نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، شماره چهارم، ۱۳۹۵
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر زمان هرس ریشه بر زنده‌مانی و رشد نهال‌های ریشه لخت (۰+۱) بلندمازو در دوره‌های مختلف آبیاری

معظمه مصطفی‌لو[۱] و *علیرضا علی‌عرب[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: بلندمازو از مهم‌ترین درختان جنگلی شمال کشور است که در عرصه‌های جنگلی تخریب شده در سطح وسیعی جنگل‌کاری می‌شود. باتوجه به ریشه‌دوانی عمیق نهال‌های بلندمازو در بستر نهالستان، هرس ریشه نهال‌های ریشه‌لخت این‌گونه امری اجتناب‌ناپذیر تلقی می‌شود. تحقیقات چندی در ارتباط با هرس ریشه بلندمازو توسط محققانی مانند قلیچ‌خانی و همکاران (۲۰۰۵) و ثاقب‌طالبی و همکاران (۲۰۰۹) انجام شده است (۱۳ و ۳۰)، اما تاکنون نقش دوره‌های آبیاری روی عملکرد نهال ریشه هرس شده آن گزارش نشده است. تحقیق حاضر در پی بررسی همزمان اثر زمان هرس ریشه و دوره آبیاری بر رشد و زنده‌مانی نهال‌های ریشه‌لخت بلندمازو در نهالستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر در نهالستان قرق استان گلستان صورت پذیرفت. از این‌رو، با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، تأثیر زمان هرس ریشه (شاهد، اوایل تابستان و اواخر تابستان) به وسیله تیغه افقی متصل به تراکتور و دوره آبیاری (۲، ٤ و ٦ روز یکبار) به‌صورت جویچه‌ای راندمان تولید و ویژگی‌های رویشی نهال‌های ریشه لخت بررسی شد. در

*مسئول مکاتبه: aliarab@gau.ac.ir

پایان فصل رویش، متغیرهای مورد مطالعه ثبت و با استفاده از آنالیز واریانس تک متغیره و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد هرس افقی ریشه افزایش معنی‌داری در حجم ریشه، طول ریشه، قطر ریشه، سطح ریشه، وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال‌ها به‌وجود آورده است. بیشترین مقدار وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال در دوره آبیاری ٦ روزه مشاهده شد. علاوه‌بر این، هرس ریشه اوایل تابستان تحت دوره آبیاری ٦ روز یک‌بار، و هرس ریشه اواخر تابستان تحت دوره آبیاری ٤ روز یک‌بار تیمارهای مناسب برای پرورش نهال بلندمازو در منطقه مورد مطالعه بوده‌اند.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان اظهار داشت به‌منظور پرورش ریشه و ارتقاء کیفیت نهال‌های بلندمازو، توجه به هرس افقی ریشه در نهال‌های ریشه لخت در نهالستان امری ضروری به‌شمار می‌رود. زیرا هرچه شبکه ریشه‌ای نهال متراکم، گسترده و بیشتر باشد، قابلیت جذب آب و قدرت جذب مواد غذایی توسط آن افزایش می‌یابد؛ در نتیجه نهال کاشته شده در عرصه جنگل کاری بهتر می‌تواند شرایط دشوار محیطی را تحمل نموده و مستقر گردد.

واژه‌های کلیدی: بلندمازو، دوره آبیاری، هرس ریشه، کیفیت نهال، زنده‌مانی

مقدمه

بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) دومین گونه با ارزش جنگل‌های شمال است (۱۵) که پراکنش جغرافیایی آن محدود بوده و تنها در اراضی جلگه‌ای تا بالابند جنگل‌های شمال ایران و قفقاز دیده می‌شود (۲۹). رویشگاه‌های بلندمازو به‌دلیل مصارف مختلف چوب، میوه و برگ آن از گذشته تاکنون، مورد بهره‌برداری شدید قرار گرفته و سطح و کیفیت آن‌ها کاهش یافته است. ارزش بالای اقتصادی و زیست‌محیطی این‌گونه و ناکافی بودن زادآوری در رویشگاه‌های طبیعی، باعث می‌شود که بلندمازو به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین گونه‌های بومی برای جنگل‌کاری و احیای اکولوژیک اراضی تخریب یافته شمال ایران شناخته شود.

یکی از مهم‌ترین روش‌های جنگل‌کاری بلندمازو، نهال‌کاری است. به‌همین دلیل هر سال تعداد زیادی نهال بلندمازو به دو روش ریشه‌لخت و گلدانی در نهالستان‌های جنگلی شمال کشور تولید و برای جنگل‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. چون قوی بودن نهال‌های کاشته شده یکی از عوامل مهم

در موفقیت هر جنگل‌کاری می‌باشد (۳ و ١٤)، لذا در نهالستان باید سعی شود نهال‌ها در هنگام حمل به عرصه کاشت از رشد و کیفیت مناسب برخوردار باشند (۱۹). از آنجایی که، وجود ریشه‌های قوی و پتانسیل بالای تولید ریشه نقش مهمی در کیفیت نهال و موفقیت عملیات جنگلکاری دارد (۳)، تحقیق در زمینه فنون پرورش و اصلاح ریشه نهال از اهمیت بالایی برخوردار است.

باتوجه به تعدد صفات مورفولوژیک مرتبط با ساختار افقی و عمودی نهالهاً، برخی محققین شاخص‌های ترکیبی در این زمینه را مورد استفاده قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به، نسبت ریشه به ساقه و شاخص کیفیت نهال اشاره کرد که استفاده همزمان از مقادیر وزن خشک کل و نسبت ریشه به ساقه می‌تواند برآورد مناسبی از پتانسیل رشد و زنده‌مانی نهال در عرصه جنگل‌کاری ارائه نماید (۱).

به‌طور کلی هرس ریشه در نهالستان‌های جنگلی با سه روش فیزیکی، هوایی و شیمیایی انجام می‌شود (۲۱) که البته در مورد نهال‌های ریشه لخت معمولاً از روش فیزیکی استفاده می‌شود. این عملیات می‌تواند سیستم ریشه‌ای نهال‌های ریشه لخت را اصلاح نموده و باعث تقویت و تحریک ریشه‌زایی نهال گردد (۳۲ و ۸). چنین ویژگی‌هایی می‌توانند با افزایش قدرت جذب آب و مواد غذایی نهال، نرخ رشد و زنده‌مانی جنگل‌کاری را افزایش دهند (۲۰ و ۲۳). با توجه به اهمیت موضوع، تاکنون تحقیقات مختلفی در این زمینه انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیق تولای (۱۹۸۷) در ترکیه اشاره کرد (۳۳). تولای (۱۹۸۷) با بررسی اثر زمان هرس ریشه در بهار و تابستان بر رشد و زندمانی *Q.petraea* و *Q.libani* به‌این نتیجه رسید که هرس ریشه در بهار و هنگامی که ریشه عمودی نهال‌های بلوط به عمق ۲۵ تا ۲۷ سانتی‌متر رسیده باشد، نتایج مناسبی در بر خواهد داشت (۳۳). بـاردن و بـاورساکس (۱۹۸۹)، در ایالات متحده آمریکا به‌منظور بررسی ٤ تیمار فیزیکی هرس ریشه اصلی، هرس ریشه فرعی، هرس ریشه اصلی و فرعی و تیمار شاهد در نهال‌های *Q.rubra* پس از یک فصل رویش نشان دادند که هرس ریشه اصلی و فرعی تأثیر معنی‌داری در طول و قطر ساقه نهال‌ها ایجاد نکردند، اما در افزایش توان ریشه‌زایی و شاخص کیفیت نهال تأثیر معنی‌داری داشتند (۵). هـریس (۱۹۹۹)، در اوهایو با بررسی تأثیر هرس فیزیکی ریشه‌چه (۵، ۱۰، ۱۵ سانتی‌متر و تیمار شاهد) نهال‌های *Q.palustris* دریافتند هرس ریشه بر طول، قطر، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به ساقه در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد نکردند (١٦). شولتز و تامپسون (١٩٩٦) با بررسی اثر هرس ریشه بر ویژگی‌های رویشی نهال‌های *Q. rubra* و *Juglans nigra* در ایالات متحده دریافتند نهال‌های هرس شده نسبت به نهال‌های شاهد

کوچک‌ترند، اما از ریشه‌های فراوان‌تری برخوردار هستند که می‌تواند عملکرد آن‌ها را در عرصه جنگل‌کاری تحت تأثیر قرار دهد (۳۱). تیلکی و همکاران (۲۰۰۹) در ترکیه به‌منظور بررسی اثر زمان هرس ریشه بر رشد و صفات ریختی نهال‌های ریشه لخت (۰+۱) *Q.petraea* در دو زمان (ژوئن و جولای) هرس ریشه را انجام دادند و دریافتند زمان هرس ریشه در رشد نهال‌های بلوط اختلاف معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد ایجاد می‌نماید. طوری‌که بیشترین طول، قطر، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، تعداد انشعابات ریشه و شاخص کیفیت نهال در تیمار هرس ریشه در جولای دیده شد (۳۲).

در داخل کشور نیز در این خصوص چند مطالعه روی بلوط بلندمازو گزارش شده است. قلیچ‌خانی و همکاران (۲۰۰۵) زنده‌مانی و رشد نهال ریشه‌لخت بلندمازو تحت تأثیر عمق هرس ریشه (۱۵، ۳۰ و ٤٥ سانتی‌متر از محل یقه) را در منطقه سنگده مورد مطالعه قرار دادند و در پایان اولین فصل رویش دریافتند عمق هرس ریشه تأثیر معنی بر زنده‌مانی و رشد طولی نشان نداد، اما رشد قطری را افزایش داد (۱۳). ثاقب طالبی و همکاران (۲۰۰۹) در ایستگاه تحقیقات پیلمبرا (استان گیلان) تأثیر هرس ریشه نهال‌های بلندمازو هنگام حمل به عرصه کاشت در عمق‌های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متری و شاهد، رشد قطری و طولی نهال‌های را مورد بررسی قرار دادند و پس از انتقال نهال‌ها به عرصه کاشت پس از ٦ سال به این نتیجه رسیدند که هرس ریشه تغییرات معنی‌داری در رشد ارتفاع، قطر یقه و قطر برابر سینه نهال‌ها در عرصه کاشت ایجاد کردند و به‌طورکلی نهال‌های بلندمازو تحت تیمار شاهد (بدون هرس ریشه) عملکرد بهتری نسبت به دو تیمار هرس ریشه در عمق‌های ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متری نشان دادند (۳۰).

به‌طورکلی نتایج تحقیقات فوق نشان می‌دهد با این‌که حساسیت گونه‌های مختلف نسبت به عملیات هرس ریشه یکسان نیست، اما معمولاً با افزایش طول ریشه باقیمانده بعد از هرس، رشد نهال به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که معمولاً عمق چاله کاشت محدود بوده و عمق هرس ریشه نیز متناسب با آن تنظیم می‌شود، بهتر است علاوه‌بر انتخاب عمق مناسب، زمان مناسب برای هرس ریشه مشخص گردد (۲۰). از طرفی، با افزایش دوره‌های آبیاری ممکن است توسعه ریشه، طول ریشه و نسبت طول ریشه به ساقه افزایش یابد، اثر متقابل دوره آبیاری و زمان هرس ریشه نیز می تواند حائز اهمیت باشد. به‌طور کلی، باتوجه به این‌که تا کنون در این زمینه تحقیق جامعی صورت نگرفته است، تحقیق حاضر با بررسی اثر زمان هرس ریشه نهال ریشه لخت یکساله بلندمازو آبیاری

شده در دوره‌های مختلف، زنده‌مانی و صفات رویشی نهال‌ها را در نهالستان قرق، مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

محل تحقیق: این پژوهش در نهالستان قرق استان گلستان، واقع در ۲۲ کیلومتری جاده گرگان- گنبد و در طول جغرافیایی ٥٤ درجه ٤٤ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٦ درجه ٥٣ دقیقه شمالی و در طول ۱۲۰ متری از سطح دریا انجام شد. در این منطقه بر اساس اطلاعات ۳۰ ساله (۱۳٦۱-۱۳۹۱) ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گرگان (هاشم‌آباد)، میانگین بارندگی و دمای روزانه به‌ترتیب برابر ٤٩٣/١ میلی‌متر و ١٧/٦ درجه سانتی‌گراد بوده و به‌مدت ١٤٨ روز فصل خشک وجود دارد. البته بررسی‌ها نشان داد در سال اجرای تحقیق حاضر (۱۳۹۱) شرایط آب و هوایی اندکی متفاوت بود. طوری‌که میانگین بارندگی و دمای روزانه به‌ترتیب برابر ٦٣٣/٣ میلی‌متر و ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد بوده است (۲۸).

روش پژوهش: برای اجرای تحقیق حاضر در آبان ۱۳۹۰، ٤٠ کیلوگرم بذر بلندمازو از ۱۰ درخت مادری دانه‌زاد سالم و خوش فرم از منطقه‌ای با متوسط ارتفاع از سطح دریای ۷۰۰-٦۰۰ متر (پارسل‌های ٣٢٤ و ٣٢٥) طرح جنگلداری لوه واقع در ٢٤ کیلومتری شرق شهرستان گالیکش و غرب جنگل‌های پارک ملی گلستان جمع‌آوری شد.

به‌منظور جداسازی بذور سالم و نیز آبنوشی کامل بذرها، توده بذر به‌مدت ٢٤ ساعت در آب خیسانده شد. به‌منظور سترون‌سازی سطح پوسته بذرها، توده بذر به‌مدت ٤ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد قرار گرفت (۱۸). بذور استریل شده سریعاً با آب شسته شد و در کیسه‌های پلاستیکی نازک بسته‌بندی گردید و تا زمان شروع آزمایش‌ها در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۲). در زمستان ۱۳۹۰ پس از آماده‌سازی بخشی از زمین نهالستان قرق، مبادرت به احداث ۲۷ کرت یک مترمربعی گردید. طوری‌که در هر کرت لایه‌ای به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر ماسه نرم و ۲۰ سانتی‌متر خاک ریخته و در هر کرت در ۳ ردیف ۹ تایی، تعداد ۵۰ بذر در هر کرت (جمعاً ۱۳۵۰ بذر) در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شد.

برای اجرای تیمارهای آزمایشی (۹ تیمار)، از طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد (شکل ۱). فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها و کرتهای اصلی از یکدیگر ۱ متر در نظر گرفته شد. فاکتور اصلی، دوره آبیاری با ۳ سطح (۲ روز یکبار، ٤ روز یکبار، ٦ روز یکبار، از خرداد تا اواسط مهر با استفاده از شیارهای با عمق ۲۰ سانتیمتر در اطراف کرت‌ها) و فاکتور فرعی، زمان هرس افقی ریشه با ۳ سطح (هرس در اوایل تابستان، هرس در اواخرتابستان، بدون هرس) در هر بلوک هرس ریشه به‌وسیله تیغه افقی متصل به تراکتور و در عمق ۲۰ سانتی‌متری اجرا شد (شکل‌های ۲ و ۳). در طول فصل رویش سعی شد وجین علف‌های هرز در تمامی کرت‌ها به‌صورت یکنواخت در ۳ مرحله صورت گیرد.

اندازه‌گیری‌ها: در اواخر آذر ۱۳۹۱، طول، قطر یقه و درصد زنده‌مانی تمامی نهال‌ها تعیین شد. طول نهال به وسیله خط‌کش با دقت سانتی‌متر، قطر یقه به وسیله کولیس‌ورنیه دیجیتال با دقت میلی‌متر اندازه گیری شد. زنده‌مانی نهال‌ها با تقسیم نمودن تعداد نهال‌های زنده موجود در هر کرت بر تعداد نهال‌های ظاهر شده در کرت مربوط و ضرب اعداد حاصل در ۱۰۰ محاسبه شد. تعداد برگ نهال‌ها در یک مرحله در زمان گسترش کامل برگ‌ها (مرداد ۱۳۹۱) شمارش شد. برای تعیین سطح برگ نهال‌ها، ۱۳۵ نهال به‌طور تصادفی انتخاب شد (۵ نهال از هر کرت) و از هر کدام ۲ برگ کاملاً گسترش یافته برداشت شد. پس از اسکن برگ‌ها سطح هر برگ با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ تعیین گردید (برادشاو، ۲۰۰۷). با ضرب نمودن تعداد برگ نهال مربوطه در میانگین سطح برگ نهال‌ها در تیمار مربوط، سطح برگ تمامی نهال‌ها به‌طور تقریبی مشخص گردید.

همچنین ۳ نهال از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب و از خاک بیرون آورده شد. نهال‌های انتخاب شده به آزمایشگاه انتقال یافتند و پس از شسته شدن، از محل یقه قطع گردیدند. سپس طول ریشه اصلی به وسیله خط‌کش فلزی بر حسب سانتی‌متر، حجم ریشه از طریق غوطه‌ور کردن در آب مقطر در استوانه مدرج و بر اساس مقدار جابجایی آب اندازه‌گیری شد (٦). برای این منظور از استوانه‌ای ۱۰۰۰ میلی‌لیتری که ۸۰۰ میلی‌لیتر آب بود استفاده گردید. پس از جدا کردن ریشه از ساقه، هر یک از اندام‌ها به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردید و سپس وزن خشک هر یک اندام‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سایر صفات ریشه شامل طول ریشه، قطر ریشه، سطح ریشه و شاخص کیفیت نهال‌ها نیز بر اساس روابط مندرج در جدول ۱ محاسبه گردید (٦ و ٢٦).

برای تخمین طول ریشه از روش نیومن استفاده شد (٦). بدین صورت که از یک ظرف شیشه‌ای با ابعاد ١٠×٣٠×٤٠ سانتی‌متر استفاده شد. در زیر ظرف، یک کاغذ میلی‌متری قرار داده شد و درون ظرف مقداری آب (حدوداً به عمق ٢ سانتی‌متر) ریخته شد. ریشه هر نهال به‌طور جداگانه به قطعات ٢ تا ٥ سانتی‌متری تقسیم گردید و به‌صورت تقریباً یکنواخت در همه قسمت‌های ظرف شیشه‌ای پخش گردید. در این مرحله با شمارش تعداد برخوردهای ریشه‌ها با محورهای افقی و عمودی کاغذ میلی‌متری و استفاده از رابطه ١ مندرج در جدول، طول ریشه هر نهال محاسبه شد.

بلوک ١ (Block 1)		
٤ اوایل (4E)	٤ شاهد (4C)	٤ اواخر (6L)
٢ شاهد (2C)	٢ اواخر (2L)	٢ اوایل (2E)
٦ اواخر (6L)	٦ اوایل (6E)	٦ شاهد (6C)

بلوک ٢ (Block 2)		
٢ شاهد (2C)	٢ اواخر (2L)	٢ اوایل (2E)
٦ اواخر (6L)	٦ اوایل (6E)	٦ شاهد (6C)
٤ اوایل (4E)	٤ اواخر (4L)	٤ شاهد (4C)

بلوک ٣ (Block 3)		
٦ شاهد (6C)	٦ اواخر (6L)	٦ اوایل (6E)
٤ اوایل (4E)	٤ شاهد (4C)	٤ اواخر (4L)
٢ اوایل (2E)	٢ شاهد (2C)	٢ اواخر (2L)

شکل ١- نقشه طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی، برای بررسی دوره‌های آبیاری و هرس ریشه بر رشد و زنده‌مانی نهال بلندمازو در نهالستان. خطوط پررنگ و کم‌رنگ در حاشیه هر کرت به‌ترتیب برای نشان دادن کرت‌های اصلی و فرعی استفاده شده‌اند. اعداد ٢، ٤ و ٦، به‌ترتیب معرف دوره آبیاری ٢، ٤ و ٦ روز یکبار می‌باشد. کلمات اوایل، اواخر و شاهد به‌ترتیب معرف هرس ریشه در اوایل تابستان (تیر ماه)، هرس ریشه در اواخر تابستان (شهریور ماه) و بدون هرس ریشه می‌باشند.

Figure 1. Randomized complete blocks split-plot design layout that used for study on different Irrigation and root undercutting treatments on growth and survival of Chestnut-leaved oak seedlings in nursery. Thick and thin marginal lines represents main and sub plot area respectively. 2, 4 and 6 represents 2, 4 and 6 day irrigation period respectively, and C, E and L represents no undercutting (control), early summer (July) root undercutting, and late summer (September) root undercutting treatment.

شکل ۲- آبیاری نهال‌های ریشه لخت بلندمازو به روش جویچه‌ای.

Figure 2. Bare root Chestnut leaved oak seedlings irrigation based on furrow irrigation method.

شکل ۳- هرس افقی ریشه نهال‌های ریشه لخت بلندمازو با استفاده از تیغه افقی متصل به تراکتور.

Figure 3. Bare root Chestnut leaved oak seedlings root undercutting using horizontal blade attached to the tractor.

جدول ۱- روابط مورد استفاده در محاسبه شاخص‌های کیفیت ریشه و کیفیت نهال.

Table 1. Equations used in calculation of root and seedling quality indices.

$D = 2\sqrt{v / \pi L}$	$L=0/785N$
$Q=TDW/(SL/SD)+(SDW/RDW)$	$S=2\pi rl$

در روابط مندرج در جدول ۲، L، طول ریشه (سانتی‌متر)، N، تعداد برخوردهای قطعات ریشه با محورهای کاغذ میلی‌متری. D، قطر ریشه (سانتی‌متر)، V، حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)، S، سطح کل ریشه (سانتی‌مترمربع)، R، شعاع ریشه (سانتی‌متر)، Q، شاخص کیفیت نهال، TDW، وزن خشک کل نهال، SL، طول ساقه، SD، قطر یقه SDW: وزن خشک ساقه، RDW: وزن خشک ریشه.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، با توجه به طرح آزمایشی مورد استفاده در تحقیق حاضر پس از جمع‌آوری و محاسبه، با استفاده از روش تجزیه واریانس یک متغیره، داده‌ها وارد مدل آماری طرح کرت‌های خردشده گردید. پس از اجرای مدل، با استفاده از نتایج مندرج در جدول آنالیز واریانس، معنی‌دار بودن اثرات اصلی و متقابل دوره آبیاری و زمان هرس ریشه) با در نظر گرفتن خطای مجاز نوع اول ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت (۲۷). باتوجه به همگن بودن واریانس‌ها، در مواردی که آنالیز واریانس اثر اصلی یا متقابلی را معنی‌دار معرفی نمود، میانگین سطوح مختلف با استفاده از آزمون Duncan مورد مقایسه قرار گرفت (۲۲). نرمال بودن خطای مدل‌های تجزیه واریانس با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف بررسی گردید (۲٤). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، قابلیت‌های مختلف نرم‌افزارهای آماری Excel، SPSS 19 و MSTATC مورد استفاده قرار گرفت. مدل آماری این طرح به‌صورت رابطه زیر است.

$$X_{ijk} = \mu + I_i + T_j + \beta_k + IT_{ij} + \varepsilon_{ik}(a) + \varepsilon_{jk}(b) \qquad (i=1,2.3;\ j=1,2,3;\ k=1,2,3)$$

- علامت‌های α، I، T و β به‌ترتیب معرف اثرات دوره آبیاری، زمان هرس ریشه و تکرار بوده و $\varepsilon_{ik}(a)$ و $\varepsilon_{jk}(b)$ به‌ترتیب خطای کرت‌های اصلی و فرعی را نشان می‌دهند.

نتایج و بحث

زنده‌مانی و اندام‌های هوایی: اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف آبیاری و زمان هرس ریشه بر مقدار زنده‌مانی، طول ساقه، قطریقه، سطح برگ و وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. به‌عبارت دیگر، نهال‌های تحت تیمار سطوح مختلف آبیاری و زمان هرس ریشه از این نظر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جداول ۲ و ۳).

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس زنده‌مانی و اندام‌های هوایی نهال‌های ریشه‌لخت یکساله بلندمازو.

Table 2. Results of Analysis of variance in survival and above ground parts characteristics of one year old chestnut-leaved oak seedlings.

(T)×(I)	زمان هرس ریشه (T) (root undercutting time)	آبیاری (I) (Irrigation)	بلوک (Block)	صفت مورد بررسی (Charactersitics)
$211.16^{n.s}$	$416.33^{n.s}$	$24.59^{n.s}$	$1113.4^{n.s}$	درصد زنده مانی (survival percent)
$37.08^{n.s}$	$50.42^{n.s}$	$19.35^{n.s}$	$3.81^{n.s}$	طول ساقه (stem length (cm))
$1.08^{n.s}$	$3.34^{n.s}$	$0.12^{n.s}$	$1.12^{n.s}$	قطر یقه (collar root diameter (mm))
$6.49^{n.s}$	$0.41^{n.s}$	$25.61^{n.s}$	$21.79^{n.s}$	نسبت طول به قطر ساقه (stem length: diameter ratio)
$624393.57^{n.s}$	$69563.44^{n.s}$	$348709.87^{n.s}$	$91716.41^{n.s}$	سطح برگ (leaves area (cm^2))
$21.13^{n.s}$	$17.06^{n.s}$	$3.38^{n.s}$	$12.03^{n.s}$	وزن خشک ساقه (Stem biomass (gr))

اعداد مندرج در جدول مقادیر میانگین مربعات را نشان می‌دهد. علامت‌های ** و * و به‌ترتیب معرف معنی‌دار بودن اثر تیمارها در سطوح اعتماد ۹۹ درصد و ۹۵ درصد بوده و $^{n.s}$ عدم وجود اثر معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

ویژگی‌های ریشه و شاخص کیفیت نهال: بررسی‌ها نشان داد در پایان فصل رویش، تیمار دوره آبیاری فقط وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال‌های بلندمازو را تحت تأثیر قرار داده است (جدول ٤). طوری‌که، افزایش دوره آبیاری به‌ترتیب سبب افزایش ۳۳/۹٤ درصد، ۵۱/٤۳ درصد وزن خشک ریشه و ۱٦/۱۵ درصد، ۲۸/۵۷ درصد شاخص کیفیت نهال‌های بلندمازو در سطوح آبیاری ٤، ٦ روزه نسبت به آبیاری ۲ روزه نهال‌های بلندمازو شد. در مجموع با افزایش دوره آبیاری مقدار وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال افزایش یافت و سایر ویژگی‌های ریشه از این نظر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ٤). این در حالی است که تیمار زمان هرس ریشه به شدت ویژگی‌های ریشه نهال‌های بلندمازو را تحت تأثیر قرار داد (جداول ٤ و ۵).

مقایسات میانگین نشان داد ویژگی‌های ریشه و شاخص کیفیت نهال‌های هرس شده در اوایل و اواخر تابستان اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند اما با نهال‌های شاهد (هرس نشده) اختلاف معنی‌داری نشان دادند طوری‌که میانگین حجم، طول، قطر، سطح ریشه، وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال‌های حاصل از هرس اوایل و اواخر تابستان به‌ترتیب (۳۵/۵۲ درصد، ۳۲/۸۹ درصد)، (٤۹/٦۵ درصد، ٤۳/٤٦ درصد)، (۳۲/۱٤ درصد، ۳٦/٦۷ درصد)، (۷۵/۳۸ درصد، ۷۳/۷۷ درصد)، (٦۷/٤۹ درصد، ٦۷/٤۹ درصد) و (۵۱/۵٤ درصد، ٤۱/٤۹ درصد) بیشتر از میانگین نهال‌های شاهد (هرس نشده) بود.

جدول ۳- اثرات دوره آبیاری و زمان هرس ریشه بر زنده‌مانی و اندام‌های هوایی نهال‌های ریشه‌لخت یکساله بلندمازو (میانگین ± اشتباه معیار).

Table 3. Effects of irrigation period and root undercutting time on survival and above ground parts characteristics of one year old chestnut-leaved oak seedlings (Mean ± standard error).

صفت مورد بررسی (Charactersitics)	دوره آبیاری (Irrigation period)	زمان هرس ریشه (root undercutting time)		
		اوایل تابستان (Early summer)	اواخر تابستان (late summer)	شاهد (Control)
درصد زنده‌مانی (survival percent)	۲ روزه (every 2 days)	48.05 ±18.61 Aa	53.01 ± 7.85 Aa	77.82 ± 15.93 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	62.00 ± 2.41 Aa	62.21 ± 18.40 Aa	62.95 ± 6.28 Aa
	٦ روزه (every 6 days)	53.73 ± 7.40 Aa	61.59 ± 9.43 Aa	59.43 ± 10.32 Aa
طول ساقه (cm) Stem length	۲ روزه (every 2 days)	34.59 ± 2.30 Aa	35.12 ± 2.11 Aa	41.00 ± 2.92 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	34.15 ± 2.55 Aa	36.03 ± 6.42 Aa	31.99 ± 3.65 Aa
	٦ روزه (every 6 days)	29.73 ± 1.37 Aa	35.17 ± 4.25 Aa	39.66 ± 3.20 Aa
قطر یقه (mm) Collar root diameter	۲ روزه (every 2 days)	7.88 ± 0.99 Aa	8.23 ± 0.35 Aa	9.34 ± 0.71 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	8.13 ± 0.47 Aa	8.85 ± 1.49 Aa	8.20 ± 0.65 Aa
	٦ روزه (every 6 days)	7.52 ± 0.57 Aa	8.76 ± 0.84 Aa	9.60 ± 1.26 Aa
نسبت طول به قطر stem length: diameter ratio	۲ روزه (every 2 days)	44.43± 2.43 Aa	٤٣/٤٩±٣/١٣Aa	43.89± 1.46 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	42.41± 1.59 Aa	41.23± 0.33 Aa	39.30 ± 2.06 Aa
	٦ روزه (every 6 days)	39.86± 3.88 Aa	40.8± 2.41 Aa	42.49± 3.14 Aa
سطح برگ (cm^2) Leaves area	۲ روزه (every 2 days)	304.12 ± 23.67 Aa	317.14 ± 17.87 Aa	289.13 ± 16.59 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	300.03 ± 15.76 Aa	286.24± 13.39 Aa	354.21 ± 17.92 Aa
	٦ روزه (every 6 days)	341.25 ± 16.14 Aa	188.00 ± 12.42 Aa	331.08 ± 17.90 Aa
وزن خشک ساقه (gr) Stem biomass	۲ روزه (every 2 days)	3.26 ± 0.49 Aa	2.80 ± 0.58 Aa	10.24 ± 5.16 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	3.46 ± 0.12 Aa	4.93 ± 0.46 Aa	4.47 ± 1.89 Aa
	٦ روزه (every 6 days)	6.73 ± 1.04 Aa	4.05 ± 0.77 Aa	4.93 ± 1.16 Aa

حروف لاتین بزرگ و کوچک مشابه سمت راست میانگین‌ها به‌ترتیب معرف عدم وجود تفاوت معنی‌دار در ردیف و ستون می‌باشد.

آنالیز واریانس اثرات متقابل نشان داد که تیمارهای سطوح مختلف آبیاری و زمان هرس ریشه حجم ریشه و شاخص کیفیت نهال را در پایان فصل رویش تحت تأثیر قرار دادند (جدول ٤). طوری‌که بیشترین مقدار حجم ریشه و شاخص کیفیت نهال متعلق به نهال‌های حاصل از آبیاری ٦ روزه هرس شده در اوایل تابستان، و کمترین آن متعلق به نهال‌های آبیاری ٤ و ٦ روزه بدون هرس بود (جدول ٥).

جدول ٤- نتایج آنالیز واریانس صفات ریشه و شاخص کیفیت نهال‌های ریشه‌لخت یکساله بلندمازو.

Table 4. Results of Analysis of variance in root characteristics and quality index of one year old chestnut-leaved oak seedlings.

(T) ×(I)	زمان هرس ریشه (root undercutting time) (T)	آبیاری (Irrigation) (I)	بلوک (Block)	صفت مورد بررسی (Charactersitics)
13.28^{*}	37.00^{**}	$18.78^{n.s}$	$1.78^{n.s}$	حجم ریشه (Root volume)
$335.84^{n.s}$	11863.80^{*}	$2535.17^{n.s}$	$160.44^{n.s}$	طول ریشه (Root length)
$0.00^{n.s}$	0.04^{**}	$0.00^{n.s}$	$0.00^{n.s}$	قطر ریشه (Root diameter)
$899.02^{n.s}$	22786.32^{**}	$1446.50^{n.s}$	$1.95^{n.s}$	سطح ریشه (Root area)
$8.24^{n.s}$	43.38^{**}	20.95^{*}	$1.25^{n.s}$	وزن خشک ریشه (Root biomass)
13.84^{*}	43.75^{**}	10.67^{*}	$1.38^{n.s}$	شاخص کیفیت نهال (Seedling quality index)

اعداد مندرج در جدول مقادیرمیانگین مربعات را نشان می‌دهد. علامت‌های ** و * و به‌ترتیب معرف معنی‌دار بودن اثر تیمارها در سطوح اعتماد ۹۹ درصد و ۹۵ درصد بوده و $^{n.s}$ عدم وجود اثر معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد دوره‌های آبیاری، میانگین زنده‌مانی، طول ساقه، قطر یقه، نسبت طول ساقه به قطر یقه، سطح برگ و وزن خشک ساقه نهال‌ها را تحت تأثیر قرار نداده است که با نتایج عصری و همکاران (۱۳۸۷) روی بلندمازو، مک کری و همکاران (۲۰۰۲) روی ۳ گونه بلوط *Q.douglasii*، *Q. lobata* و *Q. agrifolia*، همسو بوده اما با نتایج حسنوند و همکاران (۲۰۱۱) در مورد گونه اوری (*Q. macranthera*) مطابقت نمی‌کند (٤ و ۱۷). همچنین نتایج نشان داد زمان هرس ریشه تأثیر معنی‌داری بر اندام‌های هوایی بلندمازو نداشت که با نتایج قلیچ‌خانی و همکاران (۲۰۰۵) در مورد گونه بلندمازو، باردن و بوراکس (۱۹۸۹) روی گونه *Q.rubra* و هریس (۱۹۹۹) روی گونه *Q.palustris* همسو و بر عکسِ نتایج ثاقب طالبی و همکاران (۲۰۰۹) در مورد بلندمازو و تیلکی و همکاران (۲۰۰۹) در مورد گونه *Q.petraea* بوده است (۱۳، ۵، ۱٦، ۳۰ و ۳۲).

جدول ۵- اثرات دوره آبیاری و زمان هرس ریشه بر صفات ریشه و شاخص کیفیت نهال‌های ریشه‌لخت یکساله بلندمازو (میانگین ± اشتباه معیار).

Table 5. Effects of irrigation period and root undercutting time on root characteristics and quality index of one year old chestnut-leaved oak seedlings (Mean ± Standard error).

صفت مورد بررسی (Charactersitics)	دوره آبیاری (Irrigation period)	زمان هرس ریشه (root undercutting time)		
		اوایل تابستان (Early summer)	اواخر تابستان (late summer)	شاهد (Control)
حجم ریشه (ml) Root volume	۲ روزه (every 2 days)	7.67 ± 1.45 Ab	6.67± 1.67 Aa	6.23 ± 0.10 Ba
	٤ روزه (every 4 days)	5.67 ± 0.67 Bb	9.00± Aa1.00	5.53 ± 0.06 Ba
	٦ روزه (every 6 days)	12.67± 1.45 Aa	9.33 ± 0.67 Ba	5.00 ± 0.00 Ca
طول ریشه (cm) Root length	۲ روزه (every 2 days)	125.65± 16.15 Aa	116.23± 32.60 Aa	53.11± 0.00 Ba
	٤ روزه (every 4 days)	133.41± 10.68 Aa	123.96± 0.37 Aa	53.25± 0.00 Ba
	٦ روزه (every 6 days)	153.88± 19.13 Aa	133.50± 45.42 Aa	101.53± 21.35 Ba
قطر ریشه (cm) Roo Root diameter	۲ روزه (every 2 days)	0.28± 0.02Aab	0.28± 0.02 Aa	0.21± 0.00 Ba
	٤ روزه (every 4 days)	0.23± 0.00 Bb	0.30± 0.01 Aa	0.19± 0.00 Ba
	٦ روزه (every 6 days)	0.33± 0.04 Aa	0.32± 0.04 Aa	0.18± 0.00 Ba
سطح ریشه (cm^2) Root area	۲ روزه (every 2 days)	109.31± 15.01 Aab	98.30± 25.88 Aa	28.84 ± 0.31 Ba
	٤ روزه (every 4 days)	97.45± 9.59 Ab	118.40± 11.49 Aa	29.90± 0.00 Ba
	٦ روزه (every 6 days)	154.72± 9.24 Aa	122.49± 23.1 Aa	30.26 ± 0.07 Ba
وزن خشک ریشه (gr) Root biomass	۲ روزه (every 2 days)	3.46 ± 0.59 Ab	3.33 ± 1.09 Ab	1.95 ± 0.06 Ab
	٤ روزه (every 4 days)	4.58 ± 0.84 Ab	6.64 ± 1.03 Aab	1.85 ± 0.00 Ba
	٦ روزه (every 6 days)	8.93 ± 1.87 Aa	7.00 ± 1.49 Aa	1.73 ± 0.00 Ba
شاخص کیفیت نهال Seedling quality index	۲ روزه (every 2 days)	6.76 ± 1.20 Ab	5.44 ± 0.80 Ab	4.15 ± 0.00 Aa
	٤ روزه (every 4 days)	6.50 ± 0.57 ABb	8.85 ± 0.59 Aa	4.02 ± 0.09 Ba
	٦ روزه (every 6 days)	12.05 ± 1.59 Aa	6.68 ± 1.20 Bab	4.10 ± 0.04 Ba

حروف لاتین بزرگ و کوچک مشابه سمت راست به‌ترتیب معرف عدم وجود تفاوت معنی‌دار در ردیف و ستون می‌باشد.

تولید نهال با سیستم ریشه‌ای مناسب یکی از عوامل مهم در استقرار نهال در عرصه جنگل‌کاری است. یافته‌های این تحقیق آشکار ساخت بسیاری از صفات ریشه (حجم ریشه، طول ریشه، قطر ریشه و سطح ریشه) نهال‌های تولید شده در پایان فصل رویش تحت تأثیر دوره‌های آبیاری قرار نگرفته است. اما وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال تحت تاثیر دوره‌های آبیاری قرار گرفت. طوری‌که کمترین و

بیشترین مقدار وزن خشک ریشه به ترتیب در دوره‌های آبیاری ۲روزه و ٦ روزه مشاهده شد این در حالی است که با کاهش دوره آبیاری مقدار وزن خشک ریشه افزایش یافت. این نتیجه با نتایج کاسترودایز و همکاران (۲۰۰۸) روی *Q.faginea* و *Q.ilex* مطابقت و بر عکسِ نتایج فرناندز و همکاران (۲۰۰٦) در مورد *Phillyrea angastifolia*، و کاسترودایز و همکاران (۲۰۰۸) روی *Q.coccifera* می‌باشد (۹ و ۱۱). همچنین نتایج نشان داد استفاده از هرس افقی ریشه (در دوره‌های مختلف آبیاری) به‌ویژه در اوایل تابستان، افزایش معنی‌داری در حجم ریشه، طول ریشه، قطر ریشه، سطح ریشه، وزن خشک ریشه و شاخص کیفیت نهال‌ها گردیدند که با یافته‌های تحقیق تولای (۱۹۸۷) روی *Q.petraea*، *Q.libani* و تیلکی و همکاران (۲۰۰۹) روی *Q.petraea* مطابقت داشته و بر عکس نتایج دیوین و همکاران (۲۰۰۹) روی *Quercus garryana* می‌باشد (۳۳ و ۳۲).

نتیجه‌گیری کلی

به طورکلی، تولید ریشه نهال ، متأثر از میزان رطوبت و مواد غذایی در دسترس خاک می‌باشد (۱۲). به‌همین دلیل شناخت دوره‌های آبیاری مناسب برای پرورش بلندمازو در نهالستان از اهمیت بسزایی برخوردار است. در مطالعه حاضر آبیاری با دوره کوتاه‌تر (۲ روزه) عملکرد ضعیف‌تری در مقایسه با دو دوره (٤ و ٦ روزه) نشان می‌دهد. این ممکن است به‌دلیل رشد زیاد علف هرز و تأثیر رقابت آن با نهال‌های بلوط باشد که موجب کم شدن رشد و افزایش مرگ و میر آن‌ها می‌گردد. لذا با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان در مصرف آب صرفه‌جویی کرد و دوره آبیاری را به ٦ روز رساند بدون این‌که صدمه‌ای به تعداد در واحد سطح نهال‌ها و یا رشد مطلوب آن‌ها وارد آید.

از طرف دیگر، هرس ریشه در اوایل تابستان در دوره آبیاری ٦ روزه و هرس ریشه در اواخر تابستان در دوره آبیاری ٤ روزه، تیمارهای مطلوب برای پرورش نهال بلندمازو در عرصه مورد مطالعه بوده‌اند. از این‌رو، در نهالستان به‌منظور بهبود رویش ریشه و ارتقاء کیفیت نهال‌های بلندمازو، هرس افقی ریشه نهال‌های ریشه لخت بلندمازو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این به‌خاطر این است که هرچه شبکه ریشه‌ای نهال متراکم‌تر، گسترده‌تر و توسعه یافته‌تر باشد قابلیت جذب آب و مواد غذایی توسط نهال در نهالستان افزایش می‌یابد و در نتیجه نهال انتقال یافته به عرصه جنگل‌کاری نیز بهتر می‌تواند شرایط دشوار محیطی را تحمل نموده و مستقر گردد.

منابع

1. Ahmadloo, F., Tabari, M., Yousefzadeh, H., and Kooch, Y. Effects of soil nutrient on seedling performance of Arizona cypress and Medite cypress. Annals of Biological Research, 3(3): 1369-1380.
2. Aliarab, A. 2010. Factors affecting germination, growth and establishment of direct seeded *Quercus castaneifolia* seedlings in northeast of Iran-Loveh forest. Ph.D. Thesis, Tarbiat Modares University, 114p. (In persian)
3. Anthoney, S.D., and Jacobs, D.F. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to out planting performance. New Forests, 30: 295-311.
4. Asri, M., Tabari, M., Alawi-panah, S.K., and Mahdawi, R. 2008. Growth and development of *Quercus castaeifolia* seedlings at different irrigation treatments. Pajouhesh and Sazandegi, 78: 167-176. (In persian)
5. Barden, C., and Bowersox, T.W. 1989. The effect of root pruning treatments on red oak seedling root growth capacity. Hard woods forest conference, Carbondale. 5: 115-119.
6. Bohm, W. 1979. Method of studying root system. By Springer-Verlag. Berlin, Heidilberg. New York.
7. Bradshaw, J.D., Rice, M.E., and Hill, J.H. 2007. Digital Analysis of Leaf Surface Area: Effects of Shape, Resolution, and Size. Journal of the Kansas Entomological Society 80(4): 339–347.
8. Buraczyk, W., and Kapuscinska, M. 2010. Effects of pruning of vertical roots on growth of one-year scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in the first year after transplanting. Folia Forestalia Polonica, Series A, 52(1): 26-32.
9. Castro-Diez, P., Navarro, J., and Maestro, M. 2008. Effects of moderate shade and irrigation with eutrophicated water on the nitrogen of economy Mediterranean oak seedlings. Flora 203: 243-253.
10. Devine, W.D., Harringtone, C.A., and Southworth, D. 2009. Improving Root Growth and Morphology of Containerized Oregon White Oak Seedlings. Tree Plants Notes. 53(2): 29-34.
11. Fernandez, J.A., Balenzategui, L., Banon, S., and Franco, J.A. 2006. Induction of drought tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period. Scientia Horticulturae, 107: 277-283.
12. Gautam, M.K., Mead, D.J., Clinton, P.W., and Chang, S.X. 2003. Biomass and morphology of *pinus radiata* coarse root components in a subhumid temperate Silvo-pastoral system. Forest Ecology and Management. 177: 387-397.
13. Ghelichkhani, M.M., and Tabari, M., and Akbarinia, M., and Espahbodi, K. 2005. Influence of light intensity and root pruning on survival and vitality oak seedling. Pajouhesh and Sazandegi, 66: 82-86. (In persian)
14. Grossnickle, S.C. 2012. Why seedlings survive: influence of plant attributes. New Forests, (43): 711-738.

15. Habibi-keseb, J. 1984. The Study of forests of northern Iran and role in the quality of forest .Iranian Journal of Natural Resources, 55: 21-34.
16. Harris, J.R. 1999. Effect of root pruning and container depth on growth of pine Oak (*Quercus palustris*). Snaresearch. 44: 87-89.
17. Hasanvand, Sh., Etemad, V., Namiranian, M., and Attarod, P. 2011. Effect of irrigation on root length and survival of *Quercus macranthera* seedlings and comparison of drought resistance among produced seedlings from two seed sources. (Case study: Kentia nursery in north of Tehran)
18. Hong, T.D., and Ellis, R.H. 1996. A protocol to determine seed storage behavior. IPGRI Technical Bulletin, (1): 62p.
19. Hosseini, S.M., Aliarab, A., Akbarinia, M., Jalali, S.G., Tabari, M., Elmi, M.R., and Rasooli, Y. 2006. The effect of different light control treatments on height growth, vitality and survival of *Cupressus arizonica* Green in nurseries. Pajouhesh and Sazandegi, 7: 25-31. (In persian)
20. Johnson, J.D. 1990. Dry matter partitioning in loblolly and slash pines: Effect of fertilization and irrigation. Forest Ecology and Management, 30(1-4): 147-157.
21. Johnson, P.S., Shifley, S.R., and Rogers, R. 2002. The ecology and silviculture of Oaks. CAB International publishing, 503p.
22. Khanlou, K.M. 2004. Teach yourself MSTAT-C III Iustrated Manual. Dibagaran Tehran cultural and artistic Institute. First edition. Pp: 364. (In persian)
23. Kiani, B., Rostami Shahrahji, T., and Taheri, F. 2005. Investigation of root growth potential (RGP) in bare root and container seedlings of Loblolly Pine (*Pinus taeda*). Iranian Journal Natural Resources, 58(2): 333-338. (In Persian)
24. Marija, N. 2003. Training Statistical analysis of the data with SPSS 11.0, Translated by Fotohi, A. and Asghari, F. Center for Science Publication, 612p.
25. McCreary, D., Costello, L.R., Tecklin, J., Jones, K., and Labadie, D. 2002. The influence of tree shelters and irrigation on shoot and root growth of three California Oak species. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR, 184: 387-395.
26. Mckay, H.M., Jinks, R.L., and McEvoy, C. 1999. The effect of desiccation and rough handling on the survival and early growth of ash, beech, birch and oak seedlings. Annals of forest Science, 56: 391-402.
27. Mesdaghi, M. 1993. Statistical Methods in Research of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 288p.
28. Meteorological Organization. 2013. Weather Almanac years 2012-1982. Meteorological organization publication.
29. Sabeti, H. 1994. Forests, trees and shrubs of Iran. Yazd University Publication, 809.

30. Sagheb-Talebi, Kh., Hemmati, A., Khanjanishiraz, B., Siahipour, Z., and Akbarzadeh, A. 2009. Architectural model and impact of root pruning on diameter and height growth of Oak (*Quercus castaneifolia*) seedlings (Pilambara_Guilan). Journal of the Iranian Natural Resources, 61(4): 867-876. (In persian)
31. Schultz, R.C., and Thompson, J.R. 1996. Effect of density control and undercutting on root morphology of 1+0 bare root hardwood seedlings: Five-year field performance of root-graded stock in the central USA. New Forests 13: 297–310.
32. Tilki, F., Yuksek, F.T., and Guner, S. 2009. The effect undercutting on growth and morphology of 1+0 bare root Sessile Oak seedlings in relation to acorn size. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4): 3900-3905.
33. Tolay, U. 1987. Nursery techniques for broadleaved forest tree species in Turkey. Poplar and fast growing exotic forest trees Research Institute, Turkey. Annual bulletin, (23): 29-51.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (4), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

Effect of root undercutting time on survival and growth characteristics of Chestnt-leaved Oak bare root 1+0 seedlings under different irrigation period

M. Mostafaloo[1] and *A.R. Aliarab[2]
[1]M.Sc. Graduated of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 01/02/2015 ; Accepted: 01/30/2016

Abstract
Background and objectives: Chestnut-leaved oak is one of the most important northern Iran forest trees that is planted in broad scales in degraded areas of its natural sites. According to deep rooting of Chestnut leaved oak seedlings in nursery bed, root undercutting is the inevitable practice in bare root seedlings of this species. Studies showed that late root undercutting in nursery can negatively affect seedling survival and performance in planting site. So far, many efforts were done to determine the suitable time of root undercutting in some species of Quercus genus, for example, in Lebanon's oak and Sessile oak. Because, root undercutting along with growing season can increase drought stress in seedlings and, as a result, can decrease nursery production efficiency, this study aimed to investigate the effect of root undercutting and irrigation period on bare root seedlings of Chestnut leaved oak simultaneously.
Materials and methods: Present study were conducted in Golestan province Ghorogh nursery, so that using a randomized complete-block split-plot design with three replications, effects of root pruning time (pre-summer, late- summer and control) using horizontal blade attached to tractor, and furrow irrigation period (2, 4 and 6 days) on Chestnut-leaved oak bare root seedlings production efficiency and growth characteristics were investigated. At the end of growing season survival and growth characteristics of seedlings were recorded and analyzed using univariate ANOVA and Duncan multiple rage test of means techniques in 0.05% experimental error probability.
Results: The results showed that irrigation period was significantly affected seedlings root dry weight and quality index (QI), so that minimum and maximum

*Corresponded Author: aliarab@gau.ac.ir

amount of seedlings root dry weight were detected in 2 days and 6 days respectively. Also, use of horizontal root undercutting (in different irrigation periods), especially in early summer, significantly increase seedlings root growth trait (volume, length, diameter, area and dry weight) and QI. Furthermore, the results showed that root undercutting in early summer with irrigation period of 6 days is the most suitable treatment for growing Oak seedlings in the study area.
Conclusion: Based on this study's finding, it can be stated that horizontal root undercutting and irrigation period are essential factors that should be considered in oak seedlings root growth and seedlings quality enhancement practices. Because, the more root system density, extending and frequency, the more nutrient and water absorption potential in seedlings, and such planted seedlings can better resist to harsh environmental condition and establish in the forest planting site.

Keywords: *Quercus castaneifolia*, Irrigation period, Root undercutting, Seedling quality, Survival