بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژنه با استفاده از کود زیستی نیتروکسین در تولید گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.)

جواد حمزه‌ئی[*1] و سعید نجاری[2]

تاریخ دریافت: 91/6/19 تاریخ پذیرش: 92/2/14

1- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

2- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

*نویسنده مسئول j.hamzei@basu.ac.ir

چکیده

انیسون از گیاهان دارویی بسیار مهم و معطر است که به واسطه داشتن اسانس فراوان در دانه مورد توجه است. مصرف کودهای بیولوژیک در یک نظام کشاورزی پایدار، موجب پایداری عملکرد در تولید گیاهان دارویی می‌شود. از این رو، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا شد. تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح بذر) و سطوح کود شیمیایی نیتروژن در چهار سطح (صفر، 50، 75 و 100 درصد توصیه شده بر اساس آزمون خاک) تیمارهای آزمایشی بودند. با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا 100 درصد توصیه شده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، تلقیح با کود زیستی نیتروژنه تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه را به ترتیب 16، 15/5 و 11 درصد افزایش داد. در بررسی میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه مشخص گردید که تیمار تلقیح با کود زیستی و مصرف 50 درصد از کود شیمیایی نیتروژنه، بیشترین عملکرد دانه (83/31 گرم در متر مربع) را تولید کرد. به عبارت دیگر، تیمار مذکور ضمن تولید محصول رضایت بخش، به طور قابل توجهی مصرف کود نیتروژن را نیز کاهش داد که این امر می تواند گامی به سوی تولید سالم و کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: انیسون، نیتروکسین، نیتروژن، عملکرد دانه، اجزای عملکرد.

Evaluation of the Possibility of Reducing Nitrogen Fertilizer Application Using Nitroxin Biofertilizer in the Production of Anise (*Pimpinella anisum* L.) Medicinal Plant

J Hamzei[1*] and S Najari[2]

Received: September 6, 2012 Accepted:May 4, 2013
[1]Assist Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2]MSc Students, Dept of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
*Corresponding author: E-mail: j.hamzei@yahoo.com

Abstract

Anise is one of the most important medicinal and aromatic plants due to its essential oils especially in its seeds. Application of biofertilizers in a sustainable agriculture system improves sustainability of yield especially in medicinal plants production. Hence, a factorial experiment based on randomized complete block design (RCBD) with three replications at the Research Farm of Bu-Ali Sina University in Hamedan was done. Experimental treatments were seed inoculation with Nitroxin biofertilizer at two levels (seed inoculation and non inoculation) and nitrogen (N) chemical fertilizer at four levels (0, 50, 75 and 100% of recommended N based on soil analysis). With increasing N consumption from 0 to 100% of the recommended, significantly increased plant height, number of branches per plant, number of umbellate per umbel, number of seed per umbel, 1000- seed weight, biological yield and seed yield. Also, in comparison with non inoculation treatment, inoculation treatment increased number of branches per plant, number of umbellate per umbel and 1000- seed weight up to 16, 15.5 and 11 percent, respectively. Mean comparisons for interaction of N fertilizer × biofertilizer indicated that the treatment of seed inoculation with consumption of 50% recommended N, produced the highest seed yield. On the other hand, this treatment in addition to produce satisfactory yield, considerably decreased nitrogen fertilizer consumption which could be a step toward healthy production and sustainable agriculture.

Key words: Anise, Nitroxin, Nitrogen, Seed yield, Yield components

مقدمه

سیستم‌های کشاورزی پایدار، سیستم‌هایی هستند که برای حصول تولید در دراز مدت و سازگاری محیطی بر نهاده های کم انرژی و مقادیر کمی مواد شیمیایی متکی هستند (کوچکی و همکاران 1387). یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. گرچه استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. هر چند کاربرد این

کودها در چند دهه اخیر کاهش یافته ولی امروزه استفاده از آنها مجددا مطرح شده است (آستارایی و کوچکی 1375) و سعی بر آن است تا از پتانسیل میکروارگانیسم‌های خاک و مواد آلی به منظور حداکثر تولید در ضمن توجه به کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست استفاده گردد (معلم و عشقی زاده 1386). کودهای زیستی جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی با هدف افزایش باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند (وو و همکاران 2005). مجموعه‌ای از باکتری‌های موجود در کودهای زیستی نیتروژنه علاوه بر تثبیت نیتروژن، توانایی حل کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، انواع آنتی بیوتیک-ها و ترکیباتی مانند سیدروفورها و گازهای فرار را دارند که موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه، مقاومت به عوامل بیماری زا و حمله به نماتدها می‌شوند (سپاپین و دوبیلیر 2008، نارولا و همکاران 2000 و محمدیان 1382). باکتری‌های زیستی نیتروژنه، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه بیماری های گیاهی بوده و باعث تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه و بهبود رشد گیاه می شوند (چن 2006). بر اساس گزارش‌های صورت گرفته، 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 (بشان و همکاران 2004). همچنین، تلقیح با باکتری‌های زیستی نیتروژنه موجب بهبود جوانه زنی و گلدهی شده است و وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم را افزایش داده است (دوبلر و همکاران 2001). یساری و همکاران (2008) گزارش کردند کاربرد تلفیقی کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا را در مقایسه با تیمار شاهد (گیاهان تیمار شده با نیتروکسین و عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژنه) افزایش می‌دهد. از این‌رو، به نظر می رسد که کارایی کودهای زیستی در حضور کود شیمیایی افزایش می‌یابد.

انیسون (*Pimpinella anisum* L.) گیاه دارویی معطر و با ارزش از خانواده چتریان بوده که به‌واسطه داشتن اسانس در دانه، مورد توجه صنایع داروسازی، بهداشتی و غذایی است. از دانه‌های انیسون به عنوان ضد نفخ، اشتهاآور، ضدسرفه، افزاینده شیر مادران و خلط آور استفاده می‌شود (جهان آرا و حائری‌زاده 1380). پراکندگی جغرافیایی انیسون در ایران در مناطق غربی چون کردستان و آذربایجان گزارش شده است (شاره 1378). در زراعت گیاهان دارویی تلقیح شده با کودهای زیستی، اثرات مثبتی بر عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی مشاهده شده و بر اهمیت استفاده از این کودها در سیستم ارگانیک و مدیریت پایدار خاک تاکید شده است. به عبارت دیگر، یکی از ارکان اساسی در تولید گیاهان داوریی به روش ارگانیک استفاده از کودهای زیستی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است. در واقع نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش گونه های ارزشمند گیاهان دارویی، افزایش تولید آنها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی می‌باشد (شارما 2002). باکتریهای محرک رشد معمولاً با بهبود شرایط تغذیه‌ای و همچنین تولید ترکیبات محرک رشد گیاه موجب بهبود و تسریع در مراحل مختلف رشدی گیاهان دارویی می شو د (ناگاناندا وهمکاران 2010). بررسی ها نشان می‌دهد که مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی موجب بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه هان دارویی می گردد . در تحقیقی روی گیاه دارویی مرزنجوش مشاهده گردید که کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم می‌توانند جایگزین کود شیمیایی نیتروژنه در زراعت این گیاه شوند و ضمن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از مصرف کود شیمیایی، از وارد شدن آسیب به محیط زیست نیز جلوگیری کنند (فاطما و همکاران 2006). محفوظ و شرف الدین (2007) نیز

بعد از تحقیق روی گیاه دارویی رازیانه اظهار داشتند که استفاده از کودهای زیستی نیتروژنه به همراه 50 درصد کود شیمیایی، عملکرد بهتری نسبت به استفاده یکنواخت کودهای معدنی داشته است. بنابراین، این تحقیق در راستای مسیر توسعه و ترویج سیستم کشاورزی پایدار، با هدف بررسی اثر کاربرد تلفیقی کود زیستی نیتروکسین در سطوح مختلف از کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی انیسون و همچنین امکان کاهش در کود شیمیایی مصرفی، انجام گرفت.

مواد روش ها

این آزمایش در سال زراعی 1390 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا شد. به‌طوریکه، تیمارهای تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین در دو سطح تلقیح (BN_1) و عدم تلقیح بذر (BN_0) و سطوح کود شیمیایی نیتروژن در 4 سطح صفر (N_0)،50 (N_{50})، 75 (N_{75}) و 100 (N_{100}) درصد توصیه شده بر اساس آزمون خاک به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. آزمون تست خاک، بافت خاک محل اجرای آزمایش را لوم رسی سیلتی، pH آن را 7/7، میزان هدایت الکتریکی آن را 1/45 میلی موز بر سانتی‌متر، درصد کربن آلی را 0/72، میزان فسفر قابل جذب را 8/2 میلی گرم بر کیلوگرم و میزان پتاسیم قابل جذب را 220 میلی گرم بر کیلوگرم نشان داد. در این تحقیق مقدار 350 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) مطابق با توصیه کودی 100% استفاده شد و به همین ترتیب بر اساس تیمارهای کودی ذکر شده این مقدار کاهش یافت و در کرت‌های مربوطه در دو مرحله کاشت و گلدهی مصرف شد. کود شیمیایی فسفره (سوپر فسفات تریپل) نیز به میزان 100 کیلوگرم در هکتار بر اساس نتایج آزمون خاک به طور یکسان برای کلیه تیمارها در زمان کاشت مصرف گردید.

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک‌زنی، تسطیح زمین و ایجاد ردیف‌های کشت در فروردین ماه سال 1390 انجام گرفت. کاشت به صورت جوی و پشته ای با فاصله بین ردیف 50 سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف 10 سانتی‌متر صورت گرفت (رسام و همکاران 1386). به منظور اعمال تیمار کود زیستی نیتروکسین بذور بر اساس توصیه شرکت سازنده کود (مصرف یک لیتر در هکتار)، هنگام کشت بذر مال شدند. کود زیستی مورد استفاده در این تحقیق، حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت کننده ازت از جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بود که تعداد سلول زنده در هر گرم آن (CFU) 108 سلول زنده از هر یک از جنس‌های باکتری بود. در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم برای گیاه مانند وجین علف های هرز به صورت دستی انجام شد. در پایان آزمایش پس از رسیدگی محصول، با حذف اثر حاشیه از ردیف میانی تعداد 10 بوته به طور تصادفی انتخاب و بر اساس آن‌ها صفات ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در چترک اندازه گیری شدند. سپس با برداشت مساحت 2 متر مربعی از ردیف میانی هر واحد آزمایشی، وزن هزار دانه و عملکردهای بیولوژیک و دانه تعیین گردیدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از برنامه SAS و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کود شیمیایی و زیستی نیتروژنه در سطح احتمال 1 درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال 5 درصد بر ارتفاع بوته انیسون معنی‌دار است (جدول1). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان ارتفاع بوته (92/83 سانتی-

متر) به تیمار $BN_1 \times N_{75}$ و کمترین آن (68/58 سانتی-متر) به تیمار $BN_0 \times N_0$ (تیمار شاهد) تعلق گرفت.

بر اساس نتایج بدست آمده از این ویژگی، تلقیح با کودهای زیستی تا سطح مصرف 75 درصد توصیه شده نیتروژن، ارتفاع بوته را افزایش داد و با افزایش مصرف کود از سطح سوم مصرف کود شیمیایی نیتروژن، ارتفاع بوته کاهش یافت (شکل 1).

جدول1- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر برخی صفات زراعی گیاه دارویی انیسون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در چترک
تکرار	2	9/89^{ns}	6/72^{ns}	10/10^{ns}	0/21^{ns}	311/88^{ns}	15/99^{ns}
کود شیمیایی نیتروژن (N)	3	224/56**	1/92^{ns}	22/76*	4/66**	2184/40**	7/25^{ns}
کود زیستی نیتروژنه (BN)	1	451/01**	0/19^{ns}	74/73**	9/76**	25/89^{ns}	2/47^{ns}
N×BN	3	26/13*	1/71^{ns}	4/30^{ns}	1/27^{ns}	61/49^{ns}	16/31^{ns}
خطای آزمایشی	14	6/41	2/35	5/75	0/43	226/14	10/63
ضریب تغییرات		3/08	13/53	11/37	9/10	8/65	15/96

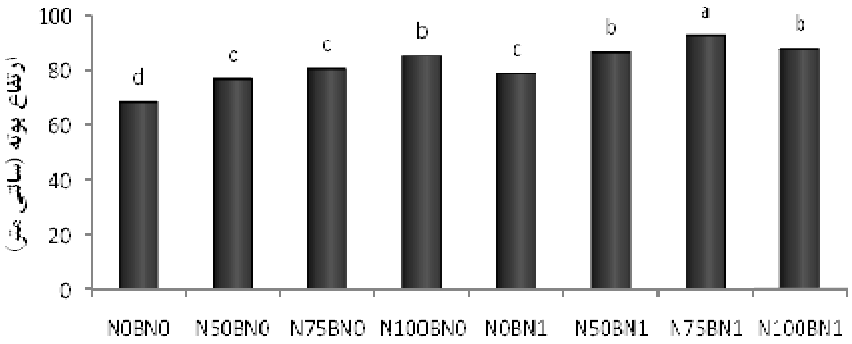
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%

به نظر می‌رسد مصرف 100 درصد کود شیمیایی نیتروژن، اثر منفی بر فعالیت باکتری‌های موجود در کود زیستی گذاشته است. بر اساس نتایج بدست آمده از این ویژگی، تلقیح با کودهای زیستی تا سطح مصرف 75 درصد توصیه شده نیتروژن، ارتفاع بوته را افزایش داد و با افزایش مصرف کود از سطح سوم مصرف کود شیمیایی نیتروژن، ارتفاع بوته کاهش یافت (شکل 1). به نظر می‌رسد مصرف 100 درصد کود شیمیایی نیتروژن، اثر منفی بر فعالیت باکتری‌های موجود در کود زیستی گذاشته است. در مقایسه سطوح کود شیمیایی نیتروژنه از نظر ارتفاع بوته مشخص گردید که با افزایش مصرف کود شیمیایی از 0 تا 100 درصد توصیه شده، ارتفاع بوته افزایش یافت. به طور کلی، تیمارهای تلقیح شده با کود زیستی نیتروژنه در مقایسه با تیمار مشابه بدون تلقیح ارتفاع بوته بیشتری را به خود اختصاص دادند. غلامی و همکاران (2009) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن موجب افزایش ارتفاع بوته ذرت می‌شود. ویژگی‌های رویشی گیاهان مانند ارتفاع بوته شدیدا تحت تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می گیرد و با دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی (مخصوصا نیتروژن)، از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد (اسماعیلی و پادواردهان 2006). از این رو، با استناد به مطالعات صورت گرفته، کودهای زیستی می‌توانند نقش زیادی در افزایش دسترسی به نیتروژن و بنابراین افزایش ارتفاع گیاه داشته باشند.

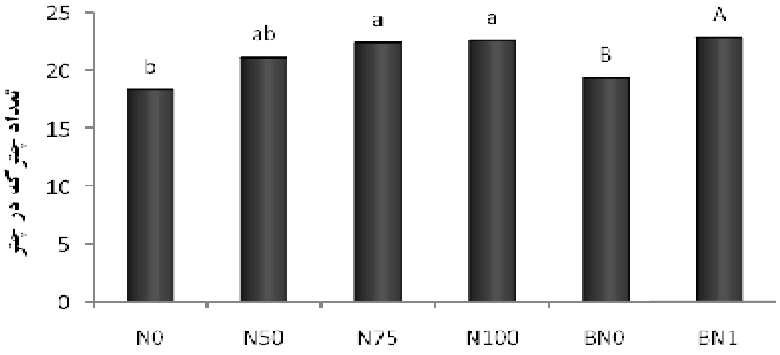
تعداد چترک در چتر

تعداد چترک در چتر به‌طور معنی داری به ترتیب در سطح احتمال 1 و 5 درصد تحت تأثیر تیمارهای تلقیح با کود زیستی نیتروژنه و کود شیمیایی نیتروژن

قرار گرفت. ولی،اثر متقابل کود شیمیایی نیتروژنه در کود زیستی بر این ویژگی معنی دار نشد (جدول 1). مقایسه میانگین سطوح کود شیمیایی نیتروژن نشان داد که با افزایش میزان کود مصرفی، تعداد چترک در چتر افزایش یافت و مصرف 100% کود توصیه شده حداکثر تعداد چترک در چتر را به خود اختصاص داد. ولی، بین تمار N_{100} و N_{75} و همچنین N_{50} از نظر این ویژگی تفاوتی وجود نداشت (شکل 2).



شکل 1- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر ارتفاع بوته انیسون. (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده و BN_0 و BN_1: به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح با نیتروکسین)

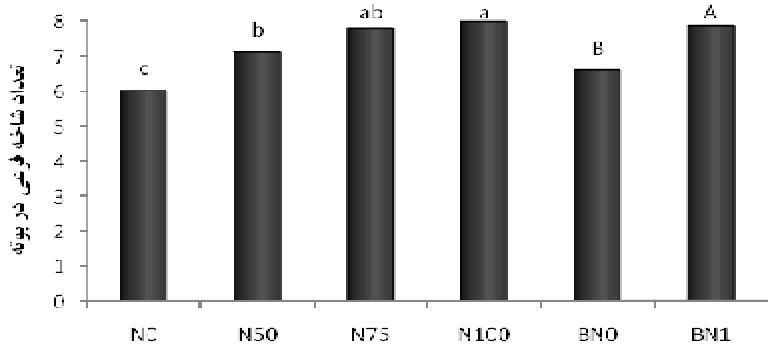


شکل 2- مقایسه میانگین اثر کودهای شیمیایی (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 کود نیتروژنه توصیه شده) و کود زیستی نیتروژنه(BN_0 و BN_1: به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح با نیتروکسین) بر تعداد چترک در چتر انیسون.

گزارشات مختلفی نشان داده که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن، رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد (گرنت و بیلی 1993 و هوکینگ و استاپر 2001). همچنین، تلقیح بذر با کودهای زیستی در مقایسه با عدم تلقیح با آن، تعداد چترک در چتر را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل 2). کارلتی (2002) اظهار داشت که باکتری‌های ازتوباکتر از طریق سنتز هورمون‌های محرک رشد مثل ایندول استیک اسید، جیبرلین‌ها و سیتوکنین‌ها باعث ریشه‌زایی و گسترش ریشه، افزایش رشد و عملکرد گیاه می گردند. بنابراین، با توجه به آن‌که عملکرد به اجزای عملکرد وابسته است در نتیجه تلقیح با کود زیستی نیتروژنه با افزایش تعداد چترک در چتر، می تواند به افزایش عملکرد دانه منجر شود.

تعداد شاخه فرعی در بوته

اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر تعداد شاخه فرعی در بوته انیسون در سطح احتمال 1 درصد معنی دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها از نظر این صفت معنی دار نشد (جدول 1). با بررسی اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن مشخص شد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته، با مصرف 100 درصد کود شیمیایی توصیه شده بدست آمد که با مصرف 75% توصیه شده اختلاف معنی‌داری ندارد (شکل 3). نیتروژن می‌تواند رشد گیاه را تحت تاثیر خود قرار - دهد، بنابراین با تامین این عنصر، تعداد شاخه‌های فرعی انیسون افزایش یافته است. همچنین، کود زیستی نیتروکسین تعداد شاخه فرعی در بوته را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و توانست تعداد شاخه فرعی در بوته انیسون را به میزان 16/5 درصد در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، افزایش دهد (شکل 3).

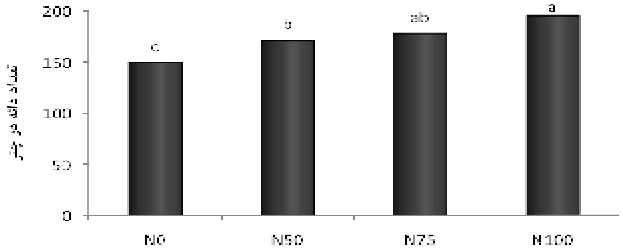


شکل 3- مقایسه میانگین اثر کودهای شیمیایی (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده) و کود زیستی نیتروژنه(BN_0 و BN_1: به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح با نیتروکسین) بر تعداد شاخه فرعی در بوته انیسون.

به نظر می‌رسد باکتری‌های موجود در کود زیستی، با فراهم کردن شرایط برای رشد از جمله تثبیت نیتروژن و قرار دادن این عنصر در اختیار سیستم ریشه گیاه، باعث متعادل شدن جذب مواد اساسی مورد نیاز گیاه شده و موجب توسعه اندام هوایی گیاه گردیده است. سلوس و همکاران (2004) در بررسی خود نشان دادند که کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، گیاه را در جذب عناصر بیشتر یاری می‌کنند که در نتیجه آن رشد اندام هوایی و انشعابات جانبی گیاه افزایش پیدا می‌کند.

تعداد دانه در چتر

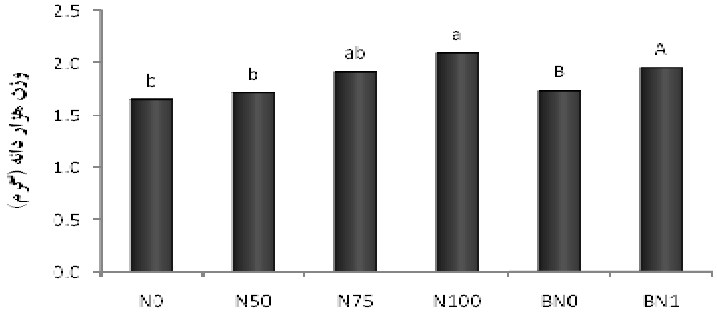
تعداد دانه در چتر به طور معنی‌داری ($p<0/01$) تحت تاثیر کود شیمیایی نیتروژن قرار گرفت. کود زیستی نیتروژنه و اثر متقابل کود شیمیایی و زیستی نیتروژنه بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول 1). با افزایش مصرف کود شیمیایی نیتروژن از صفر تا سطح 100% توصیه شده، تعداد دانه در چتر افزایش یافت. بنابراین، بیشترین تعداد دانه در چتر (195/83 دانه در چتر) به سطح 100% کود توصیه شده نیتروژن و کمترین تعداد دانه در چتر (149/72) به تیمار شاهد (N_0) اختصاص یافت. قابل ذکر است که بین تیمارهای N_{100} و N_{75} از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل 4). اعتقاد بر این است که نیتروژن به دلیل بالا بردن دوام سطح برگ، موجب افزایش راندمان فتوسنتزی در واحد سطح می شود و در نتیجه با حفظ جریان مواد غذایی به سوی گل و میوه، موجب افزایش تعداد دانه در بوته و عملکرد در گیاهان می‌شود (چی‌ما و همکاران 2001). این نتیجه با یافته‌های ایران‌نژاد و رسام (1381) بر روی گیاه دارویی انیسون هماهنگ است.



شکل 4- مقایسه میانگین اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن بر تعداد دانه در چتر انیسون. (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده).

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می دهد که اثر تیمارهای تلقیح با کود زیستی نیتروژنه و کود شیمیایی نیتروژن بر وزن هزار دانه انیسون در سطح احتمال 5% معنی دار است، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این ویژگی معنی دار نشد. مقایسه میانگین اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن نشان داد، بیشترین وزن هزار دانه انیسون به میزان 2/09 گرم، مربوط به مصرف 100% کود توصیه شده بود و کمترین وزن هزار دانه به میزان 1/65 گرم، به عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژن اختصاص داشت. از نظر این ویژگی نیز بین تیمارهای N_{100} و N_{75} از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت (شکل 5). رابطه معنی‌دار و مثبتی بین عملکرد دانه و تعداد دانه و وزن دانه با مصرف نیتروژن وجود دارد (ملچیوری و کاویجلیا 2008) بنابراین، مصرف کود شیمیایی نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه می‌شود. تلقیح با کود زیستی نیتروژنه 11 درصد در مقایسه با عدم تلقیح، وزن هزار دانه را افزایش داد (شکل 5). عنصر نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در فرایندهای سوخت و ساز گیاه دارد، با شرکت در متابولیسم گیاه و با افزایش میزان تجمع ماده خشک در اندام‌های گیاهی به‌ویژه دانه، موجب افزایش وزن دانه‌ها می‌گردد (سالاردینی و مجتهدی 1376). بنابراین، باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن می‌توانند نقش مهمی در افزایش وزن هزار دانه داشته باشند.



شکل 5- مقایسه مقایسه میانگین اثر کودهای شیمیایی (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده) و کود زیستی نیتروژنه(BN_0 و BN_1: به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح با نیتروکسین) بر وزن هزار دانه انیسون.

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی نیتروژنه و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول 2). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که تیمار BN1×N75 بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک

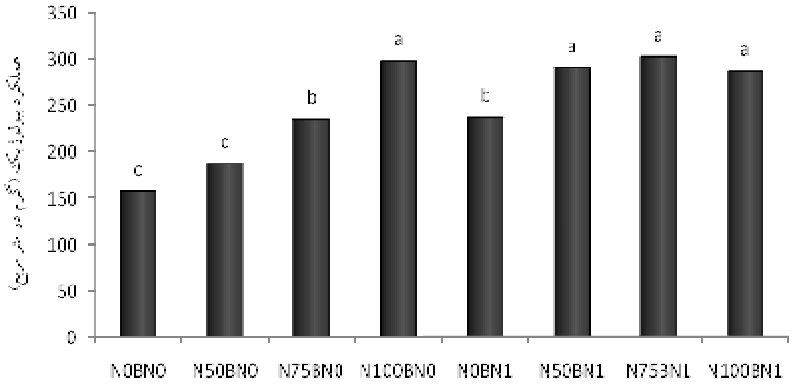
(302/67 گرم در متر مربع) و تیمار شاهد (BN0×N0) کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک (157/16 گرم در متر مربع) را به خود اختصاص دادند. قابل ذکر است که بین تیمارهای BN1×N50، BN1×N75 و BN1×N100 از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل 6). همچنین، با مقایسه سطوح کود شیمیایی نیتروژنه (در حالت عدم تلقیح) مشخص گردید که مصرف 100% کود توصیه شده، عملکرد بیولوژیک را به طور معنی‌داری افزایش داد. تیمار مصرف 100 درصد کود توصیه شده در حالت بدون تلقیح بذر با تیمار مصرف 50% کود توصیه شده و تلقیح بذر، در یک گروه آماری قرار گرفتند. بنابراین، تلقیح با کود زیستی نیتروژنه، موجب شد که ماکزیمم عملکرد بیولوژیک در سطح پایین‌تری از مصرف کود شیمیایی نیتروژنه حاصل شود. نتایج پژوهش‌های انجام گرفته حاکی از این است که مصرف کودهای زیستی می‌توانند عملکرد بیولوژیک و راندمان محصول را افزایش داده و همچنین مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند (تیلاک و همکاران 2005). افزون بر این، نتایج این تحقیق با یافته‌های یساری و همکاران (2008) و شاوکات و همکاران (2006) مطابقت دارد.

جدول2- تجزیه واریانس اثر کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژنه بر وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک انیسون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
تکرار	2	0/21 *	1388/82 ns	545/60**
کود شیمیایی نیتروژن (N)	3	0/24 *	10140/25 **	700/30**
کود زیستی نیتروژنه (BN)	1	0/27 *	21565/21**	1004/40**
N×BN	3	0/13 ns	3681/01**	197/74*
خطای آزمایشی	14	0/04	454/76	58/50
ضریب تغییرات		12/02	8/56	11/05

Ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%

به طور کلی، تیمارهای تلقیح شده با کود زیستی نیتروژنه میزان بیشتری از عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. باکتری ازتوباکتر از طریق تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین، جیبرلین می‌تواند بر رشد رویشی گیاه تأثیر گذاشته و وزن اندام‌های هوایی را افزایش دهد (کارلتی 2002). به نظر می‌رسد تولید این قبیل متابولیت‌ها باعث افزایش رشد رویشی و عملکرد ماده خشک در گیاه گردیده است. از طرف دیگر، نیتروژن هم نقش بسیار پر رنگی را در افزایش رشد رویشی گیاه دارد و با افزایش دسترسی به آن، وزن خشک گیاه افزایش می‌یابد. بشان و همکاران (2004) نشان دادند که تلقیح گیاه گندم و مرزنجوش با کودهای زیستی نیتروژنه به‌دلیل دسترسی به عناصر غذایی بیشتر، وزن خشک بیشتری از بوته را در مقایسه با عدم تلقیح داشتند.

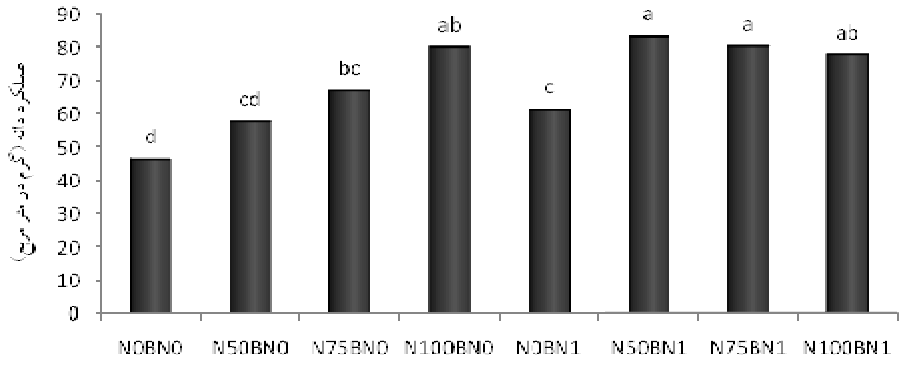


شکل 6- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد بیولوژیک انیسون. (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده و BN_0 و BN_1: به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح با نیتروکسین)

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ارایه شده در جدول2، اثر تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی نیتروژنه در سطح احتمال 1% و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال 5% بر عملکرد دانه انیسون معنی دار است. مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از آن است که بیشترین میزان عملکرد دانه (83/31 گرم در متر مربع) مربوط به تیمار تلقیح با کود زیستی نیتروژنه و مصرف 50% کود توصیه شده و کمترین مقدار آن (46/40 گرم در مترمربع) مربوط به تیمار شاهد ($BN_0 \times N_0$) است. در بررسی اثر سطوح کود شیمیایی نیتروژن در حالت عدم تلقیح، بیشترین میزان عملکرد دانه به سطح چهارم مصرف کود نیتروژن (N_{100}) اختصاص یافت (شکل 7). گزارش کافی قاسمی و اصفهانی (1384) نیز بیانگر این است که با مصرف کود شیمیایی نیتروژن، میزان عملکرد دانه ذرت افزایش می یابد. همچنین، احترامیان (1380) تاثیر مثبت مصرف کود شیمیایی نیتروژن را بر افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی زیره سبز گزارش کرد.

با وجود آن‌که تیمارهای تلقیح با کود زیستی تفاوت معنی‌داری در سطح مصرف 100% با 50% کود توصیه شده نداشتند، ولی میزان عملکرد دانه 6/5 درصد در تیمار $BN_1 \times N_{100}$ در مقایسه با تیمار $BN_1 \times N_{50}$، کاهش یافت. احتمالا با افزایش دسترسی به نیتروژن، از میزان فعالیت میکروارگانیسم‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم کاسته شده و با تامین 50% کود شیمیایی نیتروژن به عنوان استارتر، حداکثر فعالیت این باکتری‌ها بدست آمده است.



شکل 7- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد دانه انیسون. (N_0 تا N_{100}: به ترتیب 0، 50، 75 و 100 درصد کود نیتروژنه توصیه شده و BN_0 و BN_1: به ترتیب عدم تلقیح و تلقیح با نیتروکسین)

در آزمایش مزرعه‌ای که با بررسی اثر تلقیح با کودهای زیستی نیتروژنه و کود شیمیایی نیتروژن بر روی ذرت انجام شد، مشخص گردید که در شرایطی که تلقیح با کودهای زیستی در حضور 50% از مصرف کود شیمیایی نیتروژن صورت گیرد، بیشترین کارایی و عملکرد ذرت حاصل می شود و با مصرف زیاد نیتروژن عملکرد دانه ذرت کاهش می یابد (اسودرزینسکا و سویسکا 2000). همچنین، بر اساس نتایج بدست آمده، تیمارهای $BN_1\times N_{50}$ و $BN_0\times N_{100}$ در یک گروه آماری قرار داشتند، بنابراین به نظر می‌رسد که تیمار $BN_1\times N_{50}$ می‌تواند عملکردی معادل با مصرف 100% کود شیمیایی نیتروژن در حالت بدون تلقیح ($BN_0\times N_{100}$)، تولید کند و مصرف کود نیتروژنه را تا 50 درصد کاهش دهد. این نتایج کارایی باکتری‌های موجود در کودهای زیستی را در تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه تایید می‌کند. به طور کلی، استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش اجزای عملکرد و به تبع آن عملکرد دانه می‌شود که دلیل آن به وجود باکتری های تثبیت کننده عناصر مورد نیاز گیاه در فرایند تثبیت و ترشح هورمون های رشد گیاهی بر می-گردد (زهیر و همکاران 2004).

نتیجه گیری

نیتروژن مهم‌ترین عنصر در تامین نیازهای رویشی و زایشی گیاه است و با افزایش دسترسی به این عنصر رشد گیاه دارویی انیسون بهبود می‌یابد. با افزایش میزان نیتروژن مصرفی از صفر تا 100 درصد توصیه شده، صفات رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار $BN_1\times N_{50}$ بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. در کل، نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کود زیستی نیتروکسین به همراه کود شیمیایی نیتروژنه می‌تواند یک راهکاری در جهت کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژنه باشد، ضمن آن که از تخریب و آلودگی‌های زیستی ناشی از مصرف بالای این نهاده شیمیایی نیز جلوگیری می‌شود. به‌طور کلی، می‌توان چنین اظهار نمود که در طی دوره عبور از کشاورزی متداول و رایج به کشاورزی پایدار، کودهای زیستی نیتروژنه علاوه بر تثبیت نیتروژن و مهیا کردن شرایط برای رشد گیاه، می‌توانند راهکاری مناسب در جهت افزایش تولیدات کمی و کیفی محصولات کشاورزی باشند.

منابع مورد استفاده

آستارایی ع و کوچکی ع. 1375. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

ایران نژاد ح و رسام ق. 1381. بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد و میزان اسانس دانه گیاه آنیسون. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 8، شماره 1، صفحات 93-101.

جهان‌آرا ف و حائری‌زاده م. 1380. اطلاعات و کاربرد داروهای گیاهی رسمی ایران .انتشارات شرکت داروگستر رازی، 208 صفحه.

رسام ق، نداف م و سفیدکن ف. 1386. تاثیر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه انیسون (*Pimpinella anisum*). مجله پژوهش و سازندگی، شماره 75، صفحات 127-133.

سالار دینی ع و مجتهدی م. 1376. اصول تغذیه گیاه، جلد دوم، مرکز نشر دانشگاهی.

شاره م. 1378. اثر تراکم گیاهی و دفعات کنترل علف‌های بر عملکرد و اجزای عملکرد انیسون. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، 112 صفحه.

کافی قاسمی ع و اصفهانی م. 1384. بررسی تاثیر سطوح مختلف کود ازته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در منطقه گیلان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم، شماره 5، صفحات 62-55.

کوچکی ع.، حسینی م. و دزفولی الف، 1387. "کشاورزی پایدار". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ ششم. صفحه 20.

محمدیان ر. 1382. ازتو باکتر، نشریه ترویجی ، سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی .

معلم ا. ح. و عشقی زاده، ح‌ر. 1386. کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیتها و محدودیت‌ها. خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم شناسی ایران. گرگان. ص 47.

احترامیان ک. 1380. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزا عملکرد زیره سبز در منطقه کوشکک فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

Bashan Y Holguin G and Bashan LE. 2004. Azospirillum- plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. Canadian Journal Microbiol, 50: 521-577.

Carletti S. 2002. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in plant micropropagation. www. ag. Auburn. Edu/argentina/pdfmanuscripts/ carletti. Pdf.

Cheema MA Malik MA Hussain A Shah SH and Basra AM, 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorous application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica nupus* L.). Agronomy and Crop Scienses, 86: 103-110.

Chen Q. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and / or biofertilizer for crop growth and soil fertility, International Workshop on Sustained Management of the Soil – Rhizosphere System for E fficient Crop Production and Fertilizer Use, October.16-20. Thailand. 11 pp.

Dobbelaere S Croonenborghs A Thys A Ptacek D Vanderleyden J Dutto P and Labendera-Gonzales C. 2001. Response of argonomically important crops to inoculation with Azospirillum. Australian Journal of Plant of Physiologhy, 28: 871-879.

Esmaeil Y and Patwardhan AM. 2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica nupus* L.) under different chemical fertilizer application. Asian Journal of Plant Science, 5: 745-752.

Fatma EM El-Zamik I Tomader T El-Hadidy HI Abd El-Fattah L and Seham Salem H. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil of marjoram(*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous .Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt, 212-264.

Grant AC and Bailley LD 1993. Fertility management in canola production. Canadian Journal of Plant Scienses, 73: 651-671.

Gholami A Shahsavani S and Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promotingrhizobacteria on germination, seedling growth and yield of maize. International Journal of Biological and Life Science, 1:1.

Hocking PJ and Staper M. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. II: Nitrogen concentration, N accumulation, and N fertilizer use efficiency. Australian Journal of Agricultural Research, 52: 635-644.

Mahfouz SA and Sharaf Eldin MA. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). International Agrophisics, 21(4): 361-366.

Melchiori RJ M and Cavigila OP. 2008. Maize kernel growth and kernel water relations as affected by nitrogen supply. Field Crops Research, 108: 198-205.

Nagananda GS Das A Bhattacharya S and Kalpana T. 2010. In vitro studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of *Trigonella foenum-graecum* L. using a novel glass marble containing liquid medium. International Journal of Botany, 6: 394-403.

Narula N Kumar V Behl RK Gransee A Gransee W Merbach W. 2000. Effect of Psolubilizing Azotobacter chroococcum on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under grrenhouse conditions. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 163: 393-398.

Selosse M A Baudoin E and Vandenkoornhyse P. 2004. Symbiotic microorganisms, akey for ecological success and protection of plants. Comptes Rendus Biologies, 327: 639 -648.

Sharma AK. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agro-bios, India.

Shaukat K Affrasayab S and Hasnain S. 2006. Growth responses of Helianthus annus to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. Journal of Agricultural Research, 1: 573-581.

Spaepen S and Dobbelaere S. 2008. Effects of Azospirillum brasilense indole-3-acetic acidproduction on inoculated weat plants. Plant Soil, 312: 15-23.

Swedrzynska D and Sawicka A. 2000. Effect of inoculation with Azospirillum brasilense on development and yielding of maize (*Zea mays ssp. Saccharata* L.) under different cultivation conditions. Polish Journal of Environmental Studies, 9: 505-509.

Tilak KVBR, Ranganayaki N Pal KK De R Saxena AK Shekhar Nautiyal C Mittal S Tripathi AK and johri BN. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria, Current Science, 89: 136–150 .

Wu SC Cao ZH Li ZG Cheung KC and Wong MH. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Geoderma, 125: 155-166.

Yasari E Esmaeili Azadgoleh AM Pirdashti H and Mozafari S. 2008. Azotobacter and Azospirillum inoculants as biofertilizers in canola (*Brassica napus* L.) cultivation. Asian Journal of Plant Science, 7: 490-494.

Zahir AZ Arshad M and Frankenberger WF. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81: 97-168.