



## تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان صنوبر دلتوئیدس

مسعود نادری ورندی<sup>۱</sup>، علی کیا لاشکی<sup>۲</sup>، رامین ویسی<sup>۳</sup> و علی شیخ الاسلامی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری گروه جنگل‌داری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۲- دانشیار گروه جنگل‌داری، واحد نوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، نوشهر، ایران، (نویسنده مسوول: ali\_kialashaki@iauns.ac.ir)

۳- دانشیار گروه صنایع چوب، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۴- استادیار گروه جنگل‌داری، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۱۲

### چکیده

به منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا روی برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گونه صنوبر دلتوئیدس در استان مازندران سه رویشگاه در حدود ارتفاعی بین ۱۵۰ تا ۱۲۰۰ متر در شهرستان ساری انتخاب شد. در هر رویشگاه برخی از مشخصه‌های کمی درختان از جمله قطر برابر سینه، ارتفاع کل، سطح مقطع، حجم، ضریب شکل و متغیرهای کیفی شامل سلامت تنه، تقارن تاج و فرم تنه مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون کروסקال وایس، مقادیر مربوط به مشخصه‌های کمی و کیفی درختان در سه رویشگاه مقایسه شدند. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا اثرات معنی‌داری روی خصوصیات کمی و کیفی درختان صنوبر دلتوئیدس داشت و در ارتفاعات پایین‌تر (۳۰۰-۱۵۰ متر) درختان صنوبر از رشد قطری و حجمی مطلوب‌تری نسبت به ارتفاعات بالاتر برخوردار بودند. بر اساس نتایج بیشترین مقدار قطر برابر سینه (۲۷/۸۳ سانتی‌متر)، ارتفاع (۲۱/۱۳ متر)، سطح مقطع (۰/۰۴۶ مترمربع) و حجم (۲/۱۱ مترمکعب) و بیشترین فراوانی درختان با تنه استوانه‌ای در رویشگاه مهدشت (ارتفاع کمتر) مشاهده شد. درختان رویشگاه پهنه‌کلا دارای بیشترین مقدار ضریب شکل (۰/۹۹) و تاج متقارن بودند. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد کاشت گونه صنوبر دلتوئیدس در مناطق پایین‌بند می‌تواند موجب افزایش خصوصیات کمی و کیفی درختان این گونه شود و راهکار مناسبی به منظور تأمین نیاز چوبی صنایع وابسته به چوب باشد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، ویژگی‌های جنگل‌شناسی، رشد قطری و حجمی، ارتفاع از سطح دریا آزاد

### مقدمه

امکان کشت با سایر گونه‌ها، قابلیت هرس طبیعی، سرعت رشد و سهولت ازدیاد به روش غیرجنسی به سایر قاره‌ها برده شده است (۹). با وجودی که عرصه‌های جنگلی شمال کشور رویشگاه طبیعی پهن‌برگان بوده و از شرایط رویشگاهی عمومی یکسانی نیز برخوردار می‌باشند ولی به دلیل برخی از ملاحظات و خواش‌های بوم‌شناختی صنوبر ممکن است، کشت و جنگل‌کاری با این گونه را با موفقیت و یا عدم موفقیت مواجه سازد. بنابراین بررسی سازگاری گونه‌ها از جمله مسائلی است که قبل از هرگونه برنامه جنگل‌کاری با گونه‌های بومی و غیربومی لازم است مورد توجه قرار گیرد، که این امر از مهم‌ترین اقدامات جنگل‌داری و جنگل‌شناسی به‌منظور افزایش تولید و تأمین نیازهای چوبی کشور است (۱۱). با توجه به تنوع اقلیمی و خصوصیات خاکی در نقاط مختلف ایران، شناسایی و معرفی گونه‌های سازگار و تند رشد در هر منطقه ضروری به نظر می‌رسد (۲۰، ۱۰). در این راستا مطالعات متعددی روی گونه‌های مختلف صورت گرفته است. حسینی و آقاجانی (۱۲) به بررسی مشخصه‌های کمی و کیفی توده‌های دست کاشت توسکای بیلاقی با تغییر ارتفاع از سطح دریا در سری پهنه کلای ساری پرداختند. نتایج نشان داد که متوسط قطر برابر سینه، حجم سرپای توده و سطح رویه زمینی درختان در ارتفاع ۴۳۰ متری از سطح دریا و میانگین ارتفاع درختان و ضریب قد کشیدگی در ارتفاع ۶۶۰ متری از سطح دریا از بیشترین مقدار برخوردار بوده است. همچنین مقایسه میانگین قطری و ارتفاعی رویشگاه‌ها نشان داد که از لحاظ افزایش قطری و ارتفاعی تفاوت معنی‌داری داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که عامل ارتفاع از

طی سالیان اخیر، افزایش جمعیت در کشور، نیاز روزافزون برای مصارف چوبی و بهره‌برداری بی‌رویه و خارج از توان تولید جنگل‌های شمال، موجب تخریب آن‌ها در مناطق مختلف شده است. جنگل‌ها صرف‌نظر از جنبه اقتصادی، به لحاظ مسائل بوم‌شناختی از جمله ایجاد تنوع محصول، غنا بخشیدن به جنگل‌های فعلی و احیاء اراضی مخروبه نیز دارای اهمیت بسزایی می‌باشند (۲۰). بنابراین، لزوم حفاظت و احیا جنگل‌ها با اجرای فعالیت‌های جنگل‌کاری و زراعت چوب با استفاده از گونه‌های تند رشد بومی، به‌منظور تأمین چوب مورد نیاز صنایع، اجتناب‌ناپذیر است (۱۰). صنوبرها از جمله درختان تند رشدی هستند که با توجه به عملکرد مطلوب، سرعت رشد زیاد و دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت در سال‌های اخیر زراعت و کشت آن‌ها برای تأمین نیاز چوبی و کاهش تخریب و نابودی جنگل‌های طبیعی در طرح‌های جنگل‌کاری رواج یافته است (۴). صنوبر علاوه بر کمک به احیا جنگل، با میزان راندمان تولید چوب بالا در واحد سطح می‌تواند میزان تولید را افزایش داده و نیاز تولید کارخانه‌هایی را که با کمبود مواد اولیه روبرو هستند، بهبود بخشد (۲۰). یکی از گونه‌های مهم و پر محصول جنس صنوبر، صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* subsp. *deltoides*) است که در قسمت‌های مرکز غرب ایالات‌متحده و همچنین جنوب کانادا تا دامنه‌های راکی انشار دارد و بهترین رشد آن روی خاک‌های مرطوب و خوب زهکشی شده کرانه رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد (۶). این درخت به علت خصوصیتی از قبیل سهولت تجدید حیات، انطباق با شرایط مختلف رویشگاه،

کیلومتری جنوب شهر ساری واقع شده‌اند. جهت عمومی در هر سه منطقه جنوب غربی، تپ خاک از نوع قهوه‌ای جنگلی، بافت خاک تقریباً سنگین و pH آن قلیایی می‌باشد. مجموع بارندگی سالانه در سه منطقه مهدشت، پهنه‌کلا و نقیب‌ده مزده به ترتیب ۹۷۴، ۷۴۷ و ۷۲۴ میلی‌متر است. جنگل‌کاری در هر سه رویشگاه در سال ۱۳۷۲ و با فواصل کاشت ۳ در ۳ متر انجام شد و تمام مراحل نگهداری در این سه منطقه یکسان بود (۱، ۲، ۳).

#### روش پژوهش

به‌منظور بررسی ویژگی‌های جنگل‌شناسی درختان صنوبر در رویشگاه‌های مورد مطالعه، به دلیل کوچک بودن رویشگاه‌ها (مساحت هر سه رویشگاه ۰/۸ هکتار) و همچنین افزایش دقت و صحت مطالعه، از روش آماربرداری ۱۰۰ درصد اقدام به جمع‌آوری اطلاعات از تمامی درختان با قطر برابر سینه بیشتر از هفت و نیم سانتی‌متر شد. متغیرهای کمی درختان شامل قطر برابر سینه با استفاده از خط‌کش دو بازو (کالیپر)، ارتفاع درختان با استفاده از دستگاه شیب‌سنج سونتو و ضریب شکل (نسبت ارتفاع کل به قطر برابر سینه) اندازه‌گیری و ثبت شد. در نهایت سطح مقطع و حجم درختان به ترتیب با استفاده از رابطه (۱) و (۲) محاسبه شد.

$$G = \frac{\pi}{4} d^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$V = G \times H \times f \quad \text{رابطه (۲)}$$

در روابط فوق،  $G$ : سطح مقطع،  $d$ : قطر برابر سینه،  $H$ : ارتفاع درختان و  $f$ : ضریب شکل درخت است.

همچنین برخی از مشخصه‌های کیفی شامل سلامت تنه (سالم و ناسالم)، تقارن تاج (متقارن و نامتقارن)، فرم تنه (استوانه‌ای و دارای پیچیدگی) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

#### تجزیه و تحلیل اطلاعات

در مرحله اول، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولوموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس با آزمون لون بررسی شد. در مرحله بعد به‌منظور مقایسه مقادیر مربوط به مشخصه‌های کمی مورد مطالعه در بین سه رویشگاه از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA One-Way) و برای تعیین گروه‌های همگن از آزمون دانکن استفاده شد و به‌منظور بررسی معنی‌داری اختلاف مشخصه‌های کیفی رویشگاه‌ها نیز از آزمون کروسکال والیس استفاده شد. آنالیز آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

#### نتایج و بحث

##### ترکیب گونه‌های درختی شناسایی شده

به‌طور کلی در رویشگاه مهدشت چهار گونه، در رویشگاه پهنه‌کلا دو گونه و در رویشگاه نقیب‌ده مزده نیز سه گونه درختی به‌جز گونه صنوبر شناسایی شدند (جدول ۱).

سطح دریا در وضعیت کمی و کیفی توسکای بیلاقی مؤثر بود. فلاح و همکاران (۸) در مطالعه خود به بررسی اثر تغییرات ارتفاع از سطح دریا (۴۰۰-۶۰۰، ۶۰۰-۸۰۰ و ۸۰۰-۶۰۰ متر) بر خصوصیات کمی و کیفی و زیست‌محیطی توده جنگل‌کاری کاج بروسیا در منطقه قیان پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که پایگاه بالایی (۸۰۰-۶۰۰ متر) حجم در هکتار بیش‌تری نسبت به دو پایگاه دیگر داشت. از طرفی معلوم گردید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد شاقولی بودن، تنه بدون شاخه، شادابی تاج، افزایش و درصد درختان با تاج متقارن و انحناء تنه اصلی کاهش می‌یابد، در حالی که درصد چند شاخگی و سلامت تنه تغییرات منظمی را در ارتباط با افزایش ارتفاع نشان نداده است. مدیر رحمتی و همکاران (۲۰) در پژوهش خود در منطقه سنگده در استان مازندران با حدود ارتفاعی ۲۱۰۰ متر بیان کردند که گونه صنوبر دلتوئیدس از توانایی استقرار خوبی برخوردار است و تولید قابل قبولی داشت. خانجانی شیراز و همکاران (۱۴) در پژوهش خود در ارتباط با خصوصیات کمی درختان دلتوئیدس ۲۵ سال در منطقه جلگه شفارود متوسط قطر برابر سینه را در منطقه طولارود ۳۱/۴۸، گیسوم ۳۱/۲۷، هفت دغان ۲۵/۹۸ و شاندرمن ۳۱/۵۶ سانتی‌متر ثبت کردند. مطالعات مختلف در ارتباط با گونه صنوبر بیشتر بر تعیین سازگاری و بهترین کلن برای کاشت آن تمرکز کرده‌اند (۲۱، ۱۷، ۱۵) و تاکنون پژوهشی در ارتباط با اثر ارتفاع از سطح دریا روی خصوصیات کمی و کیفی گونه صنوبر صورت نگرفته است. از این‌رو ضرورت پژوهش در مورد سازگاری صنوبرها در شرایط کاشت عرصه‌های جنگلی متفاوت به‌ویژه از نظر مشخصه ارتفاع از سطح دریا جهت دستیابی به بهترین شرایط رویشی به‌منظور توسعه سطح جنگل‌کاری اهمیت فراوانی دارد (۲۰). همچنین ارزیابی عرصه‌های جنگل‌کاری شده نقش مهمی در اتخاذ تصمیم‌های آتی و ایجاد جنگل‌هایی با کیفیت و کمیت بهتر در آینده دارند، لذا یافتن بهترین شرایط رویشی به‌ویژه از نظر ارتفاعی حائز اهمیت است. بنابراین، هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی برخی از خصوصیات کمی و کیفی جنگل‌کاری‌های صنوبر دلتوئیدس در سه طبقه ارتفاعی مختلف به‌منظور کسب اطلاعات بهینه جهت احیا جنگل و همچنین تولید چوب در نقاط مختلف ارتفاعی بود.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد بررسی

به‌منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا روی خصوصیات رویشی گونه صنوبر دلتوئیدس، سه منطقه جنگل‌کاری شده واقع در سری چهار مهدشت (۴۱' ۳' ۵۳° طول شرقی و ۱۹' ۱۹' ۳۶° عرض شمالی در دامنه ارتفاعی ۳۰۰-۱۵۰ متر)، سری سه پهنه‌کلا (۴۶' ۵' ۵۳° طول شرقی و ۷' ۲۵' ۳۶° عرض شمالی در ارتفاعی ۴۰۰-۶۰۰ متر) و سری دو نقیب‌ده-مزده (۳۵' ۲۱' ۵۳° طول شرقی و ۱۵' ۲۴' ۳۶° عرض شمالی و دامنه ارتفاعی ۹۰۰-۱۲۰۰ متر) در حوزه اداره کل منابع طبیعی ساری انتخاب شد. سری‌های مهدشت، پهنه‌کلا و نقیب‌ده مزده به ترتیب در فاصله ۶، ۲۵ و ۴۲

جدول ۱- درصد ترکیب گونه‌های درختی شناسایی شده در رویشگاه‌های مورد مطالعه

Table 1. Percent of tree species composition in study sites

گونه درختی	مهدشت	پهنه کلا	نقیب‌ده مزده
صنوبر	۸۸	۹۶	۹۳
افرا	۱	۱	۳
انجیلی	۶	۳	۱
آزاد	-	-	-
بلوط	۵	-	۳
توسکا	۱	-	-

### مشخصات کمی درختان

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که مشخصات کمی درختان بین سه رویشگاه اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد داشتند (جدول ۲). بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین مقدار قطر برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تاج، قطر تاج، سطح مقطع در هکتار و حجم در هکتار در رویشگاه مهدشت و کمترین مقادیر آن‌ها در رویشگاه پهنه کلا مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار ضریب شکل درختان در رویشگاه پهنه کلا مشاهده شد (جدول ۳). مطابق شکل ۱، بیشترین تعداد درختان در هر سه رویشگاه در طبقه قطری ۱۵ سانتی‌متر دیده شد و به‌طور کلی

با افزایش طبقه قطری روند کاهشی در فراوانی درختان در هر سه رویشگاه مشاهده شد. تعداد درختان در طبقات قطری بیش از ۴۰ سانتی‌متر در رویشگاه پهنه کلا کمتر از رویشگاه مهدشت و نقیب‌ده مزده بود. همچنین درختان با طبقه قطری بیش از ۵۵ سانتی‌متر فقط در رویشگاه مهدشت مشاهده شد. نتایج پراکنش حجم درختان در طبقات قطری نشان داد که در رویشگاه مهدشت بیشترین مقدار حجم در طبقه قطری ۴۰ سانتی‌متری دیده شد ولی در رویشگاه پهنه کلا در طبقه قطری ۳۰ و همچنین در رویشگاه نقیب‌ده مزده در طبقه قطری ۳۵ دیده شد (شکل ۲).

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه مشخصات کمی درختان در رویشگاه‌های مختلف

Table 2. Results of One-Way ANOVA for quantitative characteristic of trees in different sites

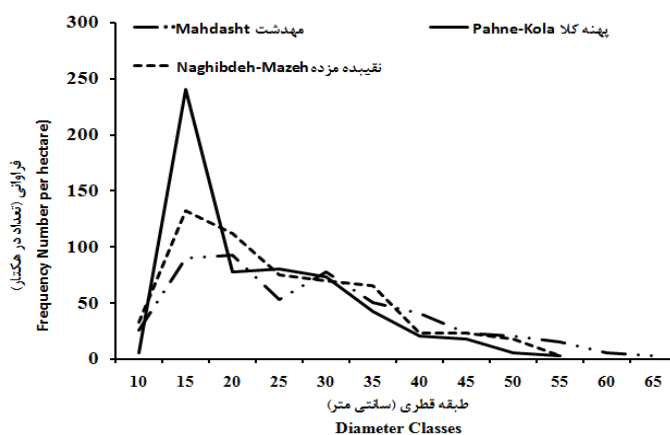
مشخصه کمی	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	رویشگاه	۲	۱۳۹۴/۱۲۷	۱۲/۷۹**
	خطا	۶۴۰	۱۰۸/۹۲۹	
ارتفاع کل (متر)	رویشگاه	۲	۴۸۸/۳۳۸	۱۵/۴۷**
	خطا	۶۴۰	۳۱/۵۵۷	
ارتفاع تاج (متر)	رویشگاه	۲	۸۱/۱۷۵	۱۴/۷۲**
	خطا	۶۴۰	۵/۵۱۱	
قطر تاج (متر)	رویشگاه	۲	۵۸/۹۶۵	۱۸/۷۱**
	خطا	۶۴۰	۳/۱۵۱	
سطح مقطع (مترمربع)	رویشگاه	۲	۰/۰۳۵	۱۴/۰۴**
	خطا	۶۴۰	۰/۰۰۲	
حجم (مترمکعب)	رویشگاه	۲	۵۰/۱۵۶	۱۵/۹۴**
	خطا	۶۴۰	۳/۱۴۷	
ضریب شکل	رویشگاه	۲	۰/۲۴۸	۷/۳۸**
	خطا	۶۴۰	۰/۰۳۴	

\*\*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

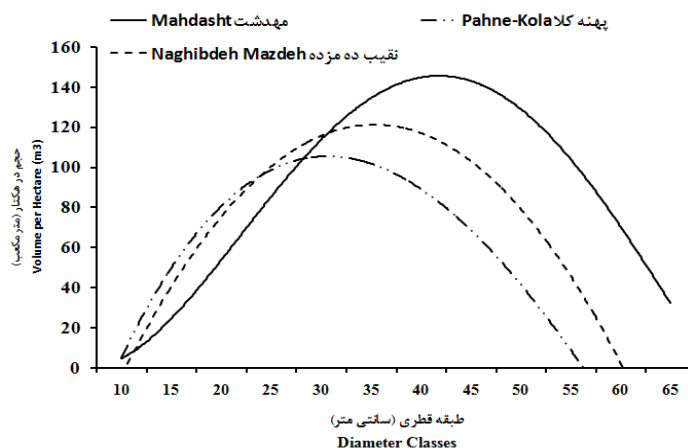
جدول ۳- میانگین مشخصات کمی درختان (میانگین ± اشتباه معیار) در رویشگاه‌های مختلف  
 Table 3. Mean of quantitative characteristic of trees (mean±SE) in different sites

مشخصه کمی	رویشگاه	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	مهدشت	۲۷/۸۳ <sup>ab</sup>	۱۲/۱۶	۱۱/۱۹	۶۶/۶۰
	پهنه کلا	۲۲/۷۰ <sup>c</sup>	۸/۹۷	۱۱/۵۰	۵۲/۶۰
	تقیبده مزده	۲۴/۶۹ <sup>b</sup>	۱۰/۱۵	۱۰/۲۰	۵۵/۲۱
ارتفاع کل (متر)	مهدشت	۲۴/۰۸ <sup>a</sup>	۶/۴۲	۱۲/۴۵	۴۱/۲۵
	پهنه کلا	۲۱/۱۳ <sup>b</sup>	۴/۷۴	۱۳/۱۰	۳۲/۰
	تقیبده مزده	۲۱/۸۳ <sup>b</sup>	۵/۶۶	۱۱/۵۰	۳۷/۲۵
ارتفاع تاج (متر)	مهدشت	۳/۴۵ <sup>a</sup>	۳/۶۴	۱/۱۱	۴۴/۱۰
	پهنه کلا	۲/۲۱ <sup>c</sup>	۰/۹۹	۰/۰۹	۷/۲۵
	تقیبده مزده	۲/۹۱ <sup>b</sup>	۱/۷۸	۰/۸۵	۹/۱۳
قطر تاج (متر)	مهدشت	۳/۳۷ <sup>ad</sup>	۲/۱۹	۱/۱۱	۱۷/۱۶
	پهنه کلا	۲/۳۱ <sup>c</sup>	۱/۰۹	۱/۱۰	۶/۲۵
	تقیبده مزده	۲/۸۶ <sup>b</sup>	۱/۹۱	۱/۰۵	۱۸/۱۸
سطح مقطع (مترمربع)	مهدشت	۰/۰۷۳ <sup>a</sup>	۰/۰۶۳	۰/۰۱	۰/۳۵
	پهنه کلا	۰/۰۴۶ <sup>b</sup>	۰/۰۳۸	۰/۰۱	۰/۲۲
	تقیبده مزده	۰/۰۵۵ <sup>b</sup>	۰/۰۴۶	۰/۰۱	۰/۲۴
حجم (مترمکعب)	مهدشت	۲/۱۱ <sup>a</sup>	۲/۳۹	۰/۱۲	۱۶/۳۶
	پهنه کلا	۱/۱۵ <sup>b</sup>	۱/۲۱	۰/۱۵	۶/۰۴
	تقیبده مزده	۱/۴۳ <sup>b</sup>	۱/۵۹	۰/۰۴	۸/۴۱
ضریب شکل	مهدشت	۰/۹۳ <sup>b</sup>	۰/۱۷	۰/۶۰	۱/۳۱
	پهنه کلا	۰/۹۹ <sup>a</sup>	۰/۱۷	۰/۵۲	۲/۱۲
	تقیبده مزده	۰/۹۳ <sup>b</sup>	۰/۱۹	۰/۰۹	۱/۵۰

حروف یکسان عدم اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند.



شکل ۱- پراکنش تعداد درختان در طبقات قطری درختان در رویشگاه‌های مختلف مورد مطالعه  
 Figure 1. Number of trees per hectare in diameter classes in study sites



شکل ۲- پراکنش حجم در هکتار در طبقات قطری درختان در رویشگاه‌های مختلف مورد مطالعه  
Figure 2. Volume of trees per hectare in diameter classes in study sites

تغییرات در ترکیب گونه‌ها (جنگل‌های طبیعی)، نرخ رشد، شکل و ظرفیت تولید آشکار می‌شود. کاهش نرخ رشد درختان با افزایش ارتفاع در جنگل‌های طبیعی و دست‌کشت در مطالعات متعددی گزارش شده است (۱۸، ۲۷، ۱۹). احتمالاً مهم‌ترین عامل محیطی که سرعت رشد را با تغییرات ارتفاع تغییر می‌دهد، درجه حرارت هوا است که آن‌هم از طریق تأثیر بر دمای بافت گیاه و در نتیجه فتوسنتز و تنفس است (۲۸).

همچنین دما میزان تقسیم سلولی و انقباض ساقه را نیز کنترل می‌کند. در مناطق مرتفع، عواملی از جمله کاهش فشار اتمسفر، کاهش فشار جزئی دی‌اکسید کربن، افزایش انرژی خورشیدی می‌تواند باعث کاهش رویش شود (۲۸، ۲۷، ۷، ۵).

بر اساس نتایج سایر مطالعات، تغییرات در شرایط خاک نیز می‌تواند از جمله دلایل کاهش رویش درختان باشد. برخی از تغییرات مشخصات خاک از جمله تغییر درجه حرارت خاک، دسترسی به مواد مغذی و وضعیت آب ممکن است با کاهش رشد درختان در ارتباط باشند (۲۴). با توجه به اینکه دمای خاک نیز با دمای هوا رابطه دارد، بنابراین با افزایش ارتفاع، دمای خاک نیز کاهش می‌یابد (۲۶). دمای خاک ارتباط مستقیم با فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها، چرخه عناصر غذایی و فعالیت ریشه دارد (۲۲). در نتیجه معمولاً حاصلخیزی خاک با افزایش ارتفاع از سطح دریا، کاهش می‌یابد (۲۴).

نمودار پراکنش تعداد درختان در طبقات قطری در هر سه رویشگاه نشان داد که بیشترین فراوانی مربوط به طبقه ۱۵ سانتی‌متر بود. دلیل آن می‌تواند ناشی از سن کم توده‌ها در هر سه رویشگاه باشد (۱۲). نتایج این پژوهش مخالف با نتایج خانجانی شیراز و همکاران (۱۴) بود که بیشترین تعداد درختان در طبقه قطری برای گونه صنوبر در سن حدود ۲۵ سالگی در طبقه قطری ۳۰ سانتی‌متری بود که دلیل تفاوت آن با نتایج پژوهش حاضر می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط رویشگاه باشد. نتایج نشان داد که درختان در رویشگاه پهنه کلا ضریب قد کشیدگی بیشتر از ۱ دارند و ناپایدار هستند. تراکم زیاد و فاصله کم کاشت، عدم اجرای دخالت‌های پرورشی تنک کردن از عمده دلایل افزایش ضریب قد کشیدگی است (۲۵).

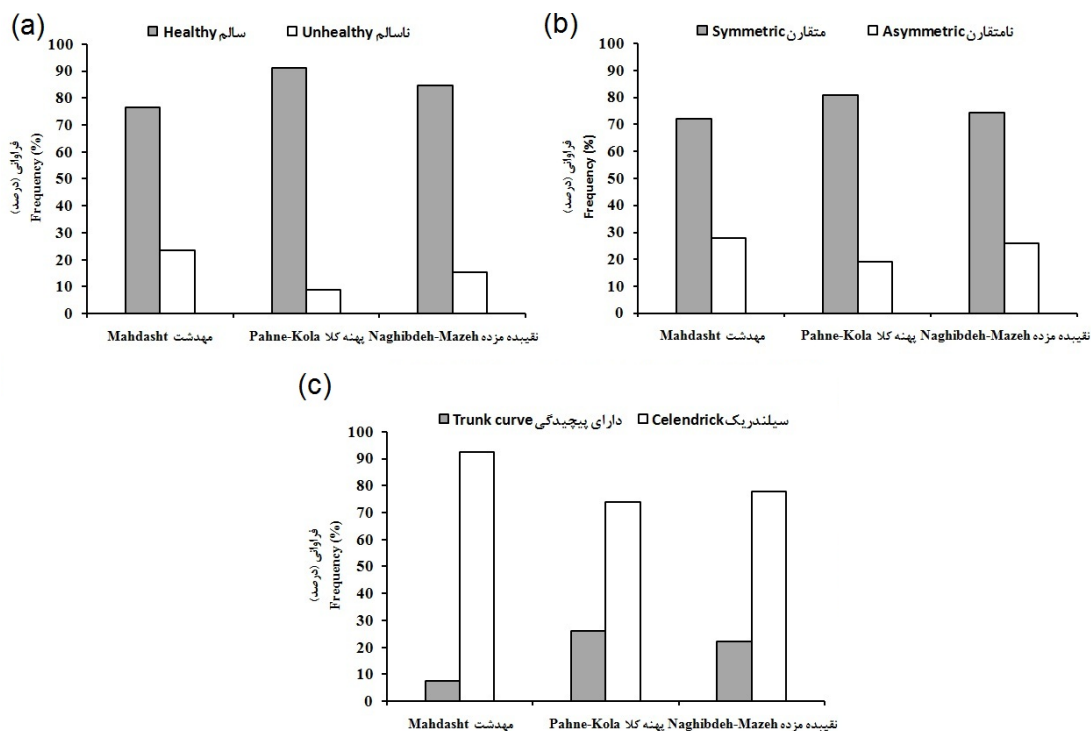
نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، تمام مشخصات کمی درختان شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل، سطح مقطع و حجم در هکتار کاهش پیدا کرد. میانگین قطر برابر سینه صنوبر دلتوئیدس در منطقه مهدشت ۲۷/۸۳ سانتی‌متر بود که بیشتر از دو رویشگاه دیگر است (جدول ۱). خانجانی شیراز و همکاران (۱۴) نیز در پژوهش خود در منطقه جلگه شفاورد روی درختان دلتوئیدس ۲۵ ساله، قطر برابر سینه را در منطقه طولارود ۳۱/۴۸، گیسوم ۳۱/۲۷، هفت دغنان ۲۵/۹۸ و شاندرمن ۳۱/۵۶ سانتی‌متر ثبت کردند. بیشترین مقدار ارتفاع کل نیز در منطقه مهدشت (۲۴/۰۸ متر) دیده شد که به طور معنی‌داری بیشتر از دو رویشگاه دیگر بود و می‌توان بیان کرد درختان این منطقه نسبت به دو رویشگاه دیگر، به حد ارتفاعی مناسب‌تری رسیده‌اند (۱۴).

مدیررحمتی و همکاران (۲۰) در پژوهش خود در منطقه ارتفاعات سنگده (حدود ارتفاعی ۲۱۰۰ متر) بیان کردند که دو کلن دلتوئیدس به دلیل حساسیت به سرما ناشی از قرار گرفتن در ارتفاع بالا طی چند سال متوالی دچار سرمازدگی شده، از این رو در سال بعد از طریق جست دوباره به رشد خود ادامه داده است. با این حال کاهش محسوس تولید چوب در این گونه صنوبر مشهود بود. حسینی و آقاجانی (۱۲) نیز در پژوهش خود در مورد اثر ارتفاع از سطح دریا روی خصوصیات کمی گونه توسکا به نتایج مشابه با این پژوهش دست یافتند. در بررسی که بر روی خصوصیات فیزیکی چوب راش مناطق اسالم، خیرود کنار، سنگده، نکا و گرگان در سه ایستگاه حد پایین، حد میان‌بند و حد بالای راشستان‌ها انجام شد، نتایج نشان داد که در دو منطقه گرگان و سنگده، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، رویش کاهش می‌یابد (۲۳). نتایج این پژوهش مخالف با نتایج کیانی (۱۶) و فلاح و همکاران (۸) در مورد گونه کاج الدار (غرب مازندران) و کاج بروسیا (در منطقه قپان، شرق مازندران) بود که با افزایش ارتفاع، رویش این دو گونه افزایش یافت که دلیل آن می‌تواند ناشی از اختلاف فیزیولوژی گونه‌های مورد مطالعه باشد.

به طور کلی تغییرات ارتفاع بر بسیاری از جنبه‌های بوم‌شناختی جنگل تأثیر می‌گذارد و از راه‌های مختلفی از جمله

در رویشگاه پهنه‌کلا و بیشترین فراوانی درختان با تنه استوانه‌ای در رویشگاه مهدشت مشاهده شدند (شکل ۳).

**خصوصیات کیفی درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه**  
 نتایج نشان داد که از نظر مشخصه سلامت تنه، بیشترین فراوانی درختان سالم و بیشترین تعداد درختان با تاج متقارن



شکل ۳- فراوانی سلامت تنه (الف)، تقارن تاج (ب)، فرم تنه (ج) درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه  
 Figure 4. Frequency of trunk health (a), crown shape (b), trunk form (c) and trunk decay (d) in study sites

بیشترین مقدار امتیاز سلامت تنه و تقارن تاج در رویشگاه پهنه‌کلا مشاهده شد. بیشترین امتیاز برای فرم تنه و پوشیدگی (فاقد پوشیدگی) در رویشگاه نقیبده مشاهده شد (جدول ۵).

نتایج آزمون کروسکال والیس برای خصوصیات کیفی درختان نشان داد که از نظر مشخصات سلامت تنه، تقارن تاج، فرم تنه و پوشیدگی تنه بین رویشگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج آنالیز کروسکال - والیس مشخصات کیفی درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه  
 Table 4. Results of Kruskal walis analysis of Qualitative Characteristic of trees in study sites

بررسی پوشیدگی تنه	فرم تنه	تقارن تاج	سلامت تنه	مقدار کای مربع
۱۹/۲۱	۲۳/۸۰	۴/۹۶	۱۶/۷۰	
۲	۲	۲	۲	درجه آزادی
۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۰۱**	P value

\*\* نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

جدول ۵- متوسط امتیاز مشخصات کیفی درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه

Table 5. Mean rank of Qualitative Characteristic of trees in study sites

متوسط امتیاز	رویشگاه	مشخصه کیفی
۲۹۶/۹۳	مهدشت	سلامت تنه
۳۴۳/۴۲	پهنه کلا	
۳۲۲/۵۴	نقیبده مزده	
۹۰۳/۷۴	مهدشت	تقارن تاج
۳۸۸/۰۶	پهنه کلا	
۳۱۶/۵۸	نقیبده مزده	
۳۵۸/۰۶	مهدشت	فرم تنه
۳۰۰/۹۱	پهنه کلا	
۳۱۱/۳۳	نقیبده مزده	

طبیعی و همچنین سیاست اخیر سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در کاهش بهره‌برداری از جنگل‌های شمال کشور شناسایی و تعیین شرایط بهینه برای جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد و توسعه زراعت چوب لازم و ضروری است. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد کاشت گونه صنوبر دلتوئیدس در مناطق پایین‌بند می‌تواند راهکار مناسبی به‌منظور تأمین نیاز چوبی صنایع وابسته به چوب باشد. با توجه محدود بودن مطالعات در راستای اثرات عوامل محیطی روی خصوصیات کمی و کیفی گونه صنوبر دلتوئیدس پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده تأثیر سایر عوامل محیطی از جمله خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و بررسی خصوصیات تغذیه‌ای درختان نیز مورد توجه قرار گیرد.

روند مشخص و تغییرات منظمی برای خصوصیات کیفی درختان در سه منطقه مشاهده نشد با این حال، بیشترین تعداد درختان با فرم تنه مناسب و استوانه‌ای در منطقه مهدشت مشاهده شد. بهتر بودن شرایط درختان در ارتفاع پایین می‌تواند ناشی از نبود حیوانات وحشی و کمتر بودن آسیب به تنه باشد. همچنین در ارتفاعات بالا وزش باد شدید نیز می‌تواند باعث کاهش سلامت و کیفیت تنه درختان شود (۱۳).

به‌طورکلی، نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع از سطح دریا اثرات معنی‌داری روی خصوصیات کمی و کیفی درختان صنوبر دلتوئیدس دارد و در ارتفاعات پایین‌تر (۳۰۰-۱۵۰ متر) درختان صنوبر از رشد قطری و حجمی مطلوب‌تری نسبت به ارتفاعات بالاتر برخوردار هستند. از این‌رو با توجه به نیاز روزافزون چوب و محدودیت برداشت چوب از جنگل‌های

### منابع

1. Anonymous. 2009. Forest Management Plan of Pahnekola. Published by Forests, Range and Watershed Management Organization of Iran, 930 pp (In Persian).
2. Anonymous. 2010. Forest Management Plan of Mahdasht. Published by Forests, Range and Watershed Management Organization of Iran, 860 pp (In Persian).
3. Anonymous. 2011. Forest Management Plan of Mahdasht. Published by Forests, Range and Watershed Management Organization of Iran, 820 pp (In Persian).
4. Bakhshipour, R., H. Ramezani and E. Lashkarboluki. 2012. Studying the effect of *Pinus taeda* and *Populus* sp. plantation on some forest soils properties (Case study: Fidareh of Lahidjan), Iranian Journal of Forest, 4(4): 321-332.
5. Benecke, U. and M.R. Davis. 1980. Mountain environments and subalpine tree growth. New Zealand Technical Paper Forest Research Institute. 70, 288 pp.
6. Cooper, D.T. and D.F. Van Haverbeke. 1990. *Populus deltoides* Bartr. ex Marsh. Eastern cottonwood: 530-536. In: Burns, R.M. and Honkala, B.H. (Eds.). *Silvics of North America*, Vol. 2: Hardwoods. Published by United States Department of Agriculture, Forest Service, USA, 654 pp.
7. Daubenmire, R.F. 1954. Alpine timberlines in the Americas and their interpretation. *Butler University Botanical Studies*, 119-136.
8. Fallah, A., Y. Kooch and A.A. Rastaghi. 2016. Effect of Altitude Changes on Quantitative and Qualitative Characteristics and Environmental Afforestation Stand of *Pinus Brutia* Ten, *Journal of Environmental science and Technology*, 18(2): 128-143.
9. Forotannejhad, M. 1969. Guidance of poplar plantation on lowlands in north of Iran. Ministry of Natural Resources of Iran, Tehran, 30 pp (In Persian).
10. Forouzesht-Sotgavaberi, R., M.T. Ahmadi, V. Etamad and H.R. Saeidi, 2009. Investigation on quantitative and qualitative characteristics of 19-years old plantation of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in Siahkal region, *Iranian Journal of Forest*, 1(2): 137.150.

11. Gorji Bahri, Y., R. Faraji, S. Kiadaliri, E. Abbassi and B. Gharib. 2009. The effect of thinning on growth and wood production of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) plantation in Nowshahr region. Iranian Journal of Forest, 1(1): 43-55.
12. Hosseini, S. and H. Aghajani. 2017. An investigation on the quantitative and qualitative characteristics of *Alnus subcordata* with changing the elevation above sea level (Case study: Pahne Kolla district, Sari), Forest and Wood Products, 70(2): 293-301.
13. Isik, K. 1999. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten: Seed and seedling characteristics. Silva Genetica. 35: 58-66.
14. Khanjani Shiraz, B., A. hemati, K. Pour tahmasy and H. Sardabi. 2014. Growth comparison of different poplar clones, planted on lowlands of west Guilan, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 557-572.
15. Kiadaliry, SH., M. Tabari, F. Sarmadian and F. Ziai Ziabary, 2004. Effect of soil type on some quantitative and qualitative characteristics of *Populus X. euramericana* (Dode) Gunier. Pajouhesh and Sazandegi, 62: 45-50.
16. Kiaei, M. 2014. Investigation on wood properties of Eldar pine (*Pinus eldarica Medw*) and its relations to soil chemical and physical characteristics (in western of mazandarn province plantation), Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 29(2): 199-207.
17. Lashkar Bolouki, E., A. Modir-Rahmati, E. Kahneh and S.A. Mousavi koopar, 2010. Phenology and growth characteristics of seven clones of *Populus deltoides* in Astaneh Ashrafie, Guilan, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(4): 527-538.
18. Malcolm, D.C. 1970. Site factors and the growth of Sitka spruce. Unpub. PhD. Thesis, Edinburgh Univ.
19. Mayhead, G.J. 1973. The effect of altitude above sea level on the yield class of Sitka spruce. Scottish Forestry, 27: 231-237.
20. Modir-Rahmati, A.R., M. Calagari, R. Ghasemi and Hemmati A, 2015. Study of adaptability and growth of different cultivars of poplar and paulownia in mountainous altitudes of Northern Iran: a case study of Sang Deh rural district of Mazandaran, Iranian Journal of Plant Science, 28(2): 390-400.
21. Mousavi Koopar, S.A., A.R. Modir-Rahmati, E. Lashkar-Bolouki and E. Kahneh. 2011. Adaptation of Poplar clones in Safrabasteh, Guilan province, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(2): 326-339.
22. Nordmeyer, A.H. 1980. Tree nutrient concentrations near the treeline, Craigieburn Range, New Zealand. In: Benecke, U. and Davis, M.R. (Eds.). New Zealand Technical Paper Forest Research Institute, 70: 83-94.
23. Parsa Pajoh, D. 1976. The study of the physical quality of Iranian beech wood in different sites. Iranian journal of Natural resources, 34: 20-32.
24. Pearsall, W.H. 1950 Mountains and moorlands. New Naturalist, London.
25. Rouhi Moghaddam, A., E. Ebrahimi, S.M. Hosseini, A. Rahmani and M. Tabari. 2009. Comparison of growth characteristics of oak in pure and mixed plantations, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(2): 210-224.
26. Shanks, R.E. 1956. Altitudinal and microclimatic relationships of soil temperature under natural vegetation. Ecology, 37: 1-7.
27. Tranquillini, W. 1964. Photosynthesis and dry matter production of trees at high altitudes. In: The formation of wood in forest trees. Zimmermann M.H. (Ed.) pp: 505-518, Academic Press, New York.
28. Tranquillini, W. 1979. Physiological ecology of the alpine timberline-tree existence at high altitudes with special reference to the European Alps. Springer-Verlag, Berlin.

## Effect of Altitude on some Quantitative and Qualitative Characteristics of *Populus Deltoids* Trees

Masoud Naderi Varandi<sup>1</sup>, Ali Kialashaki<sup>2</sup>, Ramin Veisi<sup>3</sup> and Ali Sheykheslami<sup>4</sup>

1- Ph.D. Student of Forestry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

2- Associate Professor of Forestry, Noshahr Branch, Islamic Azad University, Noshahr, Iran.

(Corresponding author: ali\_kialashaki@iauns.ac.ir )

3- Associate Professor of Wood Industries, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

4- Assistant Professor of Forestry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

Received: April 7, 2018

Accepted: June 2, 2018

### Abstract

In order to study the effect of altitude on some quantitative and qualitative characteristic of *Populus deltoides* in Mazandaran province, three sites were selected with elevations between 150 and 1200 m above sea level in Sari city. In each site, some tree traits such as diameter at breast height, total height, basal area, volume, form factor and qualitative variables including trunk health, crown shape and trunk form were measured and evaluated and quantitative and qualitative characteristics of trees in three sites were compared using one-way ANOVA and Kruskal Wallis tests. Results showed that the altitude had significant effects on qualitative and quantitative characteristics of *Populus deltoides* trees and trees in lower altitude ranges (150-300 m) had a higher diameter and volume growth than trees in higher altitudes. According to results, the highest diameter (27.83 cm), height (21.13 m), basal area (0.046 m<sup>2</sup>), volume (2.11 m<sup>3</sup>) and the highest number of trees with cylindrical trunks were observed in Mahdasht. Trees in Pahnekola had the highest form factor (0.99) and with symmetrical crowns. According to results of this study, it can be concluded that planting with *Populus deltoides* trees in lower altitude ranges can increase the qualitative and quantitative characteristics of such trees and provides a suitable approach for supplying wood for wood-based industries.

**Keywords:** Silvicultural characteristics, Diameter and volume growth, Altitude