تأثیر کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

محسن یاری [۱] و کیوان شمس [۲*]

۱- کارشناسی‌ارشد، گروه آگروتکنولوژی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، mohsen.iau65@gmail.com

۲*- استادیار، گروه آگروتکنولوژی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، keyvan@iauksh.ac.ir

*نویسنده مسئول: کیوان شمس

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۷

Evaluate the effect of bio-fertilizers and micronutrients on yield and yield components of maize(*Zea mays* L.)

Mohsen Yari[1] and Keyvan Shams*[2]

1- MS.c, Department of Agrotechnology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran, mohsen.iau65@gmail.com

2*- Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran, keyvan@iauksh.ac.ir

*Corresponding author: Keyvan Shams

Received: November 2018 Accepted: December 2018

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزا عملکرد ذرت (*Zea mays* L. رقم AS71)، پژوهشی در سال زراعی ۱۳۹۶ در شهرستان سرپل‌ذهاب به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی، شامل کودهای زیستی در دو سطح فسفات بارور ۲ و ازتوبارور ۱ و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در چهار سطح شاهد (محلول‌پاشی با آب معمولی)، روی، منگنز و محلولپاشی توام روی و منگنز بودند. نتایج نشان داد که محلولپاشی عناصر ریزمغذی بر روی طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت و کاربرد کودهای زیستی نیز تأثیر بسیار معنی داری بر روی وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت. همچنین اثر کاربرد تلفیقی کود زیستی و عناصر ریزمغذی تأثیر بسیار معنی‌داری بر روی ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیک داشت وتاثیر معنی داری بر روی وزن صد دانه و شاخص برداشت داشت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلولپاشی عنصر ریزمغذی روی با ۱۵۹۳۶ کیلوگرم در هکتار و بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۳۲۲۴۶/۹ کیلوگرم در هکتار در تیمارکاربرد تلفیقی کود زیستی ازتوبارور ۱ و عنصر روی و بیشترین شاخص برداشت نیز با ۶۱/۵۳ درصد در تیمار تلفیقی کود زیستی فسفات بارور ۲ و عنصر روی، بدست آمد.

کلمات کلیدی: اجزا عملکرد، ذرت، ریزمغذی، عملکرد دانه، کود زیستی

Abstract

In order to investigate the effect of application of bio-fertilizers and micronutrients on yield and yield components of corn (Zea mays L.) cultivar AS71, a research was conducted in Sarpol-e-Zahab city in 2017, in a factorial arrangement and complete block design Randomization was performed in three replications. Experimental treatments including bio-fertilizers at two levels of Phosphatebarvar-2 and Azotobarvar-1 and foliar application of micronutrients in four levels of control, zinc, manganese, and zinc and manganese foliar application. The results showed that the effect bio-fertilizers and micronutrients had a significant effect on plant height, stem diameter, number of grains per row, biological yield at 1% level, and hundred grains weight and harvest index at 5% level. The effect of micronutrients on ear length, number of grain rows per ear and grain yield was significantly affected. Comparison of mean of traits showed that the highest grain yield was obtained in foliar application of zinc with 15936 kg ha^{-1}. Biological yield with 32246.9 kg ha^{-1} in combination treatment of Azotobarvar-1 with Zn and Harvest index with 61.53 percent in combination treatment of Phosphatebarvar-2 and Zinc element were highest.

Key words: Bio fertilizers, Corn, Grain Yield, Micronutrients, Yield Components

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی
سال ۱۳۹۷، دوره ۱۳، شماره ۴، صص ۴۲-۳۱

مقدمه وکلیات

ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل داشتن ظرفیت عملکرد بالا، دوره رشد نسبتاً کوتاه، ارزش غذایی زیاد، استفاده در تغذیه انسان و دام و صنایع از گیاهان بسیار مهم می‌باشد (عجمی، ۱۳۹۲). در ایران سالانه مقادیر زیادی دانه و علوفه ذرت برای مصرف طیور و دام از خارج وارد می‌گردد، از این رو افزایش تولید این گیاه امری بدیهی به نظر می‌رسد (عیدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). افزایش عملکرد و توسعه کشت ذرت به منظور تأمین غذای انسان، خوراک دام و طیور و همچنین کاربرد در صنایع غذایی و صنعتی از اولویت‌های وزارت جهادکشاورزی است (گروه ذرت وزرات جهاد کشاورزی، ۱۳۹۱). طی دهه‌های اخیر کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در کشور به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است، مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی علاوه بر اتلاف هزینه، اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند، در نتیجه برای رهایی از مشکلات به وجود آمده، بهره‌گیری از نظام‌های زراعی جایگزین برای تولید امری ضروری می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). در سالیان اخیر کاربرد کودهای زیستی در تغذیهٔ خاک و گیاه زراعی در نظام‌های کشاورزی پایدار افزایش یافته است (Wu,2005).

کودهای زیستی در برخی موارد به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی، می‌توانند پایداری تولید را در نظام‌های کشاورزی تضمین کنند. نتایج حاصل از مصرف کود زیستی فسفاته در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در ذرت، سویا و گندم مؤید تأثیر رضایت‌بخش این کود بود، بطوری‌که مشخص گردید کود بیولوژیک فسفاته باعث افزایش قابل ملاحظه‌ی عملکرد می‌شود (Zahir *et al*.1998 ,&Vessy, 2003) افزایش ۱۸ درصدی وزن خشک بلال در ذرت‌هایی که بذرهای آن با باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Pesudomonas flourescens* تلقیح شده بودند، گزارش کردند. Sani *et al*(2007) گزارش کردند که باکتری‌های محرک رشد *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* بر روی طول بلال تأثیر معناداری دارد. در همین رابطه الزینی و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که کودهای زیستی از جمله *ازتوباکتر* شاخص‌های رشد نظیر تعداد برگ، سطح برگ و وزن تر و خشک اندام‌های رویشی را افزایش می‌دهد. Sharma(2003) اظهار داشت که کاربرد کودهای زیستی مهمترین راهبرد تلفیقی در تغذیه گیاه برای سیستم کشاورزی پایدار بصورت تلفیق، مصرف کودهای شیمیایی با کود زیستی می‌باشد. افزایش عملکرد محصولات در نتیجه‌ی استفاده از کودهای زیستی در اثر فراهمی عناصر ریزمغذی و تنظیم کننده‌های رشد حاصل می‌شود (Zodapi، 2001). بررسی اثر کود شیمیایی فسفر و باکتری حل کننده فسفر بر ذرت دانه‌ای نشان داد که عملکرد دانه با دو بار مصرف باکتری حدود ۱۶ درصد نسبت به عدم مصرف باکتری افزایش و مصرف کود تا ۵۰ درصد کاهش یافت (عموآقایی و همکاران، ۱۳۸۲). قربانی (۱۳۸۸) نیز گزارش کرد که عملکرد دانه و وزن هزاردانه در ذرت زمانی بالاترین مقدار را داشت که کود زیستی با کود شیمیایی فسفر بصورت تلفیقی مورد استفاده قرار گرفت، که این موضوع با نتایج (Singh and Kapoor, 1999)در گندم مطابقت داشت. کودهای ریزمغذی چهار درصد کل کودهای مصرفی را در جهان تشکیل می‌دهند اما در ایران این مقدار در حدود ۱۷ درصد است (Fixon,2002). سه عنصر آهن، روی و منگنز بیش از سایر عناصر در امر تغذیه ذرت

نقش دارند. روی عنصر مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد است، منگنز در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و از تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی جلوگیری می‌کند، کاهش رشد، زردی، کاهش ارتفاع گیاه و عقیمی دانه‌های گرده از عوارض کمبود منگنز است (ملکوتی، ۱۳۸۹). کمبود روی سبب زردی برگ‌های جوان، کچلی بلال، عدم سنتز پروتئین‌ها و کاهش اسید ریبونوکلئیک می‌گردد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۱). خلیلی محله و همکاران (۱۳۸۶) در نتایج تحقیقات خود اظهار داشتند که تأثیر کاربرد عناصر ریزمغذی مختلف در عملکرد ذرت یکسان نبوده و روی مهمترین عنصر و منگنز کم اثرترین عنصر می‌باشد، همچنین عنوان کردند که مصرف توأم عناصر غذایی کم مصرف، عملکرد دانه را بیشتر از مصرف انفرادی این‌عناصر افزایش می‌دهد. کریمی و همکاران (۱۳۹۱) در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند که عنصر روی بیشترین تأثیر را بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دارد.

این پژوهش با هدف، ارزیابی اثرات کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزا عملکرد ذرت دانه‌ای AS71، انجام شد.

فرآیند پژوهش

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ درروستای شیخ حسن از توابع شهرستان سرپل ذهاب واقع در استان کرمانشاه، با ۴۵ درجه و ۵۲ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۴ دقیقه عرض جنوبی وبا ارتفاع ۶۶۳ مترازسطح دریا اجرا گردید. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهرستان سر پل ذهاب این منطقه از نظر شرایط آب و هوایی جز مناطق گرم و خشک بوده، که حداقل و حداکثر دما سالانه به ترتیب ۵- و ۴۸+ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و متوسط بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر است. بافت خاک منطقه نیز شنی– رسی می‌باشد، سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physical and chemical properties of the soil experimental site (Depth 0-30 cm)

هدایت الکتریکی	اسیدته خاک	کربن	عناصر ماکرو ($mg.\ kg^{-1}$)			عناصر ریزمغذی ($mg.\ kg^{-1}$)			
		آلی	ازت	فسفر	پتاس	مس	روی	آهن	منگنز
Ec	pH	C%	N	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn
۱/۰۰	۸/۱۱	۱/۹۵	۱۹۵	۳۰	۳۶۰	۱/۴۶	۰/۹۲	۱۲/۳	۱۰/۶

آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت، کودهای زیستی به عنوان فاکتور اول در دو سطح شامل: کود زیستی فسفاته بارور ۲ و کود زیستی ازتوبارور ۱ و عناصر ریزمغذی به عنوان فاکتور دوم در چهار سطح شامل: شاهد (محلولپاشی با آب معمولی)، محلولپاشی روی، محلولپاشی منگنز و محلولپاشی توام روی و منگنز در نظر گرفته شدند. که در کل ۸ تیمار و ۲۴ کرت در نظر گرفته شد. هر کرت از پنج ردیف به طول ۵ مترتشکیل شد، فاصله بین ردیفهای کاشت ۰/۷۵ سانتی متر و فاصله بین کرتها یک ردیف نکاشت (۰/۷۵ سانتی متر) و فاصله‌ی بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد.

پس از عملیات آماده سازی زمین که شامل شخم عمیق، دیسک و لولر ودر نهایت فاروئر بود با توجه به نتایج حاصل از آزمون خاک، کودهای فسفر و پتاس به همراه یک سوم کود نیتروژن همزمان با کاشت مصرف گردید، یک سوم دیگر کود نیتروژن در مرحله پنج تا هفت برگی و یک سوم باقی مانده در زمان ظهور گل تاجی بصورت سرک در خاک توزیع شد. بذر مورد نیاز را قبل از کاشت و در یک مکان سایه با کودهای زیستی به میزان ۱۶ گرم از هر کدام، بصورت جداگانه بذرمال نموده و سپس عملیات کشت با فاصله‌ی ۱۷ سانتی‌متر از همدیگر بر روی پشته و با دست انجام گرفت. آبیاری به صورت قطره‌ای و با توجه به گرم بودن هوا، هر سه الی چهار روز یک‌بار صورت گرفت. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در دو مرحله هشت برگی ذرت و ۱۵ روز بعد از مرحله اول انجام گرفت. همچنین برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار و کرم برگ‌خوار از سم دیازینون به میزان ۱ لیتر در هکتار استفاده شد برای کنترل علف‌های هرز، وجین بصورت دستی در طول فصل رشد انجام گرفت. در زمان برداشت، پنج بوته بصورت تصادفی از هر کرت انتخاب شده و صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، ارتفاع بوته، قطر ساقه و طول بلال محاسبه گردید. سپس با حذف دو خط از طرفین و نیم متر از ابتدا و انتهای سه خط وسط، از مساحتی معادل ۴* ۲/۲۵ متر مربع کلیه بوته‌ها برداشت و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه گردید و در نهایت، داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT–C مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر کودهای زیستی، عناصر ریز مغذی واثرات متقابل آنها روی صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۲۵۵ سانتی‌متر در تیمار کود زیستی فسفات بارور ۲ به همراه کاربرد توام عناصر ریزمغذی روی و منگنز و کمترین آن نیز در تیمار ازتوبارور ۱ به همراه

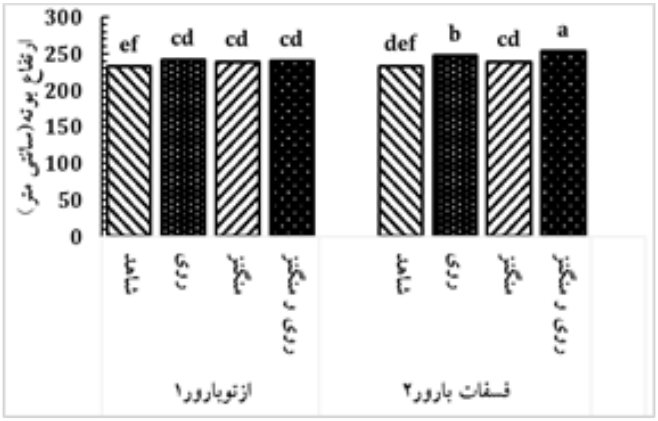
شاهد، به میزان ۲۳۲ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ مقدار فسفر بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته است و در اثر آن رشد گیاه زیادتر شده و به تبع آن ارتفاع بوته افزایش یافته است. کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه توانسته است تغییرات معنی‌داری در صفات رشد گیاه مانند افزایش ارتفاع بوته، اندازه برگ، وزن خشک گیاه و جذب عناصر غذایی در گیاهانی نظیر گندم، ذرت و جو ایجاد کند (Bashan *et al.*, 2004). از سوی دیگر خیراندیش (۲۰۰۰) گزارش نمود که محلول پاشی سولفات روی بر روی گیاه سویا باعث افزایش تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته می‌گردد و در همین ارتباط (Tandon, 1995)در کلزا گزارش نمود که وجود روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین، باعث رشد رویشی، افزایش ارتفاع، افزایش ساقه بندی و فتوسنتز بیشتر می‌شود که که همگی با نتایج این آزمایش مطابقت دارند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثرکودهای زیستی وعناصر ریزمغذی برروی عملکرد، اجزا عملکرد و برخی از خصوصیات مرفولوژیکی ذرت

Table 2- Results of variance analysis of bio - fertilizers and micronutrient elements on yield, yield components and some morphological characteristics of corn

میانگین مربعات (M.S)								
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه در بلال	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۷/۱۷	۲/۳۸	۰/۲۸	۰/۰۱	۲۶۲۷/۹۵	۹۹۲۱۶۷/۰۴	۳/۵۳
کود زیستی	۱	۱۴۵/۰۵**	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۰/۴۰**	۴۱۲۰۶۵۲/۷۴**	۲۷۰۵۴۴۷۳/۰۰**	۴/۷۸ ^{ns}
عنصرریزمغذی	۳	۱۲۰/۷۱**	۱۸/۶۹**	۰/۵۴*	۷/۹۸**	۶۲۱۹۱۳۵/۸۴**	۲۰۴۲۹۹۵۹/۹۵**	۱۲۳/۹۷**
اثر متقابل	۷	۲۷۱/۵۹**	۶۰/۸۱**	۰/۳۲ ^{ns}	۳/۶۱*	۳۹۵۹۰۰/۲۴ ^{ns}	۱۰۲۹۷۶۷۲/۳۷**	۲۷/۵۲*
خطا	۱۴	۹/۸۳	۳/۰۱	۰/۳۵	۰/۹۸	۲۷۳۲۷۶/۷۸	۱۳۰۷۳۴۱/۶	۷/۹۴
ضریب تغییرات		۱۳/۲۹	۱۲/۸۳	۱۷/۱۴	۲۰/۶۵	۱۳/۸۰	۳۰/۹۴	۵/۹۰

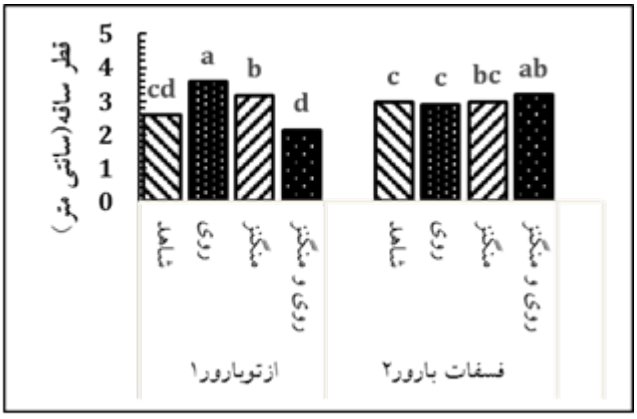
-ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.



شکل ۱-اثرات متقابل کاربرد کود زیستی و عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته

Fig 1- The Interaction effects of the biofertilizers and micronutrient elements applications on plant height

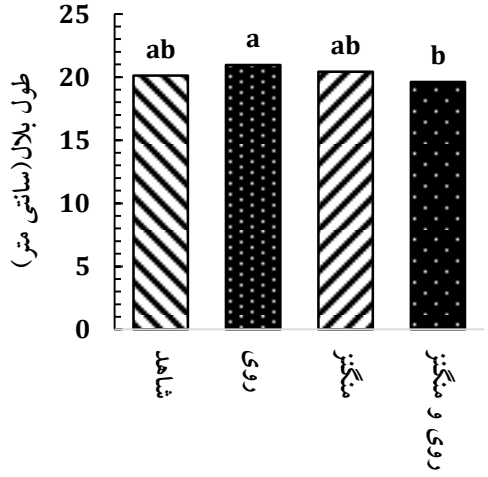
قطر ساقه: این صفت معیاری از رشد رویشی است و در استحکام و مقاومت گیاه به عوامل نامساعد محیطی و همچنین انتقال مواد ذخیره شده به دانه نقش مهمی دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر عناصر ریز مغذی واثرات متقابل عناصر ریزمغذی وکودهای زیستی برروی صفت قطر ساقه به ترتیب در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین قطر ساقه با ۳/۵ سانتی‌متر مربوط به مصرف ازتوبارور ۱ همراه با عنصر روی و کمترین آن مربوط به مصرف کود زیستی ازتوبارور ۱ به همراه شاهد با ۲/۵ سانتی متر بود (شکل ۲). اینگونه به نظر می‌رسد که مصرف کود زیستی به صورت جداگانه اثر کمتری دارد ولی زمانی که به صورت تلفیقی با عناصر ریزمغذی مصرف می‌گردد، اثر آن افزاینده خواهد بود. از آنجایی که روی فعالیت هورمون‌های تنظیم کننده رشد بخصوص اکسین تأثیر دارد (Kholdbarrin and Eslamzadeh, 2006)به نظر می‌رسد محلولپاشی عنصر روی موجب رشد سلول و در نهایت افزایش قطرساقه شده است.



شکل ۲-اثرات متقابل کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر قطر ساقه

Figure 2- The Interaction effects of the biofertilizers and micronutrient elements applications on stem diameter

طول بلال: این صفت یکی از فاکتورهای تاثیرگذار در عملکرد ذرت است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر عناصر ریز مغذی برروی صفت طول بلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای صفت طول بلال نشان داد که عنصر روی با میانگین ۲۰/۹۵ سانتی‌متر بیشترین و تیمارشاهد با ۱۸/۱۱ سانتی‌متر، کمترین طول بلال را داشت (شکل ۳). افزایش طول بلال دراثر محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی طی آزمایشی توسط خلیلی محله و همکاران (۱۳۸۶) گزارش شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

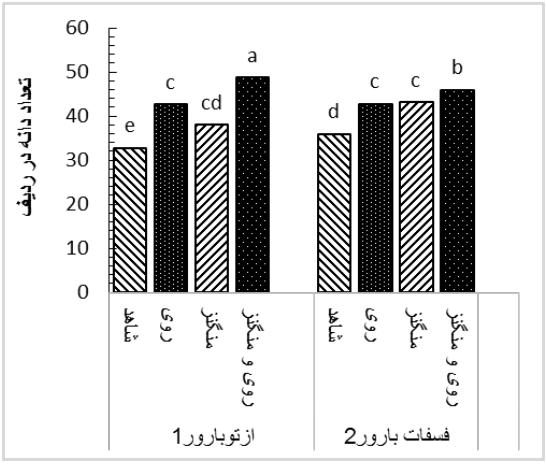


شکل ۳-اثر کاربرد عناصر ریزمغذی بر طول بلال

Figure 3- The effect of the micronutrient elements applications on ear length

تعداد دانه در ردیف: این صفت یکی از اصلی‌ترین اجزای عملکرد می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر عناصر ریز مغذی واثرات متقابل عناصر ریزمغذی وکودهای زیستی برتعداد دانه در ردیف در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد دانه در ردیف در تیمار اثرات متقابل ازتوبارور و مصرف توام عناصر ریزمغذی روی و منگنز به میزان ۴۸/۷ عدد و کمترین تعداد دانه در ردیف نیز در تیمار شاهد و ازتوبارور با ۳۲/۸ عدد بدست آمد (شکل ۴). به نظر می‌رسد که

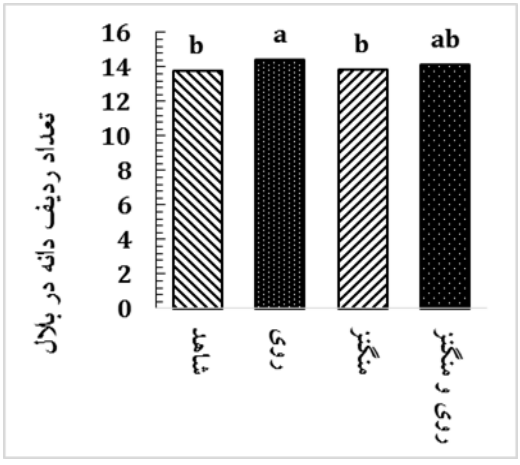
در سیستم تغذیه تلفیقی، فراهم بودن مناسبتر عناصر غذایی برای گیاه، باعث افـزایش طـول چـوب بلال و طول بلال و به دنبال آن افزایش تعداد بیشتر دانـه در ردیـف شده است. در همین ارتباط نورآبادی (۱۳۸۳) در بررسی تأثیر میزان مختلف مصرف عناصر ریزمغذی بر شاخص‌های رشد ذرت به افزایش تعداد دانه در ردیف و افزایش وزن هزار دانه با مصرف عناصر ریزمغذی بصورت تغذیه برگی نسبت به مصرف خاکی و آغشته سازی بذر اشاره و کاربرد برگی را توصیه نمود.



شکل ۴-اثرات متقابل کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر تعداد دانه در ردیف

Figure 4- The Interaction effects of the biofertilizers and micronutrient elements applications on number of grain per row

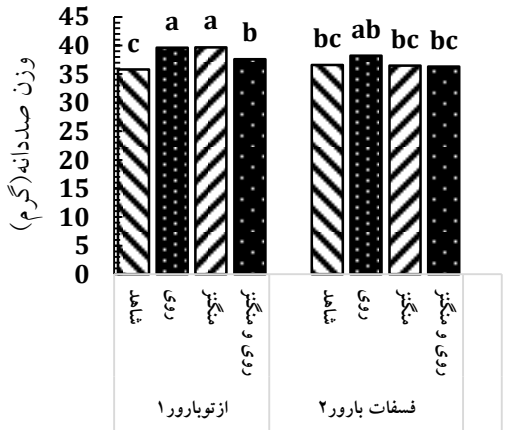
تعداد ردیف دانه در بلال: این صفت یکی از اجزای عملکرد دانه ذرت محسوب می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر عناصر ریز مغذی برروی تعداد ردیف دانه دربلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال با کاربرد عنصر روی به میزان ۱۴/۸ عدد و کمترین تعداد درتیمار شاهد یا عدم کاربرد عناصر ریزمغذی به میزان ۱۲/۸ عدد مشاهده شد (شکل ۵) که با نتایج پژوهش بداقی (۱۳۸۶) که گزارش نمود اثر محلولپاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و بور) برروی تعداد ردیف دانه در بلال ذرت معنی دار است، مطابقت دارد.



شکل ۵-اثر کاربرد عناصر ریزمغذی بر تعداد ردیف دانه در بلال

Figure 5- The effect of micronutrient elements applications on number of grain row per ear

وزن صد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر کودهای زیستی، عناصر ریز مغذی واثرات متقابل آنها روی وزن صد دانه به ترتیب در سطح احتمال ۱،۱ و ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثرات متقابل ازتوبارور ۱ و عنصر منگنز با ۳۹/۶۷ گرم به همراه تیمار اثرات متقابل ازتوبارو ۱ و عنصر روی با ۳۹/۶۰ بیشترین مقدار وزن صد دانه و تیمار ازتوبارور و شاهد با ۳۵/۸ گرم کمترین مقدار را داشتند (شکل ۶). محتوای کل کربوهیدرات، نشاسته، ایندولاستیک اسید، کلروفیل و پروتئین دانه به طور معنی‌داری با مصرف روی و آهن افزایش می‌یابد که این عوامل در افزایش وزن دانه بلال مؤثر است (ضیائیان و ملکوتی، ۱۳۷۷). همچنین Prasad and Sing (1990)مشاهده نمودند که در ارقام مختلف ذرت با افزایش میزان نیتروژن، وزن صد دانه، وزن بلال، وزن هکتولیتر و عملکرد دانه افزایش یافت.

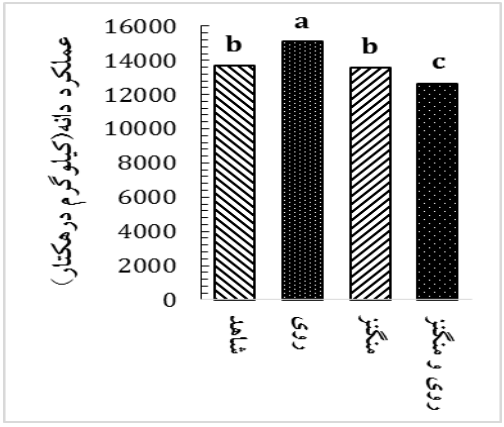


شکل ۶-اثرات متقابل کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر وزن صد دانه

Figure 6- The Interaction effects of the biofertilizers and micronutrient elements applications on 100grain weight

عملکرد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای زیستی و عناصر ریز مغذی بر روی عملکر دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها برای این صفت نشان داد که عنصر ریزمغذی روی با میانگین ۱۵۹۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت ولی مصرف توام روی ومنگنز با ۱۲۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشت (شکل ۷). کاربرد کودهای حاوی روی می‌تواند جذب و غلظت سایر عناصر غذایی در گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (Soumare *et al*., 2003). همچنین با تأثیر بر مقدار کلروفیل برگ، غلظت ایندول استیک اسید IAA و افزایش فتوسنتز باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Ravi *et al*., 2008)در این ارتباط نتایج تحقیق سیدی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که در صورت نبود یا کمبود مواد آلی و معدنی در خاک، کودزیستی تاثیری بر افزایش عملکرد گیاه ندارد. از این رو در مناطق خشک و نیمه خشک با میزان پایین ماده آلی خاک، افزایش تولیدات زراعی با مصرف کودهای زیستی، محدود می‌گردد (صالح راستین، ۱۳۸۱). همچنین نتایج بدست‌آمده با نتایج کریمی و همکاران (۱۳۹۱) که بیان داشتند اثر متقابل فسفات بارور-۲ و عناصر ریزمغذی اختلاف معنی‌داری بر عملکرد ندارد و بیشترین عملکرد با ۱۵/۸۹ تن در

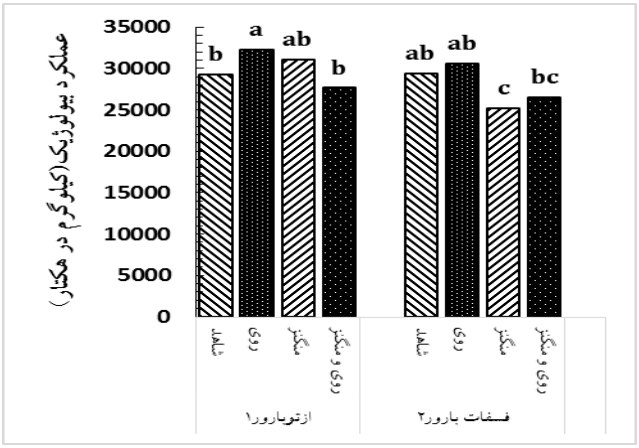
هکتار برای تیمار ریزمغذی روی بدست آمد، مطابقت دارد از سوی دیگرطاهرو همکاران (۱۳۸۷) به تأثیر مثبت محلولپاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی به روش برگی بر عملکرد ذرت دانه اشاره نمود که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.



شکل ۷-اثر ساده کاربرد عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه

Figure 7- The effect of micronutrient elements applications on grain yield

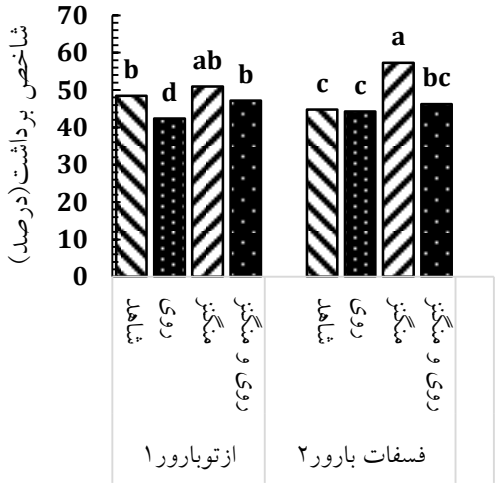
عملکرد بیولوژیک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای زیستی، عناصر ریز مغذی واثرات متقابل آنها بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). نایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک با ۳۲۲۴۶/۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار اثرات متقابل کود زیستی ازتوبارور ۱ و عنصر ریز مغذی روی و کمترین آن در تیمار کودزیستی فسفر بارور ۲ و ریزمغذی منگنز با ۲۵۱۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل ۸). مصرف عناصر ریز مغذی باعث افزایش تولید ماده خشک بیشتر شده، در نتیجه تجمع مواد خشک شده نهایی در انتهای دوره رشد گیاه افزایش یافته که البته در شرایط کمبود مواد ریز مغذی، افزایش تجمع ماده خشک محدود می‌شود و عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می‌یابد. تحقیقات نشان داده است، که مصرف برگی عناصر ریز مغذی (روی، منگنز، آهن) با افزودن بر ارتفاع ساقه، موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید (Whitty and Chambliss, 2005) که با نتایج پژوهش خلیلی محله و همکاران (۱۳۸۶) که گزارش نمودند بیشترین عملکرد بیولوژیکی در ذرت، با کاربرد روی و منگنز بدست آمده است، مطابقت دارد.



شکل ۸-اثرات متقابل کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک

Figure 8- The Intraction effects of the biofertilizers and micronutrient elements applications on biological yield

شاخص برداشت: این صفت نسبتی از عملکرد بیولوژیک است که عملکرد اقتصادی را تشکیل می‌دهد و با افزایش تسهیم ماده خشک برای عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر عناصر ریز مغذی واثرات متقابل عناصر ریزمغذی وکودهای زیستی بر شاخص برداشت به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). تیمار تلفیقی کود زیستی فسفاته بارور ۲ به همراه عنصر ریز مغذی منگنز، بیشترین شاخص برداشت (۶۱/۵۳) را داشت (شکل ۹). افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد تلفیقی کود زیستی و عناصر ریزمغذی با توجه به اثر افزاینده آن‌ها بر رشد رویشی و زایشی توجیه پذیر است. که در همین ارتباط ضیائیان و ملکوتی، (۱۳۷۷) گزارش نمودند که مصرف خاکی و برگی عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس در ذرت، باعث افزایش عملکرد علوفه و عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت می‌شود.



شکل ۹ -اثرات متقابل کاربرد کود زیستی و عناصر ریزمغذی بر شاخص برداشت

Figure 9- The Interaction effects of the biofertilizers and micronutrient elements applications on harvest index

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کودهای زیستی ازتوبارور ۱ و فسفاته بارور ۲ به همراه عناصرریزمغذی روی و منگنز بر روی عملکرد واجزا عملکرد وبرخی از صفات مرفولوژیکذرت تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. مصرف کود فسفات بارور-۲ از طریق محلول‌سازی منابع نامحلول فسفر در خاک، مولفه‌های رشد را ارتقاء داده و منجر به افزایش عملکرد گیاه گردیده‌است، این کود حاوی باکتری‌های مفید حل کننده فسفات است که با اسیدی کردن خاک و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات فسفردار می‌شود که قابل جذب توسط گیاهان است. از سویی دیگر کود زیستی ازتوبارور ۱ علوه بر تثبیت نیتروژن، در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح برخی مواد بیولوژیکی فعال مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، ویتامینهای گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین و غیره را دارند که در افزایش رشد نقش موثری ایفا می‌کنند. این باکتری‌های با متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه سبب سنتز و ترشح مواد محرک رشد

گیاه، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی بیوتیک شده که این مساله درنهایت موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی گیاه می‌شود. عناصر ریزمغذی نیز باعث ایجاد تعادل در تغذیه گیاه می‌شوند و فرایندهای رشد و نمو گیاه را با تأثیر بر آنزیم‌های آن کنترل و بهبود می‌بخشند. با توجه به آزمایش انجام شده در بین عناصر ریزمغذی، عنصر روی تأثیر بیشتری را بر صفات مورد مطالعه در ذرت داشت که این امر ناشی از تأثیر مثبت عنصر روی در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌های رشد است. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده، محلولپاشی عناصر ریزمغذی روی و منگنز و کاربرد کودهای زیستی فسفاته و نیتروژنه به دلیل اهمیتی که در افزایش عملکرد دانه ذرت داشتند و نیز نظر به قیمت مناسب این کودها و پایین بودن میزان مصرف آنها و همچنین به منظور نیل به کشاورزی پایدار، پیشنهاد می‌شوند.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی ازپایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی_آگروتکنولوژی می‌باشد و با حمایت معاونت فناوری و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱) بداقی، س.۱۳۸۶. بررسی تأثیر الگوی کاشت وریزمغذی ها برروی عملکرد واجزا عملکرد ذرت دانه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحدخوی. ۹۸ صفحه.

۲) خلدبرین، بوط، اسلامزاده. ۱۳۸۶. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.۵۷۰ صفحه.

۳) خلیلی محله، ج، ج، جلیلی. و م، رشدی. ۱۳۸۶. اثر کاربرد عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (رقم ۷۰۴). مجله علوم کشاورزی. ۱۳. (۲).

۴) خیر اندیش، م.۱۳۸۰. بررسی تأثیر شلات روی بر روی عملکرد سویا. شرکت کشت دانه‌های روغنی. ص ۸۲-۹۳.

۵) راثی پور، ل و ن، علی اصغرزاده. ۱۳۸۶. اثرات متقابل باکتری‌های *سودموناس فلورسنس* و *ریزوبیوم ژاپونیکوم* بر شاخص‌های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد یازدهم. شماره ۴. ص ۵۳-۶۳.

۶) زهیر، ز. ۱۳۸۳. اثر کود بیولوژیک بر عملکرد ذرت در هوای مختلف. واحد نظارت و پشتیبانی شرکت زیست فناوری سبز. یزد- دانشکده‌ی تهران. شماره ۲، ص ۸۳-۷۱.

۷) سیدی، س. پ، رضوانی مقدم. و ف، رجایی. ۱۳۹۰. ررسی عملکرد، اجزای عملکرد و مصرف نیتروژن در استفاده از کمپوست قارچ، کود زیستی و اوره در گندم. مجله علوم زراعی ایران. ۳. ص ۳۰۹-۳۱۹.

۸) صالح راستین، ن. ۱۳۸۱. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. ص ۵۴ – ۱.

۹) ضیائیان، ع و م، ج، ملکوتی. ۱۳۷۷. تأثیر مصرف عناصر ریزمغذی و زمان بر روی عملکرد. نشریه خاک و آب. ۲. (۱). ص ۶۲-۵۶.

۱۰) طاهر، م. م، رشدی. ج، خلیلی محله. ک، خوارزمی و ن، حاجی حسنی اصل.۱۳۸۷. تأثیر روشهای مصرف ریزمغذی‌ها بر روی عملکرد واجزا عملکرد ذرت دانه‌ای در خوی. پژوهش در علوم زراعی.۱(۱)-ص ۷۲-۸۴.

۱۱) عجمی، ن. ۱۳۹۲. بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای با تغییر نسبت کودهای بیولوژیکی و شیمیایی نیتروژن تحت شرایط قطع برگ‌های بالای بلال در شوشتر. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۱۲) عموآقایی، ر. ا، مستاجران. و گ، امتیازی.۱۳۸۲. تأثیر باکتری *آزوسپریلیوم* بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد سه رقم گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هفتم. ۲: ۱۳۸-۱۲۷.

۱۳) عیدی زاده، خ. ع، مهدوی دامغانی. ف، ابراهیم پور و ح، صباحی. ۱۳۹۰. اثرات مقدار و روش کاربرد کودهای زیستی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی.

۱۴) فتحی، ا. ص، بهامین. پ، شاه‌محمودی. س، کرمی چمه. س، پرنده و م، عموزاده. ۱۳۹۱. اثر کودهای بیولوژیک بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت AS71 .

۱۵) . قربانی، ا. ۱۳۸۸. اثر منابع فسفر بر خواص زراعی و عملکرد ارقام ذرت دانه‌ای. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی خوی. صفحه ۷۸.

۱۶) کریمی، آ. آ، سپهری. ج، حمزه‌ای. و ق، سلیمی. ۱۳۹۱. اثر نیتروژن و کود زیستی فسفر بر صفات کمی و کیفی گندم تحت تنش کم آبی. مجله تولیدات گیاهی. ۱: ۵۰-۳۷.

۱۷) ۱۷. کوچکی، ع. ن، مجنون حسینی. و ا، دزفولی. ۱۳۸۷. کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ ششم. صفحه ۲۰۰.

۱۸) گروه ذرت وزرات جهاد کشاورزی. ۱۳۹۱. دستورالعمل فنی ذرت (دانه‌ای و سیلویی). معاونت امور تولیدات گیاهی دفتر محصولات اساسی غلات، حبوبات و نباتات علوفه‌ای.

۱۹) ملکوتی، م. ۱۳۸۹. پایداری و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سانا. فصل ۱. ص ۳۱۳-۳۱۱.

۲۰) نورآبادی، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثر تاریخ‌های کشت و کاربرد عناصر ریزمغذی بر اجزای عملکرد آفتابگردان رقم آذرگل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد سلامی دزفول. صفحه ۱۰۶.

21) Bashan, Y. G Holguin. And L, E De-Bashan. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology 50: 521-577.

22) EL-Zieny, OAH. U,A, EL-Behari. and M, H, Zaky. 2001. Influence of biofertilizer on growth, Yield and fruyit quality of tomato grown under plastic house. Journal of Agricoltural. Mamnsouera Univ, vol, 26,NO,3,P_P,1749-1763

23) Fixon, P., E. And F, B, West. 2002. Nitrogen fertilizers: meeting contemporary challenges. AMBIO: 31, 169–176.

24) Karla, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. J. Organic Prod. Medicinal Aromatic Dye Yielding Plants (MADPS). FAO.

25) Prasad,R. 1996. Cropping system and sustainable of agriculture.Indian Faming 46.:39-45

26) Prasad, K.,and P, Sing. 1990. Response of promising rainfed maize varieties to nitrogen application in North Western Himalayan region. Indian Journal of Agricultural Science. 60: 475-477

27) Rajendran, K And P, Devaraj. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of Casuarina equisetifolia inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy. 26: 235-249.

28) Ravi, S., H. T. Channel, N. S. Hebsur, B. N. Patil and P. R. Dharmatti. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (Carthamus tinctorius L). Karnataka Journal of Agricultural Sciences.32: 382-385.

29) Sharma, A, K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios. pp.1-407.

30) Singh, S And K, K, Kapoor. 1999.Inoculation with PSM and a VAM fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. Biol. Fertil. Soils. 28. 139-144.

31) Sani,F. F, Rajabzade. H,.Liaghati And F, ghoulichy. 2007. Role of biological fertilizers on Qualitative and quantitative indicators corn in the crop ecosystem. The second national conference on ecological agriculture in Iran.Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

32) Soumare, M., F. M. G. Tack, M. 31.G. Verloo. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Journal of Bioresource Technology 6: 15- 20.

33) Tandon, K. 1995. Micronutrients in soil, Crops, and fertilizer Development and consultation organization, New Dehli,India.

34) Vessy, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizars. Plant and Soil 255: 571-586.

35) Whitty, E. N. and Chambliss, C. G. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops.Nevada State University Publication. 21pp.

36) Wu, S., ZH. L. K, Cheung., And MH, Wong. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Geoderma, 125: 155 – 166.

37) Zahir, A. Z., M. Arshad and A. Khalid 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science, 15:7-11.

38) Zodape, S, T. 2001.Sea weeds as a biofertilizer. J.Sci. India Res.60.378-382.