فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۸، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۱

تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) تحت تنش شوری

زهرا ربیعی[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲]*، پروانه راهداری[۳]

چکیده

به منظور مطالعه اثر کودهای بیولوژیک بر ویژگی‌های رشد و پارامترهای فیزیولوژیک گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) تحت تنش شوری آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل تنش شوری در چهار سطح (شاهد، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) به‌همراه پیش‌تیمار کودهای بیولوژیک رایج، از جمله کودهای باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، مانند نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azospirillium* و *Azotobacter*) و سوپرنیتروپلاس (حاوی باکتری‌های *Asopirillium*، *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescens*) بودند. نتایج حاکی از آن بود که اثر متقابل تیمارهای باکتری و شوری بر غلظت کلروفیل a در سطح احتمال ۵ درصد و غلظت کلروفیل b و a+b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. براساس یافته‌ها در تمامی سطوح شوری به‌جز سطح ۶۰ میلی‌مولار تلقیح باکتری اثر مثبت و معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ داشت. بیشترین میزان کلروفیل b و a+b (به‌ترتیب ۶/۰۶ و ۲۰/۰۸ میکروگرم در میلی‌لیتر) طی کاربرد تیمار باکتری سوپرنیتروپلاس در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار حاصل گردید که نسبت به تیمار عدم تلقیح به ترتیب ۵۷/۴ و ۳۰ درصد افزایش داشت. همچنین اثر متقابل شوری و باکتری در تمامی صفات مورفولوژیک مورد بررسی (به‌جز ارتفاع بوته و وزن خشک برگ) معنی‌دار گردید. بیشترین میزان سطح برگ متعلق به تیمار نیتروکسین در سطح شوری صفر میلی‌مولار (۳۷/۰۷۱ سانتی‌متر مربع) بود که نسبت به تیمار عدم تلقیح در حدود ۴۵ درصد افزایش داشت. در تمامی صفات مورفولوژیک ذکر شده با افزایش سطوح شوری، میزان صفات روند کاهشی داشت.

واژه‌های کلیدی: شوری، کاروتنوئید، کلروفیل، کود بیولوژیک، گشنیز (*Coriandrum sativum*)

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، گروه زیست‌شناسی، تنکابن، ایران
۲- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،گروه زراعت و اصلاح نباتات ، ساری، ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، گروه زیست شناسی، تنکابن، ایران
* مکاتبه‌کننده: (h.pirdashti@sanru.ac.ir)

تاریخ دریافت: پاییز ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: زمستان ۱۳۹۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تقریباً ۷ درصد از زمین‌های جهان شور می‌باشند و این مقدار به‌سرعت درحال‌توسعه می‌باشد (F.A.O., 2005)، به‌طوری‌که این میزان در دو دهه گذشته دو برابر شده است (Madidi *et al*., 2004). از آنجایی‌که کشور ما نیز در منطقه آب‌وهوایی خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است نزدیک به ۵۰ درصد سطح زیرکشت محصولات کشاورزی آن دارای درجات مختلف شوری می‌باشد (میرمحمدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). در تنش شوری، خشکی فیزیولوژیک به‌عنوان یک عامل مهم، جذب آب از خاک را محدود می‌سازد، از طرف دیگر افزایش جذب نمک به‌وسیله گیاهان فرایندهای سلولی را دچار اختلال کرده و به فرایندهای فیزیولوژیک آسیب جدی وارد می‌کند. همچنین تنش شوری از طریق تأثیر بر چند فرایند مهم گیاه مانند فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تنظیم اسمزی و فعالیت آنزیم‌ها رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Ashraf, 2001; Ghoulam, *et al*., 2002). میزان کاهش رشد گیاهان مختلف در خاک‌های شور بر حسب درجه مقاومت آنها به شوری متفاوت است. البته فتوسنتز نیز به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر شوری قرار می‌گیرد، ولی اثرات شوری بر فتوسنتز درگونه‌های مختلف گیاهی نیز متفاوت است، به‌طوری‌که تنش شوری میزان فتوسنتز را در گندم کاهش می‌دهد (میرمحمدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). درحالی‌که در برنج موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (Asch *et al*., 2000). در همین زمینه نورانی آزاد (۱۳۸۷) نشان داد که با افزایش سطح شوری میزان کلروفیل برگ، رشد و عملکرد گیاه دارویی شوید کاهش می‌یابد درحالی‌که فرهنگیان کاشانی (۱۳۸۷) در بررسی گیاهان چاودار و آگروپیرون تحت تنش شوری دریافت که غلظت‌های بالای نمک تنش باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل نسبت به تیمار شاهد شده است که این مطلب نشان‌دهنده واکنش مثبت گیاه در مقابل تنش شوری بود. همچنین رجبی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثرات تنش شوری بر عملکرد و مقدار کلروفیل در ۳۰ رقم گندم نان گزارش دادند که تنش شوری موجب افزایش غلظت کلروفیل شد. از جمله عواملی که در رشد گیاهان نقش کلیدی دارد کیفیت خاک می‌باشد، کیفیت خاک نه‌تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن وابسته است بلکه ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات زیستی آن دارد (Ebhin Masto *et al*., 2006). به‌همین دلیل امروزه کودهای بیولوژیک به‌عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Wu *et al*., 2005). این کودها در حقیقت شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی هستند که به ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (PGPR)[1] معروفند. گروهی از این گونه‌های باکتریایی که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند متعلق به جنس‌های *Azotobacter*، *Azospirillum*، *Bacillus sp* و *Pseudomonas* می‌باشند (Tilak *et al*., 2005). *Azotobacter* قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی علیه بیماری‌های گیاهی بوده و همچنین سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده که درنهایت بهبود رشد پایه گیاهی را به‌دنبال دارد (Chen, 2006)، از طرفی *Azospirillum* علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن با تولید مواد محرک رشد سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت

۱- Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Archive of SID

www.SID.ir

جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد و از این طریق در افزایش عملکرد تاثیرگذار می‌باشد (Tilak *et al.*, 2005). باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات گروهی از ریزموجودات را در بر می‌گیرند که قادرند فسفر نامحلول در خاک را به فرم محلول قابل‌دسترس گیاه تبدیل کنند. از مهم‌ترین جنس‌های این گروه می‌توان به *Pseudomonas* و *Bacillus* اشاره کرد (Tilak *et al.*, 2005). *Pseudomonas fluorescens* از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌گردد (Abdul-Jaleel, 2007). در این زمینه نتایج (Marius *et al.*, 2005) نشان داد که تلقیح باکتریایی در گیاه آفتابگردان، موجب افزایش غلظت کلروفیل و کاروتن گردید. همچنین محققان در آزمایشی تأثیر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و حل‌کننده فسفات را بر رشد گیاه مرزنجوش مثبت گزارش نمودند (Fatma *et al.*, 2006). در همین راستا محققان تأیید نمودند که تلقیح باکتری‌های محرک رشد در گیاه کاهو تحت تنش شوری، در میزان رشد و محتوی کلروفیل کل مؤثر بود (Han & Lee, 2005). همچنین گزارش شده است که انواع باکتری‌های محرک رشد، ترکیبات اگزوپلی‌ساکاریدی ترشح می‌کنند که با یون‌های سدیم پیوند برقرار می‌کنند و مانع جذب این یون سمی در ناحیه ریشه می‌شوند (Ashraf *et al.*, 2004).

گشنیز (*Coriandrum sativum*) گیاهی است یکساله از تیره چتریان (*Apiaceae*) که به دلیل داشتن اسانس و ترکیب لینالول دارای اهمیت بسزایی در صنایع داروسازی، غذایی و بهداشتی می‌باشد (علی‌آبادی فراهانی و همکاران، ۱۳۸۸). در صنایع داروسازی از مواد مؤثره این گیاه به‌عنوان ضدنفخ و هضم‌کننده غذا و همچنین به منظور بهبود طعم بعضی از مواد دارویی بدمزه استفاده می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۸۵). همچنین این گیاه اثرات آرام‌بخش داشته و از جوشانده تمامی قسمت‌های گیاه برای رفع سرفه و سرماخوردگی و سرخک استفاده می‌شود (عماد، ۱۳۷۸). در این میان به میزان آستانه تحمل به شرایط تنش‌زا در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum*) که به‌صورت تازه مورد مصرف روزانه قرار می‌گیرد می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای در کشت و تولید آن برخوردار باشد. همچنین تاکنون اطلاعات کمی در خصوص واکنش این گیاه نسبت به شوری منتشر شده است بنابراین این تحقیق جهت بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه دارویی گشنیز در شرایط تنش شوری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۰ به صورت گلدانی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو فاکتور کوددهی و شوری بود که سه نوع کوددهی شامل بدون کود بیولوژیک، نیتروکسین که دارای باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter* و دیگری سوپرنیتروپلاس که حاوی باکتری‌های *Aspirillum*، *Bacillus subtilis* و

Archive of SID

www.SID.ir

Pseudomonas fluorescens می‌باشند به‌صورت پیش‌تیمار (به روش بذرمالی) و تنش شوری با محلول کلرید سدیم در چهار سطح (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌مولار) بود. ابتدا باکتری‌های محرک رشد مورد نیاز این آزمایش (تهیه شده از شرکت مهرآسیا و شامل دو کود بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس) در آزمایشگاه کشت شد. پس از تأیید زنده بودن باکتری‌ها محلول ۳۰ درصد آن جهت تلقیح بذر آماده گردید. سپس خاک مورد استفاده با فرمالین ۵ درصد سترون شده و به مدت ۱۰ روز هوادهی شد. پس از مصرف کود شیمیایی پایه (اوره، سوپرفسفات‌تریپل، سولفات پتاسیم به ترتیب ۳۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، در هر گلدان به وزن ۳/۵ کیلوگرم، ۳۰ عدد بذر کشت گردید. در طول دوره رشد، آبیاری به‌صورت روزانه جهت نگهداری رطوبت در حد ظرفیت زراعی انجام شد. اعمال تنش شوری (۳۰۰ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم برای هر گلدان با توجه به محاسبه غلظت‌های مورد نظر در آزمایش)، ۴۵ روز بعد از کاشت به مدت ۱۰ روز صورت گرفت و سپس نمونه‌برداری جهت سنجش کلروفیل a، b، کاروتنوئید، وزن تر و خشک بوته، ارتفاع بوته و سطح برگ انجام گردید. ابتدا جهت تعیین وزن تر ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ استفاده گردیده سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار داده شد و وزن خشک بوته نیز با ترازوی مذکور بر حسب میلی‌گرم در بوته محاسبه گردید. سطح برگ با ترسیم بر کاغذ میلی‌متری و بر حسب سانتی‌مترمربع تعیین گردید. جهت تهیه عصاره حاوی کلروفیل ۶ حلقه از برگ تر (پانچ شده) از هر گلدان انتخاب و به هر نمونه به میزان ۸ سی‌سی متانول خالص اضافه گردید و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار داده شد. سپس محتوی کلروفیل a، b و کاروتنوئید در طول موج‌های ۶۵۲/۴ و ۶۶۵/۲ و ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Spekol 1300, Japan)، قرائت گردید. برای محاسبه میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید از فرمول‌های ۱ تا ۴ استفاده شد (Lichtenthaler & Buschmann, 2001).

[رابطه۱] $Chl\ a\ (\mu g/ml)= 16.72A_{665.2} - 9.16A_{652.4}$ کلروفیل a

[رابطه۲] $Chl\ b\ (\mu g/ml)= 36.92A_{652.4} - 15.28A_{665.2}$ کلروفیل b

[رابطه۳] $[Chls\ a+b]\ (\mu g/ml)= 24.93A_{652.4} + 1.44A_{665.2}$ کلروفیل a+b

[رابطه۴] $C_{(x+c)}(\mu g/ml) = (1000A_{470} - 1.63Chla - 104.96Chlb)/221$ کاروتنوئید

در این رابطه $A_{665.2}$ عدد جذب در طول موج ۶۶۵/۲ و $A_{652.4}$ عدد جذب در طول موج ۶۵۲/۴ و A_{470}عدد جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر می‌باشد. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با کمک نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

الف- صفات فیزیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده باکتری در صفت کلروفیل b ($P<۰/۰۱$)، اثر ساده شوری نیز در صفات کلروفیل a ($P<۰/۰۵$)، کلروفیل b و کاروتنوئید ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین در مورد اثر متقابل باکتری و شوری از نظر صفات کلروفیل a ($P<۰/۰۵$)، کلروفیل b و a+b ($P<۰/۰۱$) برهمکنش معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱).

با توجه به برازش معادله درجه دوم (شکل ۱) در اثر ساده سطوح شوری، تا سطح ۳۰ میلی‌مولار غلظت کاروتنوئید (۳/۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) افزایش و پس از آن کاهش یافت. در این آزمایش حداکثر محتوی کلروفیل a (۱۴/۷۵ میکروگرم در میلی‌لیتر) در تیمار بدون تلقیح باکتری در سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار مشاهده گردید. البته تیمارهای عدم تلقیح باکتری و کاربرد باکتری سوپرنیتروپلاس در سطح شوری ۳۰ میلی‌مولار و کاربرد باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار با تیمار مذکور در یک گروه آماری قرار گرفته و از حداکثر محتوی کلروفیل a برخوردار بودند (شکل۲). بنابراین غلظت کلروفیل a در سطح شوری صفر و ۳۰ میلی‌مولار تیمارهای حضور باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش چشمگیری نشان نداد اما غلظت آن در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار در بین تیمارها متفاوت بود. به‌طوری‌که غلظت کلروفیل a در کاربرد باکتری نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس به‌ترتیب به میزان ۱۱ درصد ۲۱ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش نشان داد. کمترین غلظت کلروفیل a در سطح ۹۰ میلی‌مولار تیمار عدم تلقیح (۱۱/۵۴ میکروگرم در میلی‌لیتر) مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمار عدم تلقیح در سطح صفر میلی مولار در یک گروه مشترک قرار گرفت (شکل ۳).

میزان کلروفیل b، در سطوح شوری صفر، ۳۰ و ۹۰ میلی‌مولار با تلقیح باکتری نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش معنی‌داری نشان داد. همچنین بیشترین غلظت کلروفیل b مربوط به تیمار سوپرنیتروپلاس در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار (۶/۰۶ میکروگرم در میلی‌لیتر) بود که نسبت به تیمار عدم تلقیح ۵۷/۴ درصد افزایش داشت. کمترین غلظت آن مربوط به تیمار عدم تلقیح سطح شوری ۳۰ میلی‌مولار (۳/۶۱ میکروگرم در میلی‌لیتر) بود که از لحاظ آماری با سطوح صفر، ۳۰ و ۹۰ میلی‌مولار تیمار عدم تلقیح و تیمار نیتروکسین با شوری سطح ۶۰ میلی‌مولار در یک گروه مشترک قرار گرفتند (شکل ۳). همچنین تیمارهای تلقیح باکتری سوپرنیتروپلاس در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار و عدم تلقیح باکتری در سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار از حداکثر محتوی کلروفیل a+bبرخوردار بودند. البته تیمارهای عدم تلقیح و تلقیح باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در سطح شوری ۳۰ میلی‌مولار با تیمار مذکور در یک گروه آماری قرار داشته حداکثر میزان این صفت را نشان دادند (شکل ۴). بنابراین محتوی کلروفیل a+b در سطح شوری صفر و ۳۰ میلی‌مولار تیمار حضور باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش نشان نداد اما غلظت کلروفیل a+b در سطح شوری ۹۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها نشان داد. کمترین مقدار کلروفیل a+b نیز مربوط به تیمار عدم تلقیح و صفر میلی‌مولار (۱۵/۳۷ میکروگرم در میلی‌لیتر) بود.

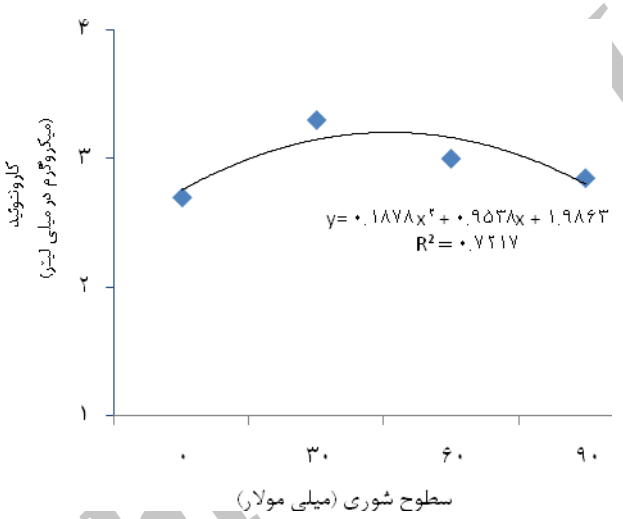
Archive of SID

www.SID.ir

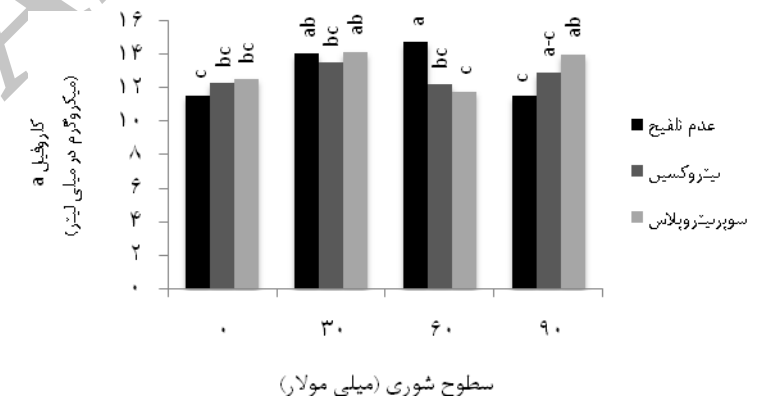
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک گیاه گشنیز تحت تنش شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b	کاروتنوئید
باکتری	۲	۰/۴۸^{ns}	۲/۳۹**	۳/۹۱^{ns}	۱/۶۴^{ns}
شوری	۳	۴/۷۷*	۰/۵۰**	۴/۰۳^{ns}	۰/۰۰۳**
باکتری×شوری	۶	۴/۳۱*	۱/۷۱**	۱۱/۰۷۴**	۰/۶۲^{ns}
خطای آزمایشی	۲۴	۱/۴۱	۰/۱۰۵	۱/۸۹	۰/۰۹۹
ضریب تغییرات (٪)	--	۹/۱۸	۷/۱۱	۷/۸۵	۱۰/۵۹

*، **و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

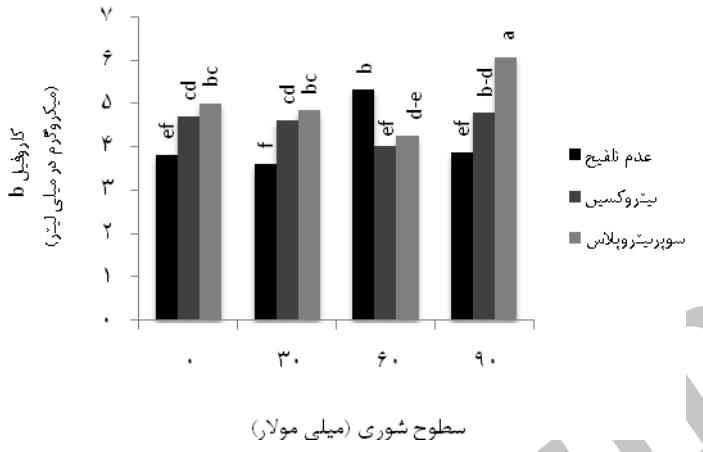


شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف شوری بر میزان کاروتنوئید گیاه گشنیز

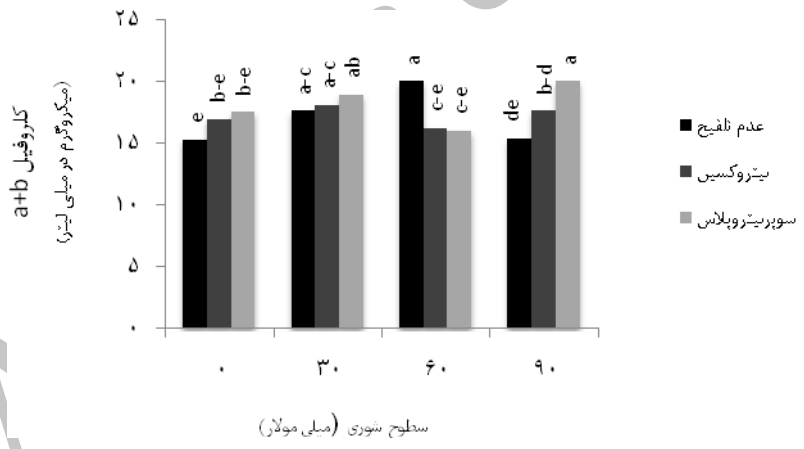


شکل ۲- تأثیر کاربرد کود بیولوژیک در غلظت کلروفیل a در سطوح مختلف شوری

www.SID.ir



شکل ۳- تأثیر کاربرد کود بیولوژیک در غلظت کلروفیل b در سطوح مختلف شوری



شکل ٤- تأثیر کاربرد کود بیولوژیک درغلظت کلروفیل a+b در سطوح مختلف شوری

ب- صفات مورفولوژیک

با توجه به جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک (جدول ۲)، اثر ساده باکتری بر صفات سطح برگ، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک برگ، وزن تر ساقه و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد و وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین تأثیر شوری بر تمامی صفات مورفولوژیک مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل شوری و باکتری نیز بر صفات سطح برگ و وزن تر برگ در سطح احتمال ۵ درصد و وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ساقه در سطح احتمال یک درصد

www.SID.ir

معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طوری‌که در جدول ۳، مشاهده می‌شود کاربرد باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در افزایش وزن خشک برگ و ارتفاع گیاه نسبت به تیمار عدم تلقیح برتری داشتند. در بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر صفات مذکور مشخص گردید که حداکثر وزن خشک برگ با میانگین ۹۷/۵۵ میلی‌گرم در بوته به سطح صفر میلی‌مولار تعلق داشت و افزایش سطح تنش شوری به‌طور قابل‌توجهی وزن خشک برگ را (بیش از ۴۰ درصد) کاهش داد. همچنین حداکثر ارتفاع بوته در سطوح صفر و ۳۰ میلی‌مولار شوری (با میانگین بیش از ۱۲/۹۹ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳). حداکثر سطح برگ گیاه در تلقیح باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در سطح صفر شوری و همچنین تلقیح باکتری نیتروکسین در سطح ۳۰ میلی‌مولار شوری مشاهده شد. کاربرد باکتری سوپرنیتروپلاس در سطح صفر شوری با میانگین ۱۲۲۰ میلی‌گرم در بوته از بیشترین وزن تر بوته برخوردار بود. در این آزمایش کاربرد هر دو نوع باکتری در سطح صفر و ۳۰ میلی‌مولار شوری موجب حداکثر وزن خشک بوته (جدول ۴) و حداکثر وزن تر برگ با تلقیح باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در شرایط عدم تنش شوری مشاهده شد (جدول ۴). همچنین حداکثر وزن تر ساقه گیاه به تیمار صفر میلی‌مولار شوری در تلقیح با باکتری سوپرنیتروپلاس (میانگین ۶۱۲/۵۰ میلی‌گرم در بوته) تعلق داشت. با توجه به واکنش متفاوت باکتری‌های مورد استفاده به سطوح تنش شوری، باکتری سوپرنیتروپلاس در سطح صفر میلی‌مولار شوری، هر دو باکتری در سطح ۳۰ میلی‌مولار و عدم تلقیح باکتری در سطح ۶۰ میلی‌مولار شوری از حداکثر وزن خشک ساقه گیاه گشنیز برخوردار بود. به‌طور کلی میزان صفات در تمامی سطوح شوری (به‌جز سطح شوری ۶۰ میلی‌مولار) با تلقیح باکتری‌های نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نسبت به تیمار عدم تلقیح اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیشترین میزان همبستگی در صفات فیزیولوژیک بین دو صفت کلروفیل a و a+b ($r=۰/۹۲^{**}$) و همچنین در صفات مورفولوژیک همبستگی بالایی بین دو صفت وزن خشک بوته و سطح برگ ($r=۰/۹۶^{**}$) مشاهده گردید.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک گیاه دارویی گشنیز تحت تنش شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	ارتفاع بوته
باکتری	۲	۳۱۵/۹۵۱**	۲۷۲۵۱۱/۴**	۴۵۷۲/۷۵**	۶۰۷۷۸/۳۵**	۲۵۸۸/۸۸**	۷۶۹۴۵**	۲۸۰/۲۶*	۳۰/۶۶**
شوری	۳	۳۱۱/۹۵۳**	۵۴۸۶۶۴/۲۰**	۵۸۹۸/۶۸**	۱۳۰۷۹/۷۶**	۳۵۶۹/۱۸**	۱۴۱۹۹/۵۳**	۴۴۵/۷۶**	۷/۸۲**
باکتری× شوری	۶	۳۳/۸۸۷*	۸۱۶۴۲/۶۰**	۲۳۲۲/۷۵**	۱۰۰۴۷/۶۲*	۴۷۶/۸۳^{ns}	۳۶۱۱۳/۶۹**	۹۱۸/۳۱**	۰/۶۴^{ns}
خطای آزمایشی	۲۴	۱۲/۳۲۴	۹۳۴۹/۸۳	۴۲۴/۴۴	۳۲۳۷/۴۸	۲۰۰/۴۴	۲۰۵۲/۳۲	۷۵/۵۲	۰/۷۱
ضریبتغییرات(٪)	--	۱۴/۳۳	۱۵/۴۳	۱۸/۷۰	۱۶/۲۰	۲۰/۴۳	۱۶/۴۵	۲۱/۲۷	۶/۶۵

*، **و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- اثر ساده باکتری و شوری بر برخی صفات مورد مطالعه گیاه دارویی گشنیز

تیمار		کاروتنوئید (میکروگرم در میلی‌لیتر)	وزن خشک برگ (میلی‌گرم در بوته)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
سطوح باکتری	عدم تلقیح باکتری	$۳/۱^{a}$	$۵۲/۵۴^{b}$	$۱۰/۸۶^{b}$
	نیتروکسین	$۲/۹۱^{a}$	$۸۰/۰۰^{a}$	$۱۳/۴۲^{a}$
	سوپرنیتروپلاس	$۲/۸۹^{a}$	$۷۵/۳۱^{a}$	$۱۳/۸۱^{a}$
سطوح شوری	صفر میلی‌مولار	$۲/۷۰^{b}$	$۹۷/۵۵^{a}$	$۱۳/۶۹^{a}$
	۳۰ میلی‌مولار	$۳/۳۰^{a}$	$۶۸/۷۵^{b}$	$۱۲/۹۹^{a}$
	۶۰ میلی‌مولار	$۳/۰۰^{b}$	$۵۷/۰۸^{c}$	$۱۲/۶۴^{b}$
	۹۰ میلی‌مولار	$۲/۸۵^{b}$	$۵۳/۷۵^{c}$	$۱۱/۴۶^{c}$

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در هر ستون و هر تیمار تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر آزمون LSD ندارند.

جدول٤- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک گیاه دارویی گشنیز تحت تنش شوری

تیمار		سطح برگ (سانتی‌مترمربع)	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
			میلی‌گرم در بوته				
سطوح شوری (میلی‌مولار)	باکتری						
صفر	عدم تلقیح	$۲۵/۵۷۵^{cd}$	$۶۶۹/۷۵^{de}$	$۱۱۷/۷۵^{bc}$	$۴۰۲/۹۱^{bc}$	$۲۶۶/۸۳^{c}$	$۳۷/۵۸^{cd}$
	نیتروکسین	$۳۷/۰۷۱^{a}$	$۹۷۵/۰۰^{b}$	$۱۵۵/۰۰^{a}$	$۵۴۹/۵۸^{a}$	$۴۲۶/۲۵^{b}$	$۵۴/۰۰^{bc}$
	سوپرنیتروپلاس	$۳۶/۰۹۶^{a}$	$۱۲۲۰/۰۰^{a}$	$۱۶۰/۰۰^{a}$	$۶۰۷/۵۰^{a}$	$۶۱۲/۵۰^{a}$	$۵۷/۵۰^{ab}$
۳۰	عدم تلقیح	$۱۵/۲۷۰^{f}$	$۳۶۱/۲۵^{gh}$	$۵۵/۰۰^{e}$	$۲۲۶/۲۵^{ef}$	$۱۳۵/۰۰^{ef}$	$۲۵/۰۰^{de}$
	نیتروکسین	$۳۱/۸۲۵^{ab}$	$۸۶۰/۰۰^{bc}$	$۱۵۸/۷۵^{a}$	$۴۳۷/۵۰^{b}$	$۴۲۲/۵۰^{b}$	$۶۲/۵۰^{a}$
	سوپرنیتروپلاس	$۲۵/۲۲۸^{cd}$	$۸۱۱/۲۵۰^{cd}$	$۱۲۶/۲۵^{ab}$	$۴۰۰/۰۰^{bc}$	$۴۱۱/۲۵^{b}$	$۵۳/۷۵^{ab}$
۶۰	عدم تلقیح	$۱۷/۹۴۱^{ef}$	$۴۴۶/۲۵^{f-h}$	$۱۱۲/۵۰^{bc}$	$۲۵۰/۰۰^{d-f}$	$۱۹۶/۲۵^{c-e}$	$۶۱/۲۵^{a}$
	نیتروکسین	$۲۶/۸۳۰^{bc}$	$۵۶۵/۰۰^{ef}$	$۹۷/۵۰^{b-d}$	$۳۴۳/۷۵^{b-d}$	$۲۲۱/۲۵^{cd}$	$۳۵/۰۰^{cd}$
	سوپرنیتروپلاس	$۱۸/۴۸۰^{ef}$	$۳۳۳/۷۵^{h}$	$۸۵/۰۰^{c-e}$	$۲۳۶/۲۵^{ef}$	$۹۷/۵۰^{f}$	$۲۷/۵۰^{de}$
۹۰	عدم تلقیح	$۱۷/۵۲۵^{ef}$	$۳۳۲/۵۰^{h}$	$۶۶/۲۵^{de}$	$۱۹۷/۵۰^{f}$	$۱۳۵/۰۰^{ef}$	$۲۵/۰۰^{de}$
	نیتروکسین	$۲۱/۴۰۰^{c-e}$	$۴۳۷/۵۰^{f-h}$	$۸۶/۲۵^{c-e}$	$۲۵۵/۰۰^{d-f}$	$۱۸۲/۵۰^{de}$	$۳۵/۰۰^{cd}$
	سوپرنیتروپلاس	$۲۰/۷۱۰^{d-f}$	$۵۰۴/۳۷^{fg}$	$۱۰۱/۲۵^{bc}$	$۳۰۸/۱۲^{c-e}$	$۱۹۶/۲۵^{c-e}$	$۳۲/۵۰^{cd}$

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر آزمون LSD ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- همبستگی صفات فیزیولوژیک گیاه دارویی گشنیز تحت تنش شوری (n=12)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱ کلروفیل a	۱											
۲ کلروفیل b	۰/۴۸	۱										
۳ کلروفیل a+b	۰/۹۲**	۰/۷۸**	۱									
۴ کاروتنوئید	۰/۷۵**	۰/۱۷	۰/۴۶	۱								
۵ سطح برگ	-۰/۲۵	۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۴۶	۱							
۶ وزن تر بوته	-۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۳	-۰/۳۳	۰/۹۴**	۱						
۷ وزن خشک بوته	-۰/۱۶	۰/۱۵	-۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۱					
۸ وزن تر برگ	۰/۰۱۹	۰/۲۱	۰/۱۰	-۰/۲۶	۰/۹۰**	۰/۹۸**	۰/۹۴**	۱				
۹ وزن تر ساقه	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۱۵	-۰/۳۴	۰/۹۱**	۰/۹۲**	۰/۹۱**	۰/۹۰**	۱			
۱۰ وزن خشک برگ	-۰/۱۸	۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۴۵	۰/۹۵**	۰/۹۲**	۰/۹۵**	۰/۸۸**	۰/۹۴**	۱		
۱۱ وزن خشک ساقه	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۴۳	-۰/۰۶	۰/۶۰*	۰/۶۸**	۰/۶۱*	۰/۷۲**	۰/۸۴**	۰/۶۲**	۱	
۱۲ ارتفاع بوته	-۰/۱۴	۰/۱۶	-۰/۰۳	-۰/۳۳	۰/۷۷**	۰/۷۴**	۰/۷۶**	۰/۷۱**	۰/۷۵**	۰/۷۸**	۰/۵۱*	۱

* و** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

صفات فیزیولوژیک

تأثیر شوری بر غلظت کلروفیل‌های a، b و a+b و کاروتنوئید معنی‌دار بود. همچنین با توجه به نتایج آزمایش تلقیح باکتری سوپرنیتروپلاس در سطح ۹۰ میلی‌مولار شوری از حداکثر محتوی کلروفیل a، b و a+b برخوردار بود. البته شوری ۶۰ میلی‌مولار در عدم تلقیح باکتری از لحاظ این صفات نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. نتایج این آزمایش از نظر افزایش محتوی کلروفیل با افزایش شوری، با گزارشات محققان دیگر همسویی داشت. فرهنگیان کاشانی (۱۳۸۷) در بررسی گیاهان چاودار و آگروپیرون تحت تنش شوری دریافت که غلظت‌های بالای تنش باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل نسبت به تیمار شاهد گردید. در این راستا رجبی و همکاران (۱۳۸۵) نیز در بررسی اثرات تنش شوری بر مقدار کلروفیل a و b در ۳۰ رقم گندم نان گزارش دادند که شوری در تمام ارقام موجب افزایش غلظت کلروفیل a، b و محتوی کلروفیل کل شد و افزایش میزان کلروفیل در ارقام متحمل بیش از ارقام غیرمتحمل بود که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. اما در پژوهشی دیگر نورانی آزاد (۱۳۸۷) نشان داد که با افزایش سطح شوری میزان کلروفیل برگ و رشد گیاه دارویی شوید در کشت هیدروپونیک کاهش یافت. همچنین تردیدی نیست که افزایش غلظت یون‌های سمی از جمله یون سدیم در بافت برگ، در اثر افزایش شوری محیط موجب تخریب کلروفیل می‌شود (Asch *et al.*, 2000). نتایج (Han & Lee, 2005) در گیاه کاهو تحت تنش شوری و اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد نیز با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. در همین زمینه نتایج (Marius *et al.*, 2005) نشان داد که تأثیر تلقیح باکتریایی بر گیاه آفتابگردان موجب افزایش میزان رنگدانه‌های کلروفیل a، b و کاروتن قبل و بعد

Archive of SID

www.SID.ir

از گلدهی و در نهایت بهبود رشد آفتابگردان در تیمار کود زیستی نسبت به تیمار شاهد شده است. اما عامل دیگر مؤثر بر غلظت کلروفیل، سطح برگ می‌باشد که خود تابع میزان شوری محیط است و در سطوح بالاتر شوری سطح برگ به شدت کاهش می‌یابد و علیرغم تخریب مولکول‌های کلروفیل توسط یون‌های سدیم غلظت مولکول‌های باقیمانده در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد (Asch *et al.*, 2000).

صفات مورفولوژیک

در این آزمایش با افزایش سطح شوری میزان پارامترهای رشدی و صفات مورفولوژیک کاهش یافت که نتایج این آزمایش با نتایج نورانی آزاد (۱۳۸۷) در بررسی تأثیر سطوح شوری بر گیاه شوید مطابقت داشت. در تحقیق حاضر اثر متقابل باکتری و شوری در تمامی صفات مورفولوژیک مورد بررسی (به جز وزن خشک برگ و ارتفاع بوته) معنی‌دار شد و در تیمارهای کاربرد باکتری میزان پارامترهای مورفولوژیک نسبت به تیمار عدم تلقیح باکتری افزایش چشمگیری یافت، به‌طوری‌که سطح برگ با افزایش شوری کاهش نشان داد اما تلقیح باکتری باعث افزایش سطح برگ شد. بیشترین میزان سطح برگ و وزن تر و خشک بوته به‌ترتیب مربوط به تیمار نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در سطح شوری صفر میلی‌مولار می‌باشد. در بررسی کاربرد دو گونه باکتری محرک رشد و تنش شوری در گیاه کاهو (Han & Lee, 2005) و بررسی کاربرد کودهای زیستی در گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) توسط کوچکی و همکاران، (۱۳۸۷) نشان داده شد که میزان سطح برگ و وزن تر و خشک بوته در محیط شور و حضور باکتری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. بنابر گزارش این محققان سمیت یونی و کاهش جذب مواد و عناصر غذایی لازم در اثر افزایش تنش شوری و کاهش سطح جذب، رشد گیاه را محدود می‌سازد. در شرایط تنش شوری، سلول‌های برگ به حداکثر رشد خود نمی‌رسند و افزایش اسید آبسیزیک نیز در این شرایط کاهش سطح برگ را موجب می‌گردد. با توجه به اینکه افزایش اتیلن در گیاه تحت تنش شوری عامل محدودکننده رشد ریشه محسوب می‌شود کاربرد باکتری‌های محرک رشد که افزایش رشد ریشه را موجب می‌گردند بسیار مورد توجه محققان می‌باشد. این باکتری‌ها باعث کاهش میزان اتیلن گیاه از طریق تولید آنزیم آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلات‌دی‌آمیناز می‌شوند که آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلات را به آلفاکتوبوتیرات و آمونیاک هیدرولیز می‌کند. همچنین با تولید سیدروفورها و مواد کلات‌کننده میزان فراهمی عناصر کم مصرف در شرایط شور را افزایش می‌دهند (Cheng *et al.*, 2007 Mayak; *et al.*, 2004).از سوی دیگر بنا به گزارش کوچکی و همکاران (۱۳۸۷) افزایش رشد در حضور باکتری می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک‌کننده رشد گیاه و یا برخی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد مانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین باشد که توسط این باکتری‌ها در خاک تولید شده و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین در این آزمایش حداکثر ارتفاع بوته در بین تیمارها مربوط به باکتری سوپرنیتروپلاس و باکتری نیتروکسین بود، در همین راستا اکبری و همکاران (۱۳۸۷) نیز نشان دادند که تلقیح باکتری‌های محرک رشد آزوسپیریلوم و ازتوباکتر در گیاه آفتابگردان باعث افزایش ارتفاع بوته شد.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ریزموجودات باکتریایی در بهبود ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاه دارویی گشنیز، تأثیر مثبتی داشته است. با توجه به اهمیت دارویی این گیاه به‌نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک می‌توانند در تلفیق با مقادیر کمتر کودهای شیمیایی در تولید پایدار این گیاه مؤثر باشند.

منابع

اکبری،پ.، ا.قلاوند، و س.م.مدرس ثانوی. ۱۳۸۸. اثرات سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۲، شماره ۳، صفحه ۱۳۴-۱۱۹.

امیدبیگی،ر. ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ صفحه.

رجبی،ر.، ک.پوستینی، ع.احمدی، پ.جهانی‌پور، و م.حاتمی. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی، عملکرد و مقدار کلروفیل a و b در ۳۰ رقم گندم نان، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، صفحه ۵۱۸.

عماد،م. ۱۳۷۸. شناسایی گیاهان دارویی، صنعتی، مرتعی و جنگلی. جلد دوم. انتشارات توسعه روستایی. ۱۶۰ صفحه.

علی‌آبادی فراهانی،ح.، ع.ارباب، و ب.عباس‌زاده. ۱۳۸۸. تأثیرکود سوپر فسفات تریپل و تنش کم آبی و کود بیولوژیک برتعدادی از صفات کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد۲۴ شماره ۱، صفحه ۲۰ - ۱۸.

فرهنگیان کاشانی،س. ۱۳۸۷. مطالعه اثر تنش شوری بر تراکم کلروفیل در آگروپیرون، برموس و چاودار، فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم، شماره ۱۷، صفحه ۴۴-۳۰.

کوچکی،ع.، ل.تبریزی، و ر.قربانی. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*). مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۱، صفحه ۱۳۷-۱۲۷.

میرمحمدی میبدی،س.، و ب.قره‌یاضی. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۸۸ صفحه.

نورانی آزاد،ح.، و م.حاجی باقری. ۱۳۸۷. تأثیر تنش شوری بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه شوید (*Anethum graveolens*). مجله دانش نوین کشاورزی، شماره ۱۲. صفحه۱۰۰- ۹۳.

Archive of SID

www.SID.ir

Abdul-Jaleel,C., P.Manivannan, B.Sankar, A.Kishorekumar, R.Gopi, R.Somasundaram, and R.Panneerselvam. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 60:7-11.

Asch,F., M.Dingkuhn, and K.Droffling. 2000. Salinity increases CO_2 assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. *Plant Soil*. 218: 1-10.

Ashraf,M. 2001. Relationship between growth and gas exchange characteristics in some salt–tolerant amphidiploid *Brassica* species in relation to their diploid Parents. *Environ. Exp. Bot*. 45: 155 – 163.

Ashraf,M., S.H.Berge, and O.T.Mahmood. 2004. Inoculating wheat seedlings with exopolysaccharide producing bacteria restricts sodium uptake and stimulates plant growth under salt stress. *Biol. Fer. Soils*. 40: 157-162.

Chen,J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. October, 16 – 20. Thailand. 11 pp.

Cheng,Z., E.Park, and B.R.Glick. 2007. 1-Aminocyclopropane- 1- Carboxylate deaminase from Pseudomonas putida UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. Microbiology Journal. 53: 912-918.

Ebhin Masto,R., P.K.Chhonkar, D.Singh, and A.K.Patra. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. *Soil Biol. Biochem*. 38: 1577–1582.

F.A.O. Production Year Book. 2005. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 51:209PP.

Fatma,E.M., I.El-Zamik, T.Tomader, H.I.El-Hadidy, L.Abd El-Fattah, and H.Seham Salem. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments app.lication on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous .Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt

Ghoulam,C., A.Foursy, and K.Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganicions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Exp. Bot*. 47: 39-50.

Han,H.S., and K.D.Lee. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. *Agric. Biol. Sci*. 6: 155-180.

Lichtenthaler,H.K., and C.Buschmann. 2001. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristicsof high-light and low-light plants and of sun and shade leaves. *Photosynth. Res.* 2:115-141.

Archive of SID

www.SID.ir

Madidi,S., B.Baroudi, and F.B.Ameur. 2004. Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Int. J. Agri. Biol.* 6: 767-770.

Marius,S., A.Octavita, U.Eugen, and A.Vlad. 2005. Study of a microbial inoculation on several biochemical indices in sunflower (*Helianthus anuus L.*). *Genet. Mol. Biol.*, TOM V. pp: 11-14.

Mayak,S., T.Bernard T, and R.Glick. 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiol. Biochem*., 42: 565-575.

Tilak, K. V. B. R., N. Ranganayaki, K. K. Pal, R. De, A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, Shilpi Mittal, A.K.Tripathi, and B.N.Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Curr. Sci*. 89: 136-150.

Wu,S.C., Z.H.Caob, Z.G.Lib, K.C.Cheunga, and M.H.Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*. 125: 155–166.

Archive of SID

www.SID.ir