تأثیر نیتروژن و نسبت‌های نیترات به آمونیوم بر شاخص‌های رشد و عملکرد اسانس مرزنجوش بخارایی (*Origanum vulgare* ssp. *Gracile*) در شرایط شور

سجاد نعمت زاده[۱]، ابراهیم سپهر[۲*]، امیر رحیمی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح متفاوت نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در شرایط شور و غیرشور بر شاخص‌های رشد، درصد و عملکرد اسانس مرزنجوش بخارایی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۶ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت. نیتروژن مورد استفاده در ۳ سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار)، نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در۶ سطح (۱۰۰ : ۰، ۸۷/۵ : ۱۲/۵، ۷۵ : ۲۵، ۵۰ : ۵۰، ۲۵ : ۷۵ و ۰ : ۱۰۰) و شوری در ۲ سطح (صفر و ۵۰ میلی‌مولار سدیم کلرید) به‌عنوان فاکتورهای آزمایش در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد در شرایط عدم تنش شوری بیشترین مقدار وزن تر (۴۲/۲ گرم)، وزن خشک (۱۶/۸ گرم)، و عملکرد اسانس (۱۵۸/۹ میلی‌گرم در گلدان) در سطح نیتروژن ۱۵ میلی‌مولار و نسبت ۷۵ : ۲۵ نیترات به آمونیوم حاصل گردید. در صورت اعمال تنش شوری هر سه صفت فوق در تمام تیمارها کاهش یافت، به‌طوری‌که تحت این شرایط حداکثر وزن تر (۳۳/۳۴ گرم)، وزن خشک (۴/۵۶ گرم)، و عملکرد اسانس (۹۴/۳۵ میلی‌گرم در گلدان) در تیمار ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن و نسبت ۵۰ : ۵۰ نیترات به آمونیوم مشاهده گردید. اثرات اصلی هر سه تیمار تاثیر بسیار معنی‌داری بر درصد اسانس داشت، به‌طوری‌که از غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن، نسبت ۷۵ : ۲۵ نیترات به آمونیوم و در شوری ۵۰ میلی مولار بیشترین درصد اسانس حاصل شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن و نسبت‌های ۷۵ : ۲۵ و ۵۰ : ۵۰ نیترات به آمونیوم به‌ترتیب در محیط غیر شور و شور از نظر تغذیه نیتروژنی جهت افزایش بیوماس تولیدی مرزنجوش مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آمونیوم، شوری، مرزنجوش، نیترات، نیتروژن

Archive of SID

نعمت زاده، س.، سپهر، ا.، رحیمی، ا. ۱۳۹۷. تأثیر نیتروژن و نسبت‌های نیترات به آمونیوم بر شاخص‌های رشد و عملکرد اسانس مرزنجوش بخارایی (*Origanum vulgare* ssp. Gracile)در شرایط شور. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۶ شماره ۴، ص: ۳۱-۴۴.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)
۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
*پست الکترونیک: e.sepehr@urmia.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

مرزنجوش بخارایی (*Origanum vulgare* L.) از خانواده نعناعیان از جمله گیاهان دارویی چند ساله و ارزشمند ایران به‌شمار می آید، طعم، بو و ویژگی‌های دارویی مرزنجوش حاصل از اسانس این گیاه می‌باشد، که از مونوترپن‌ها و سزکوئی‌ترپن‌ها تشکیل شده است. بخش هوایی و بخصوص برگ‌های این‌گونه در سراسر جهان به‌عنوان یک ادویه بسیار پسندیده و معطر مورد استفاده قرار می‌گیرد و علاوه بر استفاده‌های سنتی، در درمان بیماری‌های معده، روده، یبوست، ناراحتی‌های تنفسی (آسم) و به‌عنوان التیام‌دهنده و ضدعفونی‌کننده کاربرد فراوانی دارد (Kordali *et al.*, 2008). با توجه به اینکه عوامل محیطی تأثیر عمده‌ای در رشد و نمو و میزان مواد موثره‌ی گیاهان دارویی دارند (Omidbaigi, 1997) شناخت شرایط مطلوب برای رشد بهینه و شناسایی عواملی که بر عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارند مناسب می باشد.

در تغذیه گیاه، نیتروژن برای رشد گیاه ضروری است و ازنظر فراوانی چهارمین عنصری است که در بافت‌های گیاهی بعد از کربن، اکسیژن و هیدروژن وجود دارد. نیتروژن یک عنصر پرمصرف بوده و بخشی از ساختار پروتئین‌ها است و در فرآیندهای متابولیکی نظیر سنتز و انتقال انرژی دخالت می‌کند (Trejo *et al.*, 2008). کمبود شدید نیتروژن سبب ریزش برگ‌ها از پایین گیاه می‌شود، درحالیکه زیادی نیتروژن موجب رشد بیش‌ازحد قسمت هوایی و نسبت بالای قسمت هوایی به ریشه می‌شود و در بیشتر مواقع شروع گلدهی را در محصولات کشاورزی به تأخیر می‌اندازد (Hopper, 1996). بنابراین یکی از عوامل مهم در کاربرد محلول‌های غذایی، کنترل میزان نیتروژن است که به دو عامل غلظت و نوع منبع نیتروژنی بستگی دارد و به نوبه خود می‌تواند عملکرد و کیفیت گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد (Agbaria *et al.*, 1996).

سوتیروپلو و کارامونس (Sotiropoulou & Karamanos, 2010)، با بررسی چهار سطح نیتروژن (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) بیان کردند که با افزایش کوددهی نیتروژن عملکرد رویشی و عملکرد اسانس گیاه مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) نیز افزایش پیدا کرد.

نیتروژن توسط ریشه گیاهان به دو شکل نیترات و آمونیوم جذب می‌شود، گرچه بیشتر گونه‌های گیاهی می‌توانند در هر یک از این دو فرم رشد کنند، ولی گزارش‌شده است که تغذیه گیاهان با مخلوطی از نیترات و آمونیوم اغلب نتایج بهتری را در رشد سبزی‌ها و افزایش بهره‌وری عناصر نسبت به هریک از این فرم‌های جداگانه نشان می‌دهند (Trejo *et al.*, 2008). مطالعات نشان داده که استفاده از منابع مختلف نیتروژنی می‌تواند باعث تغییر در رشد، عملکرد، کیفیت و ترکیبات مواد شیمیایی گیاهان شود (Tabatabaei *et al.*, 2006).

شوری یکی از فاکتورهای بسیار مهمی است که عملکرد و کیفیت گیاهان را در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ikeda & Osawa, 1983). طبق برآورد سازمان محیط‌زیست ایالت متحده آمریکا حدود ۲۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان تحت تأثیر تنش شوری هست (Bybordi, 2012). به‌طورکلی گیاهان در محیط شور با سه مشکل عمده روبرو می‌شوند. اثر نخست و غالب شوری مربوط به‌کل املاح محلول در خاک است که کاهش پتانسیل اسمزی را به دنبال دارد. سلول‌های گیاهی برای اجتناب از خشکی متابولیت‌هایی مانند گلایسین بتائین، پرولین، مانیتول و فروکتان را در سلول تجمع می‌کنند. اثر دوم مربوط به وجود یون‌های خاص نظیر کلر، سدیم و بر در خاک است که به‌تنهایی می‌تواند موجب بروز سمیت در گیاه شده و در سازوکارهای جذب گیاه اختلال ایجاد کند. اثر سوم در حقیقت زائیده‌ی اثر دوم است که موجب بروز عدم تعادل تغذیه‌ای می‌شود (Heidarishariaba, 2002).

بیشتر مطالعاتی که بر روی اثر متقابل شوری و نیتروژن انجام‌شده بیان کردند که خاک‌ها در این شرایط دارای کمبود نیتروژن هستند، بنابراین کاربرد کودهای نیتروژنه رشد و یا عملکرد گندم، ذرت، پنبه، ارزن و برنج (Greve & Grratan, 1999) را بهبود می بخشد. در مطالعات اثر متقابل شوری و نیتروژن بر روی یکدیگر، فرم نیتروژنی که کود از آن تأمین می‌شود نیز مهم است. بیش‌تر تحقیقات نشان می‌دهند که افزایش نیترات در محلول غذایی جذب کلراید را کاهش می‌دهد و باعث تجمع این آنیون در محلول غذایی می‌گردد (Martinez & Cerda, 1989).

Archive of SID

www.SID.ir

از آنجایی‌که پاسخ گونه‌های مختلف گیاهی نسبت به غلظت و منبع تأمین کود نیتروژنی در شرایط شور و غیرشور متفاوت می‌باشد و با توجه به اینکه مطالعات محدودی در زمینه تغذیه گیاه دارویی و معطر مرزنجوش بخارایی صورت گرفته است، در این پژوهش تأثیر غلظت های مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم به‌عنوان فاکتورهای موثر عمده بر رشد این گیاه، تحت شرایط شور و غیرشور مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه انجام شد. غلظت‌های مختلف نیتروژن در ۳ سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی مولار (N5, N10, N15)، به عنوان فاکتور اول و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم با ۶ سطح (۱۰۰ : ۰، ۸۷,۵ : ۱۲,۵، ۷۵ : ۲۵، ۵۰ : ۵۰، ۲۵ : ۷۵ و ۰ : ۱۰۰) به‌عنوان فاکتور دوم و سطوح شوری در ۲ سطح صفر و ۵۰ میلی مولار سدیم کلراید (S0,S50) به‌عنوان فاکتور سوم بر روی مرزنجوش بخارایی اجرا شد. ابتدا بذر گیاهان در سینی‌های کشت کاشته شد و پس از اینکه اندازه گیاهچه ها به ده سانتی متر رسید، به گلدان‌هایی با بستر ۱ : ۱ ماسه و پرلیت انتقال یافت. محلول غذایی هوگلند و آرنون تغییر یافته، مطابق با جدول ۱ برحسب دوره‌ی رشد گیاه هفته ای ۲ الی ۳ بار به محیط کشت اضافه گردید. در اوایل و به مدت ۲ الی ۳ هفته گیاهان با محلول غذایی نیم هوگلند تغذیه شدند و بعد از عادت کردن گیاهان به شرایط رشد جدید محلول غذایی تمام هوگلند در اختیار گیاهان قرار گرفت. غلظت نیتروژن بر حسب نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و تغییر در منابع تأمین نیتروژن محاسبه و برای تغذیه گیاهان مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای شوری نیز بعد از استقرار کامل گیاه در گلدان‌ها اعمال شد.

پس از محلول‌دهی و رشد کافی گیاهان و شروع گلدهی گیاهان برداشت شدند. برای اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک گیاهان از ترازوی دیجیتال استفاده گردید. ارتفاع گیاهان با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای اسانس‌گیری ابتدا گیاهان در دمای اتاق هواخشک شدند و بعد از آسیاب کردن، توسط دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب مقطر به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 23 ، رسم شکل با نرم‌افزار Excel 2013 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٪۵ انجام شد.

جدول ۱ - جدول هوگلند و آرنون اصلاح شده

Table 1. Hoagland and Arnon modified table

Nutrients	Source	Concentration (mg l^{-1})
N	$Ca(NO_3)_2.4\ H_2O$ -NH_4NO_3-NH_4Cl-KNO_3	70- 140- 210
P	KH_2PO_4	77.5
K	K- K_2SO_4	234
Mg	$MgSO_4.7H_2O$	48
Ca	$CaCl_2$	230
Zn	$ZnSO_4$	0.5
Fe	Fe-EDDTA	10
Mo	$H_{24}Mo_7N_6O_{24}.4H_2O$	0.05
Cu	$CuSO_4.\ 5H_2O$	0.1
Mn	$MnSO_4.1H_2O$	2
B	H_3BO_3	0.5

نتایج و بحث

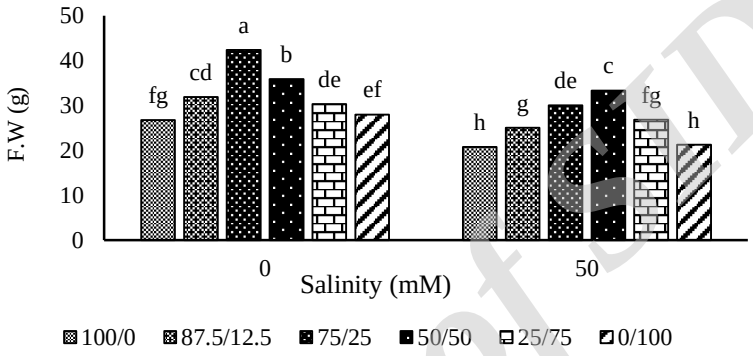
عملکرد وزن تر

اثر متقابل نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در محیط شور و غیرشور و همچنین اثر اصلی غلظت‌های متفاوت نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان وزن‌تر گیاه مرزنجوش بخارایی معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج بیانگر این بود که حداکثر میزان وزن‌تر در محیط شور و غیر شور به‌ترتیب از نسبت‌های ۷۵ : ۲۵ و ۵۰ : ۵۰ نیترات به آمونیوم بدست آمده است (شکل ۱). با اعمال تنش شوری به گیاهان، وزن‌تر گیاهان نسبت به

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط غیرشور کاهش پیدا کرد. تحت این شرایط نسبت‌های برابر نیترات به آمونیوم مقاومت بیشتری در برابر تنش شوری داشته‌اند. به‌نظر می‌رسد یون آمونیوم از یک طرف با افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیدازی و یون نیترات با ایجاد آثار متقابل بر برخی یون‌ها مانند کلر از صدمات ناشی از قرار گرفتن گیاه در محیط شور کاسته‌اند (Bybordi, 2011). محققان عنوان نمودند در صورتی که گیاه تحت تنش شوری قرارگیرد بایستی از دو شکل نیتروژن با نسبت مساوی استفاده نمود تا مانع از اثرات منفی بر کاهش تولید مواد فتوسنتزی و کاهش تولید زیست توده در گیاه گردد(Wang *et al.*, 1998). کاهش وزن تر گیاهان می‌تواند به واسطه کاهش میزان آب بافت گیاهان باشد که با نتایج شارما و همکاران (Sharma *et al.*, 2004)، درمورد کاهش وزن‌تر گیاهان به واسطه کاهش میزان آب بافت گیاهچه تحت تنش شوری از صفر به ۲۰ میلی موس بر سانتی متر، مطابقت داشت. کاهش وزن‌تر گیاهان تحت تنش شوری یک امر طبیعی بوده و نتایج سایر پژوهشگران نیز این امر را ثابت کرده است (Ehsanfar *et al.*, 2006).



شکل ۱- تأثیر نسبت های مختلف نیترات: آمونیوم بر وزن تر گیاه مرزنجوش بخارایی تحت شرایط شور (۵۰ میلی مولار) و غیر شور (صفر میلی مولار)

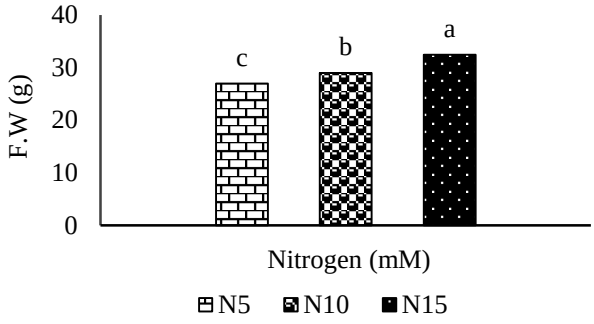
Figure 1. Effect of different ratios of NO_3^- : NH_4^+ on fresh weight (F.W) of *Origanum vulgare* L. under saline (50 mM) and non-saline (0 mM) conditions

Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

شکل ۲ بیانگر این است که با افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی وزن‌تر گیاه نیز افزایش پیدا کرد. حداکثر میزان وزن‌تر تحت این شرایط با اعمال تیمار کودی ۱۵ میلی مولار و حداقل مقدار آن نیز از در تیمار کودی ۵ میلی مولار بدست آمده است.

از آنجاییکه نیتروژن رشد رویشی را افزایش می‌دهد طبیعی است که بر وزن تر بوته اثر داشته و آن را افزایش دهد (Marschner, 1986). کود نیتروژن تأثیر عمده‌ای در ساقه‌زایی، برگ‌زایی و جوانه زنی گیاه دارد و بطور کل رشد رویشی گیاه را تسریع می‌کند که درنتیجه تسریع رشد بوته، وزن‌تر بوته نیز افزایش می یابد، علاوه براین با توجه به نقشی که نیتروژن در ساختمان کلروفیل گیاه دارد، حضور نیتروژن در غلظت های بالا باعث افزایش میزان فتوسنتز گیاه می گردد که این عمل منجر به توسعه سطح برگ و تعداد شاخه های فرعی می شود، درنتیجه وزن تر و خشک گیاهان با افزایش غلظت این عنصر در محلول غذایی افزایش می یابد. عباس زاده و همکاران (Abbaszadeh *et al.*, 2005)، بیان کردند که با افزایش غلظت نیتروژن، صفات رویشی گیاه بادرنجبویه از جمله وزن تر و خشک گیاه افزایش پیدا کرد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- تأثیر غلظت نیتروژن بر وزن تر

Figure 2. Effect of different concentration of nitrogen on fresh weight

عملکرد وزن خشک

اثر متقابل غلظت نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر میزان وزن‌خشک گیاه مرزنجوش بخارایی تحت شرایط شور و غیرشور در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲).

مقایسه میانگین ردیفی داده‌ها (جدول ۳) بیان کرد که در شرایط غیر شور با افزایش غلظت نیتروژن بر میزان وزن‌خشک گیاه مرزنجوش بخارایی افزوده شد؛ تحت این شرایط بیشترین میزان وزن خشک از اعمال تیمار کودی با غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن با نسبت نیترات به آمونیوم ۷۵ : ۲۵ بدست آمد (۸/۱۶ گرم). استفاده از منابع کودی نیتراتی و آمونیومی به‌عنوان تنها منابع نیتروژن باعث کاهش وزن‌خشک بوته ها در تمام غلظت های نیتروژن گردید. به نظر می‌رسد با افزایش نیتروژن مصرفی، آسمیلاسیون آمونیاک باعث افزایش وزن خشک گیاه می شود. اساساً بین تأمین نیتروژن و افزایش تولید ماده‌خشک گیاهی رابطه نزدیکی وجود دارد (Malakooti & Nafisi, 1995).

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص های رشد، درصد و عملکرد اسانس تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، نسبت های متفاوت نیترات به آمونیوم و شوری

Table 2. Analysis of the variance of the growth indices, oil percentage and yield the influence of different levels of nitrogen, different ratios of nitrate to ammonium and salinity

Sources of variation	Df	Mean uares					
		Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Height (cm)	Number of branches	Oil content (mg pot^{-1})	Oil concentration (mg g^{-1})
Replication	2	13.66 ^{ns}	0.127 ^{ns}	20.287 ^{ns}	26.259 ^{ns}	143.9 ^{ns}	0.127 ^{ns}
N.C (a)	2	302.72 **	18.221 **	517.954 **	2931.565 **	33133.93 **	7.116 **
NO_3^- :NH_4^+ (b)	5	468.007 **	5.31 **	205.17 **	224.415 **	2946.209 **	0.151 **
Salinity (c)	1	1081.73 **	31.256 **	4826.7 **	3840.148 **	6577.586 **	0.373 **
a × b	10	10.122 ^{ns}	0.392 *	3.343 ^{ns}	11.365 **	369.064 **	0.021 ^{ns}
a × c	2	7.272 ^{ns}	5.861 **	24.509 ^{ns}	124.454 **	1760.17 **	0.072 ^{ns}
b × c	5	53.489 **	0.881 **	52.415 **	2.57 ^{ns}	835.68 **	0.061 ^{ns}
a × b × c	10	6.973 **	0.459 **	4.184 ^{ns}	14.809 ^{ns}	459.82 **	0.024 ^{ns}
Error	70	7.034 ^{ns}	0.165 ^{ns}	13.278 ^{ns}	23.907 ^{ns}	160.71 ^{ns}	0.031 ^{ns}

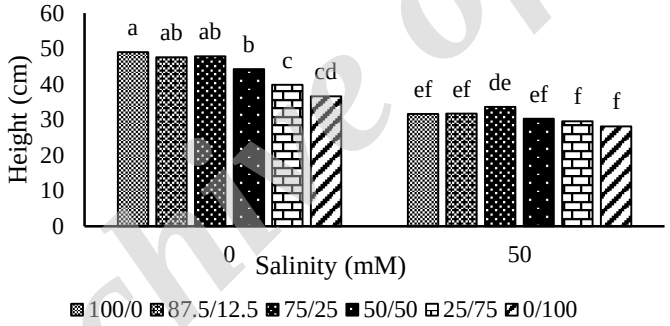
نتایج تحقیقات آسار و اسکاریسبریک (Asar & Scarisbrick, 1995)، نیز بیان‌کننده این نکته می‌باشد که با افزایش غلظت نیتروژن عملکرد ماده خشک کلزا افزایش می‌یابد. با اعمال تنش شوری ۵۰ میلی مولار از میزان وزن خشک گیاهان نسبت به گیاهانی که تحت تنش شوری قرار نگرفته بودندکاسته شد. در شرایط شور با افزایش غلظت نیتروژن و استفاده از نسبت‌های برابر نیترات به آمونیوم بر وزن خشک گیاهان تحت تنش افزوده شد. حداکثر میزان وزن‌خشک در شرایط تحت تنش شوری در گیاهانی که با غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن و نسبت‌های ۵۰ : ۵۰ نیترات به آمونیوم تغذیه شده بوند مشاهده شد. تیمارهایی که در آن‌ها از نیترات

Archive of SID
www.SID.ir

یا آمونیوم به‌عنوان تنها منبع کودی نیتروژن استفاده شده بود دارای کمترین میزان وزن خشک بودند. عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاهان تحت تنش شوری قبلا توسط محققان زیادی گزارش شده است (Khan *et al*., 1994). شاویو و همکاران (Shaviv *et al*., 1990)، گزارش کردند که گندم‌های رشد کرده در محیط شور زمانی که با نسبت‌های برابر نیترات و آمونیوم به‌عنوان منابع کودی نیتروژن تیمار شده بودند دارای حداکثر وزن خشک بودند و در برابر اثرات مضر شوری مقاومت بیشتری نشان دادند.

ارتفاع بوته

اثر متقابل سطوح شوری و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و همچنین اثر اصلی سطوح مختلف نیتروژن بر ارتفاع گیاه مرزنجوش بخارایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). در شرایط غیر شور ارتفاع بوته ها با افزایش نسبت نیترات در محلول غذای افزایش پیدا کرد. با افزایش نسبت آمونیوم درمحلول غذایی از ارتفاع بوته‌های مرزنجوش کاسته شد (شکل ۳). تیمار شوری به عنوان یک تنش محیطی بر ارتفاع گیاهان تأثیر گذاشته و باعث کاهش ارتفاع گیاه شد. تحت شرایط شور نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم تأثیر زیادی بر ارتفاع بوته‌ها نداشت و فقط در حضور نسبت-های ۰ : ۱۰۰ نیترات به آمونیوم کاهش ارتفاع بوته‌ها بیش تر از سایر نسبت‌های نیترات به آمونیوم بود. حداکثر میزان ارتفاع (۴۹ سانتی‌متر) در بوته‌های مرزنجوش زمانی مشاهده گردید که گیاه تحت تنش شوری قرار نگرفته و با نسبت ۱۰۰ : ۰ نیترات به آمونیوم تیمار شده است. کمترین میزان ارتفاع (۲۸/۱۱ سانتی متر) نیز در گیاهانی مشاهده شد که تحت تنش شوری قرار گرفته و با نسبت ۰ : ۱۰۰ نیترات به آمونیوم تیمار شده بودند که از نظر آماری تفاوتی با گیاهان تیمار شده با نسبت ۲۵ : ۷۵ نیترات به آمونیوم نداشتند (شکل ۳).

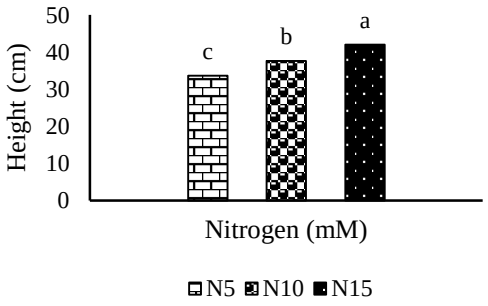


شکل ۳-تأثیر نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم بر ارتفاع گیاه تحت شرایط شور (۵۰ میلی مولار) و غیر شور (صفر میلی مولار)
Figure 3. Effect of different ratio of NO_3^- : NH_4^+ on height of plant in saline (50 mM) and non-saline (0 mM) conditions
اعداد با حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی دار هستند
Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

کاهش ارتفاع گیاهان تحت تنش شوری را می توان به اثر تنش اسمزی در کاهش جذب آب و عناصر لازم برای رشد از جمله نیتروژن نسبت داد (Homaei 2002). افزایش فشار اسمزی در محلول غذایی در حضور شوری باعث آماس سلولی و درنهایت کاهش تقسیم سلولی، طویل شدن و تمایز سلولی می‌شود که منجر به کاهش ارتفاع گیاهان می‌گردد (Shamsodin-Saied *et al*., 2007). کاهش ارتفاع بوته گیاهان در اثر تنش شوری در پژوهش‌های اخیر نیز گزارش شده است (Rahnama, 2013). نیترات نقش مهمی در ساخته شدن سایتوکینین در گیاه دارد و در نبود نیترات سطح سایتوکینین گیاه کاهش می‌یابد از طرفی آمونیوم از طریق کاهش میزان سایتوکینین و در نتیجه کاهش تکثیر و انبساط سلولی از رشد ممانعت می‌کند (Rahayu *et al*., 2005).

افزایش ارتفاع بوته‌های مرزنجوش بخارایی با افزایش غلظت نیتروژن فراهم شده هم بستگی مثبتی داشت؛ بدین صورت که با افزایش غلظت نیتروژن از ۵ میلی مولار به ۱۵ میلی مولار ارتفاع بوته‌ها نیز به‌ترتیب از ۳۶/۶۱ به ۴۱/۹ سانتی‌متر افزایش یافته است (شکل ۴).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴- تأثیر غلظت های مختلف نیتروژن بر ارتفاع گیاه

Figure 4. Effect of different concentration of nitrogen on height of plant

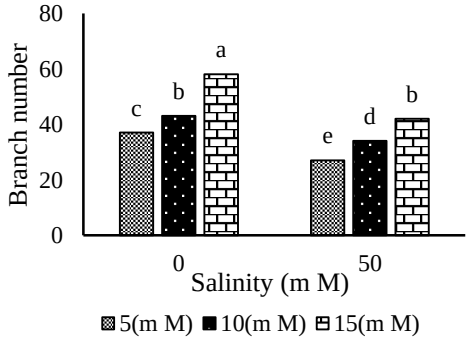
Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

نیتروژن به خاطر شرکت داشتن در ساختار پروتئین‌ها باعث افزایش رشد و طول میانگره‌ها در گیاهان می‌شود و از این طریق رشد گیاه را بهبود می‌بخشد و باعث افزایش ارتفاع گیاهان می‌گردد. فارغ از موضوع مربوط به تاثیر مثبت متفاوت منابع مختلف نیتروژنه بر تولید هورمون‌های تحریک‌کننده رشد، نیتروژن بیش ترین اثر را بر رشد و تولید سیتوکنین در ریشه و انتقال آن به شاخه ها دارد. سیتوکنین برای حفظ سرعت زیاد رشد نوک شاخه و برگ های جوان که مرکز اصلی سنتز جیبرلین هستند ضروری است که بدین وسیله نیتروژن باعث افزایش هورمون جیبرلین نیز می‌شود. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که تغییر در تغذیه ریشه‌ها به ویژه با نیتروژن، به طرز چشمگیری نه فقط سطوح هورمونی، بلکه توازن هورمون‌های گیاهی را کنترل می کند و محدودسازی تغذیه نیتروژن، کاهش سطح این دو هورمون گیاهی را سبب شده و باعث کاهش ارتفاع و رشد رویشی در گیاهان می‌گردد (Marschner, 1986). افزایش ارتفاع بوته گیاهان با کوددهی نیتروژن در گیاهان کلزا (Ahmad *et al*., 2006) در مطالعات قبلی ثابت شده است.

تعداد شاخه

اثر متقابل غلظت‌های مختلف نیتروژن در محیط شور و غیر و همچنین اثر اصلی نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر تعداد شاخه‌های مرزنجوش بخارایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲).

تعداد شاخه‌های گیاه با اعمال تیمار شوری به محیط کشت کاهش یافت (شکل ۵). تحت شرایط شور غلظت‌های بالای نیتروژن می‌تواند از اثرات مضر شوری بر گیاهان را کاسته و باعث مقاومت گیاه در برابر تنش شوری گردند. در محیط غیرشور با افزایش غلظت نیتروژن کل تعداد شاخه های گیاه نیز هم راستا با افزایش غلظت نیتروژن افزایش پیدا کرد (شکل ۵). بیش‌ترین تعداد شاخه (۵۸ عدد) در گیاهانی مشاهده شد که با غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن تیمار شده و تحت تنش شوری قرار نگرفته بودند. کمترین تعداد شاخه (۲۷ عدد) نیز در شرایط شور و از اعمال تیمار کودی با غلظت ۵ میلی مولار نیتروژن حصول شد.



شکل ۵.-تأثیر غلظت های مختلف نیتروژن و سطوح شوری (صفر و پنجاه میلی مولار) بر تعداد شاخه های گیاه مرزنجوش بخارایی

Figure 5. Effect of different concentration of nitrogen and salinity level (0 and 50 mM) on the branch number of *Origanum Vulgare* L

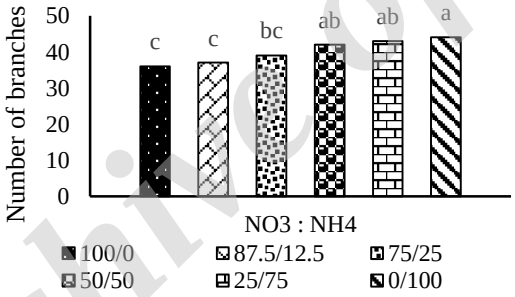
اعداد با حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی دار هستند

Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

Archive of SID
www.SID.ir

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن، وزن‌تر بخش‌هوایی، ارتفاع گیاه، گستردگی برگ‌ها و تعداد شاخه و برگ افزایش می‌یابد (Moniruzzaman *et al*., 2007). افزایش تعداد شاخه-های گیاهان باعث افزایش سطوح تعرق کننده و هدررفت آب می‌شود؛ بنابراین در شرایط شور کاهش تعداد شاخه‌ها مکانیسمی برای افزایش مقاومت در برابر هدررفت آب محسوب می‌شود (Kerepesi & Galiba, 2000). نیتروژن نقش مؤثری در نمو یاخته-های جدید دارد و باعث افزایش رشد رویشی و تعداد شاخساره‌های فرعی در گیاه می‌شود، گیاهانی که با سطوح پایین نیتروژن کوددهی می‌شوند، معمولا دارای ارتفاع کوتاه، شاخ و برگ کم و دارای برگ‌های زرد-رنگ هستند و پوشش گیاهی نازک و ضعیف دارند که در نهایت منجر به کاهش عملکرد در گیاهان می‌گردد (Diepen Brock, 2000). کاهش تعداد شاخه‌های گیاهان نخود و نعناع تحت تنش شوری در آزمایش-های قبلی نیز گزارش شده است (Hasani, 2002 & Omidbaigi).

نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه داشت (شکل ۶). مقایسه میانگین داده‌ها بیان کرد که تعداد شاخه‌های این گیاه هم‌راستا با افزایش نسبت آمونیوم در محلول غذایی بیشتر شده است. در صورتی که آمونیوم به عنوان تنها منبع نیتروژن مورد استفاده قرار گیرد تعداد شاخه‌ها زیاد ولی ارتفاع گیاهان کاهش می یابد که می تواند دلیلی بر کاهش عملکرد تر و خشک گیاه در نسبت‌های بالای آمونیوم باشد. حداکثر و حداقل تعداد شاخه (۴۴ و ۳۶ عدد شاخه در هر گلدان) به‌ترتیب در نسبت های ۰ : ۱۰۰ و ۱۰۰ : ۰ نیترات به آمونیوم حاصل گردید (شکل ۶). گزارش شده است که تعداد پنجه زنی در گیاه گندم با افزایش نسبت آمونیوم در محلول غذایی افزایش پیدا می‌کند (Silberbush *et al*., 1991).



شکل ۶- تأثیر نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم بر تعداد شاخه ها

Figure 6. Effect of different ratios of nitrate: ammonium on number of branches

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی دار هستند

Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

درصد وزنی و عملکرد اسانس

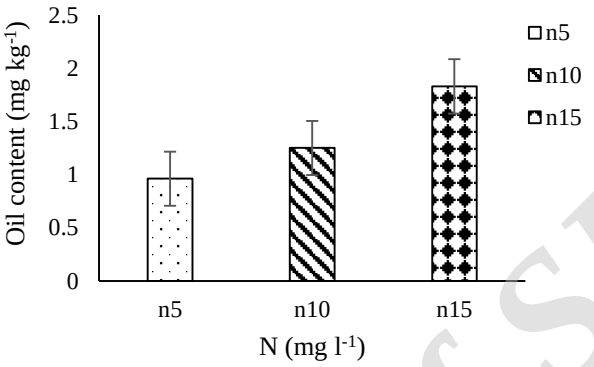
اثرات اصلی غلظت نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و همچنین شوری به‌عنوان یک تنش محیطی بر درصد وزنی اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید، عملکرد اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی نیز در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر سطوح نیتروژن و نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم در محیط شور و غیر شور قرار گرفت و از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). با توجه به نتایج، ملاحظه گردید که درصد وزنی و عملکرد اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی با افزایش غلظت نیتروژن، افزایش یافت. حداکثر درصد وزنی اسانس (۱/۸۳ میلی گرم بر گرم) تحت تاثیر غلظت‌های مختلف نیتروژن از غلظت ۱۵ میلی مولار و کمترین میزان درصد اسانس (۰/۹۶۱ میلی گرم بر گرم) از غلظت ۵ میلی مولار نیتروژن به‌دست آمد (شکل ۷).

نیتروژن یکی از عناصر غذایی ضروری در گیاهان است که برای سنتز بسیاری از ترکیبات آلی در گیاه نظیر آمینواسیدها، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و نوکلئیک‌اسیدها مورد استفاده قرار می‌گیرد، از آنجایی‌که آنزیم‌ها و آمینواسیدها نقش مهمی در بیوسنتز اسانس گیاهان

Archive of SID

www.SID.ir

بر عهده دارند، حضور نیتروژن به‌عنوان یک فاکتور کلیدی می‌تواند تولید اسانس در گیاهان معطر را تحت تاثیر قرار دهد (Koeduka *et al*., 2006). از طرف دیگر اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی بوده که واحد سازنده آن‌ها (ایزونوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات و دی متیل آلیل پیروفسفات، نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و باتوجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری می‌باشد، در نهایت بهبود عملکرد اسانس در پی افزایش نیتروژن در گیاهان مشاهده شد (Rezvani mogadam *et al*., 2013). غریب و همکاران (Gharib *et al*., 2008) گزارش کردند که با افزایش غلظت نیتروژن کل فراهم شده درصد وزنی اسانس در گیاه مرزنجوش (*Majorana Hortensis* L.) افزایش پیدا کرد.



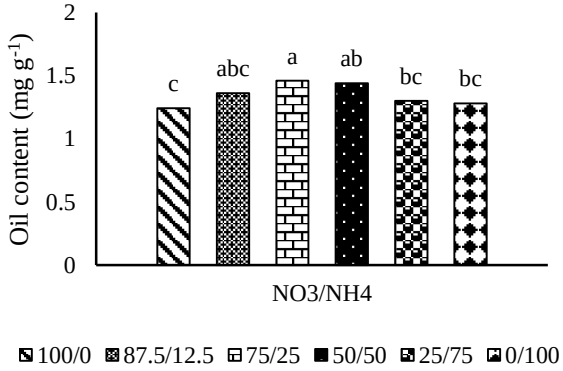
شکل ۷- تأثیر غلظت های نیتروژن بر درصد اسانس گیاه

Figure 7. Effect of nitrogen concentrations on essential oil percentage

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی دار هستند

Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

همچنین درصد وزنی اسانس مرزنجوش بخارایی تحت تأثیر نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم قرار گرفت. بیش‌ترین درصد وزنی اسانس (۱/۴۶ میلی‌گرم بر گرم) از نسبت ۷۵ : ۲۵ نیترات به آمونیوم و کمترین درصد وزنی اسانس (۱/۲۴ میلی‌گرم بر گرم) نیز از نسبت ۰ : ۱۰۰ نیترات به آمونیوم حاصل شد که با نسبت ۱۰۰ : ۰ نیترات به آمونیوم تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۸). به‌نظر می‌رسد مقدار اسانس بدست آمده از گیاهان با وزن‌تر و خشک بدست آمده رابطه‌ی مستقیمی دارد. به‌طورکلی افزایش برگ و سرشاخه‌ها باعث افزایش درصد اسانس می‌شود (Golez *et al*., 2006). با توجه به اینکه مصرف نیترات نسبت به آمونیوم رشد رویشی را بیش‌تر افزایش می دهد این نتیجه قابل انتظار است. پژوهش‌های شکفته و همکاران (Shekofte *et al*., 2015) نشان داد بیشترین درصد اسانس شوید از مصرف ۱۰۰ درصد نیترات و عدم مصرف آمونیوم و کمترین درصد اسانس از مصرف ۱۰۰ درصد آمونیوم و عدم مصرف نیترات به‌دست آمد.

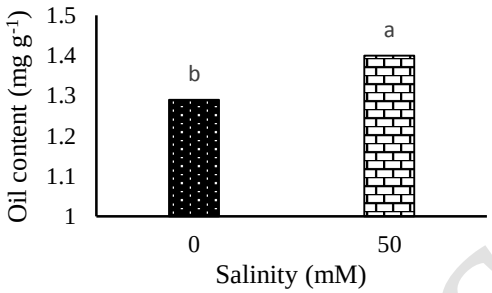


شکل ۸- تأثیر نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم بر میزان اسانس گیاه

Figure 8. Effect of different nitrate: ammonium ratios on essential oil percentage

Archive of SID
www.SID.ir

شوری به‌عنوان یک تنش محیطی درصد اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی را تحت تأثیر قرار داد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تنش شوری باعث افزایش درصد اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی شد (شکل ۹). حداکثر درصد وزنی اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی در شرایط تحت تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار حاصل گردید (۱/۴ میلی گرم بر گرم). هرچند که نقش عمده در بیان صفات فیزیولوژیک گیاه بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه می‌باشد، اما تولید متابولیت‌های ثانویه گیاه بسیار تحت‌تأثیر شرایط محیطی به ویژه تنش‌های زیستی و غیرزیستی است که در بین آن‌ها افزایش شوری تأثیر زیادی در بیوسنتز اسانس گیاهی دارد و ترکیب‌های اسانس را در گیاهان مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد (Karray-Bouraoui *et al*., 2009).



شکل ۹- تأثیر سطوح شوری میزان اسانس

Figure 9. Effect of salinity levels on oil content

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی دار هستند

Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

برنستین و همکاران (Bernstein *et al*., 2009) در آزمایشی مشابه روی ریحان دریافتند که با افزایش شوری، درصد اسانس در بافت های گیاه افزایش پیدا کرد. آنان بیان کردند که یک همبستگی مثبت بین سطح شوری اعمال شده روی سلول‌ها و درصد اسانس در بافت‌های گیاهی وجود دارد و افزایش درصد اسانس ممکن است به دلیل تغییر در بیوسنتز اسانس تحت تنش و محدود شدن سطح برگ‌ها باشد که می‌تواند دلیل متراکم‌تر شدن غدد ترشحی اسانس در مقایسه با برگ‌های تحت شرایط غیر تنش باشد.

مقایسات میانگین ستونی داده‌ها نشان داد که در محیط غیر شور نسبت‌های ۷۵ : ۲۵ نیترات به آمونیوم و در محیط شور نسبت‌های ۵۰ : ۵۰ نیترات به آمونیوم در هر سطح از غلظت‌های مختلف نیتروژن دارای حداکثر عملکرد اسانس در گیاه مرزنجوش بخارایی بودند (جدول ۴). مقایسه میانگین ردیفی داده‌ها نیز بیانگر این موضوع می‌باشد که با افزایش غلظت نیتروژن کل از ۵ میلی‌مولار به ۱۵ میلی‌مولار محتوای اسانس گیاه مرزنجوش بخارایی تحت شرایط تنش و عدم تنش افزایش پیدا می‌کند. بطورکلی شوری باعث کاهش عملکرد اسانس در گیاهان می‌گردد. از آنجاییکه نیتروژن بعنوان یک عامل کلیدی در فرآیندهای اولیه و ثانویه گیاه نقش دارد و با افزایش نرخ فتوسنتز باعث افزایش وزن‌تر و خشک گیاهان مختلف می‌گردد؛ و باتوجه به اینکه محتوای اسانس گیاهان تحت تأثیر وزن خشک گیاهان قرار می‌گیرد بیانگر این است که نیتروژن با افزایش وزن خشک گیاهان تحت تیمار سبب افزایش محتوای اسانس گیاهان می‌گردد. افزایش محتوای اسانس گیاهان تحت تأثیر افزایش غلظت نیتروژن در مطالعات قبلی و در گونه‌های مختلف گیاهی نیز ثابت شده است (Sifola & Babieri, 2006).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تأثیر غلظت های مختلف نیتروژن و نسبت های نیترات به آمونیوم بر وزن خشک تحت شرایط شور (۵۰ میلی مولار) و غیر شور (صفر میلی مولار)

Table 3. Effect of different concentration of nitrogen and ratios of NO_3^- : NH_4^+ on dry weight of *Origanum Vulgare* L. under saline (50 mM) and non-saline (0 mM) conditions

Saline			Non-Saline			
N Conc.			N Conc.			
15(m M)	10(m M)	5(m M)	15(m M)	10(m M)	5(m M)	NO_3^- : NH_4^+ Ratio
3.33 d,BC	2.92 c,BC	2.63 c,C	5.13 b,A	3.6 e,B	3.3 c,BC	100 : 0
3.8 bcd,BC	3.53 b,CD	3.26 abc,D	6.36 b,A	4.1 cd,B	3.7 bc,BCD	87.5 : 12.5
4.32 ab,BC	3.91 ab,C	3.73 a,C	8.16 a,A	4.8 a,B	4.5 a,B	75 : 25
4.56 a,AB	4.23 a,B	3.93 a,B	5.33 b,A	4.5 ab,AB	4.2 ab,B	50 : 50
4.1 abc,BC	3.61 b,CD	3.41 ab,D	5.33 b,A	4.3 bc,B	3.8 bc,BCD	25 : 75
3.5 cd,BC	2.96 c,CD	2.76 bc,D	4.91 b,A	3.8 de,B	3.5 c,BC	0 : 100

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم بر عملکرد اسانس در شرایط شور (۵۰ میلی مولار) و غیر شور (صفر میلی مولار)

Table 4. Effect of different level of nitrogen and ratios of NO_3^- : NH_4^+ on the essential oil yield of *Origanum Vulgare* L. under saline (50 mM) and non-saline (0 mM) conditions

NO_3^- : NH_4^+ Ratio	Saline			Non-Saline		
	N Conc.			N Conc.		
	15	10	5	15	10	5
	(mM)					
100 : 0	50.48 b,B	29.9 e,C	26.38 c,C	92.7 c,A	41.31 d,BC	27.13 b,C
87.5 : 12.5	68.1 b,B	47.5 bc,CD	33.34 bc,D	120.28 b,A	61.25 bc,BC	34.84 ab,D
75 : 25	88.31 a,B	54.93 ab,C	42.21 b,C	158.9 a,A	94.31 a,B	45.04 a,C
50 : 50	94.35 a,AB	62.65 a,B	64.2 a,B	101.6 c,A	74.28 b,B	44.04 a,C
25 : 75	77.95 b,AB	43.6 cd,BC	32.61 bc,C	92.2 c,A	52.85 cd,B	44.48 a,BC
0 : 100	71.8 b,AB	34.56 de,B	25.2 c,C	102.4 c,A	43.54 cd,B	37.76 a,BC

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی دار هستند. حروف بزرگ (…ABC) بیانگر مقایسه بین غلظت نیتروژن و شوری (مقایسه ردیفی) می باشد. حروف کوچک (…abc) بیانگر مقایسه نسبت های مختلف نیترات به آمونیوم (مقایسه ردیفی) می باشد.

Values with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) Capital letters (ABC…) show mean comparison among N rates and salinity (row comparison) Small letters (abc…) show mean comparison among NO3- : NH4+ ratios (column omparison)

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل، پاسخ گیاه مرزنجوش بخارایی نسبت به مصرف سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در شرایط شور و غیر شور متفاوت بود. از نظر عملکرد اسانس و بیوماس که دارای اهمیت اقتصادی بالایی هستند، غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن و شرایط غیر شور برای رشد این گیاه مناسب می‌باشد و در این شرایط نسبت نیترات به آمونیوم ۷۵ : ۲۵ توصیه می‌گردد ولی در صورت الزام کشت این گیاه در شرایط شور استفاده از آمونیوم بیش‌تر، اثرات منفی شوری را تعدیل می‌کند و در شرایط شور غلظت ۱۵ میلی مولار نیتروژن با نسبت ۵۰ : ۵۰ نیترات به آمونیوم توصیه می‌گردد.

References

Abbaszade B., Sharifi A., Ardakani M., and Paknejad F. 2005. Investigation effect of nitrogenspray on yield of *Melissa officinalis* L. in greenhouse condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 21 (2): 207 – 216.

Ahmad G., Jan A., Arif I., and Arif M. 2006. Phenology and physiology of canola as affected by nitrogen and sulphur fertilization. *Journal of Agronomy*, 5(4): 555-562.

Agbaria H., Heuer B., and Zieslin N. 1996. Shoot-root interaction effects on nitrate reductase and glutamine synthetase activities in rose (*Rosa× hybrida cvs. Ilseta and Mercedes*) graftlings. *Journal of Plant Physiology*, 149(5): 559-563.

Asar E., and Scarisbrick H.D. 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield

Archive of SID
www.SID.ir

components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.), *Journal of Field Crops Research*, 44: 41-46.

Bernstein N., Kravchik M., and Dudai N. 2009. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum Basilicum*) in relation to alteration of morphological development, *Annals Applied Biology*, 156(2): 167-177.

Bybordi A. 2012. Effect of ammonium/nitrate nitrogen ratio on photosynthesis, respiration and some vegetative traits of canola grown under salinity stress. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10(1): 372-375.

Bybordi A. 2011. Effect of different ratios of nitrate and ammonium on seed yield, oil yield, physiological attributes and fatty acid composition of canola under conditions of salt stress. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3-4):109-112.

Diepen Brock W. 2000. Yield analysis of winter oil seed rape: A review. *Field Crops Researcher*, 67: 35-49.

Ehsanfar S., Modarres-Sanavy S.A., and Tavakkol-Afshari R. 2006. Effects of osmopriming on seed germination of canola (*Brassica napus* L.) under salinity stress. *Communications In Agricultural And Applied Biological Sciences*, 71(2): 155-159.

Gharib F.A., Moussa L.A., and Massoud O.N. 2008. Effect of Compost and Bio-fertilizers on Growth, Yield and Essential Oil of Sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) Plant, *International Journal of Agriculture and Biology*,10(4): 381-387.

Golez A., Politycka B., and Seidler-Lozykowska K. 2006. The effect of nitrogen fertilization and stage of plant development on the mass and quality of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.). *Herba Polonica*, 52: 22-30.

Grieve C.M., and Grattan S.R. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. *Handbook of Plant and Crop Stress*,2nd Ed. CRC Press, 26p

Hasani A., and Omidbeygi R. 2002. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic properties of basil. *Agricultural Knowledge*, 12 (3): 47-59. (In Persian)

Heidarishariabad H. 2001. Plant and salinity. Publishing Research Institute of Forests and Rangelands: Tehran; Agigi shahverdi, M., Omidi, H. and Bostani A. 2016. Effect of nitrogen on germination, initial growth, proline and nitrate reductase activity of Borage under salinity stress. *Agroecology Journal*, 11(4):55-71. (In Persian)

Hoagland D.R., and Arnon D.S. 1950. The water culture method for growing plants without soil. 2nd Ed. *California Agriculture*, 374p.

Homaei M. 2002. Plants reaction to salinity. *National Irrigation and Drainage Committee Publication.* 97p.

Hopper D.A. 1996. High-pressure sodium radiation during off-peak night times increases cut rose production and quality. *Horticultural Science*, 31(6): 938-940.

Ikeda H., and Osawa T. 1983. Effects of ratios of NO3 to NH4 and concentrations of each N source in the nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 52(2): 159-166.

Karray-Bouraoui N., Rabhi M., Neffati B., Baldan A., Ranieri B., Marzoukc M., Lachaal A. and Smaoui A. 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of Mentha pulegium. *Industrial Crops and Products*, 30(3): 338-343.

Kerepesi I., and Galiba G. 2000. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Science*, 40(2): 482-487.

Khan M.G., Silberbush, M., and Lips S. H. 1994. Physiological studies on salinity and nitrogen interaction in *alfalfa.* L. Biomass production and root development. *Journal of Plant Nutrition*, 17(4): 657-668.

Koeduka T., Fridman E., Gang D.R., Vassao D.G., Jakson B.L., Kish C. M., and Baiga, T. J. 2006. Eugenol and isoeugenol, characteristic aromatic constituents of spices, are biosynthesized via reduction of a coniferyl alcohol ester. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(26): 10128-10133.

Kordali S., Cakir A., Ozer H., Cakmakci R., Kesdek M., and Mete E. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish Origanum acutidens and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource Technology*, *99*(18): 8788-

Archive of SID

www.SID.ir

8795.
Malakooti M.J., and Nafisi M. 1995. Fertilizer during drought and recovery of maize, *Canadian Journal of Botany*, 75(9): 1582-1591.
Martinez V., and Cerda A. 1989. Influence of N source on rate of Cl, N, Na and K uptake by cucumber seedlings grown in saline condition. *Journal of Plant Nutrition*, 12(8): 971-983.
Marschner H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, 446p.
Moniruzzaman M., Rahman S.M.L., Kibria M., Grahman M.A., and Hossain M.M. 2007. Effect of boron and nitrogen on yield and hollow stem of *broccoli*, *Journal of Soil Nature*, 1(3): 24-29.
Rahayu Y.S., Walch-Liu P., Neumann G., Römheld V., von Wirén N., and Bangerth F. 2005. Root-derived cytokinins as long-distance signals for NO3−-induced stimulation of leaf growth. *Journal of Experimental Botany*, 56(414): 1143-1152.
Rahnama A., 2013. Comparison the yield and yield component of canola varieties and relative resistance in south salinity soil of Khouzestan province. *Agronomy Journal (Pajouhshe and Sazandegi)*, 99: 70-80. (In Persian)
Rezvani Moghadam P., Amin Ghafuri A., Bakhshaei S.A., and Jaafari L. 2013. Effects of biological and manure fertilizers on some quantitative characters and essential oil of savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Agroecol*, 5(2): 105-112. (In Persian)
Shahbazi M., Kiani, A.R., and Raeisi, S. 2011. Determination of salinity tolerance threshold in two Rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(1): 18-31. (In Persian)
Shamsodin S.M., Farahbakhsh H., and Magsoodi Mude A.A. 2007. Effect of salt stress on germination, vegetative growth and some physiological characteristics of canola. *Journal of Science and Technology*, 11(41): 191-203. (In Persian)
Sharma A.D., Thakur M., Rana M., and Singh, K. 2004. Effect pf plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphatase activities in S*orghum bicolor* L. *Moench* seeds. *African Journal of Biotechnology*, 3(6): 308-312.
Shaviv A., Hazan O., Neumann P., and Hagin J. 1990. Increasing salt tolerance of wheat by mixed ammonium nitrate nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 13(10): 1227-1239.
Shekofte H., Salari N., and Abdi S. 2015. Effect of different ratios of nitrate to ammonium and superabsorbent polymer on the yield of the medicinal plant (*Anethum graveolens* L). *Plant Production Technology*, 7(2): 55-68. (In Persian)
Sifola M. I., and Barbieeri G. 2006. Growth, yield and essential oil composition of four *origanum vulgare subspecies Anatolian origin*. *Journal of Essential Oil Researcher*, 108: 408-413.
Silberbush M., and Lips S.H. 1991. Potassium, nitrogen, ammonium to nitrate ratio, and sodium chloride effects on wheat growth: I. Shoot and root growth and mineral composition, *Journal of Plant Nutition*, 14(7): 751-764.
Soliman M.S., Shalabi H.G., and Campbell, W.F. 1994. Interaction of salinity, nitrogen, and phosphorus fertilization on wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 17(7): 1163-1173.
Sotiropoulou D.E., and Karamanos A.J. 2010. Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare ssp.* hirtum (Link) Ietswaart). *Industrial Crops and Products*, 32(3): 450-457.
Tabatabaei S.J., Fatemi L.S., and Fallahi E. 2006. Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 29(7): 1273-1285. (In Persian).
Trejo L.I., Rodríguez-Mendoza M.N., Fernández Luqueño F. 2008. Nutrición de cultivos. Manual (Ed.), Papiro Omega. México D.F.Waltz L. 1996. The herbal encyclopedia. Available from http://www.wic.net/waltzark/herbenc.htm.Xu Q.F.
Tsai C.L. Tsai C.Y. 1992. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. *Journal of Plant Nutrition*, 15(1): 23-33.
Wang L.J., Liu Y.L., Ma K., Wang J. Z., and Liu X.N. 1998. Effect of NaCl treatment on free radical metabolism of fig. *Ficus carica L.* Calli. *Advanced Horticulture*, 2: 235-241.

Archive of SID
www.SID.ir

Effect of Nitrogen and Nitrate: Ammonium Ratios on Growth Indices and Essential Oil Content of *Origanum vulgare* ssp. Gracile under Saline Conditions

Sajad Nematzade[1], Ebrahim Sepehr[2], Amir Rahimi[3]

(Received: July 2017 Accepted: January 2017)

Abstract

In order to evaluate effects of different levels of nitrogen and different ratios of nitrate: ammonium under saline and non-saline conditions on growth indices, essential oil content and yield of *Origanum vulgare* ssp. Gracile, a factorial experiment was carried out in randomized complete block design (RCBD) with third factors including nitrogen levels (5, 10, and 15 mM), nitrate: ammonium ratios (100:0, 87.5:12.5, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100), and salinity levels (0 and 50 mM NaCl) in three replications. The results showed that under non-saline condition, the highest fresh weight (33.34 g), dry weight (8.16 g), and essential oil yield (158.9 mg/pot) were obtained by 15 mM nitrogen and 75:25 nitrate: ammonium ratio. Under saline condition, all the three above-mentioned traits were reduced in all treatments however under this condition, the highest fresh weight (33.34 g), dry weight (4.56 g) and essential oil yield (94.35 mg/pot) were observed by 15 mM nitrogen and 50:50 nitrate: ammonium ratio. The main effects of all treatments on essential oil content were significant ($p \leq 0.01$); so that the highest essential oil content obtained by 15 mM nitrogen, 75:25 nitrate: ammonium ratio, and 50 mM salinity. In conclusion, 15 mM nitrogen with 75:25 and 50:50 nitrate: ammonium are recommended for non-saline and saline conditions, respectively.

Keywords: Ammonium, Nitrate, Nitrogen, Origanum, Salinity

Archive of SID

Nematzade S., Sepehr E. and Rahimi A. 2019. Effect of nitrogen and nitrate: ammonium ratios on growth indices and essential oil content of *Origanum vulgare* ssp. Gracile under saline conditions. *Applied Soil Research*, 6(4): 31-44.

1-MSc Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
2-Associate Professor, Department. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
3-Assistant Professor, Department. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.
*Corresponding Author Email: e.sepehr@urmia.ac.ir

www.SID.ir