Archive of SID

تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید ٥٤٠ در شرایط تنش رطوبتی

سید محمدرضا احتشامی[1]* و مهدی رمضانی[2]

۱*- **نویسنده مسئول:** استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان (smrehteshami@yahoo.com)
۲- دانشجوی دکتری زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و سطوح مختلف کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت هیبرید ٥٤٠ تحت رژیم‌های مختلف رطوبتی، آزمایشی به صورت کرت‌های نواری در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز آموزش کشاورزی شهید ناصری کرج در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. با اجرای سیستم آبیاری تک شاخه ٤ سطح آبیاری (بدون تنش، تنش ملایم، تنش متوسط، تنش شدید) اعمال شد. عامل فسفر نیز در ٥ سطح شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل و بدون کود زیستی، ۷۵ درصد کود شیمیایی همراه با کود زیستی،۵۰ درصد کود شیمیایی همراه با کود زیستی، ۲۵ درصد کود شیمیایی همراه با کود زیستی، کود زیستی و بدون کود شیمیایی بود. نتایج آزمایش حاکی از معنی‌دار بودن تیمار کودی در تمامی صفات مورد مطالعه در سال اول و دوم بود. در مقایسه اثر سطوح مختلف کود فسفر مشخص گردید که در شرایط بدون تنش، تیمار بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر مورد نیاز، بالاترین میزان عملکرد دانه را نشان داد، درحالی‌که با افزایش میزان تنش، میزان عملکرد دانه برای تیمار تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر مورد نیاز به‌ترتیب در شرایط تنش کم، تنش متوسط و تنش شدید به میزان ۲/۱ درصد، ۵/۵ درصد و ۳۵/۸ درصد بیشتر از تیمار مذکور در شرایط مشابه بود. استفاده از باکتری‌های محرک رشد به همراه درصد مناسبی از کود شیمیایی فسفر ضمن افزایش کارایی کود شیمیایی و حفاظت از خاک، موجب افزایش میزان عملکرد دانه در شرایط تنش آبی می‌گردد.

کلید واژه‌ها: سویه‌های سودوموناس، عملکرد دانه، کود زیستی، فسفر، لاین سورس.

مقدمه

از حدود ۱۲ میلیون هکتار سطح محصولات سالانه برداشت شده در سال زراعی ۹۰- ۱۳۸۹ حدود ۸/۸ میلیون هکتار معادل ۷۳/۱ درصد به غلات اختصاص داشته که از این مقدار محصولات گندم ۷۲/۴ درصد، جو ۱۸ درصد، شلتوک ۶/۵ درصد و ذرت دانه‌ای ۳ درصد سهم در سطح برداشت غلات را داشته‌اند. از تولید۱۹/۸میلیون تن غلات در سال یاد شده، گندم ۶۲/۲ درصد، جو ۱۴/۴ درصد، شلتوک ۱۳/۸ درصد و ذرت دانه‌ای ۹/۶ درصد سهم در تولید غلات داشته‌اند (Anonymous, 2014). فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر حیات است که به اشکال معدنی و آلی در طبیعت وجود دارد. کمبود فسفر نه‌تنها در میزان رشد گیاه تأثیر دارد، بلکه در تشکیل بذر و کمیت و کیفیت آن نیز بسیار تأثیرگذار است (Piex *et al.*, 2001).

عوارض جانبی کودهای شیمیایی و مشکل کم باروری خاک را می‌توان با استفاده از مایه تلقیح زیستی از بین برد (Demissise *et al.*, 2013). ریزجانداران

www.SID.ir

Archive of SID

متعددی در بخشی از خاک و یا منطقه نزدیک ریشه که به نام ریزوسفر نامیده می‌شود، زندگی می‌کنند. برخی از این ریزجانداران اثرات مثبتی بر رشد گیاه دارند که به آن‌ها ریزوباکتری‌های تسریع‌کننده (محرک) رشد گیاه[1] (PGPR) می‌گویند (Ansary *et al.*, 2012). در این بین باکتری‌های حل‌کننده فسفر[2] (PSB) مانند چرخ دنده‌های بزرگی هستند که موجب گردش فسفر از منابع مختلف فسفات شده و بر رشد گیاه تأثیرگذار هستند (Khan *et al.*, 2009). علاوه براین، تحمل به خشکی در گیاهان را می‌توان از طریق تلقیح نمودن با PGPRهائی که متحمل به شرایط کم آبی هستند، القاء نمود (Marulanda *et al.*, 2008).

Yasmin و همکاران (۲۰۱۳) ضمن شناسایی و معرفی گونه سویه خاصی از PGPR برای مناطق خشک و نیمه‌خشک اعلام داشتند که PGPR از طریق گسترش ریشه و بهبود مقدار نسبی برگ در گیاه ذرت باعث افزایش مقاومت به خشکی شد. از آنجایی که در کشور ما نزولات جوی کم و منابع آب محدود است، از این نظر استفاده بهینه ازآب موجود کاملاً ضروری است و باید از حداقل آب، حداکثر بهره‌برداری لازم صورت پذیرد تا سطح بیشتری به زیر کشت برده شود (Anabi Milani, 2003). افزایش عملکرد ذرت مستلزم شناخت روش‌های مدیریتی مناسب است که از جمله مهم‌ترین آن‌ها روش و میزان مناسب آبیاری می‌باشد (Najafi Nejad and Madahian, 2004). از این‌رو اجرای برنامه‌های تحقیقاتی جهت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح آبیاری در مزارع کشاورزی به‌عنوان یکی ازگزینه‌های به‌زراعی، امری لازم و ضروری است. ایجاد تنش در مرحله‌ای از رشد گیاه بدون کاهش زیاد عملکرد از نقطه نظر صرفه‌جویی در آب آبیاری برای مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد توجه عده‌ای از محققین بوده است (Eck, 1988؛ Postel, 1995). با توجه به پیچیدگی روابط بین تنش خشکی و عملکرد دانه و هم‌چنین اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر، آزمایش حاضر در سطوح مختلف فسفر در ترکیب با باکتری حل‌کننده فسفر در هیبرید ۵۴۰ ذرت (که جزء ارقام متوسط رس ذرت می‌باشد) در سطوح مختلف تنش رطوبتی به‌منظور بررسی تأثیر استفاده از ترکیبی از سویه‌های مختلف باکتری سودوموناس به‌عنوان کود زیستی بر میزان تأثیر آن بر کاهش کود مصرفی و هم‌چنین بررسی اثر آن‌ها در میزان مقاومت گیاه به تنش خشکی آزمایش زیر طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی مرکز آموزش کشاورزی شهید ناصری کرج با طول جغرافیائی ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۱۵ متر در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل کود و تنش کم آبی بودند. عامل آب آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در ۴ سطح (بدون تنش، تنش ملایم، تنش متوسط، تنش شدید) و عامل کود نیز به‌عنوان عامل فرعی در ۵ سطح شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل مورد نیاز زمین آزمایش بدون کود زیستی (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار)، ۷۵ درصد کود شیمیایی مورد نیاز همراه با کود زیستی (که ترکیبی از چهار سویه مختلف (۴، ۱۱، ۱۰۸ و ۱۶۹) باکتری سودوموناس[3] می‌باشد) (۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ درصد کود شیمیایی (۵۵ کیلوگرم در هکتار) همراه با کود زیستی، ۲۵ درصد کود شیمیایی (۲۷/۵ کیلوگرم در هکتار) همراه با کود زیستی و کود زیستی بدون کود شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور ایجاد سطوح مختلف تنش رطوبتی از سیستم آبیاری تک شاخه[4] استفاده شد (Hanks *et al.*, 1976). برای اجرای این طرح ابتدا تیمار سطوح مختلف کود در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا و سپس سیستم آبیاری لاین سورس تک

1- Plant- Growth- Promoting- Rhizobacteria
2- Phosphor- Solublizing- Bacteria
3- *Pseudomonas- fluorescens*
4- Line- Source

www.SID.ir

Archive of SID

شاخه به صورت عمود بر جهت اجرای تیمار کودی نصب گردید. به‌منظور کوددهی نیز با توجه به نتایج آزمون خاک جدول (۱)، به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم همراه با دیسک در زمان آماده‌سازی بستر و نیتروژن خالص از منبع اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (که تقسیط و در سه مرحله کاشت، ۶ برگی و در زمان تاسل‌دهی) افزوده شد. کود فسفر نیز با توجه به نوع تیمارهای کود در زمان ۴ برگی و هم‌زمان با مرحله تنک کردن و وجین علف‌های هرز به‌صورت نواری داده شد. در تیمارهائی که بایستی بذرها با این ریزجانداران تلقیح می‌شدند، بذرها به مدت ۲۰ دقیقه در محلول حاوی ترکیب سویه‌های سودوموناس خوابانده و سپس بذرهای آغشته به مایهٔ تلقیح روی ورقه‌ی آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن تا بذرها خشک شدند. سپس به سرعت نسبت به کاشت آن‌ها اقدام شد. رقم مورد استفاده، ذرت هیبرید ۵۴۰ بود. کاشت در هر دو سال در نیمه اول تیرماه به عمق ۵ سانتی‌متر با دست انجام شد. فاصله ردیف‌های کاشت ۶۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت، ۴ ردیف کاشت به طول ۴ متر را شامل شد. آبیاری بلافاصله پس از کشت بذرها و به‌صورت یکنواخت از طریق سیستم آبیاری بارانی برای همه تیمارها تا مرحله ۸ برگی انجام شد. در زمان ۸ برگی بوته‌ها، تنش رطوبتی اعمال گردید. وجود این سیستم باعث ایجاد یک شیب رطوبتی در دو طرف خط اصلی لوله آبیاری (دو نیمه) می‌نماید. اعمال تنش با توجه به آزمایش رطوبت خاک دو خط وسط ردیف‌های نزدیک به خط اصلی آبیاری در سه تکرار صورت گرفت.

دور آبیاری ثابت فرض شده و یک روز قبل از آبیاری، ازخاک نزدیک پای ریشه بوته‌ها در عمق گسترش ریشه، نمونه خاک تهیه و توزین شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۴ درجه قرار داده شد و با توجه به روابط شماره ۱ و ۲ مدت زمان لازم برای کار کردن آب‌پاش‌ها تعیین گردید (Mahrokh and Khajehpour, 2010). حجم آب دریافتی در هر نیمه از تکرارها نیز با توجه به ظروف جمع‌آوری آب که روی پایه‌ها نصب شده بود نیز تعیین شد:

رابطه [۱]:

$$I=\rho_b(\theta_{FC} - \theta_m)D$$

که در آن I ارتفاع آب در هر آبیاری، θ_{FC} رطوبت وزنی خاک در حالت ظرفیت زراعی، θ_m رطوبت وزنی خاک به هنگام آبیاری، ρ_b چگالی ظاهری خاک و D عمق مؤثر ریشه. درصد رطوبت وزنی خاک نیز با استفاده صفحات فشاری تعیین گردید (شکل ۱).

حجم آب آبیاری نیز با استفاده از رابطه ۲ تعیین شد:

رابطه [۲]:

$$V=I\times A$$

که در آن V حجم آب مورد نیاز و A برابر مساحت هر کرت بر حسب مترمربع. هم‌چنین میزان حجم آب دریافتی در هر دور آبیاری در هر دو طرف لوله اصلی و در هر تیمار مشخص گردید (شکل ۲).

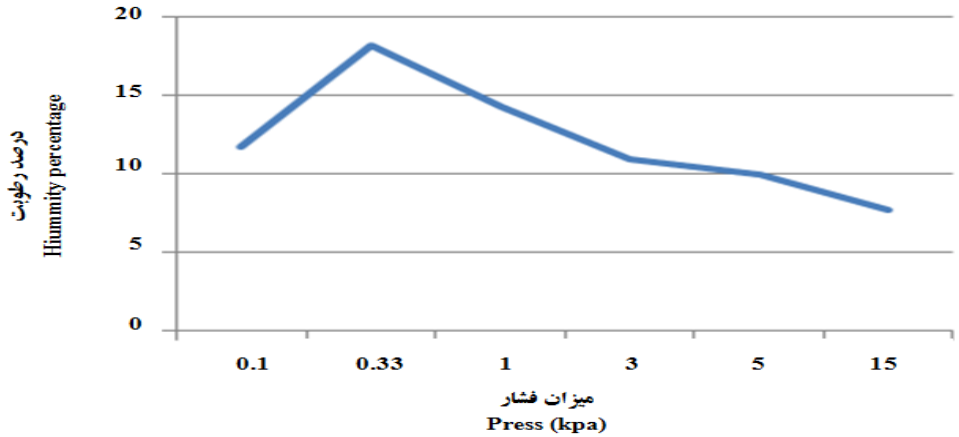
جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil characteristics of experimental field

درصد شن Sand (%)	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)	بافت خاک Texture (mg/kg)	درصد ماده آلی Organic matter (%)	پتاسیم قابل جذب Available K (p.p.m)	فسفر قابل جذب Available P (p.p.m)	نیتروژن کل Total N (mg/kg)	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	واکنش خاک pH	سال Year
69	18.2	12.8	لوم شنی Sandy loam	0.57	285	6.9	0.063	0.48	7.3	2012
72	17	11	لوم شنی Sandy loam	0.55	273	6.5	0.064	0.48	7.4	2013

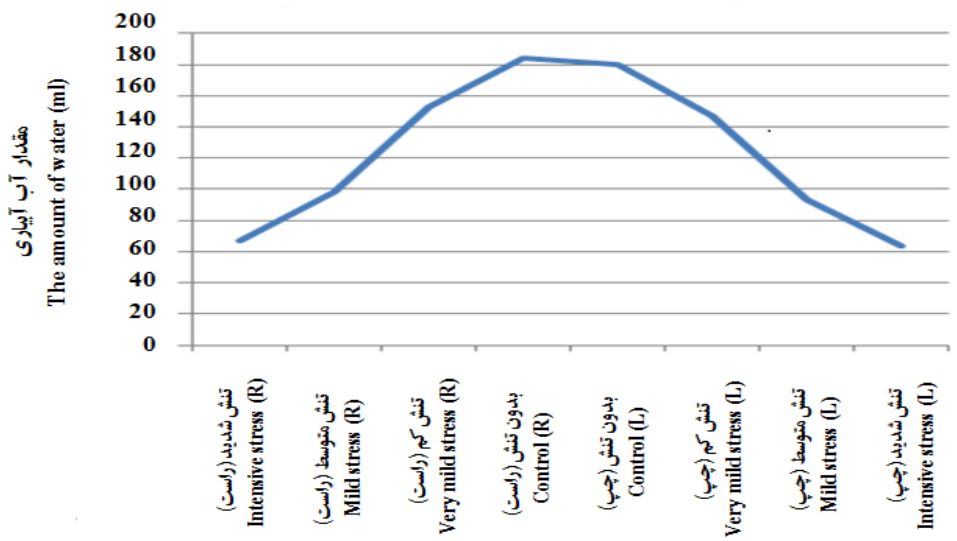
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منحنی رطوبتی وزنی خاک

Fig. 1. Soil water retention curve



شکل ۲- میزان آب جمع شده در ظرف هر تیمار در هر دور آبیاری

Fig. 2. The water content of cache per treatment in each irrigation

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک ذرت نیز صفات ارتفاع بوته، طول تاسل، طول، عرض و مساحت برگ بلال اصلی، ارتفاع محل بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، طول بلال، عمق دانه، عملکرد دانه در هر بوته و عملکرد دانه در واحد سطح بر اساس ۱۰ بوته تصادفی از خطوط دوم و سوم هر تیمار با رعایت اثر حاشیه اندازه‌گیری شد. جهت آزمون همگنی واریانس‌ها از آزمون بارتلت استفاده شد. بر اساس نتایج آزمون بارتلت، تجزیه مرکب به دلیل عدم یکنواختی واریانس‌ها امکان‌پذیر نگردید بنابراین تجزیه واریانس هر سال به‌طور جداگانه صورت پذیرفت. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزارSAS نسخه ۹/۱ و با استفاده از روش پیشنهادی Johnson و همکاران (۱۹۸۳) و هم‌چنین برای تعیین همبستگی صفات از SPSS نسخه ۱۶ استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر کود فسفر برای تمامی صفات مورد مطالعه طی هر دو سال بود (جدول‌های ۲ و ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سال زراعی ۹۱

Table 2. Analysis of variance of investigated traits in 2012

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات صفات (MS)											
		ارتفاع محل بلال Height of ear	مساحت برگ Leaf area	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	طول تاسل Tassel length	ارتفاع بوته Plant higth	عمق دانه Seed depth	طول بلال Ear length	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	وزن هزار دانه The weight of 1000 seeds	عملکرد دانه در هکتار Grain yield
تکرار Rep	2	1026.17**	14806.92^{ns}	4.16^{ns}	1.07^{ns}	15.26^{ns}	2742.34**	2.59**	7.03*	320.30**	17.50**	7.57^{ns}	1153475.30**
فسفر P	4	908.7**	82510.96**	7.82**	204.19*	48.16^{ns}	3702.92**	35.39**	62.67**	43436.23**	1176.12**	19232.91**	156373672.60**
خطا Erorr	8	84.02	3851.69	0.98	41.37	27.57	132.35	0.077	1.12	7.39	0.417	3.46	26663.50
تنش Stress	3	620.83^{nv}	38489.09^{nv}	23.07^{nv}	270.25^{nv}	4075.55^{nv}	52119.16^{nv}	63.42^{nv}	155.60^{nv}	48286.92^{nv}	1845.98^{nv}	5798.43 ^{nv}	173835161.6^{nv}
خطا Erorr	6	702.59	9250.37	1.21	105.74	14.43	1789.96	0.096	0.767	21.76	0.656	6.25	78403.1
تنش × فسفر S×P	12	443.38*	34431.39*	4.16*	275.60**	77*	153.59*	0.807**	2.16**	790.90**	19.07**	267.21**	2847194.20
خطا Erorr	24	150.99	16305.31	2.19	60.54	40.52	51.05	0.047	0.406	9.24	0.239	9.34	33273.52
نیمه Half	1	187.5^{nv}	53941.7^{nv}	10.8^{nv}	4.8^{nv}	50.7^{nv}	554.7^{nv}	2.70^{nv}	7.50^{nv}	367.50^{nv}	30^{nv}	158.70^{nv}	1323000
خطا Erorr	2	0.00094	0.0034	0.00068	0.00049	0.00067	0.000352	7.5e-28	1.38e-29	1.31e-26	2.24e-28	1.06e-26	1.4e-21
فسفر × نیمه H ×P	4	.0083^{ns}	13.96^{ns}	0.00092^{ns}	0.00042^{ns}	0.00058^{ns}	0.00018^{ns}	4.67e-28^{ns}	1.07e-30^{ns}	5.04e-28 ^{ns}	1.19e-29 ^{ns}	3.72e-26^{ns}	9.01e-22^{ns}
خطا Erorr	8	0.000035	2.14	0.00061	0.0053	0.0033	0.00048	6.21e-26	2.01e-28	7.41e-25	3.61e-26	4.35e-24	6.71e-20
تنش × نیمه H ×S	3	0.00057^{nv}	10.18^{nv}	0.0073^{nv}	0.00027^{nv}	0.0074^{nv}	0.000043^{nv}	3.63e-28^{nv}	1.09e-29^{nv}	1.42e-27^{nv}	5.09e-29 ^{nv}	5.28e-26^{nv}	1.17e-21^{nv}
خطا Erorr	6	0.0047	5.57	0.00032	0.0048	0.0065	0.00082	5.31e-24	1.26e-27	2.94e-25	7.38e-26	3.92 e-25	7.24e-19
تنش × فسفر × نیمه H × P ×S	12	0.00086^{ns}	15.33^{ns}	0.0066^{ns}	0.0037^{ns}	0.000231^{ns}	0.0042^{ns}	3.31e-15	6.06e-9^{ns}	4.26e-16 ^{ns}	1.75e-11^{ns}	4.68e-7^{ns}	2.46e-25^{ns}
خطا Erorr	24	147.53	14949.55	3.55	38.23	75.56	3.35	8.36e-13	3.41e-6	2.01e-14	3.69e-8	9.01e-5	4.84e-23

*، **، Ns و NV به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵، ۱ درصد، بدون اختلاف معنی‌دار و فاقد ارزش آماری به دلیل ثابت بودن.

*, **: significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns: means non significant; nv: probability statements are not valid because treatments were not randomized.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سال زراعی ۹۲

Table 3. Analysis of variance of investigated traits in 2013

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات صفات (MS)											
		ارتفاع محل بلال Height of ear	مساحت برگ Leaf area	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	طول تاسل Tassel length	ارتفاع بوته Plant higth	عمق دانه Seed depth	طول بلال Ear length	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	وزن هزار دانه The weight of 1000 seeds	عملکرد دانه در هکتار Grain yield
تکرار Rep	2	1122.01**	16663.09^{ns}	4.29^{ns}	1.21^{ns}	16.51^{ns}	3143.53**	2.69**	7.03*	339.87**	18.56**	8.19^{ns}	1223722**
فسفر P	4	992.45**	92847.94**	8.03**	221.24*	52.36^{ns}	4238.11**	36.83**	62.67**	46081.94**	1247.74**	20802.31**	165896829.30**
خطا Erorr	8	91.53	4334.07	0.98	44.84	29.87	151.46	0.0807	1.12	7.85	0.442	3.74	28287.40
تنش Stress	3	678.85^{nv}	43311.99^{nv}	23.78^{nv}	292.1^{nv}	4407.93^{nv}	59680.55^{nv}	65.97^{nv}	155.60^{nv}	51230^{nv}	1958.41^{nv}	6271.59^{nv}	184421723^{nv}
خطا Erorr	6	767.47	10409.76	1.23	114.26	15.61	20.50.72	0.10	0.77	23.11	0.695	6.77	83177.80
تنش × فسفر S×P	12	483.23*	38745.84*	4.32*	298.03*	83.28*	175.10*	0.839**	2.16**	839.06**	20.23**	289.01**	3020588.30**
خطا Erorr	24	164.69	18348.11	2.26	65.56	43.77	58.61	0.049	0.406	9.80	0.253	10.10	35299.90
نیمه Half	1	204.62^{nv}	60697.81^{nv}	11.59^{nv}	5.29^{nv}	55.48^{nv}	634.80^{nv}	2.846^{nv}	7.50^{nv}	389.74^{nv}	31.83^{nv}	171.65^{nv}	1403570.7^{nv}
خطا Erorr	2	8.3e-5	0.0054	5.8e-4	2.5e-4	2.25e-3	4.8e-5	1.2e-4	1.38e-29	5.83e-6	6.04e-28	4.72e-27	1.12e-23
فسفر × نیمه H ×P	4	9.58e-4^{ns}	15.73^{ns}	5.4e-4^{ns}	1.2e-3^{ns}	2.9e-4^{ns}	2.91e-4^{ns}	1.2e-6^{ns}	1.07e-30^{ns}	1.54e-5^{ns}	1.17e-28^{ns}	1.01e-27^{ns}	1.26e-23^{ns}
خطا Erorr	8	7.1e-4	2.4	7.9e-4	6.7e-4	1.1e-3	8.2e-4	1.2e-6	4.30e-23	5.62e-3	3.54e-26	6.22e-25	4.02e-20
تنش × نیمه H ×S	3	8.3e-5	11.42^{nv}	7.5e-4^{nv}	6.7e-4^{nv}	2.44e-3^{nv}	9e-5	8.9e-6^{nv}	1.09e-29^{nv}	5.56e-6^{nv}	2.91e-28^{nv}	6.05e-27^{nv}	1.20e-22^{nv}
خطا Erorr	6	4.2e-4	6.26	5.8e-4	1.6e-3	2.03e-3	7.1e-4	8.9e-6	1.92e-27	9.12e-4	3.68e-25	2.76e-24	9.06e-21
تنش × فسفر × نیمه H × P ×S	12	2.9e-4^{ns}	17.26^{ns}	1.1e-3^{ns}	9.4e-4^{ns}	1.13e-3^{ns}	6.2e-3 ^{ns}	4e-6^{ns}	4.62e-13^{ns}	6.15e-4^{ns}	2.82e-14^{ns}	8.45e-9^{ns}	3.62e-15^{ns}
خطا Erorr	24	247.83	16822.62	2.58	83.82	167.41	4.31	4e-6	3.49e-11	8.13e-3	7.32e-12	6.24e-7	5.02e-11

*، **، Ns و NV به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، بدون اختلاف معنی‌دار و فاقد ارزش آماری به دلیل ثابت بودن.

*, **: significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns: means non significant; nv: probability statements are not valid because treatments were not randomized.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در هر دو سال از نظر سطوح مختلف فسفر مشخص گردید که هر چند که از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی همچون ارتفاع بوته، طول تاسل، طول، عرض و مساحت برگ بلال و هم‌چنین ارتفاع محل بلال، تیمار استفاده از ۱۰۰ درصد کود فسفر و بدون تلقیح بالاترین مقادیر را نشان داد ولی این مقدار از نظر آماری با تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد کود فسفر به همراه تلقیح با باکتری تفاوت معنی‌داری نداشت. از نظر سایر صفات، تیمار تلقیح بذر با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر مورد نیاز بالاترین مقدار را از نظر صفات عملکرد دانه در هکتار، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه در بوته و عمق دانه دارا بود، هرچند که در خصوص صفت طول بلال نیز تفاوت معنی‌داری را با تیمار تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر مورد نیاز نشان نداد. این در حالی بود که تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر مورد نیاز و بدون تلقیح با باکتری از نظر مقدار صفات مورد مطالعه در رتبه دوم قرار داشت، به‌طوری که میزان عملکرد دانه در هکتار آن به میزان ۶/۴ درصد کمتر از تیمار برتر (تلقیح بذر با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر مورد نیاز) بود. هم‌چنین تیمار تلقیح بذر با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر مورد نیاز که از نظر میزان عملکرد دانه در رتبه سوم قرار داشت تنها حدود ۱۱ درصد کاهش عملکرد را نشان داد. بنابراین مشاهده می‌گردد که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات تا چه میزان می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی و هم‌چنین افزایش عملکرد دانه ذرت گردد.

Zarabi و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی بالاترین میزان تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را در شرایط کم آبیاری از تیمارهای تلقیح با ترکیب کودی باکتری‌های حل‌کننده فسفر، قارچ مایکوریزا و ۵۰ درصد سوپر فسفات تریپل گزارش نمودند. نتایج مقایسه میانگین صفات از نظر سطح تنش نیز حاکی از آن بود که با افزایش میزان تنش مقدار صفات مورد مطالعه کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد به‌طوری‌که با افزایش تنش، میزان عملکرد دانه در هکتار به ترتیب به میزان ۱۳ درصد، ۳۱/۸ درصد و ۴۸/۲ درصد نسبت به شرایط بدون تنش کاهش نشان داد.

همان‌طور که Edmeades و همکاران (۱۹۹۸) اظهار داشتند که تنش خشکی، عملکرد ذرت را به‌طور متوسط ۱۷ درصد کاهش می‌دهد اما بسته به شدت و زمان وقوع خشکی، این کاهش عملکرد به ۸۰ درصد هم می‌رسد. Chapman و همکاران (۱۹۹۷) نیز کاهش ۱۷ درصدی عملکرد را برای تنش‌های متوسط و کاهش ۸۰ درصدی عملکرد را برای تنش‌های شدید اعلام نمودند.

Shoae Hosseini و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خود گزارش نمودند که اکثر صفات نسبت به شرایط تنش عکس العمل منفی نشان می‌دهند که بیشترین اثر تنش بر عملکرد دانه بود که در اثر کاهش در ارتفاع بلال، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف ایجاد می‌گردد.

با توجه به این‌که هر یک از مقایسه میانگین صفات در سطوح فسفر و تنش به تنهایی نمی‌تواند گویای وضعیت اثر بخشی باکتری‌های حل کننده فسفات باشد، به نظر می‌رسد که بررسی اثر متقابل تنش در فسفر کمک شایانی در این مورد داشته باشد. همان‌طور که از جدول‌های (۲ و ۳) بر می‌آید اثر متقابل کود فسفر در تنش نیز برای تمامی صفات در هر دو سال معنی‌دار بود. بر همین اساس در مقایسه اثر سطوح مختلف کود فسفر مشخص گردید در شرایط بدون تنش، تیمار بدون تلقیح با باکتری و ۱۰۰ درصد کود فسفر مورد نیاز بالاترین میزان عملکرد دانه را نشان داد ولی این تیمار نسبت به دو تیمار تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد و ۵۰ درصد کود فسفر مورد نظر تنها افزایش ناچیز ۲/۵ و ۵/۴ درصد را نشان داد. در حالی است که با افزایش میزان تنش، میزان

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه برای تیمار تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر مورد نیاز به ترتیب در شرایط تنش کم، تنش متوسط و تنش شدید به میزان ۲/۱ درصد، ۵/۵ درصد و ۳۵/۸ درصد بیشتر از تیمار ۱۰۰ درصد کود فسفر در شرایط مشابه بود به‌طوری که حتی تیمار تلقیح با باکتری و ۵۰ درصد کود فسفر مورد نظر نیز در شرایط تنش شدید افزایش حدود ۷/۷ درصد را نسبت به تیمار ۱۰۰ کود فسفر را در شرایط مشابه نشان داد (جدول‌های ۴ و ۵).

این‌گونه به نظر می‌رسد که با افزایش تنش خشکی میزان فسفر قابل جذب از خاک توسط گیاه کاهش می‌یابد و همین امر موجب کاهش عملکرد دانه در گیاه ذرت می‌گردد که خود این امر نیز به نوبه خود به دلیل تأثیر مستقیم و غیر مستقیمی است که تنش بر اجزای عملکرد دانه از جمله کاهش وزن هزار دانه، کاهش تعداد دانه در ردیف و کاهش طول بلال می‌گذارد. Jalilian و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خود نشان دادند که باافزایش بیشتر کود، عملکرد و اجزای آن کاهش یافت. به علاوه با کاهش مقدار آب و افزایش نیتروژن، عملکرد دانه و کارآیی استفاده از نیتروژن به شدت تحت تأثیر قرار گرفته وکاهش یافت. افزایش عملکرد دانه در تیمار تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر مورد نیاز حاکی از تأثیر مثبت باکتری‌ها در جذب فسفر به‌ویژه با افزایش تنش باشد (جدول‌های ۴ و ۵).

به نظر می‌رسد که باکتری‌های حل‌کننده فسفات بتوانند با افزایش رشد ذرت و جذب فسفر، منجر به افزایش تحمل گیاه نسبت به شرایط تنش کم آبی گردد (Zarabi *et al.*, 2010). هم‌چنین حفظ عملکرد دانه و تحمل گیاه میزبان به خشکی، ممکن است توسط سطح جذب بیشتر ریشه، افزایش رشد ریشه و تراکم آن یا اختلاف هیدرولیکی بین سیستم‌های ریشه‌ای توجیه‌پذیر باشد (Subramanian *et al.*, 1997).

آنچه مسلم می‌باشد این است که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفر به همراه نسبت مناسبی از کود شیمیایی فسفر باعث ثبات عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش رطوبتی می‌گردد. Yazdani و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی‌های خود بیان داشتند که کاربرد ریز جانداران حل‌کننده فسفات و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه توأم با مقادیر مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت داشت. Zarabi و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که در شرایط تنش خشکی، استفاده از کود فسفر به تنهایی و بدون ترکیب با باکتری‌های محرک رشد و یا قارچ مایکوریزا تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد دانه و یا سایر صفات مرتبط به آن نداشت.

نتایج تجزیه همبستگی صفات در شرایط نرمال حاکی از آن بود که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت با تمامی صفات مورد مطالعه دارا بود ولی این همبستگی تنها برای صفات عملکرد دانه در بوته، عمق دانه، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته معنی‌دار بود به‌طوری که بالاترین همبستگی را نیز با صفات عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته نشان داد. این در حالی بود که در شرایط تنش شدید، عملکرد دانه تنها با صفات طول تاسل، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه در بوته، طول بلال و عمق دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۶).

Shoae Hosseini و همکاران (۲۰۰۹) اعلام نمودند که قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و طول بلال مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد ذرت طی شرایط تنش خشکی می‌باشند و گزینش برای این صفات، در این شرایط سبب افزایش عملکرد خواهد شد. هر چند که Lack و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی خود اعلام داشتند که تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه را به‌عنوان مهم‌ترین صفات مؤثر در کاهش عملکرد ذرت، طی تنش خشکی اعلام نمودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل کود فسفر در تنش در سال زراعی ۹۱

Table 4. Mean comparision of intraction effect of phosphorus chemical × stress in 2012

میانگین مربعات صفات (MS)													
عملکرد دانه در هکتار Grain yield (kg/h)	وزن هزار دانه The weight of 1000 seeds (gr)	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant (gr)	طول بلال Ear length (cm)	عمق دانه Seed depth (cm)	ارتفاع بوته Plant higth (mm)	طول تاسل Tassel length (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	مساحت برگ Leaf area (cm^2)	ارتفاع محل بلال Height of ear (cm)	سطوح کود فسفر Phosphorus levels	سطوح تنش Stress levels
2847.29^{q*}	195.15^{o}	15.17^{m}	47.46q	13.75^{k}	8.78^{h}	156.65^{i}	33.52^{d}	84.47^{abcde}	9.90^{bcde}	626.35^{abcd}	95.25^{bcde}	T_1 **	
5170.58^{o}	234.35^{k}	22.73^{k}	86.18^{o}	14.07^{k}	9.62^{g}	158.75^{i}	37.92^{d}	81.70^{abcde}	11.77^{a}	720.85^{ab}	94.02^{bcde}	T_2	تنش شدید
6712.69^{l}	261.88^{g}	26.50^{j}	111.88^{l}	16.42^{gh}	11.48^{e}	181.42^{h}	41.12^{d}	75.47^{def}	10.80^{ab}	616.74^{abcd}	108.35^{ab}	T_3	Intensive stress
8472.57^{i}	272.35^{e}	32.16^{g}	141.21i	16.40^{gh}	11.78^{e}	188.92^{h}	40.15^{d}	79.07^{bcdef}	10.50^{ab}	623.85^{abcd}	95.25^{bcde}	T_4	
6234.87^{m}	240.45^{j}	26.83^{j}	103.91^{m}	15.08^{j}	10.55^{f}	188.15^{h}	38.52^{d}	85.80^{abcd}	11.80^{a}	761.61^{a}	88.52^{de}	T_5	
4192.44^{p}	202.32^{n}	21.50^{l}	69.87^{p}	14.08^{k}	9.58^{g}	228.42^{g}	59.42^{bc}	74.57^{ef}	9.60^{bcde}	538.07^{cde}	89.52^{cde}	T_1	
6646.84l	244.18^{i}	28.17^{i}	110.78^{l}	15.41^{ij}	10.55^{f}	229.15^{g}	59.65^{bc}	91.20^{a}	10.87^{ab}	742.98^{a}	97.02^{bcde}	T_2	تنش متوسط
8385.65^{ij}	269.62^{ef}	32.17^{g}	139.76^{ij}	17.41^{ef}	12.54^{d}	246.15^{ef}	57.42^{c}	89.47^{ab}	8.17^{de}	547.31^{bcde}	98.02^{bcde}	T_3	Mild stress
10037.05^{g}	279.32^{cd}	37.18^{e}	167.29^{g}	17.75^{e}	12.53^{d}	261.42^{bc}	56.65^{c}	77.47^{cdef}	8.50^{cde}	496.96^{de}	116.25^{a}	T_4	
9512.92^{h}	267.22^{f}	36.82^{e}	158.55^{h}	16.75^{fgh}	11.58^{e}	254.65^{cde}	63.15^{abc}	89.47^{ab}	10.17^{abcd}	682.72^{abc}	106.52^{abc}	T_5	
5673.98^{n}	221.82^{m}	26.50^{j}	94.57^{n}	16.08^{hi}	10.62^{f}	244.42^{f}	68.92^{a}	88.97^{ab}	9.60^{bcde}	640.90^{abcd}	85.75^{e}	T_1	
8184.95^{j}	252.78^{h}	33.50^{f}	136.42^{j}	17.09^{efg}	11.58^{e}	254.42^{cde}	58.92^{bc}	83.70^{abcde}	8.80^{bcde}	556.92^{bcde}	103.02^{abcd}	T_2	تنش کم
11271.38^{f}	276.58^{d}	42.17^{d}	187.86^{f}	20.41^{bc}	12.92^{c}	265.65^{b}	61.65^{abc}	70^{f}	8.50^{cde}	440.02^{e}	116.25^{a}	T_3	Very mild stress
12293.62^{d}	285.88^{b}	44.50^{c}	204.89^{d}	19.74^{cd}	13.58^{b}	269.42^{ab}	62.65^{abc}	92.47^{a}	9.37^{bcde}	648.77^{abcd}	102.25^{abcde}	T_4	
12039.54^{e}	279.95^{cd}	44.50^{c}	200.66^{e}	20.42^{bc}	13.61^{b}	277.42^{a}	63.15^{abc}	92.60^{a}	9.70^{bcde}	675.45^{abcd}	118.85^{a}	T_5	
6981.56^{k}	229.58^{l}	31.50^{h}	116.36^{k}	17.42^{ef}	12.58^{d}	251.15^{def}	54.92^{c}	88.30^{ab}	8.30^{cde}	552.85^{bcde}	104.25^{abcd}	T_1	
9391.03^{h}	261.48^{g}	37.17^{e}	156.52^{h}	19.08^{d}	12.55^{d}	260.15^{bcd}	62.42^{abc}	86.70^{abc}	7.87^{e}	513.24^{cde}	98.02^{bcde}	T_2	بدون تنش
13120.38^{c}	281.92^{c}	48.16^{a}	218.67^{c}	21.75^{a}	14.62^{a}	265.42^{b}	62.92^{abc}	91.70^{a}	9.10^{bcde}	626.29^{abcd}	105.25^{abcd}	T_3	Control
13519.35^{b}	294.48^{a}	47.50^{b}	225.32^{b}	20.73^{b}	14.61^{a}	267.65^{b}	61.65^{abc}	86.17^{abc}	9.30^{bcde}	600.70^{abcde}	108.75^{ab}	T_4	
13868.12^{a}	297.92^{a}	48.17^{a}	231.13^{a}	21.75^{a}	14.72^{a}	268.92^{ab}	66.65^{ab}	89.97^{a}	10.67^{ab}	719.17^{ab}	115.52^{a}	T_5	

*: در هر ستون حرف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد به روش دانکن در بین تیمارها می‌باشد.

**: T_1 (تلقیح با کود بیولوژیکی و بدون کود فسفر)، T_2 (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۲۵ درصد کود فسفر)، T_3 (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۵۰ درصد کود فسفر)، T_4 (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۷۵ درصد کود فسفر) و T_5 (۱۰۰ درصد کود فسفر)

*: Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different in 5% at Duncan methods.

**: T_1 (Biofertilifer), T_2 (25% Chemical+biofertilizer), T_3 (50% Chemical+biofertilizer), T_4 (75% Chemical+biofertilizer), T_5 (100% chemical).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل کود فسفر در تنش در سال زراعی ۹۲

Table 5. Mean comparision of intraction effect of phosphorus chemical ×stress in 2013

سطوح تنش Stress levels	سطوح کود فسفر Phosphorus levels	میانگین مربعات صفات (MS)											
		عملکرد دانه در هکتار Grain yield (kg/h)	وزن هزار دانه The weight of 1000 seeds (gr)	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant (gr)	طول بلال Ear length (cm)	عمق دانه Seed depth (cm)	ارتفاع بوته Plant higth (mm)	طول تاسل Tassel length (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	مساحت برگ Leaf area (cm^2)	ارتفاع محل بلال Height of ear (cm)
تنش شدید Intensive stress	T_1 **	2932.71^{q}	202.95^{o}	15.62^{m}	48.88^{q}	14.95^{k}	8.96^{h}	167.63^{i}	34.85^{d}	87.83^{abcde}	8.48^{de}	570.79^{cde}	99.53^{bcde}
	T_2	5325.70^{o}	243.72^{k}	23.52^{k}	88.76^{o}	15.28^{k}	9.81^{g}	169.87^{i}	39.42^{d}	84.98^{abcde}	8.02^{e}	544.45^{cde}	98.22^{bcde}
	T_3	6914.08^{l}	272.36^{g}	27.29^{j}	115.23^{l}	17.60^{gh}	11.71^{e}	194.1^{h}	42.75^{d}	78.47^{def}	8.32^{de}	466.77^{e}	113.20^{ab}
	T_4	8726.74^{i}	283.24^{e}	33.13^{g}	145.44^{i}	17.63^{gh}	12.02^{e}	202.1^{h}	41.77^{d}	82.22^{bcdef}	8.68^{cde}	527.17^{de}	99.53^{bcde}
	T_5	6421.92^{m}	250.07^{j}	27.64^{j}	107.03^{m}	16.28^{j}	10.76^{f}	201.3^{h}	40.05^{d}	89.22^{abcd}	9.90^{bcde}	716.52^{abcd}	92.50^{de}
تنش متوسط Mild stress	T_1	4318.21^{p}	210.41^{n}	22.14^{l}	71.97^{p}	15.28^{k}	9.77^{g}	244.4^{g}	61.80^{bc}	77.52^{ef}	9.80^{bcde}	586.46^{bcde}	93.53^{cde}
	T_2	6846.24^{l}	253.95^{i}	29.01^{i}	114.10^{l}	16.61^{ij}	10.76^{f}	245.20^{g}	62.30^{abc}	94.85^{a}	9^{bcde}	590.78^{bcde}	101.38^{bcde}
	T_3	8637.22^{ij}	280.40^{ef}	33/13^{g}	143.95^{ij}	18.62^{ef}	12.80^{d}	263.4^{ef}	59.70^{c}	93.02^{ab}	8.68^{cde}	580.59^{bcde}	102.93^{bcde}
	T_4	10338.16^{g}	290.49^{cd}	38.28^{e}	172.30^{g}	18.95^{e}	12.80^{d}	279.7^{bc}	58.92^{c}	80.55^{cdef}	9.55^{bcde}	637.22^{abcde}	121.48^{a}
	T_5	9798.31^{h}	277.90^{f}	37.94^{e}	163.30^{h}	17.95^{fgh}	11.81^{e}	272.50^{cde}	65.68^{abc}	93.03^{ab}	10.35^{abcd}	724.23^{abc}	111.30^{abc}
تنش کم Very mild stress	T_1	5844.19^{n}	230.69^{m}	27.29^{j}	97.40^{n}	17.28^{hi}	10.83^{f}	261.50^{f}	71.65^{a}	92.50^{ab}	9.80^{bcde}	664.43^{abcd}	89.63^{e}
	T_2	8430.50^{j}	262.89^{h}	34.50^{f}	140.51^{j}	18.27^{efg}	11.81^{e}	272.2^{cde}	61.25^{bc}	87.05^{abcde}	11.08^{ab}	764.68^{ab}	107.90^{abcd}
	T_3	11609.52^{f}	287.65^{d}	43.43^{d}	193.49^{f}	21.62^{bc}	13.17^{c}	284.23^{b}	64.12^{abc}	72.80^{f}	9.30^{bcde}	654.24^{abcd}	121.47^{a}
	T_4	12662.43^{d}	297.32^{b}	45.83^{c}	211.04^{d}	20.95^{cd}	13.85^{b}	288.30^{ab}	65.15^{abc}	96.15^{a}	9.50^{bcde}	661.78^{abcd}	106.85^{abcde}
	T_5	12400.73^{e}	291.15^{cd}	45.83^{c}	206.68^{e}	21.60^{bc}	13.89^{b}	296.80^{a}	65.68^{abc}	96.30^{a}	10.87^{ab}	762.89^{ab}	124.18^{a}
بدون تنش Control	T_1	7191^{k}	238.77^{l}	32.44^{h}	119.85^{k}	18.62^{ef}	12.83^{d}	268.73^{def}	57.10^{c}	91.80^{ab}	10.10^{abcde}	679.87^{abcd}	108.90^{abcd}
	T_2	9672.76^{h}	271.94^{g}	38.28^{e}	161.21^{h}	20.28^{d}	12.80^{d}	278.37^{bcd}	64.90^{abc}	90.17^{abc}	11.98^{a}	788.16^{a}	102.42^{bcde}
	T_3	13513.99^{c}	293.19^{c}	49.61^{a}	225.23^{c}	22.95^{a}	14.91^{a}	284^{b}	65.42^{abc}	95.37^{a}	11.02^{ab}	664.37^{abcd}	110^{abcd}
	T_4	13924.93^{b}	306.26^{a}	48.92^{b}	232.08^{b}	21.95^{b}	14.91^{a}	286.4^{b}	64.12^{abc}	89.60^{abc}	10.70^{abc}	688.21^{abcd}	113.65^{ab}
	T_5	14284.16^{a}	309.83^{a}	49.61^{a}	238.07^{a}	22.94^{a}	15.01^{a}	287.73^{ab}	69.33^{ab}	93.55^{a}	12.05^{a}	807.92^{a}	120.7^{a}

*: در هر ستون حرف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد به روش دانکن در بین تیمارها می‌باشد.

**: T_1 (تلقیح با کود بیولوژیکی و بدون کود فسفر)، T_2 (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۲۵ درصد کود فسفر)، T_3 (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۵۰ درصد کود فسفر)، T_4 (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۷۵ درصد کود فسفر) و T_5 (۱۰۰ درصد کود فسفر)

*: Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different in 5% at Duncan methods.

**: T_1 (Biofertilifer), T_2 (25% Chemical+biofertilizer), T_3 (50% Chemical+biofertilizer), T_4 (75% Chemical+biofertilizer), T_5 (100% chemical).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- همبستگی بین عملکرد دانه و اجزاء عملکرد در تنش شدید و بدون تنش (به‌ترتیب در پایین و بالای قطر)

Table 6. Correlation coefficients of yield and yield components in intensive stress and control condition (down and up of diameter, respectively)

عملکرد دانه در هکتار Grain yield (kg/ha)	عمق دانه Seed depth	طول بلال Ear length	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row	وزن هزار دانه the weight of 1000 seeds	ارتفاع محل بلال Height of ear	مساحت برگ Leaf area	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	طول تاسل Tassel length	ارتفاع بوته Plant higth	
0.98**	0.88*	0.95*	0.98**	0.96*	0.99**	0.59	0.69	0.74	0.19	0.89*	1	ارتفاع بوته Plant higth
0.82	0.66	0.86	0.82	0.80	0.87	0.48	0.66	0.67	0.29	1	0.76	طول تاسل Tassel length
0.31	0.43	0.49	0.31	0.37	0.17	0.33	0.58	0.42	1	-0.71	-0.28	طول برگ Leaf length
0.78	0.84	0.76	0.78	0.76	0.76	0.97**	0.98**	1	0.19	0.38	0.19	عرض برگ Leaf width
0.76	0.83	0.77	0.76	0.75	0.71	0.94*	1	0.88*	0.64	-0.03	0.05	مساحت برگ Leaf area
0.66	0.76	0.60	0.66	0.63	0.63	1	-0.71	-0.36	-0.88*	0.42	0.04	ارتفاع محل بلال Height of ear
0.98**	0.89*	0.93*	0.98**	0.96*	1	0.33	-0.12	0.26	-0.69	0.97**	0.79	وزن هزار دانه The weight of 1000 seeds
0.99**	0.96*	0.98**	0.99**	1	0.96*	0.06	0.04	0.32	-0.46	0.89*	0.87	تعداد دانه در ردیف Number of kernels per row
1**	0.95*	0.97**	1	0.99**	0.98**	0.15	-0.06	0.24	-0.55	0.90*	0.86	عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant
0.97**	0.92*	1	0.89*	0.85	0.92*	0.50	-0.37	-0.05	-0.73	0.88*	0.85	طول بلال Ear length
0.95*	1	0.98**	0.96*	0.93*	0.97**	0.38	-0.23	0.1	-0.68	0.93*	0.88*	عمق دانه Seed depth
1	0.96*	0.89*	1**	0.99**	0.98**	0.15	-0.06	0.24	-0.56	0.90*	0.86	عملکرد دانه در هکتار Grain yield(kg/ha)

* and ** Significantly different at 5 and 1% probability level, respectively.

*و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

این گونه به نظر می‌رسد که در شرایط مختلف رطوبتی نقش هر یک از صفات در تولید عملکرد دانه تا حدودی دچار تغییرات می‌گردد به‌طوری‌که برخی از صفات به دلیل داشتن اثر بخش بیشتر در عملکرد نهایی نقش خود را در تمامی شرایط محیطی حفظ می‌نمایند. درحالی‌که برخی به دلیل تأثیرپذیری بیشتر از شرایط محیطی (به‌ویژه در شرایط رطوبتی) دچار تغییراتی می‌شوند که حتی ممکن است تأثیر منفی نیز بر عملکرد دانه داشته باشند. Ghazian Tafrishi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیقی اعلام کردند که در شرایط بدون تنش رطوبتی صفات طول بلال، قطر چوب بلال، قطر بلال و ارتفاع بوته دارای بالاترین همبستگی معنی‌دار با عملکرد دانه هستند درحالی‌که در شرایط تنش شدید، صفات تعداد ردیف دانه در بلال، مجموع تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار را با عملکرد داشتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص گردید که افزایش تنش خشکی میزان فسفر قابل جذب از خاک توسط گیاه را کاهش می‌دهد. این امر به دلیلی تأثیر مستقیم و یا غیرمستقیمی است که تنش بر اجزای عملکرد دانه از جمله کاهش وزن هزار دانه، کاهش تعداد دانه در ردیف و کاهش طول بلال می‌گذارد که درنهایت موجب کاهش عملکرد دانه در گیاه ذرت می‌گردد. همچنین مشخص گردید که افزایش عملکرد دانه در تیمار تلقیح با باکتری حاکی از تأثیر مثبت باکتری‌ها در جذب فسفر به‌ویژه با افزایش تنش باشد. بنابراین می‌توان اعلام نمود که باکتری‌های حل‌کننده فسفات بتوانند با افزایش رشد ذرت و جذب فسفر، منجر به افزایش تحمل گیاه نسبت به شرایط تنش کم آبی گردد. ضمن آنکه باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی و هم‌چنین افزایش عملکرد دانه ذرت گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از رئیس محترم مرکز آموزش کشاورزی شهید ناصری کرج و هم‌چنین کارکنان این مرکز به دلیل همکاری و مساعدت‌های لازم در اجرای این طرح کمال تقدیر و تشکر را دارم.

References

1. Anabi Milani, A. 2003. Effect of irrigation regimes on yield components and water use efficiency of wheat in saline soil. Soil and Water Science, 16(1): 121-135. [In Farsi]

2. Anonymous. 2014. Agricultural Statical letteres, Ministry of Agriculture, Department of Economic and Planning, Center of Information and Communication Technology PP 121. [In Farsi]

3. Ansary, M.H., Asadi Rahmani, H., Ardakani, M.R., Paknejad, F., Habibi, D., and Mafakheri, S. 2012. Effect of pseudomonas fluorescent on proline and phytohormonal status of Maize (*Zea mays* L.) under water deficit stress. Annals of Biological Research, 3(2): 1054-1062.

4. Chapman, S.C., Crossa, K. Basford, E., and Kroonenberg, P.M. 1997. Genotype by environment effects and selection for drought tolerance in tropical maize: Three-mode pattern analysis. Euphytica, 95(1): 11-20.

5. Demissie, SH., Muleta, D., and Bercha, G. 2013. Effect of phosphate solubilizing

www.SID.ir

Archive of SID

bacteria on seed germination and seelding growth of Faba Bean (*Vicia Faba* L). International Journal of Agricultural Research 8(3): 123-136.

6. Eck, H.V. 1988. Effect of water defficition yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn. Agronomy Journal, 78: 1035-1040.

7. Edmeades, G.O., Bolanson, J., Banziger, M., and Ortega, A. 1998. Developing drought and low-nitrogen tolerant. Maize Symposium abstracts. Department Agriculture, University of Queensland, Brisbane 4072. Australia.

8. Ghazian Tafrishi, SH., Ayenehband, A., Tavakoli, H., Khavari Khorasani, S., and Joleini., M. 2012. Investigating sweet corn (Zea mays L.) yield determining traits under normal irrigation and water deficit stress, using multivariate statical methods. Environmental Stresses in Crop Sciences, 5(1): 95-98. [In Farsi]

9. Hanks, R.J., Keller, J., Rasmussen, V.P., and Wilson, G.D. 1976. Line Source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. Soil Society American Journal, 40: 426-429.

10. Jalilian, A., Ghobadi, R., and Farnia, A. 2011. The investigation effects of fertilizer on the yield and nitrogen use efficiency of corn (SC704) various levels of drought stress and nitrogen. New Idea in Agriculture 5th, Symposium, Khorasgan, Esfahan, Iran. 17-18 Feb. 2011. Islamic Azad University, Khorasgan, Esfahan, Iran. [In Farsi]

11. Johnson, D.E., Chaudhuri, U.N., and Kanemasu, E.T. 1983. Statistical analysis of line-source sprinkler irrigation experiments and other nonrandomized experiments using multivariate methods. Soil Science Society American Journal, 47: 309-312.

12. Khan, A.A., Jilani, G., Akhtar, M.S., Naqvi, S., and Rasheed, M. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and their role in crop production. Journal of Agricultural Biological Sciences, 1: 48-58.

13. Lack S.H., naderi, A.S., Siadat, A., Ayenehband, A., Nour-Mohammadi, Gh., and Moosavi, S.H. 2008. The effects of different levels of irrigation, nitrogen and plant population on yield, yield components and dry matter remobilization of corn at climatical conditions of Khuzestan. Water and Soil Science, 11(42): 1-14. [In Farsi]

14. Mahrokh, A. and Khajehpour, M.R. 2010. The effect of irrigation regimes on growth indices and quantitative and qualitative yields of sugar beet. Iranian Crop Sciences Journal, 41(2): 235-246. [In Farsi]

15. Marulanda, A., Azcon, R., Ruız, J., Lozano, M., and Aroca, R. 2008. Differential effects of a bacillus megaterium strain on lactuca sativa plant growth depending on the origin of the arbuscular mycorrhizal fungus coinoculated: physiologic and biochemical traits. Journal of Plant Growth Regullar, 27: 10-18.

16. Najafi Nejad, H. and Madahian, H. 2004. Effects of different irrigation regimes and plant density on yield and some agronomic characteristics of corn. Seed and Plant, 19(2): 155-172. [In Farsi]

17. Peix, A., Rivas-Boyere, A.A., and Mateos, P.F. 2001. Growth promotion of chickpea

www.SID.ir

Archive of SID

and barley by a phosphate solubilizing strain of mesorhizobium mediterraneum under growth chamber condition. Soil Biology and Biochemistry, 33(1): 103-110.

18. Postel, S. 1995. Last oasis, fasing water scarcity. Vahab zadeh, A. and A. Alizaeh. Jahad-e- Daneshgahi Mashhad, pp: 157. [In Farsi]

19. Shoae Hosseini, S.M., Farsi, M., and Khavari Khorasani, S. 2009. Investigation of water deficit stress effects on yield and yield compomemts using path analysis some corn hybrids. Agricultural Science, 18(1): 71-85. [In Farsi]

20. Subramanian, K.S., Charest, C., Dwyer, L.M., and Hamilton, R.I. 1997. Effect of mycorrhizaon leaf water potential, suger and P contents during and after recovery of maize. Canadian Journal of Botanic, 75: 1581-1591.

21. Yasmin, H., Bano, A., and Samiullah, A. 2013. Screening of PGPR isolates from semi-arid region and their implication to alleviate drought stress. Pakistan Journal of Botany, 45: 51-58.

22. Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M.A. 2009. Effect of phosphate sulubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobactria on yield and yield components of corn. International Journal of Biology Life Science, 1: 2.

23. Zarabi, M., Alahdadi, I., Akbari, Gh., Abbas., Iran Nejad, H., and Akbari, Gh.A. 2010. Reduction of drought stress effects on yield and yield components of grain corn (*Zea mays* L.) using mixed biofertilizers and phosphorus. Journal of Crops Improvement, 12(2): 37-50. [In Farsi]

www.SID.ir