

تأثیر محلول پاشی محرک‌های زیستی گیاهی و روش‌های تغذیه تلفیقی بر شاخص باروری و عملکرد آفتابگردان

محمد میرزاخانی^{۱*} و محمد رضا داوری^۲

^۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، استاد یار گروه کشاورزی، فراهان، ایران.

^۲- دانشگاه پیام نور استان مرکزی، واحد اراک، گروه کشاورزی، اراک، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۱۲)

چکیده

آفتابگردان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در جهان محسوب می‌شود. به منظور بررسی تأثیر روش‌های تغذیه شیمیایی، دامی و زیستی توأم با محلول پاشی محرک‌های زیستی گیاهی بر عملکرد دانه آفتابگردان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشگاه پیام نور اراک، در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمار روش‌های تغذیه در چهار سطح شامل: مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره (شاهد)، ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵ تن کود دامی، ۱۵ تن کود دامی + کاشت لویا بالارونده جهت تثبیت نیتروژن، ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار + کاشت لویا بالارونده جهت تثبیت نیتروژن و تیمار محلول پاشی محرک‌های رشد گیاهی در چهار سطح شامل: مصرف ورمی واش، مصرف ورمی واش غنی شده، مصرف بیوفرمنت و کاربرد ریزجانداران مؤثر موجود در خاک بکر مناطق جنگلی + محلول حاوی تخم بلدرچین بود. نتایج نشان داد که اثر سطوح تیمار روش‌های تغذیه گیاهی بر ارتفاع ساقه، وزن خشک ساقه و برگ‌ها، عملکرد دانه، شاخص باروری گیاه و تعداد دانه در متر مربع، معنی‌دار بود. همچنین اثر تیمار محلول پاشی محرک‌های زیستی رشد گیاهی نیز بر صفات قطر ساقه، وزن خشک ساقه و برگ‌ها، عملکرد دانه، شاخص باروری گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در متر مربع معنی‌دار بود. در بین سطوح تیمار روش‌های تغذیه گیاهی، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار با میانگین ۳۷۰۵ کیلوگرم و تیمار (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + کاشت لویا بالارونده) با میانگین ۳۰۳۱ کیلوگرم در هکتار دانه به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. در بین سطوح تیمار، محرک‌های زیستی نیز بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه با میانگین ۳۷۴۴ و ۳۰۳۱ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از محلول پاشی با ریزجانداران مؤثر و ورمی واش غنی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: بیوفرمنت، کود دامی، نیتروژن، ورمی واش

Effect of foliar application of plant biostimulant and different methods of integrated nutrition on productivity index and yield of sunflower

M. Mirzakhani¹, M. R. Davari²

1- Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran

2- Department of Agriculture, Payame Noor University, Arak Branch, Iran.

(Received: April 29, 2018 - Accepted: October 30, 2018)

ABSTRACT

The sunflower is one of the most important oily plants in the world. To study different methods of chemical fertilizer, biological and manure nutrition with foliar application of plant biostimulant on grain yield in sunflower, a factorial arrangement of treatment in a randomized complete block design with three replications was carried out in a field of Payaam Nour Arak University in Markazi province in the year of 2013. Nutrition methods [N₁= 300 Kg ha⁻¹ Urea (Control), N₂= 50% of nutrition by Urea + 50% of nutrition by FAM (15-ton ha⁻¹), N₃= 50% of nutrition by FAM + 50% of nutrition by nitrogen fixation of *Phaseolus* sp.), N₄= 50% of nutrition by Urea + 50% of nutrition by nitrogen fixation of *Phaseolus* sp.) and plant bio-stimulants (B₁= Foliar with vermiwash, B₂= Foliar with enrich vermiwash, B₃= Foliar with bio ferment, B₄= Foliar with effective microorganisms + quail egg) were assigned in plots. Results indicated that the effect of different levels of nutrition methods on the characteristics such as stem height, dry weight of stem and leaves, grain yield, productivity index of plant and number of grain per m⁻² were significant. The Effect of plant biostimulants treatment on the characteristics such as stem diameter, dry weight of stem and leaves, grain yield, productivity index of plant, 1000 grain weight and the number of grain per m⁻² were also significant. The maximum and minimum of grain yield (3705 and 3133 kg ha⁻¹) were obtained with the 300 Kg ha⁻¹ Urea (Control) and (50% of nutrition by Urea + 50% of nutrition by nitrogen fixation of *Phaseolus* sp.) treatments, respectively. In the biostimulant treatment, the most and least amount of grain yield with an average of 3744 and 3031 Kg ha⁻¹, were spray of effective microorganisms and enriched vermiwash, respectively.

Keywords: Animal manure, bioferment, nitrogen, vermiwash.

مقدمه

دانه آفتابگردان از نظر تولید و تجارت جهانی یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است و روغن آن به علت داشتن درصد بالای اسید چرب لینولئیک، نداشتن کلسترول و برخورداری از ثبات بیشتر در برابر اکسیداسیون از کیفیتی مطلوب برخوردار است (Hall, 1995). نیتروژن از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان می‌باشد. نیاز گیاهان به نیتروژن زیاد بوده و مصرف متعادل و مناسب آن ضروری است. این عنصر جزء اصلی ترکیبات حیاتی چون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و ترکیباتی مانند آدنوزین تری فسفات (ATP) می‌باشد. نیتروژن معمولاً به شکل کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود. تأمین نیتروژن از طریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی یکی از دلایل اصلی آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی و در نهایت مسمومیت انسان، دام و آبزیان می‌باشد و علاوه بر پیامدهای منفی زیست محیطی، افزایش هزینه‌های تولید را نیز به همراه دارد (Chandrasekar et al., 2005). جذب کافی نیتروژن به وسیله گیاه موجب افزایش پروتئین و درشتی میوه و دانه می‌شود. هر چه غلظت نیتروژن در برگ‌ها افزایش یابد، شدت کربن گیری را زیاده‌تر می‌کند. زیرا نیتروژن غیر از آن که به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد، عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل یا سبزینه گیاه نیز می‌باشد (Mengel & Kirkby, 2001) در آفتابگردان با استفاده از کودهای دارای نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به نحوی که نیتروژن موجود در خاک به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار رسیده باشد، موجب افزایش عملکرد دانه، درصد روغن دانه و در نهایت عملکرد روغن در بعضی از مناطق یا شرایط محیطی می‌شود (Scheiner et al., 2002). با افزایش کود نیتروژن تا ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه، زیست توده کل و جذب نیتروژن افزایش می‌یابد (Torbert et al., 2001). کاربرد بیش از حد کودهای نیتروژنه در آفتابگردان نه تنها آسیب‌های وارده به محیط زیست را افزایش می‌دهد، بلکه بر کیفیت دانه‌ها نیز تأثیر سوئی داشته و سبب کاهش غلظت روغن می‌شود و عملکرد روغن را به دلیل افزایش رشد رویشی در گیاه کاهش می‌دهد. بنابراین اجتناب از فشارهای منفی به محیط زیست و بهبود بخشیدن برنامه‌های توسعه‌ای که

نیازهای کودی گیاهان را تأمین می‌کند، ضروری به نظر می‌رسد (Scheiner et al., 2002). بنابراین باید به فکر تأمین مواد غذایی، بدون آلوده کردن محیط زیست بود. کشت مخلوط و روش‌های کشت چند محصولی، پاسخی به بسیاری از مسائل و مشکلات کشاورزی است. که عمده ترین آن‌ها افزایش تنوع و ایجاد ثبات زیستی می‌باشد. در بسیاری از آزمایش‌های کشت مخلوط، اجزاء مخلوط را یک گونه لگوم و یک گونه گراس تشکیل می‌دهد که در اکثر موارد عملکرد نسبت به تک کشتی برتری نشان داده است (Morris & Garity, 2007). گیاهان کشت شده به صورت مخلوط به دلیل آشیان متفاوت در کمترین زمان قادرند تمام آشیان‌های ممکن را اشغال کنند که باعث افزایش دریافت نور توسط کانوپی مخلوط نسبت به کانوپی خالص می‌گردد (Tsubo et al., 2004). نتایج تحقیقی نشان داد که در حضور کودهای آلی و زیستی، جذب نیتروژن از کود شیمیایی افزایش می‌یابد. با توجه به این که با افزودن ماده آلی به خاک، فرآیند معدنی شدن و آلی شدن نیتروژن انجام می‌گیرد، افزودن همزمان کود آلی و شیمیایی، ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، به دلیل آلی شدن نیتروژن شیمیایی توسط باکتری‌های تجزیه کننده ماده آلی خاک، هدرروی (آبشویی)، متصاعد شدن یا تثبیت نیتروژن کاهش یافته و سپس به دلیل فرآیند معدنی شدن، مجدداً نیتروژن به صورت تدریجی به شکل قابل جذب گیاه در آمده و سبب فراهمی آن در طول دوره رشد گیاه می‌شود. در این رابطه، تناسب بین نسبت شکل آلی به معدنی نیتروژن بسیار اهمیت دارد (Shata et al., 2007). سایر پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل استفاده خاک با افزایش نیازهای گیاه می‌دانند (Mooleki et al., 2004). مشکل عمده کودهای حیوانی، بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن است که سبب کاهش رشد اولیه گیاه در مزرعه می‌گردد و جهت رفع این مشکل باید سرعت تجزیه این مواد را بالا برد (Khaliq et al., 2006). استفاده از ریزجانداران مفید در عملیات کشاورزی از ۶۰ سال پیش آغاز شده است. افزایش این جمعیت‌های مفید

آلانین، متیونین، ایزولایسین، لایسین، تیروزین، فنیل آلانین، آرژنین بوده و آهن موجود در آن حدود شش برابر تخم مرغ است (Genchev, 2012).

بیوفرمنت‌ها با استفاده از باکتری‌ها و قارچ‌های مؤثر موجود در خاک‌های بکر کوهستانی و جنگلی به دست می‌آیند. بیوفرمنت‌ها را می‌توان از طریق محلول پاشی روی گیاهان مورد استفاده قرار داد، زیرا بلافاصله از طریق برگ‌های گیاهان جذب خواهند شد. استفاده از بیوفرمنت‌ها باعث استقرار مجدد جمعیت‌های میکروبی در اکوسیستم‌ها می‌شوند و باعث کاهش ورود آفات و بیماری‌ها به گیاهان از طریق افزایش تحمل گیاهان می‌شوند. همچنین بیوفرمنت‌ها اجازه رشد و فعالیت روی گیاهان را به عوامل بیماری‌زا نمی‌دهند (Kalema & Mario, 2010). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر روش‌های تغذیه‌ای و محرک‌های زیستی رشد گیاهی بر ویژگی‌های زراعی آفتابگردان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی - تحقیقاتی دانشگاه پیام نور اراک با خاک زراعی لوم شنی، اجرا گردید. از خصوصیات آب و هوایی این منطقه، داشتن تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار روش‌های تغذیه بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) در چهار سطح شامل: N_1 = مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره (شاهد)، N_2 = (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵ تن کود گاوی)، N_3 = (۱۵ تن کود گاوی + کاشت لوبیا بالارونده جهت تثبیت نیتروژن)، N_4 = (۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار + کاشت لوبیا بالارونده جهت تثبیت نیتروژن) و تیمار محلول پاشی محرک‌های گیاهی (که تماماً در شرایط آزمایشگاه ساخته شدند) در چهار سطح شامل: B_1 = مصرف ورمی واش، B_2 = مصرف ورمی واش غنی شده (ورمی واش معمولی با استفاده از عصاره گیاه گزنه که حاوی محرک‌های رشد است و عصاره گیاه آلوورا که حاوی اسیدهای آمینه مختلف است، غنی سازی شد. برای

می‌تواند تحمل گیاه به تنش‌های محیطی مانند کمبود آب، عناصر غذایی و سمیت عناصر سنگین را افزایش دهند (Wu et al., 2005). در ترکیب ریزجانداران مؤثر^۱ ریزجاندارانی مانند باکتری‌های (*Rhodobacter* و *Rhodopseudomonas plastris*)، (*Lactobacillus plantrum* L.) و (*Streptococcus lactis*)، مخمرها (*Saccharomyces spp*) و اکتینومیست‌ها (*Streptomyces spp*) وجود دارند که سلامتی محصول و میزان عملکرد را با افزایش فتوسنتز، تولید ترکیبات فعال زیستی مانند هورمون‌ها و آنزیم‌ها، تسریع در تجزیه مواد فتوسنتزی و کنترل بیماری‌های خاگری، توسعه می‌دهند (Higa, 2000). استفاده از ریزجانداران مؤثر همراه با کودهای آلی، روش مناسبی برای تأمین و آزاد سازی مواد غذایی از منابع کودی مورد استفاده می‌باشد. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که تلقیح خاک مزرعه با ریزجانداران مؤثر علاوه بر افزایش کیفی و کمی محصول، کیفیت خاک را نیز بهبود می‌بخشد (Higa & Parr, 1994). فعالیت میکروبی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک، اصلاح خواص فیزیکی خاک و در نتیجه تهویه بهتر آن می‌تواند از دلایل افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی و ارگانیک باشد (Nandhagopal et al., 1995).

بنابر گزارش محققینی، نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی ورمی واش، حاکی از وجود کلسیم، نترات، فسفر، پروتئین، لیپید و اسید آمینه می‌باشد (Sundaravadivelan et al., 1995). بر اساس گزارش پژوهشگران، عصاره آلوورا دارای موادی از قبیل آنزیم‌های آمیلاز، لیپاز، سلولاز، کربوکسی پپتیداز، کاتالاز، پروکسیداز، آلکالین فسفوتاز، هورمون‌های اکسین و جیبرلین، اسید سالیسیلیک، ویتامین‌های A, C, D, E, B تیامین، نیاسین، ریوفلاوین، اسید فولیک است (Hamman, 2008; Saeed et al., 2004). نتایج تحقیقی نشان داد که تخم بلدرچین در ترکیب خود محتوی آمینواسیدهای مختلفی از قبیل اسید آسپارتیک، ترونین، سرین، اسید گلوتامیک، پرولین، سیستئین، گلیسین،

بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر، تراکم کاشت آفتابگردان و لوبیا بالارونده (**climbing bean**) یا لوبیای پیچنده (بذر این گیاه برای اولین بار سال ۱۳۸۹ از کشور استرالیا وارد و توسط سمن‌کیمیای سبز در شهرستان شازند (استان مرکزی) کشت شد)، ۸ بوته در متر مربع و بذرها ۳ تا ۵ سانتی‌متر و رقم مورد استفاده رقم رکورد بود. مبارزه با علف‌های هرز به موقع و به روش دستی انجام شد. در زمان برداشت (۱۳۹۲/۶/۲۱) تعداد ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به طور کاملاً تصادفی برداشت شد و ویژگی‌هایی چون ارتفاع ساقه، قطر ساقه، وزن خشک ساقه و برگ‌ها در متر مربع، عملکرد دانه، شاخص باروری گیاه (حاصل تقسیم وزن خشک طبق بر وزن خشک کل گیاه)، وزن هزار دانه و تعداد دانه در متر مربع اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، از دوخط میانی مساحت ۴ مترمربع برداشت و پس از کوبیدن و توزین و با در نظر گرفتن رطوبت حدود ۱۴ درصد، عملکرد دانه هر کرت برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. همچنین کلیه ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه، محاسبه و معنی دار بودن آن‌ها بوسیله نرم افزار **Mstat-C** تعیین گردید. نتایج آزمون خاک و کود دامی به ترتیب در (جداول ۱ و ۲) آورده شده است.

این کار سه کیلوگرم از ماده خشک هر یک از گیاهان گزنه و آلوورا را به قطعات کوچک خرد شد و با ۷ لیتر ملاس نیشکر یا چغندر قند + ۷ لیتر از محلول حاوی میکروارگانیزم کوهستانی فعال شده + ۱۵ لیتر آب تمیز داخل بشکه‌ای ریخته شد و درب آن محکم گردید. قسمت بالای بشکه باید دارای فضای خالی باشد تا گازهای تولیدی بتوانند در آنجا جمع شده و از طریق لوله خروجی تعبیه شده خارج شوند. سپس بشکه در جای خنک و خشک به مدت ۱۵ روز در همین وضعیت نگهداری گردید و پس از عبور از صافی پارچه‌ای مورد استفاده قرار گرفت، $B_3 =$ مصرف بیوفرممنت (مخمرهای زیستی ساخته شده در این آزمایش ترکیبی از شیر تازه + کود تازه گاو که حاوی مخمرهای بی‌هوازی می‌باشد + ملاس چغندر یا نیشکر + ریزجانداران مؤثر موجود در خاک بکر مناطق جنگلی یا مناطق کوهستانی + خاکستر چوب + آب (بود) و $B_4 =$ ریزجانداران مؤثر موجود در خاک بکر مناطق جنگلی + محلول حاوی تخم بلدرچین (بین ۵ تا ۱۰ عدد تخم بلدرچین که سرشار از عنصر آهن می‌باشد را به مدت ۱۰ تا ۱۵ روز داخل آلبیمو طبیعی و تازه قرار داده شد تا پوسته آن‌ها به آرامی داخل آلبیمو مضمحل گردد و محلول یکدستی تشکیل شود)، تمامی محرک‌های زیستی در دو مرحله شروع طبق -دهی (آغاز ستاره زنی، R_2) و شروع باز شدن طبق‌ها (R_4) و در هر مرحله بر مبنای سه لیتر در هکتار، در زمان نزدیک به غروب آفتاب و همراه با ۲۰ لیتر آب روی برگ‌های آفتابگردان محلول پاشی شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر، فاصله

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Results of soil Analysis

Texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	EC mmhos/cm	pH	Soil depth
Loam	28	38	34	257	13	0.06	1/2	7/5	0-30

جدول ۲- نتایج آزمایش کود دامی

Table 2- Results the of animal manure test

pH	Rate of C/N	Potassium (%)	Phosphorus (%)	Total nitrogen (%)	Organic carbon (%)
7	38.1	2.42	0.85	1	38

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع ساقه تحت تأثیر تیمار روش‌های تغذیه گیاهی قرار گرفت (جدول ۳). به طوری که بیشترین مقدار ارتفاع ساقه مربوط به تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره (شاهد) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + کاشت لوبیا بالا رونده بود (جدول ۴). تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره توانسته است عنصر مورد نیاز گیاه آفتابگردان را به‌طور کامل تأمین نماید و کمترین میزان تأثیر منفی را در رشد و تقسیم سلولی داشته و گیاه به‌راحتی توانسته است از طریق افزایش تعداد و اندازه سلول‌ها بیشترین میزان ارتفاع ساقه را تولید نماید. در این بررسی ارتفاع ساقه تحت تأثیر سطوح مصرف محرک‌های زیستی قرار نگرفت (جدول ۳).

محققان گزارش نمودند که اثر تیمار کودهای دامی، شیمیایی و غلظت‌های تیمار ریزجانداران مؤثر بر ارتفاع ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار استفاده از کود شیمیایی *NPK* بیشترین ارتفاع بوته را داشت. و تیمار کاربرد غلظت‌های ریزجانداران مؤثر (۱:۵۰ و ۱:۲۰) نسبت به عدم استفاده از آن به ترتیب ۷/۸۳ و ۱۱/۸۷ درصد افزایش ارتفاع بوته را به همراه داشت (Jahanban & Lotfifar, 2011). در آزمایشی کاربرد نیتروژن بر ارتفاع آفتابگردان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و ارتفاع بوته نیز افزایش یافت. به طوری که بیشترین و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ و عدم مصرف کود بود (Sedaghat et al., 2012). نتایج آزمایشی حاکی از بیشتر بودن ارتفاع بوته در سیستم تغذیه تلفیقی (۵۰ درصد کود آلی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) می‌باشد و سایر روش‌های تغذیه تلفیقی (۷۵ درصد کود شیمیایی + ۲۵ درصد کود آلی) و (۲۵ درصد کود شیمیایی + ۷۵ درصد کود آلی) به ترتیب در مرتبه‌های بعدی قرار داشتند (Akbari et al., 2009).

قطر ساقه

قطر ساقه تحت تأثیر روش‌های تغذیه‌ای و تیمار محرک‌های زیستی قرار نگرفت ولی برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج

مقایسه میانگین‌های برهمکنش نشان داد که بیشترین مقدار قطر ساقه مربوط به تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره + محلول پاشی ورمی واش غنی شده، و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + کاشت لوبیا بالا رونده + محلول پاشی بیوفرممنت بود (جدول ۵). معمولاً با افزایش مقدار رشد گیاه و تجمع ماده خشک بیشتر در آن، قطر ساقه گیاه نیز جهت نگهداری وزن اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد، بنابراین هر عاملی که سبب افزایش رشد گیاه شود، بر افزایش قطر ساقه نیز مؤثر خواهد بود. نتایج این بررسی نیز نشان می‌دهد که تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره توأم با محلول پاشی ورمی واش غنی شده بهترین شرایط را برای رشد گیاه فراهم نموده است و در پی آن بیشترین مقدار قطر ساقه را نیز به خود اختصاص داده است. محققان گزارش نمودند که قطر ساقه آفتابگردان در سطح یک درصد آماری، تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن قرار گرفت و تیمار مصرف ۱۸۰ کیلوگرم بیشترین قطر ساقه را داشت (Rafiee et al., 2005). نتایج بررسی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای آفتابگردان با کود آلی نشان داد که تیمار (مصرف ۲۵ درصد کود آلی زئوپونیکس + مصرف ۷۵ درصد کود شیمیایی اوره) با میانگین ۲/۸۳ سانتیمتر و تیمار (مصرف ۷۵ درصد کود آلی زئوپونیکس + مصرف ۲۵ درصد کود شیمیایی اوره) با میانگین ۲/۴۵ سانتیمتر به ترتیب بیشترین و کمترین قطر ساقه را داشتند (Daryaee et al., 2012).

وزن خشک ساقه و برگ‌ها

وزن خشک ساقه و برگ‌ها تحت تأثیر روش‌های تغذیه گیاهی و برهمکنش تیمار روش‌های تغذیه × تیمار محلول پاشی محرک‌های زیستی در سطح آماری یک درصد و در واکنش به تیمار محرک‌های زیستی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه و برگ‌ها مربوط به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵ تن کود دامی + محلول پاشی ورمی واش و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + ۱۵ تن کود دامی + محلول پاشی ورمی واش غنی شده بود (جدول ۵). نبود عامل و یا عوامل محدود کننده رشد گیاه باعث افزایش

نتایج یک بررسی نشان داد که بین سیستم‌های تغذیه آفتابگردان بیشترین وزن خشک نهایی تحت تأثیر تیمار برهمکنش (تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده همراه با ۱۵ درصد زئولیت) × (آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد رطوبت قابل استفاده) بدست آمد (Gholamhoseini et al., 2007). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن عملکرد بیولوژیکی اندام‌های هوایی آفتابگردان نیز افزایش یافت (Gholinejad et al., 2007).

تولید شاخ و برگ و انجام فتوسنتز بیشتر در گیاه خواهد شد. در نتیجه تجمع کربوهیدرات، خصوصاً اگر این افزایش رشد در مرحله رشد رویشی باشد، باعث افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی خواهد شد. بنابراین کاربرد تلفیقی کود شیمیایی، کود دامی و همچنین محلول پاشی محرک رشد ورمی واش باعث افزایش قابل توجه اندام‌های رویشی گیاه نسبت به سایر تیمارها شده است. نتایج بررسی سیستم‌های تغذیه‌ای آفتابگردان نشان داد که تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود آلی زئوپونیکس بیشترین بیوماس اندام هوایی (مجموع ساقه، برگ و طبق) را داشت (Daryae et al., 2012).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های زراعی آفتابگردان تحت تأثیر روش‌های تغذیه تلفیقی و محلول پاشی محرک‌های زیستی گیاهی

Table 3- Analysis of variance for sunflower agronomic traits under nutrition methods and foliar of plant biostimulants

s.o.v	d.f	Mean square						
		Number of grain per m ²	1000 grain weight	Productivity index of plant	Grain yield	Dry weight of stem and leaves	Stem diameter	Stem height
Replication	2	808203.58 ^{ns}	22.14 ^{ns}	10.18 ^{ns}	93837.00 ^{ns}	125.52 ^{ns}	0.103 ^{ns}	472.87 ^{ns}
Nutrition methods	3	1390620.96 ^{**}	32.24 ^{ns}	38.33 [*]	692502.44 ^{**}	12709.72 ^{**}	0.012 ^{ns}	649.90 [*]
Bio-Stimulants	3	1500894.02 ^{**}	78.18 [*]	8.70 ^{ns}	1484775.38 ^{**}	7859.72 [*]	0.038 ^{ns}	96.51 ^{ns}
Nutrition×Biostimulants	9	750219.44 [*]	41.29 [*]	93.71 ^{**}	527697.27 ^{**}	16887.96 ^{**}	0.059 ^{**}	87.59 ^{ns}
Error	30	271795.02	18.65	10.91	68273.33	1997.18	0.015	169.96
Cv (%)	-	9.59	6.97	5.02	7.75	11.15	8.58	11.19

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns * and **: Nonsignificant, Significant at the 5% and 1% probability levels respectively

در چنین وضعیتی کمیت و کیفیت واحدهای زایشی از قبیل تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و شاخص برداشت نیز ارتقاء خواهد یافت و در نهایت منجر به تولید عملکرد دانه بیشتر می‌شود. محقق گزارش نمود که سیستم‌های تغذیه تلفیقی بیشترین عملکرد دانه را داشته و در بین آن‌ها سیستم تغذیه تلفیقی (۵۰ درصد کود آلی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) با میانگین ۲۸۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد دانه را تولید نموده است (Akbari et al., 2009). در بررسی دیگری مصرف ۱۸۰ کیلوگرم با میانگین ۲۶۱۹، بیشترین عملکرد دانه را به همراه داشت (Rafiee et al., 2005). محقق دیگری گزارش نمود تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی عملکرد

عملکرد دانه

عملکرد دانه بطور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های تغذیه گیاهی، محلول پاشی محرک‌های زیستی و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). در مقایسه میانگین‌های برهمکنش، تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار + محلول پاشی ورمی واش و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + ۱۵ تن کود دامی + محلول پاشی بیوفرممنت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). مصرف مقدار کافی از عناصر غذایی باعث رشد و توسعه مناسب بخش‌های رویشی و زایشی گیاه خواهد شد و با افزایش سطح سبزینه‌های گیاه و میزان فتوسنتز روزانه، تجمع مقدار زیادی از اسیمیلات‌ها را شاهد خواهد بود.

کیلوگرم در هکتار توسط تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن از کود اوره + ۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از کود دامی کمپوست شده + مصرف زئولیت به میزان ۱۵ درصد وزن کود دامی به دست آمد (Gholamhoseini *et al.*, 2007). نتایج بررسی سیستم‌های تغذیه‌ای آفتابگردان نشان داد که تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود آلی زئوپونیکس، بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است (Daryae *et al.*, 2012).

دانه بیشتری نسبت به تیمارهای سیستم تغذیه آلی و شیمیایی تولید کردند (Shoghi Kalkhoran *et al.*, 2010). در تحقیق دیگری کمترین عملکرد دانه آفتابگردان با میانگین ۱۹۴۶ کیلوگرم در هکتار، مربوط به مصرف کودهای شیمیایی رایج بود (Pirasteh anousheh *et al.*, 2010). نتایج تحقیقی نشان داد که اثر روش‌های تغذیه آفتابگردان بر عملکرد دانه آن در سطح یک درصد معنی‌دار شد (Zarinjoob *et al.*, 2012). در گزارش دیگری نیز بیشترین عملکرد دانه آفتابگردان با میانگین ۲۱۶۸

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های زراعی آفتابگردان تحت تأثیر روش‌های تغذیه تلفیقی و محرک‌های زیستی گیاهی

Table 4- Mean comparison of sunflower agronomic traits under nutrition methods and plant biostimulants

Treatments	Number of grain per m ²	1000 grain weight (g)	Productivity index of plant (%)	Grain yield (kg ha ⁻¹)	Dry weight of stem and leaves (g m ⁻²)	Stem diameter (cm)	Stem height (cm)
Nutrition methods							
300 kg Urea (control)	5933 a	62.17 a	67.52 a	3705 a	438.8 a	1.45 a	127.6 a
150 kg Urea + 15 ton FAM	5391 b	61.25 a	63.41 b	3308 b	417.1 a	1.38 a	112.8 b
15 ton FAM + Bean	5216 b	64.17 a	65.61 ab	3335 b	375.8 b	4.13 a	113.7 b
150 kg Urea + Bean	5210 b	60.33 a	66.73 a	3133 b	371.7 b	1.39 a	112.1 b
Plant biostimulants							
Vermiwash	5657 a	63.50 ab	65.06 a	3594 a	430.8 a	1.41 ab	120.2 a
Inriched vermiwash	5120 b	59.42 c	66.95 a	3031 b	368.3 b	1.49 a	117.4 a
Bioferment	5154 b	60.25 bc	65.27 a	3112 b	403.8 ab	1.35 b	114.2 a
EM	5819 a	64.75 a	65.98 a	3744 a	400.4 ab	1.41 ab	114.4 a

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using

مقدار کافی از عنصر نیتروژن باعث افزایش سطح سبز گیاه و افزایش کربوهیدرات‌های فتوسنتزی شده است و گیاه نیز در مرحله تخصیص مواد فتوسنتزی مقدار بیشتری از این مواد را به بخش زایشی (طبق) منتقل نموده است. همچنین محلول پاشی ورمی واش نیز به دلیل داشتن مواد محرک رشد گیاهی از قبیل کلسیم، نیترات، فسفر، پروتئین، لیپید و اسید آمینه باعث بهبود شرایط رشد و نمو گیاه شده است. به طوری که در بین میانگین‌های برهمکنش، بیشترین مقدار شاخص باروری گیاه (۷۴/۲۱ درصد) مربوط به تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار + محلول پاشی ورمی واش و کمترین مقدار آن (۵۵/۰۵ درصد) مربوط به تیمار ۱۵۰

شاخص باروری گیاه

شاخص باروری گیاه، تعیین کننده نسبت بین وزن خشک طبق همراه با دانه بر وزن خشک ساقه و برگ‌های گیاه است. بالا بودن مقدار شاخص باروری گیاه نشان دهنده تخصیص مقدار بیشتری از هیدرات‌های کربن فتوسنتزی به بخش زایشی گیاه در مقایسه با بخش‌های رویشی گیاه است. در این آزمایش شاخص باروری گیاه تحت تأثیر روش‌های تغذیه گیاهی در سطح پنج درصد و تحت تأثیر برهمکنش (روش‌های تغذیه گیاهی × محلول پاشی محرک‌های رشد گیاهی) در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). به نظر می رسد که مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره از طریق فراهم نمودن

نیتروژن که در ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره وجود داشته است، توانسته‌اند بر افزایش مقدار تولید مواد فتوسنتزی مؤثر واقع شوند و همچنین گیاه در دوره زمانی پر نمودن دانه‌ها مقدار بیشتری از آن‌ها را به دانه‌ها منتقل نموده است و در نهایت نسبت به سایر تیمارها از نظر وزن هزار دانه برتر بوده است. بررسی سیستم‌های تغذیه‌ای آفتابگردان نشان داد که تیمار (۷۵ درصد زئوپونیکس + مصرف ۲۵ درصد کود شیمیایی اوره) با میانگین ۶۰/۲۸ گرم، کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند (Daryae et al., 2012). محققان گزارش نمود که اثر سیستم‌های مختلف تغذیه بر وزن هزار دانه آفتابگردان در سطح یک درصد معنی دار بود و بیشترین مقدار وزن هزار دانه با میانگین ۶۵/۷۲ گرم توسط تیمار (تأمین ۶۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره + تأمین ۴۰ درصد مابقی از کود دامی کمپوست شده همراه با ۱۰ درصد زئولیت) و کمترین مقدار آن با میانگین ۵۴/۰۳ گرم توسط تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره به‌دست آمد (Gholamhoseini et al., 2007).

کیلوگرم در هکتار اوره + ۱۵ تن کود دامی + محلول پاشی بیوفرممنت بود (جدول ۵). نتایج یک بررسی نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص باروری آفتابگردان در بین سطوح تیمار کم آبیاری به ترتیب ۷۵ و ۶۶ درصد بود (Daneshian & Jabbari, 2009).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه مبین وضعیت رشد گیاه در دوره زمانی پر شدن دانه‌ها و نحوه اختصاص و توزیع مواد فتوسنتزی بین بخش‌های مختلف گیاه است. وزن هزار دانه تحت تأثیر سطوح تیمار کاربرد محرک‌های زیستی و برهمکنش (روش‌های تغذیه گیاهی × محلول پاشی محرک‌های رشد گیاهی) قرار گرفت (جدول ۳). در بین برهمکنش‌ها بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۷۰ گرم) مربوط به تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار + محلول پاشی ورمی واش و کمترین مقدار آن (۵۴ گرم) مربوط به تیمار تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار + محلول پاشی ورمی واش غنی شده بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد که هورمون‌های رشد و اسید آمینه‌های موجود در ورمی واش به همراه مقدار کافی از عنصر

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های زراعی آفتابگردان تحت تأثیر روش‌های تغذیه تلفیقی و محرک‌های زیستی

Table 5- Mean comparison of sunflower agronomic traits under nutrition methods and plant biostimulants

Treatments		Number of grain per m ²	1000 grain weight (g)	Productivity index (%)	Grain yield (kg ha ⁻¹)	Dry weight of stem and leaves (g m ⁻²)	Stem diameter (cm)
300 kg Urea (control)	Vermiwash	6251 ab	70.00 a	74.21 a	4374 a	423.3 b-e	1.39 bc
	Inriched vermiwash	5055 c-f	54.00 d	64.39 c-f	2718 h	448.3 a-d	1.65 a
	Bioferment	5895 a-d	60.00 b-d	69.15 a-d	3540 cd	463.3 a-c	1.36 c
	Effective microorganisms	6528 a	64.67 a-c	62.32 ef	4187 ab	420.0 c-e	1.38 bc
150 kg Urea+15 ton FAM	Vermiwash	5978 a-c	60.00 b-d	59.39 fg	3583 cd	525.0 a	1.49 a-c
	Inriched vermiwash	5740 a-d	60.00 b-d	72.07 ab	3443 c-f	280.0 g	1.35 c
	Bioferment	4381 f	58.33 b-d	55.05 g	2567 h	505.0 ab	1.37 bc
	Effective microorganisms	5463 b-e	66.67 ab	67.12 b-e	3638 cd	358.3 e-g	1.34 c
15 ton FAM+Bean	Vermiwash	5379 b-e	66.00 a-c	62.80 d-f	3507 c-e	360.0 e-g	1.34 c
	Inriched vermiwash	4678 ef	64.00 a-c	65.78 b-e	2977 f-h	345.0 e-g	1.66 a
	Bioferment	4910 d-f	61.67 b-d	67.44 b-e	3028 e-h	346.7 e-g	1.41 bc
	Effective microorganisms	5898 a-d	65.00 a-c	66.41 b-e	3830 bc	451.7 a-d	1.32 c
150 kg Urea + Bean	Vermiwash	5020 c-f	58.00 cd	63.85 c-f	2912 gh	415.0 c-e	1.40 bc
	Inriched vermiwash	5004 c-f	59.67 b-d	65.55 c-f	2987 f-h	400.0 c-e	1.29 c
	Bioferment	5430 b-e	61.00 b-d	69.44 a-c	3313 d-g	300.0 fg	1.27 c
	Effective microorganisms	5387 b-e	62.67 a-c	69.09 b-e	3220 d-g	371.7 d-f	1.60 ab

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using

تعداد دانه در متر مربع

تعداد دانه در متر مربع تحت تأثیر تیمار روش‌های تغذیه گیاهی و تیمار کاربرد محرک‌های زیستی و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). به طوری که بیشترین تعداد دانه در متر مربع مربوط به تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + محلول پاشی ریزجانداران موثر و کمترین تعداد آن مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + ۱۵ تن کود دامی + محلول پاشی بیوفرممنت بود (جدول ۵). فراهمی شرایط مناسب برای رشد و نمو گیاهان زراعی (خصوصاً به لحاظ تأمین عناصر غذایی پر مصرف مانند نیتروژن) باعث تولید تعداد بیشتری از واحدهای زایشی در گیاه و یا در واحد سطح زمین خواهد شد. بنابراین تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با فراهم نمودن مقدار کافی از نیتروژن باعث افزایش رشد و نمو گیاه و تولید تعداد دانه بیشتر در واحد سطح شده است. همچنین استفاده از محلول پاشی ریزجانداران موثر نیز به دلیل تحریک بیشتر رشد گیاه، باعث استفاده حداکثری گیاه از شرایط بوجود آمده شده و در نهایت گیاه با افزایش تعداد آغازنده‌های زایشی نسبت به سایر تیمارها برتر بوده است.

در تحقیقات دیگری، گزارش شده است که اثر ارقام مختلف آفتابگردان بر تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود، به طوری که بیشترین و کمترین تعداد دانه به ترتیب مربوط به رقم هایسون ۳۳ و رقم رکورد بود (Fanaie et al., 2012). در آزمایشی، اثر تیمار مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و با افزایش

مصرف کود نیتروژن، تعداد دانه نیز افزایش یافت. به طوریکه بیشترین و کمترین تعداد دانه مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف کود بود (Sedaghat et al., 2012). نتایج تحقیقی نشان داد که اثر تیمار مصرف نیتروژن بر صفت تعداد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و بیشترین و کمترین تعداد دانه مربوط به تیمار مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف کود بود (Omidi ardali & Bahrani, 2011).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق و گزارشات سایر محققان مشخص شد که تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه به تنهایی با استفاده از روش شیمیایی نه تنها باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود، بلکه خطر آلودگی زیست محیطی، تخریب ساختمان خاک، کاهش تعداد و تنوع ریزجانداران مفید خاک و ... را نیز به همراه دارد. بنابراین استفاده از روش تغذیه تلفیقی بهتر از تغذیه شیمیایی می‌باشد و بیشتر ویژگی‌های زراعی آفتابگردان را بهبود خواهد داد. به طوری که در بین سطوح تیمار روش‌های تغذیه گیاهی تیمار (۱۵ تن در هکتار کود دامی + کاشت لوبیا بالا رونده) با میانگین ۳۳۳۵ کیلوگرم در هکتار تنها حدود ۹/۹۸ درصد کاهش عملکرد در مقایسه با تیمار مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار با میانگین ۳۷۰۵ کیلوگرم در هکتار داشت.

REFERENCES

1. Akbari, P., Ghalavand, A. & Modarres Sanavy, S. A. M. (2009). Effects of different nutrition systems and biofertilizer (PGPR) on phenology period yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Electronic Journal of Crop Production*, 2(3), 119-134. (In Farsi).
2. Chandrasekar, B. R., Ambrose, G. & Jayabalan, N. (2005). Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. *Journal of Agricultural Technology*, 1(2), 223-234.
3. Daneshian, J. & Jabbari, H. (2009) Effect of limited irrigation and plant density on morphological characteristics and grain yield in a sunflower hybrid (CMS26 × R103) as second crop. *Iranian Journal of Crop Science*, 10 (40), 377-388. (In Farsi).
4. Daryae, F., Ghalavand, A., Chae chee, M. R. & Soroush zadeh, A. (2012). Effect of nutrition different systems with zeonix and green manure on quality and quantitative yield of sunflower. *Iranian Journal of Crops Science*, 43 (2), 257-268. (In Farsi).

5. Fanaie, H. R., Galavi, M., Barami, GH. & Ramrudi, M. (2012). Assessment of the seed yield, yield components and oil content of sunflower genotypes in Sistan region. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 96, 22-28. (In Farsi).
6. Genchev, A. (2012). Quality and composition of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). *Trakia Journal of Sciences*, 10 (2), 91-101.
7. Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, S. A. M. & Jamshidi, E. (2007). Effect of zeolite compost application in the loamy sand field on grain yield and other traits of sunflower. *Environmental Sciences*, 5 (1), 23-36. (In Farsi).
8. Gholamhoseini, M., Ghalavand, A. & Jamshidi, E. (2008). The Effect of irrigation regimes and fertilizer treatments on grain yield and elements concentration in leaf and grain of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Pajouhesh & Sazandegi*, (79), 91-100. (In Farsi).
9. Gholinejad, E., Aenehband, A., Hasanzade Ghorttappe, A., Barnoosi, I. & Rezaei, H. (2009) Evaluation of effective drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid iroflor at different levels of nitrogen and plant population in Urmieh climate conditions. *Journal of Plant Production*, 16 (3), 1-27. (In Farsi).
10. Hall, A. J., Connor, D. J. & Sadras, V. D. (1995). Radiation use efficiency of sunflower crops. Effects of specific leaf nitrogen. *Field Crop Research*, 4, 56-77.
11. Hamman, J. H. (2008). Composition and applications of aloe vera leaf gel. *Molecules*, 13, 1599-1616.
12. Higa, T. (2000). What is EM technology? *EM World Journal*, 1, 1-6.
13. Higa, T. & Parr, J. F. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a sustainable agriculture and environment. *International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan*, 160 pp.
14. Jahanban1, L. & Lotfifar, O. (2011). Study of the effective microorganism (EM) application effect on the efficacy of chemical and organic fertilizers in corn cultivation. *Technology of Crop Production*, 11(2), 43-52. (In Farsi).
15. Kalema, A. J. & Mario C. (2010). Organic fertilizers and bio-ferments. (A practical manual for small holder farmers). *Agro Eco Louis Bolk Institute, Eastern Africa Branch, www.louisbolk.org*. 30p.
16. Khaliq, A., Abbasi, M. K. & Hussain, T. (2006). Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*, 97, 967-972.
17. Mengel, K. & Kirkby, E. A. (2001). Principles of plant nutrition. *Kluwer Academic Pub. Paperback - 849 p.*
18. Mooleki, S. P., Schoenau, J. J., Chales, J. L., & Wen, G. (2004). Effect of rate, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*, 84, 199-210.
19. Morris, R. A. & Garrity, D.P. (2007). Resource capture and utilization in intercropping: Non-nitrogen nutrients. *Field Crops Research*, 34, 303-317.
20. Nandhagopal, A., Subramanian, K. S. & Gopalan, A. (1995). Response of sunflower hybrids to nitrogen and phosphorus under irrigated condition. *Madras Agricultural Journal*, 82, 80-83.
21. Omidi ardali, Gh & Bahrani, M. J. (2011). Effect of drought stress, rate and different times of nitrogen application on sunflower yield and components yield in different stages of growth. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 15 (55), 199-207. (In Farsi).
22. Pirasteh Anousheh, H., Emam, Y., & Jamali Ramin, F. (2010). Comparison of the effect of biological and chemical fertilizers on growth, yield and oil percentage in sunflower under different levels of drought stress. *Journal of Agroecology*, 2(3), 492-501. (In Farsi).
23. Rafiee, F., Kashani, A., Mamgani, R. & Golchin, A. (2005). The effect of the timing of irrigation and nitrogen application on yield and some morphological traits in hybrid sunflower, cv Golshid. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 7 (1), 44-54. (In Farsi).
24. Saeed, M.A. Ishtiaq, A., Uzma, Y., Shazia, A., Amran, W., Saleem, M. & Nasir-ud-Din. (2004). Aloe vera: A plant of vital significance, 9 (1-2), *Science Vision*.

25. Scheiner, J. D., Gutierrez-Boem, F.H., & Lavado, R.S. (2002). Sunflower nitrogen requirement and ¹⁵N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *European Journal of Agronomy*, 17, 73-79.
26. Sedaghat, M., Razmjou, J., & Emam, Y. (2012). Effect of rate and time application of nitrogen in different stages of growth on sunflower yield and components yield. *Journal of Crop Production and Processing*, 2(6), 21-30. (In Farsi).
27. Shata, S. M., Safaa, A. Mahmoud & Hanan, S. S. (2007). Improving calcareous soil productivity by an integrated effect of intercropping and fertilizer. *Research Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(6), 733-739.
28. Shoghi Kalkhoran, S., Ghalavand, A., Modarres-Sanavy, S. A. M. & Akbari, P. (2010). Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12 (4), 467-481. (In Farsi).
29. Sundaravadivelan, C. Isaiarasu, L., Manimuthu, M., Kumar, P., Kuberan, T. & Anburaj, J. (2011). Impact analysis and confirmative study of physicochemical, nutritional and biochemical parameters of vermiwash produced from different leaf litters by using two earthworm species. *Journal of Agricultural Technology*, 7(5), 1443-1457.
30. Torbert, H. A., Potter, K. N. & Morrison, J. E. (2001). Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yields in the Texas Blackland prairie. *Agronomy Journal*, 93, 1119-1124.
31. Tsubo, M., Walker, S., & Ogindo, H. O. (2004). A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semiarid regions I. Model development. *Field Crops Research*, 90, 48-61.
32. Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., & Cheung, K. C. (2005). Effect of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125, 155-166.
33. Zarinjoob, H., Zarea, M. J., Mohammadi Goltapeh, E., Hatami, H., & Porsiabidi, M. (2012). Effect of the various sources of phosphorus on yield and nutrient uptake of sunflower under two cropping systems. *Electronic Journal of Crop Production*, 5 (3), 99-114. (In Farsi).