Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۷۸-۱۶۸

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 2, Summer 2015, p. 168-178

تأثیر کودهای بیولوژیک بر اجزای عملکرد، عملکرد و درصد روغن سه رقم کلزای پاییزه (*Brassica napus* L.)

علیرضا کوچکی[1*]، عقیل روحی[2] و فرانک نوربخش[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر خصوصیات کمی و درصد روغن سه رقم کلزای پاییزه (*Brassica napus* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از ارقام مختلف کلزای پاییزه (اکاپی، زرفام و مودنا) و کود بیولوژیک در چهار سطح (نیتروکسین، باکتری حل‌کننده فسفات، نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات و شاهد). صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن کلزا بود. نتایج نشان داد که در تمام صفات اندازه‌گیری شده به جز وزن هزار دانه بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار وجود داشت. تیمارهای مختلف کودی نیز بر تمام صفات مورد بررسی به جز وزن هزار دانه و شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری داشتند. رقم مودنا بالاترین صفات کمی و عملکرد روغن را داشت. همچنین در تیمار ترکیب باکتری حل‌کننده فسفات+ نیتروکسین بالاترین صفات کمی و درصد روغن حاصل شد. در تمام صفات اندازه‌گیری شده اثرات متقابل تیمار کودی و رقم معنی‌دار نبود. به طورکلی، نتایج به دست آمده از این آزمایش بر مؤثر بودن استفاده از کودهای زیستی برای دستیابی به عملکرد بالا دلالت دارد.

واژه‌های کلیدی: *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*، باکتری حل‌کننده فسفات، نیتروکسین

مقدمه

کلزا یا کانولا با نام علمی *Brassica napus* L. یکی از گیاهان زراعی خانواده کلم می‌باشد. این گیاه روغنی پس از سویا (*Glycine max* L.) و پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می‌رود (Hezbavi & Minaei, 2008; Shamsaddin Saied & Farahbakhsh, 2008). دانه کلزا حاوی ۲۵ تا ۵۵ درصد روغن، ۱۸ تا ۲۴ درصد پروتئین و ۱۲ تا ۲۰ درصد پوسته است (Khajepoor, 1998). به دلیل وابستگی کشور به روغن خوراکی وارداتی، سیاست وزارت جهاد کشاورزی در سال‌های اخیر توسعه کشت گیاهان روغنی از جمله کلزا می‌باشد (Hezbavi & Minaei, 2008). سطح زیر کشت کلزا در ایران در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ حدود ۹۳۰۰۰ هکتار با تولید ۱۹۰۰۰۰ تن است (Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2013). بنابراین، تلاش برای افزایش عملکرد این محصول ضروری به نظر می‌رسد.

رشد و عملکرد گیاه تابع ظرفیت ژنتیکی آن و عوامل محیطی از جمله دما، رطوبت، تابش انرژی، ساختمان و تخلخل خاک، واکنش خاک، عوامل زیستی، تأمین عناصر غذایی و نبود عوامل محدودکننده رشد است (Koocheki & Khajehosseini, 2008).

کودهای بیولوژیک حاوی جمعیتی متراکم از یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی می‌باشد که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می‌رود (Sharma, 2002). از جمله کودهای بیولوژیک می‌توان به میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن اشاره کرد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) دلیل بهبود خصوصیات رشدی گیاهان در شرایط همزیستی با مایکوریزا را به تولید انواع هورمون‌ها و مواد بیولوژیکی محرک رشد گیاه و همچنین بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای و فراهمی رطوبت و دسترسی به عناصر غذایی به ویژه فسفر نسبت دادند.

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری بوم-شناسی زراعی گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات که عمدتاً شامل باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌باشند، با تولید اسیدهای آلی، موجب افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی کم‌محلول نظیر سنگ فسفات می‌شوند. همچنین بسیاری از آن‌ها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی نیز می‌گردند (Khan et al., 2007). افراسیابی و همکاران با آزمایشی روی یونجه (*medicago sativa* L.) نشان دادند که بهترین عملکرد کمی و کیفی از کاربرد کود بیولوژیک فسفر بارور ۲ حاصل شد (Afrasiabi et al., 2011). *آزوسپیریلوم و ازتوباکتر* نیز جزء باکتری‌های آزادزی هستند که تقریباً در همه جای کره زمین یافت می‌شود (Emtiazi et al., 2004). تحقیقات زیادی نشان داده است که این دو جنس قادر به تحریک رشد و افزایش عملکرد گیاهان زراعی هستند (Bashan et al., 2006; Tahmasbi et al., 2011). شوقی کلخوران و همکاران (Shoghi Kalkhoran et al., 2012) بیان کردند که تلقیح بذرها با نیتروکسین موجب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد دانه و بیولوژیک، درصد پروتئین و روغن و بهبود کیفیت روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در مقایسه با تیمار شاهد شد.

هدف از این پژوهش بررسی اثرات کودهای بیولوژیک نیتروکسین و باکتری حل‌کننده فسفات و همچنین تغذیه تلفیقی این کودها بر خصوصیات کمی و درصد روغن سه رقم کلزای پاییزه در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ده کیلومتری شرق مشهد در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. متوسط بارندگی منطقه، ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۲ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آزمایش در زمینی به مساحت تقریبی ۴۵۰ مترمربع به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور ارقام کلزا شامل سه رقم اوکاپی، زرفام و مودنا و فاکتور تیمارهای کودی در چهار سطح شامل کود بیولوژیک نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter paspali*)، باکتری‌های حل‌کننده فسفات، مخلوط کود بیولوژیک نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده فسفات و تیمار شاهد (بدون کود) بود. قبل از انجام آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه به صورت تصادفی نمونه‌گیری و به منظور تعیین عناصر پرمصرف، اسیدیته، هدایت الکتریکی و ماده آلی، در آزمایشگاه آب و خاک تجزیه شد. پس از پیاده کردن نقشه طرح کرت‌هایی با ابعاد ۲×۳ متر ایجاد شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد. در ابتدای هر بلوک به منظور آبیاری یک نهر توسط نهرکن ایجاد شد و در پاییز و زمستان در سه نوبت و در بهار هر هفته به صورت سیفونی انجام شد. میزان بارندگی نیز در طی فصل رشد ۲۶۰ میلی‌متر بود. کشت به صورت دو ردیف و در دو طرف پشته صورت گرفت. فاصله ردیف‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرهای هر سه رقم کلزا از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. کود بیولوژیک نیتروکسین که حاوی مجموعه‌ای از فعال‌ترین سویه‌های باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter paspali* می‌باشد و در هر میلی‌لیتر آن تعداد 10^8 سلول زنده وجود داشت به روش اختلاط با بذر استفاده شد و بذرهای تلقیح شده پس از خشک شدن در سایه به مدت سه ساعت، مورد کشت قرار گرفت. باکتری‌های حل‌کننده فسفات که قادر به ترشح مقدار زیادی اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز هستند و به این وسیله فسفر را از ترکیبات معدنی و آلی آزاد می‌کنند نیز به صورت تلقیح با بذر در زمان کاشت مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین از کود فسفاته زیستی با نام تجاری بارور ۲ استفاده شد.

این کود حاوی باکتری‌های مفید حل‌کننده فسفات (*Bacillus lentus* strain P_5 و *Pseudomonas putida* strain P_{13}) می‌باشد که با استفاده از دو ساز و کار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث حل ترکیبات فسفر نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می‌گردند (Afrasiabi et al., 2011). بذرها بدون در نظر گرفتن تراکم مطلوب در ۱۵ مهر کشت شد، ولی در مرحله دو تا چهار برگی با توجه به تراکم مطلوب عملیات تنک انجام شد. بر اساس یافته‌های پژوهشگران وجود ۸۰-۷۰ بوته در مترمربع برای ارقام پاییزه یک تراکم مطلوب می‌باشد که در کمتر از این مقدار پوشش گیاهی مناسبی ایجاد نمی‌شود و در نتیجه در معرض بیشتر آفات و علف‌های-هرز قرار می‌گیرد و در بیشتر از این تراکم احتمال وقوع خوابیدگی وجود دارد (Makay et al., 1992). به دلیل کاهش اثرات ناشی از آبشویی کودها، انتهای کرت‌ها بسته شد. جهت یکنواختی در سبز شدن پس از کاشت دو آبیاری متوالی انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical properties of farm soil (0-30 cm) before planting

بافت Texture	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available potassium (ppm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
سیلت- لومی Silty-loam	0.07	9	124	3.34	7.4	0.06

کنترل علف‌های‌هرز از طریق وجین دستی در دو مرحله و در بهار انجام شد. در پایان فصل رشد جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک پس از حذف حاشیه‌ها (۵۰ سانتی‌متر حاشیه از ابتدا و انتهای کرت و یک ردیف از هر طرف کرت) برداشت از دو مترمربع هر کرت صورت گرفت و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. همچنین جهت تعیین ارتفاع و تعداد خورجین در بوته سه بوته از سطح نمونه‌برداری به طور تصادفی انتخاب شد. وزن هزار دانه نیز به وسیله دستگاه بذرشمار آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی تعیین شد. برای تعیین درصد روغن دانه مقدار سه گرم بذر آسیاب و مقدار روغن با استفاده از دستگاه سوکسله در آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تعیین شد. عملکرد روغن در هکتار از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد روغن محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ای آماری با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود ارتفاع گیاه در ارقام مختلف کلزا به طور معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) متفاوت بود. بیشترین ارتفاع کلزا مربوط به رقم مودنا با میانگین ۱۱۸/۷۴ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع مربوط به رقم زرفام با میانگین ۹۴/۱۳ بود (جدول ۳). قوشچی و همکاران (Ghoshchi et al., 2010) نشان دادند که رقم تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع کلزا داشت. طباطبایی و همکاران (Tabatabai et al., 2012) نیز بیان کردند که ارتفاع کلزا تحت تأثیر رقم قرار گرفت؛ به طوری‌که رقم اکاپی به دلیل زودرس بودن شرایط محیطی مناسب‌تری داشت و همین موضوع منجر به افزایش ارتفاع آن شد. گزارشات دیگری نیز مؤید تفاوت ارتفاع در ارقام مختلف کلزا است (Omidi et al., 2002; Mostafavi Rad et al., 2011). ارتفاع بلندتر گیاه در اثر داشتن محور گل‌آذین بلندتر یا به عبارتی داشتن تعداد بالقوه بیشترین گل و غلاف روی گل‌آذین ساقه است. ریزش برگ‌ها در مرحله پرشدن غلاف‌ها نیز باعث می‌شود که فتوسنتز گیاه منحصراً توسط غلاف و ساقه‌ها انجام شود. بنابراین، داشتن ساقه طویل‌تر به معنی داشتن سطح فتوسنتزکننده بیشتر و تولید مواد متابولیکی بیشتر برای پر کردن غلاف‌ها و دانه‌ها می‌باشد (Chapman et al., 1984; Norton et al., 1991). ارتفاع تحت تأثیر معنی‌دار کودهای بیولوژیک قرار گرفت (جدول ۲). به طوری‌که بیشترین ارتفاع در اثر تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین+ باکتری‌های حل‌کننده فسفات با میانگین ۱۱۹/۵۱ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع در اثر تیمار شاهد با میانگین ۹۴/۰۷ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). در عین حال، تفاوت معنی‌داری بین تأثیر تیمار نیتروکسین و باکتری حل‌کننده فسفات مشاهده نشد. به طور کلی، در دسترس بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه، از طریق افزایش طول میان‌گره‌ها ارتفاع گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sarmadnia & Koocheki, 2004). همچنین ارتفاع کلزا با تمام صفات مورد مطالعه به جز وزن هزار دانه همبستگی مثبت داشت (جدول ۴).

تعداد خورجین در بوته: تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر ارقام مختلف کلزا قرار گرفت (جدول ۲) ($p\leq۰/۰۱$). رقم مودنا با میانگین ۱۰۹/۲۷ خورجین بیشترین و رقم زرفام با میانگین ۷۸/۱۹ خورجین کمترین تعداد خورجین را داشت (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در سه رقم کلزای پاییزه تحت تأثیر کودهای زیستی مختلف

Table 2- The results of analysis of variance (mean squares) measured characteristics in three cultivar winter canola under different biofertilizers

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد خورجین در بوته Number of pod per plant	وزن هزار دانه 1000- seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield
بلوک Replication	2	141.12	30.95	0.334	653402	21077	0.0005	28.23	40013
رقم Cultivar	2	1836.93**	2929.06**	0.046	7333169**	8286944**	0.0532**	35.63*	1012368**
کود Biofertilizer	3	975.10**	956.87**	0.097	925025*	293488**	0.0008	46.93**	111647*
رقم× کود Cultivar× biofertilizer	6	52.49	60.31	0.084	511447	47500	0.0010	3.52	9221
خطا Error	22	35.42	44.08	0.109	354917	29529	0.0009	6.58	11556
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		5.55	7.15	9.25	6.43	5.66	9.56	8.9	12.14

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

طهماسبی سروستانی و مصطفوی‌راد (Tahmasebi Sarvestani & Mostafavi Rad, 2012) نیز بیان کردند که رقم مودنا بیشترین تعداد خورجین در بوته را در بین ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص داد. همچنین امیدی و همکاران (Omidi et al., 2002) و عطایی و همکاران (Ataei et al., 2006) در مطالعه بر روی ارقام کلزا گزارش کردند که اثر رقم بر تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود. تأثیر تیمارهای کودی نیز بر تعداد خورجین معنی‌دار بود (جدول ۲). به طوری‌که تیمار نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات با میانگین ۱۰۴/۸۱ بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۷۹/۸۱ کمترین تعداد خورجین در بوته را نشان داد. مسعود و همکاران (Masood et al., 2003) نشان دادند که استفاده از کودهای بیولوژیک در کلزا موجب افزایش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد. احتمالاً کود نیتروکسین از طریق مکانیزم‌های تولید هورمون و تثبیت زیستی نیتروژن به رشد بهتر گیاه در مرحله غلاف‌بندی کمک کرده و در نتیجه کارآیی گیاهان تحت تیمار را در استفاده از منابع محیطی افزایش داده است که منجر به افزایش تعداد خورجین شده است. نتایج حاصل با گزارش سعیدی و صدقی (Saiedi & sedghi, 2008) نیز مطابقت دارد. تعداد خورجین در بوته نیز با تمام صفات مورد مطالعه به جز وزن هزار دانه همبستگی مثبت داشت (جدول ۴).

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه کلزا با توجه به رقم بین ۷-۳ گرم متغیر است (Alizadeh et al., 2006). جدول ۲ نشان می‌دهد که تفاوت وزن هزار دانه در ارقام مختلف کلزا معنی‌دار نبود. با این وجود بیشترین و کمترین میانگین وزن هزار دانه به ترتیب در رقم اکاپی (۳/۶۲ گرم) و زرفام (۳/۵ گرم) مشاهده شد (جدول ۳). در عین حال، تحقیقات دیگری نشان داد که اثر رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار است (Ataei et al., 2006; Tahmasebi Sarvestani & Mostafavi Omidi et al., 2002; Rad, 2012). تیمارهای مختلف کودی نیز بر وزن هزار دانه کلزا تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). تالشی و اصولی (Taleshi & Osoli, 2011) نیز نشان دادند که باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر وزن هزار دانه دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.) تأثیر معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که تیمارهای کودی در مرحله زایشی باعث افزایش تعداد خورجین شده‌اند، ولی در مرحله پر شدن دانه تأثیری بر وزن دانه نداشته‌اند.

www.SID.ir

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تأثیر ارقام مختلف کلزا و کودهای زیستی مختلف بر خصوصیات کمی و درصد روغن کلزا

Table 3- Results of average comparison effect of different biofertilizers quantitative properties and seed oil contents of three cultivars of canola

تیمار Treatment		ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تعداد خورجین در بوته Number of pod in plant	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت HI	درصد روغن (درصد) Oil percentage (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
رقم Cultivar	اکاپی Okapi	108.66[b*]	90.96[b]	3.627[a]	8823[b]	3095[b]	0.34[b]	28.4[b]	884[b]
	زرفام Zarfam	94.13[c]	78.19[c]	3.509[a]	8702[b]	2170[c]	0.25[c]	27.2[b]	594[c]
	مودنا Modena	118.74[a]	109.27[a]	3.601[a]	10153[a]	3828[a]	0.37[a]	30.6[a]	1175[a]
کود بیولوژیک Biofertilizers	نیتروکسین Nitroxin	106.96[b]	91.66[b]	3.495[a]	9466[ab]	3021[b]	0.31[a]	28.58[a]	867[b]
	باکتری حل‌کننده فسفات Phosphate solubilizing bacteria	108.18[b]	94.95[b]	3.545[a]	9086[ab]	3010[b]	0.32[a]	30.75[a]	936[ab]
	نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات Nitroxin+ phosphate solubilizing bacteria	119.51[a]	104.81[a]	3.546[a]	9585[a]	3266[a]	0.33[a]	30.2[a]	998[a]
	شاهد Control	94.07[c]	79.81[c]	3.731[a]	8900[b]	2826[c]	0.31[a]	25.66[b]	738[c]

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر فاکتور تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

* means with same letters have not significant differences in each column and for each factor based on Duncan's test ($p \leq 0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد بیولوژیک: عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر ارقام مختلف کلزا تفاوت معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) داشت (جدول ۲). به طوری‌که رقم مودنا با میانگین ۱۰۱۵۳ کیلوگرم در هکتار و رقم زرفام با میانگین ۸۷۰۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۳). همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تأثیر تیمارهای کودی نیز بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود ($p\leq۰/۰۵$). به طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک در اثر تیمارهای نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات و شاهد به ترتیب به میزان ۹۵۸۵ و ۸۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). مرادی تلاوت و همکاران (Moradi Telavat et al., 2008) در آزمایشی بر روی کلزا نشان دادند که فراهمی نیتروژن در خاک باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن کلزا می‌شود. هنری و همکاران (Henri et al., 2008) نیز اظهار داشتند که جنس‌های *Pseudomonas* علاوه بر افزایش قابلیت جذب فسفات نامحلول خاک، از طریق ترشح هورمون و فاکتورهای تحریک‌کننده رشد گیاه نیز روی رشد و نمو گیاهان تأثیر می‌گذارند. رامانجانلو و همکاران (Ramanjaneyulu et al., 2010) نیز بیان کردند که کاربرد *ازتوباکتر* به همراه باکتری حل‌کننده فسفات باعث افزایش وزن خشک علوفه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) شد. هگازی و همکاران (Hegazi et al., 1983) افزایش معنی‌دار تجمع ماده خشک در ذرت (*Zea mays* L.) تلقیح شده با *آزوسپریلوم* را گزارش کردند. آن‌ها این اثر را به افزایش سطح و گسترش ریشه گیاه در اثر تلقیح با این کود بیولوژیک و همچنین تأثیرات هورمونی *آزوسپریلوم* بر رشد و توسعه اندام‌های هوایی نسبت دادند. به نظر می‌رسد که تأمین شرایط جدید برای ریزوسفر به کمک تغییر اسیدیته ناشی از اثرات باکتری‌های به‌کار برده شده، نه تنها شرایط تأمین فسفر قابل جذب را بهبود بخشیده است، بلکه به نظر می‌رسد که قابلیت تنظیم‌کنندگی رشد و تأمین همزمان برخی از عناصر محدودکننده میکرو را نیز برای گیاه در برداشته است. عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن همبستگی مثبت داشت (جدول ۴).

عملکرد دانه: همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا به طور معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) متفاوت است. به طوری‌که رقم مودنا با میانگین ۳۸۲۸ کیلوگرم در هکتار و رقم زرفام با میانگین ۲۱۷۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۳). اکبری و همکاران (Akbari et al., 2010) بیان کردند که بین ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و این اختلاف را به تفاوت‌های ژنتیکی ارقام نسبت دادند. از آن‌جا که اثرات متقابل رقم در کود نیز معنی‌دار نشد، شاید بتوان گفت که تفاوت عملکرد ارقام مختلف کلزا علت ژنتیکی دارد. جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشته است، به طوری‌که اثر تیمار کود نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات با میانگین ۳۲۶۶ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد با میانگین ۲۸۲۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را نشان داد. اجزای تعیین‌کننده عملکرد کلزا شامل تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، و وزن هزار دانه می‌باشد (Ali et al., 2003). بنابراین، از آن‌جا که وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری نداشت، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش عملکرد تیمار تلفیقی ناشی از افزایش تعداد خورجین در بوته‌های این تیمار است. تایلور و همکاران (Taylor et al., 1991) در مطالعه‌ای مشابه در کلزا نشان دادند که مصرف نیتروژن در هر دو سال زراعی از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح، عملکرد دانه را افزایش داد. از طرفی کندی و همکاران (Kennedy et al., 2004) و آنتونس و همکاران (Antunes et al., 2005) گزارش کردند که سرعت فتوسنتز در گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن افزایش می‌یابد که این می‌تواند به دلیل تولید هورمون‌های گیاهی توسط این میکروارگانیسم‌ها باشد که باعث افزایش رشد در گیاهان تلقیح شده نسبت به شاهد شده است. به طور کلی، *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* موجب تولید هورمون‌های گیاهی همچون اکسین و ژیبرلین می‌شوند (Bashan & Holguin, 1997). همچنین یکی از مکانیزم‌های احتمالی این است که میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر در دسترس برای باکتری همزیست، باعث افزایش تثبیت نیتروژن در گره‌های ریشه‌ای و در نتیجه افزایش رشد گیاه و به خصوص بخش هوایی آن شده است، زیرا برای تثبیت نیتروژن، انرژی فراوانی مورد نیاز است که با وجود فسفر کافی و ATP فراوان تأمین می‌شود (Olivera et al., 2002). از طرفی افزایش عملکرد بیولوژیک سبب ایجاد سطح فتوسنتزکننده زیادتر شده و در نتیجه تولید مواد پرورده بیشتر، باعث افزایش عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

دانه شده است. بنابراین، می‌توان گفت کاربرد توأم باکتری حل‌کننده فسفات و نیتروکسین نسبت به تیمار کاربرد جداگانه این میکروارگانیسم‌ها یک اثر هم‌افزایی مثبت داشته و منجر به افزایش بیشتر عملکرد دانه شده است. آزمایشات دیگری روی غلات و سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) (Dubey & Billore, 1992)، گندم (*Triticum aestivum* L.) (Singh & Kapoor, 1998)، برنج (Taleshi & Osoli, 2011)، لوبیا (*Phasaeolus vulgaris* L.) (Bozorgi et al., 2011) و آفتابگردان (Shoghi Kalkhoran et al., 2012) انجام شد که همگی حاکی از افزایش عملکرد این محصولات، با کاربرد میکروارگانیسم‌ها حل‌کننده فسفات و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن بود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. با این‌وجود، تالشی و اصولی (Taleshi & Osouli, 2011) بیان کردند که به علت شرایط محیطی کودهای بیولوژیک فسفر بر عملکرد برنج تأثیر معنی‌داری نداشتند. همبستگی عملکرد دانه نیز با شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن مثبت بود (جدول ۴).

شاخص برداشت: همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود شاخص برداشت در ارقام مختلف کلزا به طور معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) متفاوت بود (جدول ۲)؛ به طوری‌که رقم مودنا با میانگین ۳۷ درصد و رقم زرفام با میانگین ۲۵ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را نشان دادند (جدول ۳). خان و همکاران (Khan et al., 2007) بیان کردند که فراهمی زیستی فسفر قابل جذب در خاک به نوع گیاه، شرایط و سطح تغذیه‌ای و فلور میکروبی خاک بستگی دارد. بنابراین، از آن‌جا که شرایط تغذیه‌ای و فلور میکروبی خاک برای ارقام مختلف یکسان در نظر گرفته شد، تفاوت در شاخص برداشت نیز می‌تواند گواهی بر اختلاف ژنتیکی ارقام مختلف باشد. محققین دیگری نیز دریافتند که بین ارقام مختلف کلزا تفاوت آماری معنی‌داری از نظر شاخص برداشت وجود دارد و ارقامی که عملکرد دانه بیشتری داشتند از شاخص برداشت بالاتری برخوردار بودند (Chango & Mc Vetty, 2001). تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۲). از آن‌جا که این شاخص بیان‌کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد دانه و عملکرد کل ماده خشک می‌باشد، لذا تغییرات این دو پارامتر، تأثیر عمده‌ای بر شاخص برداشت دارند. شوقی کلخوران و همکاران (Shoghi Kalkhoran et al., 2012) بیان کردند که کودهای زیستی تأثیری بر شاخص برداشت آفتابگردان نداشت. مجیدیان (Majidian, 2008) نیز نشان داد که شاخص برداشت عملاً ثابت است، زیرا همان‌طور که سیستم‌های مختلف حاصلخیزی و کودهای زیستی روی عملکرد دانه تأثیرگذارند، عملکرد بیولوژیک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین، می‌توان بیان داشت که کودهای زیستی با تأثیر بر رشد رویشی و زایشی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تقریباً به یک میزان شده‌اند، اما مرادی تلاوت و همکاران (Moradi Telavat et al., 2008) گزارش کردند که با افزایش کاربرد کود شیمیایی نیتروژن عملکرد دانه کلزا افزایش یافت، اما شاخص برداشت کاهش یافت. همچنین شاخص برداشت با درصد روغن و عملکرد روغن دارای همبستگی مثبت بود (جدول ۴).

درصد روغن: همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود درصد روغن در ارقام مختلف کلزا معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود، به طوری‌که بیشترین درصد روغن مربوط به رقم مودنا با میانگین ۳۰/۶ درصد و کمترین درصد روغن مربوط به رقم زرفام با میانگین ۲۷/۲ درصد مشاهده شد (جدول ۳). طهماسبی سروستانی و مصطفوی‌راد (Tahmasebi Sarvestani & Mostafavi Rad, 2012) نیز بیان کردند که رقم مودنا بیشترین درصد روغن را در بین ارقام مورد مطالعه داشت. ماسون و برنان (Mason & Brennan, 1998) گزارش کردند که تأخیر در رسیدگی دانه‌ها باعث افزایش درصد روغن می‌شود. بنابراین، شاید بتوان تفاوت در درصد روغن ارقام مختلف را به تفاوت در طول دوره رشدی آن‌ها نسبت داد. تیمارهای مختلف کودی نیز تأثیر معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) بر درصد روغن داشتند (جدول ۲). به طوری‌که بیشترین درصد روغن در تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک به خصوص تیمار نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات (به میزان ۳۰/۷۵ درصد) و کمترین درصد روغن درتیمار شاهد (به میزان ۲۵/۶۶ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). در عین حال، بین تیمارهای مختلف کاربرد کود بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بایکر و سویر(Barker & Sowyer, 2005) نیز نشان دادند که کودهای آلی درصد روغن کلزا را افزایش دادند. محققین دیگری نیز با تحقیق روی آفتابگردان بیان نمودند که کاربرد کودهای زیستی باکتریایی به طور معنی‌داری درصد روغن را افزایش داد (Shoghi Kalkhoran et al., 2012). درصد روغن با عملکرد روغن در سطح یک درصد همبستگی مثبت داشت (جدول ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین برخی صفات کمی و درصد روغن سه رقم کلزای پاییزه

Table 4- Correlation coefficients between some quantitative characters and oil content of three cultivars of winter rapeseed

	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تعداد خوردچین در بوته Number of pod per plant	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	محتوی روغن (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg.ha^{-1})
ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)								
تعداد خوردچین در بوته Number of pod per plant	0.821**							
وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	- 0.103	- 0.051						
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	0.569**	0.748**	0.106					
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	0.775**	0.805**	0.104	0.647**				
شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	0.665**	0.606**	0.092	0.282	0.912**			
محتوی روغن (درصد) Oil content (%)	0.582**	0.610**	0.246	0.575**	0.482**	0.296**		
عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg.ha^{-1})	0.799**	0.835**	0.193	0.717**	0.929**	0.782**	0.762**	

** و *: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد را نشان می‌دهد.

** and *: show significant at 1% and 5% probability level Respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد روغن: همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تأثیر ارقام مختلف بر عملکرد روغن کلزا معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، به طوری‌که رقم مودنا با ۱۱۷۵ کیلوگرم روغن در هکتار و رقم زرفام با ۵۹۴ کیلوگرم در هکتار روغن به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد روغن را داشتند (جدول ۳). با توجه به این‌که عملکرد روغن حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه است و از آن‌جا که رقم مودنا درصد روغن و عملکرد دانه بالاتری نسبت به سایر ارقام داشت (جدول ۳)، بنابراین عملکرد بالاتر روغن در رقم مودنا نسبت به سایر ارقام قابل توجیه است. تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد روغن نیز معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). کود نیتروکسین+ باکتری حل‌کننده فسفات با عملکرد روغن ۹۹۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار شاهد با عملکرد روغن ۷۳۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد روغن را داشت (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

در این بررسی کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات و نیتروکسین به صورت توأم و یا جداگانه باعث افزایش زیست‌توده کل گیاه، اجزای عملکرد (به جز وزن هزار دانه) و در نتیجه عملکرد دانه و روغن کلزا شد. کاربرد توأم کودهای زیستی صفات مطلوب‌تری را نشان داد که احتمالاً به دلیل وجود یک هم افزایی مثبت بین میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین در این آزمایش می‌باشد. بنابراین، با توجه به هزینه بالای کودهای شیمیایی و خطرات زیستی محیطی ناشی از مصرف زیاد این کودها استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نیتروکسین به خصوص کاربرد توأم آن‌ها گزینه مناسبی به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل پژوهه طرح ۲۰۳۶۲/۲ (تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۱۴) معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Afrasiabi, M., Amini Dehaghi, M., and Modarres Sanavy, A.M. 2011. Effect of phosphate biofertilizer Barvar-2 and triple super phosphate fertilizer on yield, quality and nutrient uptake of *Medicago scutellata,* cv. Robinson. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture) 4: 43-54. (In Persian with English Summary)

Akbari, G., IranNejad, H., Hosseinzadeh, K., Zand, E., Hejazi, A.A., and Bayat, A.A. 2010. Effect of wild mustard weed interference on growth parameters and yield of rapeseed. Iranian Journal of Field Crop Researches 41: 329-343. (In Persian)

Ali, N., Javidfar, F., Jafarieh Yazdi, E., and Mirza, M.Y. 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany 35: 167-174

Alizadeh, N., Babay Ahari, A., Asadi, Y., Valizadeh, M., and Pasban Eslam, B. 2006. Effect of *Sclerotina* stem rot on the quantity and quality of the oil. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 3: 485-494. (In Persian with English Summary)

Antunes, P.M., Deaville, D., and Goss, M.J. 2005. Effect of two AMF life strategies on the tripartite symbiosis with *Bradyrhizobiumjaponicum* and soybean. Mycorrhiza 16: 167-173.

Ataei, M., Shiranirad, A.H., and Khoorkami, M. 2006. Assessment of some quantitative traits and response of winter rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in water deficient conditions. Proceedings of the 9th Iranian Crop Sciences Congress, 27-29 August 2006, Tehran, Iran 541 pp. (In Persian)

Barker, W.B., and Sowyer, J.E. 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. Agronomy Journal 97: 615-619.

Bashan, Y., and Holguin, G. 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). Canadian journal of microbiology 43: 103-121

Bashan, Y., Holguin, G., and De-Bashan, L. 2006. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology 50: 521-577.

Bozorgi, H.R., Azarpour, E., and Moradi, M. 2011. The effect of bio- mineral nitrogen fertilization and foliar zinc spraying on yield and yield components of faba bean. World Apply Science Journal 13: 1409-1414.

www.SID.ir

Archive of SID

Chango, G., and Mc Vetty, P.B.E. 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape. Canadian Journal Plant Science 81: 1-6.

Chapman, J.F., Daniel, R.W., and Scarisbrick, D.H. 1984. Field studies on ^{14}C assimilation fixation and movement in oilseed rape (*B. napus*). Journal of Agricultural Science, Cambridge 102: 23-31.

Dubey, S.K., and Billore, S.D. 1992. Phosphate solubilizing microorganism as inoculants and their role in augmenting crop productivity in India: a review. Crop Research Hisar 5: 1-11.

Emtiazi, G., Naderi, A., and Etemadifar, Z. 2004. Effect of nitrogen fixing bacteria on growth of potato tubers. Food Science 26: 56-58.

Ghoshchi, F., Shirani Rad, A.H., Noormohammadi, G., and Hadi, H. 2010. Changes in yield and yield components of rapeseed under optimum and limited irrigation. Agricultural Research 2: 15-35.

Hegazi, N.A., Monib, M., Amer, H.A., and Shoker, E. 1983. Response of maize plants to inoculation with *Azospirilla* and (or) straw amendment in Egypt. Canadian Journal of Microbiology 29: 888-894.

Henri, F., Laurette, N.N., Annette, D., John, Q., Wolfgang, M., François-Xavier, E., and Dieudonné, N. 2008. Solubilization of inorganic phosphates and plant growth promotion by strains of *Pseudomonas fluorescens* isolated from acidic soils of Cameroon. African Journal of Microbiology Research 2: 171-178.

Hezbavi, E., and Minaei, S. 2008. Determination and investigation of some physical properties of seven variety rapeseed. Food Science and Technology Research Journal 5: 21-28. (In Persian with English Summary)

Kennedy, I.R., Choudhury, A.T.M., and Kecskes, M.L. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology and Biochemistry 36: 1229-1244.

Khajepoor, M.R. 1998. Industrial Crops Production. Jihad-e-Daneshgahi Publication, Mashhad, Iran p. 210-228. (In Persian)

Khan, M.S., Zaidi, A., and Wani, P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture-a review. Agronomy for sustainable development. Agronomy Sustain 27: 29-43.

Koocheki, A., and Khajehosseini, M. 2008. Modern Agronomy. Publication of Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad, Mashhad, Iran p. 147-168. (In Persian)

Koocheki, A., Shabahng, J., Khorramdel, S., and Nadjafi, F. 2015. Effects of mycorrhiza inoculation and different irrigation levels on yield, yield components and essential oil contents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). Journal of Agroecology 7(1): 20-37. (In Persian with English Summary)

Majidian, M. 2008. Effects of nitrogen fertilizer, manure, and water stress in agro systems during different growth stages on quantitative and qualitative agronomic characteristics of corn (*Zea mays* L.). PhD Thesis in Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University. (In Persian with English Summary)

Makay, K.R., Schneiter, A.A., Johnson, B.L., Hanson, B.K., and Schatz, B.G. 1992. Influence of planting date on canola and crambe production. North Dakota farm Research 49: 23-26.

Mason, M.G., and Brennan, R.F. 1998. Comparison of growth response and nitrogen uptake by canola and wheat following application of nitrogen fertilizer. Journal of Plant Nutrition 21: 1483-1499.

Masood, M., Shamsi, I.H., and Khan, N. 2003. Impact of row spacing and fertilizer levels (Diammonium phosphate) on yield and yield components of canola. Asian Journal of Plant Sciences 2(6): 454-456.

Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2013. Available at Web site http://www.maj.ir/portal/Home/Default.aspx?CategoryID=20ad5e49-c727-4bc9-9254-de648a5f4d52 (verified 12 march 2013)

Moradi Telavat, M.R., Siadat, S.A., Nadian, H., and Fathi, G. 2008. Effect of nitrogen and boron on canola yield and yield components in Ahwaz, Iran. International Journal of Agricultural Research 3: 415-422.

Mostafavi Rad, M., Tahmasbi Sarvestani, Z., Modares Sanavi, S.A.M., and Ghalavand, A. 2011. Effect of nitrogen sources on seed yield, fatty acids composition and micro nutrients content in high yielding rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. Seed and Plant improvement Journal 26: 387-401. (In Persian with English Summary)

Norton, G., Bilsborrow, P.E., and Shipway, P.A. 1991.Comparative physiology of divergent types of winter rapeseed. Organizing Committee, Saskatoon p. 578-582.

Olivera, M., Iribarne, C., and Lluch, C. 2002. Effect of phosphorus on nodulation and N_2 fixation by bean

www.SID.ir

Archive of SID

(*Phaseolus vulgaris*). Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain 102: 157-160

Omidi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Salehi, A., and Fasihi, K.H. 2002. Evaluation and comparison of yield and yield components of rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in cold regions. Proceedings of the 7th Iranian Crop Sciences Congress, 24-26th August 2002, Karaj, Iran p. 55. (In Persian)

Ramanjaneyulu, A.V., Giri, G., and Kumar, S.R. 2010. Biofertilizers, nitrogen and phosphorus on yield and nutrient economy in forage sorghum affected by nutrient management in preceding mustard. Bio-Resource Management 2: 66-68.

Saiedi, G., and Sedghi, A. 2008. Effect of some macro and micro-nutrients on seed yield and other agronomic traits of two cultivars of rapeseed oil in Isfahan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 45: 77-88. (In Persian)

Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 2004. Phisiology of Crop plants. Jihad Daneshgahi of Mashhad Publication. Mashhad, Iran p. 223-267. (In Persian)

Shamsaddin Saied, M., and Farahbakhsh, H. 2008. Qualitative and quantitative characteristics of canola under salty conditions for identifying resistance index. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 43: 65-78.

Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, Jodhpur, India p. 194-232.

Shoghi Kalkhoran, S., Ghalavand, A., and Modares Sanavi, S.A.M. 2012. Effects of Biofertilizer and green manure (winter wheat) in combination with integrated nitrogen sources (chemical-farmyard manure) on quantitative and qualitative characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Environmental Sciences 3: 35-52. (In Persian with English Summary)

Singh, S., and Kapoor, K.K. 1998. Inoculation with phosphate solubilizing microorganism and a vesicular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat growth in a sandy soil. Biology and Fertility of Soil 28: 139-144.

Tabatabai, S.A., Ghasemi, A., and Shakeri, E. 2012. Effects of water stress on yield, yield components and oil content of canola. Crop Physiology 12: 41-53. (In Persian)

Tahmasbi, D., Zarghami, R., Vatanpour Azghandi, A., and Chaichi, M. 2011. Effects of nanosilver and nitroxin biofertilizer on yield and yield components of potato mini-tubers. International Journal of Agriculture and Biology 13: 986-990.

Tahmasebi Sarvestani, Z., and Mostafavi Rad, M. 2012. Effect of organic and inorganic nitrogen sources on quantitative and qualitative characteristics in three winter rapeseed cultivars in Arak. Electronic Journal of Crop Production 4: 177-194. (In Persian with English Summary)

Taleshi, K., and Osouli, N. 2011. Effective of phosphate biofertilizer on reducing use of chemical phosphate fertilizer and rice yield in Amol, Iran. World Applied Sciences Journal 12: 1314-1320.

Taylor, A.J., Smith, C.J., and Wilson, I.B. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use efficiency of canola. Fertilizer Research 29: 249-260.

www.SID.ir