

اثر تاریخ و الگوهای کشت روی برخی ویژگی‌های کمی و کیفی و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.)

Effect of Planting Dates and Patterns on some Quantity and Quality Properties and Advantageous Indices of Canola (*Brassica napus* L.) - Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Intercropping

محمد ترکمان^۱، بهرام میرشکاری^{۲*}، فرهاد فرح‌وش^۳، مهرداد یارنیا^۴ و علی‌اشرف جعفری^۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۱۱

(مقاله پژوهشی)

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات تاریخ کاشت و الگوهای کشت بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ در همدان اجرا شد. عامل اصلی شامل چهار تاریخ کاشت نخود و یک تاریخ کاشت کلزا به صورت: کاشت هم‌زمان کلزا و نخود (۳۰ شهریورماه) و در ادامه کاشت نخود به فواصل ۲۰ روز تا ۳۰ آبان به صورت ردیفی در کرت‌های کلزا انجام شد. عامل فرعی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کلزا و نخود به روش جایگزینی براساس ۱۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ درصد نخود-کلزا بودند. نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی اکثر صفات معنی‌دار بود. در مقایسه تاریخ‌های کاشت نخود، تاریخ‌های کاشت اول و آخر به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک و دانه داشتند. این افزایش عملکرد نخود به دلیل کشت انتظار و تحمل بهتر سرمای زمستانه بود. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه هر دو گونه در تیمار کشت خالص به دست آمد. با این وجود سودمندی شاخص‌های ضریب نسبی تراکم و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط بیش‌تر از کشت خالص بود، به نحوی که در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود. به طور کلی، کارایی استفاده از زمین در کشت مخلوط ۵۰:۵۰ کلزا و نخود در مقایسه با سایر تیمارها بیش‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، پروتئین، روغن، نسبت برابری زمین

۱، ۲، ۳ و ۴. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیاران و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز، ایران
۵. استاد پژوهشی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* نویسنده مسئول Email: Mirshekari@iaut.ac.ir

این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول به راهنمایی بهرام میرشکاری می‌باشد.

کشت مخلوط یکی از مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده و مؤثر در افزایش تولید پایدار، سیستم کشت مخلوط گیاهان زراعی است. کشت مخلوط عبارت از رویاندن بیش از یک گیاه در یک سال زراعی و در یک قطعه زمین است. نتایج بسیاری از پژوهش‌های انجام گرفته در دنیا از برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی حکایت دارد (مظاهری، ۱۳۷۷). در ایران به دلیل وجود اقلیم خشک و کمبود زمین‌های مستعد و حاصلخیز کشاورزی باید سعی گردد که از این منابع محدود در جهت بهینه استفاده گردد. به نظر می‌رسد که استفاده از سیستم کشت مخلوط، روشی مناسب در بهره‌برداری بهتر از زمین‌های زراعی و گامی در جهت بهینه‌سازی مصرف آب باشد (رن^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج تحقیقات گرن^۲ و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که کشت مخلوط ذرت با لوبیا معمولی و لوبیا چشم‌بلبلی صفات زیادی نظیر ارتفاع بوته، وزن تر، وزن خشک، عملکرد و پروتئین خام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین، میزان عملکرد ذرت در مخلوط با این لگوها در مقایسه با کشت خالص آن بیش‌تر بود. نخود گیاهی است دارای تنوع ژنتیکی وسیع و در سطح وسیعی از نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان کشت می‌شود (تقوی^۳ و همکاران، ۲۰۰۵). در مناطق خشک ارقامی موردنیاز است که هم زودرس باشند و هم عملکرد قابل قبولی داشته باشند. هرچند همبستگی منفی بین این دو فاکتور در اصلاح هم‌زمان آن‌ها وجود دارد (سلطانی^۴ و همکاران، ۲۰۰۱).

کلزا یکی از گیاهان روغنی مهم کشور است که براساس آمارنامه کشاورزی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ سطح زیرکشت آن به ۵۲۰۰۰ هکتار و مقدار تولید آن به ۶۸۰۰۰ تن در سال رسیده است (احمدی، ۱۳۹۶). از آنجا که کمبود نیتروژن قابل‌دسترس از عوامل مهم محدودکننده عملکرد کلزا است و تأمین نیاز نیتروژنی این محصول از منابع کودهای شیمیایی نیتروژن، آلودگی‌های زیست‌محیطی را به‌همراه دارد (رتکه^۵ و همکاران، ۲۰۰۶)، استفاده از دیگر راهکارها از جمله کشت مخلوط آن با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند در کاهش نیاز به نیتروژن شیمیایی بسیار مؤثر باشد (سون^۶ و همکاران، ۲۰۰۴).

یکی از عوامل مؤثر در عملکرد گیاهان زراعی تاریخ کاشت مناسب است که تأثیر زیادی بر رشد گیاه دارد. زیرا نوع شرایط

محیطی را که مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه با آن مواجه خواهد شد تعیین‌کننده خواهد بود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). این نکته خصوصاً برای گیاهی نظیر نخود که معمولاً در شرایط خشک و با تکیه بر رطوبت ذخیره‌شده در خاک کشت می‌شود و با درجه حرارت‌های بالا در طول فصل رشد مواجه است حائز اهمیت است (بنجامین و نیلسن^۷، ۲۰۰۶). از آنجایی که اثرات تاریخ کاشت و بهبود تنوع گیاهی می‌تواند از راهکارهای مهم عملیاتی در افزایش کمیت و کیفیت گیاهان زراعی باشند، لذا اجرای این قبیل آزمایشات می‌تواند ضمن کاهش بار اقتصادی وارده به کشاورز، شاخص بهره‌وری سیستم‌های زراعی را بهبود بخشد. ضمن این‌که، به دلیل افزایش ماده آلی خاک در طی سالیان متوالی و در نتیجه این امر کاهش مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه نیتروژن و نیز عدم مصرف علف‌کش‌ها به دلیل کنترل علف‌های هرز در این قبیل سیستم‌ها، سالم‌سازی محیط‌زیست و محصولات کشاورزی نیز تحقق می‌یابد.

با توجه به مجموع نکات ذکر شده در مورد ویژگی‌های مثبت کشاورزی حفاظتی از جمله کشت مخلوط گیاهان مختلف با یکدیگر، مطالعه حاضر با اهداف بررسی تأثیر تاریخ کاشت و نسبت‌های کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود و کلزا و بررسی شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط کلزا و نخود انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی همدان انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی و ۱۶۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. میزان بارندگی سالیانه ۳۱۴ میلی‌متر و میانگین دمای کمینه و بیشینه به‌ترتیب ۱/۹ و ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد است.

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به مرحله اجرا درآمد. البته صفات موردبررسی گیاه کلزا به دلیل این‌که دارای یک تاریخ کاشت بود به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز گردید. در این آزمایش عامل اصلی شامل چهار تاریخ کاشت مختلف نخود با کلزا به‌صورت: کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا (۳۰ شهریورماه)، کاشت نخود ۲۰ روز بعد از کاشت کلزا (۲۰ مهرماه)، کاشت نخود ۴۰ روز بعد از کاشت کلزا (۱۰ آبان‌ماه) و کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کاشت کلزا (۳۰ آبان‌ماه)

1. Ren
2. Geren
3. Naghavi
4. Soltani
5. Ratkhe
6. Soon

آزمایش در پاییز سال قبل از اجرای آزمایش زیر کشت گندم بود. جهت آماده‌سازی زمین ابتدا آبیاری صورت گرفت و پس از گاورو شدن زمین یک شخم عمیق به عمق ۳۰ سانتی‌متر زده شد و قبل از کاشت مراحل آماده‌سازی تکمیلی با اعمال دو دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین با ماله انجام گردید. بعد از این مرحله ابتدا با استفاده از فاروئر خطوط کشت تعیین گردید. با استناد به نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و تفسیر آزمایشگاه ۷۵ کیلوگرم پتاس خالص به ازای هر هکتار و ۷۰ کیلوگرم فسفر خالص به ازای هر هکتار در نظر گرفته شد. همچنین کود ازت به میزان ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت پایه و سرک در سه مرحله (پایه، ابتدای ساقه‌دهی، گل‌دهی کامل) در زمان مقرر مصرف گردید.

بوده و عامل فرعی شامل: نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کلزا و نخود به صورت نسبت‌های مختلف کاشت به روش جایگزینی براساس درصد شامل ۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ درصد به ترتیب نخود-کلزا می‌باشند. ترکیب‌های ۰:۱۰۰ و ۱۰۰:۰ به ترتیب کشت خالص نخود و کلزا را تشکیل می‌دهد در ترکیب‌های ۲۵:۷۵ و ۷۵:۲۵ نخود-کلزا نیز به ترتیب سه ردیف نخود و یک ردیف کلزا، یک ردیف نخود و سه ردیف کلزا منظور می‌شود. ترکیب ۵۰:۵۰ شامل کشت یک در میان نخود با کلزا است. در این آزمایش از نخود رقم ILC482 با تراکم ۳۳ بوته در مترمربع و کلزا رقم نپتون با تراکم ۶۰ بوته در مترمربع که به ترتیب از مرکز جهاد کشاورزی همدان و مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شد، استفاده گردید. زمین مورد

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو فصل زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

Table 1: Soil physico-chemical properties in the study area in two growing seasons 2015-16

سال	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت خاک	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	درصد نیتروژن کل	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد کربن آلی
Year	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Soil texture	Available P (mg/kg)	Available K (mg/kg)	Total N (%)	pH	EC (ds/m)	O.C (%)
2015	25	34	41	رسی-لومی Clay loam	26	362	0.11	7.78	0.428	1.08
2016	25	34	41	رسی-لومی Clay loam	25	359	0.11	7.78	0.426	1.09

در این فرمول:

I مقدار محصول یک‌گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و P عبارت از محصول همان‌گونه (در واحد سطح) در کشت خالص است. اگر $LER=1$ باشد، محصول زراعت‌های تک‌کشتی و مخلوط یکسان است.

چنانچه $LER = 1+X$ باشد، مقدار X (در واحد سطح) زمین اضافه در تک‌کشتی موردنیاز است تا بتوان همان مقدار محصولی که در واحد سطح از کشت مخلوط به دست آمده است را برداشت نمود. این ضریب مشخص‌کننده میزان رقابت بین گیاهی است که به صورت مخلوط کشت شده‌اند.

ضریب ازدحام نسبی (K) برای گیاه A که با گیاه B مخلوط شده است به صورت زیر است:

$$RCC_A = \frac{Y_{AB}}{Y_{AA} - Y_{AB}} \times \frac{Z_{BA}}{Z_{AB}}$$

که در آن:

RCC_A = ضریب نسبی تراکم گونه A، Y_{AA} = محصول گونه A در زراعت تک‌کشتی، Y_{AB} = محصول گونه A در زراعت مخلوط، Z_{AB} = نسبت مخلوط گونه A، Z_{BA} = نسبت مخلوط گونه B

در هر کرت آزمایش چهار خط کاشت به طول پنج متر و عرض چهار متر در نظر گرفته شد. فاصله هر واحد آزمایشی از یکدیگر دو خط نکاشت (یک متر) و فاصله هر بلوک از یکدیگر چهار خط نکاشت، مجموعاً ۸۰ کرت آزمایش بود. برای تعیین تعداد دقیق بوته در مترمربع، بر طبق تیمارهای مورد آزمایش، عملیات تنک کردن طی یک مرحله و به هنگام دو تا چهار برگی شدن انجام شد. از هر واحد آزمایشی به طول چهار متر با شروع علائم رسیدگی عملیات برداشت دستی به صورت کف بر انجام و سپس وزن کل بوته‌ها با استفاده از ترازو تعیین گردید و عملکرد بیولوژیک به دست آمد.

برای ارزیابی زراعت مخلوط و مقایسه آن با زراعت تک‌کشتی، از شاخص‌های رقابت و نسبت برابری زمین و ضریب ازدحام نسبی استفاده شد. کارآیی استفاده از زمین بر اساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌گردد و به وسیله آن مشخص می‌شود که برای به دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود چه مقدار از زمین به صورت زراعت تک‌کشتی موردنیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود (مظاهری، ۱۳۷۷). این شاخص با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$LER = (I_1/P_1) + (I_2/P_2)$$

ترکمان و همکاران: اثر تاریخ و الگوهای کشت بر برخی صفات کمی، ... اگر $RCC_A = 1$ باشد، در گیاه A رقابت درون گونه‌ای با برون گونه‌ای برابر است ولی اگر ضریب نسبی تراکم برای هر دو گونه (RCC_A, RCC_B) برابر واحد باشد، در مخلوط حالت موازنه یا تعادل رقابت برقرار خواهد بود. با استفاده از این روش در ارزیابی زراعت مخلوط، ضریب ازدحام نسبی به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$K = RCC_A \times RCC_B$$

اگر K بزرگ‌تر از یک باشد، زراعت مخلوط سودمند خواهد بود. اگر K کوچک‌تر از یک باشد، میزان محصول به دست آمده از زراعت مخلوط کمتر از محصول تک کشتی است و چنانچه $K=1$ باشد در زراعت مخلوط هیچ گونه افزایش یا کاهش محصول نسبت به زراعت تک کشتی دیده نمی‌شود (مظاهری، ۱۳۷۷).

برای اندازه‌گیری محتوای عنصر نیتروژن دانه‌های نخود از دستگاه‌های کج‌دال استفاده شد (ماگومیا^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین، روغن موجود در دانه‌های کلزا از طریق روش سوکسله و توسط حلال آلی متانول کلروفرم با نسبت یک به دو استخراج شد (پرینچارد^۲ و همکاران ۲۰۰۰). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد توسط نرم‌افزار آماری MSTATC انجام شد. برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک کلزا

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۲) مشخص گردید که عملکرد بیولوژیک کلزا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال و نسبت کشت مخلوط قرار گرفته است. عملکرد بیولوژیک در سال دوم (۶۱۷۰/۳۵ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از سال اول (۵۸۶۲/۱۴ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک کلزا (۸۷۴۹/۰۰ و ۲۵۱۵/۷۹ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در تیمار کشت خالص کلزا و کشت مخلوط ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود مشاهده شد. عملکرد بیولوژیک کشت مخلوط ۷۵٪ کلزا + ۲۵٪ نخود نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود بود (شکل ۲). بنابراین با افزایش نسبت کلزا به نخود، به علت اختلاف ارتفاع میان دو گیاه، رقابت نخود با کلزا تشدید شده و این موضوع سبب کاهش عملکرد نخود نسبت به کلزا شد. نتایج تحقیقات

سوئدجو^۳ و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که افزایش کارایی استفاده از تابش خورشید را در پوشش گیاهی نسبت کاشت ۵۰:۵۰ کلزا - نخودفرنگی، نسبت به کشت خالص نخودفرنگی شده است. علاوه بر این بر اثر افزایش رقابت در کشت مخلوط و کاهش منابع محیطی عملکرد گونه‌ها در کشت مخلوط کاهش می‌یابد که در این مطالعه نیز این موضوع تحقق یافت. مشابه این تحقیق محفوظ و میگور^۴، (۲۰۱۴) در کشت مخلوط کلزا و نخود مشاهده نمودند که عملکرد بیولوژیک در کشت خالص کلزا ۴۳٪ نسبت به کشت مخلوط ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخود و ۶۵٪ نسبت به کشت مخلوط ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود بیشتر بود.

عملکرد دانه کلزا

با تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به عملکرد دانه کلزا (جدول ۲) معلوم گردید که اثرات سال و نسبت کشت مخلوط برای این صفت معنی‌دار است. عملکرد دانه در سال دوم (۲۴۰۷/۵۹ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از سال اول (۲۲۵۳/۶۷ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه کلزا به ترتیب در تیمار کشت خالص کلزا و کشت مخلوط ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود به میزان ۳۳۸۲/۵۴ و ۹۷۳/۷۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. عملکرد دانه کشت مخلوط ۷۵٪ کلزا + ۲۵٪ نخود نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود به دست آمد (شکل ۲). مشابه این تحقیق محفوظ و میگور، (۲۰۱۴) در کشت مخلوط کلزا و نخود مشاهده نمودند که عملکرد دانه در کشت خالص کلزا ۸۷٪ نسبت به کشت مخلوط ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخود و ۷۶٪ نسبت به کشت مخلوط ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود بیشتر بود. در حقیقت در تیمارهای کشت مخلوط با ایجاد رقابت درون و بین گونه‌ای میان نخود و کلزا کاهش معنی‌دار عملکرد دانه کلزا مشاهده شد.

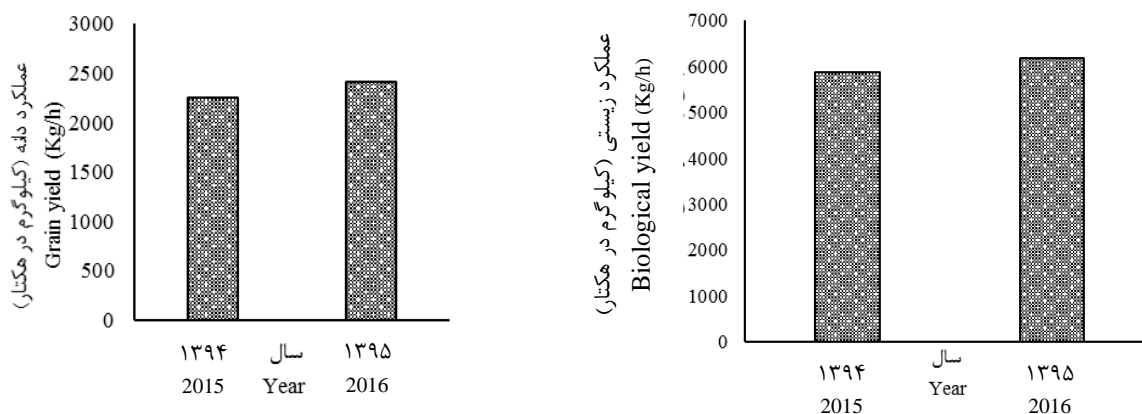
جدول ۲: تجزیه واریانس اثر نسبت کشت مخلوط روی برخی ویژگی‌های کمی کلزا

Table 2: Analysis of variance of the effects of intercropping ratio on some traits of canola

درصد روغن Oil percentage	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیستی Biological yield	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
1.75	313919.2*	2208902.5**	1	سال Year (Y)
0.37	35720.1	82865.7	6	تکرار در سال Rep/year
24.62**	9076604.5**	62236410.8**	3	نسبت کشت مخلوط (B) Mixcrop ratio (B)
0.08	275.8	1250.9	3	Y × B Y × B
4.04	71480.5	771002.3	18	خطا Error
5.37	11.2	14.38		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

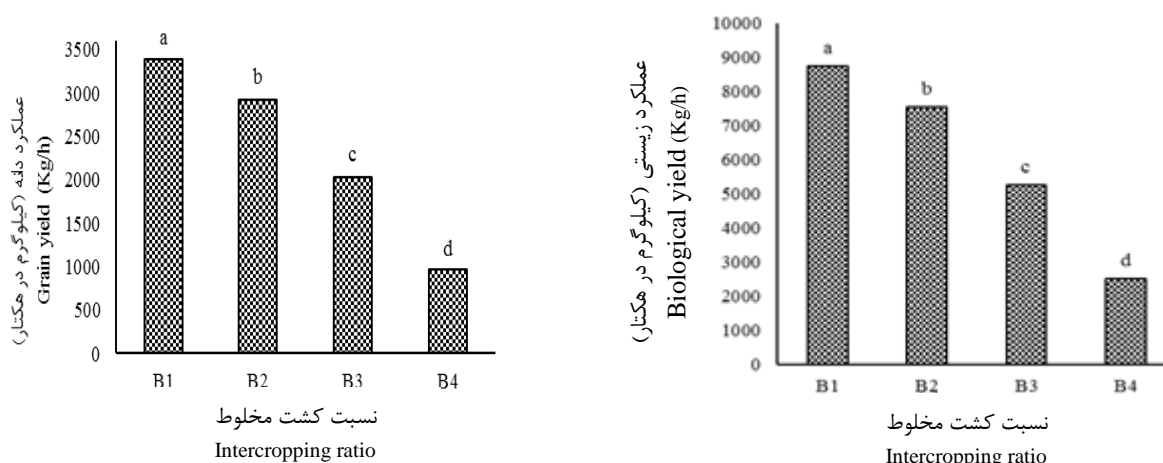
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: Significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively



شکل ۱: مقایسه میانگین‌های عملکرد زیستی و عملکرد دانه کلزا در سال اول و دوم

Fig. 1: Mean comparison of biological and grain yields of canola in first and second year



شکل ۲: مقایسه میانگین‌های اثر نسبت کشت مخلوط روی عملکرد زیستی و عملکرد دانه کلزا. حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است. B1, B2, B3 و B4: به ترتیب کشت خالص کلزا، ۷۵٪ کلزا + ۲۵٪ نخود، ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود

Fig. 2: Mean comparison of the effect of intercropping ratio biological and grain yields of canola. Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$, B1, B2, B3 and B4: Chickpea, 75% Chickpea /25% Canola, 50% Chickpea /50% Canola and 25% Chickpea /75% Canola, respectively

درصد روغن کلزا

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که نسبت کشت مخلوط روی درصد روغن گیاه کلزا معنی‌دار بود (جدول ۲). تیمارهای کشت مخلوط ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود و کشت خالص کلزا به ترتیب با ۴۰/۵۳ و ۳۶/۵۵ درصد بیش‌ترین و کم‌ترین درصد روغن را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). شاید بتوان یکی از دلایل افزایش روغن دانه کلزا در این تیمار را افزایش جذب مواد غذایی دانست زیرا نسبت تراکم کلزا در این تیمار در پایین‌ترین میزان خود است و نخود نیز رقابت‌کننده ضعیفی نسبت به کلزا است. محققان گزارش نمودند که در کشت مخلوط درصد روغن دانه افزوده می‌شود که علت آن کاهش رقابت درون‌گونه‌ای کلزا و افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی مانند نور و حرارت داخل کانوپی در سیستم کشت مخلوط است (پوگیو، ۲۰۰۵). نتایج تحقیقی نشان داد که در مقابل در تراکم‌های بالا به دلیل کاهش سهم بوته‌ها جهت بهره‌گیری از کود و عناصر غذایی، باعث شده که مواد غذایی کمتری به دانه رسیده و سبب کاهش تولید مواد تولیدی گردد (گائو^۱ و همکاران، ۲۰۱۰).

عملکرد بیولوژیک نخود

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، تاریخ کاشت و نسبت کشت مخلوط روی عملکرد بیولوژیک نخود معنی‌دار شد (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک نخود در سال دوم (۲۵۶۰/۱۸ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول (۲۳۵۴/۲۲ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک نخود به‌ترتیب در تیمار کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کاشت کلزا و تیمار کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا به میزان ۲۶۱۴/۱۹ و ۲۳۱۶/۱۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. عملکرد بیولوژیک تیمار کاشت نخود ۴۰ روز بعد از کاشت کلزا نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا و کاشت نخود ۲۰ روز بعد از کاشت کلزا به‌دست آمد (شکل ۵). به نظر می‌رسد یکی از دلایل مهم کاهش عملکرد بیولوژیک در گیاه نخود سبز شدن این گیاه در تاریخ‌های کشت اول بود ولی در تاریخ‌های بعدی این گیاه زمستان‌گذرانی خود را به‌صورت کشت انتظاری انجام داد و کمتر متحمل سرما شد. در واقع اثر سرما در تاریخ‌های کاشت اول و دوم باعث کاهش عملکرد بیولوژیک نخود گردید. در این رابطه صداقت‌خواهی و همکاران، (۱۳۹۰) یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کشت انتظاری حالت خفته بذور در طول فصل سرما و در امان ماندن از آسیب‌های احتمالی دانستند. تیمارهای

1. Gao

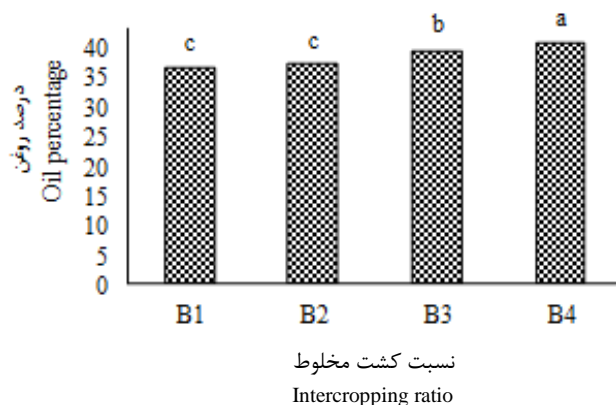
کشت خالص نخود و کشت مخلوط ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا به‌ترتیب با ۳۵۷۴/۳۶ و ۱۰۲۸/۱۱ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. عملکرد بیولوژیک تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط ۵۰٪ نخود + ۵۰٪ کلزا و ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا به‌دست آمد (شکل ۶).

عملکرد دانه نخود

اثر سال، تاریخ کاشت و نسبت کشت مخلوط و اثر متقابل تاریخ کاشت × نسبت کشت مخلوط روی عملکرد دانه نخود معنی‌دار شد (جدول ۳). عملکرد دانه نخود در سال دوم (۱۱۱۳/۶۴ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول (۹۶۷/۵۳ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه نخود به‌ترتیب در تیمار کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کاشت کلزا و کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا به میزان ۱۱۷۱/۱۳ و ۸۶۵/۹۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. عملکرد دانه تیمار کاشت نخود ۴۰ روز بعد از کاشت کلزا نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا و تیمار کاشت نخود ۲۰ روز بعد از کاشت کلزا بود (شکل ۵). تیمار کشت خالص نخود و تیمار ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا به‌ترتیب با ۱۴۸۱/۹۸ و ۴۰۶/۱۱ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه تیمار ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار کشت مخلوط ۵۰٪ نخود + ۵۰٪ کلزا و تیمار ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا به‌دست آمد (شکل ۶).

تاریخ‌های کشت، کاشت نخود ۴۰ روز بعد از کاشت کلزا و کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کاشت کلزا در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط از عملکرد دانه بیشتری نسبت به تاریخ‌های کشت، کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا و کاشت نخود ۲۰ روز بعد از کاشت کلزا برخوردار بودند. کشت خالص نخود نیز در تمامی تاریخ کشت از عملکرد دانه بیشتری نسبت به کشت مخلوط برخوردار بود (شکل ۵). نتایج داده‌ها نشان داد که تعداد شاخه‌های فرعی کمتر، تعداد غلاف در بوته کمتر و تعداد غلاف در مترمربع کمتر باعث کم شدن عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت اول و دوم نخود شده است. کاهش و ریزش اندام‌های زایشی در اثر سرما در تاریخ‌های کاشت اول و دوم باعث کاهش اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه نخود گردید. در عملکرد دانه نیز احتمالاً شرایط کشت انتظاری در تاریخ‌های کاشت تأخیری ایجاد شده که مطابق یافته‌های صداقت‌خواهی و همکاران (۱۳۹۰) گیاهان بذور را به‌صورت جوانه نژده در زیر خاک تا آغاز شرایط مناسب جوانه‌زنی

می‌گذرانند و به این ترتیب کمتر متحمل سرمازدگی و نابودی خواهند شد.



شکل ۳: اثر نسبت کشت مخلوط بر درصد روغن کلزا. حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است. B2، B1، B3 و B4: به ترتیب کشت خالص کلزا، ۷۵٪ کلزا + ۲۵٪ نخود، ۵۰٪ کلزا + ۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کلزا + ۷۵٪ نخود

Fig. 3: effect of Mean of intercropping ratio on oil percentage in canola. Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$. B₁, B₂, B₃ and B₄: Chickpea, 75% Chickpea /25% Canola, 50% Chickpea /50% Canola and 25% Chickpea /75% Canola

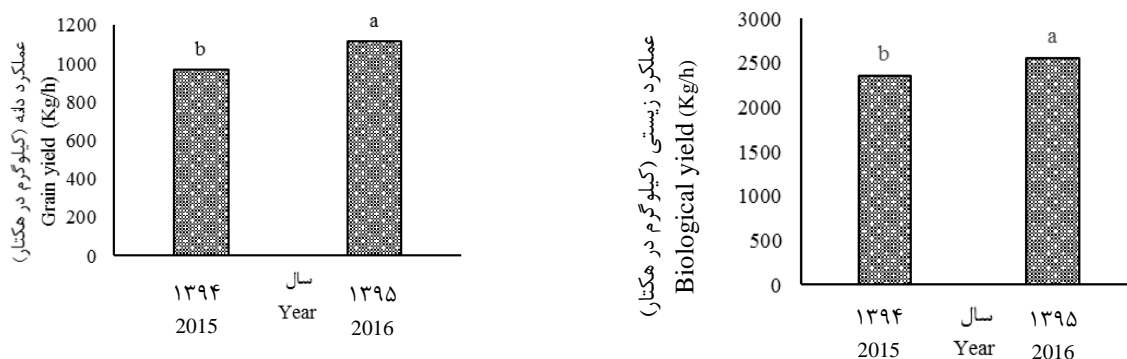
جدول ۳: تجزیه واریانس اثر تیمارهای تاریخ کاشت و نسبت کشت مخلوط بر برخی ویژگی‌های کمی نخود

Table 3: Analysis of variance of the effects of sowing date and intercropping ratio on some quantitative traits of chickpea

درصد پروتئین Protein percentage	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیستی Biological yield	درجه آزادی df	S.O.V.	منابع تغییر منابع تغییر
8.353	683154.84**	1355592.6**	1	Year (Y)	سال (Y)
5.061	1924.67	82677.06	6	Rep/year	تکرار در سال
23.242**	549424.91**	537902.5**	3	Sowing date (A)	تاریخ کاشت (A)
0.149	42.70	77.06	3	Y × A	Y × A
4.146	950.17	65406.03	18	Error 1	خطای ۱
145.04**	7405331.6**	40299561.5**	3	Mixcrop ratio (B)	نسبت کشت مخلوط (B)
0.080	23339.87	71277.9	3	Y × B	Y × B
0.613	34962.58*	28054.7	9	A × B	A × B
0.225	285.79	43.4	9	Y × A × B	Y × A × B
2.365	13653.50	539875.7	72	Error 2	خطای ۲
6.71	11.22	29.39	-	CV (%)	ضریب تغییرات (درصد)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

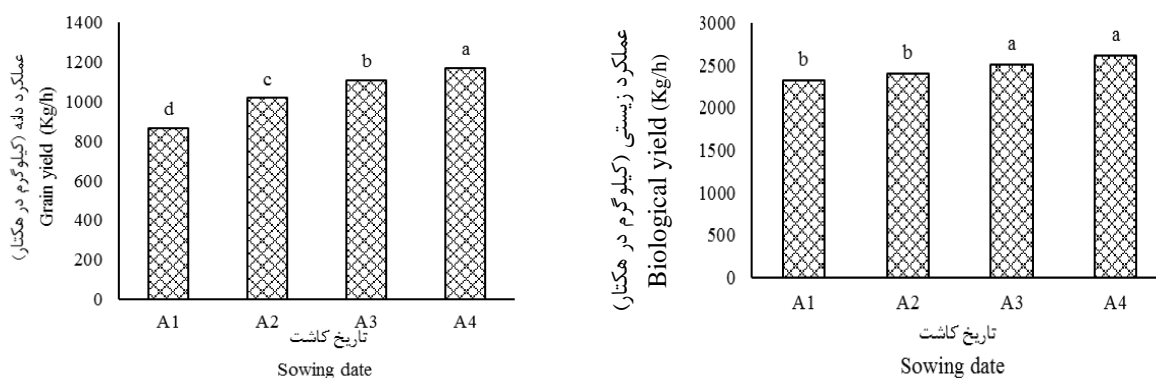
* and **: Significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively



شکل ۴: مقایسه میانگین‌های عملکرد زیستی و عملکرد دانه نخود در سال اول و دوم

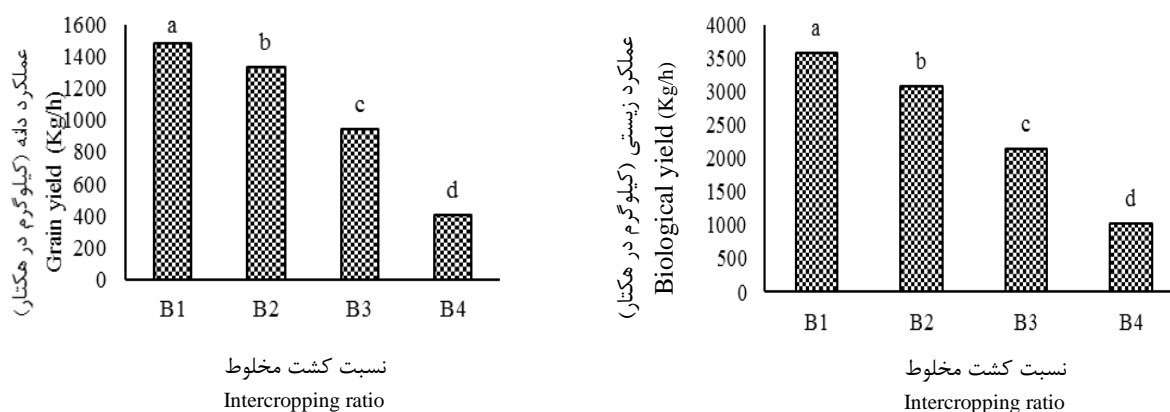
Fig. 4: Mean comparison of biological and grain yields of chickpea in first and second year

ترکمان و همکاران: اثر تاریخ و الگوهای کشت بر برخی صفات کمی، ...



شکل ۵: اثر تاریخ کاشت بر عملکرد زیستی و عملکرد دانه نخود. حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است. A1، A2، A3 و A4: به ترتیب کاشت نخود هم‌زمان با کلزا، کاشت نخود ۲۰ روز بعد، کاشت نخود ۴۰ روز و کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کلزا

Fig. 5: Effect of sowing date on biological and grain yield of chickpea. Different letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$). A1, A2, A3 and A4: planting Chickpea simultaneously with Canola, planting Chickpea 20 days, 40 days and 60 days after Canola, respectively



شکل ۶: مقایسه میانگین‌های اثر نسبت کشت مخلوط بر عملکرد زیستی و عملکرد دانه نخود. حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است. B1، B2، B3 و B4: به ترتیب کشت خالص نخود، ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا، ۵۰٪ نخود + ۵۰٪ کلزا و ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا

Fig. 6: Mean comparison of the effect of intercropping ratio on biological and grain yield of chickpea. Different letters indicate significant difference ($p \leq 0.05$). B1, B2, B3 and B4: Chickpea, 75% Chickpea /25% Canola, 50% Chickpea /50% Canola and 25% Chickpea /75% Canola, respectively

جدول ۴: مقایسه میانگین عملکرد دانه نخود تحت اثر متقابل تاریخ کاشت و کشت مخلوط

Table 4: Mean comparison of grain yield of chickpea affected by planting date × intercropping ratio

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/h)	تیمار کشت مخلوط Intercropping treatment	تاریخ کاشت Sowing date
1253.90d	Pure Chickpea	نخود خالص
1107.77e	75% Chickpea+25% Canola	A1 نخود ۷۵٪ کلزا ۲۵٪
772.90h	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ کلزا ۵۰٪
332.02i	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ کلزا ۷۵٪
1460.74bc	Pure Chickpea	نخود خالص
1308.07d	75% Chickpea+25% Canola	A2 نخود ۷۵٪ کلزا ۲۵٪
904.75g	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ کلزا ۵۰٪
397.18i	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ کلزا ۷۵٪
1567.84ab	Pure Chickpea	نخود خالص
1417.52cd	75% Chickpea+25% Canola	A3 نخود ۷۵٪ کلزا ۲۵٪
1007.86fg	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ کلزا ۵۰٪
431.27i	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ کلزا ۷۵٪
1652.91a	Pure Chickpea	نخود خالص
1492.42c	75% Chickpea+25% Canola	A4 نخود ۷۵٪ کلزا ۲۵٪
1077.62ef	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ کلزا ۵۰٪
463.98i	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ کلزا ۷۵٪

حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است. A1، A2، A3 و A4: به ترتیب کاشت نخود هم‌زمان با کلزا، کاشت

نخود ۲۰ روز بعد، کاشت نخود ۴۰ روز و کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کلزا

Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$. A1, A2, A3 and A4: planting Chickpea simultaneously with Canola, planting Chickpea 20 days, 40 days and 60 days after Canola, respectively

درصد پروتئین نخود

درصد پروتئین نخود تحت تأثیر اثر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۳) به طوری که بیشترین و کمترین درصد پروتئین گیاه نخود به ترتیب در تیمار کاشت نخود ۴۰ روز بعد از کاشت کلزا و تیمار کاشت نخود هم‌زمان با کاشت کلزا به میزان ۲۳/۴۷ و ۲۱/۶۶ درصد مشاهده شد. بین تیمار کاشت نخود ۲۰ روز بعد از کاشت کلزا، تیمار کاشت نخود ۴۰ روز بعد از کاشت کلزا و تیمار کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کاشت کلزا اختلاف معنی داری از این لحاظ مشاهده نگردید (شکل ۷). یکی از عوامل کاهش عملکرد نخود در کشت هم‌زمان با کلزا، ممکن است خسارت سرما بر روی بر روی گیاهچه‌ها باشد درحالی که در کشت‌های دیر (کرپه) ممکن است بذر جوانه نزنند و به حالت کشت انتظاری باقی بماند. در این رابطه زعفرانیه (۱۳۹۴) گزارش نمود که احتمالاً جذب مواد به علت از بین رفتن شاخ و برگ و گیاه زراعی در طول زمستان بهتر و مؤثرتر بوده زیرا در کشت‌های اول فصل احتمال برخورد گیاهان به تنش سرما زیاد است ولی در کشت نخود اگر حالت انتظاری پیش بیاید می‌توان به کاهش خسارات سرما امیدوار بود

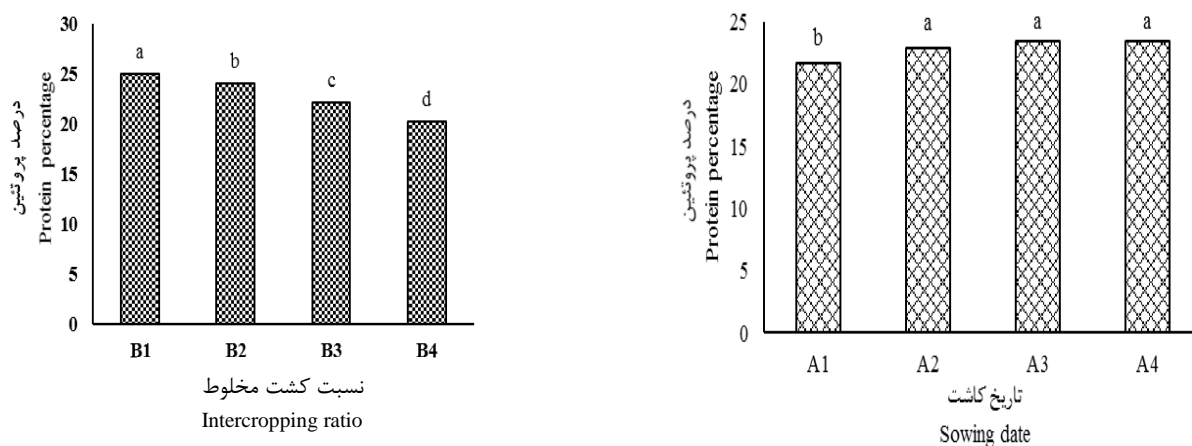
تیمار کشت خالص نخود و تیمار ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا و به ترتیب با ۲۵/۰۱ و ۲۰/۲۴ درصد بیشترین و کمترین درصد

پروتئین را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). برخی از محققان نشان داده‌اند که در اثر کاهش اندازه و وزن دانه غلظت پروتئین در واحد وزن افزایش می‌یابد. در تحقیق حاضر نیز در کشت خالص نخود وزن دانه نسبت به سایر تیمارها پایین‌تر بود.

نسبت برابری زمین^۱

محاسبه نسبت برابری زمین در دو سال نشان داد که تمام نسبت‌های کشت مخلوط در همه تاریخ‌های کاشت نسبت به کشت خالص دارای برتری بودند، به طوری که نسبت کاشت ۵۰٪ نخود + ۵۰٪ کلزا با میانگین نسبت برابری زمین ۱/۲۳۱، بیشترین برتری را در مقایسه با کشت خالص داشت (جدول ۵). نسبت کاشت ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا نیز با میانگین نسبت برابری زمین ۱/۱۸۱، رتبه بعدی را به خود اختصاص داد. کمترین نسبت برابری متعلق به نسبت کاشت ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا با میانگین ۱/۱۳۵ بود (جدول ۵).

1. Land Equivalent Ratio (LER)



شکل ۷: اثر تاریخ و نسبت کشت مخلوط بر درصد پروتئین نخود. حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است. A1، A2، A3 و A4: به ترتیب کاشت نخود هم‌زمان با کلزا، کاشت نخود ۲۰ روز بعد، کاشت نخود ۴۰ روز و کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کلزا. B1، B2، B3 و B4: به ترتیب کشت خالص نخود، ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا، ۵۰٪ نخود + ۵۰٪ کلزا و ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا.

Fig. 7: Effect of sowing date and intercropping ratio on protein percentage in chickpea. Different letters indicate significant difference at $p \leq 0.05$. A1, A2, A3 and A4: planting Chickpea simultaneously with Canola, planting Chickpea 20 days, 40 days and 60 days after Canola, respectively. B1, B2, B3 and B4: Chickpea 75% Chickpea /25% Canola, 50% Chickpea /50% Canola and 25% Chickpea /75% Canola, respectively

جدول ۵: میانگین نسبت برابری زمین (LER) در کشت مخلوط نخود و کلزا در ۴ تاریخ کاشت به تفکیک سال و میانگین دو سال
Table 5: Mean LER, chickpea intercropping with canola in 4 planting date for two individual years and over 2 years

میانگین Mean	سال ۱۳۹۵ Year 2016	سال ۱۳۹۴ Year 2015	تیمار کشت مخلوط Intercropping treatment	تاریخ کاشت Sowing date	
1.17	1.17	1.17	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪	
1.215	1.22	1.21	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪	A1
1.125	1.12	1.13	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪	
1.18	1.18	1.18	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪	
1.22	1.22	1.22	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪	A2
1.13	1.13	1.13	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪	
1.185	1.19	1.18	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪	
1.24	1.24	1.24	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪	A3
1.14	1.14	1.14	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪	
1.19	1.19	1.19	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪	
1.25	1.25	1.25	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪	A4
1.145	1.15	1.14	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪	
1.181	1.182	1.18	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪	
1.231	1.232	1.23	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪	میانگین Mean
1.135	1.135	1.135	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪	

A1، A2، A3 و A4: به ترتیب کاشت نخود هم‌زمان با کلزا، کاشت نخود ۲۰ روز بعد، کاشت نخود ۴۰ روز و کاشت نخود ۶۰ روز بعد از کلزا
A1, A2, A3 and A4: planting Chickpea simultaneously with Canola, planting Chickpea 20 days, 40 days and 60 days after Canola, respectively

جدول ۶: میانگین شاخص ضریب نسبی تراکم (RCCI) در کشت مخلوط نخود و کلزا در ۴ تاریخ کاشت به تفکیک سال و میانگین دو سال

Table 6: Mean of RCCI, chickpea intercropping with canola in 4 planting date for two individual years and over 2 years

میانگین Mean	سال ۱۳۹۵ Year 2016	سال ۱۳۹۴ Year 2015	تیمار کشت مخلوط Intercropping treatment	تاریخ کاشت Sowing date
3.19	3.25	3.14	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪
1.01	1.01	1.01	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪
0.29	0.29	0.30	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪
3.17	3.21	3.17	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪
1.01	1.01	1.01	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪
0.30	0.31	0.30	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪
3.16	3.10	3.21	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪
1.05	1.06	1.04	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪
0.31	0.31	0.31	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪
3.15	3.21	3.10	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪
1.07	1.06	1.08	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪
0.32	0.32	0.31	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪
3.17	3.19	3.15	75% Chickpea+25% Canola	نخود ۷۵٪ + کلزا ۲۵٪
1.03	1.03	1.03	50% Chickpea+50% Canola	نخود ۵۰٪ + کلزا ۵۰٪
0.31	0.31	0.31	25% Chickpea+75% Canola	نخود ۲۵٪ + کلزا ۷۵٪

A1، A2، A3 و A4: به ترتیب کاشت نخود هم‌زمان با کلزا، کاشت نخود ۲۰ روز بعد، ۴۰ روز و ۶۰ روز بعد از کلزا
A1, A2, A3 and A4: planting Chickpea simultaneously with Canola, planting Chickpea 20 days, 40 days and 60 days after Canola, respectively

به‌عنوان عامل مؤثر دیگر، در بهبود عملکرد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نخود-کلزا به‌شمار آید.

شاخص ضریب نسبی تراکم^۳

این شاخص نشان‌دهنده غالبیت نسبی یک‌گونه در مخلوط است (قوش^۴، ۲۰۰۴). بر اساس این شاخص، اعداد بالاتر از یک دلالت بر سود بری اجزای مخلوط از شرایط اختلاط و کشت توأم دارند. شاخص ضریب نسبی تراکم در نسبت‌های کشت مخلوط و تاریخ‌های مختلف کاشت نخود حاکی از این واقعیت بود که گیاه نخود در نسبت کاشت ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا در هر دو سال دارای کم‌ترین ضریب نسبی تراکم در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت مخلوط بود (با میانگین ۰/۳۱) و این نشان می‌دهد که عامل رقابت در مورد گیاه نخود در نسبت کاشت مذکور با شدت بیشتری اعمال شده است (جدول ۶). بنابر نتایج به‌دست‌آمده زراعت مخلوط در نسبت کاشت ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا به دلیل در اختیار داشتن کم‌ترین ضریب نسبی تراکم سودمند خواهد بود. در مقابل از آنجاکه شاخص ضریب نسبی تراکم در نسبت‌های کاشت ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا و ۵۰٪ نخود + ۵۰٪ کلزا در هر دو سال بیشتر از واحد

با افزایش نسبت کلزا به نخود در سایر نسبت‌های کاشت، به علت اختلاف ارتفاع میان دو گیاه، رقابت نخود با کلزا تشدید شده و این موضوع سبب کاهش عملکرد نخود نسبت به کلزا شد. نتایج تحقیقات سوئدجو و همکاران (۲۰۰۸) افزایش کارایی استفاده از تابش خورشید را در پوشش گیاهی نسبت کاشت ۵۰:۵۰ کلزا- نخودفرنگی، نسبت به کشت خالص آن‌ها نشان داد؛ بنابراین به نظر می‌رسد که نفوذ بهتر تابش در پوشش گیاهی نسبت کاشت ۵۰:۵۰ باعث افزایش نسبت برابری زمین جزئی نخود و کلزا شده است (جدول ۵). هنگامی که حبوبات همراه با گیاهان دیگر به‌صورت مخلوط کشت می‌شوند، نیتروژن تثبیت‌شده توسط این دسته از گیاهان در خاک می‌تواند به گیاه همراه در کشت مخلوط منتقل و در نتیجه منجر به افزایش محصول آن گردد (بنیک^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). در این رابطه کوشوها و دی^۲ (۱۹۸۷) گزارش کردند که نسبت کاشت ۳۳:۶۶ (نخود- خردل) دارای بیش‌ترین تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن و کم‌ترین میزان نیتروژن موجود در خاک در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت بود. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن می‌تواند

3. Relative Crowding Coefficient Index (RCCI)
4. Ghosh

1. Banik
2. Kushwaha and De

ترکمان و همکاران: اثر تاریخ و الگوهای کشت بر برخی صفات کمی، ... است، زراعت مخلوط در نسبت‌های کاشت مذکور سودمند است (جدول ۶). آجینه‌ها^۱ و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تحقیق خود که بر روی کشت مخلوط جو و باقلا انجام دادند، با استفاده از شاخص ضریب ازدحام نسبی سودمندی کشت مخلوط این دو گونه را نسبت به تک‌کشتی گزارش کردند.

نتیجه‌گیری کلی

به نظر می‌رسد پایداری عملکرد اقتصادی از اهداف مهم فعالیت‌های پژوهشی و هم‌چنین سیستم‌های توسعه‌یافته است. برای رسیدن به این هدف، کشت مخلوط نقش اساسی را بازی می‌کند و گیاهانی نظیر کلزا و نخود از این نظر مستثنی

منابع

- احمدی ک.، قلیزاده ح.، عبادزاده ح.، حسین پور ر.، عبدشاه، ه.، کاظمیان آ. و رفیعی م. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۴-۹۵. جلد اول محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات
- زعفرانیه، م. ۱۳۹۴. ارزیابی فنولوژیک و مورفولوژیک و عملکرد ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه تحت شرایط آبیاری تکمیلی و کشت انتظاری در مشهد. به‌زراعی کشاورزی، ۱۷ (۱): ۲۷۱-۲۸۲
- صداقت خواهی، ح.، پارسا، م.، نظامی، ا. و باقری، ع. ر. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کشت انتظاری در مشهد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۹ (۳): ۳۲۲-۳۳۰
- مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
- Agegnehu, G. Ghizaw, A. and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal Agronomy*, 25: 202-207.
- Banik, B., Midya, A., Sarkar, B. K. and Ghose, S. S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal Agronomy*, 24: 325-332.
- Benjamin, J. G. and Nielsen, D. C. 2006. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Research*, 97: 248-253.
- Gao, Y., Duan, A., Qiu, X., Liu, Z., Suna, J., Zhang, J. and Wang, H. 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. *Agricultural Water Management*, 98: 199-212.
- Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H. and Kir, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *Biotechnology*, 22: 4100-4104.
- 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.
- Kushwaha, B. L. and De, R. 1987. Studies of resource use and yield of mustard and chickpea grown in intercropping systems. *The Journal of Agricultural Science*, 108: 487-495.
- Magomya, A. M., Kubmarawa, D., Ndahi, J. A. and Yebpella, G. G. 2014. Determination of plant proteins via the Kjeldahl method and amino acid analysis: a comparative study. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 3 (4): 68-72.
- Mahfouz, H. and Migawer, E. A. 2014. Effect of intercropping, weed control treatment and their interaction on yield and its attributes of chickpea and canola. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 19 (4): 84-101.
- Naghavi, M. R. and Jahansouz, M. R. 2005. Variation in the agronomical and morphological traits of Iranian chickpea accessions. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47: 375-379.
- Poggio, B. S. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109: 48-58.
- Pritchard, F. M., Eagles, H. A., Norton, R. M., Salisbury P. A. and Nicolas M. 2000. Environmental effects on seed composition of Victorian canola, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40: 679-685.

- Ratkhe, G.W., Bhrens, T., and Diepenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 117: 80-108.
- Ren, Y., Liuc, J., Wangd, Z. and Zhanga, S. 2016. Planting density and sowing proportions of maize-soybean intercrops affected competitive interactions and water-use efficiencies on the Loess Plateau, China. *European Journal of Agronomy*, 72: 70-79.
- Soetedjo, P., Martin, L. D. and Janes, A. J. V. 2008. Canopy architecture, light utilization and productivity of intercrops of field pea and canola. 9th Australian Agronomy Conference. 20-23 July. Charles Sturt University, Australia.
- Soltani, A., Khoorie, F. R., Ghassemi -Golezani, K. and Moghaddam, M. 2001. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agricultural Water Management*, 49: 225-237.
- Soltani, A., Robertson, M. J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M. and Sarparast, R. 2006. Modelling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138: 156-167.
- Soon, Y.K., Harker, K.N., and Clayton, G.W. 2004. Plant competition effects on the nitrogen economy of field pea and the subsequent crop. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 552-557.

Effect of Planting Dates and Patterns on some Quantity and Quality Properties and Advantageous Indices of Canola (*Brassica napus* L.) - Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Intercropping

Torkaman¹, M., Mirshekari^{2*}, B., Farahvash³, F., Yarnia⁴, M. and Jafari⁵, A. A.

Abstract

In order to evaluate planting date and planting pattern on yield and quality properties of canola (*Brassica napus* L.)-chickpea (*Cicer arietinum* L.) intercropping, a split plot experiment was conducted based on a randomized complete block design with four replications during 2014-15 in Hamedan, Iran. Canola was sown only in the first date (21 Sept). Then, chickpea was sown in four sowing dates as main factor with 20 days interval including: simultaneous with canola in 21 Sept and then 10 Oct, 30 Oct and 20 Nov. The sub-factor was different planting pattern by replacement method including: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 chickpea-canola, respectively. Results showed significant effects of treatments on most of the traits. Among chickpea sowing dates, the first and the last date had the lowest and highest biological and grain yield, respectively. In the late sowing date of chickpea (20 Nov) the climate condition was much colder and therefore the damage of freezing on dormant seeds was lower than that of growing seedling of the earlier sowing date. In comparison of planting pattern, the highest biological and grain yield was achieved at sole cropping for both crops. In contrast, the higher values of relative crowding coefficient index and land equivalent ratio (LER) were obtained in intercropping system than to the sole cropping. So, for all of the intercropping treatments, LER were always higher than unit. It was concluded that 50:50 intercropping treatment had comparative advantage compared to the others treatments and could increase land use efficiency.

Keywords: Seed Yield, Protein, Oil, Land equivalent ratio

1, 2, 3 and 4. PhD Student, Associate Professors and Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran
5. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

*: Corresponding author E-mail: Mirshekari@iaut.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's PhD thesis under the guidance of Bahram Mirshekari.