



تأثیر سطح روزنه تاج پوشش بر نرخ فتوسنتز خالص و ویژگی‌های برگ نهال‌های راش در دو توده شاهد و مدیریت شده

داوود آزادفر^۱ و فرزانه قربانی^۲

^۱استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
آکارسناس ارشد رشته جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱/۲۵

چکیده

گونه «راش شرقی» از جمله گونه‌های با ارزش جنگل‌های شمال کشور است. آغاز و استقرار زادآوری این گونه درون روزنه‌های تاجی که در اثر مرگ درختان اشکوب بالا ایجاد می‌شوند صورت می‌گیرد که اندازه این روزنه‌ها در میزان زنده‌مانی و رشد نهال‌ها تأثیر معنی‌داری دارد. این پژوهش به منظور شناسایی سطوح مختلف روزنه در توده طبیعی و شاهد راش در جنگل شصت‌کلاته و تأثیر این سطوح بر روی عوامل محیطی موثر در نرخ فتوسنتز خالص و ویژگی‌های رویشی برگ نهال‌ها انجام گرفت. همچنین مراحل کار به منظور ارزیابی دخالت‌های انجام شده توسط انسان در یک قطعه مدیریت شده با روش تک‌گزینی به‌طور مشابه تکرار گردید. شناسایی سطوح مختلف روزنه بیانگر وجود ۷ طبقه بستگی تاج پوشش و معادل آن ۷ طبقه سطح روزنه بین ۹ تا ۵۳ مترمربع در توده‌ها بود. سپس در این روزنه‌ها ویژگی‌های رویشی برگ و نرخ فتوسنتز خالص نهال‌ها و عوامل محیطی موثر بر آن توسط دستگاه LCA-3 اندازه‌گیری و با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه چندگانه دانکن مقایسه شدند. همچنین با اندازه‌گیری متوسط بستگی تاج پوشش در قطعه‌های مورد مطالعه، میزان سطح روزنه‌ها در هکتار قطعه شاهد و مدیریت شده به ترتیب معادل ۱۳۸۸ و ۱۹۵۷ مترمربع در هکتار به دست آمد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که متوسط سطح روزنه‌ها در هکتار به همراه

* مسئول مکاتبه: azadfar.d@gmail.com

میزان سطح روزنه موجود در بالای هر لکه زادآوری طبیعی توده‌های راش بر میزان فتوستتز نهال‌ها تاثیر دارند. به طوری که نهال‌ها در توده‌های با متوسط سطح روزنه در هکتار کمتر و سطح روزنه بزرگ‌تر در بالای سرشان دارای نرخ فتوستتز خالص در واحد سطح برگ و همچنین نرخ کل فتوستتز خالص بیشتری هستند. همچنین نتایج بیانگر این مطلب است که در قطعه شاهد بین سطح برگ با سطح روزنه ارتباط معنی‌داری وجود نداشته ولی در قطعه مدیریت شده، بین این دو متغیر همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: راش شرقی، سطح روزنه تاج پوشش، نرخ فتوستتز خالص، ویژگی‌های برگ

مقدمه

سیر تکاملی هر جنگل به استقرار و تداوم تحول زادآوری آن بستگی دارد. به عبارت دیگر آینده یک جنگل طبیعی به وضعیت کنونی زادآوری آن وابسته می‌باشد و آنچه را که امروز در نقاط مختلف تحت عنوان جنگل یا توده‌های جنگلی می‌شناسیم در واقع نتیجه تکامل و تحول زادآوری در آن جنگل در دوره‌های گذشته بوده است. وضعیت کنونی زادآوری در یک منطقه مانند آینه‌ای است که سیمای آینده جنگل را در آن نقطه مشخص می‌کند و به همین دلیل هر گونه تغییر در وضعیت زادآوری طبیعی در واقع سیمای توده‌های جنگلی آینده را دگرگون می‌سازد (دلفان‌بازری، ۱۹۹۹a). از سوی دیگر زادآوری طبیعی به علت رایگان بودن و مطمئن‌ترین روش تجدید حیات طبیعی توده‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است (مصدق، ۲۰۰۴).

گونه جنگلی «راش» از جمله گونه‌های با ارزش جنگل‌های شمال کشور است که در چرخه توالی و تکاملی این جنگل‌ها نقش به‌سزایی داشته و به‌عنوان یکی از گونه‌های اصلی کلیماکس جنگل‌های شمال به حساب می‌آید (دلفان‌بازری و همکاران، ۲۰۰۴b). راش شرقی یا هیرکانی با نام علمی *Fagus orientalis* Lipsky تنها گونه جنس راش در جنگل‌های شمال ایران می‌باشد که در محدوده ارتفاعی ۷۰۰ تا ۲۴۰۰ متری از سطح آب‌های آزاد، جوامع تپیکی از راشستان‌های خالص یا آمیخته را به وجود می‌آورد (مصدق، ۱۹۹۴). این گونه به تنهایی ۲۳/۶۳ درصد تعداد و ۲۶/۹۶ درصد حجم چوب این جنگل‌ها را که از عمده‌ترین جنگل‌های طبیعی و تجارتي تولید چوب ایران محسوب می‌شوند به خود اختصاص داده است (رسانه و همکاران، ۲۰۰۱).

خصوصیات کمی و کیفی نهال‌های راش تحت‌تأثیر سیستم پیچیده‌ای از عوامل محیطی و ژنتیکی می‌باشند که در میان عوامل محیطی، نور یکی از مهم‌ترین عواملی است که با توجه به اندازه روزنه‌های ایجاد شده در تاج پوشش جنگل بر روی کمیت و کیفیت نهال‌ها اثر می‌گذارد (شهنوازی، ۲۰۰۰) و به همین دلیل شناخت وضعیت روزنه‌هایی که بدون هیچ‌گونه دخالت و مدیریتی در عرصه جنگل‌های طبیعی ایجاد می‌شوند از اهمیت خاصی به‌عنوان الگوبرداری از طبیعت برخوردار است زیرا دانستن این موضوع می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان بخش اجرایی را در تعیین روش‌های جنگلداری و همچنین شیوه‌های جنگل‌شناسی به‌طور مؤثرتری یاری نماید. به‌عنوان مثال یک نشانه‌گذار با آگاهی از سطح روزنه‌هایی که به‌طور طبیعی در جنگل ایجاد می‌شوند و بهترین محیط را برای استقرار و بقای زادآوری ایجاد می‌کند می‌تواند با دقت و توجه بیشتری به امر نشانه‌گذاری بپردازد که نتیجه آن دستیابی به یک زادآوری طبیعی آرمانی خواهد بود که در واقع استمرار و تداوم حیات جنگل به آن وابسته است (دلفان‌آبادری و همکاران، ۲۰۰۴). پژوهش‌های انجام شده در جنگل‌های معتدله نشان می‌دهد که اندازه روزنه‌های موجود در تاج پوشش در نرخ بقا، زنده‌مانی و رشد گونه‌های درختی تأثیر معنی‌داری دارد (کانهام، ۱۹۸۸a؛ کانهام، ۱۹۸۹b؛ هیبس، ۱۹۸۲؛ مارکویس، ۱۹۷۵؛ رانکل، ۱۹۸۱). تأثیر حوادث طبیعی روی سازگاری فتوسنتزی نهال‌های راش در شمال فرانسه پس از وقوع یک توفان بزرگ در سال ۱۹۹۹ مورد مطالعه قرار گرفت. نهال‌های راش موجود در پلات‌های رها شده از سایه به‌وسیله توفان و پلات‌های با نور کامل دارای مقادیر مشابه فتوسنتز، تعرق و میزان استفاده از آب را نشان دادند که این مقادیر حدود دو برابر بیشتر از نهال‌های موجود در پلات‌های سایه‌ای بودند. همچنین بین مقادیر ضریب هدایت روزنه‌ای نهال‌های سایه‌ای و رها شده اختلافی وجود نداشت ولی نسبت به‌مقدار نهال‌های نور کامل کمتر بود (رینولدز و فروخوت، ۲۰۰۳). آراندا و همکارانش واکنش‌های آناتومیکی و مورفولوژیک برگ‌های راش را نسبت به افزایش تابش نسبی مورد مطالعه قرار دادند. میزان تابش در زیر اشکوب راش - بلوط به‌وسیله عکس‌های نیمکره‌ای از تاج برآورد شد و اثرات افزایش تابش نسبی بر روی آناتومی برگ نهال‌های راش بعد از ۲ سال از بازشدن توده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. افزایش در جرم ویژه برگ نهال‌ها در طول هر دو سال به موازات افزایش در تابش نسبی ادامه داشت. همچنین تراکم روزنه‌ای با افزایش تابش نسبی، افزایش یافت. واکنش نهال‌های راش نسبت به روزنه‌های موجود در اشکوب بالا، قابلیت آنها را در سازگاری نسبت به افزایش نور از طریق تغییرات در آناتومی برگ آشکار می‌سازد (آراندا و همکاران، ۲۰۰۱b). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، نهال‌های راشی که در گلخانه مشابه

زیر اشکوب و شرایط نوری حفره تاج رشد کرده بودند به محض قرار گرفتن در معرض نور شدید، فتوستتز خالص و ضریب هدایت روزنه آنها افزایش یافت. همچنین این تغییر در میزان نور بر روی غلظت کلروفیل نیز تاثیر گذاشت. نهال‌ها در نور زیاد دارای رشد بیشتر اما نسبت طول به پهنای برگ پایین‌تری داشتند و در نهایت نتیجه‌گیری شد که حفره‌های کوچک در جنگل به‌علت داشتن تنش‌های نوری کمتر می‌توانند محیط مطلوب‌تری را برای فتوستتز و زادآوری راش ایجاد کند (تاگتی و همکاران، ۱۹۹۸). بودت و میسیر رویش عرضی و ارتفاعی، توزیع بیومس، مورفولوژی برگ و ساختار تاج در نهال‌های توس زرد، افرای قندی و راش تحت ۵۰-۱ درصد نور بالای تاج را در یک توده افرای قندی در ایالت کبک (کانادا) مورد مطالعه قرار دادند. میزان رویش در هر سه گونه با افزایش نور، زیاد شد. هر سه گونه نسبت به شرایط نوری مختلف از خود واکنش‌های مورفولوژیکی نشان دادند که به‌عنوان مثال می‌توان از کاهش سطح برگ ویژه و نسبت طول به پهنای برگ و افزایش شاخص سطح برگ با افزایش نور موجود نام برد (بودت و میسیر، ۱۹۹۸). در مطالعه‌ای دیگر نهال‌های راش و زبان گنجشک در عرصه‌ای با سه سطح نوری طبیعی شامل محیط باز، حفره و سایه رویش داده شدند. مقادیر حداکثر بازده فتوشیمیایی برگ‌های سازگار شده به تاریکی نشان داد که زبان گنجشک مقادیر بالاتری نسبت به راش در پلات‌های حفره و باز دارد که این مساله بازداری نوری بالاتری را در راش تحت شرایط باز و حفره نشان می‌دهد. وقتی داده‌ها نسبت به متوسط حداکثر تابش در محیط رویشی نرمال شدند، همه پارامترهای شیمیایی، کاهش در متغیرها را در سرتاسر تیمارها نشان دادند که سازگاری نوری در هر دو گونه در کلیه تنظیمات در نرخ‌های فتوشیمیایی به‌طور اولیه اتفاق افتاد. این الگو در زبان گنجشک قوی‌تر بود که اشاره بر درجه بالاتری از انعطاف فنوتیپی در ظرفیت فتوستتزی این گونه دارد. برخلاف انتظار، بازداری نوری راش تاثیر منفی بر روی انباشتگی بیومس کل نسبت به زبان گنجشک نداشت (کاتری و همکاران، ۲۰۰۴).

با توجه به اهمیت نور در سطوح مختلف روزنه‌های تاجی، پژوهش حاضر سعی دارد تا با بررسی ویژگی‌های محیطی و رویشی نهال‌های راش در روزنه‌هایی با سطوح مختلف به اهداف زیر دست یابد:

- ۱- بررسی سطوح مختلف روزنه‌های تاجی در توده‌های ناهمسال راش.
- ۲- بررسی تاثیر سطوح مختلف روزنه‌های تاجی بر عوامل موثر بر نرخ فتوستتز خالص و خصوصیات برگ نهال‌های راش.
- ۳- مقایسه عوامل موثر بر نرخ فتوستتز خالص و ویژگی‌های رویشی نهال‌ها بین قطعه شاهد و مدیریت شده.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به منظور بررسی سطوح مختلف روزنه‌های تاجی در توده‌های طبیعی راش، قطعه شاهد شماره ۳۲ به عنوان تنها قطعه دست‌نخورده سری یک جنگل شصت‌کلاته انتخاب گردید تا نتایج آن بیانگر الگوی طبیعی سطح روزنه‌ها باشد. جنگل آموزشی پژوهشی شصت‌کلاته در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی قرار گرفته است. همچنین به منظور ارزیابی دخالت‌های انسانی در ایجاد روزنه‌های مشابه، کلیه اندازه‌گیری‌های انجام شده در قطعه شاهد به طور مشابه در قطعه مدیریت شده شماره ۳۱ این جنگل تا حد بزرگترین روزنه موجود در قطعه شاهد تکرار گردید. به این منظور بخش‌هایی از این دو قطعه به مساحت تقریبی ۱۴ هکتار که از لحاظ شرایط توپوگرافی مشابه بوده و دارای محدوده ارتفاعی ۸۰۰ تا ۹۰۰ متر از سطح دریا، شیب ۱۵ تا ۳۰ درصد و جهت شمالی بودند، انتخاب شدند. طبق برنامه‌های پیش‌بینی شده در قطعه مدیریت شده به دلیل استقرار ضعیف زادآوری و نیز وجود تاج پوشش متراکم، قطع و بهره‌برداری از نوع تک‌گزینی درختی تا گروهی با انتخاب درختان قطور و پوسیده در اولویت بوده که برش‌ها در طی سال‌های سوم (۷۸) و هفتم (۸۲) طرح تجدید نظر اول به حجم ۱۸۶۹ مترمکعب انجام شده است (کتابچه طرح جنگلداری مرحوم دکتر بهرام‌نیا، ۱۹۹۵).

در مرحله بعدی طی جنگل‌گردشی‌های انجام شده در سطوح ۱۴ هکتاری، تمامی لکه‌های زادآوری راش با حداقل وجود ۱۰ نهال دوساله راش که هیچ‌گونه مزاحمتی از طرف زادآوری سایر گونه‌های چوبی و غیرچوبی و حتی زادآوری‌های بزرگ‌تر گونه راش نداشتند، شناسایی شده و بستگی تاج پوشش در وسط هر لکه با استفاده از دستگاه اسفیریکال دنسیومتر^۱ اندازه‌گیری شد (لمون، ۱۹۵۶) و سپس معادل سطحی آنها از طریق تناسب بین مساحت دقیق یک روزنه و مقدار باز بودن تاج (مقدار بستگی تاج اندازه‌گیری شده توسط دستگاه - ۱۰۰) محاسبه (قربانی، ۲۰۰۷) و در نهایت ۷ طبقه سطح روزنه با ابعاد ۵-۱۰ مترمربع، ۱۰-۱۵ مترمربع، ۱۵-۲۰ مترمربع، ۲۰-۲۵ مترمربع، ۲۵-۳۰ مترمربع، ۳۰-۳۵ مترمربع و بیشتر از ۳۵ مترمربع با حداقل سه تکرار (لکه زادآوری) در هر طبقه تفکیک شدند (جدول ۱).

1. Spherical Densiometer

جدول ۱- طبقه‌بندی میزان بستگی تاج و سطح روزنه‌های شناسایی شده در قطعه شاهد و مدیریت شده.

طبقه	درصد بستگی تاج	سطح روزنه (مترمربع)
۱	۹۰-۹۵	۵-۱۰
۲	۸۵-۹۰	۱۰-۱۵
۳	۸۰-۸۵	۱۵-۲۰
۴	۷۵-۸۰	۲۰-۲۵
۵	۷۰-۷۵	۲۵-۳۰
۶	۶۵-۷۰	۳۰-۳۵
۷	<۶۵	>۳۵

در هر لکه زادآوری، ۱۰ نهال به صورت تصادفی از طریق قرعه‌کشی انتخاب و تعداد برگ‌های آنها مورد شمارش قرار گرفت. همچنین در هر لکه از حداقل ۳ نهال، ۳ برگ به طور تصادفی انتخاب (بودت و میسیر، ۱۹۹۸)، و با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج^۱ سطح و ضریب شکل (نسبت شکل برگ به شکل دایره که توسط دستگاه سطح برگ سنج اندازه‌گیری می‌شود) آنها اندازه‌گیری شد. همچنین نرخ فتوسنتز خالص و پارامترهای فتوسنتزی حداقل ۳ نهال در هر لکه زادآوری درون عرصه طبیعی با استفاده از دستگاه پرتابل LCA-3^۲ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و در آخرین مرحله به منظور اطلاع از متوسط بستگی تاج پوشش در محدوده‌های مورد مطالعه (قطعه‌های ۱۴ هکتاری در هر دو قطعه شاهد و مدیریت شده) آماربرداری با شبکه‌ای به ابعاد ۴۰×۴۰ متر انجام شد.

نتایج

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در طبقه‌های هفت‌گانه شناسایی شده به طور یکسان در هر دو قطعه شاهد و مدیریت شده مورد مطالعه، طبقه هفتم دارای حداقل بستگی تاج پوشش با میزان کمتر از ۶۵ درصد و معادل آن حداکثر سطح روزنه با مقدار بیش از ۳۵ مترمربع و طبقه اول دارای حداکثر بستگی تاج پوشش با میزان ۹۵ درصد و معادل آن حداقل سطح روزنه با مقدار ۵ مترمربع می‌باشد.

1. Leaf Area Meter
2. Leaf Chamber Analysis System

نتایج به دست آمده از آماربرداری برای متوسط بستگی تاج پوشش نشان داد که متوسط بستگی تاج پوشش در قطعه شاهد و مدیریت شده دارای اختلاف معنی دار در سطح ۹۹ درصد اطمینان است که در قطعه شاهد با میزان ۸۶/۶۸ درصد بیشتر از قطعه مدیریت شده با مقدار ۸۱/۲۱ درصد می باشد و با توجه به سطح ۱/۰۴ مترمربع به ازای هر درصد بستگی تاج پوشش، میزان متوسط سطح روزنه در هکتار در قطعه شاهد و مدیریت شده به ترتیب معادل ۱۳۸۸ و ۱۹۵۷ مترمربع است.

همچنین نتایج به دست آمده از مقایسه های آماری نشان می دهد که بین مقادیر نرخ فتوستتز خالص نهال های راش در طبقه های هفت گانه قطعه شاهد اختلاف معنی داری در سطح ۹۵ درصد اطمینان وجود دارد (جدول ۲) به طوری که بیشترین و کمترین مقادیر میانگین به ترتیب مربوط به روزنه های طبقه ۷ با میزان ۲/۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه و طبقه ۲ با مقدار ۰/۵۶ میکرومول بر مترمربع در ثانیه می باشد (شکل ۱) و این در حالی است که در قطعه مدیریت شده فقط طبقه ۵ دارای نرخ متفاوت از بقیه طبقه ها است (جدول ۳ و شکل ۲).

جدول ۲- تجزیه و تحلیل واریانس نرخ فتوستتز خالص واحد سطح برگ ها در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.

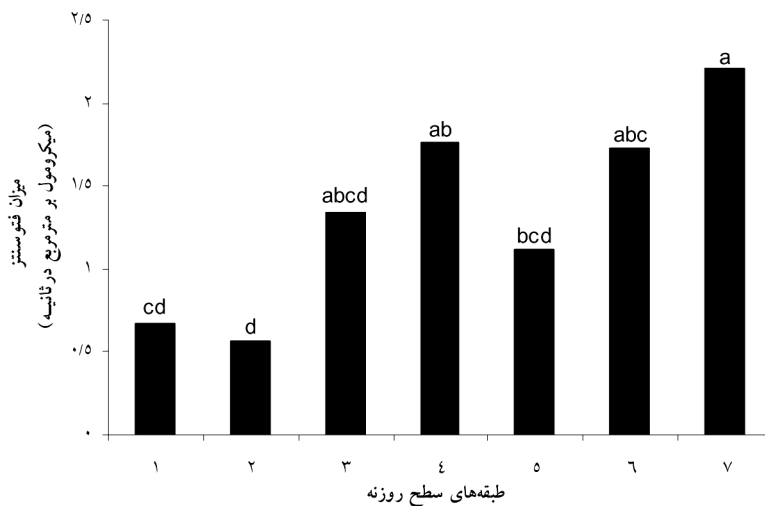
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	مربع میانگین	میزان F	سطح معنی داری
فتوستتز	۳۱/۵۶	۶	۵/۲۶۱	۲/۸۲۵	۰/۰۱۳
خطا	۲۰۸/۴۰۸	۱۱۳	۱/۸۴۴		
کل	۲۳۹/۹۷۱	۱۱۹			

جدول ۳- تجزیه و تحلیل واریانس نرخ فتوستتز خالص واحد سطح برگ ها در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.

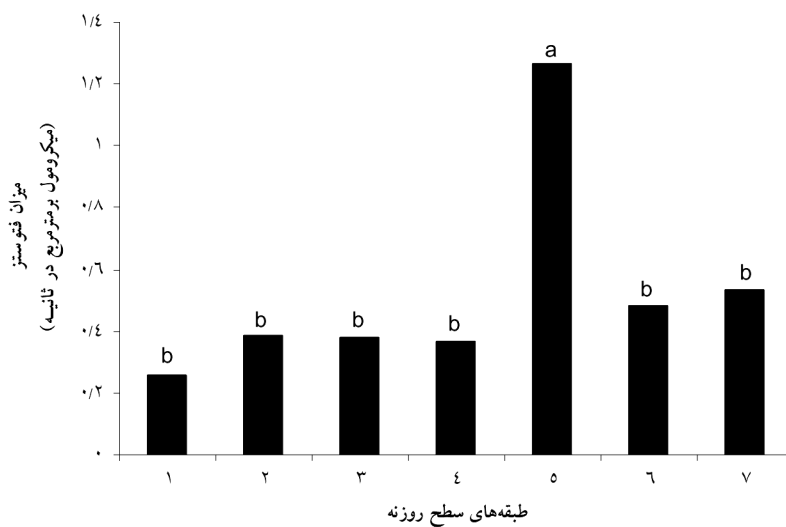
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	مربع میانگین	میزان F	سطح معنی داری
فتوستتز	۱۶/۲۶۲	۶	۲/۷۱	۴/۲۶	۰/۰۰۰
خطا	۶۶/۲۳۱	۱۱۳	۰/۵۸۶		
کل	۸۲/۴۹۳	۱۱۹			

مقایسه آزمون T- استیودنت میان هر طبقه سطح روزنه از قطعه شاهد با نظیر آن در قطعه مدیریت شده نیز نشان داد که اختلاف در مقادیر نرخ فتوستتز خالص در واحد سطح برگ ها بین دو قطعه فقط در طبقه های یک (T= ۲/۱۹۸ در سطح ۹۵ درصد اطمینان)، سه (T= ۲/۹۹۰ در سطح ۹۹ درصد اطمینان)،

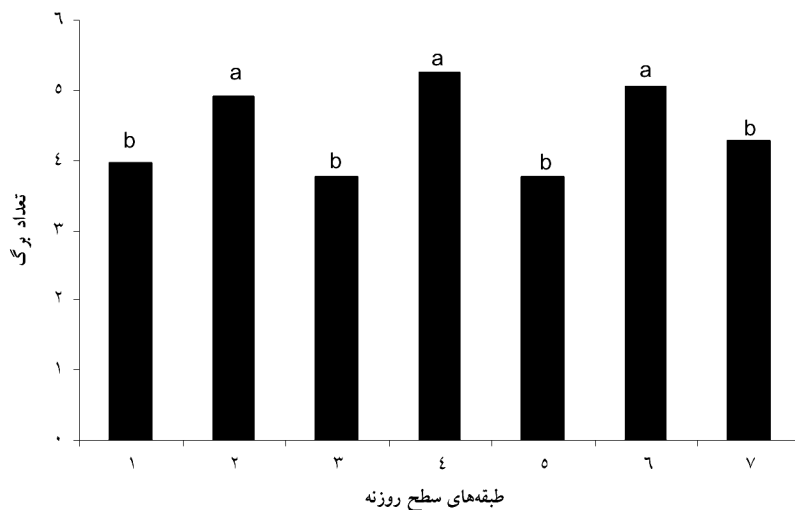
چهار (T= ۶/۴۹۳ در سطح ۹۹ درصد اطمینان) و هفت (T= ۲/۳۸۸ در سطح ۹۹ درصد اطمینان) معنی‌دار هستند که میزان آن در تمامی طبقه‌های یاد شده در قطعه شاهد بیشتر از مدیریت شده است.



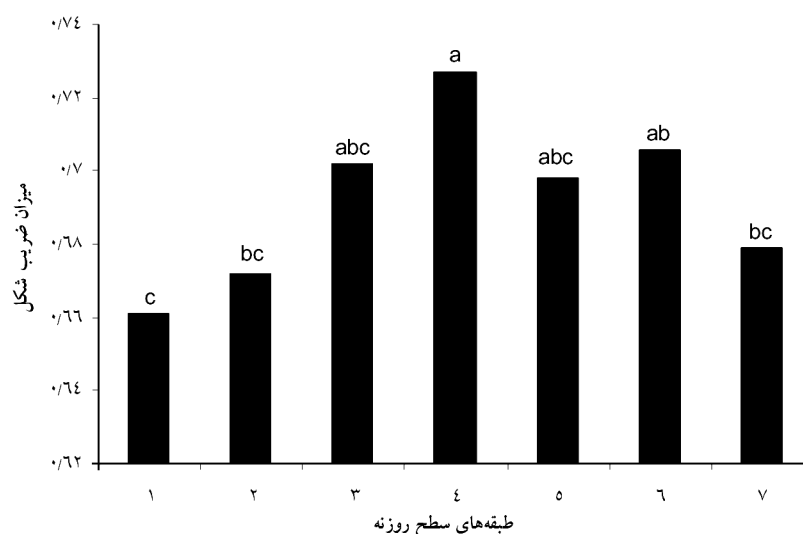
شکل ۱- میانگین نرخ فتوسنتز خالص واحد سطح برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.



شکل ۲- میانگین نرخ فتوسنتز خالص واحد سطح برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.



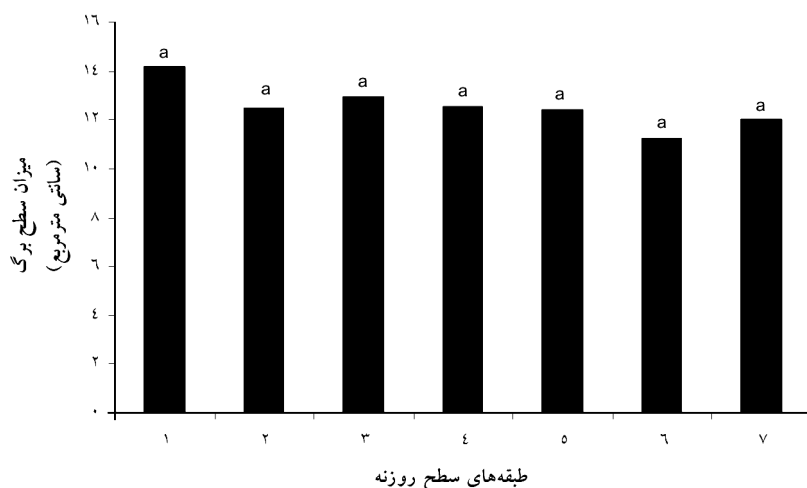
شکل ۳- میانگین تعداد برگ هر نهال در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.



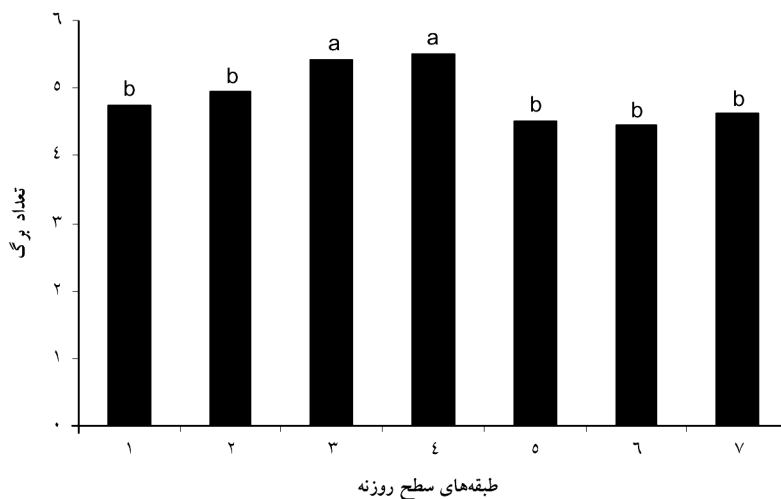
شکل ۴- میانگین ضریب شکل برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.

همان‌طورکه در شکل ۳ مشاهده می‌شود از نظر تعداد برگ میان طبقه‌های هفت‌گانه روزنه در قطعه شاهد، روزنه‌های طبقه‌های ۲، ۴ و ۶ به ترتیب با مقادیر میانگین ۴/۹، ۵/۳ و ۵/۱ دارای بالاترین تعداد برگ هستند. طبق نتایج به دست آمده از مقایسه چندگانه دانکن میزان ضریب شکل بیانگر وجود

اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد اطمینان است. چنان‌که در شکل ۴ مشاهده می‌شود روزنه طبقه ۴ با میزان میانگین ۰/۷۳ بالاترین میزان ضریب شکل را در میان سایر طبقه‌های روزنه دارا بوده و این در حالی است که اختلافی بین سطوح برگ‌ها مشاهده نشد (شکل ۵).

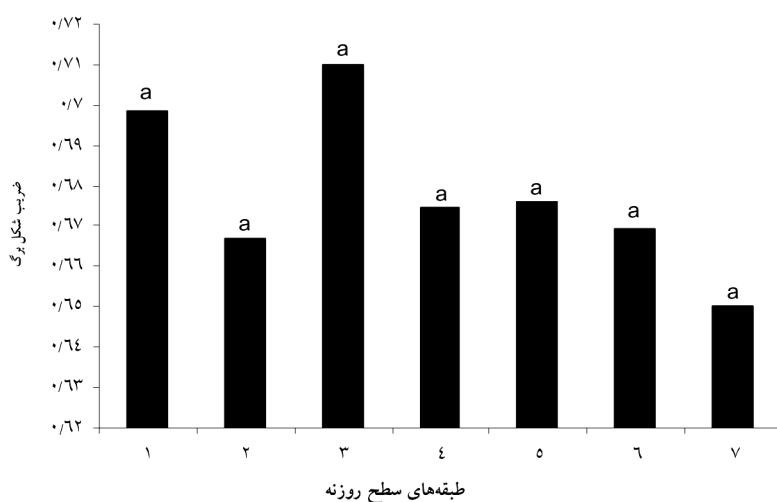


شکل ۵- میانگین سطح برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.

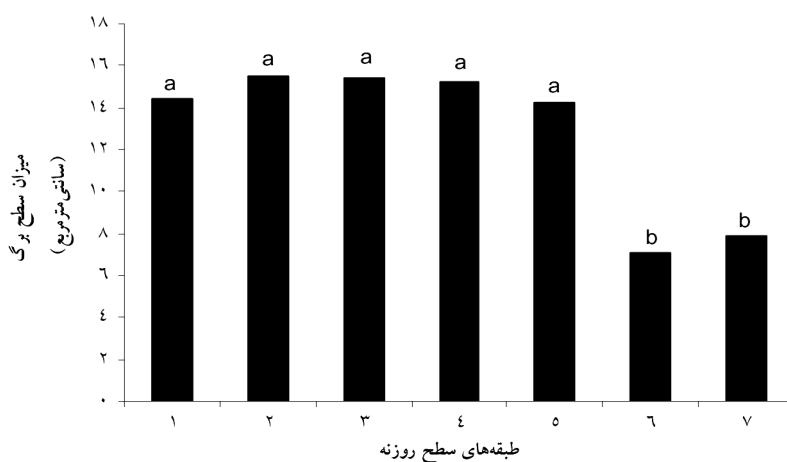


شکل ۶- میانگین تعداد برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.

همچنین در قطعه مدیریت شده، روزنه‌های طبقه‌های ۳ و ۴ با میانگین تعداد برگ ۵/۵ بیشترین تعداد را دارا می‌باشند (شکل ۶) و از نظر ضریب شکل برگ اختلاف معنی‌داری بین طبقه‌های مختلف سطوح روزنه مشاهده نگردید (شکل ۷) و بالاخره از نظر میزان سطح برگ نیز در میان طبقه‌های هفت‌گانه سطح روزنه، طبقه‌های سطح ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به‌ترتیب با مقادیر میانگین ۱۴/۳۹، ۱۵/۴۹، ۱۵/۳۸، ۱۵/۱۹ و ۱۴/۲۲ سانتی‌متر مربع بیشترین سطح برگ را نسبت به طبقه‌های ۶ و ۷ دارا هستند (شکل ۸).



شکل ۷- میانگین ضریب شکل برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.



شکل ۸- میانگین سطح برگ در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.

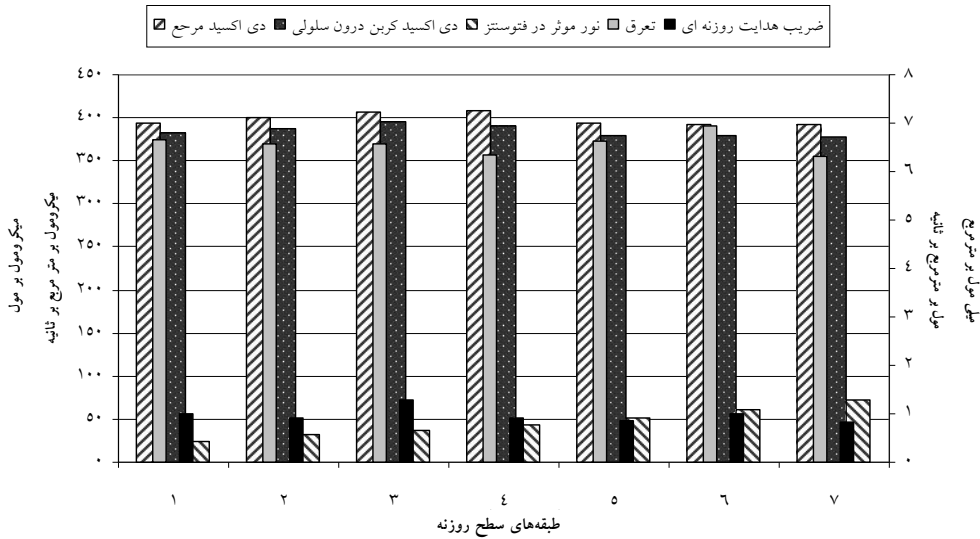
جدول ۴- همبستگی دوگانه سطح برگ و روزنه با نرخ فتوستنز خالص کل و واحد سطح برگ (شاهد □، مدیریت شده □).

نرخ فتوستنز خالص واحد سطح برگ	نرخ فتوستنز خالص	سطح برگ	سطح روزنه	نرخ کل فتوستنز خالص
۱	۰/۱۵۶ ^{ns}	-۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۱۸۶ ^{ns}	۰/۶۱۶ ^{**}
سطح برگ	۰/۲۳۶ [*]	۱	-۰/۴۷۷ ^{**}	۰/۲۰۴ [*]
سطح روزنه	۰/۲۹۴ ^{**}	-۰/۱۹۲ ^{ns}	۱	۰/۰۵۹ ^{ns}
نرخ کل فتوستنز خالص		-۰/۱۳۹ ^{ns}	۰/۳۴۴ ^{**}	۱

* معنی دار در سطح ۵ درصد خطا، ** معنی دار در سطح ۱ درصد خطا، ^{ns} غیر معنی دار

بررسی همبستگی‌های دوگانه نشان داد که در قطعه شاهد بین سطح روزنه با نرخ فتوستنز خالص واحد سطح برگ ($r^2=0/236$) و کل ($r^2=0/344$) به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد خطا ارتباط مثبت معنی دار وجود داشت که این مطلب تأثیر مثبت افزایش نور با افزایش سطح روزنه تاجی بر میزان فتوستنز را به علت وجود شرایط طبیعی و دست‌نخورده و شرایط بهینه فتوستنزی نشان می‌دهد. همچنین بین سطح برگ و سطح روزنه ارتباط معنی داری مشاهده نشد که احتمالاً سازگاری موفولوژی برگ با افزایش نور در قطعه شاهد به سایر عوامل درونی برگ مثل میزان تراکم روزنه‌ها و کلروفیل باز می‌گردد که نیازمند مطالعات بیشتر است. ولی در منطقه مدیریت شده بین سطح روزنه با نرخ فتوستنز خالص واحد سطح برگ و کل ارتباط غیر معنی دار و همچنین سطح برگ و سطح روزنه ارتباط منفی معنی دار ($r^2=-0/477$) در سطح ۱ درصد خطا مشاهده می‌شود که این مطلب احتمالاً واکنش مورفولوژیک برگ به تغییرات پارامترهای فتوستنزی در قطعه مدیریت شده را نشان می‌دهد که شرایط فتوستنزی به علت کمتر بودن میزان بستگی تاج در هکتار نسبت به قطعه شاهد نامساعدتر شده است بنابراین با افزایش سطح روزنه، برگ‌ها کوچک‌تر شده و روند مشخصی در مورد افزایش یا کاهش میزان فتوستنز مشخص نیست (جدول ۴).

شکل‌های ۹ و ۱۰ مقادیر عوامل موثر در فتوستنز شامل ضریب هدایت روزنه‌ای، تعرق، نور، دی‌اکسیدکربن درون سلولی و دی‌اکسیدکربن مرجع را در سطوح مختلف روزنه‌ای به ترتیب در قطعه شاهد و مدیریت شده نشان می‌دهند.

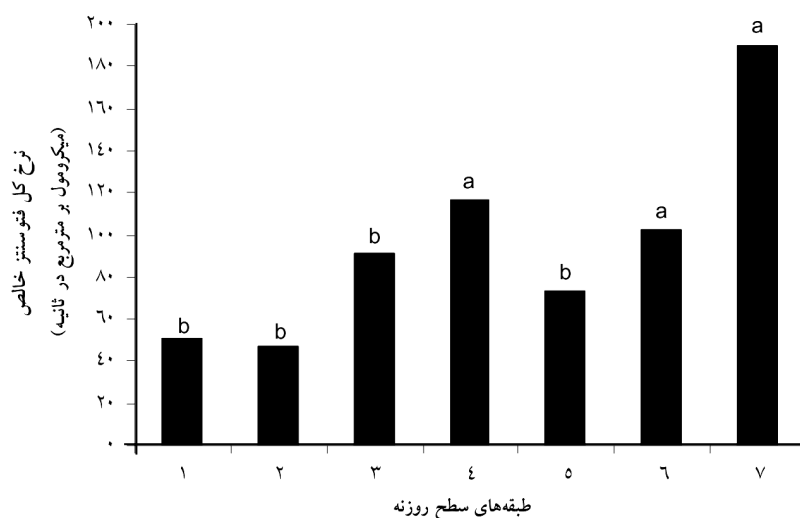


شکل ۹- میزان دی اکسیدکربن مرجع و درون سلولی (میکرومول بر مول)، نور موثر در فتوسنتز (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)، تعرق (میلی مول بر مترمربع) و ضریب هدایت روزنه‌ای (مول بر مترمربع بر ثانیه) در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.

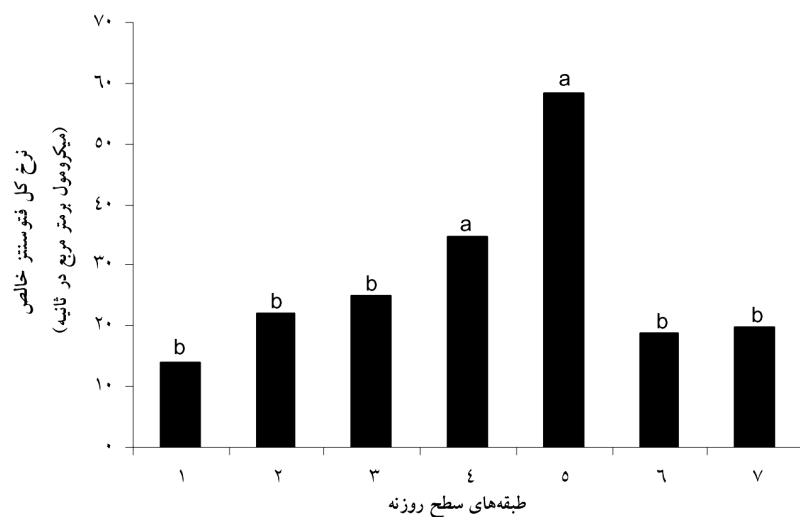


شکل ۱۰- میزان دی اکسیدکربن مرجع و درون سلولی (میکرومول بر مول)، نور موثر در فتوسنتز (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)، تعرق (میلی مول بر مترمربع) و ضریب هدایت روزنه‌ای (مول بر مترمربع بر ثانیه) در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.

همچنین نرخ کل فتوستتز خالص هر نهال در طبقات سطوح مختلف روزنه که تابعی از نرخ فتوستتز خالص واحد سطح برگ \times متوسط سطح برگ \times متوسط تعداد برگ است، به‌طور جداگانه محاسبه و توسط مقایسه چندگانه دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آن برای قطعه شاهد در شکل ۱۱ و برای قطعه مدیریت شده در شکل ۱۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۱- میزان نرخ کل فتوستتز نهال در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد.



شکل ۱۲- میزان نرخ کل فتوستتز خالص نهال در ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه مدیریت شده.

بحث و نتیجه گیری

وجود روزنه‌های طبیعی در تاج پوشش جنگل‌ها به‌عنوان محلی برای آغاز و استقرار تجدید حیات طبیعی در بیشتر توده‌های جنگلی بسیار مهم هستند و پرورش دهندگان جنگل همواره به‌دنبال الگویی از روند ایجاد سطح و تراکم روزنه‌ها در توده‌های طبیعی بوده تا از آنها در جهت مدیریت بهینه اکوسیستم‌های جنگلی بهره گیرند (دلفان‌ابازی و همکاران، ۲۰۰۴c).

اندازه‌گیری‌های بستگی تاج پوشش و سطح روزنه‌های موجود در توده‌های مورد مطالعه نشان داد که به‌طور طبیعی بستگی تاج پوشش از ۴۹ درصد تا ۹۲ درصد در قطعه شاهد متغیر است که به‌ترتیب معادل ۹ تا ۵۳ متر مربع سطح روزنه در توده می‌باشد. از سوی دیگر محاسبه متوسط سطح روزنه در هکتار قطعه شاهد و مدیریت شده نشان داد که میزان سطح روزنه بیشتری به‌طور مصنوعی در قطعه مدیریت شده مورد مطالعه نسبت به قطعه شاهد ایجاد شده است.

به‌طور کلی مقایسه نرخ فتوسنتز خالص بین ۷ طبقه سطح روزنه در قطعه شاهد بیانگر افزایش این مقدار با افزایش سطح می‌باشد به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان نرخ فتوسنتز خالص به‌ترتیب در طبقات سطح روزنه ۷ (بیشتر از ۳۵ مترمربع) با میانگین ۲/۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه و طبقه ۲ (۱۰-۱۵ مترمربع) با میانگین ۰/۵۶ میکرومول بر مترمربع در ثانیه مشاهده شد که علت این امر در مقایسه عوامل موثر بر نرخ فتوسنتز خالص در طبقه‌های هفت‌گانه بیانگر این است که افزایش سطح روزنه باعث افزایش میزان نور موثر در فتوسنتز (PAR)^۱ تا حد ۷۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه، کاهش میزان تعرق تا ۶/۳۲ میلی‌مول بر مترمربع و همچنین کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن درون سلولی به‌میزان ۳۷۷ میکرومول بر مول شده است که هر سه عامل یاد شده با توجه به رابطه مستقیم یا عکس آنها با نرخ فتوسنتز خالص به‌صورت یک عامل مثبت باعث افزایش نرخ فتوسنتز خالص در طبقه سطح روزنه هفت شده‌اند. نتایج رینولدز و فروخوت (۲۰۰۳) در مقایسه میزان فتوسنتز نهال‌های راش در شرایط سایه و نور نیز موید این مطلب است که این نرخ در شرایط نور بیشتر تا دو برابر افزایش خواهد یافت. همچنین نتایج دو پژوهش دیگر نیز افزایش میزان نرخ فتوسنتز خالص و ضریب هدایت روزنه‌ای نهال‌های راش را با افزایش نور تایید می‌نماید (توگنتی و همکاران، ۱۹۹۸؛ آراندا و همکاران، ۲۰۰۱a).

1. Photosynthetically Active Radiation

به‌طور کلی مقایسه نرخ فتوسنتز خالص نهال‌ها در سطوح مختلف روزنه مشابه بین دو قطعه شاهد و مدیریت شده نشان داد که در بیشتر سطوح این میزان برای نهال‌های قطعه شاهد بیشتر از قطعه مدیریت شده است که این به دلیل بیشتر بودن متوسط بستگی تاج پوشش در قطعه شاهد به میزان ۸۶/۶۸ درصد نسبت به قطعه مدیریت شده با متوسط بستگی تاج پوشش ۸۱/۲۱ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر بستگی تاج پوشش بیشتر در قطعه شاهد باعث افزایش دی‌اکسیدکربن مرجع و ضریب هدایت روزنه‌ای نهال‌ها شده که با نرخ فتوسنتز خالص رابطه مستقیم داشته و برعکس غلظت دی‌اکسیدکربن درون سلولی و تعرق به‌عنوان عوامل کاهشدهنده نرخ فتوسنتز خالص عمل کرده ولی میزان کاهندگی آنها به اندازه و اهمیت دو عامل قبلی نبوده است.

همان‌طور که مطالعات ریخت‌شناسی برگ نشان داد در قطعه شاهد با افزایش سطح روزنه، سطح برگ‌ها ثابت مانده ولی روند کلی تغییرات شکل برگ‌ها نشان‌دهنده دایره‌ای‌تر شدن برگ‌ها در طبقات بزرگتر سطح روزنه است که این سازگاری مورفولوژی تحت تاثیر عوامل محیطی به خصوص نور می‌باشد که نتایج پژوهش بودت و میسیر (۱۹۹۸) نیز موید این مطلب است. همچنین نتایج تاکتی و همکاران (۱۹۹۸) نیز بیانگر کاهش نسبت طول به پهنای برگ با افزایش نور است. از سوی دیگر بیشترین تعداد برگ در طبقات سطح روزنه ۲، ۴ و ۶ دیده می‌شود و مقایسه نرخ کل فتوسنتز خالص هر نهال بین طبقات مختلف سطح روزنه نیز بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بوده، به‌طوری‌که سطوح روزنه‌ای ۶ و ۷ دارای بیشترین میزان بودند که با بیشترین نرخ فتوسنتز خالص واحد سطح برگ در طبقه ۷ که دارای بیشترین مقدار بود، هم‌خوانی داشته و نهال‌های طبقه ۶ با افزایش تعداد برگ خود کمتر بودن نرخ فتوسنتز خالص خود را نسبت به طبقه ۷ جبران کرده‌اند.

همچنین افزایش سطح روزنه‌ها در طبقات ۶ و ۷ قطعه مدیریت شده باعث کاهش سطح برگ‌ها شده و شکل برگ‌ها به سمت کشیده‌تر شدن سوق پیدا کرده‌اند که این عامل احتمالاً سازگاری با شرایط محیطی روزنه‌های بزرگ‌تر از جمله میزان نور می‌باشد. نتایج پژوهش آراندا و همکاران، (b ۲۰۰۱) نیز موید وجود اختلاف معنی‌دار میان شاخص نوری و ویژگی‌های مورفولوژیک برگ‌های راش در یک توده راش - بلوط که تاج پوشش اشکوب فوقانی آن کاهش یافته بود می‌باشد. از سوی دیگر مقایسه نرخ کل فتوسنتز خالص نهال‌ها با توجه به سطح و تعداد برگ‌ها در طبقات مختلف سطح روزنه بیانگر بالا بودن این مقدار در طبقات سطح روزنه ۴ و ۵ است.

همچنین مقایسه نرخ کل فتوستتز خالص طبقات هفت‌گانه سطح روزنه بین دو قطعه مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری با احتمال ۹۵ درصد اطمینان بین طبقه‌های ۴، ۶ و ۷ وجود داشته به طوری که میزان این نرخ در طبقه‌های قطعه شاهد بیشتر از مدیریت شده است. علت این امر با توجه به مساوی بودن تعداد برگ‌ها در طبقات یاد شده به دو عامل دیگر موثر در این نرخ یعنی سطح برگ و نرخ فتوستتز خالص واحد سطح برگ باز می‌گردد که در طبقه ۷ بیشتر بودن میزان نرخ فتوستتز خالص واحد سطح برگ‌ها و در طبقه ۶ بیشتر بودن متوسط سطح برگ‌ها در قطعه شاهد نسبت به قطعه مدیریت شده باعث بیشتر شدن نرخ کل فتوستتز خالص در قطعه شاهد شده است. بالاخره در طبقه ۴ بیشتر بودن نرخ فتوستتز واحد سطح برگ در قطعه شاهد جبران کمتر بودن متوسط سطح برگ این قطعه را نموده به طوری که نرخ کل فتوستتز خالص قطعه شاهد در این طبقه نیز بیشتر از مدیریت شده است.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که متوسط سطح کل روزنه‌ها در هکتار به همراه میزان سطح روزنه موجود در بالای هر لکه زادآوری طبیعی توده‌های راش به عنوان مهم‌ترین عوامل در کنترل شرایط فتوستتزی به شمار می‌آیند و به طوری که مشاهده گردید در شرایط مساوی سطح روزنه‌ها در دو قطعه مطالعه شده، به خاطر بیشتر بودن متوسط سطح کل روزنه‌ها در هکتار قطعه مدیریت شده به میزان ۵۶۹ مترمربع در هکتار، نرخ فتوستتز خالص در واحد سطح برگ نهال‌ها در بیشتر سطوح روزنه در این قطعه نسبت به قطعه شاهد، کاهش یافته است که می‌توان دلیل آن را به علت بیشتر بودن دی‌اکسیدکربن مرجع و ضریب هدایت روزنه نهال‌ها در قطعه شاهد دانست. در چنین شرایطی نهال‌های قطعه مدیریت شده با تغییرات مورفولوژیک خود به خصوص از لحاظ سطح و تعداد برگ سعی در جبران کم بودن نرخ فتوستتز در واحد سطح برگ خود را نموده‌اند تا نرخ کل فتوستتز خالص نهال‌های موجود را بهبود بخشند به طوری که در سطوح روزنه‌ای کوچک‌تر که به طور معمول به صورت طبیعی در قطعه مدیریت شده وجود دارند و معمولاً انسان‌ها در ایجاد آنها دخالتی ندارند، موفق بوده‌اند اما در سطوح بزرگ‌تر از ۲۰ مترمربع که اغلب در اثر برش یک یا چند درخت به وجود آمده‌اند، موفق نبوده و باز شاهد کمتر بودن نرخ کل فتوستتز خالص نهال‌های این قطعه نسبت به قطعه شاهد هستیم. بنابراین باید سعی شود تا متوسط سطح روزنه‌ها در هکتار قطعات مدیریت شده تا حد ۱۳۸۸ مترمربع در هکتار شبیه به قطعه شاهد کاهش یافته تا بهترین شرایط برای فتوستتز و در نتیجه افزایش بیومس نهال‌ها ایجاد گردد و این مقدار متوسط سطح روزنه در هکتار می‌تواند به صورت برش‌های

تک‌گزینی درختی یعنی ایجاد سطوحی به بزرگی برداشت یک درخت با توجه به وسعت تاج درختان این گونه در توده‌های طبیعی اعمال شود که شبیه به شیوه عمل طبیعت در قطعه شاهد باشد.

منابع

1. Aranda, I., Bergasa, L.F., Gil, L. and Pardos, J.A. 2001a. Effects of relative irradiance on the leaf structure of *Fagus sylvatica* L. seedlings planted in the understory of a *Pinus sylvestris* L. stand after thinning. *Ann. For. Sci.* 58: 673-680.
2. Aranda, I., Gil, L. and Pardos, J.A. 2001b. Physiological responses of *Fagus sylvatica* L. seedlings under *Pinus sylvestris* L. and *Quercus pyrenaica* Wild overstories. *Forest Ecology and Management*, 162:153-164.
3. Beaudet, M. and Messier, Ch. 1998. Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple and beech seedlings growing under a natural light gradient. *Can. J. For. Res.* 28:7. 1007-1015.
4. Canham, C.D. 1988a. Growth and canopy architecture of the shade-tolerant trees: the response of *Acer saccharum* and *Fagus grandifolia* to canopy gaps. *Ecology*, 69: 786-795.
5. Canham, C.D. 1989b. Different response to gaps among shade tolerant tree species. *Ecology*, 70: 548-550.
6. Delfan Abazari, B. 1999a. Quantity and quality study of natural regeneration in second district of Langa forestry plan. M.Sc. Thesis. Eslami Azad university-Science and Research Unit. 191p.
7. Delfan Abazari, B., Cageb Talebi, Kh. and Namiranian, M. 2004b. Evolutionary processes of natural Beech stands in typical parcel of Kelardasht forests (Langa forestry plan). *Forest and Poplar J.* 12:3. 307-325.
8. Delfan Abazari, B., Cageb Talebi, Kh. and Namiranian, M. 2004c. Study of regeneration gap areas and quantity condition of established seedlings in typical parcel of Kelardasht forests (Langa forestry plan). *Forest and Poplar J.* 12:2. 251-266.
9. Forestry plan of Dr. Bahramnia (Revised district one). 1995. Forestry and Wood Technology Faculty. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 252p. (In Persian)
10. Ghorbani, F. 2007. Effect of canopy opening area on net photosynthesis rate and characteristics of *Fagus orientalis* seedlings. M.Sc. thesis in forestry. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 135p. (In Persian)
11. Hibbs, D.E. 1982. Gap-dynamics in a hemlock hard wood forest. *Can. J. For. Res.* 12: 522-527.

- 12.Katri, S., Rosenqvist, K.S. and Leverenz, J.W. 2004. Photoinhibition in seedlings of *Fraxinus* and *Fagus* under natural light conditions: implications for forest regeneration Journal Oecologia, Springer, Berlin, Heidelberg, 140:2. 241-251.
- 13.Lemon, R.E. 1956. Spherical densitometer for estimating forest overstory. For. sci. 2: 314-320.
- 14.Marquis, D.A. 1975. Seed storage and germination under northern hard wood forests. Can. J. For. Res. 5: 478-484.
- 15.Mosadeg, A. 1994. Geography of world forests. Tehran University Press. 404p. (In Persian)
- 16.Mosadeg, A. 2004. Silviculture. Tehran University Press. 481p. (In Persian)
- 17.Reynolds, P.E. and Frochot, H. 2003. Photosynthetic acclimation of beech seedlings to full sunlight following a major windstorm event in France. Ann. For. Sci. 60:701-709.
- 18.Rsane, Y., Moshtag, M. and Salehi, P. 2001. Quantity and quality study of north forests. Proceeding of national congress of north forests management and sustainable development. Forests and Rangelands Organization Press. 300p.
- 19.Runkel, J.R. 1981. Gap regeneration in some old-growth forests of eastern united states. Ecology, 62: 1041-1051.
- 20.Shahnavazi, H. 2000. Quantity and quality assessment of established regeneration gaps in Golband Beech stands (Chamand district). M.Sc. Thesis. Azad Eslami university-Sciences and Research Unit. 170p. (In Persian)
- 21.Tognetti, R., Minotta, G., Pinzauti, S., Michelozzi, S. and Borghetti, M. 1998. Acclimation to changing light conditions of long-term shade-grown Beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings of different geographic origins, Trees-Structure and Function. Springer Berlin/Heidelberg, 12:6. 326-333.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Effect of Canopy Opening Area on Net Photosynthesis Rate and Leaf Characteristics of Beech Seedlings in Control and Managed Stands

***D. Azadfar¹ and F. Ghorbani²**

¹Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²M.Sc., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Fagus orientalis is one of the most important species in the northern Iranian forests. Regeneration establishment is created by canopy opening resulted from the mortality of overstorey trees. The opening area has a significant effect on survival and growth of seedlings. The present research focused on determining optimum canopy opening area for natural Beech stands at Shastkola forest, also the effect of the opening areas on environmental factors, affecting on net photosynthesis rate and leaf characteristics. All stages of the research procedures have been replicated in both managed (by selection method) and natural (control) stands. The field categorization of canopy opening areas indicated that there were seven classes of canopy closure and also seven canopy opening areas ranging from 9 to 53 m². Leaf growth characteristics and net photosynthesis rate were evaluated in each of the canopy opening areas by LCA3 and compared by variance analysis and Duncan test. Also the mean opening area per hectare was 1338 and 1957m² per hectare for the control and managed sections, respectively. The results indicated that the mean opening area per hectare and opening area above each regeneration area of Beech stands were the major factors in controlling photosynthesis condition in such a way that seedlings establishment in the areas with smaller average opening area per hectare and larger opening area above the regeneration areas exhibit higher net photosynthesis rate per unit leaf area and also for the total net photosynthesis rate. The research also indicated that there was non-significant relationship between leaf area and opening areas in the control section but significant negative correlation in the managed section.

Keywords: *Fagus orientalis*, Canopy Opening Area, Net Photosynthesis Rate, Leaf Characteristics

* Corresponding Author; Email: azadfar.d@gmail.com