نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۵۸۴-۵۶۷

کشت مخلوط لگوم‌ها و ذرت با مصرف کود اوره

اسماعیل علی‌بخشی[۱] و محمد میرزاخانی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۷ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

کاربرد روش‌های تلفیقی تغذیه گیاهی می‌تواند باعث افزایش عملکرد کمّی و کیفی محصولات کشاورزی و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی اکوسیستم‌های زراعی شود. بنابراین، به‌منظور بررسی اثرات مصرف کود نیتروژنه و چند کشتی همزمان لگوم‌ها بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی انجام شد. تیمارهای مورد استفاده شامل مصرف کود اوره در چهار سطح: N_0= عدم مصرف ازکود اوره (شاهد)، N_1، N_2 و N_3 به‌ترتیب مصرف ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و چند کشتی همزمان با گیاهان لگوم در چهار سطح شامل: S_1، S_2، S_3 و S_4 به‌ترتیب کشت ذرت خالص (شاهد)، کشت ذرت + نخود، کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی و کشت ذرت + ماش سبز بودند. صفاتی مانند تعداد برگ سبز، عملکرد دانه ذرت، ارتفاع گیاه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، کارآیی مصرف نیتروژن ذرت، بیوماس لگوم‌ها، درصد نیترژن گیاه و وزن صد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر سطوح تیمار مصرف کود نیتروژن بر صفات تعداد برگ سبز، عملکرد دانه ذرت، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در ردیف، کارآیی مصرف نیتروژن ذرت، بیوماس لگوم‌ها و درصد نیترژن گیاه معنی‌دار بودند. همچنین، اثر تیمار چند کشتی همزمان لگوم‌ها نیز بر صفات عملکرد دانه ذرت، کارآیی مصرف نیتروژن ذرت، بیوماس لگوم‌ها و درصد نیتروژن گیاه معنی‌دار برآورد شدند. میانگین عملکرد ذرت با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار (۷/۳۷ تن در هکتار) با میانگین تولید در صورت مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره در یک گروه آماری قرار دارند و تیمار استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره با تولید ۵/۴۷ تن در هکتار (که با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند) و کمترین مقدار عملکرد دانه تولیدی را به خود اختصاص دادند. همچنین، در میان سطوح تیمار چند کشتی همزمان نیز بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه با میانگین ۷/۳۰ و ۶/۰۱ تن در هکتار به‌ترتیب مربوط به کشت خالص ذرت و تیمار کشت همزمان ذرت + ماش سبز بودند.

واژگان کلیدی: ذرت، عملکرد دانه، لگوم‌ها، نیتروژن.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، واحد نراق، دانشگاه آزاد اسلامی، نراق، ایران
۲- گروه کشاورزی، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران (نگارنده ی مسئول) mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

مقدمه

یکی از راه‌کارهای کلیدی در کشاورزی پایدار بازگرداندن تنوع به اکوسیستم‌های کشاورزی و مدیریت مؤثر بر آن است. کشت مخلوط به‌عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع، افزایش کمّی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند (Lithourgidis *et al*., 2007: Fenandez- Aparicio *et al*., 2007). با کاشت گیاه پوششی علاوه بر تأمین نیتروژن گیاه همراه، می‌توان فشار علف‌های هرز را کاهش داد (Hutchinson and McGiffen, 2000). کشت مخلوط در سطح وسیعی از کشورهای پیشرفته و نیز در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه‌ی مناطق گرمسیری رایج است (Baumann *et al*., 2002). در بسیاری از نقاط دنیا پذیرفته شدن کشت چند گیاه با هم به‌عنوان جزیی مرسوم از مدیریت اکوسیستم‌های زراعی، ثابت کرده است که این نوع کشت‌ها می‌تواند مزایای مشخصی را بر حسب درجه تنوع در زمان و مکان داشته باشند (Banik *et al*., 2006). اگرچه ذرت عملکرد بالایی در تولید ماده خشک دارد، با این حال علوفه این گیاه از نظر مقدار پروتئین فقیر است (کمتر از ۱۰۰ گرم در هر کیلوگرم ماده خشک)، در حالی که پروتئین برای رشد مطلوب و تولید شیر کافی توسط دام ضروری است. همچنین، پروتئین برای فعالیت باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش حیوانات نشخوارکننده که مسئول هضم علوفه مصرف شده توسط دام می‌باشند، نیز ضروری است (Ghanbari-Bonjar, 2000).

به‌دلیل محتوای پروتئین پایین علوفه ذرت، استفاده تنها از علوفه ذرت منجر به تولید رضایت بخش در بسیاری از دام‌ها نمی‌شود (Javanmard *et al*., 2012). جذب کافی نیتروژن به‌وسیله گیاه موجب افزایش پروتئین و درشتی میوه و دانه می‌شود. هر چه غلظت نیتروژن در برگ‌ها افزایش یابد، شدت کربن‌گیری را زیادتر می‌کند. زیرا نیتروژن غیر از آن که به‌صورت پروتئین در گیاه وجود دارد، عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل نیز می‌باشد که عامل اساسی در کربن‌گیری است (Mengel and Kirkby, 2001) نتایج بررسی مقدار و زمان استفاده از نیتروژن در ذرت نشان داد که با افزایش کود نیتروژن تا ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه، زیست توده کل و جذب نیتروژن افزایش می‌یابد (Torbert *et al*., 2001).

عملکرد در سیستم‌های کشت مخلوط در گرو انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و واجد صفات مناسب برای ایجاد حداقل رقابت و حداکثر همیاری و به‌کارگیری عملیات زراعی مناسب از جمله تراکم کاشت، نسبت اختلاط و الگوی کشت مخلوط کشت می باشد (Mutungamiri *et al*., 2001). در بسیاری از آزمایش‌های کشت مخلوط، اجزای مخلوط را یک گونه لگوم و یک گونه گراس تشکیل می‌دهد که در اکثر موارد عملکرد نسبت به تک کشتی برتری نشان داده است (Morris and Garity, 2007). ذرت و لوبیا از جمله گیاهانی هستند که سطح زیر کشت بالایی را در کشور دارند و در اکثر مناطق به‌صورت تک کشتی تولید می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که کشت مخلوط این دو گیاه متعلق به دو تیره بقولات و غلات، موجب افزایش تولید، حداکثر کارآیی استفاده از منابع و نیز افزایش بهره‌وری سیستم کشت می‌گردد (Chen *et al*., 2004).

در بررسی کشت مخلوط ذرت شیرین و ماش سبز مشخص شده است که بیشترین میزان عملکرد ماده خشک علوفه در کشت مخلوط ۷۵ درصد ذرت شیرین + ۲۵ درصد ماش سبز به‌دست آمد (Sarlak

and Aghaalikhani, 2009). در آزمایشی مشخص شد که افزایش نسبت ذرت از ۵۰ به ۶۷ درصد در کشت مخلوط با لوبیا باعث افزایش عملکرد دانه ذرت در حدود ۱۰ درصد شد و کل عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش داشت (Saban *et al*., 2007).

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر استفاده از کود نیتروژن و چند کشتی همزمان لگوم‌ها بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت در شرایط آب و هوایی شهرستان اراک انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی 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، اجرا گردید. از خصوصیات آب و هوایی این منطقه، داشتن تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است.

آزمایش در سال ۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) تیمار استفاده از کود اوره در چهار سطح شامل: N_0= عدم استفاده از کود اوره (شاهد)، N_1= (استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، N_2= (استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، N_3= (استفاده از ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، یک سوم کود اوره در زمان کاشت و مابقی کود با اقساط مساوی در مراحل هشت برگی و شروع تاسل‌دهی به کرت‌های آزمایشی داده شد. تیمار چند کشتی همزمان در چهار سطح شامل: S_1= کشت ذرت خالص (شاهد)، S_2= کشت ذرت + نخود، S_3= کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی و S_4= کشت ذرت + ماش سبز بود.

تعداد کرت‌های آزمایش ۴۸ عدد و هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۶ متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۶۰ سانتی‌متر و رقم ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴ با تراکم ۸۳۳۳۳ بوته در هکتار بود. بذر ذرت روی رأس پشته‌ها و بذر گیاهان لگوم نیز در محل داغ‌آب پشته‌ها کاشته شدند. تمام گیاهان لگوم همزمان با ذرت (اردیبهشت ماه) کاشته شدند و تراکم کاشت آنها نیز ۱۶ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به موقع و به روش دستی انجام شد. در زمان برداشت تعداد ۱۰ بوته از ذرت و ۱۰ بوته هم از گیاهان لگوم، هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی برداشت شد و صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ سبز، عملکرد دانه ذرت، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، کارآیی مصرف نیتروژن، بیوماس لگوم‌ها و درصد نیتروژن گیاه (نمونه‌ای همگن از بافت‌های خشک کل اندام‌های هوایی ذرت به آزمایشگاه ارسال شد) به روش کجلدال اندازه‌گیری و ثبت شد. کارآیی مصرف نیتروژن از رابطه زیر محاسبه شد (Vennila and Jayanthi, 2006; Dordas and Sioulas, 2008).

کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) = عملکرد دانه تولید شده / مقدار نیتروژن استفاده شده

برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از دوخط میانی مساحت ۴ متر مربع برداشت و پس از کوبیدن و توزین و با در نظر گرفتن رطوبت حدود ۱۴ درصد عملکرد دانه هرکرت برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها به‌وسیله نرم افزار MSTATC، میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

در جدول تجزیه واریانس صفت ارتفاع گیاه تحت تأثیر تیمار سطوح کود اوره قرار گرفت و در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مشاهده شد که با افزایش میزان استفاده از نیتروژن، ارتفاع ذرت نیز افزایش یافت. به‌طوری‌که، بیشترین مقدار ارتفاع گیاه با میانگین ۲۴۳/۷ سانتی‌متر مربوط به تیمار استفاده از ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره و کمترین مقدار آن با میانگین ۲۲۹/۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار عدم استفاده از نیتروژن (شاهد) بود (جدول ۳). فراهم بودن مقدار بیشتری از عنصر نیتروژن در اطراف ریشه‌ها باعث افزایش جذب و در نتیجه رشد (بزرگ شدن طول سلول‌ها) و تقسیم سلولی (تعداد سلول‌ها) بیشتر گیاه را به‌همراه داشته است. نتایج ارزیابی رشد و عملکرد هیبریدهای جدید ذرت علوفه‌ای نشان داد که ارتفاع بوته در بین هیبریدهای ذرت غیرمعنی‌دار بود (Khavari Khorasani *et al*., 2010). سایر محققان در ارزیابی کشت مخلوط ذرت با چند لگوم گزارش نمودند که اثر تیمار کشت مخلوط بر ارتفاع ذرت در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین، بیشترین و کمترین ارتفاع ذرت با میانگین ۱۲/۳ و ۱۰/۳ تن در هکتار به‌ترتیب متعلق به تیمار کشت خالص ذرت و کشت مخلوط آن با گاودانه بود (Najafi *et al*., 2013). نتایج آزمایش دیگری نشان داد که تیمار کشت خالص ذرت با میانگین ۲۴۵ سانتی‌متر و تیمار کشت مخلوط نواری (دو ردیف ذرت + دو ردیف سیب‌زمینی) با میانگین ۱۶۹ سانتی‌متر، بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را داشتند (Afsharmanesh, 2013). ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی حاکی از معنی‌دار بودن تیمار نسبت کشت مخلوط بر ارتفاع ذرت بود. به‌طوری‌که، ارتفاع ذرت در تیمار کشت مخلوط (۲۵ درصد ذرت + ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی) با میانگین ۱۵۳/۷ سانتی‌متر در مقایسه با سایر تیمارها برتر بود (Dahmardeh *et al*., 2011). محققان گزارش نمودند که اثر تیمار کودهای دامی، شیمیایی و غلظت‌های تیمار میکروارگانیسم‌های مؤثر بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار استفاده از کود شیمیایی NPK بیشترین ارتفاع را داشت و تیمار کاربرد غلظت‌های میکروارگانیسم‌های مؤثر (۱:۵۰ و ۱:۲۰) نسبت به عدم استفاده از آن به‌ترتیب ۷/۸۳ و ۱۱/۸۷ درصد افزایش ارتفاع را داشت (Jahanban and Lotfifar, 2011).

تعداد برگ سبز

وجود نیتروژن یکی از عوامل مؤثر در تشکیل کلروفیل گیاه می‌باشد و چنانچه مقدار کافی از نیتروژن در اختیار گیاه قرار نگیرد، عمل تولید کلروفیل کاهش و یا مختل خواهد شد. در این آزمایش نیز با افزایش استفاده از نیتروژن از صفر به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار تداوم سطح سبز گیاه نیز افزایش یافت. به‌طوری‌که، بیشترین تعداد برگ سبز در گیاه با میانگین ۱۱/۸۶ عدد مربوط به استفاده از ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود که نسبت به تیمار عدم استفاده از نیتروژن حدود ۱۰/۱۲ درصد افزایش نشان داد. وسعت سطح سبز گیاه و تداوم آن رابطه مستقیمی با مقدار کربوهیدرات تولید شده در گیاه و در نتیجه تأثیر زیادی بر افزایش عملکرد آن دارد. نتایج آزمایش سایر محققان در کشت مخلوط ذرت با چند گیاه لگوم نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد برگ سبز ذرت با میانگین ۱۲/۶۷ و ۱۰/۴ عدد به‌ترتیب مربوط به کشت خالص ذرت و کشت مخلوط ذرت ۳۰۱ + لوبیا بود (Javanmard *et al*., 2013). در ارزیابی کشت مخلوط ذرت با چند لگوم گزارش شد که اثر تیمار کشت مخلوط بر تعداد برگ ذرت غیرمعنی‌دار بود. به‌طوری‌که، در تمامی

تیمارهای کشت مخلوط تعداد برگ ذرت ۱۳/۵ عدد ثبت شد (Najafi *et al.*, 2013). در آزمایش دیگری گزارش شد که اثر تیمار کودهای دامی، شیمیایی و غلظت‌های تیمار میکروارگانیسم‌های مؤثر بر تعداد برگ سبز در گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و تیمار استفاده از کود شیمیایی NPK با میانگین ۱۴/۳ عدد بیشترین تعداد برگ و تیمار عدم استفاده از کودهای شیمیایی (شاهد) با میانگین ۹/۲ عدد کمترین ارتفاع گیاه را داشتند. همچنین، کاربرد EM با غلظت (۱:۵۰ و ۱:۲۰) با میانگین ۱۳/۴ عدد و تیمار عدم استفاده از آن با میانگین ۱۰/۲ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد برگ سبز را داشتند (Jahanban and Lotfifar, 2011).

عملکرد دانه ذرت

عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر تیمار سطوح نیتروژن و تیمار چند کشتی همزمان در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین مقدار عملکرد دانه با میانگین ۸/۱۵ تن در هکتار مربوط به تیمار (استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره + کشت خالص ذرت) و کمترین مقدار آن با میانگین ۴/۵۶ تن در هکتار مربوط به تیمار (عدم استفاده از کود شیمیایی + کشت مخلوط ذرت و ماش سبز) بود (جدول ۴). عدم استفاده از نیتروژن کاهش بسیار شدیدی (حدود ۴۴ درصد) را بر عملکرد دانه ذرت وارد نمود. این در حالی است که کشت همزمان ماش سبز نیز نتوانست به میزان کافی نیتروژن را تثبیت و در اختیار ذرت قرار دهد. به نظر می‌رسد که در کشت خالص به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای، عوامل محیطی با محدودیت کمتری در اختیار رشد و نمو بوته‌های ذرت می‌باشد. در حالی‌که در کشت همزمان گیاهان لگوم و ذرت به دلیل تشدید رقابت بین گونه‌ای سهم هر یک از گونه‌ها از عوامل رشد کاهش می‌یابد. در بررسی کشت مخلوط ذرت و ماش سبز گزارش شده است که اثر تیمار کشت مخلوط ذرت و ماش سبز بر وزن خشک دانه بلال در سطح یک درصد معنی‌دار شد و بین نسبت‌های کشت مخلوط ذرت و ماش سبز، بیشترین و کمترین وزن خشک دانه بلال با میانگین ۲۷۷/۴۳ و صفر گرم بر مترمربع مربوط به کشت خالص ذرت و خالص ماش سبز بود (Sarlak and Aghaalikhani, 2009). نتایج ارزیابی عملکرد در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نشان داد که اثر تیمار نسبت‌های کشت مخلوط بر عملکرد دانه ذرت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد 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 ۱۱۵۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت (Jamshidi *et al.*, 2008). محققان با ارزیابی کشت مخلوط ذرت با سویا بیان داشتند که اثر الگوهای کشت مخلوط بر عملکرد دانه ذرت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، کشت مخلوط (سه ردیف سویا + دو ردیف ذرت + سه ردیف سویا) با میانگین ۱۰/۸ تن در هکتار و تیمار کشت خالص ذرت با میانگین ۶/۶ تن در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Mansoori, 2010). در بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گزارش شد که کشت مخلوط (سه ردیف ذرت + یک ردیف سیب زمینی) با میانگین ۱۱۶۹۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط (یک ردیف ذرت + سه ردیف سیب‌زمینی) با میانگین ۳۹۷۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را تولید نمودند (Afsharmanesh, 2013). در یک آزمایش اثر کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تیمار (استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن + تلقیح بذر با نیتراژین) و تیمار

شاهد به‌ترتیب با میانگین ۹۸۹ و ۵۰۰ گرم در مترمربع به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه را داشتند (Hamzei and Sarmadi Naiebi, 2010). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که اثر تیمار مقادیر کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین (استفاده از ۱۰۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم + تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و باکتری‌های حل کننده فسفر) و تیمار (عدم استفاده از کودهای شیمیایی + تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و باکتری‌های حل کننده فسفر) با میانگین ۱۰/۲۷ و ۶/۹۹ تن در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Yazdani *et al*., 2010). در آزمایشی مصرف مقادیر ۴۶، ۹۹۲، ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که اثر سطوح استفاده از نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار استفاده از ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۱/۱۲ تن در هکتار از سایر تیمارها برتر بود (Bagheri *et al*., 2012). نتایج پژوهش‌گران در بررسی سطوح استفاده از نیتروژن نشان داد که تیمار استفاده از ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۱/۱۲ و ۷/۲۸ تن در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه ذرت را تولید نمودند (Bagheri *et al*., 2011).

تعداد دانه در ردیف

صفت تعداد دانه در ردیف تحت تأثیر تیمار سطوح کود اوره قرار گرفت و در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش میزان استفاده از کود اوره از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در هر ردیف بلال نیز روند افزایشی را نشان داد. به طوری‌که میانگین آن از ۳۷/۰۳ عدد به ۴۲/۵۳ عدد در هر ردیف رسید که حدود ۱۴/۸۵ درصد افزایش داشت. به نظر می‌رسد که استفاده از مقادیر بیشتر نیتروژن سبب افزایش و بهبود رشد رویشی و زایشی ذرت شده است و گیاه توانسته است ضمن ایجاد تعداد بیشتر واحد زایشی در هر بلال، در انتقال مواد فتوسنتزی و تخصیص بهینه کربوهیدرات‌ها به اندام‌های زایشی نیز بخوبی عمل نماید و در نهایت تعداد دانه در ردیف که یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه ذرت به شمار می‌رود، افزایش یابد.

محققان اظهار داشتند که اثر کود شیمیایی نیتروژن بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تیمار (استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن + تلقیح بذر با نیتراژین) و تیمار شاهد به ترتیب با میانگین ۳۷ و ۲۵/۶۶ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال را داشتند (Hamzei and Sarmadi Naiebi, 2010). در تحقیق دیگری مشخص شد که اثر سطوح استفاده از نیتروژن بر تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار استفاده از ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۴۱/۵ عدد از سایر تیمارها برتر بود (Bagheri *et al*., 2012). نتایج پژوهش‌گران در بررسی سطوح استفاده از نیتروژن نشان داد که تیمار استفاده از ۱۸۴ و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۴۱/۵ و ۳۵/۵ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف ذرت را داشتند (Bagheri *et al*., 2011). در بررسی تیمارهای کود نیتروژن و کمپوست گزارش نمودند که اثر تیمار نیتروژن بر تعداد دانه در هر ردیف بلال در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار (استفاده از ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۱۰۰ تن کمپوست در هکتار) با میانگین ۳۸/۹ عدد از سایر تیمارها بهتر بود (Jalali *et al*., 2011). در تحقیق دیگری اثر تیمار نسبت‌های کشت مخلوط ذرت و خلّر بر صفت تعداد دانه در ردیف بلال در سطح یک درصد معنی‌دار شد و تیمار کشت

مخلوط (۲۵ درصد خلر + ۷۵ درصد ذرت) با میانگین ۴۳/۸ عدد نسبت به سایر تیمارها برتر بود (Naghizadeh *et al*., 2012). نتایج بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان داد که تیمار کشت مخلوط (دو ردیف ذرت + یک ردیف سیب زمینی) با میانگین ۴۳/۵ عدد و تیمار کشت مخلوط (یک ردیف ذرت + سه ردیف سیب‌زمینی) با میانگین ۳۴/۵ عدد، بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف را داشتند (Afsharmanesh, 2013). در آزمایش کاشت گیاهان پوششی و دارویی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گزارش شد که اثر تیمار گیاهان پوششی شبدر، ماشک، ریحان و شوید بر تعداد دانه در ردیف ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و تیمار کاشت گیاه پوششی شبدر با میانگین ۱۶/۵ عدد و تیمار کاشت گیاه دارویی شوید با میانگین ۱۱/۵۸ عدد به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف بلال را داشتند (Yeganehpoor *et al*., 2012).

کارآیی مصرف نیتروژن

اثر تیمار سطوح استفاده از کود اوره، تیمار چند کشتی همزمان گیاهان لگوم و اثر متقابل آنها بر صفت کارآیی مصرف نیتروژن در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طوری‌که، در بین مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار (استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره + کشت همزمان لوبیا چشم بلبلی) با میانگین ۱۷۸/۷ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم کود استفاده شده و تیمار (عدم استفاده از کود اوره + کشت خالص ذرت) با میانگین صفر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار کارآیی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دادند. به نظر می‌رسد که کشت همزمان لوبیا چشم بلبلی و ذرت از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و بهبود فرآیند جذب نیتروژن از خاک توسط ذرت باعث افزایش کارآیی مصرف کود شده است. عواملی مانند آب‌شویی زیاد کود نیتروژن و عدم انطباق زمان اوج نیاز گیاه به نیتروژن با زمان حداکثری دسترسی ریشه‌ها به کود از دلایلی هستند که علی‌رغم استفاده از مقادیر بیشتر کود نیتروژن، موجب کاهش کارآیی مصرف کود می‌شوند. بنابراین، این دو عامل از مهم‌ترین دلایل کاهش کارآیی مصرف نیتروژن در شرایط مزرعه می‌باشند. کارآیی مصرف نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی در هر واحد به نیتروژن مصرف شده است (Hamidi and Dabbagh Mohammadi Nasab, 2000). برخی از محققان احتمالاً از دست رفتن بخشی از نیتروژن توسط آب‌شویی قبل از جذب ریشه هنگامی که گیاه قادر به استفاده از عناصر اضافی نیست را از جمله دلایل کاهش کارآیی مصرف نیتروژن دانستند (Fallah and Tadayyon, 2010). محققان گزارش نمودند که اثر سطوح کود شیمیایی بر کارآیی مصرف کود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و با افزایش مقدار کود مصرفی از صفر تا ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده، مقدار کارآیی مصرف کود کاهش یافت. به‌طوری‌که، تیمار استفاده از ۸۰ درصد کود توصیه شده با میانگین ۲۱ درصد و تیمار استفاده از ۱۲۰ درصد توصیه شده با میانگین ۱۱ درصد، به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار کارآیی مصرف کود را داشتند (Karimi *et al*., 2007). در تحقیق دیگری تیمار کشت مخلوط (دو ردیف ذرت + سه ردیف گندم) با میانگین ۱۴۷/۳۳ کیلوگرم دانه به ازای کیلوگرم نیتروژن اندام هوایی گیاه و تیمار کشت مخلوط (دو ردیف ذرت + شش ردیف گندم) با میانگین ۸۶/۴۲ کیلوگرم دانه به ازای کیلوگرم نیتروژن اندام هوایی گیاه به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار کارآیی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دادند (Kouchaki *et al*., 2012). سایر پژوهش‌گران، گزارش نمودند که اثر مقادیر کودهای شیمیایی بر

کارآیی مصرف نیتروژن ذرت معنی‌دار بود. تیمار استفاده از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم+تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و باکتری‌های حل کننده فسفر) و تیمار (عدم استفاده از کودهای شیمیایی + تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و باکتری‌های حل کننده فسفر) با میانگین ۶۰/۸ و صفر درصد بیشترین و کمترین کارآیی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص دادند (Yazdani *et al*., 2010).

بیوماس لگوم‌ها

بیوماس لگوم‌ها تحت تأثیر تیمار سطوح استفاده از کود اوره، تیمار چند کشتی همزمان گیاهان لگوم و اثر متقابل آنها قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در بین لگوم‌های مورد استفاده، وزن بیوماس نخود نسبت به سایر لگوم‌ها از برتری محسوسی برخوردار بود. با توجه به این‌که نخود نسبت به لوبیا چشم بلبلی و ماش سبز دارای صفر فیزیولوژیکی پایین‌تری می‌باشد، بنابراین توانست (در ابتدای فصل رشد که درجه حرارت میانگین شبانه روز هنوز خیلی گرم نشده بود و همچنین قبل از اینکه ذرت رشد نماید و بتواند سایه‌اندازی ایجاد نماید)، نسبت به سایر لگوم‌ها سطح سبز و در نتیجه فتوسنتز بیشتری انجام داد. در حالی که سرعت و مقدار رشد ماش سبز و لوبیا چشم بلبلی کمتر از نخود بود. بیوماس نخود نسبت به ماش و لوبیا چشم بلبلی به‌ترتیب ۴۲/۳۳ و ۴۰/۱۱ درصد بیشتر بود.

محققان گزارش نمودند که اثر تیمار کشت مخلوط بر صفت عملکرد بیولوژیک نخود در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد و بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۶۹۵/۸۷ گرم در متر مربع مربوط به تیمار کشت خالص نخود بود (Seyedi *et al*., 2012). در بررسی دیگری اظهار داشتند که بیشترین و کمترین وزن خشک علوفه با میانگین ۱۱/۱۳ و ۶/۱۳ تن در هکتار به‌ترتیب متعلق به تیمار الگوی کشت مخلوط روی ردیف‌های جداگانه و کشت خالص لوبیا بود (Eskandari and Javanmard, 2013). نتایج محققان در ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی حاکی از معنی‌دار بودن تیمار کشت مخلوط بر وزن علوفه خشک لوبیا چشم بلبلی بود. به‌طوری‌که در تیمار کشت مخلوط (۵۰ درصد ذرت + ۱۰۰ درصد چشم بلبلی) با میانگین ۱۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها برتر بود (Dahmardeh *et al*., 2011).

تعداد ردیف در بلال

تعداد ردیف در بلال یکی از اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای می‌باشد که می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد دانه ذرت داشته باشد. در این آزمایش صفت تعداد ردیف در بلال تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارها قرار نگرفت و غیر معنی‌دار بود. البته تعداد دانه در ردیف که یکی دیگر از اجزای مهم عملکرد ذرت دانه‌ای محسوب می‌شود، تغییرات محسوسی داشت و تعداد آن از ۳۷/۰۳ عدد در تیمار عدم استفاده از کود اوره تا ۴۲/۵۳ عدد در تیمار استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم اوره نوسان نمود. نتایج تحقیقی نشان داد که کاهش قابل توجه تعداد ردیف در بلال در تیمار شاهد، از تنش کمبود نیتروژن ناشی می‌شود که به کاهش توسعه سطح برگ، میزان فتوسنتز، تعداد گلچه‌های بلال (دانه‌های بالقوه) و افزایش پیری برگ‌ها و سقط دانه‌ها منجر می‌شود (Moser *et al*., 2006). در یک بررسی اثر کود شیمیایی نیتروژن و کودهای زیستی بر تعداد ردیف در بلال به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود. تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن و تیمار شاهد به‌ترتیب با میانگین ۱۹/۸۳ و ۱۷/۵۸ بیشترین و کمترین تعداد ردیف در بلال را داشتند (Hamzei and Sarmadi Naiebi, 2010). در آزمایشی مشخص شد که اثر سطوح استفاده از نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال غیر معنی‌دار بود و

تیمار استفاده از ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۵ عدد از سایر تیمارها برتر بود (Bagheri *et al*., 2012). سایر محققان گزارش نمودند که اثر تیمار استفاده از سطوح نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال ذرت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و تیمار (استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۴۰ تن در هکتار کود کمپوست) با میانگین ۱۷ ردیف در بلال نسبت به اثرات متقابل سایر تیمارها برتر بود (Mojab Ghasrodasht *et al*., 2011).

در تحقیقی بررسی استفاده از نیتروژن بر تجمع ماده خشک ذرت نشان داد که تیمار استفاده از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۶/۲۴ ردیف بیشترین تعداد ردیف در بلال را داشت (Khazaei *et al*., 2011). در بررسی تیمارهای کود نیتروژن و کمپوست گزارش نمودند که اثر تیمار نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال در سطح یک درصد معنی‌دار بود و تیمار (استفاده از ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۱۰۰ تن کمپوست در هکتار) با میانگین ۱۳/۸ ردیف از سایر تیمارها بهتر بود (Jalali *et al*., 2011). نتایج بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان داد که تیمار کشت مخلوط (سه ردیف ذرت + یک ردیف سیب‌زمینی) با میانگین ۱۶/۷ عدد و تیمار کشت مخلوط (دو ردیف ذرت +دو ردیف سیب زمینی) با میانگین ۱۳/۸ عدد، بیشترین و کمترین تعداد ردیف در بلال را تولید نمودند (Afsharmanesh, 2013).

درصد نیتروژن بافت‌های گیاه

در این آزمایش با افزایش مقدار استفاده از کود نیتروژن، روند افزایشی درصد نیتروژن در بافت‌های ذرت نیز مشاهده گردید و این تفاوت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار عدم مصرف کود اوره + کاشت ذرت خالص با میانگین ۱/۶ درصد بیشترین مقدار درصد نیتروژن بافت‌های گیاه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). فراهم بودن مقدار کافی از کود نیتروژن در محیط ریشه‌ها باعث افزایش توان جذب آن توسط ریشه‌های گیاه می‌گردد و با ادامه روند جذب نیتروژن و تأمین مقدار مورد نیاز بافت‌های گیاه، قطعا در مرحله بعدی غلظت نیتروژن در بافت‌های گیاه افزایش خواهد یافت. در بین سطوح تیمار چند کشتی همزمان نیز، کشت همزمان لوبیا چشم بلبلی نسبت به سایر کشت‌های همزمان با میانگین ۱/۳۲ درصد از نظر درصد نیتروژن نسبت به سایر چند کشتی‌ها رتبه بالاتری را به خود اختصاص داد. که نشان می‌دهد لوبیا چشم بلبلی در تثبیت نیتروژن موفق‌تر از سایر لگوم‌های به‌کار رفته در این آزمایش عمل کرده است. نتایج یک بررسی نشان داد که اثر سطوح استفاده از نیتروژن بر میزان نیترات ساقه ذرت غیر معنی‌دار بود و تیمار استفاده از ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک ساقه نسبت به سایر تیمارها برتر بود (Fallah and Tadayyon, 2009). درصد نیتروژن گیاه ذرت با افزایش استفاده از نیتروژن ابتدا به‌صورت خطی و سپس به‌صورت درجه دوم افزایش می‌یابد (Cox and Cherney, 2001; Shapiro and Wortmann, 2006).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر سطوح تیمار استفاده از کود نیتروژن صفات تعداد برگ سبز، عملکرد دانه ذرت، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در ردیف، کارآیی مصرف نیتروژن ذرت، بیوماس لگوم‌ها و درصد نیتروژن گیاه را تحت تأثیر خود قرار داد. به‌طوری‌که با افزایش مصرف کود اوره تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار مقدار عملکرد دانه نیز به ۷/۳۷ تن در هکتار رسید. مصرف مقادیر کافی از کود اوره موجب افزایش سطح برگ‌های فتوسنتزکننده گیاه و دوام سطح برگ خواهد شد. بنابراین، تولید مقادیر بیشتر ماده خشک

در گیاه را میسر خواهد نمود. همچنین اثر تیمار چند کشتی همزمان لگوم‌ها نیز بر صفات عملکرد دانه ذرت، کارآیی مصرف نیتروژن ذرت، بیوماس لگوم‌ها و درصد نیترژن گیاه تأثیر معنی‌داری نشان داد. البته با توجه با اهمیت روش‌های تغذیه تلفیقی گیاهان در جهت ایجاد اکوسیستم‌های زراعی پایدار، می‌توان از پتانسیل تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط گیاهان خانواده لگوم بهره برد.

نتـایج این آزمایش نشان داد که کشت همزمان ذرت با گیـــاهان خانواده پروانه آسا باعث افزایش فراهمی نیتروژن در خاک اطراف ریشه‌ها و در پی جذب مقادیر بیشتر نیتروژن توسط گیاه، درصـد نیتـروژن بافت‌های آن افـزایش یافت. به‌طوری‌که کشت همزمان ذرت و لوبیا چشم بلبلی با میانگین ۱/۳۲ درصد، بیشترین مقدار نیتروژن موجود در بافت‌های گیاه ذرت را به خود اختصاص داد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of the experimental filed soil

بافت Texture	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	پتاسیم قابل جذب K ($mg\ kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب P ($mg\ kg^{-1}$)	نیتروژن کل N (%)	کربن آلی OC (%)	اسیدیته pH	عمق Depth (cm)
Sandy Loam	18	27	55	240	10	0.05	0.5	7.8	0-30

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد ذرت در چند کشتی همزمان با لگوم‌ها و کاربرد نیتروژن

Table 2– Analysis of variance for yield components of corn in simultaneous cropping with legumes and nitrogen application

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی	وزن صد دانه 100 grain weight	درصد نیترژن بافت‌های گیاه Nitrogen percentage of plant tissues	بیوماس لگوم‌ها Legumes biomass	کارایی مصرف نیتروژن ذرت Nitrogen use efficiency	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	عملکرد دانه ذرت Grain yield	تعداد برگ سبز Number of green leaf	ارتفاع گیاه Plant height
تکرار Replication	2	24.37^{ns}	0.010 ^{ns}	0.011^{ns}	79.92 ^{ns}	22.44 ^{ns}	1.54 ^{ns}	1.82 ^{ns}	0.076 ^{ns}	308.14^{ns}
سطوح کود اوره Urea levels	3	2.43 ^{ns}	0.017 **	0.94 **	44076.23**	70.75 *	1.07 ^{ns}	9.28**	2.81 *	426.52 *
چند کشتی همزمان Simultaneous cropping	3	37.43^{ns}	0.015 **	26.25 **	528.86 **	40.74 ^{ns}	0.28 ^{ns}	4.49**	1.18 ^{ns}	158.57 ^{ns}
کود اوره × چند کشتی (N × S)	9	3.91 ^{ns}	0.009 **	0.39 **	708.58 **	11.52 ^{ns}	0.61 ^{ns}	2.09 *	0.46 ^{ns}	98.11 ^{ns}
خطا Error	30	14.15	0.001	0.05	60.79	18	0.91	0.81	0.68	138.67
ضریب تغییرات(%) Cv		5.93	1.94	12.22	10.29	10.60	6.70	14.17	7.40	4.99

ns ,*, ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳– مقایسه میانگین اجزای عملکرد ذرت در چند کشتی همزمان و کاربرد نیتروژن

Table 3– Mean comparison for yield components of corn in simultaneous cropping and nitrogen application

تیمار Treatment	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	عملکرد دانه ذرت Grain yield ($t.ha^{-1}$)	تعداد برگ سبز Number of green leaf	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
استفاده از کود اوره Urea levels					
N_0 **عدم استفاده از اوره (شاهد)** Without Urea	37.03 b	14.65 a	5.84 b	10.77 b	229.4 b
N_1 **استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار** 75 kg ha^{-1} of urea	39.21 ab	14.14 a	5.47 b	10.93 b	234.1 ab
N_2 **استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار** 150 kg ha^{-1} of urea	42.53 a	13.94 a	6.84 a	11.07 b	236.9 ab
N_3 **استفاده از ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار** 225 kg ha^{-1} of urea	41.38 a	14.28 a	7.37 a	11.86 a	243.7 a
سطوح چند کشتی همزمان Simultaneous cropping					
S_1 **کشت ذرت خالص** (شاهد) Corn	42.44 a	14.48 a	7.30 a	11.46 a	239.6 a
S_2 **کشت ذرت + نخود** Corn + Chickpea	39.32 ab	14.18 a	6.11 b	10.93 a	233.5 a
S_3 **کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی** Corn + cowpea	40.30 ab	14.20 a	6.10 b	11.39 a	238.7 a
S_4 **کشت ذرت + ماش سبز** Corn + mung bean	38.08 b	14.15 a	6.01 b	10.84 a	232.3 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، اختلاف آماری معنی داری توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter in each common are not significantly different at the 5% probability level using DMRT

ادامه جدول ۳

Table 3 – Continued

تیمار Treatment	درصد نیتروژن بافت‌های گیاه Nitrogen percentage of plant tissues (%)	بیوماس لگوم‌ها Legumes biomass ($t.ha^{-1}$)	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency ($kg\ kg^{-1}$)
استفاده از کود اوره Urea levels			
N_0 **عدم استفاده از اوره (شاهد)** Without Urea	1.23 b	1.73 c	-
N_1 **استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار** 75 kg ha^{-1} of urea	1.30 a	2.02 b	146.1 a
N_2 **استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار** 150 kg ha^{-1} of urea	1.32 a	2.32 a	91.11 b
N_3 **استفاده از ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار** 225 kg ha^{-1} of urea	1.30 a	1.73 c	65.83 c
سطوح چند کشتی همزمان Simultaneous cropping			
S_1 **کشت ذرت خالص** (شاهد) Corn	1.24 c	0 c	83.69 a
S_2 **کشت ذرت + نخود** Corn + Chickpea	1.29 b	3.59 a	68.58 c
S_3 **کشت ذرت + لوبیا چشم بلبلی** Corn + cowpea	1.32 a	2.07 b	78.33 ab
S_4 **کشت ذرت + ماش سبز** Corn + mung bean	1.30 ab	2.15 b	72.42 bc

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، اختلاف آماری معنی داری توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter in each common are not significantly different at the 5% probability level using DMRT

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات ذرت در چند کشتی همزمان لگوم‌ها و استفاده از کود اوره

Table 4- Mean comparison of corn traits in simultaneous cropping of legumes and levels of urea

	تیمار Treatment	درصد نیترژن بافت‌های گیاه Nitrogen percentage of plant tissues (%)	بیوماس لگوم‌ها Legumes biomass ($t.ha^{-1}$)	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency ($kg.kg^{-1}$)	عملکرد دانه ذرت Grain yield ($t.ha^{-1}$)
عدم استفاده از اوره Without urea	ذرت خالص Corn	1.6 a	0 f	-	7.2 a-c
	ذرت + نخود Corn + Chickpea	1.2 c	3.4 a	-	6.1 b-f
	ذرت + لوبیا Corn + cowpea	1.2 c	2.05 d	-	5.4 d-f
	ذرت + ماش Corn + mung bean	1.2 c	1.4 e	-	4.5 f
۷۵ کیلوگرم اوره 75 kg ha^{-1} urea	ذرت خالص Corn	1.2 c	0 f	154 b	5.7 b-f
	ذرت + نخود Corn + Chickpea	1.2 c	3.4 a	124 c	4.6 f
	ذرت + لوبیا Corn + cowpea	1.3 ab	2.05 d	178.7 a	6.6 a-d
	ذرت + ماش Corn + mung bean	1.3 ab	2. 5 c	127.7 c	4.8 ef
۱۵۰ کیلوگرم اوره 150 kg ha^{-1} urea	ذرت خالص Corn	1.3 ab	0 f	108.4 d	8.1 a
	ذرت + نخود Corn + Chickpea	1.3 ab	3.7 a	86 ef	6.4 a-e
	ذرت + لوبیا Corn + cowpea	1.3 ab	2.5 c	74.33 fg	5.5 c-f
	ذرت + ماش Corn + mung bean	1.3 ab	2.9 b	95.67 de	7.1 a-c
۲۲۵ کیلوگرم اوره 225 kg ha^{-1} urea	ذرت خالص Corn	1.2 c	0 f	72.33 g	8.1 a
	ذرت + نخود Corn + Chickpea	1.3 ab	3.6 a	64.33 g	7.2 a-c
	ذرت + لوبیا Corn + cowpea	1.3 ab	1.6 e	60.33 g	6.7 a-d
	ذرت + ماش Corn + mung bean	1.2 c	1.6 e	66.33 g	7.4 ab

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter in each common are not significantly different at the 5% probability level using DMRT

References منابع مورد استفاده

- Afsharmanesh, Gh.R. 2013. Effect of maize and potato intercropping on yield and yield components in early spring planting in Jiroft region. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 14(4): 333-345. (In Persian).
- Bagheri, R., Gh.A. Akbari, M.H. Kianmehr, and Z.A. Tahmasbi Sarvastani. 2011. The effect of slow releasing nitrogen from pellet fertilizer of nitrogen and manure on grain yield and some physiological Characteristics of corn. *Electronic Journal of Crop Production*. 4(1): 97-113. (In Persian).
- Bagheri, R., Gh.A. Akbari, M.H. Kianmehr, and Z.A. Tahmasbi Sarvastani. 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).
- Banik, P., A. Midya, B.K. Sarkar, and S.S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*. 24: 325-332.
- Baumann, D.T., L. Bastians, I. Gaudian, H.H. Vanlar, and M.J. Kroff. 2002. Analysing crop yield and plant quality in a intercropping system using an ecophysiological model for interplant competition. *Agricultural Systems*. 13: 173 – 203.
- Chen, C., M. Westcott, K. Neill, D. Wichmann, and M. Knox. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*. 96: 1730–1738.
- Cox, W.J., and D.J.R. Cherney. 2001. Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. *Agronomy Journal*. 93:597-602.
- Dahmardeh, M., A. Ghanbari, B.A. Siahsar, and M. Ramroudi. 2011. Evalution 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).
- Dordas, A.C., and C. Sioulas. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water use efficiney response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Industrial Crops and Products.* 27: 75-85.
- Eskandari, H., and A. Javanmard. 2013. Evaluation of forage yield and quality in intercropping patterns of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna sinensis*). *Sustainable Agricultural and Production Science.* 23 (4): 100-110. (In Persian).
- Fallah, S., and A. Tadayyon. 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).
- Fallah, S., and A. Tadayyon. 2010. Uptake and nitrogen efficiency in forage maize: effects of nitrogen and plant density. *Agrociencia*. 44: 549-560.
- Fenandez- Aparicio, M., J.C. Sillero, and D. Rubials. 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection*. 26: 1166- 1172.

- Ghanbari-Bonjar, H. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean as a low-input forage. PhD thesis. Wye College. University of London.
- Hamidi, A., and A. Dabbagh Mohammadi Nasab. 2000. Effects of plant density on crop nitrogen use efficiency in corn hybrid. *Agricultural Science*. 10: 57-43.
- Hamzei, J., and H. Sarmadi Naiebi. 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).
- Hutchinson, C.M., and M.E. McGiffen. 2000. Cowpea cover mulch for weed control in desert pepper production. *Horticulture Sciences*. 35: 196-198.
- Jahanban, L., and O. Lotfifar. 2011. Study of the effective organism (EM) application effect on efficacy of chemical and organic fertilizers in corn cultivation. *Technology of Crop Production.* 11(2): 43-52. (In Persian).
- Jalali, A.H., M.J. Bahrani, and N. Karimian. 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).
- Jamshidi, Kh., D. Mazaheri, N. Majnoun Hosseini, H. Rahimian, and A. Peyghambari. 2008. Evaluation of yield in intercropping of maize and cowpea. *Pajouhsh & Sazandegi*. 80: 110 – 118.
- Javanmard, A., A. Dabbagh Mohammadi Nasab, A. Javanshir, M. Moghaddam, and H. Janmohammadi. 2012. Effects of Maize Intercropping with legumes on forage yield and quality. *Sustainable Aagricultural and Production Science*. 22 (3): 137-149. (In Persian).
- Javanmard, A., A. Dabbagh Mohammadi Nasab, A. Javanshir, M. Moghaddam, H. Janmohammadi, Y. Nasiri, and F. Shekari. 2013. Evaluation of some agronomic and physiological traits and forage quality in maize - Legume intercropping as double cropping. *Sustainable Aagricultural and Production Science*. 23 (2): 1-18. (In Persian).
- Karimi, A., M. Moeze ardalan, M. Homaee, A. Liaghat, and F. Reesi. 2007. Manure use efficiency in sunflower with irrigation-manure system. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 11(40 a): 65-76. (In Persian).
- Khavari Khorasani, S., M. Golpashi, F. Azizi, M. Ashofteh Biragi, and R. Fatemi. 2010. Growth and yield evalution of new hybrid of silage maize. *Journal of Agroecology*. 2(2): 335-342. (In Persian).
- Khazaei, F., M. Agha Alikhani, and S.A.M. Modarres Sanavy. 2011. Nitrogen rate and plant density effect on dry matter accumulation and fresh ear yield of sweet corn. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 92: 1-8. (In Persian).
- Koocheki, A.R., Z. Boroumand Rezazadeh, M. Nasiri, and S. Khoramdel. 2012. Evaluation of absorption efficiency and nitrogen use in intercropping of corn and winter wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(2): 327-334. (In Persian).

- Lithourgidis, A.S., K.V. Dhima, I.B. Vasilakoglou, C.A. Dordas, and M.D. Yiakoulaki. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*. 27: 95-99.
- 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).
- Mengel, K., and E.A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutritions. Kluwer Academic Pub. Paper back - 849 pp.
- Mojab Ghasrodashti, A., H.R. Balouchi, and A.R. Yadavi. 2011. Effect of municipal solid waste compost and nitrogen fertilizer on grain yield, forage production and some morphological traits of sweet corn (*Zea mays* L. sacchrata). *Electronic Journal of Crop Production*. 4(1): 115-130. (In Persian).
- Morris, R.A., and D.P. Garrity. 2007. Resource capture and utilization in intercropping: non-nitrogen nutrients. *Field Crops Research*. 34: 303-317.
- Moser, S.M., B. Feil, S. Jampatong, and P. Stamp. 2006. Effects of pre-anthesis drouth, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agriculture Water Management*. 81:41-58.
- Mutungamiri, A., I.K. Margia, and O.A. Chivinge. 2001. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) cultivars and density for dryland maize-bean intercropping. *Tropical Agricultural*. 78(1): 8-12.
- Naghizadeh, M., M. Ramroudi, M. Galavi, B.A. Siahsar, M. Heydari, and A.A. Maghsoudi–Moud. 2012. Effect of chemical and biology phosphorus fertilizers on yield and yield components of corn and Lathyrus in intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 43 (2): 203-215. (In Persian).
- Najafi, N., M. Mostafaei, A. Dabbagh Mohammadi Nasab, and Sh. Oustan. 2013. Effect of intercropping and farmyard manure on the growth, yield and protein concentration of corn, bean and bitter vetch. *Sustainable Aagricultural and Production Science*. 23 (1): 99-116. (In Persian).
- Saban, Y., A. Mehmt, and E. Mustafa. 2007. Identification of advantage of maize- legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the Esat Mediterranean Region. *Turkish Journal of Agriculture*. 32:111–119.
- Sarlak, Sh., and M. Aghaalikhani. 2009. Effect of plant density and mxing ratio on crop yield in sweet corn (*Zea mays* L. var Saccharata) and mongbean (*Vigna radiata* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 11 (4): 367-380. (In Persian).
- Seyedi, M., J. Hamzei, G. Ahmadvand, and M.A. Abutalebian. 2012. The Evaluation of Weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. *Sustainable Agricultural and Production Science*. 22 (3):101-114. (In Persian).
- Shapiro, C.A., and C.S. Wortmann. 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. *Agronomy Journal*. 98:529-535.

- Torbert, H.A., K.N. Potter, and J.E. Morrison. 2001. Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yields in the Texas Blackland prairie. *Agronomy Journal*. 93:1119-1124.
- Vennila, C., and C. Jayanthi. 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., H. Pirdashti, M.A. Esmaili, and M.A. Bahmanyar. 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).
- Yeganehpoor, F., S. Zehtab Salmasi, and V. Valizadeh. 2012. The effects of different planting time of cover crops and medical plant on grian yield and yield components of maize and weed biomass. *Sustainable Aagricultural and Production Science*. 22 (1): 117-125. (In Persian).

Mixed Cropping of Legumes and Maize by the Use of Urea

Esmaeil Alibakhshi[1], and Mohammad Mirzakhani[2]*

Received: November 2015, Revised: 20 April 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

To study the effect of nitrogenous fertilizers and mixed cropping of legumes and maize on its grain yield and yield component of corn in Arak, an experiment was carried at the Agricultural Research Center of Markazi Province in 2013. A factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was performed. Treatments were four levels of urea (N_0= control, N_1= 75 kg.ha^{-1}, N_2= 150 kg.ha^{-1}, N_3= 225 kg.ha^{-1}) and mixed cropping with four levels (S_1= planting corn, S_2= planting corn + chickpea, S_3= planting corn + cowpea, S_4= planting corn + mung bean). Plot consisted of 4 rows, 6 m long with 60 cm between rows space and 20 cm between plants on the rows, and S.C 704 corn hybrid was used. In this study characteristics such as: plant height, number of green leaf, grain yield, number of row per ear, number of grain per ear row, nitrogen use efficiency, biomasses of legumes, nitrogen percentage and 1000 grain weight were assessed. Results indicated that the effect of different levels of urea on plant height, number of green leaf, grain yield, number of grain per row, nitrogen use efficiency, legumes biomass and nitrogen percentage were significant. Effect of mixed cropping on characteristics like grain yield, nitrogen use efficiency, biomasses of legumes nitrogen percentage was also significant. Highest and lowest grain yield (7.37 and 5.47 t.ha^{-1}) were obtained with the use of 225 and 75 kg.ha^{-1} urea, respectively. The highest and lowest grain yield (7.30 and 6.01 t.ha^{-1}) belonged to sole cropping at corn and mixed cropping of corn + mung bean, respectively.

Key words: Corn, Grain yield, Legumes, Nitrogen.

1- M.Sc Student in Agronomy, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran.
* *Corresponding Author: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir*