نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 4، زمستان 1393، ص. 778-767

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 4, Winter 2015, p. 767-778

ارزیابی کشت مخلوط تأخیری و مالچ کلشی بر عملکرد و اجزای عملکرد کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) و نخود (*Cicer arientinum* L.) در شرایط دیم و آبی

علی مومن[1*]، رضا قربانی[2]، مهدی نصیری محلاتی[2]، قربانعلی اسدی[3] و مهدی پارسا[3]

تاریخ دریافت: 1391/11/28
تاریخ پذیرش: 1392/02/19

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر سیستم‌های مختلف کشت و کاربرد مالچ در کشت مخلوط تأخیری کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) با نخود (*Cicer arientinum* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 90-1389 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سیستم کشت در پنج سطح شامل کشت خالص نخود آبی، کشت خالص نخود دیم، کشت خالص کدوی پوست کاغذی، کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/ کدوی پوست کاغذی، کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/ کدوی پوست کاغذی و مالچ نخود در دو سطح با مالچ و بدون مالچ مد نظر قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه نخود به طور معنی‌داری ($p\leq0/05$) تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کشت قرار گرفتند. به طوری‌که تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه نخود تیمار کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/ کدوی پوست کاغذی نسبت به کشت خالص نخود دیم به ترتیب 37 و 23 درصد افزایش یافت. همچنین اثر متقابل سیستم کشت و کاربرد مالچ بر تعداد میوه، عملکرد میوه، تعداد دانه در میوه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کدوی پوست کاغذی معنی‌دار ($p\leq0/05$) بود، به طوری که سیستم کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/ کدوی پوست کاغذی همراه با کاربرد مالچ با 398 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه کدو را به خود اختصاص داد. درصد روغن دانه کدوی پوست کاغذی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. با این وجود، کاربرد مالچ باعث کاهش جزئی درصد روغن شد. ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که سیستم‌های مخلوط تأخیری بر کشت خالص برتری داشتند و سیستم کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/ کدوی پوست کاغذی بدون کاربرد مالچ بیشترین نسبت برابری زمین (2/37) را به خود اختصاص داد. به طور کلی، با توجه به تأثیر مثبت کشت مخلوط تأخیری به خصوص در شرایط دیم بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود و همچنین بهبود خصوصیات کمی گیاه دارویی کدوی پوست کاغذی، چنین می‌توان استنباط کرد که کشت مخلوط تأخیری می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب جهت استفاده بهتر از منابع برای دستیابی به عملکرد مطلوب در راستای دستیابی به اصول کشاورزی پایدار مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری منابع، درصد روغن، کشاورزی پایدار، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین

مقدمه[1]

در چند دهه گذشته افزایش رشد جمعیت و صنعتی شدن کشاورزی افزایش گرایش به سیستم‌های تک‌کشتی را به دنبال داشته است. استفاده از این سیستم‌ها علاوه بر افزایش عملکرد باعث وارد آمدن خسارت جبران‌ناپذیری به اکوسیستم‌های طبیعی شده است (Nourmohammadi, 2001). از طرف دیگر، با توجه به کاهش زمین برای تولید غذا و افزایش نیاز به تأمین مواد غذایی، بالا بردن تولید محصولات برای تأمین نیاز رو به افزون جمعیت جهان از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین تولید در واحد سطح نیز باید افزایش یابد (Yildirim & Guvenc, 2005). از این رو دستیابی به راهکارهایی جهت افزایش عملکرد بدون وجود اثرات زیان بار بر اکوسیستم‌های کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد.

انواع روش‌های چند کشتی مانند کشت مخلوط عبارت است از کشت دو یا چند محصول در مکان و زمان مشابه به عنوان یک مدیریت فشرده در زمان و مکان (Xin & Tong, 1986) با پیشینه

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، استاد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: momen.ali@stu.um.ac.ir)

طولانی در نظام‌های کشاورزی هنوز در مناطق گرمسیری و نیمه-گرمسیری کاربرد وسیعی دارد، اما در مناطق معتدل کمتر توسعه داشته، که اغلب به سیستم‌های کشاورزی کم نهاده منحصر شده است.

کشت مخلوط به عنوان یک عامل مؤثر در کشاورزی پایدار شناخته شده است (Vandermmer, 1992) که از طریق کارآیی مؤثر استفاده از آب، مواد غذایی و انرژی خورشیدی در مقایسه با تک‌کشتی می‌تواند به طور قابل توجهی تولید محصول را بالا ببرد (Midmore, 1993). در شرایط چندکشتی، منابع کشاورزی ازجمله زمین، مواد غذایی، آب و نور به طور مؤثری در زمان و مکان استفاده می‌شوند (Rodrigo et al., 2001). در حالی‌که تک‌کشتی نمی‌تواند از فضا و منابع موجود حداکثر استفاده را داشته باشد (Vandermmer, 1989). چنانچه اجزای مخلوط به درستی انتخاب شوند، کشت مخلوط باعث بهبود کارآیی استفاده از منابع و افزایش و ثبات عملکرد می‌شود. در چندکشتی زمانی که یک گیاه زراعی با لگوم‌ها کشت می‌شود تثبیت نیتروژن برای کل سیستم کشت افزایش می‌یابد. بنابراین، نیاز به کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (Wang et al., 2007). واهیو (Wahua, 1983) بیان کرد که در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.)، هر دو جزء در مصرف منابع محیطی مکمل یکدیگر بودند، به گونه‌ای که جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بیشتر بود.

کشت تأخیری[1] یکی از روش‌های کشت مخلوط است که در آن گیاهان تابستانه‌ای مثل سویا (*Glycine max* L.) و پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) داخل گیاهان زمستانه مثل گندم (*Triticum aestivum* L.) کشت می‌شود قبل از این که محصول زمستانه برداشت شود. کلمه "تأخیری" زمانی به کار می‌رود که محصول دوم داخل محصول اول و قبل از برداشت محصول اول کشت شود (El-Hawary, 2009).

از آنجا که فضای بین ردیف‌های کدوی پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) در مراحل ابتدایی رشد خیلی زیاد است امکان کشت گیاه دوم در این فضا وجود دارد. علاوه بر این، با توجه به این که کدوی پوست کاغذی گیاهی گرمسیری است و به سرمای اوایل بهار حساس، در مناطق معتدل باید تاریخ کاشت آن را تا رفع سرمای بهاره به تعویق انداخت، لذا زمان نسبتاً زیادی از اواخر زمستان تا اوایل بهار در مزارع زیر کشت کدوی پوست کاغذی در دسترس است. در این بین به نظر می‌رسد که گیاهانی چون نخود (*Cicer arientinum* L.) و عدس (*Lens culinaris* Medik.) که کشت آن‌ها در اسفند ماه و به صورت دیم صورت می‌گیرند، به واسطه داشتن اختلافات مورفولوژیکی و همچنین تفاوت در تاریخ کاشت با کدوی پوست کاغذی، گیاهان مناسب برای دستیابی به کارآیی بیشتر در استفاده از زمان و مکان باشند (Khoramivafa et al., 2011).

در مناطق نیمه مرطوب عموماً مالچ کلشی جهت افزایش رطوبت در منطقه ریشه گیاهان استفاده می‌شود (Scopel et al., 2004). کاربرد مالچ باعث کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش رطوبت در دسترس گیاه می‌شود (Bunna et al., 2011).

از اهداف این تحقیق بررسی امکان کشت مخلوط تأخیری کدوی پوست کاغذی و نخود و مطالعه اثرات این الگوی‌های کشت روی عملکرد و اجزای عملکرد این دو گیاه و همچنین بررسی سودمندی این نوع سیستم‌های کشت در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 10 تیمار و سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 دقیقه شمالی و طول 59 درجه و 36 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا در سال زراعی 90-1389 انجام شد. سیستم کشت در پنج سطح شامل: (1) کشت خالص نخودآبی (A_1)، (2) کشت خالص نخود دیم (A_2)، (3) کشت خالص کدوی پوست کاغذی (A_3)، (4) کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/ کدوی پوست کاغذی (A_4) و (5) کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/ کدوی پوست کاغذی (A_5) بود. کاربرد بقایای نخود به عنوان مالچ (M_1) و عدم کاربرد مالچ نخود (M_2) در دو سطح به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. کلیه تیمارهای کشت مخلوط به صورت افزایشی ظاهر گردید (80 درصد تراکم خالص نخود به 100 درصد تراکم خالص کدوی پوست کاغذی افزوده شد). به این صورت که کدوی پوست کاغذی در تیمارهای کشت خالص و مخلوط در سه ردیف کشت شد و نخود نیز در تیمار کشت خالص در 15 ردیف و در کشت مخلوط با کدوی پوست کاغذی در 12 ردیف (بین هرسه ردیف کدو هرکدام چهار ردیف نخود) کشت شد.

1-Relay intercropping

جدول 1- خصوصیات خاک محل آزمایش
Table 1- Soil properties for field trial

بافت Texture	نیتروژن کل (درصد) Total Nitrogen (%)	فسفر در دسترس (پی‌پی‌ام) Available P (ppm)	پتاسیم در دسترس (پی‌پی‌ام) Available K (ppm)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
لوم-سیلتی Loam - silty	0.079	30	172	0.35	7.4	2.4

بقایای کاه وکلش نخود در تیمارهای مربوطه به صورت دستی در بین ردیف‌های کدو به طور یکنواخت پخش شد. از این رو، با توجه به این که بقایای نخود به عنوان مالچ بعد از برداشت نخود تنها برای کدوی پوست کاغذی اعمال شد. بنابراین، داده‌های مربوط به نخود به صورت بلوک‌های کامل تصادفی آنالیز شد. قبل از انجام آزمایش نمونه‌ای جهت تعیین خصوصیات خاک محل آزمایش به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج آن در جدول 1 نشان داده شده است.

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه و خاکورزی ثانویه شامل دو دیسک عمود برهم، تسطیح زمین به وسیله لولر و همچنین ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر قبل از کاشت در اوایل اسفند ماه انجام گرفت. تنظیم آرایش کرت‌ها و طراحی ردیف‌های نخود و کدوی پوست کاغذی در کشت مخلوط نیز در همین زمان صورت گرفت. به این صورت که درسیستم‌های مخلوط چهار ردیف نخود داخل پشته‌های کدو در نظر گرفته شد. کاشت نخود (تیپ دسی، ژنوتیپ MCC 83) به صورت دستی و با ایجاد یک شیار بر روی پشته‌هایی (به عرض 0/5 متر) و قرار دادن بذرها در فاصله روی ردیف 10 و عمق پنج سانتی‌متری، در 17 فروردین انجام شد. سپس در مرحله چهار برگی عملیات تنک و تنظیم تراکم نخود (فاصله روی ردیف 10 سانتی‌متر) صورت پذیرفت. عملیات کاشت کدوی پوست کاغذی در کشت خالص و مخلوط، به صورت کپه‌ای در سه ردیف در فاصله بین و روی ردیف 2/5 و 0/5 متر در تاریخ 10 خرداد انجام شد. سپس در مرحله چهار برگی اقدام به تنک و به جای گذاشتن تنها یک بوته قوی در هر محل انجام گرفت. ابعاد کرت‌ها 8×3 متر در نظر گرفته شد. برای بهتر سبز شدن نخودهای دیم و آبی در زمان کاشت یک بار آبیاری انجام شد و سپس آبیاری بعدی برای تیمارهای نخود آبی هر 10 روز تنظیم گردید. همچنین آبیاری کدوی پوست کاغذی پس از کشت به فاصله 10 روز همزمان با آبیاری نخود آبی صورت گرفت. لازم به ذکر است که در زمان کاشت نخود 20 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (از منبع اوره) به منظور شروع رشد گیاه همراه آبیاری به زمین داده شد و همچنین در طی دوره رشد گیاه هیچ گونه علفکش، حشره‌کش و قارچکشی استفاده نشد. در طول فصل رشد کنترل علف‌های‌هرز به صورت دستی در دو نوبت انجام گرفت.

در پایان دوره رشد نخود (23 تیر) از هر واحد آزمایشی سه بوته به طور تصادفی برداشت و ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. با در نظر گرفتن دو ردیف از هر طرف کرت و 50 سانتی‌متر از انتهای هر واحد آزمایشی به عنوان اثر حاشیه، بوته‌های موجود در سطح چهار مترمربع با دست از سطح خاک برداشت و جهت تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به آزمایشگاه منتقل شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی تعیین شد.

برداشت میوه‌های کدو زمانی انجام شد که رنگ میوه به قرمز نارنجی تغییر و محل گلگاه خشک شده بود. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد میوه در هکتار، تعداد دانه در میوه، وزن تک میوه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد میوه کدوی پوست کاغذی بود. مساحت نمونه‌برداری در هر برداشت هشت مترمربع در نظر گرفته شد. پس از هر بار نمونه‌برداری در طول فصل رشد، میوه‌های مربوط به هر کرت جداگانه شمارش و وزن شد. سپس دانه آن‌ها استخراج و در سایه خشک گردید. پس از خشک شدن، دانه‌های مربوط به هر تیمار جداگانه شمارش و وزن شدند. اندازه‌گیری درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله انجام شد. جهت ارزیابی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین استفاده شد (Gliessman, 1997).

همچنین با توجه به افزودن 80 درصد نخود به کدوی پوست

کاغذی در کشت مخلوط، برای محاسبه نسبت برابری زمین جزئی نخود از ضریب تصحیح (12/15) استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مورد ارزیابی نخود

ارتفاع بوته: تأثیر سیستم‌های مختلف کشت بر ارتفاع بوته نخود معنی‌دار بود ($p\leq0/01$). البته این اختلاف معنی‌دار فقط در مورد کشت خالص نخود دیم و کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/کدوی پوست کاغذی در مقایسه با کشت خالص نخود آبی و کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی مشاهده شد (جدول 2). بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب برابر با 32/8 و 23/7 سانتی‌متر از تیمارهای کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی و کشت خالص نخود دیم به دست آمد. مقایسه بین سیستم‌های مخلوط و خالص در شرایط دیم و آبی نخود نشان داد که با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین این سیستم‌ها، کشت مخلوط مخصوصاً در شرایط دیم تأثیر مثبتی بر ارتفاع نهایی بوته داشت که دلیل این امر را می‌توان به استفاده بهتر بوته‌های نخود که در مرحله گلدهی قرار داشتند از آبیاری‌های انجام شده به منظور سبز شدن کدو پوست کاغذی نسبت داد. دوگان و همکاران (Dogan et al., 2012) نیز در مطالعه‌ای همبستگی بالای رطوبت در دسترس گیاه و ارتفاع بوته نخود را گزارش کردند. ظریف‌پور (Zarifpour, 2011) در مطالعه خود روی کشت مخلوط زیره سبز و نخود به نتایج مشابهی دست یافت.

تعداد غلاف در بوته: سیستم‌های کشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نخود نشان دادند ($p\leq0/05$)، به طوری که سیستم‌های A_4 و A_5 به ترتیب باعث افزایش 11 و 37 درصدی تعداد غلاف نخود نسبت به سیستم‌های A_1 و A_2 شدند (جدول 2). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که تعداد غلاف به عنوان یکی از اجزا عملکرد نخود، بیشترین تأثیر را در پاسخ به عوامل محیطی از جمله دما و رطوبت از خود نشان می‌دهد (Golldani & Rezvani Eradatmand Asli & Mehrpanah, Moghadam, 2005 ;2009). کمبود آب و سایه‌اندازی باعث ریزش 80 تا 90 درصد گل‌های تشکیل شده در نخود می‌شود (Eradatmand Asli & Mehrpanah, 2009). بنابراین، چنین به نظر می‌رسد که وجود ردیف‌های طراحی شده کدوی پوست کاغذی، به منظور کشت تأخیری در داخل ردیف‌های نخود، باعث فراهم کردن رطوبت و کاهش رقابت درون گونه‌ای به ویژه رقابت بر سر نور در ردیف‌های کناری نخود در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص شده و از این طریق باعث افزایش تعداد غلاف شده است. حدیدی و همکاران (Hadidi et al., 2011) در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط چند سبزی تابستانه چنین گزارش کردند که کشت مخلوط لوبیا و کدو تنبل (*Cucurbita maxima* var. XPh 1517) باعث افزایش عملکرد لوبیا بین 15 تا 48 درصد شد که بیشترین عملکرد از آرایش 2:1 و 1:1 به دست آمد. آن‌ها چنین استنباط کردند که ردیف‌های کدو فضای بازتری را در اختیار لوبیا قرار می‌دهد و از این طریق نور بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و همین عامل باعث افزایش رشد و عملکرد لوبیا شده است.

تعداد دانه در غلاف: سیستم‌های کشت اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد دانه در غلاف نخود نشان ندادند. با این وجود، بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به ترتیب با 1/66 و 1/51 از سیستم A_5 و A_4 به دست آمد. یکی از با ثبات‌ترین اجزاء عملکرد در حبوبات تعداد دانه در غلاف است، زیرا تعداد سلول‌های تخم در همه تخمدان‌ها تقریباً برابر می‌باشد (Eradatmand Asli & Mehrpanah, 2009). پورامیر دشت‌میان (Pouramir Dashtmian, 2009) در آزمایش بر روی کشت مخلوط نخود و کنجد گزارش کرد که تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر کشت مخلوط قرار نگرفت.

وزن هزار دانه: سیستم‌های کشت به طور معنی‌داری وزن هزار دانه نخود را تحت تأثیر قرار دادند ($p\leq0/05$). به طوری که کشت مخلوط تأخیری نخود آبی و کدوی پوست کاغذی (A_4) و کشت خالص نخود دیم (A_2) به ترتیب با 27 و 22/9 گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را نشان دادند (جدول 2). گان و همکاران (Gan et al., 2003) در مطالعه‌ای روی نخود همبستگی مثبت بین طول دوره زایشی گیاه و وزن هزار دانه و همچنین همبستگی منفی بین طول دوره‌ی رویش و وزن هزار دانه را گزارش کردند. آن‌ها همچنین بیان داشتند که فراهم بودن رطوبت مناسب از زمان گلدهی تا رسیدگی، باعث افزایش طول دوره‌ی پر شدن دانه شده و از این طریق باعث بهبود وزن هزار دانه نخود می‌شود.

عملکرد دانه: اثر سیستم‌های کشت بر عملکرد دانه نخود معنی‌دار

بود ($p\leq0/01$). با این وجود سیستم کشت A_4 با 398 کیلوگرم در هکتار و سیستم کاشت A_2 با 254 کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول 2). مقایسه سیستم‌های کشت A_4 با A_1 و A_5 با A_2 نشان داد که کشت مخلوط به ترتیب باعث بهبود 5 و 23 درصدی عملکرد دانه شد. خرمی‌وفا و همکاران (Khoramivafa et al., 2011) در آزمایشی بر روی کشت مخلوط کدوی پوست کاغذی و نخود گزارش کردند که کشت مخلوط باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نخود نسبت به کشت خالص نخود شد. گان و همکاران (Gan et al., 2003) در مطالعه‌ای به منظور بررسی رابطه عملکرد با اجزاء عملکرد در دو تیپ نخود (دسی و کابلی) اظهار داشتند که عملکرد دانه هر دو تیپ دسی و کابلی همبستگی مثبتی با تعداد غلاف در متر مربع و وزن هزار دانه داشت، اما این همبستگی با طول دوره رویشی گیاه منفی بود. آن‌ها همچنین گزارش کردند که تعداد غلاف در واحد سطح مؤثرترین جزء بر عملکرد دانه در بین سایر اجزاء عملکرد است. بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش مشاهده شد که تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به عنوان صفات مهم و تعیین کننده در عملکرد دانه، به وسیله کشت مخلوط به ویژه در شرایط دیم بهبود یافته بنابراین چنین به نظر می‌رسد از این طریق باعث افزایش عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص شده است.

عملکرد بیولوژیک: نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر سیستم‌های کشت مورد مطالعه بر عملکرد بیولوژیک نخود معنی‌دار بود ($p\leq0/05$). به طوری که سیستم‌های A_4 و A_2 به ترتیب با 1885 و 1207 کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را نشان دادند (جدول 2). همچنین نتایج نشان داد که علی رغم نبود اختلاف معنی‌دار بین عملکرد بیولوژیک سیستم‌های کشت مخلوط (A_4 و A_5) در مقایسه با کشت خالص (A_1 و A_2)، این سیستم‌ها باعث افزایش جزئی عملکرد بیولوژیک شدند. چنین به نظر می‌رسد که افزایش جزئی عملکرد بیولوژیک کشت مخلوط، در اثر رشد رویشی و زایشی بیشتر ردیف‌های کناری نخود باشد. لی و همکاران (Li et al., 2001) در آزمایشی روی کشت مخلوط نواری گندم و سویا و گندم و ذرت گزارش کردند که کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد که سهم ردیف‌های کناری در افزایش بیوماس دو سوم و سهم ردیف‌های داخلی یک سوم بود.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر شاخص برداشت بین سیستم‌های کشت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با این وجود، سیستم کشت A_4 و A_1 به ترتیب با 21/5 و 20/8 درصد بیشترین و کمترین شاخص برداشت را نشان دادند.

صفات مورد ارزیابی کدوی پوست کاغذی

تعداد میوه در هکتار: سیستم‌های کشت و کاربرد مالچ تأثیر معنی‌داری ($p\leq0/05$) بر تعداد میوه کدوی پوست کاغذی داشت. به طوری که سیستم‌های کشت A_4 و A_5 به ترتیب باعث بهبود 27 و 20 درصدی تعداد میوه شدند که تنها سیستم کشت A_4 اختلاف معنی‌داری را با کشت خالص کدو (A_3) نشان داد (جدول 3).

جدول 2- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گیاه نخود تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کشت

Table 2- Mean comparison of chickpea characteristics under different cropping systems

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد غلاف (تعداد در بوته) Pod number ($No.plant^{-1}$)	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)
A_1	32.00^{a}*	30.89^{a}	25.35^{ab}	380.62^{a}	1830.5^{a}
A_2	23.72^{b}	19.83^{b}	22.88^{b}	254.29^{c}	1206.7^{b}
A_4	32.83^{a}	34.28^{a}	26.96^{a}	397.98^{a}	1885.2^{a}
A_5	26.83^{b}	27.33^{a}	23.94^{ab}	312.25^{b}	1547.8^{ab}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with at least one similar letter in each column, are not significantly different ($p\leq0.05$) based on Duncan multiple range test.

A_1، A_2، A_4 و A_5: به ترتیب نشان‌دهنده کشت خالص نخود آبی، کشت خالص نخود دیم، کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی و کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/کدوی پوست کاغذی

A_1, A_2, A_4 and A_5: are monoculture of irrigated chickpea, monoculture of rainfed chickpea, relay intercropping of irrigated chickpea/Styrian pumpkin and relay intercropping of rainfed chickpea/Styrian pumpkin, respectively.

همچنین استفاده از بقایای نخود به عنوان مالچ باعث بهبود 16 درصدی تعداد میوه در هکتار شد (جدول 4). اثر متقابل سیستم‌های کشت و کاربرد مالچ بر تعداد میوه کدوی پوست کاغذی معنی‌دار بود ($p\leq0/05$). به طوری که به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد میوه در هکتار با 11083 و 7750 از سیستم A_4 همراه با کاربرد مالچ و کشت خالص کدوی پوست کاغذی (A_3) بدون استفاده از مالچ به دست آمد (جدول 5). همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل سیستم‌های کشت و کاربرد مالچ به ترتیب باعث افزایش 43 و 38 درصدی تعداد میوه سیستم‌های A_4 و A_5 همراه با استفاده از مالچ نسبت به کشت خالص کدو (A_3) بدون استفاده از مالچ شدند. مطالعات نشان داده است که در تیره کدوئیان به ویژه کدوی پوست کاغذی ابتدا یک میوه تشکیل می‌شود و رشد آن به عنوان مقصد فیزیولوژیک قوی برای مواد فتوسنتزی عمل می‌کند و بنابراین کمبود مواد غذایی به ویژه نیتروژن سبب کاهش و یا مانع تشکیل میوه‌های دیگر می‌گردد (Rylski, 1974; Gholipoori et al., 2007). اشمیتیک و همکاران (Schmidtke et al., 2004) در مطالعه‌ای مزیت عملکرد در کشت مخلوط عدس و جو را به سرعت رشد بالای جو در مراحل اولیه رشد در کشت مخلوط و همچنین تثبیت بیولوژیک نیتروژن در عدس و افزایش نیتروژن در دسترس در ادامه مراحل رشد دو گیاه نسبت دادند. ارتک و همکاران (Ertek et al., 2004) نیز افزایش تعداد میوه کدوی پوست کاغذی را با افزایش رطوبت گزارش کردند. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) افزایش طول ریشه‌های اولیه کدوی پوست کاغذی را تحت تأثیر دور آبیاری گزارش کردند. آن‌ها بیان داشتند که فاصله آبیاری هفت روز در مقایسه با فواصل 14 و 21 روز باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه‌های اولیه کدوی پوست کاغذی شد. افزایش طول ریشه‌های گیاه به هر دلیل باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی و رشد بیشتر گیاه می‌شود. بنابراین، چنین می‌توان استنباط کرد که کشت مخلوط از طریق تعادل و هماهنگی بین رطوبت و بهبود تغذیه گیاه به وسیله نیتروژن تثبیت شده توسط نخود و همچنین جلوگیری از کاهش عناصر غذایی خاک در اثر رشد علف‌های هرز، باعث افزایش تعداد میوه در مقایسه با کشت خالص کدوی پوست کاغذی شده است.

وزن تک میوه: اثر ساده و متقابل کلیه تیمارهای آزمایشی بر متوسط وزن میوه کدوی پوست کاغذی معنی‌دار نبود. با این وجود سیستم کشت A_3 بدون استفاده از مالچ با 1/4 کیلوگرم بیشترین وزن میوه و سیستم A_5 به همراه استفاده از مالچ با 1/3 کیلوگرم کمترین وزن میوه را نشان دادند. با توجه به مزیت سیستم‌های مخلوط و کاربرد مالچ در افزایش تعداد میوه (جدول 4)، چنین به نظر می‌رسد که مواد فتوسنتزی انتقال یافته در تعداد میوه بیشتری توزیع شده و از این طریق وزن میوه کاهش یافته است.

تعداد دانه در میوه: اثرات ساده سیستم‌های کشت و کاربرد مالچ بر تعداد دانه در میوه کدوی پوست کاغذی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، ولی اثر متقابل سیستم‌های کشت در کاربرد مالچ بر تعداد دانه در میوه کدوپوست کاغذی معنی‌دار بود ($p\leq0/05$). به طوری‌که تنها سیستم کشت A_5 به همراه استفاده از مالچ با بیشترین تعداد دانه (324 دانه) در مقایسه با سیستم A_3 بدون استفاده از مالچ با (284 دانه) تعداد دانه، اختلاف معنی‌داری را نشان داد، ولی بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول 5). تنش خشکی طی رشد و نمو گیاه موجب کاهش شاخص سطح برگ، میزان کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و اختلال در فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود، که به دنبال چنین تغییراتی میزان فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین، در ادامه نمو گیاه، میوه، دانه و وزن هزار دانه کمتری ایجاد می‌شود (Aghaee & Ehsanzadeh, 2012). قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) افزایش تعداد دانه در میوه کدوی پوست کاغذی را با افزایش رطوبت در دسترس گزارش کردند. از این رو، تعداد دانه در میوه نیز به واسطه مزایای کشت مخلوط در استفاده مؤثر از منابع و مزایای کاربرد مالچ در حفظ مناسب رطوبت طی فاصله دو آبیاری نسبت به کشت خالص کدو بدون استفاده از مالچ، بهبود یافت.

عملکرد میوه: عملکرد میوه کدوی پوست کاغذی تحت تأثیر کاربرد مالچ قرار نگرفت. با این حال، مقدار آن در سیستم‌های مختلف کشت تفاوت معنی‌داری داشت ($p\leq0/05$). به طوری که سیستم‌های کشت A_4 و A_5 به ترتیب باعث افزایش 29 و 19 درصدی عملکرد میوه در مقایسه با کشت خالص کدو (A_3) شدند، اما فقط سیستم A_4 اختلاف آماری معنی‌داری را از نظر این صفت نشان داد (جدول 3). حدیدی و همکاران (Hadidi et al., 2011) در آزمایشی بیشترین عملکرد میوه کدو تنبل با (13/44 تن در هکتار) از آرایش 1:2 کشت مخلوط کدو تنبل با لوبیا گزارش کردند. همچنین اظهار داشتند که

تمامی آرایش‌های مخلوط باعث افزایش عملکرد میوه شد که دلیل این امر را به افزایش کارآیی استفاده از منابع در واحد سطح به وسیله گونه‌های موجود در کشت مخلوط نسبت دادند. اثر متقابل سیستم‌های کاشت در مالچ بر عملکرد میوه کدوی پوست کاغذی معنی‌داری بود. به طوری که تنها سیستم‌های A_4 و A_5 به همراه استفاده از مالچ بیشترین عملکرد را به ترتیب با 14/8 و 13/7 تن در هکتار در مقایسه با سیستم A_3 بدون استفاده از مالچ با 10 تن در هکتار اختلاف معنی‌داری را نشان داد ولی بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار، مشاهده نشد (جدول 5). همان طور که انتظار می‌رود، با افزایش تعداد میوه‌های کدو در تیمارهای کشت مخلوط به همراه کاربرد مالچ، عملکرد میوه در کدوی پوست کاغذی نیز افزایش می‌یابد. افزایش تعداد میوه یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد کدو محسوب می‌شود (Ertek et al., 2004). در مطالعه‌ای مشاهده شد که افزایش میزان کود نیتروژن از یک حد بهینه باعث کاهش تشکیل میوه در کدوی پوست کاغذی می‌شود به طوری‌که کاربرد 75 کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث تولید بیشترین عملکرد میوه شد، ولی کاربرد سطوح بالای نیتروژن (225 و 300 کیلوگرم در هکتار) باعث افزایش رشد رویشی بوته‌ها شد و هیچ میوه‌ای در این بوته‌ها تشکیل نشد (Arouiee et al., 2000). جهان و همکاران (Jahan et al., 2007) در بررسی سطوح مختلف کود دامی بر عملکرد میوه کدوی پوست کاغذی، گزارش کردند که با کاربرد 20 تن در هکتار کود دامی بیشترین عملکرد میوه حاصل شد. آن‌ها روند افزایشی عملکرد کدو تا 20 تن در هکتار کود دامی را مربوط به بهبود خواص فیزیکی خاک و ذخیره رطوبت توسط کود دامی نسبت دادند. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) روی کدوی پوست کاغذی مشاهده کردند که افزایش سطح کود نیتروژن از صفر تا 200 کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار وزن تر میوه، وزن هزار دانه، عملکرد میوه و دانه گردید. نامبردگان چنین اظهار داشتند که افزایش کود نیتروژن همزمان با افزایش شدت نور باعث افزایش دسترسی به مواد فتوسنتزی شده، در نتیجه باعث افزایش تعداد و اندازه سلول‌های میوه می‌شود.

وزن هزار دانه: اثر ساده کاربرد مالچ و اثر متقابل سیستم‌های کشت در کاربرد مالچ از نظر وزن هزار دانه کدوی پوست کاغذی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($p\leq0/05$)، ولی اثر ساده سیستم‌های کشت بر این صفت معنی‌دار نبود. با این وجود، استفاده از مالچ باعث بهبود 12 درصدی وزن هزار دانه کدو شد (جدول 4). بررسی اثر متقابل سیستم‌های کشت در مالچ نشان داد که، بیشترین (148 گرم) و کمترین (120 گرم) وزن هزار دانه به ترتیب از سیستم A_5 به همراه مالچ و سیستم A_3 بدون استفاده از مالچ به دست آمد که اختلاف معنی‌داری را از این نظر نشان دادند (جدول 5). در مطالعه‌ای بر روی کدوی پوست کاغذی، افزایش میزان نیتروژن و رطوبت، وزن هزار دانه کدو را افزایش داد (Aghaee & Ehsanzadeh, 2012). بابایی و همکاران (Babayee et al., 2012) افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه کدوی پوست کاغذی را با کاهش دور آبیاری گزارش کردند.

عملکرد دانه: عملکرد دانه کدو اختلاف معنی‌داری را از نظر اثر ساده سیستم‌های کشت نشان نداد، در حالی که اثر ساده کاربرد مالچ و اثر متقابل سیستم‌های کشت در کاربرد مالچ بر عملکرد دانه کدوی پوست کاغذی معنی‌دار بود ($p\leq0/05$). بررسی اثر ساده کاربرد مالچ نخود نشان داد که استفاده از مالچ باعث بهبود 10 درصدی عملکرد دانه کدو شد (جدول 4). همچنین نتایج بررسی اثر متقابل سیستم‌های کشت در کاربرد مالچ نشان داد که سیستم A_4 همراه با کاربرد مالچ با 489 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد و سیستم A_3 بدون استفاده از مالچ با 387 کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را نشان دادند (جدول 5). مهمترین عامل محدودکننده عملکرد دانه کدوی پوست کاغذی تعداد میوه در واحد سطح است (Nerson, 2005). تغییرات عملکرد دانه کدوی پوست کاغذی در ارتباط با مصرف کود به طور عمده ناشی از تعداد میوه در هکتار است (Jahan et al., 2007). شباهنگ و همکاران (Shabahang et al., 2010) همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد میوه و عملکرد دانه گزارش کردند. بنابراین، با توجه به افزایش وزن هزار دانه و به خصوص افزایش تعداد میوه کدو در سیستم‌های مخلوط به همراه مالچ و همچنین رابطه مثبت این صفات با عملکرد دانه، می‌توان افزایش عملکرد دانه را به افزایش در این صفات نسبت داد.

درصد روغن دانه: اثر ساده و متقابل کلیه تیمارهای آزمایشی بر درصد روغن دانه کدوی پوست کاغذی معنی‌دار نبود. با این وجود، بیشترین و کمترین درصد روغن به ترتیب با 34/8 و 31/9 درصد از از سیستم A_4 و A_5 بدون استفاده از مالچ به دست آمد (شکل 1).

جدول 3- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گیاه کدوی پوست کاغذی تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کشت

Table 3- Mean comparison of Styrian pumpkin characteristics under different cropping systems

عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) Fruit yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد میوه (تعداد در هکتار) Number of fruit ($No.ha^{-1}$)	تیمارها Treatments
10.60^{b}	8125^{b}*	A_3
13.67^{a}	10291.7^{a}	A_4
12.65^{ab}	9750^{ab}	A_5

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with at least one similar letter in each column, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan multiple range test.

A_3، A_4 و A_5: به ترتیب نشان‌دهنده کشت خالص کدوی پوست کاغذی، کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی و کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/کدوی پوست کاغذی

A_3, A_4 and A_5: are monoculture of Styrian pumpkin, relay intercropping of irrigated chickpea/Styrian pumpkin and relay intercropping of rainfed chickpea/Styrian pumpkin, respectively.

جدول 4- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گیاه کدوی پوست کاغذی تحت تأثیر کاربرد مالچ

Table 4- Mean comparison of Styrian pumpkin characteristics under different mulch application

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	تعداد میوه (تعداد در هکتار) Number of fruit ($No.ha^{-1}$)	تیمارها Treatments
457.08^{a}	139.43^{a}	10083.3^{a}*	M_1
414.25^{b}	125.10^{b}	8694.4^{b}	M_2

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with at least one similar letter in each column, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan multiple range test.

M_1 و M_2: به ترتیب نشان‌دهنده کاربرد مالچ نخود و عدم کاربرد مالچ

M_1 and M_2: are with and without mulch application, respectively.

جدول 5- مقایسه میانگین اثر متقابل سیستم‌های کاشت و کاربرد مالچ بر صفات مورد ارزیابی کدوی پوست کاغذی

Table 5- Mean comparisons of interaction effect between cropping systems and mulch application on studied traits of Styrian pumpkin

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) Fruit yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد دانه (تعداد در میوه) Number of seed ($No.fruit^{-1}$)	تعداد میوه (تعداد در هکتار) Number of fruit ($No.ha^{-1}$)	تیمارها Treatments
427.50^{ab}	133.60^{ab}	11.13^{b}	294.33^{ab}	8500^{ab}*	A_3M_1
386.50^{b}	119.70^{b}	10.08^{b}	283.67^{b}	7750^{b}	A_3M_2
489.17^{a}	136.97^{ab}	14.80^{a}	317.67^{ab}	11083^{a}	A_4M_1
420.00^{ab}	128.53^{b}	12.54^{ab}	300.33^{ab}	9500^{ab}	A_4M_2
454.58^{ab}	147.73^{a}	13.67^{ab}	324.00^{a}	10667^{a}	A_5M_1
436.25^{ab}	127.07^{b}	11.63^{ab}	307.67^{ab}	8833^{ab}	A_5M_2

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with at least one similar letter in each column, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan multiple range test.

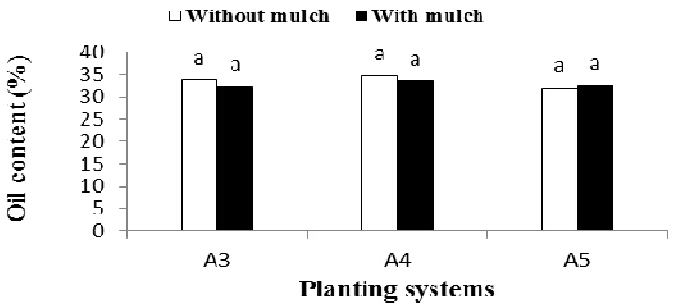
A_3، A_4 و A_5: به ترتیب نشان‌دهنده کشت خالص کدوی پوست کاغذی، کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی و کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/کدوی پوست کاغذی و M_1 و M_2: به ترتیب نشان‌دهنده کاربرد مالچ نخود و عدم کاربرد مالچ

A_3, A_4 and A_5: are monoculture of Styrian pumpkin, relay intercropping of irrigated chickpea/Styrian pumpkin and relay intercropping of rainfed chickpea/Styrian pumpkin and M_1, M_2: are with and without mulch application chickpea, respectively.

مقایسه کاربرد و عدم کاربرد بقایای نخود به عنوان مالچ در سیستم‌های مختلف کشت نشان داد که اختلاف جزئی در این شرایط به وجود آمد و استفاده از مالچ در سیستم A_3 و A_4 به ترتیب باعث کاهش 5 و 4 درصدی درصد روغن دانه شد. چنین به نظر می‌رسد که

در شرایط عدم استفاده از مالچ در مقایسه با کاربرد مالچ، گیاه بیشتر با تنش رطوبتی مواجه شده در نتیجه روغن به عنوان متابولیت ثانویه در گیاه بیشتر تولید شده است. نتایج برخی مطالعات روی کدوی پوست کاغذی نشان داده است که کود دامی زیاد به علت خاصیت نگهداری رطوبت بیشتر باعث کاهش برخورد گیاه با تنش رطوبتی شده در نتیجه روغن به عنوان متابولیت ثانویه در آن کمتر از زمانی که گیاه کود آلی کمتری در یافت کرده بود، تولید شد (Jahan et al., 2007). در حالی‌که آقایی و احسانزاده (Aghaee & Ehsanzadeh, 2012) کاهش غیرمعنی‌دار درصد روغن کدوپوست کاغذی را با تشدید تنش کم‌آبی گزارش کردند. آن‌ها همچنین غیرمعنی‌دار شدن این صفت تحت تیمارهای مختلف را به وراثت‌پذیری بالا و تأثیرپذیری کم این صفت نسبت به شرایط محیطی نسبت دادند. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) نیز دور آبیاری هفت روز را دارای بیشترین درصد و عملکرد روغن کدوی پوست کاغذی در مقایسه با دور 14 و 21 روز گزارش کردند و افزایش عملکرد روغن را نتیجه افزایش عملکرد دانه در این دور آبیاری دانستند.

نسبت برابری زمین: سودمندی در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی در LER>1 و در کشت مخلوط سری‌های افزایشی در LER>2 مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج این آزمایش، سیستم‌های کشت مخلوط نسبت به انواع تک کشتی از نظر مصرف منابع، به نحو مطلوب‌تری از زمین استفاده کرده‌اند و در نهایت، عملکرد بیشتری حاصل نموده‌اند (LER>2). به طوری که در میان سیستم‌های مختلف کشت مخلوط تأخیری، سیستم A_5 با LER= 2/25 بالاترین نسبت برابری زمین را نشان داد. همچنین در بررسی اثر متقابل سیستم کشت در مالچ مشاهده شد که سیستم A_5 بدون استفاده مالچ با LER معادل 2/37 بالاترین نسبت برابری زمین را در میان انواع کشت مخلوط تأخیری نشان داد (شکل 2). نسبت برابری زمین، ارزیابی صحیحی از کارایی استفاده از منابع بیولوژیک نظیر تشعشع، عناصر غذایی و بارندگی در چندکشتی است (Ghosh et al., 2006). به علت تفاوت‌های زمانی و مکانی در صفات رشد و گونه‌های مختلف زراعی، گیاهان در چند کشتی می‌توانند نسبت به تک‌کشتی، عناصر غذایی را به نحو بهتری از خاک جذب کنند (Zheng et al., 2003). افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی در چند کشتی در مقایسه با تک‌کشتی ممکن است از این طریق قابل توصیف باشد که دو گونه در چندکشتی دقیقاً برای منابع غذایی یکسان رقابت نمی‌کنند و بنابراین حالت تکمیل‌کنندگی را افزایش می‌دهند (Hauggaard-Nielsen et al., 2001). در مطالعه‌ای روی کشت مخلوط تأخیری گندم و پنبه گزارش شد که همه آرایش‌های کشت مخلوط باعث افزایش نسبت برابری زمین شدند که در این میان آرایش‌های (3:1، 3:2 و 4:2) بالاترین نسبت برابری زمین (LER=1/39) را نشان دادند که در مقایسه با آرایش (6:2) با (LER=1/28) اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (Zhang et al., 2007).



شکل 1- اثر متقابل سیستم‌های کشت و مالچ نخود بر درصد روغن دانه کدوی پوست کاغذی

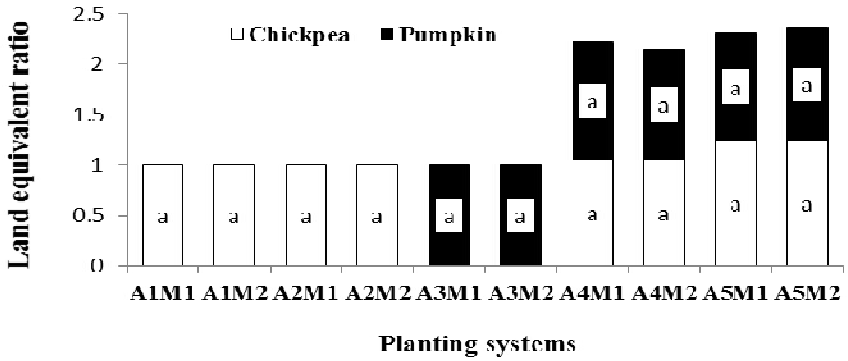
Fig. 1- Interaction effect between cropping systems and mulch application on oil content of Styrian pumpkin

A_3، A_4 و A_5: به ترتیب نشان‌دهنده کشت خالص کدوی پوست کاغذی، کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی و کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/کدوی پوست کاغذی و M_1، M_2: به ترتیب نشان‌دهنده کاربرد مالچ نخود و عدم کاربرد مالچ

A_3, A_4 and A_5: are monoculture of Styrian pumpkin, relay intercropping of irrigated chickpea/Styrian pumpkin and relay intercropping of rainfed chickpea/Styrian pumpkin and M_1, M_2: are with and without mulch application, respectively.

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with at least one similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan multiple range test.



شکل 2- اثر متقابل سیستم‌های کشت و مالچ نخود بر نسبت برابری زمین

Fig. 2- Interaction effects between cropping systems and mulch chickpea on land equivalent ratio

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means with at least one similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan multiple range test.

A_1، A_2، A_3، A_4 و A_5: به ترتیب‌نشان دهنده کشت خالص نخود آبی، کشت خالص نخود دیم، کشت خالص کدوی پوست کاغذی، کشت مخلوط تأخیری نخود آبی/کدوی پوست کاغذی و کشت مخلوط تأخیری نخود دیم/کدوی پوست کاغذی و M_1، M_2: به ترتیب‌نشان دهنده با و بدون مالچ نخود

A_1, A_2, A_3, A_4 and A_5: are monoculture of irrigated chickpea, monoculture of rainfed chickpea, monoculture of Styrian pumpkin, relay intercropping of irrigated chickpea/Styrian pumpkin and relay intercropping of rainfed chickpea/Styrian pumpkin and M_1, M_2: are with and without mulch chickpea

خرمی‌وفا و همکاران (Khoramivafa et al., 2011) در آزمایشی روی کشت مخلوط کدوی پوست کاغذی با نخود و عدس در سطوح مختلف کود نیتروژن گزارش کردند که بالاترین مقدار LER از کشت مخلوط کدوی پوست کاغذی با عدس با مصرف 75 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (LER=2/20) به دست آمد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که سیستم‌های کشت مخلوط تأخیری از طریق استفاده بهینه از زمان و منابع از جمله زمین و آب، باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد دو گیاه کدوی پوست کاغذی و نخود شدند، به طوری که تمامی سیستم‌های مخلوط باعث افزایش بهره‌وری از زمین شدند (LER>2). بنابراین کشت مخلوط تأخیری نخود/کدوی پوست کاغذی و همچنین استفاده از بقایای نخود به عنوان مالچ جهت نگهداری مناسب رطوبت طی فاصله دو آبیاری مخصوصاً در شرایط محدودیت آب می‌تواند راهکاری مناسب در راستای نیل به کشاورزی کم‌نهاده باشد.

منابع

Aghaei, A., and Ehsanzadeh, P. 2012. Effect of water deficit stress and nitrogen on yield and some physiological parameters of oilseed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Horticultural Science 42(3): 291-299. (In Persian with English Summary)

Arouiee, H., Omid Beigi, R., and Kashi, A. 2000. Study of the effect of different rates of nitrogen fertilizers on some characteristics of pumpkin. Journal of Pajouhesh and Sazandegi 13(48): 4-9. (In Persian with English Summary)

Babayee, S.A., Daneshian, J., Baghdadi, H., and Yousefi, Y. 2012. Effect of plant density and irrigation interval on agronomical traits of *Cucurbita pepo* L. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 2: 258-261.

Bunna, S., Sinath, P., Makara, O., Mitchell, J., and Fukai, S. 2011. Effects of straw mulch on mungbean yield in rice fields with strongly compacted soils. Field Crops Research 124: 295-301.

Ciftci, V., Toay, N., Toay, Y., and Doan, Y. 2004. Determining relationships among yield and some yield component using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arientinum* L.). Asian Journal of Plant Sciences 3: 632-

635.

Dogan, E., Kahraman, A., Bucak, B., Kirnak, H., and Guldur, M.E. 2012. Varying irrigation rates effect on yield and yield components of chickpea. Irrigation Science 1-7.

El-Hawary, N.A. 2009. Formulas for relay intercropping and crop sequence systems evaluation. Journal of Applied Sciences Research 5: 2074-2082.

Eradatmand Asli, D., and Mehrpanah, H. 2009. Pulse Crops Production and Nitrogen Fixation. Islamic Azad University of Saveh Publication, Markazi, Iran. 289 pp. (In Persian)

Ertek, A., Şensoy, S., Küçükyumuk, C., and Gedik, İ. 2004. Irrigation frequency and amount affect yield components of summer squash (*Cucurbita pepo* L.). Agricultural Water Management 67: 63-76.

Gan, Y.T., Liu, P.H., Stevenson, F.C., and McDonald, C.L. 2003. Interrelationships among yield components of chickpea in semiarid environments. Canadian Journal of Plant Science 83: 759-767.

Ghanbari, A., Nadjafi, F., and Shabahang, J. 2007. Effects of irrigation regimes and row arrangement on yield, yield components and seed quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Asian Journal of Plant Sciences 6: 1072-1079.

Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahim Zadeh Khoie, F., Mohammadi, A., and Biat, H. 2007. The effect of different nitrogen level and purnning of head on yield and yield component of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 13(2): 32-41.

Ghosh, P.K., Manna, M.C., Bandyopadhyay, K.K., Ajay, Tripathi, A.K., Wanjari, R.H., Hati, K.M., Misra, A.K., Acharya, C.L., and Subba Rao, A. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. Agronomy Journal 98: 1097-1108.

Goldani, M., and Rezvani Moghadam, P. 2005. Effects of different drought levels and planting date on yield and yield components of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 2(2): 229-239. (In Persian with English Summary)

Güler, M., Sait Adak, M., and Ulukan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy 14: 161-166.

Hadidi, N., Sharaiha, R., and Al-Debel, H. 2011. Effect of intercropping on the performance of some summer vegetable crops grown under different row arrangements. Lucrări Ştiinţifice Seria Agronomie 54:11-17.

Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. Field Crops Research 70: 101-109.

Jahan, M., Koocheki, A., Nassiri, M., and Dehghanipoor, F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo*. Iranian Journal of Field Crops Research 5(2): 281-289. (In Persian with English Summary)

Khoramivafa, M., Eftekharinasab, N., Nemati, A., Sayadian, K., and Najafi, A. 2011. Economic evaluation of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. Styriac)/ chickpea-lentil intercropping system associated with several nitrogen level. Journal of Daneshvar Agronomy Sciences 3(5): 53-62.

Li, L., Sun, J., Zhang, F., Li, X., Yang, S., and Rengel, Z. 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping: I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. Field Crops Research 71: 123-137.

Midmore, D.J. 1993. Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. Field crops research. 34: 357-380.

Nerson, H. 2005. Effects of fruit shape and plant density on seed yield and quality of squash. Scientia Horticulturae 105: 293-304.

Nourmohammadi, G.H., Siadat, A., and Kashani, A. 2001. Agronomy. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. 446 pp. (In Persian)

Pouramir Dashtmian, F. 2009. Evaluating of the effect of different planting combinations in the replacement and additive series multiple cropping on yield and yield components if sesame and chickpea. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Rodrigo, V.H.L., Stirling, C.M., Teklehaimanot, Z., and Nugawela, A. 2001. Intercropping with banana to improve fractional interception and radiation-use efficiency of immature rubber plantations. Field Crops Research 69: 237-249.

Rylski, I. 1974. Effects of season on parthenocarpic and fertilized summer squash (*Cucumis pepo* L.). Experimental Agriculture 10: 39-44.

Schmidtke, K., Neumann, A., Hof, C., and Rauber, R. 2004. Soil and atmospheric nitrogen uptake by lentil (*Lens culinaris* Medik.) and barley (*Hordeum vulgare* ssp. nudum L.) as monocrops and intercrops. Field Crops Research 87:

245-256.

Scopel, E., Da Silva, F.A.M., Corbeels, M., Affholder, F., and Maraux, F. 2004. Modelling crop residue mulching effects on water use and production of maize under semi-arid and humid tropical conditions. Agronomie 24: 383-395.

Shabahang, J., Khorramdel, S., Asadi, G.A., Mirabi, E., and Nemati, H. 2010. The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Journal of Agroecology 2(3): 417-427. (In Persian with English Summary)

Singh, V., and Shing, F. 1989. Selection criteria for yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal of Agricultural Sciences 59: 32-35.

Vandermeer, J. 1989. The Ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Vandermmer, J. 1992. The Ecology of Intercropping. Great Britain at the University Press, Cambridge.

Wahua, T.A. 1983. Nutrient uptake by intercropped maize and bean and concept of nutrient supplementation index (NSI). Experimental Agriculture 19: 263-275.

Wang, D., Marschner, P., Solaiman, Z., and Rengel, Z. 2007. Growth, P uptake and rhizosphere properties of intercropped wheat and chickpea in soil amended with iron phosphate or phytate. Soil Biology and Biochemistry 39: 249-256.

Xin, N.Q., and Tong, P.Y. 1986. Multiple cropping system and its development orientation in China (a review). Scientia Agricultura Sinica 4: 88-92.

Yildirim, E., and Guvenc, I. 2005. Intercropping based on cauliflower: more productive, profitable and highly sustainable. European Journal of Agronomy 22: 11-18.

Zarifpour, N. 2011. Assessment of cumin (*Cuminum cyminum*) and chickpea (*Cicer arietinum*) intercropping indices in additional replacement experiments. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Zhang, L., van der Werf, W., Zhang, S., Li, B., and Spiertz, J.H.J. 2007. Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. Field Crops Research 103: 178-188.

Zheng, Y., Zhang, F., and Li, L. 2003. Iron availability as affected by soil moisture in intercropped peanut and maize. Journal of Plant Nutrition 26: 2425-2437.