

عین‌اله روحی مقدم^{۱*}، عزت‌اله ابراهیمی^۲، سیدمحسن حسینی^۳، احمد رحمانی^۴ و مسعود طبری^۳

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، دانشگاه زابل، پست الکترونیک: rouhimoghaddam@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد جنگل، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران.

۳- دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس.

۴- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۱

تاریخ دریافت: ۸۶/۶/۱

چکیده

هدف از این مطالعه، مقایسه جنگل‌کاریهای خالص و آمیخته بلندمازو با بعضی از گونه‌های همراه در جنگلهای شمال کشور (در ایستگاه تحقیقاتی چمستان) و معرفی بهترین ترکیب جنگل‌کاری برای توسعه و احیاء جنگلهای بلوط شمال بوده است. به‌همین منظور طرح این پژوهش در سال ۱۳۷۳ با کشت آزمایشی بلندمازو به‌صورت خالص و آمیخته به نسبت ۵۰ درصد به ۵۰ درصد با هر یک از گونه‌های آزاد، پلت، داغداغان و ممرز در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان اجرا شد. ابعاد این کرتها ۲۵×۲۵ متر با فاصله کاشت ۱×۱ متر می‌باشد. برای آماربرداری، دو ردیف کاشت بیرونی به‌علت اثرهای حاشیه‌ای حذف گردیده و درختان موجود در بقیه ردیفها برای ثبت ویژگیهای رویشی به‌صورت صددرصد مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. از آزمونهای تجزیه واریانس یک طرفه و توکی برای مقایسه ترکیبهای مختلف آمیختگی استفاده گردید. نتایج این طرح تاکنون نشان داده که درختان بلندمازو وضعیت رویشی بهتری در جنگل‌کاریهای آمیخته با گونه‌های ممرز (از نظر مشخصه‌های زنده‌مانی، قطر برابر سینه و ضریب قدکشیدگی) و آزاد (از نظر مشخصه‌های ارتفاع کل و ارتفاع هرس) داشته‌اند، درحالی‌که در جنگل‌کاری آمیخته با گونه پلت وضعیت رویشی نامطلوب‌تری نسبت به جنگل‌کاری خالص نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری خالص و آمیخته، رویش، گونه‌های همراه، بلندمازو.

مقدمه

از اراضی جنگلی باقی‌مانده، محدودتر می‌گردد. متعاقب آن در طول چند سال گذشته، تمایل به اجرای طرحهای جنگل‌کاری و احیاء با گونه‌های بومی به‌عنوان راهکاری برای ارتقاء بازارهای چوب و همچنین راهکاری برای جلوگیری از بهره‌برداریهای بی‌رویه از منابع طبیعی رو به فزونی نهاده است (Piotto et al., 2004). جنگل‌کاریها موجب تأمین تولیدات محسوس (از طریق افزایش تولید چوب صنعتی و چوب سوخت، علوفه و محصولات دیگر) و نامحسوس (ترسیب کربن، تعادل هیدرولوژیکی، احیاء و حاصل‌خیزی خاک و پایداری شیپها) می‌شوند

مناطق جنگل‌کاری شده ۱۰٪ از جنگلهای دنیا را تشکیل می‌دهند و ۳۷٪ از چوب‌آلات مورد نیاز جهان را تأمین می‌نمایند. در عین حال که وسعت جنگل‌کاریها توسعه می‌یابد، جوامع محلی توجه خود را به‌سمت گونه‌های بومی مناسب برای کاشت در جنگل‌کاریها معطوف ساخته‌اند (Petit & Montagnini, 2004). تأمین چوب‌آلات با ارزش در سطح جهان به‌دلیل بهره‌برداری بیش از حد از این منابع (Lugo, 1991; Augusto et al., 2002)، تبدیل و تغییر کاربری جنگلها و افزایش حمایت

متنوع نه تنها محصولات متنوعی را عرضه می‌دارد، بلکه چرخه غذایی پایدار را نیز ممکن می‌سازد (Montagnini, 2003; Semwal et al., 2000). جنگل‌کاریهای آمیخته از گونه‌های بومی بیشتر به مدیریت پایدار کمک می‌نمایند (Piotto et al., 2004) و گونه‌های بومی منبعی برای تنوع تولید در جنگل‌داری هستند (Haggard et al., 1998, Cusack & Montagnini, 2004). آمیختگی‌ها می‌توانند به صورت پایه‌ای (آمیختگی در درون ردیفها)، ردیفی (هر ردیف متشکل از یک گونه) و یا لکه‌ای (گروهی) باشند (FAO, 1992). در حقیقت شناخت بهترین ترکیب آمیختگی می‌تواند خط‌مشی جنگل‌کاری را به سوی بهترین گزینه‌ها سوق دهد.

اگرچه افزایش قدرت تولید در جنگل‌کاریهای آمیخته در مطالعات متعددی در مناطق گرمسیری و معتدله به اثبات رسیده است، اما جمع‌بندی چنین مطالعاتی مشکل و پیچیده به نظر می‌رسد و حاکی از آن است که طرح جنگل‌کاری و تطبیق مناسب گونه و رویشگاه و انتخاب گونه‌های مکمل و در نظر داشتن ملاحظات اکولوژیکی و جنگل‌شناسی، به طور قابل ملاحظه‌ای در باروری جنگل‌کاریهای آمیخته تأثیرگذار است (FAO, 1992; Wormald, 1992; Piotto et al., 2004).

جنگلهای هیرکانی یا شمال ایران ۱/۸۵ میلیون هکتار وسعت دارد که حدود ۱۵٪ از سطح کل جنگلها و ۱/۱٪ از مساحت کشور را به خود اختصاص می‌دهد (ثاقب طالبی و همکاران، ۱۳۸۳). گونه بلندمازو با نام علمی *Quercus castaneifolia* C. A. Mey. از مهمترین گونه‌های صنعتی (ثابتی، ۱۳۷۴) جنگلهای خزری است که خاص شمال ایران و قفقاز می‌باشد (جوانشیر، ۱۳۷۲). این گونه به دلیل داشتن دامنه اکولوژیک گسترده و سازگاری مناسب با شرایط اقلیمی و خاکی بسیاری از مناطق خزری (ثابتی، ۱۳۷۴) و همچنین با توجه به ارزش زیاد اقتصادی و زیست‌محیطی آن به عنوان یکی از بهترین گونه‌های بومی برای جنگل‌کاری و احیای مناطق مخروطه در ایران

(Montagnini & Porras, 1998; Maikhuri et al., 2000; Swamy et al., 2004).

بیشتر جنگل‌کاریهای صنعتی تک‌کشتی هستند که این موضوع پایداری رشد و اثرهای آنها را بر اکوسیستم زیر سؤال می‌برد (Khanna, 1997). برای گونه‌های بومی، به نظر می‌رسد کشت آمیخته به لحاظ ارائه طیف وسیعی از خدمات نظیر تولید، حمایت، حفظ تنوع زیستی و اصلاح و احیای اراضی مخروطه مناسب‌ترین گزینه باشد (Keenan et al., 1995; Brockway, 1998; Parrotta & Knowles, 1999; Genda et al., 2000; Kaya & Raynal, 2001; Piotto et al., 2004; Balendier et al., 2005; Jogiste et al., 2005; Montagnini et al., 2005). جنگل‌کاریهای آمیخته به علت کاهش وجود رقابت در میان افراد و استفاده صحیح از رویشگاه، زی‌توده بیشتری در واحد سطح تولید می‌نمایند (Montagnini et al., 1995). ریشه‌های گونه‌های مختلف به لایه‌های متفاوت خاک نفوذ پیدا می‌کنند و در این صورت به طور کامل‌تری از منابع آبی و خاکی بهره می‌گیرند (Lamb & Lawrence, 1993). در جنگل‌کاریهای آمیخته انرژی خورشیدی زیادتری مورد استفاده قرار می‌گیرد، چرا که گونه‌های مختلف نیازهای نوری متفاوتی دارند و تاج آنها به طور وسیعی در ساختار عمودی پراکنش می‌یابد (Guariguata et al., 1995). جنگل‌کاریهای آمیخته ابزار سودمندی برای ذخیره‌سازی رویشگاه هستند، چرا که موجب اصلاح و بهبودی رویشگاه‌های خرد برای برآورده نمودن بهتر نیازهای نونهالهای درختان می‌شوند (Guariguata et al., 1995; Petit & Montagnini, 2004). آمیختگی گونه‌ها خطر از بین رفتن کل محصول را که ناشی از شیوع آفات و بیماریهایی که مختص یک گونه می‌باشد، تعدیل می‌کند (Montagnini et al., 1995). رشد درختان چیره در جنگل‌کاریهای آمیخته نسبت به خالص سریع‌تر است و جنگل‌کاریهای آمیخته تولید حجم و زی‌توده بیشتری در مقایسه با توده‌های خالص دارند (Montagnini & Porras, 1998; Montagnini, 2000). یک جامعه درختی

علاوه بر کسب موفقیت از صرف هزینه‌های بی‌مورد و اتلاف وقت جلوگیری نمود.

این تحقیق در یکی از طرحهای مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تحت عنوان "کشت خالص و آمیخته بلوط بلندمازو با گونه‌های بومی جنگل‌های شمال" انجام گردیده است. این طرح در سال ۱۳۷۳ و در اراضی ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان که یکی از مهمترین رویشگاه‌های بلوط در منطقه می‌باشد، توسط ابراهیمی (۱۳۸۵) به اجرا درآمد. در این تحقیق تأثیر آمیختگی بلندمازو با ۴ گونه از درختان بومی جنگل‌های خزری شامل آزاد (*Zelkova carpinifolia* Pall.)، پلت (*Acer velutinum* Bioss. et Buhse)، ممرز (*Celtis australis* L.) و داغداغان (*Carpinus betulus* L.) بر ویژگیهای رویشی بلندمازو مورد مطالعه قرار گرفت. در این پژوهش پاسخگویی به سؤال اصلی زیر مورد توجه بوده است: وضعیت کمی و کیفی مشخصه‌های جنگل‌شناسی از قبیل رویش، تولید چوب و کیفیت فرم درختان در توده خالص و آمیخته چه وضعیتی دارد و در کدام یک بهتر است؟

مواد و روشها

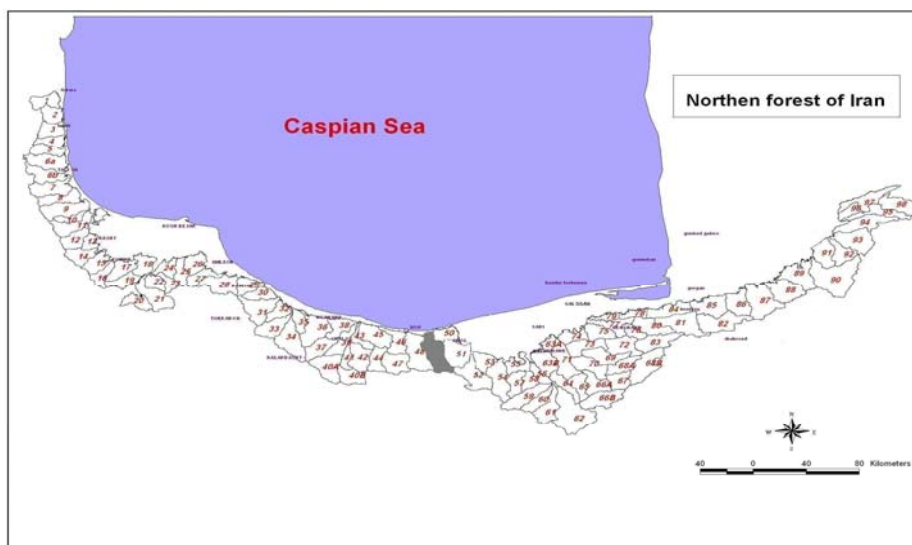
منطقه مورد مطالعه

منطقه اجرای طرح اراضی ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان (کیلومتر ۱۲ جاده نور به چمستان) می‌باشد که در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی (شکل ۱) واقع است. ارتفاع آن از سطح دریا از ۷۰ تا ۱۵۰ متر و شیب آن از صفر تا ۳ درصد متغیر است.

محسوب می‌گردد (جلالی و حسینی، ۱۳۷۹؛ میرکاظمی، ۱۳۸۰).

تغذیه از بذرها و چرای نهالها (Wittwer *et al.*, 2004; Langbein, 1997; Palmer *et al.*, 1990). خطر سرمازدگی، خطر غرقابی شدن نهالها، سطوح کم نور طبقات زیرین تاج‌پوشش، رشد کند نهالها به‌ویژه در سالهای اول، رقابت رطوبتی شدید علفهای هرز و کاشت در زیراشکوب سوزنی‌برگان (Kirby & May, 1989; Humphrey & Swaine, 1997) و کمبود عوامل پخش‌کننده بذر (Truscott *et al.*, 2004) از جمله عوامل مؤثر در مشکلات زادآوری بلوطها هستند و بقاء آنها را مورد تهدید قرار می‌دهند (Watt, 1919; Linhart & Whelan, 1980; Thadani & Ashton, 1995; Larsen & Johnson, 1998; Gardiner & Hodges, 1998). این رو، امکان حفظ و توسعه بلوطها از طریق زادآوری طبیعی محدود می‌گردد (مهاجر، ۱۳۷۸؛ میرکاظمی، ۱۳۷۶). از طرفی، بلوطها می‌توانند به‌صورت جنگل‌کاریهای خالص یا آمیخته در اراضی بایر یا در مناطق عاری از پوشش جنگلی استقرار یابند (Johnson *et al.*, 2002).

با توجه به بهره‌برداری شدید بلوط از دیرباز تاکنون در جنگل‌های شمال کشور (مروی مهاجر، ۱۳۶۳؛ پارساپژوه، ۱۳۷۳؛ رسانه و همکاران، ۱۳۸۰) و همچنین با توجه به مشکلات زادآوری و اهمیت این گونه در جنگل‌کاریها، به‌نظر می‌رسد اصولی‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای دستیابی به روشهای احیای بلوط و سایر گونه‌ها، اجرای طرحهای تحقیقاتی در زمینه‌های مربوطه (پارساپژوه، ۱۳۷۳) و استفاده از نتایج حاصل باشد و تنها از این طریق می‌توان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در میان حوضه‌های آبخیز جنگلهای شمال کشور

گردیدند. نحوه آمیختگی به صورت پایه‌ای (در داخل ردیفها) بوده است.

روش آماربرداری

در این مطالعه به منظور حذف عوامل حاشیه‌ای، دو ردیف کاشت بیرونی کنار گذاشته شد و بقیه درختان موجود با آماربرداری صددرصد مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. مشخصه‌های رویشی شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل درختان و ارتفاع هرس اندازه‌گیری و ثبت شدند و مشخصه‌های درصد زنده‌مانی، ضریب قدکشیدگی، قطر غالب، ارتفاع غالب و رویه‌زمینی مورد محاسبه قرار گرفتند.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS 12 شده و در اولین مرحله نرمال بودن آنها با استفاده از آزمون Kolmogrov-Smirnov بررسی گردید. همگنی واریانس داده‌ها با آزمون Leven آزمون گردید. داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس (ANOVA) مورد مقایسه کلی قرار گرفتند و برای مقایسه چندگانه با توجه به همگنی واریانس و نرمال بودن داده‌ها،

آب و هوای منطقه معتدل و مرطوب است. متوسط درجه حرارت سالانه $15/8$ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالیانه 840 میلی‌متر و متوسط تعداد روزهای بارندگی در طول سال 84 روز می‌باشد. حداقل و حداکثر مطلق دمای هوا، به ترتیب 36 و $-8/5$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط رطوبت نسبی 78 درصد و تعداد روزهای یخبندان 27 روز در سال است. با توجه به کاهش بارندگی و افزایش درجه حرارت، فصل خشک منطقه (75 روز) در خردادماه شروع و تا اواخر مردادماه ادامه می‌یابد. به‌طورکلی خاک جنگل کاری فاقد شوری می‌باشد. اسیدیته آن از $6/0$ تا $7/5$ ، دارای $15-0$ درصد آهک، عمق خاک عمیق، رنگ آن قهوه‌ای خاکستری و بافت آن عمدتاً رسی-لومی است (ابراهیمی، ۱۳۸۵).

طرح مورد مطالعه

در این طرح بلندمازو به‌عنوان گونه اصلی و به‌صورت خالص و آمیخته به نسبت مساوی 50 درصد به 50 درصد با هر یک از گونه‌های همراه شامل 5 تیمار مختلف و هر یک در 3 تکرار با فاصله کاشت 1×1 متر کاشته شده است. هر یک از کرتها قطعه‌ای به ابعاد 25×25 متر می‌باشد و به‌طور تصادفی در هر یک از تکرارها پیاده

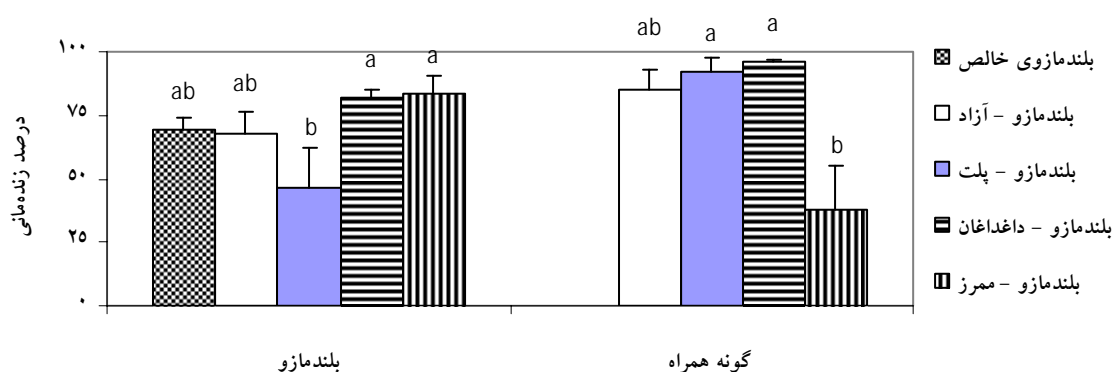
مشخصه‌های رویشی در میان ترکیبهای مورد بررسی به احتمال ۹۵٪ به شرح زیر وجود دارد:

زنده‌مانی: همان‌طورکه در شکل ۲ آمده است، بیشترین مقدار زنده‌مانی بلندمازو در تیمارهای آمیخته بلندمازو با گونه‌های ممرز و داغداغان و کمترین آن در ترکیب بلندمازو-پلت دیده می‌شود. در این تحقیق کمترین درصد زنده‌مانی گونه‌های همراه برای ممرز بدست آمد.

آزمون Tukey-HSD مورد استفاده قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شده است.

نتایج

مقایسه‌های چندگانه آماری (ANOVA) نشان می‌دهد که به‌طورکلی اختلاف آماری معنی‌داری در بیشتر

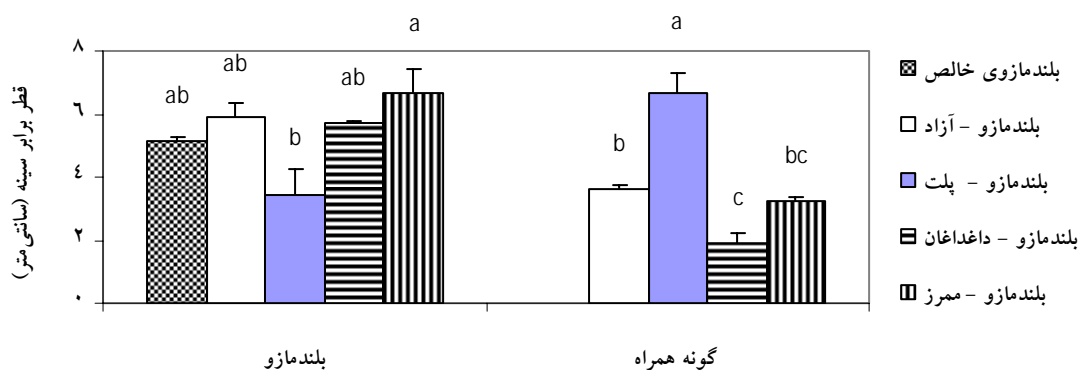


شکل ۲- مقایسه زنده‌مانی بلندمازو و گونه همراه در میان ترکیبهای مختلف آمیختگی

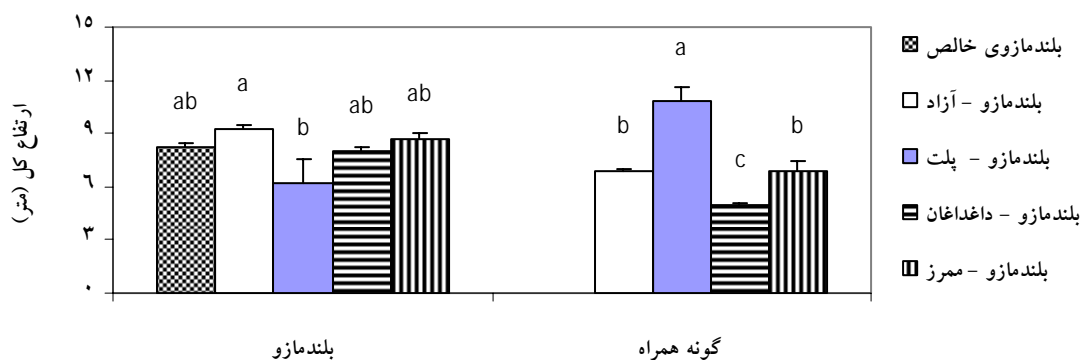
(حروف لاتین مختلف در نمودارها بیانگر متفاوت بودن میانگینها براساس آزمون توکی بین تیمارهای مورد مطالعه است)

ارتفاع کل: همان‌طورکه در شکل ۴ مشاهده می‌شود، درختان بلوط بلندترین ارتفاع را در ترکیب بلندمازو-آزاد و کمترین ارتفاع را در ترکیب بلندمازو-پلت دارند. بیشترین ارتفاع گونه همراه برای پلت و کمترین آن برای داغداغان بدست آمد.

قطر برابر سینه: بررسی میانگین قطر برابر سینه نشان می‌دهد که درختان بلوط در ترکیب بلندمازو-ممرز دارای قطر برابر سینه بیشتری نسبت به ترکیب بلندمازو-پلت هستند. بیشترین مقدار قطر برابر سینه گونه‌های همراه برای پلت و کمترین آن برای داغداغان بدست آمد (شکل ۳).



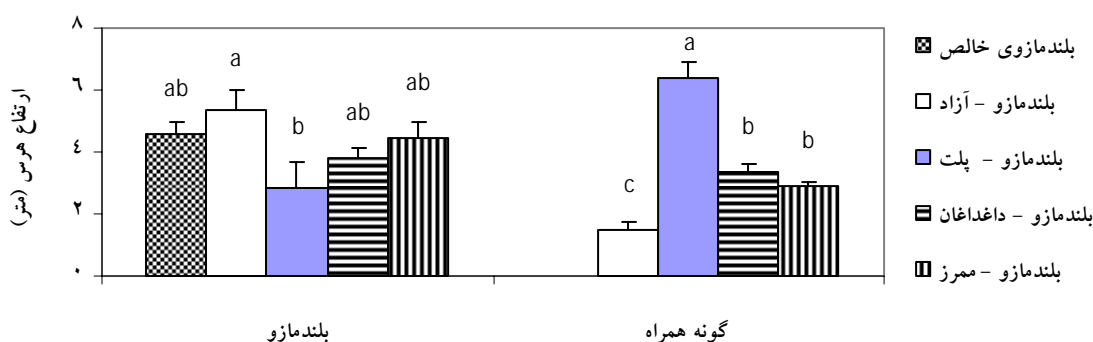
شکل ۳- مقایسه قطر برابر سینه بلندمازو و گونه همراه در میان ترکیبهای مختلف آمیختگی



شکل ۴ مقایسه ارتفاع کل بلندمازو و گونه همراه در میان ترکیبهای مختلف آمیختگی

مربوط به گونه پلت و کمترین آن برای آزاد بوده است (شکل ۵).

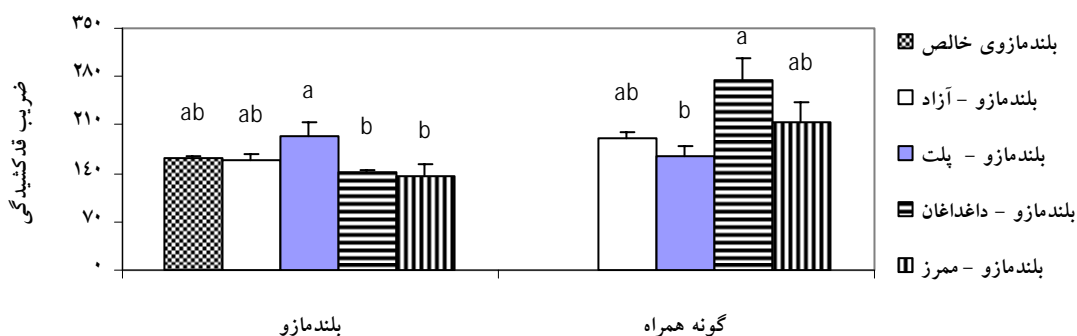
ارتفاع هرس: درختان بلوط در ترکیب بلندمازو-آزاد، ارتفاع هرس بیشتری نسبت به ترکیب بلندمازو-پلت دارند. بعکس بیشترین ارتفاع هرس در میان درختان همراه



شکل ۵- مقایسه ارتفاع هرس بلندمازو و گونه همراه در میان ترکیبهای مختلف آمیختگی

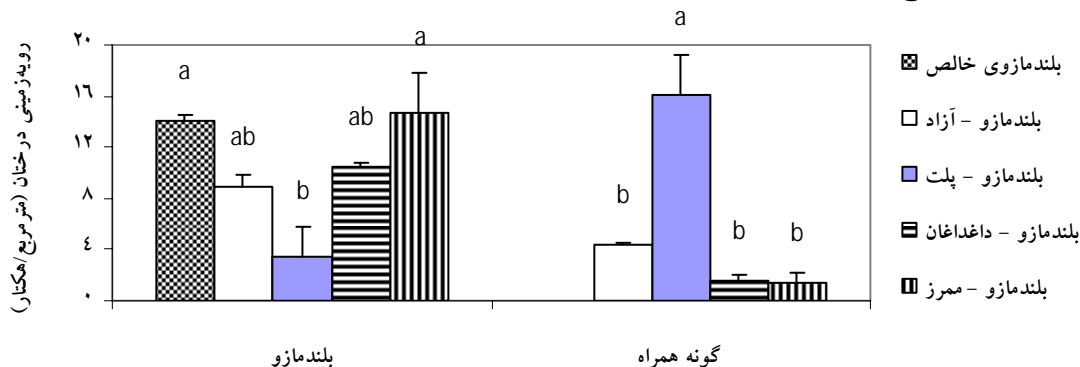
این صفت در میان گونه‌های همراه برای داغداغان بیشتر از پلت بدست آمده است. درضمن، اعداد همگی بیشتر از ۱۰۰ است که نشان‌دهنده نخی بودن پایه‌هاست.

ضریب قدکشیدگی (h/d): همان طور که در شکل ۶ آمده است، درختان بلوط در ترکیب بلندمازو-پلت از ضریب قدکشیدگی بیشتری نسبت به ترکیبهای آمیخته بلندمازو با گونه‌های ممرز و داغداغان برخوردار هستند.



شکل ۶- مقایسه ضریب قدکشیدگی بلندمازو و گونه همراه در میان ترکیبهای مختلف آمیختگی

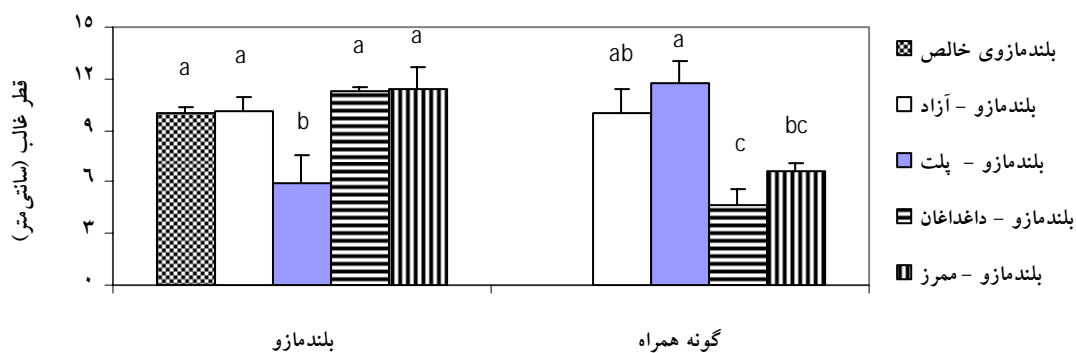
رویه‌زمینی می‌باشد (شکل ۷). جمع کل رویه‌زمینی درختان نیز در تیمارهای بلندمازو-پلت، بلندمازو-ممرز، بلندمازوی خالص، بلندمازو-آزاد و بلندمازو-داغداغان به ترتیب ۱۹/۱۴، ۱۶/۴۴، ۱۴/۰۰، ۱۳/۳۳ و ۱۱/۵۳ مترمربع در هکتار بوده است.



شکل ۷- مقایسه رویه‌زمینی بلندمازو و گونه همراه در میان ترکیب‌های مختلف آمیختگی

داغداغان به ترتیب بیشترین و کمترین قطر غالب را در میان گونه‌های همراه دارا می‌باشند (شکل ۸).

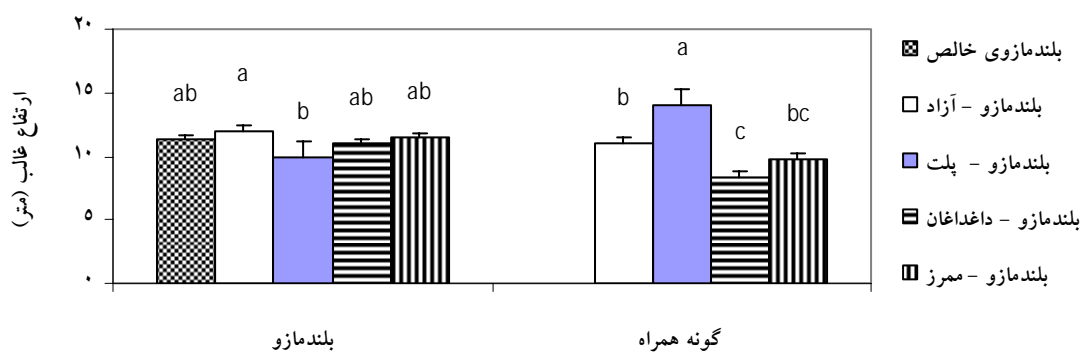
قطر غالب: مقایسه ترکیب‌های آمیختگی نشان می‌دهد که کمترین قطر غالب درختان بلوط در تیمار بلندمازو-پلت مشاهده می‌گردد. طبق نتایج، گونه‌های پلت و



شکل ۸- مقایسه قطر غالب بلندمازو و گونه‌های همراه در میان ترکیب‌های مختلف آمیختگی

این طرح بیشترین و داغداغان کمترین ارتفاع غالب را به خود اختصاص می‌دهند.

ارتفاع غالب: همان‌طور که در شکل ۹ دیده می‌شود، درختان بلندمازو در ترکیب با آزاد دارای ارتفاع غالب بیشتری نسبت به ترکیب با پلت هستند. درختان پلت و



شکل ۹- مقایسه میانگین ارتفاع غالب بلندمازو و گونه‌های همراه در میان ترکیب‌های مختلف آمیختگی

بحث

میزان رویش ارتفاعی، ساختار تاجی (به‌ویژه تراکم سطح برگ)، فنولوژی برگها (به‌ویژه خزان‌کننده در مقابل همیشه‌سبز) و فنولوژی و عمق ریشه‌دوانی باشند (Kelty, 1992). گونه‌هایی که چنین ویژگی‌هایی را دارا می‌باشند، منابع رویشگاه را با بهره‌گیری از اشکوب‌های مختلف خاک و نور به‌طور کامل‌تری تسخیر می‌نمایند و یا می‌توانند به‌طور مؤثری منابع را در جهت تولید زی‌توده مصرف نمایند که در این صورت منجر به تولید بیشتری از زی‌توده کل نسبت به تک‌کشتیهای همان گونه‌ها می‌شود. به چنین گونه‌هایی اصطلاحاً "گونه‌هایی که از نظر مصرف منابع مکمل همدیگر هستند" گفته می‌شود (Haggar & Ewel, 1997)؛ یا این که "توانایی ترکیب شدن اکولوژیکی" (Ecological combining ability) خوبی دارند (Harper, 1977). این اثر متقابل، اغلب شدت رقابت (competition intensity) نامیده می‌شود (Kelty, 2006). دو گونه با ویژگی‌های رویشی مشابه دارای رقابت بین‌گونه‌ای (interspecific) در توده‌های آمیخته هستند که معادل رقابت درون‌گونه‌ای (intraspecific) در توده‌های خالص می‌باشد. رقابت درون‌گونه‌ای در میان گونه‌هایی که ویژگی‌های مکمل دارند، بسیار کمتر از رقابت فراگونه‌ای است. به‌همین دلیل به پدیده تولید بیشتر از این نوع اثر متقابل، اصطلاحاً "اصل تولید رقابتی" (The competitive production principle) گفته می‌شود (Vandermeer, 1989).

در جنگل‌کاریهای آمیخته، عوامل بسیاری بر روی رویش گونه‌ها اثر دارند که تأثیرات متقابل گونه‌ها بر روی هم و اثر مثبت و منفی که می‌توانند داشته باشند، باید مورد بررسی قرار گیرد. دانش ما در استفاده از توده‌های آمیخته نسبتاً کم است و در سالهای اخیر پژوهش‌های مربوط به جنگل‌کاریهای آمیخته بیشتر معطوف به گونه‌هایی بوده که می‌توانند در بیشتر نقاط دنیا استقرار یابند (Zingg, 1999). در پژوهش‌های انجام گرفته در سطح دنیا و کشور (Luis *et al.*, 1998; Goufang *et al.*, 1998; Parrotta, 1999; Stanley & Montagnini, 1999; Carnevale & Montagnini, 2002; Xiaoni & Hirata, 2002; Forrester *et al.*, 2004; Piotta *et al.*, 2004; Petit & Montagnini, 2004; صیاد، ۱۳۸۲) ثابت گردیده است که جنگل‌کاریهای آمیخته به‌لحاظ بهبود وضعیت کمی و کیفی و پایداری رویشگاه بهتر از جنگل‌کاریهای خالص است. این نتیجه در پژوهش حاضر نیز تا این لحظه به استثناء آمیختگی بلندمازو و پلت به اثبات رسیده است. البته در بعضی جنگل‌کاریها، این موضوع بعکس می‌باشد (جلالی و همکاران، ۱۳۸۲؛ موسوی کوهپر، ۱۳۷۹؛ Stanley & Montagnini, 1999; Piotta *et al.*, 2003; Montagnini *et al.*, 2003).

یک اصل کلیدی برای طراحی توده‌های آمیخته با قابلیت تولید زیاد این است که گونه‌هایی با هم ترکیب شوند که دارای ویژگی‌های متفاوتی از قبیل تحمل به سایه،

را داشته‌اند. گونه ممرز به‌علت این که بیشتر خاکهای رسی - شنی سبک و قابل نفوذ را ترجیح می‌دهد و در خاکهای فشرده و یا باتلاقی (نظیر عرصه این طرح که خاک آن دارای مقدار رس زیادی می‌باشد) قادر به رشد و نمو کافی نبوده و گاهی از بین می‌رود و همچنین به دلیل بطنی بودن رشد نونهالهای آن در سالهای اول و سطحی بودن سیستم ریشه‌ای آن (جوانشیر، ۱۳۷۲؛ حبیبی، ۱۳۶۳)، در این تحقیق بیشترین مرگ و میر را نشان داده است.

میانگین قطر برابر سینه بلندمازو در آمیختگی با گونه ممرز بیشتر از تیمار بلندمازوی خالص می‌باشد. این موضوع احتمالاً به‌خاطر کاهش رقابت درون‌گونه‌ای می‌باشد که درختان بلندمازو با تعداد کمتر حاضر در اشکوب بالا نسبت به تیمار بلندمازوی خالص، امکان رشد قطری بیشتری را پیدا کرده‌اند. درختان بلندمازو در ترکیب با پلت از کمترین قطر برابر سینه برخوردار هستند. چرا که بلندمازو نورپسند است و در زیر تاج بالاتر پلت، رشد خود را روی رشد ارتفاعی خود متمرکز می‌کند. به‌عبارت دیگر انرژی حاصل از فتوسنتز بیشتر به رویش ارتفاعی اختصاص می‌یابد تا رویش قطری (Kramer & Kozłowski, 1960). ضمن آن که نور کافی برای تکمیل رشد قطری دریافت نمی‌کنند.

همچنین Sayyad et al. (2006) نیز در مطالعه خود دریافتند که صنوبر دلتوئیدس در تیمارهای آمیخته با توسکای بیلاقی دارای رویش کل قطری بیشتری نسبت به تیمار خالص آن بوده است، اما عکس این حالت را در مورد توسکا متوجه شدند. Binkley (1983) تأثیر *Alnus rubra* را در افزایش قطر *Pseudotsuga menziesii* در رویشگاه‌های فقیر، مثبت ارزیابی کرد. Montagnini (2000) نیز نتایج مشابهی را مشاهده نمود، بدین ترتیب که گونه اشکوب غالب رویش بیشتری را در تیمارهای آمیخته نشان داد و به این نکته اشاره نمود که درختان اشکوب بالا زمانی که تراکم کاشت کمتری داشته باشند،

رابطه میان میزان رویش ارتفاعی نونهالها (یا جوانه‌ها) با میزان تحمل‌پذیری نسبت به سایه نقش مهمی در جنگل‌کاریهای آمیخته دارد (Menalled et al., 1998). به‌طورکلی گونه‌های با بردباری کم نسبت به سایه رشد ارتفاعی سریعی دارند و از این‌رو رویش بیشتری در ساقه و شاخه‌ها پیدا می‌کنند و تاجهایی سبک (با تراکم کم سطح برگ) به‌خود می‌گیرند (Canham et al., 1994; Sheil et al., 2006). این گونه‌ها می‌توانند یک اشکوب تاجی بالاتری را تشکیل داده و بخش عمده‌ای از نور را به گونه‌های مقاوم به سایه که یک اشکوب پایین‌تری از تاج را با تراکم بیشتری از سطح برگ تشکیل می‌دهند، انتقال دهند. تاج‌پوشش سنگین بوجود آمده از درختان سریع‌الرشد پلت با توجه به تراکم زیاد کاشت، مانع رشد درختان بلندمازو شده است. اشکوب‌بندی تاجی یک جنبه مهم از مصرف تکمیلی منابع است. اشکوب‌بندی ریشه‌ای نیز ممکن است اتفاق بیفتد، اما اطلاعات اندکی در این زمینه وجود دارد (Kelty, 2006).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که میزان استقرار و زنده‌مانی درختان بلندمازو در تیمار خالص نسبت به تیمارهای آمیخته حالت بینابینی داشته است، به‌طوری‌که این میزان در ترکیب بلندمازو با ممرز و داغداغان بیشتر و در ترکیب با پلت کمتر از ترکیب بلندمازوی خالص بوده است. تاج‌پوشش سنگین درختان سریع‌الرشد پلت، گونه نورپسند بلندمازو را تحت تأثیر و فشار قرار می‌دهد، از این‌رو کمترین زنده‌مانی بلندمازو در این ترکیب دیده می‌شود. همانند نتایج این تحقیق، در مطالعه وضعیت رویشی گونه‌های بومی کاستاریکا نیز بدست آمد که برخی از گونه‌ها در جنگل‌گاریهای آمیخته زنده‌مانی بیشتری دارند و برخی دیگر در تیمارهای خالص چنین وضعیتی دارند (Piotto et al., 2004).

در میان گونه‌های همراه، داغداغان گونه‌ای بردبار، مقاوم و کم‌نیاز است (ثابتی، ۱۳۷۴) و پلت سریع‌الرشد و در نهایت هر دوی این گونه‌ها کمترین میزان مرگ و میر

اشاره شده است. (Parrotta (1999 تفاوت‌های مشاهده شده در رویش قطری و ارتفاعی گونه‌های *Casuarina* و *Eucalyptus* را عمدتاً به دلیل مرگ و میر متفاوت این دو گونه در تیمارهای جنگل کاری خالص و آمیخته دانست.

درختان آزاد کم‌ترین ارتفاع هرس و نامطلوب‌ترین شرایط کیفی را به خود اختصاص می‌دهند که برای رویش ارتفاعی و سیلندریک شدن درختان بلندمازو، مناسب‌ترین گزینه می‌باشند. در این تحقیق میزان ارتفاع هرس نسبت به ارتفاع کل درختان زیاد است که به دلیل بسته بودن شدید تاج پوشش و فاصله کم کاشت می‌باشد. شکل تاج گونه‌های همراه نیز در میزان هرس درختان بلندمازو مؤثر است. برای مثال ممرز که دارای تاج *columnar* است و یا داغداغان که دارای تاجی بسیار سبک و نازک (در حال حاضر) است، زیاد به هرس طبیعی بلندمازو کمک نمی‌کنند.

در این طرح به علت تراکم زیاد و فاصله کم کاشت (۱×۱ متر) و عدم اجرای دخالت‌های پرورشی تنک کردن، درختان از نظر ارتفاعی رشد زیادی داشته‌اند و دارای ضریب قدکشیدگی بیش از ۱۰۰ می‌باشند که خیلی ناپایدار هستند. در این تحقیق به دلیل این که درختان بلندمازو در تیمارهای آمیختگی با پلت دارای کمترین مقدار قطر برابر سینه هستند و همچنین با توجه به سرشت روشنایی پسند بودن هر دو گونه، رقابت نوری شدیدی میان آنها حاکم بوده و از این رو بلندمازو برای رسیدن به نور بیشترین تلاش خود را نموده است و بنابراین در این تیمارها دارای بیشترین ضریب قدکشیدگی هستند. عکس این حالت در مورد آمیختگی بلندمازو با ممرز صادق است. تیمارهای آمیخته بلندمازو و ممرز به دلیل دارا بودن کمترین درصد استقرار و در نتیجه کم بودن تراکم درختان در توده (خود تنک شدن طبیعی) دارای کم‌ترین ضریب قدکشیدگی و قطر بیشتر می‌باشند و در نتیجه پایدارترین درختان را در میان تیمارهای مورد مطالعه

رویش قطری سریع‌تری را نسبت به توده‌های خالص خواهند داشت. (Petit & Montagnini (2006 نیز دریافتند که بعضی از گونه‌های مورد تحقیق آنها در جنگل کاریهای آمیخته نسبت به جنگل کاریهای خالص رویش قطری بیشتری دارند.

نتایج این تحقیق نشان داده است که میانگین ارتفاع کل درختان بلندمازو در ترکیب با آزاد بیشتر از تیمار بلندمازوی خالص و در ترکیب با پلت کمتر از آن بوده است. درختان بلوط و آزاد دارای سرشت نوری مشابهی هستند و از این رو بیشتر بودن رویش ارتفاعی بلندمازو در تیمارهای بلندمازو- آزاد ممکن است به دلیل افزایش رقابت نوری در درون توده باشد. درختان پلت نیز با سرعت رشد بیشتر و انداختن سایه سنگین بر روی درختان بلندمازو موجب مغلوب و زبون شدن آنها شده‌اند. ارتفاع کل درخت بیشتر تحت تأثیر متغیرهای روشنگاهی قرار دارد (Evans, 1992) و گوناگونی ساختارهای تاجی موجب می‌شود که شاخ و برگ در لایه‌های عمودی به طور یکنواخت‌تری توزیع شوند. این موضوع باعث می‌شود که شرایط متعادلی از نظر روشنایی بوجود آید (Guariguata *et al.*, 1995). در نتیجه رقابت نوری کاهش می‌یابد (Piotto *et al.*, 2004). محققان زیادی از جمله (Radwan & Hansan & Dawson (1982), DeBell (1988), Parotta (1999), Khanna (1997), Sayyad, Forrester *et al.* (2004), Piotto *et al.* (2006) و (Petit & Montagnini (2006) در مورد *Genipa americana* به وجود تفاوت معنی‌دار در ارتفاع کل گونه‌های اصلی تحت مطالعه خود در توده‌های آمیخته نسبت به توده‌های خالص پی بردند. بعکس در موارد دیگر نظیر مطالعات انجام گرفته توسط Luis & Monteiro (1998), (Petit & Montagnini (2006) در مورد *Vochysia guatemalensis*، موسوی کوهپیر (۱۳۷۹) در مورد گونه‌های بلندمازو و زرین و جلالی و همکاران (۱۳۸۲) در مورد گونه صنوبر و زرین به نتایج معکوسی

پایه‌ای برای مطالعات آینده باشد. چه بسا که در طول زمان ممکن است نتایج تا حدودی تغییر نماید. اقدامات مدیریتی نظیر تنک کردن می‌تواند برای توسعه این گونه‌ها مطلوب باشد، چرا که هم موجب فراهم آوردن فضای باز برای افزایش رشد گونه‌ها و هم موجب ایجاد درآمد مالی می‌شود (Piotto et al., 2004).

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی کشت خالص و آمیخته بلوط بلندمازو با گونه‌های بومی جنگل‌های شمال. گزارش نهایی ده‌ساله طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. ۷۰ صفحه.
- پارسا پزوه، د.، ۱۳۷۳. تکنولوژی چوب. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۱ صفحه.
- ثابتی، ح.، ۱۳۷۴. درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، ۵۵۶ صفحه.
- ثاقب طالبی، خ.، ساجدی، ت. و یزدیان، ف.، ۱۳۸۳. نگاهی به جنگل‌های ایران. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره ۳۳۹، ۲۷ صفحه.
- جلالی، س. غ. و حسینی، س. م.، ۱۳۷۹. بررسی آثار فاکتورهای مختلف محیطی بر زادآوری طبیعی گونه بلندمازو در سردار نور. نشریه دانشور، ۳۱: ۶۹-۷۴.
- جلالی، س. غ.، حسینی، س. م.، اکبری‌نیا، م. و اشکیکی، ر.، ۱۳۸۲. بررسی مقایسه‌ای جنگل‌کاری خالص و آمیخته صنوبر از نظر تولید کمی و کیفی چوب. پژوهش و سازندگی، ۵۸: ۸۹-۸۲.
- جوانشیر، ک.، ۱۳۷۲. درخت‌شناسی (۱). جزوه درسی کارشناسی، دانشگاه گیلان، ۱۲۵ صفحه.
- حبیبی، ح.، ۱۳۶۳. بررسی خاک جنگل‌های ممرز استان مازندران و نقش آن در کیفیت توده‌های جنگلی. مجله منابع طبیعی ایران، ۳۸: ۲۶-۱۷.
- رسانه، ی.، مشتاق کهنمویی، ح. و صالحی، پ.، ۱۳۸۰. بررسی کمی و کیفی جنگل‌های شمال کشور. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال کشور و توسعه پایدار، جلد ۱: ۸۲-۵۶.

تشکیل می‌دهند، هر چند که در این تیمار نیز این ضریب خیلی زیاد است.

اثر کلی رویش متفاوت قطری و مرگ و میر در توده‌های خالص و آمیخته در رویه‌زمینی توده منعکس می‌گردد (Parrotta, 1999). از این رو میانگین رویه‌زمینی درختان بلوط در تیمار آمیخته با ممرز بیشتر از تیمار آمیخته با پلت محاسبه گردیده است.

مقایسه ترکیب‌های آمیختگی نشان داده است که کمترین قطر غالب درختان بلندمازو در تیمار بلندمازو- پلت مشاهده می‌گردد. میانگین ارتفاع غالب به‌عنوان شاخص مطمئنی از کیفیت رویشگاه در توده‌های جنگلی محسوب می‌شود (Lewis et al., 1976). ارتفاع درختان چیره در توده‌های خالص همسال، شاخص توان رویشی رویشگاه می‌باشد (Oliver & Lerson, 1990) و در توده‌های آمیخته ارتفاع غالب برای هر گونه درختی جداگانه بکار گرفته می‌شود (Zingg, 1994). این مشخصه برای درختان بلندمازو در تیمار بلندمازو آزاد بیشتر از بقیه تیمارها بوده است. در این تحقیق بیشترین ارتفاع غالب مربوط به گونه سریع‌الرشد پلت و کمترین ارتفاع غالب مربوط به گونه کند رشد داغداغان است. ارتفاع غالب یکی از مهمترین ویژگیهای رویشی درختان است، چرا که در میان این تعداد نونهال کشت شده، این درختان غالب هستند که در پایان طرح جنگل‌کاری باقی می‌مانند. در واقع کلیه برنامه‌ریزیها برای رشد این درختان معطوف می‌گردد. Luis & Monteiro (1998) در بررسی پویایی توده‌های آمیخته در شمال کشور پرتغال اظهار داشتند که ارتفاع غالب گونه‌های مورد تحقیق آنها در توده‌های خالص و آمیخته مشابه بود.

اگر چه این جنگل‌کاریها جوان هستند و تعیین رفتار گونه‌های مورد مطالعه هنوز زود است، اما نتایج این پژوهش نشان داد که بلندمازو در توده‌های آمیخته (به استثناء آمیختگی با پلت) رویش بهتری نسبت به توده‌های خالص داشته است. این بخش از تحقیق ۱۲ ساله می‌تواند

- heterogeneity in forests: interspecific variation in light transmission by canopy trees. *Can. J. For. Res.*, 24: 337-349.
- Carneval, N.J. and Montagnini, F., 2002. Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *Forest Ecology and Management*, 163: 217-227.
- Cusack, D. and Montagnini, F., 2004. The role of native species plantation in recovery of understory woody diversity in degraded pasture lands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 188: 1-15.
- Evans, J., 1992. *Plantation forestry in the tropics*, 2nd ed. Clarendon Press, Oxford, 403 p.
- FAO., 1992. *Mixed and pure forest plantation in the tropics and subtropics*. FAO Forestry Paper 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 152 p.
- Forrester, D.I., Bahuus, J. and Khanna, P.K., 2004. Growth dynamics in a mixed species plantation of *Eucalyptus globules* and *Acacia mearnsii*. *Forest Ecology and Management*, 193: 81-95.
- Gardiner, E. S. and Hodges, J.D., 1998. Growth and biomass distribution of cherry Oak (*Quercus pagoda* Raf.) seedling as influenced by light availability. *Forest Ecology and Management*, 108: 127-134.
- Genda, S., Gupta, G.N., Kuppusamy, V. and Singh, G., 2000. Changes in soil properties and nutrient accumulation in neem under canopy of *Acacia tortilis*. *International Tree Crops*, 10: 237-246.
- Goufang, S., Liming, J. and Mingpu, Z., 1998. The soil amelioration effect of poplar-black locust mixed plantation on sand soil and the interaction on mutual supplement of nutrients between the tree species. *Scientia-Silva-Sinicae*, 34:12-20.
- Guariguata, M.R., Rheingans, R. and Montagnini, F., 1995. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. *Restoration Ecology*, 3(4): 252-260.
- Hagggar, J.P. and Ewel, J.J., 1997. Primary productivity and resource partitioning in model tropical ecosystems. *Ecology*, 78: 1211-1221.
- Hagggar, J.P., Brisco, C.B. and Butterfield, R.P., 1998. Native species: a resource for the diversification of forestry production in the lowland humid tropics. *Forest Ecology and Management*, 106: 195-203.
- Hansen, E.A. and Dawson, J.O., 1982. Effect of *Alnus glutinosa* on hybrid poplar height growth in a short-rotation intensively cultured plantations. *Forest Science*, 28(1): 49-59.
- Harper, J.L., 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, New York, 892 p.
- Humphrey, J.W. and Swaine, M.D., 1997. Factors affecting the natural regeneration of *Quercus* in Scottish oakwoods. II. Insect defoliation of trees and seedlings. *J. Appl. Ecol.*, 34: 585-593.
- Jogiste, K., Vares, A., Veiko, U. and Tullus, H., 2005. Baltic afforestation. In: Stanturf, J. and Madsen, P. (Eds.), *Restoration of Boreal and Temperate forests*. CRC Press. 569 p.
- صیاد، ا.، ۱۳۸۲. مقایسه رویش و برخی خواص خاک جنگل کاری صنوبر دلتوئیدس و صنوبر اورامریکانا به صورت خالص و آمیخته با توسکای بیلاقی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۵ صفحه.
- مروی مهاجر، م.، ۱۳۶۳. بررسی جنگل های بلوط شمال (منطقه لوه گرگان). نشریه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، شماره ۳۷: ۵۵-۴۱.
- میرکاظمی، ز.، ۱۳۷۶. تعیین سیکل بذردهی بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) در طرح جنگل داری لوه. چکیده نتایج طرح های خاتمه یافته معاونت آموزش و تحقیقات وزارت جهاد سازندگی: ۵۰۶-۵۰۵.
- میرکاظمی، ز.، ۱۳۸۰. فنولوژی گونه بلوط بلندمازو و نقش آن در مدیریت جنگل. همایش مدیریت جنگل های شمال و توسعه پایدار، سازمان جنگلها و مراتع کشور: ۲۹۹ - ۲۷۷.
- موسوی کوهپر، س.ع.، ۱۳۷۹. بررسی کمی و کیفی توده های دست کاشت خالص و آمیخته بلوط و زربین در نوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد جنگل داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. ۳۸ صفحه.
- مهاجر، ن.، ۱۳۷۸. بررسی مناسب ترین روش بذرکاری و بذرپاشی بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) برای زادآوری تکمیلی در طرح جنگل داری لوه. چکیده نتایج طرح های خاتمه یافته معاونت آموزش و تحقیقات وزارت جهاد سازندگی، ص ۴۸۰.
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. and Rothe, A., 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Ann. For. Sci.*, 59: 233-253.
- Balandier, P., Prevosto, B. and Guitton, J., 2005. Forest restoration in the French Massif Central Mountains. In: Stanturf, J., Madsen, P. (Eds.), *Restoration of Boreal and Temperate forests*. CRC Press, 569 p.
- Binkley, D., 1983. Ecosystem production in Douglas-fir plantations: Interaction of red alder and site fertility. *Forest Ecology and Management*, 5: 215-227.
- Brockway, D.G., 1998. Forest plant diversity at local and landscape scales in the Cascade Mountains of Southwestern Washington. *Forest Ecology and Management*, 109: 323-341.
- Canham, C.D., Finzi, A.C., Pacala, S.W. and Burbank, D.H., 1994. Causes and consequences of resource

- community lands in Central Himalaya, India. *Agroforestry Systems*, 49: 257-272.
- Menalled, F.D., Kelty, M.J. and Ewel, J.J., 1998. Canopy development in tropical tree plantations: a comparison of species mixtures and monocultures. *For. Ecol. Manage.*, 104: 249-263.
 - Montagnini, F., 2000. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in humid tropical lowland. *Forest Ecology and Management*, 134 (1-3): 257-270.
 - Montagnini, F., Gonzalez, E., Porras, C. and Rheingans, R., 1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics: a comparison of early growth, pest damage and establishment costs. *Comm. For. Rev.*, 74(4): 306-314.
 - Montagnini, F. and Porras, C., 1998. Evaluating the role of plantations as carbon sinks: an example of an integrative approach from the humid tropics. *Environmental Management*, 22: 459-470.
 - Montagnini, F., Ugalde, L. and Navarro, C., 2003. Growth characteristics of some native tree species used in silvopastoral systems in the humid lowlands of Costa Rica. *Agrofor. Sys.*, 59: 163-170.
 - Montagnini, F., Cusack, D., Petit, B. and Kanninen, M., 2005. Environmental services of native tree plantations and agroforestry systems in Central America. *J. Sustainable For.*, 21 (1): 51-67.
 - Oliver, C.D. and Larson, B.C., 1990. *Forest stand dynamics*. McGraw-Hill, New York, 467 p.
 - Palmer, S.C.F., Mitchell, R.J., Truscott, A.M. and Welch, D., 2004. Regeneration failure in Atlantic oakwoods: the role of ungulate grazing and invertebrates. *Forest Ecology and Management*, 192: 251-265.
 - Parrotta, J.A., 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 124(1): 45-77.
 - Parrotta, J.A. and Knowles, O.H., 1999. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology*, 7: 103-116.
 - Petit, B. and Montagnini, F., 2004. Growth equations and rotation ages of ten native tree species in mixed and pure plantations in the humid neotropics. *Forest Ecology and Management*, 199: 243-257.
 - Petit, B. and Montagnini, F., 2006. Growth in pure and mixed plantations of tree species used in reforesting rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. *Forest Ecology and Management*, 233: 338-343.
 - Piotto, D., Montagnini, F., Ugalde, L. and Khanna, M., 2003. Growth and effects of thinning of mixed and pure plantations with native trees in humid tropical Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 177: 427-439.
 - Piotto, D., Viques, E., Montagnini, F. and Khanna, M., 2004. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a
 - Johnson, P.S., Shifley, S.R. and Rogers, R., 2002. *The ecology and silviculture of Oaks*. CABI Publishing. New York, 501 p.
 - Kaya, Z. and Raynal, D.J., 2001. Biodiversity and Conservation of Turkish forests. *Biological Conservation* 97: 131-141.
 - Keenan, R.J., Lamb, D. and Sexton, G., 1995. Experience with mixed species rainforest plantations in North Queensland. *Commonwealth Forestry Review*. 74(4): 315-321.
 - Kelty, M.J., 1992. Comparative productivity of monocultures and mixed-species stands. In: Kelty, M.J., Larson, B.C. and Oliver, C.D. (Eds.), *The ecology and silviculture of mixed-species forests*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: p. 125-141.
 - Kelty, M.J., 2006. The role of species mixtures in plantation forestry. *Forest Ecology and Management*, 233: 195-204.
 - Khanna, P.K., 1997. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globules* and *Acacia mearnsii*. *Forest Ecology and Management*, 94 (1-3): 105-113.
 - Kirby, K.J. and May, J., 1989. The effects of enclosure, conifer planting and the subsequent removal of conifers in Dalavich oakwood (Argyll). *Scott. For.*, 43: 280-288.
 - Kramer, P.J. and Kozlowski, T., 1960. *Physiology of trees*. McGraw-Hill, Lisboa, 745 p.
 - Lamb, D. and Lawrence, P., 1993. Mixed species plantations using high value rainforest trees in Australia. In: Leith, H. and Lohmann, M. (Eds.), *Restoration of tropical forest ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, Holanda: p. 101-108.
 - Langbein, J., 1997. The ranging behavior, habitat-use and impact of Deer in Oak woods and heather moors of exmoor and Quantock Hills. In: Truscott, A. M., Mitchell, R. J., Palmer, S. C. F. and Welch, D. (Eds.). *The expansion of native oakwoods into conifer cleared areas through planting*. *Forest Ecology and Management*, 193: 335-343.
 - Larsen, D.R. and Johnson, P. S., 1998. Linking the ecology of natural Oak regeneration to silviculture. *Forest Ecology and Management*, 106:1-7.
 - Lewis, N.B., Keeves, A. and Leech, J.W., 1976. Yield regulation in south Australian *Pinus radiata* plantations. *Bulletin No. 23*. Woods and Forests Department, south Australia, 173 p.
 - Linhart, Y.B. and Whelan, R.J., 1980. Woodland regeneration in relation to grazing and fencing in Coed Gorswen, North Wals. *J. Appl. Ecol.*, 17: 827-840.
 - Lugo, A.E., 1991. Cities in the sustainable development of tropical landscapes. *Nature Resources*, 27 (2): 27-35.
 - Luis, J.M.S and Monteiro, M.L., 1998. Dynamics of a broadleaved (*Castanea sativa*) conifer (*Pseudotsuga menziesii*) mixed stands in Northern Portugal. *Forest Ecology and Management*, 107: 183-190.
 - Maikhuri, R.K., Semwal, R.L. and Saxena, K.G., 2000. Survival, growth and ecological impacts of traditional agroforestry tree species indegraded

- Truscott, A.M., Mitchell, R.J., Palmer, S.C.F. and Welch, D., 2004. The expansion of native oakwoods into conifer cleared areas through planting. *Forest Ecology and Management*, 193: 335-343.
- Vandermeer, J., 1989. *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge, 237 p.
- Watt, A.S., 1919. On the causes of failure of natural regeneration in British oakwoods. *J. Ecol.*, 7: 171-203.
- Wittwer, R F. , Barden, C. J. and Anderson, S., 1990. Growing oaks trees from seed. Oklahoma Cooperative Extension Service. Division of Agriculture Sciences and Natural Resources. F-5031.
- Wormald, T.J., 1992. Mixed and Pure Forest Plantations in the Tropics and Subtropics, No. 103. FAO, 166 p.
- Xiaoni, N. X. and Hirata, E., 2002. Forest floor mass and litterfall in *Pinus luchuensis* plantations with and without broad- leaved trees. *Forest Ecology and Management*, 157: 169-173.
- Zingg, A., 1994. Top height in mixed stands. Their definition and calculation. In: Luis, J.M.S. and Monteiro, M.L. (Eds.). Dynamics of a broadleaved (*Castanea sativa*) conifer (*Pseudotsuga menziesii*) mixed stands in Northern Portugal. *Forest Ecology and Management*, 107: 183-190.
- Zingg, A., 1999. Silviculture growth and yield in mixed stands. Management of mixed species forest: silviculture and economics. DLO, Wageningen: 235- 244.
- comparison of growth and productivity. *Forest Ecology and Management*, 190: 359-372.
- Radwan, M.A. and DeBell, D.P., 1988. Nutrient relations in coppiced black cottonwood and red alder. *Plant and Soil*, 106(2): 171-177.
- Sayyad, E., Hosseini, S.M., Mokhtari, J., Mahdavi, R., Jalali, S.G., Akbarinia, M. and Tabari, M., 2006. Comparison of growth, nutrition and soil properties of pure and mixed stands of *Populus deltoids* and *Alnus subcordata*. *Silva Fennica.*, 40(1): 27-35.
- Semwal, R.L., Maikhuri, R.K. , Rao, K.S. , Sen, K.K. and Saxena, K.G., 2003. Leaf litter decomposition and nutrient release patterns of six multipurpose tree species of central Himalya, India. *Biomass and Bioenergy*, 24: 3-11.
- Sheil, D., Salim, A., Chave, J., Vanclay, J. and Hawthorne, W.D., 2006. Illumination- size relationships of 109 coexisting tropical forest tree species. *J. Ecol.*, 94: 494-507.
- Stanley, W.G. and Montagnini, F., 1999. Biomass and nutrient accumulation in pure and mixed plantations of indigenous tree species grown on poor soils in the humid tropics of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 113: 91-103.
- Swamy, S.L., Kushwaha, S.K. and Puri, S., 2004. Tree growth, biomass, allometry and nutrient distribution in *Gmelina arborea* stands grown in red lateritic soils of Central India. *Biomass and Bioenergy*, 26: 305-317.
- Thadani, R. and Ashton, P. M. S., 1995. Regeneration of banjji Oak (*Quercus leucotrichophora* A.camus) in the central Himalaya. *Forest Ecology and Management*, 27: 217-224.

Comparison of growth characteristics of oak in pure and mixed plantations

A. Rouhi Moghaddam^{1*}, E. Ebrahimi², S.M. Hosseini³, A. Rahmani⁴ and M. Tabari³

1* - Corresponding author, Assistant Prof., University of Zabol, E-mail: rouhimoghaddam@yahoo.com

2- Research expert, Research center of agriculture and natural resources of Mazandaran province.

3- Associate Prof., University of Tarbiat Modares.

4- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands.

Abstract

Goal of this research was comparison of pure and mixed plantations of oak and companion species and introducing best treatment for rehabilitation of northern oak forests. This research was performed since 1994 with establishment of pure plantation of oak and mixed with maple, hornbeam, hackberry and Siberian elm in Chamestan Forest and Rangeland Research Station. The plot dimension was 25m×25m with planting distance of 1m×1m. The two lines of outer planting layers was omitted as buffer zone. Other trees were measured completely. The one way ANOVA and Tukey HSP tests were used for comparison of treatments. The study showed that better results for oak was achieved in mixed plantation with hornbeam (based on survival, diameter at breast height and H/D ratio) and Siberian elm (based on total height and pruning height), while the pure plantation and mixed with maple showed unsuitable results.

Key words: pure and mixed plantation, growth, companion species, oak.