



تأثیر سطوح آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد منداب (*Eruca sativa* Mill.)

میثم قوام پور^۱، سیدغلامرضا موسوی^{۲*}

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

۲. گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد منداب، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند اجرا گردید. دو سطح آبیاری (آبیاری مطلوب و قطع آبیاری در مرحله زایشی) به عنوان عامل اصلی، دو سطح تراکم بوته (۵۰ و ۱۵۰ بوته در متر مربع) و مقادیر نیتروژن در سه سطح (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به عنوان عوامل فرعی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد با اعمال تنش خشکی در مرحله زایشی نسبت به تیمار آبیاری مطلوب، تعداد خورجین در متر مربع، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۶۰/۱، ۵۱/۳، ۲۳/۶، ۶۸/۵ و ۶۲/۷ درصد کاهش یافت. همچنین با افزایش تراکم بوته از ۵۰ به ۱۵۰ بوته در متر مربع، تعداد خورجین در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۴۱/۵، ۲۹/۵ و ۴۱/۹ درصد افزایش و تعداد خورجین در بوته ۳۶/۴ درصد کاهش یافت. همچنین با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد خورجین در مترمربع، تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۹۱/۸، ۶۸/۳، ۷۰/۲ و ۵۵ درصد افزایش یافت. به طور کلی بر اساس مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل، تیمار آبیاری مطلوب با تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به علت داشتن مطلوب‌ترین عملکرد با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی برای کشت این گیاه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اوره، تراکم، خشکی، عملکرد، منداب.

مقدمه

خشک شدن و مرگ گیاه می‌گردد (Kafi and Damghani, 2002). قوشچی و همکاران (Qushchi et al., 2010) در بررسی اثر آبیاری مطلوب و محدود بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا گزارش کردند که تنش کم‌آبی باعث کاهش تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هکتار گردید. در مطالعه دیگری در ارقام کلزا کم‌آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در

مصرف بهینه آب در تولید محصولات کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو گیاهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، از اهمیت خاصی برخوردار است (Mirzaei et al., 2005). از طرفی به علت افزایش هزینه آب مصرفی و کاهش آب قابل دسترس در این مناطق، توجه زیادی به تنش کم‌آبی و اثرات آن بر گیاهان شده است (Winter, 1990). تنش آبی شدید باعث کاهش رشد، فتوسنتز، مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی و نهایتاً

کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. گرشاسبی و همکاران (Garshasbi et al., 2011) افزایش تعداد کپسول در بوته کنجد را با افزایش کاربرد کود نیتروژن گزارش کردند.

با توجه به مطالب فوق این تحقیق با هدف بررسی تاثیر تغییرات تراکم بوته و میزان نیتروژن مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد منداب تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی انتهایی فصل در منطقه بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۱۴۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی، pH آن برابر ۷/۷۹، هدایت الکتریکی ۷/۲۳ میلی‌موس بر سانتیمتر، میزان کربن آلی و نیتروژن کل در عمق ۰-۳۰ سانتیمتر خاک به ترتیب ۰/۱۷ و ۰/۰۴ درصد و میزان فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب ۱۵/۴ و ۲۶۶ قسمت در میلیون (ppm) بود. میانگین بلند مدت حداقل و حداکثر دما در بیرجند به ترتیب ۴/۶ و ۲۷/۵ درجه سانتیگراد، میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۹ میلی‌متر و میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۲۳/۵ و ۵۹/۶ درصد و اقلیم منطقه بیابانی گرم و خشک می‌باشد.

تنش کم‌آبی در دو سطح شامل عدم تنش (آبیاری مطلوب) و اعمال تنش در مرحله زایشی به عنوان عامل اصلی و ترکیب تراکم بوته در دو سطح ۵۰ و ۱۵۰ بوته در متر مربع و مقادیر کود نیتروژن در سه سطح شامل کاربرد مقادیر صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. در تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی، از شروع گلدهی (۸ فروردین) تا برداشت منداب (۲۰ اردیبهشت) آبیاری انجام نشد، اما در تیمار آبیاری مطلوب در کل دوره رشد، آبیاری با فواصل زمانی ۱۰ روز انجام گردید. لازم به ذکر است در طول دوره تنش در زمان وقوع بارندگی، برای جلوگیری از نفوذ آب باران در مزرعه از سایبان پلاستیکی دو لایه و غیر قابل نفوذ استفاده گردید.

زمین مورد نظر در سال قبل آیش بود. برای آماده سازی ابتدا عملیات شخم انجام شد و در اوایل آبان پس از دو دیسک

خورجین، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گردید (Rezadost et al., 2009). در مطالعه دانشمند و همکاران (Daneshmand et al., 2006) بالاترین عملکرد بیولوژیک در کلزا در تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک به دست آمد. نوروزی و همکاران (Norouzi and Kazemin, 2012) نیز گزارش کردند که تنش کم‌آبی سبب کاهش عملکرد بیولوژیک گلرنگ گردید.

تراکم بوته می‌تواند بر عملکرد و بسیاری دیگر از صفات گیاهان موثر باشد. متین‌فر و همکاران (Matinfar et al., 2012) در مقایسه تراکم‌های ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع گزارش نمودند که بیشترین تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کلزا در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع به دست آمد اما با افزایش تراکم از ۸۰ به ۱۰۰ بوته در متر مربع، عملکرد دانه کاهش یافت این در حالی است که در این تحقیق بیشترین تعداد خورجین در بوته برای کلزا در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع حاصل شد. باقری و صفاهانی (Bagheri and Safahani, 2010) نیز در بررسی تراکم‌های ۸۰ و ۱۲۰ بوته کلزا در متر مربع، گزارش کردند که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تراکم ۸۰ بوته در متر مربع بود و افزایش تراکم موجب کاهش معنی‌دار آن شد. این در حالی است که فتحی (Fathi, 2008) پس از بررسی تراکم‌های ۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ بوته در مترمربع اظهار داشت که عملکرد دانه کلزا با افزایش تراکم تا ۱۱۰ بوته در متر مربع افزایش یافت.

از طرفی قابلیت دسترسی به عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن نیز یکی از عوامل کلیدی در رشد گیاهان محسوب می‌شود. با این وجود مصرف زیاد کود به ویژه نیتروژن باعث حساسیت گیاه به ورس و امراض، دیررسی محصول، کاهش کیفیت محصول، افزایش رشد سبزینه‌ای و تجمع نیترات در بافت گیاه می‌شود (Malakouti et al., 2009). سیادت و همکاران (Siadat et al., 2010) در بررسی اثر مقادیر ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کلزا گزارش کردند که بیشترین تعداد غلاف در مترمربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد ولی بالاترین تعداد دانه در غلاف از مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. مظلوم و همکاران (Mazloum et al., 2009) پس از بررسی مقادیر صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اظهار داشتند که بیشترین تعداد غلاف در بوته و عملکرد کلزا با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیشترین تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه با

تعداد خورجین در متر مربع و تعداد خورجین در بوته و اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن تنها صفت تعداد خورجین در بوته را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد. اثر متقابل آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن بر هیچکدام از اجزای عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۱).

بر اساس مقایسه میانگین‌ها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تنش کم‌آبی در مرحله زایشی تاثیر زیادی بر کاهش وزن هزار دانه داشته است به طوری که وزن هزار دانه در تیمار تنش کم‌آبی در مرحله زایشی نسبت به تیمار آبیاری مطلوب به مقدار ۲۳/۵۹ درصد کاهش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی می‌تواند به علت کاهش دوره پرشدن دانه و پیری زودرس گیاه باشد. قوشچی و همکاران (Qushchi et al., 2010) و سلیمانی‌پور و همکاران (Soleimanipour et al., 2009) نیز کاهش وزن هزار دانه کلزا را در شرایط کم‌آبی گزارش نمودند.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تراکم بوته نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین با میانگین ۲۶/۹۳ عدد در تیمار تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و کمترین تعداد آن با میانگین ۲۳/۱۴ عدد در تیمار آبیاری مطلوب و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع حاصل گردید (جدول ۳). نکته حائز اهمیت در مورد تاثیر معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم بر صفت تعداد دانه در خورجین آن است که در تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی و تراکم ۱۵۰ بوته منداب در متر مربع به علت کم بودن تعداد خورجین در متر مربع و کاهش رقابت مخازن فیزیولوژیکی، پتانسیل تولید دانه در خورجین به طور معنی‌دار و به میزان ۱۶/۴ درصد نسبت به تیمار بدون تنش کم‌آبی و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع افزایش یافت. لازم به ذکر است که تیمارهای آبیاری مطلوب و قطع آبیاری در مرحله زایشی با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به لحاظ تولید دانه در خورجین در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

بر اساس مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تراکم بوته مشاهده شد که بیشترین تعداد خورجین در متر مربع با میانگین ۴۸۷۳/۲۲ عدد در تیمار آبیاری مطلوب با تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۱۷۱/۳۳ عدد در تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۳). نکته حائز اهمیت در بررسی مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تراکم بوته

عمود بر هم تسطیح زمین انجام گرفت. سپس با استفاده از تراکتور و فاروئر، زمین به صورت جوی و پشته آماده شد و نقشه طرح پیاده گردید.

هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف کشت به طول ۴ متر بود. بر اساس آزمایش خاک مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، قبل از عملیات خاک‌ورزی و کشت مصرف گردید. بذور منداب (توده محلی بیرجند) در ۱۸ آبان ۱۳۹۲ با فاصله خطوط کاشت ۴۰ سانتیمتر و در عمق ۳ سانتیمتری به صورت دستی کشت گردید.

جهت سبز شدن یکنواخت، آبیاری در تمام تیمارها به فاصله هر ۴-۵ روز تا سبز شدن کامل انجام شد. به منظور محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد با رعایت اثر حاشیه‌ای در هر کرت از قسمت میانی مساحت ۲ مترمربع برداشت شد و پس از برداشت بوته‌ها از سطح زمین و شمارش تعداد بوته و خورجین‌ها، عملیات بوجاری بذور انجام گرفت تا عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه گردد. یک نمونه ۱۰۰۰ تایی بذر خالص از هر کرت به طور تصادفی جدا و جهت تعیین وزن هزار دانه با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد. برای صفت تعداد دانه در خورجین، ۳۰ خورجین از این بوته‌ها به طور تصادفی انتخاب و شمارش لازم انجام گرفت. از تقسیم تعداد خورجین در واحد سطح بر تعداد بوته‌ها در واحد سطح، صفت تعداد خورجین در بوته به دست آمد. همچنین از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک و ضرب آن در عدد ۱۰۰، شاخص برداشت دانه بر حسب درصد محاسبه گردید. در پایان تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری -MSTAT C انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد خورجین در متر مربع، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثر ساده آبیاری قرار گرفت، اما اثرات ساده تراکم بوته و نیتروژن تنها تعداد خورجین در متر مربع و تعداد خورجین در بوته را تحت تاثیر قرار داد. اثر متقابل آبیاری و تراکم بوته تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در متر مربع و تعداد خورجین در بوته و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن

(جدول ۳). به عبارتی با افزایش تعداد بوته منداب در شرایط دسترسی به آب در کل دوره رشد، استفاده بهتری از نور و سایر منابع در جهت افزایش تولید خورجین در واحد سطح شده است. این در حالی است که قطع آبیاری در مرحله زایشی به دلیل محدودیت دسترسی به آب بر اساس قانون حداقل لیبیک مانع از تاثیر مثبت افزایش تراکم بوته منداب در واحد سطح بر پتانسیل تولید خورجین در متر مربع گردید (جدول ۳).

برای صفت تعداد خورجین در متر مربع آن است که افزایش تراکم بوته بر خلاف شرایط آبیاری بدون تنش، در شرایط قطع آبیاری در مرحله زایشی تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشته است (جدول ۳). به نظر می‌رسد با افزایش تعداد بوته از ۵۰ به ۱۵۰ بوته در متر مربع در شرایط آبیاری مطلوب، هر چند به علت رقابت بین بوته‌های تعداد خورجین در بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت اما افزایش تراکم در این تحقیق به گونه‌ای بوده است که در نهایت تعداد خورجین در متر مربع به طور معنی‌داری و به میزان ۷۵/۳ درصد افزایش یافت

جدول ۱. میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد منداب تحت تاثیر آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن

Table 1. Mean of squares for yield and yield components of *Eruca sativa* as affected by irrigation, plant density and nitrogen

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در متر مربع	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
SOV	df	Seed number per pod	Pod number per m ²	Pod number per plant	1000-seed weight	Seed Yield	Biological yield	Harvest index
تکرار	2	32.42 *	205530.36 ^{ns}	111.08 ^{ns}	0.01 ^{ns}	521.44 ^{ns}	563.28 ^{ns}	12.18 ^{ns}
Replication								
آبیاری (A)	1	8.11 ^{ns}	47660613.44 *	3640.11 *	2.08 *	87596.27 *	609154.2 **	209.8 ^{ns}
Irrigation (A)								
خطای اول	2	1.66	1709897.53	143.86	0.06	1668.80	5188.13	51.44
E _a								
تراکم بوته (B)	1	0.12 ^{ns}	17656804.0 **	1521.0 **	0.06 ^{ns}	5329.00 **	87428.6 **	117.18 *
Plant density (B)								
A×B	1	72.79 *	4311160.11 *	765.44 **	0.06 ^{ns}	665.64 ^{ns}	3506.61 ^{ns}	41.45 ^{ns}
نیتروژن (C)	2	13.38 ^{ns}	8260056.03 **	654.25 **	0.00 ^{ns}	7409.02 **	45557.3 **	24.28 ^{ns}
Nitrogen (C)								
A×C	2	4.59 ^{ns}	5394056.36 **	1154.8 **	0.03 ^{ns}	5519.70 **	29100.9 **	20.25 ^{ns}
B×C	2	3.41 ^{ns}	227793.08 ^{ns}	813.25 **	0.03 ^{ns}	1248.37 ^{ns}	6847.36 **	3.15 ^{ns}
A×B×C	2	6.52 ^{ns}	85933.86 ^{ns}	161.86 ^{ns}	0.05 ^{ns}	2169.61 **	14581.7 **	2.90 ^{ns}
خطای دوم	20	12.23	542172.81	76.81	0.05	362.21	1100.90	19.49
E _b								
ضریب تغییرات (%)	-	14.00	27.51	30.00	12.57	20.11	11.65	13.89
CV (%)								

** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد.

*, ** and ns means significant at %5 and %1 probability levels, and non-significant, respectively.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های اثرات ساده آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن برای عملکرد و اجزای عملکرد منداب

Table 2. The means comparison for yield and yield components of *Eruca sativa* as affected by simple effects of irrigation, plant density and nitrogen.

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در متر مربع	تعداد دانه در خورجین	تیمار
Harvest Index (%)	Biological yield (gr. m ⁻²)	Seed yield (gr. m ⁻²)	1000-seed weight (gr)	Pod number per plant	Pod number per m ²	Seed number per pod	Treatment
آبیاری Irrigation							
34.19 ^a	414.85 ^a	143.97 ^a	2.04 ^a	39.22 ^a	3826.83 ^a	24.51 ^a	مطلوب Optimum
29.37 ^a	154.69 ^b	45.31 ^b	1.56 ^b	19.11 ^b	1525.61 ^b	25.46 ^a	قطع آبیاری در مرحله زایشی Irrigation Stop in reproductive stage
تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant. m⁻²)							
33.58 ^a	235.49 ^b	82.47 ^b	1.84 ^a	35.67 ^a	1975.89 ^b	24.92 ^a	50
29.98 ^b	334.05 ^a	106.81 ^a	1.76 ^a	22.67 ^b	3376.56 ^a	25.04 ^a	150
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg. ha⁻¹)							
30.14 ^a	215.87 ^c	66.35 ^b	1.80 ^a	21.58 ^b	1791.92 ^c	23.90 ^a	0
32.49 ^a	303.87 ^b	104.63 ^a	1.78 ^a	29.58 ^a	2799.25 ^b	25.03 ^a	100
32.71 ^a	334.58 ^a	112.93 ^a	1.81 ^a	36.33 ^a	3437.50 ^a	26.01 ^a	200

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حرف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

Means followed by the same letters in each column are not significant according to Duncan's multiple range test (P<0.05)

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و تراکم بوته برای عملکرد و اجزای عملکرد منداب

Table 3. The means comparison for yield and yield components of *Eruca sativa* as affected by interaction of irrigation and plant density

تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در متر مربع	تعداد دانه در خورجین	تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant. m ⁻²)	آبیاری
Pod number per plant	Pod number per m ²	Seed number per pod	Density (plant. m ⁻²)	Irrigation
50.33 ^a	2780.44 ^b	25.87 ^{ab}	50	مطلوب
28.11 ^b	4873.22 ^a	23.14 ^b	150	Optimum
21.00 ^b	1171.33 ^b	23.98 ^{ab}	50	قطع آبیاری در مرحله زایشی
17.22 ^b	1879.89 ^b	26.93 ^a	150	Irrigation stop in reproductive stage

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حرف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند

Means followed by the same letters in each column are not significant according to Duncan's multiple range test (P<0.05).

واسطه آن بین اندام‌های مختلف هر بوته برای دریافت اسیمیلات‌ها رقابت به وجود می‌آید و این رقابت موجب سقط بسیاری از گل‌ها و خورجین‌های جوان تازه تشکیل شده می‌شود. این در حالی است که با افزایش کاربرد نیتروژن از شدت سقط کاسته شده به طوری که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از نظر تعداد خورجین تولید شده در متر مربع و بوته اختلاف معنی‌داری به وجود آمد. در شرایط تنش کم‌آبی در مرحله زایشی، مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر بهبود تولید خورجین در منداب نداشت و همه سطوح نیتروژن از نظر توان تولید خورجین در متر مربع و بوته در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). احتمالاً این مطلب بیانگر آن است که در شرایط عدم وجود آب کافی، جذب نیتروژن به نحو موثری صورت نمی‌گیرد و گیاه از اثرات مثبت نیتروژن کافی جذب شده و رشد رویشی بهتر و داشتن منبع قویتر محروم می‌گردد و توان تولید خورجین در آن کاهش می‌یابد.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن در صفت تعداد خورجین در بوته نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته با میانگین ۴۸/۶۷ عدد در تیمار تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۸/۶۷ عدد در تیمار تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و عدم مصرف کود نیتروژن به دست آمد (جدول ۵). همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود هر چند مصرف نیتروژن در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع، افزایش معنی‌دار این صفت را به دنبال داشت اما در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع، مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد خورجین در بوته نداشت. می‌توان اظهار داشت که در تراکم‌های پایین به علت وجود رقابت کمتر برای تصاحب منابع تغذیه‌ای، نیتروژن مصرفی به طور بهتر و کارآمدتری توسط گیاه جذب شده و در رشد رویشی و شاخه‌زایی و در نتیجه تولید خورجین استفاده می‌شود. این در حالی است که در تراکم بالا به علت رقابت بین بوته‌ای شدید و کاهش فضای هر بوته، افزایش کاربرد نیتروژن نتوانسته است تغییر معنی‌داری در بوته داشته باشد. قادری و مقدم (Ghaderi and Moghaddam, 2015) نیز گزارش کردند که اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن بر تعداد چتر در بوته زیره سبز معنی‌دار است.

بررسی تراکم بوته در برهمکنش با آبیاری برای تعداد خورجین در بوته نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته با میانگین ۵۰/۳۳ عدد از تیمار آبیاری مطلوب با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۷/۲۲ عدد از تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی با تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد (جدول ۳). هر چند در شرایط آبیاری مطلوب کاهش تراکم از ۱۵۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، افزایش معنی‌دار این صفت را به دنبال داشت اما در شرایط محدودیت دسترسی به آب در مرحله زایشی، تغییر تراکم تأثیر معنی‌داری بر تعداد خورجین در بوته منداب نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد در شرایط آبیاری مطلوب و تراکم ۵۰ بوته منداب در متر مربع به علت وجود رقابت کمتر بین گیاهان و وجود آب و فضای کافی برای هر بوته، تعداد شاخه‌های جانبی افزایش و در نهایت تعداد خورجین در بوته بیشتر می‌شود (جدول ۳). عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای ۵۰ و ۱۵۰ بوته منداب در متر مربع در شرایط تنش کم‌آبی در صفت تعداد خورجین در بوته نیز احتمالاً مربوط به اثر محدودکننده کم‌آبی برای افزایش معنی‌دار تولید خورجین در تراکم کمتر می‌باشد. به عبارتی در این شرایط با وجود فضای کافی برای تولید بیشتر شاخه‌های فرعی و خورجین در بوته، کم‌آبی به عنوان عامل محدودکننده باعث کاهش مکان‌های بالقوه جهت تولید خورجین در گیاه از طریق کاهش در ارتفاع گیاه، انشعابات جانبی و دوره رشد شده و بنا براین علیرغم کاهش تراکم بوته در واحد سطح، افزایش معنی‌داری در تعداد خورجین در بوته مشاهده نشد. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2005) نیز گزارش کردند که اثر متقابل آبیاری و تراکم بوته بر تعداد کپسول در بوته کرچک معنی‌دار شد.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که تنها در شرایط آبیاری مطلوب، افزایش کاربرد کود نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در متر مربع و تعداد خورجین در بوته گردید (جدول ۴). به نظر می‌رسد که افزایش تعداد خورجین در متر مربع و بوته در شرایط آبیاری مطلوب و مصرف نیتروژن، نشانگر وجود محدودیت منبع (سطح برگ و قدرت فتوسنتزی گیاه) در شرایط کمبود نیتروژن بوده که به

عملکرد دانه و بیولوژیک

آبیاری و نیتروژن و نیز آبیاری و تراکم بوته و نیتروژن قرار گرفتند، اما اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن تنها عملکرد بیولوژیک منداب در واحد سطح را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثرات ساده آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن و همچنین اثرات متقابل

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نیتروژن برای عملکرد و اجزای عملکرد منداب

Table 4. The means comparison for yield and yield components of *Eruca sativa* as affected by interaction of irrigation and nitrogen.

Irrigation	آبیاری	نیتروژن	تعداد	تعداد	عملکرد	عملکرد
		(کیلوگرم در هکتار)	خورجین در متر مربع	خورجین در بوته	دانه (گرم در متر مربع)	بیولوژیک (گرم در متر مربع)
		Nitrogen (kg. ha ⁻¹)	Pod number per m ²	Pod number per plant	Seed yield (gr. m ⁻²)	Biological yield (gr. m ⁻²)
Optimum	مطلوب	0	2227.83 ^b	21.50 ^b	90.92 ^b	289.22 ^b
		100	4049.50 ^a	40.33 ^a	166.72 ^a	458.95 ^a
		200	5203.17 ^a	55.83 ^a	174.27 ^a	496.38 ^a
Irrigation stop in reproductive stage	قطع آبیاری در مرحله زایشی	0	1356.00 ^b	21.67 ^b	41.78 ^c	142.52 ^c
		100	1549.00 ^b	18.83 ^b	42.55 ^c	148.78 ^c
		200	1671.83 ^b	16.83 ^b	51.60 ^{bc}	172.77 ^c

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حرف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند

Means followed by the same letters in each column are not significant according to Duncan's multiple range test (P<0.05).

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن برای عملکرد و اجزای عملکرد منداب

Table 5. The means comparison for yield and yield components of *Eruca sativa* as affected by interaction of plant density and nitrogen

تراکم	نیتروژن	تعداد خورجین	عملکرد بیولوژیک
(بوته در متر مربع)	(کیلوگرم در هکتار)	در بوته	(گرم در متر مربع)
Density (plant. m ⁻²)	Nitrogen (kg. ha ⁻¹)	Pod number per plant	Biological yield (gr. m ⁻²)
50	0	18.67 ^b	142.68 ^d
	100	39.67 ^a	254.62 ^c
	200	48.67 ^a	309.17 ^b
150	0	24.50 ^b	289.05 ^{bc}
	100	19.50 ^b	353.12 ^a
	200	24.00 ^b	359.98 ^a

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حرف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند

Means followed by the same letters in each column are not significant according to Duncan's multiple range test (P<0.05).

نیتروژن از صفر به ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه افزایش یافت و هر یک از سطوح نیتروژن در گروه آماری جداگانه قرار گرفتند. حیدری‌پور و همکاران (Heydari Pour et al., 2015) نیز گزارش کردند که در شرایط کم‌آبی عملکرد دانه ذرت و کنجد در سطوح مختلف کاربرد نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت و همه سطوح در یک گروه آماری قرار گرفتند.

براساس مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن ملاحظه شد که بیشترین عملکرد بیولوژیک منداب با میانگین ۳۵۹/۹۸ گرم در متر مربع مربوط به تیمار تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۴۲/۶۸ گرم در متر مربع مربوط به تیمار تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و عدم کاربرد کود نیتروژن بود (جدول ۵). این مطلب بیانگر آن است که تراکم بوته و کاربرد کود نیتروژن هر دو بر عملکرد بیولوژیک تاثیر مثبت داشته‌اند که علت این موضوع می‌تواند مربوط به افزایش رشد رویشی گیاه در واحد سطح با افزایش تراکم بوته و کاربرد کود نیتروژن باشد. البته باید توجه داشت که هر چند در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع هر یک از سطوح نیتروژن در گروه‌های آماری جداگانه قرار گرفتند و با افزایش مصرف نیتروژن مقدار این صفت به طور معنی‌داری افزایش یافت اما در تراکم بالا (۱۵۰ بوته در متر مربع) مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به لحاظ توان تولید ماده خشک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). احتمالاً در تراکم بالا، مصرف زیاد کود نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) منجر به افزایش تنفس نگهداری گیاه و در نتیجه عدم برتری معنی‌دار آن نسبت به کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در عملکرد بیولوژیک شده است. معنی‌دار بودن اثر متقابل تراکم و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک در ذرت نیز گزارش شده است (Lack et al., 2006).

همچنین مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن نشان داد که بالاترین عملکرد دانه و بیولوژیک به ترتیب با میانگین‌های ۱۹۳/۳۰ و ۵۳۰/۷۷ گرم در متر مربع از تیمار آبیاری مطلوب با تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک به ترتیب با میانگین‌های ۱۷۴/۲۷ و ۴۹۶/۳۸ گرم در متر مربع از تیمار آبیاری مطلوب با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آنها به ترتیب با میانگین‌های ۴۱/۷۸ و ۱۴۲/۵۲ گرم در مترمربع از تیمار تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و عدم کاربرد کود نیتروژن به دست آمد. (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مذکور بیانگر آن است که هر چند در شرایط آبیاری مطلوب با مصرف نیتروژن به طور معنی‌داری عملکردهای دانه و بیولوژیک منداب افزایش یافت اما همه سطوح نیتروژن در شرایط قطع آبیاری در مرحله زایشی در هر دو این صفات در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). به عبارت دیگر منداب در شرایط آبیاری مطلوب به نحو مؤثری توانسته است از نیتروژن مصرفی جهت افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک استفاده نماید. این موضوع نشان می‌دهد که شرط لازم برای بهره‌وری مناسب از کود نیتروژن و افزایش کارایی مصرف آن، وجود رطوبت کافی در منطقه فعالیت ریشه گیاه است تا نیتروژن موجود در خاک بتواند به راحتی در اختیار گیاه قرار گرفته و در جهت تحریک رشد رویشی، فتوسنتز و افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک استفاده شود. به نظر می‌رسد کاربرد نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب میزان عملکرد دانه و بیولوژیک را به دلیل افزایش رشد رویشی، تعداد شاخه جانبی و خورجین در واحد سطح افزایش می‌دهد. احتمالاً مصرف کود نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب از طریق افزایش شاخص و دوام سطح برگ و تحریک رشد رویشی گیاه توانسته است بهره‌گیری منداب از نور خورشید و سایر منابع را افزایش داده و زمینه لازم برای افزایش تولید مواد فتوسنتزی را فراهم آورد و در نتیجه عملکردهای دانه و بیولوژیک بیشتر را به دنبال داشته باشد. اثر معنی‌دار آبیاری و نیتروژن بر تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه در کلزا توسط دانشمند و همکاران (Daneshmand et al., 2008) نیز گزارش شده است. این محققین اظهار داشتند که در شرایط تنش کم‌آبی شدید، مقادیر بالای نیتروژن مصرفی (۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) نتوانست افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را به دنبال داشته باشد اما در شرایط آبیاری بدون تنش با افزایش مصرف

نکته حائز اهمیت دیگر در مقایسه میانگین‌های اثر سه گانه آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن آن است که هر چند در شرایط آبیاری مطلوب افزایش مصرف نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار توانسته است افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک منداب را در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع باعث گردد اما این افزایش در مصرف نیتروژن در مورد تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌دار این صفات را به دنبال نداشته است (جدول ۶). علت این امر را می‌توان تحریک رشد رویشی منداب با افزایش کاربرد نیتروژن در تراکم بالای بوته در واحد سطح و تشدید سایه‌اندازی و تنفس در سایه‌انداز مزرعه و نهایتاً کاهش فتوسنتز خالص در واحد سطح دانست.

مقدار آن‌ها به ترتیب با میانگین‌های ۳۳/۶۷ و ۱۰۵/۹۳ گرم در متر مربع از تیمار تنش کم‌آبی در مرحله زایشی با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و عدم کاربرد کود نیتروژن به دست آمد (جدول ۶). همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌گردد تغییرات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک منداب در شرایط آبیاری مطلوب به نحو محسوسی تحت تاثیر تغییرات تراکم بوته و نیتروژن قرار می‌گیرد، در حالی که با اعمال تنش کم-آبی در مرحله زایشی تفاوت چندانی بین سطوح مختلف تراکم و نیتروژن مصرفی در صفت عملکرد دانه مشاهده نمی‌شود و همه تیمارهای تراکمی و نیتروژن در شرایط تنش کم‌آبی به لحاظ عملکرد دانه در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری، تراکم بوته و نیتروژن برای عملکرد و اجزای عملکرد منداب

Table 6. The means comparison for yield and yield components of *Eruca sativa* as affected by interaction of irrigation, plant density and nitrogen

Irrigation	آبیاری	تراکم	نیتروژن	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	
		(بوته در متر مربع) Density (plant. m ⁻²)	(کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg. ha ⁻¹)	(گرم در متر مربع) Seed yield (gr. m ⁻²)	(گرم در متر مربع) Biological yield (gr. m ⁻²)	
Optimum	مطلوب	50	0	57.73 ^c	179.43 ^{cd}	
			100	140.13 ^b	387.13 ^b	
			200	184.63 ^a	500.53 ^a	
	قطع آبیاری در مرحله زایشی	50	150	0	124.10 ^b	399.00 ^b
				100	193.30 ^a	530.77 ^a
				200	163.90 ^{ab}	492.23 ^a
Irrigation stop in reproductive stage	50	150	0	33.67 ^c	105.93 ^d	
				100	39.13 ^c	122.10 ^d
				200	39.53 ^c	117.80 ^d
				0	49.90 ^c	179.10 ^{cd}
		100	45.97 ^c	175.47 ^{cd}		
		200	63.67 ^c	227.73 ^c		

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حرف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند

Means followed by the same letters in each column are not significant according to Duncan's multiple range test (P<0.05).

۱۵۰ بوته در متر مربع شاخص برداشت برابر با میانگین ۲۹/۹۸ درصد بود که نسبت به تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به طور معنی‌دار و ۱۰/۷ درصد کاهش یافت (جدول ۲). کاهش شاخص برداشت با افزایش تراکم بوته توسط فتحی و همکاران (Fathi et al., 2002) و فرنی و آراسته (Farnia and

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص برداشت تنها تحت تاثیر اثر ساده تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد افزایش تراکم بوته باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت دانه در منداب گردید. به طوری که در تراکم

وجود تعداد بوته کمتر و در نتیجه آن مقدار دانه و بیوماس پایین‌تر و عدم کاربرد کود نیتروژن به دلیل کافی نبودن این عنصر غذایی مهم برای گیاه در مزرعه، باعث کاهش عملکرد منداب می‌گردد. همچنین با توجه به مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل فاکتورهای تحقیق به نظر می‌رسد که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تنها در شرایط آبیاری مطلوب منجر به افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در متر مربع و عملکرد دانه می‌گردد. به علاوه در شرایط آبیاری مطلوب، می‌توان با افزایش تراکم تا ۱۵۰ بوته در متر مربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عملکردی مشابه با تیمار تراکم تا ۵۰ بوته در متر مربع و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دست یافت (جدول ۶). به طور کلی می‌توان گفت که در شرایط تحقیق حاضر بیشترین عملکرد، از تیمار آبیاری مطلوب با تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست می‌آید.

(Arasteh, 2012) در کلزا نیز گزارش شده است. شاید بتوان کاهش تشعشع در جوامع گیاهی با تراکم بالا و بروز سایه-اندازی و افزایش تنفس که منجر به کاهش فتوسنتز جاری انتقال یافته به بخش زایشی می‌شود را به عنوان دلیل اصلی کاهش شاخص برداشت عنوان کرد. به عبارتی می‌توان بیان نمود از آنجایی که درصد شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست می‌آید و با توجه به اینکه با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه و بیولوژیک هر دو افزایش یافته‌اند اما افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه تا حدودی بیشتر بوده است، افزایش تراکم بوته تاثیر معکوسی بر شاخص برداشت داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تنش کم‌آبی در مرحله زایشی به دلیل کاهش شدید رشد رویشی و زایشی منداب و تراکم پایین (۵۰ بوته در متر مربع) به دلیل

منابع

- Bagheri, M., Safahani, A.R., 2010. Evaluation of sowing date and plant density effect on quantitative and qualitative characteristics of two cultivars of rapeseed. *Herbal Improvement Sciences*. 2(4), 23-35. [In Persian].
- Daneshmand, A.R., Shirani-Rad, A.H., Nourmohammadi, Gh., Zareie, Gh., Daneshian, J., 2006. Effect of water stress and different levels of nitrogen fertilizer on seed yield and its components, nitrogen uptake and water use and nitrogen utility efficiency in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Crop Sciences*. 8(4), 323-342. [In Persian with English Summary]
- Daneshmand, A.R., Shirani-Rad, A.H., Nourmohammadi, Gh., Zareie, Gh., Daneshian, J., 2008. Effect of irrigation regimens and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 10(3), 244-261. [In Persian with English Summary].
- Farnia, A., Arasteh, E., 2012. Effect of drought stress and plant density on some agronomic traits of rapeseed varieties. *Crop Production under Conditions of Environmental Stresses*. 4(1), 27-35. [In Persian with English Summary].
- Fathi, Gh., Bani Saedi, A., Siadat, S.A., Ebrahimpour Nourabadi, F., 2002. Effect of different levels and plant density on grain yield of rapeseed, cultivar pf 7045 in Khuzestan conditions. *The Scientific Journal of Agriculture*. 25(1), 43-58. [In Persian with English Summary].
- Fathi, Gh., 2008. Canola varieties seed yield response to different plant density. *Iranian Crop Sciences*. 39(1), 1-10. [In Persian with English Summary].
- Ghaderi, Y., Moghaddam, M., 2015. Effect of different levels of plant density and N fertilizer on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Plant Ecophysiology*. 7(23), 104-112. [In Persian with English Summary].

- Garshasbi, M., Dadnia, M.R., Rafi, M.R., 2011. Evaluation of different times and levels of nitrogen effects on quantitative and qualitative properties of sesame in the city Behbahan. *Physiology of Farm Crops*. 3(9), 95-122. [In Persian with English Summary].
- Heydari Pour, R., Nassiri Mahalati, M., Koocheki, A., Zare Feize Abadi, A., 2015. Effects of irrigation and nitrogen application rates on yield and yield components of corn, sesame and sugar beet in Mashhad climatic condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 13(1), 24-33. [In Persian with English Summary].
- Kafi, M., Damghani, A.M., 2002. Mechanisms of plants resistance to environmental stresses. Ferdowsi University of Mashhad Publications. 467p. [In Persian].
- Lack, Sh., Naderi, A., Siadat, S.A., Ayenehband, A., Noormohammadi, Gh., 2006. Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield, its components and water use efficiency in maize (*Zea mays* L.) Cv. SC. 704 under different moisture conditions in Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 8(2), 153-170. [In Persian with English Summary].
- Malakouti, M.J., Keshavarz, P., Karimian, N., 2009. Comprehensive approach to early detection and optimal fertilizer recommendations for sustainable agriculture. The seventh edition. Tarbiat Modarres University. Tehran. [In Persian].
- Matinfar, M., Matinfar, M., Mahjoor, M., Shiranirad, A.H., Mohammadi, R., 2012. Effect of plant density on yield and yield components of rapeseed varieties (*Brassica napus*) in Qazvin. *Ecophysiology of Farm Crops*. 4(24), 405-414. [In Persian with English Summary].
- Mazloum, P., Sam Daliri, M., Khodabandeh, N., 2009. Effects of nitrogen and plant density on yield and yield components of different rapeseed (*Brassica napus*) cultivars. *Agronomy and Plant Breeding*. 5(1), 85-97. [In Persian with English Summary].
- Mirzaei, M.R., Rezvani. S.M., Ghohari, J., 2005. Effect of drought stress in different growth stage on yield and some physiological properties of sugar beet. *Sugar Beet Journal*. 21(1), 1-14. [In Persian with English Summary].
- Norouzi, M., Kazemini, S.A., 2012. The effect of deficit irrigation and plant density on growth and seed yield safflower. *Agricultural Research in Iran*. 10(4), 781-788. [In Persian].
- Qushchi, F., Shirani Rad, A.H., Noormohammadi, Gh., Hadi, H., 2010. Changes in yield and seed yield components of rapeseed cultivars in optimum and limited irrigation conditions. *Improvement Research*. 2(1), 13-28. [In Persian].
- Rezadost, S., Roshdi, M., Haji Hasani Asl, N., 2009. Effect of limited irrigation on seed and oil yield rapeseed varieties in the region Khooy. *Research on Agricultural Science*. 2(6), 1-11. [In Persian with English Summary].
- Rezvani Moghaddam, P., Nabati, J., Norozpoor, G., Mohamadabadi, A.A., 2005. Investigation on morphological characteristics, grain and oil yields of castor bean at different plant densities and irrigation intervals. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 1(2), 1-12. [In Persian with English Summary].
- Siadat, S.A., Sadeghipour, O., Hashemi Dezfouli, A., 2010. Effect of nitrogen and plant density on yield and yield components of rapeseed. *Improvement Research*. 2(1), 49-62. [In Persian].
- Soleimanipour, Sh., Shirani Rad, A.H., Madani, H., Rezaie Zad, A., Fareghi, Sh., 2009. Study the time effect of irrigation outage on agronomic traits of cultivars of winter rapeseed. *New Findings in Agriculture*. 3(3), 263-274. [In Persian with English Summary].
- Winter, S.R., 1990. Sugar beet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation. *Agronomy Journal*. 82, 984-988.