که سبب خشک شدن قسمتی از ساقه درخت و یا مرگ کامل آن می شود و در نهایت خسارت اقتصادی وارد

۱۲۰ / ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب

می‌کند، آفت سوسک چوبخوار صنوبر است. سایر آفات ذکر شده تأثیر کمتری بر عملکرد تولید در هکتار درختان صنوبر داشته و تنها در شرایط طغیان شدید می‌توانند کاهش متغیرهای رویشی درختان را منجر شوند. در مطالعات متعدد نیز آفت سوسک چوبخوار به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آفات درختان صنوبر بیان شده است (باب‌مراد و زینالی، ۱۴۰۱). همانطور که نتایج نشان می‌دهد درختان صنوبر کبوده از نظر ابتلا به آفت سوسک چوبخوار که خسارت اقتصادی به درخت وارد می‌کند، بسیار مقاوم‌تر از درختان صنوبر تبریزی بودند و تا پایان فصل رویش چهارم آسیبی از نظر ابتلا به این نوع آفت بر روی درختان صنوبر کبوده مشاهده نشد. درواقع، مرفولوژی پوست تنه درختان صنوبر کبوده اجازه حمله و طغیان آفت سوسک چوبخوار را بر روی این درختان نمی‌دهد. در مقابل، در صنوبر تبریزی با توجه به شکاف‌های عمیق در پوست تنه، درختی که تحت تأثیر تنش‌های محیطی ضعیف شود به سرعت به این آفت مبتلا می‌شود.



شکل ۵. ابتلای درختان صنوبر تبریزی به آفت سوسک چوبخوار



شکل ۶. ابتلای درختان صنوبر کبوده به آفت شته مومی

تأثیر تنش آبی بر زنده‌مانی و عملکرد کمی و کیفی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله

همانطور که ذکر شد آبیاری عرصه کاشت مورد مطالعه در طول چهار فصل رویش به صورت قطره‌ای با دور آبیاری یکبار در هفته انجام شد. مشاهدات و ارزیابی ماهیانه عرصه کاشت صنوبرها نشان داد که این دور آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای در فصل‌های رویش اول و دوم برای درختان صنوبر دو گونه مناسب بود و نیاز آبی درختان را تا پایان فصل رویش دوم تأمین کرد. با توجه به مشاهده کاهش میزان رویش، خشکیدگی و ابتلا به آفت سوسک چوبخوار صنوبر (دلیل اصلی حضور این آفت، ضعیف شدن درخت ناشی از آبیاری ناکافی است) بر روی

درختان صنوبر تبریزی و کاهش میزان رویش و ابتلا به آفت شته‌مومی در برخی درختان صنوبر کبوده در فصل‌های رویش سوم و به‌ویژه چهارم با شدت بیشتر و با توجه به اینکه تنش خشکی و کیفیت آب دلیل اصلی تغییرات فرایندهای فیزیولوژی درخت و رشد آن عنوان شده است (Al-Mefarrej, 2013)، می‌توان گفت که با افزایش سن درختان و بالا رفتن نیاز آبی آنها، میزان آبیاری انجام‌شده (یکبار در هفته) برای صنوبرهای مورد مطالعه کافی و مناسب نبوده است. درواقع، به‌علت گرمای شدید هوا در برخی از ماه‌های فصل رویش (تیر و مرداد و نیمه اول شهریورماه) از یک‌سو و ناکافی بودن میزان آبیاری درختان (یکبار در هفته) از سوی دیگر، درختان صنوبر دو گونه در برخی از ماه‌های فصل رویش دچار تنش آبی شده‌اند. تنش آبی ایجادشده اگرچه ناخواسته در اثر خشکسالی‌های اخیر و محدودیت منابع آبی باعث صدمه به تعدادی از درختان صنوبر شد، اما محک مناسبی برای سنجش میزان تحمل دو گونه صنوبر در برابر تنش آبی و همچنین تأثیر تنش ثانویه حمله آفات به‌واسطه ضعف درختان در اثر کم‌آبی بود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در اثر تنش آبی، تعدادی از درختان صنوبر تبریزی دچار خشکیدگی شدند، به‌طوری‌که درصد زنده‌مانی درختان صنوبر تبریزی تا پایان فصل رویش چهارم به ۸۹/۷۸ درصد کاهش یافت. در مقابل، تنش آبی بر زنده‌مانی درختان صنوبر کبوده تأثیر چندانی نداشت و در پایان فصل رویش چهارم، درصد زنده‌مانی درختان صنوبر کبوده ۹۸/۸۰ درصد بود. همان‌طور که شکل ۷ نیز نشان می‌دهد در عرصه کاشت مورد مطالعه در دو ردیف کنار هم، درختان صنوبر تبریزی تحت تنش آبی دچار خشکیدگی شدند، ولی در درختان صنوبر کبوده فقط میزان رویش در درختان دچار تنش آبی کاهش یافت. نتایج مقایسه عملکرد کمی درختان صنوبر تبریزی و کبوده چهار ساله نشان داد، با وجود تنش آبی ایجادشده

در فصل‌های رویش سوم و چهارم، همچنان درختان صنوبر تبریزی عملکرد تولید در هکتار بالاتری نسبت به درختان صنوبر کبوده داشتند (جدول ۲)، البته شایان ذکر است که مشاهدات عرصه‌ای نشان داد که در هر دو گونه عملکرد کمی درختان متأثر از تنش آبی کاهش یافت. احمدلو و همکاران (۱۳۹۹) نیز در مطالعه خود نشان دادند که رقم صنوبر سالاری (*P. nigra*) "62/154" رشد خوبی داشته و در آزمایش‌های سازگاری مناطق مختلف کشور همواره عملکرد قابل‌ملاحظه‌ای داشته است، اما به تنش‌های آبی حساسیت نشان می‌دهد و در مقابل بی‌نظمی‌های آبیاری آسیب‌پذیر است. تحت تأثیر تنش آبی ایجادشده، عملکرد کیفی درختان صنوبر تبریزی با ابتلا به آفت سوسک چوبخوار که خسارت اقتصادی به درخت صنوبر وارد می‌کند، به شدت کاهش یافت. به‌طوری‌که تنش آبی موجب ضعیف شدن درختان صنوبر تبریزی، مساعد شدن شرایط برای ابتلا به آفت چوبخوار و حتی خشک شدن برخی از درختان آفت‌زده شد. در مقابل، تأثیر ثانویه تنش آبی بر درختان صنوبر کبوده با ابتلای درختان به آفت شته‌مومی همراه بود. این امر نشان می‌دهد که درختان صنوبر کبوده از نظر ابتلا به آفت سوسک چوبخوار که خسارت اقتصادی به درخت وارد می‌کند، بسیار مقاوم‌تر از درختان صنوبر تبریزی می‌باشند. مطابق با نتایج حاضر نیز گودرزی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که کلن‌های بومی صنوبر کبوده نسبت به گونه و یا کلن‌های صنوبر دیگر وضعیت رشدی متوسطی داشتند، ولی مقاومت آنها نسبت به آفات بیشتر بود که از این نظر نسبت به گونه‌های دیگر برتری داشتند. باقری و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که صنوبر کبوده "44/9" *P. alba* از شرایط کم‌آبی کمتر متأثر شده که این امر می‌تواند برای انتخاب این گونه در شرایط غیرایده‌آل و دارای محدودیت‌های حجم و زمان آبیاری موردتوجه قرار گیرد.



شکل ۷. تأثیر تنش آبی بر درختان صنوبر تبریزی و کبوده در دو ردیف کنار هم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یافته‌های پژوهش پیش‌رو نشان داد که با دور آبیاری یکبار در هفته با روش آبیاری قطره‌ای تعدادی از درختان صنوبر تبریزی- رقم سالاری در اثر تنش آبی دچار خشکیدگی شدند و تعدادی دیگر از درختان در اثر ابتلا به آفت سوسک چوبخوار آسیب شدید دیدند. از آنجایی که

برای رسیدن به تولید چوب قابل قبول نیاز است درختان صنوبر تبریزی حداقل تا پایان یک دوره بهره‌برداری ۶ تا ۸ ساله در عرصه باقی بمانند، با توجه به کافی نبودن میزان آبیاری و همچنین بالا رفتن نیاز آبی درختان با افزایش سن، در سال‌های آتی مسلماً تعداد بیشتری از درختان صنوبر تبریزی دچار خشکیدگی و آسیب خواهند شد و همین امر عملکرد کمی درختان صنوبر تبریزی را تا پایان دوره بهره‌برداری به شدت کاهش خواهد داد. بنابراین در شرایط حاضر برای این رقم صنوبر با سیستم آبیاری قطره‌ای، دور آبیاری حداقل پنج روز یکبار برای ماه‌های گرم سال (تیر، مرداد و نیمه اول شهریور ماه) پیشنهاد می‌شود. در مقابل، یافته‌های بدست آمده در مورد صنوبر کبوده نشان داد که دور آبیاری یکبار در هفته با سیستم آبیاری قطره‌ای فقط منجر به کاهش میزان رویش و ابتلا به آفت شته‌مومی در برخی درختان متأثر از تنش آبی شد. اگرچه آسیب‌پذیری درختان صنوبر کبوده از شرایط آبیاری موجود به شدت کمتر از درختان صنوبر تبریزی بود، ولی برای رسیدن به تولید در هکتار حداکثری در این گونه نیز در سیستم آبیاری قطره‌ای دور آبیاری حداقل شش روز یکبار برای ماه‌های گرم سال (تیر، مرداد و نیمه اول شهریور ماه) توصیه می‌شود.

با توجه به این که در دهه‌های اخیر با تغییرات اقلیمی ایجاد شده، با افزایش دما و طول دوره گرما در برخی از ماه‌های فصل رویش از یک سو و کاهش سطح منابع آبی کشور از سوی دیگر مواجه شده‌ایم و تنش آبی در اکثر مناطق کشور مشهود است و همچنین از طرف دیگر، زراعت چوب و کشت و کار با گونه‌های تندرشد چوبده وابستگی زیادی به منابع آبی داشته و ایجاد تنش آبی با تأثیرات اولیه و ثانویه می‌تواند موفقیت چنین کشت و کارهایی را تهدید کند، ضرورت دارد که انتخاب گونه و کلن‌های پرمحصول آن گونه با توجه به شرایط حاکم بر منطقه و همچنین با توجه به میزان دسترسی به منابع آبی موجود باشد. بنابراین با توجه به یافته‌های پژوهش

پیش‌رو، در مناطق نیمه‌خشک کشور تحت شرایط بهینه آبیاری ذکرشده در مناطقی که منبع آبی مطمئن تا پایان دوره بهره‌برداری وجود دارد، کلن‌های پرمحصول صنوبر تبریزی بر صنوبر کبوده ارجح می‌باشند، ولی در صورتی که دسترسی کافی به منابع آبی وجود ندارد و پیش‌بینی می‌شود که در برخی از ماه‌های فصل رویش دوره‌های آبیاری طولانی‌تر شود، کلن‌های پرمحصول صنوبر کبوده به صنوبر تبریزی به دلیل زنده‌مانی بهتر و مقاومت بیشتر نسبت به آفات خسارت‌زای اقتصادی (آفت سوسک چوبخوار) ارجحیت دارند. لذا کشاورز و صنوبرکار با توجه به شرایط زمین تحت کشت لازم است به انتخاب کلن‌های پرمحصول گونه صنوبر مبادرت ورزد. از آنجایی که توسعه صنوبرکاری‌ها و افزایش بازدهی آنها در گرو بررسی‌های چندجانبه اکولوژیکی، به‌زراعی، به‌نژادی و همچنین مدیریت آفات و بیماری‌ها است، همچنین با توجه به تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های اخیر در کشور، توصیه می‌شود که در گزینش کلن‌های پرمحصول هر گونه صنوبر، یکی از معیارهای موردنظر میزان تحمل در برابر تنش‌های محیطی به ویژه تنش کم‌آبی باشد.

منابع

- احمدلو، ف.، قاسمی، ر.، کلاگری، م.، صالحی، آ.، ۱۳۹۹. پدیده‌شناسختی و ویژگی‌های رویشی و ریخت‌شناسی هشت کلن صنوبر نیگرا در ایستگاه تحقیقاتی البرزکرج. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۸: ۳۰-۴۳.
- اسدی، ف.، ۱۳۹۸. مبانی زراعت چوب صنوبر. ناشر: موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۲۴۲ صفحه.
- باب‌مراد، م.، زینالی، س.، ۱۴۰۱. بررسی فون بندپایان زیان‌آور و مفید گونه‌های صنوبر در استان‌های تهران و البرز. طبیعت ایران، ۵: ۶۳-۷۸.
- باقری، ر.، قاسمی، ر.، کلاگری، م.، مریخ، ف.، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری در عملکرد ارقام برتر صنوبر. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰: ۳۵۷-۳۶۹.
- باقری، ر.، نمیرانیان، م.، زبیری، م.، مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۸۱. تهیه جدول حجم صنوبرهای بومی منطقه زنجان‌رود. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۹: ۱-۳۶.
- بیات‌کشکولی، ع.، عزیزی، م.، فائزی‌پور، م.، ۱۴۰۰. بررسی و تحلیل کمی وضعیت صنوبرکاری چهار استان کشور (مطالعه موردی استان‌های آذربایجان شرقی، کرمانشاه و زنجان و اردبیل. صنایع چوب و کاغذ ایران، ۱۲: ۳۷۵-۳۸۹.
- ثابتی، ح. ا.، ۱۳۷۳. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه یزد، ۸۷۶ صفحه.
- حسامی، س.م.، اسدی، ف.، ۱۳۹۵. اثر تغییرات صفات رویشی کبوده (*Populus alba* L.) بر تولید چوب در حاشیه رودخانه زاینده‌رود اصفهان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۴: ۵۲۰-۵۲۸.
- حیدری صفری کوچی، ا.، ایرانمنش، ی.، رستمی‌شاهراجی، ت.، ۱۳۹۵. اندوخته کربن روی زمینی و خاک کبوده در فاصله کاشت‌های مختلف در استان چهارمحال و بختیاری. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۴: ۲۰۰-۲۱۳.

۱۲۸ / ارزیابی کمی و کیفی عملکرد دو گونه صنوبر تبریزی و کبوده در زراعت چوب

سهیلی اصفهانی، س.، فلاح، ا.، ۱۳۹۲. بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی درختان کبوده شیرازی و تبریزی در توده‌های دست کاشت غرب استان اصفهان. جنگل و فراورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷: ۲۳۳-۲۴۴.

صالحی، آ.، ۱۴۰۱. امکان‌سنجی و ترویج استفاده از فاضلاب در زراعت چوب. نشریه فنی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۲۷ صفحه.

صالحی، آ.، کلاگری، م.، احمدلو، ف.، ۱۳۹۷. تأثیر ویژگی‌های خاک بر رشد درختان تبریزی (*Populus nigra*) سه ساله در جنوب تهران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۶: ۳۴۴-۳۵۴.

قاسمی، ر.، مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۸۲. آزمایش سازگاری و بررسی میزان تولید چوب کلن‌های مختلف صنوبر (کلن‌های تاج‌بسته) در منطقه کرج. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۱: ۳۵۹-۳۹۰.

قاسمی، ر.، مدیررحمتی، ع.ر.، باقری، ر.، کلاگری، م.، اسدی، ف.، ۱۳۹۳. بررسی فنولوژی، مرفولوژی و مشخصه‌های رویشی ارقام صنوبر در کلکسیون پایه مادری. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. ۱۰۰ صفحه.

کلاگری، م.، میرآخورلو، خ.، صالحی، آ.، احمدلو، ف.، تیموری، س.، جعفری، ا.، اسکندری، س.، باقری، ر.، عراقی، م.ک.، خدایی، م.ب.، قاسمی، ر.، ۱۴۰۱. اجرای برنامه ملی توسعه زراعت چوب ضرورتی برای حفاظت جنگل‌ها و تأمین مواد اولیه چوبی کشور. طبیعت ایران. ۷: ۹-۱۹.

گودرزی، غ.ر.، مدیر رحمتی، ع.ر.، احمدلو، ف.، ۱۳۹۲. بررسی سازگاری کلن‌های صنوبر تاج‌باز در استان مرکزی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱: ۲۵۶-۲۶۷.

مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۹۵. توسعه زراعت چوب ضرورتی اجتناب‌ناپذیر و حیاتی برای کشور. طبیعت ایران، ۱۴: ۱-۲۱.

نوری، ف.ع.، خداکرمی، ی.، مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۹۴. مقایسه مشخصات رویشی و چوب تولیدی ۱۰ کلن صنوبر تاج‌بسته در دوره دوم بهره‌برداری. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۳: ۱۳۴-۱۴۲.

یوسفی، ب.، مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۹۲. بررسی سازگاری و تولید ارقام مختلف صنوبر تاج‌باز در پوپولتوم

مقایسه‌ای سنندج. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱: ۱۷-۲۹.

- Al-Mefarrej, H.A. 2013. Growth characteristics and some wood quality of *Tamarix aphylla* seedlings irrigated with primary treated wastewater under drought stress. *Asian Journal of Plant Sciences*, 12: 109-118.
- Cagelli, L. and Lefevre, F. 1995. The conservation of *Populus nigra* and gene flow with cultivated poplars in Europe, *Forest Genetics*, 2: 135-144.
- Caudullo, G. and De Rigo, D. 2016. *Populus alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European atlas of forest tree species*, pp. 134-135.
- Cervera, M.T., Storme, V., Ivens, B., Gusmao, J., Liu, B.H., Hostyn, V., Van Slycken, J., Van Montagu, M. and Boerjan, W. 2001. Dense genetic linkage maps of three *Populus* species (*Populus deltoides*, *P. nigra* and *P. trichocarpa*) based on AFLP and microsatellite markers. *Genetics*, 158: 787-809.
- De Rigo, D., Enescu, C.M., Houston Durrant, T. and Caudullo, G. 2016. *Populus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European atlas of forest tree species*, pp.136-137.
- Dix, M.E.N., Klopfenstein, B., Zhang, J.W., Workman, S.W. and Kim, M.S. 1997. Micropropagation, genetic engineering, and molecular biology of *Populus*, N.B. Klopfenstein, et al., eds. (U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1997), vol. RM-GTR-297 of Rocky Mountain Forest & Range Exp. Station: General Technical Reports (RM-GTR), pp. 206-211.
- Eckenwalder, J. E. 1996. Systematics and evolution of *Populus*, in *Biology of Populus*. Eds. Stettler, R. F., Heilman, J. P. E., Hinckley, T.M. (Ottawa, Canada: National Research Council of Canada Research Press), 7-32.
- Glass, W. and Edgin, B. 2004. White poplar (*Populus alba* L.), *Vegetation Management Guideline*, vol. 1, n. 25.
- Hansen, E.A. and Tolsted, D.N. 1981. Effect of cutting and stem or branch position on establishment of a difficult-to-root clone of a *Populus alba* hybrid. *Canadian Journal of Forests Research*, 11: 723-727.
- Herpka, I. 1986. A survey of development and possibilities of growing: natural forests of poplars and willows, *Poplars and Willows in Yugoslavia*. Poplar Research Institute, Novi Sad, 21-36.
- Imbert, E. and Lefevre, F. 2003. Dispersal and gene flow of *Populus nigra* (Salicaceae) along a dynamic river system. *Journal of Ecology*, 91: 447.
- Isebrands, J.G. and Richardson, J. 2014. *Poplars and Willows. Trees for Society and the Environment*. CAB International and FAO, Rome.
- Mitchell, A. F. 1974. *A field guide to the trees of Britain and northern Europe*. Published by Collins.
- Norris, J.E., Di Iorio, A., Stokes, A., Nicoll, B.C. and Achim, A. 2008. Slope Stability and Erosion Control: Ecotechnological Solutions, J. E. Norris, et al., eds. (Springer Netherlands, 2008). pp. 167-210.

- Praciak, A. *et al.*, 2013. The CABI encyclopedia of forest trees. CABI, Oxfordshire, UK.
- Salehi, A., Calagari, M., Ahmadloo, F., Sayadi, M.H.J. and Tafazoli, M., 2022. Productivity of *Populus nigra* L. in two different soils over five rotations. *Acta Ecologica Sinica*, 42(4): 332-337.
- Šiler, B., *et al.*, 2014. Variability of European black poplar (*Populus nigra*) in the Danube Basin, Tech. rep.
- Sixto, H., Grau, J.M., Alba, N. and Alia, R. 2005. Response to sodium chloride in different species and clones of genus *Populus* L. *Forestry*, 78(1): 93-104.
- Sterck, L., Rombauts, S., Jansson, S., Sterky, F., Rouzé, P. and Van de Peer, Y. 2005. EST data suggest that poplar is an ancient polyploid, *New Phytologist*, 167(1): 165-170.
- Vanden Broeck, A., Cox, K., Quataert, P., Van Bockstaele, E. and Van Slycken, J. 2003. Flowering phenology of *Populus nigra* L., *P. nigra* cv. *italica* and *P. x canadensis* Moench. and the potential for natural hybridisation in Belgium. *Silvae genetica*, 52(5-6): 280-283.
- Vanden Broek, A. 2003. Technical guidelines for genetic conservation and use of European black poplar (*Populus nigra*). Publisher: International Plant Genetic Resources Institute.
- Zhang, Y.H., Tian, Y., Ding, S.H., Lv, Y., Samjhana, W. and Fang, S.Z. 2020. Growth, carbon storage, and optimal rotation in poplar plantations: a case study on clone and planting spacing effects. *Forests*, 11(8): 842.