

## تأثیر شدت هرس و کاربرد کود نیتروژن بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه رزماری<sup>۱</sup>

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

مریم ابدال، نعمت‌الله اعتمادی<sup>\*</sup>، علی یوسفی باصیری، یدالله عبداللهمی و زهرا خدابخش<sup>۲</sup>

#### 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 نیتروژن 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 نیتروژن (صفر و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) در سه تکرار اجرا شد. مقدار رشد طولی در طی شش ماه، شمار شاخه‌های جانبی، وزن تر 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 نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار وزن تر 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 نیتروژن 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 نیتروژن مشاهده گردید. واژه‌های کلیدی: کلروفیل فلورسانس، کود نیتروژن، هرس، رزماری، درصد خشکیدگی.

#### مقدمه

رزماری<sup>۳</sup> گیاهی همیشه‌سبز، خسبی، بوته‌ای و چندساله از تیره نعناع سانان<sup>۴</sup> 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، آب‌وهواهای گرم مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحمل می‌کند (۳۴). امروزه رزماری در بیشتر نقاط جهان کشت می‌شود. پرورش گیاه رزماری در بیشتر نواحی ایران معمول می‌باشد. پرورش دهنده‌گان 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 به عنوان 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- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجویان کارشناسی علوم باگبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

\* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (etemadian@acc.iut.ir).

Lamiaceae -۴

۳- *Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae)

برچین‌ها، گیاهانی هستند که هرس پذیر بوده و قادر به تحمل سرزنهای مکرر هستند و بخشی از فضای سبز را تشکیل داده‌اند. این گیاهان با توجه به یکدست بودن از نظر بافت و رنگ، به عنوان پس زمینه در طراحی فضای سبز استفاده می‌شوند. پرچین‌ها برای ایجاد زیبایی، ایجاد دیوارهای 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 آفت‌ها و بیماری‌های فراوانی شاخه و ریشه آن‌ها را تهدید می‌کند؛ اما گیاه رزماری تحمل خوبی به کم‌آبی و تنفس 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 به صورت قند، نشاسته و چربی‌ها در شاخه‌ها، تنه، سرشاخه‌ها و ریشه ذخیره می‌کنند. این انرژی ذخیره شده می‌تواند در شرایط مختلف در گیاه جایه‌جا 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 معادل 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، روى رفتار فيزيولوژيک 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 قابل استفاده‌ی گیاه که کربوهیدرات و نیتروژن است حذف می‌شوند (۱۰). رشد شاخصاره‌های جدید ممکن است سبب از دست رفتن موقت کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای شاخصاره‌های 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 تشكیل شده و درنتیجه جذب نیتروژن افزایش می‌یابد. نیتروژن به دلیل حضور در ترکیباتی 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 عنصرهای در تغذیه گیاهی مصرف می‌گردد (۲۲). نقش مهم نیتروژن در تولید ترکیباتی 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 (۱۱) درختچه تاغ<sup>۳</sup> (۳) و نوعی درخت کاج<sup>۳</sup> (۲۸) انجام شده 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 مورفوولوژیک و فیزيولوژیک گیاه رزماری پرداخته شد.

## مواد و روش

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۷ به صورت آزمایش گلستانی در گلخانه آموزشی-پژوهشی و آزمایشگاه‌های گروه علوم باگبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه به طور کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. محل آزمایش در شمال غرب اصفهان و در شمال شهرستان خمینی شهر در عرض جغرافیایی ۳۲

درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی واقع شده است. دمای کمینه و بیشینه گلخانه در طول دوره آزمایش به طور 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 نیتروژن (صفر و ۳۰۰ میلی گرم 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 میلی‌متر در دی ماه تهیه شد. برای ریشه‌زایی، قلمه‌ها به روش فروبری در محلول غلیظ (Quick-dip) هورمون ایندول بوتیریک اسید با غلظت ۳۰۰۰ ppm قرار گرفتند و در بستر گندزدایی شده ماسه و پرلایت به نسبت ۱:۱ زیر سیستم مه افshan 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 (۱/۱) (۲۹) 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 مورفو‌لوزیک مختلف گیاه اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیابی خاک مورد استفاده.

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

آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn (Mg Kg <sup>-1</sup> )	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N کل (%)	آهک Lime (CaCO <sub>3</sub> )	هیدرات کلتریکی (ds/m)	اسیدیت pH	بافت خاک Texture
8.46	4.1	0.73	120	6.2	0.03	13.5	0.9	7.7	لومی رسی Clay loam

#### اندازه‌گیری فاکتورهای رویشی

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

ارتفاع گیاه به وسیله خط کش میلی‌متری در دو زمان، بی‌درنگ بعد از هرس و در پایان آزمایش (شش ماه بعد)، از ناحیه طوفه 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 شمارش شده، سپس درصد خشکیدگی محاسبه گردید. به‌منظور تعیین وزن ترا 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 وزن ترا به‌وسیله دستمال کاغذی گرفته شد. تمام اندازه‌گیری‌های وزن به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰ 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 ترا). سپس برگ‌ها داخل پتربه در آب مقطار قرار داده شدند تا یاخته‌های برگ به حالت تورژسانس درآیند. پس از گذشت ۲۴ ساعت آب سطح برگ‌ها به کمک دستمال کاغذی 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 خشک شده، مقدار محتوای نسبی آب برگ با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۳۲).

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

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 ممایزی آزمایشگاه هدایت الکتریکی ثانویه نمونه‌ها (EC2) قرائت شد و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد:

$$\%EL = \frac{(EC1 - EC2)}{EC1} \times 100$$
اندازه‌گیری اسیدآئینه 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 به منظور 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 ورتكس شدند. درنهایت مقدار جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل UV160A) در طول موج 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 تعیین شده و با استفاده از فرمول زیر بر حسب میکرو مول در گرم وزن تر نمونه محاسبه شد:

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

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 روزنامه‌ای 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 ۰/۵ انجام شد. همچنین رسم نمودارها و جداول توسط نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۳) انجام شد.

## نتایج

نتیجه‌های تعزیزی واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر هرس و کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها بر وزن تر 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.

نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمنکش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن تر اندام هوایی مربوط به تیمار بدون هرس و دارای کود نیتروژن (۲۵/۵۸ گرم) بود و کمترین وزن تر 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 معنی داری نسبت به تیمار بدون کود نداشت. نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمنکش 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 (شکل ۱). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمنکش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه مربوط به تیمار بدون هرس و بدون کود نیتروژن (۲۲/۰۵ گرم) بود و کمترین وزن تر ریشه را تیمار هرس نصف شاخه یکساله بدون کود نیتروژن و هرس کامل شاخه یکساله و دارای کود نیتروژن (۲/۳۷ گرم) داشت (شکل ۱). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمنکش 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 برهمنکش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین حجم ریشه مربوط به تیمار بدون هرس و بدون کود نیتروژن (۷/۵۷ میلی متر مکعب) بود و کمترین حجم ریشه را تیمارهای هرس کامل شاخه یکساله داشتند (شکل ۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شدت هرس و کود نیتروژن بر ویژگی‌های رویشی گیاه رزماری.

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

عامل آزمایشی Treatments	شمار شاخه No. of branches	طول ریشه Root length (mm)	حجم ریشه Root vol. (mm <sup>3</sup> )	وزن ریشه Root dry wt (g)	وزن خشکریشه Root dry wt (g)	وزن تر ریشه Root fresh wt (g)	وزن هوازی Shoot dry wt (g)	وزن تر اندام Shoot fresh wt (g)	افزایش ارتفاع Stem growth (cm)
<b>نوع هرس</b>									
Pruning شاهد (بدون هرس) control	12.50 <sup>b</sup>	4.78 <sup>a</sup>	10.96 <sup>a</sup>	20.60 <sup>a</sup>	7.97 <sup>a</sup>	15.14 <sup>a</sup>	3.34 <sup>a</sup>	38.96 <sup>ab</sup>	10.00 <sup>a</sup>
هرس نصف سال جاری Half of current-year prune	17.78 <sup>a</sup>	3.58 <sup>b</sup>	7.03 <sup>b</sup>	15.79 <sup>b</sup>	5.74 <sup>b</sup>	10.07 <sup>b</sup>	2.23 <sup>b</sup>	37.28 <sup>b</sup>	9.00 <sup>a</sup>
هرس کامل سال جاری Complete pruning of current-year	15.27 <sup>ab</sup>	1.52 <sup>c</sup>	7.09 <sup>b</sup>	11.63 <sup>c</sup>	4.07 <sup>c</sup>	6.23 <sup>c</sup>	1.30 <sup>c</sup>	45.82 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>
هرس نصف یکساله Half one-year-old prune	12.96 <sup>b</sup>	1.25 <sup>c</sup>	6.08 <sup>c</sup>	8.53 <sup>d</sup>	2.89 <sup>d</sup>	3.25 <sup>d</sup>	0.81 <sup>cd</sup>	42.28 <sup>ab</sup>	7.00 <sup>a</sup>
هرس کامل یکساله Complete pruning one-year-old	10.75 <sup>c</sup>	0.30 <sup>d</sup>	5.85 <sup>c</sup>	5.05 <sup>e</sup>	2.71 <sup>d</sup>	3.89 <sup>d</sup>	0.78 <sup>d</sup>	43.37 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>a</sup>
<b>سطح کود fertilizer</b>									
0 Mg Kg <sup>-1</sup>	13.98 <sup>a</sup>	3.45 <sup>a</sup>	7.47 <sup>a</sup>	10.43 <sup>b</sup>	3.76 <sup>b</sup>	10.52 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>	45.31 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>
300 Mg Kg <sup>-1</sup>	13.73 <sup>a</sup>	1.12 <sup>b</sup>	7.33 <sup>a</sup>	14.21 <sup>a</sup>	5.59 <sup>a</sup>	4.91 <sup>b</sup>	1.15 <sup>b</sup>	37.78 <sup>b</sup>	6.00 <sup>a</sup>

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 معنی داری ندارند.

نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمنکش هرس و کود نیتروژن، نشان داد که بیشترین رطوبت نسبی مربوط به تیمار هرس کامل شاخه یکساله و دارای کود نیتروژن (۰/۸۷ گرم) بود و کمترین رطوبت نسبی را تیمار بدون هرس و بدون کود (۰/۴۵ گرم) داشت (شکل ۲). نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمنکش هرس و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین مقدار پروپولین 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).

## جدول ۳- 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 (%)	نشست یونی EL (%)	پروولین Proline ( $\mu\text{mol. g}^{-1}$ )
نوع هرس				
Pruning				
شاهد (بدون هرس)	0.816 <sup>a</sup>	60.06 <sup>b</sup>	16.31 <sup>b</sup>	0.147 <sup>c</sup>
control				
هرس نصف سال جاری	0.811 <sup>a</sup>	78.70 <sup>a</sup>	16.36 <sup>b</sup>	0.152 <sup>c</sup>
Half of current -year prune				
هرس کامل سال جاری	0.811 <sup>a</sup>	75.88 <sup>a</sup>	18.31 <sup>b</sup>	0.148 <sup>c</sup>
Complete pruning of current -year				
هرس نصف یکساله	0.754 <sup>b</sup>	82.99 <sup>a</sup>	23.36 <sup>a</sup>	0.170 <sup>b</sup>
Half one-year-old prune				
هرس کامل یکساله	0.713 <sup>b</sup>	78.93 <sup>a</sup>	25.53 <sup>a</sup>	0.240 <sup>a</sup>
Complete pruning one-year-old				
سطح کود				
fertilizer				
0 Mg Kg <sup>-1</sup>	0.781 <sup>a</sup>	71.28 <sup>b</sup>	21.02 <sup>a</sup>	0.150 <sup>b</sup>
300 Mg Kg <sup>-1</sup>	0.780 <sup>a</sup>	79.34 <sup>a</sup>	18.93 <sup>a</sup>	0.200 <sup>a</sup>

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، در حالی که هرس کامل شاخه یکساله بدون استفاده از کود نیتروژن ۳۳/۳۳ درصد بوده است.

تاثیر شدت هرس و کاربرد کود نیتروژن بر برشی ...

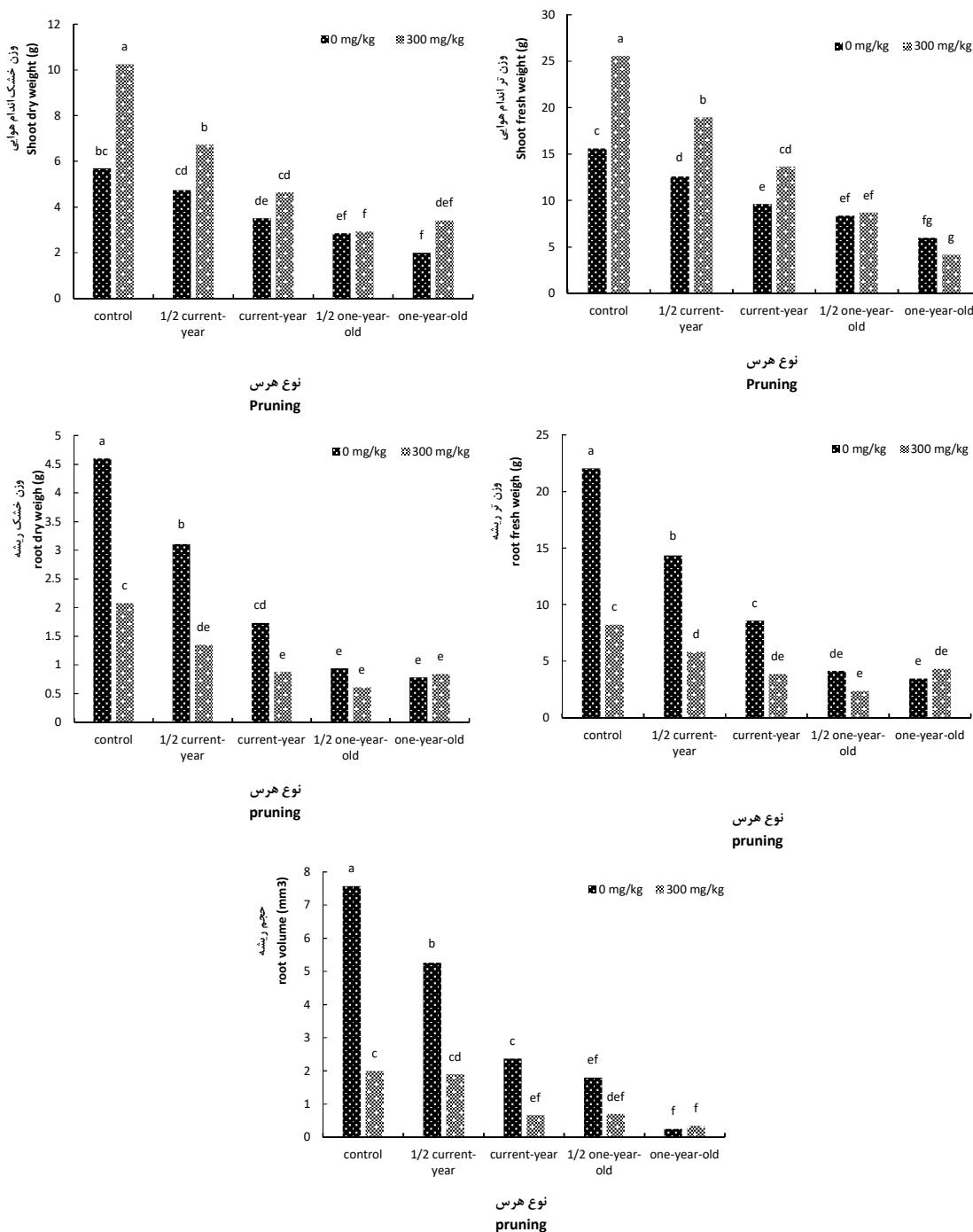


Fig.1. Effect of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on shoot fresh and dry weight, root fresh and dry weight and root volume of rosemary. In each row and within each factor, means followed by a same letter are not significantly different according to LSD's test at 0.05. 1/2 current year: Half 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 نیتروژن بر وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر 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.

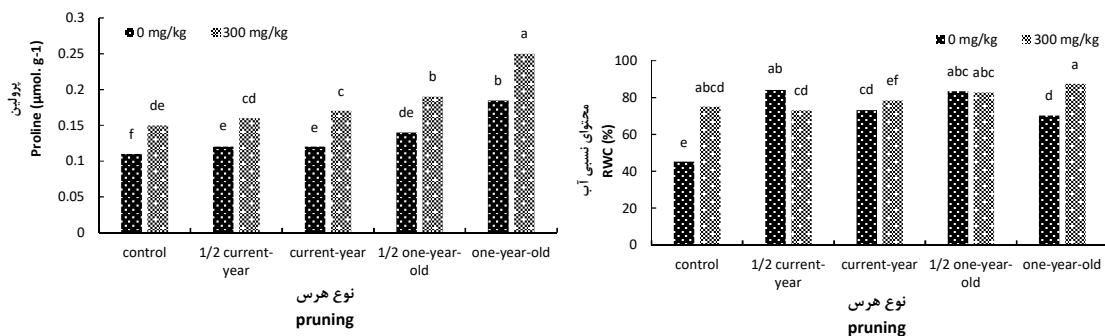


Fig. 2. Effect of pruning intensity and nitrogenous fertilizer on relative water content (RWC) and proline of rosemary. In each row and within each factor, means followed by a same letter are not significantly different according to LSD's test at 0.05. 1/2 current year: Half of current-year prune, current-year: 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 نیتروژن 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 وزن تر 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 وزن تر و خشک اندام هوایی و کاهش وزن تر، 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 گزارش شده 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 فتوسنتر آن می‌شود و درنهایت ذخیره کربوهیدرات‌ها کاهش یافته 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 غالیت انتهایی حذف می‌گردد و رشد شاخه‌های جانبی افزایش می‌یابد (۲۳). با انجام هرس شمار مصرف کننده‌های متابولیکی که سبب تخلیه کربوهیدرات‌های ذخیره شده می‌شوند و هم‌چنین مانع حرکت کربوهیدرات‌ها به سمت بخش‌های پایین گیاه می‌گردد، کاهش می‌یابد 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 وزن تر شاخه‌ها ۶۰ درصد کاهش یافته است (۳۰). نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی هنگام استفاده از کود نیتروژن در زمان هرس افزایش یافته است که با نتیجه‌های Hou و همکاران در گیاه تنباق 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 وزن تر 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 پراکنده‌ی شاخساره و یا نوع و محل هرس شاخه بستگی دارد. بنابراین شدت‌های مختلف هرس باعث می‌شود وزن ریشه تغییر کند (۳۰).

## 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 افزایش یافته 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 که برگ‌ها 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 کاهش یافته است (۶). محتوای نسبی آب برگ در گیاهان بدون هرس کاهش یافته 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 پروتپلاسم 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 افزایش یافته است. از آنجایی که نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه از جمله پرولین نقش اساسی داشته، با افزایش مصرف این عنصر، تولید پرولین افزایش یافته است که با نتیجه‌های Bagchi و همکاران روی گیاه آنچوچک<sup>۱</sup> 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 Cavazos Aldon و بیان کردند که در گیاه اسفناج وحشی<sup>۲</sup> هرس شدید سبب نابودی بیشتر گیاهان شده است (۱) که با نتیجه‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد. در حالی که در گیاهان 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 به صورت گلستانی 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.

## 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. Martínez. 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.

## منابع

7. Clair-Maczelajulajtys, 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 <sup>15</sup>N 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 poplar. 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<sub>2</sub> 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 growth and branch development of pre-canopy closure *Eucalyptus 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 *Bougainvillea glabra*. Aust. J. Crop Sci. 4: 530-537.
31. Toumekti, 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).

## 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<sup>1</sup>

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<sup>-1</sup>) 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](mailto:etemadian@acc.iut.ir)).