دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

تأثیر رویشگاه بر ویژگی‌های خاک و ترسیب کربن در توده‌های دست کاشت صنوبر دلتوئیدس در ساری

مسعود نادری ورندی[۱]، علی کیا لاشکی[۲]، رامین ویسی[۳] و علی شیخ الاسلامی[۴] و محیا تفضلی[۵]

۱- دکتری جنگل‌داری، گروه جنگل‌داری دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران، (نویسنده مسوول: nmasoud58@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه جنگل‌داری دانشگاه آزاد اسلامی، نوشهر، ایران
۳- دانشیار گروه صنایع چوب دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
۴- استادیار گروه جنگل داری دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
۵- دکتری جنگلداری، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم و کشاورزی منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۵
صفحه: ۱۸۷ تا ۱۹۵

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی یکی از چالش‌های مهم در بحث توسعه پایدار است که ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه گاز دی‌اکسید کربن می‌باشد. جنگل‌کاری یکی از راهکارهای عملی و ساده به‌منظور کاهش دی‌اکسید کربن جو و افزایش ترسیب کربن در خاک است. بنابراین، هدف از اجرای تحقیق حاضر بررسی روند تغییرات ترسیب کربن خاک توده‌های دست‌کاشت صنوبر دلتوئیدس واقع در طبقات ارتفاعی مختلف بود.

مواد و روش‌ها: سه رویشگاه در حدود ارتفاعی بین ۱۵۰ تا ۱۲۰۰ متر در شهرستان ساری انتخاب شد. متغیرهای کمی شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل، سطح مقطع و ضریب قدکشیدگی تمام درختان با قطر بیشتر از هفت و نیم سانتی‌متر (آماربرداری صد درصد) مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی (رطوبت، بافت و چگالی ظاهری) و شیمیایی خاک (اسیدیته، هدایت الکتریکی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی) ده نمونه خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر در هر یک از توده‌ها با روش استوانه تهیه شد.

یافته‌ها: بیشترین مقدار قطر برابر سینه (۲۷/۸۳ سانتی‌متر)، ارتفاع (۲۱/۱۳ متر) و سطح مقطع (۰/۰۴۶ مترمربع) در رویشگاه مهدشت مشاهده شد و کمترین مقادیر آن‌ها در رویشگاه پهنه‌کلا مشاهده شد. کمترین مقادیر اسیدیته (۰/۰۴±۶/۲۶)، هدایت الکتریکی (۰/۰۱±۰/۳۰ دسی‌زیمنس بر متر)، نیتروژن کل (۰/۰۱±۰/۱۱ درصد)، پتاسیم (۲۵/۰۰±۱۶۹/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کربن آلی (۰/۰۶±۱/۴۳ درصد) خاک در منطقه نقیبده-مزده (بالاترین ارتفاع) مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار ترسیب کربن به ترتیب در توده‌های مهدشت (پایین‌ترین ارتفاع) و نقیبده-مزده (بالاترین ارتفاع) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، در ارتفاعات پایین‌تر درختان صنوبر دلتوئیدس از رشد قطری مطلوب‌تری نسبت به ارتفاعات بالاتر برخوردار هستند. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد کاشت گونه صنوبر دلتوئیدس در مناطق پایین بند می‌تواند راهکار مناسبی به‌منظور کاهش میزان دی‌اکسید کربن جو باشد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، تغییر اقلیم، جنگل‌کاری، خصوصیات خاک

مقدمه

تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی یکی از چالش‌های مهم در بحث توسعه پایدار است که ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای است (۱۶). دی‌اکسید کربن مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است که افزایش احتراق سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی در سراسر جهان از عوامل بسیار مؤثر در افزایش سطح آن است. پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر، هزینه‌های سنگینی در بر دارد (۵)؛ بنابراین به‌منظور کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر باید جذب و در شکل‌های متعدد ترسیب شود (۳۱). ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند، ساده‌ترین و از نظر اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن به‌منظور کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری است (۹). در این میان، جنگل‌ها که از جمله مهم‌ترین اکوسیستم‌های خشکی نیز به حساب می‌آیند، نقش مهمی در چرخه گاز دی‌اکسید کربن ایفا می‌کنند و یکی از مهم‌ترین محل ذخیره کربن و ترسیب کربن می‌باشند (۳۴). بنابراین افزایش سطح جنگل‌ها طی فرآیند جنگل‌کاری می‌تواند راهکار مناسبی به منظور جذب و ذخیره کربن جو باشد. بسیاری از پروژه‌های جنگل‌کاری و زراعت چوب از جمله صنوبرکاری‌ها از طریق ترسیب کربن، نقش عمده‌ای در حفظ توازن چرخه جهانی کربن ایفا می‌کنند، به طوری که هر ساله مقدار زیادی کربن در مقیاس جهانی ترسیب می‌شود (۱۳). صنوبرها علاوه بر کمک به احیاء جنگل و ترسیب کربن، با میزان راندمان تولید چوب بالا در واحد سطح می‌توانند میزان تولید را افزایش داده و نیاز تولید کارخانه‌هایی را که با کمبود مواد اولیه روبرو هستند را بهبود بخشد (۲۸).

افزایش نگرانی‌ها در زمینه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم موجب شده است که به خاک و قابلیت آن در ترسیب کربن به‌صورت پایدار توجه ویژه‌ای شود (۲۵). در سال‌های اخیر توجه به ماده آلی خاک در رابطه با ترسیب کربن افزایش یافته و دستیابی به افزایش ترسیب کربن خاک به‌عنوان روش مناسبی برای کاهش تراکم دی‌اکسید کربن اتمسفری در مجامع علمی و سیاسی جهان مطرح شده است (۲۲). ترسیب کربن خاک بخش مهمی از ترسیب کربن در اکوسیستم خشکی است و تأثیر شدیدی بر دی‌اکسید کربن اتمسفری دارد، به‌طوری که تغییرات کم در تراکم کربن خاک در اثر تغییر کاربری اراضی ممکن است تغییرات زیادی در تراکم دی‌اکسید کربن اتمسفری ایجاد کند. همچنین کاهش ذخیره کربن آلی خاک با افزایش احتمال فرسایش‌پذیری و فشردگی

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

خاک و افزایش رواناب اثر زیادی بر ساختمان خاک می‌گذارد (۲۵). جنگل‌کاری در اراضی بایر و تخریب شده و مدیریت بهینه آن، اثر زیادی بر ترسیب کربن خاک خواهد داشت. به عبارت دیگر، ترسیب کربن در خاک‌های جنگلی، در حاصلخیزی رویشگاه و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مفید است (۴).

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی تأثیر تیپ‌های مختلف جنگلی بر ذخیره کربن خاک را گزارش دادند (۴۷،۴۵،۴۴،۶،۳). نتایج این تحقیقات حاکی از آن است که مقدار ذخیره کربن همبستگی بالایی با پوشش گیاهی دارند. تغییر در مقدار ترسیب کربن خاک، به مقدار ورودی کربن به خاک از راه بقایایی گیاهی و هدر رفت کربن از راه تجزیه بستگی دارد (۴۳). در سال‌های اخیر، پژوهش‌های زیادی تغییرات مکانی کربن آلی خاک را بررسی کردند (۴۵،۴۱،۲۶). نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که در مقیاس جهانی، تنوع اقلیم و توپوگرافی به ترتیب دو عامل اصلی کنترل‌کننده میزان کربن آلی خاک و سرعت چرخه آن در یک منطقه مشخص است. خصوصیات مختلف توپوگرافی با تأثیر بر میزان بارش و درجه حرارت و نیز میزان نور دریافتی و رطوبت نسبی از عوامل اصلی بروز اختلافات در اکوسیستم بوده و بنابراین در مطالعات از دیرباز به‌عنوان یک فاکتور مهم و شناخته شده مورد توجه می‌باشد (۲۳). از میان خصوصیات مختلف توپوگرافی، عامل ارتفاع از سطح دریا نقش تعیین‌کننده‌ای در پاسخ عملکردهای زیستی و ترکیب پوشش گیاهی ایفا کرده ازاین‌رو بر میزان ترسیب کربن خاک تأثیر قابل توجهی دارد (۲۳). بررسی مطالعات انجام شده در رابطه با ذخیره کربن در جنگل‌های کوهستانی نشان می‌دهد که اغلب با افزایش ارتفاع از سطح دریا، بر میزان ترسیب کربن خاک افزوده می‌شود (۳،۷).

شناخت تغییرات ترسیب کربن در ارتباط با تغییرات ارتفاع از سطح دریا در رویشگاه‌های جنگلی به دلیل ارائه یک پیش‌بینی مناسب از واکنش توازن کربن در سطح منطقه‌ای و جهانی، نسبت به تغییرات خصوصیات اقلیمی آینده حائز اهمیت است (۱۱،۲۱). در رابطه با گونه تند رشد صنوبر بیشتر مطالعات انجام شده به بررسی ترسیب کربن روی زمین و خاک پرداختند (۲۹،۱۳). ولی با توجه به اطلاعات موجود، اثر ارتفاع از سطح دریا روی خصوصیات کمی درختان، ویژگی‌های شمیایی و ترسیب کربن در جنگل‌کاری‌ها به‌ویژه گونه صنوبر، کمتر مورد توجه قرار گرفته است، ازاین‌رو، تحقیق حاضر در نظر دارد تا روند تغییرات ترسیب کربن را در جنگل‌کاری صنوبر دلتوئیدس، به‌عنوان گونه تند رشد مورد استفاده در فعالیت‌های جنگل‌کاری، واقع در طبقات ارتفاعی مختلف در جنگل‌های حوزه اداره کل منابع طبیعی ساری را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

به‌منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا روی خصوصیات رویشی گونه صنوبر دلتوئیدس و ترسیب کربن خاک آن، سه منطقه جنگل‌کاری شده واقع در سری چهار مهدشت (ارتفاع ۳۰۰–۱۵۰ متر)، سری سه پهنه‌کلا (ارتفاع ۶۰۰–۴۰۰ متر) و سری دو نقیب‌ده–مزده (ارتفاع ۱۲۰۰–۹۰۰ متر) در حوزه اداره کل منابع طبیعی ساری انتخاب شدند (شکل ۱). سری مهدشت، پهنه‌کلا و نقیب‌ده مزده به ترتیب در فاصله ۶، ۲۵ و ۴۲ کیلومتری جنوب شهر ساری واقع شده‌اند. جهت عمومی در هر سه منطقه جنوب غربی، تیپ خاک نیز 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 می‌باشد. متوسط دمای سالانه در در سه منطقه مهدشت، پهنه‌کلا و نقیب‌ده مزده به ترتیب ۱۷/۶۷، ۱۵/۸۵ و ۱۴/۱۳ درجه سانتی‌گراد بود. سطح جنگل‌کاری‌ها در حدود دو هکتار بود و جنگل‌کاری‌ها در هر سه رویشگاه در سال ۱۳۷۲ و با فواصل کاشت ۳ ×۳ متر انجام شد و تمام مراحل داشت در این سه منطقه یکسان بود.

جمع‌آوری اطلاعات

به‌منظور بررسی ویژگی‌های جنگل‌شناسی در تمام عرصه‌های مورد مطالعه، به دلیل کوچک بودن از یک‌سو و همچنین افزایش دقت و صحت مطالعه، از روش آماربرداری صد در صد اقدام به جمع‌آوری اطلاعات از تمامی درختان با قطر برابر سینه بیشتر از هفت و نیم سانتی‌متر انجام شد. متغیرهای کمی شامل قطر برابرسینه تمامی درختان با استفاده از خط کش دوبازو (کالیپر) اندازه‌گیری و ثبت شد. ارتفاع درختان با استفاده از دستگاه شیب‌سنج سونتو اندازه‌گیری و ثبت شد. در نهایت سطح مقطع درختان ($G = \frac{\pi}{4} d^2$) محاسبه شد.

در تابستان سال ۱۳۹۶، در هر یک از توده‌های مورد بررسی ده نقطه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در هر نقطه با استفاده از روش استوانه از عمق ۱۰–۰ سانتی‌متر نمونه خاک تهیه شد. نمونه‌ها درون پلاستیک قرار داده و به آزمایشگاه آب، خاک و گیاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. در آزمایشگاه ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل درصد رطوبت به روش وزنی، چگالی ظاهری به روش کلوخه (۱۵)، بافت خاک به روش هیدرومتری (۲) اندازه‌گیری شدند. ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل اسیدیته خاک (pH) به روش پتانسیومتری (۱۵) هدایت الکتریکی (EC) به روش هدایت سنجی (نسبت خاک به آب برابر با ۱ به ۲/۵ بود)، کربن آلی به روش والکی و بلاک (۳۲)، نیتروژن به روش کجلدال، فسفر قابل جذب با روش اولسن، پتاسیم با روش عصاره‌گیری با استات آمونیم (۱۵) شدند.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

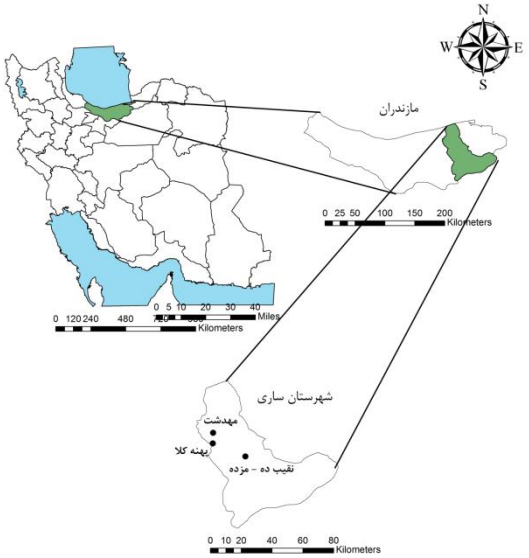
میزان ترسیب کربن خاک برحسب کیلوگرم بر هکتار بر اساس رابطه (۱) تعیین گردید (۳۰،۲۲)

$$OC = 10000 \times OC\,\% \times BD \times E \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه OC مقدار ترسیب کربن آلی برحسب کیلوگرم بر مترمربع، ٪ OC درصد کربن آلی، BD وزن

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E عمق نمونه‌برداری خاک برحسب سانتی‌متر است (۲۷).
در ادامه نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولوموگروف اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی اثر رویشگاه روی مشخصه‌های کمی درختان، خصوصیات خاک و ترسیب کربن خاک از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA One–Way) برای مقایسه کلی استفاده شد. برای مقایسه چندگانه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Location of Studied Sites

نتایج و بحث

مشخصات کمی درختان

نتایج این پژوهش نشان داد که بین مشخصات کمی درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین مقدار قطر برابر سینه، ارتفاع کل و سطح مقطع در هکتار در رویشگاه مهدشت مشاهده شد و کمترین مقادیر آن‌ها در رویشگاه پهنه‌کلا مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار ضریب شکل درختان در رویشگاه پهنه‌کلا مشاهده شد (جدول ۲). مطابق شکل ۲، بیشترین تعداد درختان در هر سه رویشگاه در طبقه قطری ۱۵ 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 پهنه‌کلا کمتر از رویشگاه مهدشت و نقیب‌ده مزده بود. همچنین درختان با طبقه قطری بیش از ۵۵ سانتی‌متر فقط در رویشگاه مهدشت مشاهده شد.

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس خصوصیات کمی درختان در رویشگاه‌های مورد مطالعه
Table 1. Results of ANOVA for Quantitative Characteristic of Trees in Studied Sites

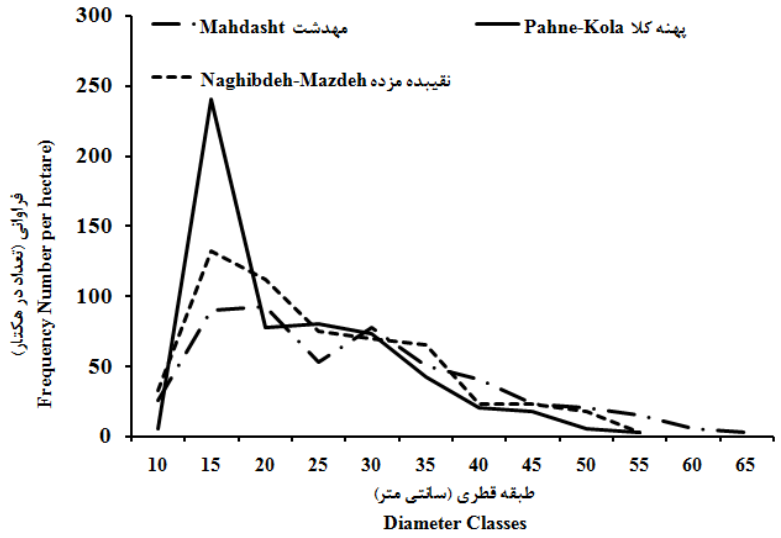
مشخصه کمی	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار آماره F	Sig
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	بین رویشگاه	۲	۱۳۹۴/۱۲	۱۲/۷۹	۰/۰۱
	خطا	۶۴۰	۱۰۸/۹۲		
	کل	۶۴۲			
ارتفاع کل (متر)	بین رویشگاه	۲	۴۸۸/۳۳	۱۵/۴۷	۰/۰۰۱
	خطا	۶۴۰	۳۱/۵۵		
	کل	۶۴۲			
سطح مقطع (متر مربع)	بین رویشگاه	۲	۰/۰۳۵	۱۴/۰۴	۰/۰۰۱
	خطا	۶۴۰	۰/۰۰۲		
	کل	۶۴۲			
ضریب قدکشیدگی	بین رویشگاه	۲	۰/۲۴۸	۷/۳۸	۰/۰۱
	خطا	۶۴۰	۰/۰۳۴		
	کل	۶۴۲			

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

جدول ۲- مشخصه‌های کمی درختان صنوبر دلتوئیدس در سه رویشگاه مختلف در ساری
Table 2. Quantitative characteristic of *Populous deltoids* trees in three different sites in Sari

مشخصه کمی	رویشگاه	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	مهدشت	۲۷/۸۳^{a}	۱۲/۱۶	۱۱/۱۹	۶۶/۶۰
	پهنه‌کلا	۲۲/۷۰^{c}	۸/۹۷	۱۱/۵۰	۵۲/۶۰
	نقیب‌ده مزده	۲۴/۶۹^{b}	۱۰/۱۵	۱۰/۲۰	۵۵/۲۱
ارتفاع کل (متر)	مهدشت	۲۴/۰۸^{a}	۶/۴۲	۱۲/۴۵	۴۱/۲۵
	پهنه‌کلا	۲۱/۱۳^{b}	۴/۷۴	۱۳/۱۰	۳۲/۰
	نقیب‌ده مزده	۲۱/۸۳^{b}	۵/۶۶	۱۱/۵۰	۳۷/۲۵
سطح مقطع (متر مربع)	مهدشت	۰/۰۷۲^{a}	۰/۰۶۳	۰/۰۱	۰/۳۵
	پهنه‌کلا	۰/۰۴۶^{b}	۰/۰۳۸	۰/۰۱	۰/۲۲
	نقیب‌ده مزده	۰/۰۵۵^{b}	۰/۰۴۶	۰/۰۱	۰/۲۴
ضریب قدکشیدگی	مهدشت	۰/۹۳^{b}	۰/۱۷	۰/۶۰	۱/۳۱
	پهنه‌کلا	۰/۹۹^{a}	۰/۱۷	۰/۵۲	۲/۱۲
	نقیب‌ده مزده	۰/۹۳^{b}	۰/۱۹	۰/۰۹	۱/۵۰

حروف لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلا معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد



شکل ۲- پراکنش تعداد در طبقات قطری درختان درختان صنوبر دلتوئیدس در رویشگاه‌های مختلف مورد مطالعه
Figure 2. Distribution of Number of Populous deltoids trees per hectare in diameter classes in study sites

بیشترین مقدار مشخصه ارتفاع کل در منطقه مهدشت (۲۴/۰۸ متر) دیده شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو رویشگاه دیگر بود که می‌توان بیان کرد نسبت به دو رویشگاه دیگر، به حد ارتفاعی مناسب‌تری رسیده است (۱۹). یکی از دلایل اصلی مربوط به قطر و ارتفاع کم درختان می‌تواند ناشی از مغلوب شدن درختان بر اثر رقابت با سایر درختان باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که تعداد در هکتار درختان در طبقه قطری ۱۵ سانتی‌متر بیشتر از سایر طبقات قطری بود. همچنین در این پژوهش درختانی در طبقات قطری ۶۰ سانتی‌متر نیز مشاهده شد. شاید بتوان دلیل بیشتر بودن درختان در طبقه قطری ۱۵ سانتی‌متر را با توجه به ضریب قدکشیدگی که نزدیک به یک می‌باشد، در عدم اجرای عملیات پرورشی بیان کرد. با توجه به اینکه عملیات پرورشی تنک کردن باعث ایجاد فضا برای درختان می‌شود، بنابراین در این پژوهش، عدم اجرای عملیات تنک کردن باعث ایجاد رقابت نوری بین درختان شده و در نهایت باعث شد که درختان روی رشد ارتفاعی به‌جای رشد قطری تمرکز کنند.

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، تمام مشخصات کمی درختان شامل قطر برابر سینه، ارتفاع کل، سطح مقطع کاهش پیدا کرد. از آنجایی‌که سه توده صنوبر کاری شده هم‌سن بودند، کلن و نهال‌های مورد استفاده، فاصله کاشت درختان و عملیات مراقبتی نیز در هر دو توده به‌طور مشابهی اعمال شده است، به نظر می‌آمد که شرایط زیست‌محیطی حاکم بر سه توده رشد درختان را تحت تأثیر قرار داده باشد. 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 درنتیجه فتوسنتز و تنفس است (۴۲،۳۵). همچنین دما میزان تقسیم سلولی و انقباض ساقه را نیز کنترل می‌کند. در مناطق مرتفع، عواملی ازجمله کاهش فشار اتمسفر، کاهش فشار جزئی دی‌اکسید کربن، افزایش انرژی خورشیدی می‌تواند باعث کاهش رویش شود (۱). بر اساس نتایج سایر مطالعات، تغییرات در شرایط خاک نیز می‌تواند ازجمله دلایل کاهش رویش درختان باشد. برخی از تغییرات مشخصات خاک از

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

جمله تغییر درجه حرارت خاک، دسترسی به مواد مغذی و وضعیت آب ممکن است با کاهش رشد درختان در ارتباط باشند (۳۶). با توجه به اینکه دمای خاک نیز با دمای هوا رابطه دارد، بنابراین با افزایش ارتفاع، دمای خاک نیز کاهش می‌یابد (۳۹). در ارتباط با کاهش مشخصات کمی درختان صنوبر دلتوئیدس دربا افزایش ارتفاع می‌توان به مطالعه مرادی رحمتی و همکاران (۲۸) اشاره کرد که در تحقیق خود در منطقه ارتفاعات سنگده (حدود ارتفاعی ۲۱۰۰ متر) بیان کردند که دو کلن دلتوئیدس ۶۹/۵۵ و ۶۳/۵۱ به دلیل حساسیت به سرما و قرار گرفتن در ارتفاع بالا طی چند سال متوالی دچار سرمازدگی شده، ازاین‌رو 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 است. مختاری و همکاران (۳۰) در پژوهش خود بیان کردند که درختان صنوبر دلتوئیدس در مناطقی نیمه‌گرمسیری و مرطوب و فاقد زمستان‌های سخت رشد مطلوبی دارد، درحالیکه در رویشگاه‌های با زمستان سرد از رویش ضعیفی برخوردار است. به‌طور کلی ایشان مناطق با ارتفاع کم را برای رویش درختان صنوبر دلتوئیدس پیشنهاد کردند. یکی از دلایل کاهش رشد می‌تواند ناشی از کاهش سرعت تجزیه لاشبرگ و در نتیجه کاهش برگشت عناصر غذایی به خاک باشد.

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و ترسیب کربن خاک

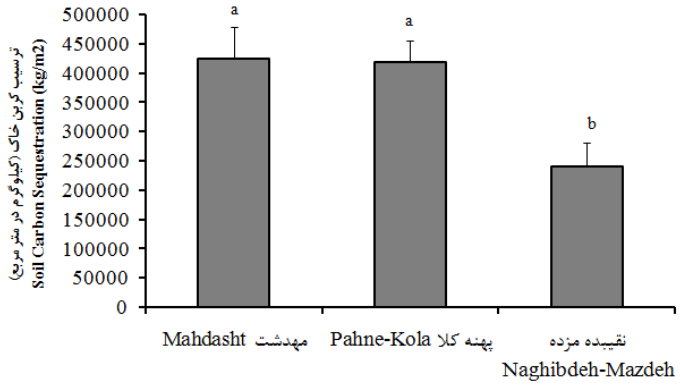
نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع از سطح دریا اثر معنی‌داری روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک داشت. بیشترین مقدار رطوبت خاک در رویشگاه نقیب‌ده مزده مشاهده شد. همچنین اختلاف معنی‌داری از نظر مشخصات چگالی ظاهری، درصد رس، شن، سیلت و فسفر خاک مشاهده نشد. همچنین کمترین مقادیر مشخصات اسیدیته، هدایت الکتریکی، نیتروژن کل، پتاسیم و کربن آلی خاک در منطقه نقیب‌ده مزده مشاهده شد (جدول ۳). نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار ترسیب کربن خاک بین توده‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بود (F=۵/۲۳). بیشترین مقدار ترسیب کربن خاک در منطقه مهدشت و کمترین آن در منطقه نقیب‌ده مزده مشاهده شد (شکل ۱).

جدول ۳- مقادیر برخی مشخصه های فیزیکی و شیمیایی خاک (میانگین±اشتباه معیار) در توده‌های مورد مطالعه

Table 3. Amount of some soil physiochemical properties (Mean±SE) in studied sites

مشخصه خاک	مهدشت	پهنه کلا	نقیب‌ده مزده
رطوبت (درصد)	۲۴/۷±۱/۸۱^{b}	۲۸/۹۰±۰/۶۱^{b}	۳۸/۹۳±۲/۱۵^{a}
چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۶۰±۰/۱۴^{a}	۱/۶۱±۰/۰۷^{a}	۱/۶۶±۰/۲۳^{a}
رس (درصد)	۳۴/۰۶±۵۸/۰۰^{a}	۳۳/۱۱±۳/۳۹^{a}	۲۵/۶۷±۶/۷۷^{a}
شن (درصد)	۳۰/۳۳±۳/۶۲^{a}	۲۶/۳۴±۲/۳۰^{a}	۴۳/۳۰±۹/۹۴^{a}
سیلت (درصد)	۳۵/۷۵±۱/۴۸^{a}	۴۰/۵۴±۱/۵۱^{a}	۳۰/۰۳±۴/۷۹^{a}
اسیدیته	۶/۷۱±۰/۰۴^{a}	۶/۶۹±۰/۰۴^{a}	۶/۲۶±۰/۰۴^{b}
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۴۵±۰/۰۲^{a}	۰/۴۳±۰/۰۵^{a}	۰/۳۰±۰/۰۱^{b}
نیتروژن کل (درصد)	۰/۲۱±۰/۰۰۹^{a}	۰/۱۵±۰/۰۰۶^{b}	۰/۱۱±۰/۰۱۹^{c}
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۶/۴۰±۱/۲۵^{a}	۵/۹۲±۱/۴۷^{a}	۲/۲۲±۱/۶۲^{a}
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۶۵/۷۱±۲۵/۶۰^{a}	۲۸۴/۹۷±۶۲/۸۸^{ab}	۱۶۹/۴۹±۲۵/۰۰^{b}
کربن آلی (درصد)	۲/۶۱±۰/۱۲^{a}	۲/۵۸±۰/۱۵^{a}	۱/۴۳±۰/۰۶^{b}

حروف لاتین غیر مشابه نشان‌دهنده اختلا معنی‌دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۲- ترسیب کربن خاک در رویشگاه‌های مورد مطالعه صنوبر دلتوئیدس در ساری

Figure 2. Soil Carbon sequestration of in Studied Sites of Populous deltoids in Sari

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان رطوبت خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش میزان بارندگی با افزایش ارتفاع می‌تواند دلیل افزایش میزان رطوبت خاک باشد. مقدار اسیدیته، هدایت الکتریکی، نیتروژن کل خاک و پتاسیم قابل جذب با افزایش ارتفاع به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. دلیل کاهش خصوصیات مذکور را می‌توان کاهش دما با افزایش ارتفاع بیان کرد. عامل ارتفاع از سطح دریا با تأثیرگذاری بر کاهش دما و افزایش

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

بارندگی منجر به کاهش سرعت تجزیه لاشبرگ و بازگشت عناصر غذایی و همچنین کاتیون‌های قلیایی به خاک می‌شود بنابراین به دنبال آن انتظار می‌رود میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی کاهش یابد. نتایج این تحقیق در رابطه با کاهش مقدار نیتروژن خاک با افزایش ارتفاع از سطح دریا موافق با نتایج کریمیان و حسینی (۱۷) بود. مطالعات متعددی در ارتباط با ویژگی‌های خاک گونه‌های صنوبر انجام شده است. مختاری و همکاران (۳۰) در پژوهش خود با هدف انتخاب بهترین بستر رویش برای گونه صنوبر دلتوئیدس بیان کردند که خاک سیلتی–رسی–لومی شرایط مناسبی را برای رویش این درختان فراهم می‌کند. کیا دلیری و همکاران (۲۰) در پژوهش خود بیان کردند که خاکهای با مواد آلی زیاد مناسبترین خاک برای کشت و توسعه صنوبر در منطقه مازندران هستند. پولادی و همکاران (۳۷) در پژوهش خود مقدار ترسیب کربن درختان صنوبر دلتوئیدس را در منطقه صفرا بسته گیلان حدود ۱۱۲ تن در هکتار بیان کردند. قرآن زاده و همکاران (۱۲) در پژوهش خود بیان کردند که صنوبر دلتوئیدس در منطقه صفرابسته گیلان به واسطه تولید لاشبرگ با کیفیت بالا اثر مثبتی بر خصوصیات خاک منطقه داشت. ثقفی و همکاران (۳۸) در پژوهش خود بیان کردند که گونه صنوبر دلتوئیدس مناسب برای کاشت در مناطق با ارتفاع پایین است.

Eshetu و همکاران (۱۰) بیشترین مقدار نیتروژن کل را در ارتفاعات میانه از سطح دریا نسبت به ارتفاعات بالاتر و پایین‌تر گزارش دادند و دلیل این امر را توانایی کمتر استقرار جنگل در ارتفاعات بالا که خود باعث کم شدن پوشش گیاهی در این ارتفاعات می‌شود، دانستند. Ediriweera و همکاران (۸) در تحقیق خود در رابطه به ارتفاع از سطح روی نیتروژن خاک اثر معنی‌داری مشاهده نکرد. نتایج این تحقیق در خصوص کاهش پتاسیم قابل جذب با افزایش ارتفاع از سطح دریا، با نتایج تحقیق کریمیان و حسینی (۱۷) موافق بود. یکی از دلایل کاهش پتاسیم با افزایش ارتفاع می‌تواند ناشی از آبشویی این عنصر از خاک نیز باشد. نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت فسفر قابل جذب مشاهده نشد. نتایج این تحقیق موافق با نتایج Ediriweera و همکاران (۸) بود که تغییرات معنی‌داری را در رابطه با غلظت فسفر و ارتفاع از سطح دریا مشاهده نکردند.

در این تحقیق با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان کربن آلی و ترسیب کربن خاک در توده دست‌کاشت صنوبر دلتوئیدس به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در سطح جهانی حدود ۷۰ درصد از کربن آلی در خاک‌های جنگلی ذخیره شده است، بنابراین خاک‌های جنگلی یکی از اجزاء مهم در چرخه جهانی کربن هستند (۲۵). ترسیب کربن خاک به معنی انتقال دی‌اکسید کربن اتمسفری توسط گیاهان و ذخیره‌سازی کربن به‌عنوان ماده آلی در خاک است. میزان تجمع کربن در لایه‌های سطحی خاک با افزایش مواد جامد در آن بیشتر می‌شود. با توجه به اینکه چرخه کربن و نیتروژن به‌طور معنی‌داری در توده‌های جنگل‌کاری شده نسبت به بوم‌سازگان‌های طبیعی تغییر می‌کند، افزایش سطح جنگل از راه جنگل‌کاری، به‌ویژه با گونه‌های تند رشدی مانند صنوبر، در بسیاری از کشورهای جهان به‌عنوان یکی از راهکارهای کاهش آثار گرم شدن زمین، در مجامع مختلف زیست‌محیطی، موردتوجه و تأکید قرارگرفته است.

کریمی خردالی‌وند و همکاران (۱۸) مقدار ترسیب کربن خاک توده صنوبر ۱۹ سال (*P. deltoeides*) را ۲۷ تن در هکتار گزارش کردند. حیدری صفری کوچ و همکاران (۱۳) نیز در پژوهش خود میزان ترسیب کربن خاک در توده صنوبر کبوده (*P. alba*) ۱۲ سال را در فاصله کاشت ۲×۲ متر، ۴۱ تن در هکتار گزارش کرد. از دلایل مهم افزایش ترسیب کربن در خاک، می‌توان به تجزیه لاشبرگ ورودی به کف توده، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک، تغییر در خرد اقلیم، افزایش فعالیت‌های ریشه در گردش عناصر و همچنین تأثیر مثبت تاج پوشش درختان در کاهش آبشویی عناصر و فرسایش اشاره کرد. نتایج این تحقیق در ارتباط با افزایش ترسیب کربن خاک موافق با سایر پژوهش‌های انجام شده روی سایر گونه‌ها از جمله مطالعات کریمیان و حسینی (۱۷)، نورمحمدی و اسماعیل‌زاده (۳۳) بود کومارو همکاران (۲۴) اعتقاد دارند با افزایش ارتفاع از سطح دریا از میزان ذخیره کربن آلی خاک کاسته می‌شود و دلیل آن را احتمالاً کاهش سرعت تجزیه شدن برگ‌ها در ارتفاع بالا نسبت به ارتفاعات پایین‌تر دانستند. شیخ و همکاران (۴۰) نیز در مطالعه خود در جنگل‌های معتدله کوهستانی هیمالیا، نشان دادند که بین ارتفاع از سطح دریا و مقدار ذخیره کربن همبستگی منفی وجود دارد به‌طوری که بیشترین این میزان در ارتفاع پایین‌تر مشاهده می‌شود که دلیل آن را تثبیت بهتر کربن آلی خاک در ارتفاع پایین دانستند .در این ارتباط ژانگ و همکاران (۴۶) نشان دادند که الگویی مشخص بین توزیع کربن آلی با افزایش ارتفاع از سطح دریا وجود ندارد.

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع از سطح دریا اثرات معنی‌داری روی خصوصیات کمی و خاک توده‌های درختان صنوبر دلتوئیدس دارد و در ارتفاعات پایین‌تر درختان صنوبر قطر و سطح مقطع بیشتری نسبت به ارتفاعات بالاتر برخوردار هستند. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد کاشت گونه صنوبر دلتوئیدس در مناطق پایین‌بند که از رشد بیشتری برخودار بود، می‌تواند راهکار مناسبی به‌منظور تأمین نیاز چوبی کشور و همچنین کاهش میزان دی‌اکسید کربن جو باشد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

منابع

1. Benecke, U. and M.R. Davis. 1980. Mountain environments and subalpine tree growth. New Zealand Technical Paper Forest Research Institute, 70: 288 pp.
2. Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. Madison: American Society of Agronomy, 43: 434-438.
3. Bu, X., H. Ruan, L. Wang, W. Ma, J. Ding and X. Yu. 2012. Soil organic matter in density fractions as related to vegetation changes along an altitude gradient in the Wuyi Mountains, southeastern China. Applied Soil Ecology, 52: 42-47.
4. Busse, M.D., F.G. Sanchez, A.W. Ratcliff, J.R. Butnor, E.A. Carter and R.F. Powers. 2009. Soil carbon sequestration and changes in fungal and bacterial biomass following incorporation of forest residuesq. Soil Biology & Biochemistry, 41: 220-227.
5. Cannell, M.G.R. 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset theoretical, potential and achievable capacities globally in Europe and UK. Biomass and Bioenergy, 24: 97-116.
6. Dar, J.A. and S.M. Sundarapandian. 2013. Soil Organic Carbon Stock Assessment in Two Temperate Forest Types of Western Himalaya of Jammu and Kashmir. Indian Forest Research, 3: 1-5.
7. Du, B., H. Kang, J. Pumpanen, P. Zhu, S. Yin, Q. Zou and C. Liu. 2014. Soil organic carbon stock and chemical composition along an altitude gradient in the Lushan Mountain, subtropical China. Ecological Research, 29: 433-439.
8. Ediriweera, S., B.M.P. Singhakumara and M.S. Ashton. 2008. Variation in canopy structure, light and soil nutrition across elevation of a Sri Lankan tropical rain forest. Forest Ecology and Management, 256: 1339-1349.
9. Emmerich, W.E. 2002. Carbon dioxide fluxes in a semiarid environment with high carbonate soils. Agricultural and Forest Meteorology, 116: 91-102.
10. Eshetu, Z., R. Giesler and P. Hogberg. 2004. Historical land use pattern affects the chemistry of forest soils in the Ethiopian highlands. Geoderma, 118: 149-165.
11. 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: 128-143.
12. Ghoranzadeh, N., A. Salehi and E. Kahneh. 2013. Soil and litter nutrient elements comparison of different poplar species and clones (Case study: Safrabasteh Poplar Experimental Station), 21(2): 277-285.
13. Heidari Safari Kouchi, A., Y. Iranmanesh and Rostami Shahraji. 2016. Above-ground and soil carbon sequestration of white poplar (*Populus alba* L.) species in four different planting spaces in Chaharmahal and Bakhtiari Province, 24(2): 200-213.
14. 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: 293-301.
15. Jafarihaghighi, M. 2003. Sampling and analysis of important physical and chemical soil analysis. Tehran: Neda Zoha press.
16. Jia, S. and T. Akiyama. 2005. A precise, unified method for estimating carbon storage in cool-temperate deciduous forest ecosystems. Agricultural and Forest Meteorology, 134: 0-80.
17. Karamian, M. and V. Hosseini. 2014. Effect of altitude, slope and canopy on absorbable phosphorus, carbon and total nitrogen in forest soils Case study: The forest of Ilam province, Dalab. Journal of Forest Sustainable Development, 1: 57-71.
18. Karami-Kordalivand, P., S.M. Hosseini, A. Rahmani and J. Mokhtari. 2015. Effects of pure and mixed Caucasian alder (Alnus subcordata C. A. Mey.) and eastern cottonwood (Populus deltoides Marsh.) plantations on carbon sequestration and some physical and chemical soil properties, 23(3): 402-414.
19. 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: 557-572.
20. Kia Daliri, Sh., M. Tabari, F. Sarmadian and Zia-I Ziabari. 2006. A comparison of Populus X. euramericana Growth on Different Soils in Western Mazandaran Plain. Iranian journal of Natural Resources, 58(4): 823-830.
21. 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: 199-207.
22. Kimble, J.M., L.S. Heath, R.A. Birdsey and R. Lal. 2003. The Potential of U.S. Forest Soils to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. CRC Press, New York.
23. Korner, C. 2007. The use of 'altitude' in ecological research. Trends in Ecology and Evolution, 22: 569-574.
24. Kumar, S., M. Kumar and M.A. Sheikh. 2013. Carbon stock variation of Pinus roxburghii Sarg. Forest along altitudes of Garhwal Himalaya, India. Russian Journal of Ecology, 44: 131-136.
25. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1-22.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

26. Liu, D., Z. Wang, B. Zhang, K. Song, X. Li, J. Li and H. Duan. 2006. Spatial distribution of soil organic carbon and analysis of related factors in croplands of the black soil region, Northeast China. Agriculture, ecosystems and environment, 113: 73-81.
27. Mahmoudi Taleghani, E., G.H. Zahedi Amiri, E. Adeli and K.H. Sagheb-Talebi. 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15: 241-252 (In Persian).
28. Modir-Rahmati, A.R., M. Calagari, R. Ghasemi and A. Hemmati. 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: 390-400.
29. Mokhtari, J., E. Ebrahimi, K. Zabihi and E. Sayyad. 2008. Comparative study of soil properties, quantitative and qualitative characteristics of mixed and pure afforestation of Poplar and Alder in Chamestan (Mazandaran), 16(2): 197-210.
30. Mokhtari, J., A. Soltani, M. Tabari Kouchaksaraei and S.E. Sadati. 2017. Effect of soil texture on growth and yield of eastern cottonwood (Populus deltoids Bartr. ex Marsh. 77/51) in Noor alluvial plain. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 25(3): 398-407.
31. Naghipour Borj, A.A., M. Haidarian Aghakhani, Gh.A. Dianati and H. Tavakoli. 2008. Role of Iran's gangelands in gbsorption of greenhouse gasses. Abstracts of the 2nd National Conference on World Environment Day, Iran, 2008: 219-220.
32. Nelson, D.W. and L.E. Sommers, 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In A.L. Page and R.H. Miller Eds., Methods of Soil Analysis 961-1010 pp. Madison: American Society of Agronomy.
33. Noormohammadi, K. and O. Esmailzadeh. 2015. Variability of soil carbon stock along an altitudinal gradient in Salahodinkola Forest, Nowshahr. Journal of Wood & Forest Science and Technology. 22: 109-125.
34. Pan Y., R.A. Birdsey, J. Fang, R. Houghton and P.E. Kauppi. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. Science 333: 988-993.
35. 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.
36. Pearsall, W.H. 1950. Mountains and moorlands. New Naturalist, London.
37. Puladi, N., N.A. Delavar, A. Golchin and A. Mosavi koper. 2012. Effects of plantation on soil quality indicators and carbon sequestration in Safrabasteh Poplar research station in Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 84-95.
38. Saghafi, F., K. Taheri Abkenar and N. Ghoranzadeh. The effect of different poplar clones on soil biological characteristics in north of Iran. Forest and Wood Products, 72(3): 227-235.
39. Shanks, R.E. 1956. Altitudinal and microclimatic relationships of soil temperature under natural vegetation. Ecology, 37: 1-7.
40. Sheikh, M.A., M. Kumar and R.W. Bussmann. 2009. Altitudinal variation in soil organic carbon stock in coniferous subtropical and broadleaf temperate forests in Garhwal Himalaya. Carbon balance and management, 4: 1-6.
41. Su, Z.Y., Y.M. Xiong, J.Y. Zhu, Y.C. Ye and M. Ye. 2006. Soil organic carbon content and distribution in a small landscape of Dongguan, South China. Pedosphere, 16: 10-17.
42. 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.) Academic Press, New York. 505-518 pp.
43. Varamesh, S., S.M. Hosseini, N. Abdi and M. Akbarinia. 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. Iranian Journal of Forest, 2: 25-35.
44. Wang, Y.Q., X.C. Zhang, J.L. Zhang and S.J. LI. 2009. Spatial variability of soil organic carbon in a watershed on the Loess Plateau. Pedosphere, 19: 486-495.
45. Xavier, F.A.D.S., S.M.F. Maia, K.A. Ribeiro, E. de Sá Mendonça and T. Senna de Oliveira. 2013. Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 165: 173-183.
46. Zhang, M., X.K. Zhang, W.J. Liang, Y. Jiang, G.H. Dai, X.G. Wang and S.J. Han. 2011. Distribution of soil organic carbon fractions along the altitudinal gradient in Changbai Mountain, China. Pedosphere, 21: 615-620.
47. Zhu, B., X. Wang, J. Fang, S. Piao, H. Shen, S. Zhao and C. Peng. 2010. Altitudinal changes in carbon storage of temperate forestson Mt Changbai, Northeast China. Journal of plant research, 123: 439-452.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]

Effect of Site on Soil Properties and Carbon Sequestration in *Populus Deltoids* Stand in Sari

Masoud Nader Varandi[1], Ali Kialashaki[2], Ramin Veisi[3], Ali Sheykheslami[4] and Mahya Tafazoli[5]

1- PhD in Forestry, Department of Forestry, Islamic Azad University, Chalous, Iran, (Corresponding Author: nmasoud58@yahoo.com)
2- Associate Professor of Forestry, Islamic Azad University, Nowshahr, Iran
3- Associate Professor, Wood Industries Department, Islamic Azad University, Chalous, Iran
4- Assistant Professor of Forestry, Islamic Azad University, Chalous, Iran
5- PhD in Forestry, Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari. Iran.
Received: 11 July, 2020 Accepted: 26 July, 2020

Extended Abstract

Introduction and Objective: Climate change and global warming is one of the major challenges in the context of sustainable development, which is due to increasing concentrations of greenhouse gases, especially carbon dioxide. Afforestation is one of the practical and simple ways to reduce atmospheric carbon dioxide and increase carbon uptake in the soil. Therefore, the purpose of this study was to investigate the trend of soil carbon sequestration in *Populus deltoides* plantation located on different elevation classes.

Materials and Methods: Three sites (Mahdasht, Pahnekola and NaghibdehMazde) were selected at elevations between 150 to 1200 m in Sari city. Quantitative variables including diameter at breast height, total height, basal area of all trees with a diameter more than 7.5 cm were recorded (full inventory method). Ten soil samples were taken at a depth of 0-10 cm in each site using the core method in order to study soil physical (moisture, texture and bulk density) and chemical properties (pH, EC, nitrogen, phosphorus, potassium and organic carbon).

Results: The highest diameter (27.83 cm), height (21.13 m), basal area (0.046 m^2) and volume (2.11 m^3) was observed in Mahdasht and the lowest values were observed in Pahnekola. The lowest amount of pH (6.26±0.04), EC (0.3±0.01 ds/m), total nitrogen (0.11±0.01 %), potassium (169.49±25.00 mg/kg) and organic carbon (1.43±0.06 %) were observed in NaghibdehMazde (highest altitude). The highest and lowest rate of carbon sequestration was observed in Mahdasht (lowest altitude) and NaghibdehMazde (highest altitude), respectively. In general, in lower altitudes, poplar trees had a much better diameter growth than higher altitudes.

Conclusion: According to results, it can be stated that planting *Populus deltoides* in lower altitudes can be a suitable approach to reduce the concentration of atmospheric carbon dioxid.

Keywords: Afforestation, Altitude, Climate Change, Soil properties

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-04-20]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.14.0]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.187]