



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵  
صفحه‌های ۸۰۵-۸۲۰

# ارزیابی عملکرد دانه، نسبت برابری زمین و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن

امید سید نوری<sup>۱</sup>، معرفت مصطفوی‌راد<sup>۲\*</sup> و محمد حسین انصاری<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، گروه زراعت، رشت، ایران
۲. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۸/۲۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۵

### چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد دانه و اسیدهای چرب روغن بادام‌زمینی تحت تأثیر کشت مخلوط با ذرت و مقادیر مختلف نیتروژن، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در رشت، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. مقادیر مختلف کود نیتروژن شامل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و کشت خالص ذرت و بادام‌زمینی و ردیف‌های کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت‌های ۱:۱، ۲:۱، ۱:۲ و ۲:۲ به عنوان فاکتور فرعی مدنظر قرار گرفتند. بالاترین عملکرد دانه ذرت (۱۰۵۴۰ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر متقابل ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۲ به دست آمد. اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و سیستم کشت مخلوط با نسبت ۲:۱ بیشترین عملکرد دانه بادام‌زمینی (۱۷۸۶ کیلوگرم در هکتار) را نشان داد. با افزایش کاربرد نیتروژن، میزان اسید چرب اولئیک در روغن بادام‌زمینی کاهش پیدا کرد، ولی محتوای اسید چرب لینولئیک افزایش یافت. بالاترین درصد اسید چرب اولئیک (۲۷/۳۱ درصد) در سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱ مشاهده گردید. به طور کلی، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱ می‌تواند برای بهبود نسبت برابری زمین و افزایش عملکرد و کیفیت روغن بادام‌زمینی در شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه باشد.

**کلیدواژه‌ها:** الگوهای کشت مخلوط، بادام‌زمینی، کیفیت روغن، نسبت برابری زمین، نیتروژن

## ۱. مقدمه

بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از گیاهان مهم روغنی خانواده لگومها می باشد که به دو صورت دیم و فاریاب کشت می شود. دانه بادام زمینی حاوی ۴۰ الی ۵۰ درصد روغن و کنجاله آن پس از فرآیند روغن کشی حاوی ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین می باشد که نقش به سزایی در تغذیه دامها دارد [۱۰]. به علاوه، ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل تنوع ژنتیکی، سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوان در زمره مهم ترین گیاهان زراعی ایران و جهان قرار دارد [۷]. ذرت به عنوان منبع اولیه انرژی در صنعت دامداری جهان یک گیاه علوفه ای با عملکرد و انرژی بالا است که در استان گیلان نیز برای مصارف دانه ای و علوفه ای کشت می شود. از طرف دیگر، حداکثر میزان نیتروژن مورد نیاز برای دستیابی به بیشترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت به ترتیب ۲۰۷ [۴] و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار [۳] بود.

امروزه توسعه کشت مخلوط به عنوان نمونه ای از نظام های پایدار در کشاورزی برای دستیابی به اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره برداری بیشتر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت آفات، بیماری ها و علف های هرز یک ضرورت است [۲۰]. سیستم های کشت مخلوط بیان کننده آرایش فضایی و زمانی گیاهان زراعی مختلف برای افزایش بهره برداری از منابع طبیعی رشد و افزایش تولید در واحد زمان و مکان می باشد [۲۳]. کشت مخلوط غلات و لگوم یک راه کار زراعی پیشرفته و مهم ترین الگوی تولید محصول در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به ویژه در شرایط محدودیت منابع آبی به شمار می رود [۴۵] که دارای اهدافی نظیر افزایش استفاده از منابع طبیعی نظیر فضا، نور، آب و عناصر غذایی، بهبود کمیت و

کیفیت محصولات زراعی [۴۳]، افزایش پایداری تولید و بهبود کیفیت بذر [۱۱] می باشد. همچنین، انعطاف پذیری، کاهش ریسک و افزایش سوددهی از دیگر دلایل اصلی استفاده از کشت مخلوط در مزارع کوچک بیان شده است [۳۳]. افزایش سودمندی و نسبت برابری زمین در کشت های مخلوط آفتابگردان و لوبیا [۳۴]، آفتابگردان و سویا [۴۲]، آفتابگردان و بادام زمینی [۴۱]، ذرت و چشمه-بلبلی [۲۶] گزارش شده است.

لگومها می توانند در طی دوره رشد مشترک، نیتروژن تثبیت شده را به غلات کشت شده در مخلوط با لگومها انتقال دهند. در این راستا، در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی، حدود ۹۶ کیلوگرم از نیتروژن مورد نیاز گیاه ذرت در واحد سطح از طریق تثبیت بیولوژیک به وسیله ریشه های بادام زمینی تأمین می شود [۱۲]. گیاهانی نظیر سویا و بادام زمینی قادرند بین ۸۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک اضافه کنند [۳۵]. افزایش مصرف نیتروژن تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری عملکرد روغن و پروتئین دانه بادام زمینی را افزایش داد [۱۹]. کاربرد ۱۰۷ تا ۱۷۸/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گونه زراعی در کشت مخلوط بادام زمینی و کنجد گردید. بالاترین میزان عملکرد بادام زمینی در اثر مصرف ۱۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان نیتروژن استارتر به دست آمد [۱۵]، زیرا گیاهان خانواده لگومها ممکن است تا استقرار کامل گیاه نتوانند تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی هوا بر روی ریشه گیاه را انجام دهند. مصرف نیتروژن استارتر در بسیاری از موارد مفید گزارش شده است [۱۵، ۱۹ و ۳۶].

امروزه در مقیاس جهانی تلاش برای یافتن منابع پروتئین گیاهی به منظور تأمین اسیدهای آمینه ضروری

## به زراعی کشاورزی

### مواد و روش‌ها

آزمایش، به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات 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، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ سطح کود نیتروژن نظیر عدم مصرف کود نیتروژن به عنوان شاهد ( $N_1$ )، ۱۰۰ ( $N_2$ )، ۲۰۰ ( $N_3$ ) و ۳۰۰ ( $N_4$ ) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان کرت اصلی و سیستم‌های تک‌کشتی 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 ( $C_6$ ) به عنوان کرت فرعی بودند. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت و طول خطوط کاشت ۶ متر بود. کشت مخلوط به روش جایگزینی انجام شد. کاشت بذور بسته به نوع گیاه با دست و در عمق مناسبی از خاک صورت گرفت و بلافاصله آبیاری 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 سینگل کراس) 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 در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ کشت گردید.

در تحقیق حاضر، براساس نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل ۴۶ درصد قبل از کاشت محصول با یک دیسک سبک به طور یکنواخت با خاک مخلوط شد (جدول ۱).

مورد نیاز بشر افزایش یافته است. بادام زمینی حاوی درصد بالایی پروتئین می‌باشد که در مقایسه با سایر گیاهان و منابع پروتئینی به سهولت قابل دسترس می‌باشد [۳۷]. وجود روغن‌ها و چربی‌های خوراکی در رژیم غذایی انسان ضرورت دارد، زیرا نقش مهمی در تأمین اسیدهای چرب ضروری و انرژی ایفا می‌کنند. کیفیت اسیدهای چرب روغن بادام زمینی متفاوت گزارش شده است. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تغذیه دانه‌ها باشد که به نوبه خود تحت تأثیر شرایط اقلیمی منطقه مانند درجه حرارت و رطوبت خاک و همچنین نوع رقم قرار می‌گیرد [۳۸]. مهمترین عوامل موثر بر میزان روغن کرچک و اسیدهای چرب آن شامل نور، درجه حرارت، طول روز، تشعشع، خصوصیات خاک و تغذیه می‌باشد [۱]. سیستم‌های کشت مخلوط از طریق تغییر شرایط محیطی می‌تواند سنتز روغن و اسیدهای چرب آن را تغییر دهد، به طوری که ۴۰ تا ۶۰ درصد روغن کرچک بسته به ژنوتیپ، شرایط محیطی و روش‌های کاشت آن دچار تغییر می‌شود [۴۵]. میزان روغن و اسیدهای چرب گیاهان روغنی کنجد و کلزا بسته به شرایط اقلیمی، تغذیه و وارپته متفاوت بود [۲ و ۲۸]. همچنین، تغییر روغن و اسیدهای چرب روغن گلرنگ، سویا و آفتابگردان در واکنش به تغییرات محیط کشت گزارش شد [۱۶، ۱۷ و ۲۷]. در حال حاضر، سیستم کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات در اغلب مزارع کوچک کشاورزان منطقه رایج می‌باشد.

هدف از انجام پژوهش حاضر، بهینه‌سازی مصرف نیتروژن و تعیین بهترین سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی در شرایط اقلیمی رشت می‌باشد.

جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

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

اندازه گیری گردید [۶]. پس از اطمینان از نرمال بودن داده-ها، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۰) و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

#### عملکرد دانه ذرت

تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود نیتروژنه، سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. بالاترین عملکرد دانه ذرت به اثر متقابل ۳۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن × سیستم تک کشتی ذرت اختصاص داشت که تفاوت معنی داری با اثر متقابل ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن × سیستم تک کشتی ذرت نداشت. در بین سیستم‌های مختلف کشت مخلوط، بالاترین عملکرد دانه ذرت به سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) و کمترین عملکرد دانه به سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) به ترتیب در سطوح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عدم مصرف کود نیتروژن (شاهد) اختصاص داشت (شکل ۱). از نتایج به دست آمده چنین استنباط می شود که سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت و دو

کود اویره در سه مرحله همزمان با کاشت، مرحله سه تا چهار برگی بادام زمینی و مرحله گل دهی بادام زمینی و ظهور اندام‌های نر ذرت به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. کنترل علف‌های هرز مزرعه به صورت مکانیکی با فوکا و وجین دستی انجام گردید. در مزرعه آفت و بیماری خاصی مشاهده نگردید. در تاریخ ۹۴/۵/۲۵ مصادف با رسیدگی فیزیولوژیکی دانه و خشک شدن برگ‌های گیاه و تغییر رنگ کلاله بلال ذرت به قهوه‌ای تیره، بوته‌های ذرت با حذف حاشیه در هر کرت برداشت و عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. پس از سپری شدن ۴۵ روز از زمان برداشت ذرت و در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۱۵ مصادف با رسیدگی دانه، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای بوته‌های بادام زمینی برداشت و عملکرد دانه و نسبت برابری زمین محاسبه گردید. برای محاسبه نسبت برابری زمین<sup>۱</sup> از معادله (۱) محاسبه شد [۵]:

$$\text{LER} = A_2/A_1 + B_2/B_1 \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه، A<sub>1</sub> و B<sub>1</sub> به ترتیب عملکرد محصول اول و دوم در کشت خالص و A<sub>2</sub> و B<sub>2</sub> به ترتیب عملکرد محصول اول و دوم در کشت مخلوط می باشد.

یک نمونه ۲۰۰ گرمی از دانه بادام زمینی هر کرت انتخاب و برای تعیین درصد روغن و اسیدهای چرب به آزمایشگاه ارسال گردید. در این آزمایش درصد روغن دانه به روش<sup>۲</sup> MNR و اسیدهای چرب به روش<sup>۳</sup> HPLC

- 1 . Land Equivalent Ratio
- 2 . Nuclear Magnetic Resonance

ارزیابی عملکرد دانه، نسبت برابری زمین و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام زمینی در کشت مخلوط با ذرت تحت تأثیر ...

عملکرد لگوم‌ها و افزایش عملکرد غلات می‌شود [۳۶]. بدین ترتیب، در سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی برای دستیابی به مقادیر بالاتر عملکرد دانه ذرت لازم است نیتروژن به صورت کودهای شیمیایی نظیر اوره استفاده شود، ولی در شرایط مصرف سطوح بالای نیتروژن، همزیستی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با ریشه گیاه لگوم‌ها به دلیل استفاده از کود شیمیایی اوره به‌عنوان سوبسترا کاهش پیدا می‌کند و بدین ترتیب گیاه در مراحل انتهایی رشد خود با کمبود نیتروژن مواجه می‌شود و عملکرد آن کاهش می‌یابد [۳۲].

ردیف بادام زمینی) در مقایسه با دیگر سیستم‌های کشت مخلوط شرایط فضایی مطلوبی برای ذرت در راستای تولید دانه فراهم می‌سازد و عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را بهبود می‌بخشد. حال آن‌که کاهش خطوط کاشت ذرت و افزایش خطوط کاشت بادام زمینی (C<sub>5</sub>) می‌تواند رقابت در استفاده از منابع محیطی را به نفع بادام زمینی افزایش و عملکرد دانه ذرت را کاهش دهد. در این راستا، در کشت مخلوط بادام زمینی و کنجد با نسبت ۲:۲ عملکرد و اجزای عملکرد کنجد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که می‌تواند مؤید نتایج فوق باشد [۸]. کاربرد کودهای نیتروژن در سیستم کشت مخلوط لگوم با غلات عمدتاً سبب کاهش



شکل ۱. اثر متقابل کود نیتروژن و سیستم‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد دانه ذرت

C<sub>1</sub> = کشت خالص ذرت، C<sub>3</sub> = یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی، C<sub>4</sub> = دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی، C<sub>5</sub> = یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی و C<sub>6</sub> = دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی

از عوامل محیطی رشد و آثار مثبت کشت مخلوط در راستای افزایش عملکرد دانه ذرت بیش از سیستم‌های

به‌نظر می‌رسد که در شرایط کشت ردیف‌های متناوب ذرت و بادام زمینی با نسبت ۲:۲ بهره‌مندی بوته‌های ذرت

### عملکرد دانه بادام زمینی

بر اساس نتایج حاصل، اثر کود، سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل کود × سیستم کشت مخلوط بر عملکرد دانه بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. نتایج بررسی اثر متقابل تیمارها بر صفات اندازه گیری شده نشان داد که بالاترین میزان عملکرد دانه در سیستم تک کشتی بادام زمینی و عدم کاربرد کود نیتروژن (شاهد) به دست آمد که تفاوت معنی داری با عملکرد دانه بادام زمینی در شرایط مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نداشت. در این مطالعه، کاربرد سطوح بالای نیتروژن منجر به کاهش عملکرد دانه بادام زمینی گردید. در بین اثرات متقابل کود نیتروژن × سیستم های کشت مخلوط، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، در سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) از نظر عملکرد دانه بادام زمینی بر دیگر سیستم های کشت مخلوط برتر بود که در شرایط مشابه تفاوت معنی داری با شرایط عدم مصرف کود نیتروژن (شاهد) نشان نداد (جدول ۲).

کشت مخلوط دیگر می باشد. به علاوه، کمترین عملکرد دانه در سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) تحت شرایط عدم مصرف کود نیتروژن (تیمار شاهد) مشاهده گردید. ذرت از نظر نیاز به عنصر غذایی نیتروژن یک گیاه پرتوقع محسوب می شود و نیتروژن موجود در خاک زراعی برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه ذرت برای نزدیک شدن به پتانسیل ژنتیکی عملکرد آن کافی نمی باشد. از طرف دیگر، به نظر می رسد که عدم مصرف کود نیتروژن و کاهش ردیف های کشت بوته های ذرت سبب افزایش قدرت رقابت به نفع بوته های بادام زمینی می شود و این امر سبب افزایش توان بهره برداری بوته های بادام زمینی از منابع محیطی رشد نظیر فضا، تشعشع و نیتروژن می شود که سرانجام منجر به کاهش عملکرد دانه ذرت و افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح می گردد. افزایش عملکرد دانه ذرت در سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) تحت تأثیر مقادیر بالای نیتروژن در مقایسه با شرایط عدم مصرف نیتروژن (شاهد) می تواند مؤید این امر باشد (شکل ۱).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی بر صفات مورد مطالعه در بادام زمینی

تیمارها	بادام زمینی (kg/ha)	عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی (kg/ha)	روغن دانه (%)	عملکرد روغن (kg/ha)	لینولینیک اسید (%)	آراشیدیک اسید (%)	بی هنیک اسید (%)
N <sub>1</sub> × C <sub>2</sub>	۱۹۷۰/۳۳ <sup>a</sup>	۳۳۸۱/۳۳ <sup>ab</sup>	۴۹/۲۰ <sup>ab</sup>	۹۷۰/۳۳ <sup>a</sup>	۰/۱۸۳ <sup>g</sup>	۱/۱۶ <sup>e</sup>	۲/۲۱ <sup>g</sup>
N <sub>1</sub> × C <sub>3</sub>	۶۵۳/۳۳ <sup>cd</sup>	۱۳۸۵/۰۰ <sup>de</sup>	۵۱/۲۹ <sup>ab</sup>	۳۳۵/۳۳ <sup>cd</sup>	۰/۲۲۰ <sup>e</sup>	۱/۴۷ <sup>cd</sup>	۲/۴۳ <sup>f</sup>
N <sub>1</sub> × C <sub>4</sub>	۸۸۱/۶۷ <sup>c</sup>	۱۸۹۲/۶۶ <sup>cd</sup>	۵۱/۰۲ <sup>ab</sup>	۴۹۹/۳۳ <sup>bc</sup>	۰/۲۲۳ <sup>e</sup>	۱/۴۲ <sup>d</sup>	۲/۳۵ <sup>fg</sup>
N <sub>1</sub> × C <sub>5</sub>	۱۰۷۲/۰۰ <sup>bc</sup>	۲۱۷۷/۳۳ <sup>c</sup>	۵۰/۶۹ <sup>ab</sup>	۵۴۴/۰۰ <sup>bc</sup>	۰/۲۰۳ <sup>f</sup>	۱/۲۳ <sup>e</sup>	۲/۲۳ <sup>g</sup>
N <sub>1</sub> × C <sub>6</sub>	۵۷۲/۰۰ <sup>d</sup>	۱۰۳۱/۰۰ <sup>e</sup>	۴۹/۵۰ <sup>ab</sup>	۲۸۳/۳۳ <sup>cd</sup>	۰/۲۲۰ <sup>e</sup>	۱/۴۸ <sup>cd</sup>	۲/۷۳ <sup>e</sup>
N <sub>2</sub> × C <sub>2</sub>	۱۷۸۶/۶۶ <sup>a</sup>	۳۶۱۳/۰۰ <sup>a</sup>	۴۹/۹۷ <sup>ab</sup>	۸۹۲/۶۶ <sup>a</sup>	۰/۲۴۳ <sup>cd</sup>	۱/۵۱ <sup>c</sup>	۲/۷۵ <sup>e</sup>

ارزیابی عملکرد دانه، نسبت برابری زمین و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام زمینی در کشت مخلوط با ذرت تحت تأثیر ...

ادامه جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی بر صفات مورد مطالعه در بادام زمینی

تیماها	عملکرد دانه بادام زمینی (kg/ha)	عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی (kg/ha)	روغن دانه (%)	عملکرد روغن (kg/ha)	لینولنیک اسید (%)	آراشیدیک اسید (%)	بی هنیک اسید (%)
N <sub>2</sub> × C <sub>3</sub>	۹۴۸/۶۶ <sup>bc</sup>	۲۰۶۵/۳۳ <sup>cd</sup>	۴۸/۸۵ <sup>ab</sup>	۴۶۶/۰۰ <sup>bc</sup>	۰/۲۴۶ <sup>cd</sup>	۱/۵۳ <sup>bc</sup>	۲/۸۵ <sup>de</sup>
N <sub>2</sub> × C <sub>4</sub>	۸۱۳/۰۰ <sup>cd</sup>	۱۹۰۸/۳۳ <sup>cd</sup>	۴۹/۰۸ <sup>ab</sup>	۳۹۴/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۲۵۶ <sup>c</sup>	۱/۵۴ <sup>bc</sup>	۲/۷۸ <sup>de</sup>
N <sub>2</sub> × C <sub>5</sub>	۱۱۴۴/۳۳ <sup>bc</sup>	۲۱۸۷/۰۰ <sup>c</sup>	۵۰/۴۷ <sup>ab</sup>	۵۷۷/۳۳ <sup>b</sup>	۰/۲۳۰ <sup>de</sup>	۱/۵۲ <sup>c</sup>	۲/۸۰ <sup>de</sup>
N <sub>2</sub> × C <sub>6</sub>	۷۶۶/۰۰ <sup>cd</sup>	۱۵۹۲/۳۳ <sup>d</sup>	۴۹/۰۵ <sup>ab</sup>	۳۶۷/۶۶ <sup>c</sup>	۰/۲۴۰ <sup>d</sup>	۱/۵۴ <sup>bc</sup>	۲/۸۸ <sup>de</sup>
N <sub>3</sub> × C <sub>2</sub>	۱۱۷۳/۰۰ <sup>b</sup>	۲۹۶۵/۰۰ <sup>b</sup>	۴۹/۹۳ <sup>ab</sup>	۵۸۷/۰۰ <sup>b</sup>	۰/۲۴۰ <sup>d</sup>	۱/۵۶ <sup>bc</sup>	۲/۹۰ <sup>d</sup>
N <sub>3</sub> × C <sub>3</sub>	۷۰۷/۰۰ <sup>cd</sup>	۱۵۲۸/۳۳ <sup>de</sup>	۵۰/۵۲ <sup>ab</sup>	۳۵۶/۳۳ <sup>c</sup>	۰/۲۶۳ <sup>bc</sup>	۱/۶۰ <sup>b</sup>	۲/۹۶ <sup>cd</sup>
N <sub>3</sub> × C <sub>4</sub>	۴۵۷/۳۳ <sup>d</sup>	۶۸۶/۶۸ <sup>e</sup>	۴۳/۶۴ <sup>d</sup>	۱۹۸/۶۶ <sup>d</sup>	۰/۲۷۶ <sup>ab</sup>	۱/۶۸ <sup>a</sup>	۳/۲۵ <sup>b</sup>
N <sub>3</sub> × C <sub>5</sub>	۸۴۹/۳۳ <sup>cd</sup>	۱۵۹۰/۰۰ <sup>d</sup>	۴۷/۶۶ <sup>bc</sup>	۴۰۴/۶۶ <sup>c</sup>	۰/۲۴۶ <sup>cd</sup>	۱/۵۵ <sup>bc</sup>	۲/۸۴ <sup>de</sup>
N <sub>3</sub> × C <sub>6</sub>	۵۸۰/۶۶ <sup>d</sup>	۱۰۸۵/۰۰ <sup>e</sup>	۵۱/۴۰ <sup>a</sup>	۲۹۹/۳۳ <sup>cd</sup>	۰/۲۷۳ <sup>b</sup>	۱/۵۷ <sup>bc</sup>	۳/۰۲ <sup>cd</sup>
N <sub>4</sub> × C <sub>2</sub>	۷۵۶/۰۰ <sup>cd</sup>	۱۸۷۷/۰۰ <sup>cd</sup>	۴۶/۲۰ <sup>c</sup>	۳۴۹/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۲۹۰ <sup>a</sup>	۱/۶۰ <sup>b</sup>	۳/۰۰ <sup>cd</sup>
N <sub>4</sub> × C <sub>3</sub>	۷۳۲/۳۲ <sup>cd</sup>	۱۳۶۸ <sup>de</sup>	۴۹/۵۹ <sup>ab</sup>	۳۴۶/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۲۷۶ <sup>ab</sup>	۱/۵۷ <sup>bc</sup>	۲/۸۵ <sup>de</sup>
N <sub>4</sub> × C <sub>4</sub>	۴۳۹/۳۳ <sup>d</sup>	۱۰۵۴/۳۳ <sup>e</sup>	۴۸/۱۲ <sup>bc</sup>	۲۱۰/۶۶ <sup>d</sup>	۰/۲۸۶ <sup>ab</sup>	۱/۶۰ <sup>b</sup>	۳/۰۴ <sup>c</sup>
N <sub>4</sub> × C <sub>5</sub>	۶۶۱/۶۶ <sup>cd</sup>	۱۵۴۶/۰۰ <sup>de</sup>	۴۸/۲۷ <sup>bc</sup>	۳۲۹/۰۰ <sup>cd</sup>	۰/۲۶۳ <sup>bc</sup>	۱/۵۲ <sup>c</sup>	۲/۷۷ <sup>e</sup>
N <sub>4</sub> × C <sub>6</sub>	۳۷۳/۶۶ <sup>d</sup>	۸۷۵/۰۰ <sup>e</sup>	۴۸/۷۸ <sup>b</sup>	۱۸۲/۳۳ <sup>d</sup>	۰/۲۸۶ <sup>a</sup>	۱/۷۳ <sup>a</sup>	۳/۴۶ <sup>a</sup>

\* - میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) ندارند.  
C<sub>2</sub> = کشت خالص بادام، C<sub>3</sub> = یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی، C<sub>4</sub> = دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی، C<sub>5</sub> = یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی، C<sub>6</sub> = دو ردیف بادام زمینی + دو ردیف بادام زمینی

### عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی

اثر کود نیتروژن، سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط بر عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی تحت اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن × سیستم تک‌کشتی (C<sub>2</sub>)، به‌دست آمد، ولی اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) بالاترین میزان عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی را نشان داد و تفاوت معنی‌داری با اثر متقابل عدم مصرف

به‌نظر می‌رسد که در شرایط اقلیمی منطقه، برای رسیدن به بالاترین میزان عملکرد دانه بادام زمینی نیاز به مصرف کود نیتروژن وجود ندارد. عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح تحت تأثیر سیستم‌های کشت مخلوط کاهش یافت که این امر می‌تواند ناشی از رقابت دو گونه زراعی برای استفاده از منابع محیطی رشد نظیر آب، مواد غذایی و نور باشد. لذا، عملکرد دانه بادام زمینی در اثر رقابت با ذرت در سیستم کشت مخلوط دو گونه زراعی، کاهش می‌یابد [۴۴].

۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادامزمینی) اختصاص داشت، ولی تفاوت معنی داری با اغلب تیمارهای مورد مطالعه نداشت. همچنین، کمترین میزان روغن دانه بادامزمینی (۴۶/۲۰ درصد) در سیستم تک کشتی بادام زمینی تحت تأثیر کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به- دست آمد (جدول ۲). در این آزمایش، میزان روغن دانه بادامزمینی در واکنش به مصرف سطوح بالای نیتروژن و سیستم‌های مختلف کشت مخلوط تغییرات زیادی نشان داد. مصرف زیاد کودهای نیتروژن در گیاهان روغنی، میزان پروتئین بذر را افزایش و درصد روغن را کاهش داد [۶ و ۱۴]. به‌علاوه، افزایش کوددهی نیتروژن در کلزای زمستانه، میزان روغن دانه را کاهش می‌دهد و این امر ممکن است از کاهش قابلیت دسترسی کربوهیدرات برای سنتز روغن در سطوح بالای نیتروژن ناشی شود [۴۰].

در شرایط کاربرد سطوح بالای نیتروژن میزان سنتز روغن دانه کاهش و میزان سنتز پروتئین افزایش یافت و دلیل فیزیولوژیک آن را بالا بودن انرژی لازم برای سنتز روغن در مقایسه با سنتز پروتئین دانه گزارش کرده‌اند [۳۰]. میزان کربوهیدرات مورد نیاز برای سنتز پروتئین کمتر از روغن می‌باشد و افزایش کود نیتروژن، سنتز پروتئین را به بهای کاهش سنتز روغن تشدید می‌کند [۳۱]. بدین ترتیب، به موازات افزایش مصرف کود نیتروژن میزان روغن دانه کاهش می‌یابد که مؤید نتایج این آزمایش می‌باشد. به‌علاوه، از نتایج چنین استنباط می‌شود که در نسبت مساوی از ردیف‌های ذرت و بادامزمینی (۱:۱)، به‌دلیل کاهش تراکم بوته بادامزمینی در مقایسه با دو ردیف کاشت بادامزمینی، مقدار کمتری نیتروژن از طریق تثبیت بیولوژیک بر روی ریشه بادامزمینی در اختیار بوته‌های ذرت قرار می‌گیرد. همچنین، سایه‌اندازی بوته‌های ذرت روی بوته‌های بادامزمینی افزایش پیدا می‌کند. بدین ترتیب، رقابت برای

کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط C<sub>3</sub> (یک ردیف ذرت + یک ردیف بادامزمینی) نداشت (جدول ۲). چنین استنباط می‌شود که در شرایط اقلیمی منطقه مقدار نیتروژن مورد نیاز بادامزمینی از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی به‌وسیله ریشه گیاه تأمین می‌شود و نیازی به مصرف کود نیتروژن به‌صورت استارتر برای دستیابی به بالاترین مقدار عملکرد غلاف (میوه) بادام زمینی وجود ندارد و در واکنش به مقادیر بالاتر کود شیمیایی نیتروژن، عملکرد غلاف (میوه) بادامزمینی نقصان پیدا می‌کند.

اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن × سیستم تک‌کشتی (C<sub>2</sub>)، بالاترین عملکرد غلاف (میوه) را تولید کرد و اثر متقابل عدم مصرف کود نیتروژن × سیستم تک‌کشتی (C<sub>2</sub>) بیشترین میزان عملکرد دانه بادامزمینی را نشان داد. تغییرات مشابه‌ای نیز تحت اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط C<sub>3</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادامزمینی) و اثر متقابل عدم مصرف کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط C<sub>3</sub> (یک ردیف ذرت + یک ردیف بادامزمینی) مشاهده گردید. به‌نظر می‌رسد که با مصرف کود نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مواد فتوسنتزی بیشتری به پوسته غلاف بادامزمینی و در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن به دانه آن اختصاص پیدا می‌کند، ولی در سطوح بالاتر کاربرد کود نیتروژن روند تغییرات عملکرد غلاف (میوه) و دانه بادام زمینی مشابه بود (جدول ۲).

### درصد روغن دانه بادامزمینی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود بر درصد روغن دانه بادامزمینی در سطح احتمال یک درصد و اثر سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که بالاترین مقدار روغن دانه (۵۱/۴۰ درصد) به اثر متقابل



### اسید چرب لینولنیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود نیتروژن، سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل آنها بر میزان اسید چرب لینولنیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بالاترین میزان لینولنیک اسید به اثر متقابل ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن × سیستم کشت خالص بادام‌زمینی اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با سیستم کشت مخلوط C<sub>3</sub> (یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام‌زمینی)، C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام‌زمینی) و C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی) در شرایط مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نداشت (جدول ۲). متناسب با افزایش کاربرد نیتروژن مقدار اسید چرب روغن کلزا افزایش پیدا کرد [۲] و نیز با افزایش مصرف کود نیتروژن میزان اسید چرب لینولنیک همانند اسید چرب لینولنیک افزایش داشت. به نظر می‌رسد که شرایط محیطی برای ارتقای سنتز اسیدهای چرب چرب لینولنیک و لینولنیک مشابه و در مقایسه با شرایط لازم برای سنتز اسید چرب اولئیک متفاوت می‌باشد. اثر عوامل محیطی و تکنیک‌های زراعی بر ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع متفاوت بود [۱۸]. همچنین، تحقیقات بر روی کلزا نشان داد که تغییرات اسید چرب لینولنیک بیشتر تابع تغییر شرایط محیطی است و کمتر تحت تأثیر رقم و ژنتیک قرار دارد [۴۳]. سنتز اسیدهای چرب به‌ویژه اسید چرب لینولنیک در دانه کلزا تحت تأثیر تغییرات فصلی و عوامل محیطی قرار گرفت [۲۲] و عوامل محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی بر روند سنتز اسیدهای چرب و انتقال آنها از یک اندام به اندام دیگر اثرگذار بود [۱۳].

### اسید چرب آراشیدیک

اثر کود نیتروژن، سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل کود نیتروژن و سیستم کشت مخلوط بر میزان اسید چرب

جذب نیتروژن و سایر منابع رشد قابل دسترس نظیر تشعشع خورشیدی به نفع گونه زراعی ذرت افزایش می‌یابد و سهم بادام‌زمینی از نیتروژن قابل دسترس کاهش و درصد روغن دانه بادام‌زمینی بیشتر می‌شود. اگر نسبت بوته‌های ذرت به بوته‌های بادام‌زمینی دو برابر شود (C<sub>4</sub>) در چنین شرایط سایه‌اندازی و توان رقابتی ذرت بیش از پیش افزوده شده و بهره‌مندی بوته‌های ذرت از منابع محیطی در مقایسه با بوته‌های بادام‌زمینی بیشتر می‌شود و این امر سبب کاهش بیشتر روغن دانه بادام‌زمینی می‌گردد (جدول ۲).

### عملکرد روغن بادام‌زمینی

اثر کود، سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل کود نیتروژن × سیستم کشت مخلوط بر عملکرد روغن بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد روغن بادام‌زمینی در سیستم تک‌کشتی بادام‌زمینی و عدم مصرف کود نیتروژن (شاهد) مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار × سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی) نداشت و عملکرد روغن بادام‌زمینی با کاربرد بیشتر نیتروژن در تمامی سیستم‌های کشت مخلوط مورد مطالعه کاهش پیدا کرد (جدول ۲). کمترین عملکرد روغن در اثر کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی) به‌دست آمد، ولی تفاوت معنی‌داری با اثر متقابل ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی) که بالاترین درصد روغن دانه را دارا بود، نشان نداد. بدین ترتیب، بالا بودن درصد روغن دانه بادام‌زمینی نمی‌تواند دستیابی به بالاترین عملکرد روغن در هکتار را تضمین نماید و عملکرد روغن بادام‌زمینی بیشتر وابسته به عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد.

رسد که گزینش برای افزایش سنتز اسیدهای چرب مذکور منجر به کاهش اسید چرب اولئیک و کاهش کیفیت روغن بادامزمینی می‌شود.

### پالمیتیک اسید

اثر کود نیتروژن و سیستم کشت مخلوط بر میزان اسید پالمیتیک به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار و اثر متقابل تیمارها غیرمعنی دار بود. در این مطالعه، بیشترین میزان اسید چرب پالمیتیک در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن (تیمار شاهد) به دست آمد و کاربرد سطوح مختلف نیتروژن سبب کاهش اسید پالمیتیک در روغن بادامزمینی گردید که با نتایج دیگر محققان بر روی کلزا که نشان دادند با افزایش فراهمی نیتروژن میزان اسید چرب پالمیتیک کاهش یافت، مطابقت داشت [۶]. در بین سیستم‌های مختلف کشت مخلوط نیز کمترین میزان اسید چرب پالمیتیک به سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادامزمینی) اختصاص داشت و در بقیه سیستم‌های کشت مخلوط مقدار اسید چرب پالمیتیک بالا و مشابه بود (جدول ۳).

### استئاریک اسید

اثر کود نیتروژن و سیستم کشت مخلوط بر میزان اسید استئاریک به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار و اثر متقابل تیمارها غیرمعنی دار بود. در این راستا، اثر کود نیتروژن بر میزان استئاریک اسید در گیاه کلزا معنی دار بود [۶]. بالاترین میزان اسید چرب استئاریک در شرایط مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد که تفاوت معنی داری با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نداشت و کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار سبب تولید حداقل اسید چرب استئاریک گردید. با افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه

آراشیدیک روغن بادامزمینی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بالاترین میزان آراشیدیک اسید در سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادامزمینی) و تحت شرایط مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده گردید که تفاوت معنی داری با میزان اسید چرب آراشیدیک در سیستم کشت C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت + یک ردیف بادامزمینی) تحت تأثیر کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نداشت (جدول ۲). مقدار اسید چرب آراشیدیک همانند اسید چرب لینولنیک با افزایش کاربرد کود نیتروژن افزایش پیدا کرد و اثر سیستم‌های کشت مخلوط بر آنها نیز مشابه بود. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که شرایط محیطی لازم برای ارتقای اسیدهای چرب آراشیدیک و لینولنیک در دانه بادام زمینی مشابه و با اسید چرب اولئیک متفاوت می‌باشد. بدین ترتیب، هر گونه تغییر در شرایط محیطی کشت بادام زمینی از طریق انتخاب الگوهای مختلف کشت و یا کاربرد کودهای شیمیایی که منجر به افزایش اسیدهای چرب مذکور گردد می‌تواند کیفیت روغن بادامزمینی را تقلیل دهد.

### اسید چرب بی‌هینیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود نیتروژن، سیستم کشت مخلوط و اثر متقابل آنها بر میزان اسید چرب بی‌هینیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نیز نشان داد که بالاترین میزان اسید چرب بی‌هینیک روغن بادامزمینی در سیستم کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادامزمینی) و در اثر مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (جدول ۲). لذا شرایط محیطی لازم برای بهبود سنتز اسیدهای چرب لینولنیک، لینولنیک، آراشیدیک و بی-هینیک اسید یکسان و نیتروژن و شرایط اقلیمی مشابهی برای افزایش سنتز آنها لازم است. بدین ترتیب، به نظر می-

سیستم‌های کشت مخلوط، میزان اسید چرب اولئیک بسته به نوع سیستم کشت مخلوط بین ۳/۶۶ تا ۴/۹۲ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۳). باتوجه به این‌که اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک به ترتیب بخش اعظم اسیدهای چرب دانه‌های روغنی را تشکیل می‌دهند و نقش بارزی در افزایش کیفیت روغن در مقایسه با دیگر اسیدهای چرب دارند. به نظر می‌رسد که سیستم‌های کشت مخلوط از طریق تأثیرگذاری بر میزان تشعشع دریافتی و نیتروژن قابل دسترس گیاه بادام‌زمینی، محتوای اسیدهای چرب روغن به‌ویژه اولئیک و لینولئیک را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به طوری‌که در شرایط کمبود نور و کاهش مواد فتوسنتزی، سنتز روغن و اسیدهای چرب آن کاهش می‌یابد. همچنین، افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه سبب سنتز بیشتر پروتئین در مقایسه با روغن و اسیدهای چرب بادام‌زمینی می‌شود. بدین ترتیب، برای ارتقای کیفیت روغن بادام‌زمینی بهتر است در مزارع بادام‌زمینی از کاربرد مقادیر بالای نیتروژن به صورت استراتژیک خودداری نمود.

### اسید چرب لینولئیک

در این مطالعه، اثر کود نیتروژن و سیستم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی بر میزان اسید چرب لینولئیک روغن بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل تیمارها بر میزان اسید چرب لینولئیک تأثیر معنی‌داری نداشت. بالاترین میزان اسید چرب لینولئیک با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده گردید و در سطوح پایین مصرف نیتروژن مقدار اسید چرب لینولئیک کاهش پیدا کرد. روند تغییرات اسید چرب اولئیک و لینولئیک در اثر کاربرد کود نیتروژن متفاوت بود. به نظر می‌رسد که گزینش برای افزایش اولئیک اسید سبب کاهش لینولئیک اسید می‌شود. با افزایش میزان اولئیک اسید، میزان لینولئیک اسید روغن کلزا نقصان

روغنی کلزا میزان اسید چرب استتاریک کاهش پیدا کرد [۶]. بنابراین، به نظر می‌رسد تولید اسید استتاریک با میزان جذب نیتروژن به‌وسیله ریشه گیاه لوبیا رابطه معکوس دارد. در این مطالعه، سیستم تک کشتی و سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی) بالاترین میزان اسید چرب استتاریک اسید را نشان داد و در بقیه ترکیب‌های کشت مخلوط کاهش یافت. از نتایج به دست آمده چنین استنباط می‌شود که تغییرات اسید چرب استتاریک تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کشت مخلوط مشابه اسید چرب اولئیک می‌باشد (جدول ۳).

### اسید چرب اولئیک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر کود نیتروژن و سیستم کشت مخلوط بر میزان اسید چرب اولئیک به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل کود نیتروژن و سیستم کشت مخلوط بر میزان اسید چرب اولئیک معنی‌دار نشان نداد. مدیریت‌های زراعی می‌توانند بر میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک تأثیرگذار باشند [۲۱]. میزان اسیدهای چرب غیراشباع در گلرنگ به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی در دوره تجمع روغن و نمو دانه قرار می‌گیرند [۲۴]. با افزایش مصرف نیتروژن از محتوای اسید چرب اولئیک روغن بادام‌زمینی کاسته شد، به طوری‌که در شرایط مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، کمترین میزان اسید چرب اولئیک ۵۳/۴۴ درصد به دست آمد. به موازات افزایش مصرف نیتروژن مقدار اسید چرب اولئیک کاهش در گیاه کتان پیدا کرد [۱].

بالاترین میزان اسید چرب اولئیک (۵۵/۸۸ درصد) به سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی) اختصاص داشت و تفاوت معنی‌داری با سیستم کشت خالص بادام‌زمینی (شاهد) نشان نداد. ولی در بقیه

میزان اسید چرب لینولئیک در روغن بادام زمینی می‌شود. نتایج مطالعه مشابه‌ای بر روی گیاه روغنی گلرنگ نشان داده است که مقدار اسیدهای چرب غیراشباع به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی در دوره تجمع روغن و نمو دانه قرار گرفتند [۲۴].

### نسبت برابری زمین (LER)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر کود نیتروژن و سیستم کشت مخلوط بر ضریب نسبت برابری زمین به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل متقابل تیمارهای مورد مطالعه بر نسبت برابری زمین معنی‌دار نبود. در این مطالعه، افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار سبب افزایش نسبت برابری زمین گردید، ولی در سطوح بالاتر روند کاهشی دیده شد. بالاترین نسبت برابری زمین در سیستم کشت مخلوط C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی) به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سیستم‌های کشت مخلوط C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) و C<sub>3</sub> (یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی) نداشت (جدول ۴).

پیدا کرد [۶]. همچنین، رابطه معکوس بین میزان اسیدهای چرب اشباع نشده اولئیک و لینولئیک در گیاه روغنی آفتابگردان [۲۱] و کلزا [۶ و ۹] گزارش شده است. در بین سیستم‌های کشت مخلوط، بالاترین میزان اسید چرب لینولئیک به سیستم کشت مخلوط C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی) اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با سیستم کشت مخلوط C<sub>3</sub> (یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی) و C<sub>6</sub> (دو ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) نداشت. حداقل میزان اسید چرب لینولئیک به سیستم تک‌کشتی بادام زمینی اختصاص داشت (جدول ۳). سیستم‌های مختلف کشت مخلوط می‌تواند سبب تغییر شرایط محیطی نظیر رطوبت، تشعشع و تشکیل میکروکلیمای متفاوت در زیر سایه‌انداز گیاهی گردد و این تغییرات می‌تواند سنتز روغن و اسیدهای چرب را تغییر دهد [۱]. در حقیقت هر گیاه یک آشیان اکولوژیک خاصی را اشغال می‌کند و سیستم‌های کشت مخلوط می‌تواند عواملی را که گیاه در میان آنها رشد می‌کند، تغییر دهد. از نتایج چنین استنباط می‌شود که سیستم‌های کشت مخلوط فوق‌الذکر سبب بهبود شرایط محیطی برای سنتز و افزایش

جدول ۴. مقایسه میانگین نسبت برابری زمین در سطوح مختلف نیتروژن و سیستم‌های کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی

نسبت برابری زمین	تیمار
	سطوح کود
۱/۵۷ <sup>a</sup>	عدم مصرف کود نیتروژن (N <sub>1</sub> )
۱/۴۳ <sup>a</sup>	۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N <sub>2</sub> )
۱/۳۹ <sup>ab</sup>	۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N <sub>2</sub> )
۱/۲۹ <sup>b</sup>	۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N <sub>2</sub> )
	سیستم‌های کشت مخلوط
۱/۴۹ <sup>a</sup>	کشت یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی (C <sub>3</sub> )
۱/۵۰ <sup>a</sup>	کشت دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی (C <sub>4</sub> )
۱/۳۰ <sup>b</sup>	کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی (C <sub>5</sub> )
۱/۴۵ <sup>a</sup>	کشت دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی (C <sub>6</sub> )

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

مخلوط C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی) کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) مشاهده گردید (جدول ۳). در این راستا، به نظر می‌رسد که سیستم‌های کشت مخلوط از طریق تأثیرگذاری مثبت یا منفی بر الگوی توزیع فضایی دو گونه و همچنین کاهش و یا افزایش رقابت بین گونه‌ای برای بهره‌مندی از عوامل محیطی رشد می‌تواند نسبت برابری زمین را ارتقاء و یا کاهش دهد. سطوح مختلف نیتروژن و سیستم‌های کشت مخلوط می‌تواند نسبت برابری سطح زمین را تحت تأثیر قرار دهد و بالا بودن نسبت ردیف‌های کاشت ذرت در کشت مخلوط با بادام زمینی می‌تواند در افزایش نسبت برابری زمین تحت شرایط اقلیمی منطقه مفیدتر واقع شود. بنابراین، با تعیین دقیق میزان مصرف نیتروژن و انتخاب سیستم کشت مخلوط مناسب دو گونه می‌توان نسبت برابری زمین و سودمندی کشت مخلوط را افزایش داد.

#### ۴. نتیجه‌گیری

در این مطالعه، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و سیستم کشت C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی) در شرایط اقلیمی منطقه حداکثر عملکرد دانه ذرت و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و سیستم کشت مخلوط C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) بیشترین عملکرد دانه بادام زمینی را تولید کرد. با افزایش مصرف کود نیتروژن درصد روغن بادام زمینی کاهش پیدا کرد. همچنین، با افزایش میزان مصرف نیتروژن، میزان اسید چرب اولئیک روغن بادام زمینی کاهش و میزان اسید چرب لینولئیک افزایش یافت. در بین سیستم‌های کشت مخلوط، بالاترین میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک به ترتیب در سیستم‌های کشت مخلوط C<sub>4</sub> (دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی) و C<sub>5</sub> (یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی) مشاهده گردید. بالاترین نسبت برابری

سیستم‌های کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات اغلب سبب بهبود رشد غلات می‌شود، زیرا لگوم‌ها با تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی هوا و انتقال آن به گیاه غلات سبب تغذیه بهتر آنها در طول دوره رشد مشترک با لگوم‌ها می‌شود [۱۲]. از دیگر دلایل افزایش سودمندی اقتصادی سیستم‌های کشت مخلوط می‌توان به انتخاب دو گونه زراعی با نیازهای اکولوژیک مختلف اشاره نمود. هر قدر دوره رشد و نیازهای اقلیمی دو گونه زراعی با هم متفاوت باشد، به طوری که حداکثر نیاز آنها به منابع محیطی در دوره‌های مختلف حادث شود، می‌تواند کارایی سیستم کشت مخلوط و امکان ارتقای عملکرد را افزایش دهد [۲۵]. در این مطالعه نیز دو گونه مختلف بادام زمینی و ذرت به ترتیب با مسیر فتوسنتزی C<sub>3</sub> و C<sub>4</sub> برای کشت مخلوط استفاده شد. به علاوه، برداشت ذرت نیز یک ماه زودتر از بادام زمینی انجام شد و پس از آن تا زمان رسیدگی محصول بادام زمینی هیچ‌گونه رقابت بین گونه‌ای برای بهره‌برداری از منابع محیطی وجود نداشت که می‌تواند یکی از دلایل اصلی افزایش نسبت برابری زمین بسته به نوع سیستم کشت مخلوط تلقی گردد.

در کشت مخلوط ذرت و سویا با نسبت ردیف‌های مساوی بالاترین میزان نسبت برابری زمین معادل ۱/۴۰ به دست آمد [۲۹]. در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، بالاترین میزان نسبت برابری زمین در نسبت ردیف‌های ۲:۲ به دست آمد [۳۹]. بالاترین میزان نسبت برابری زمین را در کشت مخلوط بادام زمینی و کنجد با نسبت دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی، مشاهده شد [۸]. افزایش سودمندی و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط گیاهان زراعی مخلوط با انواع لگوم‌ها توسط محققین متعددی گزارش شده است [۲۶، ۳۴، ۴۱ و ۴۲].

در این مطالعه، بیشترین و کمترین مقدار نسبت برابری زمین (به ترتیب ۱/۵۰ و ۱/۳۰) در سیستم‌های کشت

۶. مصطفوی‌راد م (۱۳۸۹) ارزیابی اثرات مدیریت تغذیه تلفیقی بر صفات کمی و کیفی برخی ارقام کلزای زمستانه سازگار به مناطق سردسیر در اراک. رساله دوره دکتری رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۱۶۵ ص.
۷. نورمحمدی ق، سیادت س ع و کاشانی ع (۱۳۸۶) زراعت غلات. جلد اول، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۶۸ ص.
8. Abdel-Galil AM and Abdel-Ghany REA (2014) Effect of groundnut + sesame intercropping and nitrogen fertilizer on yield, yield components and infection of root rot and wilt diseases. *International Journal of Plant and Soil Science*. 3(6): 623-643.
9. Abdul M and Fayyazul H (2006) Effects of sulphur on fatty acid accumulation in Brassica cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*. 5: 588-592.
10. Ahmad Z, Mezori HAM and Duhoky MMS (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.
11. Ariel CE, Eduardo Giardina OA, Benito E and Lidia G (2013) Effects of two plant arrangements in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merrill) 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.
12. Astatke A, Mohamed Saleem MA and El-Wakeel A (1995) Soil water dynamics undercereal and forage legume mixtures on drained vertisols in the Ethiopian highlands. *Agricultural Water Management*. 27: 17-24.
- زمین (LER) در سیستم کشت مخلوط C<sub>4</sub>(دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام‌زمینی) به‌دست آمد. در شرایط اقلیمی منطقه، سیستم‌های کشت مخلوط مورد مطالعه توانست بهره‌برداری از محیط‌های طبیعی و عملکرد نهایی دو گونه گیاهی را افزایش دهد و مصرف حداکثر ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سیستم‌های کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی برای دستیابی به بیشترین میزان اسید چرب اولئیک و افزایش کیفیت روغن دانه بادام‌زمینی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی مناسب به‌نظر می‌رسد.

## منابع

۱. امیدبگی ر، فخرطباطبایی م و اکبری ث (۱۳۸۰) اثر کود نیتروژن و آبیاری بر باروری، رشد، عملکرد دانه و مواد مؤثره کتان روغنی. علوم کشاورزی ایران. ۵۳-۵۴: (۱)۵۵
۲. پیوندی م، لطیف و و صبورا ع (۱۳۹۲) تأثیر نیتروژن و مس بر برخی خصوصیات کمی کلزا ارقام اوکایی و هایولا. پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران. ۴۳-۵۲: (۴)۳۲
۳. ثمن م و سپهری ع (۱۳۹۱) تأثیر تنش کمبود آب و سطوح نیتروژن بر رشد و عملکرد دو رقم ذرت. مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. سال ۱۳۹۱، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی کرج. ۴۸۷ صفحه.
۴. کافی قاسمی ع و اصفهانی م (۱۳۸۴) بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه گیلان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۵): ۵۵-۶۲.
۵. مظاهری د (۱۳۷۷) زراعت مخلوط. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۲ ص.

13. Baldini M, Giovanardi R and Vannozzi GP (2000) Effects of different water availability on fatty acid composition of the oil in standard and high oleic sunflower hybrids. P. 79-84. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Sunflower Conference. Toulouse I, A79-84, France.
14. Barker WB and Sowyer JE (2005) Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agronomy Journal*. 97: 615-619.
15. Bozorgi HR, Pendashteh M, Tarighi F, Ziaei Doustan H, Keshavarz AK, Azarpour E and Moradi M (2011) Effect of foliar zinc spraying and nitrogen fertilization on seed yield and several attributes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *World Applied Science Journal*. 13(5): 1209-1217.
16. Camas B, Girak C and Esendal E (2007) Seed safflower grown in northern Turkey condition. *Journal of Fact of Agriculture*. 22(1): 98-104.
17. Damaian MM, Diana OL, Jose MM, Alicia LL, Julio AZ and Carlos AG (1998) Seed composition of soybean cultivars evaluated in different environmental region. *Journal of the Science Food and Agriculture*. 77: 494-498.
18. Daniel J, Miralles B, Ferro C and Slafer A (2001) Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. *Field Crops Research*. 71: 211-223.
19. El-Habbasha SF, Taha MH and Jafar NA (2013) Effect of nitrogen fertilizer levels and zinc foliar application on yield, yield attributes and some chemical traits of groundnut. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 9(1): 1-7.
20. Fernandez Aparicio M, Sillero JC and Rubials D (2007) Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection*. 26: 1166- 1172.
21. Flagella Z, Rotunnon T, Tarantino E, Di-Caterina R and Decaro A (2002) Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to sowing date and water regime. *European Journal of Agronomy*. 17: 221-230.
22. Gunase-Kera CP, Martin LD, Siddique KHM and Walton GH (2006) Genotype by environment interactions of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.) in Mediterranean type environments. II. Oil and protein concentrations in seed. *European Journal of Agronomy*. 25: 13-21.
23. Gurigbal S (2010) *The Soybean: Botany, Production and Uses*. Ludhiana, India: Cabi Publishers.
24. Hamrouni I, Hammadi BS and Marzouk B (2001) Effect of water deficit on lipids of *Safflower* aerial parts. *Phytochemistry*. 58: 277-280.
25. Ijoyah MO (2012). Review of intercropping research on cereal-vegetable based cropping system. *Scientific Journal of Crop Science*. 1(3): 55-62.
26. Jonathan DC (2008) Intercropping with maize in sub-Arid Regions. Community planning and Analysis. Definition and benefits of intercropping. Technical Brief. April. 16. 2008.
27. Jose RL, Ursicin O and Rafael DQ (1990) Definit influence of location and climatic condition on fatty acid composition of sunflower seed oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 67(10): 618-623.
28. Khalid M, Elnur K and Elgasim A (2008) Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 4(6): 761-766.
29. Khan Z, Saeed A, Zada K and Ahmad S (1992) Biologic and intercrop studies on yield and nitrogen fixation of soybean and maize. *Sarhad Journal of Agriculture*. 8: 613-622.
30. Kutcher HR, Malhi SS and Gill KS (2005) Topogaphy and management of nitrogen and fungicide effects disease and productivity of canola. *Agronomy Journal*. 97: 533-541.
31. Lambers H and Poorter H (1992) Inherent variation in growth rate between higer plants: a

- search for physiological causes and ecological consequences. *Advance in Ecology Research*. 23: 187-261.
32. Leidi EO and Rodriguez-Navarro DN (2000) Nitrogen and phosphorus availability limit N fixation in bean. *New Phytologist*. 147: 337-346.
  33. Matusso JMM, Mugwe JN and Mucheru-Muna M (2012) Potential role of cereal - legume intercropping systems in integrated soil fertility management in small holder farming systems of sub-Saharan Africa Research Application Summary. Third Ruforum Biennial Meeting. 24-28 September 2012, Entebbe, Uganda.
  34. Morales REJ, Escalante EJA, Sosa CL and Volke HVH (2009) Biomass, yield and land equivalent ratio of *Helianthus annus* L. in sole crop and intercropped with *Phaseolus vulgaris* L. in high valleys of Mexico. *Tropical and Subtropical Agro ecosystems*. 10: 431-439.
  35. Mobasser HR, Vazirimehr MR 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.
  36. Mpairwe DR, Sabiiti EN, Ummuna NN, Tegegne A and Osuji P (2002) Effect of intercropping cereal crops with forage legumes and source of nutrients on cereal grain yield and fodder dry matter yields. *African Crop Science Journal*. 10: 81-97.
  37. Mutegei CK, Ngugi HK, Hendriks SL and Jones RB (2009) Prevalence and factors associated with aflatoxin contamination of peanuts from western Kenya. *International Journal of Food Microbiology*. 130: 27-34.
  38. Onemli F (2012) Impact of climate change on oil fatty acid composition of peanut. *Chilean Journal of Agricultural Science*. 49(4): 455-458.
  39. Raposo JADEA, Schuch L, Assis FNDE, Machado AA and De-Assis FN (1995) Intercropping of maize and beans in different plant arrangements and densities in pelotas, pesquisa. *Agropecuaria Brasileira*. 30: 639-647.
  40. Rathke GW, Christen O and Diepenbrock W (2005) Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research*. 94: 103-113.
  41. Sahoo SK, Kumar DS and Reddy CR (2003) Productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) bases intercropping systems under irrigated conditions. *Journal of Oilseeds Research*. 20: 284- 286.
  42. Saady HS and Elmetwally IM (2009) Weed management under different patterns of sunflower – soybean intercropping. *Journal of Central European Agriculture*. 10: 41-52.
  43. Scarth R, Rimmer SR and Mc-Vetty PBE (1994) Apollo a low linolenic acid summer rape. *Canadian Journal of Plant Science*. 75: 203-204.
  44. Thayamini HS and Brintha I (2010) Review on Maize based intercropping. *Journal of Agronomy*. 9(3): 135-145.
  45. Tsubo M, Walker S and Ogindo HO (2005) A simulation model of cereal - legume intercropping systems for semi-arid regions. Department of Soil, Crop and Climate Sciences, University of the Free State. *Field Crops Research*. 93(1): 23-33.
  46. Weiss EA (2000) *Oil Seed Crops*. Longman, New York, 660p.