

## اثر اندازه و موقعیت‌های داخلی روشن تاج بر رشد و زنده‌مانی نهال‌های بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.) و توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Mey.)

احمد عبدالمهی<sup>۱</sup>، علیرضا علی‌عرب<sup>۲</sup>، پژمان پرهیزکار<sup>۳\*</sup> و علی‌اکبر محمدعلی پورملکشاه<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- استادیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: parhizkar@rifr-ac.ir

۴- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۲۲

### چکیده

در این پژوهش با هدف بررسی تأثیر اندازه و موقعیت روشن بر زنده‌مانی نهال‌ها، شش روشن با اندازه‌های متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) و بزرگ (بزرگتر از ۵۰۰ متر مربع) در جنگل شصت‌کلاته گرگان انتخاب شدند. پس از مشخص کردن پنج قطعه نمونه ۳۶ مترمربعی (۶×۶ متر) در جهت‌های مرکز، شمال، جنوب، شرق و غرب روشن‌ها، ۱۲ نهال یک‌ساله از هریک از گونه‌های بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.) و توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) با فاصله‌های ۱×۱ متر در آن‌ها کاشته شدند. رشد ارتفاعی و سطح فتوسنتزی نهال‌های کاشته شده در طول دوره رویش و زنده‌مانی نهال‌ها در انتهای دوره، مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از روش تجزیه طرح کرت‌های دوبار خردشده و آزمون SNK تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که با افزایش اندازه روشن، درصد زنده‌مانی نهال‌های هر سه گونه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هم در روشن بزرگ و هم در روشن‌های متوسط، نهال‌های بلندمازو از بیشترین زنده‌مانی برخوردار بودند و در روشن‌های بزرگ نهال‌های شیردار در مقایسه با سایر گونه‌های کاشته شده از درصد زنده‌مانی کمتری برخوردار بودند. بیشترین رشد ارتفاعی نهال‌ها مربوط به موقعیت‌های مرکزی بود و به ترتیب در موقعیت‌های شمال، غرب، جنوب و شرق درون روشن‌ها، رشد ارتفاعی کاهش یافت. با افزایش اندازه روشن، توسکای ییلاقی و بلندمازو از رشد ارتفاعی و سطح فتوسنتزی بیشتری برخوردار شدند، اما شیردار در روشن‌های متوسط عملکرد بهتری داشت. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای جنگل‌کاری درون روشن‌های بزرگ و یا موقعیت مرکزی روشن‌های متوسط از توسکای ییلاقی و بلندمازو و برای جنگل‌کاری در روشن‌های متوسط و یا حاشیه روشن‌های بزرگ از شیردار استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: جنگل شصت‌کلاته، رشد ارتفاعی، سطح فتوسنتزی، موقعیت مکانی، نهال‌کاری.

### مقدمه

عدم تجدیدحیات طبیعی، مورد تخریب قرار گرفته است که با انجام عملیات جنگل‌کاری می‌توان نسبت به احیای آن

جنگل‌های هیرکانی به دلیل بهره‌برداری‌های غیراصولی و

مورد الگوهای نور و رقابت در روشنه‌های تاج‌پوشش می‌تواند نقش مهمی در احیای جنگل داشته باشد (Diaci & Thormann, 2002) زیرا این عامل می‌تواند بر توزیع مکانی و چگونگی توسعه تجدید حیات گونه‌های چوبی تأثیر بگذارد (Mountford et al., 2006).

باتوجه به اهمیت موضوع، تاکنون پژوهشگران زیادی اثر اندازه روشنه تاج‌پوشش را بر ویژگی‌های رویشی تجدید حیات جنگل بررسی کرده‌اند. Parhizkar و همکاران (۲۰۱۱a) بیان کردند که روشنه‌های با سطح متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) در مراحل تحولی پوسیدگی و اولیه شرایط مناسب‌تری برای رشد نهال‌های راش در جنگلشناسی نزدیک به طبیعت به‌وجود آوردند. Sheykholeslami و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که با افزایش سطح روشنه و رسیدن نور بیشتر، از تعداد و درصد زادآوری راش کاسته و به تعداد زادآوری‌های افرا افزوده شد، اما در سایر گونه‌ها تفاوتی مشاهده نشد. Mohebi (۲۰۱۲) نشان داد که با افزایش اندازه روشنه، متوسط شدت نور نسبی از ۱۰/۶ به ۴۳/۷ درصد افزایش یافت و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. همچنین، نهال‌های بلندمازو در روشنه‌های کوچک و متوسط دارای ویژگی‌های کمی و کیفی بهتری بودند که این مطلب نشان‌دهنده سایه‌پسند بودن بلندمازو در مرحله شل و خال است. Shahini و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که با افزایش سطح روشنه و افزایش شدت نور نسبی، تعداد و فراوانی نسبی تجدید حیات بلندمازو از ۸۲ اصله (۳۸ درصد) به ۷۷ اصله (۳۵/۵ درصد) کاهش یافت، یعنی نهال‌های بلندمازو برغم معروف بودن به نورپسندی، در مراحل اولیه رشد تا حدودی نیاز به سایه دارند و نباید در مقابل تابش شدید نور خورشید قرار بگیرند. Nasiri و همکاران (۲۰۱۵) با مقایسه تجدید حیات راش در روشنه‌های با مساحت کوچک (کمتر از ۲۰۰ متر مربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) و بزرگ (بیشتر از ۵۰۰ متر مربع) تاج‌پوشش با تاج‌پوشش بسته اطراف آن‌ها به این نتیجه رسیدند که فراوانی و ارتفاع نهال‌های راش در زیر پوشش تاجی اطراف روشنه بیشتر از داخل روشنه‌ها بود.

اقدام کرد. بسیاری از جنگل‌شناسان معتقدند که برای حفظ و احیاء اکوسیستم‌های جنگلی بهتر است از گونه‌های بومی موجود در منطقه و یا گونه‌های چوبی که در منطقه وجود داشته‌اند، استفاده شود. بنابراین، شناخت عامل‌های مؤثر بر موفقیت کاشت و بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی گونه‌های بومی، مطالعه صفات این گونه‌ها و استفاده از این یافته‌ها در معرفی گونه‌های مناسب برای جنگل‌کاری‌ها با هدف تولید چوب و حفظ اکوسیستم دارای اهمیت فراوانی است (Sadati & Mostafanejad, 2008). وقتی جنگل‌کاری با هدف احیای جنگل‌های طبیعی منطقه انجام می‌شود، به‌طور معمول از گونه‌های پیشگام و تندرشد در ترکیب با گونه‌های دیرزی بومی منطقه استفاده می‌شود. استفاده از گونه‌های بومی تندرشد مانند توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) و افراها در جنگل‌کاری، به‌منظور افزایش توان تولید در مدت زمان کوتاه، موجب کاهش فشار بهره‌برداری چوب از جنگل‌های هیرکانی می‌شود (Pourbabai et al., 2004) و گونه‌های دیرزی و بومی منطقه مانند بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.)، پایداری و عملکرد مناسب اکوسیستم در طول زمان را تضمین می‌کنند. بلندمازو یکی از مهم‌ترین گونه‌های جنس بلوط در جنگل‌های هیرکانی است که جنگل‌کاری آن نقش ارزنده‌ای در احیای اکوسیستم‌های جنگلی تخریب‌یافته شمال شرق ایران دارد (Aliarab, 2010). پژوهشگران روشنه‌های طبیعی تاج‌پوشش را منابع اصلی تجدید حیات در این جنگل‌ها می‌دانند (Yahner, 2000) که البته اندازه، منشأ، سن و ویژگی‌های ظاهری روشنه‌ها در چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر تجدید حیات گونه‌ها نقش دارد. علاوه‌براین، موقعیت مکانی نهال در روشنه نیز می‌تواند بر شدت نور نسبی و همچنین شرایط محیطی تجدیدحیات جنگل مؤثر باشد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فاکتورهایی مانند دمای خاک و هوا، رطوبت و همچنین بسیاری از فاکتورهای حیاتی جنگل وابسته به توزیع مؤلفه‌های تابش هستند (Schütz, 2004). باتوجه به اینکه توزیع مؤلفه‌های تابش در روشنه‌های تاج‌پوشش جنگل تحت تأثیر موقعیت مکانی قرار می‌گیرند، آگاهی در

طبقه متوسط قرار گرفتند، به ترتیب ۴۹۳، ۳۵۸ و ۴۰۵ متر مربع و سطح روشنه‌های دو، چهار و پنج که در طبقه بزرگ قرار گرفتند، به ترتیب ۹۴۱، ۱۱۳۹ و ۱۷۸۲ متر مربع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح روشنه‌ها از روش استفاده شده در پژوهش Almquist و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد. در هر روشنه پنج موقعیت مکانی متفاوت، شامل یک موقعیت در مرکز و چهار موقعیت در حاشیه‌های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی مشخص شدند (Schütz, 2004). بدین منظور، ابتدا شکل روشنه‌ها با استفاده از اطلاعات مکانی تاج و تنه درختان حاشیه، بر روی کاغذ میلی‌متری ترسیم و موقعیت قطعات نمونه در روی آن در پنج موقعیت مکانی مذکور مشخص و در طبیعت پیاده شدند. در اسفند ماه، در هر یک از موقعیت‌های مکانی مورد نظر یک قطعه‌نمونه با ابعاد ۶×۶ متر مشخص شد و سپس در هر یک از آن‌ها ۱۲ نهال (دو ردیف ۶ تایی) از هر گونه با فواصل ۱×۱ متر از یکدیگر کاشته شدند. با توجه به اینکه شش روشنه برای پژوهش در نظر گرفته شد (۳ تکرار)، از هر کدام از گونه‌های شیردار، توسکای بیلاقی و بلندمازو ۳۶۰ نهال و در مجموع ۱۰۸۰ نهال کاشته شد. طی فصل رویش در چهار نوبت (از ابتدای کاشت نهال‌ها) آماربرداری شامل اندازه‌گیری قطر یقه، ارتفاع و همچنین تعداد نهال‌های خشک شده انجام شد. آماربرداری در ابتدای کاشت نهال‌ها (اسفند ۱۳۹۱) انجام شد و در خرداد، شهریور و آبان سال بعد (۱۳۹۲) نیز تکرار شد. نهال‌های خشک شده در طول فصل رویش برای هر گونه شمارش و ثبت شدند. در پایان فصل رویش با توجه به تعداد نهال کاشته شده از هر گونه در هر قطعه‌نمونه و تعداد نهال‌های خشک شده از آن گونه در همان قطعه‌نمونه، درصد زنده‌مانی برای هرگونه محاسبه شد. رشد ارتفاعی از تفاوت ارتفاع ساقه در آغاز و پایان فصل رویش به دست آمد و برای محاسبه سطح فتوسنتزی نهال‌ها پس از شمارش تعداد برگ هر نهال در شهریور، در هر ریزقطعه‌نمونه از هر گونه پنج نمونه برگ تهیه شد. سپس برگ‌ها اسکن و سطح تمامی آن‌ها به وسیله نرم‌افزار فتوشاپ محاسبه شد (Bradshaw et al., 2007). پس از محاسبه

بسیاری از مطالعات انجام شده در مورد اثر اندازه و ویژگی‌های کلی روشنه‌ها بر تجدید حیات طبیعی جنگل بوده است. حال آن‌که، تغییرات شرایط محیطی درون روشنه‌ها و همچنین تفاوت‌های سنی نهال‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. بدون شک چنین تغییراتی بر تجدید حیات جنگل مؤثر است. پژوهش پیش‌رو در نظر دارد با بررسی اثر اندازه روشنه و موقعیت درونی روشنه‌های تاج‌پوشش (مرکز، شمال، جنوب، شرق و غرب) بر رشد و زنده‌مانی نهال‌های کاشت شده، مناسب‌ترین اندازه روشنه و موقعیت مکانی داخل آن را برای رشد و زنده‌مانی هر یک از گونه‌های بلندمازو، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.) و توسکای بیلاقی مشخص و معرفی کند.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته) در حوضه آبخیز ۸۵ طرح جامع جنگل‌های شمال کشور و در حوزه استحقاظی اداره کل منابع طبیعی استان گلستان قرار دارد. موقعیت جغرافیایی سری یک این جنگل بین  $36^{\circ}43'27''$  تا  $36^{\circ}48'6''$  عرض شمالی و  $54^{\circ}21'26''$  تا  $54^{\circ}24'57''$  طول شرقی قرار گرفته است. بارندگی متوسط سالانه ۶۴۹ میلی‌متر و اقلیم منطقه بر اساس منحنی آمبروترمیک، نیمه‌مرطوب است (Anonymous, 2008). با توجه به بهره‌برداری انجام شده به روش تک‌گزینی در پارسل پنج این سری در سال ۱۳۹۰، روشنه‌هایی با اندازه‌های مختلف در این پارسل ایجاد شده بود. پس از جنگل‌گردشی در پارسل یادشده، شش روشنه که دارای شرایط یکسان از نظر جهت جغرافیایی، درصد شیب و ارتفاع از سطح دریا بودند، در ارتفاع ۳۵۰ تا ۳۷۰ متر بالاتر از سطح دریا انتخاب شدند.

### روش بررسی

سه روشنه با اندازه متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) و سه روشنه با اندازه بزرگ (بیشتر از ۵۰۰ متر مربع) انتخاب شدند. سطح توسعه‌یافته روشنه‌های یک، سه و شش که در

## نتایج

### زنده‌مانی

تجزیه واریانس داده‌های زنده‌مانی نهال‌های توسکای بیلاقی، بلندمازو و شیردار در عرصه جنگل‌کاری نشان داد که زنده‌مانی نهال‌ها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع گونه قرار داشت ( $p < 0.01$ ) و همچنین اثر متقابل اندازه روشنه و گونه در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد هم در روشنه‌های متوسط و هم در روشنه‌های بزرگ، بیشترین زنده‌مانی به‌ترتیب با مقادیر ۹۴/۰۶ و ۸۲/۹۱ درصد مربوط به نهال‌های بلندمازو بود و در گونه‌های شیردار و توسکای بیلاقی زنده‌مانی نهال‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که حداقل درصد زنده‌مانی در روشنه‌های متوسط مربوط به توسکای بیلاقی (۷۴/۱۱ درصد) و در روشنه‌های بزرگ مربوط به شیردار (۶۵/۳۵ درصد) بود (جدول ۲). همچنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمام گونه‌های مورد بررسی در روشنه‌های متوسط به‌طور معنی‌داری زنده‌مانی بیشتری نسبت به روشنه‌های بزرگ داشتند (جدول ۲).

سطح برگ متوسط برای هر گونه در ریزقطعه‌نمونه، با ضرب کردن تعداد برگ‌های هر نهال در این مقدار، سطح فتوسنتزی برای تمام نهال‌ها محاسبه شد (Yousefzadeh *et al.*, 2008).

### تحلیل آماری داده‌ها

پس از بررسی نرمال بودن، همگنی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون Leven در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد و با توجه به نتایج این آزمون‌ها از تبدیل زاویه‌ای برای داده‌های زنده‌مانی و از تبدیل لگاریتمی برای داده‌های رشد ارتفاعی و سطح فتوسنتزی استفاده شد. برای تجزیه واریانس از روش طرح کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. در مواردی که تجزیه واریانس اثر اصلی یا متقابل را معنی‌دار نشان داد، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون SNK در نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

جدول ۱- درجه آزادی و واریانس (میانگین مربعات) محاسبه‌شده در تجزیه واریانس کرت‌های دوبار خردشده برای بررسی اثرات اندازه روشنه،

موقعیت مکانی و گونه بر زنده‌مانی و رشد ارتفاعی و سطح برگ نهال‌ها

منابع تغییرات	درجه آزادی	زنده‌مانی	رشد ارتفاعی	سطح برگ
بلوک	۲	۰/۰۶۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۷۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۱۷ <sup>ns</sup>
اندازه روشنه (A)	۱	۰/۳۸۷ <sup>ns</sup>	۲/۵۱۲*	۱/۱۲۴ <sup>ns</sup>
خطای اندازه روشنه (E <sup>a</sup> )	۲	۰/۲۵۳ (٪۴۲/۷)	۰/۰۳۶ (٪۶/۸)	۰/۱۸۲ (٪۷/۴)
موقعیت (B)	۴	۰/۱۲۱ <sup>ns</sup>	۱/۲۶۲*	۱/۱۲۸*
A×B	۴	۰/۰۸۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۳۹۹ <sup>ns</sup>
خطای موقعیت (E <sup>b</sup> )	۱۶	۰/۱۵۳ (٪۳۴/۰)	۰/۳۶۰ (٪۲۱/۶)	۰/۲۳۴ (٪۸/۴)
گونه (C)	۲	۰/۸۵۶**	۱/۷۲۳**	۹/۶۱۳**
A×C	۸	۰/۰۵۲**	۰/۱۱۷**	۰/۲۱۰**
B×C	۲	۰/۰۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۷۱ <sup>ns</sup>	۰/۷۳۰*
A×B×C	۸	۰/۰۴۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۵ <sup>ns</sup>
خطای گونه (E <sup>c</sup> )	۴۰	۰/۰۸۳ (٪۲۵/۰)	۰/۰۹۳ (٪۱۱/۰)	۰/۲۰۵ (٪۷/۹)

\*\* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ \* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ <sup>ns</sup> غیرمعنی‌دار

ضریب تغییرات محاسبه‌شده برای اندازه روشنه، موقعیت مکانی و گونه در هر یک از ردیف‌های خطای مربوطه داخل پرانتز درج شده است.

جدول ۲- اثر متقابل اندازه روشنه و گونه بر زنده‌مانی، رشد ارتفاعی و سطح فتوسنتزی نهال‌ها

اندازه روشنه	شیردار	توسکای بیلاقی	بلندمازو
متوسط	۷۶/۳۲Ab	۷۴/۱۱Ac	۹۴/۰۶Aa
بزرگ	۶۵/۳۵Bc	۷۲/۰۹Bb	۸۲/۹۱Ba
متوسط	۱۱/۸۲Bc	۱۹/۵۸Ba	۱۵/۰۱Bb
بزرگ	۱۶/۹۰Ab	۳۰/۵۷Aa	۱۸/۵۵Ab
متوسط	۳۱۱/۷۷Bc	۸۰۵/۵۱Ba	۵۲۶/۹۷Bb
بزرگ	۳۲۶/۷۸Ac	۱۵۱۶/۶۹Aa	۵۹۷/۴۸Ab

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهند.

### رشد ارتفاعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که موقعیت مکانی درون روشنه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر میانگین رشد ارتفاعی نهال‌ها گذاشت و باتوجه به غیرمعنی‌دار بودن اثر متقابل این فاکتور و گونه می‌توان چنین استنباط کرد که در تمام گونه‌ها چنین تفاوتی وجود داشته است (جدول ۱). همچنین نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نرخ رشد ارتفاعی نهال‌ها مربوط به موقعیت‌های مرکزی (۲۹/۹۰ سانتی‌متر) بود و این مقدار به ترتیب در موقعیت‌های شمال (۱۸/۸۰ سانتی‌متر)، غرب (۱۶/۸۲ سانتی‌متر)، جنوب (۱۶/۳۳ سانتی‌متر) و شرق (۱۳/۴۴ سانتی‌متر) کاهش یافت (شکل ۱). نتایج نشان داد که اثر متقابل اندازه روشنه و گونه بر رویش ارتفاعی نهال‌ها در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌داری بود (جدول ۱). در تأیید این نتیجه، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در روشنه‌های متوسط و بزرگ بیشترین رشد ارتفاعی در توسکای بیلاقی مشاهده شد. این مقدار در روشنه‌های بزرگ بین بلندمازو و شیردار تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در روشنه‌های متوسط رشد ارتفاعی نهال‌های شیردار به‌طور معنی‌داری در مقایسه با بلندمازو کاهش یافت. علاوه‌براین، مقایسه رشد ارتفاعی نهال گونه‌های مختلف در روشنه‌های بزرگ و متوسط نشان داد که در تمام گونه‌ها متوسط رشد ارتفاعی نهالی با افزایش اندازه روشنه افزایش یافت (جدول ۲). همچنین بیشترین

رویش ارتفاعی مربوط به روشنه بزرگ و متعلق به توسکای بیلاقی (۳۰/۵۸ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به روشنه متوسط و متعلق به شیردار (۱۱/۸۲ سانتی‌متر) بود (جدول ۲).



شکل ۱- تفاوت میانگین رشد ارتفاعی نهال‌ها در موقعیت مکانی داخل روشنه‌ها

### سطح فتوسنتزکننده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اندازه روشنه و موقعیت مکانی و همچنین اثر متقابل موقعیت مکانی و گونه بر سطح فتوسنتزکننده نهال‌ها به ترتیب در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). البته، اثرات اصلی موقعیت مکانی و گونه نیز معنی‌دار بود که با توجه به وجود اثرات متقابل معنی‌دار از ذکر آن‌ها خودداری شد. نتایج مقایسه میانگین سطح فتوسنتزکننده

نهال‌های شیردار بیشترین سطح فتوسنتز کننده در موقعیت شمالی و سپس در موقعیت مرکزی مشاهده شد. در موقعیت جنوبی روشن‌ها سطح فتوسنتز کننده نهال تمام گونه‌های مورد بررسی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سایر موقعیت‌ها کاهش یافت (جدول ۳). علاوه بر این، در موقعیت مرکزی روشن‌ها بیشترین مقدار سطح فتوسنتز کننده در نهال‌های توسکای بیلاقی مشاهده شد و این مقدار به ترتیب در نهال‌های بلندمازو و شیردار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به مقایسه میانگین‌ها می‌توان اظهار داشت که در تمام موقعیت‌های مکانی داخل روشن‌ها، نهال‌های توسکای بیلاقی از بیشترین سطح فتوسنتز کننده برخوردار بودند و نهال‌های بلندمازو و شیردار به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند (جدول ۳).

نهال‌ها نشان داد که در تمام گونه‌های مورد بررسی، افزایش اندازه روشن به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح فتوسنتز کننده نهال‌ها شد (جدول ۲). همچنین، نهال‌های توسکای بیلاقی هم در روشن‌های بزرگ (۱۵۱۶/۶۹ سانتی‌متر مربع) و هم در روشن‌های متوسط (۸۰۵/۵۱ سانتی‌متر مربع) بیشترین مقدار سطح فتوسنتز کننده را به‌خود اختصاص دادند. در نهال‌های بلندمازو و شیردار میانگین سطح فتوسنتز کننده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p < 0.05$ )، طوری‌که کمترین مقدار سطح فتوسنتز کننده در روشن‌های بزرگ (۳۲۶/۷۸ سانتی‌متر مربع) و متوسط (۳۱۱/۷۷ سانتی‌متر مربع) در نهال‌های شیردار ثبت شد (جدول ۲). علاوه بر این، بیشترین سطح فتوسنتز کننده نهال‌های بلندمازو و توسکای بیلاقی در موقعیت مرکزی روشن‌ها مشاهده شد، اما در

جدول ۳- میانگین اثرات متقابل موقعیت و گونه بر میانگین سطح فتوسنتز کننده نهال‌ها (سانتی‌متر مربع)

بلندمازو	توسکای بیلاقی	شیردار	
۵۲۴/۹۳ Cb	۱۱۷۹/۳۸ Ba	۳۹۳/۴۶ Ac	شمال
۴۹۵/۱۱ Eb	۶۰۹/۴۴ Ea	۲۴۲/۹۳ Ec	جنوب
۴۹۸/۹۲ Db	۱۰۵۷/۰۹ Ca	۳۱۰/۲۵ Cc	شرق
۵۶۸/۶۱ Bb	۹۷۸/۲۸ Da	۲۶۰/۴۴ Dc	غرب
۷۲۴/۵۳ Ab	۱۹۸۱/۲۸ Aa	۳۸۴/۳۲ Bc	مرکز

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهند.

## بحث

### زنده‌مانی

*Canadensis* در روشن‌های با اندازه متوسط و همچنین نتایج *Amanzadeh* و همکاران (۲۰۱۵) که مناسب‌ترین اندازه روشن در توده‌های جنگلی آمیخته هیرکانی را روشن‌های با سطح ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع معرفی کردند، همخوانی دارد. همچنین، *Tabari* و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که با افزایش اندازه روشن، زنده‌مانی نهال‌های راش شرقی از ۸۴ به ۵۵ درصد کاهش یافت.

به‌طور کلی، وقتی در ساختار به‌هم پیوسته تاج پوشش یک توده جنگلی روشن‌ای ایجاد می‌شود، بسیاری از عامل‌های محیطی کف جنگل از جمله نور و رطوبت تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بررسی‌ها نشان داد که با افزایش اندازه

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که در تمام گونه‌های مورد بررسی بیشترین زنده‌مانی نهال‌ها در روشن‌های متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) به ترتیب با مقادیر ۹۴/۰۶، ۷۴/۱۱ و ۷۶/۳۲ درصد در گونه‌های بلندمازو، توسکای بیلاقی و شیردار به‌دست آمد و با افزایش اندازه روشن درصد زنده‌مانی نهال‌های هر سه گونه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این نتیجه با نتایج *Kern* و همکاران (۲۰۱۲) مبنی بر بیشتر بودن زنده‌مانی نهال‌های چهار گونه (*Betula*، *Tsuga* و *Pinus strobus*، *Q. rubra*، *alleghaniensis*)

رویشی تعداد زادآوری آن به نسبت زیاد، اما در اثر رقابت با سایر گونه‌ها حذف و با افزایش سن از تعداد پایه‌های آن کاسته می‌شود (Sadati & Mostafanejad, 2008). Ramezani Kakroudi (۱۹۹۹) این موضوع را تأیید کرد و علت کاهش تعداد نهال‌های شیردار با ارتفاع بیشتر از ۱/۳ متر در توده‌های مورد مطالعه را ضعف رقابتی شیردار بیان کرد. Shabani و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود در راشستان‌های لالیس چالوس که در روشن‌های تاج پوشش انجام شد، بیان کردند که بیشترین درصد حضور شیردار در روشن‌های با سطح ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر مربع و کمترین درصد حضور آن در روشن‌های با سطوح بزرگتر از ۶۰۰ متر مربع بود. نتایج پژوهش پیش‌رو نیز این موضوع را به خوبی نشان داد که شیردار در روشن‌های متوسط که به طور طبیعی از شدت نور نسبی کمتری برخوردارند، زنده‌مانی بیشتری دارد. رشد ارتفاعی

در تمام گونه‌ها مورد مطالعه متوسط رشد ارتفاعی نهال با افزایش اندازه روشن‌ها افزایش یافت. این یافته با نتایج Mohebi (۲۰۱۲) روی بلندمازو و Gray و Spies (۱۹۹۷) در مورد دو گونه سوزنی‌برگ آمریکا (*Pseudotsuga menziesii*, *T. heterophylla*) مطابقت دارد، اما با نتایج پژوهش Mousavi و همکاران (۲۰۰۳) در مورد راش شرقی همخوانی ندارد. وجود چنین تفاوت‌هایی، واکنش‌های متفاوت گونه‌های نورپسند و گونه‌های بردبار به سایه را نسبت به تغییرات اندازه روشن‌ها تأکید می‌کند. در پژوهش پیش‌رو اثر افزایش اندازه روشن‌ها بر رشد ارتفاعی گونه‌های مختلف یکسان نبود، طوری که با افزایش سطح روشن‌ها، رشد ارتفاعی نهال‌های توسکای بیلاقی ۱۰/۹۹ سانتی‌متر، شیردار ۵/۰۸ سانتی‌متر و بلندمازو ۳/۵۴ سانتی‌متر افزایش داشت. علاوه بر این، نتایج نشان داد که در روشن‌های متوسط و بزرگ، بیشترین رشد ارتفاعی متعلق به نهال‌های توسکای بیلاقی بود. در روشن‌های بزرگ رشد ارتفاعی بلندمازو و شیردار تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در روشن‌های متوسط رشد ارتفاعی نهال‌های شیردار به طور معنی‌داری در مقایسه با بلندمازو کاهش یافت. این نکته از طرفی نورپسندی و

روشنه، شدت نور نسبی در توده‌های آمیخته جنگل واز (چمستان) از ۱۰/۶ درصد در روشن‌های کوچک به ۴۳/۷ درصد در روشن‌های بزرگ رسید (Mohebi, 2012). Sariyildiz (۲۰۰۸) نشان داد که با افزایش اندازه روشن‌ها در جنگل‌های کوهستانی ترکیه، رطوبت محیط و پیرو آن نرخ تجزیه لاشبرگ کاهش یافت. علاوه بر این، برخی پژوهشگران معتقدند که در سال‌های اولیه استقرار، زنده‌مانی نهال درختان جنگلی به طور معنی‌داری تحت تأثیر رقابت پوشش علفی و درختچه‌ای کف جنگل قرار می‌گیرد که باید با تنظیم اندازه روشن‌ها در عملیات جنگل‌شناسی، کنترل شود (Gray & Spies, 1997).

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که هم در روشن‌های بزرگ و هم در روشن‌های متوسط، نهال‌های بلندمازو از بیشترین زنده‌مانی برخوردار بودند. همچنین نهال‌های شیردار در روشن‌های با اندازه بزرگ کمترین زنده‌مانی را داشتند. تفاوت در زنده‌مانی گونه‌های کاشته‌شده در اندازه‌های مختلف روشن‌ها به سرشت این گونه‌ها باز می‌گردد. بلندمازو از گونه‌های نورپسند است که سازگاری زیادی با شرایط محیطی مختلف جنگل‌های هیرکانی دارد. نهال این گونه در صورتی که در زمان کاشت از کیفیت مناسبی برخوردار باشد، بر اساس سرشت اکولوژیک خود به سرعت سیستم ریشه‌ای عمیق و طولانی خود را به اعماق خاک و منابع رطوبتی موجود در آن می‌رساند (Sagheb Talebi et al., 2008). در نتیجه، این گونه می‌تواند میزان رطوبت مورد نیاز خویش را از اعماق پایین‌تر که سطح روشن‌ها و رقابت ریشه‌های سطحی گیاهان علفی کمتر آنرا تحت تأثیر قرار می‌دهند، فراهم کند. همچنین، با توجه به وجود قدرت بازسازی ساقه در نهال بلندمازو زنده‌مانی زیاد آن در محوطه‌هایی که تحت تأثیر جوندگان و پستانداران ریشه‌خوار به ویژه گراز قرار نمی‌گیرد، دور از انتظار نیست (Aliarab, 2010). نتایج نشان داد که در روشن‌های بزرگ، نهال‌های شیردار در مقایسه با سایر گونه‌های کاشته‌شده از درصد زنده‌مانی کمتری برخوردار بودند. شیردار از جمله گونه‌هایی است که دارای قدرت رقابتی کمی است. به همین دلیل در مراحل اولیه

شیردار بود که با نتایج Naghash Zargaran (۲۰۰۱) در مورد توسکای و شیردار مطابقت دارد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که در تمام گونه‌های مورد بررسی، افزایش اندازه روشنه به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح فتوسنتزکننده نهال‌ها شد. همچنین، بیشترین سطح فتوسنتزکننده نهال‌های بلندمازو و توسکای بیلاقی در موقعیت مرکزی روشنه‌ها مشاهده شد و در موقعیت جنوبی روشنه‌ها سطح فتوسنتزکننده نهال تمام گونه‌های مورد بررسی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سایر موقعیت‌ها کاهش یافت. نتایج Abdollahi (۲۰۱۴) نشان داد که در روشنه‌های بزرگ و موقعیت‌های مرکزی و شمالی روشنه‌های متوسط و بزرگ، شدت نور نسبی بیشتر از سایر موقعیت‌ها می‌باشد. بنابراین، می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش سطح فتوسنتزی نهال‌های کاشته‌شده در موقعیت مرکزی با افزایش شدت نور نسبی همراه است. Brian و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که با کاهش شدت نور، سطح برگ افزایش می‌یابد. بنابراین، افزایش سطح فتوسنتزی نهال در پژوهش پیش‌رو می‌تواند به‌دلیل افزایش تعداد برگ در موقعیت مرکزی روشنه به‌وجود آمده باشد. این یافته با نتایج Gray و Spies (۱۹۹۷) هم‌راستا است. Canham و همکاران (۱۹۹۰) بیان داشتند که با افزایش اندازه روشنه، مقادیر میانگین و دامنه تغییرات شدت نور رسیده به کف جنگل افزایش می‌یابد. علاوه بر این، ایشان نشان دادند که میزان نور مستقیم و پخش رسیده به موقعیت‌های مکانی مختلف داخل روشنه به شکل پیچیده‌ای تغییر می‌کند (Canham et al., 1990). این تغییرات از سویی ریخت‌شناسی و تعداد برگ و فرصت گیاه برای رسیدن به نقطه اوج تثبیت کربن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از سوی دیگر باعث به‌وجود آمدن تغییرات زیادی در رطوبت و دمای سطح زمین، نرخ تجزیه لاشبرگ و مقدار مواد غذایی موجود در خاک می‌شود (Sagheb Talebi et al., 2012). وجود چنین شرایط محیطی متنوعی در روشنه‌های تاج‌بوشش باعث می‌شود گونه‌های مختلف جنگلی باتوجه به ویژگی‌های ذاتی خویش واکنش‌های مختلفی نسبت به این تغییرات نشان دهند. بنابراین، در عملیات جنگل‌کاری که

تندرشد بودن نهال‌های توسکای بیلاقی را نشان می‌دهد و از سوی دیگر، عملکرد ضعیف نهال‌های شیردار در روشنه‌های متوسط را مورد تأکید قرار می‌دهد. باتوجه به اینکه رشد ارتفاعی نهال یکی از مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در رقابت نوری تلقی می‌شود، می‌توان چنین استنباط کرد که در روشنه‌های متوسط، قدرت رقابتی شیردار در مقایسه با بلندمازو و توسکای بیلاقی کمتر است که این مطلب با یافته‌های Sadati و Mostafanejad (۲۰۰۸) در مورد ویژگی‌های کمی و کیفی جنگل‌کاری شیردار و نمدار هم‌راستا است.

بر اساس نتایج، علاوه بر اندازه روشنه، موقعیت مکانی داخل روشنه نیز به‌طور معنی‌داری رشد ارتفاعی نهال‌های مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار داد، طوری‌که بیشترین نرخ رشد ارتفاعی نهال‌ها مربوط به موقعیت‌های مرکزی بود و این مقدار به‌ترتیب در موقعیت‌های شمال، غرب، جنوب و شرق روشنه‌ها کاهش یافت. در این راستا، پژوهش Shahini و همکاران (۲۰۱۴) در مورد بلندمازو نشان داد که بیشترین رشد ارتفاعی نهال‌ها (۶۹/۱ سانتی‌متر) در مرکز روشنه و کمترین آن (۲۹/۹ سانتی‌متر) در حاشیه و در زیر تاج درختان بود. همچنین رشد ارتفاعی بیشتر نهال‌ها در مرکز روشنه با پژوهش Gray و Spies (۱۹۹۷) مطابقت دارد، اما با نتایج Parhizkar و همکاران (۲۰۱۱b) در مورد راش شرقی مطابقت ندارد. عدم تطابق در نتایج Parhizkar و همکاران (۲۰۱۱b) با این پژوهش تا حد زیادی می‌تواند مربوط به سرشت نوری گونه‌ها باشد که در پژوهش‌های مختلف نیز، رشد بهتر نهال‌های راش در شدت نور کمتر تایید شده است. گونه‌های مورد استفاده در این پژوهش گونه‌های نورپسند بودند که در نور بیشتر یعنی روشنه‌های بزرگ و موقعیت مرکزی که دارای بیشترین شدت نور نسبی در بین موقعیت‌های درون روشنه است، دارای رویش ارتفاعی بیشتری بودند.

#### سطح فتوسنتزکننده

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که بیشترین سطح فتوسنتزی به‌ترتیب متعلق به توسکای بیلاقی، بلندمازو و



- Action. Australian Society of Plant Scientists Press, Australia, 500p.
- Canham, C.D., Denslow, J.S., Platt, W.J., Runkle, J.R., Spies, T.A. and White, P.S., 1990. Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(5): 620-631.
  - Diaci, J. and Thormann, J.J., 2002. A comparison of solar radiation estimation methods in natural beech forests in Slovenia from the point of view of ecological regeneration. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 153: 39-50.
  - Gray, A.N. and Spies, T.A., 1997. Microsite controls on tree seedling establishment in conifer forest canopy gaps. *Ecology*, 78(8): 2458-2473.
  - Kern, C.C., Reich, P.B., Montgomery, R.A. and Strong, T.F., 2012. Do deer and shrubs override canopy gap size effects on growth and survival of yellow birch, northern red oak, eastern white pine, and eastern hemlock seedlings? *Forest Ecology and Management*, 267: 134-143.
  - Mohebi, A., 2012. Effect of plantation method, gap size and relative light intensity on quantitative and qualitative characteristics of oak (*Quercus castaneifolia*) seedlings in Vaz forest, Chamestan. M.Sc. thesis, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 88p (In Persian).
  - Mountford, E.P., Savill, P.S. and Beber, D.P., 2006. Patterns of regenerations and ground vegetation associated with canopy gaps in a managed beech wood in southern England. *Forestry*, 79: 389-408.
  - Mousavi, R., Sagheb Talebi, Kh., Tabari, M. and Pourmajidian, M., 2003. Determination of gap size for improvement of beech (*Fagus orientalis*) natural regeneration. *Iranian Journal of Natural Resources*, 56(1, 2): 39-46 (In Persian).
  - Naghash Zargaran, M., 2001. Investigation on leaf biomass and LAI and its relation with some of stand and soil properties in a permanent district of Caspian forests middle elevations. M.Sc. thesis, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 79p (In Persian).
  - Nasiri, N., Marvie Mohajer, M.R., Etemed, V. and Sefidi, K., 2015. Natural regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) within

در روشن‌های تاج پوشش انجام می‌شود، توجه به اندازه روشن و موقعیت مکانی در انتخاب گونه ضروری به نظر می‌رسد. در انتها، ذکر این نکته لازم است که نتایج ارایه شده در پژوهش پیش‌رو مربوط به فصل رویش اول بود و امکان تغییر در نتایج (زنده‌مانی، رشد ارتفاعی و سطح فتوسنتزی) در سال‌های آینده وجود دارد. ادامه این پژوهش و بررسی درازمدت، نتیجه‌گیری بهتری ارایه خواهد کرد که تکمیل‌کننده نتایج این پژوهش می‌باشد.

## References

- Abdollahi, A., 2014. Effect of canopy size, position within gap and relative light intensity on growth and survival of *Quercus castaneifolia*, *Acer cappadocicum* and *Alnus subcordata* seedlings in the first year of planting in Gorgan shastkalate forest. M.Sc. thesis, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 90p (In Persian).
- Aliarab, A.R., 2010. Factors affecting germination, growth and establishment of direct seeded *Quercus castaneifolia* seedlings in northeast of Iran- Loveh forest. Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, 114p (In Persian).
- Almquist, B.E., Jack, S.B. and Messina, M.G., 2002. Variation of the tree fall gap regime in a bottomland hardwood forest: relationships with micro topography. *Forest Ecology and Management*, 157: 155-163.
- Amanzadeh, B., Pourmajidian, M.R., Sagheb Talebi, Kh. and Hojati, S.M., 2015. Effect of different natural canopy gap size plant diversity and composition in mixed stands of Asalem. *Journal of Forest and Wood Product*, 68(2): 287-301 (In Persian).
- Anonymous, 2008. Forest management plan of Dr. Bahramnia (District no. 1). Published by Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 447p (In Persian).
- 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.
- Brian, J., Paul, E. and Colin, G.N., 1999. Plant in

- planted stands of the Caspian forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 165-181 (In Persian).
- Sariyildiz, T., 2008. Effects of gap-size classes on long-term litter decomposition rates of beech, oak and chestnut species at high elevations in northeast Turkey. Ecosystems, 11: 841-853.
  - Schütz, J.P., 2004 Opportunistic methods of controlling vegetation, inspired by natural plant succession dynamics with special reference to natural outmixing tendencies in gap regeneration. Annals of Forest Science, 61: 149-156.
  - Shabani, S., Akbarnia, M., Jalali, Gh. and Aliarab, A., 2011. Impact of canopy gap size on woody species biodiversity in mountainous forest of northern Iran (Case study: Beech stands of Lalis, Chalous). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(1): 73-82 (In Persian).
  - Shahini, Y., Sagheb Talebi, Kh., Heidari, H.O., Parhizkar, P. and Azadfar, D., 2014. Impact of light and position within gap on quantitative and qualitative characteristics of oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) seedlings in Loveh, Gorgan. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 21(1): 45-64 (In Persian).
  - Sheykhoslamy, A., Mataji, M.A. and Kialashaki, A., 2011. Comparison of regeneration in the natural gaps and single selection method gaps (Case study: Jamand district, Nowshahr). Natural Ecosystems of Iran, 2(1): 21-30 (In Persian).
  - Tabari, M., Fayaz, P., Espahbodi, K., Staelens, J. and Nachtergale, L., 2005. Response of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) seedlings to canopy gap size. Forestry, (78): 443-450.
  - Yahner, R.H., 2000. Eastern Deciduous Forest: Ecology and Wildlife Conservation. University of Minnesota Press, Minneapolis, 295p.
  - Yousefzadeh, H., Tabari, M., Espahbodi, K. and Jalali, Gh., 2008. Relationship between *Acer velutinum* seedlings and leaves characteristics. Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology, 12(44): 291-298 (In Persian).
  - canopy gaps and under canopy cover (case study: Gorazbon, Kheyroud forest, Nowshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(1): 13-24 (In Persian).
  - Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, Kh., Mataji, A., Namiranian, M., 2011a. Influence of gap size and development stages on the silvicultural characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration. Caspian Journal of Environmental Sciences (CJES), 9(1): 55-65.
  - Parhizkar, P., Sagheb Talebi, Kh., Mataji, A., Nyland, R. and Namiranian, M., 2011b. Silvicultural characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps. Forestry, 84(2): 177-185 (In Persian).
  - Pourbabai, H., Shadram, S. and Khorasani, M., 2004. Comparison of biodiversity between *Alnus subcordata* and mixed *Fraxinus excelsior* plantation in Tenian region, Somesara, Gilan. Iranian Journal of Biology, 17: 357-368 (In Persian).
  - Ramezani Kakroudi, A., 1999. Study of Cappadocian maple (*Acer cappadocicum*) ecological characteristics in forests of west Mazandaran. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, 169p (In Persian).
  - Sadati, S.E. and Mostafanejad, S.R., 2008. Quantitative and qualitative investigation on plantations Lime tree (*Tilia platyphyllos*) and Cappadocian maple (*Acer cappadocicum*) in Chamestan region, northern Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(3): 408-418 (In Persian).
  - Sagheb Talebi, Kh., Hemmati, A., Khanjanishiraz, B., Siahpour, Z. and Akbarzadeh, A., 2008. Architectural model and impact of root pruning on diameter and height growth of oak (*Quercus castaneifolia*) seedlings (Pilambara, Gilan). Iranian Journal of Natural Resources, 61(4): 867-876 (In Persian).
  - Sagheb Talebi, Kh., Jashni, J., Mohammadnejad Kiasari, Sh., Mohammadi Nasrabadi, H. and Paydar, M., 2012. Light regime in natural and

## Effect of gap size and position within gaps on growth characters and survival of Chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.), Cappadocian maple (*Acer cappadocicum* Gled.) and Caucasian alder (*Alnus subcordata* C. A. Mey.)

A. Abdolahi<sup>1</sup>, A.R. Ali Arab<sup>2</sup>, P. Parhizkar<sup>3\*</sup> and A.A.M.A. Pourmalekshah<sup>4</sup>

1- M.Sc. Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Assistant Prof., Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3\*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: parhizkar@rifr-ac.ir

4- Ph.D. Student Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 11.06.2016

Accepted: 31.10.2016

### Abstract

In this study, six canopy gaps with medium (200-500 m<sup>2</sup>) and large (> 500m<sup>2</sup>) sizes were selected in Shastkolate forest. In each gap, micro sample plots (6×6 m) were established at the center and north, east, south and west directions of each gap. Within each micro plot, 12 seedlings of chestnut-leaved oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.), Cappadocian maple (*Acer cappadocicum* Gled.) and Caucasian alder (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) were planted in spacing of 1×1 m. Height growth and photosynthetic rate of seedlings were studied during the growth season, while the survival rate was calculated in the end of season. Data were analyzed using spilt split plot plan and SNK test. Results showed that survival rate of seedlings of all three species decreased with increasing gap size. Oak seedlings showed the highest survival rate in both large and medium sized gaps. The maple seedlings showed the lowest survival rate in the large gaps. The maximum height growth of seedlings was measured in the center of gaps; this was decreased in north, west, south and east edges of the gaps, respectively. The larger the gap size the higher was the height growth of alder and oak and seedlings, while that of maple was higher in the medium gaps. Therefore one can conclude that planting of oak and alder seedlings in the center of large gaps could bring more promising results, while planting of maple in the center of medium and edges of large gaps would be more effective.

**Keywords:** Height growth, photosynthetic rate, planting, Shastkolate forest, spatial location.