

تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید ۵۴۰

در شرایط تنش رطوبتی

سید محمدرضا احتشامی^{۱*} و مهدی رضانی^۲

*- 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 پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و سطوح مختلف کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت هیبرید ۵۴۰ 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 ۴ سطح آبیاری (بدون تنش، تنش ملایم، تنش متوسط، تنش شدید) اعمال شد. عامل فسفر نیز در ۵ سطح شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل 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، در حالی که با افزایش میزان تنش، میزان 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 ۳/۵ 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: سوبه‌های سودوموناس، عملکرد دانه، کود زیستی، فسفر، لاین سورس.

مقدمه

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 نه تنها 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

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 تولید ۱۹/۸ میلیون تن غلات در سال یاد شده، گندم ۶۲/۲ درصد، جو ۱۴/۴ درصد، شلتوک ۱۳/۸ درصد و ذرت

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 به منظور 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 سوپرفسفات تریپل 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^۳، ۴، ۱۱، ۱۰۸ و ۱۶۹) باکتری سودوموناس^۳ 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^۴ 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

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^۱ (PGPR) می‌گویند (Ansary et al., 2012). در این بین باکتری‌های حل‌کننده فسفر^۲ (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 بر این، تحمل به خشکی در گیاهان را می‌توان از طریق تلقیح نمودن با PGPRهایی 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 از آب 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 این رو اجرای برنامه‌های تحقیقاتی جهت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح آبیاری در مزارع کشاورزی به‌عنوان یکی از گزینه‌های به‌زرعی، 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

3- *Pseudomonas- fluorescens*
4- Line- Source

1- Plant- Growth- Promoting- Rhizobacteria
2- Phosphor- Solublizing- Bacteria

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، از خاک 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 آب پاش‌ها 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]:

$$V = I \times A$$

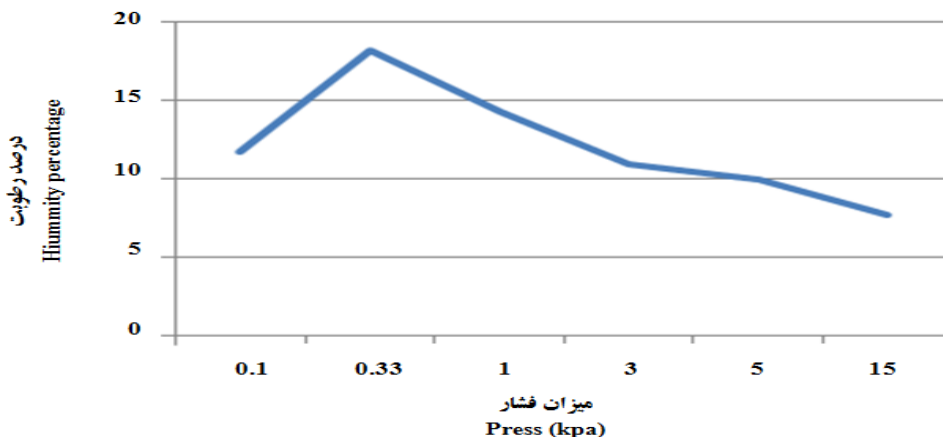
که در آن V حجم آب مورد نیاز و A برابر مساحت هر کرت بر حسب مترمربع. هم‌چنین میزان حجم آب دریافتی در هر دور آبیاری در هر دو طرف لوله اصلی و در هر تیمار مشخص گردید (شکل ۲).

شاخه به صورت عمود بر جهت اجرای تیمار کودی نصب گردید. به منظور 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 به صورت نواری داده شد. در تیمارهایی که بایستی بذرها با این ریزجانداران تلقیح می‌شدند، بذرها به مدت ۲۰ دقیقه در محلول حاوی ترکیب سویه‌های سودوموناس خوابانده و سپس بذرها آغشته به مایه 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 به صورت 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

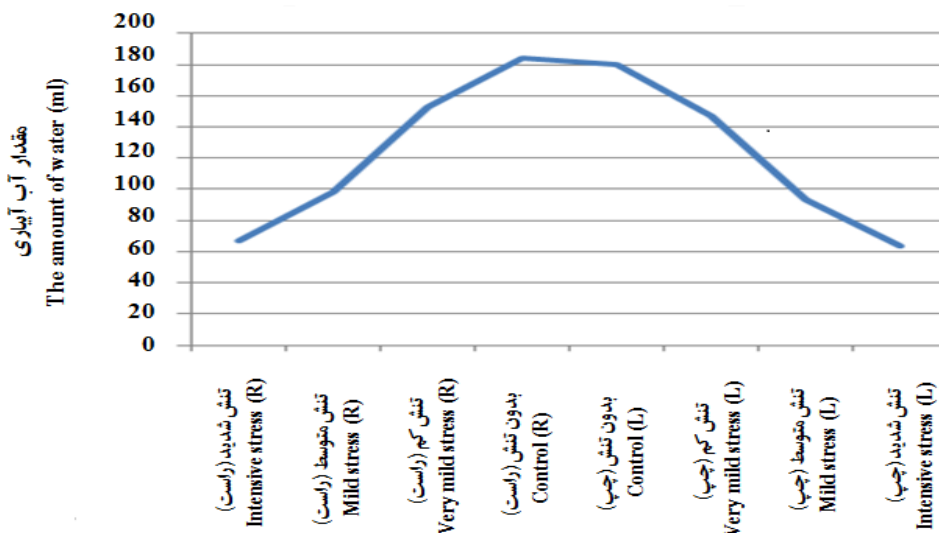
جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil characteristics of experimental field

درصد شن Sand (%)	درصد رس Clay (%)	درصد سیلین 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



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

به‌طور جداگانه صورت پذیرفت. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS 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).

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

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سال زراعی ۹۱
 Table 2. Analysis of variance of investigated traits in 2012

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

*, **, ns و NV به ترتیب معنی دار در سطح ۵، ۱ درصد، بدون اختلاف معنی دار 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.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سال زراعی ۹۲
 Table 3. Analysis of variance of investigated traits in 2013
 میانگین مربعات صفات (MS)

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

*, **, ns و NV به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد، بدون اختلاف معنی دار 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.

صفات از نظر سطح تنش نیز حاکی از آن بود که با افزایش میزان تنش مقدار صفات مورد مطالعه کاهش چشم گیری را نشان می دهد به طوری که 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.

همان طور که Edmeades و همکاران (۱۹۹۸) اظهار داشتند که تنش خشکی، عملکرد ذرت را به طور متوسط ۱۷ درصد کاهش می دهد اما بسته به شدت و زمان وقوع خشکی، این کاهش عملکرد به ۸۰ درصد هم می رسد. Chapman و همکاران (۱۹۹۷) نیز کاهش ۱۷ درصدی عملکرد را برای تنش های متوسط و کاهش ۸۰ درصدی عملکرد را برای تنش های شدید اعلام نمودند. Shoaie Hosseini و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خود گزارش نمودند که اکثر صفات نسبت به شرایط تنش عکس العمل منفی نشان می دهند 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 می گردد.

با توجه به این که هر یک از مقایسه میانگین صفات در سطوح فسفر و تنش به تنهایی نمی تواند گویای وضعیت اثر بخشی باکتری های حل کننده فسفات باشد، به نظر می رسد که بررسی اثر متقابل تنش در فسفر کمک شایانی در این مورد داشته باشد. همان طور که از جدول های (۲ و ۳) بر می آید اثر متقابل کود فسفر در تنش نیز برای تمامی صفات در هر دو سال معنی دار 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

با توجه به مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در دو سال از نظر سطوح مختلف فسفر مشخص گردید که هر چند که از نظر ویژگی های مورفولوژیکی همچون ارتفاع بوته، طول تاسل، طول، عرض و مساحت برگ بلال و هم چنین 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 معنی داری 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، هر چند که در خصوص صفت طول بلال نیز تفاوت معنی داری 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، به طوری 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. هم چنین 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 می گردد که استفاده از باکتری های حل کننده فسفات تا چه میزان می تواند منجر به صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی و هم چنین 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 باکتری های حل کننده فسفر، قارچ مایکوریزا و ۵۰ درصد سوپر فسفات تریپل گزارش نمودند. نتایج مقایسه میانگین

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 به طوری 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).

این گونه 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 با افزایش بیشتر کود، عملکرد و اجزای آن کاهش یافت. به علاوه با کاهش مقدار آب و افزایش نیتروژن، عملکرد دانه و کارایی استفاده از نیتروژن به شدت تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش یافت. افزایش عملکرد دانه در تیمار تلقیح با باکتری و ۷۵ درصد کود فسفر مورد نیاز حاکی از تأثیر مثبت باکتری‌ها در جذب فسفر به ویژه 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 به طوری 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.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل کود فسفر در تنش در سال زراعی ۹۱
 Table 4. Mean comparison 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 high (mm)	طول تassel 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	47.46 ^q	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 **	تنش شدید Intensive stress
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	
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	
8472.57 ⁱ	272.35 ^e	32.16 ^g	141.21 ⁱ	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	تنش متوسط Mild stress
6646.84 ⁱ	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	
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	
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	تنش کم Very mild stress
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	
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	
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	بدون تنش Control
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	
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	
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 معنی دار آماری در سطح ۵ درصد به روش دانکن در بین تیمارها می باشد.

**T₁ (تلقیح با کود بیولوژیکی و بدون کود فسفر)، T₂ (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۲۵ درصد کود فسفر)، T₃ (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۵۰ درصد کود فسفر)، T₄ (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۷۵ درصد کود فسفر) و T₅ (۱۰۰ درصد کود فسفر)

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

**T₁ (Biofertilizer), T₂ (25% Chemical+biofertilizer), T₃ (50% Chemical+biofertilizer), T₄ (75% Chemical+biofertilizer), T₅ (100% chemical).

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

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

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 height (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
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 ^{bcd}	T ₁ **	تنش شدید Intensive stress
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 ^{bcd}	T ₂	
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 ₃	
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 ^{bcd}	8.68 ^{cde}	527.17 ^{de}	99.53 ^{bcd}	T ₄	
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}	T ₅	
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 ^{bcd}	93.53 ^{cde}	T ₁	تنش متوسط Mild stress
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 ^{bcd}	590.78 ^{bcd}	101.38 ^{bcd}	T ₂	
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 ^{bcd}	102.93 ^{bcd}	T ₃	
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 ₄	
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}	T ₅	
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 ₁	تنش کم Very mild stress
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 ₂	
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 ₃	
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 ₄	
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	T ₅	
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 ₁	بدون تنش Control
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 ^{bcd}	T ₂	
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 ₃	
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 ₄	
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	T ₅	

*: در هر ستون حرف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد به روش دانکن در بین تیمارها می باشد.

** : T₁ (تلقیح با کود بیولوژیکی و بدون کود فسفر)، T₂ (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۲۵ درصد کود فسفر)، T₃ (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۵۰ درصد کود فسفر)، T₄ (تلقیح با کود بیولوژیکی و ۷۵ درصد کود فسفر) و T₅ (۱۰۰ درصد کود فسفر)

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

** : T₁ (Biofertilifer), T₂ (25% Chemical+biofertilizer), T₃ (50% Chemical+biofertilizer), T₄ (75% Chemical+biofertilizer), T₅ (100% chemical).

جدول ۶- همبستگی بین عملکرد دانه و اجزاء عملکرد در تنش شدید و بدون تنش (به ترتیب 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 high	
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 high
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 ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد

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 در نهایت 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 می‌توانند 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.

این گونه به نظر می‌رسد که در شرایط مختلف رطوبتی نقش هر یک از صفات در تولید عملکرد دانه تا حدودی دچار تغییرات می‌گردد به طوری که برخی از صفات به دلیل داشتن اثر بخش بیشتر در عملکرد نهایی نقش خود را در تمامی شرایط محیطی حفظ می‌نمایند. در حالی که 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 Tafrihi 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 در حالی که 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

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

- bacteria on seed germination and seedling growth of Faba Bean (*Vicia Faba* L). International Journal of Agricultural Research 8(3): 123-136.
6. Eck, H.V. 1988. Effect of water defficiency 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 Tafriahi, S.H., 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., Ruiz, 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 Regular, 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-Boyer, A.A., and Mateos, P.F. 2001. Growth promotion of chickpea

- 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, facing water scarcity. Vahab zadeh, A. and A. Alizaeh. *Jahad-e- Daneshgahi Mashhad*, pp: 157. [In Farsi]
 19. Shoaeh Hosseini, S.M., Farsi, M., and Khavari Khorasani, S. 2009. Investigation of water deficit stress effects on yield and yield components 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 mycorrhiza on leaf water potential, sugar and P contents during and after recovery of maize. *Canadian Journal of Botany*, 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 solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria 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]