بررسي اثرات ازتوباکترکروکوکوم و قارچ ميکوريزي در سطوح مختلف فسفر بر برخي صفات مورفولوژيکي و خصوصيات کيفي ذرت علوفه اي (سينگل کراس ۷۰٤)

محسن اميرآبادي[۱]*، محمدرضا اردکاني[۲]، فرهاد رجالي[۳] و محسن برجي[۴]
[۱] کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامي واحد اراک [۲] دانشيار دانشگاه آزاد اسلامي واحد کرج
[۳] استاديار مؤسسه تحقيقات خاک و آب کشور [۴] استاديار مرکز تحقيقات کشاورزي اراک

چکيده

اين پژوهش به منظور بررسي تاثير کاربرد مايه تلقيح ازتوباکتر کروکوکوم و قارچ ميکوريزي گلوموس اينترارادیسز و فسفر بر پاسخ هاي ذرت علوفه اي در يک آزمايش فاکتوريل وطرح پايه بلوک هاي کامل تصادفي با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقيقات کشاورزي اراک درسال ۸۴ انجام شد. نتايج تجزيه واريانس نشان دادند در شرايط اين آزمايش قارچ ميکوريزي سبب افزايش ميزان جذب فسفر، کلنيزاسيون ريشه شد. همچنين ازتوباکتر سبب افزايش ميزان جذب نيتروژن گرديد. سطوح مختلف فسفر سبب افزايش غلظت فسفر و کاهش غلظت پتاسيم در اندام هاي هوايي، افزايش ميزان جذب فسفر و کاهش کلنيزاسيون ريشه به نحو معني دار شد. اثرات سينرژيستي کاربرد همزمان قارچ ميکوريزي و ازتوباکتر نيز سبب افزايش ميزان جذب فسفر و نيتروژن و کاهش کلنيزاسيون ريشه شد. کاربرد قارچ ميکوريزي به همراه مصرف۱۰۰ کيلو گرم فسفر در هکتار بيشترين تأثير را بر غلظت عناصر فسفر و نيتروژن و ميزان جذب فسفر و نيتروژن داشت.

واژه هاي کليدي: قارچ ميکوريزي، ازتوباکتر کروکوکوم، صفات مورفولوژيکي، جذب عناصر

مقدمه

راندمان استفاده از فسفر اضافه شده به خاک توسط گياهان نسبتاً پايين بوده و پس از مصرف در سال اول، درصد کمتري از آن جذب گياه مي شود و بقيه فسفات با اجزاء خاک توليد ترکيباتي با درجه حلاليت پايين‌تري را مي‌نمايند (Ponmurugan and Gopi, 2006). افزايش راندمان جذب فسفات به دلايل اقتصادي و محدوديت منابع فسفره بسيار حائز اهميت است (Hagin andTucker, 1982). به همين دليل ديدگاه‌هاي جديدي در قالب کشاورزي جايگزين، که متکي بر به کارگيري اصول اکولوژيکي در توليد مواد غذائي است، در سال‌هاي اخير شکل گرفته است (Gholami, 1998). قارچ‌هاي ميکوريزي و ازتوباکتر از جمله ريزجانداراني هستند که در ارتباط با کاربرد آنها به عنوان کود بيولوژيك بررسي‌هاي زيادي صورت گرفته است(Georg et al., 1995). مطالعات متعددي، افزايش قابل توجه رشد گياهان و عملکرد دانه در بقولات توسط باکتري افزاينده رشد مانند حل کننده‌هاي فسفات و تثبيت کننده نيتروژن مولکولي را تأييد مي‌نمايد (Wani et al., 2007). از آنجائي که قارچ‌هاي ميکوريزي موجب افزايش توانايي گياه ميزبان در جذب عناصر معدني از خاک، به خصوص از منابع غيرقابل دسترس مي‌شوند، لذا به اين ميکروارگانيسم‌هاي مفيد، لفظ کود زيستي (Biofertilizer) اطلاق شده است (Mukerji and Chamola, 2003). کودهاي زيستي از سلول‌هاي زنده ميکروارگانيسم‌هاي مختلف حاصل شده است که توانايي تبديل عناصر مهم غذايي از شکل غير قابل دسترس به شکل قابل دسترس در طي فرآيندهاي بيولوژيکي را دارند (Wu et al., 2005). در بين عناصر غذايي، فسفر و نيتروژن از عناصر اصلي مورد نياز گياهان هستند که ميکروارگانيسم‌ها، تحت شرايط مزرعه جذب آنها را افزايش مي‌دهند (Khan and Zaidi, 2007).

در واقع اين پديده نوعي همزيستي دو جانبه و مفيد بين ريشه گياه و قارچ است که ايجاد بيماري ننموده و قارچ با دريافت منابع کربني انرژي‌زا از گياه، بسياري از عناصر معدني مثل فسفر، پتاسيم، کلسيم، روي، موليبدن، مس و آهن را جذب و در اختيار ريشه قرار مي‌دهد (Miller et al., 1994).

Davies et al. (۲۰۰۵) در بررسي خود بر روي سيب زميني دريافتند که در سطوح پايين فسفر، تمام گياهاني که با قارچ ميکوريزي تلقيح شده بودند، کارائي مصرف فسفر بالاتر و رشد و توليد ماده خشك بيشتري داشتند.

هدف از اين تحقيق بررسي اثرات کاربرد کودهاي بيولوژيک توليد شده در داخل کشور، شامل قارچ ميکوريزي و کود زيستي ازتوباکتر، به تنهايي و يا همراه با هم در سطوح

*پست الکترونيك مکاتبه کننده:
amirabadimohsen@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مختلف فسفر، در مقياس مزرعه‌اي بر صفات مورفولوژيكي و جذب برخي از عناصر معدني توسط ذرت علوفه‌اي بود.

مواد و روش‌ها

اين تحقيق در زميني به مساحت ۲۵۰۰ متر مربع به صورت آزمايش فاكتوريل در قالب طرح پايه بلوك‌هاي كامل تصادفي با ۳ تكرار در ۴۸ كرت آزمايشي در مزرعه تحقيقاتي مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي اراك در بهار سال ۸۴ به اجرا در آمد. در اين آزمايش اثر عوامل قارچ ميكوريزي گلوموس اينترارادیسز (*Glomus intraradices*) در دو سطح (با و يا بدون استفاده از مايه تلقيح قارچ)، ازتوباكتر كروكوكوم (*Azotobacter chroococcum*) در دو سطح (با استفاده از كود زيستي ازتوباكتر و بدون استفاده از آن) و فسفر (سوپر فسفات تريپل) در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ كيلوگرم پنتااكسيد فسفر به صورت سوپر فسفات تريپل در هكتار)، بر روي ميزان جذب فسفر و نيتروژن، كلنيزاسيون ريشه، غلظت عناصر نيتروژن، فسفر، پتاسيم و كلسيم در اندام‌هاي هوايي، ارتفاع بوته، طول بلال بدون پوشش، قطر بلال بدون پوشش و عملكرد ماده خشک ذرت علوفه‌اي رقم سينگل كراس ۷۰۴ مورد بررسي قرار گرفت. مايه تلقيح‌هاي استفاده شده در اين تحقيق، از بخش تحقيقات بيولوژي خاک مؤسسه تحقيقات خاک و آب كشور تهيه شد. جهت باقي نگهداشتن اندام‌هاي فعال قارچ وسلول‌هاي باكتري بر روي بذرها از محلول غليظ شده۲۰ درصد شكر و صمغ عربي (به ترتيب به نسبت ۴ به ۱) استفاده شد. اندام‌هاي فعال قارچ شامل اسپورها، هيف قارچ و قطعات ريشه‌هاي حاوي وزيكول بودند كه به طريقه كشت درون شيشه‌اي و با استفاده از تكثير ريشه‌هاي القايي به همراه قارچ ميكوريزي گلوموس اينترارادیسز تهيه (Rejali et al., 2006) و با استفاده از روش Most probable number جمعيت فعال قارچ محاسبه (Norris et al., 1992) و بر اساس وزن هزار دانه ذرت، به طوري كه به ازاي هر بذر ۲۰۰ الي ۲۵۰ اندام فعال قارچي وجود داشته باشد، مقدار كافي از مايه تلقيح تهيه شده استفاده گرديد. بر اساس توصيه موسسه تحقيقات خاک و آب كشور مقدار ۲ كيلوگرم در هكتار مايه تلقيح ازتوباكتر مصرف شد. مايه تلقيح ازتوباكتر حاوي ۱۰۸ سلول باكتري در هر گرم ماده حامل بود. تيمارها به صورت تصادفي در كرت‌ها و بلوک‌ها اختصاص داده شدند. عمليات آماده‌سازي قطعه زمين آزمايش، بايك مرحله شخم بدون برگردان خاك و دو مرحله ديسك عمود برهم شروع و بازدن فارو (ايجاد جوي و پشته) و ايجاد نهرهاي اصلي جهت ورود آب آبياري براي هر تكرار و نهرهاي فرعي جهت خروج آب اضافي هر تكرار به صورت جداگانه پايان يافت. آزمون خاک مزرعه قبل از كشت، به منظور اطلاع از ويژگي‌هاي خاک و همچنين براي محاسبه مقدار كود فسفر، نيتروژن و پتاسيم مورد نياز گياه بر روي نمونه‌هاي مركب تهيه شده از عمق ۳۰-۰ سانتي‌متري صورت پذيرفت. كود فسفره (سوپرفسفات تريپل) به اندازه هر كرت آزمايشي توزين و همراه با يك سوم از كود اوره، قبل از كاشت درسطح كرت پخش و با خاک مخلوط گرديد و دو سوم ديگر آن تا قبل از گل‌دهي درسطح مزرعه به صورت سرك مورد استفاده قرار گرفت. قبل از كشت، مقدار ۱۵۰ كيلوگرم در هكتار كود سولفات پتاسيم به طور يكنواخت در سطح زمين پخش و زير خاک گرديد. در هر كرت چهارخط كاشت و يك خط نكاشت بين كرت‌ها در نظر گرفته شد كه طول هر خط كاشت هشت متر بود. فواصل خطوط كاشت ۷۵ سانتي‌متر و فواصل بوته‌ها روي خط كاشت ۱۵ سانتي‌متر با تراكم ۶۶۰۰۰ بوته در هكتار در نظر گرفته شد. عمليات كاشت روز ۸ خرداد ماه ۸۴ پس از تلقيح بذرها با مايه تلقيح (ازتوباكتر و قارچ ميكوريزي) به روش بذر مال انجام پذيرفت. نمونه‌برداري‌ها به صورت تصادفي بعد ازحذف اثرات حاشيه‌اي كرت در مرحله خميري دانه‌ها با برداشت ده بوته كف برشده، شامل ساقه، برگ، بلال و تاسل از هر كرت صورت پذيرفت. پس از اندازه‌گيري ارتفاع بوته، قطر بلال، طول بلال بدون پوشش، ميانگين هركدام از صفات به طور جداگانه محاسبه و يادداشت گرديد. اندام‌هاي هوايي پس از توزين به مدت ۱۰ روز در سايه قرار داده شدند. پس از اين مدت بوته‌ها مجدداً براي تعيين وزن هوا خشک توزين و سپس به طور كامل آسياب شدند. پس از تهيه و مخلوط كردن نمونه‌هاي متوالي (جهت يكنواخت سازي نمونه انتخابي) در نهايت يک نمونه ۵ گرمي از هر كرت برداشته و در آون با دماي ۸۰ درجه سانتي‌گراد تا رسيدن به وزن ثابت قرار داده شد. پس از خارج نمودن نمونه‌ها از آون مجدداً توزين انجام گرفت. ميزان مادة خشک، با تصحيح وزن نمونه اوليه، نمونه هوا خشک و نمونه آون خشک محاسبه گرديد و عملكرد بر اساس واحد سطح (تن در هكتار) گزارش شد. ميزان عناصر نيتروژن بر اساس روش ميكروكجلدال، فسفر بر اساس روش رنگ‌سنجي با دستگاه اسپكتروفتومتر، پتاسيم با استفاده از دستگاه فليم فتومتر و كلسيم بر اساس روش تشكيل كمپلكس با EDTA، (Anonymus, 1990) در موسسه تحقيقات خاك و آب كشور اندازه گيري و تعيين شد. جهت تعيين درصد كلنيزاسيون ريشه از روش گريدلاين (Gridline intersection method) استفاده گرديد. دراين روش ريشه‌ها بصورت قطعات يک سانتي‌متري جدا و به صورت تصادفي در داخل پتري ديش قرار داده شدند

Archive of SID

www.SID.ir

(حداقل۵۰ قطعه) سپس يک صفحه شطرنجي به ابعاد يک سانتي‌متر (۱×۱) تهيه و در زير پتري ديش قرار گرفت، جهت مشاهده و شمارش ريشه‌هاي آلوده و غيرآلوده از بينوکولار استفاده گرديد. ريشه‌هاي آلوده و غيرآلوده که با خطوط عمودي و افقي صفحه شطرنجي تقاطعي را ايجاد کرده بودند، هر کدام به طور جداگانه شمارش شدند. از تقسيم مجموع ريشه‌هاي آلوده به دست آمده از خطوط عمودي و افقي به مجموع ريشه‌هاي غيرآلوده به دست آمده از خطوط عمودي و افقي ريشه‌ها، ضربدر۱۰۰، درصد کلنيزاسيون ريشه مشخص شد.

داده‌ها توسط نرم افزار SAS تجزيه، نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم و مقايسه ميانگين‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌اي دانکن در سطح ۵ درصدانجام شد.

نتايج و بحث

برخي از ويژگي‌هاي مهم خاک محل آزمايش در جدول (۱) آورده شده است. همان طوري که نتايج نشان مي‌دهد خاک مزرعه از نظر مقدار نيتروژن و فسفر مناسب اجراي تحقيق بوده و فاقد محدوديت شوري نيز مي‌باشد.

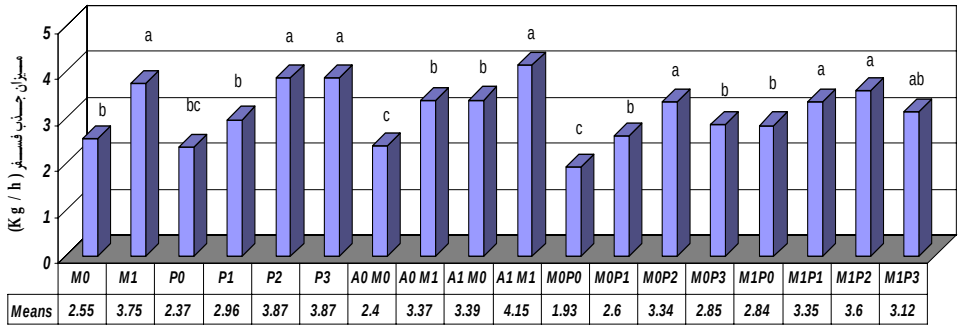
جدول۱- خصوصيات فيزيکي وشيميايي خاک محل انجام آزمايش

عمق (cm)	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	P_{ava}	K_{ava}	Fe	Zn	Cu	Mn	N_t	C.C.E	O.C	رس	لای	شن	بافت خاک
			میلی گرم در کیلوگرم خاک						درصد						
۰-۳۰	۰/۹	۸/۲	۸/۸	۲۴۵	۵/۴۸	۰/۷۲	۱/۵۸	۱۶/۱	۰/۰۳	۱۶/۰	۰/۳۵	۳۰	۲۰	۵۰	شن رس لوم

جدول۲ - تجزيه واريانس صفات اندازه گيري شده

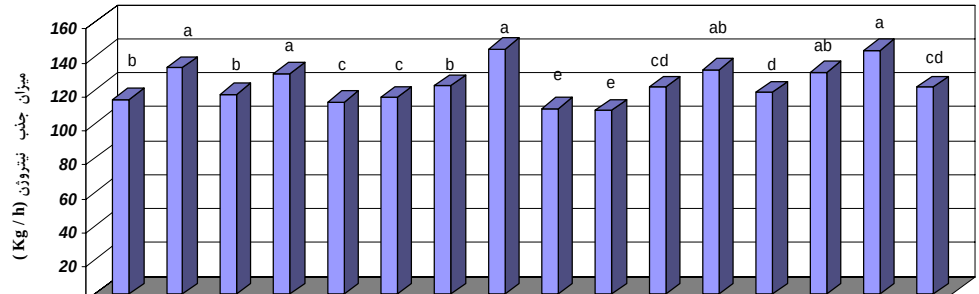
منابع تغييرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع گياه	طول بلال	قطربلال	پتاسيم	نيتروژن	فسفر	کلسيم	جذب فسفر	جذب يتروژن	کلنيزاسيون ريشه	عملکرد ماده خشک
		میانگین مربعات (MS)										
بلوک (R)	۲	۱۳/۶۴ ns	۱/۰۴۴ ns	۰/۰۴۴ ns	۰/۷۵۸ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۴۶۷ ns	۳۸/۸۱۲ ns	۱۳۹/۳۳۷*	۲/۶۱۶ ns
ازتوباکتر(A)	۱	۱۲۷۸/۸۵**	۲۶/۱۵۲**	۱/۲۳۵**	۰/۸۷۵ ns	۴/۹۹۹**	۰/۰۳۸ ns	۰/۳۲۳*	۳/۳۸۶ ns	۴۴۹۸/۲۶۲**	۱/۲۸۱ ns	۱۴/۸۳۹**
قارچ میکوریزی (M)	۱	۲۸۴/۸۹۵**	۱۵/۰۴۲**	۰/۰۵۷ ns	۱۵/۰۹۸**	۱/۸۲۹**	۰/۰۰۵*	۰/۱۹۸ ns	۳/۴۹۱*	۱۹۳۲/۴۶۹*	۱۳۸۴/۸۱**	۶/۱۱۲*
فسفر(P)	۳	۵۳۴/۷۱۹**	۲۲/۶۷۶**	۱/۱۳۵**	۱/۶۵۲*	۷/۱۸۴ns	۰/۰۲۰**	۰/۱۰۹ ns	۶/۲۲۳*	۵۳۰/۸۵۹ ns	۹۶/۷۳۵*	۹/۱۱۱**
A×M	۱	۳۱۹/۶۱۰	۰/۰۱۴ ns	۱/۰۹۸**	۰/۰۳۲ ns	۰/۱۱۶**	۰/۰۶۷**	۰/۲۴۷ ns	۱۰/۹۰۱**	۱۰۶۵/۳۳۴**	۱۱۷۴/۳۳۹**	./۷۳۰*
A×P	۳	۲۹/۰۶۶ ns	۱/۲۱۶ ns	۰/۰۵۴ ns	۸/۴۷۹**	۰/۰۳۰ ns	۰/۰۳۴ ns	۰/۴۱۷**	۹/۳۳۳ ns	۱۵۶/۹۹۸ ns	۱۱۹/۸۷۸ ns	۲/۴۲۹ ns
M ×P	۳	۶۵/۱۲۳ ns	۷/۰۲۰**	۰/۶۳۶**	۴/۹۴۶ ns	۰/۷۱۳**	۰/۰۰۹*	۱/۶۷۲**	۱/۲۵۰*	۸۲۰/۶۸۹**	۷۴/۸۷۸*	۵/۲۲۶*
A × M × P	۳	۲۹/۷۵۸ ns	۱/۲۱۱ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۲۲۱ ns	۰/۸۱۴ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۲۰۱ ns	۰/۶۴۶ ns	۳۸۸/۱۰۵ ns	۵۱/۹۱۲ ns	./۹۱۲ ns
خطای آزمایش E	۳۰	۵۱/۳۲۵	۰/۶۵۱	۰/۰۵۹	۰/۴۸۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۳	۰/۰۶۲	۰/۲۷۸	۴۴/۰۹۵	۳۲/۶۱۳	./۹۴۹
C.V	-	۳/۸۰	۴/۶۰	۶/۴۳	۱۱/۲۰	۲/۷۵	۲۶/۰۶	۶/۳۲	۱۷/۳۴	۵/۳۶	۱۵/۲۶	۷/۴۵

*، ** و n.s. به ترتيب معني دار در سطح ۱%، ۵% و غير معني دار



	M0	M1	P0	P1	P2	P3	A0 M0	A0 M1	A1 M0	A1 M1	M0P0	M0P1	M0P2	M0P3	M1P0	M1P1	M1P2	M1P3
Means	2.55	3.75	2.37	2.96	3.87	3.87	2.4	3.37	3.39	4.15	1.93	2.6	3.34	2.85	2.84	3.35	3.6	3.12

نمودار ۱- مقايسه ميانگين اثرات اصلي و متقابل کاربرد و عدم کاربرد تيمارهاي ازتوباکتر، قارچ ميکوريزي و فسفر بر روي ميزان جذب فسفر



	A0	A1	M0	M1	A0 M0	A0 M1	A1 M0	A1 M1	M0P0	M0P1	M0P2	M0P3	M1P0	M1P1	M1P2	M1P3
Means	114.45	133.4	117.9	129.7	113.1	115.8	122.7	144.3	109.5	108.2	121.8	132	118.9	130.9	143.8	121.8

نمودار ۲- مقايسه ميانگين اثرات اصلي و متقابل کاربرد و عدم کاربرد تيمارهاي ازتوباکتر، قارچ ميکوريزي و فسفر بر روي ميزان جذب نيتروژن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ - مقايسه ميانگين اثرات اصلي و متقابل تيمار هاي آزمايشي براي صفات ارتفاع گياه، طول بلال، قطر بلال، عملكرد ماده خشك، كلنيزاسيون ريشه و غلظت عناصرمعدني نيتروژن، فسفر، پتاسيم و كلسيم در اندام هاي هوايي ذرت علوفه اي

تيمار	ارتفاع گياه	طول بلال	قطر بلال	فسفر	پتاسيم	كلسيم	نيتروژن	كلنيزاسيون	عملكرد ماده خشك
	سانتيمتر			گرم در كيلو گرم مادۀ خشك گياه				(درصد)	(تن در هكتار)
A_0	۱۸۳/۲۳۵ b	۱۹/۱۴۱ b	۳/۴۱ b	۰/۱۸۱ a	۶/۳۳۴ a	۳/۸۹۵ b	۸/۳۱۲ b	۳۷/۲۶۹ a	۱۳/۷۸۳ b
A_1	۱۹۳/۵۵۸ a	۲۰/۶۱۷ a	۳/۹۹ a	۰/۱۸۵ a	۶/۰۶۴ a	۴/۰۵۹ a	۸/۹۵۷ a	۳۷/۵۶۹ a	۱۴/۸۹۴ a
M_0	۱۸۵/۹۶۰ b	۱۹/۳۱ b	۳/۷۴ a	۰/۱۷۹ b	۶/۷۶۰ a	۳/۹۱۳ a	۸/۴۳۹ b	۳۲/۰۶۱ b	۱۳/۹۸۲ b
M_1	۱۹۰/۸۳۳ a	۲۰/۴۳۹ a	۳/۸۵ a	۰/۲۵۳ a	۵/۶۳۸ b	۴/۰۴۱ a	۸/۸۳۰ a	۴۲/۸۰۴ a	۱۴/۶۹۵ a
A_0M_0	۱۸۳/۳۷۹ b	۱۸/۵۹۸ c	۳/۴۳۳ c	۰/۱۷۷ c	۶/۸۶۹ a	۳/۹۰۲ b	۸/۵۰۳ b	۲۶/۹۵۲ c	۱۳/۳۰۲ c
A_0M_1	۱۸۳/۰۹۱ b	۱۹/۶۸۳ b	۳/۸۰۴ b	۰/۲۳۴ b	۵/۷۹۹ b	۳/۸۸۷ b	۸/۱۲۰ c	۳۸/۰۲۱ b	۱۴/۲۶۳ b
A_1M_0	۱۸۸/۵۴۲ b	۲۰/۰۴۰ b	۴/۰۵۶ a	۰/۲۲۷ b	۶/۶۵۱ a	۳/۹۲۳ b	۸/۳۷۵ b c	۳۷/۱۷۱ b	۱۴/۶۶۱ ab
A_1M_1	۱۹۸/۵۷۵ a	۲۱/۱۹۴ a	۳/۸۲۲ b	۰/۲۶۸ a	۵/۴۷۸ b	۴/۱۹۵ a	۹/۵۳۹ a	۴۷/۵۸۷ a	۱۵/۱۲۸ a
P_0	۱۷۹/۹۹۱ c	۱۸/۱۳۵ c	۳/۳۸۳ c	۰/۱۸۳ c	۶/۶۱۹ a	۳/۶۶۲ b	۸/۷۱۹ a	۴۰/۱۰۰ a	۱۲/۹۶۵ c
P_1	۱۸۶/۲۳۸ b	۱۹/۴۶۲ b	۳/۷۴۹ b	۰/۲۱۲ b	۵/۸۶۷ b	۳/۹۶۲ a b	۸/۵۹۷ a	۳۷/۹۲۷ a b	۱۳/۹۸۵ b
P_2	۱۹۴/۸۰۸ a	۲۱/۲۰۳ a	۴/۱۲۶ a	۰/۲۷۰ a	۵/۹۰۸ b	۳/۹۶۵ a b	۸/۷۰۹ a	۳۸/۲۸۳ a b	۱۴/۳۵۴ b
P_3	۱۹۲/۵۵۰ a	۲۰/۷۱۷ a	۳/۸۵۷ b	۰/۲۴۶ a	۵/۴۰۳ c	۴/۱۰۶ a	۸/۵۱۳ a	۳۳/۴۲۰ b	۱۵/۷۵۲ a
A_0P_0	۱۷۲/۸۸۲ c	۱۷/۷۵۰ e	۳/۱۵۷ d	۰/۱۶۲ c	۷/۲۴۰ a b	۳/۶۶۸ c	۸/۳۶۲ b	۴۲/۸۰۷ a	۱۲/۳۳۹ d
A_0P_1	۱۸۲/۴۵۸ b	۱۸/۸۷۵ cd	۳/۵۴۳ c	۰/۱۹۷ bc	۶/۵۷۷ b c	۳/۶۹۷ c	۸/۳۴۷ b	۳۸/۷۰۷ a b	۱۳/۳۸۰ cd
A_0P_2	۱۹۰/۷۶۷ ab	۲۰/۳۲۵ b	۴/۰۴۲ a	۰/۲۱۴ ab	۶/۲۱۷ c d	۴/۰۷۷ a b	۸/۳۸۰ b	۳۳/۶۰۸ b	۱۴/۲۹۹ abc
A_0P_3	۱۸۶/۸۳۳ b	۱۹/۶۱۰ bc	۳/۷۳۲ bc	۰/۱۷۲ bc	۵/۳۰۳ e	۴/۱۱۸ a b	۸/۱۵۸ b	۳۳/۹۵۵ b	۱۵/۱۱۳ ab
A_1P_0	۱۸۷/۱۰۰ b	۱۸/۵۲۰ de	۳/۶۱۰ c	۰/۲۰۳ ab	۵/۱۵۷ e	۴/۲۳۵ a	۹/۰۷۷ a	۳۷/۳۹۳ a b	۱۳/۸۶۸ bc
A_1P_1	۱۹۰/۰۱۷ ab	۲۰/۰۴۵ b	۳/۹۵۵ ab	۰/۲۲۸ a	۵/۹۹۸ c d e	۴/۰۵۵ a b	۸/۸۴۷ a	۳۷/۱۴۷ a b	۱۵/۳۶۵ a
A_1P_2	۱۹۸/۸۵۰ a	۲۲/۰۸۰ a	۴/۲۱۰ a	۰/۲۳۷ a	۵/۶۰۰ d e	۴/۱۳۳ a b	۹/۰۳۸ a	۴۲/۹۵۸ a	۱۵/۳۳۹ a
A_1P_3	۱۹۸/۲۶۷ a	۲۱/۸۲۲۳ a	۳/۹۸۲ ab	۰/۲۰۰ ab	۷/۵۰۲ a	۳/۸۱۵ b c	۸/۸۶۷ a	۳۲/۸۸۵ b	۱۵/۰۰۶ ab
M_0P_0	۱۷۹/۰۶۵ e	۱۷/۴۰۳ e	۳/۳۴۰ c	۰/۱۵۵ c	۶/۸۲۲ a b	۳/۴۱۳ e	۸/۷۵۷ a b c	۳۷/۴۸۵ b	۱۲/۵۱۰ d
M_0P_1	۱۸۳/۹۴۲ cde	۱۸/۶۵۲ d	۳/۵۸۸ c	۰/۱۹۴ bc	۷/۳۸۵ a	۳/۷۱۰ b c	۸/۰۷۳ d	۳۵/۵۳۸ bc	۱۳/۴۱۲ cd
M_0P_2	۱۸۹/۰۳۵ bcd	۱۹/۹۶۷ c	۳/۹۰۰ b	۰/۲۳۳ b	۶/۲۴۷ b c	۴/۳۰۵ a b	۸/۴۸۵ c	۳۱/۵۲۳ c	۱۴/۳۶۶ bc
M_0P_3	۱۹۶/۸۰۰ a	۲۱/۲۵۵ b	۴/۱۴۸ ab	۰/۱۸۲ bc	۶/۵۸۷ a b	۴/۲۲۳ a b	۸/۴۴۲ c	۲۸/۶۹۸ c d	۱۵/۶۳۹ a
M_1P_0	۱۸۰/۹۱۷ de	۱۸/۸۶۷ d	۳/۴۲۷ c	۰/۲۱۰ b	۶/۴۱۷ b c	۴/۵۱۰ a	۸/۶۸۲ b c	۴۷/۷۱۵ a	۱۳/۶۹۶ cd
M_1P_1	۱۸۸/۵۳۳ bcd	۲۰/۲۷۲ c	۳/۹۱۰ b	۰/۲۲۷ b	۴/۳۴۸ d	۴/۰۴۲ b c	۸/۹۳۳ a b	۴۵/۳۱۵ a	۱۴/۶۵۸ b
M_1P_2	۲۰۰/۵۸۲ a	۲۲/۴۳۸ a	۴/۳۵۲ a	۰/۲۷۷ a	۵/۵۷۰ c	۳/۹۰۷ c d	۹/۱۲۰ a	۳۸/۰۴۳ b	۱۵/۷۷۴ a
M_1P_3	۱۹۳/۳۰۰ ab	۲۰/۱۷۸ c	۳/۵۶۵ c	۰/۲۲۰ b	۵/۲۱۸ cd	۳/۷۰۷ d e	۸/۵۸۳ bc	۳۱/۱۴۲ c	۱۴/۲۰۱ bc

میانگين هايي كه حداقل داراي يک حرف لاتين مشترک هستند، فاقد اختلاف معني دار بر اساس آزمون دانكن در سطح احتمال ۵% مي باشند.

A_0 = عدم استفاده از مايه تلقيح باكتري ازتوباكتر
A_1 = استفاده از مايه تلقيح باكتري ازتوباكتر
M_0= عدم استفاده از مايه تلقيح قارچ ميكوريزي
M_1= استفاده از مايه تلقيح قارچ ميكوريزي
P_0= عدم استفاده از فسفر (سوپر فسفات تريپل)
P_1= استفاده ۵۰ كيلوگرم، فسفر(سوپر فسفات تريپل)
P_2= استفاده ۱۰۰ كيلوگرم، فسفر(سوپر فسفات تريپل)
P_3= استفاده ۲۰۰ كيلوگرم، فسفر(سوپر فسفات تريپل)

نتايج حاصل از تجزيه واريانس تيمارهاي آزمايشي، نشان داد كه اثر عامل ازتوباكتر بر غلظت كلسيم ($P <$ ۰/۰۵) و نيتروژن، در اندام‌هاي هوايي، ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال بدون پوشش، عملكرد ماده خشك و ميزان جذب نيتروژن ($P <$ ۰/۰۱) معني‌دار و بر غلظت فسفر، پتاسيم، كلنيزاسيون ريشه و ميزان جذب فسفر معني‌دار نبود ($P >$ ۰/۰۵) (جدول۲). مقايسه ميانگين بين سطوح كاربرد و عدم كاربرد ازتوباكتر (جدول۳) نشان داد كه كاربرد ازتوباكتر باعث افزايش غلظت كلسيم (۲/۷ درصد) و غلظت نيتروژن (۷/۲ درصد) در اندام‌هاي هوايي، ميزان جذب نيتروژن (نمودار ۲) (۱۴/۳۸ درصد)، ارتفاع بوته (۵/۳۳ درصد)، طول بلال بدون پوشش (۷/۲ درصد)، قطر بلال بدون پوشش (۱۴/۵ درصد) و عملكرد ماده خشك (۷/۵ درصد) شد. در اين بررسي ازتوباكتر كارايي بيشتري در انتقال نيتروژن و كلسيم به گياه در مقايسه با ساير عناصر از خود نشان داد.

Kumar et al. (۲۰۰۱) و Behl et al. (۲۰۰۶) گزارش نمودند كه كاربرد ازتوباكتر عملكرد دانه، تعداد پنجه، عملكرد ماده خشك، جذب نيتروژن، فسفر و پتاسيم را در گندم به طور معني‌دار افزايش داد. Zaidi and Khan (۲۰۰۷) گزارش نمودند كه كاربرد انفرادي ازتوباكتر سبب افزايش غلظت نيتروژن (به ميزان ۳۵%) در اندام‌هاي هوايي گندم نسبت به شاهد شد.

Verma et al. (۲۰۰۴) و Behl et al. (۲۰۰۶) اظهار داشتند كه ازتوباكتر از طريق توليد فاكتورهاي مؤثر در رشد باعث افزايش رشد، درصد جوانه زني و توسعه تارهاي كشنده ريشه در گندم شد، از اين رو ازتوباكتر نه تنها در تثبيت نيتروژن سهيم شد بلكه با توليد تنظيم كننده‌هاي رشد مانند جيبرلين،

Archive of SID

www.SID.ir

اكسين و سيتوكينين تأثيرات سودمندي را بر رشد گندم اعمال نمود.

كاربرد قارچ ميكوريزي بر روي ميزان جذب فسفر و نيتروژن، عملكرد ماده خشک، غلظت عناصر فسفر($P <$ ۰/۰۵)، پتاسيم و نيتروژن ($P <$ ۰/۰۱) در اندام‌هاي هوايي، كلنيزاسيون ريشه، ارتفاع بوته، طول بلال بدون پوشش ($P <$ ۰/۰۱)، تأثير معني‌داري داشت (جدول۲). مقايسه ميانگين تيمارها (جدول۳، نمودار ۱ و۲) نشان داد، كه كاربرد قارچ ميكوريزي (گلوموس اينترارادیسز) در شرايط اين آزمايش كارايي معني‌داري از خود براي انتقال عناصر فسفر و نيتروژن به گياه داشت، اما براي انتقال عنصر پتاسيم، كارايي كمتري را نشان داد. قارچ ميكوريزي از طريق كلوني نمودن ريشه‌هاي گياه، توسعه سيستم ريشه‌اي و انتشار ميسليوم‌هاي خود در خاك، يك سيستم جذب مضاعف را تشكيل مي‌دهد و بهره‌گيري از حجم بيشتري از خاك كه ريشه‌هاي تغذيه كننده به آن دسترسي ندارند را ممكن مي‌سازد (Salehrastin, 2001). قارچ‌هاي ميكوريزي، فسفات موجود در محلول‌هاي خاک را توسط ناقل‌هاي فسفات موجود در ميسيليوم‌هاي خارج از ريشه، جذب و توسط جريان پروتوپلاسمي سلول‌هاي ميسيليوم، به ميسيليوم‌هاي نفوذ كرده به داخل ريشه انتقال مي‌دهند. پلي‌فسفات‌ها درون ريشه هيدروليز شده و به صورت فسفات از اندام‌هاي قارچي درون ريشه، به خصوص آربوسكول‌ها، به داخل ريشه‌ها رها مي‌گردد. به همين دليل در گياهان تلقيح شده با قارچ ميكوريزي، مقدار فسفر بيشتري ديده مي‌شود كه بيشتر آن در ريشه وجود دارد (Solaiman, 2001).

Khan and Zaidi (۲۰۰۷) اظهار داشتند در خاك‌هايي كه فقر فسفر وجود داشت كاربرد قارچ‌هاي ميكوريزي سبب افزايش مقدار فسفر در اندام‌هاي هوايي گندم و ذرت شد. آنها افزايش جذب آب و عناصر معدني در گياهان آلوده به قارچ ميكوريزي را مربوط به افزايش ريشه‌هاي مويي و همچنين به حضور بيشتر جمعيت فعال ميكروارگانيسم‌ها در ريزوسفر ريشه دانسته‌اند. آلودگي ريشه گياهان توسط قارچ ميكروريزي سبب افزايش جذب ريشه‌ها مي‌شود. هيف‌هاي قارچي خارج از ريشه مي‌تواند چندين سانتي‌متر به داخل خاك نفوذ كرده و مقدار زيادي از مواد غذايي را براي ريشه ميزبان جذب نمايد (Wu et al., 2005).

Gupta et al. (۲۰۰۲) در دو آزمايش جداگانه به ترتيب روي گياهان گوجه فرنگي و نعناع در شرايط مزرعه به اين نتيجه دست يافتند كه گياهان تلقيح شده با قارچ ميكوريزي داراي كلنيزاسيون، عملكرد و جذب عناصر غذايي بالاتري بودند.

بين سطوح مختلف كاربرد فسفر از نظر تأثير بر ميزان جذب فسفر، كلنيزاسيون ريشه، غلظت فسفر ($P <$ ۰/۰۱) و پتاسيم ($P <$ ۰/۰۵) در اندام‌هاي هوايي، ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال بدون پوشش و عملكرد ماده خشک ($P <$ ۰/۰۱) اختلاف معني‌داري وجود داشت (جدول ۲). مقايسه ميانگين تيمارها نشان داد كه با افزايش سطح كاربرد فسفر، ميزان جذب فسفر (نمودار۱) (۳۷/۹ درصد)، غلظت فسفر(۲۵/٦ درصد)، ارتفاع بوته (۷/٦ درصد)، عملكرد ماده خشک (۱۷/۷ درصد)، طول بلال (۱٤/۵ درصد) و قطر بلال بدون پوشش (۱۸ درصد) به طور معني‌دار افزايش و غلظت پتاسيم (۱۸/٤ درصد) و كلنيزاسيون ريشه (۱٦/٦ درصد) كاهش يافت (جدول ۳). محققين مختلف از جمله Marschner and Dell (۱۹۹٤) افزايش نيتروژن در گياه را در واقع يک اثر ثانويه از افزايش جذب فسفر و وزن خشک اندام‌هاي هوايي گياه دانسته‌اند. فسفر يكي از عناصر مغذي ضروري براي گياهان محسوب مي‌گردد، چرا كه وجود اين عنصر در فعل و انفعالات (ساخت و سازها) از طريق شركت در فتوسنتز براي توليد مواد پرورده، لازم و ضروري مي‌باشد (Marshener, 1995; Hagin and Tucker, 1982).

Colomb et al. (۲۰۰۰) اظهار داشتند كه افزايش ميزان مصرف فسفر رشد گياه را تحت تأثير قرار داده و شاخص سطح برگ و فتوسنتز گياه را نيز افزايش مي‌دهد كه در نهايت موجب افزايش عملكرد مي‌گردد. Andrew and Robins (۱۹۷۱) گزارش نمودند كه كاربرد فسفر در برخي گرامينه‌ها، درصد پتاسيم گياه را به طور معني‌داري كاهش داد، اما تاثير معني‌داري بر كلسيم نداشت.

اثرات متقابل كاربرد ازتوباكتر و قارچ ميكوريزي بر درصد كلنيزاسيون ريشه، ميزان جذب فسفر و نيتروژن ($P <$ ۰/۰۱)، غلظت عناصر نيتروژن ($P <$ ۰/۰۵) و فسفر ($P <$ ۰/۰۱) در اندام‌هاي هوايي، ارتفاع بوته ($P<$۰/۰۵)، قطر بلال بدون پوشش ($P <$ ۰/۰۱) و عملكرد ماده خشک ($P<$۰/۰۵) نشان دهنده اختلاف معني‌دار بين سطوح مختلف بود (جدول۲). مقايسه ميانگين تيمارها نشان دادند كه كاربرد توام هر دو تركيب بيولوژيك (قارچ ميكوريزي و ازتوباكتر) سبب افزايش ميزان جذب فسفر (۱۸/۸ درصد) (نمودار۱)، ميزان جذب نيتروژن (۲۱/۹ درصد) (نمودار۲)، كلنيزاسيون ريشه (٤۳/۳ درصد)، عملكرد ماده خشک (۱۲درصد)، ارتفاع بوته (۷/۲ درصد)، قطر بلال (۱۸ درصد)، غلظت فسفر (٤۸/۸ درصد) و غلظت نيتروژن (۱۰/۸ درصد) دراندام‌هاي هوايي گياه شد (جدول۳). Khan and Zaidi (۲۰۰۷) اظهار داشتند كه كاربرد همزمان مايه تلقيح

Archive of SID

www.SID.ir

ازتوباکتر و قارچ میکوریزي گلوموس فاسیکولاتوم (*Glomus fasciulatum*) سبب افزایش جمعیت فعال باکتري ازتوباکتر در ریزوسفر ریشه و همچنین سبب افزایش رشد گیاه، عملکرد دانه، آلودگي ریشه، میزان ماده خشك، میزان پروتئین دانه، جذب نیتروژن و فسفر در گندم شد. Reddy et al. (۲۰۰۳) اظهار داشتند که کاربرد قارچ میکوریزي به تنهایي و یا همراه با ازتوباکتر ، میزان نیتروژن، فسفر، پتاس و کلروفیل را در گونه‌هاي توت به نحو معني‌دار افزایش دادند. آنها دلیل آن را افزایش سطح جذب ریشه‌ها، از طریق نفوذ میسیلیوم‌هاي قارچ به لایه‌هاي زیرین خاک دانسته‌اند.

اثر متقابل ازتوباکتر و فسفر از نظر تأثیر بر غلظت پتاسیم و کلسیم نشان دهنده اختلاف معني‌دار بین سطوح مورد بررسي بود ($P < ۰/۰۱$) ولي تأثیر معني‌داري بر میزان جذب فسفر و نیتروژن (داده‌ها ارائه نشده‌اند)، کلنیزاسیون ریشه، ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال بدون پوشش، عملکرد ماده خشک، غلظت فسفر و نیتروژن نداشت ($P > ۰/۰۵$) (جدول۲). مقایسه میانگین تیمارهاي (جدول ۳) کاربرد ازتوباکتر در سطوح مختلف فسفر بر غلظت پتاسیم و کلسیم دراندام‌هاي هوایي به ترتیب یك روند افزایشي و کاهشي را نشان داد به طوري که بیشترین میزان غلظت پتاسیم وکمترین میزان غلظت کلسیم مربوط به کاربرد ازتوباکتر به همراه سطح چهارم کاربرد فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. Narula et al. (۲۰۰۷) گزارش نمودند که با کاربرد ازتوباکتر به همراه کود فسفر بدون کاربرد نیتروژن در گندم سبب افزایش وزن خشك و غلظت فسفر در اندام‌هاي هوایي گردید. همچنین بیشترین درصد نیتروژن نیز با کاربرد همزمان نیتروژن و فسفر به همراه ازتوباکتر تعیین شد.

اثر متقابل قارچ میکوریزي و فسفر از نظر تأثیر بر میزان جذب فسفر و نیتروژن، کلنیزاسیون ریشه، غلظت نیتروژن و کلسیم، طول بلال و قطر بلال بدون پوشش ($P < ۰/۰۱$)، غلظت فسفر و عملکرد ماده خشک ($P < ۰/۰۵$)، اختلاف معني داري را نشان داد، در حالي که تاثیر معني‌داري بر غلظت پتاسیم و ارتفاع بوته نداشت ($P > ۰/۰۵$) (جدول۲). بررسي مقایسه میانگین‌هاي کاربرد قارچ میکوریزي به همراه کاربرد سطوح مختلف فسفر نشان داد، زماني که قارچ میکوریزي به همراه سطح سوم فسفر (۱۰۰کیلوگرم در هکتار) استفاده شد بیشترین تاثیر را بر میزان جذب فسفر و نیتروژن، غلظت عناصر نیتروژن و فسفر، طول بلال، قطر بلال و عملکرد ماده خشك داشت به طوري که میزان جذب فسفر با ۳/۶۰ کیلوگرم در هکتار (نمودار۱)، میزان جذب نیتروژن با ۱۴۴ کیلوگرم در هکتار (نمودار۲)، غلظت نیتروژن با ۹/۱۲۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک، غلظت فسفر با ۰/۲۷۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک، طول بلال با۲۲/۴۲ سانتي متر، قطر بلال با ۴/۳۵ سانتي متر و عملکرد ماده خشك با ۱۵/۷۷ تن درهکتار نسبت به شاهد در گروه اول قرار گرفت (جدول۳). هر چند کاربرد میکوریزا به همراه کاربرد سطوح مختلف فسفر تاثیر معني‌داري بر ارتفاع گیاه نداشت و کلنیزاسیون ریشه یک روند کاهشي داشت. اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد میکوریزا به همراه کاربرد سطح سوم کود فسفر بیشترین تاثیر را بر ارتفاع بوته داشته و در گروه برتر قرار گرفت (جدول۳). Fares (۱۹۹۷) طي مطالعه خود گزارش نمود که تلقیح گندم با سه نوع کود بیولوژیک ازتوباکتر، ریزوبیوم و قارچ میکوریزي به همراه کاربرد کود فسفر (سوپر فسفات تریپل) موجب بیشترین عملکرد بیولوژیکي و دانه شد. Ryan et al. (۱۹۹۶) اظهارداشتند، زماني که فراهمي فسفات قابل دسترس خاك، براي گیاه بیش از حد مورد نیاز باشد، اندوفیت قارچي غیر ضروري مي‌گردد. بنابراین قارچ مي‌تواند صرفاً يك پارازیت (انگل) باشد که با تخلیه کربن آلي گیاهان موجب کاهش عملکرد مي‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمده دراین بررسي افزایش فسفر خاك باعث کاهش فعالیت میکوریزا شد، لذا فعالیت میکوریزا مستقل از فسفر خاك نیست. اثر متقابل سه گانه ازتوباکتر، قارچ میکوریزي و فسفر از نظر تأثیر بر صفات مورد بررسي اختلاف معني‌داري را نشان ندادند (داده‌ها ارائه نشده‌اند).

نتیجه گیري

نتایج این بررسي نشان داد که کاربرد قارچ میکوریزي و ازتوباکتر به تنهایي و یا همراه با هم موجب افزایش میزان جذب فسفر و نیتروژن، کلنیزاسیون ریشه، ارتفاع بوته، طول و قطر بلال بدون پوشش و عملکرد گیاه و نیز افزایش غلظت فسفر، نیتروژن، کلسیم و عملکرد ماده خشك و کاهش غلظت پتاسیم گرددید. اگر چه افزایش کاربرد فسفر به تنهایي موجب افزایش میزان جذب فسفر، برخي صفات مورفولوژیکي، عملکرد گیاه، غلظت فسفر و عملکرد ماده خشك وکاهش کلنیزاسیون ریشه شد، اما تأثیر معني‌داري بر میزان جذب نیتروژن، غلظت نیتروژن و کلسیم نداشت. کاربرد قارچ میکوریزي به همرا کاربرد سطح سوم فسفر (۱۰۰ کیلو گرم در هکتار) بیشترین تأثیر را بر میزان جذب فسفر و نیتروژن، صفات مورفولوژیکي ذکرشده و غلظت عناصر معدني به غیر از پتاسیم و کلسیم داشت. در شرایط این آزمایش بهترین تیمار، استفاده از مایه تلقیح‌هاي قارچ میکوریزي و ازتوباکتر به تنهایي ویا همراه با هم و همچنین مایه تلقیح قارچ میکوریزي به همراه ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار بود. بنابراین، تلفیق مناسب کودهاي شیمیایي و کودهاي بیولوژیک ضمن کاهش مصرف کودهاي شیمیایي

Archive of SID

www.SID.ir

فسفره، باعث كاهش آلودگي محيط زيست مي‌گردد و در نهايت مي‌توان به عملكرد مورد انتظار نيز دست پيدا كرد.

سپاسگزاري

به اين وسيله از همكاري صميمانه بخش بيولوژي خاک مؤسسه تحقيقات خاک و آب كشور، براي در اختيار گذاشتن مايه تلقيح‌هاي قارچ ميكوريزي و ازتوباكتر و دانشگاه آزاد اسلامي واحد اراك (دانشكده كشاورزي و منابع طبيعي ومعاونت محترم پژوهشي دانشگاه) و ساير مسئولين و همكاران و همچنين رياست وقت و مسئولين مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي استان مركزي در تهيه ملزومات اين تحقيق و راهنمايي‌هاي صحيح سپاسگزاري مي‌نماييم.

REFERENCES

Andrew, C. S. and Robins, M. F.(1971). The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 22(2), 693–706.

Anonymus. (1990). AOAC. *Official Method of Analysis*. Fifteenth edition. Asso ciation of official analytical chemists.

Behl, R. K., Narula, N., Vasudeva, M., Sato, A., Shinano, T and Osaki, M (2006). Harnessing wheat genotype x *Azotobacter* strain interactions for sustainable wheat production in semi arid tropics. *Tropics*,15(1), 123-133

Colomb. B., Kinivy, R and Debaeke, P. H. (2000). Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field grown maize. *Agronomy Journal*, 92 (1), 428 – 435.

Davies, F. T., Calderon, C. M and Human, Z. (2005). Influence of Arbuscular mycorrhizae indigenous to Peru and a flavonoid on growth, yield, and leaf elemental concentration of yungay potatoes. *Horticulturoe Scienes*, 40(2), 381-385.

Fares, C. N. (1997). Growth and yield of wheat plants as affected by biofertilization with associative, symbiotic N2-fixers and endomycorrhizae in the presence of different P-fertilizers. *Annals of Agricultural Science Cairo*, 42(1), 51–60.

Georg, E., Marschner, H. and Jakobsen, I. (1995). Role of Arbuscular mycorrhizal fungi in uptakee of phosphorus and nitrogen from soil., *Critical Review in Biotechnology*, 15(3), 257-270.

Gholami, A. (1998). *Study of the efficiency of mycorrhizal fungi symbiosis in stability of maize nutrients*. Ph. D dissertation in field of agronomy Tarbit Modares University. Tehran – Iran. (In Farsi)

Gupta, M. L., Prasad, A., Ram, M and Kumar, S. (2002). Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology*, 81(2), 77-79

Hagin, J and Tucker, B. (1982). *Fertilization of dryland and irrigated soils*, Springer–Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. PP. 188.

Khan, M. S and Zaidi, A. (2007). Synergistic effects of the inoculation with plant growth promoting rhizobacteria and an Arbuscular mycorrhizal fungus on the performance of wheat. *Agricalture and Forestry*, 31(6), 355-362.

Kumar, V., Behl, R. K and, Narula, N. b. (2001). Effect of phosphate solubilizing strains of Azotobacter chroococcum on yield traits and their survival in the rhizosphere of wheat genotypes under field conditions. *Agronomica Hungarica*, 49(2) 141 − 149.

Marschner, H and Dell, B. (1994) . Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plent and Soil*, 159(1), 89 – 102.

Marshener, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plant* (2nd edn). Acadmic press, London, pp. 534.

Miller, M., T. Mcgoingle and. H. Addly. (1994). An economic approach to evaluate the role of mycorrhizas in managed ecosystems. *Plant and soil*. 159(1), 27-35.

Mukerji, K. G and Chamola, B. P. (2003). *Compendium of mycorrhizal research*. A. P. H. Publisher. New Delhi, pp. 310.

Narula, N., Remus, R., Deubel, A., Granse, A., Dudeja, S. S., Behl, R. K and Merbach, W. (2007). Comparison of the effectiveness of wheat roots colonization by *Azotobacter chroococcum* and Pantoea agglomerans using serological techniques. *Plant Soil Environment*, 53(4), 167–176

Norris, J., Read, D and Varma, A (eds). (1992). *Techniques for the study of mycorrhiza*. Academic Press, New York.

Ponmurugan, P and C. Gopi. 2006. In Vitro production of growth regulators and phosphatase activity by phosphate solubilizing bacteria. African. *Journal Biotechnology*, 5(4), 340-350.

Reddy, P. S., Rao, T. V. S. S., Venkataramana, P and Suryanarayana, N. (2003). Response of mulberry varieties to Vesicular arbusclar mycorrhizal and Azotobacter biofertilizers inoculation. *Indian Journal of Plant Physiology*, 8(2), 171–174.

Rejali, F., Alizadeh, A., Salehrastin, N., Malakouti, M. J., Khavazi, K and Asgharzadeh, A. (2006). In vitro preparation and reproductionof inoculant of *Glomus intraradices*. *Iranian Journal of Soil and Water Sciences*, 20(2), 273-283. (In Farsi)

Ryan, M. H and Ash, J. E. (1996). Colonization of wheat in southern New south Walse by vesicular arbuscular mycorrhizal fungis significantly reduced by drought. *Australian Journal of Experimental Agricultar*, 6(5), 563 – 569

Salehrastin, N. (2001). Biological fertilizers and its role in order to achieve sustainable agriculture. In K. Khavazi and M. J. Malakouti (Eds),In Necessity for the production of biofertilizers in Iran. (PP. 1-

Archive of SID
www.SID.ir

40). Iran Soil and water research institute. (In Farsi)

Solaiman, M. Z. (2001). Phosphate efflux form In Vitro radical hyphae of *Gigaspora margarita* In Vitro and its implication for phosphorus translocation. *New Phytologist*, 151(2), 525 – 533.

Verma, A., Kukereja, K., Suneja, S and Narula, N. (2004). Comparative performance of phytohormone producer/non producer strains of *Azotobacter chroococcum* of wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agricultural Research*, 38(3), 190−195

Wani, P. A., Khan, M. S and Zaidi, A. (2007). Synergistic effects of the inoculation with nitrogen fixing and phosphate-solubilizing rhizobacteria on the performance of field grown chickpea. *Journal Plant Nutrition. Soil Science*, 170(2), 283-287.

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C and Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and Arbusclar mycorrhizal fungi on maize growth: a greenhouse trial . *Soil Science*, 125(1/2), 155–166.

Archive of SID

www.SID.ir