نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۳، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۴۰-۳۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 1, 2012, p. 31-40

بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم

علیرضا محسنی محمدجانلو[۱]، احمد توبه[۲]، عبدالقیوم قلی‌پوری[۲*] و حسین مصطفایی[۳]

۱- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، a.mohseni55@yahoo.com
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳- عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل، اردبیل ایستگاه تحقیقات کشاورزی، mostafaei1343@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۷/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ با تاریخ کاشت ۱۱فروردین در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه سطح پتاسیم خالص (صفر، ۳۰ و۶۰کیلوگرم در هکتار) به فُرم کود سولفات‌پتاسیم، فاکتور دوم سه سطح نیتروژن خالص (صفر، ۲۵ و۵۰کیلوگرم در هکتار) به فُرم کود اوره و فاکتور سوم دو رقم عدس (محلی و ILL1180) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با مصرف۶۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار، بیشترین درصد نیتروژن دانه، درصد پروتئین دانه (۲۷/۶۸درصد) و درصد نیتروژن اندام هوایی به‌دست آمد. از گروه صفات فنولوژیک، زمان۵۰درصد سبزکردن، ۵۰درصد گلدهی و زمان رسیدگی، تحت تأثیر اثر اصلی نیتروژن برای سطح ۵۰کیلوگرم نیتروژن نسبت به سطوح دیگر، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. با طولانی‌شدن طول دورهٔ رسیدگی، صفاتی مانند تعداد کل غلاف و تعداد دانه در بوته نیز در همین تیمار در برترین گروه قرار گرفت که با اختلاف معنی‌داری باعث تولید بیشترین عملکرد دانه (۱۴۶۵/۱کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد. همین روند تغییرات در درصد نیتروژن دانه، جذب نیتروژن دانه، درصد پروتئین دانه، درصد نیتروژن اندام هوایی و جذب پتاسیم در دانه در این تیمار مشاهده شد. در اثر اصلی رقم، رقم محلی در صفات درصد پتاسیم دانه و جذب پتاسیم در دانه بر رقم ILL1180 برتری داشت اما رقم ILL1180 از لحاظ تعداد دانه در بوته و درصد پتاسیم اندام هوایی نسبت به رقم محلی، برتر بود. به‌طورکلی، به‌نظر می‌رسد تأثیر مثبت نیتروژن زیاد روی اکثر صفات، به‌خاطر مصرف ۶۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: دورهٔ رسیدگی، صفات فنولوژیک، عملکرد، غلاف، کود

مقدمه

عدس به‌عنوان غذا، منبع پروتئینی باارزشی است که همراه با این خصوصیات و توانایی رشد در شرایط محیطی نامناسب و خاک‌های فقیر توانسته است تا به امروز به‌عنوان یک گونهٔ غذایی، بماند (Bagheri *et al.*, 1997). نیتروژن، مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌آید و کمبود آن تقریباً در همه‌جا وجود دارد، مگر آن‌که نیتروژن به‌صورت کود، مصرف شود. نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته و تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد و در حبوبات، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد (Hashemi Dezfuli *et al.*, 1998). Noori *et al.* (2005) با بررسی چهار سطح نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰کیلوگرم در هکتار) بر روی باقلا دریافتند که با افزایش میزان نیتروژن تا ۵۰کیلوگرم در هکتار، صفاتی مانند عملکرد دانه، وزن۱۰۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته و درصد پروتئین دانه افزایش یافتند. Sepetogul (2002) گزارش کرد که نیتروژن، نقش مهمی در تثبیت نیتروژن در لگوم‌ها دارد. Kumar *et al.* (1993) گزارش کردند که با کاربرد ۲۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد غلاف و عملکرد دانهٔ عدس به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش داشت. Bremer *et al.* (1989) گزارش کردند که عملکرد دانهٔ عدس با مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به‌طور

* **نویسنده مسئول:** اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تلفن: ۰۴۵۱-۵۵۱۰۱۴۰
همراه: ۰۹۱۴۳۵۳۷۸۹۱، gholipoori@yahoo.com

قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت. Togay *et al*. (2005) با بررسی تأثیر سطوح نیتروژن (صفر، ۲۰ ، ۴۰ و ۶۰کیلوگرم در هکتار) و چهار شکل نیتروژن (نیترات‌آمونیوم، سولفات‌آمونیوم، اوره و نیتروژن‌آلی) در دو سال بر روی عدس دریافتند که با مصرف ۴۰کیلوگرم نیتروژن، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان آن در سال اول و دوم، به‌ترتیب ۱۴۲۲ و ۱۶۳۲کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. با کاربرد سولفات‌آمونیوم، بیشترین عملکرد دانه برای سال‌های اول و دوم، به‌ترتیب ۱۳۶۰ و ۱۵۷۲کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. Tiwari & Nigam (1985) گزارش کردند کاربرد ۳۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار در مقایسه با تیمار بدون پتاسیم، عملکرد دانهٔ نخود، نخودفرنگی و عدس را به‌ترتیب، ۲۱، ۲۵ و ۲۴درصد افزایش داد. همچنین مصرف ۶۰کیلوگرم پتاسیم، عملکرد تولیدی را برای سه گیاه فوق به‌ترتیب ۲۳، ۳۷ و ۳۲درصد افزایش داد. Jain *et al*. (1995) نشان دادند که ۱۶/۶کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌طور معنی‌داری محتوی پتاسیم را در کل گیاه و دانه عدس افزایش داد.

پتاسیم، عنصری ضروری برای همهٔ موجودات زنده است و در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه، نه‌تنها از نظر مقدار موجود در بافت‌های گیاهی، بلکه از نظر وظایف فیزیولوژیک و شیمیایی، مهم‌ترین کاتیون به‌شمار می‌رود (Mengel & Kirkby, 2001). مهم‌ترین نقش پتاسیم در گیاه را فعال‌کردن آنزیم‌های گیاهی می‌دانند (Bazargan *et al*., 2004). کاربرد پتاسیم در محیط رشد گیاه، جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد. در صورت مصرف زیاد کودهای نیتروژنی، به‌دلیل رشد رویشی بیش از حد گیاه، مصرف کودهای پتاسیم برای برداشت محصول با کیفیت عالی، الزامی است. پتاسیم علاوه بر کمک در انجام فتوسنتز، در نقل و انتقال مواد فتوسنتزی مؤثر است. اضافه‌کردن پتاسیم کافی، سرعت انتقال نیتروژن از اندام‌های رویشی به دانه را افزایش می‌دهد. وجود پتاسیم کافی، بر تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم در بقولات، از طریق انتقال سریع مواد ساخته‌شده از برگ‌ها به غده‌های موجود در ریشه، اثر می‌گذارد (Malakouti & Nafisi, 1994). موادی که در برگ ساخته می‌شود، بایستی به محل ذخیره و انبار گیاه انتقال داده شود. هرچه میزان پتاسیم گیاه به میزان بهینه نزدیک‌تر شود، انتقال این مواد نیز سریع‌تر می‌شود (Salardini, 1995). Malhi *et al*. (2007) با بررسی تجمع مادهٔ خشک (بیوماس) و جذب و انتقال نیتروژن در گیاه نخود و عدس دریافتند که حداکثر میزان جذب و انتقال عناصر غذایی معمولاً در زمان شاخه‌دهی حدود ۲۸ تا ۴۹روز پس از سبزشدن یا پس از ۲۰۶ تا ۴۹۶درجه‌روز رشد رخ می‌دهد. همچنین از گلدهی تا پُرشدن دانه، ۶۶ تا ۸۵روز پس از سبزشدن یا ۶۷۲ تا ۹۸۶درجه‌روز رشد از مراحل مختلف رشد گیاهان، حداکثر جذب و انتقال نیتروژن در نخود ۴/۹ تا ۶کیلوگرم در روز و در عدس ۲/۴ تا ۸کیلوگرم در روز به‌دست آمد. براساس نتایج این تحقیق، پیشنهاد شده است که تأمین کافی عناصر از خاک یا از طریق کود در اوایل مراحل رشد و زمان پُرشدن دانه‌ها برای تولید عملکرد بالا در حبوبات دارای اهمیت می‌باشد.

Premaratne & Oertli (1993) طی مطالعه‌ای بر روی تأمین پتاسیم و تأثیر آن روی گره‌بندی و فعالیت آنزیم نیتروژناز در گیاه سویا گزارش کردند که با تغذیهٔ پتاسیم در چهار سطح محلول ۱، ۵، ۱۰ و ۲۰میلی‌مول در کشت گلدانی، عواملی مانند تعداد گره‌ها، وزن گره‌ها در هر گیاه، وزن خشک، میانگین وزن گره‌ها و کل جذب نیتروژن در گیاه با افزایش پتاسیم، افزایش یافت. در این تحقیق کاربرد مقادیر بیشتر پتاسیم در مقایسه با مقادیر کمتر آن، تأثیر مطلوبی بر میزان رشد، جذب نیتروژن و تشکیل گره‌ها داشت. Marschner (1995) اعلام کرد پتاسیم می‌تواند انتقال مواد فتوسنتزی به نقاط مختلف گیاه و انباشت آن را نیز تنظیم نماید. هدف از این پژوهش، تعیین میزان تأثیر پتاسیم بر جذب نیتروژن و پروتئین دانه و توصیهٔ متعادلی از مصرف پتاسیم و نیتروژن برای افزایش کمیت و کیفیت محصول عدس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷ در تاریخ کاشت ۱۱فروردین در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل واقع در ۱۰کیلومتری شرق اردبیل در شرایط دیم اجرا شد و بخش آزمایشگاهی آن در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. آزمایش، به‌صورت فاکتوریل سه‌عاملی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه سطح پتاسیم خالص (صفر، ۳۰ و ۶۰کیلوگرم در هکتار) به فُرم کود سولفات‌پتاسیم به‌صورت پایه و فاکتور دوم سه سطح نیتروژن خالص (صفر، ۲۵ و ۵۰کیلوگرم در هکتار) به فُرم کود اوره به‌صورت پایه و فاکتور سوم شامل دو رقم عدس (محلی و ILL1180) در نظر گرفته شدند. هر

تکرار آزمایشی شامل ۱۸کرت و هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت با فواصل خطوط کاشت ۲۵سانتی‌متر و فاصله بوته ها روی خطوط کاشت چهار سانتی‌متر و طول خطوط کاشت، چهار متر بود. پس از آماده‌شدن زمین، به‌وسیلهٔ فوکا، شیاری به عمق چهار سانتی‌متر ایجاد شد و بذر عدس در شیار هر خط کاشت، کشت گردید. درطول دورهٔ رشد، کنترل علف های‌هرز چندین‌بار به‌طریق دستی انجام گردید. برای تعیین صفات فنولوژیک، زمانی که حدود ۵۰درصد بوته ها سبز شدند به‌عنوان تاریخ سبزشدن، زمانی که حداقل در۵۰درصد بوته ها گل مشاهده گردید، مرحلهٔ۵۰درصد گلدهی و زمان رسیدن دانه، با زردشدن ۵۰درصد غلاف ها، ثبت گردید. جهت اندازه گیری تعداد کل غلاف و تعداد دانه در بوته، چهار بوته در مرحلهٔ رسیدگی کامل به‌طور تصادفی انتخاب شد و اندازه گیری های لازم انجام گرفت. برای تعیین عملکرد هر کرت، پس از حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای دو خط میانی و دو خط کناری به‌عنوان حاشیه، بوته‌های دو خط میانی کلیه کرت ها با دست برداشت شد و به‌مدت پنج روز در مزرعه باقی ماندند. پس از خشک‌شدن در هوای آزاد، دانه ها از کاه جدا گردید. برای تعیین درصد نیتروژن، از روش کجلدال استفاده شد. در این روش پس از تعیین درصد نیتروژن، میزان جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

وزن خشک نمونه بذری × درصد نیتروژن =جذب نیتروژن (عملکرد نیتروژن)

درصد نیتروژن × ضریب پروتئین عدس (۶/۲۵) =درصد پروتئین دانه

اندازه گیری پتاسیم اندام های گیاهی: ابتدا یک گرم از هر نمونهٔ خشک‌شده، کوبیده شده و الک‌شدهٔ دانه و اندام هوایی گیاه عدس را به کروزهٔ چینی ریخته و سپس در داخل کورهٔ الکتریکی با دمای ۵۵۰درجهٔ سانتی گراد به مدت دو ساعت قرار داده شدند تا این که به کلی مواد آلی، سوخته شده و مواد گیاهی به خاکستر تبدیل شود. بعد از خنک‌شدن کروزه، مقدار ۱۰میلی لیتر اسیدکلردریک ۲نرمال برای هر نمونه اضافه گردید و با حرارت‌دادن ملایم کروزه، مواد خاکسترشده در اسید، حل شد. سپس محلول تهیه‌شده، از قیف و کاغذ صافی عبور داده شد و صاف گردید و عصاره در بالن ژوژهٔ ۱۰۰میلی لیتر، جمع‌آوری شد. جهت شستشوی مواد باقیمانده در قیف، مقداری آب‌مقطر گرم به کاغذ صافی اضافه شد و عصاره مجدداً به بالن ژوژه منتقل گردید. هر کدام از عصارهٔ جمع‌شده در بالن ژوژه با آب‌مقطر به حجم ۱۰۰سی‌سی رسانده شدند. سپس محلول استاندارد ۱۰۰۰پی‌پی‌ام تهیه گردید. از محلول فوق، استانداردهای کوچکتر به‌میزان ۱۰۰سی‌سی از هر کدام با غلظت های۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵ و ۵پی‌پی‌ام تهیه گردید. سپس دستگاه فلیم‌فتومتر برای هریک از محلول های استاندارد، کالیبره شد و غلظت هر یک از نمونه های عصاره گیری‌شده با آن دستگاه اندازه گیری گردید و پس از رسم منحنی استاندارد کالیبراسیون، غلظت هر کدام از نمونه ها محاسبه شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

Table 1. Soil characteristics of the site

شوری EC (ds/m)	pH	درصد اشباع Saturation (%)	آهک Lime (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل جذب Absorbable P (ppm)	پتاسیم قابل جذب Absorbable K (ppm)
1.077	7.63	56	5.94	33	34	33	0.819	0.08	3.66	489

بافت خاک محل آزمایش: لوم‌رسی Texture: clay lome

برای تجزیهٔ واریانس داده‌های حاصل، پس از تبدیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چنددامنه ای دانکن محاسبه گردید. برای رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار Word و Excel استفاده‌شد.

نتایج و بحث

صفات فنولوژیک

۵۰درصد سبزشدن: در تجزیهٔ واریانس، اثر اصلی نیتروژن بر روی صفت ۵۰درصد سبزشدن در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با

مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، زمان ۵۰درصد سبزشدن نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن و شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن)، به‌طور معنی‌داری به‌تأخیر افتاده است (جدول ۳).

۵۰درصد گلدهی و زمان رسیدگی: طبق تجزیهٔ واریانس، اثر نیتروژن بر روی صفات ۵۰درصد گلدهی و زمان رسیدگی در سطح احتمال یک‌درصد، معنی‌دار شد (جدول ۲). با مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم در هکتار و شاهد (عدم‌مصرف کود) مرحلهٔ ۵۰درصد گلدهی با تأخیر صورت گرفت و زمان رسیدگی گیاه نیز طولانی‌تر شد (جدول۳). Brown & Scott (1987) گزارش کردند که میزان پایین نیتروژن، زمان شروع گلدهی را به جلو انداخته و از طول دورهٔ رویشی خواهد کاست و برعکس با افزایش میزان نیتروژن، اندام‌های زایشی فعالیت خود را دیرتر شروع خواهند کرد.

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد کل غلاف در بوته: بر اساس نتایج، فقط اثر اصلی نیتروژن در سطح احتمال پنج‌درصد بر روی صفت تعداد کل غلاف در بوته اثر معنی داری داشت (جدول۲). در سطح نیتروژن ۵۰کیلوگرم در هکتار، تعداد کل غلاف تولیدی در بوته نسبت به شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن)، افزایش معنی‌داری نشان داد ولی نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن، اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های Hazeri Niri (2009) مطابقت دارد.

تعداد دانه در بوته: اثرات اصلی رقم و نیتروژن بر روی تعداد دانه در بوته به‌ترتیب در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد معنی‌دار بود (جدول۲). رقم ILL1180 با ۷۸/۶عدد، تعداد دانه در بوتهٔ بیشتری نسبت به رقم محلی با ۵۲/۵عدد داشت. مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد دانه در بوته را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد ولی با سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت معنی‌داری از این نظر نداشت (جدول۳). Yazdi-Samadi *et al.* (2001) نشان دادند با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن، تعداد دانه در هر بوتهٔ عدس افزایش یافت.

عملکرد دانه: در تجزیه واریانس، اثر نیتروژن بر روی صفت عملکرد دانه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی دار شد؛ اما پتاسیم، تأثیر معنی داری بر روی عملکرد دانه نداشت (جدول۲) که با گزارش Sharma *et al.* (1993) مشابه بود. مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه را نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن و شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول۳). این نتایج با یافته‌های Togay *et al.*, 2005؛ Nakhzeri Moghadam 2002؛ Bremer *et al.*, 1989؛ & Ramrodi, Hazeri Niri, 2009) مطابقت دارد.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیهٔ واریانس صفات مورد مطالعه در دو رقم عدس متأثر از سطوح مختلف پتاسیم و نیتروژن

Table 2. Mean square of analysis of variance of traits in two lentil cultivars under effect of different levels of K and N

عملکرد دانه Seed yield	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	تعداد کل غلاف در بوته Number of total pod per plant	رسیدگی Maturity	۵۰درصد گلدهی 50% Flowering	۵۰درصد سبزشدن 50% Emergency	درجه آزادی Df	منابع تغییر Source of variance	
78273.42^{ns}	0.008^{ns}	0.011^{ns}	51.16**	1.40^{ns}	22.05**	2	Replication	تکرار
0.036^{ns}	0.380**	0.0005^{ns}	2.66^{ns}	0.66^{ns}	4.16^{ns}	1	Cultivar (V)	رقم (V)
35329.97^{ns}	0.003^{ns}	0.011^{ns}	8.66^{ns}	0.29^{ns}	2.05^{ns}	2	Potassium (K)	پتاسیم (K)
334954.26*	0.093*	0.087*	35.16**	7.62**	11.72*	2	Nitrogen (N)	نیتروژن (N)
47998.30^{ns}	0.027^{ns}	0.033^{ns}	12.66^{ns}	0.88^{ns}	0.38^{ns}	2	Interaction (V×K)	اثر متقابل V×K
6797.42^{ns}	0.017^{ns}	0.006^{ns}	7.16^{ns}	1.55^{ns}	0.72^{ns}	2	Interaction (V×N)	اثر متقابل V×N
26449.79^{ns}	0.009^{ns}	0.008^{ns}	14.91*	0.74^{ns}	1.77^{ns}	4	Interaction (K×N)	اثر متقابل K×N
30390.99^{ns}	0.019^{ns}	0.018^{ns}	2.91^{ns}	1.11^{ns}	7.77^{ns}	4	Interaction (V×K×N)	اثر متقابل V×K×N
78090.78	0.021	0.016	5.81	0.85	3.89	34	Experimental error	اشتباه آزمایشی
21.31	8.29	7.16	2.33	1.28	12.38	-	CV%	ضریب تغییرات (٪)

ns، * و **؛ به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح یک‌درصد و پنج‌درصد

ns, * and **: no significant and significant at levels of 1% and 5%, respectively

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین اثرات اصلی رقم، پتاسیم و نیتروژن بر صفات گیاهی دو رقم عدس
Table 3. Comparison of means simple effect of cultivars, K and N on traits in two lentil cultivars

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	تعداد کل نیام در بوته Number of total pod per plant	رسیدگی (روز پس از کاشت) Maturity (day after planting)	۵۰درصد گلدهی (روز پس از کاشت) 50% Flowering (day after planting)	۵۰درصد سبزشدن (روز پس از کاشت) 50% Emergency (day after planting)	تیمارها Treatments		
1310.87 a	52.46 b	68.57 a	103.44 a	72.25 a	16.22 a	محلی (Local)	Cultivar (V)	رقم (V)
1310.81 a	78.58 a	68.49 a	103.00 a	72.03 a	15.66 a	ILL1180		
1295.61 a	64.55 a	67.43 a	103.00 a	72.00 a	15.72 a	0	Potassium (K) (kg/ha)	پتاسیم (K) (کیلوگرم در هکتار)
1276.16 a	65.08 a	66.33 a	102.66 a	72.22 a	15.77 a	30		
1360.75 a	66.93 a	71.83 a	104.00 a	72.22 a	16.33 a	60		
1216.52 b	56.48 b	58.36 b	102.50 b	71.66 b	15.88 ab	0	Nitrogen (N) (kg/ha)	نیتروژن (N) (کیلوگرم در هکتار)
1205.95 b	64.05 ab	67.86 ab	102.33 b	71.88 b	15.16 b	25		
1465.06 a	76.02 a	79.37 a	104.83 a	72.88 a	16.77 a	50		

میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letter have no significant difference with using of Duncan test in 5% level of probability

صفات کیفی عدس

درصد نیتروژن دانه: بر اساس نتایج، اثر اصلی پتاسیم و نیتروژن بر روی صفت درصد نیتروژن دانه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴). مصرف ۶۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار، میزان درصد نیتروژن دانه را نسبت به شاهد (بدون کود) به‌طور معنی‌داری افزایش داد ولی با سطح ۳۰کیلوگرم پتاسیم، تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. همچنین مصرف ۲۵ و ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد نیتروژن دانه را نسبت به شاهد، افزایش داد (جدول ۵). کودهای نیتروژنی، احتمالاً مقدار واردات نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌گردند (Kim & Paulsen, 1986).

جذب نیتروژن در دانه: نتایج حاصل نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر روی صفت جذب نیتروژن در دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان جذب نیتروژن دانه را نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن و شاهد (بدون مصرف کود)، افزایش داد. از این‌رو، بیشترین میزان جذب نیتروژن در دانه به مقدار۶۵کیلوگرم در هکتار در تیمار ۵۰کیلوگرم نیتروژن حاصل گردید (جدول ۵).

درصد پروتئین دانه: در تجزیهٔ واریانس اثرات اصلی، پتاسیم و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴). با مصرف ۶۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار، درصد پروتئین دانه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ ولی با سطح ۳۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار، اختلاف معنی‌داری از این نظر نداشت به‌طوری‌که بیشترین میزان درصد پروتئین دانه در تیمار کودی ۶۰کیلوگرم پتاسیم به‌مقدار ۲۷/۷درصد به‌دست آمد. تحرک بالای این عنصر موجب فعال‌شدن بسیاری از آنزیم‌های مؤثر بر فرایندهای متابولیکی مهمی چون فتوسنتز و سنتز پروتئین می‌شود (Von Uexkull, 1978). همچنین مصرف ۲۵ و ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد پروتئین دانه را نسبت به شاهد (بدون مصرف کود) به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۵) که با نتایج Hazeri Niri (2009) مطابقت دارد. افزایش میزان نسبی پروتئین دانه ممکن است به این دلیل باشد که مصرف کود نیتروژن علاوه بر تغذیهٔ اندام های رویشی، انتقال آن به دانه‌ها را در مقایسه با انتقال ترکیبات کربوهیدراتی ناشی از فتوسنتز جاری افزایش داده و در نتیجه درصد حضور آن، بالا رفته است (Sarmad Nia & Koocheki. 1997).

درصد نیتروژن اندام هوایی: در تجزیهٔ واریانس اثر اصلی پتاسیم و نیتروژن به‌ترتیب در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد و اثر متقابل پتاسیم در نیتروژن در سطح احتمال پنج‌درصد بر روی صفت درصد نیتروژن اندام هوایی معنی‌دار شد (جدول ۴). در کاربرد پتاسیم با مصرف میزان ۶۰کیلوگرم در هکتار، درصد نیتروژن اندام هوایی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (عدم مصرف کود پتاسیم) افزایش یافت. در سطوح نیتروژن، بیشترین میزان درصد نیتروژن اندام هوایی

در سطح ۵۰کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد که نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد، اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول۵). اثر متقابل پتاسیم در نیتروژن بر روی صفت درصد نیتروژن اندام هوایی نشان داد که در سطح کودی ۶۰کیلوگرم پتاسیم به‌همراه ۵۰کیلوگرم نیتروژن نسبت به سایر سطوح پتاسیم و نیتروژن، درصد نیتروژن اندام هوایی افزایش یافت و در گروه برتر (a) قرار گرفت (شکل۱).

درصد پتاسیم دانه: اثر رقم و اثر متقابل رقم در پتاسیم بر روی درصد پتاسیم دانه به‌ترتیب در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). رقم محلی نسبت به رقم ILL1180 به‌طور معنی‌داری دارای درصد پتاسیم دانه بیشتری بود (جدول۵). اثر متقابل ارقام در پتاسیم بر روی این صفت نشان داد که در سطوح مختلف پتاسیم، رقم محلی نسبت به رقم ILL1180 درصد پتاسیم دانهٔ بالاتری داشت و در هر سه سطح پتاسیم، از نظر درصد پتاسیم دانه، بیشتر از رقم ILL1180 بود (شکل ۲).

جذب پتاسیم در دانه: در تجزیهٔ واریانس اثر اصلی رقم و نیتروژن بر روی جذب پتاسیم دانه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی دار شد (جدول ۴). رقم محلی نسبت به رقم ILL1180 میزان جذب پتاسیم دانهٔ بالایی داشت. در کاربرد نیتروژن، مصرف ۵۰کیلوگرم در هکتار، مقدار جذب پتاسیم در دانه را نسبت به سطح ۲۵کیلوگرم نیتروژن و شاهد (بدون مصرف کود) افزایش داد (جدول ۵).

درصد پتاسیم اندام هوایی: اثر اصلی رقم بر صفت درصد پتاسیم اندام هوایی در سطح احتمال یک‌درصد و اثر اصلی پتاسیم و نیتروژن و اثر متقابل رقم در پتاسیم بر روی این صفت در سطح احتمال پنج‌درصد، اثر معنی‌داری گذاشت (جدول ۴). رقم ILL1180 نسبت به رقم محلی دارای درصد پتاسیم اندام هوایی بیشتری بود. به‌کاربردن ۳۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار، درصد پتاسیم اندام هوایی را نسبت به سطح کودی ۶۰کیلوگرم پتاسیم، افزایش داد. همچنین با مصرف ۲۵کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد پتاسیم اندام هوایی نسبت به شاهد، افزایش معنی‌داری نشان داد ولی با سطح ۵۰کیلوگرم نیتروژن، اختلاف معنی‌داری از این نظر نداشت (جدول ۵).

جدول ۴- میانگین مربعات حاصل از تجزیهٔ واریانس صفات مورد مطالعه در دو رقم عدس متأثر از سطوح مختلف پتاسیم و نیتروژن

Table 4. Mean square of analysis of variance of traits in two lentil cultivars under effect of different levels of K and N

درصد پتاسیم اندام هوایی Shoot potassium percent	جذب پتاسیم در دانه Seed potassium uptake	درصد پتاسیم دانه Seed potassium percent	درصد نیتروژن اندام هوایی Shoot nitrogen percent	درصد پروتئین دانه Seed protein percent	جذب نیتروژن در دانه Seed nitrogen uptake	درصد نیتروژن‌دانه Seed nitrogen percent	درجهٔ آزادی Df	منابع تغییر Source of variance	
0.392**	0.005^{ns}	0.0006^{ns}	0.087*	1.33^{ns}	0.006^{ns}	0.034^{ns}	2	Replication	تکرار
0.887**	0.053*	0.129**	0.010^{ns}	0.007^{ns}	0.00003^{ns}	0.0002^{ns}	1	Cultivar (V)	رقم (V)
0.163*	0.002^{ns}	0.003^{ns}	0.090*	8.082*	0.008^{ns}	0.206*	2	Potassium (K)	پتاسیم (K)
0.247*	0.035*	0.0008^{ns}	0.116**	11.77*	0.052**	0.301*	2	Nitrogen (N)	نیتروژن (N)
0.271*	0.022^{ns}	0.008*	0.022^{ns}	0.64^{ns}	0.009^{ns}	0.016^{ns}	2	Interaction (V×K)	اثر متقابل V×K
0.080^{ns}	0.001^{ns}	0.002^{ns}	0.037^{ns}	0.018^{ns}	0.0002^{ns}	0.0004^{ns}	2	Interaction (V×N)	اثر متقابل V×N
0.019^{ns}	0.006^{ns}	0.005^{ns}	0.047*	0.91^{ns}	0.002^{ns}	0.023^{ns}	4	Interaction (K×N)	اثر متقابل K×N
0.010^{ns}	0.006^{ns}	0.004^{ns}	0.004^{ns}	0.78^{ns}	0.004^{ns}	0.020^{ns}	4	Interaction (V×K×N)	اثر متقابل V×K×N
0.063	0.010	0.003	0.021	2.23	0.008	0.057	34	Experimental error	اشتباه آزمایشی
14.19	11.08	8.01	0.90	5.52	5.42	5.52	-	CV%	ضریب تغییرات (٪)

ns، * و **؛ به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح یک‌درصد و پنج‌درصد

ns, * and **: no significant and significant at levels of 1% and 5%, respectively

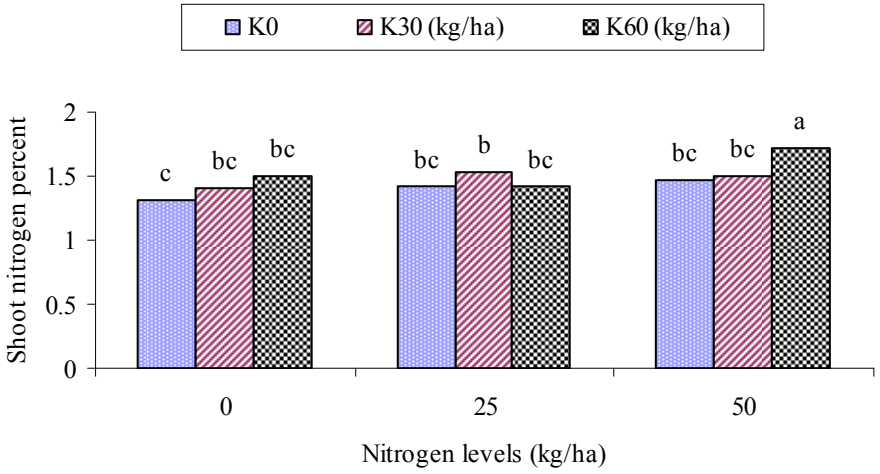
جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم، پتاسیم و نیتروژن بر صفات گیاهی دو رقم عدس

Table 5. Comparison of means simple effect of cultivars, K and N on traits in two lentil cultivars

درصد پتاسیم اندام هوایی Shoot potassium percent	جذب پتاسیم در دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed potassium uptake (kg/ha)	درصد پتاسیم دانه Seed potassium percent	درصد نیتروژن اندام هوایی Shoot nitrogen percent	درصد پروتئین دانه Seed protein percent	جذب نیتروژن دردانه (کیلوگرم در هکتار) Seed nitrogen uptake (kg/ha)	درصد نیتروژن دانه Seed nitrogen percent	تیمارها Treatments		
1.64 b	9.71 a	0.74 a	1.45 a	27.09 a	56.83 a	4.33 a	محلی (Local)	Cultivar (V)	رقم (V)
1.89 a	8.45 b	0.64 b	1.48 a	27.06 a	56.74 a	4.33 a	ILL1180		
1.74 ab	9.13 a	0.70 a	1.40 b	26.35 b	54.47 a	4.21 b	0	Potassium (K) (kg/ha)	پتاسیم (K) (کیلوگرم در هکتار)
1.87 a	8.87 a	0.69 a	1.47 ab	27.19 ab	55.57 a	4.35 ab	30		
1.68 b	9.23 a	0.67 a	1.54 a	27.68 a	60.31 a	4.42 a	60		
1.64 b	8.65 b	0.68 a	1.40 b	26.20 b	52.80 b	4.19 b	0	Nitrogen (N) (kg/ha)	نیتروژن (N) (کیلوگرم در هکتار)
1.87 a	8.42 b	0.69 a	1.45 b	27.24 a	52.55 b	4.35 a	25		
1.78 ab	10.17 a	0.69 a	1.56 a	27.79 a	65.00 a	4.44 a	50		

میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

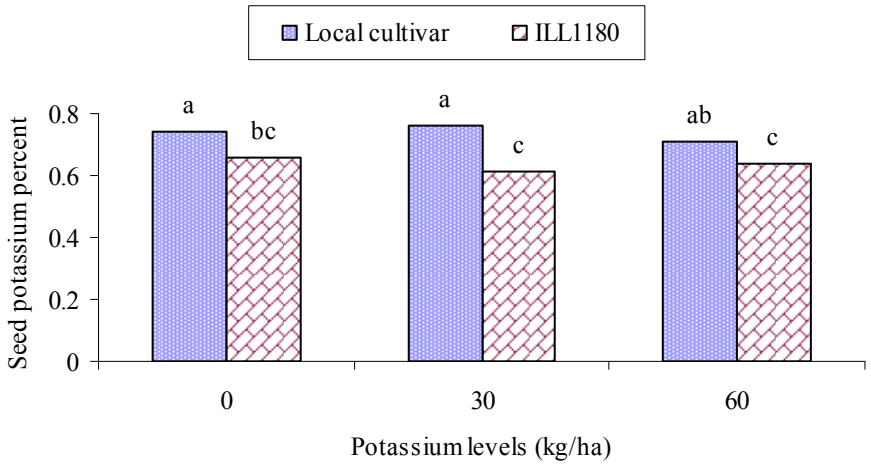
Means with similar letter have no significant difference with using of Duncan test in 5% level of probability.



شکل ۱- اثر متقابل پتاسیم در نیتروژن بر درصد نیتروژن اندام هوایی گیاه عدس

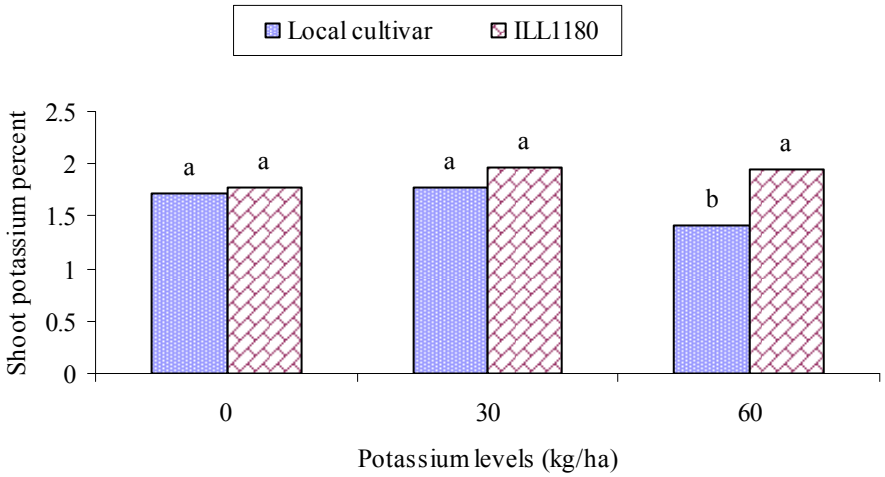
Fig. 1. Interaction effect of potassium in nitrogen on shoot nitrogen percent lentil plant

اثر متقابل ارقام در پتاسیم بر روی درصد پتاسیم اندام هوایی نشان داد که رقم ILL1180 در سطح ۶۰کیلوگرم پتاسیم در هکتار، نسبت به رقم محلی، درصد پتاسیم اندام هوایی بالاتری داشت. برای رقم ILL1180 در سطوح مختلف پتاسیم نیز میزان این صفت معنی‌دار نشد. ولی در رقم محلی در سطح۶۰کیلوگرم پتاسیم، درصد پتاسیم اندام هوایی نسبت به سطح۳۰کیلوگرم و شاهد، با اختلاف معنی‌داری کمتر شد و در گروه پایین‌تر (b) قرار گرفت (شکل ۳).



شکل ۲- اثر متقابل ارقام در پتاسیم روی درصد پتاسیم دانه گیاه عدس

Fig. 2. Interaction effect of cultivars in potassium on seed potassium percent lentil plant



شکل ۳- اثر متقابل ارقام در پتاسیم روی درصد پتاسیم اندام هوایی گیاه عدس

Fig. 3. Interaction effect of cultivars in potassium on shoot potassium percent lentil plant

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در اثرات اصلی سطوح کود پتاسیم بر روی هیچ‌یک از صفات فنولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد مورد مطالعه، تأثیر معنی‌داری نداشت. فقط بر روی تعدادی از صفات کیفی عدس، از جمله درصد نیتروژن دانه، درصد پروتئین دانه و درصد نیتروژن اندام هوایی اثر معنی‌داری داشت. مصرف ۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار، کلیه صفات مورد بررسی را به‌جُز درصد پتاسیم دانه به‌طور معنی‌داری افزایش داد. پیشنهاد می‌شود اثر پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن معدنی و تثبیت‌شده، بررسی شود.

منابع

1. Bagheri, A., Goldani, M., and Hasanzadeh, M. 1997. Agronomy and Breeding of Lentil. Jahad Daneshgahi Mashad Press, p. 248. (In Persian).
2. Bazargan, K., Malakouti, M.J., and Eftekhari, K. 2004. Potassium response in three soil type with different under planting of corn. J. Soil and Water 18. (In Persian).
3. Bremer, E., Van Kessel, C., and Karamanos, R. 1989. Inoculant, phosphorus and nitrogen responses of lentil. Can. J. Plant Sci. 69: 691-701.
4. Brown, D.A., and Scott, H.D. 1987. Dependence of crop growth and yield on root development and activity. PP. 101-136. In: Barder, S.A. and D.R. Bouldin (Eds.). Roots, nutrient and water influence, and plant growth. ASA Spec. Pupl. 49, Madison Wisconsin.
5. Hashemi Dezfuli, A., Kocheki, A., and Banaian Aval, M. 1998. Maximizing Crop Yields. Jahad Daneshgahi Mashad Press, p. 248. (In Persian).
6. Hazeri Niri, H. 2009. Investigate the effect of use of different nitrogen and phosphorus levels on yield and protein content of lentil under rain-fed conditions. M.Sc. Thesis. Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili. Iran.
7. Jain, R.C., Tiwari, R.J., and Nema, D.P. 1995. Integrated nutrient management for lentil under rain-fed conditions in Madhya Pradesh II. Nodulation. Nutrient content and economies. Lens Newsletter 22: 13-15.
8. Kim, N.I., and Paulsen, G.M. 1986. Response of yield attributes of isogenic tall, semi dwarf, and double dwarf winter wheats to nitrogen fertilizer and seeding rates. Crop Sci. 156: 197-205.
9. Kumar, P., Agrawal, J.P., and Chandra, S. 1993. Effect of inoculation, nitrogen and phosphorus on growth and yield of lentil. Lens-Newsletter (ICARDA), Lentil experimental News Service, 20: 57-59, Syria.
10. Malakouti, M.J., and Nafisi, M. 1994. Fertilization of Dryland and Irrigated Soils. A Publication of Tarbiat Modarres University. (In Persian).
11. Malhi, S.S., Johoston, A.M., Schoenau, J.J., Wang, Z.H., and Vera, C.L. 2007. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of pea and lentil on a black Chernozem soil in Saskatchewan. Journal of Plant Nutrition 30: 721-737.
12. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Sec. Ed. USA. 320 P.
13. Mengel, K., and Kirkby, E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. 4th. Edition. International. Potash Institute. Bern, Switzerland.
14. Nakhzeri Moghadam, A., and Ramrodi, M. 2002. Effect of planting date and nitrogen top dress rates on yield and yield components of Lentil. Journal of Agriculture and Resource Science 9: 33-41. (In Persian).
15. Noori, SH., Kashani, A., Nabipour, M., and Mamghani, R. 2005. Effect of nitrogen fertilizer application on yield and yield components of faba bean cultivars in Ahvaz climatic conditions. Proceeding of the 1st Iranian Pulses Symposium. Nov. 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. p. 419-422. (In Persian with English Summary).
16. Premaratne, K.P., and Oertli, J.J. 1993. The influence of potassium supply on nodulation, nitrogenace activity and nitrogen accumulation of soybean (*Glycine max* L. Merrill) grown in nutrient solution. Nutrient Cycling in Agroecosystems 38: 95-99.
17. Salardini, A.A. 1995. Soil Fertility. Tehran University Publications. (In Persian).
18. Sarmad Nia, G., and Koocheki, E. 1997. Physiological Aspects of Dryland Farming. Jahad Daneshgahi Mashad press. (In Persian).
19. Sepetoglu, H. 2002. Grain Legumes. Department of Field Crops, Faculty of Agric, Univ of Ege Pupl. 24/4, Izmir, Turkey.
20. Sharma, A.K., Billore, S.D., and Singh, R.P. 1993. Integrated nutrient management for lentil under rainfed conditions. Lens Newsletter 20: 15-16.
21. Tiwari, K.N., and Nigam, V. 1985. Crop responses to potassium fertilization in soils of Uttar Pradesh. Journal of Potassium Research 1: 62-71.
22. Togay, Y., Togay, N., Dogan, Y., and Ciftici, V. 2005. Effects of nitrogen levels and forms on the yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medic.). Asian Journal of Plant Sci. 4: 64-66.
23. Von Uexkull, H.R. 1978. Potash and rice production in Asia. Potash Review. Subj., Cereal Crops. 41 st suite, No. 8: 1-6.
24. Yazdi-Samadi, B., Peighambari, S.A., and Majnoun Hosseini, N. 2001. Effect of application of nitrogen and phosphorus fertilizers on agronomic traits of lentil in Karaj region. Iranian, J. Agric. Sci. 32: 415-423. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 1, 2012, p. 31-40

The effects of potassium application on uptake and allocation of nitrogen and seed protein on two lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in rain-fed condition

Mohseni Mohammadjanloo[1], A., Tobeh[2], A., Gholipouri[2*], A. & Mostafai[3], H.

1- Former M.Sc. Student of Agronomy in University of Mohaghegh Ardabili
2- Assistant Professor in Faculty of Agriculture in University of Mohaghegh Ardabili
3- Academic member of Agriculture Research Center, Ardabil

Received: 11 October 2011
Accepted: 14 May 2012

Abstract

In order to study the effects of potassium application on uptake and allocation of nitrogen and seed protein on two lentil cultivars in rain-fed condition a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at Ardabil Research Center for Agriculture and Natural Resources, in 2008. Three potassium levels (0, 30 and 60 $kg.ha^{-1}$), three nitrogen levels (0, 25 and 50 $kg.ha^{-1}$) and two lentil cultivars (local and ILL1180) were applied. Results showed that the highest seed nitrogen content, seed protein content (27.68%) and shoot nitrogen content was obtained by application of 60 $kg.ha^{-1}$ potassium. In terms of phenological traits, aspects of time to 50% emergency, time to 50% flowering and date of maturity as affected by 50 $kg.ha^{-1}$ nitrogen was significantly higher than other nitrogen levels. Days to maturity, number of total pods and number of seed per plant also in such a treatment were placed in the superior group with significant difference caused production highest seed yield production (1465.06 $kg.ha^{-1}$) by using 50 $kg.ha^{-1}$ N. Such a trend was observed for seed nitrogen content, seed nitrogen uptake, seed protein content, shoot nitrogen content and seed potassium uptake was found in using 50 $kg.ha^{-1}$ N. In main cultivar effect, local cultivar was superior in seed potassium concentration and seed potassium uptake than ILL1180, but ILL1180 cultivar had the higher seeds per plant and shoot potassium content than local cultivar. Therefore, it seems that high positive effect of nitrogen on most traits was due to application of 60 $kg.ha^{-1}$ potassium.

Key words: Fertilizer, Maturity period, Phenological traits, Pods, Yield

[*] **Corresponding author**: gholipoori@yahoo.com; Mobile: 09143537891; Tel: 0451-5510140