



دانشگاه گیلان، دانشکده مهندسی و فناوری چوب و جنگل

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و دوم، شماره سوم، ۱۳۹۴
<http://jwfst.gau.ac.ir>

اثر تیمارهای مختلف نور و آبیاری بر برخی شاخص‌های رشد و ویژگی‌های کمی

نهال‌های رملیک *Ziziphus nummularia*

*بابک پیله‌ور^۱، زهرا میرآزادی^۲ و حمزه جعفری سرابی^۳

^۱دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان، آدانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه لرستان،

^۲دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۱۸

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به سرعت بالای تخریب جنگل و نیاز به احیا و توسعه آن، تولید نهال‌های قوی و مناسب به منظور جنگل‌کاری در سطوح وسیع در سطح کشور مورد نیاز است. بنابراین تحقیق بیشتر در این زمینه خالی از انتظار نیست. هدف این پژوهش بررسی اثر تیمارهای مختلف نور و آبیاری بر شاخص‌های رشد و برخی از مشخصه‌های مورفولوژیکی نهال‌های درختچه رملیک است.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر، برای کاشت بذر این درختچه از آزمایش فاکتوریل دو عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. به منظور اجرای تیمارها، شیوه آبیاری در دو سطح (روزانه و یک روز در میان) و عامل نور نیز در سه سطح (نور کامل، ۷۵ درصد نور، ۵۰ درصد نور) به کار گرفته شد. در هر تیمار ۸۰ گلدان تعبیه شد و نمونه‌برداری از نهال‌ها در سه مرحله انجام پذیرفت. در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد ده گلدان به عنوان ده تکرار به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد. داده‌های مربوط به تعداد و مساحت برگ، طول ریشه و اندام هوایی، وزن ریشه و اندام هوایی، زی توده ریشه و اندام هوایی، زی توده کل، ضریب کشیدگی نهال‌ها، نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه، نرخ جذب خالص و نرخ رشد نسبی برای هر تیمار محاسبه شد.

*مسئول مکاتبه: babakpilehvar@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در هر سه نوبت اندازه‌گیری بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری در برخی از مشخصه‌ها وجود دارد و در بیشتر مشخصه‌ها تیمار ۷۵ درصد نور و آبیاری روزانه به‌عنوان بهترین تیمار شناخته شد. همچنین در بازه زمانی دوم اندازه‌گیری میزان نرخ جذب خالص و نرخ رشد نسبی نهال‌ها در تیمار ۷۵ درصد نور و آبیاری یک روز در میان حداکثر مقدار را داشت. **نتیجه‌گیری:** باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان نمود نهال‌های جوان رملیک در شرایط نیمه سایه و رطوبت کافی از بهترین و مطلوب‌ترین رویش برخوردارند. لذا فراهم نمودن این شرایط، با استفاده از سایبان مصنوعی و آبیاری مناسب در نهالستان به‌منظور تولید نهال‌های مرغوب، به بخش‌های اجرایی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، رملیک، شاخص‌های رشد، نهال، نور

مقدمه و هدف

درختچه رملیک با نام علمی (*Ziziphus nummularia* (Burm. F.) به خانواده *Rhamnaceae* تعلق دارد. جنس *Ziziphus* ۱۷۰-۱۳۵ گونه دارد که به‌صورت درخت یا درختچه‌های همیشه‌سبز یا خزان‌کننده بوده و اغلب دارای تیغ‌هایی با ابعاد نامساوی می‌باشند (۳۲). رملیک گونه‌ای خزان‌کننده است و به همین دلیل می‌تواند در مناطق مرتفع‌تر و کمی خنک‌تر جوامعی را تشکیل دهد. این درختچه در سال دو بار گل و میوه می‌دهد. یک نوبت در اواخر زمستان و اوایل بهار و بار دیگر در اواسط تا اواخر تابستان و حتی اوایل پاییز و معمولاً در فصل زمستان در حالت خواب به سر می‌برد. بیشترین فعالیت رملیک از اواخر فروردین تا اواخر آذر بوده و از لحاظ باردهی اغلب دارای سال آوری است (۳۷).

رملیک با توجه به این‌که خزان‌کننده است، می‌تواند در نقاط مرتفع تا ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا انتشار یابد، بنابراین در برابر سرما از کنار مقاوم‌تر است؛ زیرا با سازوکار خزان با سرما مقابله می‌کند (۶). از ریشه، برگ و دانه‌های رملیک به‌صورت سنتی برای درمان برخی از بیماری‌ها از جمله آلرژی و آگزما استفاده می‌شود. ارتفاع این‌گونه در مناطق بیابانی به‌ویژه در بخش‌های جنوبی کشور به یک تا دو متر می‌رسد (۳۵). رملیک در کنار کهور درختی، حتی در سال‌های بسیار کم باران کمترین رقابت را با

گونه‌های زیراشکوب دارند، به‌علاوه توان بالای این گونه‌ها در تثبیت شن و خاک و مقاومت به خشکی و گرما موجب شده‌است که در سایر نقاط جهان از این گونه به‌عنوان گونه‌ای مناسب جهت احداث بادشکن استفاده شود (۳۷). همچنین از گونه‌های مختلف کنار، علاوه بر مصارف صنعتی و کاشت در جنگل‌کاری‌ها، به‌عنوان گونه مناسب برای فضای سبز و درختان زینتی استفاده می‌شود (۴۸).

از آنجایی که قوی بودن نهال‌های کاشته شده، یکی از عوامل مهم در موفقیت هر جنگل‌کاری است، همواره در نهالستان باید سعی شود بهترین وضعیت ممکن برای رشد و نمو نهال‌ها فراهم گردد و نهال‌ها در هنگام حمل به عرصه کاشت از رشد و کیفیت مناسبی برخوردار باشند (۲۷). نور مستقیم خورشید یکی از عوامل محیطی مهم است که با شدت، کیفیت و تناوب خود تأثیر زیادی بر رشد و کیفیت نهال گونه‌های درختی می‌گذارد (۳۵). زیرا بردباری گونه‌ها در برابر سایه تأثیراتی بر رشد، زنده‌مانی، ویژگی‌های مورفولوژی، هرس طبیعی درختان و پایدار بودن آن‌ها در شرایط رقابتی خواهد داشت (۱۱). خشکی نیز یکی از مهمترین تنش‌های غیر زیستی و عامل محدودکننده تولید محصولات گیاهی در سراسر جهان محسوب می‌شود و اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاه و سایر فرآیندهای متابولیکی دارد. تنش خشکی از طریق تأثیر بر برخی از فرآیندهای متابولیکی باعث تغییر در رفتار و نیز مقاوم‌سازی گیاه در مقابل برخی تنش‌ها می‌شود (۶۰).

در راستای تأثیر تیمارهای مختلف سایه بر رشد و زنده‌مانی نهال‌ها، حسینی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی تأثیر تیمارهای مختلف سایه بر رشد و کیفیت نهال‌های سرو نقره‌ای را بررسی نمودند. آن‌ها بیان کردند فاکتور سایه (بدون نور مستقیم، ۳۳ درصد، ۵۰ درصد و ۶۷ درصد نور مستقیم) نسبت به فاکتور نور کامل خورشید باعث افزایش معنی‌داری در ارتفاع نهال‌ها می‌گردد و بیشترین و کمترین درصد زنده‌مانی نهال‌ها به‌ترتیب تحت تیمارهای شدت نور ۳۳ درصد و ۱۰۰ درصد به‌دست آمد (۲۷). در پژوهشی در جامائیکا، اثر رطوبت و نور بر جوانه‌زنی و رشد و زنده‌مانی نهال‌های *Calyptrotrantes pallen* بررسی گردید، به‌این منظور فاکتور سایه در سه سطح (نور کامل، سایه جزئی، سایه شدید) و فاکتور آبیاری در دو سطح (آبیاری منظم و بدون آبیاری) اعمال شد، نتایج نشان‌داد زنده‌مانی و ارتفاع نهال‌ها در تیمار سایه شدید بیشتر از دو حالت دیگر بود، همچنین ذخیره آب نیز تأثیر مثبت معنی‌داری بر اندازه نهال‌ها داشت و رشد نهال‌هایی که آبیاری شدند در طول فصل خشک بیشتر بوده است (۳۶). در رابطه با تأثیر آبیاری بر رشد و نمو گونه‌ها نیز تحقیقات زیادی صورت پذیرفته است، عصری و همکاران (۲۰۰۷)، رشد و توسعه نهال‌های یک‌ساله بلند مازو را در سطوح مختلف آبیاری (دوره‌ها،

چهار روزه، شش روزه و دیم) در اراضی شنی دانشکده منابع طبیعی نور مقایسه نمودند، نتایج نشان داد که در نخستین دوره رویشی، نهال‌های رشد یافته در شرایط دیم از کمترین میزان زنده‌مانی، قطر یقه و سطح برگ برخوردار بودند (۷). صوفی‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) اثر آبیاری را بر رشد ارتفاعی، قطر یقه و طول ریشه نهال‌های سرو خمره‌ای مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها مشاهده نمودند اثر آبیاری بر قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها معنی‌دار است و بیشترین مقدار آن در آبیاری دوروزه می‌باشد. اما اثر آبیاری بر طول ریشه معنی‌دار نیست (۵۳). در پژوهش دیگری صوفی‌زاده و همکاران (۲۰۱۲)، بیان داشتند که تناوب آبیاری (هر دو روز یکبار و هر چهار روز یکبار) بر رشد ارتفاعی و قطری، طول ریشه و درصد زنده‌مانی نهال‌های سرو نقره‌ای بی‌تأثیر است (۵۲). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که آبیاری سبب افزایش سطح برگ و افزایش نسبت طول ریشه به ساقه در چهار گونه بلوط مدیترانه‌ای می‌گردد (۱۸). در این ارتباط Diez et al. (2005) در تحقیقی اثر متقابل سایه را در دو سطح (نور کامل و نیم‌سایه) و رژیم آبیاری را نیز در دو سطح (روزانه و دو روزه) روی نهال‌های سه گونه بلوط مدیترانه‌ای *Quercus ilex*، *Quercus faginea* و *Quercus coccifera* بررسی کردند و نتیجه گرفتند در تیمار نیم‌سایه دوره رشد گونه‌های بلوط افزایش می‌یابد و تیمار آبیاری روزانه نیز می‌تواند دوره رشد را در *Quercus ilex* و *Quercus faginea* افزایش دهد و به‌طور کلی تیمار نیم‌سایه و آبیاری روزانه اگر با هم برای نهال‌ها فراهم باشد باعث افزایش رشد این گونه‌ها می‌شود (۱۲). تأثیر تنش بر گیاه به عوامل محیطی و توانایی زیستی گیاه موردنظر در محیط‌های نامناسب بستگی دارد به همین دلیل تعریف شرایط محیطی تنش‌زا از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است (۵۵).

فیزیولوژیست‌های گیاهی شاخص‌های رشد را به‌عنوان ابزارهای مفیدی جهت تجزیه و تحلیل کمی رشد گیاه به‌کار می‌برند. رشد در گیاهان اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا زنده‌مانی و تولید مجدد گیاه به اندازه گیاه و رشد نسبی آن بستگی دارد (۲۴). اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد منحصراً به اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک گیاه نیاز دارد (۴۴). هدف از تعیین و تجزیه این شاخص‌ها تفسیر چگونگی عکس‌العمل گونه‌های گیاهی به یک وضعیت محیطی معین است (۳۱). تولید و تجمع ماده خشک می‌تواند با نرخ رشد نسبی که از شاخص‌های مهم مورداستفاده در تجزیه و تحلیل رشد گیاه هستند، مطالعه گردد (۳۹). در این میان، نرخ رشد نسبی متغیری مهم و مؤثر در مدل‌های اکولوژی گیاه است (۲۴). ارتباط بین نرخ رشد نسبی و اجزای آن نرخ جذب خالص و میانگین سطح برگ در مطالعات مختلف متفاوت بوده‌است. نرخ رشد نسبی گیاهان به‌وسیله ویژگی‌های ژنتیکی و شرایط محیطی آن‌ها

تعیین می‌شود. در تحقیقات مختلف، تفاوت‌های بسیار زیادی بین نرخ رشد نسبی گونه‌های مختلف گزارش شده است. ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهان از جمله مساحت برگ و وزن خشک آن می‌توانند برخی از مهم‌ترین دلایل این اختلاف‌ها باشند (۴۳). در این رابطه در پژوهشی Cardillo and Bernal (2006) پاسخ‌های مورفولوژیکی رشد (نرخ جذب خالص، نرخ رشد نسبی، ضریب کشیدگی)، قطر، ارتفاع، زی‌توده ریشه و ساقه را به سطوح مختلف عامل نور بررسی نمودند، نتایج نشان داد ابعاد برگ‌های گونه بلوط چوب پنبه در سایه کامل بیشترین مقدار و در نور کامل کمترین مقدار را دارند، مقادیر نرخ رشد نسبی در حالت نور کامل و ۲۰ درصد نور خیلی نزدیک است؛ همچنین در نور پنج درصد، برگ‌ها علایم از دست دادن رنگ و کاهش نرخ رشد نسبی را نشان دادند (۱۱). هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمارهای مختلف نور و آبیاری بر برخی از مشخصه‌های مورفولوژیکی و شاخص‌های رشد نهال‌های گونه رملیک در نهالستان است، تا نهال‌هایی با کیفیت مطلوب برای طرح‌های جنگل‌کاری تهیه گردد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در نهالستان شهید باهنر شهرستان دهلران انجام پذیرفت. دهلران در ارتفاع ۲۴۵ متری از سطح دریا واقع شده و اقلیم آن بر اساس روش آمبرژه، بیابانی گرم شدید با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک است. تعداد روزهای بارندگی در این ناحیه به‌طور متوسط کمتر از ۱۷ روز است. بیشترین درجه حرارت در مرداد ۳۹/۱ درجه و کم‌ترین آن در دی ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. میزان متوسط باران سالیانه شهرستان دهلران حدود ۲۶۴/۴ میلی‌متر است که بیشتر در فصل زمستان رخ می‌دهد و میانگین دمای سالانه ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد است.

روش تحقیق: به‌منظور تعیین مناسب‌ترین میزان نور و آب برای پرورش نونهال‌های رملیک، بذر این‌گونه از درختچه‌های رملیک اطراف شهرستان دهلران جمع‌آوری شد. سپس برای مطالعات کیفی از جمله اندازه‌گیری وزن هزار دانه، درصد رطوبت، اندازه بذر و درجه خلوص به آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انتقال یافت. اندازه‌گیری وزن هزار دانه و میزان رطوبت بر اساس قوانین انجمن بین‌المللی بذر و میزان قوه نامیه با تیمار خیساندن در آب (به مدت ۴۸ ساعت) تعیین شد (۵۴). برای تولید نهال و انجام تیمارهای نور و آبیاری اردیبهشت در نهالستان اقدام به گلدان‌گیری شد. گلدان‌ها از جنس نایلون در اندازه ۱۵×۲۰ سانتی‌متر بودند که با مخلوط خاک و ماسه به نسبت دو به یک پر شدند و تعداد سه بذر به‌طور مستقیم در هر گلدان کاشته شد، عامل آبیاری در دو سطح (روزانه و یک

روز در میان) و عامل نور نیز در سه سطح (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نور) اعمال شد. به این منظور از آزمایش فاکتوریل دو عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه نوبت نمونه‌برداری استفاده شد، در هر تیمار ۸۰ گلدان تعبیه شد و در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد ده گلدان به‌عنوان ده تکرار به‌صورت تصادفی انتخاب شد. به این ترتیب برای انجام این تحقیق تعداد ۱۸۰ گلدان به‌عنوان ۱۸۰ واحد آزمایشی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای کنترل شدت نور رسیده به نهال‌ها می‌توان یا تراکم کشت نهال‌ها را تغییر داد یا از سایبان استفاده کرد (۱۶). در این تحقیق اعمال نور با کمک سایبان مصنوعی با میزان عبوردهی نور ۷۵ درصد، ۵۰ درصد و صد درصد (بدون سایبان) انجام گرفت. بدین منظور قبل از استقرار سایبان‌ها، با استفاده از دستگاه نور سنج در فاصله زمانی ۱۰ صبح تا ۲ بعد از ظهر چندین بار نور ۱۰۰ درصد اندازه‌گیری گردید، سپس با استفاده از سایبان پلاستیکی با ضخامت‌های مختلف شدت نور ۷۵ و ۵۰ درصد تنظیم شد. در هر نوبت آبیاری نیز به‌وسیله آب‌پاش، گلدان‌ها آبیاری گردیدند، با توجه به این‌که گلدان‌ها پلاستیکی بودند و در بدنه آن‌ها سوراخ‌هایی جهت زهکشی آب وجود داشت، در حین آبیاری از ماندابی شدن ریشه نهال‌ها جلوگیری می‌شد. به‌منظور اندازه‌گیری صفات موردنظر، در سه نوبت نمونه‌برداری هر یک ماه یک بار به‌صورت کاملاً تصادفی از هر تیمار ۱۰ نهال به‌عنوان ۱۰ تکرار انتخاب گردید و داده‌های مربوط به تعداد و مساحت برگ، طول ریشه و طول اندام هوایی، قطر یقه، وزن ریشه و وزن اندام هوایی، زی‌توده ریشه و اندام هوایی، ضریب کشیدگی، نسبت اندام هوایی به ریشه و در نهایت وزن کل و زی‌توده کل برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. با توجه به از بین رفتن نهال‌ها در هر نوبت اندازه‌گیری این نوع از نمونه‌گیری را تخریبی^۱ می‌نامند. همچنین در هر بازه زمانی اندازه‌گیری برای هر تیمار نرخ جذب خالص^۲ نهال‌ها و سپس نرخ رشد نسبی^۳ بر اساس روابط موجود محاسبه گردید (فرمول‌های ۱ و ۲). نرخ جذب خالص مقدار مواد ساخته شده خالص (غالباً فتوسنتزی) در واحد سطح برگ است و نرخ رشد نسبی بیان‌کننده مقدار ماده خشک تجمع یافته در گیاه در واحد وزن است؛ برای اندازه‌گیری این دو پارامتر، اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک الزامی است و سایر شاخص‌های رشد از طریق محاسبه به‌دست خواهند آمد (۳۱).

$$NAR = \frac{(TB_2 - TB_1)}{(T_2 - T_1)} \cdot \frac{2}{(TLA_1 + TLA_2)} \text{ mg/day/cm}^2 \quad \text{فرمول (۱)}$$

1- Destructive

2- Net Assimilation Rate

3- Relative Growth Rate

$$RGR = \frac{(TB_2 - TB_1)}{(T_2 - T_1)} \cdot \frac{2}{(TB_1 + TB_2)} \text{ mg/day/gr} \quad \text{فرمول (۲)}$$

که در این روابط NAR: نرخ جذب خالص، TB: زیست‌توده کل در هر نوبت نمونه‌برداری، T: زمان هر مرحله از نمونه‌برداری، TLA: مجموع کل سطح برگ و RGR: نرخ رشد نسبی است. به‌منظور انجام محاسبات آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها از طریق آزمون لون بررسی شد، سپس با تجزیه واریانس اختلاف بین میانگین تیمارها تعیین و برای انجام مقایسه‌های چندگانه از آزمون دانکن استفاده گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 و رسم نمودارها نیز از طریق برنامه Excel انجام شد.

نتایج

در سه مرحله نمونه‌برداری با استفاده از تجزیه واریانس، معنی‌داری دو عامل نور و آبیاری و تأثیر متقابل آن‌ها بر صفات مورد بررسی مقایسه گردید که نتایج در جداول ۱ تا ۳ مشاهده می‌گردد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس در نوبت اول نمونه‌برداری.

Table 1. Anova results at first sampling interval.

Variation resources			مشخصات اندازه‌گیری شده Measured characteristic
آبیاری × نور irrigation × light	نور light	آبیاری irrigation	
F	F	F	
4.39 ^{ns}	14.63 ^{**}	1.55 ^{ns}	تعداد برگ leaf number
1.45 ^{ns}	1.31 ^{ns}	6.21 [*]	طول ریشه root length
12.69 ^{**}	3.52 [*]	19.13 ^{**}	طول اندام هوایی shoot length
8.26 ^{**}	62.05 ^{**}	32.04 ^{**}	مساحت برگ leaf area
1.1 ^{ns}	8.94 ^{**}	1.25 ^{ns}	زی‌توده ریشه root biomass
2.09 ^{ns}	3.04 ^{ns}	2.21 ^{ns}	زی‌توده اندام هوایی shoot biomass
2.61 ^{ns}	7.24 ^{**}	3.13 ^{ns}	زی‌توده کل total biomass

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns بدون اختلاف معنی‌دار.

** Significant differences at 1%, * significant differences at 5%, ns without significant differences

همان‌گونه که در جدول ۱ مشخص گردیده است، در مرحله اول نمونه‌برداری عامل آبیاری بر طول ریشه و اندام هوایی و مساحت برگ و عامل نور بر تعداد و مساحت برگ، زی‌توده ریشه، زی‌توده کل و طول اندام هوایی تأثیر معنی‌دار دارند. همچنین اثر متقابل دو عامل نیز بر تعداد و مساحت برگ و طول اندام هوایی معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس در نوبت دوم نمونه‌برداری.

Table 2. Anova results at second sampling interval.

منابع تغییرات Variation resources			مشخصات اندازه‌گیری شده Measured characteristics
آبیاری×نور irrigation×light F	نور light F	آبیاری irrigation F	
0.69 ^{ns}	14.47 ^{**}	0.77 ^{ns}	تعداد برگ leaf number
0.66 ^{ns}	2.27 ^{ns}	5.43 [*]	طول ریشه root length
4.99 [*]	2.58 ^{ns}	2.94 ^{ns}	طول اندام هوایی shoot length
0.57 ^{ns}	113.9 ^{**}	3.96 ^{ns}	مساحت برگ leaf area
0.15 ^{ns}	1.61 ^{ns}	2.27 ^{ns}	زی‌توده ریشه root biomass
1.2 ^{ns}	6.11 ^{**}	2.43 ^{ns}	زی‌توده اندام هوایی shoot biomass
1.57 ^{ns}	8.67 ^{**}	4.98 [*]	زی‌توده کل total biomass

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns بدون اختلاف معنی‌دار.

** Significant differences at 1%, * significant differences at 5%, ns without significant differences

بر اساس نتایج حاصله، در نوبت دوم نمونه‌برداری عامل آبیاری تنها بر دو مشخصه طول ریشه و زی‌توده کل و عامل نور بر تعداد و مساحت برگ، زی‌توده ریشه و زی‌توده کل تأثیر معنی‌دار دارد و اثر متقابل نور و آبیاری تنها بر طول اندام هوایی معنی‌دار شد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس در نوبت سوم نمونه‌برداری.

Table 3. Anova results at thirth sampling interval.

منابع تغییرات Variation resources			مشخصات اندازه‌گیری شده Measured charactristicd
آبیاری× نور irrigation×light	نور Light	آبیاری irrigation	
F	F	F	
0.29 ^{ns}	45.36 ^{**}	4.59 [*]	تعداد برگ leaf number
0.6 ^{ns}	14.57 ^{**}	15.59 ^{**}	طول ریشه root length
0.01 ^{ns}	54.59 ^{**}	12.94 ^{**}	طول اندام هوایی shoot length
0.02 ^{ns}	67.64 ^{**}	8.75 ^{ns}	مساحت برگ leaf area
0.08 ^{ns}	5.43 ^{**}	2.45 ^{ns}	زی‌توده root biomass
0.6 ^{ns}	38.04 ^{**}	2.31 ^{ns}	زی‌توده اندام هوایی shoot biomass
0.67 ^{ns}	31.27 ^{**}	3.27 ^{ns}	زی‌توده کل total biomass

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns بدون اختلاف معنی‌دار.

** Significant differences at 1%, * significant differences at 5%, ns without significant differences.

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، در مرحله سوم نمونه‌برداری، عامل آبیاری بر تعداد برگ، طول ریشه و اندام هوایی و عامل نور بر تمامی ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری تأثیر معنی‌دار دارد. در حالی‌که اثر متقابل این دو عامل بر هیچ‌کدام از ویژگی‌های مورد بررسی معنی‌دار نشد. در جداول ۴ تا ۶ میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای به‌کار رفته مشاهده می‌گردد.

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای به کار رفته در نوبت اول نمونه برداری.
Table 4. Mean and standard deviation of measured characteristics at first sampling interval under different treatments.

زی توده کل Total biomass	زی توده هوایی Shoot biomass	زی توده ریشه Root biomass	مساحت برگ Leaf area	طول اندام هوایی Shoot length	طول ریشه Root length	تعداد برگ Leaf number	آبیاری irrigation	نور light
0.06±0.02 ^{ab}	0.05±0.02 ^{ab}	0.01±0.000 ^a	2.32±0.53 ^b	6.84±1.23 ^{bc}	12.6±2.96 ^b	6.5 ±1.71 ^a	روزانه daily	نور کامل Full light
0.07±0.02 ^{ab}	0.06±0.02 ^{ab}	0.01±0.004 ^{ab}	1.11±0.41 ^a	3.67±1.61 ^a	7.1 ±2.1 ^a	5.4±2.22 ^a	یک روز در میان Every other day	۷۵
0.11±0.06 ^c	0.08±0.06 ^b	0/02±0/01	4.5±1.39 ^c	5.62±1.92 ^{ab}	11.7 ±7.65 ^b	8.6±1.83 ^b	روزانه daily	درصد نور 75% light
0.1±0.05 ^{bc}	0.07±0.04 ^b	0/01±0/008 ^{bc}	4±1.11 ^c	6.55±0.86 ^{bc}	11.16±3.81 ^{ab}	10±2.78 ^b	یک روز در میان Every other day	۵۰
0/09±0/03 ^{bc}	0/07±0/03 ^b	0/01±0/008 ^{ab}	7.41±1.83 ^d	7.55±0/92 ^c	13.58±5.1 ^b	9±1.24 ^b	روزانه daily	درصد نور 50 light
0/04±0/01 ^a	0/03±0/01 ^a	0/01±0/000 ^a	4.06±0.99 ^c	5.16±1.32 ^b	10.73±3.8 ^{ab}	6.8±1.61 ^a	یک روز در میان Every other day	حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در تیمارهای به کار گرفته شده است.

Different index indicate significant difference between treatments.

بابک پیله‌ور و همکاران

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای به‌کار رفته در نوبت دوم نمونه‌برداری.
Table 5. Mean and standard deviation of measured characteristics at second sampling interval under different treatments.

زی توده کل gr Total biomass	زی توده اندام هوایی gr Shoot biomass	زی توده ریشه gr Root biomass	مساحت برگ cm ² Leaf area	طول اندام هوایی cm Shoot length	طول ریشه cm Root length	تعداد برگ Leaf number	آبیاری irrigation	نور light
0.07±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.02±0.008 ^a	2.41±0.24 ^{ab}	5.9±1.1 ^{ab}	10.1±3.28 ^a	7.3±1.15 ^a	روزانه daily	نور کامل light
0.07±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a	0.02±0.007 ^a	2.28±0.32 ^a	6.4±1.42 ^{abc}	8.8±2.29 ^a	6.3±1.33 ^a	میان Every other day	
0.09±0.02 ^a	0.06±0.01 ^a	0.03±0.01 ^{ab}	2.69±0.23 ^b	7.2±1.47 ^{cd}	10.8±3.29 ^{ab}	8.1±1.66 ^b	روزانه daily	۷۵ درصد نور 75%light
0.08±0.02 ^a	0.05±0.02 ^{ab}	0.02±0.007 ^a	2.46±0.19 ^{ab}	7±1.33 ^{bcd}	9.5±2.57 ^a	7.6±1.5 ^b	میان Every other day	
0.13±0.06 ^b	0.09±0.05 ^b	0.03±0.02 ^a	3.58±0.3 ^c	7.7±1.41 ^d	13.35±5.19 ^b	9.6±67 ^b	روزانه daily	۵۰ درصد نور 50%light
0.09±0.02 ^a	0.06±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	3.53±0.27 ^c	5.64±1.13 ^a	9.94±2.21 ^a	9.9±1.79 ^a	میان Every other day	

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در تیمارهای به‌کار گرفته شده است.

Different index indicate significant difference between treatments.

بر اساس اطلاعات جدول ۵ تقریباً در تمامی ویژگی‌های مورد بررسی تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه بیشترین مقادیر را دارد.

جدول ۶- میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای به‌کار رفته در نوبت سوم نمونه‌برداری.

Table 6. mean and standard deviation of measured characteristics at third sampling interval under different treatments.

زی توده کل gr Total biomass	زی توده اندام هوایی gr Shoot biomass	زی توده ریشه gr Root biomass	مساحت برگ cm ² Leaf area	طول اندام هوایی cm Shoot length	طول ریشه cm Root length	تعداد برگ Leaf number	آبیاری irrigation	
0.17±	0.09±0.01 ^a	0.008±0.01 ^b	3.81±0.87 ^a	10.4±1.42 ^a	17.3±2.49 ^b	9.9±1.79 ^a	روزانه daily	نور کامل
0.15±0.02 ^a	0.08±0.01 ^a	0.007±0.01 ^b	2.64±0.92 ^a	7.2±2.2 ^a	12±1.94 ^a	9±2 ^a	درمیان Every other day	Full light
0.36±0.09 ^b	0.29±0.1 ^b	0.06±0.01 ^{ab}	8.85±1.69 ^b	18.6±3.89 ^c	20.2±4.75 ^{bc}	18.5±3.1 ^b	روزانه daily	۷۵ درصد نور
0.33±0.1 ^b	0.27±0.09 ^b	0.06±0.01 ^a	7.6±1.49 ^b	15.8±3.01 ^b	17.6±3.53 ^b	16.1±2.96 ^b	میان Every other day	75% light
0.4±0.15 ^b	0.34±0.14 ^b	0.06±0.02 ^{ab}	9.5±2.36 ^b	20.2±4.41 ^c	24.2±4.89 ^c	19.5±4.6 ^b	روزانه daily	۵۰ درصد نور
0.32±0.07 ^b	0.27±0.07 ^b	0.05±0.01 ^a	8.1±2.07 ^b	17.2±3.45 ^{bc}	19.3±6 ^b	18.4±3.9 ^b	میان Every other day	50 % light

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در تیمارهای به‌کار گرفته شده است.

Different index indicate significant difference between treatments.

بر اساس این نتایج تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه مطلوب‌ترین تیمار از نظر دستیابی به بیشترین مقادیر ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری می‌باشد. در هر یک از تیمارهای مورد بررسی نسبت زی توده اندام هوایی به زی توده ریشه^۴ (SRR)، مجموع سطح برگ^۵ (TLA)، ضریب کشیدگی^۶ (SC)، نرخ جذب خالص (NAR) و نرخ رشد نسبی (RGR) نیز محاسبه گردید. در جدول ۷ مقادیر سه ویژگی اول در سه مرحله نمونه‌برداری مشاهده می‌گردد.

- 4- Shoot Root Ratio
2- Total Leaf Area
3- Slenderness Coefficient

جدول ۷- نتایج SC، TLA و SRR در سه مرحله نمونه‌برداری.

Table 7. The results of SC, TLA and SRR at 3 sampling intervals.

مرحله سوم نمونه‌برداری			مرحله دوم نمونه‌برداری			مرحله اول نمونه‌برداری			تیمارها treatments
Third sampling interval			Second sampling interval			First sampling interval			
SC	TLA	SRR	SC	TLA	SRR	SC	TLA	SRR	
3.74 ^a	3.81 ^a	1.14 ^a	4.86 ^{bc}	5.9 ^{ab}	2.25 ^a	5.87 ^a	2.32 ^b	5.6 ^a	نور کامل، هر روز آبیاری Full light, daily irrigation
3.42 ^a	2.64 ^a	1.12 ^a	5.82 ^{dc}	6.3 ^a	2.5 ^{ab}	6.1 ^a	1.11 ^a	5.9 ^a	نور کامل، یک روز در میان آبیاری Full light, every other day irrigation
4.28 ^a	8.85 ^{bc}	5.5 ^b	4.27 ^{ab}	7.3 ^b	2.09 ^a	5.99 ^a	4.5 ^c	6.18 ^a	۷۵ درصد نور، هر روز آبیاری 75% light, daily irrigation
4.61 ^a	7.6 ^b	4.63 ^b	4.53 ^{ab}	6.1 ^{ab}	2.29 ^a	6.04 ^a	4 ^c	4.6 ^a	۷۵ درصد نور، یک روز در میان آبیاری 75% light, every other day irrigation
3.88 ^a	9.5 ^c	5.56 ^b	6.44 ^d	12.9 ^c	3.36 ^b	7.02 ^a	7.41 ^d	6.35 ^a	۵۰ درصد نور، هر روز آبیاری 50 % light, daily irrigation
3.74 ^a	3.81 ^a	1.14 ^a	3.56 ^a	12.5 ^c	2.54 ^{ab}	8.05 ^a	4.06 ^c	3.4 ^a	۵۰ درصد نور، یک روز در میان آبیاری 50% light, every other day irrigation

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در تیمارهای به‌کار گرفته شده است.

Different index indicate significant difference between treatments

همان‌گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌گردد در مرحله اول نمونه‌برداری دو مشخصه SRR و SC اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نشان ندادند، ولی تیمارها از نظر ویژگی مجموع کل مساحت برگ دارای اختلاف معنی‌دار بودند. مرحله دوم نمونه‌برداری، مجموع سطح برگ در تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه، مقدار بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت. در مرحله دوم و سوم نمونه‌برداری نیز بین تمامی تیمارها اختلافات معنی‌دار ملاحظه گردید. در جدول ۸ مقادیر نرخ رشد نسبی و نرخ جذب خالص در بازه زمانی اول نمونه‌برداری (فاصله زمانی نمونه‌برداری اول و دوم)، بازه زمانی دوم (فاصله زمانی نمونه‌برداری دوم و سوم)، بازه زمانی سوم (فاصله زمانی نمونه‌برداری اول و سوم) مشاهده می‌گردد.

جدول ۸- مقادیر NAR و RGR در سه بازه زمانی اندازه‌گیری.

Table 8. The results of NAR and RGR at 3 sampling intervals.

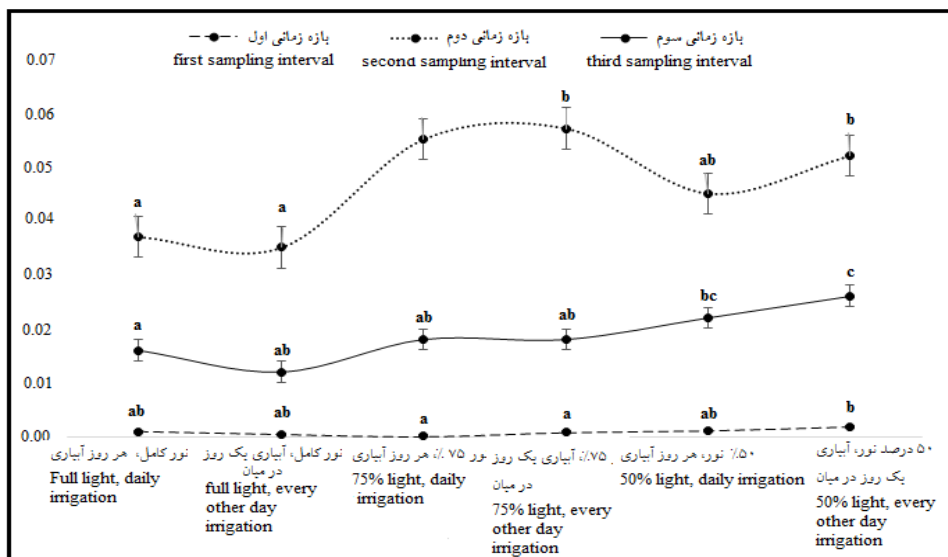
بازه زمانی سوم اندازه‌گیری Thirth sampling interval		بازه زمانی دوم اندازه‌گیری Second sampling interval		بازه زمانی اول اندازه‌گیری First sampling interval		تیمارها treatments
RGR	NAR	RGR	NAR	RGR	NAR	
1.99 ^{ab}	0.016 ^a	4.46 ^a	0.037 ^b	1.95 ^{ab}	0/0001 ^{ab}	نورکامل، هر روز آبیاری Full light, daily irrigation
1.99 ^a	0.012 ^{ab}	4.48 ^a	0.035 ^a	1.94 ^{ab}	0.000005 ^a	نور کامل، یک روز در میان آبیاری Full light, every other day irrigation
2.02 ^a	0.018 ^{ab}	8.21 ^b	0.055 ^a	1.93 ^{ab}	0.000001 ^a	۷۵ درصد نور، هر روز آبیاری 75% light, daily irrigation
2.01 ^c	0.018 ^{ab}	8.81 ^b	0/057 ^b	1.92 ^a	0.000008 ^a	۷۵ درصد نور، یک روز در میان آبیاری 75% light, every other day irrigation
2.02 ^d	0.022 ^{bc}	7.55 ^b	0.045 ^{ab}	1.96 ^{bc}	0.00011 ^{ab}	۵۰ درصد نور، هر روز آبیاری 50 % light, daily irrigation
2 ^{bc}	0.026 ^c	3.37 ^a	0.052 ^b	1.97 ^c	0.000177 ^b	۵۰ درصد نور، یک روز در میان آبیاری 50% light, every other day irrigation

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در تیمارهای به‌کار گرفته شده است.

Different index indicte significant difference between treatments

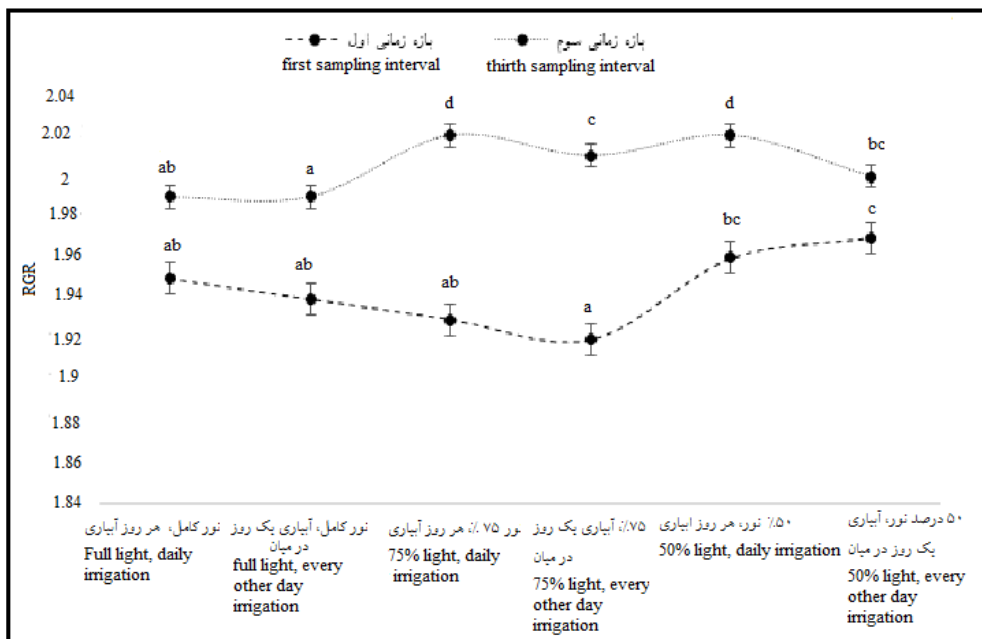
در شکل‌های ۱ و ۲ مقادیر نرخ رشد نسبی در تیمارهای مختلف در سه بازه زمانی اندازه‌گیری

مشاهده می‌گردد.



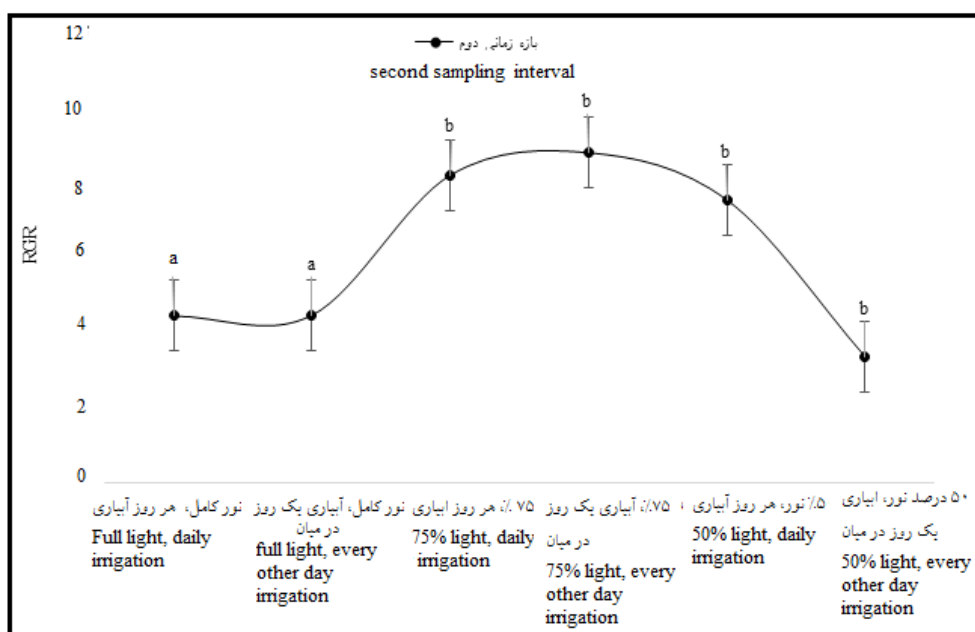
شکل ۱- روند تغییرات نرخ جذب خالص نهال‌های رملیک در سه بازه زمانی اندازه‌گیری.
Figure 1. Trend of NAR of ziziphus numularia seedlings at 3 sampling intervals.

بر اساس نتایج، روند تغییرات مقادیر نرخ جذب خالص در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری است. همان‌گونه که در شکل ۱ مشخص است با کاهش شدت نور میزان نرخ جذب خالص افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار آن در بازه‌ی زمانی دوم اندازه‌گیری در تیمارهای ۷۵ درصد نور با آبیاری یک روز در میان و نور ۷۵ درصد و آبیاری روزانه مشاهده گردید.



شکل ۲- روند تغییرات نرخ جذب خالص نهال‌های رملیک در بازه زمانی اول و سوم اندازه‌گیری.

Figure 2. Trend of RGR of *ziziphus numularia* seedlings at first and thirth sampling intervals.



شکل ۳- روند تغییرات نرخ رشد نسبی نهال‌های رملیک در بازه زمانی دوم اندازه‌گیری.

Figure 3. Trend of RGR of ziziphus numularia seedlings at second sampling interval.

بر اساس نتایج در هر سه بازه زمانی اندازه‌گیری بین شش تیمار مورد بررسی اختلافات معنی‌داری از نظر دو متغیر نرخ رشد نسبی و نرخ جذب خالص وجود دارد. هر دو ویژگی در بازه دوم نمونه‌برداری بیشترین مقدار را دارند و در بازه اول نمونه‌برداری، کمترین مقدار را دارد. در بازه زمانی اول نرخ رشد نسبی از تیمار اول به سمت تیمار ششم روند افزایشی نشان می‌دهد، تیمار ششم که از شدت نور کمتری برخوردار است و کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد نرخ رشد نسبی بالاتری دارد و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد. در بازه زمانی دوم اندازه‌گیری تیمار ۷۵ درصد نور و آبیاری یک روز در میان از نظر این دو مشخصه، مقدار بیشتری داشت. در این مرحله، شدت نور متوسط موجب افزایش معنی‌داری در نرخ رشد نسبی نهال‌ها گردیده است.

بحث

میزان رشد و کیفیت نهال‌های تولید شده در نهالستان برآیند اثر متقابل عوامل محیطی با عوامل درونی و فیزیولوژیک گیاه است. در این پژوهش ویژگی‌های مورفولوژیک مورد اندازه‌گیری بیشترین ارتباط را

با عامل آبیاری داشتند و در آبیاری روزانه بیشترین مقدار خود را نشان دادند، همچنین بیشتر صفات مورد بررسی در نور ۷۵ درصد حداکثر مقدار خود را داشتند، بنابراین می‌توان تیمار ۷۵ درصد نور و آبیاری روزانه و بعد از آن تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه را موفق‌ترین تیمارها برای دستیابی به بیشترین مقادیر ویژگی‌های مورفولوژیک موردنظر دانست. مشخصه‌های سطح کل برگ و ضریب کشیدگی نهال در مرحله دوم نمونه‌برداری بالاترین مقادیر را داشتند و تیمار ۷۵ درصد نور و آبیاری یک روز در میان در بازه دوم نمونه‌برداری موفق‌ترین تیمار بود. بنابراین نتایج بر نقش مثبت آبیاری و سایه بر رشد و عملکرد نهال‌های رملیک تأکید دارند.

بر اساس نتایج، در هر سه نوبت نمونه‌برداری تیمار نور کامل و آبیاری یک روز در میان کمترین مقادیر را از نظر صفات تعداد و مساحت برگ به خود اختصاص داد. دو پاسخ مهم گیاه به تنش خشکی، کاهش سطح برگ و افزایش نسبت ریشه به ساقه است. در تنش خشکی پاسخ برگ نسبت به ریشه و ساقه بیشتر است، زیرا قابلیت دسترسی به آب نقش مهمی در ساختار برگ دارد. کاهش تعداد و سطح برگ در شرایط تنش خشکی، سبب کاهش ناحیه سطحی تعرق، افزایش جذب آب از خاک و در نهایت مقاومت گیاه در برابر تنش می‌شود (۳۳، ۴۱).

در نتیجه می‌توان بیان نمود که دو عامل نور ۱۰۰ درصد و آبیاری یک روز در میان از طریق تنش خشکی موجب اختلال در تعرق و هدایت روزنه و نهایتاً نرخ فتوسنتز و سرانجام موجب کاهش تعداد برگ می‌شود. جالب آنکه در این پژوهش با افزایش سطح نور (نور کامل) حتی با وجود آبیاری روزانه سطح برگ کاهش یافته است. در شرایط ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه که مناسب برای نهال‌ها است، سطح برگ بیشترین مقدار را داشته است. در نتایج بررسی که (Fotelli et al. 2000) انجام داده، بیان شده که کاهش سطح برگ در نهال گونه‌های بلوط مدیترانه‌ای، به دلیل کاهش رطوبت صورت می‌پذیرد. با افزایش آبیاری سطح برگ افزایش می‌یابد (۱۸). بدیهی است افزایش حجم آبیاری و افزایش رطوبت قابل دسترس خاک برای گیاه می‌تواند موجب افزایش سطح برگ گیاه و تولید ماده خشک بیشتر گردد (۹). کاهش سطح برگ اولین تغییر مورفوفیزیولوژیکی در شرایط تنش رطوبتی است که موجب کاهش دریافت تشعشع و در نتیجه کاهش تجمع ماده خشک می‌گردد (۱۴).

وجود آب در واکنش سلول‌های گیاهی موجب به وجود آمدن فشار آماس و تورژسانس سلول‌ها می‌شود، این فشار موجب قرار گرفتن طبیعی اندام‌ها مثل برگ یا گل‌ها روی ساقه گردیده و یا در باز و

بسته شدن روزنه‌ها مؤثر است (۳). در پژوهشی (Van Hess, 1998) کاهش رطوبت را عامل کاهش سطح برگ در نونهال‌های راش و بلوط اروپایی ارزیابی کرده‌است (۵۸).

طول و زی توده ریشه: نهال‌های مورد اندازه‌گیری در هر سه نوبت نمونه‌برداری در تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه بیشترین مقدار و در تیمار نور کامل و آبیاری یک روز در میان کمترین طول ریشه را داشتند، به‌طور معمول زمانی که تنش رطوبتی وجود داشته باشد گیاهان با افزایش رشد ریشه‌ها موجب افزایش ظرفیت جذب آب شده و بدین ترتیب با تنش رطوبتی سازگار می‌شوند (۲۰). برخی محققان معتقدند حتی در رویشگاه‌های حاصل‌خیزتر کاهش رطوبت خاک می‌تواند منجر به کاهش طول ریشه گردد، زیرا تغییرات طول ریشه می‌تواند ماحصل ویژگی‌های ژنتیکی و پاسخ به تغییر در اندازه گیاه تحت تاثیر شرایط محیطی باشد (۱۳، ۲۸، ۴۰). لکن در این تحقیق نتایج نشان داد که درخت رملیک در استرس توام نور کامل و خشکی توان از دیاد ریشه به‌منظور غلبه بر تنش خشکی را ندارد.

از نظر مشخصه زی توده ریشه نیز عامل آبیاری روزانه، نقش مهمی داشته است. در نوبت اول و دوم نمونه‌برداری تیمار ۷۵ درصد نور و آبیاری روزانه و در نوبت سوم نمونه‌برداری تیمار نور کامل و آبیاری روزانه بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در صورتی که رطوبت خاک کاهش یابد وزن خشک ریشه نیز کاهش می‌یابد. این امر به دلیل کاهش تجمع کربوهیدرات‌ها در ریشه و عدم رشد آن‌ها است (۴). همچنین این امر می‌تواند به دلیل عدم دسترسی به آب برای آماس سلول‌ها باشد (۴۷). کاهش فشار تورژسانس می‌تواند اولین اثر ناشی از تنش خشکی باشد که سرعت رشد سلول و اندازه نهایی آن را متأثر ساخته و احتمالاً حساس‌ترین فرآیند سلولی به تنش است (۸). سازش گیاهان به تنش خشکی نتیجه تغییر بسیاری از مکانیزم‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است که منجر به تغییراتی در سرعت رشد گیاه، هدایت روزنه‌ای، سرعت فرآیند فتوسنتز، فعالیت‌های آنزیمی می‌شود. توانایی گیاهان برای سازش به تنش‌های محیطی بستگی به نوع، شدت و مدت تنش و همچنین گونه گیاهی و مرحله وقوع تنش دارد (۶۰). (Gautam et al., 2003). نیز تولید ریشه را متأثر از میزان رطوبت در دسترس خاک و مواد تغذیه‌ای دانست (۲۱). البته توسعه ریشه‌های گیاه علاوه بر این که به وضعیت محیطی بستگی دارد، یک خصوصیت ژنتیکی نیز است (۲). با توجه به این که تنش خشکی منجر به افزایش طول ریشه برای جذب رطوبت بیشتر می‌شود در این مورد این احتمال وجود دارد که نقش ژنوتیپ از شرایط محیطی بیشتر بوده است. در گیاهان مناطق خشک هر چه نسبت طول ریشه به اندام هوایی بیشتر باشد موجب افزایش زنده مانی نهال‌ها خواهد شد (۲۰).

طول و زی توده اندام هوایی: بر اساس نتایج، در هر سه نوبت نمونه‌برداری تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه بیشترین مقدار طول و زی توده اندام هوایی را به خود اختصاص داد، در تحقیق Driessche *et al.* (2003) نیز بیان گردید که در تیمار آبیاری افزایش حجم، قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها بیشتر از تیمار خشکی است. (Castro-die *et al.* (2005) در تحقیق خود نتیجه گرفتند آبیاری روزانه می‌تواند رشد نونهال‌های بلوط را افزایش دهد. (Singh & Singh. (2006) نیز معتقدند که تیمارهای مختلف آبیاری باعث تغییرات معنی‌داری از نظر وزن خشک برگ، ساقه و ریشه نهال‌ها می‌شوند. در پژوهشی صوفی‌زاده و همکاران در سال ۲۰۰۹ مشخص کردند که رشد و توسعه نهال‌ها در آبیاری دوروزه بیشتر از چهار روزه بوده است. در عین حال کاهش ارتفاع اندام هوایی با افزایش نور می‌تواند به علت سازگاری گیاه در مقابل خشکی باشد زیرا گیاه در این شرایط انرژی خود را برای افزایش ارتفاع اندام هوایی صرف نمی‌کند. بلکه برای افزایش حجم و طول ریشه از آن بهره می‌برد تا بتواند در مقابل خشکی مقاومت کند (۱۷). در این راستا می‌توان بیان نمود که افزایش ارتفاع اندام هوایی تحت نور شدید همواره بهترین و مناسب‌ترین سازگاری نهال‌ها محسوب نمی‌شود (۲۳). در نتایج حسینی و همکاران (۲۰۰۷) نیز مشخص گردید که در تیمار نور کامل کمترین مقدار طول اندام هوایی در نهال‌های سرو نقره‌ای ایجاد شده است. این موضوع با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد، در عین حال برخی مطالعات نیز نشان دادند که با افزایش میزان نور، ارتفاع نهال‌ها افزایش می‌یابد. البته این موضوع در تضاد با نتایج این پژوهش است (۲۶). حیدری و عطار روشن در سال ۲۰۱۱ نیز در پژوهش خود بر روی گونه‌ی کیکم در نهالستان دره شهر ایلام بیان نمودند که با افزایش نور، زی توده اندام هوایی کاهش می‌یابد. در شرایط تنش آب قسمت هوایی گیاه بیش از ریشه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر ساقه، زودتر از ریشه آب خود را از دست می‌دهد (۲). کاهش هورمون‌های رشد و افزایش مواد بازدارنده رشد نیز می‌تواند دلیل این کاهش رشد ارتفاعی محسوب شود (۵).

زی توده کل: زی توده کل نهال‌ها که مجموع زی توده ریشه و زی توده اندام هوایی می‌باشد، بیشتر تحت تأثیر عامل آبیاری و نور ۵۰ درصد قرار داشت. از آنجایی که تعادل تنگاتنگ و نزدیکی بین زی توده ریشه و زی توده‌ی اندام هوایی وجود دارد، هر دو عامل در این تیمار بیشترین مقدار را دارند (۴۳). در این مورد تأثیر آبیاری روزانه و در دسترس بودن رطوبت برای نهال‌ها را می‌توان از مهم‌ترین دلایل این نتیجه ذکر نمود. آب از طرفی ماده اساسی حل‌کننده مواد غذایی موردنیاز نهال‌هاست. در تحقیقات

دیگری روی دو گونه *Pinus radiata* و *Populus termuloides* گزارش شد که آبیاری منظم و مناسب، موجب افزایش زی‌توده نهال‌ها می‌شود. (Owen 2000) در بررسی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی، دو گونه *M. Brownie* و *C. Pallens* بیان کردند که وزن خشک کل در پلات‌هایی که در سایه قرار داشتند بیشتر از پلات‌هایی بود که در مقابل نور قرار گرفتند. این موضوع با نتایج این پژوهش هم راستا است (۴۲). در واقع افزایش شدت نور در این پژوهش و اجرای نور کامل به‌عنوان تنش نوری موجب کاهش زی‌توده بخش‌های مختلف شده که در نهایت منجر به کاهش زی‌توده کل می‌گردد.

ضریب کشیدگی نهال: در این پژوهش در مرحله اول نمونه‌برداری ضریب کشیدگی نهال‌ها در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد، در مرحله دوم نمونه‌برداری این ویژگی در تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه بیشترین و در تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری یک روز در میان کمترین مقدار را داشت. در نوبت سوم نمونه‌برداری بازهم اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید و این مشخصه در تیمار نور ۵۰ درصد و آبیاری یک روز در میان بیشترین مقدار خود را نشان داد. نهال‌هایی که نسبت ارتفاع آن‌ها با قطر یقه متناسب باشد بهتر می‌توانند در عرصه عوامل مخربی چون باد و یا برف را تحمل نموده و ریشه‌کن نشوند. با توجه به این‌که در نهال‌کاری در اغلب موارد از نهال‌های کوچک استفاده می‌شود، کاهش نور منجر به افزایش تحریک رشد ارتفاعی شده و نهال‌هایی کشیده تولید می‌کند که مطلوب نمی‌باشد (۳۵).

نسبت زی‌توده اندام هوایی به ریشه: نسبت زی‌توده اندام هوایی به زی‌توده ریشه یکی از معیارهای میزان فتوسنتز در گیاهان و بهترین نمایه برای ارزیابی رابطه بین قسمت‌های هوایی گیاه و قسمت‌های زیرزمینی آن است که بر اساس وزن ریشه‌ها صورت می‌گیرد. این نسبت زمانی معنی‌دار است که مقدار آن در طول دوره رشد محاسبه و ارزیابی شود (۲). نسبت زی‌توده اندام هوایی به ریشه در هر سه دوره نمونه‌برداری در تیمار ۵۰ درصد نور و آبیاری روزانه بیشترین مقدار را دارد. با توجه به این‌که در این تیمار زی‌توده اندام هوایی بیشترین مقدار را داشت، در نتیجه نسبت زی‌توده اندام هوایی به ریشه نیز مقادیر بالایی نشان داد. در واقع نور ۱۰۰ درصد در این ویژگی نیز به‌عنوان تنش نوری موجب کاهش نسبت زی‌توده اندام هوایی به ریشه شده است. در مورد گیاهان زراعی بالا بودن این نسبت مفید محسوب می‌شود؛ ولی در مورد نهال درختانی که باید در مناطق خشک کشت شوند قضاوت بر روی مقادیر بالای

این نسبت مشکل خواهد بود، زیرا تنش خشکی عرصه جنگل کاری می‌تواند نهال‌هایی با نسبت بالای زی‌توده اندام هوایی به ریشه را حذف کند. پس تولید بالا هنگامی به‌عنوان یک خصیصه مطلوب مطرح می‌گردد که تنش خشکی وجود نداشته باشد لذا تیمار نور ۵۰ درصد و آبیاری روزانه هر چند نهال‌هایی با ارتفاع زیاد و تولید بالا در نهالستان به‌وجود آورده است اما این نهال‌ها مناسب کشت در عرصه‌های جنگل کاری نیستند.

روند تغییرات نرخ جذب خالص و نرخ رشد نسبی نهال: در مقایسه سه بازه زمانی اندازه‌گیری از نهال‌ها مشخص گردید که بیشترین مقدار دو شاخص نرخ رشد نسبی و نرخ جذب خالص در بازه زمانی دوم اندازه‌گیری حاصل گردیده است (شکل ۳). در پژوهش *Cardillo et al. (2006)* نیز این دو نرخ در تیمار سایه بیشتر و آبیاری کمتر مقدار بیشتری داشتند. این نتیجه با پژوهش حاضر هم راستا است (۱۱). کاهش سطح برگ پارامترهایی نظیر نرخ رشد نسبی و نرخ جذب خالص را کاهش می‌دهد، در این پژوهش در اغلب تیمارهایی که مجموع سطح برگ مقدار بیشتری داشت نرخ جذب خالص و نرخ رشد نسبی نیز از قاعده یاد شده تبعیت می‌کرد. در بازه زمانی سوم با اندازه‌گیری مجدد، کاهش نرخ رشد نسبی تحت شش تیمار، ملاحظه می‌گردد. این مقدار نسبت به بازه‌ی زمانی دوم کاهش مقدارش مشهود است. میزان نرخ رشد نسبی در بازه زمانی اول نمونه‌برداری در تیمارهای مختلف مقادیر نزدیک به هم را نشان داد. در توضیح می‌توان بیان نمود فاصله زمانی بین گلدان‌گیری تا اولین اندازه‌گیری کوتاه بوده و این امر موجب گردیده است که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر تأثیر بر این دو مشخصه ایجاد نگردد. در بازه زمانی دوم نمونه‌برداری بیشترین مقادیر این دو ویژگی مشاهده گردید. در نتیجه از اطلاعات این مرحله بهتر می‌توان برای تحلیل روند نرخ رشد نسبی و نرخ جذب خالص استفاده نمود. در بازه‌ی سوم اندازه‌گیری نیز مقادیر آن‌ها از نوبت دوم نمونه‌برداری کمتر بود. در توجیح می‌توان بیان کرد که به‌طور معمول با افزایش سن گیاه میزان رشد نسبی کاهش می‌یابد، زیرا بخش‌هایی که به گیاه اضافه می‌شوند بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و نقشی در فتوسنتز ندارند. هر چند که بر اساس نتایج با افزایش سن مقدار وزن خشک گیاه افزایش می‌یابد ولی از سرعت رشد نسبی به‌دلیل افزایش نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های در حال رشد کاسته می‌شود (۴۵).

مجموع مساحت برگ نیز روندی همانند نرخ جذب خالص و نرخ رشد نسبی دارند و با افزایش سن گیاه در مرحله سوم نمونه‌برداری کاهش می‌یابد و در مرحله دوم نمونه‌برداری بیشترین مقدار را دارد. در طول بازه زمانی دوم میزان نرخ رشد نسبی بیشترین همبستگی را با میزان نرخ جذب خالص نشان

داد. در نتایج Loveys *et al.* (2002) نیز مشخص گردید که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین نرخ رشد نسبی و نرخ جذب خالص وجود دارد (۳۴). نور یکی از عوامل مهمی است که می‌تواند میزان نرخ جذب خالص و در نهایت نرخ رشد نسبی را تغییر دهد (۴۹). در نتایج Antu nez *et al.* (2001) بیان گردید که تغییرات موقتی در میزان نرخ رشد نسبی بیش از هر عامل دیگری به تغییرات میزان نرخ جذب خالص وابسته است (۶). در واقع می‌توان بیان نمود نرخ جذب خالص مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر میزان نرخ رشد نسبی گیاهان در بازه‌های زمانی کوتاه (چند هفته) بوده و همچنین این فاکتور همبستگی معنی‌داری را با تغییرات نرخ رشد نسبی نشان می‌دهد (۵۹). در نتایج Olusegun *et al.* (1994) نیز بر این نکته تأکید شد که مقدار بالای نرخ رشد نسبی در نتیجه افزایش در مقادیر نرخ رشد نسبی و مجموع سطح برگ است. استقرار اولیه نهال‌ها با وجود نور در زمانی که رطوبت کافی موجود باشد پدیدار می‌گردد. به‌طور معمول در فصول خشک نهال‌هایی که در پناه سایه هستند زنده‌مانی بیشتری نسبت به دیگر نهال‌ها نشان می‌دهند، بنابراین محیطی که رطوبت بیشتر و نور کمتری داشته باشد به استقرار موفق بذر و نهال‌ها کمک بیشتری خواهد نمود. با توجه به این‌که در گیاهان نخستین آثار کمبود آب به‌صورت بسته شدن روزنه‌ها بروز می‌کند و از آن‌جایی که برای انجام عمل فتوسنتز تبادلات گازی ضروری است، بنابراین در اثر کمبود آب، تبادلات گازی کم شده و در نتیجه شدت فتوسنتز کاهش می‌یابد. همچنین در شرایط تنش خشکی سطح برگ نیز کاهش یافته و این امر باعث کاهش فتوسنتز خالص می‌شود (۵۷).

Nielsen & Vanman (2003) بیان داشتند در صورتی که سایر فاکتورهای رشد به اندازه کافی در دسترس باشند رشد درختان راش به مقدار زیادی به‌میزان رطوبت خاک بستگی دارد (۴۰). در مطالعه Gardiner *et al.* (1998) بیشترین رشد ساقه و زی‌توده نهال‌های بلوط در نور متوسط حاصل گردید. همچنین تجمع زی‌توده اندام هوایی و زیرزمینی نیز در نور متوسط تعادل بیشتری داشت. این موضوع نتایج حاصل از این پژوهش را تأیید می‌کند (۲۰). شاخص‌هایی مانند سرعت رشد نسبی، سرعت جذب خالص و نسبت سطح برگ می‌توانند در توضیح نحوه رشد گیاهی کمک نمایند. تأثیرات متقابل زیادی بین عوامل مختلفی مثل نور، درجه حرارت، رطوبت و مواد غذایی خاک، میزان نرخ رشد نسبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این عوامل در طول زمان تغییر می‌کنند و این امر پیش‌بینی مجموع این اثرات را در میزان نرخ رشد نسبی مشکل می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان نمود نهال‌های جوان رملیک در شرایط نیمه سایه و رطوبت کافی از بهترین رویش برخوردارند. لذا تحقق این امر با استفاده از سایبان مصنوعی در نهالستان به‌منظور تولید نهال‌های با کیفیت این‌گونه، به بخش‌های اجرایی توصیه می‌گردد.

منابع

1. Abdi, M. 1990. Evaluation of physiological and morphological characteristics 24 varieties of sorghum in the region of Esfahan. MS Thesis, Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology, 69p. (In Persian)
2. Alizadeh, A. 2003. Soil, Plant and Water relations. Imam Reza. Press, 470p. (In Persian)
3. Ardakani, M.R. 2009. Ecology. Tehran Univ. Press, 340p. (In Persian)
4. Arji, I., Arzani, K., and Mirlatifi, S.M. 2002. Effect of different irrigation amounts of physiological and anatomical responses of olive (*olea uropaea* L.). Esfahan, J. of science and technology of agriculture and natural resource, water and soil science, 16: 1. 34-37. (In Persian)
5. Arshi, A., Abdin, M.Z., and Iqbal, M. 2002. Growth and Metabolism of Senna as Affected by Salt Stress. *Biologia Plantarum* J, 45: 2. 295-298.
6. Arndt, S., Clifford, S., and Popp, M. 2001. *Ziziphus* a multipurpose fruit tree for arid regions. In: Breckle, S.W., Veste, M., and Wucherer, W., (Eds.). Sustainable land-use in deserts. Springer, Heidelberg, New York: 388-399.
7. Asri, M., Tabari, M., Alavi panah, S.K., and Mahdavi, R. 2005. Growth and development of *Quercus castaneifolia* seedlings at different irrigation treatments. *J. of Pajouhesh and Sazandegi*, 78: 167-176. (In Persian)
8. Bhatt, R.M., and Srinivasa-Rao, N.K. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. *Indian Journal Plant Physiology* J. 10: 54-59.
9. Bustan, A., Sagi, M., Malach, Y.D., and Pasternak, D. 2004. Effects of saline irrigation water and heat waves on potato production in an arid environment. *Field Crops Research* J. 90: 275-285.
10. Belaygue, C.J., Wery, A., Cowan, A., and Tardieu, F. 1996. Contribution of leaf expansion, rate of leaf appearance and stolen branching to growth of plant leaf area under water deficit in white clover. *Crop Science* J. 36: 1240-1246.
11. Cardillo, E., and Bernal, C.J. 2006. Morphological response and growth of cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings at different shade levels. *Forest Ecology and Management* J. 222: 296-301.

12. Castro-Diez, P., and Navarro, J. 2005. Water relation of seedlings of three *Quercus* species: variation across and within species grown in contrasting light and water regimes. *Tree Physiology J.* 27: 1011-1018.
13. Coleman, J.S., Mc Connaughay, K.B.M., and Ackerly, D.D. 1994. Interpreting phenotypic variation in plants. *Trends in Ecology and Evolution J.* 9: 187-191.
14. Deblonde, P., Haverkort, A., and Ledent, J.F. 1999. Responses of early and late potato cultivars to moderate drought conditions: agronomic parameters and carbon isotope discrimination. *European Journal of Agronomy*, 11: 91-105.
15. Driessche, V.R., Rudo, W., and Martens, L. 2003. Effect of fertilization and irrigation on growth of Aspen (*Populus termuloides*). *Forest Ecology and Management J.* 186: 381-389.
16. Duryea, M.L., and Landis, T.D. 1984. *Forest Nursery Manual: Production of bare root seedling*, Dr. W. Junk Press, Pp: 133-139.
17. Ehsani Tabatabaei, F. 2007. *Plant Stress Physiology*. Payamnoor press, 247p. (In Persian)
18. Fotelli, M.N.R., Aadoglou, K.M., and Constantinidou, H.I.A. 2000. Water stress of seedlings four Mediterranean oak species. *Tree Physiology J.* 20: 1065-1075.
19. Francois, T. 2005. Plant tolerance to water deficit: Physical limits and possibilities for progress. *Geoscience J.* 337: 57-67.
20. Gardiner, E.S., and Hodges, J.D. 1998. Growth and biomass distribution of cherrybark oak (*Quercus pagoda* Raf) seedlings as influenced by light availability. *Forest Ecology and Management J.* 108: 127-134.
21. 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 J.* 177: 387-397.
22. Gedroc, J.J., Mc Connaughay, K.D.M., and Coleman, J.S. 1996. Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both? *Functional Ecology J.* 10: 44 -50.
23. Geoff Wang, G., Bauerle, W.L., and Mudder, B.T. 2006. Effects of light acclimation on the photosynthesis, growth, and biomass allocation in American chestnut (*Castanea dentata*) seedlings. *Forest Ecology and Management J.* 226: 173-180.
24. Grime, J.P. 2001. *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*, John Wiley and Sons, New York. 456p.
25. Heidari, M., Attar Roshan, S., and Abdolazhade, S. 2012. Determining the suitable irrigation period of *Acer monspessulanum* sapling in Dareh-Shahr nursery- Ilam. *Tehran. J of Renewable Natural Resources.* 2: 59-71. (In Persian)
26. Holmes, T.H. 1995. Woodland canopy structure and the light response of juvenile *Quercus lobata*. *Fagaceae. American Journal Botany*, 82: 1432-1442.

27. Hosseini, S.M., Aliarab, A., Akbarinia, M., Jalali, S.G., Tabari, M., Elmi, M.R. and Rasooli, Y. 2007. The effect of different light control treatments on height growth, vitality and survival of seedlings of *Cupressus arizonica* Green in nurseries. Tehran. J of Pajouhesh and Sazandegi. 72: 25-31. (In Persian)
28. Jose, S., Merrit, T., Craig, S., and Ramsey, L. 2003. Growth, nutrition, photosynthesis and transpiration responses of long leaf pine seedlings to light, water and nitrogen. Forest ecology and management, J. 180: 335–344.
29. Kolb, T.E., Steiner, K.C., Mc Cormick, L.H., and Bowersox, T.W. 2003. Growth response of northern red oak and yellow poplar seedlings to light, soil moisture and nutrients in relation to ecological strategy. Forest Ecology and Management J. 1-2: 675-678.
30. Kuchenbuch, R., Claasen, N., and Jungk, A. 1986. Potassium availability in relation to soil moisture, II calculations by means of a mathematical simulation model. Plant and Soil J. 95: 233-243.
31. Lebaschy, M., and Sharifi, E. 2010. Application of physiological growth indices for suitable harvesting of *Hypericum perforatum*. Tehran. J of Pajouhesh and Sazandegi, 65: 65-75. (In Persian)
32. Liu, M.J., and Cheng, J.R. 1994. A taxonomic study on Chinese Jujube and Wild Jujube. Journal of Hebei Agricultural University, 17: 1–10.
33. Lobato, A.K.S., Oliveira Neto, C.F., Santos Filho, B.G., Costa, R.C.L., Cruz, F.J.R., Neves, H.K.B., and Lopes, M.J.S. 2008. Physiological and biochemical behavior in soybean (*Glycine max* cv. Sambaiba) plants under water deficit. Australian Journal Crop Science, 2: 25-32.
34. Loveys, B.R., Scheurwater, I., Pons, T.L., Fitter, A.H., and Atkin, O.K. 2002. Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: An investigation using inherently fast- and slow- growing plant species, Plant Cell Environment J. 25: 975–997.
35. Marvi Mohajer, M.R. 2005. Silviculture. Tehran Univ. Press, 387p. (In Persian)
36. Mc laren, K.P., and Mc Donald, M.A. 2003. The effect of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica, Forest Ecology and Management J. 183: 173-181.
37. Mortazavi Jahromi, S.M., and Zandi, P. 2012. Investigation on phenology of *Ziziphus* genus at Fars province. Tehran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20: 1. 110- 122
38. Munne-Bosch, S., and Alegre, L. 2004. Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. Functional Plant Biology J. 31: 203-216.
39. Nazeri, P., Kashani, A., Khavazi, K., Ardakani, M.A., and Mirakhori, M. 2011. Effect of Use Microbial Zinc Granulated Phosphorous Bio fertilizer on Growth Indices of Bean. Agriculture and Crop Breeding J. 8: 3. 111-126. (In Persian)

40. Nielsen, CH.N., and Vanman, F. 2003. Phenology and diameter increment in seedlings of European beech (*Fagus sylvatica* L.) as affected by different soil water contents: variation between and within provenances, *Forest Ecology and Management J.* 174: 233–249
41. Osuagwu, G.G.E., Edeoga, H.O., and Osuagwu, A.N. 2010. The influence of water stress (drought) on the mineral and vitamin potential of the leaves *Ocimum gratissimum* L. *Recent Research in Science and Technology J.* 2: 27-33
42. Owen, A.J.M. 2000. An investigation of the seedlings of four tropical dry limestone scrub forest tree species, Hellshire Hills, Jamaica. M.Sc. Dissertation. University of Wales, Bangor, UK, 125p.
43. Poorter, H., and Garnier, E. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. In *Handbook of Functional Plant Ecology.* 82–120.
44. Radfords, P.J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. *Crop Science.* 7: 171-175. 3
45. Rahnama ghahfarkhani, A. 2003. Effect of drought stress at different growth stages and its impact on corn yield and quality. School of Agriculture. Tehran University. 150p. (In Persian)
46. Ruiz Robleto, J., and Villar, R. 2005. Relative growth rate and biomass allocation in ten woody species with different leaf longevity using phylogenetic independent contrasts. *Plant biology J.* 7: 484-494.
47. Sadrzadeh, M., and Moalemi, N. 2007. Effect of water stress and potassium on growth characteristic of young olive plants cvs. Baghmalek and zard. *Water, soil and plant in agriculture J.* 6: 4. 2-10. (In Persian)
48. Sattarian, A. 2006. Contribution to the Biosystematics of *Celtis* L. (*Celtidaceae*) with Special Emphasis on the African Species, PhD Thesis Wageningen University, Wageningen, 142p.
49. Shipley, B. 2002. Trade-offs between net assimilation rate and specific leaf area in determining relative growth rate: Relationship with daily irradiance. *Functional Ecology J.* 16: 682–689.
50. Siahpour, Z., and Amanzadeh, B. 2008. Investigation on increment of bald cypress (*Taxodium distichum* (L.) Rich) plantation in wet lands in North West of Guilan (Iran). *Tehran. J of Pajouhesh and Sazandegi.* 76: 98-103. (In Persian)
51. Singh, B., and Singh, G. 2006. Effects of controlled irrigation on water potential, nitrogen uptake and biomass production in *Dalbergia sisso* seedlings. *Environmental and Experimental Botany. J.* 55: 209-219.
52. Soofizadeh, N., Hoseini, S.M., and Tabari, M. 2009. Effect of sowing date, irrigation and weed control on biomass, ratio of shoot/root length and vitality rate of seedling *Cupressus arizonica* in nursery. *Tehran. Iranian Journal of Forest.* 1: 2. 163-173. (In Persian)

53. Soofizadeh, N., Hoseini, S.M., and Tabari, M. 2010. Effect of sowing date, irrigation period and weed control on growth of height, diameter collar, and root height and survival percent of seedlings *Cupressus arizonica* in nursery. Tehran. Iranian Journal of Biology, 14: 4. 605-613. (In Persian)
54. Tabatabaee, M., and Ghasriani, F. 1990. Natural resource of kordestan, Jahad Daneshgahi Press. 767p. (In Persian)
55. Taize, L., and Zeiger, E. 1991. Plant physiology. The Benjamin Cummings Press. California, 565p
56. Tesar, M. 1984. Physiological basis of crop growth and development, The American Society of Agronomy Inc, Madison. USA. 256p.
57. Thomas, D.S., Eamus, D., and Shanahan, S. 2000. Influence of season, drought and xylem ABA on stomatal responses to leaf-to-air vapour pressure difference of trees of the Australian wet-dry tropics. Australian Journal of Botany, 48: 143-151.
58. Van Hees, A.F.M. 1998. Growth and morphology of pedunculate oak (*Quercus robur* L) and beech (*Fagus sylvatica* L.) seedling in relation to shading and drought. Forest science J. 54: 9-18.
59. Villar, R., Jose, T.M., Quero, L., Panadero, P., Arenas, F., and Lambers, H. 2005. Variation in relative growth rate of 20 *Aegilops* species (*Poaceae*) in the field: The importance of net assimilation rate or specific leaf area depends on the time scale. Plant and Soil J. 272: 11-27.
60. Yordanov, V., and Tsoev, T. 2000. Plant responses to drought, acclimation and stress tolerance. Photosynthica J. 38: 171-186.
61. Zarin kafsh, M. 1990. Soil fertility and production, TehranUniv Press, 319p. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (3), 2015
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Effects of different light and irrigation treatments on some growth indices and quantitative characteristic of *Ziziphus nummularia* seedlings

*B. Pilehvar¹, Z. Mirazadi² and H. Jafari Sarabi³

¹Associate Prof., Dept. of Forestry, Agriculture Faculty, Lorestan University, ²Ph.D.

Student of Forestry, Agriculture Faculty, Lorestan University, ³Ph.D. Student of
Silviculture and Forest Ecology, Agriculture Faculty, Lorestan University

Received: 01/24/2015 ; Accepted: 05/08/2015

Abstract

Background and aims: The increasing rate of deforestation comparing to reclamation and development of forests in the recent years, necessitates performing robust researches about producing vigor seedling for widespread plantation in different parts of the country. This study aimed to investigate the effects of different treatments of light and irrigation levels on growth parameters and some morphological features of *Ziziphus nummularia* seedlings.

Material and methods: This study was conducted using factorial experiment in a completely randomized design with two light and irrigation factors. Two levels of irrigation (daily and every other day) and three levels of irradiance (50%, 75%, and full sun light) were used to nourish seedlings. Every treatment contained 80 pots. Sampling was done in three time intervals and in each sampling time 10 pots were chosen randomly. The number of leaves and leaf area, root and shoot length, root, shoot and total biomass, and collar diameter were measured for each seedling. Measured data was used to determine the slenderness coefficient, shoot/root biomass ratio, net assimilation rate and relative growth rate for each treatment

Results: Results showed significant differences between treatments in some seedling characteristics in all three sampling times. The best responses of seedling were seen at 75% of full sun light and daily irrigation treatment. The most values of relative growth rate and net assimilation rate at second sampling time interval, were seen at 75% of full sun light and every other day irrigation treatment.

Conclusion: According to the results, vigor seedlings of *Ziziphus nummularia* could be produced by semi shaded condition and wet soil in nursery. Therefore, providing artificial shade and keeping soil moisture at the field capacity all the time is recommended in the nursery.

Keywords: Growth Indices, Irrigation, Light, Seedling, *Ziziphus Nummularia*

*Corresponding author: babakpilehvar@yahoo.com