مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۴، ۱۳۹۰ (۸۵۵-۸۴۵)

بررسی تأثیر کودهای فسفری شیمیائی و زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم عدس (*Lens culinaris* L.) در شرایط متفاوت رطوبتی

مراد محمدی[۱]*، حسین مقدم[۲]، ناصر مجنون حسینی[۳]، علی احمدی[۴] و کاظم خاوازی[۵]
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۵، استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب
(تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۳۰ - تاریخ تصویب: ۹۰/۹/۲)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و اثر کودهای شیمیائی و زیستی فسفری بر عملکرد و درصد پروتئین دانه در دو رقم عدس مقاوم و حساس به تنش خشکی، آزمایشی به صورت کرت خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به کرت‌های اصلی و عوامل فرعی شامل نوع کود فسفری (شاهد بدون کود، ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری، ۵۰٪ درصد کود شیمیایی فسفری+کود زیستی و کود زیستی (باکتری سودوموناس سویه های ۹۳ و ۱۸۷ و باکتری ازتوباکتر) به همراه دو رقم ILL6039 و زیبا عدس به صورت فاکتوریل به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، پروتئین دانه و شاخص برداشت مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار رقم زیبا و کود تلفیقی در سطح شاهد آبیاری (۷۰ میلی‌متر) بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۴۰۴ کیلوگرم در هکتار) را حاصل نمود. همچنین استفاده از کود تلفیقی (کود زیستی+۵۰٪ کود شیمیایی فسفری) در تمامی سطوح مختلف آبیاری عملکرد دانه بیشتری را نسبت به سایر تیمارهای کودی تولید نمود. لذا به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی به لحاظ مسائل زیست محیطی می‌توان استفاده از کود تلفیقی را در تولید گیاه عدس در شرایط متفاوت رطوبتی توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کود زیستی، تلقیح بذر، کود شیمیایی فسفری، عدس، عملکرد دانه

مقدمه

حبوبات از عمده‌ترین منابع پروتئینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب شده و نقش عمده‌ای در اقتصاد این مناطق دارند (Thomas et al., 2003). حبوبات با سطح زیر کشت یک میلیون و دویست هزار هکتار و تولید ۷۰۰ هزار تن (FAO, 2004) پس از غلات دومین سطح زیر کشت را در کشور به خود اختصاص داده (Bagheri et al., 1997) که نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز کشور ایفاء می‌کنند. کشت عدس در ایران در استان‌های خراسان‌شمالی و رضوی، اردبیل، کرمانشاه و آذربایجان در سطح نسبتاً وسیعی انجام می‌شود، سطح زیر کشت آن در سال ۱۳۸۷ بالغ

* نویسنده مسئول: مراد محمدی تلفن: ۰۹۱۹-۶۴۸۱۴۰۳ E-mail: morad_mohammadi65@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

بر ۲۲۵۰۰۰ هکتار و تولید آن ۱۱۵۰۰۰ تن بوده است (Yadav et al., 2007). کمبود آب و تنش خشکی در دوره‌های بحرانی رشد این گیاه عموماً باعث کاهش عملکرد و عدم صرفه اقتصادی تولید آن می‌شود. بنابراین باید با چاره‌اندیشی و برنامه‌ریزی مناسب به افزایش عملکرد این گیاه در محیط‌های مستعد تنش خشکی کمک کرد. در بسیاری از خاک‌های ایران به دلیل بالا بودن pH و فراوانی یون کلسیم، قابلیت جذب برخی از عناصر مثل فسفر، برای تامین رشد مناسب گیاه کمتر از مقدار لازم است (Aliasgarzadeh, 1997). روش متداول برای جبران این کمبودها استفاده از کودهای شیمیایی است که علاوه بر هزینه زیاد و بازدهی کم، خطر آلودگی‌های زیست محیطی و تداخل با جذب برخی عناصر کم مصرف را هم به دنبال دارد (Omar, 1998). تقریباً ۷۵ تا ۹۰ درصد از کود فسفری اضافه شده به خاک توسط کمپلکس‌های آهن، آلومینیوم و کلسیم تثبیت می‌شود (Gyaneshwar et al., 2002; Turan et al., 2006). بنابراین ضروری است که راه‌حل‌های زیستی برای رفع این مشکلات مورد توجه قرار گیرند. استفاده از ریزجانداران خاکزی که توانایی انحلال فسفات‌ها و تبدیل آنها به فسفر محلول را دارند، یکی از راه‌حل‌های مؤثر برای افزایش قابلیت جذب فسفر در خاک‌های قلیایی است (Aliasgarzadeh, 1997; Attoe et al., 1996). فسفر باعث افزایش طول ریشه می‌شود و پس از نیتروژن دومین عنصر اصلی محدودکننده رشد گیاهان می‌باشد (Fernandez et al., 2007). چنانچه میزان این عنصر در خاک کمتر از آستانه بحرانی باشد، رشد گیاه محدود شده، رسیدگی به تأخیر می‌افتد و عملکرد نیز کاهش می‌یابد (Sawyer & Creswell, 2000).

کودهای زیستی فسفری حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های حل‌کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات آن می‌شوند که برای گیاهان قابل جذب است (Sharma, 2002). باکتری‌های جنس ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس از مهمترین باکتری‌های افزاینده رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل ملاحظه مواد و هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین و جیبرلین‌ها، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Zahir et al., 2004). در گزارش Kleel et al. (1991) اشاره شده است که باکتری‌های متعلق به جنس سودوموناس با تولید آنزیم آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات‌دی‌آمیناز، به مصرف و کاهش غلظت آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات درون گیاه پرداخته، موجب کاهش مقدار اتیلن تولید شده و افزایش طول ریشه می‌گردد. Arpana et al. (2002) در آزمایشی بر روی عدس در شرایط تنش خشکی با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفری و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، Arpana et al. (2002) گزارش دادند که بالاترین عملکرد در تیمار حاوی باکتری حل‌کننده فسفات حاصل شد. در آزمایشی که روی خردل (*Brassica nigra* L.) با تیمارهای مختلف کود فسفری و باکتری‌های حل‌کننده فسفات در شرایط تنش کم آبی انجام شد، حداکثر عملکرد دانه در تیمار واجد ۴۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفری و حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات به دست آمد و گیاهان تلقیح شده با باکتری، شرایط خشکی را بهتر تحمل نمودند (Kantwa & Meena, 2002). تمامی این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت کودهای زیستی در شرایط محدودیت آبی و افزایش جذب فسفر می‌باشند. این پژوهش با هدف مقایسه کود شیمیایی فسفری، کود زیستی و تلفیقی از آنها تحت شرایط تنش خشکی و شرایط آبیاری معمول از نظر تأثیرگذاری بر دو رقم حساس و مقاوم به تنش خشکی عدس به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا، به صورت کرت خرد شده فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری [آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر (سطح شاهد)، ۱۰۰ میلی‌متر (تنش خفیف) و

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A]، نوع کود فسفری [شاهد (بدون هیچ مصرف کود)، ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری، ۵۰٪ درصد کود شیمیایی فسفری+کود زیستی و فقط کود زیستی] به همراه یک رقم حساس (ILL6039) و یک رقم مقاوم به خشکی (رقم زیبا) عدس به عنوان عوامل فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. کود زیستی که از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج به صورت آماده تهیه شد حاوی باکتری سودوموناس پوتیدا (دو سویه ۹۳ و ۱۸۷) و ازتوباکتر (باکتری ازتوباکتر طبق توصیه موسسه و به منظور جذب بهتر فسفر استفاده شد) بود. کود شیمیایی فسفری از منبع سوپرفسفات تریپل تأمین شد. بذور عدس از موسسه تحقیقات دیم کشور در مراغه تهیه گردید. جهت انجام آزمون خاک یک نمونه مرکب از مزرعه تهیه و برای انجام تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل گردید. نوع خاک محل آزمایش لومی رسی، با pH= ۸، EC حدود ۱/۷۴ دسی زیمنس بر متر، با میزان آهک ۷۷ گرم بر کیلوگرم و ماده آلی ۸/۴ گرم بر کیلوگرم خاک بود. همچنین براساس نتایج آزمون خاک، به دلیل نیاز خاک مزرعه به نیتروژن (درصد نیتروزن کل ۰/۰۹) و پتاسیم (پتاسیم قابل جذب ۱۵۱ میلی گرم بر کیلوگرم خاک)، میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به تمامی کرت‌های آزمایشی داده شد. برای آماده‌سازی بستر کشت، ابتدا زمین مورد نظر در پاییز شخم زده شد. سه هفته قبل از کشت محل آزمایش با علف‌کش ترفلان به منظور مبارزه با بانک بذر علف‌های هرز موجود در خاک در اسفند ماه سم‌پاشی شد و سپس یک دیسک سطحی زده شد.

عملیات کاشت پس از نم‌کاری و گاورو شدن زمین در اواسط اسفند ۱۳۸۸ انجام شد. طبق توصیه بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب، پس از محاسبهٔ میزان بذر مورد نیاز برای کاشت تیمارهای که نیاز به تلقیح داشتند، بذور داخل یک کیسه پلی‌اتیلنی ریخته شدند. سپس بر روی آنها به ازای هر کیلوگرم بذر مقدار ۳۰ میلی‌لیتر ماده چسباننده (محلول ۴۰٪ صمغ عربی) ریخته شد و برای مدت ۵ دقیقه به خوبی تکان داده شد تا سطح تمام بذور به شکل یکنواختی به این ماده آغشته شود. آنگاه برای تلقیح بذر به ازاء هر کیلوگرم مقدار ۵۰ گرم کود زیستی حاوی باکتری‌های تلقیح کننده بر روی بذور ریخته شد و به مدت پنج دقیقه دیگر به خوبی تکان داده شد تا سطح تمام بذور به شکل کاملاً یکنواخت با ماده تلقیح آغشته شود. در پایان بذور آغشته به مایه تلقیح برای خشک شدن روی ورقهٔ آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن گردیدند (Somasegaran & Hoben, 1994). سرانجام به سرعت به کشت بذر و آبیاری مزرعه اقدام شد.

کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۳×۲/۵ متر به صورت جوی و پشته تهیه شدند، که هر یک دارای ۵ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از هم بودند و بذور با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم روی پشته‌ها کشت شدند. اعمال تنش خشکی پس از استقرار گیاهان و ۳۰ روز بعد از کشت و در مرحله‌ی رشدی ۴ برگی انجام شد و تا قبل از رسیدن به این مرحله آبیاری به صورت مرتب و هر ۷ روز یکبار انجام شد. در زمان اعمال تنش، آبیاری مزرعه زمانی انجام گرفت که میزان تبخیر از تشتک تبخیر به مقادیر مورد نظر (آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) رسید. اطلاعات هواشناسی از ایستگاه سینوپتیک کرج گرفته شد. به منظور جلوگیری از خارج شدن عناصر کودی از کرت های آزمایشی، انتهای کرت‌های بسته شد. مبارزه با علف‌های هرز به دلیل رشد مجدد برخی از گونه های علف هرز به صورت دستی و در دو مرحله (۳۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت) انجام گرفت. برداشت محصول پس از رسیدگی فیزیولوژیک انجام گرفت و از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به صورت تصادفی با رعایت حاشیه، برداشت گردید و صفات ارتفاع، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه (براساس ۱۴٪ رطوبت)، درصد پروتئین دانه و درصد شاخص برداشت محاسبه گردید. اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه با دستگاه اتوآنالیزر (Kjeltec 1030 ساخت کشور سوئد) و به روش کجدال انجام شد. به طوری که ابتدا درصد نیتروژن کل اندازه‌گیری شد و سپس با حاصل‌ضرب عدد نیتروژن کل در عدد ۶/۲۵ درصد پروتئین دانه به دست آمد. پس از آزمون همگنی واریانس‌ها محاسبات آماری مربوطه با استفاده از نرم‌افزار

Archive of SID

www.SID.ir

SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ با نرم‌افزار Mstat-c انجام گرفت و ترسیم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس در مورد عوامل اصلی نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار عامل آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر تمام صفات مورد بررسی بود. همچنین دو رقم از نظر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱٪ با هم اختلاف معنی‌داری داشتند و عامل کود بر روی ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، درصد پروتئین برگ و شاخص برداشت در سطح ۵٪ و عملکرد دانه در سطح ۱٪ تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). رقم زیبا نسبت به رقم ILL6039 از نظر تمامی صفات مورد بررسی برتری نشان داد (جدول ۲).

ارتفاع بوته

نتایج آزمایش نشان داد که رقم زیبا نسبت به رقم ILL6039 به طور معنی‌داری دارای ارتفاع بیشتری بود. این پدیده می‌تواند با ویژگی‌های ژنتیکی و دوره رویش این دو رقم نسبت به هم قابل توجیه باشد. رقم زیبا از ارقام دیررس بوده و به طور طبیعی دارای رشد رویشی طولانی تری نسبت به رقم ILL6039 می‌باشد. در تمامی سطوح مختلف آبیاری و کودی رقم ILL6039 نسبت به رقم زیبا ارتفاع بوته کوتاه تری داشت. بلندترین ارتفاع بوته در سطح کود تلفیقی به مقدار ۳۲/۰۶ سانتی‌متر به دست آمد که با سطوح ۱۰۰٪کود شیمیایی و شاهد به لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. کمترین ارتفاع بوته در تیمار کود زیستی به مقدار ۲۹/۹۶ سانتی‌متر بدست آمد که به طور معنی‌داری کمتر از سایر سطوح کودی بود. با توجه به اینکه احتمالاً کودهای زیستی در شرایط خشکی شدید ممکن است فعالیت‌های بیولوژیکی مطلوبی نداشته باشند، بنابراین کاهش بیوماس و ارتفاع بوته در این تیمار می‌تواند تأکیدی بر این مطلب باشد. تنش آبی باعث کاهش ارتفاع بوته عدس شد و بیشترین ارتفاع بوته در سطح شاهد آبیاری به مقدار ۳۳/۱۴ سانتی‌متر مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر سطوح آبیاری داشت (جدول ۲). Ferederick et al. (2001) نیز با بررسی اثر خشکی بر سویا نتایج مشابهی به دست آوردند.

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل آبیاری× رقم در سطح احتمال ۱٪ و آبیاری× کود، رقم× کود و اثر متقابل سه‌گانه در سطح ۵٪ اثر معنی‌داری بر این صفت داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین بین تیمارهای اثر متقابل آبیاری×رقم نشان داد که رقم زیبا در سطح آبیاری شاهد بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۷۳/۴) را داشت و کمترین تعداد غلاف از تیمار تنش شدید خشکی و رقم ILL6039 (۲۸/۸۷) به دست آمد (شکل ۱). در اثر تنش خشکی کاهش تعداد گره و افزایش سقط جنین در بوته‌ها رخ می‌دهد که در نهایت باعث

جدول ۱- میانگین مربعات بررسی تأثیر تنش خشکی، کود شیمیایی و زیستی فسفری بر عملکرد اجزاء عملکرد در ارقام عدس

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه	درصد پروتئین دانه	پروتئین برگ (٪)	درصد شاخص برداشت
بلوک	۳	۱۰/۷۷۸ ns	۷۲/۴۴۱ ns	۹۳۲/۳۵ ns	۳/۱۰۲۱ **	۰/۷۸۲ n.s.	۰/۸۹۵ ns
عامل A (آبیاری)	۲	۹۹/۹۸۳**	۳۵۴۱/۹۰۲**	۵۲۰۴۶۴/۷۰ **	۳/۰۱۵ **	۲۴۱/۳۴۴ **	۳۶/۶۰۳ **
خطای اصلی (بلوک × آبیاری)	۶	۷/۸۷۳	۴۴/۸۴۹	۸۸۱۰/۱۰	۰/۳۶۹	۱/۸۶۰	۱۲/۷۰۸
عامل B (رقم)	۱	۲۳۱/۳۸۷**	۱۱۷۰۳/۸۵**	۱۴۰۸۴۴۲/۰۹**	۱۳/ ۳۱۷ **	۶۶۲/۳۸۲ **	۵۶۹/۲۶۸ **
AB (آبیاری × رقم)	۲	۷/۷۸۹ ns	۹۵۳/۱۶۹ **	۲۵۱۱۹/۷۷ **	۶/۶۶۷ **	۲۴/۴۴۹ **	۲۲/۰۴۱ **
عامل C (کود)	۳	۲۰/۵۰۴ *	۲۹۳/۵۵۴ *	۱۱۹۶۹۱/۲۲ **	۰/۷۵۷ ns	۱۱/۸۲۲ **	۱۲/۹۷۶ *
AC (آبیاری × کود)	۶	۳/۲۹۲ n.s	۱۹۳/۷۰۹ *	۱۴۲۳۴/۳۲ **	۱/۳۴۲ **	۱۱/۸۱۰ **	۲۹/۵۲۶ **
BC (رقم × کود)	۳	۱/۹۵۰ ns	۲۴۰/۱۰۹ *	۳۲۳۹۷/۲۶ **	۰/ ۸۱۵ ns	۷/۱۲۲ **	۵/۷۴۰ ns
ABC (آبیاری × رقم × کود)	۶	۸/۲۳۶ ns	۲۱۶/۲۱۹ *	۱۲۱۹۷/۶۴ *	۲/۸۵۹ **	۸/۰۴۷ **	۴۹/۹۳۴ **
خطای فرعی	۶۳	۶/۰۹۱	۷۳/۰۴۱	۴۵۶۴/۶۶	۰/۳۶۲	۰/۳۰۷	۳/۳۵۹
CV (٪) ضریب تغییرات	-	۷/۹۳۷	۳۰/۲۰۳	۸/۳۳۹	۲/۰۸۷	۲/۳۳۹	۶/۵۶۵

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

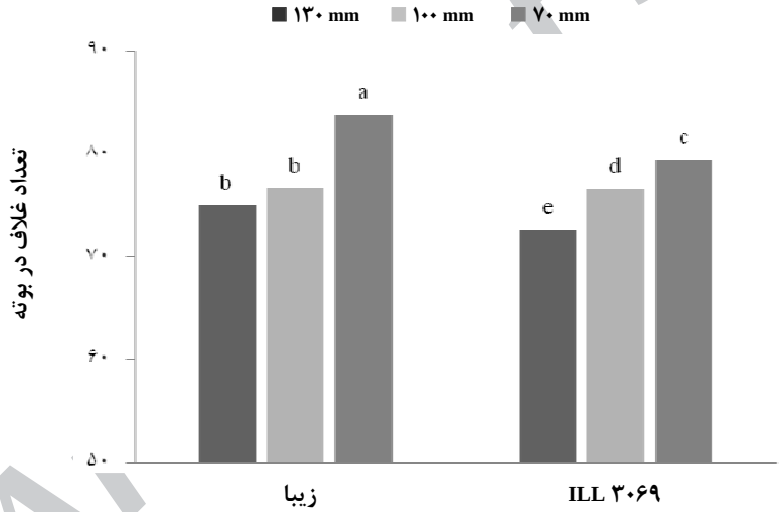
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی در صفات مورد بررسی در عدس

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین دانه (٪)	پروتئین برگ (٪)	شاخص برداشت (٪)
سطوح آبیاری						
۷۰ میلی‌متر (سطح شاهد)	۳۳/۱۴a	۱۱۸/۷a	۹۴۶/۱a	۲۸/۵۱ b	۲۶/۰۲a	۲۹/۱۲a
۱۰۰ میلی‌متر (تنش خفیف)	۳۰/۰۴b	۱۰۲/۵b	۷۹۱/۳b	۲۸/۸۶ab	۲۰/۶۸c	۲۸/۰۲a
۱۳۰ میلی‌متر (تنش شدید)	۳۰/۱۱b	۹۲/۰۱c	۶۹۳/۲ c	۲۹/۱۲a	۲۴/۴۴b	۲۷/۵۶a
کود فسفری						
شاهد	۳۰/۷۷ab	۱۰۲/۳b	۷۸۹/۹b	۲۸/۹۷a	۲۳/۰۷c	۲۸/۵۹a
۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفر	۳۱/۵۹a	۱۰۴/۷b	۸۶۴/۳a	۲۹/۰۰a	۲۴/۶۷a	۲۸/۴۷a
۵۰٪ کود شیمیایی فسفر+کود زیستی	۳۲/۰۶a	۱۱۹/۲a	۸۶۷/۶a	۲۸/۶۸b	۲۳/۷۸b	۲۷/۵۳ab
کود زیستی	۲۹/۹۶ b	۹۱/۴۳c	۷۱۹/۰c	۲۸/۶۸b	۲۳/۳۴c	۲۷/۰۷b
رقم عدس						
رقم زیبا	۳۲/۶۴۸a	۳۹/۳۳۸a	۱۱۹۳/۲۲a	۲۹/۲۰۵a	۲۶/۳۴۲a	۳۰/۳۵a
رقم ILL6039	۲۹/۵۴۳b	۱۷/۲۵۴b	۴۲۷/۱۶b	۲۸/۴۶۰b	۲۱/۰۸۸b	۲۵/۴۷۹b

اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- اثرات متقابل آبیاری در رقم بر صفت تعداد غلاف در بوته عدس

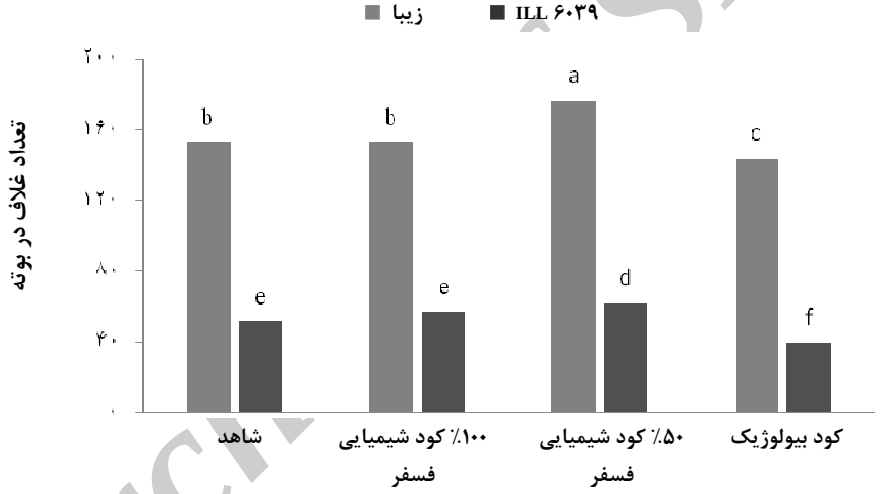
کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. Kumudini (2002) گزارش نمود که ظاهراً گیاهان دارای مکانیزم‌هایی هستند که اندازه مخزن را بر اساس میزان آسمیلات‌های موجود تنظیم می‌کنند. بنابراین تحت شرایط تنش خشکی که کمبود آب موجب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز و نهایتا آسیمیلات‌ها می‌گردد، گیاه با ریزش گل‌ها و غلاف‌های خود اندازه مخزن را کاهش می‌دهد و این امر خود سبب کاهش عملکرد می‌شود. در بین تیمارهای اثر متقابل رقم*کود، تیمار کود تلفیقی و رقم زیبا بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۷۶/۴) را داشت (شکل ۲) و در بین تیمارهای اثر متقابل آبیاری*کود تیمار کود تلفیقی و سطح شاهد آبیاری بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۳۷) را نشان داد (شکل ۳). همچنین بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که تیمار سطح شاهد آبیاری و کود تلفیقی و رقم زیبا بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۹۵/۳) را داشت، همچنین در هر دو رقم و هر سه سطح تنش خشکی تیمار کود تلفیقی بیشترین تعداد غلاف در بوته را دارا بود (جدول ۳). بررسی تیمارهای مختلف اثر متقابل سه‌گانه در سطح آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر نشان دهنده بالا بودن تعداد غلاف در بوته در تیمار کود تلفیقی است. به نظر می‌رسد دلیل این

www.SID.ir

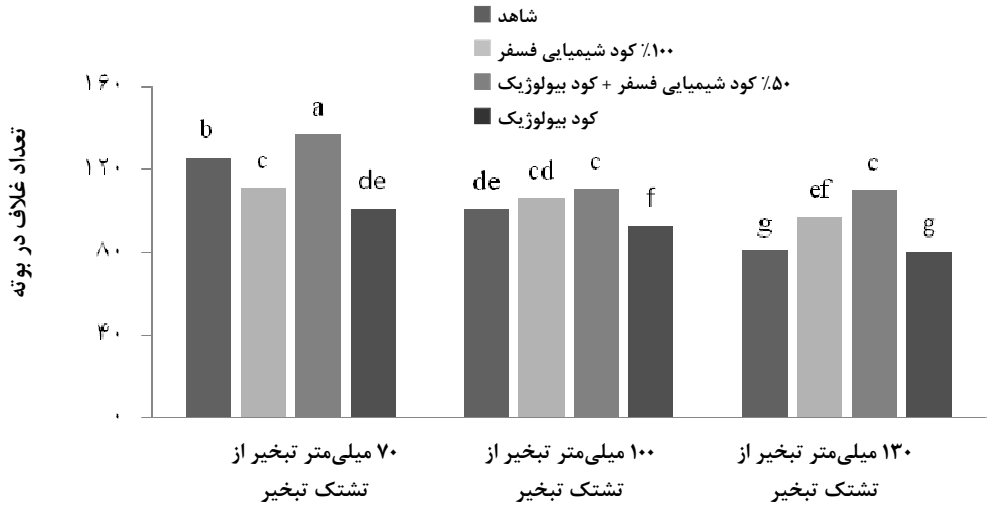
موضوع، کمک فسفر در توسعه ریشه و جذب مواد غذایی و آب بیشتر به وسیله گیاه نسبت داد. این نتایج نشان‌دهنده آسیب‌پذیری این صفت از عامل تنش خشکی و کمک کود تلفیقی به بهبود این شرایط می‌باشد.

عملکرد دانه

اثر متقابل عوامل دوگانه آبیاری× رقم، آبیاری× کود و رقم× کود در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل سه‌گانه در سطح ۵٪ بر روی صفت عملکرد دانه در هکتار معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوری که نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای اثر متقابل آبیاری×رقم نشان داد که سطح شاهد آبیاری و رقم زیبا بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۳۴۴ کیلوگرم در هکتار) را داشت و کمترین میزان عملکرد دانه (۲۹۲/۹ کیلوگرم در هکتار) از رقم ILL6039 و سطح شدید تنش خشکی به دست آمد (شکل ۴). در تیمارهای اثر متقابل نوع کود×رقم، تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری و رقم زیبا (۱۲۷۴ کیلوگرم در هکتار) و تیمار کود تلفیقی و رقم زیبا (۱۲۶۶ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را داشتند (شکل ۵). با افزایش میزان مصرف فسفر رشد گیاه تحت تأثیر قرار گرفته، شاخص سطح برگ و فتوسنتز گیاه افزایش یافته و در نهایت موجب افزایش عملکرد می‌گردد (Colombt et al., 2000). در بین تیمارهای اثر متقابل سه‌گانه تیمار رقم زیبا و کود

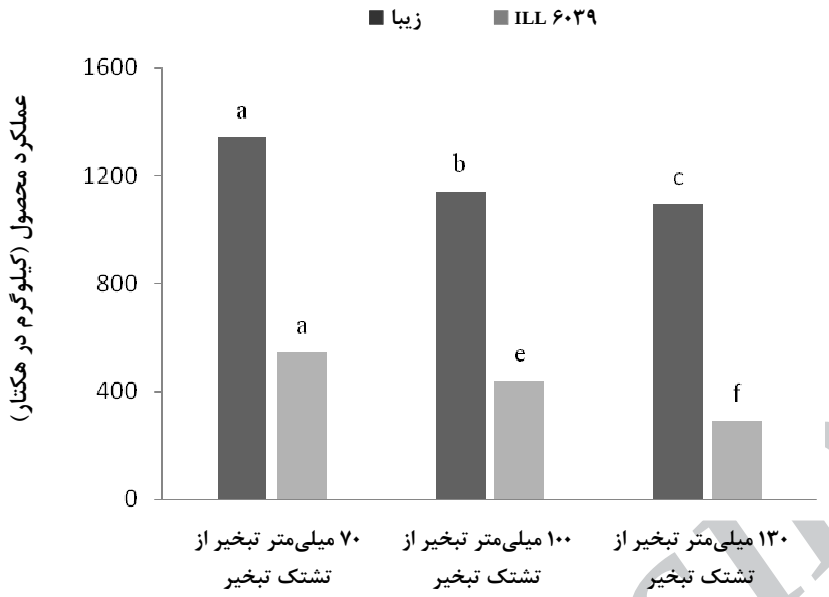


شکل ۲- اثرات متقابل رقم در کود بر صفت تعداد غلاف در بوته عدس



شکل ۳- اثرات متقابل آبیاری در کود بر صفت تعداد غلاف در بوته عدس

www.SID.ir



شکل ۴- اثرات متقابل آبیاری در رقم بر صفت عملکرد محصول عدس در هکتار

تلفیقی و سطح شاهد آبیاری بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۴۰۴ کیلوگرم در هکتار) را به دست آورد. کمترین میزان عملکرد دانه (۱۵۵/۹ کیلوگرم در هکتار) در رقم ILL6039 و تیمار کود زیستی و سطح تنش شدید خشکی به دست آمد (جدول ۳). افزایش عملکرد و جذب عناصر نیتروژن و فسفر در سورگوم و نخود بیشتر در زمانی مشاهده می‌شود که ۵۰ درصد کود شیمیایی یا دامی به همراه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد مانند باکتری‌های حل‌کننده فسفات به کار روند (Sani et al., 2004). کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی به علت افزایش در سرعت پیری برگ‌ها و کاهش دوره پر شدن دانه‌ها می‌باشد. همچنین تنش خشکی از طریق کاهش تعداد دانه در بوته و اندازه بذر به دلیل کاهش طول دوره پر شدن دانه، عملکرد و اجزای عملکرد را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (De Souza et al., 1997).

شاخص برداشت

اثر متقابل آبیاری×رقم، آبیاری× کود و اثر متقابل سه‌گانه بر روی صفت شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان درصد شاخص برداشت در اثر متقابل آبیاری× رقم (۳۲/۳۵٪) از تیمار رقم زیبا و تنش شدید خشکی به دست آمد (شکل۶) در کل رقم زیبا دارای شاخص برداشت بیشتری بود و همین موضوع یکی از عوامل بیشتر بودن عملکرد این رقم است. در بین تیمارهای اثر متقابل آبیاری× کود، تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری و تنش خفیف خشکی، درصد شاخص برداشت بیشتری (۲۹/۵۳٪) داشت (شکل ۷) علت بالا بودن شاخص برداشت در کود شیمیایی را می‌توان به جذب سریع‌تر فسفر به صورت شیمیایی نسبت داد. در بین تیمارهای اثر متقابل سه‌گانه، ترکیب تیماری رقم زیبا و ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری و تنش خفیف خشکی شاخص برداشت (۳۶/۱۶٪) بیشتری داشت (جدول ۳). رقم زیبا به دلیل داشتن تعداد غلاف در بوته بیشتر قادر به تحمل تنش خشکی و تولید محصول دانه بیشتر و در نتیجه شاخص برداشت بالاتری شد. تنش خشکی تا حدودی باعث افزایش درصد شاخص برداشت شده است که علت آن را می‌توان به زمان وقوع تنش نسبت داد. از آنجایی‌که وقوع تنش خشکی بعد از استقرار گیاه رخ داده است، گیاه به منظور مقابله با تنش خشکی، تا حدودی توسعه و رشد شاخ و برگ خود را کاهش داده است که در نهایت سبب زیادتر شدن درصد شاخص برداشت شده است.

درصد پروتئین برگ

درصد پروتئین شاخساره در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، نوع کود فسفری و رقم قرار گرفت (جدول ۲). اثر متقابل عوامل دوگانه آبیاری× رقم، آبیاری × کود و رقم × کود و اثر متقابل سه‌گانه در سطح

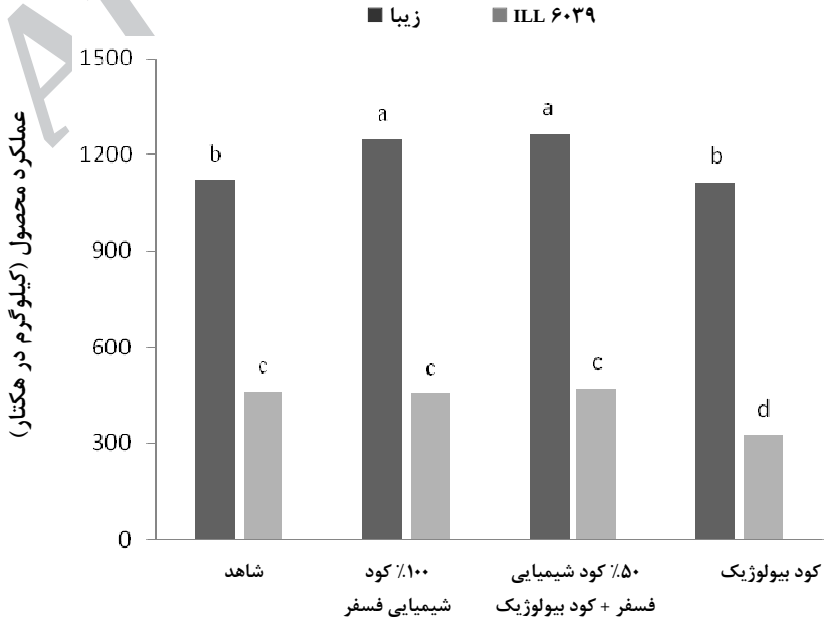
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه (آبیاری، کود و رقم) در صفات مورد بررسی عدس

تیمارها			صفات مورد بررسی				
			ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)	پروتئین برگ (٪)	پروتئین دانه (٪)
۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر	زیبا	شاهد (بدون کود)	۳۰/۱۰bcdef	۱۲۰/۷g	۹۲۱/۷h	۳۲/۷۳b	۲۷/۵۹c	۲۹/۴۶bcd
		۱۰۰٪کود فسفر	۳۲/۳bcd	۱۴۷/۶def	۱۱۹۷cde	۳۳/۰۷b	۲۹/۰۹b	۲۹/۴۶bcd
		۵۰٪ کود فسفر+کود زیستی	۳۲/۱bcd	۱۷۷/۱b	۱۲۳۶bcd	۳۰/۹۴bc	۲۹/۰۵b	۲۹/۳۳cde
		کود زیستی	۳۰/۹ bcde	۱۳۸/۶f	۱۰۱۹g	۳۲/۶۷b	۲۶/۵۸d	۳۰/۳۲ab
	ILL6039	شاهد (بدون کود)	۲۹/۷cdef	۴۰/۵۵j	۳۳۶/۵n	۲۵/۷۸ efg	۲۰/۵۷hi	۲۸/۳۳efghi
		۱۰۰٪ کود فسفر	۲۹/۴۲ cdef	۴۶/۳۲j	۳۳۱/۹n	۲۶/۰۷def	۲۱/۸۴fg	۲۹/۲۶ cdef
		۵۰٪ کود فسفر+کود زیستی	۲۹/۷۵cdef	۴۲/۷۵j	۳۴۷/۴mn	۲۷/۹۱de	۲۲/۲۴f	۲۹/۳۴cde
		کود زیستی	۲۶/۶f	۲۲/۴k	۱۵۵/۹o	۲۳/۷۷ fgh	۱۸/۵۸j	۲۷/۵i
۱۰۰ mm	زیبا	شاهد (بدون کود)	۳۲/۴bcd	۱۵۱/۹cd	۱۱۲۱ef	۲۷/۸۷de	۲۱/۶۷fg	۲۹/۸۶ abc
		۱۰۰٪ کود فسفر	۳۰/۶ bcdef	۱۴۹/۵de	۱۲۳۸bcd	۳۶/۱۶a	۲۴/۶۲e	۳۰/۵۱a
		۵۰٪ کود فسفر+کود زیستی	۳۰/۹۰bcde	۱۵۶/۸cd	۱۱۵۷de	۲۶/۳۸def	۲۴/۰۱e	۲۸/۵۹defgh
		کود زیستی	۳۱/۴۵ bcd	۱۴۱ef	۱۰۵۲fg	۲۷/۸۵de	۲۱/۱۱gh	۲۹/۴۴bcd
	ILL6039	شاهد (بدون کود)	۲۶/۸۱ef	۴۹/۵۱j	۴۰۷/۶ lmn	۲۶/۰۹def	۱۸/۰۷j	۲۸/۵۰defgh
		۱۰۰٪ کود فسفر	۲۹/۸ cdef	۶۲/۲۵i	۵۰۷/۴ jkl	۲۳/۱۲gh	۱۹/۹۱i	۲۸/۲۸fghi
		۵۰٪ کود فسفر+کود زیستی	۳۰/۰۸ bcdef	۶۴/۳۸i	۴۷۷/۶ kl	۲۲/۱۵h	۱۷/۱۸k	۲۷/۷۲hi
		کود زیستی	۲۸/۳def	۴۴/۵۵j	۳۶۹/۷ mn	۲۶/۹۴de	۱۸/۸۸j	۲۸ghi
۷۰ mm	زیبا	شاهد (بدون کود)	۳۴/۱۳ab	۱۸۵/۷b	۱۳۱۳ ab	۳۱/۴۵bc	۲۶/۵۷d	۲۸/۵۳defgh
		۱۰۰٪ کود فسفر	۳۶/۴۵a	۱۶۰/۳c	۱۳۸۶ a	۲۴/۹۶efgh	۳۰/۴۲a	۲۸/۷۹defg
		۵۰٪ کود فسفر+کود زیستی	۳۷/۰۵a	۱۹۵/۳a	۱۴۰۴ a	۳۱/۰۸bc	۲۶/۳۹d	۲۸/۵۷Efgh
		کود زیستی	۳۳/۴abc	۱۵۲/۳ cd	۱۲۷۵ bc	۲۹/۰۵cd	۲۹/۰۲b	۲۷/۶hi
	ILL6039	شاهد (بدون کود)	۳۱/۵bcd	۶۵/۵i	۶۳۹/۶ i	۲۷/۶۲de	۲۳/۹۵e	۲۹/۱۶cdef
		۱۰۰٪ کود فسفر	۳۱bcd	۶۱/۹۲i	۵۲۵/۳ jk	۲۷/۴۵de	۲۲/۱۶f	۲۷/۷۱hi
		۵۰٪ کود فسفر+کود زیستی	۳۲/۴۵bcd	۷۸/۷۵h	۵۸۳/۸ ij	۲۶/۶۹def	۲۳/۸۱e	۲۸/۵۲ defgh
		کود زیستی	۲۹/۱۱def	۴۹/۷۵j	۴۴۳/۱ klm	۲۲/۱۶h	۲۵/۸۸d	۲۹/۲۲cdef

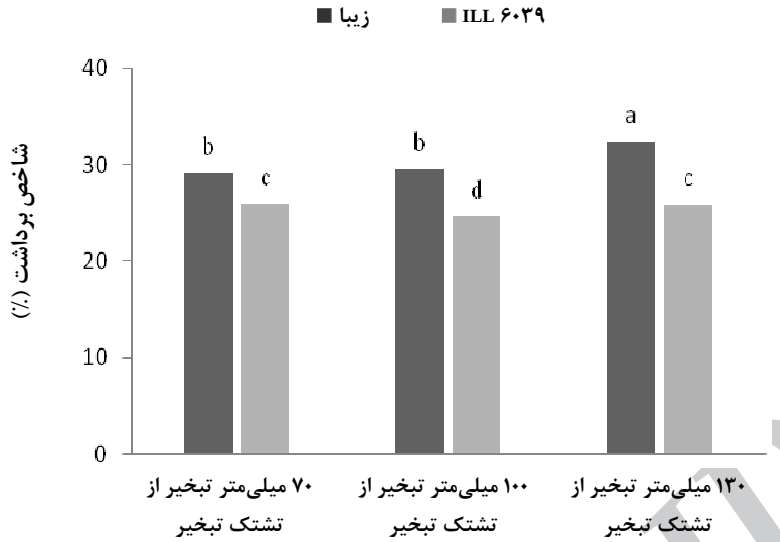
اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.



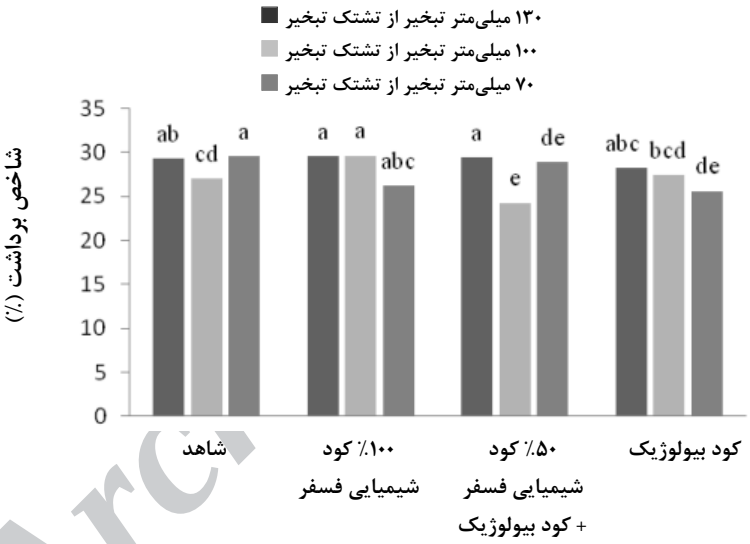
شکل ۵- اثرات متقابل کود در رقم بر صفت عملکرد محصول عدس در هکتار

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶- اثرات متقابل آبیاری در رقم بر صفت درصد شاخص برداشت عدس



شکل ۷- اثرات متقابل آبیاری در کود بر صفت درصد شاخص برداشت عدس

۱٪ بر روی صفت درصد پروتئین شاخساره معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین در بین تیمارهای مختلف اثر متقابل سه گانه نشان داد که تیمار سطح معمول آبیاری× رقم (زیبا) ×۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری بیشترین درصد پروتئین شاخساره (۳۰/۴۲٪) را به دست آورد و کمترین درصد از تیمار تنش خفیف خشکی× رقم ILL6039× سطح کود تلفیقی (۱۷/۱۸٪) به دست آمد (جدول۳).

درصد پروتئین دانه

اثر متقابل آبیاری × رقم، آبیاری × کود فسفری و اثر متقابل سه‌گانه بر روی صفت درصد پروتئین دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول). بررسی اثر متقابل سه‌گانه نیز نشان‌دهنده برتری درصد پروتئین دانه رقم زیبا (۳۰/۵۱٪) در شرایط تنش خفیف خشکی و در کود تلفیقی بود (جدول ۳). در کل آن‌طور که از نتایج بر می‌آید تنش خشکی سبب افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود و از نظر نوع کود، ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری موفق‌تر از بقیه انواع کود فسفری بود که می‌توان علت آن را جذب سریعتر فسفر به صورت شیمیایی بیان کرد. افزایش درصد پروتئین خام در رژیم رطوبتی با دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به دور آبیاری ۵ روز در آزمایشی در مصر بر روی باقلا هم گزارش شده

www.SID.ir

است (Ahmed, 2004). همچنین در آزمایشی مشاهده شد که عملکرد و درصد کربوهیدرات‌های دانه باقلا در اثر تنش خشکی کاهش یافت، ولی درصد پروتئین دانه افزایش یافت (Musallam et al., 2004; Podlesny, 2001). نتایج آزمایش Jalilian et al. (2005) بر روی نخود نیز مؤید این مطلب بوده است، که در شرایط تنش، درصد پروتئین در اثر کاهش سهم نشاسته در دانه افزایش می‌یابد و افزایش مطلق در میزان پروتئین را گزارش نکردند. احتمالاً در شرایط تنش خشکی بخصوص در مرحله پر شدن غلاف به واسطه کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش فتوسنتز خالص و به تبع آن تکمیل نشدن وزن بالقوه دانه که عمدتا این کاهش از ناحیه نشاسته می‌باشد، نسبت پروتئین به نشاسته در دانه افزایش و در واقع درصد پروتئین در دانه افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

همانطور که نتایج نشان می‌دهد استفاده از کود تلفیقی در شرایط تنش خشکی سبب افزایش عملکرد عدس شده است. در حالت کلی می‌توان گفت که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر روی اغلب صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌داری داشته و در اثر فعالیت‌های انحلال فسفر توسط ریزجانداران جذب سایر عناصر غذایی نیز در گیاه بالا رفته که در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. اثر مایه‌زنی بذر با این کود زیستی در مقایسه با تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری حاکی از برتری تیمار کود زیستی+۵۰٪ کود شیمیایی فسفری بود. لذا می‌توان از دیدگاه کاهش مصرف کود شیمیایی، سطح ۵۰٪ کود شیمیایی فسفری را به همراه کود زیستی برای گیاه عدس توصیه کرد. از آنجایی که این آزمایش در ایران اولین تحقیق از نوع خود روی عدس می‌باشد و نظر به اینکه در کشور ما عدس اکثراً به صورت دیم و در محیط‌های تنش‌زا از نظر رطوبتی کشت می‌شود توسعه نتایج این تحقیق به مزارع می‌تواند سبب افزایش عملکرد دانه گیاه عدس در واحد سطح شود.

REFERENCES

1. Ahmed, E. A. L. (2004). *Yield and seed quality of faba bean as affected by some environmental factors*. Ph. D. Thesis, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Cairo University.
2. Aliasgarzadeh, N. (1997). *Microbiology and biochemistry of soil*. Tabriz University publication. (In Farsi)
3. Arpana, N., kumar, S. D. & Prasad, T. N. (2002). Effect of seed inoculation on uptake of major nutrients and soil fertility status after harvest of late sown lentil. *Journal of Applied Biology*, 12(1/2), 23-26.
4. Attoe, O. J. & Olsen R. A. (1966). Factors affecting the rate of oxidation of elemental sulfur and that added in rock phosphate sulfur fusion. *Soil Science*, 101, 317-324.
5. Bagheri, A., Goldani, M. & Hasanzadeh, M. (1997). *Planting and breeding of lentil*. Jahad Daneshgahi Press. Page 62. (In Farsi)
6. Colomb, B., Kinivy, R. & Debaeke, P. H. (2000). Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. *Agronomy Journal*, 92 (1), 428-435.
7. De Souza, P. I., Egli, D. B. & Bruening, W. P. (1997). Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. *Agronomy Journal*, 807-812.
8. FAO. (2004). *FAO production year book (58)*. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy.
9. Frederick, J. R., Camp, Jr. Cr. & Bauer, P. J. (2001). Drought-stress effects on branch main stem seed yield and yield component of determinate soybean. *Crop Science*, 41, 759-776.
10. Fernandez, L. A., Zalba, P., Gomez, M. A. & Sagardoy, M. A. (2007). Phosphate-solubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. *Biology Fertility Soils*, 43, 805-809.
11. Gyaneshwar, P., Kumar, G. N., Parekh, L. J. & Poole, P. S. (2002). Role of microorganisms in improving P nutrient of plants. *Plant Soil*, 245, 83-93.
12. Kantwa, S. R. & Meena, N. L. (2002). Effect of irrigation, phosphorus and PSB on growth and yield of mustard. *Annual Agricultural Research*, 23(3), 456-460.
13. Klee, H. J., Hyford, M. B., Kretzmer, K. A., Barry, G. F. & Krishore, G. M. (1991). Control of ethylene synthesis by expression of a bacterial enzyme in transgenic tomato plants. *Plant Cell*, 3, 1187-1193.
14. Kumudini, S. (2002). Trials and tribulations. A review of the role of assimilate supply in soybean genetics yield improvement. *Field Crop Research*, 75, 211-222.
15. Jalilian, J., Modarres Sanavy, S. A. M. & Sabaghpour, S. H. (2005). Effect of plant density and

Archive of SID

www.SID.ir

supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars under dry land condition. *Journal Agriculture Science Natur Resour*, 12(5), nov-des 2005. (In Farsi)

16. Musallam, I. W., Al-Karaki, G., Ereifej, K. & Al-Tawaha, A. R. (2004). Chemical composition of faba bean genotypes under rainfed and irrigation conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(2), 369-362.
17. Omar, S. A. (1998). The role of rock-phosphate solubilizing fungi and vesicular-arbuscular-mycorrhiza (VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. *World Journal Microbiol and Biotechnol*, 14, 2.
18. Podlesny, J. (2001). The effect of drought on the development and yielding of two different varieties of the fodder broad bean (*Vicia faba* var. minor). *Journal of Applied Genetics*, 42(3), 283-287.
19. Sawyer, J. & Creswell, J. (2000). Integrated crop management. P182-183. In phosphorous basics. Aug. 2000, Iowa State University, Ames, Iowa.
20. Sharma, A. K. (2002). *Biofertilizers for Sustainable Agriculture*. (1st ed.). Jodhpur: Agrobios, India. 456p.
21. Somasegaran, P. & Hoben, H. J. (1994). Hand book for rhizobia: *Methods in legume-Rhizobium technology*. New York. Springer-Verlag, U.S.A.
22. Thomas, M., Robertson, J., Fukai, S. & Peoples, M. B. (2003). The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. *Field crop Research*, 86(1), 67-80.
23. Turan, M., Ataoglu, N. & Sahin, F. (2006). Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorous in liquid culture. *Journal Sustainable Agronomy*, 28, 99-108.
24. Yadav, S. S., Rizvi, A. H., Manohar, M., Verma, A. K., Shrestha, R., Chen, C., Bejiga, G., Chen W., Yadav, M. & Bahl, P. N. (2007). Lentil growers and production systems around the world. *Lentil*: An ancient crop for modern times. Pp. 415-442.
25. Zahir, A. Z., Arshad, M. & Frankenberger, W. F. (Jr). (2004). Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81, 97-168.
26. Sani, V. K., Bhandari, S. C. & Tarafdar, J. C. (2004). Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and Mycorhizal infection in nodulated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crop Research*, 89, 39-47.

Archive of SID

www.SID.ir