

ارزیابی ویژگی‌های رشدی کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.) با کاربرد کودهای آلی و نیتروژن

رضوان اسماعیلی بهبهانی^۱، اسفندیار فاتح^{۲*}، امیر آینه بند^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۸

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

*مسئول مکاتبه: Email: e.fateh@scu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی ویژگی‌های گیاه کتان روغنی تحت تأثیر منابع مختلف کودهای آلی و نیتروژن، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول منابع مختلف نیتروژن در چهار سطح شاهد، کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، کود اوره (۷۵ کیلوگرم در هکتار) + کود بیولوژیک نیتروکارا و کود اوره کند رها (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور دوم منابع مختلف کودهای آلی در چهار سطح شامل شاهد، ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار)، هیومیک اسید و ورمی کمپوست (۲/۵ تن در هکتار) + هیومیک اسید بودند. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، درصد روغن دانه، شاخص سطح برگ، وزن خشک و سرعت رشد نسبی بود. نتایج نشان داد که حداکثر سرعت رشد محصول (۲۲/۸ گرم بر مترمربع در روز) و شاخص سطح برگ (۴/۳۵) در تیمار کود اوره و بین منابع کود آلی بیشترین سرعت رشد محصول (۲۲/۲۸ گرم بر مترمربع در روز) و شاخص سطح برگ (۴/۱۵) را تیمار ورمی کمپوست + هیومیک اسید در ۷۳۷ درجه روز (مرحله کپسول دهی) نشان دادند. در $GDD=527$ (شروع گلدهی)، کود اوره (۰/۰۹) از منابع کود نیتروژن و هیومیک اسید (۰/۰۲) از منابع کود آلی بیشترین سرعت رشد نسبی را داشتند. بیشترین درصد روغن (۲۸/۸۰ درصد) مربوط به تیمار ورمی کمپوست + هیومیک اسید و بیشترین عملکرد دانه (۲۷۰۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به برهمکنش اوره با ورمی کمپوست + هیومیک اسید بود. به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کودهای آلی و زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با کود شیمیایی می‌تواند تأثیر مثبتی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی کتان روغنی داشته باشد. به نحوی که در این آزمایش کاربرد کودهای آلی در مقایسه با کود نیتروژن اثر بهتری نشان داد و به طور معناداری بیشتر از تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، درصد روغن، کود آلی، کود نیتروژن

Evaluation of Growth Characteristics of Flax. (*Linum usitatissimum* L.) With Application of Organic and Nitrogen Fertilizers

Rzwan Esmaili Behbahani¹, Esfandiar Fateh^{2*}, Amir Ayneband²

Received: February 23, 2017 Accepted: January 8, 2019

1-Graduate Student, University of Shahid Chamran Ahvaz, Iran.

2. Assoc. Prof., and Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Shahid Chamran Ahvaz, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: Email: e.fateh@scu.ac.ir

Abstract

In order to study of some flax characteristics under nitrogen and organic fertilizer, a field experiment was conducted in experimental farm of Agricultural Faculty of Shahid Chamran University of Ahvaz at 2015-2016 growing season. Experimental design was randomized complete block as factorial arrangement with three replications. The first factor was different nitrogen fertilizer sources, control (no nitrogen fertilizer), 150kg.ha⁻¹ urea, 75 kg.ha⁻¹ urea+Nitrocara biological fertilizer and 100 kg.ha⁻¹ Slow Released Urea). The second factor was different organic fertilizer sources as control (no organic fertilizer application), 5 tones.ha⁻¹ vermicompost, 2.5 tones vermicompost+ humic acid and humic acid). The results showed the highest crop growth rate (CGR)(2.28 g.m⁻².day⁻¹) and leaf area index(LAI) (4.35) in nitrogen treatments were related to 150 kg.ha⁻¹ urea fertilizer and in organic fertilizer treatment, the highest CGR(22.8 g.m⁻².day⁻¹) and LAI (4.15) were conducted at 2.5 tones/ha vermicompst+humic acid treatments on GDD=737 at capsuling phonological stage. The highest relative growth rate (RGR) were obtained at urea fertilizer (0.09) and humic acid (0.02) at GDD=527 (flowering stage). The highest grain yield (2706.67 kg) was obtained at vermicompost(2.5 tons.ha⁻¹)+ humic acid +urea fertilizer. The results of this study indicated that application of organic and biological fertilizers alone or in combination with chemical fertilizers have a positive effect on improving the quality and quantity of flaxen. In this experiment, application of organic fertilizers showed good effect than nitrogen fertilizer and it was significantly more than control treatment.

Keywords: Crop Growth Rate, Grain Yield, Leaf Area Index, Nitrogen Fertilizer, Organic Fertilizer, Oil Percent, Relative Growth Rate

بین محصولات کشاورزی جایگاه ویژه‌ای دارد. افزایش تقاضا برای روغن‌های نباتی در بازارهای جهانی و فشار ناشی از هزینه‌ی خرید روغن و واردات آن از عواملی است که اهمیت توسعه‌ی کشت دانه‌های روغنی و گسترش برنامه‌های علمی و تحقیقاتی را در این زمینه

مقدمه

یکی از نیازهای اساسی جمعیت کنونی جهان تأمین محصولات کشاورزی، به‌ویژه روغن‌های گیاهی است (بالتس ۱۹۷۵). ارزش و اهمیت غذایی دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی موردنیاز انسان و دام در

برای کتان لیفی شدیدتر از کتان روغنی است. آن‌ها همچنین اظهار می‌دارند استعمال کود نیتروژن در کتان باید بلافاصله پس از آبیاری صورت گیرد (تورنر ۱۹۹۱). کودهای بیولوژیکی از دیرباز در سیستم‌های کشاورزی مورد استفاده بوده و به‌طور کلی موادی که شامل سلول‌های زنده از گونه‌های مختلف ریز جانداران بوده و که توانایی تبدیل عناصر غذایی از شکل غیر قابل جذب به شکل قابل جذب برای استفاده‌ی گیاهان را دارند، کودهای بیولوژیکی محسوب می‌شوند (هائو و همکاران ۲۰۰۵). استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک علاوه بر افزایش ماده آلی خاک، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و ساختمان خاک بهبود قابل ملاحظه می‌یابد (بیاری و همکاران ۲۰۰۷). کربلایی ولی‌ها و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی بر روی بررسی تأثیر ورمی کمپوست و باکتری‌های آزوسپریلیوم و سودوموناس بر صفات زراعی کتان روغنی اظهار نمودند که استفاده از ورمی کمپوست بیشترین عملکرد دانه را داشتند.

النجدی و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه واکنش گیاه کتان روغنی به سطوح مختلف کودهای معدنی و بیولوژیکی نیتروژن و فسفر بیان کردند که افزایش سطح کودهای معدنی استفاده‌شده باعث افزایش قابل توجهی در تمام صفات مورفولوژیکی و عملکردی به‌جز تعداد دانه در کپسول و روغن دانه شد و گیاهان کتان به‌دست‌آمده از دانه رشد کرده در خاک تلقیح شده با کودهای بیولوژیک افزایش قابل توجهی در تمام صفات مورفولوژیکی و عملکردی مورد بررسی در مقایسه با شاهد داشتند. سوجاتا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که کاربرد ورمی کمپوست با سایر کودهای آلی باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک برای افزایش جذب، بهبود تولید و عرضه مواد پرورده به بلال و در نهایت افزایش میزان عملکرد می‌گردد. در تحقیق لوسی و همکاران (۲۰۰۴) تلقیح بذر گیاهان زراعی با باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور گردید.

بیش‌ازپیش می‌کند (احمدزاده ۱۹۷۷). از گیاهان روغنی، کتان روغنی بانام انگلیسی seed flax و نام علمی *Linum usitatissimum* L. می‌باشد که ژنوتیپ‌هایی از گیاه کتان است، از دانه آن برای استخراج روغن استفاده می‌شود و مصرف اصلی روغن کتان در صنعت رنگ‌سازی می‌باشد، اما اخیراً به کاربرد دارویی و نیز غذایی آن نیز توجه زیادی شده است (خواجه پور ۲۰۰۴). نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر در تغذیه گیاهان محسوب شده و اگر در تغذیه گیاه مقدار و نوع آن مناسب باشد، ساخت مواد پروتئینی افزایش، رشد برگ‌ها تسریع می‌شود (صادقی ۲۰۱۴). مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی جهت افزایش تولید در واحد-سطح، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید و بازدهی کم، پیامدهای منفی زیست‌محیطی را به همراه داشته است (مورتی و لادها ۱۹۸۸). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت را نیز به دنبال داشته باشد (موری و لادها ۱۹۸۸). هوکینگ و پینکرتون (۱۹۹۳) بیان کردند که تأثیر نیتروژن بر باروری (عملکرد دانه و مواد مؤثره) کتان روغنی به اثبات رسیده است. به طوری که با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فاکتورهای رشدی گیاه مانند تعداد میوه و عملکرد دانه اثر افزایشی معنی‌داری داشته است. اگرچه روی وزن هزار دانه و درصد روغن بی تأثیر بوده است (رسولی و همکاران ۲۰۱۱). کودهای آلی به علت افزایش ماده آلی خاک و بهبود خصوصیات شیمیایی خاک مثل pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان دسترسی به مواد غذایی باعث افزایش باروری خاک می‌شوند (رناتو و همکاران ۲۰۰۳). تورنر (۱۹۹۱) گزارش کرد که بالاترین میزان برداشت محصول کتان با افزودن ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل می‌شود و مقادیر بالاتر نیتروژن اثر معنی‌داری نداشت. محققین معتقدند چنانچه نیتروژن به مقدار زیاد (بیش‌از اندازه مورد نیاز) در مزرعه کتان مصرف گردد ورس به وجود می‌آید که این حالت

از کاشت با کود بیولوژیک نیتروکارا تلقیح و سپس کشت گردید. کود هیومیک اسید در دو مرحله گلدهی و ساقه دهی به صورت محلول پاشی با استفاده از سمپاش پشتی و پس از کالیبره کردن با آب در سپیده دم انجام شد. بذر کتان روغنی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت یک رقم مجارستانی به نام اولای اوزن بود. مبارزه با علف هرز به صورت دستی انجام شد. آبیاری با استفاده از سیفون و با دور آبیاری هفتگی انجام شد. در طول دوره رشد و نمو گیاه، آبیاری تا مرحله گلدهی و بذردهی هر ۸ تا ۱۲ روز یکبار بر اساس شرایط آب و هوایی و بارندگی برای تمام تیمارها صورت گرفت. روند تغییرات شاخص سطح برگ، وزن خشک، سرعت رشد محصول در ۵ مرحله (ساقه دهی، شروع گلدهی، ۵۰٪ گلدهی، کپسول دهی و رسیدگی فیزیولوژیک) مورد اندازه گیری قرار گرفتند. برای تعیین شاخص سطح برگ پس از انتخاب نمونه در هر یک از مراحل نمونه برداری، برگهای آنها جدا و به وسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ (Leaf Area Meter)، کلیه برگها اندازه گیری شدند و با استفاده از فرمول $LAI = LA/SA$ شاخص سطح برگ محاسبه شد. برای اندازه گیری وزن خشک اندام هوایی، پس از برداشت نمونه در هر یک از مراحل نمونه برداری از هر کرت، بوتهها درون پاکت قرار گرفته و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت. پس از خشک شدن نمونهها توسط ترازوی دقیق وزن شده و وزن خشک اندام هوایی محاسبه گردید. سرعت رشد محصول بامعنا ترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی است که میزان تجمع ماده خشک یک جامعه گیاهی را در یک واحد زمانی مشخص و در واحد سطح زمین نشان می دهد، که بر حسب گرم بر متر مربع در روز بیان می شود $CGR = ((W2 - W1) / SA (t2 - t1))$. لازم به ذکر است که فاکتور زمان در کلیه محاسبات فیزیولوژیک بر اساس زمان حرارتی محاسبه گردید $GDD = \sum \left[\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right] - T_b$ در فرمول فوق T_{max} , T_{min} و T_b دمای کمینه، دمای بیشینه و دمای

بارکر و سویر (۲۰۰۵) نشان دادند که کودهای آلی درصد روغن و کودهای شیمیایی نیتروژن، میزان پروتئین دانه را افزایش می دهند. باکتری های موجود در کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی عناصر غذایی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، کنترل عوامل بیماری زا، تولید هورمون های تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان و در نهایت نمود نظام زراعی را تحت تأثیر قرار می دهند (بالیان و همکاران ۲۰۰۸). سجادی نیک و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند کود نیتروژن، کود ورمی کمپوست و همچنین تلقیح با کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش عملکرد پروتئین در کنجد نسبت به شرایط شاهد گردید. تحقیقات کمی در مورد کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک در مورد گیاهان روغنی به ویژه گیاه کتان روغنی انجام گرفته است (صادقی و تدین، ۲۰۱۴).

هدف از انجام این پژوهش بررسی دو فاکتور تغذیه (کود آلی و نیتروژن)، با توجه به اثر آنها بر درصد روغن، عملکرد دانه و شاخص های رشدی کتان روغنی می باشد.

مواد و روش

آزمایش در سال زراعی ۹۵-۹۴ در مزرعه تحقیقاتی شماره ۱ دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول منابع مختلف نیتروژن بود که شامل: شاهد (عدم کاربرد کود)، کود اوره، کود اوره + کود بیولوژیک نیتروکارا و کود اوره کندرها و فاکتور دوم شامل منابع مختلف کودهای آلی بود که عبارتند از: شاهد (عدم کاربرد کود)، ورمی کمپوست، هیومیک اسید و ورمی کمپوست + هیومیک اسید بود. تاریخ کشت در ۲۷ آبان صورت گرفت. مصرف کود اوره معمولی و اوره کندرها در سه مرحله زمان کشت، ساقه دهی و گلدهی صورت گرفت. بذور کتان روغنی در تیمارهای کود بیولوژیک قبل

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای مختلف کودی کتان روغنی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۱). اثرات ساده و اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودی، عملکرد دانه را در سطح احتمال پنج درصد تحت تاثیر قرار دادند. مقایسه میانگین اثرات متقابل عملکرد دانه (شکل ۱) نشان داد که اثر متقابل اوره با نصف ورمی کمپوست + هیومیک اسید بیشترین عملکرد دانه (۲۶۴۰ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن نصف اوره + نیتروکارا با هیومیک اسید (۲۴۴۰ کیلوگرم در هکتار) و اوره کندها با هیومیک اسید (۲۳۵۹/۶ کیلوگرم در هکتار) بیشترین مقدار را نشان دادند. تیمار اوره ، اوره کندها (۸۶۳/۳ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۶۶۲ کیلوگرم در هکتار) نیز کمترین عملکرد دانه را داشتند. از نتایج این آزمایش می توان چنین استنباط کرد که کاربرد تلفیقی منابع مختلف نیتروژن و کود آلی باعث افزایش عملکرد دانه می شود.

به نظر می رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک تثبیت کننده نیتروژن به همزمان نصف کود شیمیایی اوره می تواند راهکاری مهم در راستای کاهش مصرف نهاده های شیمیایی و حرکت به سمت کشاورزی پایدار باشد. از طرفی جایگزین کردن مقادیری از ورمی کمپوست با کود هیومیک اسید نیز می تواند از لحاظ اقتصادی عملکرد دانه کتان روغنی را بهبود ببخشد. پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد در سیستم های تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه می دانند (مولکی و همکاران ۲۰۰۴)، به طوری که در اوایل رشد که نیاز غذایی کم است، میزان نیتروژن معدنی آنها کمتر از کود شیمیایی است ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرایند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی تری ادامه پیدا می کند. ماهشابو و همکاران (۲۰۰۸) نیز با بررسی تلفیقی کود آلی در سویا دریافتند که عملکرد دانه با مصرف تلفیقی کود دامی و ورمی

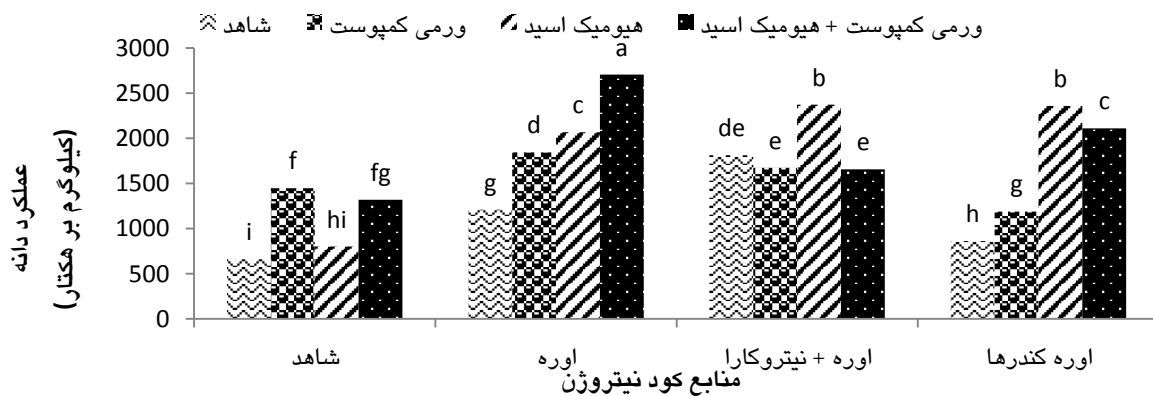
پایه برای رشد کتان روغنی می باشد. دمای پایه برای رشد کتان ۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است. برای اندازه گیری عملکرد دانه، در زمان رسیدگی و هنگام برداشت ۱۰ بوته با رعایت اثر حاشیه و به صورت تصادفی انتخاب و پس از جدا نمودن دانه از کپسول و توزین، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. به منظور استخراج و اندازه گیری میزان روغن دانه تیمارهای مختلف با روش سوکسله و با استفاده از دستگاه روغن گیری FOSS SOXTEC واقع در آزمایشگاه شیمی تجزیه گروه زراعت دانشگاه شهید چمران اهواز، استخراج شد. مراحل انجام کار به این صورت بود که پس از برداشت کتان و جداسازی بذور از کپسول ها، حدود ۵ گرم بذر به صورت آسیاب شده، از هر تیمار وزن و در کاغذ صافی پیچانده شد. وزن نمونه و کاغذ (وزن خشک اولیه) با ترازو اندازه گیری و یادداشت شد و در کارتوش های مخصوص قرار داده شد. از حلال کلروفوم و متانول به نسبت ۱:۱ برای جداسازی روغن استفاده شد. پس از آماده سازی حلال حدود ۵۰ میلی لیتر حلال، در کاپ های مخصوص حلال ریخته شد. سپس کارتوش های حاوی نمونه و کاپ های حلال در جای مخصوص در دستگاه روغن گیری قرار گرفتند. پس از حدود یک ساعت نمونه ها از دستگاه خارج شده و برای جداسازی روغن از حلال حدود ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس وزن کاغذ و نمونه (وزن خشک ثانویه) مجدداً اندازه گیری شد. از اختلاف وزن خشک اولیه و ثانویه درصد روغن بر اساس وزن خشک بذر به دست آمده است (سوکسله ۱۸۷۹). پس از محاسبه صفات اندازه گیری شده از برنامه آماری SAS برای تجزیه آماری نتایج استفاده شد و نمودارها توسط برنامه Excel رسم گردید. مقایسه میانگین ها از طریق آزمون LSD در سطح ۵ % انجام شد.

کمپوست نسبت به کاربرد هر کدام به تنهایی افزایش معنی‌داری دارد. در آزمایش مدنی و همکاران (۲۰۱۰) روی کلزا، اثرات متقابل میان تیمارهای کود شیمیایی و بیولوژیک برای عملکرد دانه معنی دار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه و درصد روغن کتان روغنی تحت تیمارهای منابع مختلف کود آلی و نیتروژن

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییر
روغن دانه	عملکرد دانه		
^{ns} ۱۵/۷۹	^{ns} ۴۵۷۶/۱	۲	تکرار
*۳۹/۴۵	**۱۹۸۷۱۵۷/۶	۳	کود نیتروژن
*۷۶/۲۵	**۱۷۰۴۲۳۵/۳	۳	کود آلی
^{ns} ۱۸/۰۲	**۵۸۸۹۱۳/۴	۹	کود نیتروژن × کود آلی
۱۸/۳۳	۹۰۲۷/۳	۳۰	خطا
۱۶/۳۳	۵/۸		ضریب تغییرات (%)

*، **، NS به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار می باشند.



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نیتروژن و کودهای آلی برای عملکرد دانه کتان روغنی

استفاده شده است و این که گوگرد یکی از عناصر مهم جهت ساختن روغن ها و لیپیدهای چرب می باشد، لذا توانسته باعث افزایش درصد روغن دانه شود. یوسف پور و یدوی (۲۰۱۴) در مطالعه بر گیاه کلزا عنوان کردند که در بین تیمارهای کود شیمیایی، بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۴۲/۲۷ درصد) و کمترین میزان این صفت (۳۶/۰۴) مربوط به تیمار شاهد بود.

درصد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس درصد روغن (جدول ۱) نشان داد که تیمار منابع مختلف کود نیتروژن و برهمکنش تیمارها معنی دار نشدند اما منابع کود آلی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین این صفت نشان داد در تیمار منابع مختلف کود نیتروژن، کود اوره کندرها با مقدار ۲۸/۷۴ درصد بیشترین درصد روغن را نشان داد (جدول ۲). به نظر می رسد با توجه به این که در ساختار کود اوره کندرها از عنصر گوگرد

کمتری نسبت به منابع کود آلی داشت، به نظر می رسد افزایش نیتروژن، به دلیل افزایش پیش زمینه های پروتئینی نیتروژن دار باعث کاهش مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب می شود (محمدی و همکاران ۲۰۱۲).

در بین سطوح منابع کود آلی، تیمار هیومیک اسید (۲۷/۳۵ درصد) و ورمی کمپوست + هیومیک اسید (۲۸/۸۰ درصد) بیشترین درصد روغن را داشتند (جدول ۲). بارکر و سویر (۲۰۰۵) نشان دادند که کودهای آلی درصد روغن دانه سویا را افزایش دادند. سطوح منابع مختلف کود نیتروژن به تنهایی درصد روغن

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه و درصد روغن کتان روغنی تحت تاثیر تیمارهای مختلف کود نیتروژن و آلی

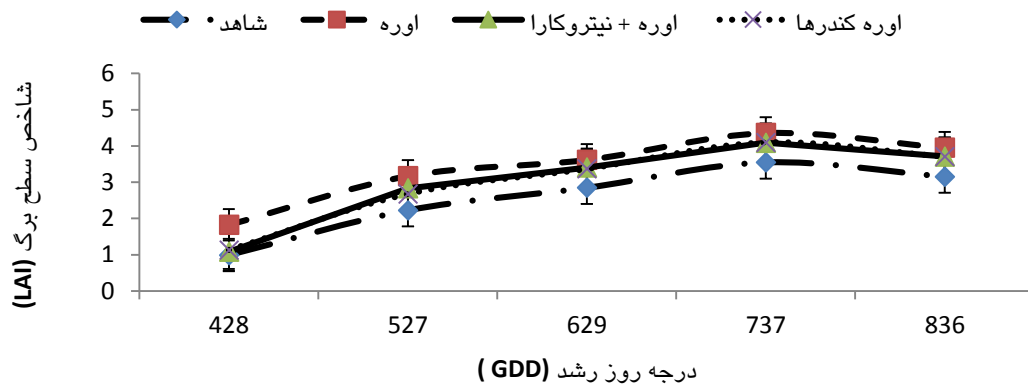
روغن دانه (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	تیمار
		منابع مختلف کود نیتروژن
۲۴/۸۴b	۱۰۵۸/۱۶c	شاهد
۲۶/۳۳ab	۱۹۵۷/۶a	کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)
۲۴/۹۵b	۱۸۷۶/۸۷a	کود اوره (۷۵ کیلوگرم در هکتار) + نیتروکارا
۲۸/۷۴a	۱۶۳۱/۱۹b	کود اوره کندها
		منابع مختلف کود آلی
۲۲/۹۱b	۱۱۳۷/۳c	شاهد
۲۵/۸۰ab	۱۵۳۹/۶b	ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار)
۲۷/۳۵a	۱۹۰۰/۵a	هیومیک اسید
۲۸/۸۰a	۱۹۴۹/۳a	ورمی کمپوست (۲/۵ تن در هکتار) + هیومیک اسید

در هر ستون و برای هر صفت حروف مشابه نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار بین میانگین هاست (بر اساس آزمون LSD)

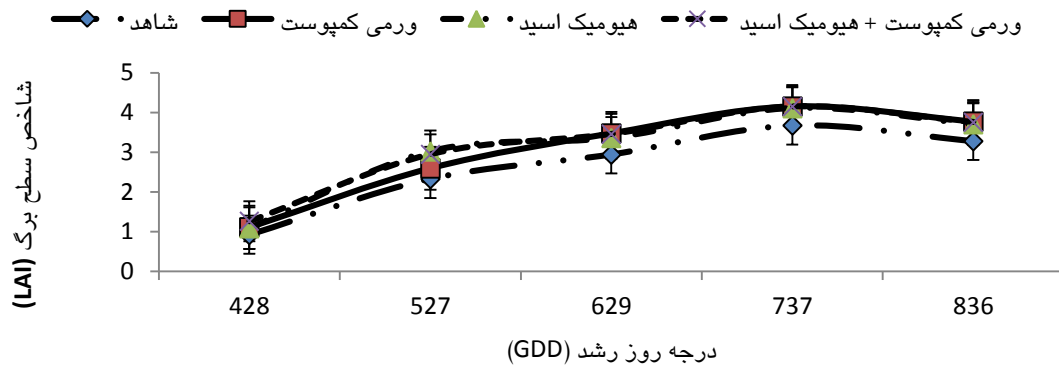
داشت. در این مرحله تیمار ۱۵۰ کیلو گرم اوره نسبت به سه تیمار دیگر در توسعه سطح برگ در مزرعه موفق تر بوده است. در مرحله دوم با دریافت ۶۲۹ درجه روز رشد (۵۰٪ گلدهی) روند صعودی ادامه داشت. در این مرحله نیز اوره بیشترین مقدار را داشت. گیاه تا دریافت ۷۳۷ درجه روز رشد (کپسول دهی) به حداکثر شاخص سطح برگ در هر چهار تیمار رسید که این مقدار برای اوره (۴/۳۵) و شاهد (۳/۵۴) می باشد. از این مرحله به بعد روند افزایش شاخص سطح برگ در هر چهار تیمار سیر نزولی پیدا می کند.

روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)

مقایسه میانگین روند تغییرات شاخص سطح برگ برای فاکتور منابع مختلف کود نیتروژن و کود آلی به ترتیب در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است. روند تغییرات شاخص سطح برگ برای هر چهار تیمار منابع مختلف کود نیتروژن در این آزمایش در شکل یک نشان داده شده است. مطابق این نمودار مراحل تغییرات شاخص سطح برگ برای هر چهار تیمار در مرحله اول تا دریافت ۵۲۷ درجه روز رشد (شروع گلدهی) تغییر محسوسی



شکل ۲- مقایسه روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر منابع مختلف نیتروژن



شکل ۳- مقایسه روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر منابع مختلف کودهای آلی

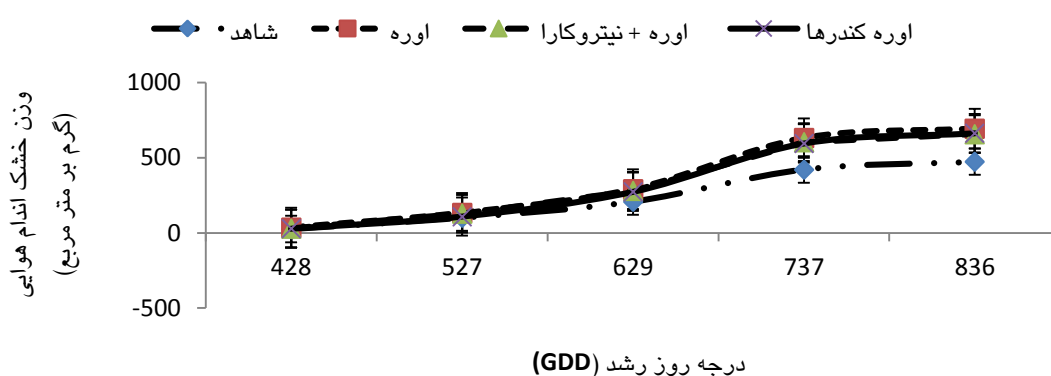
(۱۹۹۸) نیز نشان داد که مصرف کافی کودهای نیتروژن در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده بیشتر می‌گردد. داس و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی شد و در نتیجه با کاربرد بیشتر نیتروژن تعداد برگ بیشتر و شاخص سطح برگ بالاتری به دست آمد.

شکل ۳ روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمار منابع مختلف کود آلی را نشان می‌دهد. می‌توان روند تغییرات شاخص سطح برگ را به سه مرحله تقسیم نمود که در مرحله اول تا حدود ۶۲۹ GDD (مرحله ۵۰ درصد گلدهی) هر چهار تیمار روند افزایشی دارند و در همین مرحله روند افزایشی تیمار هیومیک اسید و ورمی

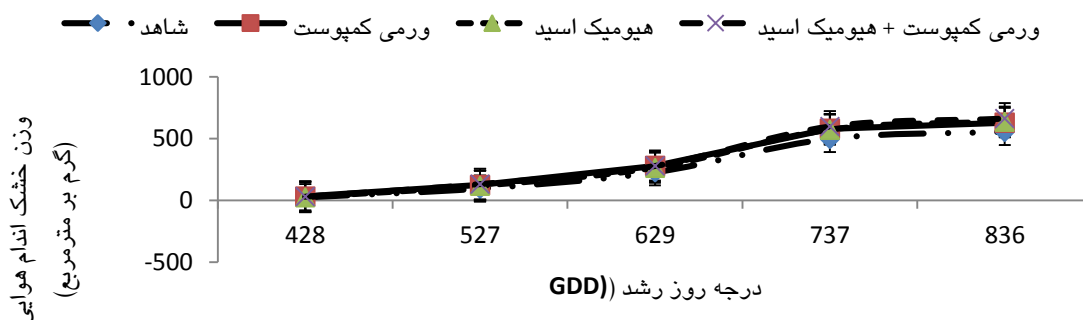
بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ در این آزمایش نشان داد که تیمار اوره بالاترین شاخص سطح برگ را نسبت به دیگر تیمارهای کودی ایجاد نمود (شکل دو). مطالعات رحیمی و نور محمدی (۲۰۱۰) در گیاه کتان دانه ای نشان داد که سطوح نیتروژن بر شاخص سطح برگ معنی دار بود، به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ با مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمد. همچنین آل-بارک (۲۰۰۶) گزارش کرد که مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد برگ و شاخص سطح برگ در کلزا شده است. این پژوهشگر بیان داشت که جذب نیتروژن توسط گیاه سبب افزایش رشد، تولید شاخه فرعی بیشتر و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. مطالعات ردی و همکاران

در مطالعه تاثیر کودهای شیمیایی و آلی بر رشد و عملکرد گیاه کتان روغنی بیان کرد که و سطح برگ در ژنوتیپ های مورد بررسی در اثر کاربرد ورمی کمپوست یا نسبت به سطح پایه افزایش یافت یا تفاوت معنی داری با آن نداشت. سارکر و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند شاخص سطح برگ برنج تحت تاثیر کاربرد انواع منابع کود آلی و شیمیایی افزایش یافته است.

کمپوست + هیومیک اسید مشابه و کاملاً محسوس است و مرحله دوم که تا GDD حدود ۷۳۷ (مرحله کپسول دهی) ادامه دارد شاخص سطح برگ برای هر چهار تیمار به حداکثر خود می رسد و میزان شاخص سطح برگ در این مرحله برای ورمی کمپوست ۴/۱۵، برای هیومیک اسید و ورمی کمپوست (۲/۵ تن در هکتار) + هیومیک اسید به ترتیب ۴/۱۱ و ۴/۱۵ و عدم مصرف کود با کمترین مقدار ۳/۶۷ می باشد. بهاری و همکاران (۱۳۹۲)



شکل ۴- مقایسه روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر منابع مختلف کود نیتروژن



شکل ۵- مقایسه روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر منابع مختلف کود آلی

همه تیمارها با دریافت ۵۲۷ درجه در روز رشد روند صعودی را ادامه دادند. روند تجمع ماده خشک تا دریافت ۶۲۹ درجه روز رشد (مرحله ۵۰ در مرحله سوم ادامه داشت. سپس از این مرحله به بعد تجمع ماده خشک روند صعودی تندتری را طی کرده و در GDD، حدود ۷۳۷

روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی

در این رابطه وزن خشک تا دریافت ۴۲۸ درجه روز رشد (مرحله ساقه دهی) پس از کاشت در هر چهار سطح روند افزایشی کند و بطئی داشته که در این مرحله اوره بیشتر از سه تیمار دیگر بود. سپس از این مرحله به بعد

کافی تولید ننموده است. از این مرحله به بعد افزایش تجمع ماده خشک به این علت است که در این دوره شاخص سطح برگ زیاد شده، تشعشع وارد به جامعه گیاهی جذب می‌شود و با توجه به اینکه تجمع ماده خشک زمانی که شاخص سطح برگ به حد مطلوب خود می‌رسد، حداکثر می‌شود و کاهش تجمع بعد از اوج نیز به دلیل کاهش سطح فعال فتوسنتزی و ریزش بخشی از اندام‌های فعال گیاه از جمله برگ است.

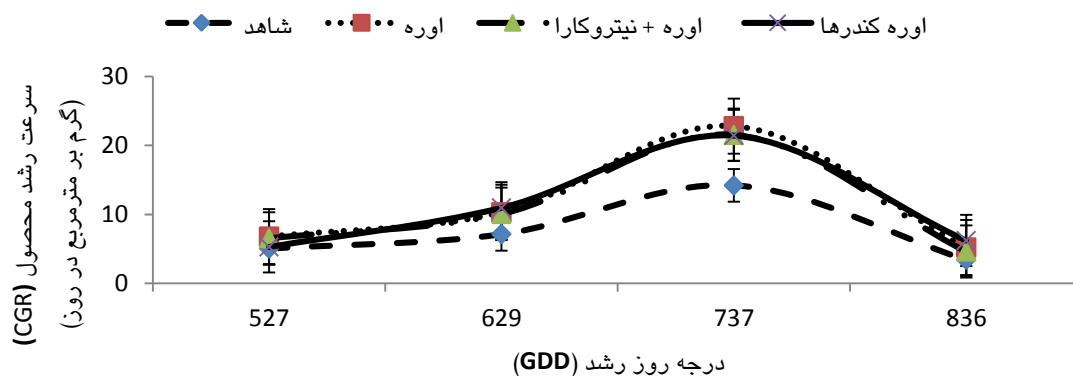
به‌طور کلی روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی با افزایش مراحل مختلف رشد برای همه تیمارها افزایش یافت، این نتیجه با نتایج صادقی و تدین (۲۰۱۲) مطابقت دارد. ریگی (۲۰۰۳) بیان نمود که ورمی کمپوست دارای آنزیم‌ها، هورمون‌های رشد و مقادیر زیادی از عناصر غذایی به‌صورت قابل دسترس برای گیاه است و در افزایش رشد و تولید ماده خشک محصولات مختلف تأثیر به‌سزایی دارد.

روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)

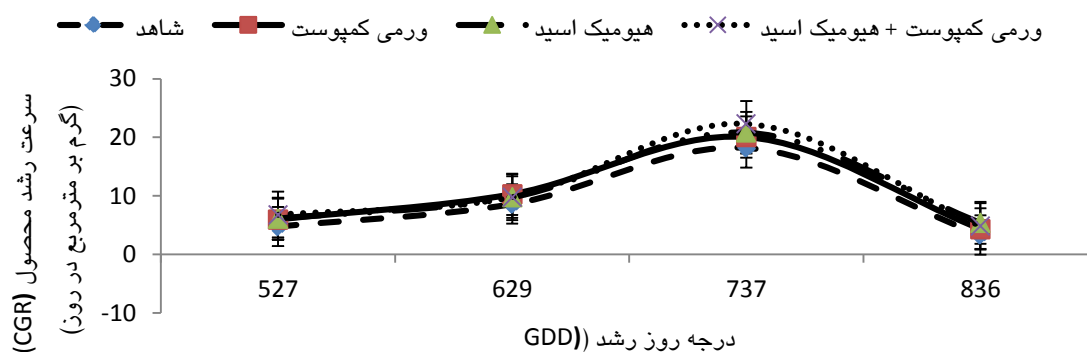
مطابق شکل ۷ روند تغییرات سرعت رشد محصول برای هر چهار تیمار در این آزمایش به‌گونه‌ای است که در ابتدای رشد، تیمار کود اوره از سرعت رشد بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بود و اختلاف چهار تیمار با دریافت ۷۳۷ درجه در روز رشد به حداکثر می‌رسد. بر اساس همین شکل سرعت رشد این چهار تیمار شامل سه مرحله است. مرحله اول تا دریافت حدود ۶۲۹ درجه روز رشد (مرحله شروع گلدهی) ادامه داشته و روند تغییرات کند می‌باشد، مرحله دوم در $GDD=737$ درجه (مرحله کپسول دهی) به حداکثر خود می‌رسد.

درجه (مرحله کپسول دهی) به حداکثر مقدار خود رسید. اما در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ($GDD=836$) روند افزایش کند شد. در مراحل اول رشد، هنگامی که گیاه کوچک بود، افزایش واقعی وزن خشک اندک و ناچیز بود، اما هم‌زمان با بزرگ شدن گیاه، وزن خشک گیاه افزایش پیدا کرد. البته افزایش رشد نمی‌تواند به‌طور نامحسوس ادامه پیدا کند و با فرا رسیدن مرحله رسیدن به علت تکمیل چرخه زندگی رشد متوقف می‌شود. بانزیرگر و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح برگ، تشکیل پنجه بیشتر، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بیشتر در گندم می‌شود و این افزایش منجر به تولید ماده خشک بیشتر می‌شود.

اگر روند تجمع ماده خشک در تیمار منابع کود آلی را به سه مرحله تقسیم کنیم در مرحله اول هر چهار تیمار تا دریافت ۵۲۷ درجه در روز رشد (مرحله شروع گلدهی) یک روند مشابهی را طی کرده و از این مرحله به بعد میزان تجمع ماده خشک فوق‌العاده افزایش می‌یابد و در GDD در حدود ۷۳۷ (مرحله کپسول دهی) به حداکثر میزان خود می‌رسد. مرحله رسیدگی فیزیولوژیک روند افزایش کندی داشته ($GDD=836$) و بیشترین تجمع ماده خشک در این مرحله مشاهده شد (شکل ۴). در ۷۳۷ (مرحله کپسول دهی) و ۸۳۶ (مرحله رسیدگی فیزیولوژیک) درجه روز رشد، تیمار هیومیک اسید و ورمی کمپوست (۲/۵ تن در هکتار) بیشترین وزن خشک را نسبت به سایر تیمارها داشت و تیمار شاهد در همه مراحل رشد از سایر تیمارها کمتر بود. کند بودن روند در مراحل اول به علت عدم استفاده از منابع محیطی بخصوص نور می‌باشد زیرا در این فاصله زمانی گیاه کوچک بوده، سطح برگ



شکل ۷- مقایسه روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تأثیر منابع مختلف کود نیتروژن



شکل ۸- مقایسه روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تأثیر منابع مختلف کود آلی

افزایش یافت که باعث بالا رفتن ظرفیت فتوسنتزی شده و نتیجه آن سرعت رشد محصول بیشتر و تولید ماده خشک بالاتر می‌باشد.

اگر روند تغییرات سرعت رشد محصول برای منابع کود آلی را به سه مرحله تقسیم کنیم، در مرحله اول روند تغییرات سرعت رشد محصول نسبتاً کند و بطئی است. در ۶۲۹ درجه در روز (مرحله شروع گدھی) تیمار ورمی کمپوست + هیومیک اسید بیشترین سرعت رشد محصول را داشت اما در ۷۳۷ درجه در روز (مرحله کپسول دهی) تیمار ورمی کمپوست بیشترین سرعت رشد را داشت. از این مرحله به بعد سرعت رشد محصول فوق العاده کاهش یافته تا اینکه تا دریافت ۸۳۶ درجه روز رشد به کمترین میزان خود برای هر چهار تیمار رسید. این روند به یکباره تا اواخر دوره رشد روند نزولی به

در این مرحله روند تغییرات سرعت رشد تقریباً به صورت خطی افزایش می‌یابد و در ادامه، این شاخص تا مرحله برداشت روند نزولی را طی می‌کند. برتری سرعت رشد محصول را می‌توان به بیشتر بودن مقدار شاخص سطح برگ نسبت داد، شاخص سطح برگ بالاتر موجب جذب درصد بیشتری از تشعشع وارد شده به کانوپی گیاه شده و در نتیجه افزایش سرعت رشد محصول را فراهم می‌نماید. رحیمی و نورمحمدی (۲۰۱۰) مشاهده کردند که بیشترین CGR با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گیاه کتان روغنی به دست آمد. حسنوزمان و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد نیتروژن افزایش معنی دار سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی برنج را گزارش نموده‌اند. مطالعه گالسر (۲۰۰۵) نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد و سطح برگ گیاه اسفناج

توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی در نظام های زراعی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام های کم نهاده، به نظر می رسد کودهای بیولوژیک و آلی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید این گیاهان باشند. از سوی دیگر کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک به مقدار زیاد به تنهایی در کوتاه مدت به علت رهاسازی تدریجی عناصر غذایی نمی توانند به طور کامل تأمین کننده نیاز کودی باشند. از این رو تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی، ضمن آن که کمبود عناصر غذایی را جبران کرده باعث حفظ حاصل خیزی خاک شده و تولید پایدار محصول را به همراه دارد.

خود می گیرد (شکل ۸). براساس نتایج برخی مطالعات اضافه کردن ورمی کمپوست به خاک سرعت رشد محصول باقلا را افزایش داده است (کارمگام و دانیل ۲۰۰۰).

نتیجه گیری

در مجموع ارزیابی نتایج حاصل از اجرای این پژوهش، حکایت از تاثیر قابل توجه کاربرد کودهای آلی داشت به نحوی که در ارتباط با عملکرد دانه و درصد روغن دانه در مقایسه با کود نیتروژن واکنش خوبی نشان داد. از طرفی به نظر می رسد تنوع در استفاده از کودهای آلی (هیومیک اسید+ورمی کمپوست) نیز نسبت به استفاده هرکدام به تنهایی تاثیر مثبت تری را نشان می دهد. با

منابع مورد استفاده

- Al-Barrak KM. 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University, Basic and Applied Science, 7(1): 87-103.
- Ahmadzade A. 1977. Definition of the best drought tolerant in corn selective lines, Agricultural Science, 69: 210-224.
- Banziger M, Feil B and Stamp P. 1994. Competition between nitrogen accumulative and grain growth for carbohydrates during grain filling of wheat. Crop Sciences, 34: 440-446.
- Bahari L. 2013. Effect of organic and chemical fertilizers on the growth and yield of flax seed (*Linum usitatissimum* L.), Master's thesis on agriculture, Faculty of Agriculture. Vali-e-Asr University.(Rafsanjan).
- Biari A, Gholami A and Asadi Rahmani H. 2007. Sustainable production and improved nutrient uptake by maize in response to PGPR seed inoculation. Abstracts of the National Conference of Ecological Agriculture, 2: 8. (In Persian).
- Baltes J. 1975. Gewinnung und Verarbeitung Von Nahrungsfetten. Lebensmitteluntersuchungen, Paul, Parely Verlag Bd. 17.
- Barker WB and Sowyer JE. 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. Agronomy Journal, 97(2): 615-619.
- Balyan JK, Puspendra S, Kumpawat BS and Jat M L, 2008. Effect of organic manure, fertilizer level and biofertilizers on soil nutrients balance in maize (*Zea mays* L.). Research on Crops, 9(2): 308-310.
- Das PK, Sarangi D, Jena MK and Mohanty S. 2002. Response of green gram (*Vigna radiata* L.) to integrated application of vermicompost and chemical fertilizer in acid lateritic soil. Indian Journal Agriculture, 46: 79-87.
- El-Nagdy GA, Dalia MA, Nassar Eman A, El-Kady and Gelan, SA. El-Yamanee. 2010. Response of flax plant (*Linum usitatissimum* L.) to treatments with Mineral and bio-fertilizers from nitrogen and phosphorus. Journal of American Science, 6(10):207-217.
- Gulser F. 2005. Effect of ammonium sulphate and urea on NO₃ and NO₂ accumulation nutrient contents and yield criteria in spinach. Scientia Horticulturae, (Amsterdam). 32:202-222.

- Hasanuzzaman M, Ahamed KU, Rahmatullah NM, Akhter N, Nahar K and Rahman ML. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by application of different manures. *Emirates Journal Food Agricultural*, 22: 46-58.
- Hao X, Chang C and Travis GJ. 2005. Short communication: effect of long-term cattle manure application on relations between nitrogen and oil content in canola seed. *Journal of Plant Nutrition*, 167: 214-215.
- Hocking PJ and Pinkerton A. 1993. Phosphorus-nutrition of linseed (*Linum usitatissimum* L.) as affected by nitrogen supply effects on vegetative development and yield components. *Field Crops Research*, 32(1):101-114.
- Karmegam N and Daniel T. 2000. Effect of biodigested slurry and vermicompost on the growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp. Variety C1, *Journal Environmental Ecology*, 18: 367-370.
- Karbala'i viliha A, Daneshian J, Shirani Rad AH and Weld Abadi AR. 2013. Effect of vermicompost and Azospirillum and Pseudomonas bacteria on agronomic traits flaxseed oil, The Second National Congress on Organic Agriculture. University scholar Ardabil. 1-5S. (In Persian).
- Khaje Pour M. 2004. Industrial plants, publishing center of Isfahan University, page 564.(In Persian).
- Lucy M, Reed E and Glick BR. 2004. Applications of free living plant growth promoting rhizobacteria, *Antonie Van Leeuwenhoek*, 86: 1-25.
- Murty MG and Lathe JK. 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. *Plant and Soil*, 108: 281-285.
- Mooleki SP, Schoenau JJ, Charles JL and 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.
- Madani H, Naderi Booroojerdi Gh, Aghajani H and Pazaki A. 2010. Comparison of the effects of chemical phosphorus fertilizers and phosphate solubilizing bacteria on grain and biological yield and relative P content on winter oilseed rape, *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 6(4): 93-104. (In Persian).
- Mohammadi S, Zainal Zadeh B, Khalili M, Javanmard A and Hamza H. 2012. Effect of organic and chemical fertilizers on oil percentage, oil yield and protein percentage in sunflower in Eroflorur cultivar, second national conference on new achievements in oilseed production, Islamic Azad University, Bojnourd Branch. (In Persian).
- Maheshabu HM, Hunje R, Biradarpatil NK and Babalad HB, 2008. Effect of organic manures on plant growth, seed yield and quality of soybean. *Karnataka Journal Agricultural Science*. 21(2): 219-221.
- Rahimi MM and Nurmohammadi Q. 2010. Effect of Planting Date and Different Levels of Nitrogen on Flaxseed. *Two Seasons of Agricultural Science*. (1, 2) 2:11-22. (In Persian).
- Renato Y, Ferreira ME, Cruz MC and Barbosa JC. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Bioresource Technology*, 60:59-63.
- Reddy NS, Anjanappa M and Reddy R. 1998. Effect of organic and inorganic sources of NPK on growth and yield of pea (*Pisum sativum*), *Legume Research*. 21: 57-60.
- Rasooli M, Akbari T and Fattahi B. 2011. Effect of some crop factors on quantitative and qualitative characteristics of flaxseed rape (*Linum usitatissimum* L.). 7th Congress of Horticulture, Isfahan University of Technology. 2555-2558 p. (In Persian).
- Rigi MR. 2003. Study of greenhouse effect three type of vermicompost and nitrogen on yield and chemical composition of corn and rice. MSc Thesis. University of Shiraz. P 5-7. (In Persian).
- Sadeghi F and Tadayon A. 2014. Evaluation of chemical fertilizers, organic and biological nitrogen on agronomic characteristics of different ecotype of flax oil (*Linum usitatissimum* L.), *Journal of Crops*, 16 (2): 487-503. (In Persian).

- Sarker MAR, Pramanik GMYA, Faruk M and Ali MY. 2004. Effect of green manures and levels of nitrogen on some growth attributes of transplant Aman rice. *Pakistan Journal Biological Science*. 7: 739-742.
- Sujatha MG, Lingaraju BS, Palled YB and Ashalatha KV, 2008. Importance of integrated nutrient Management practices in maize under rain fed condition. *Karnataka Journal of Agriculther Science*, 21: 334-338.
- Sajjadi Nik R, Ydvy AR, Balochi HR and Faraji E. 2011. Comparison of chemical fertilizers (urea), organic (vermicompost), and bio (nitroxin) on quantitative and qualitative yield of sesame (*Sesamum indicum L.*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21 (2): 87-101.
- Turner J. 1991. Linseed plant population relative to cultivar and fertility. *Biologica*, 28: 41-48.
- Yusuf pour Z and Yadavi AR. 2014. Effect of nitrogen and phosphorus bio chemical and phosphorus fertilizers on quantitative and qualitative yield of sunflower. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 24(1):95-112. (In Persian).