دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هشتم، ۱۳۹۸

تاثیر مقادیر نیتروژن و پتاسیم بر برخی صفات کمی و کیفی و کارآیی زراعی مصرف کود در زراعت عدس*

رقیه ذبیحی محمودآباد[۱]، محمد حسن زاده[۲]

دریافت: ۹۵/۱۱/۱٤ پذیرش: ۹٦/۲/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح نیتروژن و پتاسیم بر کارآیی زراعی و جذب نیتروژن و پتاسیم و درصد پروتئین دانه عدس، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۹٤ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، در شرایط آبی اجرا شد. فاکتورها شامل سطوح کود پتاسیم با سه سطح (۰، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات پتاسیم و سطوح کود نیتروژن با سه سطح (۰، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت گرانوله و رقم مورد کشت، رقم بومی منطقه بود. در کلیه صفات اندازه گیری شده به جز کارآیی زاراعی مصرف کود نیتروژن و پتاسیم، افزایش مصرف کود پتاسیم و نیتروژن، در اثرات اصلی هر کدام از کودها، موجب افزایش صفات عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین صفات مربوط به درصد و جذب کودهای پتاسیم و نیتروژن شد به طوری که بیشترین مقدار این صفات در سطوح تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. اثرات متقابل کود پتاسیم و نیتروژن نیز برای صفات عملکرد دانه، کارآیی زراعی کود پتاسیم، عملکرد پروتیین دانه و مقدار جذب نیتروژن دانه، معنی‌دار بود. به‌طور کلی نتایج این تحقیق، نشان داد که استفاده همزمان از کود نیتروژن و پتاسیم واکنش مثبت عدس به این دو کود را به همراه داشته و باعث افزایش عملکرد دانه گردید، بنابراین استفاده ترکیبی از این دو کود جهت افزایش صفات کمی و کیفی در این گیاه، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عدس، عملکرد، کارآیی مصرف نیتروژن و پتاسیم

ذبیحی محمودآباد، ر. و م. حسن زاده. ۱۳۹۸. تاثیر مقادیر نیتروژن و پتاسیم بر برخی صفات کمی و کیفی و کارآیی زراعی مصرف کود در زراعت عدس. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۸: ٦۰-٤۷.

---

* - این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی (با کد: ۸۹۱۸٤) باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل می‌باشد

۱- باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران- مسئول مکاتبات. rzabihi73@gmail.com

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی (مغان)، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

عدس یکی از انواع حبوبات بوده که از قدیمی‌ترین گیاهان غذایی بشر محسوب شده و منشا آن خاک‌های حاصلخیز خاور نزدیک می‌باشد، این گیاه به عنوان غذا، منبع پروتئینی با ارزشی است که به دلیل توانایی رشد در شرایط محیطی نامناسب و خاک های فقیر توانسته است تا به امروز به عنوان یک گونه غذایی مطرح بماند (باقری و گلدانی، ١٣٧٦). یکی از عوامل اصلی تولید پایین این محصول، محدودیت یا توزیع نامناسب مصرف کود در مورد آن است. عدس با دارا بودن حدود ۲۵ درصد پروتئین و عملکرد متوسط ۷۵۰ کیلوگرم دانه در هکتار در شرایط دیم تقریبا ۳۷/۵ کیلوگرم نیتروژن خالص (N)، ۱۰/۵ کیلوگرم فسفر خالص (P_2O_5) و ۲۸/۲ کیلوگرم پتاس (K_2O) از یک هکتار زمین برداشت می کند (آزاد و گیل، ۱۹۸۹). حبوبات به دلیل غنی بودن از پروتئین، نسبت به سایر عناصر غذایی، به نیتروژن بیشتری نیاز دارند، بنابراین کمبود آن مسئله مهمی برای گیاه محسوب می‌شود چون در شرایط کمبود آن، سنتز کلروپلاست و کلروفیل و بسیاری از آنزیم‌های متابولیکی مختل می‌گردد. دو منبع نیتروژن برای لگوم‌ها، نیتروژن تثبیت شده و نیتروژن معدنی است که سنجش میزان تثبیت نیتروژن با روش فراوانی N_{15} نشان داد عدس، ۷۸٪ ($72 KgNha^{-1}$) توان تثبیت دارد (ماسکی و همکاران، ۲۰۰۱).

کارآیی به عنوان مقدار محصول تولید شده به ازای هر واحد نهاده مصرف شده تعریف شده است. این بدان معنی است که کارآیی تغذیه‌ای عبارت از ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد عناصر غذایی مصرف شده یا جذب شده می‌باشد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۷). بالاترین کارآیی معمولاً با جذب اولین واحد عنصر غذایی به دست می‌آید و واحدهای بعدی مصرف عنصر غذایی، افزایش کمتری را ایجاد می‌نمایند، یعنی با افزایش میزان مصرف عنصر غذایی مقدار عملکرد دانه، کمتر افزایش می‌یابد (قانون بازده نزولی میچرلیخ) (فتحی، ۱۳۷۷). گراهام (۱۳۷۸) گزارش کرد که کارآیی عناصر غذایی را می‌توان بر حسب عملکرد نسبی یک ژنوتیپ در یک خاک فقیر، در مقایسه با عملکرد آن در حالی که تغذیه مطلوب است تعریف نمود. کراسول و گادوین (١٩٨٤) کارآیی عناصر غذایی را با سه معیار کارآیی زراعی، کارآیی فیزیولوژیک و کارآیی بازیافت ظاهری بیان نمود. حداکثر کارآیی مصرف عنصر غذایی زمانی حاصل می‌شود که غلظت آن نزدیک به سطح بحرانی باشد، زیرا بدون آن که عنصر غذایی اضافی در گیاه وجود داشته باشد تقریبا حداکثر عملکرد در این نقطه به دست می‌آید. رییسی و خواجه پور (۱۳۷۱) کاهش در راندمان مصرف کود با افزایش مقدار کود نیتروژن را گزارش کردند. گزارش شده که عملکرد دانه‌ی عدس در واحد سطح، تحت تاثیر تعداد غلاف و دانه در گیاه می‌باشد و تعداد غلاف و دانه‌ی بالا در گیاه، موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود. صفت تعداد دانه در بوته از مهم‌ترین اجزای عملکرد در عدس می‌باشد و نقش مؤثری در افزایش عملکرد دانه دارد (صالحی و همکاران، ۲۰۰۸). عملکرد دانه در شرایط دیم ارتباط بالایی با تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه در گیاه دارد (ورما و همکاران، ٢٠٠٤) کودهای نیتروژنه به طور مؤثر توسط گیاه مصرف نمی‌شود و کارآیی استفاده از آنها پایین است (ملکوتی و نفیسی، ۱۹۹۳). بهبود کارآیی مصرف نیتروژن، استراتژی کلیدی برای توسعه‌ی سیستم‌های کشاورزی پایدار است که بیشترین تولید، با کمترین انرژی ورودی و اتلاف نیتروژن را ممکن می‌سازد (گان و همکاران، ۲۰۰۸). غضنفری و همکاران (۲۰۰۱) با مصرف ۲۰ الی ٤٠ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار، اختلاف معنی‌داری در میزان محصول تولیدی عدس مشاهده نکردند. در بررسی توگای و همکاران (۲۰۰۵) با افزایش نیتروژن در عدس، شاخص برداشت افزایش یافت و بیشترین شاخص برداشت با میزان ٤٠ و ٦٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد. البته تفاوت معنی‌داری بین این دو سطح کودی مشاهده نشد. طبق نتایج به‌دست آمده توسط رحیمی و همکاران (۱۳۸۷) تیمار ٤٠ کیلوگرم سولفات روی و ۳۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم سبب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، تعداد خوشه در متر مربع نسبت به شاهد گردید، در رابطه با عملکرد کاه تاثیر تیمارها مشابه بوده ولی نسبت به شاهد تفاوت معنی‌دار داشتند. تیمار ۲۰ کیلوگرم روی و ٤٠٠ کیلوگرم پتاسیم نسبت به شاهد، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه را افزایش داد. بیک‌نژاد درونکلایی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند که با افزایش سطوح پتاسیم عملکرد دانه و رشد محصول افزایش یافت و بهترین عملکرد دانه با میزان ٤٦٠٦/٣ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح پتاسیم یعنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطح دوم منیزیم به دست آمد. با افزایش مصرف پتاسیم وزن هزار دانه، تعداد غلاف در مترمربع و عملکرد دانه افزایش، اما تعداد دانه در غلاف کاهش یافت (نادری و همکاران، ۱۳۸۷).

هدف از انجام این تحقیق، تعیین بهترین سطح کود پتاسیم و نیتروژن با بالاترین کارآیی زراعی و عملکرد دانه، اندازه‌گیری میزان پتاسیم و نیتروژن جذب شده و انتقال یافته به دانه و

اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد، درصد و عملکرد پروتئین دانه عدس بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر سطوح نیتروژن و پتاسیم بر کارآیی زراعی و جذب نیتروژن و پتاسیم و درصد پروتئین دانه عدس، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۹٤ در اردبیل در شرایط کشت آبی, اجرا شد. اردبیل دارای زمستان‌های سرد و بهار و تابستان معتدل می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا نیز حدود ۱۳۵۰ متر و میانگین بارش سالیانه دراز مدت آن حدود ٤۰۰ میلی‌متر است. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۱۵ دقیقه واقع شده است.

زمین محل آزمایش در سال قبل در آیش قرار داشت. عملیات خاکورزی شامل شخم عمیق (۳۰-۲۵ سانتی‌متر)، دیسک و ماله بود. به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز طبق آزمایش انجام گرفته، ٤۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره از نوع سوپر فسفات و کود حیوانی به خاک اضافه شد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش، نمونه برداری از خاک قبل از انجام عملیات آماده‌سازی و کوددهی زمین انجام گردید. نمونه‌ها از عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی‌متر انتخاب شدند و پس از تجزیه آن در آزمایشگاه، نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل مورد آزمایش

عمق (cm)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته کل (pH)	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	بافت خاک			نوع خاک
									رس	سیلت	شن	
۰-۳۰	٤۸	۲/٦٦	۷/۸	٤/۸	۰/۹۷	۰/۱۰۳	٤/۸	٤٦۰	۲۸	٤۱	۳۱	لوم رسی
۳۰-٦۰	٤۵	۲/٤	۸/۲	۷	۰/٤۸	۰/۰۵٦	۲	۲۹۰	۲٤	۳٦	٤۰	رسی

فاکتورها شامل سطوح کود پتاسیم با سه سطح (۰، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع سولفات پتاسیم و سطوح کود نیتروژن با سه سطح (۰، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت گرانوله و از منبع اوره و رقم مورد کشت، رقم بومی منطقه بود. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت با فواصل بین ردیفی ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۳ سانتی‌متر و به طول ٤ متر بود. بین دو کرت ۰/۵ متر حاشیه گذاشته شد. فاصله بلوک‌ها از همدیگر ۲ متر بود. عمق کاشت بسته به شرایط خاک بین ۵-۳ سانتی متر در نظر گرفته شد. تراکم کاشت ۱۳۳ بوته در هر مترمربع بود.

عملیات خاک‌ورزی در محل اجرای آزمایش شامل شخم عمیق پاییزه در سال ۱۳۹۳ با گاو آهن برگرداندار زده شده و در بهار سال ۱۳۹٤ عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم سطحی با پنجه غازی، دیسک و همچنین کرت بندی و ایجاد جوی جهت کشت انجام شد. کلیه بذرها قبل از کاشت با سم بنومیل یا کاپتان و به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. مقدار بذر کشت شده به صورت ۱/۵ برابر انجام گرفت که بعد از سبز شدن کامل و تولید گیاهچه نرمال نسبت به تنک کردن گیاهچه‌های اضافی برای رسیدن به تراکم مورد نظر اقدام شد.

عملیات داشت شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز داخل بلوک و حاشیه آن، مبارزه با آفات و امراض و غیره که در طول فصل رشد به طور کامل انجام گرفت. اولین آبیاری بعد از کاشت و دومین و سومین آبیاری و بقیه آبیاری‌ها بر اساس نیاز گیاه و دمای منطقه انجام گرفت. عملیات وجین نیز بر اساس نیاز بصورت مکانیکی انجام شد.

جهت اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد و به دنبال آن محاسبه کارآیی زراعی مصرف کود ها و سایر صفات در این آزمایش، در پایان دوره رشد بوته و پس از رسیدگی کامل بوته-ها، بعد از اینکه تجمع مواد خشک در دانه‌ها به حداکثر خود رسید و برگ‌ها و شاخه‌ها زرد شدند و قبل از خشک

شدن شاخه‌ها و زمانی که برگ‌ها کاملاً زرد رنگ بودند، با حذف حاشیه از ابتدا و انتهای هر کرت در حدود نیم متر و دو خط اطراف، برداشت انجام شد. در واقع با حذف حواشی، از سه خط کاشت میانی برداشت صورت گرفت.

سپس نمونه‌ها را در داخل کیسه‌هایی گذاشته و به آزمایشگاه منتقل کرده و با استفاده از این نمونه‌ها میزان عملکرد و اجزای عملکرد (شامل تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح) نیز اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری درصد نیتروژن دانه عدس، نمونه‌ها در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد خشک شده و پس از آسیاب و عبور از سرند ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شد. یک‌دهم گرم از نمونه‌های خشک شده در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد توسط اسید سولفوریک و استفاده از پودر سلنیم، سولفات مس و سولفات پتاسیم به عنوان کاتالیزور هضم شد و با استفاده از دستگاه اتوکجلدال مدل Gerhardt VAP20، مقدار نیتروژن نمونه‌ها تعیین شد (بولتز و هاول، ۱۹۷۸). از حاصلضرب درصد نیتروژن دانه در ضریب ثابت ٦/٢٥، درصد پروتئین دانه به‌دست آمد (سالووانانن و کوویستونن، ۱۹۹٦). عملکرد پروتئین نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد

(عملکرد پروتئین دانه = درصد پروتئین دانه × وزن خشک دانه).

همچنین درصد پتاسیم کل دانه‌ها نیز با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (رایت و استوزنسکی، ۱۹۹٦). برای محاسبه جذب عنصر غذایی از رابطه زیر استفاده شد

(جذب عنصر غذایی = غلظت عنصر × ماده خشک) (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۷).

برای محاسبه کارآیی زراعی عنصر غذایی نیز، از معادله زیر استفاده شد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۷؛ گودرورد و جلوم، ۱۹۸۸).

$$NAE = (Yfp - Yf0p)/Nf$$

که در این معادله: NAE: کارآیی زراعی نیتروژن (kg/kg)، Yfp: عملکرد دانه در کرت‌های با مصرف کود (kg/ha)، $Yf0p$: عملکرد دانه در کرت‌های بدون مصرف کود (kg/ha)، Nf: مقدار کود مصرف شده (kg/ha) می‌باشد.

در نهایت داده ها توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد دانه در بوته

بر اساس جدول تجزیه واریانس، صفت تعداد دانه در بوته فقط در اثر اصلی سطوح کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد و تیمار کود پتاسیم و اثر متقابل کود پتاسم در نیتروژن معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات ساده کود نیتروژن نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن موجب افزایش تعداد دانه در بوته شد به‌طوری که سطح کودی ٦۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین تعداد دانه در بوته بود و با سطح شاهد کودی اختلاف معنی‌دار نشان داد به طوری که سطح شاهد دارای کمترین تعداد دانه شد. این در حالی بود که سطح کودی ٦۰ کیلوگرم در هکتار با سطح کودی ۳۰ کیلوگرم در هکتار از نظر آماری در گروه مشترک قرار داشت (جدول ۳). نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد. در حبوبات تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۷). کومار و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که با کاربرد ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد دانه و عملکرد دانه در واحد سطح به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داشت. کاهن و استوفیلا (۱۹۸۵) گزارش نمودند که بین عملکرد و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و و بالایی وجود دارد. استوتزل و آنفامر (۱۹۹۲) نشان دادند که عملکرد در واحد سطح تابعی از تعداد نیام در بوته می‌باشد. عزیزی چاخرچمن و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که در اجزای عملکرد عدس تعداد نیام در بوته مهمترین عامل و تعداد دانه در نیام و وزن صددانه به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارد. صفت تعداد دانه در بوته از مهم‌ترین اجزای عملکرد در عدس می‌باشد و نقش مؤثری در افزایش عملکرد دانه دارد (صالحی و همکاران، ۲۰۰۸). عملکرد دانه در شرایط دیم ارتباط بالایی با تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه در گیاه دارد (ورما و همکاران، ۲۰۰٤).

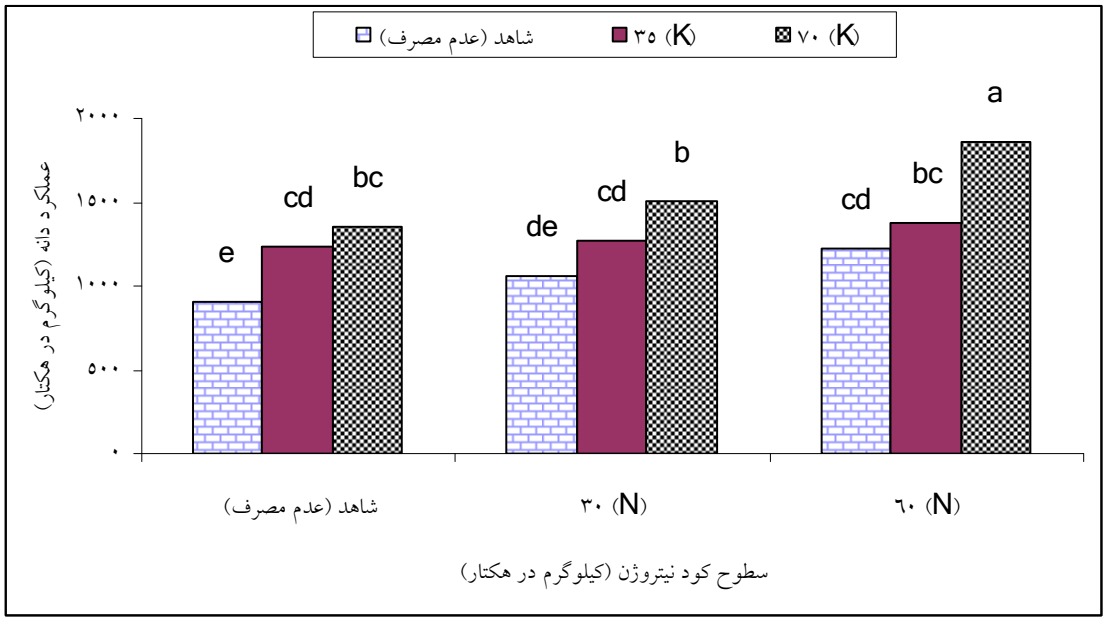
وزن صددانه

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، صفت وزن صددانه فقط برای اثر اصلی سطوح کود پتاسیم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد و برای اثر ساده کود نیتروژن و اثر متقابل کود پتاسیم × کود نیتروژن، هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد. طبق جدول مقایسه میانگین به‌دست آمده (جدول ۳)

مشخص شد که در اثر ساده سطوح کود پتاسیم، سطح ۷۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین وزن صددانه بود این در حالی بود که این سطح با سطح ۳۵ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری قرار داشت و سطح شاهد کودی که دارای کمترین وزن صددانه بود با اختلاف معنی‌دار نسبت به دو سطح کودی قرار داشت. تعداد دانه در بوته با وزن صددانه همبستگی منفی دارد و این همبستگی در تعدادی از این منابع غیرمعنی‌دار و در تعدادی دیگر معنی‌دار گزارش گردیده است (ارسکین و گودریچ، ۱۹۹۱). در تحقیقی مشخص شده است که تیمار ۲۰ کیلوگرم روی و ٤۰۰ کیلوگرم پتاسیم نسبت به شاهد، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه را افزایش داد. و با افزایش سطوح پتاسیم عملکرد دانه و رشد محصول افزایش یافت و بهترین عملکرد دانه با میزان ٤٦۰٦/۳ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح پتاسیم (K_2) یعنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطح دوم منیزیم (Mg_1) به‌دست آمد (بیک‌نژاد درونکلایی و همکاران، ۱۳۸۷). با افزایش مصرف پتاسیم وزن هزار دانه، تعداد غلاف در متر مربع و عملکرد دانه افزایش، اما تعداد دانه در غلاف کاهش یافت. همچنین با افزایش مصرف گوگرد، وزن هزاردانه و عملکرد دانه افزایش یافت. تعدادی از صفات مورد بررسی نیز تحت تاثیر اثرات متقابل بین عناصر مذکور قرار گرفتند (نادری عارفی و همکاران، ۱۳۸۷). هانسون و بورتون (۱۹۹٤) بیان کردند که وزن هزار دانه در عملکرد دانه سویا تأثیری ندارد.

عملکرد دانه در هکتار

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، صفت عملکرد دانه برای اثر اصلی سطوح کود پتاسیم و نیتروژن، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد و برای اثر متقابل کود پتاسیم × کود نیتروژن نیز در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار، مشاهده شد. طبق جدول مقایسه میانگین به‌دست آمده (جدول ۳) مشخص شد که در اثر ساده کود پتاسیم و نیتروژن، افزایش مصرف هر دو کود باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شد به طوری که سطح ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و سطح ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن با اختلاف بسیار معنی‌داری نسبت به شاهد دارای بیشترین عملکرد دانه شده و در گروه برتر (a) قرار گرفتند. سطح ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و سطح ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن چون از نظر کلیه صفات اندازه‌گیری شده (که در نهایت تاثیر مستقیم و مثبتی بر عملکرد دانه دارند) دارای بیشترین میزان بودند، در نتیجه عملکرد دانه نیز برای این سطوح دارای بیشترین مقدار بود. برای اثر متقابل کود پتاسیم × کود نیتروژن نیز همان روند افزایش عملکرد دانه با افزایش مصرف کودها مشاهده گردید به طوری که در ترکیب تیماری سطح ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم با سطح ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن، بیشترین عملکرد دانه حاصل شد و سطح شاهد (بدون مصرف کود) نیز دارای کمترین مقدار عملکرد دانه شد (شکل ۱). طبق گزارش ورما و کالرا (۱۹۸۳) عدس واکنش خوبی به کود نیتروژن به میزان ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نشان داده است. همچنین عدم افزایش عملکرد عدس با مصرف ۲۰ الی ٤۰ کیلوگرم در هکتار نیز گزارش شده است (توگای و همکاران (۲۰۰۵)). توگای و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی تاثیر سطوح نیتروژن (۰، ۲۰ ، ٤۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار فرم نیتروژن(نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم، اوره و نیتروژن آلی) در دو سال بر روی عدس دریافتند که با مصرف ٤۰ کیلوگرم نیتروژن عملکرد دانه به طور معنی‌داری در واحد سطح افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح ۱٤۲۲ و ۱٦۳۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در سال اول و دوم بدست آمد. با سولفات آمونیوم بیشترین عملکرد دانه به ترتیب ۱۳٦۰ و ۱۵۷۲ کیلوگرم در هکتار در هر دو سال حاصل گردید. در آزمایش دیگری شارما و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که پتاسیم بر عملکرد دانه بی‌اثر است. در خاک لوم شنی در پنجاب، آزاد و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که با افزودن ۳۳/۲ کیلوگرم پتاسیم در هکتار عملکرد دانه ۱۹ درصد و با اختلاف معنی‌داری افزایش یافت. پتاسیم علاوه بر کمک در انجام فتوسنتز، در نقل و انتقال مواد فتوسنتزی مؤثر است. اضافه کردن پتاسیم کافی، سرعت انتقال مواد نیتروژنه از اندام‌های رویشی به دانه را افزایش می‌دهد. وجود پتاسیم کافی، بر تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم در بقولات، از طریق انتقال سریع مواد ساخته شده از برگ‌ها به غده‌های موجود در ریشه اثر می‌گذارد (ملکوتی و نفیسی، ۱۹۹۳). در تحقیقی بیان شده که با افزایش سطوح پتاسیم عملکرد دانه و رشد محصول افزایش یافت و بهترین عملکرد دانه با میزان ٤٦۰٦/۳ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح پتاسیم (K_2) یعنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطح دوم منیزیم (Mg_1) به‌دست آمد (بیک‌نژاد درونکلایی و همکاران، ۱۳۸۷). با افزایش مصرف پتاسیم وزن هزار دانه، تعداد غلاف در مترمربع و عملکرد دانه افزایش، اما تعداد دانه در غلاف کاهش یافت.



شکل ۱- نمودار عملکرد دانه در هکتار متاثر از ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن و پتاسیم.

شاخص برداشت

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، صفت شاخص برداشت فقط برای اثر اصلی سطوح کود پتاسیم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد و برای اثر ساده کود نیتروژن و اثر متقابل کود پتاسیم × کود نیتروژن، هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد. طبق جدول مقایسه میانگین به‌دست آمده (جدول ۳) مشخص شد که در اثر ساده سطوح کود پتاسیم، سطح ۷۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین وزن صد دانه بود این در حالی بود که سطح شاهد کودی با سطح ۳۵ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین مقدار و در یک گروه آماری قرار داشتند. نخ‌فروش و کوچکی (۱۳۷۷) گزارش نمود که شاخص برداشت را می‌توان به عنوان مبنایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد دانه عدس معرفی نمود که همبستگی عملکرد دانه با شاخص برداشت مثبت و معنی-دار می‌باشد. رافضی و همکاران (۱۳۷۷) در آزمایشی نشان داد که شاخص برداشت با وزن دانه و تعداد دانه در بوته دارای همبستگی معنی‌داری بود.

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		وزن صد دانه	عملکرد دانه در هکتار	شاخص برداشت	تعداد دانه در بوته
تکرار	۲	۰/۱۰۷ ns	۷۸۶۹۲/۷**	۲۲/۶۶ ns	۱۰/۴۱ ns
کود پتاسیم (K)	۲	۴/۵۶*	۵۷۹۱۷۹/۲**	۵۸۲/۶۶*	۱۵۷/۰۸ ns
کود نیتروژن (N)	۲	۰/۸۲۹ ns	۲۴۰۶۶۶/۵**	۴۵/۴۱ ns	۳۷۳/۴۴*
اثر متقابل K×N	۴	۱/۸۳ ns	۲۸۹۶۷/۸*	۶/۴۷ ns	۱۲۵/۴۸ ns
اشتباه	۱۶	۰/۹۳	۶۶۲۴/۱	۱۰۱/۰۹	۹۲/۳۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۱/۸۳	۲۰/۱۲	۲۸/۴۸	۲۹/۵۹

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات مورد مطالعه

سطوح مورد آزمایش		وزن صد دانه	عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار	شاخص برداشت (٪)	تعداد دانه در بوته
کود پتاسیم	۰	۳/٦۰b	۱۰٦٦/۲٦c	۲۸/۳۷b	٤۷/۳٦ a
کیلوگرم در هکتار	۳۵	٤/۷۸a	۱۲۹۳/٦۱b	۳۳/۳۷b	٤۰/۱۳ a
	۷۰	٤/۸۹a	۱۵۷۲/۷۳a	٤٤/۱۲a	٤۰/۱۱ a
کود نیتروژن	۰	٤/۵۹ a	۱۱٦۵/۲۹c	۳۲/۸٤ a	۳۵/۵۵b
کیلوگرم در هکتار	۳۰	٤/۰۷ a	۱۲۷۹/۵۱b	۳۷/۲٦ a	٤۳/۸۰ab
	٦۰	٤/٦۰ a	۱٤۸۷/۸۰a	۳۵/۷٦ a	٤۸/۲۵ a

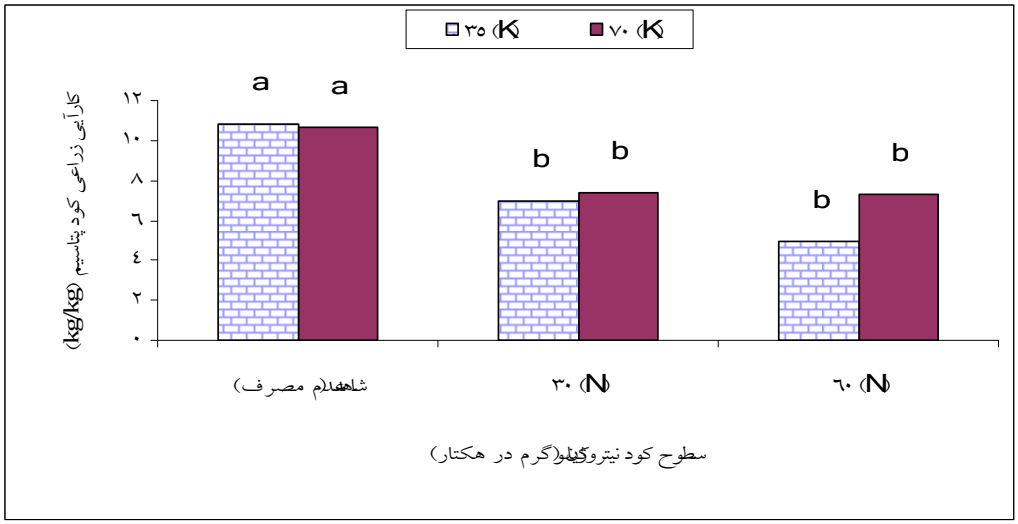
اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

کارآیی زراعی مصرف کود پتاسیم

مطابق تجزیه واریانس به‌دست آمده برای این صفت، مشاهده شد که کارآیی زراعی کود پتاسیم فقط برای اثر متقابل کود پتاسیم با کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). طبق نمودار به‌دست آمده (شکل ۲) برای اثر متقابل کارآیی زراعی کود پتاسیم، مشاهده شد که افزایش مصرف کود باعث کاهش کارآیی زراعی کود پتاسیم شد به طوری که سطح شاهد کودی دارای بیشترین کارآیی بوده و سطوح بعدی با روند کاهشی روبرو شدند و این نشان دهنده آن است که مصرف کود پتاسیم و نیتروژن در این گیاه که خود تثبیت کننده نیتروژن می‌باشد تاثیر آنچنان مثبتی بر افزایش عملکرد نداشته است. برای اثر ساده کود پتاسیم در صفت کارآیی زراعی کود پتاسیم نیز علی‌رغم غیر معنی‌دار بودن باز روند کاهشی مشاهده شده به طوری که در هر دو صفت، اولین سطح کودی دارای بالاترین کارآیی زراعی کود بود (جدول ۵). بالاترین کارآیی معمولاً با جذب اولین واحد عنصر غذایی به دست می‌آید و واحدهای بعدی مصرف عنصر غذایی، افزایش کمتری را ایجاد می‌نمایند، یعنی با افزایش میزان مصرف عنصر غذایی مقدار عملکرد دانه، کمتر افزایش می یابد (قانون بازده نزولی میچرلیخ) (فتحی، ۱۳۷۷). حداکثر کارآیی مصرف عنصر غذایی زمانی حاصل می‌شود که غلظت آن نزدیک به سطح بحرانی باشد، زیرا بدون آن که عنصر غذایی اضافی در گیاه وجود داشته باشد تقریبا حداکثر عملکرد در این نقطه به دست می‌آید. میزان کارآیی مصرف عنصر غذایی در دامنه فراوانی و مسمومیت این عناصر، کاهش می یابد زیرا با افزایش غلظت عنصر غذایی عملکرد یا ثابت مانده و یا کاهش می‌یابد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۷).

کارآیی زراعی مصرف کود نیتروژن

مطابق تجزیه به‌دست آمده برای این صفت، مشاهده شد که کارآیی زراعی کود نیتروژن نیز برای اثر ساده کود پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و برای سایر اثرات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٤). برای اثر اصلی کود پتاسیم در صفت کارآیی زراعی کود نیتروژن نیز مشاهده شد که باز مصرف کود پتاسیم موجب کاهش کارآیی زراعی کود نیتروژن شده است. برای اثر ساده کود نیتروژن در این صفت نیز علی‌رغم غیر معنی‌دار بودن باز روند کاهشی مشاهده شده به طوری که در هر دو صفت، اولین سطح کودی دارای بالاترین کارآیی زراعی کود بود (جدول ۵). رییسی و خواجه پور (۱۳۷۱) کاهش در راندمان کود با افزایش مقدار کود نیتروژن را گزارش کردند. عملکرد دانه‌ی عدس در واحد سطح، تحت تاثیر تعداد غلاف و دانه در گیاه می‌باشد و تعداد غلاف و دانه‌ی بالا در گیاه، موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود. کودهای نیتروژنه به طور مؤثر توسط گیاه مصرف نمی‌شود و کارآیی استفاده از آنها پایین است (ملکوتی و نفیسی، ۱۹۹۳). بهبود کارآیی مصرف نیتروژن، استراتژی کلیدی برای توسعه‌ی سیستم‌های کشاورزی پایدار است که بیشترین تولید، با کمترین انرژی ورودی و اتلاف نیتروژن را ممکن می‌سازد (گان و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۲- نمودار کارآیی زراعی کود پتاسیم متاثر از ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن و پتاسیم.

جدول ٤- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		کارآیی زراعی کود پتاسیم	درجه آزادی	کارآیی زراعی کود نیتروژن
تکرار	۲	۰/۲٦ ns	۲	۰/۱۹ ns
کود پتاسیم (K)	۱	۳/۳٤ ns	۲	۱/۹۳ *
کود نیتروژن (N)	۲	٥/٦٤ ns	۱	۰/٥۷ ns
اثر متقابل K×N	۲	۳۱/۸۸**	۲	۰/۱۲ ns
اشتباه	۱۰	۳/۲۲	۱۰	۰/۲۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۲/٤۰	-	۲٤/٤۰

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ٥- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات مورد مطالعه

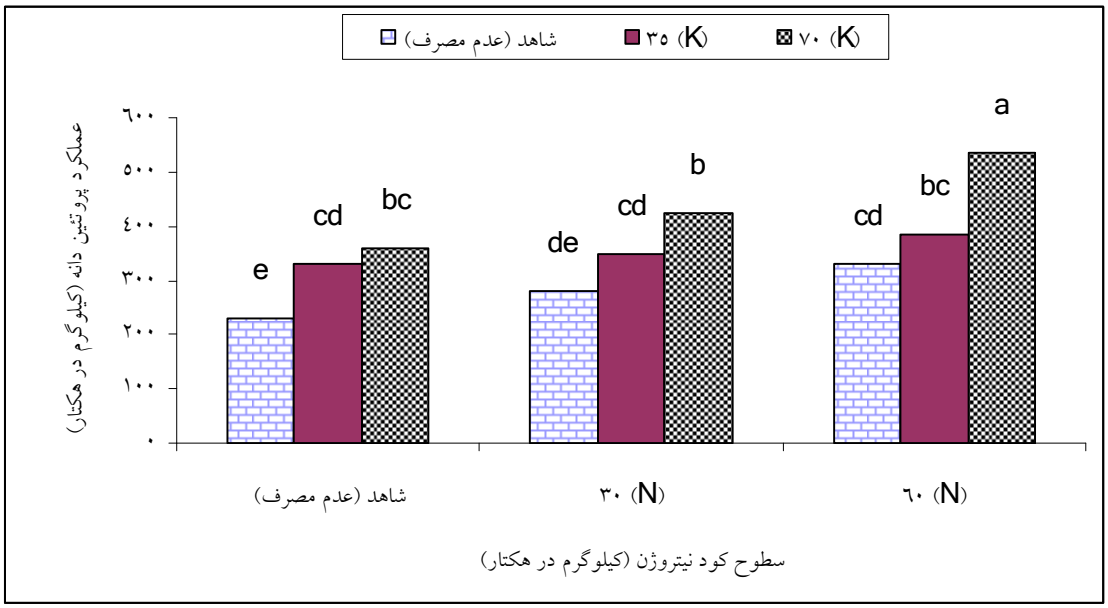
سطوح مورد آزمایش		کارآیی زراعی کود پتاسیم (kg/kg)	کارآیی زراعی کود نیتروژن (kg/kg)
کود پتاسیم	۰	-	٤/٤۱a
کیلوگرم در هکتار	۳٥	۸/٤٤a	٥/۸۸a
	۷۰	۷/٥۷a	۱/٥۰b
کود نیتروژن	۰	۹/۰٦ a	-
کیلوگرم در هکتار	۳۰	۷/۱٦ a	٤/٦۰a
	٦۰	۷/۸۰ a	۳/۲٦a

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند

عملکرد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس به‌دست آمده برای این صفت نشان داد (جدول ٦) که عملکرد پروتئین دانه برای سطوح تیماری کود پتاسیم و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین ها برای این صفت نشان داد که افزایش کود پتاسیم و نیتروژن موجب افزایش این صفت شد به طوری که بیشترین مقدار عملکرد پروتئین دانه به ترتیب در سطوح تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. برای اثر متقابل نیز مشاهده شد که در این صفت افزایش کود

پتاسیم و نیتروژن موجب افزایش این صفت شد به طوری که بیشترین مقدار عملکرد پروتئین دانه به ترتیب در ترکیب تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم با ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد (شکل ۳). چندین عامل ممکن است در ارتباط بین عملکرد و میزان پروتئین دانه تاثیر داشته باشد که ازجمله می‌توان به کود نیتروژن قابل استفاده (ایمسند، ۱۹۸۹) اشاره کرد. عوامل گوناگونی مانند دما، نوع خاک، میزان آب، موادآلی خاک و ژنوتیپ ممکن است واکنش گیاهان را به نیتروژن خاک تحت تاثیر قرار دهد (کالیسکان و همکاران، ۲۰۰۸). در بررسی که شیراسماعیلی (۱۹۹٦) روی اثرات کود نیتروژنه بر عملکرد و درصد پروتئین سویا انجام داد، بیشترین عملکرد پروتئین در واحد سطح در تیمارهایی حاصل گردید که بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود. با وجود این‌که عملکرد و میزان پروتئین دانه، صفات وراثت پذیری هستند، آزمایش‌های اصلاحی غالبا ارتباط منفی بین این دو صفت را بیان کرده است (ملوفیلهو و همکاران، ۲۰۰٤).



شکل ۳- نمودار عملکرد پروتئین دانه متاثر از ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن و پتاسیم

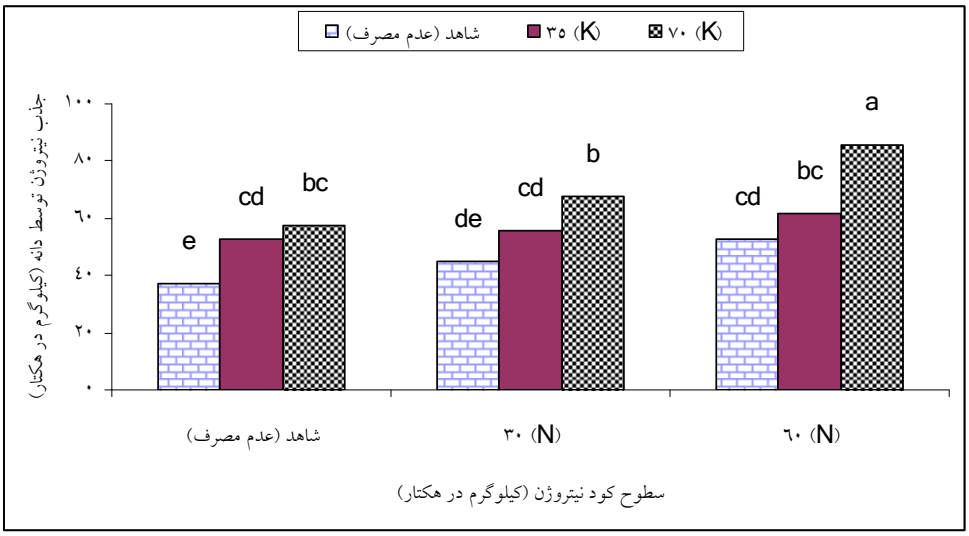
درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس به‌دست آمده برای این صفت نشان داد (جدول ٦) که برای درصد پروتئین دانه نیز فقط اثرات اصلی تیمارهای کود پتاسیم و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین ها نشان داد که افزایش کود پتاسیم و نیتروژن موجب افزایش این صفت شد به طوری که بیشترین مقدار درصد پروتئین دانه به ترتیب در سطوح تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. با این حال در این صفت، این سطوح با سطح دوم کودی از نظر آماری در گروه مشترک قرار داشتند (جدول ۷). در بررسی که شیراسماعیلی (۱۹۹٦) روی اثرات کود نیتروژنه بر عملکرد و درصد پروتئین سویا انجام داد، بیشترین عملکرد پروتئین در واحد سطح در تیمارهایی حاصل گردید که بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود. با وجود این‌که عملکرد و میزان پروتئین دانه، صفات وراثت پذیری هستند، آزمایش‌های اصلاحی غالبا ارتباط منفی بین این دو صفت را بیان کرده است (ملوفیلهو و همکاران، ۲۰۰٤).

جذب نیتروژن دانه

نتایج تجزیه واریانس به‌دست آمده برای این صفت نشان داد (جدول ٦) که صفت جذب نیتروژن برای سطوح تیماری کود پتاسیم و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین ها برای این صفت نشان داد که افزایش کود پتاسیم و نیتروژن موجب افزایش این صفت شد به طوری که بیشترین مقدار جذب، به ترتیب در سطوح تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. برای اثر متقابل نیز مشاهده شد که افزایش کود پتاسیم و نیتروژن موجب افزایش

این صفت شد به طوری که بیشترین مقدار جذب نیتروژن دانه به ترتیب در ترکیب تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم با ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد (شکل ٤). تحقیقات انجام شده نشان داد که ممکن است طرح‌های اصلاحی کلاسیک برای بهبود همزمان کیفیت و عملکرد دانه، کافی نباشد (هولبروک و همکاران، ۱۹۸۹). بسیاری از محققین نشان دادند لگوم‌هایی که با نیترات یا آمونیوم تغذیه شدند رشد بهتری از گیاهان متکی به تثبیت دارند (اسپرنت و توماس، ۱۹۸٤). این بهبود رشد حاصل تأثیر نیتروژن در افزایش طول ساقه، سطح و تعداد برگ و محتوای نیتروژن اندام‌های هوایی و ریشه است. افزایش سطح برگ که ممکن است ناشی از افزایش تعداد یا اندازهٔ برگ باشد، پتانسیل فتوسنتزی گیاهان تغذیه شده با نیتروژن معدنی را افزایش می‌دهد. در خاک لوم شنی در پنجاب، آزاد و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند کاربرد پتاسیم در محیط رشد گیاه، جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد. در صورت مصرف زیاد کودهای نیتروژنی، به دلیل رشد رویشی بیش از حد گیاه، برای برداشت محصول با کیفیت عالی، مصرف کودهای پتاسیم الزامی است. وان کسل (۱۹۹٤) تحقیقی که بر روی جذب و توزیع نیتروژن در گیاه عدس انجام داد گزارش کرد که منبع و شرایط اقلیمی بر روی جذب نیتروژن با شناسایی عوامل مختلف می‌تواند موجب افزایش فعالیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و عملکرد دانه در عدس شود. همچنین در مدت ۷۱ روز پس از کشت مخلوط گندم و عدس جذب نیتروژن و ماده خشک روزانه بیشتر از تک کشتی عدس بود. با وجود این در مراحل بعدی جذب نیتروژن و ماده خشک روزانه برای عدس بیشتر شد. بیشترین جذب نیتروژن برای عدس در زمان رسیدگی حدود ۱٤۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (مارشنر، ۱۹۹۵).



شکل ٤- نمودار جذب نیتروژن توسط دانه متاثر از ترکیب تیماری سطوح کود نیتروژن و پتاسیم

درصد و جذب پتاسیم دانه

تجزیه واریانس به‌دست آمده برای این صفات نشان داد (جدول ٦) درصد پتاسیم دانه برای هیچ یک از سطوح تیماری معنی‌دار نشد ولی جذب پتاسیم در دانه برای اثرات اصلی کود پتاسیم و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و برای اثر متقابل این دو تیمار در این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین ها برای جذب پتاسیم در دانه نشان داد که افزایش مصرف کود پتاسیم و نیتروژن موجب افزایش این صفات شد به طوری که بیشترین مقدار جذب پتاسیم در دانه در سطوح تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. در برخی آزمایش شارما و همکاران (شارما و همکاران، ۱۹۹۳) گزارش کردند که پتاسیم بر عملکرد دانه بی-اثر است. در خاک لوم شنی در پنجاب، آزاد و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که با افزودن ۳۳/۲ کیلوگرم پتاسیم در هکتار عملکرد دانه با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها، ۱۹ درصد افزایش یافت و کاربرد پتاسیم در محیط رشد گیاه، جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد. وجود پتاسیم کافی، بر تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم

در بقولات، از طریق انتقال سریع مواد ساخته شده از برگ-ها به غده‌های موجود در ریشه اثر می‌گذارد (ملکوتی و نفیسی، ۱۹۹۳). لوپز و ساتی (۱۹۹۶) گزارش نمودند که مصرف کود پتاسیم و کلسیم میزان جذب و انتقال نیتروژن را در گیاه افزایش می‌دهد که در زمین‌های شور موجب کاهش تأثیر شوری و افزایش حاصلخیزی خاک‌های شور می‌شود.

جدول ٦- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		جذب نیتروژن در دانه	پروتئین دانه	عملکرد پروتئین دانه	پتاسیم دانه	جذب پتاسیم دانه
تکرار	۲	۲۱٤/٤۹**	۲/۰۲ ns	۸۳۷۸/۸**	۰/۰۰۱۱ ns	۳/٦۱ ns
کود پتاسیم (K)	۲	۱٤٥۰/۹٦**	٦/٤۹*	٥٦٦۷۸/۲**	۰/۰۰٥۷ ns	۲٥/۸۸**
کود نیتروژن (N)	۲	۷۰٦/۳۰**	٦/۳٦*	۲۷٥۸۹/۸**	۰/۰۰۳۱ ns	۱٤/۷۳**
اثر متقابل K×N	٤	۷۳/۹٥*	۰/۱٤ ns	۲۸۸۸/۸*	۰/۰۰۱۸ ns	۲/۷٥ ns
اشتباه	۱٦	۱٦/۰۲	۱/٥۱	٦۲٦/۱۳	۰/۰۰۳	۱/٥۳
ضریب تغییرات (٪)	–	٦/۹۹	٤/٥۳	٥/۲٤	۸/۱۹	۱۲/۷٥

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات مورد مطالعه

سطوح مورد آزمایش		جذب نیتروژن در دانه کیلوگرم در هکتار	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد پروتئین دانه کیلوگرم در هکتار	درصد پتاسیم دانه	جذب پتاسیم دانه کیلوگرم در هکتار
کود پتاسیم	۰	٤٤/۸٤c	۲٦/۱٥b	۲۸۰/۲٥c	۰/۷٤ a	۷/۹۱c
کیلوگرم در هکتار	۳٥	٥٦/٦۰b	۲۷/۳۱ab	۳٥۳/۷٥b	۰/۷٦ a	۹/۹۲b
	۷۰	۷۰/۲۱ a	۲۷/۸۰ a	٤۳۸/۸۲ a	۰/۷۱ a	۱۱/۲۸ a
کود نیتروژن	۰	٤۸/۹۸c	۲٦/۱۷b	۳۰٦/۱٤c	۰/۷۲ a	۸/٤٤b
کیلوگرم در هکتار	۳۰	٥٦/۰۸b	۲۷/۲۷ab	۳٥۰/٥۰b	۰/۷٦ a	۹/٦۷b
	٦۰	٦٦/٥۸a	۲۷/۸۲a	٤۱٦/۱۸a	۰/۷۳ a	۱۱/۰۰ a

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کلیه صفات اندازه‌گیری شده به جز کارآیی زراعی مصرف کود نیتروژن و پتاسیم، تحت تاثیر افزایش مصرف کود پتاسیم و نیتروژن قرار گرفته و افزایش یافتند، به-طوری که بیشترین مقدار این صفات در سطوح تیماری ۷۰ کیلوگرم کود پتاسیم و ٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. با توجه به این که عدس خود تثبیت کننده نیتروژن بوده و شاید مصرف نیتروژن در این گیاه چندان مفید نباشد، استفاده همزمان کود نیتروژن با پتاسیم موجب شده که عدس به این دو کود عکس‌العمل بهتری نشان داده و باعث افزایش عملکرد دانه و سایر صفات اندازه‌گیری شده گردد.

منابع

باقری، ع. و م. گلدانی، ۱۳۷٦. زراعت و اصلاح عدس. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲٤۸ صفحه.

بیک‌نژاد درونکلایی، ص. م. عزیزی، و. رامئه و م. افضلی. ۱۳۸۷. اثر مقادیر مختلف پتاسیم ومنیزیم بر روی برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سویا. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۳۰- ۲۸ مرداد ماه ۱۳۸۷. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ص ۳٥۰.

رافضی، ر. م. مقدم واحد و م. ولیزاده، ۱۳۷۷. ارزیابی تنوع ژنتیکی و رابطه عملکرد با اجزای خود به روش تجزیه علیت در عدس. پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۲۹-۳۰.

رحیمی، م.م. م. یادگاری، ع. اسکندری، ح.ر. ابراهیمی، و م.ک. شفازاده، ۱۳۸۷. بررسی اثر روی و پتاسیم بر عملکرد و اجزا عملکرد گندم رقم الموت در یاسوج. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۳۰- ۲۸ مرداد ماه ۱۳۸۷. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ص ٤۳۳.

رییسی، ف. و م. ر. خواجه‌پور. ۱۳۷۱. تاثیر مقادیر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی رقم کوزیما. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۳. شماره‌های ۳ و ٤: ۳۷-٤۸.

عزیزی چاخرچمن، ش. ح. مصطفایی، د. حسن‌پناه، ح. کاظمی اربط، م. یارنیا، م. داداشی، و ف. صفاری‌پور. ۱۳۸۷. بررسی تجزیه علیت عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های امیدبخش عدس در شرایط دیم. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ـ کرج. صفحه ۱۵٦.

فتحی، ق. ۱۳۷۷. نگرشی نو بر کارآیی مصرف عناصر غذایی (با تاکید بر عنصر ازت). مجموعه مقالات کلیدی چهارمین گنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران صفحات ۲۲٦-۲۸۵.

نادری عارفی، ع.ع. بخشنده، ح. نادیان، خ. عالمی سعید و م.ح. قرینه. ۱۳۸۷. اثر مقادیر مختلف پتاسیم و گوگرد بر عملکرد دانه و روغن کلزا در اقلیم معتدل سرد. دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۳۰- ۲۸ مرداد ماه ۱۳۸۷. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ص ۳۸۷.

نخ‌فروش، ع. و ع. کوچکی. ۱۳۷۷. بررسی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف عدس. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران. ۱۱۵صفحه.

هاشمی دزفولی، ا.ع. کوچکی و م. بنایان اول. ۱۳۷۷. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۲٤۸.

Azad, A.S. and A.A. Gill. 1989. Effect of the application of phosphorus fertilizer on grain yield of lentil. Lens Newsletter. 16(1): 28-30.

Azad, A.S., J.S. Manchanda, S.S. Bains and A.S. Gill. 1995. Phosphorus and potassium fertilizer interactions increase grain yield of lentil on sandy loam soil of Punjab, India. Lens Newsletter. 22: 16-18.

Caliskan, S., I. Ozkaya, M.E. Caliskan and M. Arslan. 2008. The effect of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in Mediterranean tyee soil. Field Crop. Res.

Craswell, E.T. and D.C. Godwin. 1984. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates, PP. 1-55. Inp P.B. Tinker and A. Lauchli (end). Advances in plant nutrition. Vol. 1. Praeger Scientific, New York.

Erskine, W. and W.H, Goodrich. 1991. Variability in lentil growth habit. Crop Sci. 31: 1040-1044.

Gan, Y., S.S. Malhi, S. Brandt, F. Katepa-Mupondwa and C. Stevenson. 2008. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of jancea canola under diverse environments. Published in Agron J. 100: 285-295.

Ghazanfari, A., S.A. Siadat, S.A. Hashemi Dezfooli, Gh. Fathi, M.H. Daneshvar, and A. Bakhshandeh. 2001. Evaluation of nitrogen and plant density impact on growth and yield of the lentil seed under rain-fed conditions. Sixth Iranian congress on agronomy and plant breeding. Babolsar. P. 421.

Hansen, W.D. and J.W. Burton. 1994. Control for rate of seed development and seed yield potential in soy been. Crop Sci. 34: 131-134.

Holbrook, C.C., J.W. Burton and T.E. Carter 1989. Evaluation of recurrent restricted index selection for increasing yield while holding seed protein constant in soybean. Crop Sci. 29: 324-329.

Imsand, J. 1989. Rapid dinitrogen fixation during soybean pod fill enhances net photosynthetic output and seed yiel. Agron. J. 81: 549-559.

Kahn, B.A. and P.J. Stoffela. 1985. Yield Component of cowrea grown in to invironment. Crop. Sci. 25: 79-182.

Kumar, P., J.P. Agrawal, and S. Chandra. 1993. Effect of inoculation, nitrogen and phosphorus on growth and yield of lentil. Lens- Newsletter (ICARDA), lentil experimental News Service, 20:57-59, Syria.

Lopez, M.V. and S.M.E. Satti. 1996. Calcium and potassium enhanced growth and yield of tomato under Sodium chloride stress. Plant Sci., 114:19-27.

Malakooti, M. and M. Nafisi, 1993. Consumption of fertilizer in rain-fed and irrigated cultures. University of Tarbiat Modarres press. p. 214.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher Plants. Academic Press. Sec. Ed. USA. 320 P.

Maskey, S.L., S. Bhattarai, M.B. Peoples and D.F. Herridge. 2001. On-farm measurements of nitrogen fixation by winter and summer legumes in the hill and terai region of Nepal. Field Crops Research. 70: 209-221.

Mello Filho, O.L., C.S. Sediyama, M. A. Moreira, M.S. Reis, G.A. Massoni and N.D. Piovesan. 2004. Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, 39(5): 445-450.

Salehi, M., A. Haghnazari, F. Shekari and A. Faramarzi. 2008. The study seed yield and seed yield component of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under normal and drought stress conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(5): 758-762.

Salo-vaananen, P.P. and P.E. Koivistoinen. 1996. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N × 6.25) values. Food Chemistry, 57(1): 27-31.

Sharma, A.K., S.D. Billore and R.P. Singh. 1993. Integrated nutrient management for lentil under rain fed conditions. Lens Newsletter. 20: 15-16

Shir Esmaeeli, A. 1996. Evaluation of nitrogen fertilizer and nitrogen fixing bacteria effect on yield, oil percent and protein content of soy bean. M.Sc. thesis. Faculty of agriculture. Isfahan Technical University.

Sprent, J.I. and R.J. Thomas. 1984. Nitrogen nutrition of seedling grain legumes some taxonomic, morphological and physiological constraints. Plant cell and environment. 7: 637-645.

Stotzel, H. and W. Aufhammer. 1992. Grain yield in determinate and indeterminate Clutivar of vicia faba with different Plant distribution Patterns and Population densities. J. Agric. Sci. Camb. 118: 343-352.

Togay, Y., N. Togay, Y. Dogan and V. Ciftci. 2005. Effect of nitrogen levels and forms on the yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medic.). Asian journal of Plant Scienes. 4(1): 64-66.

Van Kessel, C. 1994. Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen by lentil. Plant and Soil. 164(1): 69-76

Verma, A.K., R.N. Mahto and A. Bhattacharya. 2004. Path analysis in lentil (*Lense culinaris* Medik). Journal of Research, Birsa Agricultural.

Verma, V.S. and G.S. Kalra. 1983. Effect of diffirent levels of irrigation, N and P on growth and yield of lentil. J. Agric. Sci. 17(3): 124-128.

Wright, R.J. and T.I. Stuczynski. 1996. Atomic absorption and flame emission spectrometry. In: *Methods of Soil Analysis*, Part 3: Chemical Methods , Sparks, D. L. (ed.), SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 65-90.

Effects of nitrogen and potassium levels on some qountitative and qualitative traits and agronomical fertilizer use efficiency in lentil cultivation

R. Zabihi-e-Mahmoodabad[1], M. Hassanzadeh[2]

Received: 2017-2-2 Accepted: 2017-5-13

Abstract

In order to investigate of the effects of nitrogen and potassium levels on nitrogen and potassium uptake, agronomical use efficiency and protein content of lentil, a field factorial experiment design in the base of complete random block in three replications was carried out in the research field of Islamic Azad University of Ardebil branch during 2015-2016. Factors include potassium fertilizer rate with three levels (0, 35 and 70 kgK/ha) the form of potassium sulphate source and nitrogen fertilizer rate with three levels (0, 30 and 60 kgN/ha) the form of granulation and the cultivated variety was the native variety. The results showed that in the all of traits, (Except of agronomical nitrogen and potassium used efficiency) increasing of nitrogen and potassium fertilizer rate increased the studied traits. The main effects of each fertilizers, cased to increase of yield and yield components and precentag and the amount absourbtion of potassum and nitrogen fertilizer traits, so that the highest amount of these traits was obtained in 70 kgK/ha potassium fertilizer and 60 kgN/ha nitrogen fertilizer. The interaction effects between potassium and nitrogen fertilizer on grain yield, agronomic efficiency of K fertilizer, protein yield of grain and grain nitrogen uptake were significant. The results of this study showed that simultaneous use of nitrogen and potassium fertilizer was positive reactions of lentil to fertilizers and increased seed yield.Totally Co-application of these two fertilizers to increase the quantity and quality of this plant under this condition, is recommended.

Keywords: Lentil, yield, nitrogen and potasium used efficiency

1- Young Researchers and Elite Club, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources (Moghan), University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran