بررسی تأثیرکود زیستی نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

سیّدمرتضی عظیم‌زاده*

چکیده

به منظور بررسی اثر کود زیستی نیتروکسین و کود شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزا آزمایشی در مزرعه‌ی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، در استان خراسان شمالی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. در این آزمایش، دو سطح کود بیولوژیک نیتروکسین و ۵ سطح کود نیتروژن از منبع اوره مورد استفاده قرار گرفت. ارقام مورد استفاده شامل ارقام اکتانز و تاسیلو بودند که از بخش دانه‌های روغنی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. در طول دوره‌ی رویش، از صفات مورد نظر یادداشت برداری به عمل آمد. نتایج نشان داد که عملکرد رقم تاسیلو در مقایسه با اکتانز به طور معنی داری (معادل ٦/٦٪) بیشتربود. این اختلاف عملکرد به دلیل افزایش ٢٤ درصدی تعداد خورجین در رقم تاسیلو بود. مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در مقایسه با شاهد، عملکرد دانه و وزن کل را به ترتیب ۱۲/۷ و ۱۲ درصد افزایش داد. مصرف ۲ لیتر در هکتار نیتروکسین نیز عملکرد دانه و وزن کل را ٤ درصد افزایش داد. با افزایش مصرف کود نیتروژن در دامنه‌ی مورد مطالعه تأثیر کود نیتروکسین بر عملکرد دانه بیشتر شد به نحوی که در تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، با مصرف نیتروکسین عملکرد دانه به ترتیب ۳، ۵ و ٧/٤ درصد افزایش یافت. رقم اکتانز عکس‌العمل بهتری به نیتروکسین نشان داد ولی به نظر می‌رسد از نظراقتصادی کشت رقم تاسیلو مقرون به صرفه باشد چون با مقدار کمتری کود نیتروژن و بدون مصرف نیتروکسین معادل رقم اکتانز تولید محصول داشت.

کلمات کلیدی: عملکرد دانه، کلزا، کود زیستی، کود شیمیایی

✓ تاریخ دریافت : ۹۳/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۵

* - گروه زراعت- کشاورزی واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان –ایران. mortezaazimadeh@gmail.com

مقدّمه

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در سطح دنیا جهت استحصال روغن مورد کشت و کار قرار می‌گیرد وسطح زیر کشت قابل توجهی را در جهان به خود اختصاص داده است *(Downy, 1990)*. در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری روی این گیاه روغنی در زمینه‌ی تأثیر کودهای شیمیایی انجام شده است. استفاده از کودهای شیمیایی تأثیرات زیادی بر تولیدات کشاورزی داشته و در دهه‌های اخیر باعث افزایش چشمگیر درآمد کشاورزان شده است و به تبع آن مشکلات زیست محیطی استفاده مفرط از کودهای شیمیایی نیز ظاهر شده است *(Kaviani et al, 2008)* . به همین دلیل محققین در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی به منظور معرفی نمودن کودهای بیولوژیک نموده‌اند که یک نمونه از آن کود بیولوژیک نیتروکسین می‌باشد. باکتری موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین علاوه بر تثبیت ازت هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده‌ی رشد مانند اکسین، همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی بیوتیک‌ها و سیدروفور موجب رشد و توسعه‌ی ریشه و قسمت هوایی گیاهان گردیده و با محافظت ریشه‌ی گیاهان از حمله‌ی عوامل بیماری زای خاک زی موجب افزایش محصول در هکتار می‌شود. پاسخ گیاهان به تلقیح با آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، ازدیاد میزان نیتروژن دانه، گل آذین‌های بارور، وزن هزار دانه و ازدیاد ارتفاع گیاه گزارش شده است *(Arsac et al., 1990, Cohen et al., 1980 and Kapulnik et al., 1985)*.

در همین رابطه در آزمایشی افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و وزن هزاردانه و تعداد شاخه‌های فرعی در تیمار کود بیولوژیک حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم توأم با کود شیمیایی در کلزا گزارش شده است. (*Yasari and Patwardhan. 2007*). گزارش دیگری حاکی از افزایش ۱۵ تا۳۰ درصدی عملکرد دانهٔ کلزا دراثر مصرف توأم ازتوباکتر وآزوسپریلیوم می‌باشد *(Svecnjak and Rengel, 2006)*. افزایش معنی دار عملکرد دانه و روغن با کاربرد کودهای بیولوژیک همراه با کودهای شیمیایی در کلزا توسط عزیزی و همکاران نیز گزارش شده است (*Azizi et al., 2000*).

با کتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپریلیوم از مهمترین باکتری‌های محرک رشد هستند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن با تولید مقادیر قابل ملاحظه‌ای از هورمون‌های تحریک کننده‌ی رشد، به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو

و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (*Zahir et al, 2004*). اجاقلو و همکاران *(Ojaghloo et al, 2007)* اعلام کردند که در صورتی که کودهای زیستی ازتوباکتر و فسفات بارور به همراه کود مرغی و کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند تا ٢٤ درصد در بالا رفتن عملکرد مؤثر می باشد که این امر در کاربرد منفرد آن‌ها حاصل نمی‌گردد. در آزمایشی، میرشکاری و همکاران *(Mirshekari et al, 2009)* اثر کود زیستی نیتراژین را بر جوانه زنی و رشد اولیه‌ی کلزا بررسی نموده و اظهار داشتند که طول گیاهچه و ریشه‌چه‌ی کلزا نسبت به شاهد و پس از مصرف نیتراژین به ترتیب ٦٠٪ و ١١٠٪ بیشتر شد. گزارش دیگری حاکی از این است که کودهای بیولوژیک فسفات و نیتروژن توانایی قابل توجهی را در جبران کمبود نیتروژن و فسفر خاک دارند. بر این اساس، واکنش عملکرد دانه، روغن و شاخص برداشت کلزا در تلقیح با ازتوباکتر در مقایسه با تیمار شاهد که در آن تلقیحی صورت نگرفته بود به ترتیب ١٤، ١١ و ٤ درصد افزایش یافت(*Gaur, 2001b*). اجاقلو و همکاران *(Ojaghloo et al, 2007) نیز* اظهار داشتند که تیمارهای دارای تلقیح با ازتوباکتر موجب افزایش درصد روغن گلرنگ شد.

گزارشات دیگری نیز در رابطه با تأثیر کودهای زیستی بر سایر گیاهان زراعی وجود دارد. در این رابطه نظارت و غلامی *(Nezarat and Gholami, 2009)* واکنش گیاه ذرت را نسبت به سویه‌های باکتری‌های سودوموناس و آزوسپیریلوم بررسی کرده و گزارش نمودند که جذب عناصری مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس به طور معنی داری افزایش یافت. آنها گزارش نمودند که تلقیح توأم باکتری‌ها نسبت به کاربرد منفرد آن‌ها تأثیر بیشتری داشت. در این رابطه، خلیلی و همکاران *(Khalili et al, 2007)* تأثیر کود بیولوژیک نیتروکسین را بر عملکرد برنج بررسی نموده و ذکر کردند که مصرف این کود به همراه نیتروژن تا سطح ٢٥٠ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه تا ٨٣٧١ کیلوگرم در هکتار گردید. شهسواری و همکاران *(Shahsavari et al, 2010)* نشان دادند که وزن هزار دانه‌ی گندم در اثر استفاده از باکتری سودوموناس افزایش یافت. کاربرد این کودها در شرایط تنش مانند شوری و خشکی مقاومت گیاهان را نسبت به این شرایط بیشتر می‌کند *(Shiranirad 1998)*. گزارشات دیگری نیز مبنی بر تأثیر مثبت کود زیستی نیتروکسین بر گیاهان زراعی وجود دارد. *(Saleh-Rastin et al, 199., Shahhosseini et al, 2010., Tilak et al, 1992).*

تحقیقات زیادی روی اثر کود نیتروژن بر عملکرد گیاهان زراعی انجام گرفته است. افزایش نیتروژن باعث به تأخیر افتادن پیری برگ‌ها می‌شود. اگر میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه کم باشد اثر کمبود

در برگ‌های مسن گیاه دیده می‌شود چون نیتروژن عنصری متحرک در گیاه بوده و جهت حرکت آن به طرف برگ‌های جوان می‌باشد (*Khademi et al, 2000*). مصرف نیتروژن باعث تحریک رشد رویشی گیاه و تعداد جوانه‌های جانبی شده که نهایتاً منجر به افزایش تعداد شاخه‌ها شده که منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (*Danesh Shahraki et al., 2008*).

در آزمایشی روی کلزا مشاهده شد که مصرف نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه‌ی کلزا را به صورت خطی افزایش داد (*Patll et al., 2000*). تیلور و همکاران (*Taylor et al., 1991*) گزارش نمودند که مصرف نیتروزن در کلزا از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. وی در گزارش دیگری اعلام نمود که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه کلزا افزایش یافت (*Taylor and Smith, 1992*) افزایش عملکرد در گیاهان زراعی دیگری نیز در اثر کابرد نیتروژن گزارش شده است (*El-Din et al, 199., Lak et al, 199., Papastylianou, 1995., Borjian and Emam, 2000., Khoorgami and Bour, 2009*).

هدف از اجرای مطالعه حاضر نیز بررسی اثرات کود بیولوژیک نیتروکسین و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کود زیستی نیتروکسین و کود شیمیایی نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزا آزمایشی در مزرعه‌ی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. در این آزمایش، دو سطح کود بیولوژیک نیتروکسین شامل شاهد (بدون مصرف) و مصرف ۲ لیتر در هکتار به صورت بذرمال و ۵ سطح کود نیتروژن از منبع اوره شامل عدم مصرف، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. ماده ی مؤثر نیتروکسین، مجموعه ای از باکتری‌های تثبیت کننده‌ی ازت از جنس *Azospirillum/ Azotobacter* می‌باشد که تعداد سلول زنده در هر گرم 10^8 از هر یک از جنس‌های باکتری در هر میلی‌لیتر نیتروکسین می‌باشد. ارقام مورد استفاده در این آزمایش، ارقام اکتانز و تاسیلو بودند. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. مصرف کود فسفات در همه‌ی تیمارها یکنواخت و بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریبل بود که همزمان با کشت استفاده شد. کود نیتروژن در دو نوبت استفاه شد. ۵۰٪ آن در هر تیمار هم زمان با کشت و بقیه در مرحله رشد ۳۰ (*Azimzadeh and Azimzadeh, 2011*) استفاده شد. ارقام در پلات‌های اصلی، کودهای نیتروژنه در

پلات‌های فرعی و کود بیولوژیک نیتروکسین در پلات‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. طول پلات‌های فرعی ۳ و عرض آن ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در داخل هر کرت ٦ ردیف با فاصله‌ی ۲۵ سانتیمتر طراحی و بذرها به صورت دستی در داخل ردیف‌ها قرار داده شدند و روی آن‌ها با حدود ۳ سانتیمتر خاک پوشانده شد. آزمایش بلافاصله بعد از کشت با سیستم تحت فشار و با نوارهای مخصوصی آبیاری شد. زمین مورد آزمایش در سال قبل آیش بود. برای آماده سازی زمین ابتدا از شخم برگردان دار استفاده شد. چون در زمان شخم، زمین در حالت ظرفیت زراعی بود فقط از یک مرتبه دیسک استفاده شد و سپس زمین تسطیح و کرت بندی شد. در طول دوره‌ی رویش، تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و از صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یادداشت برداری به عمل آمد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با نرم‌افزار *MSTAT-C* تجزیه و مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

فاکتور رقم

اثر رقم بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد شاخه در گیاه، ارتفاع، طول خورجین در سطح احتمال ۵٪ و بر عملکرد کاه، تعداد خورجین در گیاه و شاخص برداشت معنی دار بود (جدول۱). همان گونه که در جدول شماره‌ی ۲ ملاحظه می‌شود، عملکرد دانه‌ی رقم تاسیلو به مقدار ۲۷۷ کیلوگرم در هکتار از اکتانز بیشتر بود که این افزایش محصول رقم تاسیلو در مقایسه با رقم اکتانز حدود ٦/٦ درصد بود ولی رقم اکتانز عملکرد بیولوژیک بیشتری در مقایسه با رقم تاسیلو تولید نمود. به همین دلیل عملکرد کاه رقم اکتانز نیز نسبت به تاسیلو بیشتر بود و در نتیجه شاخص برداشت در رقم اکتانز از تاسیلو کم‌تر بود. شاخص برداشت در رقم اکتانز ٢٤ و در تاسیلو ۲۸ درصد بود. تعداد شاخه در رقم اکتانز ۵ و در تاسیلو ٦ عدد بود. ارتفاع رقم اکتانز نیز از تاسیلو ۱۲٪ بیشتر بود. تعداد خورجین در گیاه در رقم اکتانز ۱۷٦ و در تاسیلو ۲۱۹ عدد بود که در رقم تاسیلو ٢٤٪ بیشتر از اکتانز بود. دلیل افزایش عملکرد دانه در رقم تاسیلو نیز می‌تواند به دلیل افزایش تعداد شاخه در گیاه و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در این رقم باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف دو رقم کلزا تحت تأثیر کود زیستی نیتروکسین و نیتروژن

Table 1-Mean square of different traits of two varieties of rapeseed under the effect of Nitroxin and nitrogen

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد خورجین در گیاه	تعداد دانه در خورجین	طول خورجین	ارتفاع	تعداد شاخه	عملکرد کاه	عملکرد کل	عملکرد دانه
		d.f	Harvest index	T.K.W	Silique number per plant	Seed number per silique	Silique length	height	Branch number	Straw yield	Total yield	Seed yield
تکرار	Replication	2	0.8	0.2	593.3*	1.6	0.208	231	0.765	4198827.6**	3321073.7	96593.2
رقم خطا	Variety(A) Error	1 2	210.9** 0.618	0.2 0.096	26932.4** 21.64	0.008 0.611	7.1* 0.355	4964.9* 123.34	21.7* 0.727	35495365.1** 68526.6	20804283.2* 879977.4	1151633* 69223.08
کود نیتروژن	Nitrogen (B)	4	15.4	0.046	5930.6**	5	0.057	80.9	1.3	6367954.3	10290403.8**	561051.7
کود نیتروژن*رقم خطا	A*B Error	4 6	22.4 9.67	0.04 0.036	2178.6 1002.33	7.1 4.61	0.031 0.137	89.5 81.29	0.932 0.732	1506684.8 2574463.4	5009450.1 1941861.3	1340715.7** 217902.13
نیتروکسین	Nitroxin(C)	1	4.6	0.011	6344.8**	10.3	0.037	58.4	1.5	1126877.5	6844247.1*	1311547.8*
رقم*نیتروکسین	A*C	1	42.8*	0.15	1828.2	1.1	0.013	18.8	1.3	24889.3	4056374.2	2302961.2**
کود*نیتروکسین	B*C	4	88.9*	0.022	2577.8**	5.3	0.062	64.3	1.1	4318801.8**	6849013.5**	745239.71.1*
رقم*کود*نیتروکسین خطا	ABC Error	4 20	43.1 7.64	0.042 0.040	6185.2** 596.7	6.9 3.66	0.081 0.08	127.9 56.75	2.9** 0.718	2585314.0* 764316.5	2312012.8 1180372.9	197889 245080.8
ضریب تغییرات	CV%		10.5	5.4	12.6	8.2	4.9	4.7	13.5	7.16	6.6	11.47

*و**- معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

*,**- Significant at the 5 and 1% of probability

جدول ۲- تأثیر ارقام کلزا بر صفات مورد مطالعه

Table 2- Effect of rapeseed varieties on recorded traits

شاخص برداشت ٪	وزن هزار دانه	تعداد خورجین در گیاه	تعداد دانه در خورجین	طول خورجین (سانتیمتر)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد شاخه	عملکرد کاه در (کیلوگرم هکتار)	عملکرد در کل(کیلوگرم هکتار)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	ارقام
Hi%	T.K.W	Silique /plant	Seed /silique	Silique length(cm)	Height (cm)	Branch no	Straw yield(Kg/h)	Total yield(Kg/h)	Seed yield(Kg/h)	Varieties
24b	3a	176b	23a	6a	166a	5b	12979a	17062a	4179b*	Octanz
28a	3a	219a	23a	5b	148b	6a	11441b	15884b	4456a	Tassilo

*- حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی دار بودن آن صفت در سطح احتمال ۵٪ می باشد

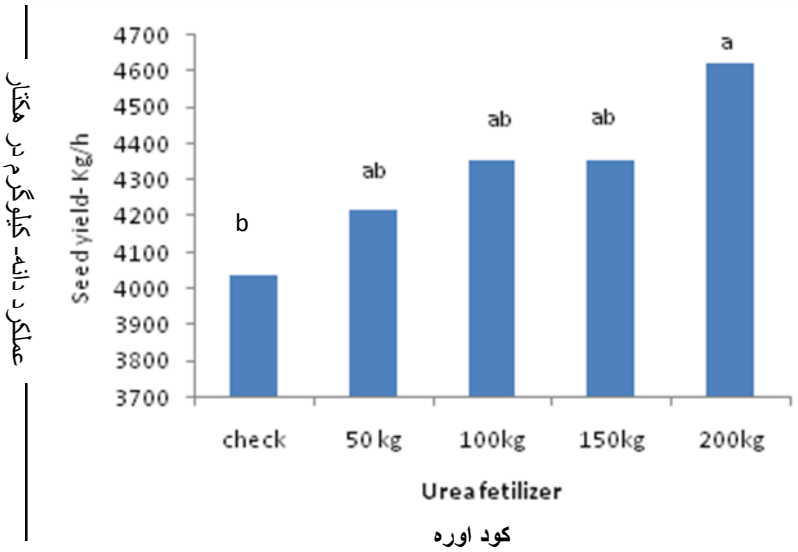
*- Different letters in each column indicated significant difference at 5% level of probability

فاکتور کود نیتروژن

با توجه به جدول تجزیه واریانس(جدول ۱) ملاحظه می‌شود که اثر کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد کل و تعداد خورجین در گیاه معنی دار بود. همچنین اثر کود نیتروژن در سطح احتمال ۷٪ بر عملکرد دانه هم معنی دار بود. همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین عملکرد دانه متعلق به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد که در مقایسه با شاهد ۵۸۹ کیلوگرم یعنی معادل ۱۲/۷٪ افزایش محصول داشت. نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر کود نیتروژن بر وزن کل نیز به دست آمد، به نحوی که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در مقایسه با عدم مصرف آن موجب افزایش ۲۱۳۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک شد که معادل ۱۲٪ می‌باشد (شکل ۲). اثر افزایش مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و وزن کل از یک روند خطی تبعیت نموده است. به دلیل نامعلومی وزن کل در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن کاهش نشان داده است که احتمالاً مربوط به خطای آزمایش می‌باشد. فتحی ***(Fathi, 2004)*** بیشترین عملکرد دانه‌ی کلزا را با مقدار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و تراکم ۹۰ بوته در متر مربع گزارش نموده است. تحقیقات زیادی روی اثر کود نیتروژن بر عملکرد گیاهان زراعی انجام گرفته است. لک و همکاران ***(Lak et al, 1998)*** افزایش خطی عملکرد دانه را در اثر کاربرد کود نیتروژن در تریتیکاله نشان دادند. در آزمایش دیگری افزایش تعداد سنبله در

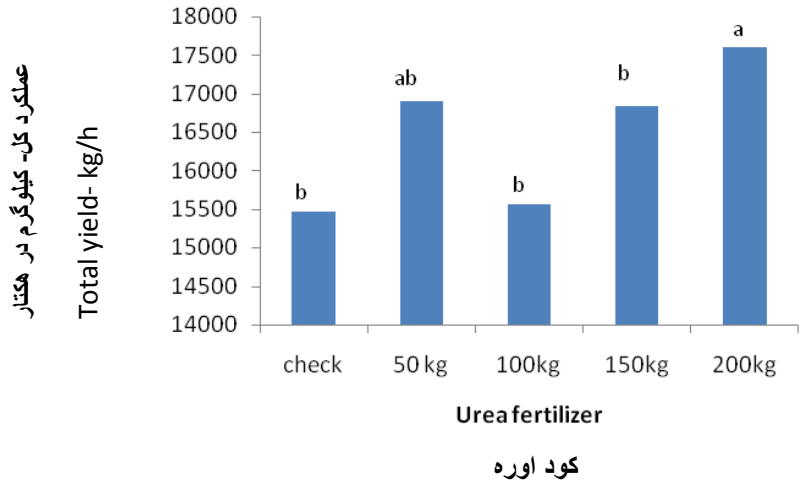
جو در اثر کاربرد کود نیتروژن گزارش شده است *(Papastylianou,1995)*. در مطالعه‌ای که توسط برجیان و امام *(Bourjian and Emam, 2000)* انجام شد، افزایش عملکرد گندم از طریق افزایش تعداد دانه در سنبله نشان داده شد. تأثیر نیتروژن بر وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته نیز توسط خورگامی و بور *(Khourgami and Bour, 2009)* معنی دار گزارش شده است.

اثر کود نیتروژن بر تعداد خورجین در گیاه معنی دار بود به نحوی که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با عدم مصرف آن تعداد خورجین در گیاه را به اندازه‌ی ۳۲ عدد افزایش داده است که این افزایش معادل ۱۴/۹٪ می‌باشد (شکل ۳). بنابراین افزایش عملکرد دانه‌ی کلزا در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌تواند به دلیل افزایش تعداد خورجین در گیاه در این تیمار باشد. زبرجدی و همکاران *(Zebarjadi et al, 2004)* بیشترین عملکرد را در کلزا در شرایط دیم با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آورده‌اند. آن‌ها این افزایش عملکرد را به دلیل افزایش تعداد خورجین در گیاه و وزن هزار دانه می‌دانند. در رابطه با اثرات متقابل رقم و کود، بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در رقم تاسیلو مشاهده شد (۴۷۰۷ کیلوگرم نیتروژن در هکتار).



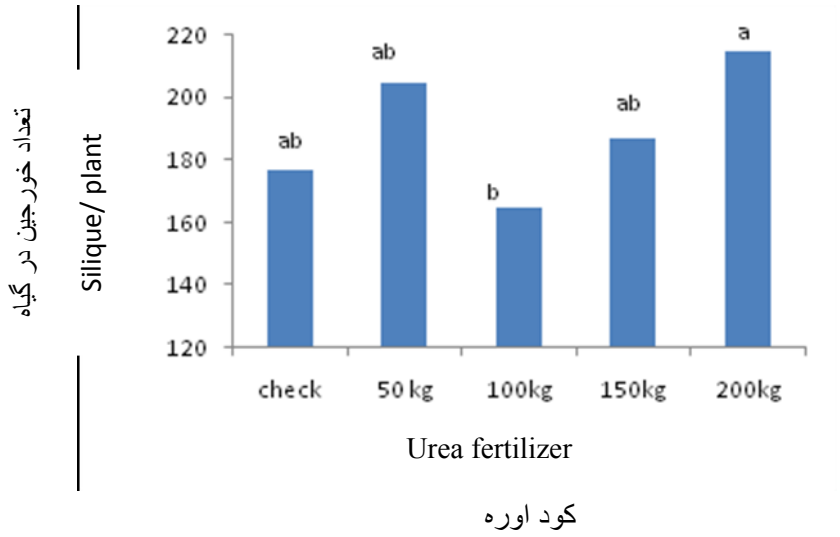
شکل ۱- اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه‌ی کلزا

Fig 1- Effect of nitrogen fertilizer on rapeseed seed yield



شکل ۲- اثر کود نیتروژن بر عملکرد کل کلزا

Fig 2- Effect of Urea fertilizer on rapeseed total yield



شکل۳- اثر کود نیتروژن بر تعداد خورجین در بوته‌ی کلزا

Fig 3- Effect of Urea fertilizer on on silique number per plant in rapeseed

اثر نیتروکسین

اثر نیتروکسین بر عملکرد دانه، عملکرد کل و بر تعداد خورجین در بوته معنی دار بود (جدول ۱). عملکرد دانه با مصرف نیتروکسین افزایش یافت به طوری که عملکرد دانه در تیمار مصرف نیتروکسین ٤٤٥٦ و در تیمار عدم مصرف ٤١٦٩ کیلوگرم در هکتار بود. مصرف نیتروکسین افزایش عملکردی معادل ٤٪ را نشان می‌دهد (جدول ۳). مصرف نیتروکسین عملکرد بیولوژیک را نیز معادل ٦٧٥ کیلوگرم در هکتار یعنی حدود ٤٪ افزایش داد. تعداد خورجین در گیاه در تیمار مصرف نیتروکسین ۲۰۸ عدد و در تیمار عدم مصرف نیتروکسین ۱۷۳ عدد بود که تیمار مصرف نیتروکسین حدود ۱۷٪ افزایش خورجین در گیاه را نشان می‌دهد. دلیل افزایش عملکرد دانه هم در تیمار مصرف نیتروکسین مربوط به افزایش تعداد خورجین در گیاه می‌شود چون بین تعداد شاخه و تعداد دانه در خورجین در هر دو تیمار اختلاف معنی داری مشاهده نشد و وزن هزار دانه در هر دو تیمار یکسان بود. تأثیر مثبت نیتروکسین بر عملکرد سایر گیاهان زراعی توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. عظیم زاده و عظیم زاده *(Azimzadeh and Azimzadeh, 2012)* گزارش کردند که مصرف ۲ لیتر در هکتار نیتروکسین، عملکرد دانه‌ی گندم را معادل ٥/٦٪ افزایش داده است. خلیلی و همکاران *(Khalili et al, 2009)* تأثیر کود بیولوژیک نیتروکسین را بر عملکرد برنج بررسی نموده و ذکر کردند که مصرف این کود به همراه نیتروژن به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه تا ۸۳۷۱ کیلوگرم در هکتار گردید. در گزارش دیگری مصرف نیتروکسین باعث افزایش وزن هزار دانه و وزن خشک گیاه نخود شد *(Shahhosseini et al, 2010)*. بعضی از محققان عکس‌العمل گیاه به تلقیح با آزوسپیریلوم و ازتوباکتر را بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، افزایش پنجه و تعداد سنبله‌ها، افزایش وزن هزار دانه و ازدیاد ارتفاع گیاه می‌دانند. *(Arac et al., 1990, Cohen et al., 1980., and Kapulink et al., 1985).*

جدول ۳: تأثیر نیتروکسین بر صفات مورد مطالعهٔ کلزا

Table 3- Effect of nitroxin on different traits of rapeseed

نیتروکسین	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد شاخه	ارتفاع (سانتیمتر)	طول خورجین (سانتیمتر)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در گیاه	وزن هزار دانه(گرم)	شاخص برداشت٪
Nitroxin	Seed yield(Kg/h)	Biological yield(Kg/h)	Straw yield(Kg/h)	Branch no	Height (cm)	Silique length(cm)	Seed/silique	Silique/plant	T.K.W Gr	Hi%
مصرف نیتروکسین Nitroxin usage	4465a*	16810a	12347a	6a	158a	6a	23a	208a	3a	26a
عـدم مصـرف نیتروکسین Without nitroxin	4169b	16135b	12073a	6a	156a	6a	22a	173b	3a	26a

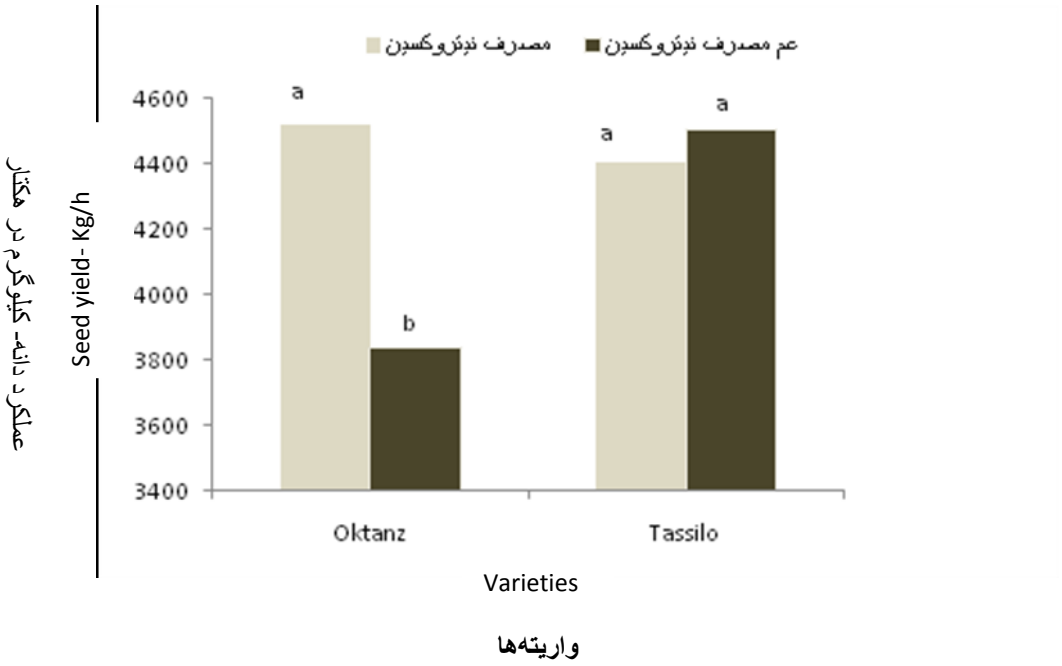
*- حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی دار بودن آن صفت در سطح احتمال ۵٪ می باشد

*- Different letters in each column indicated significant difference at 5% level of probability

اثر متقابل رقم و نیتروکسین

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود که اثر متقابل بین رقم و نیتروکسین بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ و بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۵٪ معنی دار می‌باشد.

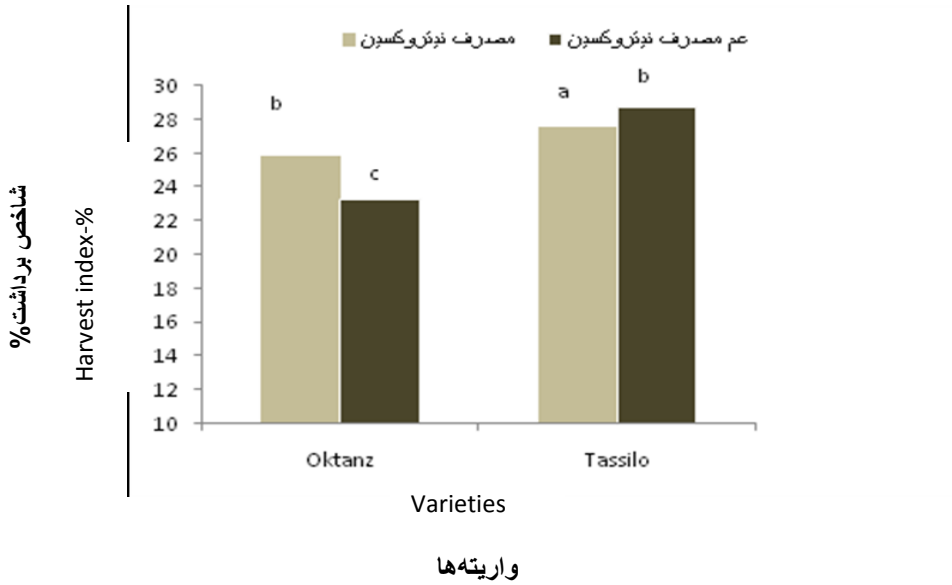
با توجه به شکل شماره‌ی ۵ مشاهده می‌شود که تیمار مصرف نیتروکسین در رقم اکتانز افزایش عملکردی معادل ٦٨٨ کیلوگرم را تولید نموده است ولی در رقم تاسیلو اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود.



شکل ٤- اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر عملکرد دانه‌ی کلزا

Fig 4- Interaction effect of variety and nitroxin on rapeseed seed yield

با توجه به شکل شماره‌ی ٤ ملاحظه می‌شود که شاخص برداشت رقم اکتانز در حالت مصرف کود نیتروکسین ۲۵٪ و در حالت عدم مصرف آن ۲۳٪ بود. مصرف نیتروکسین باعث افزایش ۲ درصدی در شاخص برداشت رقم اکتانز شده است که دلیل آن افزایش عملکرد دانه به دلیل مصرف نیتروکسین بود. مصرف نیتروکسین تأثیری بر شاخص برداشت رقم تاسیلو نداشت. افزایش ٤ درصدی شاخص برداشت کلزا در اثر مصرف ازتوباکتر توسط *Gaur (2001a)* نیز گزارش شده است.



شکل ۵- اثر متقابل رقم و نیتروکسین بر شاخص برداشت کلزا

Fig 5- Interaction effect of variety and nitroxin on rapeseed harvest index

اثر متقابل کود نیتروژن و نیتروکسین

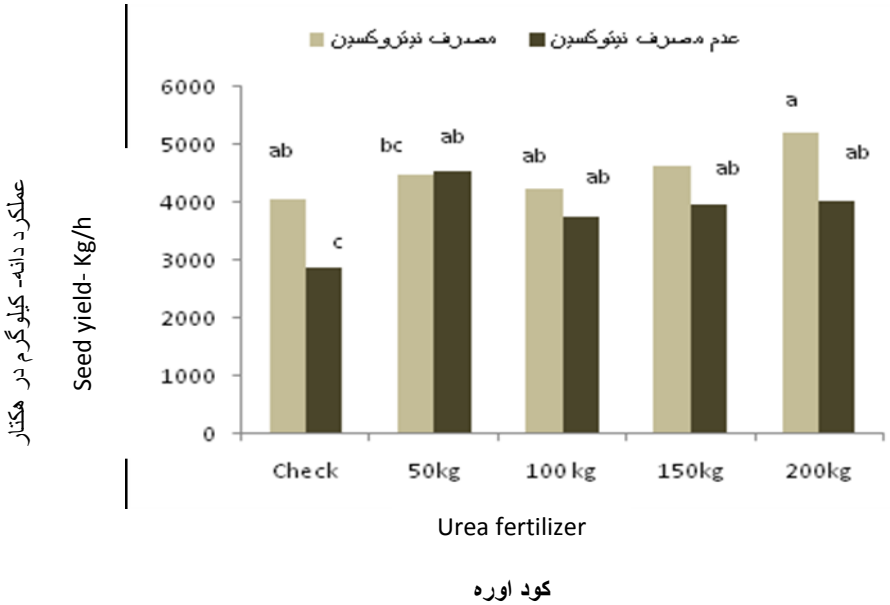
با توجه به نتایج مندرج در جدول ۱ اثر متقابل کود نیتروژن و نیتروکسین بر صفات عملکرد دانه و شاخص برداشت و بر صفات عملکرد کل، عملکرد کاه و تعداد خورجین در بوته معنی دار شدند.

بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن دار و مصرف کود نیتروکسین حاصل شده است و کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن دار و عدم مصرف نیتروکسین تولید شد (۳۵۰۷) که این اختلاف معادل ۲۷٪ بود (شکل ۷). به جز در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن دار و مصرف نیتروکسین که عملکرد دانه (٤٠٥٤ کیلوگرم در هکتار) کم‌تر از مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دار و عدم مصرف نیتروکسین بود (٤٣٧٩ کیلو گرم در هکتار) در بقیه‌ی سطوح مصرف نیتروژن با افزایش مصرف کود نیتروژن، تأثیر نیتروکسین هم بیشتر شده است. در تیمارهای مصرف ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن، مصرف نیتروکسین همراه با آن‌ها به ترتیب باعث افزایش ۳، ۵ و ٧/٤٪ در عملکرد دانه شده است. این موضوع توسط خلیلی و همکاران (*Khalili et al, 2007*) در برنج نیز گزارش شده است. در رابطه با گیاه آفتابگردان نیز رشدی و همکاران (*Roshdi et al*, 2009) گزارش نموده‌اند که استفاده‌ی توأم نیتروکسین و کود نیتروژنه

عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. نتایج مشابهی توسط اجاقلو و همکاران *(Ojagloo et al, 2007)* نیز گزارش شده است.

اثر متقابل کود نیتروژن و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک نیز کم و بیش تا حدی به عملکرد دانه شبیه بود (شکل۸). بدین صورت که در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن، مصرف نیتروکسین عملکرد بیولوژیک را حدود ۱۵٪ افزایش داده است. در مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن تأثیر نیتروکسین قابل توجه نبوده است. در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن مصرف نیتروکسین عملکرد بیولوژیک را ۹٪ افزایش داد. در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مصرف نیتروکسین برخلاف انتظار و به صورت معکوس بود. در مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن مصرف نیتروکسین در حدود ۳/۵٪ باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. در مجموع، بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و مصرف نیتروکسین حاصل شده است (۱۷۹۰۵ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و عدم مصرف نیتروکسین مشاهده شد (۱٤۱۹۹ کیلوگرم در هکتار).

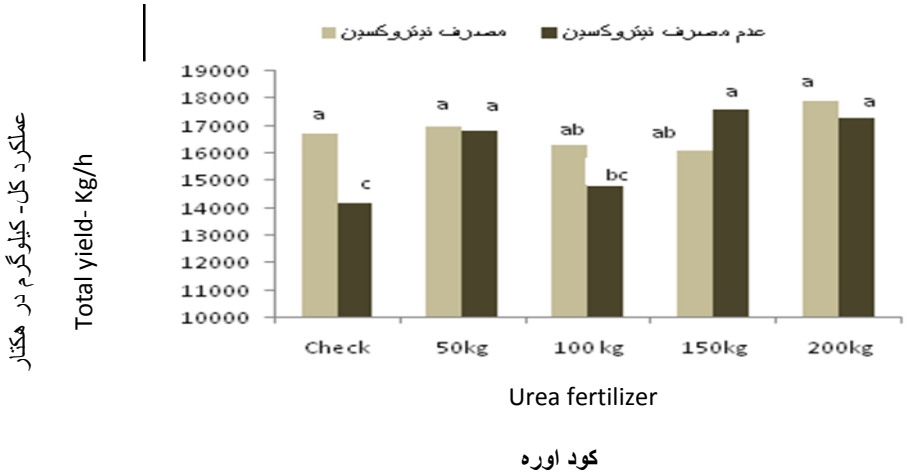
بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و عدم مصرف نیتروکسین (۲۹٪) و کم‌ترین شاخص برداشت در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و مصرف نیتروکسین (۲۳/۸٪) حاصل شده است.



شکل٦- اثر متقابل کود و نیتروکسین بر عملکرد دانه‌ی کلزا

Fig 6- Interaction effect of fertilizer and nitroxin on rapeseed seed yield

اثر متقابل کود و نیتروکسین بر شاخص برداشت از روند خاصی تبعیت نکرده است. بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و عدم مصرف نیتروکسین (۲۹٪) و کم‌ترین شاخص برداشت در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و مصرف نیتروکسین (۲۳/۸٪) حاصل شده است.



شکل ۷- اثر متقابل کود و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک کلزا

Fig 7- Interaction effect of fertilizer and nitroxin on rapeseed biological yield

شکل ۸- اثر متقابل کود و نیتروکسین بر شاخص برداشت کلزا

Fig 6- Interaction effect of fertilizer and nitroxin on rapeseed harvest index

نتیجه‌گیری

رقم تاسیلو در مقایسه با اکتانز عملکرد دانه‌ی بیشتری تولید نمود. افزایش مصرف کود نیتروژن بر عملکرد روند افزایشی نشان داد. اثرات متقابل رقم و کود بر عملکرد دانه نیز معنی دار بود. عملکرد دانه‌ی هر دو رقم با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه در رقم اکتانز با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در رقم تاسیلو با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. اثر مستقل مصرف ۲ لیتر در هکتار نیتروکسین نیز بر عملکرد دانه معنی دار بود. اثرات متقابل رقم و نیتروکسین نیز بر عملکرد دانه معنی دار و بیشترین تأثیر بر رقم اکتانز مشاهده شد به نحوی که مصرف نیتروکسین، عملکرد دانه‌ی رقم اکتانز را حدود ۱۵٪ افزایش داد در صورتی که هیچ تأثیر مثبتی بر رقم تاسیلو نداشت. با افزایش مصرف کود نیتروژن تأثیر کود نیتروکسین بر عملکرد دانه هم بیشتر شد به نحوی که در تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با مصرف نیتروکسین عملکرد دانه به ترتیب ۳، ۵ و ۷/٤ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد استفاده از رقم اکتانز همراه با ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۲ لیتر در هکتار نیتروکسین می‌تواند عملکرد مطلوبی تولید کند در حالی که رقم تاسیلو عکس‌العملی به مصرف نیتروکسین نشان نداد و این رقم بدون مصرف نیتروکسین و با استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن معادل رقم اکتانز محصول تولید نمود. بنابراین به نظر می‌رسد از نظر اقتصادی کشت رقم تاسیلو مقرون به صرفه باشد که با مقدار کمتری کود نیتروژن و بدون مصرف نیتروکسن معادل رقم اکتانز تولید محصول دارد.

قدردانی: هزینه اجرای این طرح توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان تامین شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی‌می شود

References منابع مورد استفاده

- Arsac, J.F., C. Lamothe., D. Mulard., and J. Fages. 1990. Growth enhancement of maize through azospirillum inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. Agronomy. 10: 649-654.
- Azimzadeh, S.M., and S.J. Azimzadeh. 2011. Crop Plants Growth Stage and Development. Agricultural Research, Education and Extension Organization (In Persian).
- Azizi, M., A. Soltani., and S. Khavari Khorasani. 2000. Brassica Oilseed: Production and Utilization. Jahade-e-Daneshghahi Mashhad Press (In Persian).
- Bourjian, A., and Y. Emam. 2000. Effect of pre anthesis urea foliar application on yield, yield components and grain protein percent of two winter wheat (*Triticum aestivum* L). Iranian Journal of Crop Sciences. Vol 2. No 1: 23-29 (In Persian).
- Cohen, E., Y. Okon., J. Kigel., I. Nur and Y. Henis. 1980. increase in dry weight and total nitrogen content in zea mays and seraria italica associated with nitrogen- fixing azospirillum. plant physiol. 66: 746-749.
- *Danesh Shahraki, A., A. Kashani., M. Mesgarbashi., M. Nabipoor., M. Dehkordi. 2008. Effect of nitrogen application on some agronomic traits of rapseed. Quartrterly Pajouhesh- Va- Sazandagi. 79: 10-17 (In Persian).*
- Downy. R.K. 1990. Canola: A quality brassica oilseed. Journal of Agricultural Research. 15(1): 211-215.
- Fathi. G. 2004. Effect of Nitrogen levels and plant density on light extinction coefficient, radiation absorption and seed yield of rapeseed. Brief articles of eighth congress of agriculture and plants breeding sciences of Iran- Agriculture Sciences Faculty of Gilan University (In Persian).
- Gaur. A.C. 2001a. Effect of Azotobacterization on the yield of canola (Brassica napus L) Laboratory experiment. Indian Society of Soil Science. 40: 19-2.
- Gaur. A.C. 2001b. Effect of Azotobacterization in presence of fertilizer nitrogen in the yield of canola(Brassica napus L). Field experiment. Indian Society of Soil Science.41: 50 -54
- Kapulnik, Y., R. Gafny., and Y. Okon. 1985. Effect of azospirillum spp. inoculation on root development and no3- uptake in wheat in hydroponic system. Canadian Journal of Botany. 63: 627-631.
- Kavyani, A., A. Liagat, T. Sohrabi., and M. Afshar-Asl. 2008. Study on nitrate leaching pattern under the rhizospher in Karaj region using Geographical Information System. Agricultural Journal. 10 (7): 113- 150 (In Persian).
- Khademi, R., H.M. Rezaie., Malakooti, J., B. Mohajer Milani. 2000. Rapseed nutrition an effective step on yield and oil quality increment. Agricultural Education publication. Pp 21 (In Persian).
- Khalili, H., M. Azizi., A. Charati., and M. Bahadori. 2007. Effect of Nitroxin biofertilizer on growth and yield of Bahar hybrid rice. www.berenge.com
- Khourgami, A., and G. Bour. 2009. Effect of different amount of nitrogens and zinc on yield and seed protein of Durum wheat in Khorramabad condition. Research in Agriculture. Vol 1(3): 15-25 (In Persian).
- Lack, S., S.A. Siadat., G. Sathi., and S.A. Hashemi- Dezfouli. 1998. Study of the effect of nitrogen application and plant density on quantitative and qualiutative yield of triticale in climatical conditions of Khuzestan.Iranian Journal of Crop Sciences. Vol 1 No 2:43- 55 (In Persian).

- ✓ Nezarat, S., and A. Gholami. 2009. The effects of co-inoculation of Azospirillum and Pseudomonas rhizobacteria on nutrient uptake of maize (Zea mays L.). Journal of Agroecology Vol. 1, No. 1: 25-32 (In Persian).
- ✓ Ojaghlou, F., F. Farahvash., A. Hasanzadeh., and M. Pooryosof. 2007. Effect of Azotobacter and Phosphatebarvar biofertilizer on Safflower yield. Journal of Agricultural Sciences of Islamic Azad University of Tabriz Branch Number 3: 39-50 (In Persian).
- ✓ Papastylianou. I. 1995. Yield components in relation to grain yield losses of barley fertilized with nitrogen. European Agronomy. 4 (1): 55-63
- ✓ Patll, N., K.C. Lakkinent., and S.C. Bhargara. 2000. Seed yield and yield contributing characters as influenced by N supply in rapeseed-mustard. Journal of Agronomy and Crop Science.177: 197-205 .
- ✓ Roshdi, M., S. Rezadoost., J. Khalilimehaleh., and N. Hajihasani asl. 2009. Effect of biofertilizer on yield and yield component of 3 varieties of oil Sunflower. Journal of Agricultural Sciences of Islamic Azad University of Tabriz Branch. Number 10: 11-24 (In Persian).
- ✓ Saleh-Rastin. N. 1998. Biofertilizer. Journal of water and soil.Volum 12, Number 3: 12-26 (In Persian).
- ✓ Shahhosseini, Gh., R.H. Zafarinia., M.K. Sori., and H. Pirasteh Anosheh. 2010b. Yield of upland chickpea affected by biosulfur, Azotobacter and Superabsorbent. Use Biological Fertilizer in Sustainable Horticulture and Agriculture, Shiraz. Pp: 29- 34 (In Persian).
- ✓ Shahsavari, A., H. Pirdashti., A. Mottagian., and M.A. Ghanbari Tajik. 2010. Growth characteristic and yield response of wheat to simultaneous application of manure, Trichoderma spp and sudomunas spp.Journal of Agroecology. Vol. 2, No. 3: 448-458 (In Persian).
- ✓ Shiranirad. A.H. 1998. Assessing ecophysiologic of mycrorriza mushroom and sicolar symbiosis with soybean and wheat. PhD thesis. Eslamic Azad University, Branch. Tehran ،s Researches of science Page 590 (In Persian).
- ✓ Svecnjak, Z., and Z. Rengel. 2007. Canola cultivars differ in nitrogen utilization efficiency at vegetative stage Field Crops Research 97: 221- 226
- ✓ Taylor, A.J., C.J. Smith., and I.B. Wilson. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use efficiency of canola. Fertilizer Research. 29: 249-260.
- ✓ Taylor, A.J., and C.J. Smith. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield components of irrigated canola (Brassica napus L.).I. grown on a Red – Brown Earth in south – Eastern Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 43 (7): 1629-1641
- ✓ Tilak, B.R., C.S. Singh., N.K. Roy., and N.S. Subba Rao. 1992. Azospirillium brasilense and Azotobacter chrococcum inoculums effect on maize and sorghum. Soil Biology and Biochemistry 14: 417-418
- ✓ Yasari, E., and A.M. Patwardhan. 2007. Effects of Aztobacter and Azospirillium inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. Asian Journal of Plant Science. 6:77-82 (In Persian).
- ✓ Zahir, A.Z., Arshad, M., and W.F. Frankenberger (Jr). 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81:97-168.
- ✓ Zebarjadi, A., H. Hatamzadeh., S.d. Sharifi., and A. Beig. 2004. Effect of different contents of Nitrogen, Phosphorus and Sulphure fertilizers on rapeseed yield in dryland conditions. The 8th Iranian Crop production and Breeding Congress Aug 25-27. The University of Gilan. Rasht. Iran (In Persian).