ارزیابی نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد علوفه، محتوای روغن و برخی عناصر غذایی دانه بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) در کشت مخلوط با ذرت (*Zea mays* L.)

معرفت مصطفوی‌راد [۱،*]، امین نوبهار [۲]، مهران غلامی [۳]، علی آجیلی لاهیجی [۴]، ایرج بنیادی [۵]، شایگان ادیبی [۵]، محمدرضا رحیمیان [۵]، ابراهیم اکبرزاده [۵]

[۱] استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

[۲] دانشجوی دکتری و محقق، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

[۳] دانشجوی دکتری و مربی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

[۴] دانشجوی دکتری و محقق، بخش خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

[۵] کارشناسان ارشد زراعت، سازمان جهاد کشاورزی گیلان، رشت

[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: mmostafavirad@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۴

چکیده

به‌منظور ارزیابی نسبت برابری زمین، محتوای روغن و برخی عناصر غذایی دانه بادام زمینی در کشت مخلوط با ذرت، آزمایشی در طی سال‌های زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان (رشت) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ذرت و بادام زمینی و الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۱، ۲:۱، ۱:۲ و ۲:۲ بودند. بالاترین عملکرد علوفه ذرت در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ به دست آمد. در این آزمایش، الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲ از نظر عملکرد دانه، علوفه، عملکرد روغن و پروتئین دانه بادام زمینی بر دیگر الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی برتری داشت. کمترین عملکرد علوفه و دانه بادام زمینی در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲ مشاهده گردید. نتایج نشان داد که عملکرد روغن و پروتئین وابسته به عملکرد دانه بادام زمینی بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد روغن و پروتئین با عملکرد دانه بادام زمینی وجود داشت. ولی رابطه معکوس بین محتوای نیتروژن و فسفر در دانه بادام زمینی مشاهده شد. بر اساس نتایج این آزمایش، الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲ و ۱:۱ می‌تواند به ترتیب برای افزایش عملکرد دانه بادام زمینی و نسبت برابری زمین در شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوهای کشت مخلوط، عملکرد کمی و کیفی، نسبت برابری زمین

مقدمه

یکی از راه‌های افزایش بازدهی محصولات کشاورزی، استفاده از الگوهای کشت مخلوط گیاهان زراعی است که در راستای تحقق کشاورزی پایدار می‌تواند مؤثر و کارآمد باشد (لیتورجیدیس[1] و همکاران، ۲۰۰۷). لگوم‌ها بهترین ترکیب در کشاورزی حفاظتی (میر[2]، ۲۰۱۰) و یک راه‌کار زراعی برتر و مهم‌ترین الگوی تولید محصول در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به‌ویژه در شرایط محدودیت منابع آبی به شمار می‌رود (تسوبو[3] و همکاران، ۲۰۰۵). توسعه کشت مخلوط جهت ایجاد تعادل اکولوژیک، استفاده حداکثر از منابع محیطی، موازنه در امر تغذیه، افزایش کارایی مصرف آب و حاصلخیزی خاک، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز امری ضروری است (اولیوازیمیر[4] و همکاران، ۲۰۰۲؛ احمد[5] و همکاران، ۲۰۰۸). هدف از الگوی کشت مخلوط این است که بتوان از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن به‌وسیله ریشه گیاهان خانواده لگوم‌ها باروری خاک را افزایش و مقدار مصرف کود نیتروژنه را کاهش داد و بالاترین عملکرد دو گونه زراعی در واحد سطح را به دست آورد (احمد و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که در الگوهای کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات حاصلخیزی خاک بیشتر از ساختمان خاک اصلاح می‌شود (آدیلیک و هاریونا[6]، ۲۰۱۲). علاوه بر این، پتانسیل و پایداری تولید و همچنین کارایی مصرف عناصر غذایی خاک در کشت مخلوط بیشتر از الگوی تک‌کشتی گزارش شده است (سران و برینتا[7]، ۲۰۱۰). مزایای کشت مخلوط در جذب عناصر غذایی به‌وسیله گیاهان زراعی در تحقیقات پیشین به اثبات رسیده است. در کشت مخلوط ذرت و سویا نشان دادند که الگوی کشت مخلوط در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف کود فسفره سبب افزایش جذب فسفر گردید (لی[8] و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین، گزارش شده است که در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی، سیدروفور گیاهی آزاد شده از ریشه ذرت سبب رهاسازی آهن سه ظرفیتی و جذب آن به‌وسیله بادام زمینی مفید می‌گردد (فوسیو و لی[9]، ۲۰۰۳).

برخی محققان نیز گزارش کرده‌اند که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی به مقدار قابل توجهی جذب و غلظت عناصر غذایی آهن و روی را در دانه بادام زمینی افزایش می‌دهد (زیونگ[10] و همکاران، ۲۰۱۳). این قبیل یافته‌های تحقیقاتی، لگوم‌ها را در مناطق مواجه با کمبود نیتروژن، فسفر و پتاسیم به یک ابزاری مهمی برای افزایش تولید محصولات زراعی تبدیل کرده است (فلورز سانچز[11] و همکاران، ۲۰۱۲). بدین ترتیب، ترکیب غالب الگوهای کشت مخلوط شامل غلات و لگوم‌ها نظیر کشت مخلوط ذرت+ سویا، ذرت + لوبیای چشم‌بلبلی، ذرت + بادام زمینی، ارزن + بادام زمینی و برنج + حبوبات می‌باشد (آیجویا و فانن[12]، ۲۰۱۲).

امروزه تلاش برای یافتن منابع پروتئین گیاهی به‌منظور تأمین اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز بشر در مقیاس جهانی افزایش یافته است (ایدو[13] و همکاران، ۲۰۱۰). بادام زمینی حاوی درصد بالایی پروتئین می‌باشد که در مقایسه با سایر گیاهان و منابع پروتئینی به سهولت قابل دسترس می‌باشد (موتگی[14] و همکاران، ۲۰۰۹). بادام زمینی به دو صورت دیم و فاریاب کشت می‌شود و به دلیل بالا بودن درصد روغن دانه (۴۰ الی ۵۰ درصد) و پروتئین کنجاله آن (۳۰ تا ۵۰ درصد) نقش بسزایی در تغذیه انسان و تعلیف دام‌ها دارد (احمد و همکاران، ۲۰۰۸). ذرت[15] منبع مهمی از پروتئین (۱۰/۴ درصد)، چرب (۴/۵ درصد)، نشاسته (۷۱/۸ درصد)، ویتامین و مواد معدنی نظیر کلسیم، فسفر و سولفور می‌باشد (فرهاد[16] و همکاران، ۲۰۰۹) و برای تغذیه انسان (در کشورهای پیشرفته) و تعلیف دام‌ها در

[1] Lithourgidis
[2] Meyer
[3] Tsubo
[4] Oluwasemire
[5] Ahmad
[6] Adeleke and Haruna
[7] Seran and Brintha
[8] Li
[9] Fusuo and Li
[10] Xiong
[11] Flores-Sanchez
[12] Ijoyah and Fanen
[13] Aidoo
[14] Mutegi
[15] *Zea mays* L.
[16] Farhad

گستره جهان و اخیراً هم در تولید بیودیزل مورد استفاده قرار می‌گیرد (یوندی[1] و همکاران، ۲۰۱۲). ذرت در استان گیلان نیز به دلیل شرایط اقلیمی خاص منطقه در سطحی معادل ۶۰۰ هکتار (بی‌نام، ۱۳۹۳) بیشتر برای مصارف علوفه‌ای و در کشت مخلوط با لوبیا، بادام زمینی و برخی گیاهان دیگر کاربرد دارد. هدف از این تحقیق، تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط بادام زمینی و ذرت در راستای افزایش بهره‌برداری از فضا و ارتقاء عملکرد کمی و کیفی بادام زمینی در شرایط اقلیمی رشت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، در طی بهار و تابستان سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان (رشت) واقع در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه و در ارتفاع ۲۵ متری از سطح دریا انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شش الگوی کشت شامل کشت‌های خالص ذرت (C_1) و بادام زمینی (C_2)، کشت مخلوط یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی (C_3)، دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی (C_4)، یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی (C_5) و دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی (C_6) بودند. هر کرت شامل شش ردیف کاشت و طول خطوط کاشت شش متر بود. کشت مخلوط به روش جایگزینی انجام شد. کاشت بذور بسته به نوع گیاه با دست و در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و بلافاصله آبیاری به‌صورت کرتی انجام شد.

عملیات آبیاری در طول دوره رشد بسته به شرایط محیطی و هر ۷ الی ۱۰ روز صورت گرفت. از رقم ذرت رایج در منطقه (ذرت ۷۰۴) و بادام زمینی محلی (رقم گلی) برای کشت استفاده شد. بادام زمینی با تراکم ۱۳۰ هزار بوته و ذرت با تراکم ۹۰ هزار بوته در هکتار (احمد و همکاران، ۲۰۰۸) در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳ کشت گردید. در این تحقیق، بر اساس نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی (جدول ۱)، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل ۴۶ درصد قبل از کاشت محصول با یک دیسک سبک به‌طور یکنواخت با خاک مخلوط شد. در این آزمایش، در کشت خالص ذرت و الگوهای کشت مخلوط آن با بادام زمینی به ترتیب مقدار ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و در دو مرحله ابتدای کاشت و مرحله ظهور کلاله بلال ذرت مورد استفاده قرار گرفت. در مزرعه آفت و بیماری خاصی مشاهده نگردید. در تاریخ ۹۴/۵/۲۵ مصادف با خشک شدن برگ‌های گیاه و تغییر رنگ کلاله بلال ذرت به قهوه‌ای تیره و سفت شدن و رسیدگی دانه، بوته‌های ذرت با حذف حاشیه در هر کرت برداشت و عملکرد علوفه و دانه ذرت بر حسب کیلوگرم در هکتار و مقدار نسبت برابری زمین بر اساس علوفه خشک ذرت در هر کرت محاسبه گردید. پس از سپری شدن ۴۵ روز از زمان برداشت ذرت و مصادف با رسیدگی دانه، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای بوته‌های بادام زمینی برداشت و عملکرد دانه محاسبه و نسبت برابری زمین[2] از معادله ۱ به دست آمد (مظاهری، ۱۳۷۷).

معادله ۱: $LER = A_2/A_1 + B_2/B_1$

در این معادله، A_1 و B_1 به ترتیب عملکرد محصول اول و دوم در کشت خالص و A_2 و B_2 به ترتیب عملکرد محصول اول و دوم در کشت مخلوط می‌باشد.

با حذف اثر حاشیه، تمامی بوته‌های بادام زمینی در هر کرت برداشت گردید و سپس ساقه‌ها از محل یقه جدا و عملکرد علوفه بادام زمینی مورد محاسبه قرار گرفت. عملکرد غلاف و دانه کل غلاف در بوته‌های برداشت شده از هر کرت توزین و ثبت گردید. تعیین درصد روغن دانه بادام زمینی به روش NMR[3] انجام گردید. برای تعیین درصد نیتروژن دانه از روش کجلدال استفاده شد و از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ میزان پروتئین دانه به دست آمد. میزان فسفر با استفاده از روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

[1] Undie

[2] Land Equivalent Ratio

[3] Nuclear Magnetic Resonance

جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

عمق خاک نمونه‌برداری (cm)	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	رس (درصد)	لوم (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۰- ۳۰	۵/۹۳	۰/۶۱	۲/۰۰	۰/۱۷۵	۱۱/۱۰	۲۳۴	۲۶/۳	۲۷/۳	۴۶/۴	شنی لومی

پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی و نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها و همبستگی بین میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.0 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

دوره رشد بادام زمینی

در این مطالعه، اثر سال و الگوی کشت مخلوط و اثر مقابل آن‌ها بر طول دوره رشد بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی در سال اول زراعی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲ (C_6) بالاترین طول دوره رشد بادام زمینی (۱۵۶/۳۳ روز) را نشان داد و تفاوت معنی‌داری با عملکرد علوفه در الگوی کشت ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ (C_4) نداشت. این امر می‌تواند ناشی از بالا بودن بارندگی و پائین بودن دمای محیط در طی سال زراعی اول باشد (جدول ۲). همچنین، نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲ (C_6) همانند الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ (C_4) سبب افزایش طول دوره رشد بادام زمینی در مقایسه با کشت خالص آن گردید.

عملکرد علوفه ذرت

در این آزمایش اثر الگوی کشت مخلوط بر عملکرد علوفه خشک ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که در الگوی کشت خالص ذرت بالاترین عملکرد علوفه خشک (۱۵۷۷۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و تفاوت معنی‌داری با عملکرد علوفه خشک ذرت (۱۵۴۶۶ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۲:۱ (C_4) نداشت و کمترین مقدار علوفه خشک ذرت (۵۹۷۵ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲ (C_5) مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول ۲- پارامترهای هواشناسی شهرستان رشت در سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

ماه	۱۳۹۲				۱۳۹۳			
	میزان بارندگی (mm)	میانگین حداقل دما (°C)	میانگین حداکثر دما (°C)	میانگین درجه حرارت (°C)	میزان بارندگی (mm)	میانگین حداقل دما (°C)	میانگین حداکثر دما (°C)	میانگین درجه حرارت (°C)
فروردین	۳۷/۶	۹/۵	۱۹/۵	۱۴/۵	۱۱۱/۳	۷/۴	۱۸/۸	۱۳/۱
اردیبهشت	۴۶/۶	۱۳/۱	۲۳/۶	۱۸/۳	۱۱/۲	۱۵/۵	۲۵/۷	۲۰/۶
خرداد	۶/۴	۱۸/۳	۲۸/۱	۲۳/۲	۱۵/۳	۱۹/۸	۲۸/۸	۲۴/۳
تیر	۴/۲	۲۰/۸	۲۹/۸	۲۵/۳	۱۵	۲۲	۳۰/۸	۲۶/۴
مرداد	۱۰۴/۵	۲۰/۳	۲۸/۳	۲۴/۳	۱/۳	۲۱/۲	۳۳/۲	۲۷/۲
شهریور	۹۲/۲	۲۰/۴	۲۸/۵	۲۴/۵	۴۲/۲	۲۰/۹	۳۲/۹	۲۶/۹

مآخذ: سازمان هواشناسی استان گیلان

علت افزایش عملکرد علوفه ذرت در الگوی کشت مخلوط آن با بادام زمینی می‌تواند افزایش جذب نیتروژن و فسفر در گیاه زراعی ذرت در کشت مخلوط نسبت به الگوی تک‌کشتی ذرت باشد (لی و همکاران، ۲۰۰۳؛ ۲۰۱۰). محققان، نیز در مطالعه مشابهی گزارش کردند که در الگوی کشت مخلوط ذرت و شبدر برسیم بیشترین عملکرد علوفه ذرت به دست آمد و بدین ترتیب، نشان دادند که کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها سبب افزایش پایداری تولید علوفه ذرت از نظر کمی و کیفی گردید (علی و محمد[1]، ۲۰۱۲). محققان دیگری گزارش کردند که الگوی کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها تولید زیست‌توده ذرت را افزایش داد (آموس[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

عملکرد علوفه بادام زمینی

اثر الگوی کشت مخلوط بر عملکرد علوفه بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این تحقیق، الگوی کشت خالص بادام زمینی از نظر عملکرد زیست‌توده سویا در کشت مخلوط با ذرت نقصان پیدا کرد (آریل[3] و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین، الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲ (C_5) از نظر عملکرد علوفه بادام زمینی بر دیگر الگوهای کشت مخلوط مورد مطالعه برتری نشان داد و کمترین عملکرد علوفه در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲ (C_6) به دست آمد (جدول ۴). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد علوفه و دانه بادام زمینی (جدول ۵) نشان می‌دهد که برای دستیابی به عملکرد بالای دانه بادام زمینی افزایش رشد رویشی تا حد مطلوبی ضرورت دارد.

بنابراین، یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه در الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی (C_6) در مقایسه با الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی (C_5) را می‌توان کاهش رشد رویشی بادام زمینی ناشی از رقابت با ذرت در استفاده از منابع محیطی قلمداد نمود. نتایج نشان داد که قرار گرفتن نسبت مساوی و یا بالاتر ردیف‌های کشت ذرت در الگوی کشت مخلوط با بادام زمینی نظیر الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ (C_4)، ۲:۲ (C_6) و ۱:۱ (C_3)، عملکرد علوفه بادام زمینی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند ناشی از افزایش غالبیت رقابت بوته‌های ذرت در استفاده از منابع محیطی باشد که سرانجام منجر به محدود شدن رشد رویشی گیاه و به‌تبع آن سبب کاهش عملکرد دانه بادام زمینی گردید. به نظر می‌رسد که هر چه فاصله ردیف‌های کشت ذرت از یکدیگر بیشتر شود نظیر الگوی کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی (C_5) شرایط محیطی برای رشد بوته‌های بادام زمینی در راستای افزایش عملکرد علوفه و دانه بادام زمینی مطلوب‌تر می‌شود.

عملکرد دانه بادام زمینی

نتایج تجزیه واریانس میانگین داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کشت مخلوط بر عملکرد دانه بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این تحقیق، بیشترین عملکرد دانه در الگوی کشت خالص بادام زمینی به دست آمد. نتایج تحقیقات پیشین نیز نشان داد که عملکرد دانه بادام زمینی در اثر رقابت با ذرت در کشت مخلوط دو گونه زراعی کاهش پیدا کرد (احمد و همکاران، ۲۰۰۸؛ سران و برینتا، ۲۰۱۰). در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط، بالاترین عملکرد دانه به الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲ (C_5) اختصاص داشت و کمترین عملکرد دانه در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲ (C_6) به دست آمد (جدول ۴).

محققان دیگری در مطالعه بر روی کشت مخلوط سورگوم و بادام زمینی نشان دادند که بیشترین عملکرد بادام زمینی در الگوی کشت دو ردیف بادام زمینی و یک ردیف سورگوم به دست آمد (لانگات[4] و همکاران، ۲۰۰۶).

[1] Ali and Mohammad
[2] Amos
[3] Ariel
[4] Langat

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ذرت و بادام زمینی تحت تأثیر کشت مخلوط

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه ذرت	طول دوره رشد بادام زمینی	عملکرد علوفه بادام زمینی	عملکرد دانه بادام زمینی	درصد روغن دانه
سال	۱	۵۶۷۶۷۵۰^{ns}	۳۶۵/۵۰*	۱۹۹۲۶۷^{ns}	۱۰۴۶۶۶^{ns}	۰/۴۱^{ns}
سال (تکرار)	۴	۳۷۸۵۰۰۰	۳۵/۶۶	۷۲۵۵۴	۲۷۳۱۲	۱/۰۸
الگوی کشت مخلوط	۴	۹۵۰۶۹۴۵۸**	۱۰۱/۸۸**	۲۰۲۸۰۴۲**	۱۰۳۰۶۳۳**	۳/۲۶^{ns}
سال × الگوی کشت مخلوط	۴	۱۳۷۷۹۱^{ns}	۳/۲۵*	۱۰۶۹ ^{ns}	۳۹۶۴ ^{ns}	۰/۰۲^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۶	۲۷۰۲۵۰۰	۱/۰۴	۳۹۹۸۹	۱۵۳۲۲	۳/۰۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۳/۳۳	۰/۶۸	۱۳/۹۱	۱۱/۹۸	۳/۵۳

ادامه جدول ۳-

منبع تغییرات	عملکرد روغن	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین	درصد فسفر دانه	درصد نیتروژن دانه	نسبت برابری زمین
سال	۲۸۰۹۰^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۳۸۵۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۰۳^{ns}
سال (تکرار)	۵۹۷۱	۱۳/۲۱	۱۶۵۵	۰/۰۲۲	۰/۳۴۹	۰/۰۶۳
الگوی کشت مخلوط	۲۶۲۶۶۵**	۳۰/۸۵**	۸۰۷۹۷**	۰/۰۷۸**	۰/۷۹۲**	۰/۳۰۴**
سال × الگوی کشت مخلوط	۹۹۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۹۰/۸۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۵۶^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۹۲۳	۰/۵۲	۷۳۲/۵۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	۰/۰۵۵
ضریب تغییرات (٪)	۱۳/۷۱	۳/۴۴	۱۲/۲۳	۷/۶۰	۳/۴۸	۱۸/۶۷

^{ns}، * و ** به ترتیب، غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کشت مخلوط برای صفات اندازه‌گیری شده طی دو سال زراعی در ذرت و بادام زمینی

تیمار	عملکرد علوفه ذرت ($kg.ha^{-1}$)	دوره رشد بادام زمینی	عملکرد علوفه بادام زمینی ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	روغن دانه (%)	عملکرد روغن ($kg.ha^{-1}$)	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین ($kg.ha^{-1}$)	درصد فسفر دانه	درصد نیتروژن دانه
C_1	۱۵۷۷۵a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_2	-	۱۴۲/۸۳c	۲۴۴۰a	۱۷۳۹a	۴۹/۸۴a	۸۶۷a	۲۴/۴۹a	۴۲۷a	۰/۳۰۸d	۳/۹۱۶a
C_3	۱۱۴۳۳b	۱۴۹/۱۷b	۱۲۵۸bc	۸۹۶bc	۴۸/۶۶a	۴۳۸c	۲۰/۷۳b	۱۸۴b	۰/۴۳۶c	۳/۳۱۷b
C_4	۱۵۴۶۶a	۱۵۲/۳۳a	۱۰۸۲cd	۷۷۵cd	۴۸/۹۹a	۳۸۱cd	۲۰/۴۳b	۱۵۹bc	۰/۴۲۸c	۳/۲۶۵b
C_5	۵۹۷۵c	۱۴۸/۵۰b	۱۴۰۷b	۱۰۴۱b	۵۰/۴۲a	۵۲۵b	۲۰/۴۳b	۱۸۶b	۰/۵۱۰b	۲/۹۰۵c
C_6	۱۳۰۲۵b	۱۵۳/۳۳a	۱۰۰۵d	۷۱۳d	۴۸/۹۲a	۳۵۰d	۰/۹۱b	۱۴۸c	۰/۶۱۸a	۳/۳۲۶b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می باشند، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.
C_1= کشت خالص ذرت، C_2= کشت خالص بادام زمینی، C_3= کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۱، C_4= کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱، C_5= کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲، C_6= کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲

همچنین، در مطالعه مشابهی گزارش شده است که الگوی کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف سویا در بیشتر اقلیم‌ها می‌تواند بسیار سودمند باشد (آریل و همکاران، ۲۰۱۳). برخی دیگر نشان دادند که ردیف‌های کشت مخلوط ذرت و سویا با نسبت ۲:۲ در مقایسه با الگوی کشت دو گونه زراعی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۱ عملکرد سویا را بهبود بخشید (مالیولکی[1] و همکاران، ۲۰۰۵).

[1] Maluleke

جدول ۵- همبستگی بین میانگین صفات مورد مطالعه در بادام زمینی تحت تأثیر کشت مخلوط با ذرت

صفات	دوره رشد بادام زمینی	عملکرد دانه	عملکرد علوفه	درصد روغن دانه	عملکرد روغن	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین	درصد فسفر	درصد نیتروژن
دوره رشد بادام زمینی	۱								
عملکرد دانه	-۰/۹۷**	۱							
عملکرد علوفه	-۰/۹۶**	۰/۹۹**	۱						
درصد روغن دانه	-۰/۵۵^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۰/۵۲^{ns}	۱					
عملکرد روغن	-۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۵۷^{ns}	۱				
درصد پروتئین دانه	-۰/۸۳^{ns}	۰/۹۳*	۰/۹۴*	۰/۲۹^{ns}	۰/۹۲*	۱			
عملکرد پروتئین	-۰/۹۲*	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۴۱^{ns}	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۱		
درصد فسفر دانه	۰/۷۸^{ns}	-۰/۸۳^{ns}	-۰/۷۷^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	-۰/۷۶^{ns}	-۰/۶۸^{ns}	-۰/۷۸^{ns}	۱	
درصد نیتروژن	-۰/۶۱^{ns}	۰/۷۷^{ns}	۰/۷۴^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	۰/۶۹^{ns}	۰/۹۰*	۰/۸۳^{ns}	-۰/۶۵^{ns}	۱

^{ns}، * و ** به ترتیب، غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین الگوهای مختلف کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی برای نسبت برابری زمین

تیمار	نسبت برابری زمین
کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۱ (C_3)	۱/۴۳a
کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ (C_4)	۱/۴۱a
کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۱:۲ (C_5)	۰/۹۵b
کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۲ (C_6)	۱/۲۳ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

مطالعه ضرایب همبستگی نیز نشان داد که همبستگی عملکرد دانه با طول دوره رشد بادام زمینی منفی و معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که با افزایش دوره رویش گیاه و مصادف شدن دوره پر شدن دانه با شرایط نامساعد محیطی سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. همچنین، افزایش دوره رویش گیاه و تشکیل گل‌های دیرهنگام بر روی شاخه‌های انتهایی بوته‌های بادام زمینی سبب می‌شود که تبدیل گل‌ها به غلاف بالغ به دلیل شرایط نامساعد محیطی در انتهای فصل رشد مختل گردد. از طرف دیگر، تخمدان‌های تلقیح شده در انتهای بوته نیز نمی‌تواند خود را به خاک رسانده و تشکیل غلاف در داخل خاک بدهد و بدین ترتیب، ضمن تلف شدن بخش قابل توجهی از مواد فتوسنتزی، عملکرد دانه بادام زمینی نقصان پیدا می‌کند.

روغن دانه بادام زمینی

در این مطالعه، اثر الگوی کشت مخلوط بر درصد روغن دانه بادام زمینی معنی‌دار نشان نداد (جدول ۳). با این توصیف، بیشترین محتوای روغن دانه در الگوی کشت مخلوط ذرت بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) در مقایسه با کشت خالص بادام زمینی به دست آمد (جدول ۴). در این آزمایش، همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و روغن بادام زمینی با درصد روغن دانه آن وجود نداشت (جدول ۵). محققان نشان دادند که فراهمی رطوبت مناسب خاک محتوای روغن دانه آفتابگردان را افزایش داد (احمد و حسن[1]، ۲۰۰۰؛ پراوینا[2] و همکاران، ۲۰۰۰).

[1] Ahmad and Hassan
[2] Praveena

به نظر می‌رسد که الگوی کشت مخلوط از طریق بهبود سایه‌اندازی، کاهش سرعت باد و بهبود ساختمان و رطوبت خاک (مبصر[1] و همکاران، ۲۰۱۴) سبب افزایش محتوای روغن دانه بادام زمینی می‌شود.

عملکرد روغن بادام زمینی

در این مطالعه، اثر الگوی کشت مخلوط بر عملکرد روغن بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد روغن بادام زمینی به الگوی کشت خالص آن اختصاص داشت و الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) از نظر عملکرد روغن به سایر الگوهای کشت مخلوط برتری نشان داد (جدول ۴). به‌علاوه، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد روغن با دانه بادام زمینی مشاهده گردید (جدول ۵). نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) درصد روغن، عملکرد دانه و روغن بادام زمینی در واحد سطح را افزایش داد. به نظر می‌رسد که روغن دانه بیشتر تابع عملکرد دانه می‌باشد و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح روش مطمئن‌تری برای دستیابی به سطوح بالای عملکرد روغن می‌باشد.

پروتئین دانه بادام زمینی

در این تحقیق، اثر الگوی کشت مخلوط بر درصد پروتئین دانه بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین محتوای پروتئین دانه به کشت خالص بادام زمینی اختصاص داشت و الگوهای کشت مخلوط مورد مطالعه از نظر درصد پروتئین دانه در ردیف دوم و یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین پروتئین دانه و صفاتی نظیر عملکرد دانه، علوفه و روغن بادام زمینی مشاهده گردید (جدول ۵). از نتایج به دست آمده چنین استنباط می‌شود که شرایط لازم برای افزایش محتوای پروتئین و عملکرد دانه بادام زمینی مشابه می‌باشد.

عملکرد پروتئین بادام زمینی

اثر الگوی کشت مخلوط بر عملکرد پروتئین بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین عملکرد پروتئین به کشت خالص بادام زمینی اختصاص داشت. الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) از نظر عملکرد پروتئین بر الگوهای کشت مخلوط دیگر برتری نشان داد ولی تفاوت معنی‌داری با الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۱ (C_3) نداشت. کمترین عملکرد پروتئین نیز در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۲:۲ (C_6) به دست آمد (جدول ۴). بالاترین عملکرد پروتئین تحت شرایط دستیابی به بالاترین عملکرد دانه مشاهده گردید.

به نظر می‌رسد که دستیابی به بالاترین عملکرد دانه در هکتار مطمئن‌ترین شیوه برای ارتقای عملکرد پروتئین در واحد سطح می‌باشد. در این مطالعه، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد پروتئین دانه با درصد پروتئین دانه، عملکرد دانه و علوفه بادام زمینی به دست آمد (جدول ۵)؛ بنابراین، شرایطی که بتواند عملکرد دانه بادام زمینی را افزایش دهد، می‌تواند سبب افزایش عملکرد پروتئین در واحد سطح گردد. به‌علاوه، رابطه بین عملکرد پروتئین و تعداد روز تا رسیدگی بادام زمینی منفی و معنی‌دار بود. چنین به نظر می‌رسد که همان‌طوری که در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۲:۲ (C_6) مشاهده گردید. افزایش طول دوره رشد گیاه با افزایش زیست‌توده و مصرف بیشتر نیتروژن برای تولید اندام‌های رویشی به‌طور مستقیم و از طریق کاهش عملکرد دانه به‌طور غیرمستقیم سبب کاهش عملکرد پروتئین در واحد سطح می‌شود.

فسفر دانه بادام زمینی

اثر الگوی کشت مخلوط بر درصد فسفر دانه بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد فسفر دانه بادام زمینی به ترتیب در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۲:۲ (C_6) و کشت خالص بادام زمینی مشاهده گردید. در این مطالعه، تمامی الگوهای کشت مخلوط ذرت و

[1] Mobasser

بادام زمینی از نظر محتوای فسفر دانه نسبت به الگوی کشت خالص بادام زمینی برتری نشان دادند (جدول ۴). در این راستا، گزارش شده است که جذب فسفر به‌وسیله سویا در شرایط مصرف مقادیر کمتر فسفر در الگوهای کشت مخلوط با ذرت افزایش یافت (لی و همکاران، ۲۰۰۳).

چون لگوم‌ها نه‌تنها به‌عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن مولکولی هوا عمل می‌کنند بلکه به‌عنوان گیاه ذخیره کننده عناصر معدنی خاک نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل می‌کند و بدین ترتیب، زمینه جذب بیشتر و تجمع آن‌ها در بافت‌های گیاهی را فراهم می‌سازند (فلورز سانچز و همکاران، ۲۰۱۲). به نظر می‌رسد که الگوهای کشت مخلوط مورد مطالعه شرایط مناسبی را برای جذب فسفر به‌وسیله بوته‌های بادام زمینی و تجمع آن در دانه فراهم می‌سازد. در این آزمایش، رابطه منفی بین محتوای فسفر دانه با عملکرد دانه بادام زمینی مشاهده گردید ولی معنی‌دار نبود (جدول ۵). بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که با افزایش عملکرد دانه، غلظت فسفر در دانه بادام زمینی کاهش می‌یابد.

نیتروژن دانه بادام زمینی

اثر الگوی کشت مخلوط بر درصد نیتروژن دانه بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان نیتروژن دانه در الگوی کشت خالص بادام زمینی و کمترین محتوای نیتروژن دانه در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) به دست آمد (جدول ۴). برخلاف نتایج این تحقیق، محققان دیگری گزارش کردند که جذب نیتروژن به‌وسیله ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌ها در مقایسه با الگوی تک‌کشتی کاهش و جذب نیتروژن به‌وسیله نخود سبز، نخودفرنگی و سویا در الگوی کشت مخلوط با ذرت افزایش یافت (بیلیل[1] و همکاران، ۲۰۱۴).

بنابراین، در این آزمایش، به نظر می‌رسد که افزایش رقابت ذرت با بوته‌های بادام زمینی برای جذب نیتروژن بیشتر بوده است که به‌تبع آن جذب و محتوای نیتروژن دانه بادام زمینی در الگوهای مختلف کشت مورد مطالعه در مقایسه با الگوی تک‌کشتی بادام زمینی کاهش پیدا کرد. به‌علاوه، چنین استنباط می‌شود که میزان جذب نیتروژن و دیگر عناصر غذایی به‌وسیله گیاهان شرکت داده شده در الگوهای کشت مخلوط بسته به نوع گونه گیاهی می‌تواند متفاوت باشد. به‌علاوه، همبستگی منفی بین درصد نیتروژن و فسفر دانه بادام زمینی مشاهده گردید (جدول ۵). نتایج نشان داد که روند تجمع فسفر و نیتروژن در دانه بادام زمینی متفاوت می‌باشد و رابطه معکوس بین میزان نیتروژن و فسفر دانه وجود دارد و افزایش محتوای فسفر دانه بادام زمینی سبب کاهش تجمع نیتروژن در آن می‌گردد.

نسبت برابری زمین (LER)

در این مطالعه، اثر الگوی کشت مخلوط بر نسبت برابری زمین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین میزان نسبت برابری زمین در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت۱:۱ (C_3) و معادل ۱/۴۳ به دست آمد و تفاوت معنی‌داری با الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ (C_4) و ۲:۲ (C_6) نشان نداد. کمترین نسبت برابری زمین در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) و برابر ۰/۹۵ مشاهده گردید (جدول ۶). محققان دیگری افزایش عملکرد علوفه خشک و عملکرد دانه را در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان گزارش کردند (توحیدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۵). محققان دیگری در مطالعه مشابهی نشان دادند که ترکیب کشت دو ردیف سورگوم و دو ردیف بادام زمینی بالاترین میزان LER را دارا بود (لانگات و همکاران، ۲۰۰۶).

در مطالعه دیگری، افزایش عملکرد علوفه خشک و عملکرد دانه در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان گزارش شده است (توحیدی نژاد و همکاران، ۱۳۸۵). محققان دیگری نشان دادند که در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با آرایش یک ردیف ذرت سه ردیف بادام زمینی میزان LER افزایش داشت (بیهاگاد[2] و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین، افزایش تولید علوفه در کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها (علی و محمد، ۲۰۱۲) و کشت مخلوط ذرت و شبدر برسیم (آموس و همکاران، ۲۰۱۲) نیز

[1] Belel

[2] Bhagad

گزارش شده است. نتایج نشان داد که نسبت برابری زمین برای تولید علوفه در الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف‌های کشت ۱:۲ (C_5) کاهش و عملکرد دانه بادام زمینی افزایش پیدا کرد.نتایج مشابهی در مطالعه دیگر محققان گزارش شده است که دریافتند بیشترین عملکرد بادام زمینی در الگوی کشت دو ردیف بادام زمینی و یک ردیف سورگوم به دست آمد.

ولی از نظر کارایی استفاده از زمین زراعی و نسبت برابری زمین، الگوی کشت دو ردیف سورگوم و دو ردیف بادام زمینی برتر بود (لانگات و همکاران، ۲۰۰۶). چنین استنباط می‌شود که افزایش رشد رویشی و تولید مقادیر بالای علوفه بادام زمینی در الگوهای کشت مخلوط با ذرت سبب کاهش عملکرد دانه آن می‌شود. از طرف دیگر می‌توان دریافت که در الگوی کشت مخلوط دو گونه زراعی مورد مطالعه، عملکرد ذرت تأثیر زیادی در افزایش نسبت برابری زمین در مقایسه با عملکرد بادام زمینی دارد.

چون مخلوط لگوم‌ها با غلات اغلب از طریق بهبود بهره‌برداری از عوامل محیطی، تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی هوا و انتقال آن به گیاهان خانواده غلات سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود (آستاتک[1] و همکاران، ۱۹۹۵).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی برای افزایش عملکرد دانه، علوفه، عملکرد روغن و پروتئین دانه بادام زمینی می‌تواند با الگوی کشت لازم برای ارتقاء نسبت برابری زمین متفاوت باشد. نتایج نشان داد که در شرایط اقلیمی منطقه، تمامی الگوهای کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی مورد مطالعه به‌استثناء کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی (C_5) می‌تواند نسبت برابری زمین و بهره‌برداری از واحد سطح زمین را افزایش دهد.

منابع

بی‌نام، ۱۳۹۳. آمارنامه کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان.

توحیدی‌نژاد، ع.، مظاهری، د.، کوچکی، ع. و قلاوند. ا. ۱۳۸۳. بررسی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان. پژوهش و سازندگی (زراعت و باغبانی)، (۶۴): ۴۵-۳۹.

مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۲ صفحه.

Adeleke, M.A., and Haruna, I.M. 2012. Residual nitrogen contribution from grain legume to the growth and development of succeeding maize crop. ISRN (International Scholarly Research Network) Agronomy, 10:1-5.

Ahmad, S., and Hassan, F.U. 2000. Oil and fatty acid composition of spring sunflower under rainfed conditions. Pakistan Journal of Biological Science, 4(12): 2060-2063.

Ahmad, Z., Mezori, H.A.M., and Duhoky, M.M. 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): 206-216.

Aidoo, H., Sakyi-Dawson, E., Tano-Debra, K., and Saalia, F.K. 2010. Development and characterization of dehydrated peanut–cowpea milk powder for use as a dairy milk substitute in chocolate manufacture. Food Research International, 43(1): 79−85.

Ali, S., and Mohammad, H.S. 2012. Forage yield and quality in intercropping of forage corn with differentcultivars of berseem clover in different levels of nitrogen fertilizer. Journal of Food, Agriculture and Environment, 10(1): 602-604.

[1] Astatke

Amos, R.N., Jens, B.A., and Symon, M. 2012. On farm evaluation of yield and economic benefits of short term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. Field Crop Research, 132: 149-157.

Ariel, C.O., Eduardo, Giardina, O.A., Benito, G.E., and Lidia, G. 2013. Effects of two plant arrangements in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) intercropping on soil nitrogen and phosphorus status and growth of component crops at an Argentinean Argiudoll. American Journal of Agriculture and Forestry, 1(2): 22-31.

Astatke, A., Saleem, M.M., El Wakeel, A. 1995. Soil water dynamics undercereal and forage legume mixtures on drained Vertisols in the Ethiopian highlands. Agricultural Water Management, 27(1): 17-24.

Belel, M.D., Halim, R.A., Rafii, M.Y., and Saud, H.M. 2014. Intercropping of corn with some selected legumes for improved forage production. A Review. Journal of Agricultural Science, 6(3): 48-55.

Bhagad, S.B., Chavan, S.A., Zagade, M.V., and Dahiphale, M.V. 2006. Intercropping groundnut and sweet cornat different fertility levels and row proportions. Indian Journal of Crop Science, 1(1-2): 151-153.

Farhad, W., Saleem, M.F., Cheema, M.A., and Hammah, H.M. 2009. Effect of poultry manure level on the productivity of spring maiz (*Zea mays*). Journal of Animal and Plant Science, 19(3): 122-125.

Flores-Sanchez, D., Pastor, A., Janssen, B.H., Lantinga, E.A., Rossing, W.A.H., and Kropff, M.J. 2012. Comparison of organic and inorganic nutrient inputs for productivity enhancement in smallholder maizebased systems in South West Mexico. Exploration of agro-ecological options for improving maize-based farming systems in Costa Chica, Guerrero, Mexico, 85.

Fusuo, Z., and Li, L. 2003. Using competitive and facultative interaction in intercropping systems enhances cropproductivity and nutrients use efficiency. Plant and Soil, 248: 305-312.

Ijoyah, M.O., and Fanen, F.T. 2012. Effects of different cropping pattern on performance of maize-soybean mixture in Makurdi, Nigeria. Journal of Crop Science, 1(2): 39-47.

Langat, M.C., Okiror, M.A., Ouma, J.P., and Gesimba, R.M. 2006. The effect of intercropping groundnut (*Arachis hypogea* L.) with sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) on yield and cash income. Agricultura Tropica et Subtropica, 39(2): 87-91.

Li, H., Shen, J., Zhang, F., Marschner, P., Cawthray, G., Rengel, Z. 2010. Phosphorus uptake and rhizosphere properties of intercropped and monocropped maize, faba bean, and white lupin in acidic soil. Biology and Fertility of Soils, 46(2): 79-91.

Li, L., Zhang, F., Li, X.L., Christie, P., Sun, J., Yang, S., and Tang, C. 2003. Inter specific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 68(1): 61-71.

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(2): 95-99.

Maluleke, M.H., Addo-Bediako, A., and Ayisi, K.K. 2005. Influence of maize-lablab intercropping on Lepidopterous stem borer infestation in maize. Journal of Economic Entomology, 98(2): 384-388.

Meyer, R. 2010. Low-input intensification in agriculture chances for small-scale farmers in developing countries. Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society, 19(4): 263-268.

Mobasser, H.R., Vazirimehr, M.R., and Rigi, K. 2014. Effect of intercropping on resources use, weed management and forage quality. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4(2): 706-713.

Mutegi, C.K., Ngugi, H.K., Hendriks, S.L., and Jones, R.B. 2009. Prevalence and factors associated with aflatoxin contamination of peanuts from western Kenya. International Journal of Food Microbiology, 130(1): 27−34.

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(3): 207-227.

Praveena, B., Srinivas C.V.S., and Nagaraj, G. 2000. Quality of some indian sunflower genotypes and utilization of cakes in snack foods/calidad de ciertos genotipos indios del girasol y la utilizacion de tortadas de girasol en los productos a mordiscar/qualité de quelques génotypes de tournesol indien et utilisation de galettes de tournesol dans les petits hors-d'oeuvre. Helia, 23(33): 121-128.

Seran, T.H., and Brintha, I. 2010. Review on maize based intercropping. Journal of Agronomy, 9(3):135-145.

Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semi-arid regions: II. Model application. Field Crops Research, 93(1): 23-33.

Undie, U.L., Uwah, D.F., and Attoe, E.E. 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season Maize/soybean mixtures in the humid environment of South Southern Nigeria. Journal of Agricultural Science, 4(4): 37.

Xiong, H., Shen, H., Zhang, L., Zhang, Y., Guo, X., Wang, P., and Zuo, Y. 2013. Comparative proteomic analysis for assessement of the ecological significance of maize and peanut intercropping. Journal of Proteomics, 78: 447-460.

Journal of Oil Plants Production, Vol: 2(2), 2016

Evaluation of land equivalent ratio based on forage yield, oil content and some elements of peanut (*Arachis hypogaea* L.) grain in intercropping with corn (*Zea mays* L.)

Marefat Mostafavi Rad[1,*], Amin Nobahar[2], Mehran Gholami[3], Ali Ajili Lahiji[4], Iraj Bonyadi[5], Shayegan Adibi[5], Mohammad Reza Rahimian[5], Ebrahim Akbarzadeh[5]

[1] 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
[2] Ph.D. Student and Researcher, 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
[3] Ph.D. Student and Scientific member, 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
[4] Ph.D. Student and Researcher, Department of Soil and Water Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
[5] Master Degree of Agronomy, Agricultural Jihad Organization of Guilan Province, Rasht, Iran
[*]Corresponding author E-mail address: mmostafavirad@gmail.com

Received: 29.11.2015 Accepted: 16.03.2016

Abstract

In order to evaluate the land equivalent ratio based on forage yield, oil content and some elements of peanut (*Arachis hypogaea* L.) grain in intercropping with corn (*Zea mays* L.), an experiment was carried out during 2013 and 2014 cropping seasons based on a randomized complete block design with three replications in the experimental field of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center in Guilan province, Rasht, Iran. Sole cropping of corn and peanut, corn and peanut intercropping patterns with the ratio of 1:1, 2:1, 1:2 and 2:2 planting rows comprised the experimental treatments. The highest corn forage yield was obtained in corn-peanut intercropping pattern with the ratio of 2:1 planting rows. In this research, corn-peanut intercropping pattern with the ratio of 1:2 planting rows had superiority for forage yield, grain yield, oil and protein yield of peanut grain to other corn-peanut intercropping patterns. The lowest forage and grain yield of peanut was shown in corn-peanut intercropping pattern with the ratio of 2:2 planting rows. Results showed that forage and protein yield related to grain yield of peanut. There was a positive and significant correlation between oil and protein yield with grain yield of peanut. But, inversely relationship was shown between nitrogen and phosphorus content in peanut grain. Based on the results of this experiment, corn-peanut intercropping patterns with the ratio of 1:2 and 1:1 planting rows could be recommendable for peanut, grain yield and land equivalent ratio enhancement under climatic condition of the region, respectively.

Keywords: Intercropping patterns, Land equivalent ratio, Quantitative and Qualitative Yield