

پاسخ کارایی زراعی نیتروژن و اجزاء عملکرد برخی از لگوم ها به چند کشتی همزمان با ذرت علوفه ای

Response of nitrogen agronomic efficiency and yield components of legumes to Simultaneous cropping with forage corn

محمد میرزاخانی^{۱*}، اسماعیل علی بخشی^۲

۱. گروه زراعت، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران، (نگارنده مسئول)

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نراق، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، نراق، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۸ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2025.367524.1686

چکیده

میرزاخانی، م.، علی بخشی، ا.، . پاسخ کارایی زراعی نیتروژن و اجزاء عملکرد برخی از لگوم ها به چند کشتی همزمان با ذرت علوفه ای
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷ - شماره ۱- پیاوند ۱۴۲ بهار ۱۴۰۳ صفحه: ۸۴-۶۷

به منظور پاسخ کارایی زراعی نیتروژن و اجزاء عملکرد برخی از لگوم ها به چند کشتی همزمان با ذرت علوفه ای، این آزمایش در این آزمایش در مزرعه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان مرکزی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار مصرف سطوح کود اوره در چهار سطح شامل: N_0 = عدم مصرف کود اوره (شاهد)، N_1 = (مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، N_2 = (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، N_3 = (مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره) و تیمار چند کشتی همزمان در چهار سطح شامل: S_1 = کشت ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) خالص (شاهد)، S_2 = کشت ذرت + نخود (رقم محلی)، S_3 = کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی (رقم پرستو) و S_4 = کشت ذرت + ماش سبز (رقم پرتو) بود. صفاتی مانند عملکرد علوفه ذرت، تعداد دانه در بال، ارتفاع گیاهان لگوم، وزن هزار دانه لگوم ها، عملکرد دانه لگوم ها، کارایی مصرف نیتروژن لگوم ها، تعداد دانه در غلاف گیاهان لگوم، کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها و تعداد غلاف در گیاهان لگوم مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مصرف کود اوره بر صفات عملکرد علوفه ذرت، تعداد دانه در بال، ارتفاع گیاهان لگوم، وزن هزار دانه لگوم ها، عملکرد دانه لگوم ها، کارایی مصرف نیتروژن لگوم ها، تعداد دانه در غلاف گیاهان لگوم، کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها، کارایی مصرف نیتروژن لگوم ها، تعداد دانه در غلاف گیاهان لگوم، کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها و تعداد غلاف در گیاهان لگوم معنی دار بود. در بین اثرات متقابل تیمار سطوح کود اوره و چند کشتی همزمان تیمار (مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره + کشت همزمان نخود و ذرت) و تیمار (مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره + کشت همزمان لوبیا چشم بلبلی و ذرت) با میانگین ۱۰/۱۹ و ۰/۲۲ کیلوگرم بر کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی زراعی نیتروژن را به خود اختصاص دادند.

واژه های کلیدی: ذرت، چند کشتی همزمان، نخود، کارایی زراعی نیتروژن.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

مقدمه

جذب کافی نیتروژن به وسیله گیاه موجب افزایش پروتئین و درشتی میوه و دانه می شود. هر چه غلظت نیتروژن در برگ ها افزایش یابد، شدت کربن گیری را زیاده تر می کند. زیرا نیتروژن غیر از آن که به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد، عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل یا سبزینه گیاه نیز می باشد که عامل اساسی در کربن گیری است. (Mengel & Kirkby, 2001) یکی از عوامل موثر بر میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط گیاهان خانواده بقولات میزان فراهمی نیتروژن در خاک است که هرچه میزان نیتروژن در خاک بیشتر باشد، میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن کمتر می شود. مشاهده شده است که در سیستم های کشت مخلوط یک گیاه بقولات با غیربقولات، مصرف نیتروژن توسط گیاه غیربقولات به علت تهی شدن نیتروژن خاک، منجر به تحریک فعالیت باکتری های تثبیت کننده نیتروژن شده و در نتیجه میزان تثبیت نیتروژن توسط گیاهان بقولات در سیستم های کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی افزایش می یابد (Gao et al., 2008). کشت مخلوط را می توان نوعی کشاورزی فشرده در زمان و مکان به حساب آورد. برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی به شکل دیگری نیز می توان از عوامل محیطی بهره برد و آن استفاده بهتر از زمان و مکان با بهره گیری از سیستم کشت مخلوط می باشد (Prins & De Wit, 2005).

به طور کلی کشت توأم هنگامی سودمند است که گیاهان، ریشه هایی با طول متفاوت داشته و طول ساقه و نحوه رشد آنها نیز در رقابت

نوری متفاوت باشد. اگر دو گیاه دارای طول ساقه و یا نحوه رشد یکسانی باشند، مسئله سایه اندازی و رقابت نوری در میزان عملکرد آنها مؤثر واقع می شود. متفاوت بودن نوع گیاهان در کشت مخلوط از نزول احتمالی عملکرد به دلیل کاهش آفات و بیماری ها و خفه کردن علف های هرز جلوگیری می کند. (Majnoun Hoseini & Kular, 1988) در بسیاری از آزمایش های کشت مخلوط، اجزاء مخلوط را یک گونه لگوم و یک گونه گراس تشکیل می دهد که در اکثر موارد عملکرد نسبت به تک کشتی برتری نشان داده است (Morris & Garity, 2007). ترکیب غلات و لگوم یکی از معمول ترین انواع کشت مخلوط است که در مورد کشت مخلوط گیاهان یکساله با هم انجام می گیرد و در مقایسه با کشت خالص آنها موجب افزایش تولید دانه و ماده خشک می شود (Fujita et al., 1992). بنابراین، در شرایطی که علوفه تولید شده از نظر پروتئین فقیر باشد استفاده از مکمل های پروتئینی ضروری است. یک روش مناسب برای افزایش کیفیت علوفه از نظر محتوای پروتئینی، استفاده از گیاهان خانواده بقولات می باشد که از نظر محتوای پروتئینی غنی می باشند (Ross et al., 2005). از جمله گیاهانی که دارای مقدار پروتئین قابل توجهی می باشد، لویا چشم بلبلی که از خانواده بقولات با محتوای پروتئینی بالا (حدود دو برابر ذرت) است که می تواند با ذرت به صورت مخلوط کشت شود تا ضمن افزایش محتوای پروتئینی رژیم غذایی دام ها، هزینه هایی مربوط به افزایش کیفیت علوفه از طریق افزودن مکمل های پروتئینی را نیز کاهش

دهد (Fenandez-Aparicio *et al.*, 2007). برخی از محققان بالاترین عملکرد ماده خشک را به میزان ۳۰۵۱۰ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم بلبلی با نسبت‌های کشت ۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد لوبیای چشم بلبلی گزارش کردند (Dahmardeh *et al.*, 2010). پژوهش حاضر به منظور بررسی پاسخ کارایی زراعی نیتروژن و اجزاء عملکرد برخی از لگوم‌ها به چند کشتی همزمان با ذرت علوفه‌ای انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان مرکزی واقع در دو کیلومتری شهرستان اراک با مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و پنج دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۷۵۷ متر از سطح دریا و در خاکی با بافت شنی لومی، در بهار سال ۱۳۹۲ به صورت یکساله اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار مصرف سطوح مختلف کود اوره در چهار سطح شامل: N_0 = عدم مصرف کود اوره (شاهد)، N_1 = (مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، N_2 = (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، N_3 = (مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره) و تیمار چند کشتی همزمان در چهار سطح شامل: S_1 = کشت ذرت خالص (شاهد)، S_2 = کشت ذرت + نخود (رقم محلی)، S_3 = کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی (رقم پرستو) و S_4 = کشت ذرت + ماش سبز (رقم پرتو) بود.

هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به طول شش متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۶۰ سانتیمتر و رقم ذرت سینگل کراس ۷۰۴ با تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار بود. تاریخ کاشت ذرت و هر سه گیاه لگوم، به طور همزمان و در دهه سوم اردیبهشت ماه بود. تراکم کاشت تمامی گیاهان لگوم نیز ۱۶ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. آرایش کاشت به این شکل بود که دانه‌های ذرت در خط الراس ردیف‌های کاشت با فاصله روی ردیف ۲۰ سانتیمتر و بذر لگوم‌ها نیز در محل داغ آب با فاصله روی ردیف ۲۰ سانتیمتر کاشته شدند. مصرف کود اوره در سه مرحله، یک سوم در زمان کاشت و دو سوم مابقی در دو مرحله با تقسیط یکسان، به صورت خاک مصرف و برای آبیاری نیز از روش نشتی (جوی و پشته) استفاده شد. مبارزه با علف‌های هرز به موقع و به روش دستی انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات تعداد دانه در بلال، ارتفاع گیاهان لگوم (بر حسب سانتیمتر)، وزن هزار دانه لگوم‌ها (بر حسب گرم)، تعداد غلاف در گیاهان لگوم و تعداد دانه در غلاف گیاهان لگوم، در زمان برداشت تعداد ۲۰ بوته از ذرت (مرحله فنولوژیکی خمیری دانه‌ها) و ۲۰ بوته هم از گیاهان لگوم (در مرحله فنولوژیکی رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها)، هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به طور کاملاً تصادفی برداشت شد. جهت محاسبه عملکرد علوفه تر ذرت، از دو ردیف میانی کشت، با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای، مساحت چهار متر مربع از بوته‌های ذرت به طور کامل از محل طوقه برداشت و عملکرد علوفه تر ذرت بر

عملکرد دانه تولید شده

$$\text{عملکرد دانه تولید شده} = \frac{\text{کارایی مصرف نیتروژن}}{\text{مقدار نیتروژن مصرف شده (کیلوگرم بر کیلوگرم)}}$$

عملکرد دانه کرت شاهد - عملکرد دانه کرت کود داده شده

$$100 \times \frac{\text{عملکرد دانه کرت شاهد - عملکرد دانه کرت کود داده شده}}{\text{مقدار کود داده شده (کیلوگرم بر کیلوگرم)}}$$

حسب تن در هکتار تعیین شد. همچنین برای محاسبه عملکرد دانه لگوم ها، مساحت چهار متر مربع از بوته های لگوم، برداشت شد و پس از کوبیدن و جدا کردن دانه ها از کاه و کلش، عملکرد دانه لگوم ها نیز بر حسب کیلوگرم در هکتار ثبت شد. کارایی مصرف نیتروژن لگوم ها (بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم) و کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها (بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم) با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

(Vennila & Dordas & Sioulas, 2008)

(Jayanthi, 2006).

پس از تجزیه داده ها، میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد بوسیله نرم افزار Mstat-c تعیین گردید.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه ذرت

در جدول تجزیه واریانس اثر تیمار سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد علوفه ذرت در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول-۱). به طوری که در جدول مقایسه میانگین ها بیشترین مقدار عملکرد علوفه ذرت با میانگین ۶۷ تن در هکتار مربوط به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره و کمترین مقدار آن با میانگین ۵۵/۶۳ تن در هکتار مربوط به تیمار عدم مصرف کود اوره بود (جدول-۲).

نتایج پژوهش سایر محققان نشان داد که اثر

سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر وزن علوفه تر ذرت معنی دار بود و تیمار مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۶۹۱۴۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتر بود (Fallah & Tadayyon, 2009). در بررسی دیگری، با ارزیابی کشت مخلوط ذرت با چند لگوم گزارش شد که اثر تیمار کشت مخلوط بر عملکرد علوفه خشک ذرت در سطح آماری یک درصد معنی دار بود. همچنین بیشترین و کمترین مقدار علوفه ذرت با میانگین ۲۰۸ و ۱۹۱ سانتیمتر به ترتیب متعلق به تیمار کشت خالص ذرت و کشت مخلوط آن با گاودانه بود (Najafi et al., 2013). نتایج پژوهشی نشان داد که وزن علوفه تر در بین هیبریدهای ذرت در سطح آماری یک درصد معنی دار بود (Khavari Khorasani et al., 2010). در یک بررسی، اثر کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک (بیولوژیکی) در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. تیمار (مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن + تلقیح بذر با نیتراژین) و تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۲۲۲۶ و ۱۳۵۴ گرم در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد علوفه خشک را داشتند (Hamzei & Sarmadi Naiebi, 2010). پژوهشگران اظهار داشتند که مصرف مقادیر ۴۶، ۹۹۲، ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک ذرت در سطح یک درصد معنی دار بود و تیمار مصرف ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۲۰/۷۱ تن در هکتار از سایر تیمارها برتر بود (Bagheri et al., 2012). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با

نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت که عدم تأمین کافی نیتروژن مورد نیاز گیاه باعث کاهش و یا توقف رشد و تقسیم سلولی شده است و در نتیجه موجب کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه شده و در نهایت مقدار رشد رویشی و زایشی گیاه نیز نقصان یافته است.

تعداد دانه در بلال

صفت تعداد دانه در بلال تحت تأثیر تیمارهای سطوح مصرف کود اوره، چند کشتی همزمان در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد، معنی دار شد (جدول-۱). در این آزمایش نیز تیمار (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره + کشت همزمان ذرت و نخود) با میانگین ۶۴۱/۸ عدد و تیمار (عدم مصرف کود اوره + کشت همزمان ذرت و ماش سبز) با میانگین ۴۷۴/۴ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال را تولید نمودند.

گزارش شده است که فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در دوره بحرانی تشکیل دانه از طریق افزایش سرعت رشد گیاه بر تعداد دانه در بلال موثر است و این وضعیت موجب ایجاد همبستگی قوی میان تعداد دانه در بلال با شاخص سطح برگ در مرحله ابریشم دهی می شود (Hamidi & Dabbagh Mohammadi Nasab, 2000). سایر پژوهشگران بیان داشتند که مصرف کود شیمیایی نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال به ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. به طوری که تیمار (مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن + تلقیح بذر با نیتراژین) و تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۷۱۵ و ۴۲۰ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال را داشتند

(Hamzei & Sarmadi Naiebi, 2010). محققان با بررسی تیمارهای کود نیتروژن و کمپوست گزارش نمودند که اثر تیمار نیتروژن بر تعداد دانه در بلال در سطح یک درصد معنی دار بود و تیمار (مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۱۰۰ تن کمپوست در هکتار) با میانگین ۵۲۸/۵۴ عدد از سایر تیمارها بهتر بود (Jalali et al., 2011). در پژوهشی، نتایج ارزیابی عملکرد در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نشان داد که اثر تیمار نسبت های مختلف کشت مخلوط بر تعداد دانه در بلال در سطح یک درصد معنی دار شد (Jamshidi et al., 2008). محققان در ارزیابی کشت مخلوط ذرت با سویا بیان داشتند که اثر تیمار الگوهای مختلف کشت مخلوط بر تعداد دانه در بلال در سطح آماری یک درصد معنی دار بود. همچنین تیمار کشت مخلوط (سه ردیف سویا + دو ردیف ذرت + سه ردیف سویا) با میانگین ۷۴۰/۹ عدد و تیمار کشت خالص ذرت با میانگین ۴۰۵/۸ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال را به خود اختصاص دادند (Mansoori, 2010). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران مشخص می شود که تعداد دانه در بلال یکی از مهمترین اجزاء عملکرد دانه ذرت است، که شدیداً تحت تأثیر وضعیت و میزان رشد گیاه در مراحل رشد رویشی و زایشی می باشد. زیرا پتانسیل تعیین تعداد دانه در بلال به شرایط و نحوه رشد گیاه در هر دو مرحله رشد رویشی و زایشی بستگی کامل دارد. با مصرف مقادیر بهینه از نیتروژن، گیاه می تواند رشد رویشی مطلوبی داشته باشد

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اجزاء عملکرد برخی از لگوم ها به چند کشتی همزمان با ذرت
Table 1. ANOVA of yield components of legumes to simultaneous cropping with corn
میانگین مربعات Ms

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در گیاهان لگوم	کارایی زراعی نیروژن گیاهان لگوم	تعداد دانه در غلاف گیاهان لگوم	کارایی مصرف نیروژن گیاهان لگوم	عملکرد دانه گیاهان لگوم	وزن هزار دانه گیاهان لگوم	ارتفاع گیاهان لگوم	تعداد دانه در بلل	عملکرد علوفه ذرت
S.O.V	df	No. of pod per legume plants	Agronomic efficiency of nitrogen use of legume plants	No. of grain per pod of legume plants	Nitrogen use efficiency of legume plants	Grain yield of legume plants	1000-grain weight of legume plants	Height of legume plants	No of grain per ear	Forage yield of com
تکرار	2	0.83 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.87 ^{ns}	2.30 ^{ns}	10208.33 ^{ns}	18.75 ^{ns}	19.79 ^{ns}	^{ns}	220.79 ^{ns}
Replication										
سطوح کود اوره	3	5.22 ^{**}	39.82 ^{**}	3.86 ^{**}	677.86 ^{**}	179872.2 ^{**}	272.22 ^{ns}	61.49 ^{**}	1309.16 ^{**}	298.26 ^{**}
Urea manure levels										
چند کشتی همزمان	3	1248.80 ^{**}	63.29 ^{**}	110.61 ^{**}	608.82 ^{**}	4162761.1 ^{**}	323350 ^{**}	10970.7 ^{**}	9970.18 ^{**}	57723 ^{ns}
Simultaneous cropping										
کود اوره × گیاهان همراه	9	3.77 ^{**}	12.22 ^{**}	1.31 ^{**}	127.89 ^{**}	59844.44 ^{**}	137.03 ^{ns}	103.43 ^{**}	3684.88 [*]	35 ^{ns}
(N × S)										
خطا	30	0.62	0.13	0.14	1.27	4621.66	352.03	7.26	1256.11	47.06
Error										
ضریب تغییرات (درصد)	-	10.05	15.62	12.18	13.89	10.95	11.20	6.02	6.17	10.98
Cv (%)										

*, **, ns به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
Ns *, **, ns non significant, significant at the 5% and 1% probability levels respectively.

و با مقدار کربوهیدرات قابل توجهی وارد فاز زایشی شود. در چنین شرایطی انتظار می‌رود که بیشترین تعداد دانه در بلال بوجود آید.

ارتفاع گیاهان لگوم

در جدول تجزیه واریانس ارتفاع گیاهان لگوم تحت تأثیر تیمار مصرف کود اوره، چند کشتی همزمان و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول-۱). در این آزمایش در بین گیاهان لگوم مورد استفاده، ماش سبز با میانگین ۶۶/۱۸ سانتیمتر بیشترین مقدار ارتفاع را به خود اختصاص داد، نخود با میانگین ۵۸/۰۵ و لوبیا چشم بلبلی با میانگین ۵۴/۹۶ سانتیمتر در رتبه های بعدی قرار داشتند (جدول-۲). پژوهشگران با بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام ماش گزارش نمودند که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته با میانگین ۶۱/۳۰ و ۶۹ سانتیمتر به ترتیب مربوط به ارقام VC1973A و پرتو بود (Laalini et al., 2012). در پژوهشی با ارزیابی کشت مخلوط لوبیا چیتی به‌روش افزایشی گزارش شد که بیشترین مقدار ارتفاع لوبیا چیتی با میانگین ۲۱۸/۷ سانتیمتر در تیمار کشت مخلوط (۳۲ بوته لوبیا + ۴ بوته آفتابگردان) و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۳۳/۱۰ سانتیمتر در تیمار کشت خالص لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بدست آمد (Nasrollahzadeh-Asl et al., 2012). نتایج آزمایشی جهت تولید محصول در کشت مخلوط نخود نشان داد که اثر تیمار کشت مخلوط بر صفت ارتفاع گیاه نخود در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد و بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۴۹/۵۵ سانتیمتر مربوط به تیمار کشت مخلوط (۷۵ درصد نخود

+ ۲۵ درصد جو) و کمترین مقدار آن با میانگین ۲۸/۱۱ سانتیمتر مربوط به تیمار کشت خالص نخود بود (Seyedi et al., 2012). نتایج محققان با ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی حاکی از غیر معنی‌دار بودن تیمار نسبت کشت مخلوط بر ارتفاع لوبیا چشم بلبلی بود. به طوری که ارتفاع آن در تیمار کشت خالص با میانگین ۸۶ سانتیمتر در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود (Dahmardeh et al., 2011). در تحقیقی، نتایج کشت مخلوط نخود نشان داد که اثر کشت مخلوط بر ارتفاع نخود در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار کشت مخلوط (۲۵ درصد نخود + ۷۵ درصد کلزا) با میانگین ۸۱/۴ سانتیمتر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (Namdari & Mahmoudi, 2013). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می‌توان گفت که معمولاً با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، از طریق افزایش رشد و تقسیم سلولی، افزایش تعداد برگ در گیاه، فاصله میان گره‌ها و طول دوره رشد، موجب بالا رفتن مقدار کل تولیدات فتوسنتزی شده و از این طریق افزایش ارتفاع گیاه را شاهد خواهیم بود.

وزن هزار دانه لگوم‌ها

در جدول تجزیه واریانس صفات، وزن هزار دانه لگوم‌ها در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر تیمار چند کشتی همزمان لگوم‌ها با ذرت قرار گرفت و معنی‌دار شد (جدول-۱). در بین لگوم‌های مورد استفاده نخود با وزن هزار دانه ۳۸۰ گرم بیشترین وزن هزار دانه را داشت (جدول-۲). پژوهشگران با بررسی

جدول ۲- مقایسه میانگین های اجزاء عملکرد برخی از لگوم ها به چند کشتی همزمان با ذرت

Table 2. Mean comparison of yield components of legumes under simultaneous cropping with corn

میانگین هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تیمار Treatment	عملکرد دانه Grain yield of legume plants (kg ha ⁻¹)	وزن هزار دانه گیاهان لگوم 1000-grain weight of legume plants (g)	ارتفاع گیاهان لگوم Height of legume plants (cm)	تعداد دانه در بلال No. of grain per ear	عملکرد علوفه ذرت Forage yield of corn (ton ha ⁻¹)
سطوح مصرف کود اوره Urea manure consumption levels					
عدم مصرف اوره (شاهد) (without urea) N ₀	516.7 ^c	161.7 ^a	42.21 ^a	544 ^c	55.63 ^b
مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار (75 kg of urea) N ₁	648.3 ^b	165.8 ^a	45.65 ^{ab}	559.6 ^{bc}	62.23 ^a
مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (150 kg of urea) N ₂	782.5 ^a	170.0 ^a	44.48 ^b	607.6 ^a	67.00 ^a
مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (225 kg of urea) N ₃	535.8 ^c	172.5 ^a	41.84 ^c	586.3 ^{ab}	65.14 ^a
سطوح چند کشتی همزمان Simultaneous cropping levels					
کشت ذرت خالص (شاهد) (corn) S ₁	0 ^d	0 ^d	0 ^d	606.7 ^a	61.73 ^a
کشت ذرت + نخود (corn + chickpea) S ₂	1398 ^a	380 ^a	58.05 ^b	575.3 ^b	64.00 ^a
کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی (corn + cowpea) S ₃	684.2 ^b	202.5 ^b	54.96 ^c	578.9 ^{ab}	64.50 ^a
کشت ذرت + ماش سبز (corn + mung bean) S ₄	401.7 ^c	87.50 ^c	66.18 ^a	536.6 ^c	59.77 ^a

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

میانگین ۲۴۴/۹۵ گرم مربوط به تیمار کشت مخلوط (۲۵ درصد نخود + ۷۵ درصد جو) بود (Seyedi *et al.*, 2012). نتایج مطالعه ای، نشان داد که اثر کشت مخلوط بر وزن هزار دانه نخود غیر معنی دار بود (Namdari & Mahmoudi, 2013). پژوهشگران در ارزیابی کشت مخلوط ذرت با چند لگوم گزارش نمودند که اثر تیمار کشت مخلوط بر وزن هزار دانه لوبیا غیر معنی دار بود. با این وجود کمترین و بیشترین مقدار وزن هزار دانه با میانگین ۳۷/۶۰ و ۳۷/۵۸ گرم به ترتیب متعلق به تیمار کشت خالص لوبیا و کشت مخلوط آن با ذرت بود (Najafi *et al.*, 2013). نتایج بررسی اثر کود نیتروژن و تلقیح با مزوریزوبیوم بر وزن صد دانه نخود نشان

عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام ماش گزارش کردند که بیشترین و کمترین وزن صد دانه با میانگین ۶/۷ و ۶/۴ گرم به ترتیب مربوط به ارقام پرتو و C-1-6-16 بود (Laalnia *et al.*, 2012). نتایج کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نشان داد که اثر تیمار نسبت های مختلف کشت مخلوط بر وزن صد دانه لوبیا چشم بلبلی در سطح یک درصد معنی دار شد (Jamshidi *et al.*, 2008). سایر محققان گزارش نمودند که اثر تیمار کشت مخلوط بر صفت وزن هزار دانه نخود در سطح آماری یک درصد معنی دار شد و بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۳۱۴/۲۸ گرم مربوط به تیمار کشت مخلوط (۷۵ درصد نخود + ۲۵ درصد جو) و کمترین مقدار آن با

ترتیب مربوط به تیمار (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره + کشت همزمان نخود و ذرت) و تیمار (عدم مصرف کود اوره + کشت همزمان ماش سبز و ذرت) بود.

نتایج یک بررسی در جنوب اتیوپی نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد ارقام ماش سبز در سه محل مورد آزمایش با میانگین به ترتیب بود (Asfaw *et al.*, 2012). در پژوهشی مرتبط با کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی مشخص شد که اثر تیمار نسبت های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در سطح یک درصد معنی دار شد و تیمار کشت خالص (با تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار) با میانگین ۱۹۳۹ کیلوگرم در هکتار و تیمار روش افزایشی (۱۰۰ درصد ذرت + ۲۰ درصد لوبیا با تراکم ۹۰ و ۲۰۰ هزار بوته در هکتار برای ذرت و لوبیا چشم بلبلی) با میانگین ۲۰/۷۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Jamshidi *et al.*, 2008). پژوهشگران در ارزیابی کشت مخلوط لوبیا چیتی به روش افزایشی گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۹۶/۳ گرم در مترمربع توسط تیمار کشت خالص لوبیا و کمترین مقدار آن با میانگین ۵۱/۲ گرم در مترمربع توسط تیمار کشت مخلوط (۴ بوته لوبیا + ۴ بوته آفتابگردان در مترمربع) بدست آمد (Nasrollahzadeh-Asl *et al.*, 2012).

نتایج پژوهشی نشان داد که اثر تیمار کودی بر عملکرد دانه نخود در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. همچنین در مقایسه میانگین ها، تیمار

داد که اثر تیمار کودی بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. همچنین تیمار (مصرف ۴۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و روی) با میانگین ۳۰/۵ گرم و تیمار شاهد با میانگین ۲۹/۲ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند (Soleimani & Asgharzadeh, 2010). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت، از آن جایی که دانه ها، پل ارتباطی بین والدین و نتاج هستند و می بایستی توانایی تولید یک گیاه جدید را داشته باشند، بنابراین از اهمیت بسزایی برخوردارند و علاوه بر اینکه، یکی از اجزاء عملکردی مهم می باشند، ولی، معمولاً کمترین میزان نوسانات را در شرایط نامساعد محیطی رشد نشان می دهند. در این پژوهش نیز، علیرغم غیر معنی دار شدن سطوح مصرف کود اوره، ولی با افزایش مصرف کود اوره از صفر به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، وزن هزار دانه لگوم ها نیز افزایش نشان داد و از ۱۶۱/۷ گرم در تیمار عدم مصرف کود اوره به ۱۷۲/۵ گرم در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار رسید.

عملکرد دانه گیاهان لگوم

تیمار سطوح کود اوره، چند کشتی همزمان لگوم ها با ذرت و اثر متقابل آنها بر صفت عملکرد دانه گیاهان لگوم در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول-۱). در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه گیاهان لگوم با میانگین ۱۵۶۳ و ۲۳۶/۷ کیلوگرم در هکتار به

(مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم روی در هکتار) با میانگین ۱۰۱۵ کیلوگرم در هکتار با بهترین تیمار (۱۰۲۰ کیلوگرم) در یک گروه آماری قرار داشت و تیمار شاهد با میانگین ۶۸۶ کیلوگرم کمترین عملکرد دانه را داشت (Soleimani & Asgharzadeh, 2010). نتایج محققان نشان داد که اثر کشت مخلوط بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در سطح یک درصد معنی دار بود و تیمار کشت مخلوط (۶۷ درصد لوبیا + ۳۳ درصد ذرت) با میانگین ۶۴۰/۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتر بود (Jamshidi et al., 2011). در مطالعه دیگری، اثر کشت مخلوط بر عملکرد دانه نخود در سطح یک درصد معنی دار بود و تیمار کشت خالص نخود با میانگین ۲۲۷۴/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را داشت (Namdari & Mahmoudi, 2013). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت که گیاه نخود با صفر فیزیولوژیکی پایین تری که نسبت به ماش سبز و لوبیا چشم بلبلی دارد، توانسته است در روزهای آغازین پس از سبز شدن، قبل از اینکه رقابت بین ذرت و گیاهان لگوم برای جذب نور، آب و مواد غذایی به حداکثر خود برسد، سرعت و میزان رشد و نمو خود را نسبت به سایر لگومها افزایش دهد و در نتیجه به عملکرد دانه و بیوماس بیشتری تولید نماید.

تعداد نیام در گیاهان لگوم

در جدول تجزیه واریانس، صفت تعداد نیام در گیاهان لگوم تحت تأثیر تیمار مصرف کود اوره، چند کشتی همزمان و اثر متقابل آنها قرار

گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول-۱). با بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، تیمار (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + کشت همزمان نخود و ذرت) و تیمار (مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره + کشت همزمان لوبیا چشم بلبلی و ذرت) با میانگین ۲۴/۷۰ و ۳ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد نیام در بوته را داشتند.

نتایج پژوهشگران نشان داد که اثر تیمار کودی بر این صفت در گیاه نخود در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. همچنین در مقایسه میانگینها، تیمار (مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم روی در هکتار) با میانگین ۱۱ عدد غلاف با بهترین تیمار (۱۲ عدد غلاف) در یک گروه آماری قرار داشت (Soleimani & Asgharzadeh, 2010). نتایج ارزیابی محققان مشخص کرد که اثر تیمار نسبت های مختلف کشت مخلوط بر تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح یک درصد معنی دار شد (Jamshidi et al., 2008). در بررسی دیگری، گزارش شد که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته در ارقام با میانگین ۳۳/۷۶ و ۳۰/۸۲ عدد به ترتیب مربوط به ارقام پرتو و NM-94 بود (Laalnia et al., 2012). در ارزیابی کشت مخلوط لوبیا چیتی به روش افزایشی گزارش شد که بیشترین تعداد نیام در لوبیا چیتی با میانگین ۷/۵۳ عدد در تیمار کشت مخلوط (۴ بوته لوبیا + ۴ بوته آفتابگردان در مترمربع) و کمترین تعداد آن با میانگین ۲/۶۵ عدد در تیمار کشت مخلوط (۳۲ بوته لوبیا + ۴ بوته آفتابگردان در مترمربع) بدست آمد (Nasrollahzadeh-Asl

کمترین تعداد دانه در نیام را به خود اختصاص دادند.

نتایج پژوهشی نشان داد که اثر کود نیتروژن و تلقیح با مزوریزوبیوم بر تعداد دانه در غلاف نخود در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. همچنین تیمار مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن با میانگین ۱/۱۹ عدد و تیمار شاهد با میانگین ۱/۰۳ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را به خود اختصاص دادند (Soleimani & Asgharzadeh, 2010). محققان در بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام ماش اظهار داشتند که بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۱۰/۲۵ و ۹/۶۶ عدد به ترتیب مربوط به ارقام پرتو و VC1973A بود (Laalnia et al., 2012). در پژوهش دیگری مشخص شد که اثر تیمار نسبت های مختلف کشت مخلوط بر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم بلبلی در سطح یک درصد معنی دار شد (Jamshidi et al., 2008). پژوهشگران با ارزیابی کشت مخلوط لوبیا چیتی به روش افزایشی بیان داشتند که بیشترین تعداد دانه در نیام با میانگین ۳/۷۱ عدد در تیمار کشت مخلوط (۱۲ بوته لوبیا + ۴ بوته آفتابگردان در مترمربع) و کمترین تعداد آن با میانگین ۳/۰۳ عدد در تیمار کشت مخلوط (۳۲ بوته لوبیا + ۴ بوته آفتابگردان در مترمربع) بدست آمد (Nasrollahzadeh-Asl et al., 2012). نتایج آزمایشی نشان داد که اثر تیمار کشت مخلوط بر صفت تعداد دانه در غلاف نخود در سطح آماری یک درصد معنی دار شد و بیشترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۱/۱۶ عدد مربوط به تیمار کشت مخلوط (۲۵ درصد نخود + ۷۵

et al., 2012). پژوهشگران در ارزیابی کشت مخلوط ذرت با چند لگوم گزارش نمودند که اثر تیمار کشت مخلوط بر تعداد نیام در لوبیا غیر معنی دار بود. با این وجود بیشترین و کمترین تعداد نیام در گیاه با میانگین ۱۱/۵۹ و ۱۱۷/۵۶ عدد به ترتیب متعلق به تیمار کشت خالص لوبیا و کشت مخلوط آن با ذرت بود (Najafi et al., 2013). نتایج مطالعه ای نشان داد که اثر کشت مخلوط بر تعداد غلاف در نخود در سطح یک درصد معنی دار بود و تیمار کشت خالص نخود با میانگین ۲۵ عدد بیشترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد (Namdari & Mahmoudi, 2013). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت که تفاوت در نوع لگوم های مورد استفاده عامل اصلی تفاوت در تعداد نیام در بوته بوده است. به عنوان مثال در گیاه نخود همواره تعداد نیامها زیاد ولی تعداد دانه در هر نیام یک عدد است، در حالیکه تعداد نیامها در ماش سبز و لوبیا کمتر از نخود ولی تعداد دانه در هر نیام آنها بیشتر از نخود است.

تعداد دانه در نیام گیاهان لگوم

صفت تعداد دانه در نیام گیاهان لگوم تحت تأثیر تیمار تیمار مصرف کود اوره، چند کشتی همزمان و اثر متقابل آنها قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول-۱). در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، تیمار (مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره + کشت همزمان ماش سبز و ذرت) و تیمار (عدم مصرف کود اوره + کشت همزمان نخود و ذرت) با میانگین ۷/۳۵ و یک عدد به ترتیب بیشترین و

جدول ۳- مقایسه میانگین های اجزاء عملکرد برخی از لگوم ها به چند کشتی همزمان با ذرت

Table 3. Mean comparison of yield components of legumes under simultaneous cropping with corn
میانگین هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تیمار Treatment	تعداد غلاف در گیاهان لگوم No. of pod per legume plants	کارایی زراعی نیتروژن گیاهان لگوم Agronomic efficiency of nitrogen use of legume plants (kg kg ⁻¹)	تعداد دانه در غلاف گیاهان لگوم No. of grain per pod of legume plants	کارایی مصرف نیتروژن گیاهان لگوم Nitrogen use efficiency of legume plants (kg kg ⁻¹)
سطوح مصرف کود اوره Urea manure consumption levels				
عدم مصرف اوره (شاهد) (without urea) N ₀	7.79 ^b	0 ^d	2.49 ^d	0 ^d
مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار (75 kg of urea) N ₁	7.66 ^b	4.19 ^a	3.27 ^b	17.42 ^a
مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (150 kg of urea) N ₂	8.75 ^a	2.64 ^b	3.80 ^a	10.43 ^b
مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (225 kg of urea) N ₃	7.18 ^b	1.15 ^c	2.82 ^c	4.69 ^c
سطوح چند کشتی همزمان Simultaneous cropping levels				
کشت ذرت خالص (شاهد) (corn) S ₁	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d
کشت ذرت + نخود (corn + chickpea) S ₂	22.84 ^a	5.19 ^a	1.00 ^c	16.77 ^a
کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی (corn + cowpea) S ₃	3.87 ^c	2.06 ^b	5.42 ^b	10.27 ^b
کشت ذرت + ماش سبز (corn + mung bean) S ₄	4.68 ^b	0.73 ^c	5.96 ^a	5.50 ^c

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT

گیرد و تعداد دانه در نیام آن نوسان داشته باشد.

کارایی مصرف نیتروژن لگوم ها

تیمار مصرف کود اوره، چند کشتی همزمان و اثر متقابل آنها بر صفت کارایی مصرف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند (جدول ۱-). در بین گیاهان مورد آزمایش نخود با میانگین ۱۷/۴۲ درصد بالاترین میزان کارایی مصرف نیتروژن را داشت که حدود ۲۷۱ و ۶۷ درصد بیشتر از کارایی مصرف نیتروژن در لوبیا چشم بلبلی و ماش سبز بود (جدول ۳-). پژوهشگران بیان داشتند که، کارایی مصرف نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی در هر واحد به نیتروژن موجود در خاک است (Hamidi & Dabbagh Mohammadi Nasab, 2000).

درصد جو) و کمترین تعداد آن با میانگین ۰/۹۵ عدد مربوط به تیمار کشت مخلوط (۷۵ درصد نخود + ۲۵ درصد جو) بود (Seyedi *et al.*, 2012). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت که، دلیل اصلی تفاوت تعداد دانه در نیام، بخاطر اختلاف ذاتی بین نوع لگوم های مورد بررسی بوده است. معمولاً نخود به لحاظ ژنتیکی دارای یک دانه در هر نیام می باشد و تعداد دانه هر هر نیام تحت تأثیر عواملی چون مقدار کود اوره، مقدار رطوبت و مواد غذایی خاک، نور و درجه حرارت قرار نمی گیرد. ولی در ماش سبز تعداد دانه در هر نیام ممکن است تحت تأثیر عوامل مساعد و نامساعد محیطی قرار

کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها

در جدول تجزیه واریانس، کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها تحت تأثیر تیمار مصرف کود اوره، چند کشتی همزمان و اثر متقابل آنها قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول-۱). با مقایسه میانگین اثرات متقابل، مشخص گردید که تیمار (مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره + کشت همزمان نخود و ذرت) و تیمار (مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره + کشت همزمان لوبیا چشم بلبلی و ذرت) با میانگین ۱۰۷/۱۹ و ۰/۲۲ کیلوگرم بر کیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی زراعی نیتروژن را به خود اختصاص دادند. معمولاً به دلیل حلالیت و آبشویی زیاد کود اوره، با افزایش مقدار مصرف آن، کارایی زراعی کود کاهش می یابد. دیگر محققان گزارش نمودند که اثر تیمار مقادیر کودهای شیمیایی بر کارایی زراعی نیتروژن ذرت در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین تیمار (مصرف ۱۲۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم + تلقیح با باکتری های محرک رشد و باکتری های حل کننده فسفر) و تیمار (عدم مصرف کودهای شیمیایی + تلقیح با باکتری های محرک رشد و باکتری های حل کننده فسفر) با میانگین ۱/۵۴ و صفر درصد بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دادند (Yazdani *et al.*, 2010). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت که گیاه نخود با بهره گیری از سرعت رشد و نمو زیاد خود در اوایل فصل رشد (که دمای محیط کمتر است) توانسته است قبل از اینکه وارد مرحله رقابتی شدید با ذرت شود، رشد رویشی زیاد همراه با اجزاء عملکرد مطلوب را ایجاد نماید و بیشترین میزان کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دهد.

برخی از محققان احتمالاً از دست رفتن بخشی از نیتروژن توسط آبشویی قبل از جذب ریشه هنگامی که گیاه قادر به مصرف عناصر اضافی نیست را از جمله دلایل کاهش کارایی مصرف نیتروژن دانستند (Fallah & Tadayyon, 2010). در پژوهشی، اثر تیمار مقادیر کودهای شیمیایی بر کارایی مصرف نیتروژن ذرت در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین تیمار (مصرف ۶۰، ۱۲۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم + تلقیح با باکتری های محرک رشد و باکتری های حل کننده فسفر) و تیمار (عدم مصرف کودهای شیمیایی + تلقیح با باکتری های محرک رشد و باکتری های حل کننده فسفر) با میانگین ۶۰/۸ و صفر درصد بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دادند (Yazdani *et al.*, 2010). سایر محققان در بررسی کارایی مصرف نیتروژن در بین هیبریدهای مختلف ذرت گزارش نمودند که مقدار کارایی مصرف نیتروژن بین هیبریدهای مختلف ذرت مشابه بود و بطور متوسط حدود ۲۴ کیلوگرم بر کیلوگرم بود (Uribelarrea *et al.*, 2007). با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با نتایج سایر پژوهشگران می توان گفت که گیاه نخود با بهره گیری از سرعت رشد و نمو زیاد خود در اوایل فصل رشد (که دمای محیط کمتر است) توانسته است قبل از اینکه وارد مرحله رقابتی شدید با ذرت شود، رشد رویشی زیاد همراه با اجزاء عملکرد مطلوب را ایجاد نماید و بیشترین میزان کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دهد.

خاک به حداقل رسیده است و در نتیجه کارایی زراعی نیتروژن در این نوع از چند کشتی همزمان نسبت به سایر چند کشتی های همزمان دارای برتری محسوسی بوده است.

نتیجه گیری کلی

در روش کشت چند کشتی همزمان با افزایش مصرف کود اوره از ۷۵ کیلوگرم در هکتار به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها روند کاهشی نشان داد. به طوری که این کاهش به ترتیب در صفت کارایی مصرف نیتروژن لگوم ها از ۱۶/۷۷ به ۵/۵۰ و در صفت کارایی زراعی نیتروژن لگوم ها از ۵/۱۹ به ۰/۷۳ کیلوگرم بر کیلوگرم مشاهده شد. در نهایت با توجه به اینکه مهمترین هدف از کاشت گیاه ذرت علوفه ای، مقدار برداشت علوفه تر ذرت می باشد، لذا مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاشت لوبیا چشم بلبلی به عنوان، بهترین گیاه همراه با ذرت علوفه ای توصیه می شود.

سپاسگزاری

از تمامی مسئولان و همکاران محترم مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان مرکزی که ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند، تشکر و قدردانی می شود.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می دارند که هیچگونه تعارض منافی در خصوص نشر این مقاله وجود ندارد.

References:

- Asfaw, A., Gurum, F., Alemayehu, F., and Rezene, Y. 2012. Analysis of multi-environment grain yield trials in mung bean *Vigna radiata* (L.) Wilczek based on GGE Bipot in Southern Ethiopia. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 14: 389-398.
- Bagheri, R., Akbari, Gh. A., Kianmehr, M. H., and Tahmasbi Sarvastani, Z. A. 2012. The effect of nitrogen pellet fertilizer on the grain yield and nitrogen use efficiency in corn (*Zea mays* L.), S.C 704. *Journal of agronomy sciences*, 5 (8), 27-38. (In Persian With English Summary).
- Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siahsar, B. A., and Ramroudi, M. 2011. Evaluation of forage yield and protein content of maize and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(4), 658-670. (In Persian With English Summary).
- Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Syahsar, B. A., and Ramrodi, M. 2010. The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties. *African Journal of Agricultural Research*, 5(8), 631–636.
- Dordas, A. C., and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products*, 27(1), 75-85.
- Elijah, M., and Akunda, W. 2001. Improving food production by understanding the effect of intercropping and plant population on soybean nitrogen fixing attributes. *The Journal of Food Technology in African*, 6: 110-115.
- Fallah, S., and Tadayyon, A. 2009. Effects of plant density and nitrogen rates on yield, nitrate and protein of silage maize. *Electronic journal of crop production*, 2(1), 105-121. (In Persian With English Summary).
- Fallah, S., and Tadayyon, A. 2010. Uptake and nitrogen efficiency in forage maize: effects of nitrogen and plant density. *Agrociencia*, 44: 549-560.
- Fan, X., Lin, F., and Kumar, D. 2004. Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 853-865.

- Fenandez-Aparicio, M., Sillero, J.C., and Rubials, D, 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection*, 26: 1166- 1172.
- Fujita, K., Oforu, K. G., and Ogata, S. 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume – cereal cropping system. *Plant and Soil*, 144: 155-175.
- Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H., Liu, Z., 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. *Field. Crops Research*, 111, 65-73.
- Hamidi, A., and Dabbagh Mohammadi Nasab, A. 2000. Effects of plant density on crop nitrogen use efficiency in corn hybrid. *Agricultural Science*, 10: 57-43.
- Hamzei, J., and Sarmadi Naiebi, H. 2010. Effect of biological and chemical fertilizers application on yield, yield components, agronomic efficiency and nitrogen uptake in corn. *Journal of plant production technology*, 10 (2), 53-63. (In Persian With English Summary).
- Jalali, A.H., Bahrani, M. J., and Karimian, N. 2011. Effect of crop residue management, application of compost and nitrogen fertilizer on grain yield and its components in maize cv. DC370. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(2), 336-351. (In Persian With English Summary).
- Jamshidi, Kh., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Rahimian, H., and Peyghambari, A. 2008. Evaluation of yield in intercropping of maize and cow pea. *Pajouhsh & Sazandegi*, 80 : 110 – 118.
- Jamshidi, Kh., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Rahimian, H., and Peyghambari, A. 2011. Effect of intercropping of maize and cow pea on weed control. *Iranian Journal of Plants Crop Sciences*, 42 (2), 233-241. (In Persian With English Summary).
- Khavari Khorasani, S., Golpashi, M., Azizi, F., Ashofteh Biragi, M., and Fatemi, R. 2010. Growth and yield evalution of new hybrid of silage maize. *Journal of Agroecology*, 2(2), 335-342. (In Persian With English Summary).
- Laalinia, A. A., Majnoon Hosseini, N., and Galostian, M. 2012. Effect of water stress on yield and yield components of mung bean at different grows (*Vigna radiate* L.). *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 95: 108-115.

- Majnoun Hoseini, N., and Kular, S. 1988. Weed control in mung bean/peagion pea intercropping. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 19 (1 and 2): 9-16 (In Persian with English abstract).
- Mansoori, I. 2010. Evaluating performance of corn (*Zea mays* L.) / soybean [*Glycine max* (L.) Merr] intercrop in different planting dates. *Electronic journal of crop production*, 3(1), 209-216. (In Persian With English Summary).
- Mengel, K., and Kirkby, E. A. 2001. Principles of plant nutritions. *Kluwer Academic Pub*. Paper back - 849 pages.
- Morris, R.A., and Garrity, D.P. 2007. Resource capture and utilization in intercropping: non-nitrogen nutrients. *Field Crops Research*, 34: 303-317.
- Najafi, N., Mostafaei, M., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., and Oustan, Sh. 2013. Effect of intercropping and farmyard manure on the growth, yield and protein concentration of corn, bean and bitter vetch. *Sustainable Agricultural and Production Science*, 23 (1), 99-116. (In Persian With English Summary).
- Namdari, M., and Mahmoudi, S. 2013. Evaluation of yield and productivity indices in planting ratios of intercropping of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Canola (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(4), 346-357. (In Persian With English Summary).
- Nasrollahzadeh- Asl, A., Chavoshgoli, A., Valizadegan, E., Valiloo, R., and Nasrollahzadeh-Asl, V. 2012. Evaluation of sunflower (*Heliantus annus* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping based on additive method. *Sustainable Agricultural and Production Science*, 22 (2), 79 -90. (In Persian With English Summary).
- Njoku, S. C., Muoneke, C. O., Okpara, D. A., and Agbo, F. M. O. 2007. Effect of intercropping varieties of sweet potato and okra in an ultisol of southeastern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6: 1650-1654.
- Prins, U., and De Wit, J. 2005. Intercropping cereals and grain legumes: A Farmers Perspective: Louis Bolk Institute, Livestock Department, Netherland.
- Ross, S. M., King, J. R., Donovan, J. T., and Spaner, D. 2005. The productivity of oats and berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass and Forage Science*, 60: 74-86.

- Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M. A. 2012. The Evaluation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. *Sustainable Agricultural and Production Science*, 22 (3), 101-114. (In Persian With English Summary).
- Soleimani, R., and Asgharzadeh, A. 2010. Effects of mesorhizobium inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1(1), 1-8. (In Persian With English Summary).
- Uribelarrea, M., Moose S.P., and Below, F.E. 2007. Divergent selection for grain protein affects nitrogen use in maize hybrids. *Field Crop Research*, 100: 82-90.
- Vennila, C., and Jayanthi, C. 2006. Effect of integrated nitrogen management on nitrogen use efficiency in wet seeded rice + daincha dual cropping system. *Madras Agricultural Journal*, 93 (7-12), 274-277.
- Yazdani, M., Pirdashti, H., Esmaili, M. A., and Bahmanyar, M. A. 2010. Effect of inoculation phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on nutrient use efficiency in corn (*Zea mays* L.) cultivation. *Electronic journal of crop production*, 3 (2), 65-80. (In Persian With English Summary).

Response of nitrogen agronomic efficiency and yield components of legumes to Simultaneous cropping with forage corn

Mohammad Mirzakhani^{1*}, Smaeel Alibakhshi²

1. Associate Professor, Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran. M.Sc Student in Agronomy, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran.
2. M.Sc Student in Agronomy, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran.

Received: October 2025 Accepted: October 2024- DOI:10.22092/aj.2025.367524.1686

Extended Abstract

Mirzakhani, M., Alibakhshi, S., Response of nitrogen agronomic efficiency and yield components of legumes to Simultaneous cropping with forage corn

Applied Research in Field Crops Vol 37, No.1, 2024, 10-12: 67-84 (in Persian)

Introduction:

Adequate nitrogen absorption by the plant increases protein and fruit and seed size. The higher the nitrogen concentration in the leaves, the greater the intensity of carbon sequestration. Because nitrogen, in addition to being present in the form of protein in plants, is also the main constituent of chlorophyll or the green color of plants, which is a key factor in carbon capture (Mengel & Kirkby, 2001). Mixed farming can be considered a type of intensive agriculture in time and space. To increase crop yields, environmental factors can be used in another way, and that is to make better use of time and space by using a mixed cropping system (Prins & De Wit, 2005). In general, intercropping is most beneficial when the component plants have root systems of different depths and exhibit variation in stem height and growth patterns, thereby reducing competition for light. When two plant species have similar stem heights or growth habits, shading and light competition can negatively affect their productivity. Among the plants that have a significant amount of protein is cowpea, which is a legume with a high protein

Email address of the corresponding author: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

content (about twice that of corn). It can be grown mixed with corn to increase the protein content of livestock diets and reduce the costs of increasing the quality of forage by adding protein supplements (Fenandez-Aparicio *et al.*, 2007). This experiment was conducted with the aim of investigating the response of nitrogen agronomic efficiency and yield components of legumes to Simultaneous cropping with forage corn. This study was carried out in field of agricultural research center of Markazi province in 2013.

Materials&Methods: A factorial arrangement of treatments was implemented in a randomized complete block design with three replications. The experimental factors included urea manure levels [N_0 = no urea (Control), N_1 = 75 Kg ha⁻¹ of urea, N_2 = 150 Kg ha⁻¹ of urea, N_3 = 225 Kg ha⁻¹ of urea) and simultaneous cropping treatment, (S_1 = corn monoculture, S_2 = corn + chickpea, S_3 = corn + cowpea, S_4 = corn + mung bean). Each sub plot consisted of 4 rows, 6 m long with 60 cm between rows space and 20 cm between plants within the rows. The S.C 704 hybrid was used. The study evaluated several parameters, including corn forage yield, number of grains per ear, legume plant height, 1000-grain weight, legume grain yield, nitrogen use efficiency of legumes, number of grains per pod, nitrogen agronomic efficiency of legumes, and number of pods per legume plant.

Results:

The results demonstrated that urea fertilizer had a significant effect on several traits, including corn forage yield, number of grains per ear, legume plant height, 1000-grain weight, legume grain yield, nitrogen use efficiency of legumes, number of grains per pod, nitrogen agronomic efficiency of legumes, and number of pods per legume plant, all contributing to overall crop performance. Similarly, the simultaneous cropping treatment significantly influenced the number of grains per ear, legume height, legume grain yield, nitrogen use efficiency, number of grains per pod, nitrogen agronomic efficiency, and number of pods per legume plant. The highest and lowest nitrogen agronomic efficiencies—10.19 and 0.22 kg kg⁻¹, respectively—were observed in the treatments combining 75 kg ha⁻¹

urea with chickpea–corn intercropping and 225 kg ha⁻¹ urea with cowpea–corn intercropping.

Conclusion: Under the simultaneous cropping method, increasing urea fertilizer application from 75 kg ha⁻¹ to 225 kg ha⁻¹ led to a declining trend in both nitrogen use efficiency and nitrogen agronomic efficiency of legumes. Specifically, nitrogen use efficiency decreased from 16.77 to 5.50, while nitrogen agronomic efficiency dropped from 5.19 to 0.73 kg kg⁻¹.

Keywords: Chickpea, Corn, Nitrogen agronomic efficiency, Simultaneous cropping

References:

- Fenandez-Aparicio, M., Sillero, J.C., and Rubials, D. 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection*, 26: 1166- 1172.
- Mengel, K., and Kirkby, E. A. 2001. Principles of plant nutrition. *Kluwer Academic Pub.* Paper back - 849 pages.
- Prins, U., and De Wit, J. 2005. Intercropping cereals and grain legumes: A Farmers Perspective: Louis Bolk Institute, Livestock Department, Netherland.