نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 3، پاییز 1389، ص. 501-492

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 3, Fall 2010, p. 492-501

مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuss* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی

هادی پیرسته انوشه[1]، یحیی امام[2*] و فاطمه جمالی رامین[1]

تاریخ دریافت: 89/7/27
تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

حفظ محیط زیست و تولید محصولات کشاورزی سالم، در حال حاضر از وظایف کشاورزی است. مدیریت عناصر خاک با استفاده از کودهای زیستی از ارکان کشاورزی پایدار محسوب می شود. نحوه عمل کودهای مختلف در شرایط تنش خشکی بسیار متفاوت است. به منظور مقایسه اثرات انواع کودهای زیستی (اگروهیومیک، نیتروکسین، سوپرچاذب و ورمی کمپوست) با کودهای شیمیایی متداول (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و بررسی تاثیر آن ها بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuss* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی (100% ، 75، 50 و 25% ظرفیت مزرعه)، پژوهشی گلخانه ای به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 20 تیمار و سه تکرار در سال 1388در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز طراحی و اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته، قطر طبق، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تاثیر معنی‌دار و بر درصد روغن دانه غیرمعنی‌دار بود. بیشترین شاخص برداشت در سطح تنش 50% ظرفیت مزرعه به دست آمد. همچنین مشاهده شد که بهترین عملکرد دانه در کودهای زیستی و بیشترین ارتفاع بوته از کودهای شیمیایی به دست می آید. بیشترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شدید به ترتیب در نیتروکسین و سوپرجاذب مشاهده شد. نوع کود بر ارتفاع بوته و عملکرد دانه نیز تاثیر معنی‌داری داشت. به طور کلی کودهای زیستی بویژه سوپرجاذب و ورمی کمپوست به دلیل قدرت نگهداری زیادتر رطوبت در مقایسه با کودهای شیمیایی پاسخ بهتری به شرایط تنش خشکی نشان دادند و عملکرد بهتری داشتند. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از کودهای زیستی در شرایط محدودیت رطوبت برای غلبه بر اثرات منفی تنش خشکی می‌تواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی های زیست محیطی، اجزای عملکرد، کیفیت دانه

مقدمه

کودهای شیمیایی یکی از عوامل اصلی حفظ حاصلخیزی خاک می باشند (Barzegari, 2004)، ولی استفاده بیش از اندازه از آن‌ها به ویژه هنگامی که با عملیات مدیریتی نامناسب مثل سوزاندن بقایای گیاهی همراه شود، میزان ماده آلی خاک را به شدت کاهش می‌دهد. این موضوع روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیرگذاشته و امکان فرسایش را در این خاک‌ها افزایش می‌دهد (Davarnejad et al., 2004). امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای بیولوژیک یا زیستی برای جایگزینی کودهای شیمایی شده است (Kader et al., 2002). در واقع کودهای زیستی به مواد حاصلخیز کننده ای گفته می شود که حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از موجودات مفید خاکزی هستند که روی مواد نگهدارنده مناسبی عرضه می‌شوند (Elliott & Wildung, 1992).

عرضه مواد آلی به خاک، به دلیل پاسخگویی به یکی از بزرگترین نیازهای گیاه از مزایای بارز این قبیل کودهاست. علاوه بر این، تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملا متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست از مهمترین مزیت های کودهای بیولوژیک به شمار می‌روند (Rai & Gaur, 1988). از جمله کودهای بیولوژیک که دارای میکروارگانیسم‌های زیادی هستند می‌توان به نیتروکسین (Blak, 2003) و اگروهیومیک اشاره کرد. کود بیولوژیک نیتروکسین دارای مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر[3] و آزوسپریلوم[4] است که رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
(* نویسنده مسئول: (Email: yaemam@shirazu.ac.ir

3- Azotobacter
4- Azospirillum

هوایی گیاهان را موجب می‌شود (Gilik et al., 2001).

در پژوهش‌های پیشین مشخص شده است که نیتروکسین نسبت به سایر کودهای زیستی بیشترین تاثیر را روی وزن هزار دانه، وزن خشک گیاه و وزن اندام های هوایی نخود داشته است. همچنین بیوسولفور تاثیر بیشتری روی وزن خشک ریشه داشته است (Shahhosseini et al., 2010b). با توجه به اینکه غالب اراضی ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد، استفاده از سوپرجاذب‌ها می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را کاهش دهد (Kabiri, 2005). شاه حسینی و همکاران (Shahhosseini et al., 2010a) در پژوهشی دریافتند که اختلاف معنی‌داری در مورد اجزاء عملکرد عدس (*Lens culinaris* L.)، بین کودهای بیولوژیک متفاوت مانند ازتوباکتر و بیوسولفور وجود نداشت. آن ها دلیل این امر را عدم توسعه جمعیت میکروبی، ژنتیک گیاه، وضعیت عناصر خاک، عدم تامین رطوبت کافی در شرایط دیم و سایر تنش‌های محیطی دانستند. ورمی کمپوست نیز دارای آنزیم‌ها و هورمون‌هایی است که نقش آن در افزایش عملکرد محصولات مختلف مانند ذرت (*Zea mays* L.) و برنج (*Oriza sativa* L.) (Rigi, 2003)، ذرت (Rezvantalab et al., 2008) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) (Darzi et al., 2009) مشخص شده است. نتایج مطالعات متعددی در این زمینه نشان داده است که مصرف سطوح بالای کودهای آلی در ذرت و برنج موجب افزایش عملکرد کمتری نسبت به سطوح پایین آن‌ها می شود که می‌تواند به دلیل افزایش شوری خاک در اثر افزایش مصرف کودهای مختلف آلی از جمله ورمی کمپوست باشد (Vaseghi et al., 2005; Khoshgoftarmanesh & Kalbasi, 2002)

از آن جا که بخش زیادی از روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود، کشت دانه‌های روغنی و مدیریت صحیح آن‌ها در جهت افزایش عملکرد، از اهمیت بالایی برخوردار است (Emam & Eilkaee, 2002). آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) یکی از چهار گیاه دانه‌ای روغنی مهم است که در بسیاری از نقاط دنیا برای تولید روغن‌های خوراکی کشت می شود (Putt, 1977). این گیاه با توجه به کیفیت مطلوب روغن و همچنین واکنش مطلوبی که در شرایط نامساعد محیطی مثل تنش خشکی از خود نشان می‌دهد، از جایگاه ویژه‌ای در تناوب‌های زراعی برخوردار است (Silva & Eschmidt, 1985 ; Emam & Seghatoleslami, 2005).

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیر زنده است که بسته به فصل، شدت و زمان وقوع می تواند به صورت جدی، موجب کاهش عملکرد در گیاهان زراعی شود (Majer et al., 2008; Emam, 2008). خشکی همواره یک تهدید اصلی برای گیاهان زراعی به شمار می‌آید و به عنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده ی تولید محصولات کشاورزی در نظر گرفته می‌شود (Ehdaei, 1994; Emam & Seghatoleslami, 2005). علاوه بر آن تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش جمعیت میکروبی در خاک یک منطقه گردد (Elliott & Wildung, 1992). مصرف کودهای بیولوژیک مانند نیتروکسین در شرایط تنش های محیطی مانند خشکی و شوری نه تنها سبب افزایش مقاومت گیاهان می شود (Gilik et al., 2001). بلکه میکروارگانیسم‌های از دست رفته خاک را جبران می‌کند.

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر کودهای مختلف زیستی و سوپرجاذب بر ارتفاع بوته، قطر طبق، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن دانه آفتابگردان رقم یوروفلور و مقایسه آنها با کودهای شیمیایی در شرایط تنش خشکی می‌باشد. نتایج این آزمایش می‌تواند به توصیه کودی مناسبی برای کشاورزان در شرایط محدودیت رطوبت منجر شود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات انواع کودهای زیستی و مقایسه آن با کودهای شیمیایی متداول بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن آفتابگردان رقم یوروفلور در سطوح مختلف خشکی صورت گرفت. این پژوهش گلخانه ای به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 20 تیمار و سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال 1388 طراحی و اجرا شد. عامل اول نوع کود شامل اگروهیومیک[1]، نیتروکسین[2]، ورمی کمپوست، سوپرجاذب و کود شیمیایی (NPK) و عامل دوم سطوح مختلف تنش خشکی شامل 100% (F.C)[3] به عنوان شاهد، 75% ، 50% و 25% ظرفیت مزرعه ای بود. میزان آبیاری بر اساس روش سلول فشاری و تعیین درصد رطوبت وزنی مشخص گردید که بر این اساس میزان F.C برای خاک استفاده شده، 22/3 درصد محاسبه شد. برای ایجاد درصدهای مختلف از F.C و اعمال تنش خشکی از توزین مداوم گلدان‌ها و محاسبه مقدار آب مورد نیاز تا سطح تیمار مربوطه استفاده شد.

مقدار کودهای نیتروژن دار (به صورت کود اوره به میزان 350 کیلوگرم در هکتار) پتاسه (به صورت کود سولفات پتاسیم به میزان 200 کیلوگرم در هکتار) و فسفاته (به صورت کود سوپر فسفات تریپل به میزان 100کیلوگرم در هکتار) به عنوان کود شیمیایی در نظر گرفته شد. تمام کودهای شیمیایی قبل از کاشت با نیمه بالایی خاک گلدان‌ها مخلوط شدند. اگروهیومیک شامل کود اسیدهیومیک و اسید فولیک[4] می باشد که بر اساس راهنمای مصرف در بروشور آن به میزان 3/5 در هزار و در دو نوبت در فصل رشد (نوبت اول: سه تا چهار برگی، نوبت دوم: 40 روز بعد از نوبت اول) و به صورت

1 - Agrohumic
2- Nitroxin
3- Field Capacity
4- محصول شرکت سبزپویان شیراز

محلول پاشی مورد استفاده قرار گرفت. کود نیتروکسین حاوی مجموعه‌ای از باکتری های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلوم بود که در دو نوبت استفاده شد. مرحله اول قبل از کاشت به صورت بذرمال (به میزان 2 لیتر در هکتار) مرحله دوم استفاده در مرحله چهاربرگی همراه با آب آبیاری به میزان سه کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. پلیمر سوپرجاذب[1] مورد استفاده از نوع اکریلامید-پتاسیم اکریلات با نام تجاری سوپرآب آ- 200 بود، که قبل از کاشت بذور به صورت مخلوط با خاک (2/5گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) استفاده گردید.

گلدان ها با خاک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه، (12 کیلومتری شیراز؛ '29، °35 عرض جغرافیایی شمالی، '53، °35 طول جغرافیایی شرقی و 1810 متر از سطح دریا) پر شد. برای سهولت زهکشی گلدان ها، هر گلدان سوراخ شده و مقداری سنگریزه در ته آنها قرار داده شد. قبل از اجرای آزمایش و برای اطلاع از وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک، اقدام به نمونه برداری مرکب از خاک مزرعه (بافت رسی شنی) از عمق صفر تا سی سانتی متری شد. نتایج آزمون خاک در جدول آورده شده است (جدول1). کاشت به صورت 5 بوته در گلدان های پلاستیکی 50 کیلوگرمی با دست صورت گرفت که بعد از استقرار کامل بوته ها، به 3 بوته در هرگلدان تنک گردید. رقم مورد استفاده، رقم آفتابگردان روغنی یوروفلور بود. دمای حداقل و حداکثر گلخانه به ترتیب 28 و 14 درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی حدود 55 تا 60 درصد بود، همچنین بوته های آفتابگردان روزانه در معرض 14 ساعت روشنایی (ترکیبی از لامپ فلورسنت و تنگستن) بودند.

در برداشت نهایی (88 روز پس ازکاشت) ارتفاع نهایی بوته ها، قطر طبق، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت بوته های هر گلدان اندازه گیری شد. درصد روغن دانه نیز با استفاده از محلول اتیل اتر با دستگاه سوکسله اندازه گیری شد (Eyvazzadeh et al., 2010). شاخص برداشت بر اساس فرمول زیر محاسبه شد، که در این فرمول HI شاخص برداشت، GY عملکرد دانه و BY عملکرد بیولوژیک می باشد (Emam, 2007):

$$HI=GY/BY \times 100$$

داده‌ها با استفاده از برنامه SAS در دو سطح 5 و 1 درصد مورد تجزیه آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با روش LSD مقایسه شدند. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس(جدول 2)، اثر نوع کود ($p<0.01$)، سطح تنش ($p<0.01$) و برهمکنش آن‌ها ($p<0.05$) بر ارتفاع بوته معنی دار شد. بیشترین ارتفاع گیاه آفتابگردان (124/50 سانتیمتر) در تیمار کود شیمیایی به دست آمد، به طوری که نسبت به مصرف کود زیستی 22/66 درصد افزایش نشان داد (جدول3). این نتیجه را می توان به نقش عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن به ویژه در افزایش رشد رویشی گیاه ارتباط داد، به علاوه پتاسیم در افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی نیز نقش مثبت دارد (Emam & Seghatoleslami, 2005). از نظر سطوح تنش نیز بیشترین وکمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد (بدون تنش) و تیمار 25% ظرفیت مزرعه به دست آمد (جدول 3). با اعمال اولین (25% ظرفیت مزرعه)، دومین (50% ظرفیت مزرعه) و سومین سطح تنش خشکی(75% ظرفیت مزرعه)، ارتفاع بوته به ترتیب 7%، 21% و 26% کاهش یافت. اگرچه در شرایط بدون تنش، اثر کودهای بیولوژیک بر ارتفاع بوته کمتر بود، ولی تاثیر آنها به ویژه اگروهیومیک در شرایط تنش خشکی بر ارتفاع بوته به نحوی بود که تا حدودی کاهش ارتفاع ناشی از تنش خشکی را جبران کردند (شکل 2). پژوهش ها حاکی از آن است که استفاده از کودهای بیولوژیک به دلیل اینکه حاوی ازتوباکتر می باشند، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می شود (Skiner et al., 1987) که به دنبال آن رشد رویشی گیاه و ارتفاع بوته‌های آفتابگردان افزایش می یابد.

اگرچه اثر تنش خشکی بر قطر طبق در سطح 1% معنی دار شد، ولی نوع کود و برهمکنش کود و تنش خشکی اثر معنی داری بر آن نداشت (جدول2). در این پژوهش قطر طبق چندان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت و تنها در شدیدترین سطح تنش خشکی (25%FC) تفاوت معنی داری با شاهد داشت(جدول3). البته در این سطح تنش، تیمارهای کود بیولوژیک نیتروکسین دارای طبق های قطورتری بودند (شکل 1). بر طبق پژوهش های انجام شده باکتری های موجود در نیتروکسین تثبیت نیتروژن هوا، متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی بیوتیک، سیانید هیدروژن و سیدروفور را بر عهده دارند (Singh & Kapoor, 1998). در پژوهش حاضر نیز با افزایش جذب عناصر توسط گیاه با کمک کود نیتروکسین، قطر طبق های آفتابگردان افزایش معنی داری یافتند.

اثر تنش خشکی و برهمکنش آن با نوع کود بر عملکرد بیولوژیک معنی دار گردید (1%)، هرچند عملکرد بیولوژیک در سطوح شاهد و اولین سطح تنش (75% ظرفیت مزرعه)، تفاوت معنی داری نداشتند، لیکن، با تشدید تنش، عملکرد بیولوژیک کاهش معنی داری یافت، به طوری که عملکرد بیولوژیک به طور میانگین در تیمارهای دوم (50% تنش) و سوم تنش خشکی (25% تنش) به ترتیب 74% و 63% کمتر از عملکرد بیولوژیک در تیمار بدون تنش خشکی بود. نتایج مشابهی توسط دیگر پژوهشگران گزارش شده است (Clapperton et al., 1997).

1- تولید شرکت رهاب‌رزین

جدول1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Physical and chemical soil characteristics used for the experiment.

K ($mg.kg^{-1}$) پتاسیم قابل جذب	P ($mg.kg^{-1}$) فسفر قابل جذب	N (%) نیتروژن نیتراتی	O.C (%) ماده آلی	EC ($dS.m^{-1}$) هدایت الکتریکی	اسیدیته (pH)
597	15	15	1.36	0.63	7.05

جدول2- میانگین مربعات اثرات کود، تنش و برهمکنش آنها بر برخی صفات آفتابگردان

Table 2- Mean square of fertilizers, stress and their interaction on some sunflower traits

S.O.V منابع تغییر	df درجه آزادی	Height ارتفاع	Head Diameter قطر طبق	BY عملکرد بیولوژیک	GY عملکرد دانه	HI شاخص برداشت	Oil content میزان روغن
Fertilizer(F) کود	4	1379.1000**	12.2947ns	700066.50ns	91450.945*	7.4432ns	31.667ns
Stress (S) تنش رطوبتی	3	3558.9500**	47.3655**	30724374.64**	1133000.598**	94.4505**	43.494ns
F×S کود× تنش	12	43.7000*	3.9567ns	2839309.32**	21138.209ns	45.8048**	9.975ns
Error خطا	40	22.2000	6.7645	902080.50	40229.600	10.0135	62.700
T کل	59						
C.V (%) ضریب تغییرات		8.2125	15.6514	13.8133	9.5978	10.1694	12.2913

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح 5 و 1 درصد است.

ns, * and ** are Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

عملکرد بیولوژیک آفتابگردان در سطوح بدون تنش یا تنش خفیف در تیمار کودهای شیمیایی بیشتر بود، ولی در تیمارهایی که سطوح تنش بیشتری اعمال شده بود، عملکرد بیولوژیک بوته ها با کود بیولوژیک زیادتر بود. در سطح تنش بسیار شدید استفاده از سوپرجاذب به دلیل توانایی زیاد در نگهداری آب، عملکرد قابل قبولی از خود نشان داد (شکل 3). افزودن ماده سوپر جاذب به خاک باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک می گردد و به طور غیر مستقیم در عملکرد گیاه باشد. نتایج مشابهی در آزمایش گهان و همکاران (Gehan et al., 2010) در مورد مقایسه اثر کودهای شیمیایی با زیستی به دست آمد. افزودن این ماده باعث افزایش رشد گیاه و عملکرد محصول و باعث صرفه جویی در میزان مصرف آب می گردد. با توجه به اینکه ماده سوپرجاذب نقش تغذیه ای ندارد، افزایش رشد حاصل در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک و توانایی نگهداری بیشتر آب است (Raju et al., 2002).

با توجه به جدول 2، اثر نوع کود و تنش بر عملکرد دانه آفتابگردان به ترتیب در سطوح 5 و 1 درصد معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه با مصرف کود سوپرجاذب به دست آمد که نسبت به کودهای به کار برده شده نیتروکسین، اگروهیومیک، ورمی کمپوست و کود شیمیایی به ترتیب 1/27، 2/22، 4/45 و 10/22 درصد افزایش نشان داد (جدول3). دلیل افزایش عملکرد دانه آفتابگردان در تیمار سوپرجاذب احتمالاً اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک و قابلیت دسترسی بهتر گیاه به آب و عناصر غذایی و همچنین سهولت جذب عناصر می‌باشد (Mallanagouda et al., 1995). در بین سطوح تنش نیز همان طور که انتظار می رفت، با افزایش شدت تنش، عملکرد دانه کاهش معنی داری یافت. در تیمارهای بدون تنش و تنش خفیف، کود بیولوژیک نیتروکسین بهترین عملکرد را داشت(شکل 4). تیمارهای تحت تنش های شدیدتر (25 و 50 درصد ظرفیت مزرعه) با مصرف سوپرجاذب به دلیل جذب و نگهداری رطوبت، بیشترین عملکرد دانه را داشتند (شکل 4). بر طبق پژوهش های انجام شده عملکرد دانه گندم نیز در نتیجه مصرف کودهای بیولوژیک افزایش 18 درصدی را داشته است (Kader et al., 2002).

اثر تنش و برهمکنش آن با نوع کود بر شاخص برداشت (1%) معنی دار بود (جدول2). بیشترین شاخص برداشت در تیمار شدیدترین تنش (25% ظرفیت مزرعه) مشاهده شد (34درصد) که در تیمار شاهد حدود 16% نسبت به این میزان کمتر بود (شکل 5). در بررسی اثر

انواع کودهای آلی و کودهـای حیـوانی مشـاهده شـده کـه بـالاترین شاخص برداشت با تلفیق این کودها با یکدیگر به دسـت آمـده اسـت (Eghbal & Power, 1999). اگرچـه درصـد روغـن در تیمارهـای بدون تنش و کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین بیشتر بود، امـا هـیچ کدام از تیمارهای به کاربرده شده بر درصد روغن تـاثیر معنـی داری نداشتند. البته میزان روغـن فقـط در تیمارهـای شـاهد و 75% تـنش خشکی تحت تیمار با کودهای شیمیایی به میزان مشخصـی کـاهش قابل توجهی داشت (شکل 6). در مطالعات صـورت گرفتـه بـه طـور معمول بیان شده است که کودهای شیمیایی بر کیفیت دانه بی تـاثیر بوده و یـا تـاثیر منفـی داشـته انـد (Jeliazkov, 1999; Khan & Azam, 1999). همچنین برخی پژوهشگران تاثیرات مشابهی (بدون تاثیر یا تـاثیر منفـی) را بـرای تـنش خشـکی نیـز ذکـر نمـوده انـد (Manivannan et al., 2008).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین کاهش در میزان عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش شدید خشکی و استفاده از کود های NPK بود. به طور کلی می توان چنین نتیجه گیری کرد کـه بـرای دستیابی به بهترین عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط تـنش خشـکی (خفیف و متوسط) مصرف کودهای زیستی نیتروکسین و اگروهیومیک و در شرایط کمبود شدیدتر آب، کاربرد کودهـای نـوع سـوپرجاذب و ورمی کمپوست قابل توصیه است. در این رابطه تاثیر مطالعه کودهای زیستی بر سایر گیاهان زراعی و مصرف به روش‌ها و مقادیر متفـاوت توصیه می‌گردد. اگرچه کودهای شیمیایی نقش فزاینده و مشخصی در عملکرد گیاهان زارعی دارند، لیکن مدیریت کودی خاک با کودهـای زیستی یک امر مهم در کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. با توجه به نقش مهم کودهای زیستی در خصوص بهبود ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک به نظر می‌رسد ضروری است در جهـت نیل به کشاورزی پایدار نسبت به تامین سطوح مناسب ایـن مـواد در خاک جهت دستیابی به حداکثر عملکرد اقدام شود. هرچند استفاده از کودهای آلی نسبت به کودهـای معـدنی هزینـه بیشـتری را تحمیـل می‌کنند، ولی به دلیل اثرات بلند مدتی که بر بهبود ویژگی‌های خاک، تامین عناصر غذایی کم مصـرف و پرمصـرف و حفـظ ویژگـی‌هـای بیولوژی خاک دارند می‌تواند از لحاظ اقتصادی قابـل توجیـه باشـد و هزینه تهیه و استفاده از این کودها را جبران و بنابراین استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را ممکن سازد.

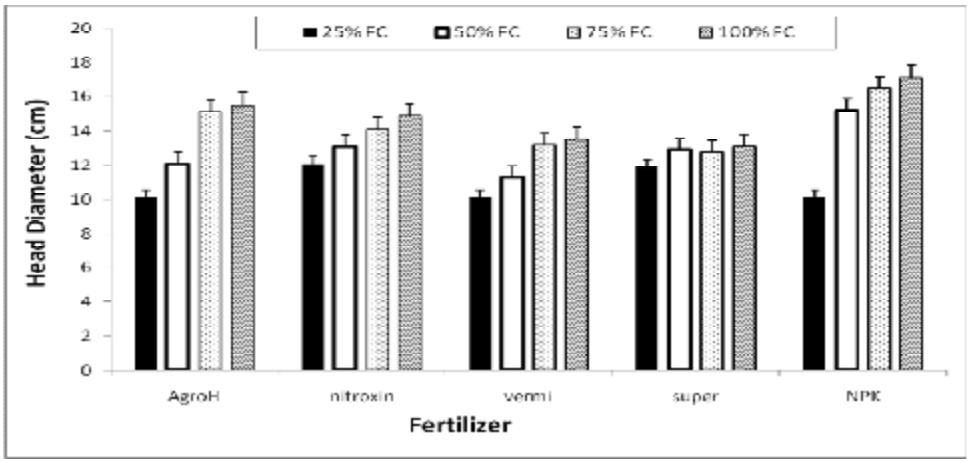
جدول3- میانگین اثرات نوع کودهای زیستی و شیمیایی و سطح تنش خشکی بر برخی صفات آفتابگردان

Table 3- Means comparisons of effects of fertilizer type and drought stress level in sunflower characteristics.

Treatments تیمارها	Height (cm) ارتفاع بوته (سانتیمتر)	Head diameter (cm) قطر طبق (سانتیمتر)	BY (kg.ha^{-1}) عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	GY (kg.ha^{-1}) عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	HI (%) شاخص برداشت (درصد)	Oil content (%) میزان روغن (درصد)
Fertilizer types انواع کود						
اگروهیومیک Agrohumic	120.50b*	13.20ab	7029.50a	2120.30a	30.70a	44.12a
نیتروکسین Nitroxin	111.75c	13.55ab	7131.00a	2141.05a	30.46a	45.70a
ورمی کمپوست Vermicompost	101.00d	12.02b	6533.60a	2072.03ab	31.65a	42.00a
سوپرجاذب Superabsorbent	101.50d	12.67ab	6730.10a	2168.53a	32.23a	42.80a
میانگین Mean	108.69	12.86	6856.05	2125.47	31.26	43.65
کود شیمیایی متداول NPK	124.50a	14.72a	6954.90a	1946.92b	30.53a	41.82a
Drought stress level (%F.C) سطوح تنش خشکی (درصد ظرفیت زراعی)						
100%	129.20a	14.82a	8301.00a	2332.72a	28.53b	45.32a
75%	120.00b	14.34a	7830.30a	2300.90a	29.62b	44.00a
50%	102.20c	12.92a	6116.90b	1962.46b	32.25a	42.32a
25%	96.00d	10.86b	5255.10c	1762.98c	34.06a	41.52a

*میانگین های دارای حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

*In each column means followed by similar letter not significantly different (LSD: 0.05).

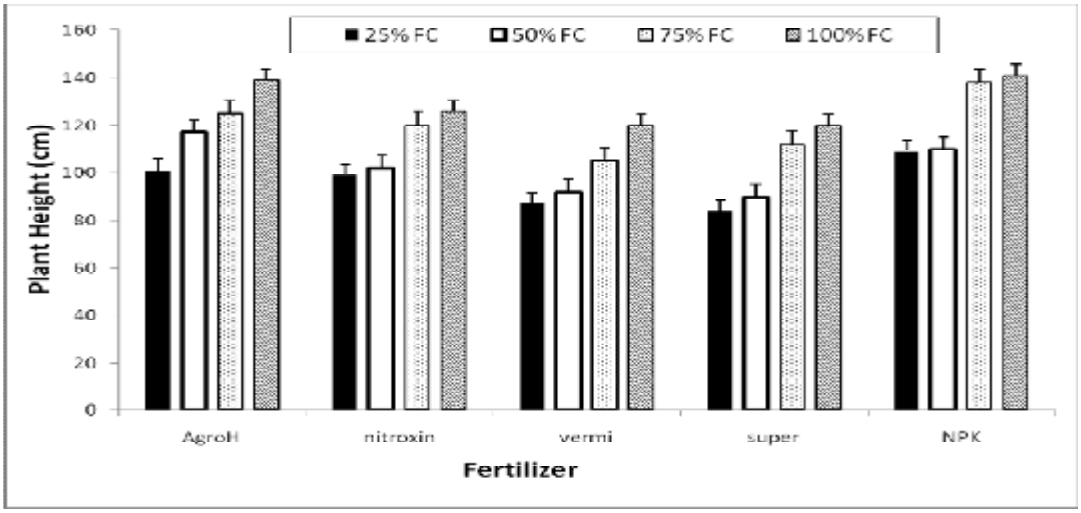


شکل 1- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر قطر طبق گیاه آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپرجاذب و NPK: کود شیمیایی متداول)

Fig. 1- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower head diameter under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent and NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

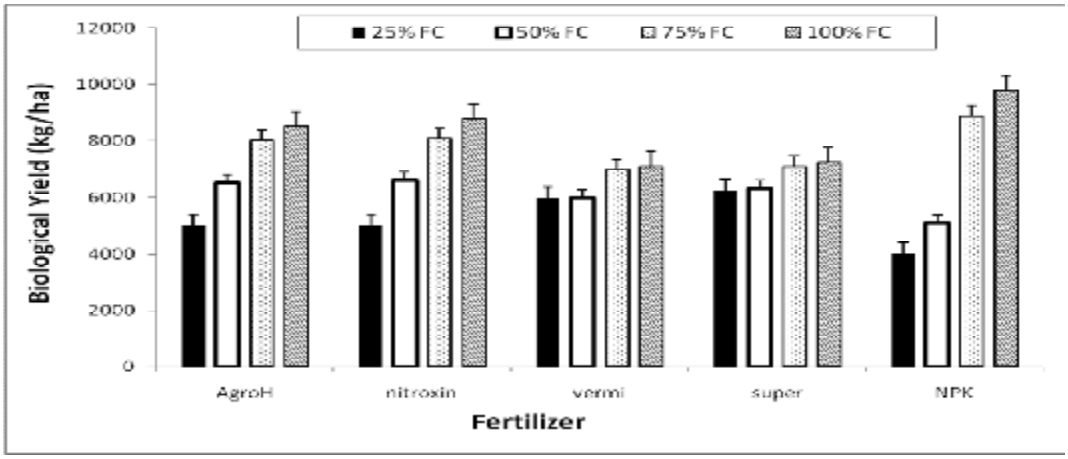


شکل 2- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر ارتفاع بوته آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپرجاذب و NPK: کود شیمیایی متداول)

Fig. 2- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower height under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent and NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

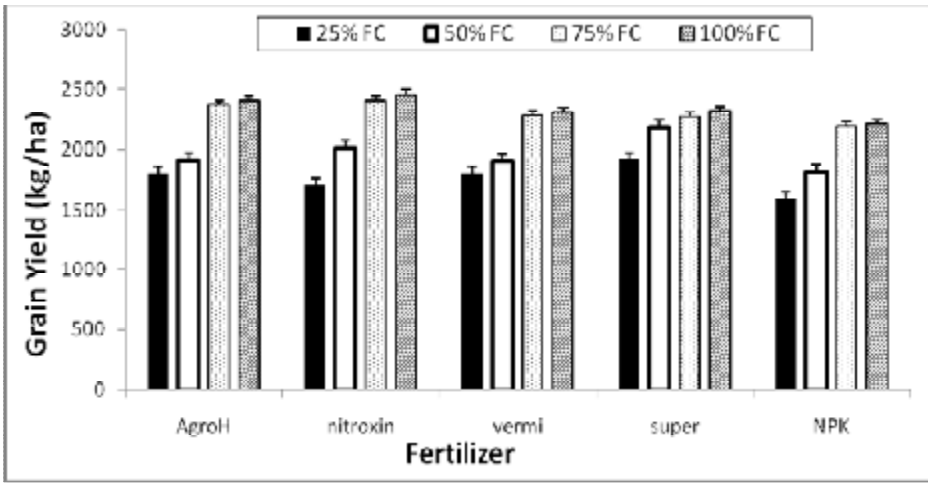


شکل 3- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپرجاذب و NPK: کود شیمیایی متداول)

Fig. 3- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower biological yield under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent and NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

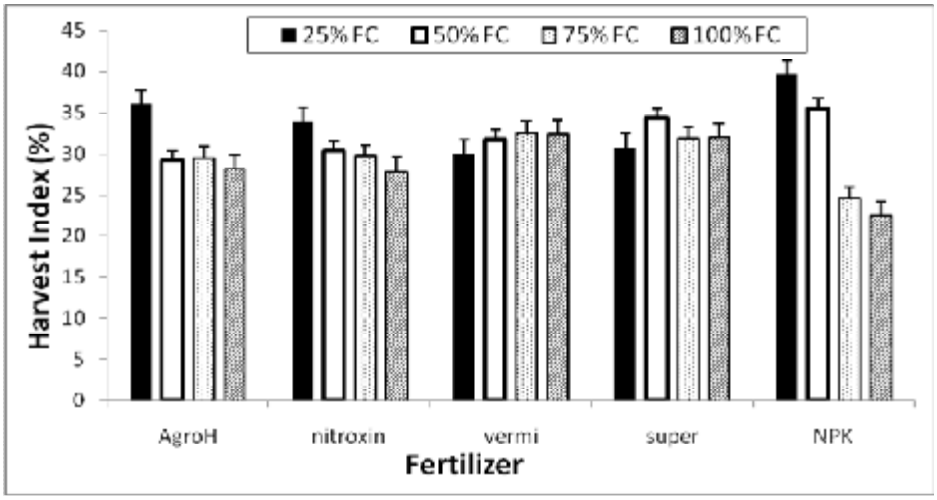


شکل 4- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپرجاذب و NPK: کود شیمیایی متداول)

Fig. 4- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower grain yield under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent and NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

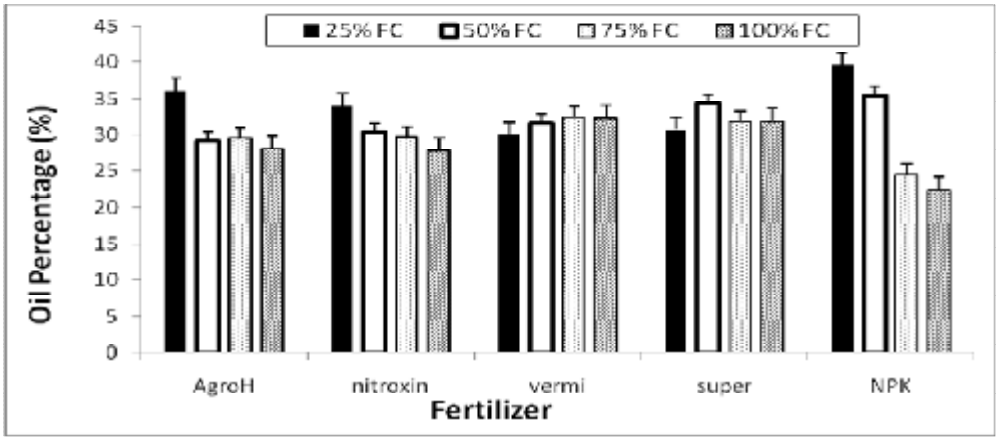


شکل 5- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر شاخص برداشت آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپرجاذب و NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure5- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower harvest index under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent and NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.



شکل 6- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر میزان روغن آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپرجاذب و NPK: کود شیمیایی متداول)

Fig. 6- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower oil percentage under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent and NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

منابع

1- Blak, C.A. 2003. Soil fertility evaluation and control. First Edition. Lewis Publisher, London, 768 p.

2- Clapperton, M.I., Jansen, H.H., and Johnston, A.M. 1997. Suppressions of WAM fungi and micronutrient uptake by low level P fertilization in long – term wheat rotation. American Journal of Alternative Agriculture 12: 59 – 63

3- Darzi, M. T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P and K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25: 1- 19. (In Persian with English Summary)

4- Davarinejad, G., Haghnia, G., and Lakzian, A. 2004. Effect of animal fertilizers and enriched compost on wheat

yield. Agriculture Technology and Science Journal 18: 101-108. (In Persian with English Summary)
5- Ebnejalal, R., Barzegari, A., and Rezaei, N. 2004. Fundamentals of Soil Physic. Shahid Chamran University Press. 266p.
6- Eghbal, B., and Power, J.F. 1999. Composted and non-composted manure application to conventional and no-tillage systems: corn yield nitrogen uptake. Agronomy Journal 91: 819-825.
7- Ehdaei B. 1994. Selection for resistant to drought. 1st Iranian Crop Science congress. Tehran. 43-62. (In Persian)
8- Elliott, L.F., and Wildung, R.E. 1992. What biotechnology means for soil and water conservation? Journal of Soil Water Conservation 47: 17-20.
9- Emam, Y. 2007. Cereal Production. Shiraz University Press, 190 p. (In Persian)
10- Emam, Y. 2008. Water Relation in Plant. In: Koocheki, A., and Khaje Hosseini, M., Eds. Modern Agronomy. Jihad Daneshgahi Mashhad Press. 163-187. (In Persian)
11- Emam, Y., and Eilkaee, M.N. 2002. Effects of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. Iranian Journal of Crop Science 1: 1-8. (In Persian with English Summary)
12- Emam, Y., and Seghatoeslami, M. J. 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press. Shiraz, Iran. (In Persian)
13- Eyvazzadeh, O., Seyyedain Ardebili, M., Chamani, M., and Darvish, F. 2010. Evaluation of fatty acid composition and stability of sose hip oil. Food Technology and Nutrient 7: 66-74. (In Persian with English Summary)
14- Gehan, G., Mostafa, A., and Abo-Baker, A.A. 2010. Effect of bio-and chemical fertilization on growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at south valley area. Asian Journal of Crop Science 2: 137-146.
15- Gilik, B.R., Penrose, D., and Wenbo, M. 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances 19: 135 – 138.
16- Jeliazkov, A. 1999. NPK fertilizer and yield of pepermint (*Mentha peperitia*). Acta Horticulture 505: 231-236.
17- Kabiri, K. 2005. Superabsorbent hydrogels, introduction and uses. 3nd scientific seminar of Superabsorbent Hydrogels agricultural use. Iranian polymer and Petrochemical Institute, p: 72. (In Persian)
18- Kader, M.K., Mmian, H., and Hoyue, M.S. 2002. Effects of *azotobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2: 250 – 261.
19- Khan, M. M. and Azam, Z. M. 1999. Change in the essential oil constituents of *Foeniclum rulgare* in relation of basal and foliar application of nitrogen and phosphorus Journal of Plant Nutrition 11: 2205-2515.
20- Khoshgoftarmanesh, A.H., and Kalbasi, M. 2002. Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis 33: 2011-2020.
21- Majer, P., Sass, L., Lelley, T., Cseuz, L., Vass, I., Dudits, D., and Pauk, J. 2008. Testing drought tolerance of wheat by a complex stress diagnostic system installed in greenhouse. Acta Biologica Szegediensis 52: 97-100.
22- Mallanagouda, B. 1995. Effects of N, P, K and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
23- Manivannan P., Abdul Jaleel, C., Chang-Xing, Z., Somasundaram, R., Azooz, M.M., and Panneerselvam, R. 2008. Variations in Growth and Pigment Composition of Sunflower Varieties under Early Season Drought Stress. Global Journal of Molecular Sciences 3: 50-56.
24- Putt, E.D. 1977. Early history of sunflower. p. 1-19 In: "A.A. Schneiter (ed.) sunflower technology and production .ASA, CSSA, and SSSA. Madison". Agronomy Journal 87: 1142-1283.
25- Rai, S.N., and Gaur, A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter* spp. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil 34: 131-134
26- Raju, K. M., Raju, M. P., and Mohan, Y. M. 2002. Synthesis and water absorbency of cross linked superabsorbent polymeres. Journal of Applied Polymer Science 85: 1795-1801.
27- Rezvantalab, N., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Abasian, A. 2008. Study on yield and yield components of corn *Zea mays* L. response to different types and rates of organic and chemical fertilizers. Journal of Agriculture and Natural Resources *15*: 1- 10. (In Persian with English Summary)
28- Rigi, M.R. 2003. Study of greenhouse effect on three types of vermicompost and nitrogen on yield and chemical composition of corn and rice. M.Sc. Thesis. University of Shiraz, P. 5-7. (In Persian with English Summary)
29- Shahhosseini, Gh. R, Zafarinia, H., Sori, M. K., and Pirasteh Anosheh, H. 2010a. Yield of upland lentil affected by biosulfur, Azotobacter and Superabsorbent. Use Biological Fertilizer in Sustainable Horticulture and Agriculture, Shiraz. pp. 25-29. (In Persian)
30- Shahhosseini, Gh., Zafarinia, R. H., Sori, M. K., and Pirasteh Anosheh H. 2010b. Yield of upland chickpea affected by biosulfur, Azotobacter and Superabsorbent. Use Biological Fertilizer in Sustainable Horticulture and Agriculture, Shiraz. Pp. 29- 34. (In Persian)
31- Silva, P. R. F., and Eschmidt, D. A. 1985. Effect of rate and method of planting on light interception and on agronomic characteristics of sunflower. P. 295-299. In XI Int. Sunflower Conf. Mardel Plata Argentina. 10- 24 March. 1985. pp. 498.
32- Singh, S., and Kapoor, K. 1998. Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular

arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. Biology and Fertility of Soils 28: 139 – 44.

33- Skiner, F.A., Boddey, R.M., and Ferninik, F. 1987. Nitrogen fixation with non legumes. Kluwer Academic Publishers, Netherland, 422p.

34- Vaseghi, S., Afyuni, M., Shariatmadari, H., and Mobli, M. 2005. Affect of sewage sludge on concentration some of mineral and chemical characteristic. Journal of Water and Sewage 6: 15-22. (In Persian with English Summary)