نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۲۰-۱۱۰۷

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1107-1120

واکنش عملکرد و صفات فیزیولوژیک عدس (*Lens culinaris* L.) به کودهای شیمیایی فسفری و زیستی در شرایط متفاوت رطوبتی

مراد محمدی[۱]، محمدرضا قانع[۲]، ناصر مجنون حسینی[۳*] و حسین مقدم[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۰

محمدی، م.، قانع، م.، مجنون حسینی، ن.، و مقدم، ح. ۱۳۹۷. واکنش عملکرد و صفات فیزیولوژیک عدس (*Lens culinaris* L.) به کودهای شیمیایی فسفری و زیستی در شرایط متفاوت رطوبتی. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴):۱۱۲۰-۱۱۰۷.

چکیده

مطالعات مختلف در نواحی خشک و نیمه‌خشک نشان داده که کاربرد کودهای فسفری تحت شرایط تنش آب تولید گیاهان زراعی را افزایش می‌دهد. به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و اثر کودهای شیمیائی فسفری و زیستی بر عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک عدس (*Lens culinaris* L.) (رقم زیبا)، آزمایشی به صورت کرت خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری (آبیاری پس از ۷۰ (آبیاری معمول)، ۱۰۰ (تنش خفیف خشکی) و ۱۳۰ (تنش شدید خشکی) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و عامل فرعی شامل نوع کود {شاهد بدون کود؛ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار)؛ کود زیستی؛ و تلفیقی از ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفری (۲۵ کیلوگرم در هکتار)+کود زیستی (حاوی دو سویه ۹۳ و ۱۸۷ *سودوموناس پوتیدا* همراه با *ازتوباکتر*)} بود. کود زیستی مورد استفاده در تیمارهای مربوطه به صورت تلقیح پیش کاشت استفاده شد. در این بررسی صفات تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه، میزان پرولین، محتوی رطوبت نسبی برگ و کلروفیل کل مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که برهمکنش آبیاری در نوع کود روی عملکرد دانه معنی‌دار بود (۵٪ >p) و بیشترین میزان عملکرد دانه عدس (۱۴۰۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار برهمکنش آبیاری معمول و کود تلفیقی تولید شد. همچنین استفاده از کود تلفیقی (۵۰ درصد کود شیمیایی فسفری+ کود زیستی) در تنش خشکی شدید عملکرد دانه بیشتری را نسبت به سایر تیمارهای کودی تولید نمود. اثر متقابل آبیاری در نوع کود روی صفات محتوای رطوبت نسبی، میزان کلروفیل کل و پرولین معنی‌دار بود (۱٪>p). از نظر صفت محتوی رطوبت نسبی برهمکنش آبیاری معمول و کود زیستی (۸۵/۶۳ درصد)، از نظر میزان کلروفیل کل برگ برهمکنش آبیاری معمول و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (۱/۵۱۷ میلی‌گرم در گرم برگ تر برگ) و از نظر میزان پرولین برهمکنش تنش خشکی شدید و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (۳/۳۷۲ میلی‌گرم در گرم برگ تر برگ) بیشترین مقدار را داشتند. نتایج ضرایب همبستگی مشخص نمود عملکرد محصول همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد غلاف در بوته (۰/۸۲۵) و محتوای رطوبت نسبی (۰/۶۳۰) و همبستگی منفی و معنی‌داری با درصد پروتئین دانه (۰/۶۰۹ -) و میزان پرولین (۰/۶۳۸ -) داشت. در کل می‌توان از دیدگاه کاهش مصرف کود شیمیایی به منظور حفظ محیط زیست و پایین آوردن هزینه‌های اقتصادی، سطح ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفری به همراه کود زیستی برای گیاه عدس توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، رطوبت نسبی برگ، عملکرد دانه، کود زیستی، کلروفیل، میزان پرولین

مقدمه

از مهمترین مشکلات کشاورزی رایج جهان مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی است. مصرف کودهای شیمیایی در جهان سالانه معادل ۸۵ میلیون تن کود نیتروژن و ۱۵ میلیون تن کود فسفری می‌باشد (Roy et al., 2006) سیستم‌های کشاورزی رایج، اگرچه به کمک کود و سموم شیمیایی در کوتاه مدت، می‌توانند عملکرد محصولات زراعی را افزایش دهند، ولی در درازمدت، پایداری و حاصلخیزی خاک، سلامت محیط زیست و عملکرد گیاهان زراعی کاهش می‌یابد. این کاهش در نتیجه افت خصوصیات فیزیکی خاک، اسیدی شدن و کاهش فعالیت‌های زیستی خاک ناشی از مصرف

۱- دکترای مهندسی کشاورزی، زراعت- فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه تبریز
۲- دانشجوی دکتری زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی ساری
۳ و ۴- به‌ترتیب استاد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: mhoseini@ut.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.29972

www.SID.ir

Archive of SID

کودهای شیمیائی می‌باشد (Adediran et al., 2004). در مناطقی که حاصلخیزی خاک پائین می‌باشد، استفاده از کود شیمیائی اجتناب‌ناپذیر است از این‌رو، می‌بایست کودهای شیمیائی به گونه‌ای مصرف شوند که ضمن تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاهان زراعی، آلودگی حاصل از آبشوئی را به دنبال نداشته باشد. از جمله ترکیباتی که از آن‌ها به عنوان جانشین کودهای شیمیایی نام برده می‌شود، کودهای زیستی می‌باشند. تلقیح خاک یا بذر با ریزجانداران حل کننده فسفات می‌تواند فسفر خاک و یا فسفر کودی تثبیت شده در خاک را به فرم قابل جذب گیاه تبدیل کند و در نتیجه عملکرد گیاه زراعی را بهبود بخشد (Puente et al., 2004). از مهمترین باکتری‌های حل کننده فسفات می‌توان به *ریزوبیوم*[1]، *سودوموناس*[2]، *باسیلوس*[3]، *آگروباکتریوم*[4]، *میکروکوکوس*[5] اشاره کرد (Rodriguez & Fraga, 1999). از دیگر عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان در جهان تنش خشکی و کم‌آبی است. شیوا کومار و همکاران (Shivakumar et al., 2004) گزارش کردند که افزایش عنصر فسفر تا حدودی اثرات سوء مستقیم و غیرمستقیم خشکی بر جذب فسفر را خنثی می‌کند و راندمان مصرف آب و در نتیجه مقاومت به خشکی در گیاه نخود زراعی (*Cicer arietinum* L) را افزایش می‌دهد. مطالعات مختلف در نواحی خشک و نیمه‌خشک نیز نشان داد که افزایش کود فسفری تحت شرایط تنش آب ماده خشک اندام‌های هوائی نخود را افزایش می‌دهد (Jain et al., 2006). در آزمایشی در شرایط تنش خشکی با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفری و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، بالاترین عملکرد دانه عدس در تیمار حاوی باکتری حل‌کننده فسفات حاصل شد (Arpana et al., 2002).

احمدی فرد و همکاران (Ahmadifard et al., 2011) در بررسی روش‌های مختلف کوددهی {(سطوح مختلف کود سوپرفسفات تریپل (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، سطوح مختلف کود زیستی فسفر بارور-۲ (۲۵، ۵۰ و ۷۵ گرم در هکتار) و تیمارهای تلفیقی این دو نوع کود)} بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط اقلیمی خرم آباد بیان کردند که با کاربرد ۷۵ گرم کود زیستی فسفر بارور ۲ به همراه ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط منطقه حاصل گردید. در آزمایشی که کریمی و همکاران (۲۰۱۳) روی لوبیا سبز انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کاربرد کودهای زیستی و قارچ مایکوریز منجر به افزایش عملکرد لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris* L.) شدند. با توجه به اینکه غالب سطح زیر کشت عدس در ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد و بیشتر آن به صورت دیم کشت می‌شود استفاده از کودهای زیستی می‌تواند منجر به بهبود جذب مواد غذایی و آب شود. در منطقه کرج رقم زیبا از متداول برای کشت عدس محصوب می‌شود و انتخاب بهترین تیمارهای کودی در شرایط مختلف آبیاری از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف مقایسه کود شیمیایی فسفری، کود زیستی و تلفیقی از آنها تحت شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی از نظر تأثیرگذاری بر عملکرد عدس و صفات فیزیولوژیک مرتبط با تنش خشکی به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (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، میانگین ۳۰ ساله بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. سه سطح آبیاری {شاهد (آبیاری معمول پس از ۷۰ میلی‌متر) بر اساس منحنی رطوبتی و بافت خاک میان ۷۰ میلی‌متر تبخیر در دامنه رطوبتی آب سهل‌الوصول قرار می‌گیرد که در این دامنه گیاه با تنش مواجه نمی‌شود، همچنین بر اساس آزمایشات فیزیک خاک با دستگاه Pressure plate و تعیین نقاط حساس رطوبتی خاک مشخص شد که تنش خشکی خفیف در زمان آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر و تنش خشکی شدید در زمان آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A اتفاق می‌افتد} به عنوان عامل اصلی و چهار سطح نوع کود شامل [۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (سوپرفسفات تریپل)، کود زیستی (حاوی دو سویه ۹۳ و ۱۸۷ *سودوموناس پوتیدا* و *ازتوباکتر*)، کود تلفیقی (۵۰ درصد کود شیمیایی فسفری+کود زیستی) و شاهد (بدون هیچ مصرف کود)] به عنوان عامل فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. کود زیستی به‌صورت آماده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شد. بذر عدس کشت شده نیز (رقم اصلاح شده زیبا) از موسسه تحقیقات دیم کشور در مراغه تهیه گردید. پیش از انجام آزمایش یک نمونه مرکب خاک از مزرعه تهیه و آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال شد. نوع خاک محل آزمایش لومی رسی، با pH= ۸، EC حدود ۱/۷۴ دسی زیمنس بر متر، با میزان ۰/۰۹ درصد نیتروژن کل، ۱۵۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک پتاسیم قابل جذب و ۱۴/۱ میلیگرم بر کیلوگرم خاک فسفر قابل جذب بود. برای آماده‌سازی زمین، ابتدا شخم پاییزه انجام شد. سه هفته قبل از کشت محل آزمایش با علف‌کش ترفلان به منظور مبارزه با بانک بذر علف‌های هرز موجود در خاک سم‌پاشی و یک دیسک سطحی زده شد. پیش از عملیات کاشت نیز بر اساس نتایج آزمون خاک، به

1- *Rhizobium*
2- *Pseudomonas*
3- *Bacillus*
4- *Agrobacterium*
5- *Micrococcus*

www.SID.ir

Archive of SID

دلیل نیاز مزرعه به نیتروژن و پتاسیم میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به تمامی کرت‌های آزمایشی داده شد. سپس، برای تأمین تیمار کود شیمیایی فسفری ۱۰۰ و ۵۰ درصد به ترتیب به میزان ۵۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل مورد استفاده قرار گرفت. عملیات کاشت پس از نم‌کاری و گاورو شدن زمین در اواسط اسفند ۱۳۹۳ انجام گرفت. به منظور جلوگیری از خارج شدن عناصر کودی، انتهای کرت‌های آزمایشی بسته شد. مقدار مورد نیاز بذر برای کشت در تیمارهای کود زیستی توزین شد و در داخل یک کیسه پلی‌اتیلنی ریخته شد. سپس ۳۰ میلی‌متر ماده چسباننده (محلول ۴۰ درصد صمغ عربی) به ازای هر کیلوگرم بذر عدس روی بذور ریخته شد و به مدت ۵ دقیقه به خوبی تکان داده شد تا ماده چسباننده به طور مناسبی به تمام بذور بچسبد. در مرحله بعد ماده تلقیح (سویه ۹۳ و ۱۸۷ *سودوموناس پوتیدا* همراه با *ازتوباکتر*) به مقدار ۵۰ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر بر روی بذور ریخته شد و به خوبی تکان داده شد تا به تمام بذور بچسبد. در پایان بذور آغشته به مایه تلقیح برای خشک شدن روی ورقهٔ آلومینیومی تمیز در سایه پهن گردیدند (Somasegaran & Hoben, 1994) و سرانجام به سرعت اقدام به کاشت بذر و آبیاری مزرعه شد. کرت‌های آزمایشی به صورت جوی و پشته به ابعاد ۳×۲/۵ متر بودند که هر یک دارای ۵ خط کاشت و بذرها با فاصله ۵ × ۵۰ سانتی‌متر (حدود ۴۰ بذر در متر مربع) روی پشته‌ها کشت شدند که دو هفته بعد از تنک فاصله بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اعمال تنش خشکی ۳۰ روز پس از کاشت انجام شد (مصادف با مرحله رشدی ۴ برگی) و تا انتهای فصل رشد ادامه یافت. تا قبل از اعمال تنش خشکی، آبیاری کرت‌ها به صورت مرتب و هر ۱۰ روز یکبار انجام می‌گرفت. در زمان اعمال تنش خشکی، آبیاری مزرعه پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بر اساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک کرج انجام می‌شد. به دلیل رشد مجدد برخی از گونه‌های علف‌هرز مبارزه با آنها به صورت دستی طی دو مرحله (۳۰ و ۶۰ روز بعد از کاشت) انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ در زمان شروع گلدهی از روش اندازه‌گیری کلروفیل آرنون (Arnon, 1986) استفاده شد، که با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu UV 180) غلظت کلروفیل a (در طول موج ۶۶۳) و b (در طول موج ۶۴۵) و مجموع آنها از طریق معادلات ۱ تا ۳ زیر به دست آمد (در این روابط V حجم نهایی نمونه استخراج شده و W وزن تر نمونه است).

(W×۱۰۰۰)/V×{(جذب در ۶۴۵ نانومتر) ۲/۶۹–(جذب در ۶۶۳ نانومتر) ۱۲/۷} = میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم وزن تر معادله (۱)

(W×۱۰۰۰)/V×{(جذب در ۶۶۳ نانومتر) ۴/۶۹–(جذب در ۶۴۵ نانومتر) ۲۲/۹} = میلی‌گرم کلروفیل b در هر گرم وزن تر معادله (۲)

(W×۱۰۰۰)/V×{(جذب در ۶۶۳ نانومتر) ۸/۰۲–(جذب در ۶۴۵ نانومتر)۲۰/۲} = میلی‌گرم کلروفیل a و b در هر گرم وزن تر معادله (۳)

اندازه‌گیری میزان پرولین نیز در مرحله ۵۰درصد گلدهی به کمک روش Bates (1973) انجام شد. برای اندازه‌گیری محتوی آب نسبی برگ (RWC) در اواسط گلدهی (و قبل از زمان آبیاری) از معادله ۴ استفاده گردید (Merah, 2001):

محتوی آب نسبی (٪) = (وزن تر – وزن خشک) / (وزن اشباع – وزن خشک) ×۱۰۰ معادله (۴)

برداشت محصول پس از رسیدگی فیزیولوژیک (حداکثر تولید ماده خشک) انجام گرفت و از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به صورت تصادفی با رعایت حاشیه، برداشت گردید و صفات تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه (بر اساس ۱۴درصد رطوبت) مطالعه شد. اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه با دستگاه اتوآنالیزر (Kjeltec 1030 ساخت کشور سوئد) و به روش کجلدال انجام شد. به‌طوری‌که 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 SAS نسخه ۹/۲ انجام شد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد با نرم‌افزار Mstat-C انجام گرفت. همچنین بررسی همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت و ترسیم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر عامل آبیاری در سطح احتمال یک درصد روی صفات تعداد غلاف در بوته، عملکرد محصول، محتوی رطوبت نسبی برگ، میزان پرولین و کلروفیل کل معنی‌دار بود. همچنین عامل آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت پروتئین دانه معنی‌دار بود. عامل کود بر روی تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اثرات متقابل آبیاری و نوع کود بر تعداد غلاف در بوته، درصد پروتئین دانه، محتوی رطوبت نسبی، میزان پرولین و کلروفیل کل برگ عدس معنی‌دار بود (p≤ ۱٪). همچنین اثر متقابل عوامل مورد بررسی بر صفت عملکرد محصول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

تعداد غلاف در بوته

رژیم آبیاری معمول بیشترین تعداد غلاف در بوته و تنش خشکی شدید کمترین تعداد غلاف در بوته را داشتند (جدول ۲). در بین

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای مختلف کودی، کود تلفیقی در مقایسه با تیمارها تعداد غلاف در بوته بیشتری تولید کرد (جدول ۲). برهمکنش آبیاری معمول و کود تلفیقی بیشترین تعداد غلاف در بوته را نشان داد (شکل ۱)، به نظر می‌رسد کمک فسفر در توسعه ریشه، جذب مواد غذایی و آب بیشتر به وسیله گیاه دلیل این برتری باشد. همچنین از آنجایی که ریزش گل‌ها و غلاف‌ها باعث کاهش عملکرد حبوبات در نتیجه کمبود مخزن می‌شود، بنابراین تصور می‌شود که با انجام آبیاری معمول به همراه تغذیه شیمیایی و زیستی گیاه تسهیم و تخصیص مواد فتوسنتزی به گل‌ها و دانه‌ها نسبت به شرایط تنش خشکی و عدم استفاده از کود، بهتر بوده و باعث حفظ تعداد غلاف بیشتر در بوته شده است (Parsa & Bagheri, 2008). این نتایج نشان‌دهنده آسیب‌پذیری این صفت از عامل تنش خشکی و کمک کود تلفیقی به بهبود این شرایط می‌باشد که با نتایج سانی و همکاران (Sani et al., 2004) روی نخود مطابقت دارد.

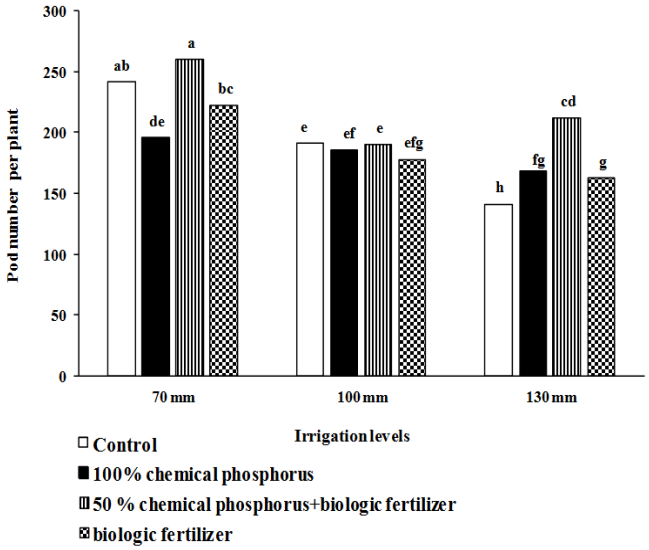
جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه عدس تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری و نوع کود فسفری

Table 1- Mean squares of studied traits of lentil under different irrigation and type of phosphorus fertilizer treatments

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	عملکرد دانه Seed yield	پروتئین دانه Seed protein	محتوی رطوبت نسبی برگ Relative water content	میزان پرولین Prolin content	کلروفیل کل Total chlorophyll
تکرار Replication	3	263.83	3070.816	1.888	8.119	0.003	0.012
آبیاری Irrigation	2	14805.29 **	283261.02 **	8.323 *	353.407 **	6.831 **	0.239 **
خطای اصلی Error a	6	58.898	10072.507	1.053	13.117	0.008	0.019
نوع کود فسفر type of phosphorus	3	3472.166 **	93698.007 **	1.195 **	56.549 **	0.612 **	0.202 **
آبیاری * کود فسفر	6	1608.11 **	16768.062 *	1.662 **	46.261 **	0.731 **	0.352 **
خطای فرعی Error b	27	176.316	5992.377	0.189	7.132	0.035	0.017
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	6.78	6.49	1.49	3.40	9.64	14.10

* و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

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



شکل ۱- برهمکنش اثر آبیاری و نوع و میزان کود فسفر بر تعداد غلاف در بوته گیاه عدس

میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. حروف غیرمشترک بر روی ستون‌ها، نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف آماری معنی‌دار (٪۵ ≥p) است.

Fig. 1- Effect of water deficit and type of phosphorus fertilizer on pod number per lentil plant

Different letters indicate significant difference at p≤ 0.05, based on Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات مورد مطالعه عدس تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و نوع کود فسفری

Table 2- Mean comparison of studied traits of lentil under different irrigation and type of phosphorus fertilizer treatments

تیمارها Treatments	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	پروتئین دانه (٪) Seed protein (%)	محتوای رطوبت نسبی برگ (٪) Relative water content (%)	میزان پرولین (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Prolin content ($mg.g^{-1}$ fw)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$ fw)
رژیم‌های مختلف آبیاری Irrigation treatments						
۷۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 70 mm evaporation	229.8 a*	1344 a	28.37 b	83.81 a	1.266 c	1.039 a
۱۰۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 100 mm evaporation	186.3 b	1142 b	29.60 a	76.63 b	1.951 b	0.795 b
۱۳۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 130 mm evaporation	171.1 c	1093 b	29.64 a	74.97 b	2.572 a	0.930 a
نوع کود فسفر Type of phosphorus						
شاهد Control	191.2 b	1119 b	29.28 ab	80.02 a	1.924 b	1.040 a
۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفری 100 % chemical phosphorus	183.2 b	1274 a	29.59 a	77.21 b	2.244 a	0.995 ab
۵۰٪کود فسفری+کود زیستی 50 % chemical phosphorus+biologic fertilizer	220.8 a	1266 a	28.83 c	76.08 b	1.834 bc	0.745 c
کود زیستی Biologic fertilizer	187.7 b	1115 b	29.12 bc	80.57 a	1.717 c	0.996 b

* میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. اعداد داخل هر ستون و برای هر جزء که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$, based on Duncan's multiple range test.

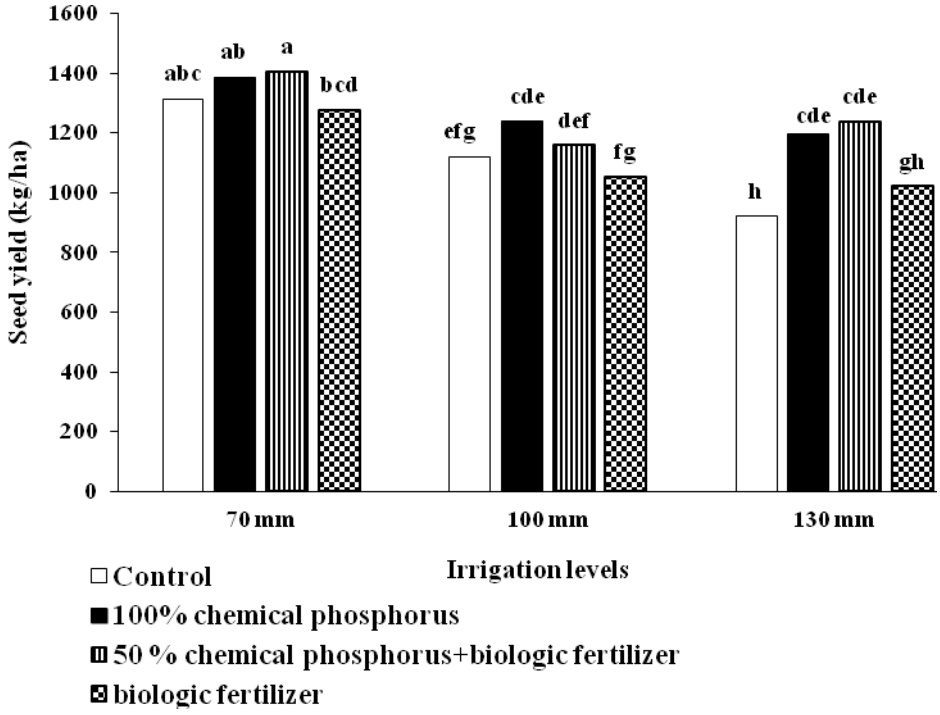
عملکرد دانه

برهمکنش آبیاری معمول و کود تلفیقی بیشترین عملکرد دانه عدس را تولید کرد، در حالی‌که از تیمار تنش شدید خشکی و بدون مصرف کود (شاهد) کمترین مقدار عملکرد دانه به‌دست آمد (شکل ۲). احتمالاً دلیل این امر با نتایج گول و همکاران (Gull et al., 2004) بر روی نخود زراعی مطابقت دارد که کمبود فسفر رشد و پراکنش سیستم ریشه‌ای گیاه را محدود کرده و جذب آب و مواد غذایی را تحت تأثیر قرار داده است و بدین ترتیب موجب کاهش عملکرد دانه گردیده است. استفاده از کود تلفیقی در شرایط تنش شدید خشکی، تنش خفیف خشکی و شرایط آبیاری معمول به‌ترتیب باعث افزایش ۳۴/۱۰، ۳/۲۱ و ۶/۹۳ درصدی عملکرد نسبت به سطح شاهد کود شد که در سطح تنش شدید خشکی این تفاوت معنی‌دار بود. این نتایج نشان دهنده تأثیر مطلوب کود تلفیقی (کاربرد همزمان باکتری‌های حل‌کننده فسفات و مقادیری از کود شیمیایی فسفری) در شرایط تنش خشکی بجای کاربرد این باکتری‌ها به تنهایی است. در عدس در شرایط تنش خشکی و با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفری و باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات چنین نتیجه‌گیری شد که بالاترین عملکرد در تیمار حاوی باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات حاصل شد (Arpana et al., 2002). همچنین، افزایش عملکرد و جذب عناصر نیتروژن و فسفر در سورگوم و نخود بیشتر در زمانی مشاهده شد که ۵۰ درصد کود شیمیایی یا دامی به همراه تلقیح با باکتری‌های محرک رشد مانند باکتری‌های حل‌کننده فسفات به کار رفته‌اند (Sani et al., 2004). همچنین افزایش عملکرد و کیفیت آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در مطالعه محمدپور و همکاران (Mohammadpour et al., 2015)، رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2015) روی گلرنگ

www.SID.ir

Archive of SID

(*Carthamus tinctorius* L.) و غلامی و همکاران (Gholami et al., 2015) روی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) در اثر کاربرد کودهای زیستی مشاهده شده است.



شکل ۲- برهمکنش اثر آبیاری و نوع و میزان کود فسفر بر عملکرد دانه گیاه عدس

میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. حروف غیرمشترک بر روی ستون‌ها، نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف آماری معنی‌دار است.

Fig. 2- Effect of water deficit and type of phosphorus fertilizer on seed yield of lentil plant

Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$, based on Duncan's multiple range test.

درصد پروتئین دانه

با افزایش محدودیت آبی، درصد پروتئین دانه افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین درصد پروتئین دانه در تنش خفیف (۲۹/۶۰ درصد) و در تنش شدید خشکی (۲۹/۶۴ درصد) به دست آمد (جدول ۲). احتمالا 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. نتایج آزمایش جلیلیان و همکاران (Jalilian et al., 2005) بر روی نخود نیز مؤید این مطلب بود که در شرایط تنش درصد پروتئین در اثر کاهش سهم نشاسته در دانه افزایش یافت، و افزایش مطلق در میزان پروتئین را گزارش نکردند. در بین تیمارهای مختلف کودی، تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری درصد پروتئین بیشتری (۲۹/۵۹ درصد) داشت (جدول ۲) که می‌توان علت آن را جذب سریعتر فسفر به صورت شیمیایی بیان کرد.

محتوی رطوبت نسبی برگ

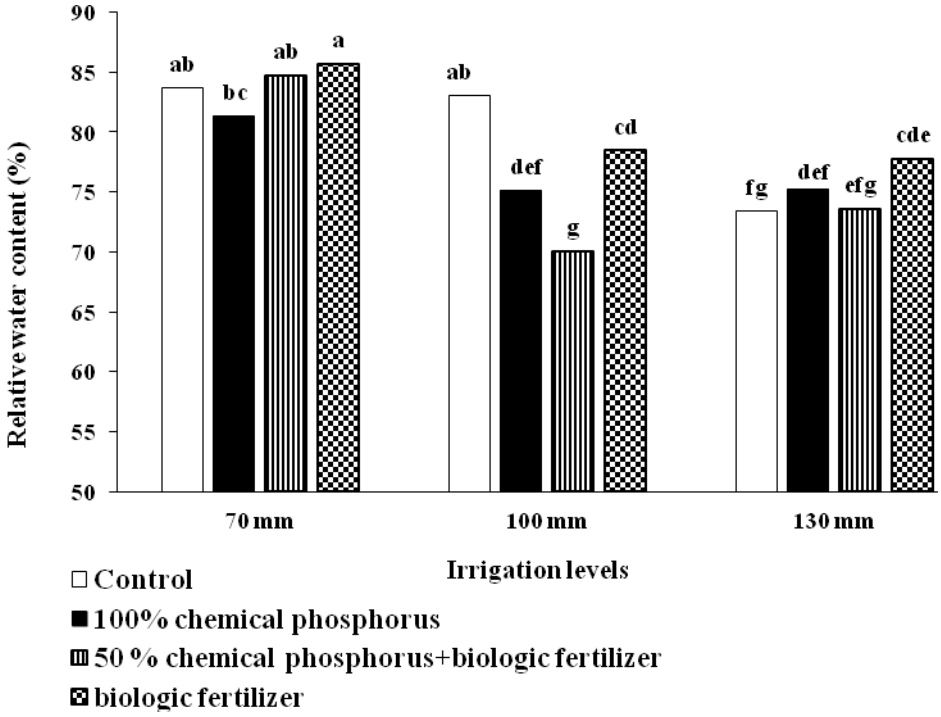
مقایسه میانگین تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین محتوی رطوبت نسبی برگ عدس (۸۳/۸۱ درصد) در آبیاری معمول و کمترین مقدار آن در تنش شدید خشکی (۷۴/۹۷ درصد) به دست آمد (جدول ۲). نتایج این آزمایش در رابطه با کاهش محتوی نسبی آب برگ در اثر تنش کم آبیاری با نتایج آزمایش افه‌اوغلو و همکاران (Efeoglu et al., 2009) روی ذرت مطابقت داشت. این شاخص یکی شاخص‌های مطلوب ساده و عملی اندازه‌گیری وضعیت رطوبتی گیاه است.

مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف کودی نشان داد که بیشترین درصد محتوی رطوبت نسبی برگ عدس (۸۰/۵۷ درصد) با استفاده از کود زیستی به‌دست آمد (جدول ۲)، که شاید علت بالا بودن این صفت در این تیمار به فعالیت بهتر کودهای زیستی در جذب بیشتر آب نسبت داد. بیشترین درصد محتوی رطوبت نسبی برگ عدس (۸۵/۶۳ درصد) در برهمکنش اثر آبیاری معمول و کود زیستی و کمترین میزان آن از تیمار تنش خفیف خشکی و کود تلفیقی (۷۰/۰۳ درصد) به‌دست آمد (شکل ۳). کاهش مقدار آب باعث کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص رطوبت نسبی برگ گردید. در تیمار سطح معمول آبیاری تیمار کود زیستی محتوی رطوبت نسبی برگ بیشتری نسبت به سایر تیمارهای کودی داشت، در سیستم تنش خفیف آبیاری، شاهد (عدم مصرف کود) و در شرایط تنش شدید خشکی تیمار کود زیستی محتوی رطوبت نسبی بیشتری داشت. به‌نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی کودهای زیستی با تحریک تولید ریشه‌های بیشتر باعث جذب آب و مواد غذایی بیشتر در گیاه شده‌اند. ثابت شده است که باکتری‌های حل کننده فسفات در شرایط تنش خشکی، با افزایش دادن میزان جذب فسفر باعث تحمل بیشتر گیاه نسبت به تنش خشکی می‌شود (Ehteshami et al., 2007).



شکل ۳- برهمکنش اثر آبیاری و نوع و میزان کود فسفر بر محتوای رطوبت نسبی گیاه عدس

میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. حروف غیرمشترک بر روی ستون‌ها، نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف آماری معنی‌دار است.

Fig. 3- Effect of water deficit and type of phosphorus fertilizer on relative water content of lentil plant

Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$, based on Duncan's multiple range test.

میزان اسید آمینه پرولین

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان پرولین برگ عدس در تیمار تنش خشکی شدید (۲/۵۷۲ میلی‌گرم در گرم بافت تر برگ) و کمترین آن در تیمار آبیاری معمول (۱/۲۶۶ میلی‌گرم در گرم بافت تر برگ) به‌دست آمد (جدول ۲)، به‌عبارت دیگر، مقدار پرولین با افزایش شدت تنش خشکی افزایش پیدا کرد. افزایش میزان پرولین در اثر تنش خشکی توسط سانچز و همکاران (Sanchez et al., 1998) نیز در نخود گزارش شده است. در بین تیمارهای کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری بیشترین میزان پرولین (۲/۲۴۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) را داشت (جدول ۲). بررسی برهمکنش اثر آبیاری و کود نشان داد که بیشترین محتوی اسید آمینه پرولین در تیمار تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (۳/۳۷۲ میلی‌گرم در گرم برگ تر برگ) و کمترین میزان آن از برهمکنش آبیاری معمول (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (۱/۰۰۴ میلی‌گرم در گرم برگ تر برگ) به دست آمد (شکل ۴). در مطالعه فتحیان (Fathian, 2008) بر روی گلرنگ، میزان تجمع پرولین در رژیم آبیاری ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، ۱۸۰۴/۴ میکروگرم در گرم برگ به دست آمد و تنش کمبود آب منجر به افزایش ۸۳ درصدی میزان پرولین برگ از سطح تنش ۸۰ به ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر شد که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد.

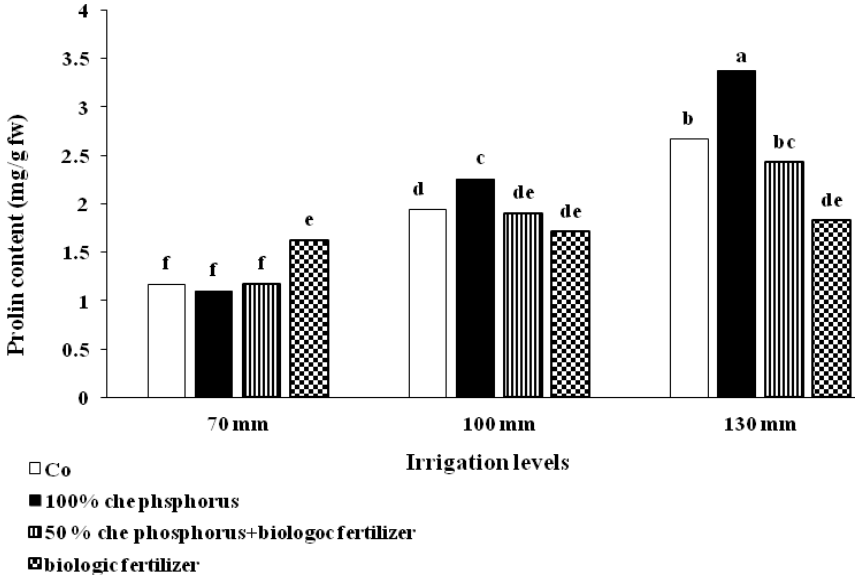
میزان کلروفیل کل

برهمکنش اثر آبیاری و کود نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار آبیاری معمول و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی

www.SID.ir

Archive of SID

فسفری (۱/۵۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) به‌دست آمد و کمترین میزان کلروفیل کل از تیمار تنش شدید خشکی و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری (۰/۶۶۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) حاصل شد (شکل ۵).

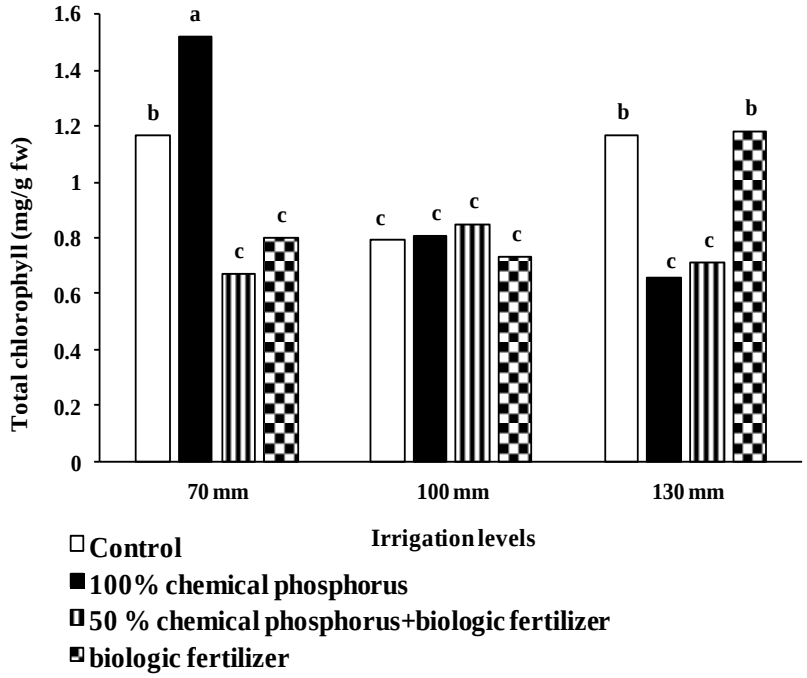


شکل ٤- برهمکنش اثر آبیاری و نوع و میزان کود فسفر بر میزان پرولین گیاه عدس

میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. حروف غیرمشترک بر روی ستون‌ها، نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف آماری معنی‌دار است.

Fig. 4- Effect of water deficit and type of phosphorus fertilizer on proline content of lentil plant

Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$, based on Duncan's multiple range test.



شکل ٥- برهمکنش اثر آبیاری و نوع و میزان کود فسفر بر کلروفیل کل گیاه عدس

میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. حروف غیرمشترک بر روی ستون‌ها، نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف آماری معنی‌دار است.

Fig. 5- Effect of water deficit and type of phosphorus fertilizer on total chlorophyll of lentil plant

Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$, based on Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

انجوم و همکاران (Anjum et al., 2003) بیان داشتند که تنش خشکی تغییراتی در کلروفیل کل در گیاهان ایجاد می‌کند. کاپوره و نایک (Kapure & Naik, 2004) در بررسی اثر کودهای شیمیائی و زیستی بر میزان کلروفیل برگ نخود زراعی اظهار داشتند که تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل برگ شده است اما فسفر اثرات تنش را تعدیل کرده و راندمان مصرف آب و در نتیجه مقاومت به خشکی در گیاه افزایش یافته است. در بررسی حاضر نیز، مصرف کود زیستی و تیمار تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) تا حدودی اثرات مستقیم و غیر مستقیم خشکی بر کاهش میزان کلروفیل برگ را خنثی نمود و در مقایسه با تیمار تنش خفیف خشکی و آبیاری معمول مانع کاهش میزان کلروفیل برگ شد (شکل ۵).

همبستگی بین صفات

در بررسی حاضر، بین عملکرد دانه عدس و تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (** ۰/۸۲۵ =r). از طرف دیگر، بین تعداد غلاف در بوته با محتوی رطوبت نسبی همبستگی مثبت و معنی دار (* ۰/۶۳۰ = r) و تعداد غلاف در بوته با میزان پرولین برگ عدس همبستگی منفی و معنی‌داری (* ۰/۶۳۸- = r) مشاهده گردید (جدول ۳). این نتایج بیان می‌دارد که تعداد غلاف در بوته در بین صفات زراعی بیشترین سهم را در تولید دانه عدس داشته است و تولید غلاف بیشتر در بوته خود به محتوی رطوبت نسبی و پرولین برگ وابستگی داشته است و هر دو این صفات فیزیولوژیک در گیاه عدس تحت شرایط تنش خشکی قرار گرفته‌اند. بعبارت دیگر در بررسی حاضر، افزایش میزان پرولین تحت تأثیر تنش خشکی شدید و خفیف نسبت به آبیاری معمول (شکل ۴) از کاهش محتوی رطوبت نسبی برگ عدس جلوگیری کرده است و البته مصرف کود شیمیائی فسفری نیز از شدت کاهش این صفات فیزیولوژیک نسبت به شرایط آبیاری معمول تا حدودی کم نموده است. گزارش شده گیاهانی که در پایان دوره تنش بتوانند محتوی نسبی آب برگ بالاتری را حفظ نمایند به لحاظ مقاومت به خشکی نیز برتر هستند (Nouri et al., 2011). مصرف کود زیستی نیز توام با تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) تا حدودی تأثیر خشکی را بر کاهش میزان کلروفیل برگ خنثی نمود و در مقایسه با تیمار تنش خفیف خشکی و آبیاری معمول مانع کاهش میزان کلروفیل برگ شد (شکل ۵). در کل، با وجود برتری تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفری بر روی صفات میزان کلروفیل و اسید آمینه پرولین برگ و برتری کود زیستی بر صفت محتوی رطوبت نسبی برگ عدس، از نتایج حاصل در این بررسی، با توجه به دیدگاه کاهش مصرف کود شیمیایی به منظور حفظ محیط زیست و پایین آوردن هزینه‌های اقتصادی، می‌توان سطح ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفری توام با کود زیستی را برای گیاه عدس به ویژه در شرایط تنش شدید خشکی توصیه کرد.

جدول ۳- بررسی همبستگی بین صفات مورد مطالعه در عدس
Table 3- Correlation between studied traits in lentil

	1	2	3	4	5	6
(۱) تعداد غلاف‌ها 1- Pod number per plant	1					
(۲) عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) 2- Seed yield (kg/ha)	0.825 **	1				
(۳) پروتئین دانه (٪) 3- Seed protein (%)	- 0.609 *	- 0.510	1			
(۴) محتوای رطوبت نسبی (٪) 4- Relative water content (%)	0.630 *	0.505	- 0.427	1		
(۵) میزان پرولین (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) 5- Prolin content ($mg.g^{-1}$ fw)	- 0.638 *	- 0.501	0.446	- 0.653 *	1	
(۶) کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) 6- Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$ fw)	- 0.214	- 0.018	- 0.012	- 0.088	0.385	1

* و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد استفاده از کود تلفیقی (کود شیمیائی فسفری و کود زیستی) در شرایط تنش شدید خشکی سبب افزایش عملکرد دانه عدس نسبت به عدم مصرف کود شد. اگرچه بالاترین صفات تعداد غلاف در بوته، محتوی رطوبت نسبی برگ و میزان پرولین نیز در تیمارهای کود زیستی و تلفیق کود شیمیائی فسفری و

www.SID.ir

Archive of SID

زیستی در شرایط آبیاری معمول بدست آمد، با این وجود مصرف کود تلفیقی و کود زیستی به تنهائی توانست از کاهش محتوی رطوبت نسبی و میزان پرولین برگ عدس در شرایط تنش خشکی بکاهد و موجب افزایش مقاومت گیاه عدس نسبت به شرایط تنش شد. به عبارتی استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*سودوموناس پوتیدا* توام با *ازتوباکتر*) موجب جذب بهتر عناصر غذایی خاک توسط گیاه گردیده در نتیجه اغلب صفات زراعی و فیزیولوژیک عدس تحت تأثیر معنی‌دار قرار گرفت و متعاقباً عملکرد دانه افزایش یافت.

منابع

Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O. Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yield. Nigerian Journal of Plant Nutrition 27: 1163-1181.

Ahmadi Fard, M., Azizi, K., Ismaili, A. Heydari S., and Daraei Mofard, A. 2011. The effects of different fertilization methods on seed yield and components of lentil (*lens culinaris*) under Khoramabad climatic condition. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 4(40): 1-14. (In Persian with English Summary)

Anjum, F., Yaseen, M., Rasul, E., Wahid, A., and Anjum, S. 2003. Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.). II. Effect on chemical composition and chlorophyll contents. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 40: 45-49.

Arnon, I. 1986. Crop Production in Dry Regions. Translated by Koocheki, A., and Alizadeh, A. Published by Mashhad University. Pp. 650.

Arpana, N., Kumar, S.D., and Prasad, T.N. 2002. Effect of seed inoculation, fertility and irrigation on uptake of major nutrients and soil fertility status after harvest of late sown lentil. Journal of Applied Biology 12: 23-26.

Bates, L.S., Waldren R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Efeoglu, B., Ekmekci, Y., and Cicek, N. 2009. Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. South African Journal of Botany 75: 34-42.

Ehteshami, S.M.R., Aghaalikhani, M., Khavazi, K., and Chaichi, M.R. 2007. Effect of Phosphate Solubilizing Microorganisms on quantitative and qualitative characteristics of Maize (*Zea mays* L) under water deficit stress. Pakistan Journal of Biological Sciences 10 (Suppl 20): 3585-3591.

Fathian, S. 2008. Physiological limitation to safflower photosynthesis under two different moisture regimes. M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian with English Summary)

Gholami, A., Akbari, A., and Abbasdokht, H. 2015. Study of application of biologic and organic fertilizer on growth and yield characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Agroecology 7(2): 215-224.

Gull, M., Hafeez, F.Y., Saleem, M., and Mallik, K.A. 2004. Phosphate uptake and growth promotion of chickpea (*Cicer arietinum*) by co-inoculation of mineral phosphate solubilizing bacteria and a mixed rhizobial culture. Australian Journal of Agricultural Research 44(6): 623-628.

Jalilian, J., Modarres- Sanavi, A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield, yield components and protein content of four varieties of chickpea in rain fed condition. Journal of Agricultural Science and Natural Resources 5: 42-51. (In Persian with English Summary)

Jain, L.K., Singh, P., and Balyan, J.K. 2006. Productivity and profitability of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivation as influenced by biofertilizers and phosphorus fertilization. Indian Journal of Dryland Agricultural Research Development 21: 82-84.

Kapure, R.M., and Naik, R.M. 2004. Effect of biofertilizers on N, P contents of leaves, available 'P' from soil, leghemoglobin and chlorophyll content in chickpea. Journal of Soils and Crops 14: 22-25.

Karimi, K., Bolandnazar, S., and Ashoori, S. 2013. Effect of bio-fertilizer and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, growth characteristics and quality of green bean (*Phaseolous vulgaris* L.). Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 23(3): 157-167.

Merah, O. 2001. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. Journal of Agricultural Research 137: 139-145.

Mohammadpour Vashvayi, R., Glovy, M., Ramrodi, M., and Fakheri, B. 2015. Effect of drought stress and biologic fertilizer incubation on growth, yield and thymus (*Thymus vulgare* L.) oil composition. Journal of Agroecology 7(2): 237-253.

Nouri, A., Etminan, A., Silva, J.A.T.D., and Mohammadi, R. 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat varieties (*Triticum turjidum* var. durum Desf.). Australian Journal of Crop Science 5: 8-16.

Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Mashhad University. Mashhad, Iran. 522p. (In Persian)

Puente, M.E., Bashan, Y., Li, C.Y., and Lebsky, V.K. 2004. Microbial populations and activities in the rhizoplane of rock-weathering desert plants. I. Root colonization and weathering of igneous rocks. Plant Biology 6: 629-642.

www.SID.ir

Archive of SID

Rezvani Moghaddam P., Norouzian A., and Seyyedi, S.M. 2015. Evaluation the effects of manure and mycorrhizal inoculation on grain and oil yield of spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agroecology 7(3): 331-343. (In Persian with English Summary)

Rodriguez, H., and Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances 17: 319-339

Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J., and Tandon, H.L.S. 2006. Plant Nutrition for Food Security. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16. Food and Agricultural Organization, Rome, p. 348.

Sanchez, F.J., Manzanares, M., Andres, E.F., Ternorio, J.L., Ayerbe, L., and De Andres, E.F. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and praline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Research 59: 225-235.

Sani, V.K., Bhandari, S.C., and Tarafdar, J.C. 2004. Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and Mycorhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. Field Crop Research 89: 39-47

Shivakumar, B.G., Balloli, S.S,. and Saraf, C.S. 2004. Effect of sources and levels of phosphorus with and without seed inoculation on the performance of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.). Annals of Agricultural Research 25: 320-326.

Somasegaran, P., and Hoben, H.J. 1994. Hand Book for Rhizobia: Methods in Legume-*Rhizobium* Technology. New York. Springer-Verlag, U.S.A.

www.SID.ir

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1107-1120

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۲۰-۱۱۰۷

Response of Lentil (*Lens culinaris* L.) Yield and Physiological Traits to Chemical and Bio-phosphorus Fertilizers under Different Irrigation Regimes

M. Mohammadi[1], M. Ghane[2], N. Majnoun Hoseini[3*] and H. Moghaddam[4]

Submitted: 08-12-2016
Accepted: 31-05-2017

Ghane, M., Mohammadi, M., Majnoun Hoseini, N., and Moghaddam, H. 2019. Response of lentil (*Lens culinaris* L.) yield and physiological traits to chemical and bio -phosphorus fertilizers under different irrigation regimes. Journal of Agroecology. 10(4):1107-1120.

Introduction

Different studies in semi-arid regions showed that application of phosphorus fertilizers under drought stress conditions increased the crop yield. Most agricultural soils contain larger amount of fixed form of Phosphorus (P) than available P, a considerable part of which has accumulated as a consequence of regular applications of P fertilizers. Certain microorganisms such as phosphate solubilizing bacteria fungi, actinomycetes mostly those associated with the plant rhizosphere are known to convert insoluble inorganic phosphorus into soluble form that could be utilized by the plants. Among them, some phosphate-solubilizing bacteria (PSB) are being used as phosphatic biofertilizers for crop production. Phosphate solubilizing bacteria can solubilize fixed form of P to available form by the secretion of various kinds of organic acids, phosphatase enzyme, growth hormones etc. and increase availability of P to the plants. In this point of view, phosphatic biofertilizer may be used as an alternate option of chemical P fertilizer for lentil cultivation. Therefore, the present study was under taken to evaluate the effects of biofertilizer, chemical phosphorus and integrated application of fertilizers on yield and physiologic characteristics of lentil under drought and normal condition in karaj climate.

Materials and Methods

To evaluate the effect of drought stress on seed yield and physiological traits of lentil cultivar (Ziba) with chemical and bio phosphorus fertilizer, an experiment was conducted in split plot based on randomized complete blocks design CRBD design with four replications in research farm of University of Tehran (Karaj-Iran) during 2014-15. The main factor included three irrigation levels (irrigation after 70, 90 and 130 mm evaporation from open pan class A) and sub treatment were the kind of phosphorus fertilizers (100% super phosphate triple (P); bio-fertilizer; 50% P + bio-fertilizer; no p fertilizer and bio-fertilizer as a check) The bio-fertilizer contained co-inoculation of phosphobacterin (pseudomonas strains 93 & 187) and azotobactor. The characteristics recorded were no. of pods per plant, seed yield, seed protein content (%), relative water content (RWC), proline content and total leaf chlorophyll.

For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range test (DMRT) were performed using SAS ver. 9.2 software.

Results and Discussion

Interaction effect of irrigation and type of fertilizer had significant effect on pod number per plant, protein percentage, relative water content, free proline and chlorophyll content. The results indicated that normal irrigation (irrigation after 70 mm evaporation from open pan class A) × integrated phosphorus fertilizer (50% P + inoculation with bio-fertilizer) gave the highest seed yield. Similarly, P and bio-fertilizers application under severe drought stress condition produced higher seed yield compared to other treatments. This can be explained that PB inoculation enhanced the solubilization of phosphates in rhizosphere soil of lentil which stimulated the native Rhizobium and attributed to increase the nodule number and weight ultimately that showed positive effects on other growth and yield attributes of lentil.

1- Ph.D. of Agronomy, Crop Physiology, Tabriz University, Tabriz, Iran
2- Ph.D. Student of Agronomy, Crop Physiology, Sari University, Mazandaran, Iran
3 and 4- Professor and Assistant Professor of Agronomy, Tehran University, Tehran, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: mhoseini@ut.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.29972

www.SID.ir

Archive of SID

However, for the RWC under normal irrigation × bio-fertilizer; for the total leaf chlorophyll under normal irrigation × 100% super phosphate triple; and for the proline content under severe drought stress × 100% super phosphate triple gave the highest values. With drought stress conditions, the leaf RWC and Proline contents reduced, which represented a relationship between these physiological traits and lentil seed yield.

Conclusion

In general, from the view of reducing chemical fertilizer uses to manner the environment-friendly and cost-saving cultivation, application of 50% P + seed inoculation with bio-fertilizer based on the result of this study is recommended.

Keywords: Bio-fertilizer, Chlorophyll, Drought stress, Lentil seed yield, Proline, Relative water contents

www.SID.ir

www.SID.ir