Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۸۱-۷۰

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 70-81

ارزیابی عملکرد علوفه و برخی صفات زراعی ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر سیستم‌های کشت مخلوط با بادام‌زمینی (*Arachis hypogea* L.) و مقادیر نیتروژن

محمد نباتی نساز[۱]، عبدالقیوم قلیپوری[۲*] و معرفت مصطفوی‌راد[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۷

نباتی نساز، م.، قلیپوری، ع.، مصطفوی‌راد، م.، ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد علوفه و برخی صفات زراعی ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر سیستم‌های کشت مخلوط با بادام‌زمینی (*Arachis hypogea* L.) و مقادیر نیتروژن. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۸(۱): ۸۱-۷۰.

چکیده

این آزمایش، به منظور ارزیابی عملکرد علوفه و صفات مهم زراعی ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر الگوهای کشت مخلوط با بادام زمینی (*Arachis hypogea* L.) و مقادیر نیتروژن به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان واقع در حومه شهرستان رشت در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و شش الگوی کشت شامل کشت خالص ذرت (C_1)، کشت خالص بادام‌زمینی (C_2) و الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱ (C_3)، ۲:۱ (C_4) ، ۱:۲ (C_5) و ۲:۲ (C_6) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین عملکرد علوفه تر ذرت را در الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت با یک ردیف بادام‌زمینی (C_3) تولید کرد. اما، اختلاف معنی‌داری با کشت مخلوط دو ردیف ذرت با یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) و دو ردیف ذرت با دو ردیف بادام‌زمینی (C_6) نداشت. بر اساس نتایج این آزمایش، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت با یک ردیف بادام‌زمینی (C_4)، عملکرد هر دو محصول و نسبت برابری زمین را افزایش داد. نسبت برابری زمین در تیمارهای ۱۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت با یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) به ترتیب برابر ۱/۴ و ۱/۵ بود. بدین ترتیب، الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت با یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار می‌تواند برای افزایش نسبت برابری زمین، افزایش عملکرد محصول و ارتقاء درآمد اقتصادی کشاورزان در رشت و شرایط اقلیمی مشابه قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: بقولات، تثبیت نیتروژن، تعادل اکولوژیک، نسبت برابری زمین

مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از گیاهان مهم تیره لگوم‌ها می‌باشد که به دو صورت دیم و فاریاب کشت می‌شود. دانه بادام‌زمینی حاوی ۴۰ الی ۵۰ درصد روغن و کنجاله آن پس از فرآیند روغن‌کشی حاوی ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می‌باشد و نقش به سزایی در تغذیه دام‌ها دارد (Ahmad et al., 2008). به علاوه، ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل تنوع ژنتیکی و سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوان در زمره مهم‌ترین گیاهان زراعی ایران و جهان قرار گرفته است (Nour Mohammadi et al., 2007). ذرت به عنوان منبع اولیه انرژی در صنعت دامداری جهان (Anil et al., 1998; Cusicanqui & Lauer, 1999) یک گیاه علوفه‌ای دارای عملکرد و انرژی بالایی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت
(*- نویسنده مسئول: Email: gholipouri@uma.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

است که در استان گیلان نیز به دلیل شرایط اقلیمی خاص منطقه بیشتر برای مصارف علوفه‌ای کشت می‌شود.

امروزه توسعه کشت مخلوط به عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی برای دستیابی به اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع محیطی، افزایش کمی و کیفی عملکرد، موازنه در امر تغذیه و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز یک ضرورت است (Fenandez Aparicio et al., 2007; Lithourgidis et al., 2007). کشت مخلوط با لگوم‌های یک‌ساله یک راهکار مناسب برای جلوگیری از فرسایش خاک و تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان (Moynihan et al., 1996) و افزایش پایداری تولید می‌باشد (Ahmad et al., 2008).

بنابراین، کشت مخلوط لگوم با غیر لگوم‌ها، در شرایط بحرانی آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی، به دلیل قابلیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن موجود در اتمسفر توسط ریشه لگوم‌ها می‌تواند راهکار مناسبی برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌های شیمیایی باشد. نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که الگوی کشت مخلوط لگوم‌های یک‌ساله با غلات یک راهکار مناسب برای پوشش زمین، کاهش رقابت علف‌های هرز، جلوگیری از فرسایش خاک و تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان کشت شده می‌باشد (Moynihan et al., 1996). بدین ترتیب، کشت مخلوط پایداری عملکرد را افزایش می‌دهد و از افت عملکرد جلوگیری می‌کند (Ahmad et al., 2008).

در این راستا، گزارش شده است که در صورت عدم کاربرد کودهای شیمیایی، الگوی کشت مخلوط با لگوم‌ها سبب افزایش عملکرد دانه در ذرت و گندم (*Triticum aestivum* L.) گردید (Astatke et al., 1995). همچنین نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که در کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) با ذرت، عملکرد دانه و اجزاء عملکرد لوبیا چشم بلبلی افزایش یافت (Maurice et al., 2010). در راستای دستیابی به عملکرد بالا و افزایش کارایی نسبت برابری زمین در الگوی کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای (*Pennisetum americanum* L.) با لوبیا چشم بلبلی (Hosseini et al., 2002) نقش اختلافات مرفولوژیک دو گیاه مهم و اساسی گزارش شده است که این امر سبب افزایش کارایی بهره-مندی از تشعشع خورشیدی و مجموع عملکرد دو گیاه زراعی می‌شود.

در تحقیق دیگر، محققان نشان دادند که سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی بر سیستم‌های تک‌کشتی این گیاهان برتری داشت (Ahmad et al., 2008). همچنین، توسلی و همکاران (Tavassoli et al., 2010) در کشت مخلوط دو گیاه ارزن و لوبیا نشان دادند که الگوی کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر عملکرد علوفه خشک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه دو گونه داشت و میزان نسبت برابری زمین در اغلب تیمارهای مخلوط بزرگتر از یک بود. در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی مجموع عملکرد نسبی در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بزرگتر از یک بود و علت آن را بالا بودن کارایی استفاده از عوامل محیطی مؤثر بر افزایش تولید محصول در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص برشمردند (Eskandari & Ghanbari, 2011). به علاوه، کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) دریافتند که از نظر عملکرد دانه و ماده خشک سودمندی نسبت برابری زمین در کشت مخلوط یک در میان ذرت و لوبیا نسبت به دیگر ترکیب های کشت مخلوط برتری داشت.

همچنین، محققان در کشت مخلوط آفتابگردان (*Heliantus annus* L.) و لوبیا نشان دادند که در سیستم کشت مخلوط مقدار نسبت برابری زمین به ۱/۵۱ رسید و میزان سودمندی نسبت به کشت خالص آن‌ها افزایش یافت (Singh, 2007). محققان دیگری در کشت مخلوط ذرت و لوبیای چشم بلبلی (Dahmardeh et al., 2011) و کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیای چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) (Nasrollahzadeh Asl et al., 2012)، بالاترین نسبت برابری زمین را به ترتیب در ترکیب تیماری ۱۰۰ درصد ذرت با ۱۰۰ درصد لوبیا چشم بلبلی و کشت مخلوط ۱۰۰ درصد آفتابگردان و ۵۰ درصد لوبیا چیتی به دست آوردند. این تحقیق با هدف تعیین بهترین ترکیب کاشت در الگوی کشت مخلوط ذرت با بادام‌زمینی به منظور کاهش مصرف کود نیتروژن در مزارع ذرت در شرایط اقلیمی رشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، به منظور ارزیابی عملکرد علوفه و برخی صفات زراعی ذرت تحت تأثیر الگوهای کشت مخلوط با بادام‌زمینی و مقادیر نیتروژن به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان واقع در حومه شهرستان رشت واقع در طول

www.SID.ir

Archive of SID

جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه و ارتفاع پنج متری از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد.

در این آزمایش، سطوح کود نیتروژن با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی و با فرض تثبیت نیتروژن به وسیله بادامزمینی به طوری که نیاز کودی گیاه زراعی ذرت تا حد لازم فراهم گردد، انتخاب و در کشت مخلوط به کار گرفته شد. در این تحقیق از رقم ذرت رایج در منطقه (ذرت ۷۰۴) و بادامزمینی محلی (رقم گلی) برای کشت استفاده شد. بادامزمینی رقم گلی سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی گیلان و عملکرد نسبتاً بالایی دارد و به دلیل دارا بودن اسید چرب غیراشباع اولئیک و پروتئین بالا، از مقاومت بیشتری در برابر کپکزدگی با قارچ *Aspergillus flavus* برخوردار و برای مصرف آجیلی مناسب است. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) (Kafi Ghasemi & Esfahani, 2005; Saman & Sepehry, 2012) به عنوان فاکتور اصلی و شش الگوی کشت شامل کشت خالص ذرت (شش ردیف)، کشت خالص بادامزمینی (شش ردیف) و کشت مخلوط یک ردیف ذرت+ یک ردیف بادامزمینی (۱:۱)، یک ردیف ذرت+ دو ردیف بادامزمینی (۲:۱)، دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادامزمینی (۱:۲)، دو ردیف ذرت+ دو ردیف بادامزمینی (۲:۲) به عنوان کرت فرعی بودند.

مطابق نقشه آزمایش، کشت ذرت و بادامزمینی در دو روز متوالی (۲۷ و ۲۸ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲) صورت گرفت و در تاریخ ۲۹ اردیبهشت ماه، اولین آبیاری به روش بارانی انجام شد. عملیات آبیاری در مراحل بعدی بر اساس میزان بارندگی در منطقه و با فاصله زمانی پنج تا ۱۰ روز انجام گرفت. فاصله ردیف کاشت ذرت ۷۵ و فاصله بوتهها بر روی ردیف ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. همچنین، فواصل ردیف کاشت در کشت بادامزمینی ۳۷/۵ سانتیمتر و فاصله بوتهها بر روی ردیف ۲۰ سانتیمتر بود. بدین ترتیب، بادامزمینی با تراکم حدود ۱۳۰ هزار بوته و ذرت با تراکم حدود ۹۰ هزار بوته در هکتار (Ahmad et al., 2008) کشت گردید. در این تحقیق، بر اساس نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی (جدول ۱)، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل ۴۶ درصد قبل از کاشت محصول با یک دیسک سبک به طور یکنواخت با خاک مخلوط شد. کود اوره در سه مرحله همزمان با کاشت، وجین علفهای هرز مرحله اول (همزمان با مرحله چهار برگی بادامزمینی) و مرحله دوم (مصادف با گلدهی بادامزمینی و ظهور اندامهای نر ذرت) به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت.

در پایان فصل رشد و مصادف با خمیری شدن دانه ذرت صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن تک بوته، قطر و طول بلال، قطر ساقه ذرت، طول و عرض برگ، تعداد و وزن برگهای تک بوته، تعداد و وزن بلال در بوته، عملکرد علوفه تر ذرت و عملکرد بیولوژیک ذرت در مرحله بین خمیری تا سفت شدن دانه تعیین گردید. برای این منظور تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت و میانگین صفات ۱۰ بوته اندازهگیری شد. در مرحله برداشت محصول ذرت (تاریخهای ۲۸ و ۲۹ مرداد ماه ۱۳۹۲) پس از حذف اثرات حاشیهای، کل بوتههای هر کرت برداشت (سطح برداشت در ترکیبهای مختلف کشت مخلوط متفاوت بود) و عملکرد بیولوژیک و دانه تعیین شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بادامزمینی (چهارم مهر ماه ۱۳۹۲) که حدود یک ۳۵ روز پس از برداشت بوتههای ذرت و مصادف با قهوهای شدن رنگ غلافها در زیر خاک و ظهور شیارهای قهوهای رنگ بر روی غلاف بادامزمینی بود، عملکرد دانه بادامزمینی تعیین و نسبت برابری زمین برای تیمارهای مختلف کشت مخلوط اندازهگیری گردید.

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physico-chemical properties of soil

عمق خاک (سانتیمتر)	هدایت الکتریکی (دسیزیمنس بر متر)	اسیدیته	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب (میلیگرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی-گرم بر کیلوگرم)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
Soil depth (cm)	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	Organic carbon (%)	Total nitrogen (%)	Available phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
0-30	0.29	5.35	1.26	0.156	6.6	217	10	48	42

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور مقایسه ترکیب‌های کشت مخلوط، نسبت برابری زمین و نسبت برابری زمین (LER)[1] با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (مظاهری، ۱۹۹۸):

$$[LER=A_b/A_a-B_b/B_a] \quad (۱)$$

در این معادله، A_a:عملکرد محصول اول در کشت خالص و A_b:عملکرد محصول اول در کشت مخلوط و B_a: عملکرد محصول دوم در کشت خالص و B_b: عملکرد محصول دوم در کشت مخلوط می‌باشد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.0 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به استثنای تعداد، طول و عرض برگ (در سطح احتمال یک و پنج درصد) معنی‌دار بود. در این آزمایش، نوع الگوی کشت مخلوط نیز بر اغلب صفات مورد بررسی به استثنای تعداد، طول و عرض برگ و بر قطر بلال تأثیر معنی‌دار داشت. همچنین، اثر متقابل نیتروژن و الگوی کشت مخلوط بر صفاتی نظیر عملکرد علوفه تر ذرت، وزن ساقه، قطر بلال، طول برگ و نسبت برابری زمین معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). چنین به نظر می‌رسد که صفاتی نظیر تعداد برگ، طول و عرض برگ بیشتر وابسته به خصوصیات ژنتیکی گیاه بوده و تأثیرپذیری آن‌ها از شرایط محیطی کمتر است. مقایسه میانگین مربوط به اثرات اصلی نشان داد که در شرایط کشت متداول مقدار ۳۰۰ کیلو گرم نیتروژن خالص در هکتار، بیشترین عملکرد علوفه‌تر ذرت برابر با ۵۷۷۳۰ کیلوگرم در هکتار را تولید کرد و عملکرد علوفه تر را به میزان ۲۶/۳۹ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) بهبود بخشید، ولی در شرایط مشابه، اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نداشت (جدول ۳).

بر اساس نتایج این آزمایش، در روش متداول کشت ذرت میزان ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار سبب تولید حداکثر علوفه تر ذرت تحت شرایط اقلیمی گیلان (رشت) می‌شود. نتایج تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که به منظور دستیابی به بیشترین عملکرد بیولوژیک ذرت، مصرف ۲۰۷ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (Kafi Ghasemi & Esfahani, 2005) و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (Saman & Sepehry, 2012) لازم است که با نتایج این آزمایش در سیستم تک‌کشتی متداول ذرت مطابقت دارد. بدین ترتیب، کاربرد حدود ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برای دستیابی به حداکثر عملکرد علوفه ذرت و کاهش آلودگی زیست‌محیطی، در سیستم تک‌کشتی متداول ذرت در منطقه مناسب به نظر می‌رسد.

در این مطالعه، بالاترین وزن تک بوته ذرت، وزن بلال و قطر بلال تحت شرایط تک‌کشتی ذرت، در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد و صفاتی نظیر وزن برگ در هر بوته، وزن ساقه، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال، تعداد برگ و عرض برگ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نشان نداد (جدول ۳). با توجه به غیر معنی‌دار بودن عملکرد علوفه تر ذرت در مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، می‌توان صفات وزن برگ در هر بوته، وزن ساقه، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال، تعداد و عرض برگ را از شاخص‌های مهم افزایش عملکرد علوفه تر ذرت در سیستم تک‌کشتی متداول برشمرد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی برای صفات اندازه‌گیری شده در الگوهای مختلف کشت مخلوط نیز نشان داد که با افزایش تراکم بوته ذرت در الگوی کشت مخلوط با بادام‌زمینی، تولید علوفه تر ذرت افزایش یافت. در این تحقیق، وزن تک بوته و وزن ساقه ذرت در الگوی کشت دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_6) و وزن تک بوته در الگوی کشت دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) تفاوت معنی‌داری با سیستم کشت خالص ذرت نداشت (جدول ۳). به علاوه، بالاترین وزن بلال در هر دو الگوی کشت دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_6) و دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) مشاهده گردید. از نتایج حاصله چنین استنباط می‌شود که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی، صفاتی از قبیل وزن تک بوته، وزن بلال و وزن ساقه ذرت را بیشتر از صفات دیگر تحت تأثیر قرار می‌دهد و از این طریق عملکرد علوفه تر ذرت را در واحد سطح ارتقاء می‌بخشد.

1- Land equivalent ratio

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات زراعی اندازه‌گیری شده در بادام‌زمینی و ذرت تحت تاثیر سیستم‌های کشت مخلوط و مقادیر مختلف نیتروژن

in peanut and corn as affected by intercropping systems and different nitrogen rates Table 2- Analysis of variances (mean squares) for measured agronomic traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه بادام‌زمینی Peanut Seed yield	عملکرد علوفه تر ذرت Forage Yield of Maize	وزن بوته Plant weight	وزن برگ Leaf weight	وزن ساقه Stem weight	وزن بلال Ear weight	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	قطر بلال Ear diameter	طول بلال Ear length	تعداد برگ Leaf numbers	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf diameter	نسبت برابری زمین Land Equivalent ratio
بلوک Replication	2	47919.52^{ns}	5471982^{ns}	172.05^{ns}	20.45^{ns}	1158.95^{ns}	2395.51^{ns}	1915.42^{ns}	29.48**	41.80**	4.14^{ns}	0.831^{ns}	394.59*	3.69*	0.068^{ns}
نیتروژن Nitrogen	3	2180602.20**	9902082521*	188607.61**	2426.55*	28029.93**	60318.41*	1017.60**	15.11**	142.01**	47.92**	0.839^{ns}	20.17^{ns}	0.875^{ns}	0.251**
اشتباه اصلی Error a	6	129042.78	1368532399	13066.45	303.41	1096.35	7492.18	564.37	0.487	1.698	6.116	1.07	67.48	0.328	0.026
کشت مخلوط Intercropping	4	5238691.04**	17852400052**	55188.58**	7374.79**	9244.85**	20501.55**	497.67*	8.790**	6.87^{ns}	5.418**	0.69^{ns}	20.84^{ns}	1.49^{ns}	0.172**
اثر نیتروژن × کشت مخلوط Replication * intercropping	12	243129.46**	52144059*	5214.51^{ns}	254.95^{ns}	4811.22**	1691.45^{ns}	142.03^{ns}	2.86^{ns}	13.25*	2.152^{ns}	0.201^{ns}	124.96**	1.34^{ns}	0.059**
اشتباه فرعی Error b	32	66206.01	24375982	3144.66	225.60	1305.02	154888	195.45	1.477	5.968	1.295	0.315	31.81	0.787	0.016
کل Total	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Are non significant, significant at 5 and 1 probability levels respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

ساقه و بلال ذرت به دلیل بالا بودن وزن آن‌ها در مقایسه با برگ‌ها، تأثیر بیشتری بر وزن تک بوته و عملکرد علوفه تر ذرت دارند. به نظر می‌رسد که الگوی کشت مخلوط با بادام‌زمینی به دلیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی اتمسفر سبب تداوم جذب بهتر عناصر غذایی به ویژه عنصر نیتروژن در طول دوره رویش به وسیله ریشه گیاه زراعی ذرت می‌شود. بدین ترتیب، بهره‌مندی از عوامل محیطی مؤثر بر رشد گیاه، تداوم فتوسنتز و تجمع بیشتر مواد فتوسنتزی در ساقه و بلال ذرت به ترتیب در مراحل قبل و پس از گرده‌افشانی می‌تواند از عوامل مهم تأثیرگذار بر عملکرد علوفه تر ذرت در الگوهای کشت مخلوط با بادام‌زمینی تلقی شود. به طوری‌که کمترین وزن بلال در الگوی کشت خالص ذرت (C_1) و کمترین وزن تک بوته و ساقه ذرت در الگوی کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_5) به دست آمد. به نظر می‌رسد که در الگوی کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_5)، قدرت رقابت بین گونه‌ای به نفع گیاه زراعی بادام‌زمینی افزایش می‌یابد و این امر به صورت کاهش وزن تک بوته و ساقه ذرت و افت عملکرد علوفه‌تر ذرت در واحد سطح ظاهر می‌گردد.

در این راستا، محققان نشان دادند که در کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی با ذرت بیشترین وزن خشک، تعداد غلاف و تعداد دانه و نسبت دانه به غلاف لوبیا چشم بلبلی به دست آمد (Maurice et al., 2010) محققان دیگری نشان دادند که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی از نظر مجموع عملکرد دو گونه گیاهی بر الگوهای تک‌کشتی این گیاهان برتری داشت (Ahmad et al., 2008) به علاوه، کمترین ارتفاع بوته و قطر ساقه و عرض برگ ذرت در کشت خالص ذرت مشاهده گردید، ولی این صفات در اغلب الگوهای کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بالاترین طول بلال در الگوهای کشت مخلوط دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_6) و دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) و کمترین طول بلال در بقیه الگوهای کشت مخلوط مشاهده گردید.

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر متقابل مقادیر نیتروژن و سیستم کشت مخلوط (جدول ۴) نشان داد که بالاترین نسبت برابری زمین (حدود ۱/۵) در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_3) به دست آمد. نتایج مشابه‌ای نیز توسط سینگ (Singh, 2007) در الگوی کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا گزارش شده است. نتایج نشان داد که مقادیر بالای نیتروژن از طریق افزایش زیست‌توده گیاهی ذرت در مقایسه با عملکرد دانه بادام‌زمینی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش نسبت برابری زمین داشته باشد. با این حال، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با الگوی کشت دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_6) تحت تاثیر ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ترکیب کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) در تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و همچنین در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن (تیمار شاهد) نداشت.

در این آزمایش، به نظر می‌رسد که عدم کاربرد کود نیتروژنه (تیمار شاهد) از طریق افزایش محصول ذرت و بادام‌زمینی ناشی از تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی هوا بر روی ریشه‌های بادام‌زمینی سبب افزایش مجموع عملکرد دو گیاه و نسبت برابری زمین گردید. محققان دیگری نیز نشان دادند که عدم کاربرد کودهای شیمیایی در الگوی کشت مخلوط ذرت و گندم با لگوم‌ها سبب افزایش عملکرد آن‌ها گردید (Astatke et al., 1995)، ولی کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار سبب افزایش نسبت برابری زمین در مقایسه با شرایط عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژن (تیمار شاهد) گردید (جدول ۴).

نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) در سیستم‌های تغذیه پرنهاده، متوسط و کم‌نهاده نیتروژن و همچنین در شرایط عدم مصرف کود نیتروژنه می‌تواند مجموع عملکرد دو گونه گیاهی و نسبت برابری زمین را افزایش دهد، که می‌تواند ناشی از بالا بودن کارایی الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) در استفاده از منابع خاکی نظیر آب و مواد غذایی و افزایش سودمندی تولید دو گونه گیاهی باشد. محققان دیگری نیز افزایش نسبت برابری زمین را در الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی (Ahmad et al., 2008)، ارزن و لوبیا (Tavassoli et al., 2010)، ذرت و لوبیا چشم بلبلی (Eskandari & Ghanbari, 2011) و ذرت و لوبیای چیتی (Koocheki et al., 2010) گزارش کرده‌اند.

بر اساس نتایج این تحقیق، به دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین نسبت برابری زمین در شرایط مصرف مقدار بالای کود نیتروژنه با سطوح کمتر آن در الگوی کشت مخلوط فوق و همچنین با توجه به

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه بالای تأمین نهاده‌های زراعی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بالای کودهای نیتروژنه به ویژه در زراعت گیاهان پر توقع نظیر ذرت، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) با نسبت برابری زمین حدود ۱/۴ برای دستیابی به حداکثر عملکرد علوفه تر ذرت و دانه بادام‌زمینی می‌تواند قابل توصیه باشد.

در الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4)، احتمالاً دو عامل تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی اتمسفر به وسیله ریشه بادام‌زمینی و اختلافات مرفولوژیک دو گیاه در استفاده از تشعشع خورشیدی سبب افزایش مجموع عملکرد دو گونه زراعی می‌شود. به طوری‌که در شرایط کشت خالص ذرت در مقایسه با الگوی کشت فوق مقدار۴۰ درصد زمین اضافی لازم است تا معادل محصول به دست آمده از الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) حاصل گردد. نقش اختلافات مرفولوژیک دو گیاه در راستای افزایش کارایی بهره‌مندی از تشعشع خورشیدی و مجموع عملکرد دو گیاه در الگوی کشت مخلوط ارزن علوفه ای با لوبیا چشم بلبلی نیز گزارش شده است (Hosseini et al., 2002). بدین ترتیب، ترکیب کشت دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) برای افزایش کارایی بهره‌مندی از نور خورشید در دو گونه گیاهی برای حصول حداکثر عملکرد مطلوب به نظر می‌رسد.

همچنین، افزایش نسبت برابری زمین در الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) بیانگر آن است که افزایش تراکم بوته ذرت در مقایسه با دانه بادام‌زمینی سهم به سزایی در افزایش سودمندی کشت مخلوط دارد و این امر می‌تواند ناشی از افزایش رقابت بین گونه‌ای به نفع گیاه زراعی ذرت در بهره‌برداری از منابع محیطی رشد و تأمین بهینه نیتروژن مورد نیاز گیاه زراعی ذرت به ویژه در مراحل انتهایی رشد گیاه از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن هوا توسط ریشه بادام‌زمینی باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی بادام‌زمینی و ذرت تحت تأثیر سیستم‌های کشت مخلوط و مقادیر مختلف نیتروژن

Table 3- Means comparison of peanut and corn agronomic traits as affected by intercropping systems and different nitrogen rates

تیمار Treatment	وزن بوته (گرم) Plant weight (g)	وزن برگ (گرم) Leaf weight (g)	وزن بلال (گرم) Ear weight (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	طول بلال (سانتی-متر) Ear length (cm)	تعداد برگ Leaf numbers	عرض برگ (میلی‌متر) Leaf diameter (mm)
مقدار نیتروژن Nitrogen rate								
N_1	378.13^{c*}	96.93^{c}	153.80^{b}	224.52^{a}	16.63^{b}	21.18^{b}	11.39^{a}	8.34^{b}
N_2	461.13^{bc}	109.72^{bc}	184.53^{b}	232.60^{a}	18.46^{a}	24.31^{a}	11.42^{a}	8.57^{ab}
N_3	538.40^{b}	115.86^{ab}	210.60^{b}	238.81^{a}	18.60^{a}	24.71^{a}	11.78^{a}	8.61^{ab}
N_4	641.33^{a}	127.46^{a}	301.00^{a}	243.58^{a}	18.80^{a}	25.08^{a}	11.84^{a}	8.93^{a}
الگوی کشت مخلوط Intercropping pattern								
C_1	572.5^{a}	155.23^{a}	162.43^{c}	225.48^{b}	16.81^{c}	23.11^{b}	11.53^{a}	8.23^{b}
C_2	–	–	–	–	–	–	–	–
C_3	435.08^{b}	97.50^{c}	189.75^{bc}	235.49^{ab}	17.77^{bc}	23.91^{b}	11.54^{a}	8.48^{ab}
C_4	548.67^{a}	111.50^{b}	263.67^{a}	232.01^{ab}	18.82^{ab}	24.80^{a}	11.62^{a}	9.22^{a}
C_5	428.33^{b}	94.75^{c}	199.58^{b}	240.02^{a}	18.23^{ab}	23.27^{b}	11.60^{a}	8.58^{ab}
C_6	539.17^{a}	103.41^{bc}	246.00^{a}	241.40^{a}	18.87^{a}	23.99^{ab}	11.75^{a}	8.45^{ab}

* میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند.

* Means followed by the same letters in each column are not significantly different (LSD test %5).

N_1، N_2، N_3 و N_4: به ترتیب صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، C_1: کشت خالص ذرت، C_2: کشت خالص بادام، C_3: یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام، C_4: یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام، C_5: دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام و C_6: دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام

N_1, N_2, N_3 and N_4: Nitrogen rates: Zero, 100, 200 and 300 kg.ha^{-1}, respectively. C_1: Sole cropping of corn, C_2: Sole cropping of peanut, C_3, C_4, C_5 and C_6: Intercropping between corn and peanut at ratio of 1:1, 1:2, 2:1 and 2:2, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در بادام‌زمینی و ذرت تحت اثر متقابل نیتروژن و سیستم کشت مخلوط

Table 4- Mean comparisons of studied traits as affected by the interaction between nitrogen rates and intercropping system

تیمار Treatment	عملکرد دانه بادام‌زمینی با غلاف (کیلوگرم در هکتار) Peanut seed plus pod yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد علوفه ذرت (کیلوگرم در هکتار) Forage yield of maize ($kg.ha^{-1}$)	وزن ساقه (گرم) Stem weight (g)	قطر بلال (میلی‌متر) Ear diameter (mm)	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio
N_1C_1	–	41553^{bc*}	176.00^{cd}	42.36^{c}	72.06^{bc}	-
N_1C_2	3026.33 ^{b}	–	–	–	–	-
N_1C_3	1252.00 ^{de}	19440^{e}	87.66^{d}	41.66^{c}	76.22^{bc}	0.87^{d}
N_1C_4	1671.00 ^{cd}	35256^{cd}	147.33^{cd}	41.50^{c}	77.96^{bc}	1.40^{ab}
N_1C_5	1878.33 ^{c}	14130^{e}	93.66^{d}	43.83^{c}	79.46^{bc}	0.97^{cd}
N_1C_6	855.00 ^{e}	31473^{d}	131.66^{c}	44.90^{c}	73.96^{bc}	1.04^{cd}
N_2C_1	–	45676^{bc}	170.00^{cd}	42.26^{c}	69.50^{c}	–
N_2C_2	3394.67 ^{e}	–	–	–	–	–
N_2C_3	^{c} 1829.00	23090^{cd}	188.33^{cd}	47.50^{bc}	83.20^{ab}	1.20^{bc}
N_2C_4	1751.33 ^{cd}	46876^{bc}	184.66^{c}	44.70^{c}	75.03^{bc}	1.42^{ab}
N_2C_5	1901.67 ^{cd}	16173^{e}	120.00^{d}	43.06^{c}	77.50^{bc}	0.89^{d}
N_2C_6	1446.00 ^{d}	37880^{cd}	171.33^{cd}	46.46^{bc}	78.06^{bc}	1.17^{bc}
N_3C_1	–	57730^{a}	303.00^{a}	44.83^{bc}	78.26^{bc}	–
N_3C_2	2778.67 ^{b}	–	–	–	–	–
N_3C_3	1329.00 ^{d}	36210^{cd}	156.00^{cd}	46.66^{bc}	69.86^{c}	1.14^{c}
N_3C_4	941.67 ^{e}	40873^{c}	169.00^{cd}	48.50^{bc}	75.46^{bc}	1.06^{cd}
N_3C_5	1701.33 ^{cd}	20876^{e}	208.33^{bc}	48.80^{b}	71.60^{c}	0.99^{cd}
N_3C_6	846.00 ^{e}	46540^{bc}	262.66^{ab}	49.66^{ab}	91.53^{a}	1.13^{c}
N_4C_1	–	58756^{a}	220.66^{b}	52.96^{a}	80.96^{bc}	–
N_4C_2	1624.33 ^{cd}	–	–	–	–	–
N_4C_3	1139.33^{de}	49176^{b}	270.66^{ab}	47.33^{bc}	82.93^{ab}	1.52^{a}
N_4C_4	909.33 ^{e}	51093^{ab}	193.00^{b}	51.06^{a}	77.80^{bc}	1.40^{ab}
N_4C_5	1385.00 ^{d}	24656de	153.33^{cd}	48.63^{bc}	81.23^{b}	1.25^{bc}
N_4C_6	746.67 ^{e}	55090^{ab}	226.66^{b}	49.10^{ab}	70.46^{c}	1.36^{ab}

* میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند.

* Means followed by the same letters in each column are not significantly different (LSD test %5)

N_1، N_2، N_3 و N_4: به ترتیب صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، C_1: کشت خالص ذرت، C_2: کشت خالص بادام، C_3: یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام، C_4: یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام، C_5: دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام و C_6: دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام

N_1, N_2, N_3 and N_4: Nitrogen rates: Zero, 100, 200 and 300 $kg.ha^{-1}$, respectively. C_1: Sole cropping of corn, C_2: Sole cropping of peanut, C_3, C_4, C_5 and C_6: Intercropping between corn and peanut at ratio of 1:1, 1:2, 2:1 and 2:2, respectively.

به طوری‌که کمترین نسبت برابری زمین در الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی (C_5) مشاهده گردید. نتایج نشان داد که در این الگوی کشت، افزایش تراکم بوته بادام‌زمینی در واحد سطح نسبت به ذرت، اگرچه می‌تواند کارایی بوته‌های بادام‌زمینی در استفاده از منابع محیطی رشد نظیر نور و مواد غذایی را در مقایسه با گیاه زراعی ذرت افزایش دهد، ولی نمی‌تواند کاهش سودمندی برابری زمین ناشی از افت عملکرد علوفه تر ذرت را جبران نماید. بدین ترتیب، کاهش عملکرد علوفه تر ذرت سبب نقصان بیشتر نسبت برابری زمین در مقایسه با بادام‌زمینی می‌شود. بنابراین، حفظ تراکم بوته‌های ذرت در حد معینی برای افزایش سودمندی نسبت برابری

www.SID.ir

Archive of SID

زمین در کشت مخلوط با بادام‌زمینی ضروری به نظر می‌رسد. نتایج مشابه‌ای نیز در کشت مخلوط ذرت و لوبیای چشم بلبلی (Dahmardeh et al., 2011) و کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیای چیتی (Nasrollahzadeh Asl et al., 2012)، مبنی بر ضرورت انتخاب تراکم مناسب دو گیاه در الگوی کشت مخلوط برای افزایش مجموع عملکرد دو گونه گیاه زراعی گزارش شده است.

به طور کلی، نتایج این تحقیق حاکی از آن است که نسبت برابری زمین در الگوی کشت مخلوط با افزایش تراکم بوته و رقابت به نفع گیاه زراعی ذرت و بادام‌زمینی به ترتیب با افزایش و کاهش مواجه می‌شود. در این آزمایش، نسبت مساوی از ترکیب‌های کشت ذرت و بادام‌زمینی باعث گردید که نسبت برابری زمین در حد واسط قرار گیرد. بدین ترتیب، برای افزایش نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای و بادام‌زمینی، الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) مناسب به نظر می‌رسد. نتایج آزمایشات دیگر محققان نیز حاکی از آن است که در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی، عملکرد ذرت در حدود عملکرد کشت خالص آن باقی می‌ماند ولی عملکرد بادام‌زمینی کاهش می‌یابد. با این توصیف، بادام‌زمینی می‌تواند عملکرد اقتصادی و قابل قبول تولید کند. به عبارت دیگر، در الگوی کشت مخلوط، عملکرد بادام‌زمینی در مقایسه با عملکرد ذرت افت بیشتری پیدا می‌کند و عملکرد بالای ذرت سبب افزایش سودمندی نسبت برابری زمین می‌گردد. همچنین، حاصلخیزی خاک با قرار گرفتن یک لگوم در الگوی کشت مخلوط افزایش می‌یابد (Ahmad et al., 2008).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی کارآیی بیشتری در افزایش مجموع عملکرد دو گونه گیاهی با صرف کمترین انرژی فسیلی دارد. بر اساس نتایج این آزمایش، الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی (C_4) و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برای دستیابی به حداکثر عملکرد علوفه تر ذرت و دانه بادام‌زمینی، ارتقای نسبت برابری زمین، افزایش بهره‌برداری از زمین زراعی و درآمد اقتصادی کشاورزان در رشت و شرایط اقلیمی مشابه قابل توصیه می‌باشد.

منابع

1- Ahmad, Z., Mezori, H.A.M., and Duhoky, M.M.S. 2008. Effect of intercropping systems and nitrogen fertilizer on yield, yield components of corn (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogea* L.). Journal of Dohuk University 11(1): 206-214.

2- Anil, J.P., Phipps, R.H., and Miller, F.A. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: Review of potential for growth and utilization with particular reference to the UK. L. Grass and Forage Science 53: 301-317

3- Astatke, A., Mohamed Saleem, M.A., and El Wakeel, A. 1995. Soil water dynamics under cereal and forage legume mixtures on drained vertisols in the Ethiopian highlands. Agricultural Water Management 27: 17-24.

4- Cusicanqui, J.A., and Lauer, J.G. 1999. Plant density and hybrid influenced on corn forage yield and quality. Agronomy Journal 91: 911-915.

5- Dahmardeh, M., Ghanbarim, A., Siahsar, B., and Ramroudi, M. 2011. Evalution of forage yield and protein content of maize and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in intercropping. Iranian Journal of Crop Science 13(4): 633-642. (In Persian with English Summary)

6- Eskandari, H., and Ghanbari, A. 2011. Evaluation of competition and complementarity of corn (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna sinensis* L.) intercropping for nutrient consumption. Crop Science and Sustainable Production 21(2): 67-75. (In Persian with English Summary)

7- 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.

8- Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi arid tropics of India. Field Crops Research 88: 227- 237.

9- Hosseini, S.M.B., Mazaheri, D., Jahansouz, M.R., and Yazdi Samadi, B. 2002. The effects of nitrogen levels on yield and yield components of forage millet (*Pennisetum americanum* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in intercropping system. Pajouhesh and Sazandegi 59: 60-67. (In Persian with English Summary)

10- Kafi Ghasemi, A., and Esfahani, M. 2005. Evaluation of the effects of nitrogen fertilizer levels on yield and yield

www.SID.ir

Archive of SID

components of seed corn (*Zea mays* L.) in Guilan region. Iranian Journal of Agricultural Science and Natural Resource 12(5): 137-145. (In Persian with English Summary)

11- Koocheki, A., Lalehgani, B., and Najibnia, S. 2010. Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 605-611. (In Persian)

12- Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agronomy for Sustainable Development 27: 95-99.

13- Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research 99: 106-113.

14- Maurice, G., Albert, N., and Isidore, T. 2010. Altering time of intercropping cow pea (*Vigna unguinculata* L.) relative to maize (*Zea mays* L.): A food Production strategy to increase crop yield attributes in Adamawa – Cameroon. Journal of Agricultural Science 6: 437-458

15- Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Second Edition. Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian)

16- Moynihan, J.M., Simmons, S.R., and Sheaffer, C.C. 1996. Intercropping annual medic with conventional height and semi dwarf barley grown for grain. Agronomy Journal 88: 823-828.

17- Nour Mohammadi, G., Siadat, A., and Kashani, A. 2007. Cereal Production. Vol. 1. Ahvaz Shahid Chamran University Press. Iran. (In Persian)

18- 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. Crop Science and Sustainable Production 22(2): 79-90. (In Persian with English Summary)

19- Oluwasemire, K.O., Stigter, C.J., Owonubi, J.J., and Jagtab, S.S. 2002. Seasonal water use and water productivity of millet-based cropping systems in the Nigerian Sudan Savanna near Kano. Agricultural Water Management 56: 207-227.

20- Saman, M., and Sepehry, A. 2012. Effects of water deficit stress and nitrogen levels on growth and yield of two maize (*Zea mays* L.) varieties. The proceeding of 12th Iranian Crop Science Congress. Karaj, Iran. (In Persian)

21- Singh, J.K. 2007. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Intercropping to different row ratios and nitrogen levels under rain fed conditions of temperate Kashmir. Indian Journal of Agronomy 52: 36-39.

22- Tavassoli, A., Ghanbari, A., Ahmadi, M.M., and Haidari, M. 2010. Effect of manure and chemical fertilizers on forage and seed yield of millet (*Panicum miliaceum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8(2): 203-212. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 70-81

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۸۱-۷۰

Evaluation of Forage Yield and Important Agronomic Indices of Corn Affected by Intercropping Systems with Peanut and Nitrogen Rates

M. Nabati Nasaz[1], A. Gholipouri[2*] and M. Mostafavi Rad[3]

Submitted: 17-04-2014
Accepted: 29-10-2014

Nabati Nasaz, M., Gholipouri, A., Mostafavi Rad, M. 2016. Evaluation of forage yield and important agronomic indices of corn as affected by intercropping systems with peanut and nitrogen rates. Journal of Agroecology 8(1): 70-81.

Introduction

Multiple cropping such as intercropping plays an important role in agriculture because of maximizing beneficial interactions. Intercropping of legumes and cereals is an old practice in tropical agriculture that dates back to ancient civilization. Maize-legume intercrops could substantially increase forage quantity and quality and decrease requirement for protein supplements (Ahmad et al., 2008). Intercropping of cereals and legumes is important for development of sustainable food production systems. This may be due to some of the potential benefits in intercropping systems such as high productivity and profitability, improvement of soil fertility through the additional supply of N by fixation and excretion from the component legume, efficient use of resources, reducing damage caused by pests, diseases and weeds and improvement of forage quality (Ahmad et al., 2008; Fernandez-Aparicio et al., 2007; Lithourgidis et al., 2006). The main advantage of intercropping is more efficient utilization of the available resources and the increased productivity compared with each sole crop of the mixture. Therefore, this experiment was conducted to evaluate agronomic characteristics of corn and Land equivalent ratio (LER) under intercropping with peanut and different rates of nitrogen.

Materials and methods

In order to evaluate the forage yield and important agronomic indices of corn (*Zea mays* L.) affected by intercropping systems with peanut and different nitrogen rates, this experiment was performed in the experimental field of agricultural and natural resource research center of Guilan province, Rasht, Iran, during 2013-14 cropping season as a split plot arrangement in randomized complete block design with three replications. Nitrogen rates, including of zero, 100, 200 and 300 kg per hectare as main plot and sole cropping of corn and peanut (*Arachis hypogaea* L.), intercropping systems including of intercropping corn and peanut at ratio of 1:1, 2:1, 1:2 and 2:2 on alternative furrows as sub plot, comprised the experimental factors.

Results and discussion

The results of this experiment showed that the effects of nitrogen were significant for all measured characteristics except the leaf number, leaf length and wide. Also, the effects of intercropping were significant for all study traits except the ear diameter, leaf number, leaf length and wide. In addition, the interaction effects of the nitrogen × intercropping system were significant for peanut seed yield, corn forage yield, stem weight, stem diameter, ear diameter, leaf length and land equivalent ratio. The results of this experiment showed that the application of 300 kg nitrogen per hectare obtained the highest corn forage yield under (C_6) intercropping system. At the same condition, no significant difference was observed for corn forage yield between (C_4) and (C_6) intercropping systems. The interaction between 100 kg N/ha × C_5 intercropping system at the ratio of 1:2 showed the greatest peanut seed yield. Peanut seed yield decreased by increasing the nitrogen application rate. However, based on this experiment results, application of 300 kg nitrogen per hectare increased total production of both corn and peanut and land equivalent ratio (LER= 1.51) under (C_3) intercropping system. The land equivalent ratio (LER) under 100 and 300 kg per hectare and intercropping system of corn with peanut (C_4) by the ratio of 2:1 was 1.42 and 1.39, respectively. There was no significant difference between the land equivalent ratio (LER) under above mentioned conditions. The results showed that maize-peanut intercropping increased

1, 2 and 3- MSc Student, Assistant Professor of Agronomy, University of Mohaghegh Ardabili, Assistant Professor, Department of Agronomy and Horticulture Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: gholipouri@uma.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

corn forage yield compared to peanut seed yield. Hence, increment of land equivalent ratio (LER) related to corn forage yield more than seed yield of peanut.

Conclusion

In general, results showed that maize-peanut intercropping could be profitable due to use of the available resources. Maize-peanut intercropping system can decrease yield loss caused by pest and disease and enhance soil fertility. Maize-peanut intercropping pattern can increase productivity compared to sole cropping. According to our results, intercropping system of corn with peanut (C_4) by the ratio of 2:1 and utilizing of 100 kg nitrogen per hectare could be recommendable for enhancement of crop production and increment of farmers economical income in Rasht and similar climatic conditions.

Acknowledgement

The authors gratefully acknowledge the comments and suggestions received from Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan province.

Keywords: Ecological equilibrium, Land equivalent ratio, Leguminous, Nitrogen fixation

References

Ahmad, Z., Mezori, H.A.M., and Duhoky, M.M.S. 2008. Effect of intercropping systems and nitrogen fertilizer on yield, yield components of corn (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogea* L.). Journal of Dohuk University 11(1): 206-214.

Fernandez-Aparicio, M., Sillero, J.C., and Rubials, D. 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. Crop Protection 26: 1166-1172.

Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research 99: 106-113.

www.SID.ir