Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۱ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۴۴۵-۴۳۵

بررسی عملکرد و پروتئین دانه ارقام نخودفرنگی، عملکرد کل و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط با اسفناج

علی نخ‌زری مقدم[۱*]، مجتبی صالحی شیخی[۲]، علی راحمی کاریزکی[۱]، مجید محمداسمعیلی[۳]
۱. استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
۳. دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر رقم و الگوی کاشت بر عملکرد و پروتئین دانه نخودفرنگی، وزن کل دو گیاه و نسبت برابری زمین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل (دو عاملی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبدکاووس در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. عامل اول رقم نخودفرنگی (شامل ارقام پفکی و شمشیری) و عامل دوم الگوی کاشت (در ۹ سطح شامل کشت خالص هر یک، کشت مخلوط جایگزینی نخودفرنگی و اسفناج به‌ترتیب با نسبت‌های ۲:۱، ۱:۱ و ۱:۲ و کشت مخلوط افزایشی ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد اسفناج به نخودفرنگی) بود. تأثیر رقم و الگوی کاشت بر اکثر صفات معنی‌دار شد. طول بوته، وزن ۱۰۰ دانه، وزن غلاف، عملکرد غلاف در بوته، وزن تر بوته نخودفرنگی و وزن کل در رقم پفکی بیش از رقم شمشیری بود، اما تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت آن کم‌تر بود. تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، عملکرد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و وزن تر بوته در تیمارهای کشت خالص نخودفرنگی و کشت مخلوط جایگزین بیش از تیمارهای کشت مخلوط افزایشی بود. افزایش درصد اسفناج در تیمارهای افزایشی باعث کاهش صفات نخود فرنگی شد، اما عملکرد کل افزایش یافت. براساس نتایج، عملکرد رقم پفکی ۱۱/۸۱ درصد بیش از رقم شمشیری بود و بیش‌ترین وزن کل دو گیاه با ۳۰/۱ تن در هکتار از تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد اسفناج به‌دست آمد. در کلیه تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیش از یک بود که حاکی از برتری کشت مخلوط بود.

کلیدواژه‌ها: الگوی کاشت، شاخص برداشت، غلاف، کشت مخلوط افزایشی، کشت مخلوط جایگزینی.

Investigating the Yield and Seed Protein of Pea Cultivars, Total Yield, and LER, Intercropped with Spinach

Ali Nakhzari Moghaddam[1*], Mojtaba Salehi SHeikhi[2], Ali Rahemi Karizaki[1], Majid Mohammad Esmaili[3]
1. Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
2. M.Sc. Student, Department of Plant Production, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
3. Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
Received: March 20, 2019 Accepted: June 22, 2019

Abstract

In order to investigate the effect of pea cultivars and planting pattern on yield and seed protein of pea, total yield, and LER, a factorial experiment (two factors) has been conducted in a randomized complete block design with three replications in research farm of Gonbad Kavous University during 2016-2017. The experiment has used two cultivars of pea (Poffaki (Aspersion) and Shamshiri (Swordfish)) as well as a native variety of spinach, with nine planting patterns, including sole pea and spinach, replacement series of 33%, 50%, and 67% spinach instead of pea, and additive series of 33%, 50%, 67%, and 100% spinach to pea. The effect of pea cultivar and planting pattern have been significant on most traits. Plant length, 100-seed weight, pod weight, pod yield per plant, fresh weight of pea plant, and pod yield in Poffaki surpass those of Shamshiri; though, number of pod per plant and harvest index in Shamshiri are higher than Poffaki. Number of pod per plant, pod weight, pod yield per plant, 100-seed weight, harvest index, and fresh weight of pea in sole pea and replacement series also surpass those of additive series. Addition of spinach in additive series reduces pea traits, while increasing total yield. According to the results, yield of Poffaki cultivar has been 11.81% higher than Shamshiri and the highest total yield (30.1 ton/ha) has been obtained from additive series of 100% pea + 100% spinach. Land equivalent ratio (LER) has been over 1 in all intercropping treatments, indicating the superiority of intercropping.
Keywords: Additive intercropping, harvest index, planting pattern, pod, replacement intercropping.

* نویسنده مسئول
Email: nakhzari@gonbad.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی و بهبود استفاده از زمین می‌شود (Yang *et al.*, 2018). امروزه روند رو به افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط‌زیست در اثر کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی و روش‌های رایج تولید مواد غذایی در جهان موجب توجه و ترغیب محققان به بخش کشاورزی پایدار گردیده است. از اهداف عمده کشاورزی پایدار، کنترل فرسایش خاک، تثبیت عملکرد در شرایط نامطلوب و افزایش عملکرد در شرایط مطلوب محیطی و درنهایت ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم‌های زراعی می‌باشد (Yang *et al.*, 2014). کشت مخلوط عموماً به دو صورت افزایشی و جایگزینی انجام می‌شود. در روش افزایشی، تعدادی گیاه به زراعت اصلی اضافه می‌شود و در روش جایگزینی نسبت معینی از گیاهان یک گونه حذف و معادل گیاهی آن از گونه دوم جایگزین می‌شود (Mazaheri, 1998).

Asgari *et al.* (2018) با بررسی ارقام نخودفرنگی گزارش کردند که وزن ۱۰۰ دانه رقم سرویس‌پلاست در فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بیش از سه رقم اوتریلو، گرین‌ارو و ZKI بود. در بررسی Al Hosseini *et al.* (2011) رقم پفکی وزن ۱۰۰۰ دانه بیش‌تری از رقم شمشیری داشت. بررسی دو رقم خارجی و محلی باقلا نشان داد که ارقام مورد آزمایش ازنظر تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. رقم هیستال باقلا دارای تعداد دانه در غلاف بیش‌تر و رقم سرازیری دارای تعداد غلاف در بوته بیش‌تری بود (Hasanvand *et al.*, 2015).

نتیجه بررسی کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی نشان داد که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از دو گیاه از بسیاری جهات برتر بود (Fallah *et al.*, 2014). بررسی کشت مخلوط نخودفرنگی و کاهو نشان داد که در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف در بوته کاهش، اما در تیمارهای کشت مخلوط جایگزین افزایش یافت. مطلوب‌بودن شرایط برای رشد نخودفرنگی با توجه به نوع رشد کاهو و کاهش تعداد ردیف نخودفرنگی و رقابت کم بین بوته‌ها عامل اصلی این افزایش ذکر شد (Raftari *et al.*, 2019). در بررسی Ghale Noyee *et al.* (2016) در کشت مخلوط لوبیا و کنجد، تیمارهای ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ دارای وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد کپسول یا غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف و شاخص برداشت بیش‌تر از سایر تیمارها بودند. حضور لوبیا اثرات مثبتی بر کنجد داشت که خاصیت تثبیت‌کنندگی نیتروژن توسط ریشه‌های لوبیا یکی از دلایل اصلی این امر ذکر شد. در کشت مخلوط نعناع‌فلفلی و باقلا بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه باقلا از نسبت ۲:۳ (باقلا–نعناع) به‌دست آمد (Amani Machiani *et al.*, 2017). در بررسی کشت مخلوط لوبیا و زنیان، بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف برای نسبت کشت مخلوط ۷۵ درصد زنیان + ۲۵ درصد لوبیا ثبت شد (Khorramdel *et al.*, 2016a).

ارتفاع بوته یولاف در کشت مخلوط با ماشک به‌دلیل دریافت نیتروژن تثبیتی و تحریک رشد رویشی بیش از کشت خالص بود (Amori *et al.*, 2017). با توجه به فقدان اطلاعات لازم در خصوص کشت مخلوط نخودفرنگی و اسفناج با وجود مناسب‌بودن شرایط برای کشت این دو گیاه در استان گلستان و به‌خصوص تأثیر کم اسفناج بر نخودفرنگی به‌دلیل برداشت زود آن، این بررسی با هدف تعیین تأثیر کشت مخلوط و خالص این دو گیاه بر عملکرد و برخی صفات نخودفرنگی، عملکرد کل و نسبت برابری زمین در شرایط آب‌وهوایی گنبدکاووس انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر رقم نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) و الگوی کشت مخلوط نخودفرنگی و اسفناج (*Spinacia oleracea*) بر صفات کمی و پروتئین دانه نخودفرنگی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبدکاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. قبل از کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش پنج نمونه خاک انتخاب و با هم مخلوط و سپس یک نمونه تهیه و خصوصیات آن در آزمایشگاه خاک‌شناسی اندازه‌گیری شد که نتیجه آن در جدول ۱ آورده شده است. بافت خاک از نوع سیلتی کلی لوم بود.

خصوصیات اقلیمی منطقه در ماه‌های اجرای تحقیق (آبان تا اردیبهشت‌ماه) سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ براساس اطلاعات آماری ایستگاه سینوپتیک هواشناسی گنبد در جدول ۲ آورده شده است.

در این آزمایش، رقم نخودفرنگی در دو سطح شامل شمشیری (مجارستانی، برای تهیه کنسرو در صنایع) و پفکی (آمریکایی، تازه‌خوری یا تهیه کنسرو) و الگوی کاشت در نه سطح شامل کشت خالص نخودفرنگی، کشت خالص اسفناج، کشت مخلوط جایگزین ۶۷ درصد نخودفرنگی و ۳۳ درصد اسفناج، کشت مخلوط جایگزین ۵۰ درصد نخودفرنگی و ۵۰ درصد اسفناج، کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۳۳ درصد اسفناج، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۵۰ درصد اسفناج، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۶۷ درصد اسفناج و کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد اسفناج بود. در این آزمایش از اسفناج تیغی (محلی) استفاده شد. برای تأمین نیتروژن از اوره ۴۶ درصد به‌میزان ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار استفاده شد. فواصل خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته در روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر (تراکم ۳۳/۳ بوته در مترمربع) بود. تعداد ردیف‌های کاشت در کشت خالص و کشت مخلوط جایگزین ۵۰: ۵۰، چهار خط بود (Raftari *et al.*, 2019).

جدول ۱. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق cm ۰- ۳۰)

مشخصه	واحد	مقدار
گوگرد	gr.kg	۴۷/۳
هدایت الکتریکی	$dS.m^{-1}$	۱/۱
اسیدیته گل اشباع	–	۷/۶
مواد خنثی شونده	٪	۱۰/۵
کربن آلی	٪	۱/۱۶
فسفر قابل جذب	gr.kg	۱۲/۳
پتاسیم قابل جذب	gr.kg	۴۱۴
نیتروژن	٪	۰/۰۸
رس	٪	۳۰
لای	٪	۶۲
شن	٪	۸

جدول ۲. ویژگی‌های اقلیمی گنبد در ماه‌های اجرای تحقیق (آبان‌ماه ۹۵ تا اردیبهشت‌ماه ۹۶)

خصوصیات اقلیمی	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میانگین دما (°C)	۱۴/۸	۸/۲	۸/۴	۶/۷	۷/۱۱	۱۴/۸	۲۱/۴
بارش (mm)	۵۸/۲	۳۷/۵	۹	۹۴/۶	۳۵/۶	۳۷/۲	۳۰/۴

www.SID.ir

Archive of SID

در کشت مخلوط جایگزین ۶۷ درصد نخودفرنگی و ۳۳ درصد اسفناج تعداد خطوط کاشت پنج و به‌صورت نخودفرنگی- اسفناج- نخودفرنگی- نخودفرنگی- اسفناج و در کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج تعداد خطوط کاشت ۵ و به‌صورت نخودفرنگی- اسفناج- اسفناج- نخودفرنگی- اسفناج بود. در تیمارهای افزایشی تعداد ردیف نخودفرنگی چهار ردیف با فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود و اسفناج در وسط ردیف‌های نخودفرنگی به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از نخودفرنگی (هشت خط به‌صورت نخودفرنگی- اسفناج-نخودفرنگی- اسفناج- نخودفرنگی- اسفناج- نخودفرنگی- اسفناج) و فاصله بوته روی ۳۰، ۲۰، ۱۵ و ۱۰ سانتی‌متر برای تیمارهای افزایشی ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد کشت شد. طول هر کرت سه متر و عمق کاشت بذر نخودفرنگی حدود سه سانتی‌متر و اسفناج حدود دو سانتی‌متر بود. در ۲۳ آبان‌ماه به‌طور همزمان دو گیاه نخودفرنگی و اسفناج کشت شدند. در طول اجرای آزمایش زمین چند مرتبه وجین و تنک شد. در اوایل فروردین‌ماه عملیات برداشت اسفناج در مرحله هفت الی هشت برگی انجام شد.

با توجه به تراکم متفاوت نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، در این آزمایش صفات یک بوته نخودفرنگی بررسی شد تا تأثیر رقم و الگوی کاشت واضح‌تر نشان داده شود (Raftari *et al.*, 2019). برای این منظور، از هر کرت نخودفرنگی تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی با حذف حاشیه‌ها برای تعیین تعداد غلاف در بوته، وزن یک غلاف، عملکرد غلاف در بوته، طول بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت، وزن تر بوته و درصد پروتئین دانه برداشت و متوسط بوته گزارش شد. برای تعیین درصد پروتئین از روش کجلدال (AOAC, 2003) استفاده شد. برای این منظور، ۲۰ گرم دانه خشک شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد از هر کرت پودر و با استفاده از دستگاه کجلدال درصد نیتروژن تعیین شد و سپس در ۵/۵۲ ضرب گردید تا درصد پروتئین به‌دست آید (Sosulski & Holt, 1980). در نهایت وزن کل دو گیاه در هکتار نیز محاسبه شد. برای این کار عملکرد در سطح به‌دست آمده (۱/۲ مترمربع) در ۸۳۳۳/۳ ضرب گردید. برای تعیین نسبت برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد:

$$LER = (Yab / Yaa) + (Yba / Ybb)$$

که در این رابطه LER= نسبت برابری زمین، Yab= عملکرد گیاه a در کشت مخلوط، Yaa= عملکرد گیاه a در کشت خالص، Yba= عملکرد گیاه b در کشت مخلوط و Ybb= عملکرد گیاه b در کشت خالص بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1 انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، وزن غلاف در بوته، طول بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت، وزن تر بوته و درصد پروتئین دانه سبز نخودفرنگی و وزن کل دو گیاه تحت تأثیر الگوی کاشت و رقم در جدول ۳ آورده شده است. تأثیر رقم بر تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، وزن غلاف در بوته، طول بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت، وزن تر بوته و وزن کل دو گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد. الگوی کاشت نیز بر تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، عملکرد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و وزن تر بوته نخودفرنگی و وزن کل دو گیاه تأثیرگذار بود. درصد پروتئین دانه سبز تحت تأثیر الگوی کاشت و رقم قرار نگرفت. اثر متقابل رقم× الگوی کاشت در مورد هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نشد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر رقم نخودفرنگی و الگوی کاشت بر تعداد غلاف در بوته، وزن یک غلاف، وزن غلاف در بوته، طول بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت، وزن تر بوته و درصد پروتئین دانه سبز نخودفرنگی و وزن کل دو گیاه

صفت / منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	وزن یک غلاف	وزن غلاف در بوته	طول بوته	وزن ۱۰۰ دانه	شاخص برداشت	وزن تر بوته	درصد پروتئین دانه سبز	وزن کل دو گیاه
تکرار	۲	۱/۷	۰/۱۶	۹/۹۶	۱/۴۵	۶/۵۱	۱/۵۶	۴۰/۳۹	۲/۵۱	۰/۹۵۴
رقم (C)	۱	۱۱۹/۸**	۸۱/۹۸**	۲۰۵۵**	۲۷۷/۸**	۲۹۱۸**	۱۰۱/۹**	۱۳۳۵۰**	۶/۵۳^{ns}	۱۱۲/۴**
الگوی کاشت (PP)	۷	۳۹/۹۸**	۱/۱۸**	۱۹۹۲**	۲۵/۶۷^{ns}	۹۰/۳۸**	۳۶/۰**	۵۷۰۰**	۱/۹۹^{ns}	۳۸/۹**
PP × C	۷	۲/۰۵^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۳۲/۵۹^{ns}	۲/۳۹^{ns}	۸/۴۵^{ns}	۰/۵۰^{ns}	۱۲۵^{ns}	۴/۸۷^{ns}	۶/۰۴^{ns}
خطای آزمایش	۳۰	۱/۶۵	۰/۱۰	۵۳/۵	۱۸/۵۷	۱۱/۲۴	۵/۸۳	۲۱۱/۱	۲/۹۶	۳/۷۱۲
ضریب تغییرات	–	۱۱/۱۱	۵/۸	۱۱/۴۷	۵/۳۵	۶/۱۸	۴/۸۹	۱۱/۵۹	۸/۸۱	۷/۴۳

ns و **: به‌ترتیب نبودن تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

درجه آزادی عملکرد کل برای الگوی کاشت ۸، رقم × الگوی کاشت ۸ و خطای آزمایش ۳۴ می‌باشد.

۳. ۱. تعداد غلاف در بوته نخودفرنگی

تعداد غلاف در بوته در رقم شمشیری ۳۱/۶۲ درصد بیش‌تر از رقم پفکی بود (جدول ۴). ارقام شمشیری نخودفرنگی که غلاف‌های کوچک‌تری دارند، اما از تعداد غلاف بیش‌تری برخوردار هستند. به‌همین دلیل در این آزمایش هم تعداد غلاف در بوته در رقم شمشیری بیش‌تر بود. درواقع، تفاوت ژنتیکی باعث اختلاف دو رقم ازنظر تعداد غلاف در بوته شد. در بررسی انجام‌شده در منطقه گرگان، تفاوت ارقام نخودفرنگی ازنظر تعداد غلاف در بوته گزارش شده است؛ به‌طوری‌که تعداد غلاف در بوته رقم سرویس پلاست بیش‌تر از سه رقم اوتریلو، گرین‌ارو و ZKI بود (Asgari *et al*., 2018).

فضای زیادی که در تیمارهای جایگزین در اختیار هر بوته بود باعث شد تعداد غلاف در بوته نخودفرنگی در این تیمارها بیش‌تر باشد. بر همین اساس، در تیمارهای ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج و هم‌چنین ۵۰ درصد نخودفرنگی و ۵۰ درصد اسفناج تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب ۱۵/۱۳ و ۱۴/۲۳ بود درحالی‌که در تیمارهای ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد اسفناج و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۶۷ درصد اسفناج به‌ترتیب ۸/۰۹ و ۸/۷۳ بود که حاکی از کاهش شدید تعداد غلاف در بوته در تیمارهای با تراکم بالا می‌باشد (جدول ۵). در این تیمارها، افزایش رقابت درون و برون‌گونه‌ای (رقابت بر سر جذب نور، فضا و مواد غذایی) بین بوته‌ها به‌خصوص در مراحل رشد رویشی و اوایل رشد زایشی که طرح اولیه اندام زایشی ریخته می‌شود اجازه رشد مطلوب به گیاه را نداد و تعداد گل‌های بارور در گیاه و در نتیجه تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. برداشت زود اسفناج (بیش از یک ماه قبل از برداشت نخودفرنگی) هم نتوانست خسارت وارده را جبران کند. بررسی جنبه‌های اکولوژیکی الگوهای مختلف کشت مخلوط جایگزین سویا و ارزن معمولی نشان داد که نسبت ۵۰:۵۰ ازنظر تعداد غلاف در بوته سویا از سایر تیمارهای کشت مخلوط بالاتر بود. کشت مخلوط ردیفی یک در میان به‌خاطر عدم حضور گیاهان هم نوع در ردیف‌های مجاور، کم‌ترین رقابت درون‌گونه‌ای را ایجاد کرد و به‌همین دلیل در این تیمار حداکثر تعداد غلاف در بوته سویا تولید شد (Ahmadvand & Hajinia, 2016).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. میانگین عملکرد غلاف و اجزای عملکرد غلاف، شاخص برداشت و وزن تر ارقام مورد بررسی نخودفرنگی و وزن کل دو گیاه

رقم	تعداد غلاف در بوته	وزن یک غلاف (gr)	عملکرد غلاف در بوته (gr)	طول بوته (cm)	وزن ۱۰۰ دانه (gr)	شاخص برداشت (٪)	وزن تر (gr)	وزن کل دو گیاه ($ton.ha^{-1}$)
پفکی	۹/۹۸b	۶/۸a	۶۷/۸۳a	۸۲/۸۸a	۶۲/۰۶ a	۴۷/۹۲b	۱۴۲/۱ a	۲۷/۳۷a
شمشیری	۱۳/۱۴a	۴/۱۸b	۵۴/۹۴b	۷۸/۰۷b	۴۶/۴۷b	۵۰/۸۳a	۱۰۸/۷b	۲۴/۴۸b
$LSD_{5\%}$	۰/۷۶	۰/۱۹	۴/۳۱	۲/۵۴	۱/۹۸	۱/۴۲	۸/۵۷	۱/۰۷

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۵. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، عملکرد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و وزن تر نخودفرنگی تحت تأثیر الگوی کاشت

منابع تغییر	تعداد غلاف در بوته	وزن یک غلاف (gr)	وزن غلاف در بوته (gr)	وزن ۱۰۰ دانه (gr)	شاخص برداشت (٪)	وزن تر بوته (gr)
P	۱۲/۲cd	۵/۷۷a	۶۸/۵۵c	۵۵/۰۷b-d	۵۰/۵۵a-c	۱۳۶/۱b
$P67_{S33}$	۱۳/۳۳bc	۵/۸۴a	۷۵/۸bc	۵۶/۷abc	۵۱/۱ab	۱۴۸/۹ab
$P50_{S50}$	۱۴/۲۳ab	۵/۹۱a	۸۰/۹۶ab	۵۸/۶ab	۵۱/۷۹ab	۱۵۶/۶a
$P33_{S67}$	۱۵/۱۳a	۵/۹۶a	۸۶/۳۲a	۵۹/۵۲a	۵۲/۳۴a	۱۶۵/۴a
$P100_{S33}$	۱۰/۸۷de	۵/۳۳b	۵۶/۱۱d	۵۳/۰۲c-e	۴۹/۰۴b-d	۱۱۵/۷c
$P100_{S50}$	۹/۹۲ef	۵/۲۷ b	۵۰/۳۱de	۵۲/۱۵def	۴۷/۷۷c-e	۱۰۵/۷cd
$P100_{S67}$	۸/۷۳fg	۵/۰۶bc	۴۲/۶۸ef	۵۰/۵ef	۴۶/۶۵de	۹۲/۲۵de
$P100_{S100}$	۸/۰۹g	۴/۷۷c	۳۷/۶f	۴۸/۵۸f	۴۵/۷۸e	۸۲/۶e
LSD (5%)	۱/۵۱	۰/۳۸	۸/۶۲	۳/۹۵	۲/۸۵	۱۷/۱۳

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

P: کشت خالص نخودفرنگی $P_{67}S_{33}$، $P_{50}S_{50}$ و $P_{33}S_{67}$: به‌ترتیب کشت مخلوط جایگزین ۳۳، ۵۰ و ۶۷ درصد اسفناج به‌جای نخودفرنگی

$P_{100}S_{33}$، $P_{100}S_{50}$، $P_{100}S_{67}$ و $P_{100}S_{100}$: به‌ترتیب کشت مخلوط افزایش ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد اسفناج به نخودفرنگی.

۳. ۲. وزن غلاف نخودفرنگی

با توجه به جدول ۴، وزن غلاف آسگرو (پفکی) با ۶/۸ گرم حدود ۶۳ درصد بیش از رقم مجاری (شمشیری) با ۴/۱۸ گرم بود. این مسئله به خصوصیات ژنتیکی دو رقم مربوط بود. به‌عبارت دیگر، رقم آسگرو رقمی با غلاف بزرگ است اما رقم شمشیری (مجاری) غلاف کوچک دارد، لذا وزن تک غلاف آن کم اشت.

مقایسه میانگین الگوی کاشت نشان داد که بیش‌ترین وزن غلاف مربوط به تیمار ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۵۰ درصد نخودفرنگی و ۵۰ درصد اسفناج، ۶۷ درصد نخودفرنگی و ۳۳درصد اسفناج و کشت خالص نخودفرنگی نداشت (جدول ۵). در این تیمارها فضایی که در اختیار نخودفرنگی بود بیش از تیمارهای افزایشی بود، لذا غلاف به‌خوبی رشد کرد که نتیجه آن وزن زیاد غلاف بود. کم‌ترین وزن غلاف متعلق به تیمارهای ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+۱۰۰ درصد اسفناج و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۶۷ درصد اسفناج بود. در تیمار ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۱۰۰ درصد اسفناج وزن غلاف ۲۴/۹ درصد افزایش یافت. در تیمارهای افزایشی

www.SID.ir

Archive of SID

به‌خصوص افزایش ۱۰۰ و ۶۷ درصد اسفناج به نخودفرنگی، با توجه به بالابودن تراکم بوته، رقابت بین بوته‌ها زیاد بود که نتیجه آن تولید غلاف کوچک‌تر بود. اگرچه در تیمارهای افزایشی با برداشت زودتر اسفناج فضای کافی برای نخودفرنگی ایجاد شد اما اثر اسفناج در مراحل اولیه رشد نخودفرنگی اجازه رشد مطلوب به این گیاه را نداد.

۳. ۳. عملکرد غلاف در بوته نخودفرنگی

عملکرد غلاف در بوته حاصل‌ضرب تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف است. اگرچه تعداد غلاف در بوته رقم شمشیری بیش از رقم پفکی بود اما تفاوت در تعداد غلاف در بوته این دو رقم کم‌تر از تفاوت این دو از نظر وزن غلاف بود، لذا وزن غلاف در بوته در رقم پفکی ۲۳/۴۶ درصد بیش از رقم شمشیری بود (جدول ۴). در تیمارهای ۳۷ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج و هم‌چنین ۵۰ درصد نخودفرنگی و ۵۰ درصد اسفناج تعداد غلاف در بوته و هم‌چنین وزن غلاف بیش از تیمارهای دیگر بود لذا عملکرد غلاف در بوته نیز بیش از تیمارهای دیگر بود. در تیمارهای ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۱۰۰ درصد اسفناج و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۶۷ درصد اسفناج که هم تعداد غلاف در بوته و هم‌وزن غلاف حداقل بود، عملکرد غلاف در بوته نیز بسیار پایین بود. در تیمار ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۱۰۰ درصد اسفناج وزن غلاف در بوته کم‌تر از نصف تیمار ۳۳ درصد نخودفرنگی+ ۶۷ درصد اسفناج بود (جدول ۵) که حاکی از تأثیر بسیار زیاد تراکم بر عملکرد غلاف در بوته است.

۳. ۴. طول بوته نخودفرنگی

طول بوته ارقام مختلف یک گیاه معمولاً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است و در یک محیط، اختلاف ژنتیکی ارقام منجر به طول متفاوت بین آن‌ها می‌شود. شرایط یکسان مواد غذایی، آب و عوامل دیگر مؤثر بر رشد کم‌تر ایجاد تغییر در طول بوته ارقام می‌کنند. با توجه به جدول ۴، طول بوته رقم آسگرو (پفکی) با ۸۲/۸۸ گرم حدود ۶/۱۶ درصد بیش از رقم مجاری (شمشیری) با ۷۸/۰۷ گرم بود. در منطقه گرگان ارقام نخودفرنگی ازنظر ارتفاع بوته تفاوت نشان دادند. ارتفاع بوته رقم سرویس‌پلاست در فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بیش از سه رقم اوتریلو، گرین‌ارو و ZKI بود. کم‌ترین ارتفاع بوته نیز مربوط به رقم گرین‌ارو بود (Asgari *et al*., 2018).

۳. ۵. وزن ۱۰۰ دانه نخودفرنگی

وزن دانه یک صفت ژنتیکی است که در شرایط مناسب کم‌تر تحت تأثیر عوامل غیر ژنتیکی قرار می‌گیرد. رقم آسگرو رقمی پفکی و دانه‌درشت است اما رقم شمشیری رقمی دانه‌ریز است، لذا وزن ۱۰۰ دانه آن کم‌تر است. وزن ۱۰۰ دانه آسگرو ۳۳/۵۷ درصد بیش از رقم شمشیری بود (جدول ۴). این مسئله را می‌توان از روی وزن غلاف نیز حدس زد. Asgari *et al*. (2018) با بررسی که بر روی ارقام نخودفرنگی انجام دادند گزارش کردند که وزن ۱۰۰ دانه رقم سرویس‌پلاست بیش از سه رقم اوتریلو، گرین‌ارو و ZKI بود.

مقایسه میانگین‌ها ازنظر صفت وزن ۱۰۰ دانه نشان از برتری تیمارهای جایگزین بر تیمار کشت خالص و افزایشی نخودفرنگی بود (جدول ۵). در این تیمارها با توجه به تراکم کم، رقابت بین بوته‌ها کم بود، لذا دانه‌ها رشد خوبی داشتند و وزن آن‌ها بیش‌تر شد. Nasrollahzadeh Asl & Talebi (2016) افزایش وزن ۱۰۰ دانه در تیمار کشت مخلوط جایگزین ۶۶ درصد آفتابگردان و ۳۴ درصد ذرت را به‌علت کاهش رقابت برون‌گونه‌ای نسبت به درون گونه‌ای، افزایش فضای بوته‌ها و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی دانستند.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. ۶. شاخص برداشت نخودفرنگی

شاخص برداشت در رقم آسگرو که یک رقم با غلاف درشت، بوته‌های بزرگ و غلاف کم است، ۵/۷۲ درصد کم‌تر از رقم شمشیری بود (جدول ۴). این امر نشان‌دهنده کم‌بودن بخش اقتصادی به کل گیاه نسبت به رقم شمشیری است.

با توجه به جدول ۵، بالاترین شاخص برداشت مربوط به تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج با ۵۲/۳۴ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر کشت مخلوط جایگزین و کشت خالص نخودفرنگی نداشت. افزایش درصد اسفناج به نخودفرنگی در تیمارهای افزایشی باعث کاهش شاخص برداشت شد به‌طوری‌که حداقل شاخص برداشت از تیمار افزایش ۱۰۰ درصد اسفناج به نخودفرنگی به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد در کشت‌های افزایشی رقابت بین بوته‌ها با توجه تراکم بالا مانع تشکیل اجزای زایشی مثل تیمارهای کشت مخلوط جایگزین شد و به این ترتیب شاخص برداشت کاهش یافت. در بررسی Khorramdel *et al.* (2016b) نیز مانند بررسی حاضر شاخص برداشت در تیمار جایگزین بیش از افزایشی بود (در تیمار جایگزین ۷۵ درصد زنیان+ ۲۵ درصد لوبیا ۵۶/۵ و در تیمار افزایشی ۵۰ درصد زنیان+ ۱۰۰ درصد لوبیا ۳۹/۲).

۳. ۷. وزن تر بوته نخودفرنگی

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، وزن تر در رقم پفکی با ۱۴۲/۱ گرم بیش از رقم شمشیری با ۱۰۸/۷ بود. رقم پفکی به‌دلیل این‌که نسبت به رقم شمشیری رشد زیادی کرد و بوته‌های آن بزرگ‌تر شد و هم‌چنین غلاف و دانه بزرگ‌تری تولید کرد، وزن‌تر بیش‌تری داشت. به‌عبارت‌دیگر، اگرچه تعداد غلاف در رقم شمشیری بیش‌تر بود اما تفاوت دو رقم ازنظر سایر اجزای مؤثر بر وزن بوته (وزن غلاف و وزن ساقه و برگ) بیش از تعداد غلاف در بوته بود که منجر به افزایش وزن بوته رقم پفکی شد. این عوامل متأثر از خاصیت ژنتیکی رقم پفکی است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن تر نخودفرنگی در تیمار کشت مخلوط جایگزین ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج بیش از تیمارهای دیگر بود اما تفاوت معنی‌داری با تیمارهای جایگزین ۵۰ درصد نخودفرنگی و ۵۰ درصد و جایگزین ۶۷ درصد نخودفرنگی و ۳۳ درصد نداشت. در این تیمارها عملکرد غلاف که تأثیرگذار بر وزن بوته است بیش از سایر تیمارها بود. کم‌ترین وزن بوته هم به تیمارهای افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۱۰۰ درصد اسفناج و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۷۵ درصد اسفناج تعلق داشت (جدول ۵). در این تیمارها عملکرد غلاف بسیار کم بود لذا وزن بوته هم شدیداً کاهش یافت. در پژوهشی که بر روی ذرت شیرین و بادمجان انجام شد تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد ذرت شیرین و ۵۰ درصد بادمجان بیش‌ترین وزن تر را داشت (Asadi *et al.*, 2016). بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی نشان داد که عملکرد بیولوژیک ذرت در واحد سطح در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بیش‌تر بود (Katebi *et al.*, 2016).

۳. ۸. عملکرد کل

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد رقم آسگرو بیش از رقم شمشیری بود. عملکرد کل در رقم آسگرو با ۲۷/۳۷ تن بیش از رقم شمشیری با ۲۴/۴۸ تن در هکتار بود (جدول ۴). این تفاوت بیش‌تر مربوط به اختلاف عملکرد دو رقم بود. رشد بیش‌تر رقم آسگرو مانع رشد اسفناج به اندازه رشد آن در رقم شمشیری شد.

مقایسه میانگین عملکرد کل تحت تأثیر الگوی کاشت نشان داد که بیش‌ترین عملکرد کل مربوط به تیمار افزایشی ۱۰۰٪ نخودفرنگی+ ۱۰۰٪ اسفناج با ۳۰/۱ تن در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای افزایشی ۱۰۰٪ نخودفرنگی+ ۶۷٪ اسفناج و ۱۰۰٪ نخودفرنگی+ ۵۰٪ اسفناج نداشت. کشت خالص نخودفرنگی با ۲۲/۸۵ و کشت خالص اسفناج با ۲۲/۴ تن در هکتار کم‌ترین عملکرد را داشتند (جدول ۶). اگرچه در تیمارهای افزایشی با افزودن اسفناج به نخودفرنگی عملکرد نخودفرنگی و اسفناج نسبت به تیمارهای جایگزین کاهش یافت اما افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد این تیمارها شد. اگرچه در سیستم‌های کشت مخلوط عملکرد هر یک از اجزای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی خود کاهش می‌یابد ولی در مجموع عملکرد کل و بازده اقتصادی در سیستم کشت مخلوط بیش‌تر می‌شود و سود بیش‌تری عاید کشاورز می‌گردد (Hamzei & Seyedi, 2014).

۳. ۹. نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی و مخلوط جایگزین بیش از یک بود (جدول ۶). بنابراین، ازنظر نسبت برابری زمین، کشت مخلوط نخودفرنگی و اسفناج بر کشت خالص برتری داشت. به‌دلیل برداشت سبز و تراکم زیاد در کشت مخلوط افزایشی، عملکرد بیش‌تری در این تیمارها تولید شد و باعث شد که نسبت برابری زمین بیش از یک و حتی بیش از کشت مخلوط جایگزین شود. نسبت برابری زمین در تیمار ۱۰۰٪ نخودفرنگی+ ۱۰۰٪ اسفناج ۲۲ درصد بیش از تیمار جایگزین تیمار ۶۷٪ نخودفرنگی و ۳۳٪ اسفناج بود. در بررسی کشت مخلوط نخودفرنگی و کاهو، نسبت برابری زمین بیش از یک را گزارش شد. حداکثر نسبت برابری زمین متعلق به تیمار کشت مخلوط افزایش ۱۰۰ درصد کاهو به نخودفرنگی با ۱/۴۸ بود که کمی بیش از آزمایش حاضر بود. در آن بررسی کاهو گیاهی گیاهی با رشد مستقیم بود که رقابت کمی با نخودفرنگی داشت لذا هر دو گیاه رشد خوبی داشتند (Raftari *et al.*, 2019).

جدول ۶. مقایسه میانگین عملکرد و نسبت برابری زمین نخودفرنگی، اسفناج و کل تحت تأثیر الگوی کاشت

صفت / الگوی کاشت	عملکرد نخودفرنگی ($ton.ha^{-1}$)	عملکرد اسفناج ($ton.ha^{-1}$)	عملکرد کل ($ton.ha^{-1}$)	نسبت برابری زمین نخودفرنگی	نسبت برابری زمین اسفناج	نسبت برابری زمین کل
P	۲۲/۸۵	-	۲۲/۸۵de	–	–	–
$P67_{S33}$	۱۶/۸۵	۷/۹۷۱	۲۴/۸۲cd	۰/۷۳۷	۰/۳۵۶	۱/۰۹
$P50_{S50}$	۱۳/۴۹	۱۱/۸۴	۲۵/۳۳c	۰/۵۹۱	۰/۵۲۹	۱/۱۲
$P33_{S67}$	۹/۵۹۱	۱۵/۵۴	۲۵/۱۳c	۰/۴۲	۰/۶۹۴	۱/۱۱
$P100_{S33}$	۱۸/۷۰	۷/۶۵۸	۲۶/۳۶bc	۰/۸۱۹	۰/۳۴۲	۱/۱۶
$P100_{S50}$	۱۶/۷۷	۱۱/۱۵	۲۷/۹۲ab	۰/۷۳۴	۰/۴۹۸	۱/۲۲
$P100_{S67}$	۱۴/۲۳	۱۴/۱۸	۲۸/۴۱ab	۰/۶۲۳	۰/۶۳۳	۱/۲۵
$P100_{S100}$	۱۲/۵۳	۱۷/۵۷	۳۰/۱a	۰/۵۴۹	۰/۷۸۴	۱/۳۳
S	–	۲۲/۴	۲۲/۴e	–	–	–
LSD (5%)	–	–	۲/۲۶	–	–	–

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

P: کشت خالص نخودفرنگی $P_{67}S_{33}$، $P_{50}S_{50}$ و $P_{33}S_{67}$: به‌ترتیب کشت مخلوط جایگزین ۳۳، ۵۰ و ۶۷ درصد اسفناج به‌جای نخودفرنگی

$P_{100}S_{33}$، $P_{100}S_{50}$، $P_{100}S_{67}$ و $P_{100}S_{100}$: به‌ترتیب کشت مخلوط افزایش ۳۳، ۵۰، ۶۷ و ۱۰۰ درصد اسفناج به نخودفرنگی S: کشت خالص اسفناج.

www.SID.ir

Archive of SID

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که صفات مورد بررسی به‌جز درصد پروتئین تحت تأثیر رقم نخودفرنگی قرار گرفت. رقم پفکی (آسگرو) در بیش‌تر صفات به‌خصوص وزن غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد غلاف در بوته بر رقم شمشیری برتری داشت اما تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت در رقم شمشیری بیش‌تر بود. کاهش درصد نخودفرنگی در تیمارهای کشت مخلوط جایگزین (به‌خصوص تیمار جایگزین ۳۳ درصد نخودفرنگی و ۶۷ درصد اسفناج) باعث شد تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، عملکرد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و وزن تر بوته نخودفرنگی افزایش یابد. رقابت بیش‌تر دو گیاه در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی به‌خصوص تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی+ ۱۰۰ درصد اسفناج به‌دلیل تراکم زیاد باعث شد صفات فوق در این تیمار حداقل مقدار را دارا باشند. در مجموع، رقم پفکی نسبت به رقم شمشیری ازنظر تولید برتر بود.

۵. منابع

Ahmadvand, G. & Hajinia, S. (2016). Ecological aspects study of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). *Agroecology*, *7*(4), 485-498. (in Persian)

Al Hosseini, A., Tavakolipour, H., Ghodsvali, A. R. & Jafari, S. M. (2011). Study of the physical properties of two cultivars of pea. *Innovation in Food Science and Technology*, *3*(1), 43-50. (in Persian)

Amani Machiani, M., Javanmard, A. & Shekari, F. (2017). The effect of intercropping patterns on peppermint (*Mentha piperita* L.) dry biomass yield and essential oil content and faba bean (*Vicia faba* L.) seed yield. *Journal of Crop Production and Processing*, *7*(3), 79-97. DOI: 10.29252/jcpp.7.3.79

Amori, A., Rooshanfekr, H. & Hasibi, P. (2017). The study of mixcropping on row of oat and vetch in Ahvaz. *Agricultural Crop Management*, *19*(2), 303-317. (in Persian)

AOAC International. (2003). *Official methods of analysis of AOAC International* (17th edition, 2nd revision). Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.

Asadi, G.A., Ghorbani, A., Bicharanlou, B. & Bagheri Shirvan, M. (2016). Influence of different ratios of intercropping on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* var. saccharata) and eggplant (*Solanum melongena* L.). *Agricultural Science and Sustainable Production*, *26*(2), 1-15. (in Persian)

Asgari, S.R., Dadashi, M.R. & Feyzbakhsh, M.T. (2018). Investigate the effect of plant density on yield and yield components of green pods in four pea cultivars in Gorgan region. *Crop Production Research*, *10*(2), 97-115. (in Persian)

Fallah, S., Baharlouie, S. & Abbasi Surki, A. (2014). Evaluation of competitive and economic indices in canola and pea intercropping at different rates of nitrogen fertilizer. *Agroecology*, *6*(3), 571-581. (in Persian)

Ghale Noyee, Sh., Koocheki, A., Naseri Poor Yazdi, M.T. & Jahan, M. (2016). Effect of different treatments of mixed and row intercropping on yield and yield components of sesame and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *15*(3), 588-602. (in Persian)

Hamzei, J. & Seyedi, M. (2014). Study of canopy growth indices in mono and intercropping of chickpea and barley under weed competition. *Agricultural Science and Sustainable Production*, *24*(4.1), 75-90. (in Persian)

Hasanvand, H., Siadat, S.A., Moraditelavat, M.R., Mussavi, S.H. & Karaminejad, A. (2015). Yield and some morphological characteristics of two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars to different sowing dates in Ahwaz region. *Agricultural Science and Sustainable Production*, *25*(2), 79-89. (in Persian)

Katebi, R., Khalili Mahalle, J., Khwarazmi, K., Valilo, R. & Pirzad, A. (2016). Effect of plant density on some agronomical traits of corn in intercropping with cowpea. *Agricultural Science and Sustainable Production*, *26*(1), 1-18. (in Persian)

Khorramdel, S., Siahmargue, A. and Mahmoodi, Gh. 2016a. Effect of replacement and additive intercropping series of ajowan with bean on yield and yield components. Electronic Journal of Crop Production *9*(1), 1-24. (in Persian)

Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Asadi, G.A. & Mirshekari, A. (2016b). Effect of additive intercropping series of cumin (*Cuminum cyminum* L.) with saffron (*Crocus sativus* L.) on their yield and yield components. *Saffron Research*, *4*(1), 53-71. (in Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Mazaheri, D. (1998). Intercropping (2nd Eds.). Tehran University Press. Tehran, Iran. 262 pp. (in Persian)

Nasrollahzadeh Asl, A. & Talebi, M. (2016). Evaluation of sunflower (*Heliantus annuus* L.) and corn (*Zea mays* L.) intercropping based on replacement method in Khoy region. *Journal of Plant Ecophysiology*, *8*(27), 204-215. (in Persian)

Raftari, E., Nakhzari Moghaddam, A., Mollashahi, M. & Hosseini Moghaddam, H. (2019). The effect of nitrogen and planting pattern of pea (*Pisum sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) on quality and quantity of pea green seed. *Iranian Journal of Pulses Research*, *10*(1), doi.org/10.22067/ijpr.v10i1.65544. (in Persian)

Sosulski, F.W. & Holt, N.W. (1980). Amino acid composition and nitrogen-to-protein factors for grain legumes. *Canadian Journal of Plant Science*, *60*, 1327-1331.

Yang, F., Huang, S., Gao, R., Liu W., Yong, T., Wang, X., Wu, X. & Yang, W. (2014). Growth of soybean seedling in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: far-red ratio. *Field Crops Research*, *155*, 245-253. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.08.011

Yang, C., Fan, Zh. & Chai, Q. (2018). Agronomic and economic benefits of pea/maize intercropping systems in relation to N fertilizer and maize density. *Agronomy*, *8*(4), 14p. DOI: 10.3390/agronomy8040052

www.SID.ir