

مقاله علمی-ترویجی

پاسخ رشد نهال‌های صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) به رژیم‌های مختلف آبیاری در استان گیلان

سارا معینی فر^{۱*}، علی صالحی^۲، مهرداد قدس خواه دریایی^{۳*} و ابوذر حیدری صفری کوچی^۴

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر رژیم‌های مختلف رطوبتی بر برخی ویژگی‌های کمی نهال‌های گونه سریع‌الرشد صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان انجام شد. کاشت قلمه‌ها در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار انجام شد. سه سطح آبیاری شامل ۲۰٪، ۴۰٪ و ۶۰٪ رطوبت اشباع خاک موجود در هر گلدان شامل ۱۸۷/۵، ۳۷۵ و ۵۷۰ میلی‌لیتر آب برای ۲/۵ کیلوگرم خاک و تیمار شاهد (بدون آبیاری دستی) با فواصل سه‌روزه از ابتدای بهار تا پایان تابستان بر روی نهال‌ها اعمال گردید. در انتهای دوره ارتفاع نهال‌ها با استفاده از خط‌کش، قطر یقه با استفاده از کولیس، وزن تر ساقه و ریشه به‌وسیله ترازو، زی‌توده ساقه و ریشه با خشک کردن در آون و توزین، طول ریشه‌ها به کمک کاغذ رسم و تعداد برگ‌ها با شمارش تعیین و با آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین ارتفاع با ۹۴/۲ و ۹۰ سانتی‌متر، بیشترین قطر یقه با ۸/۳ و ۷/۷۳ میلی‌متر، بیشترین طول ریشه با ۴۶۳ و ۴۲۵ سانتی‌متر، بیشترین تعداد برگ با ۱۲ و ۹ عدد، بیشترین وزن تر ساقه با ۳۷ و ۳۴ گرم و بیشترین زی‌توده ساقه نهال‌های مورد بررسی با ۱۸ و ۱۶ گرم مربوط به تیمار ۴۰ و ۶۰ درصد بوده است و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بیشترین نسبت زی‌توده ساقه به ریشه به میزان ۳/۲ در مورد تیمار ۴۰ درصد به‌دست آمد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، حد بهینه آبیاری نهال‌های مورد مطالعه به میزان ۴۰ درصد رطوبت اشباع خاک تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: دور آبیاری، طول ریشه، قطر یقه، قلمه، وزن ساقه.

مقدمه

کاغذسازی، این درختان را در زمره‌ی درختان پراهمیت در جهان قرار داده است؛ به‌طوری‌که برای آن کمیسیون بین‌المللی^۲ تشکیل شده است و ایران نیز از سال ۱۳۳۴ شمسی عضو این کمیسیون می‌باشد (کلاگری و همکاران، ۱۳۹۷؛ حیدری صفری کوچی و رستمی شاهرآجی، ۱۳۹۷). صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) یکی از گونه‌های مهم و پرمحصول بخش ایگروس^۳ است که بومی آمریکا بوده و با توجه به سازگاری با شرایط محیطی، تجدید حیات آسان، امکان کشت مخلوط، قابلیت هرس طبیعی، سرعت رشد و سهولت ازدیاد به روش غیرجنسی به‌صورت گسترده در شمال ایران به‌ویژه استان

درختان صنوبر از دیرباز مورد توجه انسان بوده و منافع قابل توجهی نیز برای بشر داشته‌اند. دلایلی چون کاربرد پایه‌های صنوبر در امور ساختمان‌سازی و مناسب بودن الیاف صنوبر برای

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
^۲ دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
^۳ دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
^۴ دانش‌آموخته دکتری، جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱۲

همچنین نتایج مطالعه پیرو و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که حجم تولید صنوبر دلتوئیدس در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری کرتی به طور معنی‌داری بیشتر است.

با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آبی کشور و حساس بودن صنوبرها به عامل آبیاری و رطوبت خاک در مراحل ابتدایی رشد هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر سطوح مختلف رطوبتی بر روی خصوصیات کمی نهال‌های کلن ۶۹/۷۵ صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان می‌باشد. بنابراین ارائه میزان بهینه آب موردنیاز نهال‌های صنوبر در این مطالعه می‌تواند موجب صرفه‌جویی در آب مصرفی و بهبود عملکرد و زی‌توده این‌گونه پرمصرف در یکی حساس‌ترین مرحله رشد آن شود.

مواد و روش‌ها

منطقه تهیه قلمه و محل انجام مطالعه

خاک و قلمه‌های پژوهش حاضر از ایستگاه تحقیقاتی بذر و نهال گونه‌های جنگلی سلمان واقع در شرق شهرستان لنگرود استان گیلان تهیه شد. ایستگاه مذکور با مساحت تقریبی چهار هکتار (با مختصات جغرافیایی: $37^{\circ} 9' N$ و $133^{\circ} 50' E$) در ارتفاع ۱۶ متر زیر سطح دریای خزر قرار دارد (آتش نما و همکاران، ۱۳۹۶). میانگین بارش سالانه ایستگاه ۱۱۸۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. کاشت قلمه‌ها و انجام پژوهش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان واقع در شهرستان صومعه‌سرا (با مختصات: $37^{\circ} 18' N$ و $49^{\circ} 18' E$) انجام شد (شکل ۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا صومعه‌سرا ۶ متر، میانگین بارش سالانه شهرستان ۹۷۲/۳ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه آن ۱۶/۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی آن ۸۹ درصد می‌باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۱).

قلمه‌گیری و برداشت خاک

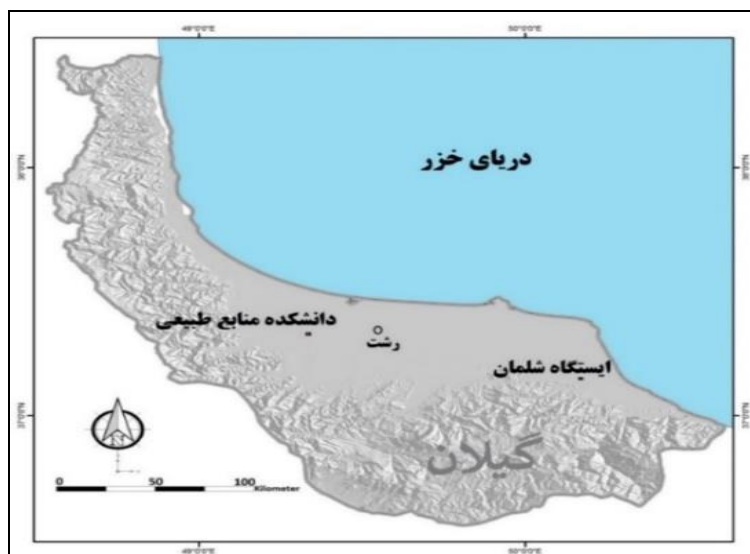
قلمه‌گیری از کلن P.d. 69/75 صنوبر دلتوئیدس شمالی کاشته شده در ایستگاه سلمان به عمل آمد و خاک زیر تاج پوشش کلن مربوطه نیز از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و به محل انجام پژوهش منتقل شد. قطر قلمه‌های منتخب ۲ سانتی‌متر و طول آن‌ها قلمه‌ها نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

گیلان مورد کاشت است (تقفی و همکاران، ۱۳۹۸). از طرفی آبیاری سطوح وسیع صنوبر در فصول خشک (انتهای بهار و تابستان) حتی در استان پرآبی چون گیلان اخیراً با مشکلاتی مواجه شده است (پیرو و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر کمبود آب، گونه صنوبر به شرایط غرقابی حساس بوده و عدم زهکشی نیز رشد مطلوب آن را مختل می‌سازد (Nelson et al., 2019). بنابراین شناخت حد مطلوب نیاز رطوبتی گونه‌های صنوبر موجب دستیابی به عملکرد مناسب، ایجاد زی‌توده^۱ قابل قبول و صرفه‌جویی در مصرف آب در آبیاری آن‌ها می‌شود. معمولاً برای اعمال رژیم آبیاری گیاهان، دو روش کلی شامل دور آبیاری ثابت با مقدار آب متغیر و تغییر دور آبیاری پیشنهاد می‌شود که انتخاب روش مربوطه به هدف کار بستگی دارد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

نظر به نگرانی‌های زیست‌محیطی و ضرورت دستیابی به بهترین رشد و عملکرد درختان، مطالعات عمده‌ای در مورد حد بهینه مصرف آب به‌ویژه در مورد گونه‌های آبدوست در جهان به انجام رسیده است. از جمله بررسی رشد و عملکرد صنوبر اورآمریکن^۲ در کشور چین نشان داده است که بین تیمارهای مختلف، آبیاری به میزان ۵۰ درصد رطوبت اشباع خاک بهترین عملکرد نهال‌های این گونه را در پی داشته است (Yan et al., 2018). در مطالعه‌ای دیگر پایش سه‌ساله حجم و زی‌توده ۵۶ هیبرید از کلن‌های مختلف صنوبر در ایالت ایندیانا کشور آمریکا تحت تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار آبیاری همراه با کوددهی، بیشترین زی‌توده را در بین تیمارهای صرفاً کوددهی، صرفاً آبیاری، کوددهی و آبیاری و کنترل (بدون دخالت) حاصل نموده است (Nelson et al., 2019). همچنین مدل‌سازی تغییرات زی‌توده چهار هیبرید صنوبر با تغییرات ظرفیت زراعی مزرعه در کشور اسپانیا نشان داد حد بهینه عملکرد گونه‌های مورد مطالعه در ۶۵ درصد ظرفیت مزرعه است (González et al., 2017). با وجود اهمیت موضوع، سابقه مطالعاتی در این زمینه در ایران ضعیف است. از مطالعات مشابه می‌توان به مطالعه یوسفی و مدیر رحمتی (۱۳۹۷) اشاره نمود که با بررسی ۱۴ کلن تاج بسته تبریزی، کلن‌های ۵۶/۵۲ و ۵۶/۵۷ را مقاوم‌ترین کلن‌ها به کاهش رطوبت خاک معرفی نمودند.

1. Biomass

2. *Populus × euramericana* "Guariento"



شکل ۱- موقعیت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان بر روی نقشه

طوقه هر قلمه در گلدان خاک ریخته شد. تا روز اول بهار به تمام تیمارها روزانه ۲۰۰ سی‌سی آب داده شد. قبل از اعمال تیمار، قطر یقه، ارتفاع و تعداد برگ تمام نهال‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (اگون و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۲- قلمه‌های در حال رشد اواخر اردیبهشت ماه

طرح آزمایش و اعمال تیمار

پس از اطمینان از استقرار و زنده‌مانی قلمه‌ها، انجام پژوهش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تیمار و پنج تکرار به انجام رسید. تیمار آبیاری در نظر گرفته شده در این مطالعه شامل سه سطح رطوبتی با آبیاری ۲۰٪، ۴۰٪ و ۶۰٪ رطوبت اشباع خاک موجود در هر گلدان و تیمار بدون آبیاری دستی به‌عنوان شاهد (به ترتیب T1، T2، T3 و C) است. قابل ذکر است که ظرفیت زراعی خاک مورد مطالعه ۰/۶ رطوبت اشباع خاک محاسبه شد. رطوبت اشباع یک کیلوگرم خاک

تعیین برخی مشخصات خاک

در این مطالعه درصد ذرات خاک مورد استفاده در پژوهش به روش هیدرومتری بایکوس تعیین و برای تعیین بافت خاک از سیستم سازمان کشاورزی ایالات متحده (USDA) استفاده شد که در کلاسه لومی (Loam) قرار گرفت (ساسانی‌فر و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین جرم مخصوص حقیقی خاک به روش پیکنومتر به میزان ۲/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب، جرم مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه به میزان ۱/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب، درصد کربن آلی به روش والکی‌بلک به میزان ۲/۹۲ درصد، فسفر قابل جذب به روش السون به میزان ۴/۹۲ پی‌پی‌ام، پتاسیم به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال و با استفاده از فیلم‌فتمتر به میزان ۹۳/۶ پی‌پی‌ام و نیتروژن کل خاک به روش کج‌لدال به میزان ۲/۵۱ درصد محاسبه گردید (Olsen et al., 1954؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

کاشت قلمه

برای جلوگیری از وقوع عفونت قارچی قلمه‌ها از محلول بنومیل (Benomyl) یک در هزار استفاده شد. قلمه‌های تهیه شده در نیمه اسفندماه در گلدان‌هایی به ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر و قطر ۱۷ سانتی‌متر کاشته و در گلخانه رو باز دانشکده منابع طبیعی قرار گرفتند (شکل ۲). برای کاشت هر قلمه از ۲/۵ کیلوگرم خاک مبدأ استفاده و تا ارتفاع دو سانتی‌متری بالای

گرم اندازه‌گیری و پس از ثبت وزن تر، نمونه‌ها برای اندازه‌گیری زی‌توده در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد (Iranmanesh et al., 2019).

برای اندازه‌گیری طول ریشه، ابتدا ریشه‌های مویین و ضخیم به وسیله انبر نوک‌تیز تفکیک شده و به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شد. قطعات حاصله در یک پتری‌دیش حاوی آب بر روی یک کاغذ رسم به ابعاد ۴×۴ سانتی‌متر ریخته شد. سپس با شمارش محل تلاقی ریشه‌ها با خطوط افقی و عمودی شبکه و با استفاده از رابطه (۱) طول ریشه محاسبه شد (شکل ۳).

$$R = \frac{\pi NA}{2H} \quad (1)$$

که در آن R طول ریشه، N تعداد تلاقی ریشه‌ها با خطوط شبکه کاغذ گراف، A مساحت ظرفی که ریشه‌ها به صورت تصادفی در سطح آن پخش شده‌اند و H مجموعه طول اضلاع تشکیل‌دهنده شبکه کاغذ گراف می‌باشد (علیزاده، ۱۳۷۸).

مورد استفاده در این پژوهش، برابر با ۳۸۰ میلی‌لیتر محاسبه شد. بنابراین ۲۰٪، ۴۰٪ و ۶۰٪ رطوبت اشباع خاک مورد بررسی به ترتیب برابر با ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۸ میلی‌لیتر برای هر کیلوگرم خاک خواهد بود. این میزان برای ۲/۵ کیلوگرم خاک مورد استفاده در هر گلدان به ترتیب ۱۸۷/۵، ۳۷۵ و ۵۷۰ میلی‌لیتر آب است که از ابتدای بهار تا انتهای تابستان در فواصل ۳ روزه به صورت افشانه به نهال‌ها داده شد.

برداشت داده‌ها

در انتهای آزمایش تمامی نهال‌ها از سلامت کامل برخوردار بودند. ارتفاع نهال و قطر یقه نهال‌ها با کولیس با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد برگ‌ها شمارش شد. ریشه نهال‌ها نیز بعد از خارج شدن از گلدان، ابتدا برای مدتی داخل ظرف آب قرار داده شد تا خاک‌های چسبیده به ریشه از نهال‌ها جدا شود و سپس به آرامی شسته شدند. در مرحله بعد ریشه‌ها از ساقه جداسازی و وزن تر آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت



شکل ۳- اندازه‌گیری طول ریشه با استفاده از کاغذ گراف (الف) ریشه‌های جدا شده (ب)

SAS و رسم شکل‌ها در محیط نرم‌افزار (Excel 2010) به انجام رسید. تعیین بافت خاک نیز با استفاده از نرم‌افزار TAL (Texture Auto Lookup) انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثر تیمارها بر پارامترهای مورد بررسی آنالیز تجزیه واریانس، اثر تیمارهای مختلف آبیاری را بر تمامی خصوصیات ریخت‌شناسی و زی‌توده نهادهای صنوبر دلتوئیدس در سطح آماری یک درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۱).

محاسبات آماری و نرم‌افزارهای مورد استفاده

نرمال بودن داده‌های پژوهش با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد و با توجه به حصول نرمالیت و همگنی واریانس‌ها خصوصیات کمی نهال‌ها در تیمارهای مختلف مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی انجام شد. برای برآورد همبستگی بین صفات مورد بررسی نیز از همبستگی پیرسون استفاده شد. تجزیه‌های آماری مربوط، به کمک نرم‌افزار

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات رویشی نهال‌ها در سطوح مختلف تیمار آبیاری

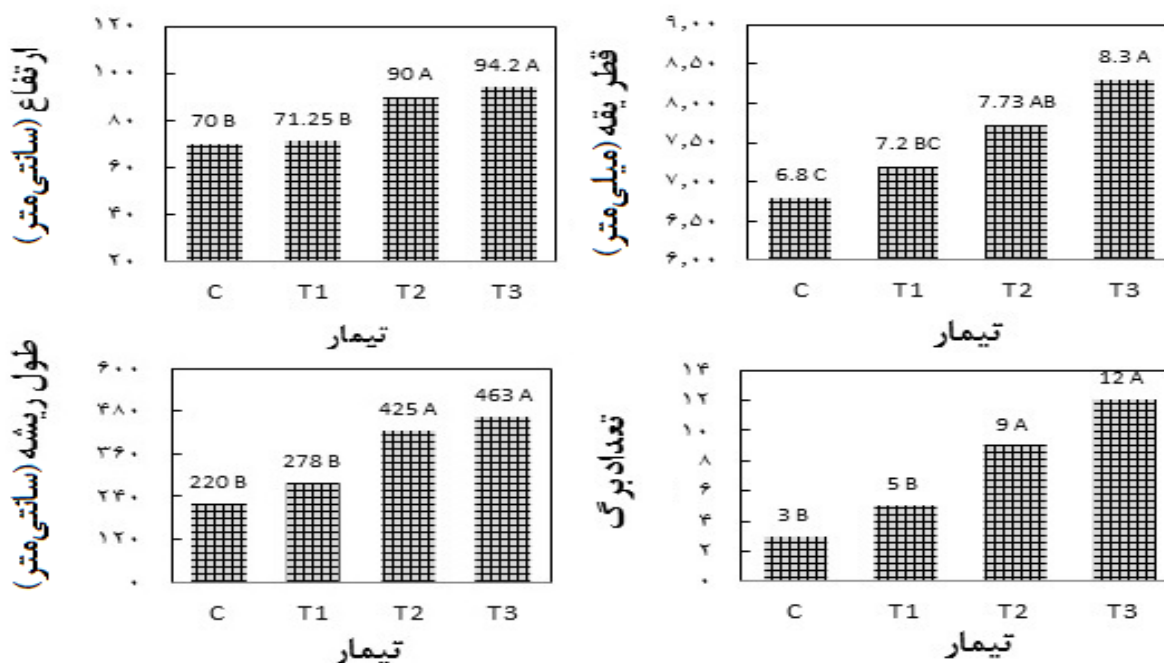
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	قطر یقه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	طول ریشه
تیمار	۳	۸۳/۱۵**	۱/۸۶**	۱۵۴/۹۸**	۲۹/۸۰**	۹/۵۲**	۱/۵۴**	۵۹۷۹۸/۴۶**
خطای آزمایش	۱۶	۴۵/۷۸	۰/۳۳	۱۸/۶۸	۵/۵۷	۰/۲۲	۰/۰۵	۳۴۸۸/۶۳
ضریب تغییرات		۷/۳۰	۷/۶۵	۱۴/۳۰	۱۷/۲۲	۱۵/۴۷	۲۰/۴۷	۱۷/۴

** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱

مقایسه میانگین‌ها

مقایسه میانگین قطر، ارتفاع، طول ریشه و تعداد برگ نهال‌های مورد بررسی نشان‌دهنده عملکرد بهتر نهال‌ها در تیمارهای رطوبتی ۴۰ و ۶۰ درصد است. بر اساس نتایج، بیشترین میانگین ارتفاع با ۹۴/۲ و ۹۰ سانتیمتر، بیشترین قطر یقه با ۸/۳ و ۷/۷۳ میلی‌متر، بیشترین طول ریشه با ۴۶۳ و ۴۲۵ سانتیمتر، بیشترین تعداد برگ با ۱۲ و ۹

عدد مربوط به تیمارهای T2 و T3 می‌باشد، اما بین دو تیمار برتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۴). این موضوع نشان‌دهنده رشد بهینه نهال‌های مورد بررسی در تیمار آبیاری ۴۰ درصد می‌باشد. تیمارهای ۴۰ درصد و کنترل (بدون آبیاری) ضعیف‌ترین نتایج را ارائه نمودند.



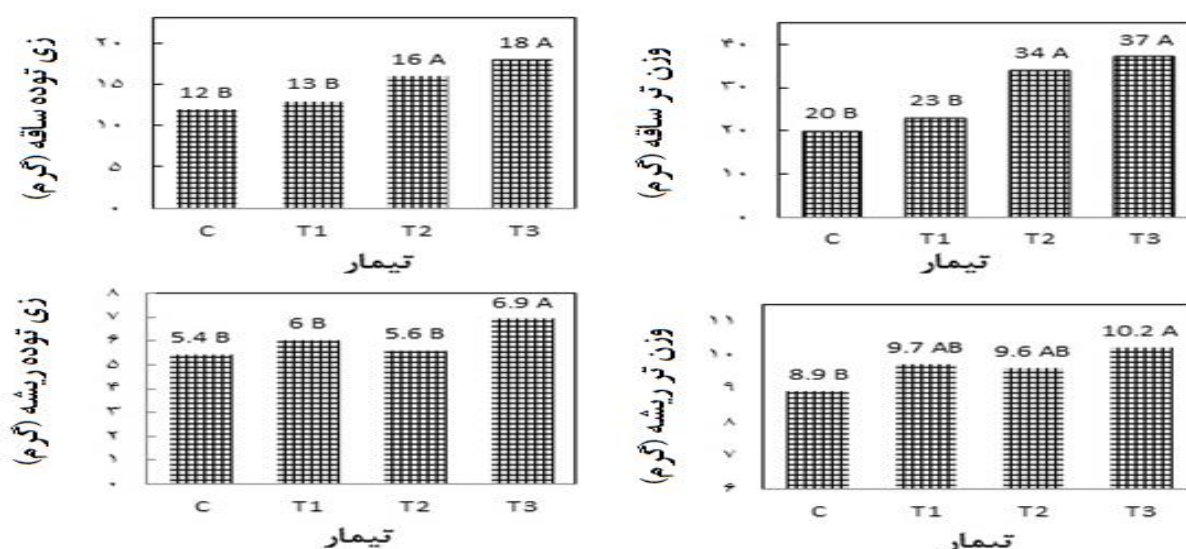
شکل ۴- مقایسه میانگین ارتفاع، قطر یقه، طول ریشه و تعداد برگ نهال‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری (T1, T2, T3, T4 و C: به ترتیب تیمارهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ درصد رطوبت اشباع و کنترل)

است. چرا که با خروج آب ثقیلی، خاک از حالت غرقابی خارج شده اما رطوبت لازم برای رشد به میزان کافی در اختیار گیاه قرار دارد (González-González et al., 2017). اما این رشد تا حد خاصی از کاهش رطوبت پایدار خواهد بود. با توجه به اینکه تیمار T3 معادل

دسترسی به عناصر غذایی و رطوبت کافی لازمه رشد مطلوب گیاهان است. با توجه به یکسان بودن وضعیت خاک و شرایط محیطی، رشد قلمه‌های پژوهش مستقیماً متأثر از رطوبت دریافتی است. از طرفی رشد گیاهان در حد ظرفیت زراعی معمولاً حداکثر

نتایج مشابهی نیز در مورد وزن تر و زی توده ساقه نهال‌های موردبررسی در تیمارهای مختلف آزمایش به دست آمد. بیشترین وزن تر ساقه با ۳۷ و ۳۴ گرم و بیشترین زی توده ساقه نهال‌های موردبررسی با ۱۸ و ۱۶ گرم مربوط به تیمارهای T2 و T3 می‌باشد و بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین وزن تر ریشه و زی توده ریشه به ترتیب با ۱۰/۲ و ۶/۲ گرم مربوط به تیمار T3 مشاهده شد اما اختلاف معنی‌داری با تیمار T1 و T2 نشان نداد. بیشترین زی توده ریشه نیز در تیمار ۶۰ درصد مشاهده شد (شکل ۵).

رطوبت در حد ظرفیت زراعی (۲۲۸ میلی‌لیتر برای هر کیلوگرم خاک) است؛ حداکثر رشد گیاه نیز در این تیمار مشاهده می‌شود. اما تیمار ۴۰ درصد یعنی حد متوسط رطوبت نیز اختلاف معنی‌داری با تیمار ۶۰ درصد نشان نمی‌دهد که نشان‌دهنده حد رطوبتی است که نهال‌های صنوبر در آن حد بهینه رشد را داشته‌اند. این نتیجه با نتایج مطالعه Yan و همکاران در مورد نهال‌های صنوبر اورامرکین مطابقت دارد. در مطالعه ایشان، آبیاری به میزان ۵۰ درصد رطوبت اشباع خاک بیشترین رشد این‌گونه را در پی داشت (Yan et al., 2018).

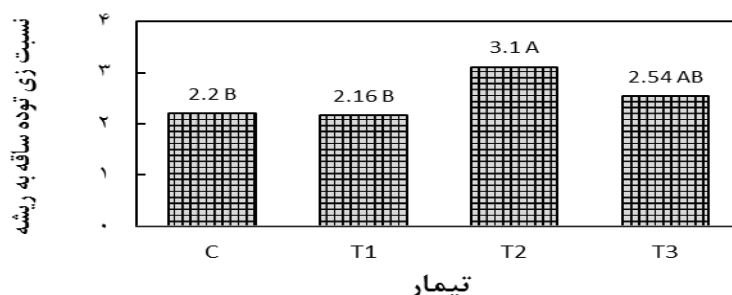


شکل ۵- مقایسه میانگین وزن تر و زی توده ساقه و ریشه در تیمارهای مختلف

شرایط تنش آبی دارد و در صورت آبیاری مناسب زی توده این همچنین نتایج مطالعه کانتیه سالینس و همکاران بر روی رشد قطری و تغییرات فیزیولوژیک دو کلن از هیبرید *Populus × canadensis* (نیگرا و دلتوئیدس) در کشور شیلی نشان داد که رشد قطری و زی توده هر دو کلن بافاصله گرفتن رطوبت خاک از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش محسوسی یافته است (Canete Salinas et al., 2019). که مقایسه نتایج مطالعه حاضر با سوابق مطالعاتی موجود نشان‌دهنده مؤید این موضوع است که آبیاری به میزان ۴۰ درصد رطوبت اشباع خاک برای این‌گونه در نهالستان‌ها کافی بوده و نیاز به آبیاری با حجم بیشتر وجود ندارد.

به‌عنوان گونه‌ای آبدوست، وزن تر صنوبرها به‌طور مستقیم و زی توده گیاه (به خاطر نقش آب در فرآیند فتوسنتز) به‌طور غیرمستقیم، تحت تأثیر رطوبت دریافتی از خاک قرار دارد (Heidari Safari Kouchi et al., 2017). در مطالعه حاضر ۴۰ درصد رطوبت اشباع خاک، حد بهینه رطوبت برای دستیابی به تولید مطلوب اندام هوایی این‌گونه به دست آمد. مطالعات متعددی نقش رطوبت کافی بر تولید و زی توده صنوبر را اثبات نموده‌اند. ازجمله نتایج مطالعه Song و همکاران نشان داد که زی توده ساقه، ارتفاع و شاخص سطح برگ هیبرید *P. alba × glandulosa* در شرایط آبیاری در حد ۴۰ تا ۶۰ درصد رطوبت اشباع خاک، اختلاف معنی‌داری با شاخص‌های رویشی این‌گونه در

نسبت زی‌توده ساقه به ریشه نهال‌های موردبررسی در تیمارهای رطوبتی مختلف نشان داد که تیمار T2 که معرف آبیاری به میزان ۴۰ درصد رطوبت اشباع خاک می‌باشد، بیشترین نسبت را به خود اختصاص داده است (۳/۱) (شکل ۶). بنابراین این تیمار، بیشترین تولید ساقه را با ایجاد کمترین حجم ریشه حاصل نموده است که خصوصیت مثبتی در صنوبرکاری است (حیدری صفری کوچی و تیمور رستمی شاهراچی، ۱۳۹۷).



شکل ۶- نسبت زی‌توده ساقه به ریشه نهال‌های مورد مطالعه در تیمارهای مختلف

رهیافت ترویجی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که خصوصیات ریخت‌شناختی نهال‌های صنوبر گونه دلتوئیدس در تیمارهای مختلف رطوبتی دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر هستند. رطوبت پهنه برای حصول بهترین رشد اندام‌های هوایی و ریشه این گیاه ۴۰ درصد رطوبت اشباع یا ۱۵۰ میلی‌لیتر آب برای هر کیلوگرم خاک می‌باشد و با افزایش رطوبت از این میزان تغییر قابل‌توجهی در رشد این گیاه مشاهده نمی‌شود. با توجه به نتایج این مطالعه برای آبیاری صنوبر گونه دلتوئیدس در مراحل ابتدایی رشد آبیاری به میزان ۴۰ درصد رطوبت اشباع خاک قابل توصیه است که در سطح وسیع صرفه‌جویی قابل‌توجهی در مصرف آب نهالستان‌ها و صنوبرکاری‌ها خواهد داشت. این صرفه‌جویی در فصل خشک که بارندگی محدود و پراکنده‌ای را شاهد هستیم و رقابت همیشگی بین صنوبرکاران و برنج‌کاران از نظر تقاضای آب وجود دارد حائز اهمیت زیادی است. از سوی دیگر عدم آبیاری گونه مورد مطالعه و اکتفا به بارش‌های جوی باعث دستیابی نهال‌های اقتصادی و شاداب نخواهد شد و عملاً قابل توصیه نیست چرا که نهال‌های تیمارهای کنترل در انتهای آزمایش شادابی اندکی داشتند و در معرض خشک شدن قرار گرفته بودند. در نهایت لازم به ذکر است که این مطالعه به صورت موردی

از سوی دیگر با وجود اینکه زی‌توده ریشه گیاه در تیمار ۶۰ درصد بیشتر از سایر تیمارهای موردبررسی است اما در امر زراعت چوب، حجم بیشتر ریشه را نمی‌توان به‌عنوان موفقیت یک نهال دانست. بنابراین باید نسبت ساقه به ریشه را برای آن محاسبه نمود. نسبت بیشتر ساقه به ریشه نشان‌دهنده تمرکز تولید گیاه در بخش هوایی و مصرفی گیاه است.

نسبت زی‌توده ساقه به ریشه

اساساً تعداد برگ با زی‌توده گیاه رابطه مستقیم داشته و افزایش آن موجب افزایش زی‌توده گیاه می‌شود چرا تشکیل زی‌توده گیاه بر مبنای فتوسنتز و جذب کربن توسط برگ گیاه است؛ که در مورد تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد رطوبت اشباع اتفاق افتاده است (Iranmanes et al., 2019). از سوی دیگر گسترش سطح ریشه در گیاه رابطه مستقیمی با وضعیت خاک از نظر تأمین رطوبت دارد. با کاهش منابع رطوبتی خاک، گسترش ریشه به‌منظور دستیابی به رطوبت در منافذ اشغال نشده خاک اتفاق می‌افتد و زی‌توده ریشه را افزایش می‌دهد (Paul et al., 2018). این موضوع باعث گسترش ریشه در تیمارهای کنترل و ۲۰ درصد و کاهش نسبت زی‌توده ساقه به ریشه گیاه در این تیمار شده است. بنابراین تیمار ۴۰ درصد از این نظر نیز به‌عنوان تیمار برتر مورد توجه خواهد بود که با نتایج مطالعه سونگ و همکاران (Song et al., 2019) مطابقت دارد. در تیمار ۶۰ درصد نیز ریشه گسترش زیادی داشته است که دلیل آن را می‌توان به دومین وظیفه اساسی آن یعنی حفظ استحکام گیاه مربوط دانست. با افزایش وزن اندام‌های هوایی گیاه و سست شدن خاک بر اثر سطح آبیاری بالا، بر حجم ریشه برای افزایش استحکام گیاه در خاک افزوده شده است و زی‌توده ریشه را افزایش داده است.

انجام شده است و می‌توان آن را مقدمه‌ای برای پژوهش‌های گسترده‌تر از نظر زمانی و مکانی دانست و قطعاً نیازمند پژوهش‌های گسترده‌تری در این مورد خواهیم بود.

مراجع

- آتش نما، ک.، گلچین، ا. و موسوی کوپر، ع.ا. ۱۳۹۶. اندازه-گیری تغییرات مخازن فعال کربن آلی و برخی از خصوصیات خاک درختان جنگلی شمال ایران (پژوهش موردی: ایستگاه تحقیقات بذر و نهال گونه‌های جنگلی شلمان، استان گیلان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۴ (۱): ۱۱۹-۱۰۳.
- اگون، ف.، بصیری، ر.، اعتماد، و. و قاسم‌پور ق.ا. ۱۳۹۷. اثر زمان قلمه‌گیری، طول قلمه و هورمون بر ریشه‌زایی و جوانه‌زنی قلمه‌های بنگرو (*Vitex pseudo-negundo*). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۶ (۱): ۳۶-۴۷.
- پیرو، ص.، سوسنی، ج.، جلیوند، ح. و پیری کیا، م. ۱۳۹۶. ارزیابی رشد درختان با استفاده از دو روش آبیاری قطره‌ای و کرتی. مجله پژوهش‌های گیاهی. ۳۰ (۲): ۲۹۰-۲۸۰.
- ثقفی، ف.، طاهری، ک. و قربان زاده، ن. ۱۳۹۸. بررسی تأثیر گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر بر شاخص‌های زیستی خاک در شمال ایران. جنگل و فرآورده‌های چوب. ۷۲ (۳): ۲۳۵-۲۲۷.
- حیدری صفری کوچی، ا. و رستمی‌شاهراچی ت. ۱۳۹۷. صنوبرکاری و نقش آن در ترسیب کربن. انتشارات سپید رود، رشت، ایران، ۱۸۰ص.
- حسانی‌فر، س.، علیچانپور، ا.، بانج شفیعی، ع.، اسحاقی راد، ج. و مولایی، م. ۱۳۹۷. تأثیر مدیریت مبتنی بر حفاظت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های ارسباران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۶ (۱): ۱۱۷-۱۰۴.
- علیزاده، ا. ۱۳۷۸. رابطه بین آب، خاک و گیاه. ترجمه، انتشارات مشهد، ایران، ۷۴۴ص.
- علیزاده انارکی، ک.، لشگرآرا، ف. و کیادلیری، ه. ۱۳۹۱. عوامل اقتصادی-اجتماعی مؤثر بر توسعه صنوبرکاری در استان گیلان (مطالعه موردی: شهرستان صومعه‌سرا). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۰ (۲): ۳۵۶-۳۴۶.
- کلاگری، م.، قاسمی، ر.ا.، اسدی، ف.، باقری، ر. ۱۳۹۷. بهبود عملکرد چوب برخی ارقام صنوبر از طریق جست‌گزینی در دوره دوم برداشت در کرج. جنگل ایران. ۱۰ (۱): ۸۸-۷۹.
- محمدی، ز.، آزادی، پ.، قنبری جهرمی، م.، غالبی، س. ۱۳۹۸. ارزیابی مقاومت به تنش کم آبی در گل ماهور (*Verbascum thapsus*) و معرفی آن به‌عنوان یک گیاه زینتی در فضای سبز شهری. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰ (۶): ۲۴۳-۲۲۷.
- یوسفی، ب. و مدیر رحمتی، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی رشد و تولید ارقام صنوبر (*Populus nigra*) تاج‌بسته تحت یک دوره تنش شدید خشکی در پوپولتوم مقایسه‌ای سنندج. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۶ (۲): ۲۹۰-۲۷۶.
- Cañete-Salinas, F., Zamudio, M., Yañez, J., Gyenge, H., Valdé, C., Espinosa Jara-Rojas, F., Venegas, J., Retamal, L. and Acevedo-Opazo, C. 2019. Responses in growth and physiological traits in two *Populus × canadensis* clones ('I-214' and 'I-488') submitted to different irrigation frequencies in central Chile. *Forest Ecology and Management*. 449: 1-7.
- González-González, B.D., Oliveira, N., González, I., Cañellas, I. and Sixto, H. 2017. Poplar biomass production in short rotation under irrigation: A case study in the Mediterranean. *Biomass and Bioenergy*. 107: 198-206.
- Heidari Safari Kouchi, A., Moradian Fard, F., Rostami Shahraji, T. and Iranmanesh, Y. 2017. Biomass and carbon allocation of 10-years-old poplar (*Populus alba* L.) plantations of west Iran. *Forest Research*. 6(2):1-13.
- Iranmanesh, Y., Sohrabi, H., Sagheb-Talebi, K.H., Hosseini, S.M. and Heidari Safari Kouchi, A. 2019. Biomass, Biomass Expansion Factor (BEF) and Carbon Stock for Brant's Oak (*Quercus brantii* Lindl.) Forests in West-Iran. *Annals of Silvicultural Research*. 43(1): 15-22.
- Nelson, N.D., Meilan, R., Berguson, W.E., McMahon, B.G., Cai, M. and Buchman D. 2019. Growth performance of hybrid poplar clones on two agricultural sites with and without early irrigation and fertilization. *Silvae Genet*. 68: 58-66.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture. Circular, 939p.
- Paul, S., Wildhagen, H., Janz, D. and Polle, A. 2018. Drought effects on the tissue- and cell-specific cytokinin activity in poplar. *Aob Plants*. 10(1): 1-18.
- Song, J., Wang, Y., Pan, Y., Pang, J., Zhang, X., Fan, J. and Zhang, Y. 2019. The influence of nitrogen availability on anatomical and physiological responses of *Populus alba* x *P. glandulosa* to drought stress. *BMC Plant Biology*. 19(1): 1-12.
- Yan, X.L., Dai, T.F. and Jia, L.M. 2018. Evaluation of the cumulative effect of drip irrigation and fertigation on productivity in a poplar plantation. *Annals of Forest Science*. 75(5): 1-12.

Respond of *Populus deltoides* Bartr. ex Marsh Seedlings to Various Soil Moisture Regimes in Guilan Province

S. Moeinifar¹, A. Salehi², M. Ghodskhah Daryaei^{3*} and A. Heidari Safari Kouchi⁴

Abstract

Current study was carried out by the aim of investigating the effect of different degrees of irrigation on some quantitative characteristics of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh) seedlings in Guilan province. The cuttings were planted in a completely randomized design with four treatments and five replications. Three irrigation levels including 20%, 40% and 60% of soil saturated moisture content in each pot including 187.5, 375 and 570 ml water for 2.5 kg soil and control treatment (without manual irrigation) every three days applied on seedlings form the beginning of spring to end of summer. At the end of the period, height of seedlings using ruler, collar diameter using caliper, stem and root fresh weight by scale, stem and root biomass by drying in oven, root length using graph paper, the number of leaves by counting were measured for all treatments and examined by one-way analysis of variance (ANOVA) test. The results showed that the highest average of seedlings height with 94.2 and 90 cm, the highest collar diameter with 8.3 and 7.73 mm, the highest root length with 463 and 425 cm, the highest number of leaves with 12 and 9 The highest weight of the stem with 37 and 34 grams and the highest yield of the stem of the studied seedlings with 18 and 16 grams was related to 40 and 60 percent treatments and there was no significant difference between the two treatments. Also, the highest stem to root biomass ratio of 3.2 was obtained in the treatment of 40%. According to the results of the present study, the optimal irrigation limit for the studied seedlings was determined as 40% of the soil saturation moisture.

Keywords: Collar diameter, cutting, irrigation interval, root length, and stem weight.

¹ M.Sc. graduate, Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. Iran.

² Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. Iran.

³ Associate Professor., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. Iran. (*Corresponding Author, mdaryaei9@gmail.com).

⁴ Ph.D graduate, Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme`eh Sara, I.R. Iran.

Received: 11 April 2020

Accepted: 1 June 2020

