مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

مجله پژوهش های به زراعی

اثر کودهای شیمیایی و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن گیاه کرچک (*Ricinus communis* L.) در منطقه سیستان

بهنام جباری[1]، سید محسن موسوی نیک[1]، پرویز یدالهی ده چشمه[2*]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت : ۹۳/۹/۸ تاریخ پذیرش : ۹۴/۱/۲۰

چکیده

تغذیه بهینه گیاهی، اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی و تراکم بوته از مهمترین ارکان در حصول عملکرد مناسب می‌باشد. بنابراین به منظور بررسی تأثیر کودهای شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن گیاه کرچک، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کودی ۱- شاهد (عدم مصرف کود) ۲- ۵۰ کیلوگرم پتاس، ۷۵ کیلوگرم فسفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۳- ۷۵ کیلوگرم پتاسیم + ۱۰۰ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۴- ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم + ۱۵۰ کیلوگرم فسفر + ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان عامل اصلی و تراکم‌های ۶/۶، ۴/۷ و ۳/۷ بوته در متر مربع به عنوان کرت فرعی در نظر شد. نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش مصرف کود شیمیایی ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت افزایش یافت. با افزایش تراکم نیز ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. وزن هزاردانه و درصد روغن تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارها اعم از کود شیمیایی و تراکم بوته قرار نگرفت. بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بیولوژیک از تیمار کود شیمیایی (NPK) و تراکم ۳/۷ بوته در متر مربع به دست آمد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که می‌توان افزایش مصرف کودهای شیمیایی و تراکم مناسب (۳/۷ بوته در مترمربع) را یکی از راهکارهای افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک در گیاه صنعتی کرچک قلمداد کرد.

واژهای کلیدی: تراکم بوته، درصد روغن، عملکرد، کرچک، نیتروژن

* نگارنده مسئول (parviz.yd@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب، حاوی پروتئین زیاد نیز می‌باشند (Jalili *et al*., 2009). کرچک با نام علمی *Ricinus communis* L. متعلق به جنس (*Ricinus*) یکی از مهمترین دانه های روغنی می‌باشد (Doan, 2004). دانه آن حاوی بیش از ۴۵ درصد روغن است و این روغن غنی از اسید چرب غیر عادی هیدروکسیل ریسینولئیک (۸۰-۹۰درصد) می‌باشد (Jeon & Park, 2009). این گیاه روغنی در خاک‌های بسیار گوناگونی که مواد غذایی آن‌ها بی اندازه متنوع است، رشد می‌کند. اما با حاصلخیزی کم سازگار نیست. کودهای شیمیایی از جمله موادی‌اند که در تمام دوره های رشد و نمو گیاهان، مورد نیاز آن‌ها می‌باشند. نتایج پژوهشی بر روی بابونه آلمانی نشان داد که بالاترین عملکرد از گیاهان تیمار یافته با کود شیمیایی حاصل می‌شود (Ahmadian *et al*., 2011). کودهای نیتروژن به عنوان پر مصرف‌ترین کود شیمیایی تأثیر عمده ای در ساقه زایی، برگ زایی و جوانه زنی گیاهان دارند و به طور کلی رشد رویشی گیاهان را سرعت می‌دهند (Omidbagi, 2009) . افزایش عملکرد دانه بر اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (سلمان زاده و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین بهبود اثرات کود شیمیایی بر روی ویژگی رشد می‌تواند به نقش مهم نیتروژن در افزایش رأس در حال رشد از طریق افزایش تشکیل سلول، کشیدگی سلول، تشکیل پروتوپلاسم ضروری در ارتباط دانست (El-Sherbeny *et al*., 2012). ولد آبادی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقات خود بر روی گیاه دارویی کرچک نشان دادند که اثر نیتروژن در ۴ سطح (۰،۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد دانه، عملکرد روغن، تعداد شاخه فرعی، وزن هزاردانه معنی دار و بر درصد روغن معنی‌دار نبود. نتایج پژوهش Lampayan *et al* (2010) بیان کننده این مطلب است که تجمع کل ماده خشک در طول دوره رشد به طور معنی‌داری تحت تأثیر مقدار کود نیتروژن قرار می‌گیرد.

فسفر یکی دیگر از کودهای شیمیایی و از عناصر ضروری بر ای رشد و تکثیر گیاهان می‌باشد که برای ذخیره سازی و انتقال انرژی، حفاظت و انتقال کدهای ژنتیکی بکار می‌رود و جزء ترکیبات ساختمانی سلول‌ها و بسیاری از ترکیبات بیوشیمیایی می‌باشد (Hopkins *et al*., 2003). تغذیه فسفر از طریق تولید ریشه‌های عمیق‌تر و فراوان به گیاهان سود می‌رساند، بنابراین تأمین این عنصر برای گیاه جهت حصول عملکرد مطلوب گیاه زراعی ضروری است که از طریق مصرف کودهای فسفاته و کودهای حیوانی تأمین می‌شود (Sharma, 2001 ;Setua *et al*., 2007). کود شیمیایی پتاسیم نیز در حفظ تعادل آبی، ایجاد فشار تورژسانس و باز و بسته شدن روزنه‌ها، در تجمع و انتقال هیدرات‌های کربن تولید شده نقش دارد و تعادل آبی گیاه را کنترل می‌کند. این عنصر علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش مقاوم گیاهان به خشکی گردیده و کارایی مصرف آب و کود را افزایش می‌دهد (رفیعی، ۱۳۸۹). در این راستا Akanbi *et al* (2009) نشان دادند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی چای ترش گردید.

در سال‌های اخیر محققان زراعت به این نتیجه رسیده‌اند که محصول بالقوه زیادی که در اثر تامین رطوبت کافی، افزایش حاصلخیزی خاک و بالاخره ظرفیت ژنتیکی گیاه زراعی حاصل می‌شود، تنها بعد از تنظیم نمودن تراکم و آرایش گیاهی موثر در واحد سطح میسر است (تمدن رستگار، ۱۳۸۵). تحقیقات پیرامون اثر تراکم بوته در واحد سطح روی عملکرد و

Archive of SID

www.SID.ir

اجزای عملکرد حکایت از آن دارد که اغلب همراه با افزایش تراکم بوته علیرغم کاهش عملکرد تک بوته، میزان عملکرد در واحد سطح افزایش می‌یابد (Russelle *et al.*, 1984). مطالعات زیادی نشان داده‌اند که با افزایش تراکم گیاهی عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و پس از آن در محدوده ای از تراکم عملکرد ثابت باقی می‌ماند و افزایش بیشتر در تراکم گیاهی به علت رقابت شدید بین گیاهان باعث کاهش عملکرد می‌شود (Brittan, 2006). Tian *et al* (2004) اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم ذرت شیرین را در چین بررسی و گزارش دادند که بهترین عملکرد در تراکم ۵۲۵۰۰ بوته در هکتار حاصل شده است.

در همین راستا این تحقیق به منظور بررسی واکنش گیاه دارویی کرچک به تراکم‌های مختلف تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در منطقه سیستان صورت گرفت.

مواد و روش ها

مطالعات مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل (عرض جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۵۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. آزمایش در یک خاک لوم شنی [۱۹٪ رس (<۲μm)، ۲۱٪ سیلت (۲ تا ۲۰μm)، ۴۱٪ شن ریز (۲۰ تا ۲۰۰ μm) و ۱۹٪ شن درشت (۲۰۰ تا ۲۰۰۰ μm)] با pH معادل ۷/۸، ۰/۱۱٪ مواد آلی، ۲/۹ ppm نیتروژن ـ نیتراتی ($N\text{-}NO_3$)، ۲/۲ ppm فسفر و ۱۵۶ ppm پتاسیم اجرا شد. اقلیم محل اجرای آزمایش گرم و خشک بود و در سال اجرای آزمایش (سال ۱۳۹۱) بارندگی سالیانه ۵۸ میلی متر و درجه حرارت متوسط سالیانه ۲۰ °C بود.

بذر کرچک از واریته فرانسوی ریسین دانژو استفاده گردید که از مؤسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. طرح مورد استفاده به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کودی:

۱- شاهد (عدم مصرف کود)

۲- (۵۰کیلوگرم پتاس+ ۷۵ کیلوگرم فسفر + ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن) در هکتار

۳- (۷۵کیلوگرم پتاسیم + ۱۰۰ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن) در هکتار

۴- (۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم + ۱۵۰ کیلوگرم فسفر + ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن) در هکتار به عنوان عامل اصلی و سه سطح تراکم ۶/۶ بوته در متر مربع، ۴/۷ بوته در متر مربع و ۳/۷ بوته در متر مربع به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. بذور با دست و در تاریخ ۱۵ فروردین ماه ۱۳۹۰ کاشته شدند. پلات‌های آزمایش دارای ابعاد ۳ × ۳ متر بودند و گیاهان کرچک در فاصله ۶۰ سانتی متری بین ردیف‌ها و ۲۵ (۶/۶ بوته در متر مربع)، ۳۵ (۴/۷ بوته در متر مربع) و ۴۵ سانتی‌متر (۳/۷ بوته در متر مربع) روی ردیف‌ها کاشته شدند که تراکم ذکر شده بوته کرچک در متر مربع را نتیجه داد. فاصله بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. کرت‌های فرعی شامل ۶ خط کشت به طول ۳ متر و به فاصله ۶۰ سانتیمتر بودند. فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر یک متر و تکرار ها از یکدیگر ۲ متر بودند. تیمار کودی در مرحله قبل از کاشت اعمال شد، به جز نیتروژن که در سه نوبت به خاک اضافه گردید. در طول دوره رشد عملیات داشت شامل تنک کردن، مبارزه با علفهای هرز و غیره بر اساس نیاز گیاه به روش مرسوم صورت پذیرفت.

در پایان فصل، چهار بوته از هر پلات به طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه در هر بوته، ، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع قوزه، تعداد قوزه و قطر ساقه اندازه گیری شد. جهت مقایسه عملکرد، در پایان فصل و در تاریخ ۱۰ تیر ماه ۱۳۹۰ از داخل هر کرت ۲ ردیف وسط برداشت شده و در داخل کیسه‌های چتائی در معرض آفتاب گذاشته شد تا

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبت بوته‌ها کاهش یابد، سپس دانه از کاه و کلش جدا و هر کدام جداگانه توزین گردیدند.

اندازه‌گیری درصد روغن با استفاده از دستگاه سوکسله و رابطه زیر انجام گرفت.

X_1= وزن تیمبل خشک

$$\%EE = 100 - (\frac{X2 - X1}{SD}) \times 100$$

X_2= وزن تیمبل حاوی نمونه چربی گرفته خشک

S_d= وزن نمونه غذایی خشک

تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C انجام و از EXCEL برای رسم نمودارها و منحنی‌ها استفاده شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تأثیر کود شیمیایی و تراکم بوته ($p<۰/۰۱$) و برهمکنش آنها ($p<۰/۰۵$) بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته از کود شیمیایی سطح سوم (۷۵کیلوگرم پتاسیم + ۱۰۰ کیلوگرم فسفر + ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن) و تراکم بوته ۶/۶ بوته در متر مربع به میزان ۱۰۳/۸۳ سانتیمتر و کمترین ارتفاع بوته از تیمار کودی شاهد و تراکم بوته ۳/۷ بوته در متر مربع به میزان ۵۹/۰ سانتیمتر بدست آمد.

معمولاً نیتروژن جزو عناصری است که رشد رویشی گیاه را افزایش داده و به تبع آن، ارتفاع گیاه نیز افزایش می‌یابد. تغییر تراکم کاشت نیز از عواملی است که روی ارتفاع گیاه تأثیر مستقیم دارد. در شرایطی که تراکم کاشت کم است، نور کافی به گیاه رسیده و با توجه به عدم وجود رقابت، گیاه نیازی به افزایش زیاد ارتفاع خود نمی‌بیند و تخصیص مواد فتوسنتزی را به بخش‌های دیگر انجام می‌دهد، اما در شرایطی که تراکم کاشت بالا باشد، رقابت بین گیاهان برای دستیابی به نور بیشتر شده و ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. این کار از طریق تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به افزایش رشد ساقه‌ها انجام می‌پذیرد (مودی، ۱۳۷۸). دهقانی‌مشکانی و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده کردند، کاربرد کود کامل شیمیایی سبب افزایش عملکرد کمی بابونه شیرازی نظیر ارتفاع و وزن خشک گیاه در هکتار شد. مؤدی (۱۳۷۸) در آزمایش خود با عنوان اثر تراکم گیاهی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاه دانه دریافت، نیتروژن سبب افزایش ارتفاع بوته سیاه دانه می‌شود.

Martin & Deo (2000) در تحقیق خود در مورد اثر تراکم روی ارتفاع گیاه همیشه بهار دریافتند که در تراکم کم ارتفاع بوته به طور معنی داری کوتاه تر از سایر تیمارهای تراکم بود. همچنین مشاهده گردید با افزایش تراکم گیاه، ارتفاع محل تشکیل گل در کانوپی نیز افزایش می‌یابد.

تعداد دانه در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تأثیر کود شیمیایی و تراکم بوته ($p<۰/۰۱$) بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۱). تعداد دانه در بوته در تیمارهای کودی شاهد، سطح اول، سطح دوم و سطح سوم کود شیمیایی به ترتیب برابر ۱۵۱/۶، ۱۸۰/۳، ۲۰۷/۲ و ۲۵۲/۲ بود. کاربرد کود نیتروژنه موجب افزایش میزان کلروفیل برگ شده، پیری آن را به تأخیر انداخته و میزان مواد فتوسنتزی و ضمن افزایش سرعت فتوسنتز را در اندام‌های فتوسنتز کننده و موجب توسعه تعداد دانه های می‌گردد (بابازاده و همکاران، ۱۳۹۰).

dadkhah *et al* (2012) تأثیر کود نیتروژن، فسفر و اثرات متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های اصلی و فرعی گل‌دهنده، تعداد گل در بوته گیاه بابونه معنی‌دار بود.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که سطوح مختلف تراکم بر تعداد دانه در بوته اثر افزایشی داشته و معنی‌دار شده است (جدول ۱). از نظر تراکم بوته

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه در بوته به ترتیب مربوط به تیمار تراکم بوته ۳/۷ بوته در متر مربع به میزان ۲۰۲/۷۵ و تراکم بوته ۶/۶ بوته در متر مربع با ۴/۵۶ درصد کاهش اختلاف مشاهده شد (جدول ۲). افزایش تعداد دانه در بوته را می‌توان در ارتباط با افزایش کپسول بارور در هر بوته دانست. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بوته تعداد قوزه در بوته و در نتیجه تعداد دانه در بوته کاهش یافته که احتمالا به علت کاهش فضای اختصاص یافته به هر بوته در کانوپی و نیز رقابت بین بوته ای برای آب، نور و هوا در تراکم‌های فشرده می‌باشد.

وزن هزاردانه

نتایج آزمایش نشان داد که وزن هزاردانه تحت تأثیر کودهای شیمیایی و همچنین تراکم‌های مختلف و برهمکنش آنها قرار نگرفت (جدول ۱). افزایش تراکم تأثیر معنی داری بر وزن هزاردانه نداشت، اما سطح سوم کود شیمیایی (۱۵۰، ۱۰۰و ۷۵ کیلوگرم N، Pو K در هکتار) تأثیر بیشتری نسبت به سایر سطوح کود شیمیایی بر وزن هزاردانه داشت که این تأثیر معنی دار نبود (جدول ۲).

عملکرد دانه

اثر کود شیمیایی، تراکم بوته و اثرمتقابل آنها تأثیر بسیار معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در هکتار از کود شیمیایی سطح سوم و تراکم بوته ۶/۶ بوته در متر مربع به میزان ۳۳۱۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در هکتار از تیمار کودی شاهد و تراکم بوته ۳/۷ بوته در متر مربع به میزان ۱۰۷۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل ۲).

نتایج بررسی‌های تأثیر تراکم‌های مختلف بوته نشان می‌دهد که تغییر تراکم از طریق تغییر در مقدار تشعشع قابل استفاده گیاهان و رقابت بین بوته‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد تأثیرات زیادی دارد، به این صورت که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، جذب نور افزایش یافته و کارایی استفاده از تشعشع و در نهایت عملکرد کل افزایش می‌یابد. از طرف دیگر با بالا رفتن تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد تک بوته کاهش یافته، اما عملکرد بوته‌ها در واحد سطح افزایش می‌یابد (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۷). کودنیتروژن اعث افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه وجب بقای تعداد گل‌های بارور از طریق افزایش واد فتوسنتزی در گیاه گردیده است که این امر موجب عملکرد دانه بیشتر در مقادیر بالاتر نیتروژن می شود (سلیمان زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

Bishnoi *et al* (2007) گزارش کردند که کاربرد ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد دانه و تعداد نیام در گیاه سویا شده است.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تأثیر کود شیمیایی و تراکم بوته و برهمکنش آنها بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار ترکیبی کود شیمیایی سطح سوم و تراکم بوته ۳/۷ بوته در متر مربع به میزان ۸۸۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک از تیمار کودی شاهد و تراکم بوته ۳/۷ بوته در متر مربع به میزان ۶۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و با ۲۸/۴۰ درصد کاهش بدست آمد (شکل ۱)

پاپری‌مقدم و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند عملکرد بیولوژیک و دانه تحت تأثیر تراکم بوته، نیتروژن و برهمکنش آن‌ها با رقم قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته از ۱۰ به ۲۵ بوته در متر مربع عملکرد بیولوژیک و دانه به طور معنی داری افزایش یافت. در تراکم‌های کم بوته، عملکرد بیولوژیک تک بوته زیاد ولی عملکرد دانه به لحاظ تعداد کمتر بوته در واحد سطح کاهش یافت. با کاهش تراکم و

Archive of SID

www.SID.ir

پوشش گیاهی، فضای بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و به جهت کاهش شرایط رقابتی برای نور، رطوبت و مواد غذایی و در نتیجه تغذیه بهتر وزن بوته خشک افزایش می‌یابد (شریفی و همکاران، ۱۳۸۹).

Jha *et al* (2011) در پژوهشی تأثیر کود دامی و شیمیایی را بر تولید و عملکرد اندام هوایی درمنه در مراحل مختلف نمو مطالعه کردند. این محققان دریافتند، عملکرد خشک برگ‌ها در مرحله قبل از گلدهی در گیاهان تیمار شده با NPKS و NPK به ترتیب در محدوده ۲۷/۳-۱۸/۳ درصد و ۵۳/۶-۳۳/۵ درصد تغییر می‌یابد.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که فقط کود شیمیایی (NPK) تأثیر معنی داری ($p<0/01$) بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت به ترتیب مربوط به تیمار کودی سطح سوم با میانگین ۲۹/۱۶ درصد و تیمار کودی شاهد با میانگین ۲۴/۱۴ درصد بود (جدول ۲). در همین راستا محققین اعلام کردند، کاربرد کود نیتروژن هنگام کاشت، موجب افزایش رشد رویشی و عملکرد دانه لوبیا شد و این افزایش عملکرد موجب بالا رفتن شاخص برداشت گردید (kocon, 2003).

همچنین بررسی‌های Alagawadi (1992) در عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت چغندرقند و سورگوم نیز نشان داد، فسفر دارای نقش مؤثری بر عملکرد بیولوژیکی محصول و تولید دانه داشته و تأثیر افزایش محصول ناشی از سایر عناصر مانند نیتروژن بر عملکرد بیولوژیکی به مراتب بیشتر از فسفر است.

ارتفاع قوزه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر کود شیمیایی و تراکم بوته بر ارتفاع گل-آذین در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که کود سطح ۳ با میانگین ۳۷/۳۳ سانتی متر باعث افزایش ۳۳/۶۴ درصدی نسبت به شاهد (۲۴/۷۷ سانتی متر) گردید (جدول ۲). تراکم بالاتر باعث افزایش صفت مذکور گردید، تراکم ۶/۶ بوته در متر مربع با میانگین ۲۸ سانتی متر سبب افزایش ۱۶/۰۷ درصدی نسبت به تراکم ۳/۷ بوته را نشان داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد، برتری تیمارهای حاوی کود شیمیایی در مقایسه با شاهد می‌تواند حاصل بهبود شرایط خاک و دسترسی به عناصر غذایی باشد. مطالعات نشان می‌دهد که توزیع زمانی کودنیتروژن در سه مرحله باعث افزایش طول پانیکول می‌شود (Manzoor *et al*., 2006). غدیری و مجیدیان (۱۳۸۲) اظهار داشتند، افزایش نیتروژن باعث افزایش طول بلال می‌شود.

تعداد قوزه در بوته

تعداد قوزه در بوته تحت تأثیر کود شیمیایی و تراکم بسیار معنی‌دار ($p<0/01$) شد و افزایش یافت (جدول ۳). تعداد قوزه در بوته در تیمارهای کودی سطح اول، سطح دوم و سطح سوم کود شیمیایی به ترتیب برابر ۱۲/۸۱، ۲۳/۶۲، ۳۴/۷۴ درصد نسبت به عدم کاربرد کود شیمیایی (شاهد) افزایش نشان داد (جدول ۲). از دیدگاه سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم (۱۳۸۹)، افزایش میزان عناصر غذایی به خصوص نیتروژن و فسفر باعث تحریک رشد گیاه و افزایش سبزینگی و تعداد چتر در هر بوته زیره سبز می‌گردد.

از نظر تراکم بوته، بیشترین و کمترین میزان تعداد قوزه در بوته به ترتیب مربوط به تیمار تراکم بوته ۳/۷ به میزان ۸۱/۱۱ و تراکم بوته ۶/۶ بوته در متر مربع به میزان ۷۸/۵۵ عدد می‌باشد (جدول ۲). احسان زاده (۱۳۸۲) طی تحقیقاتی که برای بدست آوردن اثر تراکم بوته گلرنگ بر عملکرد و اجزای عملکرد انجام داد به این نتیجه رسید که تعداد قوزه در بوته به طور معنی داری با افزایش تراکم بوته کاهش یافت و اثر کاهش ذکر شده توسط افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

بوته در واحد سطح جبران شد، به طوری که عملکرد دانه با تغییر تراکم گیاهی تغییر معنی داری پیدا کرد.

قطر ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تأثیر کود شیمیایی و تراکم بوته بر قطر ساقه و برهمکنش آنها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین قطر ساقه از کود شیمیایی سطح سوم و تراکم ۳/۷ بوته در متر مربع به میزان ۲/۱۲ سانتی متر و کمترین قطر ساقه از تیمار کودی شاهد و تراکم ۴/۷ بوته در متر مربع به میزان ۱/۴۱ سانتی متر بدست آمد (شکل ۴). محمدی نیکپور (۱۳۷۴) نشان داد، در تراکم های بالای بوته، ساقه‌ها باریک تر شده و قوزه‌ها در سطح فوقانی گیاه متمرکز و قطر ساقه گلرنگ کاهش می‌یابد. همچنین نتایج تحقیقات محققین در بررسی اثر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر گلرنگ نشان می‌دهد که قطر ساقه تحت تأثیر نیتروژن و تراکم بوته قرار گرفته ولی اثر متقابل این دو معنی دار نشده بود (طهماسبی و همکاران، ۱۳۸۷).

درصد روغن

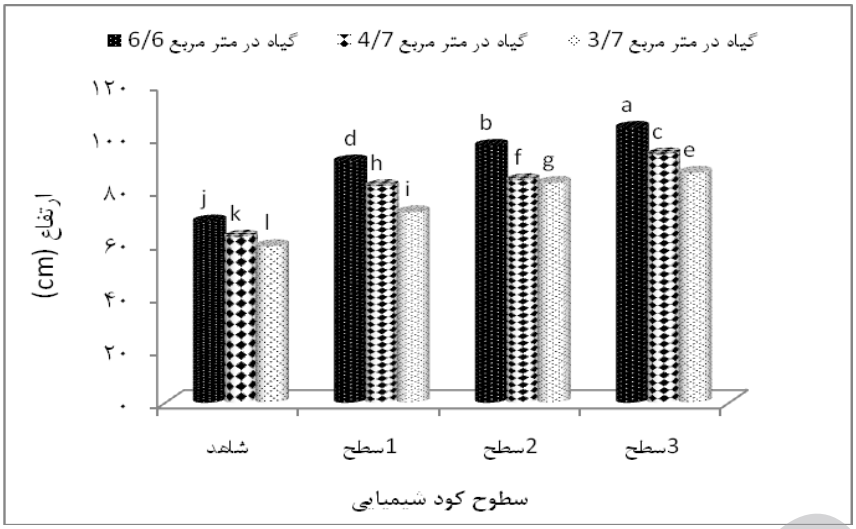
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد، اثر کود شیمیایی و تراکم بوته بر میزان روغن دانه معنی‌دار نشد (جدول۱). بیشترین میزان روغن دانه از کود شیمیایی سطح سوم به دست آمد. همچنین برهمکنش کود شیمیایی و تراکم بوته نیز بر میزان روغن دانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). از جمله دلایلی که برای تغییرات اندک درصد روغن در شرایط محیطی گوناگون آورده شده است، این است که مقدار روغن دانه صفتی کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می شود، بنابراین احتمال آسیب دیدن قسمتی از ژن های کنترل کننده، این صفت بسیار کم است. محققان اظهار داشتند که بر اثر مصرف زیاد کودهای نیتروژن‌دار، دسترسی به کربوهیدرات‌ها برای سنتز روغن کاهش و در مقابل سنتز پروتئین افزایش می‌یابد (Rathke *et al.*, 2005). ولد آبادی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقات خود بر روی گیاه دارویی کرچک نشان دادند که اثر نیتروژن در ۴ سطح (۰،۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم بر هکتار) بر درصد روغن معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

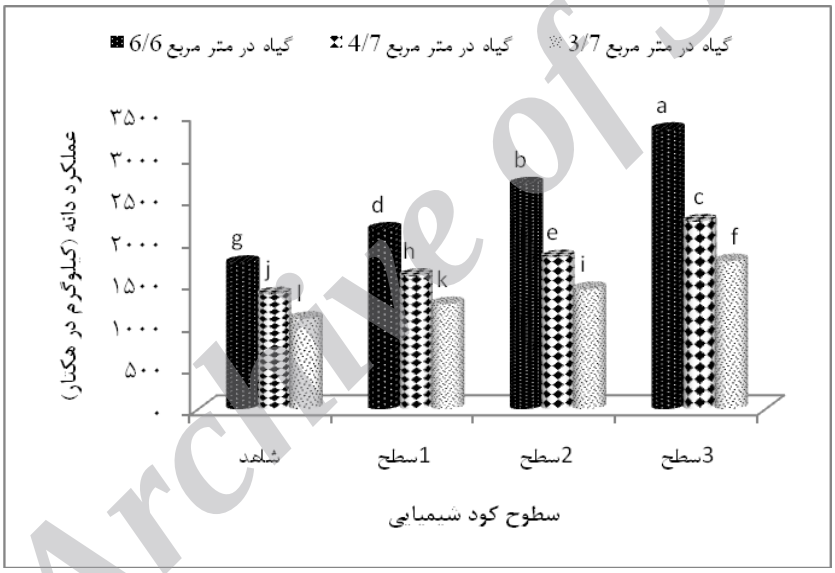
پژوهش حاضر نشان داد که اگرچه کودهای شیمیایی و تراکم می‌توانند بر ویژگی‌های کمی کرچک تأثیر بگذارند ولی میزان اثر آن بر هر یک از این ویژگی‌ها متفاوت است. کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر عملکرد کمی کرچک شامل ارتفاع بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشت. استفاده از کودهای پتاسیم می تواند اثرات کمبود رطوبت را درمناطق خشک تا حدودی جبران نماید. بالاترین عملکرد دانه کرچک از لحاظ کمی و کیفی در شرایط کودی سطح سوم و تراکم بوته ۳/۷ بوته در متر مربع حاصل گردید.

Archive of SID

www.SID.ir



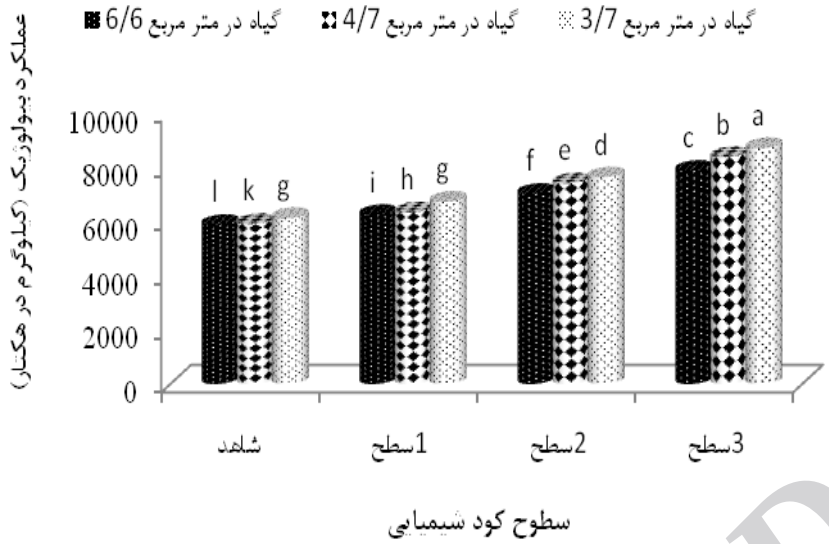
شکل ۱- برهمکنش کود شیمیایی و تراکم بوته بر ارتفاع بوته کرچک



شکل ۲- برهمکنش کود شیمیایی و تراکم بوته بر عملکرد دانه کرچک

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- برهمکنش کود شیمیایی و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیکی کرچک

شاهد (عدم مصرف کود)

سطح ۱: ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

سطح ۲: ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

سطح ۳ : ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی کرچک تحت تأثیر کود شیمیایی (NPK) و تراکم بوته

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	ارتفاع قوزه	تعداد قوزه	قطر ساقه	روغن
تکرار	۲	۶/۳۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۱۵۳/۲۲^{ns}	۶۸۵۲۲۰/۱^{ns}	۲۱۳۳۰/۵۱^{ns}	۵/۲۷^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۳/۳۵^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۷۵
کود شیمیایی	۳	۱۶۴۵/۶۷**	۱۶۵۱۸/۸۴**	۱۰۱/۶۱^{ns}	۱۵۲۳۶۵۲۸/۳**	۱۸۲۱۳۱۰/۹۲**	۴۴/۰۳**	۲۵۰/۵۴**	۱۹۱۷/۰۲**	۰/۳۳**	۶/۳۹^{ns}
خطای اصلی	۶	۰/۹۵	۱/۳۷	۱۰۷/۴۷	۸۵۶۵۲/۱۴	۱۱۵۳۲/۶۹	۷/۳۰	۰/۳۸	۱/۴۷	۰/۰۰۴	۵/۴۵
تراکم	۲	۶۷۱/۴۶**	۲۵۹/۱۹**	۸۰/۲۵^{ns}	۹۶۳۲۵۸۷۴/۱**	۳۶۴۹۹۹۸/۹۷**	۰/۵۲^{ns}	۹۰/۸۶**	۱۹/۷۱**	۰/۱۵**	۵/۰۸^{ns}
کود × تراکم	۶	۲۱/۸۸*	۲/۰۱*	۱۸۱/۸۱^{ns}	۶۸۹۶۵۲۲/۶**	۱۳۳۰۵۹/۴۵**	۳/۸۵^{ns}	۲/۲۶^{ns}	۱/۵۳^{ns}	۰/۰۱*	۴/۲۳^{ns}
خطای فرعی	۱۶	۴/۹۲	۱/۹۳	۸۶/۵۳	۲۳۱۴۵۲/۰	۹۴۹۹/۹۹	۲/۸۵	۲/۶۲	۲/۴۳	۰/۰۰۳	۷/۲۳
ضریب تغییرات (٪)		۲/۷۱	۰/۷۰	۴/۹۹	۲/۷۲	۵/۲۳	۶/۴۴	۵/۲۸	۱/۹۶	۳/۱۳	۵/۸۰

ns، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی کرچک تحت تأثیر کود شیمیایی (NPK) و تراکم بوته

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع قوزه (سانتیمتر)	تعداد قوزه	قطر ساقه (سانتیمتر)	درصد روغن
کود شیمیایی (NPK)										
شاهد	۶۳/۳۹d	۱۵۱/۶d	۱۸۳/۰۴a	۵۷۳۷/۳d	۱۳۸۵d	۲۴/۱۴b	۲۴/۷۷d	۶۳/۹۶d	۱/۴۸a	۴۶/۵۷a
کود سطح ۱	۸۱/۵۸c	۱۸۰/۳c	۱۸۴/۱۱a	۶۶۶۲/۶c	۱۶۶۳c	۲۴/۹۶b	۲۸/۸۸c	۷۳/۳۶c	۱/۶۵a	۴۵/۷۸a
کود سطح ۲	۸۸/۱۷b	۲۰۷/۲b	۱۸۷/۴۴a	۷۴۱۴/۲b	۱۹۶۷b	۲۶/۵۳ab	۳۱/۷۷b	۸۳/۷۴b	۱/۷۸a	۴۷/۵۷a
کود سطح ۳	۹۴/۸۱a	۲۵۲/۳a	۱۹۰/۴۴a	۸۳۵۳/۹a	۲۴۳۶a	۲۹/۱۶a	۳۷/۳۳a	۹۸/۰۱a	۱/۹۳a	۴۵/۷۸a
تراکم (بوته در متر مربع)										
۶/۶ بوته	۹۰/۰۸a	۱۹۳/۵c	۱۸۹/۲۰a	۹۳۵۱/۳b	۲۴۶۵a	۲۶/۳۶a	۲۸c	۷۸/۵۵c	۱/۶۰a	۴۶/۸۳a
۴/۷ بوته	۸۰/۵۴b	۱۹۷/۳b	۱۸۵/۲a	۶۷۰۶/۴a	۱۷۴۱b	۲۵/۹۶a	۳۰/۵۸b	۷۹/۶۴b	۱/۷۰a	۴۵/۶۷a
۳/۷ بوته	۷۵/۳۳c	۲۰۲/۸a	۱۸۴/۳a	۵۲۵۸/۷a	۱۳۸۲c	۲۶/۲۸a	۳۳/۵۰a	۸۱/۱۱a	۱/۸۳a	۴۶/۷۵a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاهد (عدم مصرف کود)

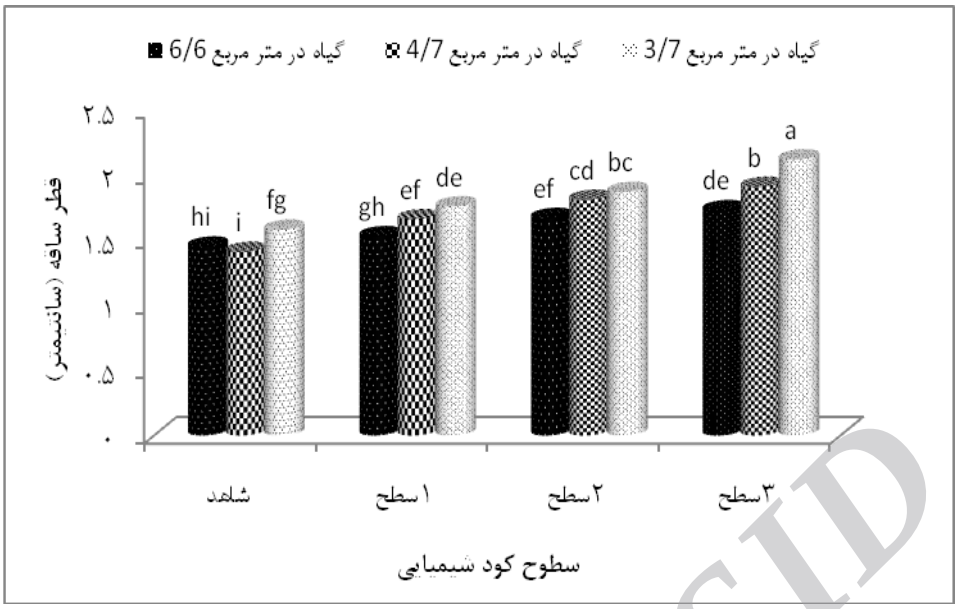
سطح ۱: ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

سطح ۲: ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

سطح ۳ : ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴- برهمکنش کود شیمیایی و تراکم بوته بر قطر ساقه کرچک

شاهد (عدم مصرف کود)
سطح ۱- ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن
سطح ۲- ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن
سطح ۳ - ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم، فسفر و نیتروژن

منابع

پاپری مقدم فرد، ا. و م.ج. بحرانی. ۱۳۸۴. تاثیر کاربرد نیتروژن و تراکم بوته در برخی ویژگی‌های زراعی کنجد. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۶ (۱): ۱۲۹ -۱۳۵.

احسان زاده، پ. ۱۳۸۲. اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد و برخی ویژگیهای رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوای اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۷ (۱): ۱۲۹-۱۴۰.

بابازاده، ش.، م. کاوسی، م. اسفندیاری، م. نحوی و م. قلی‌پور. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و نحوه مصرف آن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید (دیلم). نشریه پژوهش-های زراعی ایران. ۹(۴): ۷۲۸-۷۳۴.

تمدن رستگار، م. و ا. امینی. ۱۳۸۵ . بررسی تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در منطقه ساری. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۵.

Archive of SID

www.SID.ir

دادخواه، ع.ل. و م. کافی. ۱۳۹۱. تاثیر کود نیتروژن، فسفر و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های کمی گیاه بابونه. مجله تحقیقات محصولات زراعی. ۱۰ (۲): ۳۲۱-۳۲۶.

دهقانی‌مشکانی، م.ر.، ح.ع. نقدی‌بادی، م.ت. درزی، ع. مهرآفرین، ش.ع. رضازاده و ز. کدخدا. ۱۳۹۰ . تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه شیرازی (*Matricariarecutita* L.). فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۰(۲): ۳۵-۴۸.

رفیعی، م. ۱۳۸۶. اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل‌کراس ۷۰۰. مجله نهال و بذر. ۲۳: ۲۱۷-۲۳۲.

رضوانی‌مقدم، م.، ج. نباتی، ق. نوروزپور، و ع. ا. محمدآبادی. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کرچک در تراکم‌های مختلف و فواصل مختلف آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶: ۱-۱۴.

سعیدنژاد، ا.ح.، پ. رضوانی‌مقدم، ح.ر. خزاعی و م. نصیری‌محلاتی. ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید. پژوهش‌های زراعی ایران. ۹(۴): ۶۲۳-۶۳۰.

سلیمان زاده، ح.، ن. لطیفی و ا. سلطانی. ۱۳۸۶. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژی با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus*) تحت شرایط دیم. مجله کشاورزی و منابع طبیعی. (۵): ۲۸-۳۷.

شرفی، ق.، ، م. رفیعی و ع. خورگامی. ۱۳۸۰. اثر فاصله کاشت و کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و درصد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار. ۳: ۳۷-۴۳.

طهماسبی‌زاده، ح.، ن. خدابنده، ح. مدنی و ا. فراهانی. ۱۳۸۷. تاثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره در اراک. ۲(۴): ۳۸۸-۳۹۹.

غدیری، ح. و م. مجیدیان. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن دانه بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب در ذرت دانه ای (*Zea mays*). ۷ (۲): ۱۰۳-۱۱۷.

محمدی نیکپور، ع. ر. ۱۳۷۴. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در منطقه مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

مودی، ح. ۱۳۷۸. اثر تراکم گیاهی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیاه دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

ولدآبادی، ع.ر.، ف. یوسفی، و ا.ح. شیرانی‌راد. ۱۳۸۹. تاثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات زراعی گیاه داروئی کرچک. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۶ (۱): ۹۹- ۱۱۰.

Ahmadian, A., A. Ghanbari, B. A. Siahsar, M. Heidari, M. Ramroodi, and M. Mousavinik. 2011. Study of chamomilles yield and its components under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. Microbiology and Antibacterial. 3(2): 23-28.

Archive of SID

www.SID.ir

Jeong, G.T. and D.H. Park. 2009. Optimization of biodiesel production from castor oilusing response surface methodology.Appl. Biochem. Biotechnol. 156. 431-441.

Jha, P., M. Ram, M.A. Kan, U. Keran, M. Zafar, and M. Z. Abdin. 2011. Impact of organic and chemical fertilizers on Artemisin content and yield in *Artemisia annua* L. Industrial crop and Products. 33(2): 296-301.

Kocon, A. 2003. Effect of nitrogen utilization from urea applied in leaves and in soil by wheat and bean. Acta Agrophysica. 85: 55-63.

Lampayan, R.M., B.A.M. Bouman, J. L. D. Dios, A.J. Espiritu, J.B. Soriano, and A.T. Lactaoen. 2010. Yield of aerobic rice in rain fed lowlands of the Philippines as affected by nitrogen management and row spacing. Field Crops Res. 116: 165-174.

Manzoor, Z., R.I. Ali, T.H. Awan, N. Khalid, and M. Ahmad. 2006. Appropriate time of nitrogen application to fine rice, Oryza sativa. J. Agric. Res. 44: 261-269.

Martin, R. J. and B. Deo. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 28: 37-44.

Omidbagi, R. 2009 .Production and processing of medicinal plants. Astane Qods Razavi Publications: Mashhad, 1: 278-233.

Rathke, G.W., O. Christen, and W. Diepenbrock. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Research. 94: 103-113.

Russelle, M.P., W.W. Wilhelm, R.A. Olson, and J.F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science, 24: 28-32.

Akanbi, W. B., A. B. Oaniyn, A. O. Togum, A.E.O. Ilupeju, and O.A. Olairan. 2009. The effect of organic fertilizer on growth, calyx yield and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Amrican Eurasian Journal of Sustainable Agricalture. 3(4): 652-657.

Alagawadi, A.R. and A.C. Gaur. 1992. Inoculation of Azospirillum brasilense and phosphate-solubilizing bacteria on yield of sorghum) Sorghum bicolor L.(in dry land. Trop Agric.69:347-50.

Bishnoi, U. R., G. Kaur, and M.H. Khan. 2007. Calcium, phosphorus, and harvest stages effects soybean seed production and quality. Journal. Plant Nutrtion. 30: 2119 – 2127.

Brittan, K. 2006. Methods to Enable the Coexistence of Diverse Corn Production Systems. Agricultural biotechnology in California series publication 8192. ISBN-13: 978-1-60107-385-3. 2006 by the Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.

Doan, L.G. 2004. Ricin :mechanism of toxicity, clinical manifestations, and vaccine development .Clinical Toxicology. 42(20): 201-208.

El-Sherbeny, S. E., S. F. Hendawy, A.A. Youssef, N.Y. Naguib, and M. S. Hussein. 2012. Response of Turnip (*Brassica rapa)* Plants to Minerals or Organic Fertilizers Treatments. Journal of Applied Sciences Research. 8(2): 628-634.

Hopkins, B. and J. Ellsworth. 2003. Phosphorus nutrition in potato production. Idaho Potato Conf. 22-23.

Jalili, F., K. Khavazi, E. Paziram, A. Nejati, H. Asadi-Rahmani, H. Rasuli Sadaghiani, and M. Miransari. 2009. Isolation and characterization of ACC deaminase-producing fluorescent pseudomonads, to alleviate salinity stress on canola (*Brassica napus* L.). growth. Journal of Plant Physiology.166: 667-674.

Archive of SID

www.SID.ir

Tian, B., C. Guolin, L. Ming Chang, F. Guohua, L. Yingweng, S. Cuiying, Z. Yagen, Z. Hairong, B.T. GL, L. MC, F. Gh, L. JW, S. CY, Z. Yg, and Z. Hr. 2004. Effects of planting density on characters and yield of sweet corn Shentian No 1, Shentian No 3.

Setua, G.C., R.J. Kar, K. Ghosh, and K.K. Dassen. 2007. Influence of arbuscular mycorrhizae on growth, leaf yield and phosphorus uptake in mulberry (*Mornus Alba* L.) under rainfed, lateritic soil conditions. Biological Fertilization Soils. 29 (1): 98-103.

Sharma, K.C., B.A. Krantz, A.L. Brown, and J. Quick. 2001. Interaction of Zn and P in top and root of corn and tomato. Agronomy Journal. 60: 453 – 456.

Archive of SID

www.SID.ir