دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۰، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۷۳-۱۵۸ (۱۳۹۳)

اثر سطوح مختلف رطوبتی، زئولیت طبیعی وکودهای زیستی (نیتروکسین و بیوفسفر) بر برخی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و میزان اسانس بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)

خلیل کریم‌زاده اصل[1*]، فاطمه سفیدکن[2]، ناصر مجنون حسینی[3] و سیدعلی پیغمبری[4]

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
پست الکترونیک: khalil.karimzadeh@yahoo.com
۲- استاد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
٤- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰ تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف رطوبتی خاک، زئولیت و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)، این تحقیق در سال ۱۳۸۹ و در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه تهران انجام شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل سه سطح مختلف رطوبتی (آبیاری تا رساندن به ۹۰٪، ٦۰٪ و ۳۰٪ ظرفیت مزرعه) و عامل فرعی شامل دو سطح زئولیت (عدم مصرف زئولیت و مصرف ۲ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) و ٤ سطح کودهای زیستی (شاهد، نیتروکسین، بیوفسفر و ترکیب کودهای نیتروکسین و بیوفسفر) در نظر گرفته شد. بالاترین مقادیر صفات غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b، محتوی نسبی آب برگ و عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه بود، ولی بیشترین مقادیر پرولین، قندهای محلول و درصد اسانس به تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه اختصاص یافته بود. بیشترین مقادیر صفات فیزیولوژیکی، درصد و عملکرد اسانس، از تیمار ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر حاصل گردید. اثرات متقابل سطوح رطوبتی در زئولیت در کودهای زیستی، تأثیر معنی‌داری بر روی غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b، محتوی آب نسبی برگ، درصد و عملکرد اسانس داشت. بالاترین مقدار عملکرد اسانس مربوط به تیمار ٦۰٪ ظرفیت مزرعه در مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر و همچنین تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی ملایم (٦۰٪ ظرفیت مزرعه) با مصرف زئولیت و ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر، به‌منظور بدست آوردن بیشترین عملکرد اسانس در گیاه بادرشبو مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)، زئولیت، کودهای زیستی، رطوبت خاک، اسانس.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه مطالعات زیادی بر روی گیاهان دارویی انجام شده‌است. این موضوع به‌دلیل تمایل بشر به استفاده از محصولات طبیعی و اجتناب از عوارض مواد دارویی شیمیایی می‌باشد (عزیزی، ۱۳۷۹).

بادرشبی با نام علمی *Dracocephalum moldavica* گیاهی علفی، یکساله و از تیره نعناعیان بوده و تمامی پیکر گیاه حاوی اسانس می‌باشد. مقدار اسانس در قسمت‌های مختلف گیاه متفاوت می‌باشد، به‌طوری که گل و پیکر رویشی بادرشبی (برگ‌ها و ساقه‌های جوان) بیشترین اسانس را داراست. ترکیب‌های اصلی اسانس بادرشبی شامل ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و ژرانیول است. این ترکیب‌ها مونوترپن‌های حلقوی اکسیژن‌دار هستند و ۹۰٪ اسانس را تشکیل می‌دهند. اسانس دارای خاصیت ضدمیکروبی و باکتریایی بوده و التیام‌دهنده زخم و جراحات می‌باشد (نصرآبادی، ۱۳۸٤). از عصاره بادرشبی برای رفع سردرد و سرماخوردگی، ضعف عمومی بدن و به‌عنوان مسکن در دردهای عصبی و اسپاسم‌های معدی و کلیوی و برای شستشوی دهان و در دندان دردها استفاده می‌شود، همچنین می‌توان از آن به‌عنوان ضماد در دردهای روماتیسمی استفاده کرد. این گیاه خاصیت ضدتوموری نیز دارد (Hussein *et al*., 2006). با توجه به اینکه اغلب مناطق تولیدی این گیاه در کشور مواجه با تنش‌های محیطی ازجمله تنش خشکی هستند، بنابراین بررسی تأثیر سطوح مختلف رطوبتی خاک بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه و همچنین مطالعه تغییرات کمّی و کیفی بادرشبو ضروری می‌باشد. از طرفی ارائه روشهای جدید، کاربردی و منطبق با طبیعت در کشت گیاهان دارویی ضروریست. زئولیت به‌عنوان اصلاح‌کننده طبیعی اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و استفاده از زئولیت یکی از راه‌های جلوگیری از کاهش رطوبت خاک و همچنین آبشویی عناصر غذایی در خاک‌ها (به‌ویژه خاک‌های شنی) بوده و با توجه به فراهمی و ارزان بودن منابع طبیعی زئولیت‌ها در کشور، باید مورد استفاده مناسبی قرار گیرند (کاظمیان، ۱۳۸٤).

گیاهان در شرایط تنش خشکی راهکارهایی برای مقابله با خشکی دارند که تجمع آسمولیت‌های پرولین از واکنش‌های شایع برای مقابله با خشکی می‌باشد (Trovato *et al*., 2008). تجمع پرولین و هیدرات‌های کربن محلول در تمام اندام‌های هوایی گیاه در طی تنش وجود دارد، با وجود این میزان آن در برگ‌ها بیش از دیگر اندام‌ها می‌باشد. سطح بالای پرولین گیاه را قادر می‌سازد که پتانسیل آبی پایین را حفظ کند، همچنین پرولین می‌تواند مسمومیت رادیکال‌های آزاد را رفع کند (Manivannan *et al*., 2008).

نقش و اهمیت تجمع قندها به این دلیل می‌باشد که این مواد سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و نگهداری تورژسانس می‌شوند (حکمت شعار، ۱۳۷۲). محققان دیگری گزارش کردند که تنش خشکی موجب افزایش تجمع پرولین در اندام‌های مختلف گیاه یونجه شده و میزان تجمع پرولین در برگ نسبت به سایر اندام‌های گیاه بیشتر می‌باشد. همچنین در شرایط تنش رطوبتی، هیدرولیز نشاسته تشدید شده و منجر به غلظت‌های غیرعادی بالایی از قندها می‌شود (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵).

تحقیق دیگری بر روی میزان کلروفیل سه رقم ذرت انجام شده و گزارش شده که میزان کلروفیل a، b و کل در شرایط تنش خشکی به‌طور قابل‌توجهی در تمام ارقام

Archive of SID

www.SID.ir

ذرت کاهش یافت. همچنین کمبود آب به‌طور قابل‌توجهی حجم پرولین را در برگهای ذرت افزایش داد (Efeoglu *et al.*, 2009). همچنین، تنش خشکی به‌طور قابل‌توجهی حجم کلروفیل را در گیاه آفتابگردان کاهش داد (Manivannan *et al.*, 2008).

زئولیت به‌دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی می‌تواند تا بیش از ٦٠٪ وزنی خود آب را جذب کرده و بتدریج آن را در اختیار گیاه قرار دهد (Polat *et al.*, 2004). استفاده از زئولیت‌های طبیعی به‌عنوان اصلاح‌کنندگان اراضی سبک باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد گیاهان مختلف ازجمله گندم، ذرت، جو و سویا شد (Butorac *et al.*, 2002). همچنین، زئولیت باعث افزایش اسانس در گیاه جینگو (*Ginko biloba*) می‌شود (Machado & Caldes, 2003).

نتایج تحقیقات عباس‌زاده و همکاران (١٣٨٦) بر روی گیاه بادرنجبویه نشان داد که در شرایط بدون تنش میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در بیشترین مقدار خود بود و با افزایش تنش از میزان کلروفیل a و کلروفیل کل کم شد. میزان کلروفیل b عکس حالت کلروفیل a را داشت و با افزایش تنش مقدار آن افزایش یافت. محققان با مطالعه نقش تلقیح باکتریهای سودوموناس در گیاه لوبیا نشان دادند که در شرایط تلقیح این باکتری نسبت به عدم تلقیح، غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به‌ترتیب ٣٤٪، ٤٨٪ و ٣٩٪ افزایش یافت. همچنین با افزایش سنتز کلروفیل، میزان کلروز در برگ‌ها کاهش یافت (Sharma *et al.*, 2003). محققان دیگری نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش ٣٤ درصدی محتوی آب برگ (RWC) و کاهش عملکرد گیاه بادرنجبویه گردید (Munne-Bosch & Alegre, 1999).

در تحقیق دیگری، بررسی تحمل به خشکی گونه‌های مختلف گیاه *Vigna radrata* L. نشان داد که تنش خشکی در تمام ژنوتیپ‌ها موجب کاهش محتوی آب نسبی برگ و افزایش پرولین گردید (Nadiu & Naraly, 2001). یکی از روشهای مؤثر بر افزایش عملکرد گیاهان ارتقاء قابلیت دسترسی به فسفر و نیتروژن در گیاهان است و در این راستا باکتریهای افزاینده رشد گیاه یا اصطلاحاً PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) از مهمترین منابع کودهای زیستی می‌باشند (Sharma, 2002).

تأثیر تنش خشکی (سه سطح رطوبت زیاد، متوسط و کم) و کاربرد باکتری آزسپریلوم بر روی میزان پرولین گیاه ذرت نشان داده که غلظت پرولین در ریشه و برگ هر دو گیاهچه تلقیح شده و شاهد (بدون تلقیح) با کاهش آب قابل دسترسی گیاه افزایش می‌یابد، اما در شرایط رطوبتی کمتر گیاهچه تلقیح شده با باکتری آزسپریلوم به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای غلظت پرولین بالایی را نسبت به تیمار کنترل نشان می‌دهد (Casanovas *et al.*, 2002). کاربرد کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و باسیلیوس باعث افزایش رشد رویشی، افزایش وزن تر، وزن خشک و میزان اسانس در گیاه دارویی رازیانه گردید (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). در آزمایشی باکتریهای *Pseudomonas putida* و *Bacillus* را در محیط کشت رشد داده و به‌وسیله پلی‌اتیلن گلایکول تنش اسمزی ایجاد کردند و مشاهده نمودند که باکتریهای فوق با افزایش تنش اسمزی، بالاترین میزان پرولین را نشان دادند. این محققان بیان کردند که افزایش تولید پرولین نشان‌دهنده مقاومت این باکتریها به تنش خشکی می‌باشد (Marulanda *et al.*, 2009). در تحقیقی دیگر کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

Azotobacter و کمپوست روی گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) پیکر رویشی، کربوهیدرات‌های محلول، میزان نیتروژن، فسفر و درصد اسانس گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Abdelaziz *et al.*, 2007).

هدف از این تحقیق مطالعه و تعیین اثر کودهای زیستی (نیتروکسین و بیوفسفر) و زئولیت در شرایط مختلف رطوبتی خاک بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی بادرشبی بود.

مواد و روشها

این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) و به‌صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار اجرا گردید. تیمار رطوبت خاک در سه سطح شامل: ۹۰٪ ظرفیت مزرعه (m۱)، ٦۰٪ ظرفیت مزرعه (m۲) و ۳۰٪ ظرفیت مزرعه (m۳) و تیمار زئولیت در دو سطح شامل: عدم مصرف زئولیت (z1) و مصرف ۲ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک (z2) و نهایتاً تیمار کودهای زیستی در ٤ سطح شامل: عدم استعمال کود (b1)، کود زیستی نیتروکسین (b2)، کود زیستی بیوفسفر (b3) و ترکیب کودهای نیتروکسین و بیوفسفر (b4) بودند. نیتروکسین مصرف شده مجموعه‌ای از باکتریهای تثبیت‌کننده ازت از جنس Azotobacter و Azospirillum بوده و تراکم هر یک از این باکتریها ۱۰۸ سلول زنده از هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر نیتروکسین بود. بیوفسفر مجموعه‌ای از باکتریهای تسهیل‌کننده جذب فسفر از جنس سودوموناس و باسیلوس بوده و تراکم هر یک از این باکتریها ۱۰۸ سلول زنده از هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر بیوفسفر بود.

اعمال تیمارهای رطوبتی براساس روش وزنی بود. بدین منظور ابتدا گلدان‌های یکدست با وزن و شکل یکسان تهیه و با استفاده از ترازو به‌صورت هم وزن از خاک مزرعه پر شدند. سپس با افزودن آب، خاک هر گلدان را به درجه اشباع رسانده و پس از پوشاندن سطح گلدان‌ها به‌وسیله فویل آلومینیومی (جهت جلوگیری از تبخیر آب از سطح خاک گلدان) به مدت ٤۸ ساعت روی سطح مشبک قرار داده شد تا هر گلدان پس از زهکشی آب اضافی به ظرفیت مزرعه برسد. در این مرحله گلدان‌ها به‌سرعت وزن شده و خاک آنها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و در مدت ۲٤ ساعت کاملاً خشک گردید. در ادامه پس از مشخص شدن درصد وزنی رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه، میزان رطوبت موجود در خاک برای اعمال تیمارهای رطوبتی مختلف مشخص گردید. برای کنترل وزن خشک بوته‌ها، هر تیمار رطوبتی دارای گلدان‌های اضافی بود تا وزن خشک بوته‌ها به وزن خشک گلدان‌ها اضافه شده و مقدار صحیحی از آب در زمان اعمال تیمارهای رطوبتی به هر گلدان اختصاص یابد. خصوصیات خاک مورد استفاده به‌ترتیب زیر بود (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد استفاده

بافت خاک	Sand ٪	Silt ٪	Clay ٪	N Mg/kg	P Mg/kg	K Mg/kg	C %	EC ds/m	pH Se
شنی- لومی	۵۱	۲۸	۲۱	۰/۰٦	۱٤/٦	۱۸۵	۰/۷٦	۰/۹۵	۸/۱

Archive of SID

www.SID.ir

پس از آزمون جوانه‌زنی بذرها، اعمال تیمار کودهای زیستی به‌صورت تلقیح با بذر قبل از کاشت انجام شد. مقدار مصرف زئولیت ۲ گرم به ازای هر کیلوگرم خاک بوده و در هر گلدان با متوسط ٤ کیلوگرم خاک ۸ گرم زئولیت بکار برده شد. زئولیت مصرفی از نوع کلینوپتیلولایت بوده و قطر ذرات آن بین ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر بود. کاشت در گلدان‌هایی به قطر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر انجام شد. ابتدا در هر گلدان ۱۰ بذر کاشته شد و پس از استقرار کامل گیاهچه و تنک کردن بوته‌های اضافی در نهایت هر گلدان دارای ٦ بوته بود. تیمار رطوبتی پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها با توزین روزانه گلدان‌ها و اضافه نمودن آب مصرفی محاسبه شده و متناسب با هر تیمار رطوبتی، برای هر گلدان اعمال گردید. به این ترتیب، آبیاری تا رسیدن به سطوح مختلف رطوبتی ۹۰٪، ٦۰٪ و ۳۰٪ ظرفیت مزرعه انجام شد.

اندازه‌گیری کلروفیل در مرحله گلدهی کامل و با استفاده از روش پاک‌نژاد (۱۳۸٤) با فرمول‌های زیر انجام گردید:

chla (mg/L) = (12.25*a663)- (2.79*a647)
chlb (mg/L) = (21.5*a647) - (5.1*a663)
Chla + b (mg/L) = (7.15*a663) + (18.71*a647)

در این فرمول Chl a و Chl b و Chl a+b به‌ترتیب محتوی کلروفیل a و b و مجموع a+b بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و a میزان جذب توسط عصاره‌ها در طول موج‌های مربوطه می‌باشد.

اندازه‌گیری مقدار پرولین و قندهای محلول با روش Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲) از برگ‌های انتهایی و تازه گیاه انجام شد. محتوی آب نسبی برگ در زمانی که بیشتر بوته‌ها در مرحله گلدهی کامل بودند، با استفاده از فرمول زیر (Levitt, 1980) اندازه‌گیری گردید:

$$RWC = \frac{Wf - Wd}{Wt - Wd} \times 100$$

Wf: وزن تر برگ

Wt: وزن بافت در حالت اشباع از آب

Wd: وزن خشک بافت گیاه

برآورد عملکرد اسانس و عملکرد سرشاخه‌های گلدار براساس ۵۰۰۰ بوته در هکتار انجام شد. به‌منظور اسانس‌گیری، نمونه‌ها در مرحله گلدهی کامل برداشت و در سایه خشک شده و بعد با روش تقطیر با آب (Water distillation) و توسط دستگاه کلونجر (Clevenger) اسانس‌گیری شدند. داده‌های حاصل از نمونه‌برداری‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌های صفات به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که تأثیر (اثرات ساده تیمارها) سطوح رطوبتی خاک زئولیت و کودهای زیستی بر صفات محتوی آب نسبی برگ، غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a، قندهای محلول، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود. اثر زئولیت و کودهای زیستی بر مقدار پرولین در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود. اما اثر زئولیت بر غلظت کلروفیل b معنی‌دار نبود. بالاترین مقادیر صفات غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b، محتوی آب نسبی برگ و عملکرد اسانس در بین سطوح مختلف رطوبت خاک مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه و بالاترین مقادیر صفات مقدار پرولین، قندهای محلول و درصد اسانس به تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه اختصاص یافته بود. بالاترین مقادیر تمام صفات اندازه‌گیری شده بجز میزان قندهای

Archive of SID
www.SID.ir

محلول در بین کودهای زیستی به تیمار نیتروکسین و بیوفسفر اختصاص داشت، با این تفاوت که برای صفت مقدار پرولین تیمارهای مختلف کود زیستی در یک کلاس قرار داشتند. مصرف زئولیت نسبت به عدم مصرف آن بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده را برای تمام صفات داشت (به‌علت معنی‌دار شدن تقریباً تمام اثرات متقابل، از آوردن مقایسه میانگین اثرات ساده خودداری شد).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل سطوح رطوبتی و زئولیت بر مقدار پرولین غیرمعنی‌دار، ولی بر سایر صفات در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد (جدول ۳) که بیشترین مقادیر غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a و محتوی آب نسبی مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در تیمار مصرف زئولیت بود. بالاترین مقدار قندهای محلول با ۲/۹ میلی‌گرم در گرم ماده خشک و درصد اسانس با مقدار ۰/۲۶۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک مربوط به تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در عدم مصرف زئولیت بود. بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۶۰٪ ظرفیت مزرعه در مصرف زئولیت (۷/۸ کیلوگرم بر هکتار) بود (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر متقابل سطوح رطوبتی و کودهای زیستی بر تمام صفات اندازه‌گیری شده بادرشبو در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل این تیمارها نشان داد (جدول ٤) که بالاترین مقادیر غلظت کلروفیل کل، کلروفیل b و عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۶۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر بود. بالاترین مقدار پرولین با ۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر و درصد اسانس با مقدار ۰/۲۷۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک مربوط به تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر بود. بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر و ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در بیوفسفر بود که در یک کلاس آماری قرار داشتند. در مورد محتوی آب نسبی برگ بالاترین مقدار با ۹۱/۹٪ به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در نیتروکسین اختصاص داشت. اثر متقابل زئولیت و کودهای زیستی بر غلظت کلروفیل a، مقدار پرولین، قندهای محلول و محتوی آب نسبی غیرمعنی‌دار، ولی بر کلروفیل کل، کلروفیل b، درصد و عملکرد اسانس در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار مصرف زئولیت در بیوفسفر و همچنین تیمار مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر با ۱/۵٦ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۵). در مورد صفت کلروفیل b مصرف یا عدم مصرف زئولیت در شاهد (بدون مصرف کود) در یک کلاس آماری قرار داشته و پایین‌ترین مقدار کلروفیل b را داشتند. تمام تیمارهای باقیمانده در یک کلاس آماری قرار داشته و بالاترین مقدار کلروفیل b را به خود اختصاص دادند. بیشترین درصد و عملکرد اسانس به‌ترتیب با ۰/۲۲۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و ۷/۸ کیلوگرم در هکتار، به تیمار مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر اختصاص داشت (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل سه‌گانه سطوح رطوبتی، زئولیت و کودهای زیستی بر مقدار پرولین و قندهای محلول، غیرمعنی‌دار، بر غلظت کلروفیل کل در سطح آماری ۵٪ و بر سایر صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر (۸/٦۱ کیلوگرم بر هکتار) بود که با تیمار ٦۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر با مصرف و بدون مصرف زئولیت در یک کلاس آماری قرار داشتند (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر رژیم‌های مختلف رطوبتی خاک، زئولیت و کودهای زیستی بر برخی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و میزان اسانس بادرشبو

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کلروفیل کل (fw mg/L)	غلظت کلروفیل a (fw mg/L)	غلظت کلروفیل b (mg/L fw)	مقدار پرولین (mg/L fw)	قندهای محلول (mg/gr dw)	محتوی آب نسبی برگ (٪)	درصد اسانس (mg/100gr dm)	عملکرد اسانس (kg/ha)
تکرار	۳	۰/۰۲٦ **	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۲۸ ns	۰/۰۰۱٤ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۹٤٤ ns	۰/۰۰۰۰٤ *	۰/۰٦٦ *
تیمار رطوبت خاک	۲	۲/۵۷۱ **	۱/٦۳۹ **	۰/۱۹۷ **	۰/۳۷۰۲ **	۱٤/۵٦۰ **	٦۹۱۵/۰۱۰ **	۰/۰٦۰٤۳ **	۳۵/۷۱۱ **
خطای تیمار اصلی	٦	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲٦	۰/۰۰۰۳۷	۱/۵۸۰	۰/۰۰۰۰۳	۰/۱٤۹
تیمار زئولیت	۱	۰/۸۰٤ **	۰/٦٤۳ **	۰/۰۰٤ ns	۰/۰۰۵۵ *	۲/۱۰۰ **	۵۵۱/۰٤۲ **	۰/۰۰۱۲۷ **	۱/۳۹۲ **
کودهای زیستی	۳	٤/۵۳۹ **	۱/۳۷۰ **	۱/۰۳۸ **	۰/۰۰۰٦ ns	۰/۱۰٤ **	۱٦/۰۲۸ **	۰/۰۰۱۳٤ **	۹/۰٦۹ **
اثر متقابل رطوبت خاک × زئولیت	۲	۰/۳۳۲ **	۰/۱۰۳ **	۰/۰۸۱ **	۰/۰۰۳۲ *	۰/۹۲٦ **	۲٤۵/٦۹۸ **	۰/۰۰۱۳۱ **	۰/۷۳۰ **
اثر متقابل رطوبت خاک × کودهای زیستی	٦	۰/۱۸۰ **	۰/۰۹۲ **	۰/۰۹۱ **	۰/۰۰٦۰ **	۰/۰۰۲ **	۳۰/۹۹۷ **	۰/۰۰۰٦٦ **	۱/۵۳۹ **
اثر متقابل زئولیت × کودهای زیستی	۳	۰/۰۲٦ *	۰/۰۰٦ ns	۰/۰٤۲ *	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۱/٦۸۱ ns	۰/۰۰۰۱۹ **	۰/۰۷۹ *
اثر متقابل رطوبت خاک × زئولیت × کودهای زیستی	٦	۰/۰۱۵ *	۰/۰۷۷ **	۰/۰٤۰ **	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	٦/۷۱۲ *	۰/۰۰۰۲۰ **	۰/۳۲۲ **
خطای تیمار فرعی	٦۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۲/۲۱۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۰
ضریب تغییرات (%CV)		۰/۰۸	۰/۰٦	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۱/٤۹	۰/۰۰۳	۰/۱٤

ns، * و **، به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم‌های مختلف رطوبتی خاک و زئولیت بر برخی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و میزان اسانس بادرشبو

تیمارها	کلروفیل کل (fw mg/L)	غلظت کلروفیل (mg/L fw) a	غلظت کلروفیل (mg/L fw)b	قندهای محلول (mg/gr dw)	محتوی آب نسبی برگ (٪)	درصد اسانس (mg/100gr dm)	عملکرد اسانس (kg/ha)
۹۰٪ FC × عدم مصرف زئولیت	۲/۸۸۵ a	۱/٤٤۹b	۱/٤۳٦ab	۱/٤۲٦ e	۸۹/۸۷ a	۰/۱٦۸ f	٦/۹٤ c
۹۰٪ FC × مصرف زئولیت	۲/۹۱۱ a	۱/۵۳۹ a	۱/۳۵٤ c	۱/٤۳۷ e	۸۸/۹٤ a	۰/۱۷۵ e	۷/۳۹ b
٦۰٪ FC × عدم مصرف زئولیت	۲/۷۸۳ b	۱/۳ d	۱/٤۸۳ a	۲/٤٤۳ c	۷۰/۵٦ b	۰/۲۱۱ c	۷/٤۲ b
٦۰٪ FC × مصرف زئولیت	۲/۸۹۳ a	۱/٤۰٦ c	۱/٤۸۷ a	۱/۷۸۲ d	۷۵/۷۵ b	۰/۱۹۳ d	۷/۸ a
۳۰٪ FC × عدم مصرف زئولیت	۲/۱۷۳ d	۱/۹۰٤ f	۱/۲٦۹ d	۲/۹ a	۵۵/۰۰ c	۰/۲٦۳ a	۵/٦٤۹ d
۳۰٪ FC × مصرف زئولیت	۲/۵٦۸ c	۱/۱۹۸ e	۱/۳۸۸ bc	۲/٦٦۲ b	٦۵/۱۲ d	۰/۲۵۲ b	۵/۵٤۳ e

حروف مشابه هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم‌های مختلف رطوبتی خاک و کودهای زیستی بر برخی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و میزان اسانس بادرشبو

تیمارها	کلروفیل کل (mg/L fw)	غلظت کلروفیل (mg/L fw) a	غلظت کلروفیل (mg/L fw) b	مقدار پرولین (mg/L fw)	قندهای محلول (mg/gr dw)	محتوی آب نسبی برگ (٪)	درصد اسانس (mg/100gr dm)	عملکرد اسانس (kg/ha)
۹۰٪ FC× شاهد	۲/٤۳ e	۱/۱۸ de	۱/۲۱ ef	۰/۰۸٤ cd	۱/۵۱ f	۸۹/۸۷ ab	۰/۱۵۵ i	۵/۹۳ f
۹۰٪ FC × نیتروکسین	۲/۹۱ b	۱/٤۹ b	۱/٤۱ cd	۰/۰۳۸ d	۱/٤۳ g	۹۱/۹ a	۰/۱٦۸ h	۷/۱۱ de
۹۰٪ FC × بیوفسفر	۲/۸۲ bc	۱/٦۸ a	۱/٤۱ cd	۰/۰۳۷ d	۱/٤ gh	۸۹/۱۲ bc	۰/۱۷۸ g	۷/٤۹ c
۹۰٪ FC × ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر	۳/۱٤ a	۱/٦۱ a	۱/۵۳ abcd	۰/۰۳۷ d	۱/۳٦ h	۸٦/۷۵ c	۰/۱۸۷ f	۸/۱۱ b
٦۰٪ FC × شاهد	۲/۲٦ f	۱/۱٦ de	۱/۱ fg	۰/۰۹۲ c	۲/۱۹ c	۷۲/۵ d	۰/۲۰۸ c	۷/۱۹ d
٦۰٪ FC × نیتروکسین	۲/۸۲ bc	۱/۲۸ c	۱/٥٤ abc	۰/۱۰۲ c	۲/۱۲ d	۷۲/۵ d	۰/۲۰۱ d	۷/۷ c
٦۰٪ FC × بیوفسفر	۳/۱۱ a	۱/۵ b	۱/٦ ab	۰/۱۰۳ c	۲/۱۱ d	۷۳/۱۲ d	۰/۱۹۳ e	٦/۹٤ e
٦۰٪ FC × ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر	۳/۱٤ a	۱/٤۵ a	۱/٦۸ a	۰/۱۰۵ c	۲/۰۲ e	۷٤/۵ d	۰/۲۰۵ cd	۸/۵۸ a
۳۰٪ FC × شاهد	۱/۵۱ g	۰/۵۵ f	۰/۹۵ g	۰/۲۰۹ b	۲/۸۷ a	۵۷/۵ g	۰/۲۵۲ b	۵/۳ g
۳۰٪ FC × نیتروکسین	۲/٦ d	۱/۰۸ e	۱/۵۲ abcd	۰/۲٦۸ a	۲/۷٦ b	٦۰/۱۲ ef	۰/۲۵۵ b	۵/۵۸ i
۳۰٪ FC × بیوفسفر	۲/۷۲ d	۱/۲۵ cd	۱/٤۷ bcd	۰/۲٦۵ a	۲/۷٦ b	٦۲/٦۲ e	۰/۲۵۲ b	۵/۳٦ gh
۳۰٪ FC × ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر	۲/٦۷ d	۱/۳۱ c	۱/۳۵ de	۰/۲۸ a	۲/۷۲ b	٦۰ fg	۰/۲۷۲ a	٦/۱۳ f

حروف مشابه هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می‌باشند.

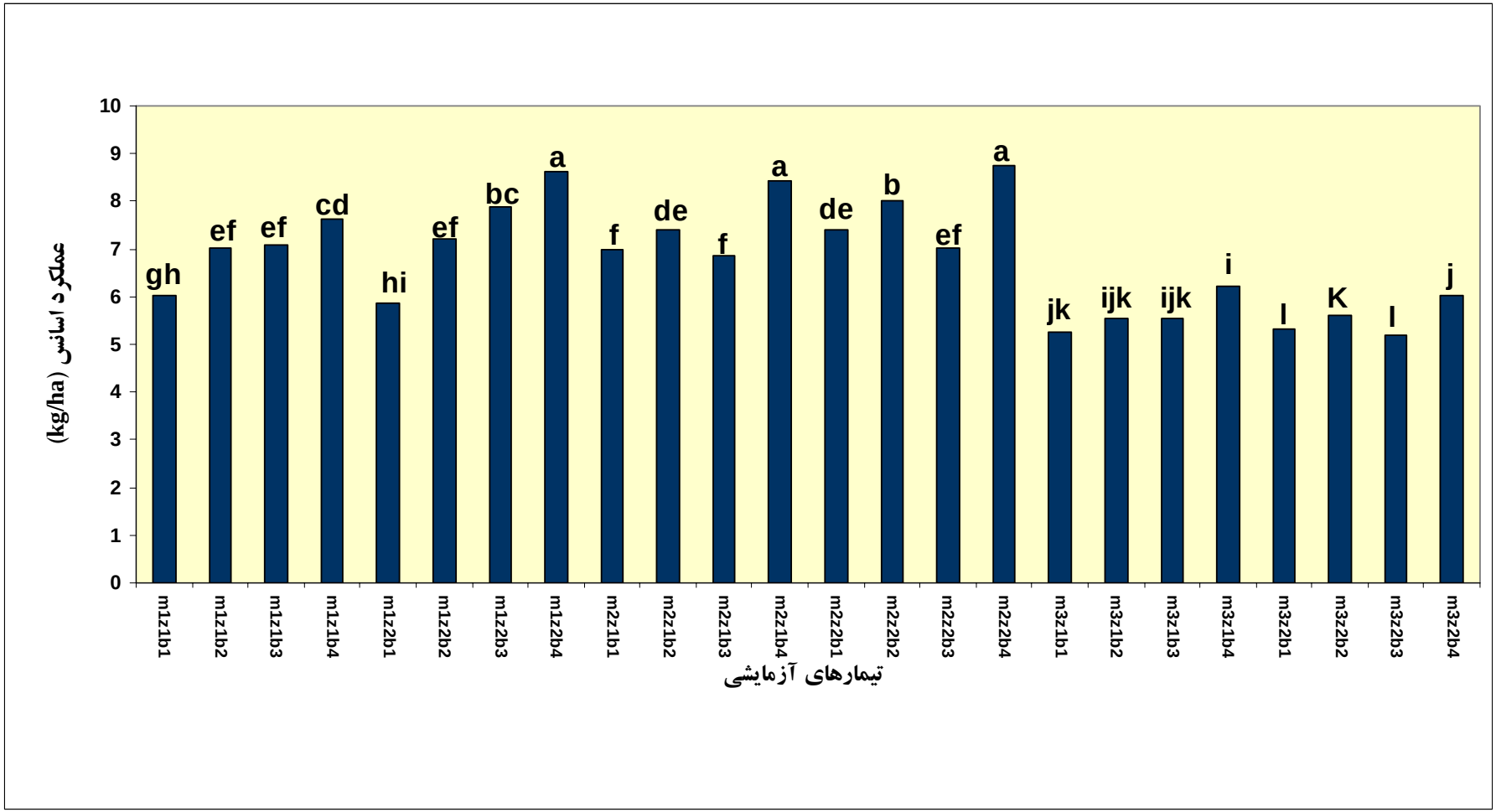
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل زئولیت و کودهای زیستی بر برخی صفات فیزیولوژیکی، درصد و عملکرد اسانس بادرشبو

تیمار	غلظت کلروفیل (mg/L fw) a	غلظت کلروفیل (mg/L fw)b	درصد اسانس (٪)	عملکرد اسانس (kg/ha)
عدم مصرف زئولیت × شاهد	۰/۹۰۶ e	۱/۰۲۳ b	۰/۲۱ bc	۶/۰۹ f
عدم مصرف زئولیت × نیتروکسین	۱/۲ c	۱/۵۱ a	۰/۲۰۹ bc	۶/۶۵ de
عدم مصرف زئولیت × بیوفسفر	۱/۳۹ b	۱/۴۹ a	۰/۲۱۴ b	۶/۵ e
عدم مصرف زئولیت × ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر	۱/۳۷ b	۱/۵۴ a	۰/۲۲۲ a	۷/۴۳ b
مصرف زئولیت × شاهد	۱/۰۲۴ d	۱/۱۵ b	۰/۱۹۹ d	۶/۱۹ f
مصرف زئولیت × نیتروکسین	۱/۳۷ b	۱/۴۷ a	۰/۲۰۵ c	۶/۹۵ c
مصرف زئولیت × بیوفسفر	۱/۵۶ a	۱/۴۹ a	۰/۲ d	۶/۷ d
مصرف زئولیت × ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر	۱/۵۶ a	۱/۵۱ a	۰/۲۲۲ a	۷/۸ a

حروف مشابه هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح رطوبتی، زئولیت و کودهای زیستی بر عملکرد اسانس

www.SID.ir

بحث

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تیمار ۳۰٪ و ۹۰٪ ظرفیت مزرعه به‌ترتیب پایین‌ترین مقادیر غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b، محتوی آب نسبی برگ و عملکرد اسانس و بالاترین مقدار پرولین، قندهای محلول و درصد اسانس را در بین سطوح مختلف رطوبت خاک داشتند. تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه با تحمیل تنش رطوبتی شدید به بادرشبو، باعث تحریک واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاه برای مقابله با تنش خشکی می‌گردد. محققان دیگری نیز گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش ۳٤ درصدی محتوی آب نسبی برگ (RWC) و کاهش عملکرد گیاه بادرنجبویه گردید (Munne-Bosch & Alegre, 1999). با کاهش محتوی آب نسبی برگ در گیاه غلظت اسانس افزایش یافته و درنهایت منجر به مقادیر بالاتر درصد اسانس در گیاه می‌گردد. نتایج مشابهی مبنی بر افزایش ماده مؤثره گیاه دارویی بابونه در شرایط تنش رطوبتی گزارش شده‌است (Repcak *et al.*, 2001). در شرایط تنش رطوبتی، با کاهش محتوی آب نسبی، تجمع پرولین و هیدرات‌های کربن محلول در تمام اندام‌های هوایی گیاه افزایش می‌یابد. سطح بالای پرولین نیز گیاه را قادر می‌سازد که پتانسیل آبی پایین را حفظ کند. همچنین پرولین می‌تواند مسمومیت رادیکال‌های آزاد ناشی از تنش خشکی را رفع کند. افزایش پرولین در شرایط تنش رطوبتی توسط سایر محققان نیز گزارش شده‌است (Nadiu & Naraly, 2001). از طرفی در شرایط تنش خشکی هیدرولیز نشاسته تشدید و منجر به غلظت‌های غیرعادی بالایی از قندها می‌باشد. اهمیت تجمع قندها به این دلیل است که این مواد سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و نگهداری تورژسانس می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد که تنش خشکی باعث افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن شده و رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و تجزیه رنگیزه‌ها می‌گردد (Schutz & Fangmeir, 2001). کاهش میزان کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و عملکرد اسانس نیز با اعمال تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در بادرشبو مشاهده گردید (Efeoglu *et al.*, 2009). در ذرت (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۸٦) و در گیاه دارویی بادرنجبویه نتایج مشابهی در شرایط تنش رطوبتی گزارش شده است. تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه با فراهم نمودن بهترین شرایط رطوبتی، کمترین میزان صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تنش رطوبتی را نشان داد و در این شرایط میزان کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b افزایش یافت. کلروفیل از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد (Jiang & Huang, 2001). در شرایط نرمال رطوبتی با افزایش میزان کلروفیل، فتوسنتز با ظرفیت بالایی به تولید آسیمیلات‌ها ادامه می‌دهد که این عامل به عملکرد بیشتر اسانس منجر می‌گردد. بالاترین مقادیر تمام صفات اندازه‌گیری شده در بین کودهای زیستی به تیمار نیتروکسین و بیوفسفر اختصاص داشت. ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر به‌دلیل دارا بودن باکتریهای آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و باکتریهای تسهیل‌کننده جذب فسفر (سودوموناس و باسیلوس) ضمن بهبود خصوصیات بیولوژیکی خاک، قابلیت جذب عناصر نیتروژن و فسفر را ارتقاء داده و موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس بادرشبو می‌گردد. این نتیجه با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که در شرایط مناسب رطوبتی خاک، کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی اسفرزه و رازیانه را افزایش داد

Archive of SID

www.SID.ir

(Jiang & Huang, 2001). در شرایط مناسب تغذیه‌ای (ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر) میزان کلروفیل و به تبع آن ظرفیت فتوسنتز ارتقاء یافته و منجر به عملکرد بالای گیاه بادرشبی گردید (Sharma *et al.*, 2003). تحقیقات دیگری نشان داد که کاربرد کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و باسیلیوس باعث افزایش رشد رویشی، افزایش وزن تر، وزن خشک و میزان اسانس در گیاه دارویی رازیانه گردید (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح رطوبتی و زئولیت نشان داد که بیشترین مقادیر غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a و محتوی آب نسبی مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در تیمار مصرف زئولیت بود. از طرفی بالاترین مقدار قندهای محلول و درصد اسانس مربوط به تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در عدم مصرف زئولیت بود. زئولیت به‌دلیل داشتن تخلخل بالا، رطوبت بالایی را جذب کرده و بتدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد که منجر به کاهش اثرات تنش رطوبتی می‌گردد. تیمار ۳۰٪ ظرفیت مزرعه در عدم مصرف زئولیت، به‌دلیل عدم وجود زئولیت و به تبع آن عدم تقلیل اثرات تنش رطوبتی، شدیدترین تنش خشکی را به گیاه بادرشبی تحمیل نموده و منجر به بالاترین مقدار قندهای محلول برای مقابله با خشکی و درصد اسانس به‌دلیل افزایش غلظت اسانس می‌گردد. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح رطوبتی و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین مقادیر غلظت کلروفیل کل، کلروفیل b و عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۶۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر بود. با توجه به مقادیر غلظت کلروفیل کل و b، به نظر می‌رسد که تیمار ۶۰٪ ظرفیت مزرعه تنش رطوبتی شدید و مختل‌کننده فتوسنتز را ایجاد نمی‌کند، ولی این شرایط سبب افزایش درصد اسانس شده و تنش خفیف رطوبتی را جبران می‌کند. این امر باعث می‌شود تیمار ۶۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر با فراهم شدن شرایط مناسب تغذیه‌ای بادرشبو و شرایط قابل تحمل تنش خفیف رطوبتی بالاترین عملکرد اسانس را به خود اختصاص دهد.

مقایسه میانگین اثر متقابل زئولیت و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس، به تیمار مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر اختصاص داشت. کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر شرایط مناسب بیولوژیکی و تغذیه‌ای و زئولیت شرایط مناسب فیزیکی خاک را فراهم نموده و منجر به رشد بهتر و عملکرد اسانس بالاتر بادرشبی می‌گردند. نتایج مشابهی توسط Machado و Caldes (۲۰۰۳) مبنی بر افزایش اسانس در گیاه جینکو (*Ginko biloba*) تحت تأثیر زئولیت و همچنین افزایش عملکرد کمّی و کیفی اسانس اسفرزه تحت تأثیر ازتوباکتر گزارش شده‌است (Jiang & Huang, 2001). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح رطوبتی، زئولیت و کودهای زیستی نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر و همچنین تیمارهای ۶۰٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر با مصرف و بدون مصرف زئولیت در یک کلاس آماری قرار داشتند. نتایج نشان می‌دهد که تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه در مصرف زئولیت در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر نسبت به سایر تیمارها بهترین شرایط تغذیه‌ای (با استفاده از کودهای زیستی) و مناسبترین شرایط رطوبتی را برای حصول به بیشترین عملکرد اسانس فراهم می‌نماید. تأثیر کودهای زیستی در شرایط مناسب رطوبتی بر ارتقاء رشد و عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

چندین گیاه توسط محققان گزارش شده‌است (Shaharoona *et al*., 2006). تیمارهای ٦٠٪ ظرفیت مزرعه در ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر با مصرف و بدون مصرف زئولیت نیز بالاترین عملکرد اسانس بادرشبو را حاصل نمودند. بنابراین به نظر می‌رسد که این تیمارها با دارا بودن شرایط مناسب تغذیه‌ای (برای حصول عملکرد گیاه) و شرایط ملایم تنش رطوبتی (برای حصول درصد اسانس مناسبتر)، بیشترین عملکرد اسانس را در گیاه بادرشبو حاصل می‌نماید.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک و محدودیت منابع آبی کشور، بکارگیری تیمار ٦٠٪ ظرفیت مزرعه با مصرف زئولیت و ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر، ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی (با استفاده از زئولیت) و بیولوژیکی خاک (با استفاده از کودهای زیستی) باعث صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی شده، و ضمن حفظ محیط زیست، منجر به حصول عملکرد کمّی و کیفی مناسب در گیاه دارویی بادرشبو خواهد گردید.

سپاسگزاری

از مسئولان و کارکنان محترم گلخانه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج و بخش تحقیقات گیاهان دارویی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- آخوندی، م.، صفرنژاد، ع. و لاهوتی، م.، ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدانی، نیکشهری و رنجر (*Medicago sativa* L.). علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۰(۱): ۱۷٤-۱٦٥
- پاک‌نژاد، ف.، ۱۳۸٤. بررسی اثر تنش خشکی بر شاخصهای فیزیولوژیکی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- حکمت شعار، ح.، ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار (ترجمه). انتشارات نیکنام، تبریز، ۲۵۱ صفحه.
- عباس‌زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، نادری حاجی باقرکندی، م. و مقدمی، ف.، ۱۳۸٦. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل و آب نسبی (RWC) بادرنجبویه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(٤): ۵۱۳-۵۰٤.
- عزیزی، م.، ۱۳۷۹. بررسی تأثیر برخی از عوامل محیطی و فیزیولوژیکی بر رشد، عملکرد و میزان مواد مؤثره گل‌راعی. رساله دکتری رشته باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس.
- کاظمیان، ح.، ۱۳۸٤. مقدمه‌ای بر زئولیت، کانیهای سحرآمیز. انتشارات بهشت، تهران، ۱۳۰صفحه.
- نصرآبادی، ب.، ۱۳۸٤. اثر زمان‌های مختلف کاشت بر رشد، عملکرد، مقدار و اجزاء تشکیل دهنده اسانس گیاه بادرشبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- Abdelaziz, M.E., Pokluda, R. and Abdelwahab, M.M., 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 35: 86-90.
- Butorac, A., Filipan, T., Basic, F., Butorac, J., Mesic, M. and Kisic, I., 2002. Crop response to the application of special natural amendments based on zeolite tuff. Rostlinna Vyroba, 48(3): 118-124.
- Casanovas, E.M., Barassi, C.A. and Sueldo, R.J., 2002. Azospirillum inoculation mitigates water stress effects in maize grainlings. Cereal Research Communcations, 30(3-4): 343-349.
- Efeoglu, B., Ekmekci, Y. and Cicek, N., 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. South African Journal of Botany, 75: 34-42.
- Hussein, M.S., El-Shrbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y. and Aly, S.M., 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Journal of Scientica Horticulture, 108(3): 322-331.

Archive of SID

www.SID.ir

L. plants. Journal of Plant Physiology, 154(5-6): 759-766.
- Nadiu, T. and Naraly, A., 2001. Screening of drought tolerance in green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) genotypes under receding soil moisture. Indian Journal of Plant Physiology, 6(2): 197-201.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A.N., 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 183-189.
- Repcak, M., Imrich, J. and Franekova, M ., 2001. Umbelliferone, a stress metabolite of Chamomilla recutita L. Rauschert. Journal of Plant Physiology. 158: 1085-1087.
- Schutz, M. and Fangmeir, A., 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO_2 and water limitation. Environmental Pollution, 114(2): 187-194.
- Sharma, A., Johri, B.N., Sharma, A.K. and Glick, B.R., 2003. Plant growth promoting bacterium *Pseudomonos* sp. Strain GRP3 influences iron acquisition in mungbean. Soil Biology and Biochemistry, 35: 887-894.
- Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agro-Bios, India, 300p.
- Shaharoona, B., Arshad, M., Zahir, Z.A. and Khalid, A., 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 38: 2971-2975.
- Trovato, M., Mattioli, R. and Costantino, P., 2008. Multiple roles of proline in plant stress tolerance and development. Rendiconti Lincei, 19(4): 325-346.
- Irigoyen, J.J., Einerich, D.W. and Sanchez-Díaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84(1): 55-60.
- Jiang, Y. and Huang, B., 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science, 41(2): 436-442.
- Levitt, J., 1980. Response of Plants to Environmental Stresses: Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Academic press, New York, 607p.
- Machado, L.L. and Caldes, E.D., 2003. Influence of Zeolite on Cadmium Absorption in Medicinal Herbs in Brazil. College of Health Scince Publication, Brazil, 138p.
- Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21(4): 361-366.
- Manivannan, P., Jaleel, C.A., Zhao, C.X., Somasundaram, R., Azooz, M.M. and Panneerselvam, R., 2008. Variations in growth and pigment compositon of sunflower varieties under early season drought stress. Global Journal of Molecular Sciences, 3(2): 50-56.
- Marulanda, A., Barea, J.M. and Azcon, R., 2009. Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (AM fungi and bacteria) from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness. Journal of Plant Growth Regulation, 28(2): 115-124.
- Munne-Bosch, S. and Alegre, L., 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinalis*

Archive of SID

www.SID.ir

The effect of different levels of soil moisture, zeolite and biofertilizers on physiological characteristics, yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.)

Kh. Karimzadeh[1*], F. Sefidkon[2], N. Majnoon Hosseini[3] and S.A. Peighambari[3]

1*- Corresponding author, Ph.D. Student, Departent of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, Karaj, Iran, E-mail: khalil.karimzadeh@yahoo.com
2- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
3- Departent of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, Karaj, Iran

Received: February 2012 Revised: May 2012 Accepted: May 2012

Abstract

To study the effect of different levels of soil moisture, zeolite and biofertilizers on physiological characteristics, yield and essential oil of medicinal plant *Dracocephalum moldavica* L., this research was performed in 2010 at Tehran university research greenhouse. For this purpose, a factorial split-plot experiment in RCBD with 4 replications was used. In this study the main plots included different soil moisture levels (90%, 60% and 30 % FC) and subplots consisted of two levels of zeolite (zero, 8gr $4kg^{-1}$ soil) along with four levels of biofertilizers (without biofertilizer, nitroxin, biphosphorous, nitroxin+biphosphorous). Results showed that the highest amount of total, a and b chlorophylls, relative water content and yield of essential oil were obtained through %90 FC, but the highest amount of solution carbohydrates, proline and percentage of essential oil were obtained through %30 FC. The maximum amount of studied physiological traits as essential oil percentage and essential oil yield were obtained from application of nitroxin+biophosphorous. Interaction effects of soil moisture, zeolite and biofertilizers showed significant differences among different treatments on amount of a, b and total chlorophyll, relative water content, percentage and yield of essential oil. The maximum amount of oil yields were obtained from zeolite application and combination of nitroxin+biphosphorous and 60% FC and treatment of no consumption of zeolite and combination of nitroxin+biphosphorous with 90% FC. It could be concluded that moderate drought stress (60% FC) with application of zeolite and combination of nitroxin+biphosphorous is beneficial for Dragonhead essential oil yield.

Key words: *Dracocephalum moldavica* L., Zeolite, biofertilizer, soil moisture, essential oil.

Archive of SID

www.SID.ir