مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۳ صفحه‌های ۲۳۷ تا ۲۴۶ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

تأثیر شدت هرس و کاربرد کود نیتروژنه بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه رزماری[1]

Effects of Pruning Intensity and Nitrogenous Fertilizer on Some Physiological and Morphological Characteristics of *Rosmarinus officinalis*

مریم ابدال، نعمت‌اله اعتمادی*، علی یوسفی باصیری، یداله عبداللهی و زهرا خدابخش[2]

چکیده

یکی از عوامل مهم در رشد گیاهان به‌ویژه درختان و درختچه‌های موجود در فضای سبز، هرس صحیح آن‌ها است. برای بررسی تأثیر شدت هرس و کود نیتروژنه بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه رزماری، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با ۵ سطح هرس (بدون هرس (شاهد)، هرس نصف شاخه سال جاری، هرس کامل شاخه سال جاری، هرس نصف شاخه یک‌ساله و هرس کامل شاخه یک‌ساله)، ۲ سطح کود نیتروژنه (صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) در سه تکرار اجرا شد. مقدار رشد طولی در طی شش ماه، شمار شاخه‌های جانبی، وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه، حجم و طول ریشه، کلروفیل فلورسانس، رطوبت نسبی، نشت یونی و مقدار پرولین اندازه‌گیری شد. با افزایش شدت هرس ویژگی‌های رویشی گیاه کاهش یافت. استفاده از کود نیتروژنه سبب افزایش معنی‌دار وزن‌تر و خشک اندام هوایی و شمار شاخه جانبی گردید. با افزایش شدت هرس، مقدار فلورسانس کلروفیل کاهش و محتوای نسبی آب برگ، درصد نشت یونی و مقدار پرولین افزایش یافت و کاربرد کود نیتروژنه مقدار محتوای نسبی آب برگ و پرولین را افزایش داد. بیشترین درصد خشکیدگی قلمه‌ها (۷۷/۷۷٪) در تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژنه مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: کلروفیل فلورسانس، کود نیتروژن، هرس، رزماری، درصد خشکیدگی.

مقدمه

رزماری[3] گیاهی همیشه‌سبز، خشبی، بوته‌ای و چندساله از تیره نعناع سانان[4] است. در سطح جهان، دو گونه رزماری و واریته‌ها یا کولتیوارهای گوناگونی برای آن گزارش شده است که از نظر رنگ گل، ساقه، بنیه و تحمل شرایط محیطی متفاوت اند (۵). این گیاه بومی مناطق آهکی نواحی مدیترانه‌ای است که به‌خوبی، آب‌وهوای گرم مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحمل می‌کند (۲۴). امروزه رزماری در بیشتر نقاط جهان کشت می‌شود. پرورش گیاه رزماری در بیشتر نواحی ایران معمول می‌باشد. پرورش دهندگان عمده گیاه رزماری را در دنیا، کشورهای شمال آفریقا به‌ویژه مراکش و تونس و کشورهای جنوب اروپا به‌ویژه اسپانیا، فرانسه، ایتالیا، یوگسلاوی و آمریکا تشکیل می‌دهند (۲۱). رزماری گیاهی است که از قدیم مورد استفاده بشر بوده و از گذشته به‌عنوان ادویه و یک گیاه دارویی استفاده شده است. هم‌چنین، این گیاه در بیشتر باغ‌ها و پارک‌ها به‌صورت یک گیاه زینتی و معطر مورد کشت و کار قرار گرفته می‌شود (۲۴). از گیاه رزماری برای کشت لایه‌ای، حاشیه کاری، گلدانی، کاشت توده‌ای، پرچین رسمی، باغ‌های علفی، شکل سازی در فضای سبز می‌توان استفاده نمود (۹).

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۱۰

۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجویان کارشناسی علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (etemadian@acc.iut.ir).

۳- (*Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae)

۴- Lamiaceae

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

پرچین‌ها، گیاهانی هستند که هرس پذیر بوده و قادر به تحمل سرزنی‌های مکرر هستند و بخشی از فضای سبز را تشکیل داده‌اند. این گیاهان با توجه به یکدست بودن از نظر بافت و رنگ، به‌عنوان پس‌زمینه در طراحی فضای سبز استفاده می‌شوند. پرچین‌ها برای ایجاد زیبایی، ایجاد دیواره‌های بلند، تعیین مسیر حرکت، کاهش آلودگی صوتی و مرزهای مشخص در بستر کشت گل‌های فصلی کاشته می‌شوند. در فضای سبز، بیشتر پرچین‌های ایجاد شده از برگ نو است که نیاز آبی به نسبت بالایی دارد و آفت ها و بیماری‌های فراوانی شاخه و ریشه آن‌ها را تهدید می‌کند؛ اما گیاه رزماری تحمل خوبی به کم‌آبی و تنش شوری دارد. هم‌چنین، نسبت به بسیاری از آفت‌ها و بیماری‌ها و به شدت زیاد نور خورشید مقاوم است و به آلودگی هوا تحمل خوبی نشان می‌دهد (۳۳). هرس گیاهان در فضای سبز به شکل و عادت رشد آن‌ها بستگی دارد و از اصول مختلف هرس استفاده می‌شود (۳۳). درختان و درختچه‌ها، انرژی تولیدشده را به‌صورت قند، نشاسته و چربی‌ها در شاخه‌ها، تنه، سرشاخه‌ها و ریشه ذخیره می‌کنند. این انرژی ذخیره‌شده می‌تواند در شرایط مختلف در گیاه جابه‌جا شود. برای این‌که گیاه بتواند انرژی را ذخیره کند، نیازمند سطح گسترده‌ای از اندام فتوسنتز کننده است. برداشت شاخه‌ها و برگ‌ها، توان گیاه را در انجام فتوسنتز و ذخیره انرژی کم می‌کند و اگر گیاه توان خود را از دست دهد دیگر توان مقاومت در برابر پاتوژن‌ها را نخواهد داشت (۸). با قطع صحیح و منطقی شاخه‌ها بین جذب و دفع ماده‌ها در گیاه تعادل برقرارشده و درنتیجه از نظر رشد رویشی و زایشی متعادل می‌گردد و سبب شادابی و جوانی درخت و درختچه می‌گردد. هم‌چنین رقابت بین اندام‌ها از بین رفته و عمر گیاه افزایش می‌یابد (۱۰). برداشت سرشاخه‌های نازک و برگ رزماری ممکن است سالی دو بار انجام گردد، برگ‌هایی که برداشت می‌شوند برای تهیه اسانس و مصارف دارویی کاربرد دارند (۲۴). برداشت شاخه و برگ یک گیاه در اثر اجرای عملیات هرس، روی رفتار فیزیولوژیک و توان فتوسنتزی آن گیاه اثر می‌گذارد و می‌تواند رشد اندام هرس شده و رشد کل گیاه را زیر تأثیر قرار دهد (۱۰). با توجه به زمان تکرار و شدت هرس، بعضی از اندام‌های ذخیره کننده حذف و شماری دیگر ایجاد می‌شوند. این تغییرها در نوسان‌های فصلی ذخایر گیاه، می‌تواند مثبت باشد و در بعضی موارد نیز می‌تواند به کاهش مقادیر ذخیره در گیاه منجر گردد که در مورد هرس‌های شدید این حالت بیشتر است و هم‌چنین با هرس شدید تنش زیادی به گیاه وارد می‌گردد (۷). در عملیات هرس، با قطع شاخه‌ها ذخایر قابل‌استفاده‌ی گیاه که کربوهیدرات و نیتروژن است حذف می‌شوند (۱۰). رشد شاخساره های جدید ممکن است سبب از دست رفتن موقت کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای شاخساره های مسن‌تر شود (۷). میزان بهبود ذخایر، بستگی به شدت هرس و زمان آن دارد (۷). هرس، مقدار غلظت نیتروژن در برگ‌های باقی‌مانده را به مقدار کمی افزایش می‌دهد، چراکه در شمار برگ کمتر، مقدار معینی از نیتروژن پخش می‌گردد. هم‌چنین با هرس کردن گیاه، ساقه و برگ جدید تشکیل‌شده و درنتیجه جذب نیتروژن افزایش می‌یابد. نیتروژن به دلیل حضور در ترکیب‌های ضروری گیاه و اثر غیرمستقیم با افزایش نسبت ریشه به ساقه در افزایش فتوسنتز اثر مستقیم دارد (۱۸). نیتروژن از عنصرهای اصلی موردنیاز گیاه است که سبب رشد رویشی شده و بیشتر از دیگر عنصرها در تغذیه گیاهی مصرف می‌گردد (۲۲). نقش مهم نیتروژن در تولید ترکیب‌هایی مانند پروتئین و کلروفیل و فرآیند فتوسنتز در گیاه است. افزون بر این، بخشی از پروتئین‌های مختلف آنزیمی است (۲۲). نیتروژن برای رشد رویشی سریع‌تر اندام‌های هوایی مؤثر است (۱۸). تاکنون هیچ پژوهشی در مورد تأثیر شدت هرس بر گیاه رزماری انتشار نیافته است ولی پژوهش‌هایی در مورد تأثیر شدت هرس بر گیاهانی مانند رز[۱] (۱۱) درختچه تاغ[۲] (۳) و نوعی درخت کاج[۳] (۲۸) انجام‌شده است.

با توجه به اینکه در سال‌های اخیر از گیاه رزماری در طراحی فضای سبز به دلیل مقاومت زیاد آن به شرایط خشکی، شوری و دمای بالا زیاد استفاده می‌شود (۳۱)، در این پژوهش به بررسی اثر شدت هرس و کود نیتروژن بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه رزماری پرداخته شد.

مواد و روش

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۷ به‌صورت آزمایش گلدانی در گلخانه آموزشی- پژوهشی و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه به‌طور کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. محل آزمایش در شمال غرب اصفهان و در شمال شهرستان خمینی‌شهر در عرض جغرافیایی ۳۲

۱- *Rosa hybrida*.
۲- *Haloxylon* sp.
۳- *Wollemia nobilis*

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی واقع‌شده است. دمای کمینه و بیشینه گلخانه در طول دوره آزمایش به‌طور میانگین به ترتیب ۲۲ تا ۳۵ درجه سلسیوس بود. تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش شامل ۵ سطح هرس (بدون هرس (شاهد)، هرس نصف شاخه سال جاری، هرس کامل شاخه سال جاری، هرس نصف شاخه یک‌ساله و هرس کامل شاخه یک‌ساله) و دو سطح کود نیتروژنه (صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در نظر گرفته شد. قلمه‌های چوب نیمه سخت و برگ‌دار از بوته‌های رزماری بدون بیماری در کنار گلخانه‌های علوم باغبانی، به طول ۱۵ سانتی‌متر و قطر ۵ تا ۴ میلی‌متر در دی ماه تهیه شد. برای ریشه‌زایی، قلمه‌ها به روش فروبری در محلول غلیظ (Quick-dip) هورمون ایندول بوتیریک اسید با غلظت ۳۰۰۰ppm قرار گرفتند و در بستر گندزدایی شده‌ی ماسه و پرلایت به نسبت ۱:۱ زیر سیستم مه افشان به مدت حدود سه ماه ریشه‌دار شدند. قلمه‌های ریشه‌دار شده در داخل گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر که حاوی ۳/۵ کیلوگرم خاک شامل ترکیبی از خاک مزرعه و ماسه (۱:۱ v/v) بود کاشته شدند. ویژگی‌های خاک مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. بوته‌های رزماری حدود ۱۸ ماه در محیط گلخانه نگهداری شدند. سپس تیمارهای هرس روی بوته‌ها اعمال شدند. آبیاری هفته‌ای یک‌بار به مقداری که ۱۵ تا ۲۰ درصد زهکش داشته باشد انجام گرفت. هم‌چنین کود نیتروژن با غلظت صفر و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم (۲۹) (۱/۱ گرم برای هر گلدان) و هر سه هفته یک‌بار به همراه آب آبیاری به گلدان‌ها داده شد. از کود اوره با ۴۶ درصد نیتروژن برای اعمال تیمار کود نیتروژن استفاده گردید. شش ماه پس از هرس، ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک مختلف گیاه اندازه‌گیری شدند.

جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Table 1. The characteristics of the soil used in the experiment

بافت خاک Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (ds/m)	آهک Lime (CaCO3)	نیتروژن کل N (%)	فسفر P	پتاسیم K	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe
							(Mg Kg^{-1})		
لومی رسی Clay loam	7.7	0.9	13.5	0.03	6.2	120	0.73	4.1	8.46

اندازه‌گیری فاکتورهای رویشی

در پایان آزمایش، فاکتورهای رویشی شامل رشد طولی گیاه، شمار شاخه جانبی، وزن‌تر اندام هوایی و ریشه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد.

ارتفاع گیاه به‌وسیله خط کش میلی‌متری در دو زمان، بی‌درنگ بعد از هرس و در پایان آزمایش (شش ماه بعد)، از ناحیه طوقه تا جوانه انتهایی اندازه‌گیری شد. سپس رشد طولی در طی شش ماه محاسبه گردید. شمار شاخه‌های جانبی شمارش گردید. یک ماه پس از هرس بوته‌ها شمار بوته‌های خشک شمارش‌شده، سپس درصد خشکیدگی محاسبه گردید. به‌منظور تعیین وزن‌تر و خشک، گیاهان از خاک خارج و ریشه برای حذف بقایای خاک شسته شد و از اندام هوایی جدا گردید. رطوبت سطحی ریشه‌ها پیش از اندازه‌گیری وزن‌تر به‌وسیله دستمال‌کاغذی گرفته شد. تمام اندازه‌گیری‌های وزن به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم انجام شد. اندام هوایی و ریشه به مدت ۷۲ ساعت درون آون ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، ابتدا از هر گلدان سه برگ از بخش میانی هر گیاه برداشت شد و بی‌درنگ وزن شدند (وزن تر). سپس برگ‌ها داخل پتری دیش دربسته در آب مقطر قرار داده شدند تا یاخته‌های برگ به حالت تورژسانس درآیند. پس از گذشت ۲۴ ساعت آب سطح برگ‌ها به کمک دستمال‌کاغذی گرفته شد و وزن برگ‌ها اندازه‌گیری شد (وزن آماس). نمونه‌های برگ به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و در پایان پس از وزن کردن نمونه خشک‌شده، مقدار محتوای نسبی آب برگ با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۳۲).

(وزن خشک – وزن آماس) / (وزن خشک - وزن‌تر)= محتوای نسبی آب برگ (درصد)

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

تعیین درصد نشت یونی

برای اندازه‌گیری درصد نشت یونی، از روش تغییر یافته Lutts و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد (۱۷). بدین منظور در پایان آزمایش ۰/۱ گرم از برگ‌های تازه گیاه رزماری وزن شد. برگ‌ها پس از شستشو با آب مقطر درون لوله‌های آزمایش استریل شده قرار گرفت و ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه به آن‌ها اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت روی همزن در دمای ۲۵ درجه قرار گرفت. در پایان این مدت هدایت الکتریکی اولیه (EC1) با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی (مدل CC-501) قرائت شد. بعد از این مرحله لوله‌های آزمایش به مدت یک ساعت در حمام بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از رسیدن دمای نمونه‌ها به دمای آزمایشگاه هدایت الکتریکی ثانویه نمونه‌ها (EC2) قرائت شد و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی نمونه‌ها اندازه گیری شد:

$$\%EL=(EC1/EC2)\times 100$$

اندازه‌گیری اسیدآمینه پرولین

برای استخراج و سنجش پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد (۴). ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگ‌تر به همراه ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد درون هاون چینی ساییده شد و به لوله‌های آزمایش منتقل شد و به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور سانترفیوژ شدند. ۲ میلی‌لیتر از محلول رویی به لوله‌های آزمایش جدید منتقل شد و به ترتیب به آن‌ها ۲ میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص اضافه گردید و به مدت یک ساعت در حمام بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به‌منظور انجام واکنش قرار گرفت. پس از خارج کردن نمونه‌ها از حمام بن ماری، بی‌درنگ در ظرف یخ قرار گرفتند. سپس ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر یک از لوله‌های آزمایش اضافه شد. برای جداسازی دو فاز، نمونه‌ها به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه ورتکس شدند. درنهایت مقدار جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV160A) در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. برای تهیه محلول‌های استاندارد، غلظت‌های مختلف پرولین (میلی‌گرم) مانند نمونه‌ها از اسید استیک ۳ درصد برای حل کردن استفاده شد و سایر مراحل کار نیز مشابه تهیه عصاره نمونه انجام گرفت. غلظت پرولین بر اساس نمودار استاندارد تعیین‌شده و با استفاده از فرمول زیر برحسب میکرو مول در گرم وزن‌تر نمونه محاسبه شد:

$$\text{پرولین} = \frac{\frac{\text{تولوئن مصرفی} \times \text{میکرو گرم پرولین بر میلی لیتر}}{115.5}}{\frac{\text{وزن نمونه(گرم)}}{5}}$$

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل

شاخص فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm)، با استفاده از دستگاه International Plant Efficiency Analyzer ELE (ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد. به این منظور در هر گیاه جوان‌ترین برگ توسعه‌یافته انتخاب و به مدت ۲۰ دقیقه توسط گیره‌های دستگاه تاریکی داده شد. اندازه‌گیری بین ساعت ۱۰ تا ۱۴ انجام گرفت که تغییرهای روزنه‌ای فتوسنتزی در کمترین مقدار خود باشد و حداقل تأثیر را بر فاکتور اندازه‌گیری شده داشته باشد.

واکاوی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistix (نسخه ۸) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. هم‌چنین رسم نمودارها و جداول توسط نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۳) انجام شد. /

نتایج

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر هرس و کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها بر وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه، حجم ریشه، محتوای نسبی آب برگ و پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود($P<0.01$). اثر هرس در سطح احتمال یک درصد بر شمار شاخه‌های جانبی، کلروفیل فلورسانس و نشت یونی معنی‌دار شد و اثر کود نیتروژن بر مقدار طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ($P<0.01$).

نتیجه‌های مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲)، نشان داد بیشترین افزایش ارتفاع شاخه در طی شش ماه در تیمار بدون هرس (۱۰/۹۶ سانتی‌متر) و کمترین افزایش ارتفاع شاخه در تیمار هرس کامل شاخه سال جاری (۵/۸۵ سانتی‌متر) مشاهده شد.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن‌تر اندام هوایی مربوط به تیمار بدون هرس و دارای کود نیتروژن (۲۵/۵۸ گرم) بود و کمترین وزن‌تر اندام هوایی را تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژن (۴/۱۴ گرم) داشت (شکل ۱). در تیمارهای بدون هرس، هرس نصف شاخه سال جاری و هرس کامل شاخه سال جاری استفاده از کود موجب افزایش وزن تر اندام هوایی شده است. با افزایش شدت هرس، یعنی هرس نصف شاخه یک‌ساله و هرس کامل شاخه یک‌ساله تیمار دارای کود اثر معنی‌داری نسبت به تیمار بدون کود نداشته است. نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار بدون هرس و دارای کود نیتروژن (۱۰/۲۵ گرم) بود و کمترین وزن خشک اندام هوایی را تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و بدون کود نیتروژن (۱/۹۹ گرم) داشت (شکل۱). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن‌تر ریشه مربوط به تیمار بدون هرس و بدون کود نیتروژن (۲۲/۰۵ گرم) بود و کمترین وزن‌تر ریشه را تیمار هرس نصف شاخه یک‌ساله بدون کود نیتروژن و هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژن (۲/۳۷گرم) داشت (شکل ۱). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن خشک‌ریشه مربوط به تیمار بدون هرس و بدون کود نیتروژن (۴/۶ گرم) بود و کمترین وزن خشک‌ریشه را تیمارهای هرس نصف شاخه یک‌ساله و هرس کامل شاخه یک‌ساله داشتند (شکل ۱). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین حجم ریشه مربوط به تیمار بدون هرس و بدون کود نیتروژن (۷/۵۷ میلی‌متر مکعب) بود و کمترین حجم ریشه را تیمارهای هرس کامل شاخه یک‌ساله داشتند (شکل ۱).

جدول۲- مقایسه میانگین اثر شدت هرس و کود نیتروژنه بر ویژگی‌های رویشی گیاه رزماری.

Table 2. Effect of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on morphological parameters of rosemary.

عامل آزمایشی Treatments	افزایش ارتفاع Stem growth (cm)	وزن‌تر اندام هوایی Shoot fresh wt (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry wt (g)	وزن‌تر ریشه Root fresh wt (g)	وزن خشک‌ریشه Root dry wt (g)	طول ریشه Root length (cm)	حجم ریشه Root vol. (mm3)	شمار شاخه جانبی No. of branches
نوع هرس Pruning								
شاهد (بدون هرس) control	10.96 a	20.60 a	7.97 a	15.14 a	3.34 a	38.96 ab	4.78 a	12.50 bc
هرس نصف سال جاری Half of current-year prune	7.03 b	15.79 b	5.74 b	10.07 b	2.23 b	37.28 b	3.58 b	17.78 a
هرس کامل سال جاری Complete pruning of current -year	7.09 b	11.63 c	4.07 c	6.23 c	1.30 c	45.82 a	1.52 c	15.27 ab
هرس نصف یک‌ساله Half one-year-old prune	6.08 c	8.53 d	2.89 d	3.25 d	0.81 cd	42.28 ab	1.25 c	12.96 bc
هرس کامل یک‌ساله Complete pruning one-year-old	5.85 c	5.05 e	2.71 d	3.89 d	0.78 d	43.37 ab	0.30 d	10.75 c
سطح کود fertilizer								
0 Mg Kg^{-1}	7.47 a	10.43 b	3.76 b	10.52 a	2.23 a	45.31 a	3.45 a	13.98 a
300 Mg Kg^{-1}	7.33 a	14.21 a	5.59 a	4.91 b	1.15 b	37.78 b	1.12 b	13.73 a

Means followed by the same letter within each column shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD.

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی میانگین‌های که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن، نشان داد که بیشترین رطوبت نسبی مربوط به تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژن (۰/۸۷ درصد) بود و کمترین رطوبت نسبی را تیمار بدون هرس و بدون کود (۰/۴۵ درصد) داشت (شکل ۲). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین مقدار پرولین مربوط به تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژن (۰/۲۵ میکرو مول بر گرم) بود و کمترین رطوبت نسبی را تیمار بدون هرس و بدون کود نیتروژن (۰/۱۱ میکرو مول بر گرم) داشت (شکل ۲).

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

جدول۳- مقایسه میانگین اثر نوع هرس و کود نیتروژن بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه رزماری.

Table3. Effect of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on physiological parameters of rosemary.

عامل آزمایشی Treatments	کلروفیل فلورسانس Fluorescence chlorophyll	محتوای نسبی آب RWC (%)	نشت یونی EL (%)	پرولین Proline (µmol. g^{-1})
نوع هرس Pruning				
شاهد (بدون هرس) control	0.816 a	60.06 b	16.31 b	0.147 c
هرس نصف سال جاری Half of current –year prune	0.811 a	78.70 a	16.36 b	0.152 c
هرس کامل سال جاری Complete pruning of current -year	0.811 a	75.88 a	18.31 b	0.148 c
هرس نصف یک‌ساله Half one-year-old prune	0.754 b	82.99 a	23.36 a	0.170 b
هرس کامل یک‌ساله Complete pruning one-year-old	0.713 b	78.93 a	25.53 a	0.240 a
سطح کود fertilizer				
0 Mg Kg^{-1}	0.781 a	71.28b	21.02 a	0.150 b
300 Mg Kg^{-1}	0.780 a	79.34a	18.93 a	0.200 a

Means followed by the same letter within each column shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی میانگین‌های که دستکم دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بیشترین درصد خشکیدگی در تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژن (۷۷/۷۷ درصد) است و کمترین درصد خشکیدگی در تیمارهای شاهد، هرس نصف شاخه سال جاری و هرس کامل شاخه سال جاری (صفر درصد) بود. نتیجه‌ها نشان می‌دهد که هرس کامل شاخه یک‌ساله سبب خشکیدگی بیشتر بوته‌ها شده و استفاده از کود در این شرایط باعث تشدید خشکیدگی بوته‌ها گردید، درحالی‌که هرس کامل شاخه یک‌ساله بدون استفاده از کود نیتروژن ۳۳/۳۳ درصد بوده است.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

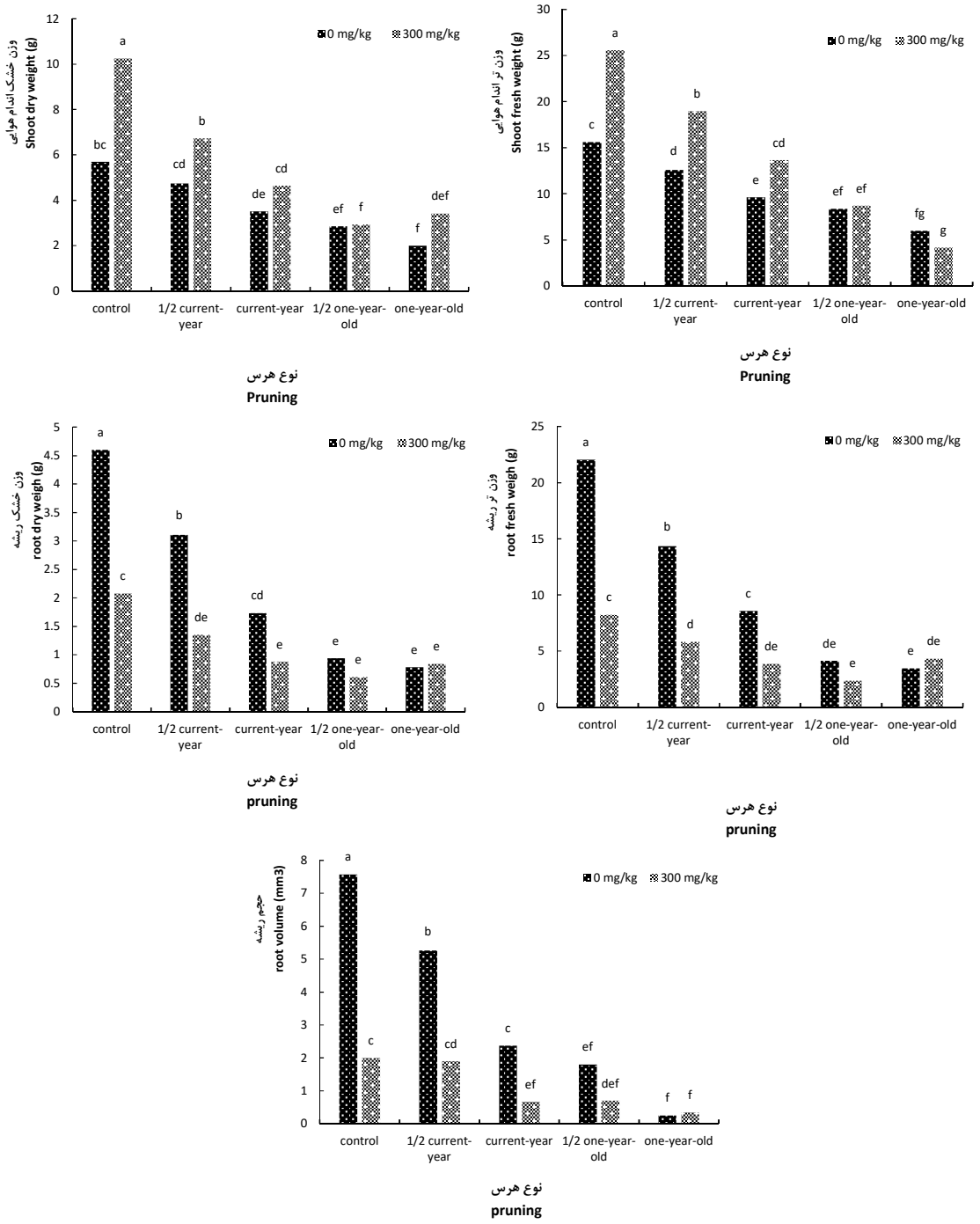

Fig.1. Effect of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on shoot fresh and dry weight, root fresh and dry weight and root volume of rosemary. In each row and within each factor, means followed by a same letter are not significantly different according to LSD's test at 0.05.1/2 current year: Half of current-year prune, current-year: Complete pruning of current-year, 1/2 one-year-old: Half one-year-old prune, one-year-old: Complete pruning one-year-old.

شکل ۱- برهمکنش هرس و کود نیتروژنه بر وزن‌تر و خشک اندام هوایی، وزن‌تر و خشک‌ریشه و حجم ریشه گیاه رزماری. میانگین‌های که دستکم دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

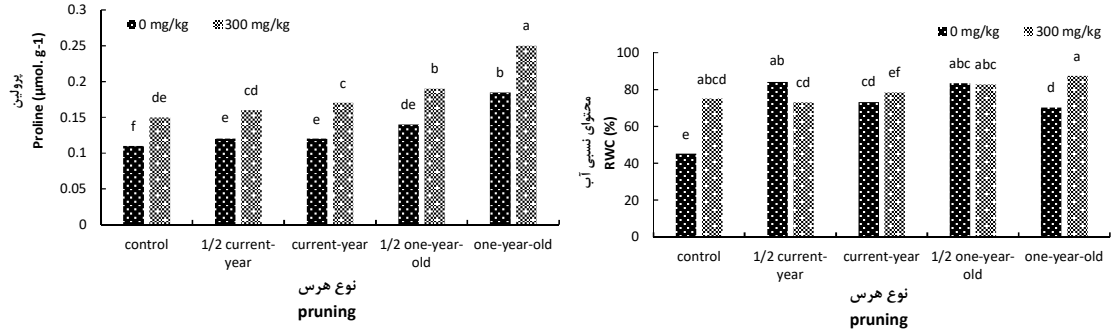

Fig. 2. Effect of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on relative water content (RWC) and proline of rosemary. In each row and within each factor, means followed by a same letter are not significantly different according to LSD's test at 0.05. 1/2 current year: Half of current-year prune, current-year: Complete pruning of current-year, 1/2 one-year-old: Half one-year-old prune, one-year-old: Complete pruning one-year-old.

شکل ۲- برهمکنش هرس و کود نیتروژنه بر رطوبت نسبی آب برگ و مقدار پرولین گیاه رزماری. میانگین‌های که دستکم دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بحث

ویژگی‌های رویشی

بر اساس نتیجه‌های این پژوهش، بیشترین مقدار رشد طولی در طی شش ماه در تیمار شاهد (بدون هرس) و کمترین رشد طولی در تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله مشاهده شد. بیشترین شمار شاخه جانبی در هرس نصف شاخه سال جاری و کمترین شمار در هرس کامل شاخه یک‌ساله ایجاد شد. طبق نتیجه‌های حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار حجم ریشه و وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه در تیمار شاهد مشاهده شد و با افزایش شدت هرس این مقادیر کاهش یافت. استفاده از کود نیتروژن موجب افزایش وزن‌تر و خشک اندام هوایی و کاهش وزن‌تر، خشک، طول و حجم ریشه گردید. شاخه‌ای که قطع می‌گردد درواقع ذخایر قابل استفاده گیاه محسوب می‌شود که کربوهیدرات و نیتروژن است. حذف این منابع، توانایی گیاه را برای رشد کاهش می‌دهد. با انجام هرس، به لایه‌ی کامبیوم آوندی که تقسیم یاخته‌ای در آن صورت می‌گیرد خسارت وارد می‌شود که بر رشد شاخه تأثیر مستقیمی دارد (۱۰). کاهش ارتفاع با افزایش شدت هرس توسط Pinkard و همکاران روی گیاه اکالیپتوس گزارش‌شده است (۲۷) که با نتیجه‌های این پژوهش مطابقت دارد. نوع هرس و چگونگی رشد مجدد در گونه‌های مختلف متفاوت است. هرس شدید و حذف زیاد شاخساره، سبب کاهش میزان دریافت نور توسط تاج پوشش و تضعیف فتوسنتز آن می‌شود و درنهایت ذخیره کربوهیدرات‌ها کاهش‌یافته و رشد محدود می‌گردد (۱۶). با توجه به اینکه تولید هورمون اکسین توسط جوانه انتهایی از رشد جوانه جانبی جلوگیری می‌کند (۲۶)، با حذف جوانه انتهایی اثر غالبیت انتهایی حذف می‌گردد و رشد شاخه‌های جانبی افزایش می‌یابد (۲۳). با انجام هرس شمار مصرف‌کننده‌های متابولیکی که سبب تخلیه کربوهیدرات‌های ذخیره‌شده می‌شوند و هم‌چنین مانع حرکت کربوهیدرات‌ها به سمت بخش‌های پایین گیاه می‌گردند، کاهش می‌یابند بنابراین کربوهیدرات‌های موجود در بوته سبب توسعه شاخساره‌های جدید می‌شوند (۶). هرس شدید با ایجاد شوک ناگهانی در گیاه باعث کاهش رشد رویشی می‌گردد و تشکیل شاخه‌های جدید در بازه‌ی زمانی طولانی‌تری صورت می‌گیرد (۱۱). سیف‌الدین و همکاران گزارش کردند که با هرس کامل شاخه‌ها در گیاه Bougainvillea وزن‌تر شاخه‌ها ۶۰ درصد کاهش‌یافته است (۳۰). نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که وزن‌تر و خشک اندام هوایی هنگام استفاده از کود نیتروژن در زمان هرس افزایش‌یافته است که با نتیجه‌های Hou و همکاران در گیاه تنباکو مطابقت دارد. آنان نشان دادند که ظرفیت جذب نیتروژن گیاه ارتباط نزدیکی با شمار ریشه‌های نابجا، طول، وزن خشک و منطقه جذب فعال ریشه دارد (۱۵). نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه مربوط به تیمار شاهد است که با نتیجه‌های فرخ پور (۱۳۹۴) در گیاه رز مطابقت دارد (۱۱). نتیجه‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کود نیتروژن سبب تحریک رشد اندام هوایی می‌گردد و رشد ریشه کاهش می‌یابد (۱۳). رشد ریشه به نحوه پراکندگی شاخساره و یا نوع و محل هرس شاخه بستگی دارد. بنابراین شدت‌های مختلف هرس باعث می‌شود وزن ریشه تغییر کند (۳۰).

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

ویژگی‌های فیزیولوژیک

نتیجه‌های تجزیه داده‌ها نشان داد که با افزایش شدت هرس مقدار کلروفیل فلورسانس کاهش و مقدار محتوای نسبی آب برگ، پرولین و نشت یونی افزایش‌یافته است. مقدار کلروفیل فلورسانس در هرس نصف شاخه یک‌ساله و هرس کامل شاخه یک‌ساله کمتر از ۰/۸ است که پدیده بازدارندگی نوری را نشان می‌دهد (۱۹). بازدارندگی نوری زمانی رخ می‌دهد که‌برگ‌ها انرژی کمتری از نور را جذب می‌کنند تا بتوانند در فتوسنتز از آن استفاده کنند (۲۵). در هرس شدید، شمار کمتری برگ در معرض تابش نور قرار گرفته، در نتیجه مقدار کلروفیل فلورسانس کاهش‌یافته است (۶). محتوای نسبی آب برگ در گیاهان بدون هرس کاهش‌یافته است که با نتیجه‌های Ghosh و همکاران در گیاه *Jatropha curcas* مطابقت دارد. گیاهان بدون هرس به دلیل داشتن سطح تعرق بیشتر آب بیشتری از دست داده و رطوبت نسبی پایین‌تری دارند (۱۲). افزایش مصرف کود نیتروژن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رطوبت نسبی آب برگ داشت. نیتروژن از طریق افزایش مقدار ساخت پروتئین‌ها و افزایش ضخامت دیواره یاخته‌ای باعث جذب بیشتر آب توسط پروتوپلاسم یاخته شده و درنتیجه آن رطوبت نسبی گیاه را بهبود می‌بخشد (۲۰). افزایش مقدار پرولین و نشت یونی می‌تواند نشان‌دهنده افزایش تنش واردشده به گیاه باشد. با کاربرد کود نیتروژن مقدار پرولین افزایش‌یافته است. ازآنجایی‌که نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه ازجمله پرولین نقش اساسی داشته، با افزایش مصرف این عنصر، تولید پرولین افزایش‌یافته است که با نتیجه‌های Bagchi و همکاران روی گیاه آنچوچک[1] مطابقت دارد (۲).

درصد خشکیدگی

بیشترین درصد خشکیدگی در تیمار هرس کامل شاخه یک‌ساله و دارای کود نیتروژن مشاهده گردید ولی در تیمارهای بدون هرس، هرس نصف و کامل شاخه سال جاری خشکیدگی مشاهده نشد. شدت هرس بر رشد مجدد و ادامه‌ی حیات گیاهان بسیار مؤثر است. در پژوهشی، Aldon و Cavazos بیان کردند که در گیاه اسفناج وحشی[2]، هرس شدید سبب نابودی بیشتر گیاهان شده است (۱) که با نتیجه‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد. در حالی که درگیاهان مسن اشنان و تاغ، کف بری باعث افزایش رشد و شادابی گردیده است (۳). درنتیجه نوع هرس و چگونگی رشد مجدد در گونه‌های مختلف متفاوت است. در مقابل، برداشت متعادل، باعث جوان‌سازی و تحریک رشد در گیاهان می‌گردد (۱۴).

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این آزمایش در گیاه رزماری، برای ایجاد پرچین یا هرس تک بوته، هرس نصف شاخه سال جاری همراه با کود نیتروژن مناسب است. هرس نصف شاخه یک‌ساله و هرس کامل شاخه یک‌ساله به همراه کاربرد کود نیتروژن منجر به خشک شدن (به ترتیب ۵۵/۵۵ درصد و ۷۷/۷۷ درصد) می‌گردد. این آزمایش به‌صورت گلدانی انجام گرفته است و با توجه به تأثیر شرایط محیطی بر واکنش گیاهان به هرس و تأثیر کود نیتروژن، پیشنهاد می‌شود این آزمایش در شرایط مزرعه و هم‌چنین روی گیاهان رزماری چندساله نیز انجام شود.

منابع References

1. Aldon, E.F. and J. Rafael Cavazos Doria. 1996. Growing and harvesting fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) under saline condition. In Wild Land Shrub and Arid Land Restoration Symposium: Proceedings. DIANE Publishing. 299p.
2. Bagchi, T.B., P. Sukul, and B. Ghosh. 2008. Biochemical changes during off-season flowering in guava (*Psidium guajava* L.) induced by bending and pruning. J. Trop. Agr. 46:64-66.16.
3. Baghestani Meybodi, N., S., Rahbar, M., Shamszadeh and M., Rahbar. 2003. The effect of several pruning methods on the growth and vigor of old hand-planted-Haloxylon with two different density levels in Yazd. Final report of the research project of Yazd Agricultural and Natural Resources Research Center. 46 p. (In Persian).
4. Bates, L.S., R.P. Waldren, and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.
5. Bown, D. 1995. Encyclopedia of Herbs and Their Uses. Dorling Kindersley, London.448p.
6. Calatayud, A., D. Roca, E. Gorbe and P.F. Martı´nez. 2007. Light acclimation in rose (*Rosa hybrida* cv. Grand Gala) leaves after pruning: effects on chlorophyll a fluorescence, nitrate reductase, ammonium and carbohydrates. Sci. Hort. 111: 152–159.

۱- *Psidium guajava* ۲- *Atriplex canescens*

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

7. Clair-Maczulajulajtys, D., I. LeDisquet and G. Bory. 1999. Pruning stress: Changes in the tree physiology and their effects on the tree health. Int. Symp. Urban Tree Health. 496: 317-324.
8- Cowan, A. 2002. Principles, Practice and specification for Tree Pruning. J. Forestry April. 96: 131-137.
9. Dolezal, R.J. 2002. The Complete Guide to Choosing Land Scape Plants. Creative Publishing International. Minne sota. USA. 402p. 1. Etemadi, N. and A. Abzal. 2006. Training and pruning of apple and pear trees, (translation), first edition. University Jahad Publication. Isfahan University of Technology. 179 p. (In Persian).
10. Etemadi, N. and A. Abzal. 2006. Training and pruning of apple and pear trees, (translation), first edition. University Jahad Publication. Isfahan University of Technology. 179 p. (In Persian).
11. Farrokhpour, M. 2015. Effect of intensity and time of pruning on quantity and quality of Floribanda rose flowers. Master Thesis in Horticulture. Isfahan University of Technology. 51 p. (In Persian).
12. Ghosh, A., J. Chikara, and D.R. Chaudhary. 2011. Diminution of economic yield as affected by pruning and chemical manipulation of *Jatropha curcas* L. Biom. Bioen.. 35: 1021-1029.
13. Harris, R.W. 1992. Root-shoot ratios. J. Arb. 18: 39-42.
14. Holechek, J.L., R.D. Pieper, and C.H. Herbel. 1995. Range Management, Principles and Practices . rentice Hall Upper Saddle River. NewJersey. 526p.
15. Hou, M.,Q. Jin, X.Wu, Y.Yao, and Z. Zhang. 2016. Impact of top-pruning time on the fertilizer N use efficiency of flue-cured tobacco as assessed by 15N tracing technique, Arc. Agron. Soil Sci. 13: 1-12.
16. Li, K.T., and A.N. Lakso. 2004. Photosynthetic characteristics of apple spur leaves after summer pruning to improve exposure to light. Hort. Sci. 39: 969–972.
17. Lutts, S. and J. Bouharmont. 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Ann. Bot. 78: 389-398.
18. Maurin, V. and A. Desrocher. 2013. Physiological and growth response to pruning season and intensity of hybrid popalar. Forest Ecol. Manage. 304: 399-406.
19. Maxwell, K. and G.N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence a practical guide. J. Exp. Bot. 51: 659–668.
20. Mirseyed Hoseini, H. A., Fathi Gerdelidani, M. Kohestani and M. R. Bihamta. 2017. Effect of CO_2 concentration and soil nitrogen availability on physiological and growth indices of wheat. Iranian Journal of Soil and water Research. 49: 767-779 (In Persian).
21. Mohamed W.A.M Abd-Elhakim Y.M. Farouk S.M. 2016. Protective effects of ethanolic extract of rosemary against lead-induced hepato-renal damage in rabbits. Exp. Toxicol Pathol. 68:451-461.
22. Muñoz-Huerta R.F., R.G. Guevara-Gonzalez, L.M. Contreras-Medina, I. Torres-Pacheco, J. Prado-Olivarez and R.V. Ocampo-Velazquez. 2013. A Review of methods for sensing the nitrogen status in plants: Advantages, Disadvantages and Recent Advances. Sensors.13: 10823-10843.
23. Nazari. F. 2017.The effect of two times rejuvenation pruning on vegetative and reproductive of four cut rose (*Rosa hybrida* L.) cultivars under soilless culture. J. Plant Res. 30: 3 (In Persian).
24. Omidbaigi, R. 2010. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghodse Razavi Publication, Mashhad. 348 P (In Persian).
25. Osmond, C.B. 1994. What is photoinhibition? Same insights from comparisons of shade and sun plants. In: Baker, N.R., and J.R.Bowyer, (Eds.), Photoinhibition of Photosynthesis. From Molecular Mechanisms to Field. BIOS Scientific Publisher. Oxford. UK. 496p.
26. Pandey, A., and J. Srivastava. 2003. A note on the effect of size of corm on the sprouting and flowering of saffron. J. Sci. Hort. 85: 211-221.
27. Pinkard, E.A. 2002. Effects of pattern and severity of pruning on groeth and branch development of pre-canopy closure *Eucaliptus nitens*. Forest Ecol. Mango. 157: 217-230.
28. Pohio, K.E., H.M. Wallace, R.F. Peters, T.E. Smith and S.J. Trueman. 2005. Cuttings of Wollemi pine tolerate moderate photoinhibition and remain highly capable of root formation. Trees Struc. Func. 19: 587–595.
29. Ram, D., M. Ram, and R. Singh. 2006. Optimization of water and nitrogen application to menthol mint (*Mentha arvensis* L.) through sugarcane trash mulch in a sandy loam soil of semi-arid subtropical climate. Biores. Technol. 97: 886-893.
30. Saifuddin, M., A.B.M.S. Hossain, N. Osman, M.A. Sattar, k.M. Moneruzzaman, and M.I. Jahirul. 2010. Pruning impacts on shoot-root-growth, biochemical and physiological changes of *Bouganvillea glabra*. Aust. J. Crop Sci. 4: 530-537.
31. Tounekti, T., A. M. Vadel, M. Oñate, H. Khemira, and S. Munné-Bosch. 2011. Salt-induced oxidative stress in rosemary plants: Damage or protection? Environmen. Exp. Bot. 71: 298-305.
32. Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant ater status. Plant Soil. 58: 339-366.
33. Zamani, N., N. Etemadi and A. Mohammadkhani. 2016. The effect of Paclobutrazol and Trinexapac-ethyl on morphological and physiological characteristics of Rosmari (*Rosmarinus officinalis*) and Thuja (*Thuja orientalis* "Morgan") as two hedging plants. Iranian Journal of Horticultural Science. 47: 511-519 (In Persian).

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (2): 237 - 246 (2020)
Research article

Effects of Pruning Intensity and Nitrogenous Fertilizer on Some Physiological and Morphological Characteristics of *Rosmarinus officinalis*

M. Abdal, N. Etemadi*, A. Yousefi Basiri, Y. Abdollahi, Z. Khodabakhsh[1]

Correct pruning is one of the most important factors in growing plants particularly trees and shrubs, in the landscape. The present study was conducted to assess the effects of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on physiological and morphological characteristics and wilting percentage in rosemary plant. A factorial experiment was arranged in a completely randomized design with five levels of pruning (no pruning, half of current –year branch prune, complete pruning of current-year branch, half one-year-old branch prune and complete pruning one-year old branch) and two levels of nitrogenous fertilizer (0 and 200 $kg.ha^{-1}$) with three replications. For this purpose used 18-month-old rosemary cuttings grown in the greenhouse. Stem growth was measured during six months. Number of lateral branches, root and shoot fresh and dry weights, root volume and length, chlorophyll fluorescence, relative water content (RWC), ion leakage (EL) and proline were evaluated. The growth of rosemary plants was reduced with increased pruning intensity and fresh and dry weight of shoot and number of lateral shoots were increased with useing nitrogenous fertilizer.With increased pruning intensity, RWC, ion leakage percentage and proline content were increased and chlorophyll fluorescence decreased. RWC and proline were increased with the application of nitrogenous fertilizer. The highest wilting percentage (77.77%) of plants was observed in complete pruning of one-year old branch with nitrogen fertilizer.

Keywords: Chlorophyll fluorescence, Nitrogenous fertilizer, Pruning, Rosemary, Wilting.

1. M.Sc. Student, Associate Professor, B.Sc. Students, Horticulture Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology Isfahan, Isfahan, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (etemadian@acc.iut.ir).

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.8.6]