Archive of SID

دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۶، صفحه ۱۰۸۵-۱۰۷۱ (۱۳۹۴)

اثر تنش خشکی بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه *Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi در تراکم‌های مختلف

غزاله رمضان[۱] و بهلول عباس‌زاده[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ایران

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

پست الکترونیک: babaszadeh@rifr-ac.ir

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۳ تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۳

چکیده

در میان تنش‌های غیرزنده، خشکی مهمترین مشکل زراعی است که باعث کاهش عملکرد محصولاتی می‌شود که به‌صورت دائم یا دوره‌ای در معرض آن قرار می‌گیرند. *Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi گیاهی چندساله و متعلق به تیره نعناعیان می‌باشد. ایران منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک بوده و بیشتر زمین‌های زراعی با مشکل کم‌آبی مواجه می‌باشند که این پدیده عمده‌ترین دلیل کاهش عملکرد محسوب می‌شود. به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و فاصله کاشت بر گیاه *Nepeta pogonosperma*، تحقیقی در شرایط مزرعه در سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات البرز (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) اجرا شد. این آزمایش در قالب فاکتوریل و بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. عامل فاصله کاشت در ۴ سطح (۲۰×۲۰، ۳۰×۳۰، ۴۰×۴۰ و ۵۰×۵۰ سانتی‌متر) و عامل خشکی در ۳ سطح آبیاری (۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) اعمال شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی×فاصله کاشت بر قطر ساقه اصلی و درصد اسانس در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. اثر تنش خشکی و فاصله کاشت بر طول و عرض برگ، طول گل‌آذین، عملکرد در هکتار، درصد و عملکرد اسانس، تعداد ساقه گلدار و کل ساقه‌ها و تعداد گل‌آذین معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین عرض برگ (۱۵/۹mm)، طول برگ (۴۰/۵mm) و عملکرد اندام هوایی در هکتار (۳۳۹۱kg/ha) مربوط به تیمار بدون تنش خشکی (۹۰٪ FC) بود. بیشترین تعداد ساقه بدون گل (۴۷Number/plant)، تعداد ساقه گلدار (۴۱Number/plant)، تعداد کل ساقه (۸۸Number/plant)، تعداد گل‌آذین (۱۵/۶Number/plant)، و بیشترین عملکرد اندام هوایی در هکتار (۵۱۸۵kg/ha)، درصد اسانس (۳/۲۱٪) و عملکرد اسانس (۱۲۲kg/ha) مربوط به فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر بود. نتایج این بررسی نشان داد که به‌منظور دستیابی به بیشترین عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس می‌توان از تراکم ۲۰×۲۰ در سطح تنش ۶۰٪ ظرفیت زراعی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: پونه‌سای (*Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi)، تنش خشکی، تراکم، عملکرد، اسانس.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گروه بزرگی از جنس *Nepeta* در طب سنتی به‌عنوان ضدعفونی‌کننده و قابض، به‌عنوان درمانی برای خارش‌های پوستی در کودکان، مار و عقرب گزیدگی استفاده می‌شود (Ghannadi *et al*., 2003). همچنین به‌عنوان ضدسرفه، ضداسپاسم، ضدآسم، ضدفلج و مدر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nostro *et al*., 2001). در تحقیقی نشان داده شد که اسانس *Nepeta atlantica* Ball و *Nepeta tuberosa*. L. spp. *reticulate* (Desf) Maire خاصیت بی‌حس‌کنندگی و ضددردی قوی دارند که این خاصیت ضددردی همانند مورفین عمل می‌کند (Bouidida *et al*., 2004). اسانس گرفته شده از جنس‌های پونه‌سا در جلوگیری از فعالیت *E. coli* و *S. aureus*، دو میکروارگانیسم مقاوم که مشکلات بهداشتی جدی در جهان ایجاد می‌کنند، مؤثر می‌باشد و می‌تواند همانند یک آنتی‌بیوتیک ساخته شود (Zenasni *et al*., 2008).

گیاهان در مراحل رشدی مختلف، حساسیت‌های متفاوتی به خشکی داشته و تأثیر خشکی بر عملکرد آنها متفاوت است (Neumann, 2008). اولین نشانه تنش خشکی در گیاه، بازدارندگی سریع رشد اندام هوایی و به مقدار کم رشد ریشه است (Neumann, 2008). در بیشتر گیاهان دارویی، تنش خشکی باعث افزایش درصد مواد مؤثره آنها می‌شود، این مطلب در گیاهان سنبل‌هندی (*Cymbopogon winterianus* Juwit) (Fatima *et al*., 1999)، نوعی گل‌راعی (*Hypericum brasiliense* L.) (Khalid, 2006)، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) (Taherkhani *et al*., 2011)، بابونه آلمانی و ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) (Vazque, 2010) گزارش شده‌است. در برخی از گیاهان مانند افسنطین (*Artemisia absinthium* L.) و اکلیل کوهی تغییری در عملکرد مواد مؤثره در شرایط تنش خشکی مشاهده نشده‌است (Fransworth *et al*., 2011). در تحقیقات دیگر اثر کاهشی تنش خشکی در عملکرد اسانس گیاه ریحان (*Ociumum basilicum* L.)، آویشن (*Thymus vulgarils* L.) و اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.) گزارش شده است (Solinas & Deiana, 1996). در آزمایش اثر تیمارهای مختلف آبیاری (۱۰۰٪ ظرفیت زراعی (شاهد)، ۸۰٪، ۶۰٪، ۴۰٪ و ۲۰٪ ظرفیت زراعی) بر عملکرد سرشاخه بادرنجبویه، عملکرد اسانس، درصد اسانس، عملکرد برگ، ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، قطر ساقه، عملکرد ساقه و طول میان‌گره در سطح ۱٪ معنی‌دار بود؛ به‌طوری که بیشترین عملکرد سرشاخه از تیمار شاهد حاصل شد. بیشترین عملکرد اسانس از تیمار ۴۰٪ ظرفیت زراعی و بیشترین درصد اسانس از تیمار ۲۰٪ ظرفیت زراعی بدست آمد و نتایج نامبردگان نشان داد که یک حد متعادلی از تنش خشکی برای افزایش اسانس بادرنجبویه مفید است (Abbaszadeh *et al*., 2009).

در بررسی سه تراکم ۵۰×۶، ۵۰×۸ و ۵۰×۱۲ سانتی‌متر روی صفات مورفولوژیک همیشه‌بهار در منطقه سیستان نشان داده شد که بیشترین تعداد گلبرگ، قطر گل، طول دمگل و تعداد شاخه‌های فرعی در تراکم سوم و بیشترین طول شاخه‌های فرعی و تعداد برگ در تراکم‌های اول و سوم و بیشترین قطر ساقه و وزن ساقه و ریشه در تراکم‌های دوم و سوم و بیشترین وزن تر گل هم از تراکم اول بدست آمد (Ganjali *et al*., 2010). در بررسی چهار تراکم ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ بوته در مترمربع روی گشنیز در منطقه کرمانشاه مشاهده شد که بیشترین ارتفاع گیاه در تراکم ۷۰ و بیشترین تعداد شاخه و تعداد چتر در گیاه در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بدست آمد (Ghobadi & Ghobadi, 2010). در بررسی چهار تراکم ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع روی گیاه نعناع فلفلی، بیشترین عملکرد تر و خشک را از بالاترین تراکم (۲۰ بوته در مترمربع) گزارش کردند (Zehtab-Salmasi *et al*., 2008). در بررسی سه تراکم ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر روی گیاه آویشن بیشترین مقدار وزن تر و خشک گیاه از تراکم ۱۵ سانتی‌متر و کمترین مقدار آنها هم از تراکم ۴۵ سانتی‌متر گزارش شد (Al-Ramamneh, 2009). در بررسی چهار تراکم ۱۰×۴۰، ۲۰×۴۰، ۱۰×۶۰ و ۲۰×۶۰ روی دو گونه *Isatis tinctoria* و *Isatis*

www.SID.ir

Archive of SID

constricta نشان دادند که بیشترین عملکرد تر و خشک برگ از فواصل کمتر (۱۰×۴۰، ۲۰×۴۰) بدست آمد (Kizil *et al.*, 2007). این تحقیق به‌منظور تعیین تراکم مناسب برای شرایط زراعی و نیز تعیین میزان تحمل‌پذیری گیاه *Nepeta pogonosperma* و تعیین بهترین تیمار تنش خشکی به‌منظور دستیابی به حداکثر عملکرد اسانس برای اولین بار اجرا شده است.

مواد و روشها

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و فاصله کاشت بر گیاه *Nepeta pogonosperma* در شرایط مزرعه در سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات البرز وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. هر تکرار شامل ۱۲ تیمار آزمایشی بود. ابعاد کرت‌ها ۲×۳ متر و فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر ۲/۵ تا ۳ متر در نظر گرفته شد. همچنین بین کرت‌های آزمایشی ۲ متر در نظر گرفته شد. عامل اول شامل ۴ سطح فاصله کاشت ۲۰×۲۰، ۳۰×۳۰، ۴۰×۴۰ و ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و عامل دوم شامل ۳ سطح آبیاری ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بودند. وضعیت خاک مورد استفاده در آزمایشگاه خاک و آب بررسی شد و نتایج آن به شرح جدول ۱ بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

Text Hydrometer	Clay %	Silt %	Sand %	K (ave.) ppm	P (ave.) ppm	Zn (ave.) ppm	Fe (ave.) ppm	O.C %	O.M %	N_t %	pH of paste	EC	S.P	%S.M
Cl	۳۵/۷۱	۳۸/۷۸	۲۵/۵۱	۵۸۰	۸/۱۶	۰/۳۷	۳/۱۸	۱/۳۳	۲/۲۹	۰/۰۹	۷/۴۸	۱/۰۲	۳۵/۲۹	۲/۰۴

کاشت در تاریخ ۱۱ اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام شد. قبل از کاشت، بذرها را در داخل ماسه بادی گذاشته و پس از رطوبت‌دهی به مدت ۴ هفته در معرض سرما در دمای ۴ درجه در یخچال قرار داده و بعد بذرها در گلخانه کشت گردید و بعد از جوانه‌زنی بذرها، نشاءها در مرحله ۶ تا ۸ برگی برای سازگاری با محیط به جعبه منتقل شد و پس از یک مرحله آبیاری (هیرم‌کاری) انتقال به زمین اصلی انجام شد. پس از کاشت، آبیاری به‌صورت هفتگی ۲ نوبت تا زمان استقرار کامل گیاهان و بعد از آن براساس رطوبت خاک و به روش وزنی انجام گردید. ابتدا کلیه کرت‌ها آبیاری گردید؛ سپس بعد از ۲۴ ساعت از عمق توسعه ریشه‌ها (۳۰-۰ سانتی‌متر) نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها بلافاصله توزین شده و بعد به داخل آون منتقل و به‌مدت ۲۴ ساعت در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. نمونه‌های خشک مجدداً توزین گردید و درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه محاسبه شد. تیمارها براساس روش وزنی و براساس درصد رطوبت پیش‌بینی شده اعمال گردید و میزان آب لازم برای رسیدن رطوبت خاک واحد آزمایشی به سطح رطوبتی ظرفیت زراعی با استفاده از فرمول Behera و Panda (۲۰۰۹) محاسبه و به خاک داده شد:

$$V=\rho ZA(FC-PWP)/100$$

در این فرمول V حجم آب آبیاری، P وزن مخصوص خاک، Z عمق توسعه ریشه، A مساحت واحد آزمایشی، FC رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و P.W.P رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم می‌باشند. برای کنترل میزان آب مصرفی از کنتور استفاده شد. برداشت نهایی مرداد ماه سال ۱۳۹۱ پس از رسیدگی گیاهان به مرحله گلدهی

www.SID.ir

Archive of SID

کامل انجام شد. نمونه‌های برداشت شده در سایه و با جریان هوا خشک شده و با گذاشتن نمونه‌هایی از آنها در آون و در دمای $75^{\circ}C$ به مدت ۲۴ ساعت وزن خشک نمونه‌ها محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌ها براساس مدل فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. قبل از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها بررسی و تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد (در سطح احتمال ۵٪) و مقایسه کلیه تیمارها با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات (lsmeans) انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر فاصله کاشت بر عرض برگ، طول برگ، طول گل‌آذین و عملکرد اندام هوایی در هکتار در سطح ۱٪ و بر تعداد ساقه گلدار، تعداد کل ساقه، تعداد گل‌آذین و عملکرد اندام هوایی تک بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. سطوح مختلف تنش خشکی بر طول برگ، تعداد ساقه گلدار، تعداد کل ساقه، عملکرد اندام هوایی تک بوته، عملکرد اندام هوایی در هکتار، درصد و عملکرد اسانس در سطح ۱٪ و بر عرض برگ، تعداد ساقه بدون گل و تعداد گل‌آذین در سطح ۵٪ اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل تنش در فاصله کاشت بر قطر ساقه اصلی و درصد اسانس در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین فاصله کاشت نشان داد (جدول ۳) که بیشترین طول برگ در فاصله کاشت ۴۰×۴۰ سانتی‌متر با میانگین ۴۲/۳ میلی‌متر وجود داشت. در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر بیشترین ساقه گلدار با میانگین ۴۱/۲ عدد در بوته مشاهده شد. در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۴۷ عدد در بوته بیشترین تعداد ساقه بدون گل مشاهده شد. به‌طوری که بیشترین تعداد کل ساقه در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۸۸/۲ عدد در بوته بود. در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۲/۶ عدد در گیاه بیشترین بود. همچنین بیشترین عملکرد اندام هوایی تک بوته در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۳۶/۴ گرم و کمترین عملکرد اندام هوایی تک بوته در فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۲۰/۷ گرم مشاهده شد. بیشترین عملکرد اندام هوایی در هکتار در فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۵۱۸۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۴۵۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. حداکثر درصد اسانس در فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۳/۲۱٪ بدست آمد. حداکثر عملکرد اسانس در فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۲۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد اسانس در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۲۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد.

مقایسه میانگین سطوح تنش (جدول ۴) نشان داد که بیشترین عرض و طول برگ به‌ترتیب با میانگین ۴۸ و ۴۰/۵ میلی‌متر در شرایط بدون تنش (۹۰٪ ظرفیت زراعی) بود. در شرایط بدون تنش (۹۰٪ ظرفیت زراعی) بیشترین تعداد ساقه گلدار با میانگین ۳۷/۸ عدد در گیاه مشاهده شد. بیشترین تعداد کل ساقه در شرایط بدون تنش (۹۰٪ ظرفیت زراعی) با میانگین ۷۶/۴ عدد در گیاه مشاهده شد. بیشترین طول گل‌آذین در تنش ۶۰٪ با میانگین ۸/۵ سانتی‌متر مشاهده شد. بیشترین عملکرد اندام هوایی تک بوته با میانگین ۳۳/۱ گرم مشاهده گردید. بیشترین عملکرد اندام هوایی در هکتار در شرایط بدون تنش (۹۰٪ ظرفیت زراعی) با میانگین ۳۳۹۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد.

مقایسه میانگین کلیه تیمارها نشان داد که به لحاظ صفات مورفولوژیک از قبیل طول و عرض برگ، ارتفاع گیاه و قطر ساقه از نوسان زیادی برخوردار بوده و در بین تیمارهای مختلف روند خاصی مشاهده نشد (جدول ۵). قطر ساقه اصلی در فاصله کاشت ۴۰×۴۰ و ۵۰×۵۰ در شرایط تنش شدید نسبت به سایر تیمارها از قطر ساقه

www.SID.ir

Archive of SID

کمتری برخوردار بودند و بین دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین تعداد ساقه گلدار با میانگین‌های ۵۱/۶ و ۴۳/۳ عدد بر بوته به‌ترتیب متعلق به فاصله کاشت ۴۰×۴۰ و ۵۰×۵۰ بود. هر چند این تیمارها با ۳ تیمار فاصله کاشت ۳۰×۳۰، ۴۰×۴۰ و ۵۰×۵۰ در تنش ۶۰٪ ظرفیت زراعی و نیز با تیمار فاصله کاشت ۲۰×۲۰ در تیمار بدون تنش (۹۰٪ ظرفیت زراعی) در یک گروه قرار داشتند و اختلاف آماری نداشتند. مقایسه میانگین تعداد ساقه بدون گل نشان داد که حداکثر تعداد ساقه بدون گل ۴۹ عدد بر بوته و کمترین آن ۲۴ عدد بر بوته بود. تعداد کل ساقه در تیمارهای فاصله کاشت ۴۰×۴۰ در تنش ۳۰٪ ظرفیت زراعی، فاصله کاشت ۵۰×۵۰ در تنش ۶۰٪ ظرفیت زراعی و همه فاصله‌های کاشت بدون تنش بیشتر از سایر تیمارها بود. کمترین تعداد گل‌آذین با ۷ گل‌آذین در بوته متعلق به تیمارهای ۲۰×۲۰×۳۰٪ ظرفیت زراعی بود. بلندترین طول گل‌آذین با ۹/۶ و ۹/۱ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمارهای ۲۰×۲۰×۶۰٪ ظرفیت زراعی و ۵۰×۵۰×۶۰٪ ظرفیت زراعی بودند.

مقایسه میانگین عملکرد اندام هوایی تک بوته‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد سرشاخه تک بوته مربوط به تیمارهای بدون تنش در هر ۴ فاصله کاشت بود. مقایسه میانگین عملکرد اندام هوایی در هکتار نشان داد که بیشترین عملکرد سرشاخه در هکتار با ۶۳۷۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۴۰×۴۰ تنش ۳۰٪ ظرفیت زراعی بود و پس از آن تیمار تنش ۳۰٪ ظرفیت زراعی در فاصله کاشت ۳۰×۳۰ و ۲۰×۲۰ به‌ترتیب با میانگین ۵۱۱۰ و ۴۰۷۲ کیلوگرم در هکتار بود. مقایسه میانگین عملکرد اسانس نشان داد که بالاترین عملکرد اسانس با ۶۸/۵۴، ۶۶/۳۸ و ۵۲/۰۶ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب متعلق به تیمارهای ۳۰٪ ظرفیت زراعی در فاصله کاشت ۲۰×۲۰، ۳۰×۳۰ و ۴۰×۴۰ بودند.

جدول همبستگی صفات (جدول ۶) نشان داد که طول برگ با قطر ساقه (r=۰/۶۲×) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. به‌طوری که بین ارتفاع گیاه با طول میان‌گره، قطر ساقه اصلی، طول گل‌آذین و عملکرد اندام هوایی تک بوته همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. همچنین بین طول بلندترین میان‌گره با قطر ساقه اصلی، طول گل‌آذین و درصد اسانس همبستگی مثبت و با تعداد ساقه بدون گل و تعداد کل ساقه همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده گردید. تعداد ساقه گلدار با تعداد کل ساقه و عملکرد اندام هوایی تک بوته همبستگی مثبت و همچنین با عملکرد اندام هوایی در هکتار، درصد و عملکرد اسانس همبستگی منفی معنی‌دار داشت. بین تعداد ساقه بدون گل با تعداد کل ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار و با درصد و عملکرد اسانس و با طول بلندترین میان‌گره همبستگی منفی مشاهده شد. تعداد کل ساقه با تعداد ساقه گلدار، تعداد ساقه بدون گل، عملکرد اندام هوایی تک بوته همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. بین عملکرد تک بوته با ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد ساقه گلدار و تعداد ساقه کل همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. عملکرد اندام هوایی با تعداد ساقه گلدار همبستگی مثبت و با تعداد گل‌آذین همبستگی منفی مشاهده شد. درصد اسانس با طول بلندترین میان‌گره، تعداد ساقه‌های گلدار و تعداد ساقه کل همبستگی مثبت معنی‌دار و با تعداد ساقه بدون گل و عملکرد اندام هوایی تک بوته همبستگی منفی معنی‌دار داشت. عملکرد اسانس با تعداد ساقه گل‌دار، تعداد کل ساقه، عملکرد اندام هوایی و درصد اسانس رابطه مثبت معنی‌دار و با عملکرد ساقه‌های بدون گل همبستگی منفی معنی‌دار داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و فاصله کاشت بر صفات رویشی و زایشی گیاه دارویی *Nepeta pogonosperma*

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات												
		عرض برگ	طول برگ	ارتفاع گیاه	طول بلندترین میان‌گره	قطر ساقه اصلی	تعداد ساقه گلدار	تعداد ساقه بدون گل	تعداد کل ساقه	تعداد گل‌آذین	طول گل‌آذین	عملکرد اندام هوایی تک بوته	عملکرد اندام هوایی در هکتار	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۲/۰۸ ns	۳۶/۹۸ ×	۵۱/۲۱ ns	۰/۳۴ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۴/۴۸ ×	۰/۵۴ ns	۵۹۷/۲۱ ns	۵۳/۲۰ ×	۰/۸۸ ns	۲۵/۲۹ ns	۴۴۷۲۵۲۲ ns	۰/۰۳ ns	۱۲۹۷۰/۰۸ ns
فاصله کاشت	۲	۲۰/۴۴ ××	۱۴۸/۴۴ ××	۱۸۰/۸۱ ns	۰/۴۸ ns	۰/۰۱ ns	۳/۳۲ ×	۲/۲۴ ns	۱۲۲۴/۸۰ ×	۱۴/۷۹ ×	۱۹/۴۰ ××	۱۸۴/۳۶ ×	۲/۶۴ ××	۰/۱۲ ns	۵۷۹۵/۱۵ ns
تنش	۳	۱۰/۲۸ ×	۱۴۲/۶۷ ××	۱۳۱/۲۸ ns	۰/۵۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۴/۹۰ ××	۴/۹۷ ×	۲۱۰۲/۷۲ ××	۱۱۰/۸۰ ×	۳/۸۲ ns	۴۲۷/۶۲ ××	۲/۴۰ ××	۰/۳۳ ××	۵۸۶۷۱/۹۵ ××
ف.کاشت×تنش	۶	۳/۴۷ ns	۲۳/۳۳ ns	۴۲ ns	۰/۲۰ ns	۰/۱۱ ×	۰/۵۵ ns	۰/۹۹ ns	۴۸/۳۱ ns	۱/۲۶ ns	۱/۷۷ ns	۷/۷۲ ns	۶۶۱۷۴۲ ns	۰/۱۷ ×	۵۸۴۲/۰۲ ns
خطا	۲۲	۲/۲۷	۱۰/۵۹	۶۲/۸۶	۰/۴۰	۰/۰۰۶	۰/۸۷	۱/۳۷	۲۷۶/۰۸	۹/۵۲	۲/۳۸	۴۳/۴۲	۴۰۶۶۷	۰/۰۶	۴۸۴۳/۲۳
Cv%		۱۰/۶۵	۸/۶۱	۱۶/۳۱	۱۷/۹۲	۱۹/۴۴	۱۶/۸۸	۲۰/۳۹	۲۴/۸۳	۳۱/۲۷	۲۱/۸۲	۲۲/۴۰	۲۱/۷۰	۱۷/۳۲	۲۹/۱۵

ns، × و ××: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر فاصله کاشت بر صفات رویشی و زایشی گیاه دارویی *Nepeta pogonosperma*

تراکم	میانگین صفات												
	عرض برگ (mm)	طول برگ (mm)	ارتفاع گیاه (cm)	طول بلندترین میان‌گره (cm)	قطر ساقه اصلی (mm)	تعداد ساقه گلدار (n/p)	تعداد ساقه بدون گل (n/p)	تعداد کل ساقه (n/p)	تعداد گل‌آذین (n/p)	طول گل‌آذین (cm)	عملکرد اندام هوایی تک بوته (g/p)	عملکرد اندام هوایی (g/ha)	درصد اسانس (٪)	عملکرد اسانس (g/ha)
۲۰×۲۰cm	۱۴/۸۴ a	۳۹/۳۴ ab	۴۳/۸۰ a	۳/۴۶ a	۰/۴۰ a	۲۲/۶۲ c	۳۳/۰۷ b	۵۵/۶۹ b	۸/۰۲ b	۶/۵۷ a	۲۰/۷۴ c	۵۱۸۵۲۷۸ a	۳/۲۱ a	۱۲۲۰۵۳ a
۳۰×۳۰cm	۱۳/۲۵ b	۳۲/۹۸ c	۵۲/۱۱ a	۳/۶۸ a	۰/۴۰ a	۲۸/۱۲ cb	۲۷/۸۶ b	۵۵/۹۹ b	۱۰/۲۰ ab	۸/۰۲ a	۲۷/۳۰ b	۳۰۳۴۳۱۸ b	۲/۴۳ ab	۸۲۹۵۷ b
۴۰×۴۰cm	۱۵/۳۰ a	۴۲/۳۰ a	۴۷/۲۵ a	۳/۸۰ a	۰/۴۴ a	۳۷/۳۰ ab	۳۰/۳۲ b	۶۷/۶۲ b	۸/۶۵ b	۶/۹۴ a	۳۳/۲۲ ab	۲۰۷۶۶۶۷ c	۲/۰۱ b	۳۷۸۱۶ c
۵۰×۵۰cm	۱۳/۲۵ b	۳۶/۵۲ b	۵۱/۱۶ a	۳/۲۳ a	۰/۴۳ a	۴۱/۲۲ a	۴۷/۰۳ a	۸۸/۲۵ a	۱۲/۵۷ a	۶/۷۵ a	۳۶/۳۶ a	۱۴۵۴۷۱۱ c	۱/۸۱ b	۲۴۵۰۲/۷۵ c

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات رویشی و زایشی گیاه دارویی *Nepeta pogonosperma*

تنش	میانگین صفات												
	عرض برگ (mm)	طول برگ (mm)	ارتفاع گیاه (cm)	طول بلندترین میان‌گره (cm)	قطر ساقه اصلی (mm)	تعداد ساقه گلدار (n/p)	تعداد ساقه بدون گل (n/p)	تعداد کل ساقه (n/p)	تعداد گل‌آذین (n/p)	طول گل‌آذین (cm)	عملکرد اندام هوایی تک بوته (g/p)	عملکرد اندام هوایی (g/ha)	درصد اسانس (٪)	عملکرد اسانس (g/ha)
٪۳۰	۱۲/۸۷ b	۳۳/۸۱ b	۴۴/۱۰ a	۳/۶۹ a	۰/۳۸ a	۲۶/۵۵ b	۲۹/۷۲ a	۵۶/۲۷ b	۹/۵۷ a	۶/۳۶ b	۲۵/۲۹ b	۲۴۵۳۴۷۰ b	۲/۲۴ a	۵۴۶۵۶ a
٪۶۰	۱۴/۱۴ b	۳۹/۰۶ a	۵۱/۰۴ a	۳/۶۳ a	۰/۴۵ a	۳۲/۵۶ ab	۳۵/۴۵ a	۶۸/۰۲ ab	۱۱/۰۹ a	۸/۵۴ a	۲۹/۸۴ ab	۲۹۶۸۱۸۲ ab	۲/۶۶ a	۶۷۶۳۹ a
٪۹۰	۴۸/۱۵ a	۴۰/۴۹ a	۵۰/۵۹ a	۳/۳۱ a	۰/۴۳ a	۳۷/۸۳ a	۳۸/۵۴ a	۷۶/۳۸ a	۸/۹۲ a	۶/۳۱ b	۳۳/۰۹ a	۳۳۹۱۵۷۸ a	۲/۱۸ a	۷۸۲۰۳ a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی و فاصله کاشت بر صفات رویشی و زایشی گیاه دارویی *Nepeta pogonosperma*

تنش (FC٪)	فاصله کاشت	میانگین صفات													
		عرض برگ	طول برگ	ارتفاع گیاه	بلندترین میان‌گره	قطر ساقه اصلی	تعداد ساقه گلدار	تعداد ساقه بدون گل	تعداد کل ساقه	تعداد گل‌آذین	طول گل‌آذین	عملکرد اندام هوایی تک بوته	عملکرد اندام هوایی	درصد اسانس	عملکرد اسانس
۳۰	۲۰×۲۰	۱۲/۷۵۰ cd	۳۵/۶۶ c	۳۹/۲۲ bc	۳/۵۶ a	۰/۳۸ abc	۱۹/۸۸ c	۲۴/۱۱ b	۴۴/۰۰ c	۷/۵۲ b	۵/۳۱ c	۱۶/۲۹۰ c	۴۰۷۲۵۰۰ bc	۱/۶۵ a	۶۸/۵۴ a
۳۰	۳۰×۳۰	۱۵/۳۵ abc	۴۲/۰۱ ab	۴۶/۰۳ abc	۳/۶۶ a	۰/۴۹ ab	۲۴/۵۵ bc	۲۸/۴۴ ab	۵۲/۹۹ c	۹/۴۲ ab	۷/۵۷ abc	۲۰/۴۴۳ c	۵۱۱۰۸۳۳ b	۱/۲۵ ab	۶۶/۳۸ a
۳۰	۴۰×۴۰	۱۶/۴۴ a	۴۰/۳۵ abc	۴۶/۱۵ abc	۳/۱۶ a	۰/۳۴ bc	۲۳/۴۴ bc	۴۶/۶۶ ab	۷۰/۱۱ abc	۷/۱۳ b	۶/۸۳ abc	۲۵/۴۹۰ bc	۶۳۷۲۵۰۰ a	۰/۸۱ cb	۵۲/۰۶ ab
۳۰	۵۰×۵۰	۱۰/۹۴ d	۲۵/۰۱ d	۴۸/۹۸ abc	۳/۶۷ a	۰/۲۸ c	۲۰/۷۷ c	۲۴/۱۱ b	۴۴/۸۹ c	۱۰/۳۲ ab	۸/۱ abc	۲۴/۳۸۳ bc	۲۷۰۹۲۵۷ de	۱/۳۲ ab	۳۳/۹۶ cb
۶۰	۲۰×۲۰	۱۳/۰۷ bcd	۳۴/۳۱ c	۵۶/۲۱ a	۳/۸۷ a	۰/۴۲ abc	۲۵/۹۴ bc	۳۳/۵۰ ab	۵۹/۴۴ c	۱۱/۶۶ ab	۹/۵۶ a	۲۸/۶۱۰ abc	۳۱۷۸۸۸۶ cd	۱/۰۳ abc	۳۰/۲۸ cb
۶۰	۳۰×۳۰	۱۵/۷۶ ab	۳۹/۶۱ abc	۵۱/۱۴ abc	۳/۵۱ a	۰/۵۱ a	۳۷/۶۶ abc	۲۶/۰۰ ab	۶۳/۶۶ bc	۸/۶۱ ab	۶/۵ bc	۲۸/۹۳۳ abc	۳۲۱۴۸۱۲ cd	۰/۶۹ cb	۲۳/۰۳ cb
۶۰	۴۰×۴۰	۱۴/۶۹ abc	۴۰/۰۶ abc	۳۷/۹۰ c	۳/۷۴ a	۰/۳۸ abc	۳۶/۸۸ abc	۲۴/۳۳ b	۶۱/۲۲ bc	۸/۷۲ ab	۵/۸۷ c	۲۷/۲۲۳ abc	۱۷۰۱۴۵۸ ef	۱/۴۱ ab	۲۵/۵۷ cb
۶۰	۵۰×۵۰	۱۴/۸۶ abc	۴۲/۸۱ ab	۴۹/۵۰ abc	۳/۹۶ a	۰/۴۶ ab	۳۶/۴۴ abc	۳۰/۲۲ ab	۶۶/۶۶ abc	۸/۹۷۷ ab	۹/۱۲ ab	۳۴/۱۹۰ ab	۲۱۳۶۸۷۵ def	۱/۲۴ ab	۲۸/۳۰ cb
۹۰	۲۰×۲۰	۱۶/۳۶ a	۴۴/۰۴ a	۵۴/۳۵ ab	۳/۷۰ a	۰/۴۹ ab	۳۸/۵۸ abc	۳۶/۴۲ ab	۷۵/۰۰ abc	۸/۲۷ ab	۵/۸۵ c	۳۸/۲۶۷ a	۲۳۹۱۶۶۷ def	۰/۸۲ cb	۲۰/۸۶ cb
۹۰	۳۰×۳۰	۱۳/۱۰ bcd	۳۴/۴۹ c	۵۰/۳۳ abc	۳/۷۹ a	۰/۴۸ ab	۲۸/۶۶ bc	۴۶/۳۳ ab	۷۴/۹۹ abc	۱۱/۷۳ ab	۶/۲۶ bc	۳۳/۲۶۷ ab	۱۳۳۰۶۶۷ f	۱/۱۲ abc	۱۴/۸۰ c
۹۰	۴۰×۴۰	۱۳/۲۹ bcd	۳۷/۱۱ bc	۵۲/۴۵ abc	۳/۰۱ a	۰/۴۱ abc	۴۳/۳۳ ab	۴۹/۶۶ a	۹۳/۰۰ ab	۱۴/۳۱ a	۷/۹۱ abc	۳۶/۱۵۳ ab	۱۴۴۶۱۳۳ f	۰/۹۹ abc	۱۴/۱۵ c
۹۰	۵۰×۵۰	۱۳/۳۵ bcd	۳۷/۹۵ abc	۵۰/۷۲ abc	۲/۸۹ a	۰/۴۱ abc	۵۱/۶۶ a	۴۵/۱۱ ab	۹۶/۷۷ a	۱۱/۶۹ ab	۶/۰۹ c	۳۹/۶۸۳ a	۱۵۸۷۳۳۳ ef	۰/۴۶ c	۷/۲۶ c

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- همبستگی صفات بررسی شده تحت تیمار تنش خشکی و فاصله کاشت در گیاه دارویی *Nepeta pogonosperma*

	عرض برگ	طول برگ	ارتفاع گیاه	طول بلندترین میان‌گره	قطر ساقه	تعداد ساقه گل‌دار	تعداد ساقه بدون گل	تعداد کل ساقه	تعداد گل‌آذین	طول گل‌آذین	عملکرد اندام هوایی تک بوته	عملکرد اندام هوایی	درصد اسانس	عملکرد اسانس
عرض برگ	۱													
طول برگ	۰/۷۱ ××	۱												
ارتفاع گیاه	۰/۲۶ ns	۰/۱۴ ns	۱											
طول بلندترین میان‌گره	۰/۲۵ ns	۰/۱۷ ns	۰/۳۸ ×	۱										
قطر ساقه	۰/۳۷ ×	۰/۴۷ ××	۰/۴۷ ××	۰/۴۱ ×	۱									
تعداد ساقه گل‌دهنده	۰/۰۴ ns	۰/۲۷ ns	۰/۲۲ ns	−۰/۰۰۵ ns	۰/۳۴ ×	۱								
تعداد ساقه بدون گل	−۰/۰۸ ns	۰/۰۱ ns	−۰/۰۱ ns	−۰/۵۰ ××	−۰/۰۳ ns	۰/۱۸ ns	۱							
تعداد کل ساقه	−۰/۰۲ ns	۰/۱۶ ns	۰/۱۳ ns	−۰/۳۳ ×	۰/۲۲ ns	۰/۷ ××	۰/۷۷ ××	۱						
تعداد گل‌آذین	−۰/۰۳ ns	−۰/۱۸ ns	۰/۲۸ ×	۰/۱۰ ns	۰/۰۹ ns	−۰/۰۴ ns	−۰/۱۳ ns	۰/۰۶ ns	۱					
طول گل‌آذین	−۰/۰۲ ns	−۰/۰۶ ns	۰/۴۸ ××	۰/۵۱ ××	۰/۳۳ ×	۰/۰۵ ns	−۰/۱۹ ns	−۰/۸ ns	۰/۲۶ ns	۱				
عملکرد اندام هوایی تک بوته	۰/۲۷ ns	۰/۲۷ ns	۰/۶۰ ××	۰/۲۲ ns	۰/۴۱ ×	۰/۶۲ ××	۰/۲۳ ns	۰/۵۵ ××	۰/۲۳ ns	۰/۲۴ ns	۱			
عملکرد اندام هوایی	۰/۳۸ ns	۰/۱۶ ns	−۰/۰۶ ns	۰/۰۷ ns	−۰/۰۵ ns	۰/۳۶ ×	−۰/۰۹ ns	۰/۲۹ ns	−۰/۳۴ ×	−۰/۰۷ ns	۰/۳۲ ×	۱		
درصد اسانس	−۰/۰۶ ns	−۰/۱۵ ns	۰/۱۱ ns	۰/۴۰ ×	−۰/۲۲ ns	۰/۵۴ ××	−۰/۴۵ ××	۰/۶۴ ××	۰/۱۴ ns	−۰/۰۵ ns	−۰/۲۸ ns	۰/۰۹ ns	۱	
عملکرد اسانس	۰/۱۷ ns	۰/۰۳ ns	−۰/۱۴ ns	۰/۲۵ ns	−۰/۱۰ ns	۰/۵۰ ××	−۰/۳۴ ×	۰/۵۵ ××	−۰/۲۲ ns	۰/۰۲ ns	−۰/۳۸ ns	۰/۷۶ ××	۰/۶۴ ××	۱

ns، × و ××، به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

پاسخ گیاه به شرایط تنش، تغییر مورفولوژیک برخی از اندام‌هاست. همان‌طوری که گیاهان در شرایط بدون تنش بیشترین طول و عرض برگ، تعداد ساقه گلدار و تعداد کل ساقه تولیدی را داشتند. کاهش آب قابل دسترس باعث کاهش توسعه سطح برگ شده و همچنین بر میزان فتوسنتز نیز اثر خواهد گذاشت (Neumann, 2008). در آزمایشی که روی دو گونه از گیاه دارویی علف‌لیمو (*Cymbopogon nardus* و *C. pendulus*) انجام شد، در اثر تنش خشکی کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در طول برگ تحت تیمارهای ملایم و متوسط تنش آب مشاهده شد (Sangwan *et al*., 1994). تحقیقات نشان داد که در گیاه مرزنجوش بستانی (*Origanum majorana* L.) در اثر کمبود آب، طول برگ‌ها کم شد (Rizopoulou & Diamantoglon, 1991). وقتی دو عامل محیطی تأثیرگذار مانند تنش و فاصله کاشت بر ارتفاع گیاه *Nepeta pogonosperma* معنی‌دار نبوده، نمی‌توان عامل ژنتیک یا عوامل محیطی دیگر را بر ارتفاع این گیاه اثرگذار دانست. برخی محققان نیز مشاهده کردند که فاصله کاشت تأثیری بر ارتفاع گیاه ندارد (Amzad Hossain *et al*., 2005؛ Sabagh Nekonam & Razmjoo, 2007). اما در بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه تنش خشکی و فاصله کاشت گزارش‌هایی مبنی بر کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش (Abbaszadeh, 2011) و افزایش ارتفاع در اثر افزایش فاصله کاشت شده است (Zehtab Salmasi *et al*., 2008؛ Al-Ramamneh, 2009). نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد ساقه‌های کل نیز در اثر تنش کاهش می‌یابد. البته کاهش طول گل‌آذین در تیمار بدون تنش می‌تواند به رشد رویشی بیشتر گیاه در شرایط بدون تنش و ظهور دیرهنگام گل‌ها مربوط باشد. در تحقیقات مختلف مشاهده شده که تنش‌های ملایم موجب افزایش درصد گلدهی و طول گل‌آذین در گیاه می‌گردد و با افزایش شدت تنش گیاه برای مقابله با تنش بیشتر از رشد اندام‌های رویشی و زایشی کاسته و بیشتر به رشد اندام‌های زیرزمینی می‌افزاید و اگر تنش باز هم شدیدتر شود، رشد اندام‌های زیرزمینی نیز کاهش خواهد یافت (Abbaszadeh, 2011). با توجه به اینکه تیمار شاهد با رطوبت ۹۰٪ ظرفیت مزرعه تحت تیمار تنش قرار نگرفته است، از رشد و نمو بهتری برخوردار بوده و میزان آب قابل دسترس برای گیاه بالا بوده و به دنبال آن جذب مواد غذایی هم از طریق ریشه افزایش داشته است. هر چه میزان تنش بیشتر شود گیاه توان جذب آب و مواد غذایی کافی را نخواهد داشت و انرژی که باید صرف رشد و نمو و تقسیم و تکثیر سلولی شود صرف توسعه ریشه و جذب آب و مواد غذایی می‌گردد (Neumann, 2008)، در نتیجه گیاهان تنش دیده نسبت به گیاهان رشد یافته در شرایط بدون تنش رشد کمتری نشان دادند. با توجه به اینکه تیمار شاهد با رطوبت ۹۰٪ ظرفیت مزرعه تحت تیمار تنش قرار نگرفته است، از رشد و نمو بهتری برخوردار بوده و میزان آب قابل دسترس برای گیاه بالا بوده و به دنبال آن جذب مواد غذایی هم از طریق ریشه افزایش داشته است. بنابراین هر چه میزان تنش بیشتر شود گیاه توان جذب آب و مواد غذایی کافی را نخواهد داشت و انرژی که باید صرف رشد و نمو و تقسیم و تکثیر سلولی شود صرف توسعه ریشه و جذب آب و مواد غذایی می‌گردد، در نتیجه گیاهان تنش دیده نسبت به گیاهان رشد یافته در شرایط بدون تنش رشد کمتری نشان دادند.

در بین فاصله کاشت‌های اعمال شده در این تحقیق بیشترین عرض برگ در فاصله کاشت ۴۰×۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد که نسبت به دو فاصله کاشت قبل از خود از فاصله مناسب‌تری برخوردار بوده و نتایج مطلوب‌تری نشان داده‌است. از طرفی هم فاصله کاشت بر طول برگ اثر گذاشته و در شرایطی که گیاهان با فاصله مناسب‌تری کشت شده باشند، نتایج مطلوب‌تری مشاهده خواهد شد. همان‌طور که بررسی جدول ۳ نشان می‌دهد، فاصله کاشت ۴۰×۴۰ سانتی‌متر برای رشد و نمو گیاه مناسب‌تر بود و بیشترین طول برگ را داشته است. وقتی فاصله کشت دو بوته نزدیکتر شود، رقابت برای جذب آب و مواد غذایی بیشتر می‌شود و این موضوع می‌تواند بر صفات مورفولوژی اثرگذار باشد. از طرفی در نتیجه رقابت بین گیاهان در

www.SID.ir

Archive of SID

جذب نور و همین طور آب و مواد غذایی، امکانات موجود بین گیاهان تقسیم شده و با فاصله کاشت کمتر تعداد گیاهان بیشتری از این آب و مواد غذایی استفاده می‌کنند. در نتیجه به هر گیاه مقدار کمتری می‌رسد و باعث کاهش در رشد و نمو گیاه می‌شود. از طرفی دیگر وقتی فاصله کاشت بین گیاهان خیلی زیاد باشد، با وجود اینکه رقابتی برای جذب نور و آب و هوا وجود ندارد ولی همین عدم وجود رقابت سبب می‌شود تا گیاه تعداد برگ بیشتری تولید کند و به دلیل مقدار تعداد برگ بیشتر رقابت برای جذب آب، نور و مواد غذایی در بین برگ‌های یک بوته بوجود آمده و در نتیجه نسبت به فاصله کاشت‌های متوسط و بهینه اندازه برگ کمتری داشته باشند، شاید به همین دلیل در این تحقیق فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله کاشت ۴۰×۴۰ سانتی‌متر طول برگ کمتری داشته است. بنابراین علت کاهش طول و عرض برگ در فاصله کاشت ۳۰×۳۰ سانتی‌متر می‌تواند به دلایل مختلف ازجمله اشتباه نمونه‌برداری، عدم یکنواختی در بذرهای کشت شده (به‌دلیل اکسشن بودن بذرهای کشت شده) و سایر موارد زراعی باشد. در صفات تعداد ساقه‌های گلدار و تعداد ساقه‌های بدون گل نیز در فاصله کاشت کمتر که گیاهان نسبت به یکدیگر با فاصله‌های بیشتری کشت شده‌اند، بیشترین تعداد مشاهده گردید، به‌طوری که مجموع این دو صفت که تعداد ساقه کل این گیاه را نشان می‌دهد نیز باید در فاصله کشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر که فضای کافی برای رشد و ساقه‌دهی گیاه وجود دارد، بیشتر باشد که در این تحقیق این مسئله مشاهده شد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات Zehtab Salmasi و همکاران (۲۰۰۸) و Abbaszadeh و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت، اما نتایج این تحقیق متناقض با نتایج تحقیقات Ghobadi و Ghobadi (۲۰۱۰) و Morteza و همکاران (۲۰۱۰) بود. وقتی تعداد ساقه گلدار در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر بیشتر شده است، پس تعداد گل‌آذین هم در این تیمار باید بیشتر باشد. در نتیجه مشاهده بیشترین تعداد گل‌آذین در فاصله کاشت کمتر در این گیاه امری منطقی می‌باشد. در بررسی سه فاصله کاشت ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر روی گیاه آویشن بیشترین مقدار وزن تر و خشک گیاه از فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر و کمترین مقدار آنها هم از فاصله کاشت ۴۵ سانتی‌متر گزارش شد (Al-Ramamneh, 2009). Kizil و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی چهار فاصله کاشت ۱۰×۴۰، ۲۰×۴۰، ۱۰×۶۰ و ۲۰×۶۰ روی دو گونه *Isatis tinctoria* و *Isatis constricta* نشان دادند که بیشترین عملکرد تر و خشک برگ از فواصل کمتر (۱۰×۴۰، ۲۰×۴۰) بدست آمد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین بیشترین عملکرد اندام هوایی در هکتار در شرایط بدون تنش (۹۰٪ ظرفیت زراعی) با میانگین ۳۳۹۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). همچنین بیشترین عملکرد اندام هوایی در هکتار در فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۵۱۸۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در فاصله کاشت ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۴۵۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که تنش خشکی در کلیه فواصل کاشت موجب کاهش عملکرد اندام هوایی گردید (جدول ۵). نتایج این بخش از تحقیق با نتایج تحقیقات Abbaszadeh و همکاران (۲۰۰۹) و Ghobadi و Ghobadi (۲۰۱۰) مطابقت داشت. در جدول همبستگی، عملکرد اندام هوایی با تعداد ساقه گلدار همبستگی مثبت و با تعداد گل‌آذین همبستگی منفی داشت (جدول ۶). باید توجه داشت، وقتی که عملکرد تک بوته در شرایط بدون تنش بیشتر باشد، عملکرد در هکتار نیز در همین تیمار بیشترین میزان را خواهد داشت. اما با توجه به اینکه عملکرد گیاه در هکتار حاصل‌ضرب عملکرد تک بوته در تعداد گیاه در هکتار می‌باشد، یا مجموع عملکرد کلیه گیاهان موجود در هکتار می‌باشد، بنابراین در فاصله کاشت‌های کمتر بیشترین عملکرد تک بوته بدست آمده است، اما وقتی تعداد گیاه در هکتار بیشتر باشد اثر تعداد در حاصل‌ضرب مذکور غالب بوده و سبب افزایش عملکرد گیاه در هکتار در تیمارهای با فاصله کاشت بیشتری شده است. به‌عبارتی، مشاهده شد که اثر تعداد بوته از افزایش عملکرد تک بوته در هکتار بیشتر بود.

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی دو فاصله کاشت ۲۷۰۰۰ و ۵۴۰۰۰ بوته در هکتار روی گیاه وایول (*Parthenium argentatum* Gray) مشاهده شد که بیشترین ماده خشک گیاه از فاصله کاشت بالاتر بدست آمد (Coffelt *et al*., 2009). در بررسی سه فاصله ردیف ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر در فواصل روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر روی گیاه ریحان مشاهده شد که عملکرد گیاه تر و خشک و عملکرد برگ خشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فاصله ردیف قرار گرفت و بیشترین مقدار این صفات از بیشترین فاصله کاشت (۲۰ سانتی‌متر) بدست آمد (Arabici & Bayram, 2004). در بررسی روی دو گونه *Isatis tinctoria* و *Isatis constricta* نشان داده شد که بیشترین عملکرد تر و خشک برگ از فاصله کاشت بالا بدست آمد (Kizil *et al*., 2007).

طی بررسی دو ساله، سه تراکم کاشت ۶/۶، ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع روی گیاه آویشن و سه تراکم کاشت ۵، ۶/۶ و ۸ بوته در مترمربع روی گیاه زوفا بررسی شد. نتایج این بررسی نشان داد که اثر تراکم بر ماده خشک آویشن تنها در سال اول معنی‌دار شد، به‌طوری که بیشترین مقدار آن در این سال از تراکم‌های ۶/۶ و ۸ بوته در مترمربع بدست آمد. همچنین اثر تراکم بر ماده خشک زوفا در هیچ‌یک از دو سال معنی‌دار نشد (Khazaie *et al*., 2008). البته وجود اختلاف معنی‌دار در درصد اسانس فاصله‌های کاشت نشان می‌دهد که درصد اسانس یک صفت متأثر از عوامل محیطی می‌باشد که احتمالاً در فاصله کاشت نزدیک (۲۰×۲۰) به دلیل رقابت گیاهان برای عوامل محیطی و به‌دلیل تراکم بالای گیاهی، کمبود یا فقدان برخی از عوامل محیطی منجر به افزایش درصد اسانس شده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین درصد اسانس مربوط به تیمار بدون تنش در فاصله کاشت ۲۰×۲۰ بود که نشان می‌دهد در گیاه پونه‌سای کوهی کمبود رطوبت برای درصد اسانس یک صفت منفی بوده و این گیاه در شرایط رطوبتی کامل بیشترین درصد اسانس را دارد. در بررسی عملکرد اسانس نیز مشاهده شد که تنش بر عملکرد اسانس اثر معنی‌دار نداشته اما فاصله کاشت تیمار مؤثر بوده و بیشترین عملکرد اسانس از تیمار بدون تنش در تراکم بالا بدست آمد. به‌طوری که کاهش عملکرد اسانس فاصله کاشت۵۰×۵۰×تنش شدید به دلیل کاهش درصد اسانس و عملکرد اندام هوایی بوده است. اثر سطوح مختلف رطوبت خاک (۵۵، ۸۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بر روی گیاه ریحان بررسی و گزارش شده که با کاهش رطوبت خاک، عملکرد اسانس کاهش یافت (Omidbaigi *et al*., 2003).

وجود همبستگی مثبت بین طول بلندترین میان‌گره با قطر ساقه اصلی و طول گل‌آذین نشان می‌دهد که ساقه‌های قطور می‌توانند میان‌گره بلندتر داشته و گل‌آذین‌های بلندتری نیز تولید کنند. وجود همبستگی مثبت بین درصد اسانس با قطر ساقه نشان‌دهنده وجود اسانس در ساقه یا تأثیر غیرمستقیم آن از طریق اثر بر برگ‌ها و ساقه‌های فرعی می‌باشد. در بررسی صفات دیگر مانند تعداد ساقه فرعی و تعداد ساقه‌های گلدار و بدون گل، شاهد تأثیر تنش و فاصله کاشت بر این صفات هستیم و این نشان‌دهنده این است که در تیمارهایی که تعداد ساقه‌های فرعی افزایش داشته ولی ارتفاع گیاه نیز معنی‌دار نبوده، بالطبع فاصله میان‌گره‌ها کوتاه‌تر شده و تعداد ساقه‌های بیشتری تولید شده‌است. اما در این تحقیق اقدام به اندازه‌گیری طول بلندترین میان‌گره شده و بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به جدول همبستگی صفات، تعداد ساقه گلدار با تعداد کل ساقه و عملکرد اندام هوایی تک بوته همبستگی مثبت و همچنین با عملکرد اندام هوایی در هکتار، درصد و عملکرد اسانس همبستگی منفی معنی‌دار داشت (جدول ۶). وجود همبستگی منفی بین ساقه‌های بدون گل با درصد و عملکرد اسانس نشان از تأثیرگذاری این صفت در زمان برداشت دارد، بنابراین با عنایت به اینکه در برداشت نهایی گیاهان دارویی عملکرد ماده مؤثره هدف نهایی می‌باشد، بنابراین برداشت پونه‌سای کوهی قبل از گلدهی مقرون به صرفه نخواهد بود. Abbaszadeh و همکاران (۲۰۱۲) ضمن بررسی روابط بین صفات گیاه کافوری، تأثیرگذاری آنها را بر درصد اسانس از طریق تجزیه علّیت مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و گزارش

www.SID.ir

Archive of SID

کردند که در گیاه کافوری بهترین زمان برداشت گلدهی کامل بوده و برداشت گیاه قبل از گلدهی موجب پایین آمدن درصد و عملکرد اسانس می‌گردد. بنابراین در تحقیقات متعدد ازجمله Abbaszadeh و همکاران (۲۰۰۹) بر روی بادرنجبویه نیز بهترین زمان برداشت گیاهان دارویی مرحله گلدهی کامل بیان شده‌است گزارش شده‌است.

منابع مورد استفاده

- Abbaszadeh, B., 2011. Ecophysiological Effect of Salty Stress on *Camphorosma monspliaca* and *Artemisia sieberi* Bess. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch, 527p.
- Abbaszadeh, B., Assareh, M.H., Ardakani, M.R., Paknejad, M., Layeghhaghighi, M. and Meshkizadeh, S., 2012. Sequential path analysis of effective cgaracters on shoot yield and essential oil percentage of *Camphorosma monspelica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3): 532-533.
- Abbaszadeh, B., Aliabadi Farahani, H. and Morteza, E., 2009. Effects of irrigation levels on essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.). American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3(3): 53-56.
- Al-Ramamneh, E.D.M., 2009. Plant growth strategies of *Thymus vulgaris* L. in response to population density. Industrial Crops and Products, 30: 389-394.
- Amzad Hossain, M.D., Ishimine, Y., Motomura, K. and Akamine, H., 2005. Effects of planting pattern and planting distance on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). Plant Production Science, 8(1): 95-105.
- Arabaci, O. and Bayram, E., 2004. The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some Agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (basil). Journal of Agronomy, 3(4): 255-262.
- Behera, S.K. and Panda, R.K., 2009. Effect of fertilization and irrigation schedule on water and fertilizer solute transport for wheat crop in a subhumid subtropical region. Agriculture, Ecosystem and Environment, Elsevier Science, 130: 141-155.
- Bouidida, B., Alaoui, K., Cherrah, Y., Fkih-Tetouani, S. and Idrissi, A., 2004. Toxicite aigue et action analgesique des huiles essentielles de *Nepete atlantica* Ball et *Nepeta tuerosa*. L. ssp. Reticulate (Desf.) Maire. Phytotherapie, 2(4): 120-125.
- Coffelt, T.A., Nakayama, F.S., Ray, D.T., Cornish, K., McMahan, C.M. and Williams, C.F., 2009. Plant population, planting date, and germplasm effects on guayule latex, rubber, and resin yields. Industrial Crops and Products, 29: 255-260.
- Fatima, S., Farooqi, A.H.A., Ansari, S.R. and Sharma, S., 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (Palmarosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research, 11(4): 491-496.
- Fransworth, G., Alegre H. and Cela, M. 2011. Water deficit effects on *Artemisia absinthium* growth, essential oil. Industrial Crops and Products, 33(2): 423-429.
- Ganjali, H.R., Ayeneh Band, A., Heidari Sharif Abad, H. and Moussavi Nik, M., 2010. Effect of sowing date, plant density and nitrogen fertilizer on yield, yield component and various traits of *Calendula officinalis*. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 9(2): 149-155.
- Ghannadi, A., Aghazari, F., Mehrabani, M., Mohagheghzadeh, A. and Mehregan, I., 2003. Quantity and composition of the SDE prepared essential oil of *Nepeta macrosiphon* Bioss. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 2(2): 103-105.
- Ghobadi, M.E. and Ghobadi, M., 2010. The effects of sowing dates and densities on yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). World Academy of Science, Engineering and Technology 70: 81-84.
- Khalid, K.A., 2006. Influence of water stress on growth essential oil and composition of *Hypericum brasilience*. Journal of Photochemistry and Photobiology, 85: 197-202.
- Khazaie, H.R., Nadjafi, F. and Bannayan, M., 2008. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). Industrial Crops and Products, 27(3): 315-321.
- Kizil, S., Arslan, N. and Khawar, K.M., 2007. Effect of different sowing densities on some characteristics of *Isatis tinctoria* L. And *Isatis constricta* davis and on the recovery of Indican. Acta Agronomica Hungarica, 55(2): 251-260.
- Morteza, E., Akbari, G.A., Modares Sanavi, A.M and Aliabadi Farahani, H., 2010. Determination of the vegetative and reproductive characteristics of valerian (*Valeriana officinalis* L.) undersowing dates and planting densities at Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 4(10): 857-861.
- Neumann, P.M., 2008. Coping mechanisms for crop plants in drought-prone environments. Annals of Botany, 101(7): 901-907.

www.SID.ir

Archive of SID

- Nostro, A., Cannatelli, M.A., Crisafi, G. and Alonzo, V., 2001. The effect of *Nepeta cataria* extract on adherence an enzyme production of *Staphylococus aureus*. International Journal of Antimicrobial Agents, 18(6): 583-585.
- Omidbaigi, R., Hassani, A. and Sefidkon, F., 2003. Essential oil content and compositions of sweet basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 6(2): 104-108.
- Rizopoulou, S. and Diamantoglon, S., 1991. Water stress, induced diurnal variation in leaf water relation stomatal conductance, solube sugar, lipids and essential oil content of *Origanum majorana* L. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 66: 119-125.
- Sabagh Nekonam, M. and Razmjoo, K.H., 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovate* Forsk.) accessions. International Journal of Agriculture & Biology, 9(4): 606-609.
- Sangwan, N.S., Abad Farooqi, A.H. and Sangwan, R.S., 1994. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. New Phytologist, 128: 173-179.
- Solinas, V. and Deiana, S., 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris* phenolic fraction and essential oil yields. Italian Eppos, 19: 189-198.
- Taherkhani, T., Rahmani, N., Moradi, A. and Zandi, P., 2011. Assessment of nitrogen levels on flower yield of Calendula grown under different water deficit stress using drought tolerant indices. Journal of American Science, 7(10): 591-598.
- Vazque, Z., 2010. Essential oil content and composition of *Silybum marianum* at different irrigation regimes. Journal of Agronomy, 10(2): 969-1002.
- Zehtab-Salmasi S, Heidari, F. and Alyari, H., 2008. Effects of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). Plant Science Research, 1: 24-26.
- Zenasni, L., Bouidida, H., Hancali, A., Boudhane, A., Amzal, H., Idrissi, A., Aouad, R., Bakri, Y. and Benjouad, A., 2008. The essentials oils and antimicrobial activity of four *Nepeta* species from Morocco. Journal of Medicinal Plants Research, 2(5): 111-114.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of drought stress on yield, content and percentage of essential oil of *Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi under different plant density

Gh. Ramezan[1] and B. Abbaszadeh[2*]

1- Msc. student, Department of Horticultural Science, Islamic Azad University, Saveh Branch, Saveh, Iran
2*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: babaszadeh@rifr-ac.ir

Received: July 2014 Revised: November 2014 Accepted: November 2014

Abstract

Drought stress is an important environmental factor that reduces the yield of plants. *Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi is a perennial plant from Lamiaceae family. Iran is an arid and semiarid region and most of the agricultural lands are faced with drought stress; this is the main reason for reduced yield. In order to investigate the effect of drought stress and planting interval on *Nepeta pogonosperma*, an experiment was conducted under field conditions in 2012, at Alborz research station, Research Institute of Forests and Rangelands, Karaj, Iran. The experiment was conducted in factorial in the form of a randomized complete block design with three replications. Planting interval factor was in four levels (20×20, 30×30, 40×40 and 50×50 cm), and drought stress factor was in three levels (30, 60 and 90% of field capacity). Analysis of variance showed that the effect of interaction of drought stress × planting interval was significant on diameter of the main stem and the percentage of essential oil at $P \leq 0.05$. The effect of planting interval and drought stress was significant on leaf width and length, inflorescence length, yield, essential oil percentage and yield, number of flowering stems and total stems, and number of inflorescences. Mean comparison showed that the maximum leaf width (15.9 mm), leaf length (40.5 mm), and shoot yield (3391 kg/ha) were achieved in the control (90% FC), and the highest number of non-flowering stems (47), number of flowering stems (41), number of total stems (88), number of inflorescences (15), shoot yield (5185 kg/ha), essential oil percentage (3.21%) and essential oil yield (122 kg/ha) were related to 20×20 cm planting interval. The results of this study showed that in order to achieve the maximum shoot yield and essential oil yield, a planting interval of 20×20 cm at a drought level of 60%FC could be recommended.

Keywords: *Nepeta pogonosperma* Jamzad et Assadi, drought stress, plant density, yield essential oil.

www.SID.ir