Archive of SID

مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۶ (۱۳۹۵) ۸۰- ۶۰

بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش خشکی در منطقه قم

علیرضا پازکی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده فنی و مهندسی، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: pazoki@iausr.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۶

پازکی، ع. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش خشکی در منطقه قم. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۶ (۱): ۸۰- ۶۰.

سابقه و هدف: تنش خشکی محدود کننده‌ترین عامل رشد گیاهان و تولید محصول است، به صورتی که عملکرد و اجزای عملکرد دانه انواع گیاهان و از جمله گیاهان دارویی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. امروزه معرفی نهاده‌هایی که بتوانند از طریق بهبود وضعیت آبی در گیاه سبب ارتقای مقاومت به تنش کم‌آبی شوند، از جمله ضرورت‌های پژوهش بوده و روش‌های ارگانیک اولویت بیشتری دارند. بنابراین به منظور بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد (PGPRs) و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش خشکی این تحقیق انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در شمال شرقی شهرستان قم به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد که در آن زمان آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و روش‌های کاربرد باکتری‌های محرک رشد در چهار سطح (بدون کاربرد، بذرمال، آب آبیاری و بذرمال+ آب آبیاری) و اسید هیومیک در دو سطح (بدون کاربرد و کاربرد) به صورت فاکتوریل به عنوان عامل‌های فرعی در نظر گرفته شدند. کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد در تیمار آب آبیاری ۲ بار در مراحل ۴ و ۱۲ برگی انجام شد. میزان کاربرد اسید هیومیک به میزان ۳ لیتر در هکتار برای هر بار کاربرد در آب آبیاری و منبع باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر (*Azotobacter crococcum*) و آزوسپیریلیوم (*Azospirillum brasilense*) بود.

نتایج و بحث: نتایج به دست آمده نشان داد, اعمال تنش خشکی بر همه‌ی صفات مورد آزمایش تأثیر منفی و کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد در هر دو شرایط آبیاری مطلوب (زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر) و تنش کم آبی تأثیر مثبتی را بر صفات اندازه‌گیری شده ایجاد کردند. بنابر یافته‌های تحقیق، به‌جز تأثیر متقابل باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک، دیگر تأثیر متقابل دو و سه گانه عامل‌های آزمایشی بر عملکرد دانه و زیست‌توده (بیولوژیک) معنی دار بودند. در این شرایط بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۶۳۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیست‌توده (۶۸۶۷/۰۱ کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری ۴۰ میلی‌متر، کاربرد بذرمال + آب آبیاری و اسید هیومیک به دست آمد. اثر متقابل سه گانه عامل‌های مورد آزمون بر وزن هزاردانه نیز معنی‌دار بود، به صورتی که بیشترین وزن هزار دانه (۲/۰۹ گرم) نیز از کاربرد توأم باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک در مدیریت آبیاری مطلوب به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد

www.SID.ir

Archive of SID

۲۶/۳۱ درصد افزایش نشان داد. بنابر یافته‌های تحقیق، تنش کم‌آبی منجر به افزایش درصد اسانس اندام‌های هوایی گیاه دارویی ریحان شد، هرچند عامل‌های ضد تنش مورد استفاده نیز با بهبود مجموعه شرایط مورد نیاز در هردو وضعیت آبیاری مطلوب و تنش خشکی در نهایت باعث ساخت و ذخیره اسانس بیشتر شدند.

نتیجه‌گیری: تنش خشکی ناشی از افزایش فاصله آبیاری، همه‌ی اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه را به طور معنی‌داری کاهش داد و در مجموع کاربرد باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک موجب تخفیف تأثیر نامطلوب ناشی از تنش کم آبی شد، هرچند نقش باکتری‌های محرک رشد بیشتر از اسید هیومیک بود. تأثیر عامل‌های آزمایشی بر صفت درصد اسانس اندام‌های هوایی عکس یکدیگر بود، در این شرایط نقش عامل تنش در برایند تغییرات این صفت حتی بیشتر از مجموع تأثیر باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بود.

واژه‌های کلیدی: ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، تنش کم‌آبی، کودهای زیستی، دانه.

مقدمه

ریحان به راسته Lamiacea و تیره نعناع تعلق دارد و جنس آن Ocimum می‌باشد که چندشکلی (پلی مورفیسم) بوده و آسانی دگر گرده افشانی در این جنس باعث به وجود آمدن زیر گونه‌ها، رقم‌ها و شکل‌های پرشمار شده است (Balyan and Sobti, 1990). برای این گیاه بین ۵۰ تا ۱۵۰ گونه برای آن معرفی شده است که در درمان بیماری‌های قلبی و درمان نارسایی‌های طحال استفاده می شود. از اسانس نعناع در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز استفاده می‌شود. درصد اسانس این گیاه تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی و مدیریت نهاده‌ها تغییر می نماید (Bowes and Zeheljazkov, 2004). خشکی به عنوان شایع‌ترین تنش غیر زنده که گیاهان آن را تجربه می‌کنند، شناخته می شود. در مناطقی که میزان بارندگی سالانه و پراکنش آن وضعیت مطلوبی ندارند، خشکی مهم‌ترین تنش محیطی است که تولید گیاهان را به میزان شایان توجهی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Richards, 1996). Ardakani *et al.* (2007) تأثیر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی بادرنجبویه را بررسی کردند. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، عملکرد برگ و ساقه، شمار پنجه، ارتفاع، طول و عرض برگ، قطر ساقه و طول میانگره معنی دار بود. اما بر شمار ساقه جانبی بی‌تأثیر بود.

Aliabadi Farahani and Valadabadi (2010) در بررسی خود بر گیاه دارویی گشنیز نتیجه گرفتند که اثر دور آبیاری بر همه‌ی شاخص‌های اندازه گیری شده معنی‌دار بود و بیشترین میزان این صفات از آبیاری مطلوب و بیشترین درصد استقرار (کلنیزاسیون) ریشه، طول ریشه و درصد اسانس در شرایط تنش خشکی به دست آمدند. در سالیان اخیرکاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث ایجاد چالش‌های زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و نبود توازن عناصر غذایی خاک شده است (Wang *et al.*, 1999). مواد هیومیکی محصول نهایی تجزیه هر ماده آلی در شرایط ویژه و توسط ریزموجود (میکروارگانیسم)های خاص می‌باشند. از آنجا که این مواد pHاسیدی ضعیف (۳ تا ۶/۵) دارند و مشتق از هوموس می‌باشند، به نام اسید هیومیک هم شناخته می‌شوند. اما در حقیقت هیچ همسانی به اسیدهای شناخته شده چه معدنی و چه آلی ندارند. اسید هیومیک با افزایش نفوذپذیری غشای سلولی و تسریع در تولید پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک درون سلول و همچنین با سازوکارهای پرشمار دیگری که هنوز به‌طورکامل درک نشده‌اند به رشد و افزایش (تکثیر) گیاهان کمک می‌کنند (Alizadeh, 2006). از سودمندی‌های مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و دیگر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه‌های جانبی می‌شود (Aiken *et al.*, 1386).

Ayas and Gulser (2005) گزارش کردند که اسید هیومیک با افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به دنبال آن عملکرد زیست‌توده می‌شود. نتایج نشان داد که کاربرد اسید هیومیک ارتفاع گیاه را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. در بررسی دیگری اسید هیومیک سبب افزایش قطر و ارتفاع گیاه منداب

www.SID.ir

Archive of SID

(*Eruca sativa* L.) شد (Albayrak and Camas, 2005). نتایج آزمایش Ghorbani *et al.* (2010) نشان داد که استفاده از اسید هیومیک می‌تواند همانند کودهای زیستی (بیولوژیک) حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به عنوان تولید کننده‌های هورمون سیتوکینین، نقش شایانی در افزایش شمار پنجه داشته باشد. برخی پژوهندگان براین باورند، تأثیر هورمونی القا شده در گیاه توسط آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، به‌طورمستقیم باعث تغییرپذیری‌های مشخص در صفات مرتبط با ساختار ظاهری (مورفولوژی) ساقه، مانند افزایش پنجه‌زنی و شمار پنجه‌های بارور می‌شوند (Kalra, 2003). Heydari and Minaei (2014) نشان دادند که در شرایط تنش خشکی کاربرد ۱/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک منجر به بهبود صفات زراعی و عملکرد در گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) شد.

Vinutha (2005) گزارش کرد، که تلقیح بذرمال گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با گونه‌های مختلف باکتری ازتوباکتر و قارچ گلوموس سبب افزایش زیست توده و سرعت رشد گیاه می‌شود. کاربرد سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس بر روی گیاه رازیانه نشان داد که بالاترین میزان زیست توده تر و خشک گیاه در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کودهای شیمیاییبنیتروژن، فسفر و پتاسیم همراه با آزوسپیریلوم (*Azospirillum liboferum*)، ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*) و باسیلوس (*Bacillus megatherium*) به دست می‌آید (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). Fatma *et al.* (2006) در آزمایشی گلخانه‌ای روی گیاه مرزنجوش (*Origanum Majorana* L.) نشان دادند که کودهای زیستی شامل ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر شاخص‌های رشد، میزان اسانس و تأثیر آنتی‌باکتریایی اسانس بر باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی، قارچ‌ها و مخمرها تأثیر شایان توجهی داشت. Farnia *et al.* (2006) اظهارداشتند، با توجه به نتایج به دست آمده از تأثیر متقابل آبیاری و باکتری در شرایط مساعد کشتزار، باکتری تثبیت کننده نیتروژن (نژاد هلی نیترو) کارآیی بیشتری داشت ولی به نظر می‌رسد، نسبت به تنش خشکی حساس بوده و فعالیت آن کاهش یافت، هرچند باکتری نژاد ریزوکینگ تحمل بیشتری به تنش خشکی داشت و عملکرد دانه بیشتر ی از آن به دست آمد. Dobbelaere *et al.* (2003) مشاهده کردند که تلقیح گیاهان با انواع باکتری‌هایی که توانایی تولید اکسین را داشته‌اند در مقایسه با شاهد ریشه‌های بلندتر، تارهای کشنده درازتر و انشعاب‌های ریشه فرعی بیشتری را درپی داشته است. تأثیر تلقیح با سویه‌هایی متفاوت از باکتری سودوموناس (*Pseudomonas* fluorescens)، در افزایش شاخص‌های رشد از طریق شاخص‌های فیزیولوژیکی مانند میزان آب نسبی برگ و پتانسیل آب برگ در سطوح مختلف شوری، در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) توسط Jaleel *et al.* (2009) گزارش شده است. بنابراین با توجه توسعه خشکی در مناطق کشور و سیاست‌های کلان بخش کشاورزی برای دستیابی به راهکارهای ارگانیک مقاومت به این تنش، این تحقیق با هدف بررسی امکان افزایش مقاومت به خشکی و جلوگیری از کاهش عملکرد دانه گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با استفاده از باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک در شرایط تنش در منطقه خشک قم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط تنش خشکی در سال زراعی ۱۳۹۲ در منطقه قم اجرا شد. ارتفاع کشتزار از سطح دریا ۸۵۰ متر و از لحاظ موقعیت جغرافیایی، در عرض جغرافیایی ۳۴/۶۴ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰/۸۹ درجه شرقی واقع شده است. پیش از اجرای آزمایش، اقدام به نمونه برداری از خاک کشتزار از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شد (جدول ۱).

آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و در ۳ تکرار اجرا شد که در آن دور آبیاری در سه سطح (۷۰،۴۰ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان عامل اصلی و باکتری‌های محرک رشد (PGPR) در چهار سطح (بدون کاربرد، بذرمال، آب آبیاری و بذرمال+ آب آبیاری) و اسید هیومیک (هیومکس مایع حاوی ۱۲٪ اسید

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزار محل آزمایش (عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متر).

Table 1. Physical and chemical characteristics of experimental soil (0-30 cm depth).

بافت خاک Soil texture	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	سیلت Silt (٪)	رس Clay (٪)	شن Sand (٪)	رطوبت اشباع Saturation percentage (٪)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (ds m^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی Organic carbon (٪)	نیتروژن کل Total nitrogen (٪)
Clay-Silt	26.12	228	26	34	40	42.5	4.54	7.51	0.64	0.058

هیومیک، ۳٪ اسید فولویک و ۳٪ اکسید پتاسیم) در دو سطح (بدون کاربرد هیومیک و کاربرد هیومیک در آب آبیاری) به صورت فاکتوریل به عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شدند. شمار بارهای کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد در تیمار آب آبیاری ۲ بار در مراحل ۴ و ۱۲ برگی بود. میزان کاربرد اسید هیومیک به میزان ۳ لیتر در هکتار برای هر بار کاربرد در آب آبیاری و باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر (*Azotobacter crococcum*) و آزوسپریلیوم (*Azospirillum brasilense*) تهیه شده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب در شرایط بذرمال ۵۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر ۱۰ کیلوگرم بذر و ۲/۵ لیتر در هکتار برای هر تیمار آبیاری در نظر گرفته شدند. جمعیت باکتری‌های زنده در هر میلی‌گرم مایه تلقیح (CFU) 10^8 بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، کاربرد کودهای شیمیایی (نیتروژن به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، فسفات خالص به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات و پتاس به‌میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) (Davoodi fard, 2011)، دیسک، ماله و ایجاد کرت‌هایی به ابعاد ۷/۵ مترمربع به صورت مطلوب، پیش از کاشت صورت گرفت و سپس نقشه آزمایش بر روی زمین اجرا شد. هر کرت آزمایشی دارای ۵ خط کاشت ۵ متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود که خط اول، آخر و ۵۰ سانتی‌متر ابتدا و انتهای آنها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از خطوط میانی اقدام به نمونه گیری و اندازه گیری صفات شد. در این تحقیق از هیچیک از سموم شیمیایی استفاده نشد.

برای اندازه گیری صفات رویشی شامل: ارتفاع بوته، شمار ساقه فرعی و اجزای عملکرد شمار گل‌آذین در بوته و دانه در گل‌آذین در مرحله رسیدگی دانه، شمار ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و پس از اندازه گیری، میانگین آن‌ها محاسبه شد. برای تعیین وزن هزاردانه نیز ۴ نمونه ۱۰۰ تایی از بذرهای هر یک از کرت‌ها شمارش و توزین شد و میانگین وزن آن‌ها تعیین شد و با ضرب کردن در عدد ۱۰ وزن هزاردانه به دست آمد. به منظور تعیین عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت، پس از رعایت حاشیه‌های یادشده مساحت ۲ متر مربع از هر کرت را در نظر گرفته و پس از کف بر کردن بوته‌ها و جدا کردن دانه‌ها وزن دانه تعیین شد. سپس با خشک کردن نمونه‌ها در آون ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ساعت، ابتدا وزن خشک محاسبه شد و با تبدیل نتایج به کیلوگرم در هکتار، ملکرد دانه و عملکرد زیستی تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیستی ضرب در عدد صد محاسبه شد (Mohamad Varzi *et al*., 2010; Moslemi, 2010).

برای اندازه‌گیری درصد اسانس اندام‌های هوایی، نمونه ها پس از برداشت گیاه در مرحله گلدهی در سایه خشک و آسیاب شده و اسانس آن به روش تقطیر با آب استخراج شد. برای همه‌ی نمونه ها تاریخ برداشت گیاه و زمان اسانس گیری در یک روز انجام شد، بدین ترتیب که ۲۰ گرم از نمونه خشک شده گیاه در ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر (1:10 P^{wP}/B_{vB}) مخلوط و سپس اسانس گیری با دستگاه کلونجر انجام شد (Davoodi fard, 2011 ;Pazoki *et al*., 2012).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین ضریب‌های همبستگی بین صفات از نرم افزار آماری SAS (نسخه۹/۳) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Lsmeans در سطح ۵ درصد صورت گرفت. همچنین برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

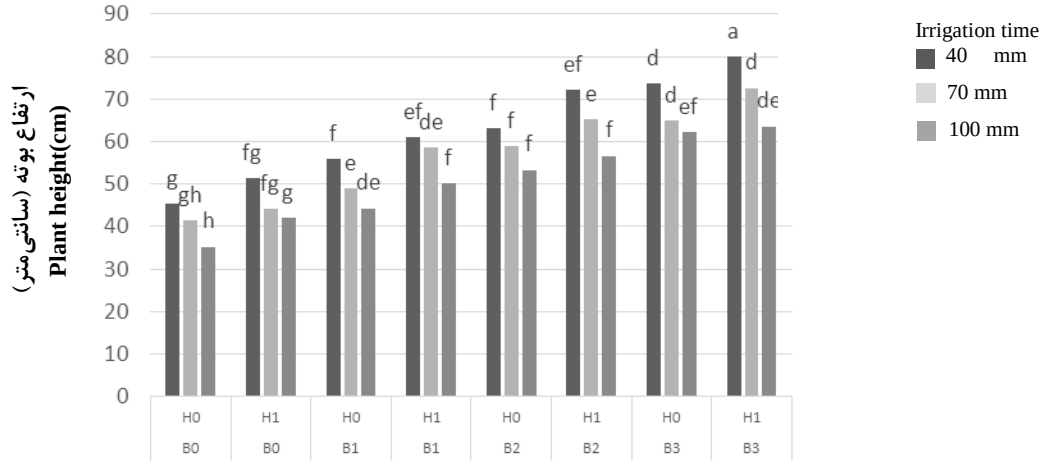
ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل دور آبیاری, اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر صفت ارتفاع بوته، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه گانه عامل‌های آزمایشی بر پایه آزمون دانکن نشان داد که در بین تیمارهای مورد آزمون، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر و کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال + آب آبیاری بیشترین ارتفاع (۸۰/۳۳ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد. همچنین کمترین ارتفاع بوته نیز با ۴۴/۸۳ سانتی‌متر مربوط به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بود که نسبت به دیگر تیمارهای تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۱). در تحقیقی که کاربرد کود زیستی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، سبب افزایش ارتفاع بوته گیاه مریم گلی(*Salvia officinalis* L.) در چین‌های اول و دوم طی دو فصل رویش شد (Youssef *et al.*, 2004). Khoramdel *et al.* (2011) مشاهده کردند، کاربرد مایه تلقیح آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و قارچ مایکوریزا منجر به افزایش ارتفاع، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد و افزایش محصول گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) نسبت به شاهد شد. در این میان تلفیق مایکوریزا و آزوسپیریلوم بیشترین تأثیر را در افزایش صفات مورد بررسی داشت. Ayas and Gulser (2005) گزارش کردند که اسید هیومیک با افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به دنبال آن عملکرد زیستی می‌شود

شمار ساقه فرعی بوته

تأثیر متقابل دور آبیاری و باکتری‌های محرک رشد بر شمار ساقه فرعی بوته تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین بر پایه آزمون دانکن مشخص کرد، که در بین تیمارهای مختلف، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر و کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال+آب آبیاری بیشترین شمار ساقه فرعی بوته (۲/۴۷ عدد) را به خود اختصاص داد. بر این پایه کمترین شمار شاخه فرعی در بوته ریحان نیز با ۱/۰۰ عدد مربوط به تیمار زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد بود (شکل ۲).

به دنبال افزایش میزان جذب آب، عناصر غذایی، کنترل قارچ های بیماریزا، ساخت آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه،



شکل ۱- تأثیر متقابل زمان ابیاری، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته ریحان.

Fig. 1 –Interaction effect of irrigation time, PGPRs and humic acid on plant height of basil.

H0: بدون کاربرد اسید هیومیک Non application of humic acid H1 : کاربرد اسید هیومیک Application of humic acid

B0: بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد-Non application of PGPR B1 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد در آب آبیاری-Irrigation using of PGPR

B2: کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال-Seed coating by PGPR B3 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال و آب آبیاری-Seed coating and irrigation using of PGPR

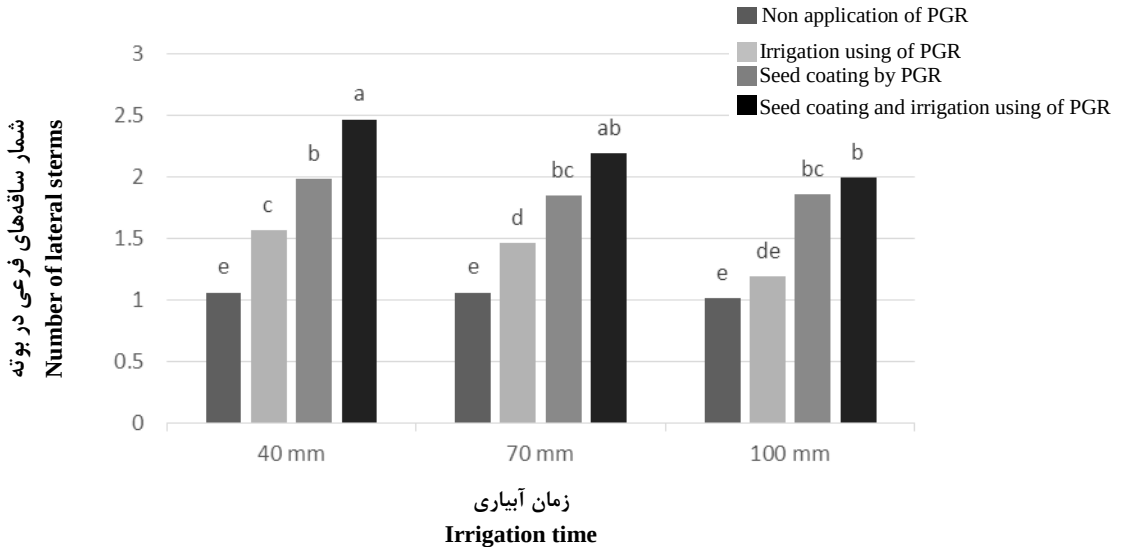
www.SID.ir

Archive of SID

تثبیت نیتروژن و ساخت آنزیم هایی که میزان اتیلن در گیاه را تنظیم می کنند (Abdul-Jaleel *et al*., 2007)، میزان فتوسنتز گیاه افزایش یافته و منجر به بروز ظرفیت حداکثری تولید زیست‌توده گیاه و بیشتر شدن شمار شاخه های جانبی نیز شد. Asghar (2002) نیز بیان داشت، کاربرد باکتری‌های محرک رشد و کاربرد توأم عناصر N، P و K در قالب کود های شیمیایی، شمار انشعاب‌ها و در نهایت شمار غلاف گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)را به صورت معنی‌داری افزایش داد. شمار انشعابات و غلاف در گیاه سویا با تلقیح بذرها با باکتری‌ها در مقایسه با شاهد نیز افزایش داشت (Pirbalouti *et al*., 2006).

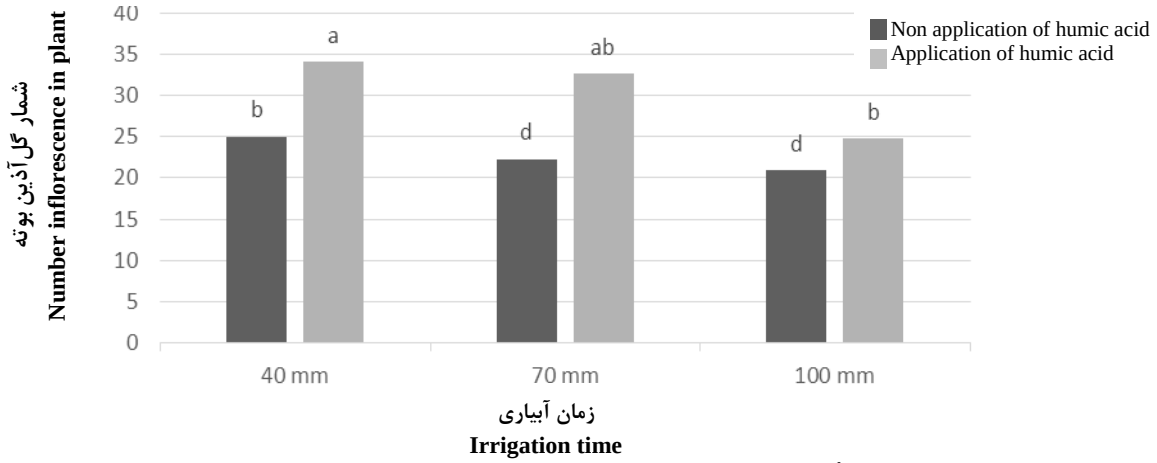
شمار گل‌آذین بوته

بنابر نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، تأثیر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک برای صفت میانگین گل‌آذین هر بوته تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد. مقایسه میانگین تأثیر متقابل زمان آبیاری و اسید هیومیک بر میانگین گل‌آذین بوته ریحان نشان داد که در بین تیمارهای مختلف، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر و کاربرد اسید هیومیک با ۳۴/۰۸ عدد، بیشترین شمار گل‌آذین هر بوته را به خود اختصاص داد. بنابر نتایج مقایسه میانگین‌ها، کمترین میانگین صفت یادشده نیز با ۲۰/۹۱ عدد مربوط به تیمار زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد اسید هیومیک بود که با دیگر سطوح دور آبیاری در شرایط بدون کاربرد این ماده در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۳).



شکل ۲- تأثیر متقابل دور آبیاری و باکتری‌های محرک رشد بر شمار ساقه فرعی در بوته ریحان.

Fig. 2 –Interaction effect of irrigation time and PGPRs on branch number in plant of basil.



شکل ۳ – تأثیر متقابل زمان ابیاری و اسید هیومیک بر شمار گل‌آذین بوته ریحان.

Fig. 3 –Interaction effect of irrigation time and humic acid on inflorescence number in plant of basil.

www.SID.ir

Archive of SID

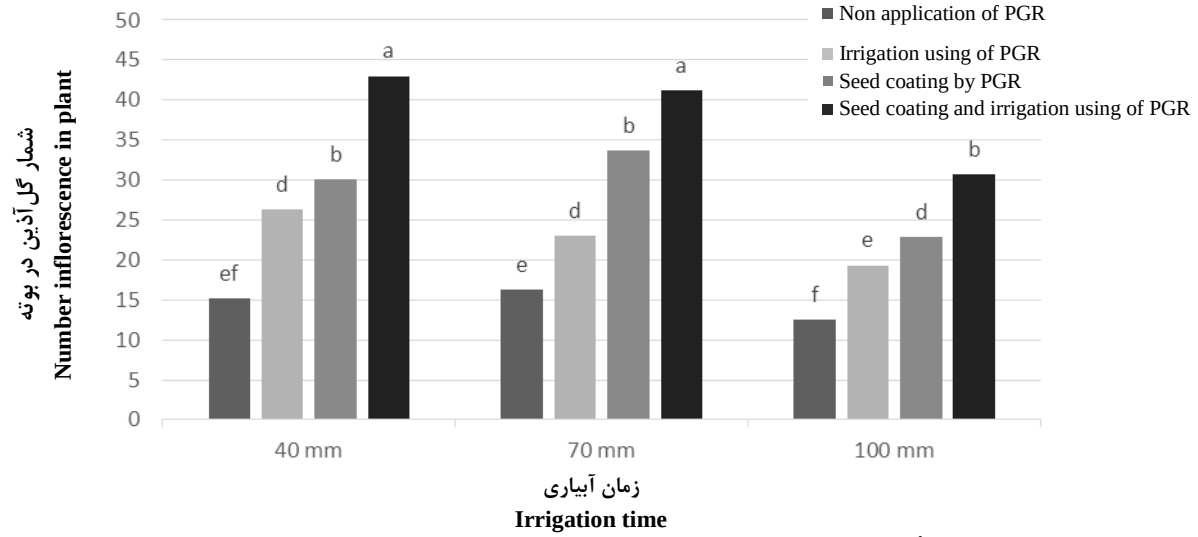
به نظر می‌رسد به واسطه نقش مثبت باکتری‌های محرک رشد در تولید و تنظیم هورمون‌های محرک رشد، با کاربرد رایزو باکتری‌ها سطح و عمق ریشه افزایش یافته و جذب آب و عناصر غذایی توسعه می یابد که این امر سبب افزایش فتوسنتز و بهبود رشد می شود (Mohammad varzi *et al*., 2010). Davoodi fard (2011) بیان داشت ، افزایش شمار ساقه‌های جانبی نیز به نوبه خود موجب افزایش شمار گل آذین در بوته گیاه دارویی ریحان شد و بین این دو صفت همبستگی مثبت معنی داری وجود دارد.

از سوی دیگر نیز، تأثیر متقابل دور آبیاری و باکتری‌های محرک رشد نشان داد، برای صفت میانگین گل آذین بوته نیز تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. بنابر نتایج مقایسه میانگین‌ها در بین تیمارهای مختلف، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر و کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال + آب آبیاری بیشترین میانگین گل‌آذین بوته (۴۳/۰۱ عدد) را به خود اختصاص داد (شکل ۴). کمترین میانگین گل آذین در هر بوته ریحان نیز با ۱۲/۵۱ عدد مربوط به تیمار زمان آبیاری۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد بود (شکل ۴). Abdou *et al.* (2004) نیز آشکار کرد که در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.)، کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار شمارچتر در بوته و عملکرد دانه رازیانه نسبت به شاهد می‌شود. کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش شایان توجه صفت شمار چتر در بوته و در نهایت عملکرد دانه در کرفس (*Apium graveolens* L.) شد (Migahed *et al*., 2004). Dastborhan *et al.* (2011) با کاربرد باکتری‌های محرک رشد در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) نشان دادند که کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد طبق (کاپیتول) در واحد سطح شدند، به طوری که با کاربرد کودهای زیستی شمار و عملکرد طبق در مقایسه با تیمار شاهد ۳/۶ تا ۹ درصد افزایش نشان داد. شمار غلاف در گیاه سویا (*Glycine max* L.)با تلقیح بذرها در مقایسه با شاهد افزایش داشت (Pirbalouti *et al*., 2006).

شمار دانه در گل‌آذین

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که از نظر شمار دانه در گل‌آذین بین دورهای مختلف آبیاری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین تأثیر زمان آبیاری بر شمار دانه در گل‌آذین ریحان نشان داد که سطوح مختلف این عامل در گروه‌های متفاوت آماری قرار گرفتند و زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر با ۲۰/۷۶ عدد بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد. در عین حال کمترین میزان این صفت نیز با ۱۵/۱۸ عدد مربوط به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر بود (شکل ۵).

تأثیر اصلی اسید هیومیک رشد بر شمار دانه در گل‌آذین نیز تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت جدول ۲). همچنین کاربرد اسید هیومیک با میانگین ۱۸/۳۸ عدد، بیشترین شمار دانه در گل‌آذین را به خود اختصاص داد که تفاوت آماری معنی‌دار با تیمار دیگر (۱۷/۲۸ عدد) داشت (شکل ۶).

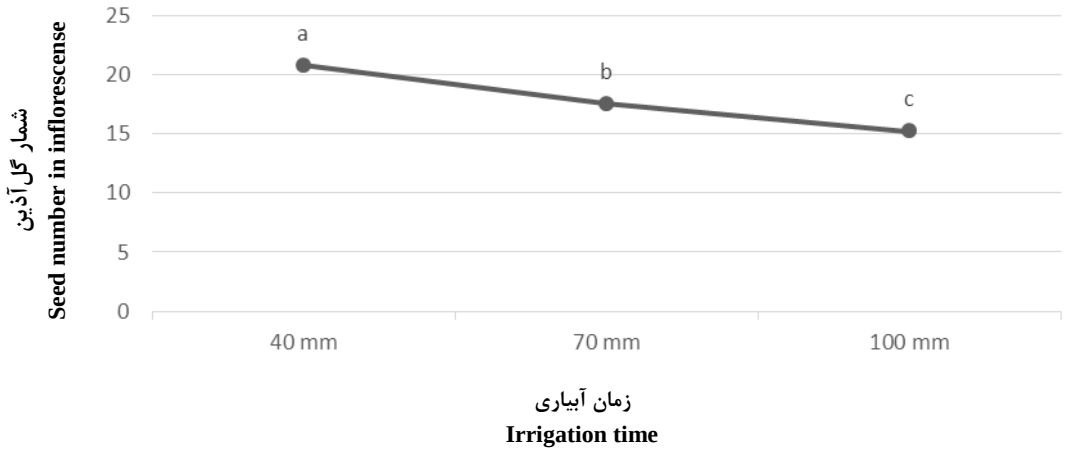


شکل ۴- تأثیر متقابل دور آبیاری و باکتری‌های محرک رشد بر شمار گل‌آذین بوته ریحان.

Fig. 4 –Interaction effect of irrigation time and PGPRs on inflorescence number in plant of basil.

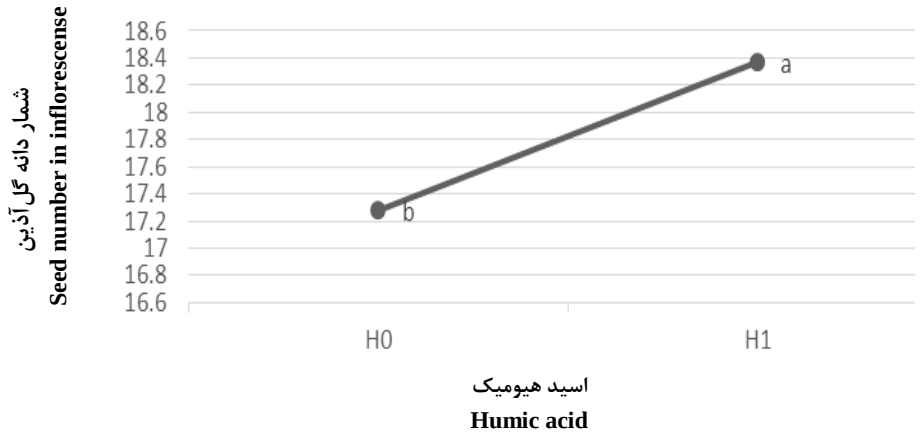
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تأثیر اصلی دور آبیاری بر شمار دانه گل‌آذین ریحان.

Fig. 5 –Main effect of irrigation time on seed number in inflorescence of basil.



شکل ۶- تأثیر اصلی اسید هیومیک بر شمار دانه در گل‌آذین ریحان.

Fig. 6 –Main effect of humic acid on seed number in inflorescence of basil.

H0:بدون کاربرد اسید هیومیک Non application of humic acid H1 : کاربرد اسید هیومیک Application of humic acid

در نتایج آزمایشی روی تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک (۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر رشد و جذب عناصر کم‌کاربرد و پرکاربرد، روی گیاه زینتی ژربرا (*Gerbera aurantiaca* L.) ، مشخص شد که در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، رشد ریشه افزایش یافت و تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز شمار گل برداشت شده در گیاه را به میزان ۵۲ درصد افزایش داد (Nikbakht *et al*., 2008).

کاربرد باکتری محرک رشد در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر شمار دانه در گل‌آذین داشت (جدول ۲). بر این پایه، کاربرد باکتری‌ها به صورت بذرمال + آب آبیاری بیشترین شمار دانه در گل آذین ریحان (۲۰/۶۴ عدد) را به خود اختصاص داد که تفاوت آماری معنی‌داری با دیگر سطوح داشت، به صورتی که کمترین شمار دانه در گل‌آذین (۱۵/۱ عدد) مربوط به تیمار بدون کاربرد این نهاده بود (شکل ۷). در پژوهشی که روی گیاه دارویی رازیانه انجام شد، آشکار شد که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار شمار دانه در چتر، چتر در بوته و عملکرد دانه رازیانه نسبت به تیمار شاهد می‌شود (Abdou *et al*., 2004). کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، به روشنی موجب بهبود بارز ویژگی‌هایی مانند شمار دانه در چتر و عملکرد دانه در کرفس (*Apium graveoulens* L.) شد (Migahed *et al*., 2004). تلقیح بذرها با باکتری‌های محرک رشد و کاربرد کود N، P و K تأثیر معنی‌داری بر شمار دانه در غلاف و غلاف گیاه لوبیا دارد و آن را افزایش می‌دهد (Asghar,

www.SID.ir

Archive of SID

2002). Mohammad varzi *et al*. (2010) نشان دادند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد منجر به افزایش عملکرد دانه، قطر طبق، قطر ساقه و شمار دانه در طبق آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد شد.

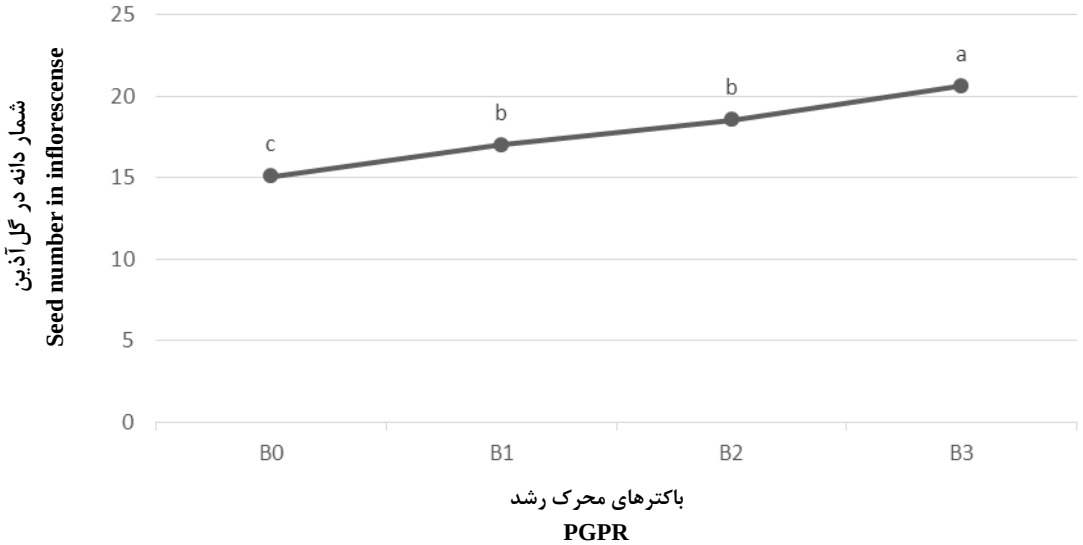
وزن هزار دانه

بنابر نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) تأثیر متقابل دور آبیاری، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل زمان آبیاری و اسید هیومیک، بین تیمارهای مختلف، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر، کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال + آب آبیاری و کاربرد اسید هیومیک بیشترین وزن هزار دانه (۲/۰۹ گرم) و زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر، بدون کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد کمترین وزن هزار دانه (۰/۸۳ گرم) را ایجاد کرد (شکل ۸).

Khosravi *et al* (2002) در یک آزمایش گلخانه ای نشان دادند، تلقیح ریحان با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم تأثیر معنی داری روی توسعه نظام ریشه و افزایش جذب مواد غذایی و در نهایت افزایش وزن هزار دانه داشت.

Davoodi fard (2010) نیز افزایش وزن هزار دانه را بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به تیمار شاهد گزارش کرد. Amoaghaei *et al*. (2003) نیز گزارش کردند، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه گیاه زیره (*Cuminum cyminum* L.) تحت تأثیر باکتری آزوسپیریلوم افزایش یافت.

نتایج به دست آمده از بیشتر بررسی‌های انجام گرفته روی رشد غلات و گراس‌ها، به ویژه گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد (PGPR) گویای افزایش شاخص-های رشد رویشی و زایشی می باشد. در چنین حالتی افزایش در صد جوانه زنی، افزایش شمار دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه با افزایش میزان نیتروژن گزارش شده است (Emtiazi and Hojan, 2002). همچنین پاسخ رقم‌های گندم به تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم اغلب به صورت افزایش درصد جوانه زنی، فزونی پنجه‌ها، افزایش دانه‌های هر سنبله و افزایش وزن هزار دانه می‌باشد (Moslemi, 2010).



شکل ۷- تأثیر اصلی باکتری‌های محرک رشد بر شمار دانه درگل‌آذین ریحان.

Fig. 7 –Main effect of PGPRs on seed number in inflorescence of basil.

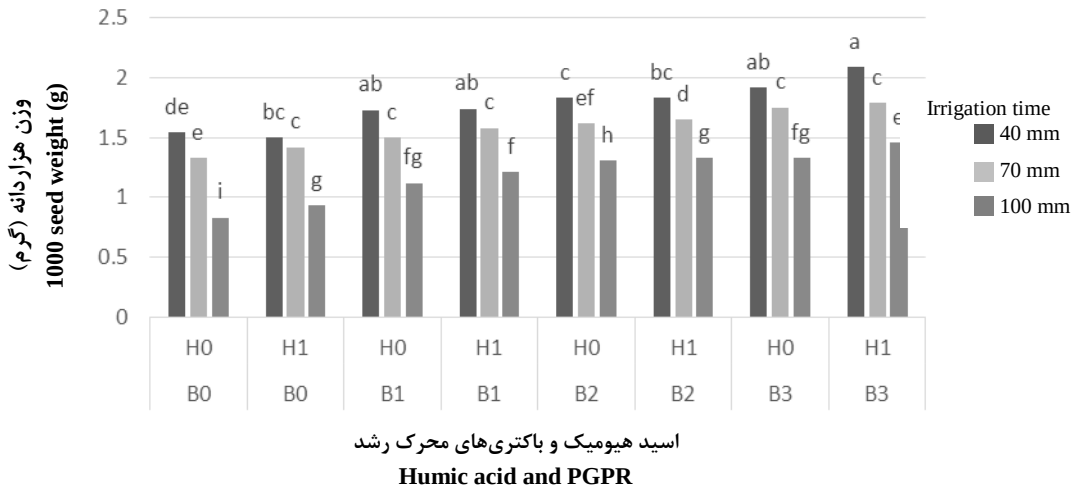
B0: بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد-Non application of PGPR B1 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد در آب آبیاری-Irrigation using of PGPR

B2: کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال-Seed coating by PGPR

B3: کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال و آب آبیاری-Seed coating and irrigation using of PGPR

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸– تأثیر متقابل زمان آبیاری، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر وزن هزار دانه ریحان.

Fig. 8 –Interaction effect of irrigation time, humic acid and PGPRs on 1000 seed weight of basil.

H0:بدون کاربرد اسید هیومیک Non application of humic acid H1 : کاربرد اسید هیومیک Application of humic acid

B0: بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد-Non application of PGPR B1 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد در آب آبیاری-Irrigation using of PGPR

Seed coating: کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال و آب آبیاری-Seed coating by PGPR B3 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال-B2 and irrigation using of PGPR

عملکرد دانه

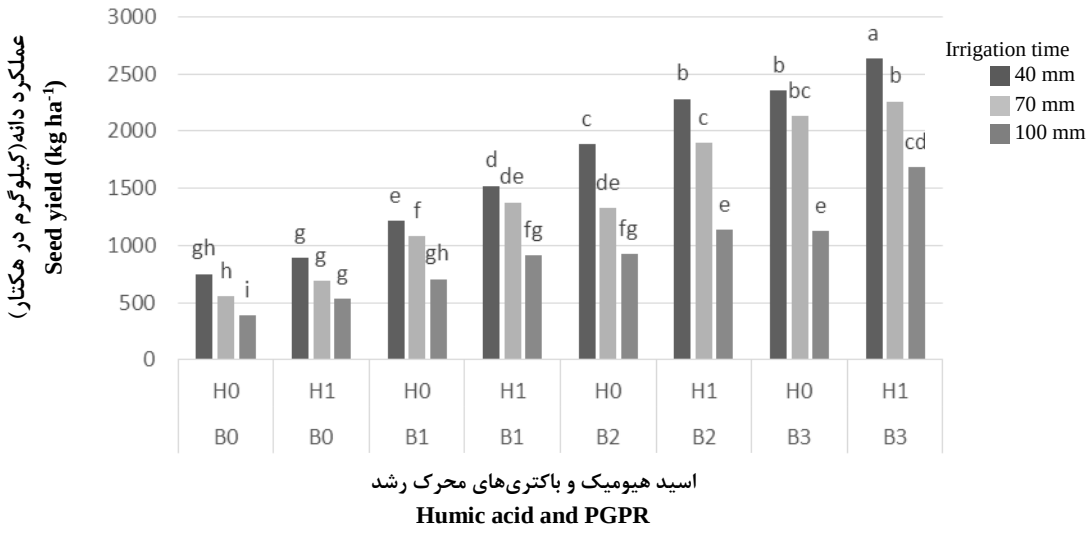
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر متقابل دور آبیاری، اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بر عملکرد دانه ریحان دارویی نشان داد که از میان تیمارهای مختلف، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر، کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال + آب آبیاری بیشترین عملکرد دانه را با ۲۶۳۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد که از نظر میزان عملکرد دانه با نتیجه تحقیق(2014) Nobahar *et al.* همخوانی دارد. همچنین کمترین عملکرد دانه نیز با ۳۸۷/۳۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بود که نسبت به دیگر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۹). افزایش عملکرد دانه ریحان بر اثر تلقیح با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس) توسط Davoodi fard (2011) گزارش شد. همچنین Mishra *et al.* (1998) در نتایج خود بیان کردند که باکتری‌های محرک رشد می توانند تأثیر مثبتی در گیاهان روی مشخصه‌هایی مانند سرعت جوانه زنی، تحمل به تنش خشکی، رشد گیاه و عملکرد وزن خشک و تر و عملکرد دانه داشته باشند. Rokhzadi *et al.* (2008) تحقیقی را به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، سودوموناس و مزوریزوبیوم بصورت تلقیح انفرادی، دوتایی، سه تایی و چهارتایی بر عملکرد نخود انجام دادند و بیان کردند که کاربرد این باکتری‌ها نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش عملکرد دانه و زیست‌توده بوته نخود می‌شوند. بیشترین و کمترین عملکرد دانه و زیست‌توده بوته به ترتیب از تیمار تلقیح حاوی چهار باکتری تا تیمار شاهد به‌دست آمد. این نتیجه نشان می دهد بین این باکتری‌ها تأثیر هم‌افزایی (سینرژیستی) وجود دارد. Mostajeran *et al.* (2005) در گندم، Hamidi *et al.* (2006) در ذرت، Nezarat and Gholami (2009) در ذرت و Fulchieri and Frioni (1994) نیز در ذرت تأثیر مثبت تلقیح با باکتری‌ها را روی عملکرد دانه و عملکرد وزن خشک و تر گزارش کردند.

عملکرد بیولوژیکی

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر متقابل دور آبیاری، اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد زیستی در سطح یک درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین تأثیر متقابل سه گانه نشان داد، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر، کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال+آب آبیاری با ۶۸۶۷/۰۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد زیستی را به خود اختصاص داد. همچنین کمترین میزان این صفت نیز با

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹– تأثیر متقابل زمان آبیاری، اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد دانه ریحان.

Fig. 9 –Interaction effect of irrigation time, humic acid and PGPRs on seed yield of basil.

H0:بدون کاربرد اسید هیومیک Non application of humic acid H1 : کاربرد اسید هیومیک Application of humic acid

B0: بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد-Non application of PGPR B1 : کاربرد باکترهای محرک رشد در آب آبیاری-Irrigation using of PGPR

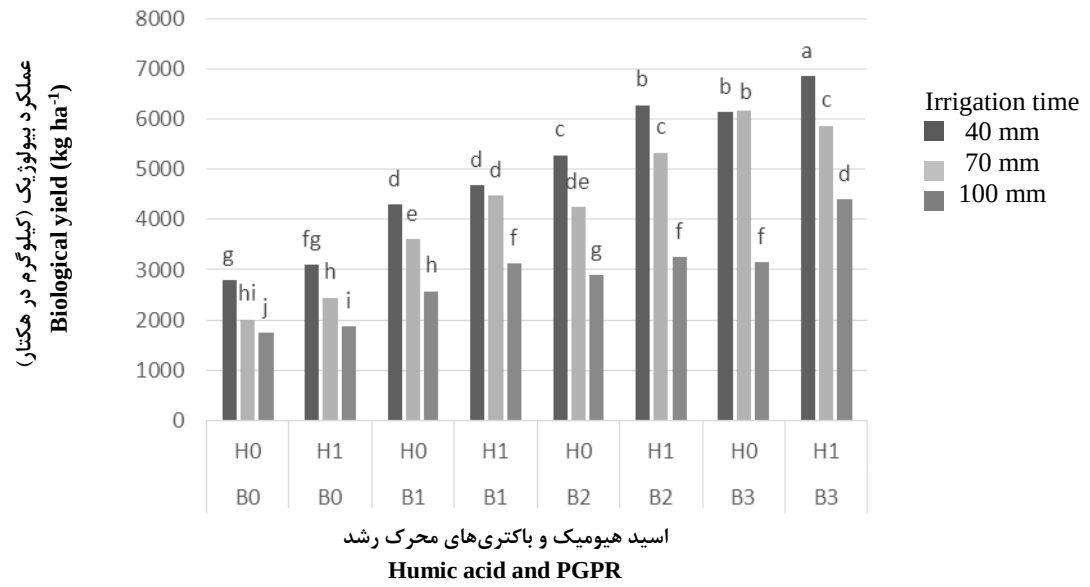
B2: کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال-Seed coating by PGPR B3 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال و آب آبیاری-Seed coating and irrigation using of PGPR

۱۷۴۲/۶۸ کیلوگرم در هکتار در وضعیت زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد حاصل شد که نسبت به دیگر تیمارهای زمان آبیاری تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۱۰).

Aliabadi Farahani and Valadabadi (2010) در بررسی خود در گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) نتیجه گرفتند که تأثیر زمان آبیاری بر همه‌ی شاخص‌های اندازه گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بیشترین میزان این صفات از آبیاری مطلوب و بیشترین درصداستقرار (کلنیزاسیون) ریشه، طول ریشه و درصد اسانس در شرایط تنش به دست آمدند. همچنین Gabler (2002) در تحقیقات خود روی گیاه دارویی گشنیز نشان داد که تنش خشکی به شدت سبب کاهش عملکرد زیستی، عملکرد ریشه و وزن هزار دانه در این گیاه دارویی شد، هر چند درصد اسانس به شدت افزایش یافت. نتایج بررسی‌های Koucheki *et al.* (2008) گویای آن است که کاربرد کودهای زیستی حاوی ریزموجودهای باکتریایی و یا قارچی (به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر) در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) تأثیر مثبتی داشته است. Ardakani *et al.* (2007) تأثیر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) را بررسی کردند. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، عملکرد برگ و ساقه، شمار پنجه، ارتفاع، طول و عرض برگ، قطر ساقه و طول میانگره معنی دار بود. در پژوهشی معلوم شد که اسید هیومیک بیش از اسید فولویک و هیومین بر میزان سبزینه (کلروفیل)ها، رشد و عملکرد زیستی اثر می‌گذارد (Yang *et al.*, 2004). Ayas and Gulser (2005) گزارش کردند که اسید هیومیک با افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و در نتیجه عملکرد زیستی می‌شود. نتایج نشان داد که کاربرد اسید هیومیک ارتفاع گیاه را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. Makkizadeh Tafti *et al.* (2011) با بررسی ارزیابی تأثیر کودهای مختلف بر رشد و عملکرد شوید نشان داد کاربرد کود زیستی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر نیز با میانگین ۳۲۱۷ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش معنی‌دار عملکرد زیستی نسبت به تیمار شاهد (۳۰۳۳ کیلوگرم در هکتار) شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰– تأثیر متقابل زمان آبیاری، اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد بیولوژیک ریحان.

Fig. 10 –Interaction effect of irrigation time, humic acid and PGPRs on biological yield of basil.

H0:بدون کاربرد اسید هیومیک Non application of humic acid H1 : کاربرد اسید هیومیک Application of humic acid

B0: بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد-Non application of PGPR B1 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد در آب آبیاری-Irrigation using of PGPR

Seed coating: کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال و آب آبیاری-Seed coating by PGPR B3 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال-B2 and irrigation using of PGPR

شاخص برداشت

تأثیر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک برای صفت شاخص برداشت، تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد تأیید کرد (جدول ۲). مقایسه میانگین تأثیر متقابل زمان آبیاری و اسید هیومیک بر شاخص برداشت ریحان نشان داد که در بین تیمارهای مختلف، زمان آبیاری ۴۰ میلی‌متر و کاربرد اسید هیومیک بیشترین شاخص برداشت ریحان را با ۲۵/۵۸ درصد به خود اختصاص داد. پایین‌ترین شاخص برداشت دانه نیز با ۲۲/۵۱ درصد مربوط به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر و بدون کاربرد اسید هیومیک بود که نسبت به دیگر تیمارهای زمان آبیاری تفاوت معنی‌دار داشت (شکل ۱۱). محققان تأثیر کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی و کاربرد در خاک را بر عملکرد کمی و کیفی فلفل بررسی کردند. نتایج نشان داد که اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر محتوای سبزینه برگ‌ها به ویژه بر میزان سبزینه b در غلظت ۲۰ میلی‌لیتر اسید هیومیک در هر لیتر آب داشت. اسید هیومیک وزن میوه و عملکرد دانه و شاخص برداشت را به طور معنی‌داری افزایش داد اما تأثیر آن بر ماندگاری و قطر میوه‌ها معنی‌دار نبود (Karakurt *et al*., 2008). کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی در گندم موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد و در نهایت شاخص برداشت در این گیاه شد (Delfine *et al*., 2005).

درصد اسانس

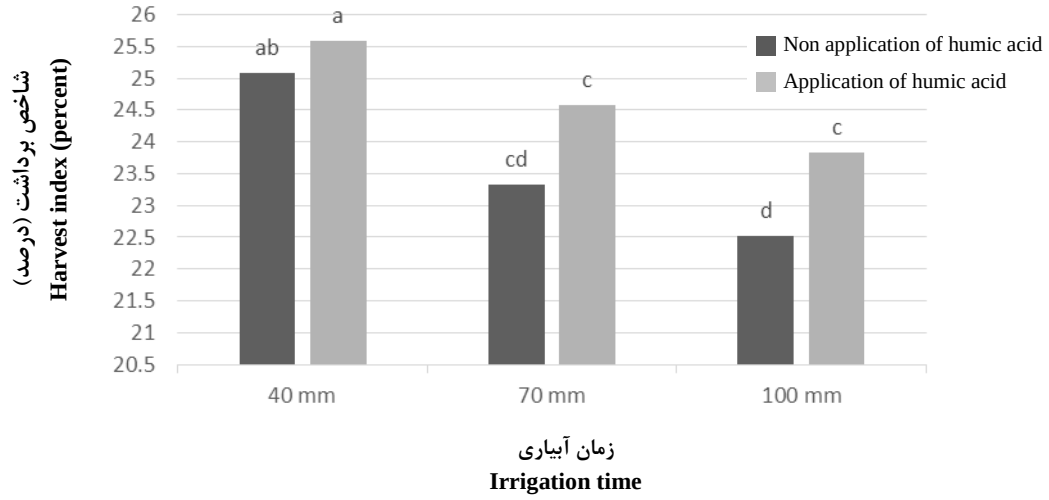
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که درصد اسانس بین دورهای مختلف آبیاری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین تأثیر زمان آبیاری بر درصد اسانس اندام‌های هوایی ریحان نشان داد که سطوح مختلف این عامل در گروه‌های متفاوت آماری قرار گرفتند و زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر با ۰/۷۹ درصد بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد. در عین حال کمترین میزان این صفت نیز با ۰/۵۳ درصد مربوط به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر بود (شکل ۱۲). Gabler (2012) در تحقیقات خود روی گیاه دارویی گشنیز نشان داد که تنش خشکی به شدت سبب کاهش عملکرد زیستی، عملکرد ریشه و وزن هزار دانه در این گیاه دارویی شد ولی درصد اسانس به شدت افزایش یافت.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که درصد اسانس بین سطوح مختلف اسیدهیومیک در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین تأثیر کاربرد اسید هیومیک بر درصد اسانس اندام‌های هوایی ریحان نشان داد که سطوح مختلف این عامل در گروه‌های

www.SID.ir

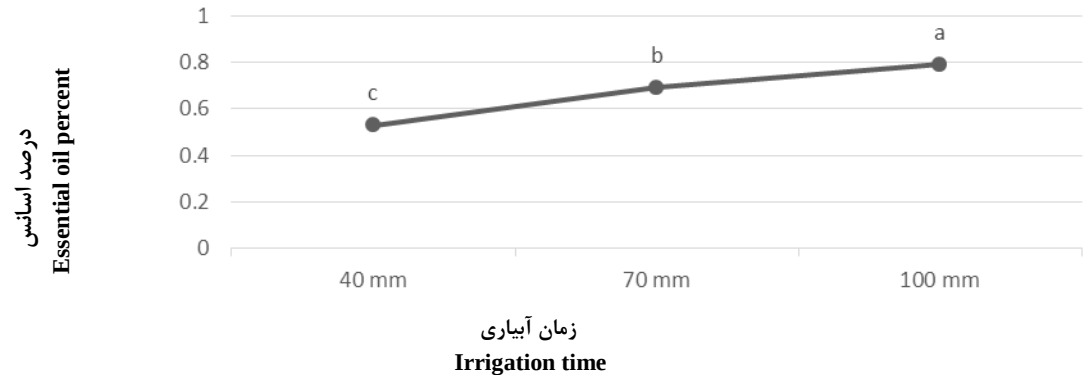
Archive of SID

متفاوت آماری قرار گرفتند و کاربرد اسید هیومیک با ۰/۷۱درصد بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد. در عین حال کمترین میزان این صفت نیز با ۰/۶۳ درصد مربوط به بدون کاربرد بود (شکل ۱۳).



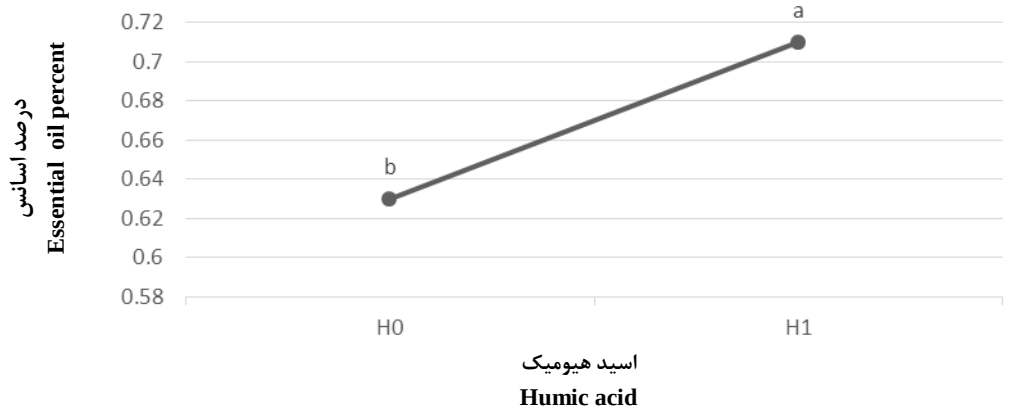
شکل ۱۱– تأثیر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک بر شاخص برداشت ریحان.

Fig. 11 –Interaction effect of irrigation time and humic acid on harvest index of basil.



شکل ۱۲- تأثیر اصلی زمان آبیاری بر درصد اسانس اندام‌های هوایی ریحان.

Fig. 12 -Main effect of irrigation time on shoot essential oil percentage of basil.



شکل ۱۳- اثر اصلی اسید هیومیک بر درصد اسانس اندام‌های هوایی ریحان.

Fig. 13 -Main effect of humic acid on shoot essential oil percentage of basil.

H0:بدون کاربرد اسید هیومیک- Non application of humic acid H1 : کاربرد اسید هیومیک- Application of humic acid

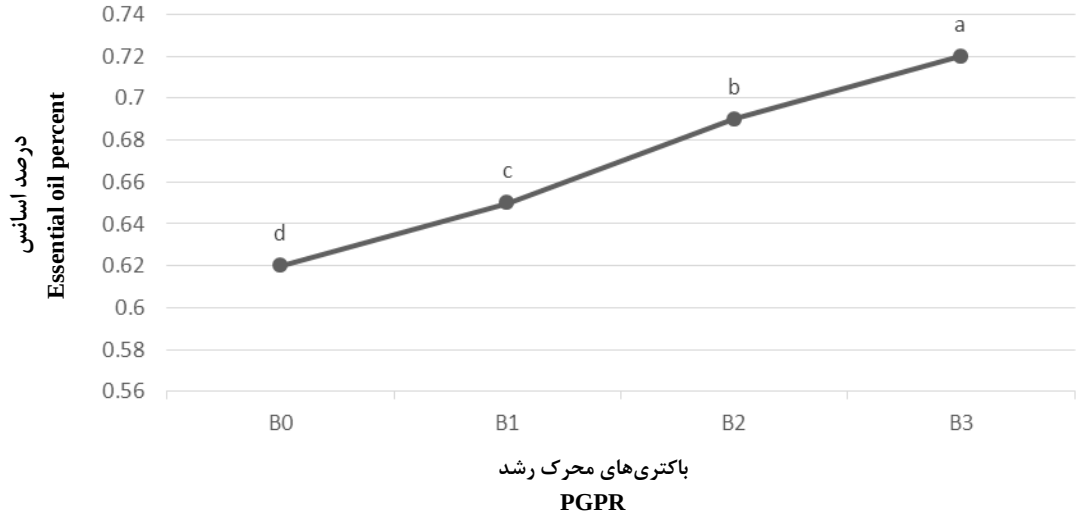
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر اصلی باکتری‌های محرک رشد بر درصد اسانس اندام‌های هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین تأثیر کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر درصد اسانس اندام‌های هوایی ریحان نشان داد که سطوح مختلف این عامل در گروه‌های متفاوت آماری قرار گرفتند و کاربرد باکتری به صورت بذرمال + آب آبیاری با ۰/۷۲ درصد بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد. در عین حال کمترین میزان این صفت نیز با ۰/۶۲ درصد مربوط به بدون کاربرد بود (شکل ۱۴). هیچ‌یک از اثرگذاری‌های متقابل عامل‌های آزمایشی بر درصد اسانس معنی‌دار نشدند.

ضریب‌های همبستگی صفات مورد آزمون

ضریب‌های همبستگی صفات مورد آزمون نشان داد که بالاترین همبستگی مثبت معنی‌دار عملکرد دانه به ترتیب با شمار گل‌آذین در بوته (۰/۹۶)، شمار دانه در گل‌آذین (۰/۸۸) و وزن هزاردانه بود. بنابراین می توان اظهار داشت، در شرایط این آزمایش شمار گل‌آذین در بوته مهم‌ترین جزء عملکردی بوده و بیشترین نقش را در افزایش این صفت دارد. در عین حال همبستگی شاخص برداشت با عملکرد دانه (۰/۹۵) بیشتر از عملکرد زیستی (۰/۶۵) بود (جدول ۳). این امر نشان می‌دهد، از آنجا که عملکرد دانه در صورت کسر محاسبه شاخص برداشت قرار دارد، هرگونه افزایش در آن موجب افزایش شایان توجه شاخص سطح برگ می‌گردد (Pazoki *et al*., 2012; Pirbalouti *et al*., 2006).



شکل ۱۴- تأثیر اصلی باکتری‌های محرک رشد بر درصد اسانس اندام‌های هوایی ریحان.

Fig. 14 -Main effect of PGPRs on shoot essential oil percentage of basil.

B0: بدون کاربرد باکتری‌های محرک رشد-Non application of PGPR B1 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد در آب آبیاری-Irrigation using of PGPR

B2- کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال و آب آبیاری-Seed coating and irrigation using of PGPR B3 : کاربرد باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال-Seed coating by PGPR

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرعامل‌های آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی ریحان.

Table 2. Variance analysis for effect of experimental factors on seed yield and yield components of basil.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته Plant height	شمار ساقه فرعی در بوته Branch number in plant	شمار گل آذین بوته Inflorescence number in plant	شمار دانه در گل آذین Seed number in plant	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیست‌توده Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد اسانس Essential oil percent
تکرار Replication	2	238.76 $^{n.s}$	0.3 $^{n.s}$	112.68 $^{n.s}$	25.17 $^{n.s}$	0.078 $^{n.s}$	6190490.1 $^{n.s}$	11368870 $^{n.s}$	0.000879 $^{n.s}$	0.018 $^{n.s}$
دور آبیاری Irrigation interval	2	352.05**	0.416**	281.84**	188.67**	0.0253**	15175239.9*	577002284**	0.000904**	0.21**
خطای a Ea	4	6.13	0.014	20.72	5.89	0.0017	405984	838703	0.00002	0.004
اسید هیومیک Humic acid	1	1540.12**	0.818**	206.72**	21.12*	0.005*	4039.1**	5680390**	0.00332**	0.136**
باکتری محرک رشد PGPRs	3	2115.86**	4.868**	1583.31**	99.23**	0.081**	91798775.8*	404609028**	0.00778**	0.019 **
دور آبیاری × اسید هیومیک Irrigation × Humic acid	3	51.16**	0.006 $^{n.s}$	19.34*	0.58 $^{n.s}$	0.0080**	531879.8 $^{n.s}$	5004466**	0.000334**	0.0036 $^{n.s}$
دورآبیاری × باکتری Irrigation × PGPR	6	77.18**	0.69**	16.16**	4.65 $^{n.s}$	0.0116**	933064.5*	5218498**	0.0005046 $^{n.s}$	0.037$^{n.s}$
اسید هیومیک × باکتری Humic acid × PGPRs	3	22.38 $^{n.s}$	0.036 $^{n.s}$	1.53 $^{n.s}$	0.023 $^{n.s}$	0.0091**	1269932.1**	2045 $^{n.s}$	0.000012 $^{n.s}$	0.0048 $^{n.s}$
دورآبیاری × اسید هیومیک × باکتری Irrigation × Humic acid× PGPRs	6	67.03**	0.012 $^{n.s}$	4.77 $^{n.s}$	1.708 $^{n.s}$	0.0100**	1651809.5**	9393509**	0.000073 $^{n.s}$	0.0066 $^{n.s}$
خطایb Eb	42	5.2	0.015	4.86	3.24	0.00134	295436.9	942121	0.000035	0.0056
ضریب تغییرات CV (%)		3.96	7.57	8.66	10.11	2.07	10.59	7.69	2.38	11.04

** و*، ns به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ یک درصد می‌باشند.

ns , * and **:Nonsignificant and significant at %5 and %1 level of probability respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ضریب‌های همبستگی بین صفات مورد آزمون.

Table 3. Correlation coefficients between experimented traits.

صفات Traits	ارتفاع بوته Plant height	شمار ساقه فرعی در بوته Branch number in plant	شمار گل آذین بوته Inflorescence number in plant	شمار دانه در گل آذین Seed number in plant	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیست‌توده Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index	درصد اسانس Essential oil percent
ارتفاع بوته Plant height	1								
شمار ساقه فرعی در بوته Branch number in plant	0.92 **	1							
شمار گل آذین بوته Inflorescence number in plant	0.88 **	0.84 **	1						
شمار دانه گل آذین Seed number in plant	0.95 **	0.88 **	0.92 **	1					
وزن هزار دانه 1000 seed weight	0.82 **	0.77 **	0.85 **	0.91 **	1				
عملکرد دانه Seed yield	0.87 **	0.85 **	0.96 **	0.88 **	0.82 **	1			
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.67 **	0.60 **	0.74 **	0.74 **	0.68 **	0.69 **	1		
شاخص برداشت Harvest index	0.79 **	0.82 **	0.89 **	0.78 **	0.721 **	0.95 **	0.65 **	1	
درصد اسانس Essential oil percent	-0.48 *	-0.54 *	-0.68 **	-0.53 *	0.67 **	-0.50 *	-0.45 *	-0.63 **	1

** و*، ns به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ یک درصد می‌باشند.

ns , * and **:Nonsignificant and significant at %5 and %1 level of probability respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد، کاربرد اسید هیومیک در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی کم تأثیر معنی‌داری در افزایش شمار گل‌آذین در بوته به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد نداشت. تنش خشکی ناشی از افزایش زمان آبیاری، همه‌ی اجزای عملکرد مربوط به دانه و در نهایت عملکرد دانه را به طور معنی داری کاهش داد و در مجموع کاربرد باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک موجب کاهش تأثیر نامطلوب ناشی از تنش خشکی شد. خاطر نشان می‌شود، کاربرد توام باکتری‌های محرک رشد به صورت بذرمال همراه با آب آبیاری مؤثرتر از کاربرد انفرادی هر یک از آن‌ها بود و نقش آن‌ها شایان توجه‌تر از کاربرد اسید هیومیک بود. یافته‌های این تحقیق مؤید این نکته است که نقش عامل‌های مورد استفاده در بهبود عملکرد و صفات مرتبط با آن در شرایط آبیاری مطلوب کمتر از تنش خشکی بود، در نتیجه در شرایط تنش خشکی کاربرد توام باکتری‌های محرک رشد به‌صورت بذر-مال + آب آبیاری و اسید هیومیک منجر به بیشترین میزان عملکرد دانه شد.

منابع

Abdou, M.A.H., Elsayed, A.A., Badran, F.S. and El- Deen, R.M.S., 2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (Foeniculum vulgare Miller): I - Effect of planting density and some chemical (Nofatrein) and biochemical (Biogen) fertilizers. Annauls of Agricultural Science Moshtohor. 42 (4), 1907 - 22.

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

Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L. and MacCarthy, P., 1985. Humic Substances in Soil, Sediment and Water, Wiley Inter Science, New York, USA.

Albayrak, S. and Camas, N., 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin. Journal of Agronomy. 42, 130-133.

Aliabadi Farahani, H. and Valadabadi, S.A., 2010. The role of VAM on coriander under drought stress conditions. Journal of Soil Research. 34 (1), 69-80. (In Persian with English abstract).

Alizadeh. A., 2006. Water, Plant and Soil Relations, Astan-e -ghods Publication, Mashhad, Iran.

Amoaghaei, R., Mostajeran, A. and emtiazi, Gh., 2003. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on some growth indices and yield in 3 wheat varieties. Journal of Technics and Science in Agriculture and Natural Resources. 14 (2), 127-139. (In Persian with English abstract).

Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M. H. and Paknejad, F., 2007. Effect of water deficit irrigation on quantitative and qualitative traits of lemon balm. Medicinal and Aromatic Plants Research journal. 23(2), 251- 261. (In Persian with English abstract).

Asghar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M. and Khaliq, A., 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. Biology and Fertility of Soils. 35, 231-237.

Ayas, H. and Gulser, F., 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences. 5 (6), 801- 804.

Balyan, S. and Sobti, N., 1990. Effect of nitrogen, phosphor and potassium on dry matter accumulation and nutrient uptake in basil (*Ocimum gratissimum* L.). Indian Perfumer. 34 (3), 225-231.

Bowes, K. and Zeheljazkov, D, 2004. Factors affecting yields and essential oil quality of *O. sanctum* and *O. basilicum* L. cultivars. Journal of American Scociety for horticultural science. 129, 789-794.

Dastborhan, S., Zehtab Salmasi, S., Nasrolahzadeh, S. and Tavasoli, A., 2011. Effect of stimulator growth rhizobacteria and different chemical nitrogen on flower and essential oil yield and nitrogen use efficiency in chamomile. Medicinal and Aromatic Plants Research journal. 27(2), 290-305. (In Persian with English abstract).

Davoodi fard, M., 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), silicilic acid and amino acids on drought tolerance in basil. MS.c. Thesis. Islamic Azad university, Roudehen branch, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development. 25, 183-191.

Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. and Okon, Y., 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Critical Review in Plant Sciences. 22, 107–149.

Emtiazi, A. and Hojan, H., 2002. Root and shoot genotipic diversity of some wheat varieties in hydroponic and greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research. 5 (1), 143-155. (In Persian with English abstract).

Farnia, A., Noormohamadi, G., Naderi, A., Darvish, A. and Majidi Hervan, I., 2006. Effect of drought stress and strains of *Bradyrhizobium japonicum* on grain yield and associated characteristics in soybean (cv. Clark) in Borujerd. Iranian Journal of Agronomy. 8(3), 200-213. (In Persian with English abstract).

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

Fulchieri, M. and Frioni, L., 1994. Azospirillum inoculation on maize (*Zea mays* L.): Effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil Biology and Biochemistry. 26, 921- 923.

Gabler, J., 2002. Drought stress and nitrogen effects on *Coriandrum sativum* L. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 44, 12- 28.

Ghorbani, S., Khazaei, H.R., Kafi, M. and Banayan Aval, M., 2010. Effect of Humic Acid application in irrigation on yield and yield components of maize. Agroecology Journal. 2(2), 123-131. (In Persian with English abstract).

Hamidi, A., Ghalavand, A., Dehghan Shoar, M., Malakouti, M.J., Asgharzadeh, A. and Chogan, R., 2006. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on silage corn yield. Journal of Research and Construction (Agronomy Journal). 70, 16-22. (In Persian with English abstract).

Heidari, M. and Minaei, A., 2014. Effects of drought stress and humic acid application on flower yield and content of macro-elements in medical plant borage (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Production Research. 21 (1), 167-182. (In Persian with English abstract).

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al- Juburi, H.J., Somasundaram, R. and Panneersel, R., 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characterstics and pigments composition. International Journal of Agricaltural Biology. 11, 100-105.

Kalra, A., 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants, FAO, 198p.

Karakurt. Y., Unlu, H., Unlu, H. and Padem, H., 2008. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Plant Soil Science. Acta Agriculturae Scandinavica. 59(3), 233-237.

Khoramdel, S., Koucheki, A., Nasiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2011. Effect of biological fertilizers on growth indices of black cumin. Iranian Journal of Field Crops Research. 6, 285-294. (In Persian with English abstract).

Khosravi, H., Saleh Rastin., N. and Mohammadi, M., 1998. Effect of frequency and some physiological characters of *Azotobacter crococum* in Tehran soil. Essentiallity of biological fertilizer production in iran. Journal of Soil and Water Science. 12 (7), 86-96. (In Persian with English abstract).

Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R., 2008. Effect of biological fertilizers on growth characters, Yield and qualitative traits of Hyssop. Iranian Journal of Field Crops Research. 6 (1), 127-137. (In Persian with English abstract).

Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulhare* Mill.). International Agrophysics. 21, 361-366.

Makkizadeh Tafti, M., Chaichi, M.R., Nasrolah zadeh, S. and Khavazi, K., 2011. Effect of biological and chemical nitrogen fertilizers on growth, Yield and essential oil composition of Dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Sustainable Agriculture and productionSciene. 21 (4), 51-62. (In Persian with English abstract).

Migahed, H.A., Ahmed, A.E. and Abd El-Ghany, B.F., 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolense* under calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences. 12, 511-525.

Mishra, M., Patjoshi, A.K. and Jena, D., 1998. Effect of biofertilization on production of

www.SID.ir

Archive of SID

maize (*Zea mays*). Indian Journal of Agronomy. 43, 307- 310.

Mohammad varzi, R., Habibi, D., Vazan, S. and A. R. Pazoki., 2010. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and nitrogen fertilizer on yield and yield components of sunflower. In Proceedings 5th Congress of the New Ideas in Agriculture, 17th-18th March, Isfahan, Iran. pp 74-77.

Moslemi, Z., 2010. Effect of superabsorbent polymers and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, yield components and some biochemical and physiological traits of silage corn. MS.c. Thesis. Islamic Azad university, Karaj. Iran.

Mostajeran, A., Amouahaei, R. and Emtiazi, Gh., 2005. Effect of azosperilium and alkalin pH of irrigation water on seed yield and protein content of wheat varieties. Journal of Biology. 17(3), 248-256. (In Persian with English abstract).

Nezarat, S. and Gholami, A., 2009. Effect of dubbled plant growth promoting rhizobacteria inoculation on absorbtion emprovement of maize. Journal of Agricultural Ecology 1(1), 25-35. (In Persian with English abstract).

Nikbakht, A., Mohsen, K., Mesbah, B., Xia, Y. P., Ancheng, L. and Nemat, E. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. Journal of Nutrition. 31, 2155-2167.

Pazoki, A.R., Ghazi Pirkouhi, M., Shirani Rad, A.H. and Habibi, D., 2012. Essential oil Percent and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) under different nitrogen, magnesium and manganese amounts application. Modern Agricultural Findings. 6(1), 5-16.

Pirbalouti, A.G., Golparvar, A.R. and Rostampoor, S.A., 2006, Evaluation of seed yield and yield components of common bean iranian cultivars for inculation with four strains of *Rhizobium Legominosarum* biovar phaseoli. Journal of Agronomy. 5(2), 382-386.

Richards, R.A., 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Journal of Plant Growth Regulation. 20, 157-166.

Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A., Darvish, F., Noormohammadi, Gh., Majidi, E. and Toshih, v., 2008. Effect of biological fertilizers Azotobacter, pesodomunas, azosperilium and mezorhizobium on dry matter accumulation and yield of pea (*Cicer arietinum* L.). In Proceedings 10th Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress. Seed and Plant Improvement institute, 18-20 Aug 2008, Karaj, Iran. pp 78.

Vinutha, T., 2005. Biochemical studies on *Ocimum sp*. Inoculated with microbial inoculants. MS.c. Thesis. University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.

Wang, S.Q., Si, Y.B. and Chen, H.M., 1999. Review and prospects of soil environmental protection in China. Soils. 31(5), 255-260.

Yang, C.M., Ming, C.W., Lu, Y.F., Chang, I.F. and Chou, C.H., 2004. Humic substances affect the activity of chlorophylls. Journal of Chemical Ecology. 30, 5.

Youssef, A.A., Edris, A.E. and Gomaa, A.M., 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annauls of Agricultural Science. 49, 299-311.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and humic acid on yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.) under drought stress in Qom region

Alireza Pazoki

Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Technical and Engineering, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*Corresponding author: pazoki@iausr.ac.ir

Introduction: Drought is one of the most limiting factors on plant production and both the grain yield and yield components of medicinal plants are influenced by it. Today, factors stated as being capable of improving stress resistance are included in the research requirements and organic methods are given the priority. In order to achieve these aims, the effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) and humic acid on the yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.) under drought stress conditions were evaluated.

Materials and methods: An experiment was carried out during 2013 in the Northeast of Qom region, as a split factorial based on complete randomized blocks design in 3 replications. Irrigation interval on 3 levels (irrigation after 40, 70 and 100 mm evaporated water from a class A evaporation pan) as the main factor, humic acid at 2 levels (non-application and application) and PGPR using methods on 4 levels (non-application and application by seed inoculation, irrigation water and seed inoculation + irrigation water) as factorial were considered as sub-factors. Humic acid and PGPR applications in irrigation water were undertaken twice at the 4- and 12-leaf formation stages. The humic acid consumption volume was 3 liters per hectare for each irrigation treatment. The PGPR sources applied were Azotobacter (*Azotobacter crococcum*) and Azospirillum (*Azospirillum brasilense*).

Results and discussion: The results demonstrated that drought stress had a significant decreasing effect on all experimented traits; however, PGPR and humic acid had a positive effect on evaluated characteristics in both stress and non-stress conditions (irrigation after 40 mm). According to the findings, with the exception PGPR × humic acid, all double and triple interaction effects were significant on seed and biological yield of basil. In this case, the highest seed yield (2336.67 kg ha^{-1}) and biological yield (6867.01 kg ha^{-1}) were observed in the 40 mm irrigation, humic acid and PGPR (seed inoculation + irrigation water) treatment. The triple interaction effect of experimented factors was meaningful on 1000 seed weight. In this case, the highest amounts of the aforementioned traits (2.09 g) belonged to the integrated use of PGPR sources and humic acid in the optimal irrigation method (irrigation at 40 mm evaporation) and resulted in a 26.31 percent increase compared to the control treatment. Based on the research findings, drought stress improved the shoot essential oil content of basil; however, application of anti-stress agents by providing most of the plant requirements under both normal irrigation and water deficit stress conditions eventually made and stored higher essence content.

Conclusion: The drought stress created by increasing irrigation intervals, reduced significantly all yield and yield components of basil. Overall, the PGPR and humic acid application decreased adverse effects of water deficit stress, although the role of PGPR was greater than that of humic acid. The effect of experimental factors on the shoot essential oil percentage was in contrast and, under these circumstances, the role of drought stress in the consequential changes in essence content was greater than the total impact of the stimulating factors, namely PGPR and humic acid.

Keywords: Basil (*Ocimum basilicum* L.), Biological fertilizers, Water deficit stress, Grain.

Refrences:

Jenks, A.M. and Hasegava, M.P, 2005. Plant Abiotic Stress, Blackwell Publishing LTD. pp 270.

Vessey, J. K, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Journal of Plant and soil. 255, 571-586.

www.SID.ir

Archive of SID

Tilak, K.V.B.R, Ranganayaki, N., Pal, K.K., De, R., Saxena, K., Shekhar Nautyal, C., Mital, Sh., Tripathi, A.K. and Johri, B.N, 2005. Diversity of Plant Growth and soil health supporting bacteria. Journal of Current Science. 89,136-150.

www.SID.ir