Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1049-1067

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص ۱۰۶۷-۱۰۴۹

برآورد عملکرد و شاخص‌های کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) در مناطق ساری و گنبد کاووس

ارسطو عباسیان[1*]، علی نخزری‌مقدم[2]، همت‌اله پیردشتی[3] و ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۰۱

عباسیان، ا.، نخزری‌مقدم، ع.، پیردشتی، ه.، و غلامعلی‌پور علمداری، ا. ۱۳۹۸. برآورد عملکرد و شاخص‌های کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و نخود فرنگی (*Pisum sativum*L.) در مناطق ساری و گنبد کاووس. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱ (۳): ۱۰۶۷-۱۰۴۹

چکیده

به‌منظور ارزیابی کشت مخلوط سیر و نخود فرنگی آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در دو منطقه ساری و گنبد کاووس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط در نه سطح شامل کشت خالص سیر، کشت خالص نخود فرنگی، مخلوط جایگزینی ۲۵ : ۷۵، ۵۰ :۵۰، ۷۵ : ۲۵ درصد، مخلوط افزایشی ۲۵ + ۱۰۰، ۵۰ +۱۰۰، ۷۵ + ۱۰۰، ۱۰۰ + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی و سیر در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که عملکرد محصول (سیر و نخود فرنگی) در اغلب تیمارهای آزمایشی واقع در شهرستان ساری (استان مازندران) نسبت به شهرستان گنبد کاووس (استان گلستان) برتری داشت. اغلب شاخص‌های کشت مخلوط تیمارهای افزایشی در مقایسه با تیمارهای جایگزینی واقع در هر دو استان از مزیت بالاتری برخوردار بود. حداکثر سودمندی کل (۰/۳۸) در شهرستان ساری و در تیمار جایگزینی ۲۵ درصد نخود فرنگی + ۷۵ درصد سیر مشاهده شد که نسبت به منطقه گنبد کاووس ۱۵ درصد افزایش نشان داد. در مجموع، عملکرد کل و اغلب شاخص‌های مورد ارزیابی مخلوط در تیمارهای افزایشی در مقایسه با تیمارهای جایگزینی در هردو منطقه از مزیت بالاتری برخودار بود. هر چند عملکرد و شاخص‌های ارزیابی مخلوط در منطقه ساری بیش‌تر از گنبد کاووس بود.

واژه‌های کلیدی: سودمندی، ضریب ازدحام نسبی، عملکرد واقعی، نسبت برابری زمین

مقدمه

امروزه در بوم‌نظام‌های کشاورزی، کشت مخلوط به‌عنوان ابزار مؤثر افزایش تولید در واحد سطح شناخته شده است. این سامانه به‌دلیل استفاده بهینه از منابع قابل دسترس سبب افزایش تولید بهبود شاخص‌های ارزیابی می‌گردد (Gou et al., 2017).بر اساس گزارش‌های موجود کشت مخلوط حبوبات با اغلب گیاهان زراعی به‌دلیل کارآمدی بهتر سبب بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و اغلب شاخص‌های مخلوط را در پی دارد (Lal et al., 2017; Namdari & Mahmoudi, 2012; Sing Rajesh et al., 2010). در همین راستا چاپاگین و رایزمن (Chapagain & Riseman, 2014) در مطالعه کشت مخلوط نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) با جو (*Hordum vulgare* L.) گزارش کردند که کارآیی زمین نسبت به تک‌کشتی حداکثر تا ۳۲ درصد افزایش یافت. هم‌چنین جو دارای بیش‌ترین زیست‌توده و درصد پروتئین در مقایسه با نظام تک‌کشتی بود.در تحقیقی در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، بیش‌ترین شاخص نسبت برابری زمین در تیمار افزایشی ۱۰۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ بادام زمینی (۱/۰۴) به‌دست

۱- دانشجوی سابق دکتری اکولوژی دانشگاه گنبد کاووس و استادیار علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲ و ۳- به‌ترتیب استادیاران دانشگاه گنبد کاووس و دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: arastoo 744@yahoo.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.71547

www.SID.ir

Archive of SID

آمد. در مطالعه کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) گزارش شد که عملکرد سوخ (۱۵۵۵ گرم در متر مربع) و نسبت برابری زمین (۱/۲۳) نسبت به کشت خالص سیر ۵۷ و ۲۳ درصد افزایش یافت (Noghani et al., 2013). در کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus L.*) و نخود نیز بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۷۷۵ کیلوگرم در هکتار) و نسبت برابری زمین (۱/۲۶) در تیمار جایگزینی ۵۰ درصد نخود و ۵۰ درصد کلزا مشاهده شد (Namdari & Mahmoudi, 2012). هم‌چنین بیش‌ترین افزایش یا کاهش عملکرد واقعی نسبت به عملکرد مورد انتظار کلزا (۶۳٪+) و نخود فرنگی (۱/۱٪–) به ترتیب در تیمار جایگزینی ۲۵٪ نخود + ۷۵٪ کلزا و ۷۵٪ نخود + ۲۵٪ کلزا به‌دست آمد. در کشت مخلوط نخود فرنگی و کلزا گزارش شد که مخلوط ۶۷ و ۵۰ درصد نخود فرنگی با ۳۳ و ۵۰ درصد کلزا عملکرد و نسبت برابری را نسبت به سایر سطوح کشت مخلوط افزایش داد (Baharloei & Fallah, 2015). در کشت مخلوط جو با بقولات با ترکیب ۷۵٪ نخود علوفه‌ای + ۲۵٪ جو با عملکرد (۴/۹ تن در هکتار)، نسبت برابری زمین (۱/۱۱) و ضریب ازدحام نسبی (۱/۵۵) بیش ترین مقدار را در بین سایر سطوح تیمارها به خود اختصاص داد (Lamai Hervani, 2013). در کشت مخلوط سیر و خیار (*Cucumis sativus* L.) در طی سه فصل رشد انجام عملکرد خیار در تمامی فصول در تیمار کشت مخلوط بیش تر از کشت خالص بود (Zhou et al., 2011). امّا بیش‌ترین تفاوت عملکرد خیار بین کشت خالص و مخلوط مربوط به فصل اول کاشت بود (به‌دلیل وفور نقش آنتی‌اکسیدانی آنزیم کاتالاز خاک به‌خاطر حضور باکتری‌ها و قارچ‌ها اثر سرمای اوایل رشد را بر خیار تسکین می‌دهد). جوانمرد رستمی و همکاران (Javanmard Rostami et al., 2016) در مطالعه کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) با نخود نتیجه گرفتندکه در تیمار جایگزینی کاهش یا افزایش واقعی عملکرد دارای مقدار مثبت (۰/۳۷) امّا در تیمار افزایشی دارای مقدار منفی بود (۱/۲۹). ضریب کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی کل در صورتی‌که مثبت باشد نشان دهنده مزیت کشت مخلوط نسبت به نظام تک‌کشتی و در صورت منفی نشان‌دهنده برتری نظام تک‌کشتی به کشت مخلوط است. در همان گزارش آمده است که حداکثر ضریب ازدحام نسبی (۲۹٪) در تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰٪ گندم + ۱۰۰٪ نخود به‌دست آمد. در ارزیابی شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط غلات و ماشک (*Common vetch* L.) حداکثر عملکرد (۲۷/۴ تن در هکتار) در کشت مخلوط ۴۵٪ یولاف + ۵۵٪ ماشک و ضریب نسبی تراکم (۱/۲۴) در کشت مخلوط ۴۵٪ گندم + ۵۵٪ ماشک و درحالی که بیش ترین نسبت برابری زمین (۱/۱۳) در کشت مخلوط ۳۵٪ یولاف + ۶۵٪ ماشک مشاهده شد (Dhima et al., 2007). در کشت مخلوط جو و بادام زمینی جو رقیب قوی‌تر و از نسبت رقابت بالاتری برخودار بود (Awal et al., 2007). هرچند ارزیابی نسبت رقابت، میزان اضافه محصول را نشان نمی‌دهد. امّا مقادیر CR>۱، بر عدم سودمندی مخلوط و شدید بودن رقابت تأکید می‌کند امّا مقادیر کم‌تر از یک، ترکیب‌های سودمند در کشت مخلوط را معرفی می‌کند و بیانگر برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. با توجه به تأثیرپذیری مخلوط از شرایط بوم‌شناختی و جغرافیایی، هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی تغییرات عملکرد و شاخص‌های ارزیابی سیر و نخود فرنگی در دو منطقه ساری و گنبد کاووس در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در دو مزرعه پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس و ساری اجرا شد. قبل از کشت برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دو منطقه مشخص گردید (جدول ۱). خصوصیات اقلیمی دو منطقه از شروع سال زراعی و تا پایان برداشت محصول نیز از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی اخذ شد (جدول ۲).

آزمایش در هر دو منطقه به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی ترکیب‌های مختلف کاشت مخلوط در نه سطح شامل کشت خالص سیر، کشت خالص نخود فرنگی، مخلوط جایگزینی ۲۵ : ۷۵، ۵۰ :۵۰، ۷۵ : ۲۵ درصد، مخلوط افزایشی ۲۵ + ۱۰۰، ۵۰ +۱۰۰، ۷۵ + ۱۰۰، ۱۰۰ + ۱۰۰ نخودفرنگی و سیر در نظر گرفته شدند. کاشت در شهرستان ساری ۲۳ آبان ماه و در دانشگاه گنبد کاووس هفتم آذر ماه ۱۳۹۲ صورت گرفت. ابعاد هر کرت آزمایشی ۱/۸×۶ مترمربع با شش ردیف کشت بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) در دو منطقه گنبدکاووس و ساری

Table 1- Physical and chemical analysis of the soil (0-30 cm) at Gonbad Kavoos and Sari regions

منطقه Region	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن کل Total N (%)	ماده آلی Organic matter (%)	پتاسیم قابل جذب Absorable K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Absorable P ($mg.kg^{-1}$)	بافت Texture
گنبد کاووس Gonbad Kavoos	0.72	8.02	0.09	1.52	363	11	سیلتی رسی لومی Si-C-L
ساری Sari	1.013	7.66	0.18	3.15	140	11.6	سیلتی لومی Si-l

تراکم بوته‌ها در تیمار شاهد برای هر دو گیاه سیر و نخود فرنگی یکسان (۳۳ بوته در متر مربع) و با آرایش کاشت مستطیل ۳۰ × ۱۰ سانتی‌متر مربع با شش خط به‌طول شش متر بود که در مخلوط‌های افزایشی ۲۵٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر، ۵۰٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر، ۷۵٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر و ۱۰۰٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر به تیمار شاهد سیر به‌ترتیب ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ بوته نخود فرنگی در ۱۰/۸ مترمربع افزوده شد. در تمامی تیمارهای افزایشی تعداد خطوط کشت ثابت و شامل ۱۲ ردیف کشت بود. امّا بسته به نوع تیمارها، تعداد بوته‌های نخود فرنگی روی هر ردیف متغیر بود (به‌ترتیب ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته نخود فرنگی در هر ردیف از تیمارهای افزایشی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نخود فرنگی به کشت ۱۰۰٪ درصد سیر افزوده شد).

جدول ۲- ویژگی‌های آب‌وهوایی شهرستان گنبدکاووس و ساری در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

Table 2- Weather charactristics in Gonbad Kavoos and Sari regions during growing seasons of 2013-2014

ماه‌های فصل رشد Months	درجه حرارت Temperature (℃)		ساعات آفتابی Sunny hours		نزولات Rainfall (mm)		رطوبت نسبی Relative humidity mean(%)		تبخیر و تعرق Evaporation (mm)	
	گنبد کاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبد کاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبد کاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبد کاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبد کاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari
مهر October	23.03	21.75	214.05	176.7	44.3	223.8	61	78	112.9	98.9
آبان November	15.8	15.25	164.4	137.5	15.5	99	68	81	50.5	52.5
آذر December	10.85	11.05	124.3	136.6	70.8	85.6	73	80.25	28.8	31
دی January	7.2	7.75	163.9	162	6.5	6.5	71	77.75	23.7	26.7
بهمن February	6.5	6.85	168.1	149	25.7	36.8	74	78.25	25.9	28.6
اسفند March	10.75	10.35	123.8	113.2	46.8	27.9	76.5	78.25	43.3	53.4
فروردین April	10.8	14.45	227.8	213.2	55.4	50.5	72.5	76.5	77.3	89.2
اردیبهشت May	22.85	21.75	255.5	222.2	28.4	5.3	61.5	72	147.1	147
کل Total	107.8	109.2	1441.6	1310.4	293.4	535.45	557.5	622	509.5	527.3
میانگین Mean	13.46	13.65	180.2	163.8	36.68	66.93	69.69	77.75	63.69	65.91

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی شاخص‌های نسبت برابری زمین (Mead & Willey, 1980)، ضریب ازدحام نسبی (Willey & Rao, 1980)، افزایش یا کاهش واقعی عملکرد (Banik et al., 2006)، عملکرد معادل گیاه (Banik et al., 2006)، سودمندی (Vandermeer, 1990)، غالبیت (Chetty & Reddy, 1987) و نسبت رقابت (Willey & Rao, 1980) با استفاده از معادله‌های ۱ تا ۸ محاسبه شد (جدول ۳).

جهت ارزیابی عملکرد از محصول هر دو گیاه (در سیر سوخ و در نخود فرنگی غلاف) به مساحت یک متر مربع محصول برداشت، با ترازوی دیجیتال و با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد. قبل از تجزیه آماری داده‌ها جهت یکنواختی واریانس‌ها آزمون F_{max} هارتلی انجام شد. بدین‌صورت‌که ms خطای دو محیط بر یکدیگر تقسیم (ms خطای بزرگ‌تر تقسیم بر ms خطای کوچک‌تر) و با F_t مقایسه و با توجه به معنی‌دار نبودن یکنواختی واریانس‌ها، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) مورد تجزیه مرکب قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD حفاظت شده) و جهت رسم شکل‌ها از برنامه Excel استفاده شد.

جدول ۳- معادله‌های مورد استفاده در ارزیابی کشت مخلوط

Table 3- Equations used to evaluate the intercropping

معادله [۱]: نسبت برابری زمین	LER = (Yab/Yaa) + (Yba /Ybb)
معادله [۲]: ضریب ازدحام نسبی (ضریب ازدحام نسبی سیر × ضریب ازدحام نسبی نخود فرنگی)	K = Ka × Kb Ka = (Yab × Zba)/(Yaa – Yab)(Zab) Kb = (Yba × Zab)/(Ybb – Yba)(Zba)
معادله [۳]: افزایش یا کاهش عملکرد محصول (کاهش یا افزایش عملکرد سیر+ کاهش یا افزایش عملکرد نخود فرنگی)	AYL= AYLa + AYLb AYLa= ((Yab/zab)/(Yaa/Zaa))-1 AYLb= ((Yba/Zba)/(Ybb / Zbb))
معادله [۴]: عملکرد معادل گیاه سیر	EYb= Yab × (Pa/Pb)
معادله [۵]: سودمندی مخلوط (سودمندی سیر + سودمندی نخود فرنگی)	IA= IAa + IAb
معادله [۶]: شاخص غالبیت	IAa= AYLa × Pa
معادله [۷]: نسبت رقابت (نسبت رقابت سیر)	Aa= (Yab/Yaa × Zab) – (Yba/Ybb × Zba)
معادله [۸]: نسبت رقابت نخود فرنگی	CRa = (LERa /LERb) × (Zba/Zab) CRb = (LERb /LERa)× (Zab/Zba)

Zab: نسبت گیاه a در کشت مخلوط Zba: نسبت گیاهb در کشت مخلوط Zaa: نسبت گیاه a در کشت خالص

Zbb: نسبت گیاهb در کشت خالص Pa: قیمت محصول گیاه a Yab : عملکرد گیاه a در کشت مخلوط Yaa: عملکرد گیاه a در کشت خالص

Yba: عملکرد گیاه b در کشت مخلوط Ybb: عملکرد گیاه b در کشت خالص Pb: قیمت محصول گیاه b

نتایج و بحث

عملکرد سوخ تحت تأثیر عوامل مکان، آرایش کاشت و اثر متقابل آرایش کاشت × مکان قرار گرفت (جدول ۳). عملکرد سیر در تیمار شاهد و در منطقه ساری (۹۸۰۰ کیلوگرم در هکتار)در مقایسه با گنبد کاووس حدود ۱۴ درصد افزایش نشان داد. در تیمارهای افزایشی هر دو منطقه عملکرد سوخ در مقایسه با تیمارهای جایگزینی از مزیت بالاتری برخودار بود (شکل ۱). با توجه به جداول اقلیمی و آنالیز خاک (جدول‌های ۱ و ۲)، خصوصیات آب و هوایی همراه با ویژگی‌های خاک عملکرد کشت مخلوط را تحت تأثیر قرار داد. با مطالعه کشت چند ساله ذرت در مناطق مختلف نتیجه‌گیری شد که اعمال مدیریت-های مختلف زراعی از طریق اختلاط با متغیرهای اقلیمی می‌تواند اثر تشدیدکننده و یا کندکننده بر عملکرد و متغیرهای وابسته به آن داشته باشد (Saseendran et al., 2015). در کشت مخلوط ذرت و سویا [*Glycine max* (L.) Merr.] بیش‌ترین عملکرد و شاخص برداشت در تیمار افزایشی کاشت ۵۰٪ ذرت + ۱۰۰٪ سویا به‌دست آمد که به‌خاطر تثبت نیتروژن و سایه‌اندازی سویا جهت مهار علف‌های هرز،

www.SID.ir

Archive of SID

نیچ‌های متفاوت و رقابت خفیف بین گونه‌ای ذکر شده است Piri et al., 2017). در ترکیب کشت مخلوط ۲۵٪ آفتابگردان + ۷۵٪ گـوار عملکرد زیست‌توده آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) با میـانگین ۱۰۲۹۷/۸ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقدار را به خـود اختصـاص داد (Momen Keykha et al., 2017).

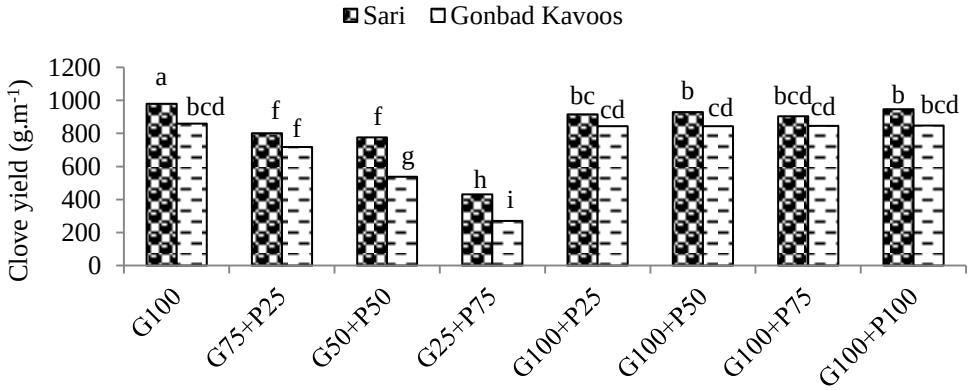
جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزاء عملکرد سیر و نخود فرنگی در کشت مخلوط

Table 4- Analysis of variance for yield and yield components of garlic and peas in intercropping

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد سوخ Garlic yield	وزن کل غلاف Total pod weight	عملکرد دانه Seed yield
مکان(A) place	1	2347794.96**	47230260**	24949*
خطا Error (a)	4	3677067	222411	254
آرایش کاشت (B) Intercropping	7	911664.82**	3871639**	3744828**
اثر متقابل آرایش کاشت در مکان (A×B)	7	21637.29**	1602039**	24213*
خطا Error	28	3510.93	152042	11604
ضریب تغییرات C.V		8.02	25.88	17.78

*، **و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و بدون تفاوت معنی‌دار.

*, ** and ns: significant at probability levels of 5 and 1 percent and non- significant, respectively.



شکل ۱- اثر متقابل مکان و آرایش کاشت بر عملکرد سوخ سیر در کشت مخلوط با نخود فرنگی

G100: کاشت خالص سیر، G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰درصد نخودفرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 1- The interaction between location and planting pattern on garlic yield intercropped with pea

G100: 100% garlic, G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

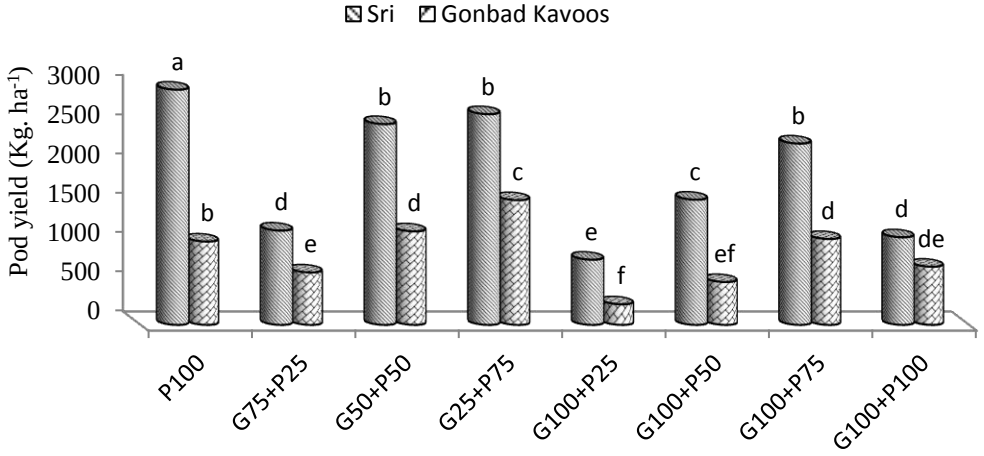
*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at p<0.05.

عملکرد غلاف نخود فرنگی تحت تأثیر برهم‌کنش مکان و آرایش کاشت قرار گرفت. عملکرد نخود فرنگی با میانگین ۲۹۸۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد و در شهرستان ساری نسبت به تیمـار شـاهد در منطقه گنبد کاووس حدود ۲/۸ برابر افـزایش نشـان داد. درحـالی‌کـه

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد تیمارهای جایگزینی و تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ ٪ سیر+ ۱۰۰٪ نخود فرنگی در منطقه ساری به‌طور میانگین نسبت به منطقه گنبد کاووس به‌ترتیب ۸۷ و ۵۱ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲). نخود فرنگی در گروه گیاهان بهاره و پاییزه قرار داشته بنابراین تحمل زیادی در مقابل سرمای زیاد زمستان ندارد. با توجه به جدول آب‌وهوایی دو منطقه (جدول ۲) افت دما خصوصاً در فروردین ماه سبب تفاوت قابل توجه عملکرد محسوب می‌گردد. در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) افزایش عملکرد مخلوط به پوشش مناسب کانوپی و افزایش بهینه از منابع محیطی ارتباط داشت (Eskandari & Alizadeh Amraie, 2016). چاپاگین و رایزمن (Chapagain & Riseman, 2014) در مطالعه کشت مخلوط نخود فرنگی با جو گزارش کردند عملکرد هر دو گیاه در کشت مخلوط در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت و جو در مخلوط سبب تعدیل سرما برای نخود فرنگی شد.



شکل ۲- اثر متقابل آرایش کاشت و مکان بر عملکرد غلاف نخود فرنگی در کشت مخلوط با سیر

G100: کاشت خالص سیر، G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰درصد نخودفرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 2- The interaction between location and planting pattern on pod yield of peas intercropped with garlic

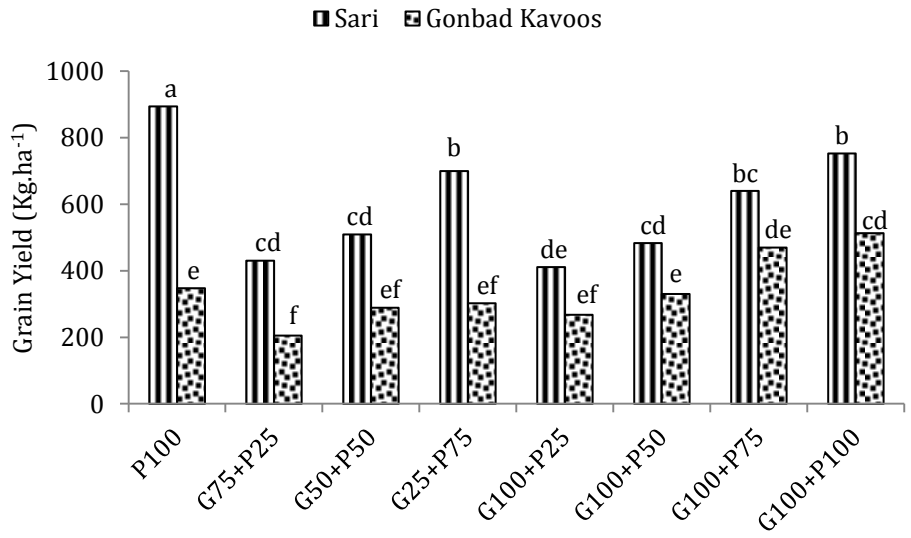
P100: 100% peas, G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at $p<0.05$.

در برهم‌کنش مکان و آرایش کاشت بیش‌ترین عملکرد دانه نخود فرنگی در شهرستان ساری و در کشت خالص نخود فرنگی با میانگین ۸۹۴/۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. این میزان عملکرد در همین تیمار در شهرستان گنبد کاووس به ۳۴۸/۳ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. بیش‌ترین عملکرد دانه در شهرستان گنبد کاووس در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی خصوصاً در تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر به‌دست آمد (شکل ۳). با توجه به میانگین دمای محیط شهرستان گنبد کاووس در فروردین ماه (جدول ۲) که زمان تشکیل غلاف و دانه‌بندی بود از دمای شهرستان ساری حدود چهار درجه سانتی‌گراد کم‌تر بود، به همین دلیل سرما عملکرد دانه را در تیمار شاهد کاهش داد، ولی در تیمارهای افزایشی ظاهراً گیاه سیر حافظ و پرستار نخود فرنگی در مقابل سرما بوده و مانع کاهش شدید عملکرد شد. نقش حفاظتی یک گیاه در مخلوط در گزارش‌های پیشین نیز آمده است (برای نمونه در کشت مخلوط جو و نخود (Poggio, 2005) گیاه جو موجب محافظت یونجه در مقابل سرما شد).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- اثر متقابل آرایش کاشت و مکان بر عملکرد دانه نخود فرنگی با سیر

G100: کاشت خالص سیر، G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰درصد نخودفرنگی

میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 3- The interaction between location and planting patterns on seed yield of peas intercropped with garlic

P100: 100% peas, G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at $p<0.05$.

شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط تحت تأثیر سطوح مختلف تیمارها و اثرات متقابل آن قرار گرفت (جدول ۵). نسبت برابری زمین تحت تأثیر متقابل سطوح مختلف مکان و آرایش کاشت قرار گرفت. بیش‌ترین LER کل در منطقه گنبد کاووس با میانگین ۱/۱۸ به تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر+ ۱۰۰ درصد نخود فرنگی تعلق گرفت که نسبت به منطقه ساری ۱۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). در برخی از تحقیقات اشاره شده است که شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی مناسب و نورگیری بیش‌تر در کشت مخلوط به‌دلیل تراکم مطلوب‌تر عامل مهمی در افزایش نسبت برابری زمین است. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نیز گویای همین مطلب بوده و با یافته‌های محققان تطابق دارد (Dhima et al., 2007; Ullah et al., 2007). ضریب نسبی تراکم سیر و نخود فرنگی هر دو تحت تأثیر سطوح متقابل مکان و آرایش کاشت قرار گرفت. بیش ترین ضریب نسبی تراکم سیر در تیمار افزایشی ۵۰ درصد نخود فرنگی + ۱۰۰ درصد سیر (۲/۵۹) و نخود فرنگی در تیمار افزایشی ۱۰۰ درصد نخود فرنگی + ۱۰۰ درصد سیر (۲/۸) هر دو در منطقه گنبد کاووس به‌دست آمد (جدول ۶). با توجه به جدول ۶ چنین استنباط می‌شود که در مجموع تیمارهای افزایشی این دو گیاه در مقایسه با تیمارهای جایگزینی نقش مؤثرتری بر بهبود عملکرد دارند و این تأثیر مثبت در شهرستان گنبد کاووس به‌خاطر نقش حفاظتی سیر برای نخود فرنگی مشهودتر است.

نامداری و محمودی (Namdari & Mahmoudi, 2012) در کشت مخلوط نخود و کلزا گزارش کردند که بالاترین ضریب نسبی تراکم (۲/۲۵) در کشت مخلوط جایگزینی ۵۰ درصد نخود + ۵۰ درصد کلزا به‌دست آمد.

کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی کل تحت اثر متقابل آرایش کاشت با مکان قرار گرفت. در برهم‌کنش سطوح مختلف آرایش کاشت و مکان بیش‌ترین ضریب سودمندی عملکرد واقعی کل به

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار جایگزینی ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی و در منطقه ساری تعلق گرفت (۰/۳۸+). این ضریب در تمامی تیمارهای جایگزینی واقع در منطقه ساری دارای ضریب مثبت و در اغلب تیمارهای افزایشی دارای ضریف منفی بود، در حالی‌که در تمامی تیمارهای افزایشی و جایگزینی کشت مخلوط واقع در شهرستان گنبد کاووس این شاخص دارای ضریب مثبت بود (شکل ۴). جوانمرد و همکاران (Javanmard Rostami et al., 2016) در مطالعه کشت مخلوط گندم و نخود گزارش کردند که کم ترین ضریب افت عملکرد (۱/۲۹-) در تیمار افزایشی ۱۰۰٪ نخود + ۱۰۰٪ گندم مشاهده شد.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مورد ارزیابی در کشت مخلوط سیر و نخود فرنگی
Table 5- Analysis of variance for measuredindices of garlic and andintercropped peas

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نسبت برابری جزئی سیر LER_{Garlic}	نسبت برابری جزئی نخود فرنگی LER_{peas}	نسبت برابری کل LER	ضریب ازدحام نسبی سیر K_{Garlic}	ضریب ازدحام نسبی نخود فرنگی K_Peas	ضریب نسبی تراکم کل $K=K_G\times K_P$	کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی AYL_{total}
مکان (A) place (A)	1	0.01 ns	0.006 ns	0.03 ns	0.078 ns	0.03 ns	0.097 ns	28.03 ns
خطا Error (a)	4	0.002	0.011	0.01	0.081	0.02	0.16	1.81
آرایش کاشت (B) Intercropping (B)	6	0.54**	0.81**	0.63**	9.3**	0.041 ns	0.05 ns	62.3**
A×B	6	0.008**	0.027*	0.031**	1.06**	0.03 ns	0.06 ns	390**
خطا Error	24	2	0.01	0.014	0.084	0.023	0.07	12.15
ضریب تغییرات CV (%)		7.43	16.99	9.13	22.33	21.06	24.82	18.14

*، **و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و بدون تفاوت معنی‌دار.

*, ** and ns: significant at probability levels of 5 and 1 percent and non- significant, respectively.

ادامه جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مورد ارزیابی در کشت مخلوط سیر و نخود فرنگی
Continue the Table 5- Analysis of variance for measuredindices of garlic and peas in intercropping

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد معادل سیر EY_{Garlic}	غالبیت برای سیر A_{Garlic}	نسبت رقابت جزئی سیر CR_{Garlic}	نسبت رقابت جزئی نخود فرنگی CR_{Peas}	سودمندی سیر IA_{Grlic}	سودمندی نخودفرنگی IA_{Peas}	سودمندی مخلوط IA
مکان (A) place (A)	1	131800184**	0.008 ns	0.117 ns	0.007 ns	11941 ns	2435 ns	19476 ns
خطا Error (a)	4	91427	0.004	0.38	0.12	28445	672.6	24278
آرایش کاشت (B) Intercropping (B)	6	48394308**	0.86**	1.4*	0.62**	9506723**	230932**	1486089**
A×B	6	10588636*	0.01 ns	0.29 ns	0.09 ns	19117 ns	2251 ns	19393 ns
خطا Error	24	181603	0.004	0.4	0.054	13.89	11.67	8.73
ضریب تغییرات CV (%)		9.1	14.16	17.91	18.3	23.9	20.41	29

*، **و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و بدون تفاوت معنی‌دار.

*, ** and ns: significant at probability levels of 5 and 1 percent and non- significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

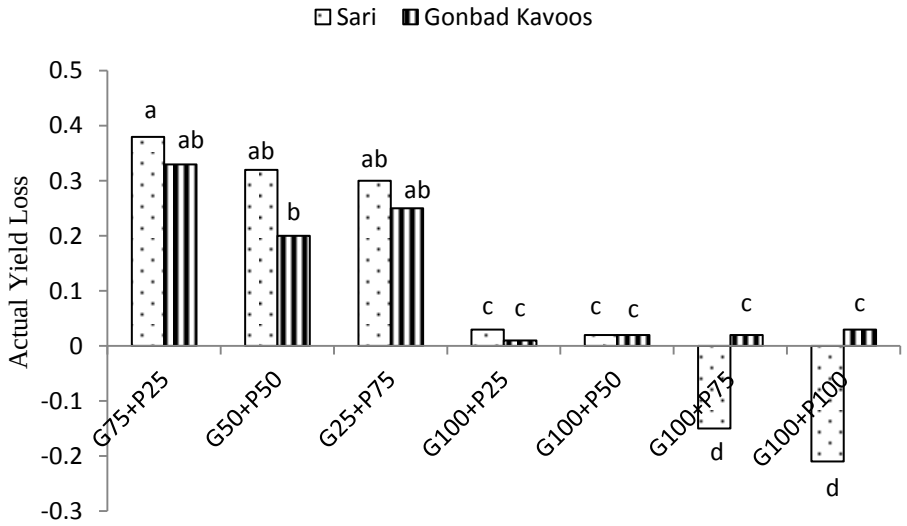
جدول ٦- اثر متقابل مکان با آرایش کاشت بر مقایسه نسبت برابری زمین (LER) و ضریب نسبی تراکم (RCC) درکشت مخلوط سیر با نخود فرنگی

Table 6- The interaction between location and planting patterns of the LER and RCC of density in garlic with intercropped peas

تیمار Teratments		نسبت برابری زمین LER			ضریب ازدحام نسبی تراکم RCC		
مکان Regian	آرایش کاشت Planting arrangements	سیر Garlic	نخود فرنگی Pea	کل Total	سیر Garlic	نخود فرنگی Pea	کل Total
ساری Sari	$G_{75}P_{25}$	0.69	0.47	1.16	0.86	0.06	0.05
	$G_{50}P_{50}$	0.45	0.75	1.24	0.29	1.1	0.32
	$G_{25}P_{75}$	0.41	0.89	1.35	0.07	0.61	0.043
	$G_{100}P_{25}$	0.87	0.32	1.19	2.5	0.11	0.028
	$G_{100}P_{50}$	0.89	0.62	1.31	2.1	0.61	1.28
	$G_{100}P_{75}$	0.76	0.5	1.26	2	1.16	2.32
	$G_{100}P1_{00}$	0.9	0.43	1.33	1.49	2.06	3.1
گنبد کاووس Gonbad Kvoos	$G_{75}P_{25}$	0.63	0.26	0.89	0.65	0.08	0.05
	$G_{50}P_{50}$	0.22	0.46	0.68	0.37	0.06	0.02
	$G_{25}P_{75}$	0.19	0.62	0.81	0.13	0.93	0.12
	$G_{100}P_{25}$	0.81	0.1	1.01	1.72	0.12	0.21
	$G_{100}P_{50}$	0.81	0.21	1.02	2.59	0.28	0.73
	$G_{100}P_{75}$	0.75	0.43	1.18	2.31	1.02	2.36
	$G_{100}P1_{00}$	0.81	0.29	1.1	2.04	2.8	5.71
	LSD	0.06	0.12	0.13	0.72	1.4	3.76

* در هرستون میانگین‌هایی که تفاوت کم‌تر از LSD دارند از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیستند.

* In each column, means that differ from LSD, are not significant different according at $P<0.05$.



شکل ٤- برهم‌کنش سطوح مختلف آرایش کاشت و مکان بر کاهش یا سودمندی واقعی کل مخلوط (AYL)

G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 4- The interaction between location and planting pattern onactual yield loss

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas)

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at p<0.05.

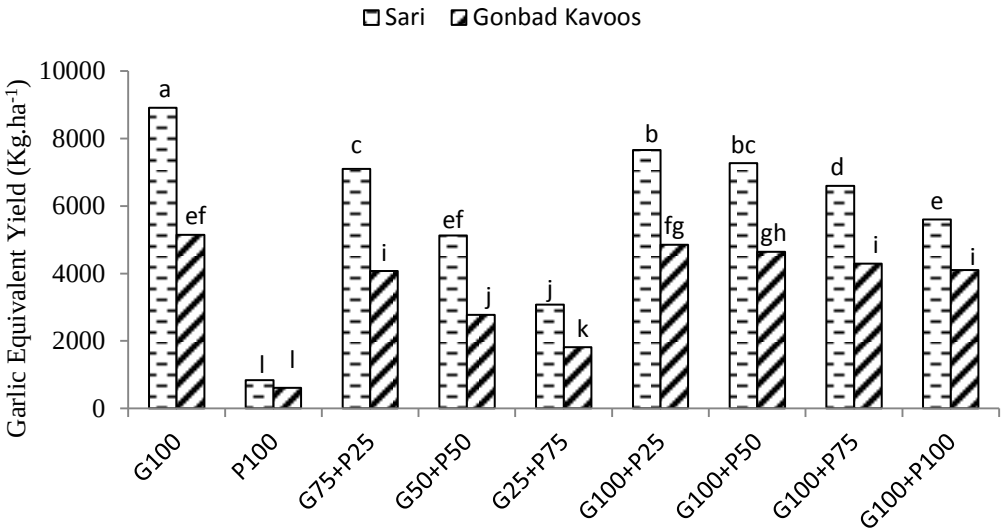
www.SID.ir

Archive of SID

تراکم بالا و سایه‌اندازی نخود بر روی گندم و رقابت بین‌گونه‌ای از دلایل افت عملکرد است. در بررسی کشت مخلوط ماشک با غلات بیش‌ترین ضریب سودمندی عملکرد واقعی (+۰/۱۳۴) در کشت مخلوط ۶۵٪ ماشک + ۳۵٪ درصد و کم ترین آن (−۰/۲۶۴) در کشت مخلوط ۶۵٪ ماشک + ۳۵٪ گندم مشاهده شد (Dhima et al., 2007).

برهم کنش سطوح مختلف مکان و آرایش کاشت بر عملکرد کل سیر (عملکرد معادل گیاه) تأثیر گذاشت. بیش‌ترین عملکرد معادل سیر در تیمار کشت خالص سیر در منطقه ساری مشاهده شد که نسبت به منطقه گنبد کاووس در همین تیمار حدود ۷۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵). عمده کاهش عملکرد معادل نخود فرنگی در تیمار کشت خالص در مقایسه با سیر به خاطر اختلاف قیمت واحد این محصول می باشد. در ارزیابی شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط ذرت و کلزا گزارش کردند عملکرد معادل ذرت در کشت مخلوط با کلزا کاهش معنی‌داری داشت (Namdari & Mahmoudi, 2012). آن‌ها دلیل اصلی کاهش عملکرد معادل ذرت رابه اختلاف قیمت این دو گیاه ربط دادند. در بررسی سنجابی و همکاران (Sanjabi et al., 2011) بیش‌ترین عملکرد کل سورگوم (عملکرد معادل) در تیمار افزایشی ۱۰۰٪ سورگوم + ۴۵٪ لوبیا چشم بلبلی به‌دست آمد.

شاخص غالبیت موفقیت نسبی دوگونه گیاهی در بهره برداری از منابع را تعیین می نماید و معیاری در ارزیابی تداخل بین چند گونه گیاهی به شمار می‌رود. مقدار این ضریب در هیچ نسبت تیماری برابر یک نیست. علت این امر از عدم برابری رقابت درون‌گونه‌ای و برون-گونه‌ای ناشی می‌شود (Radosevich et al., 2007). شاخص غالبیت تحت تأثیر سطوح مختلف آرایش کاشت قرار گرفت. بیش ترین شاخص غالبیت (۰/۸۱) برای سیر در تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی به‌دست آمد (شکل ۶). برخی محققان نیز گزارش کردندکه گندم درکشت مخلوط با نخود از ضریب تهاجم بالاتری برخوردار بود (Banik et al., 200; Li et al., 2002).



شکل ۵- برهم‌کنش سطوح مختلف آرایش کاشت و مکان بر عملکرد معادل گیاه سیر (EY)

G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

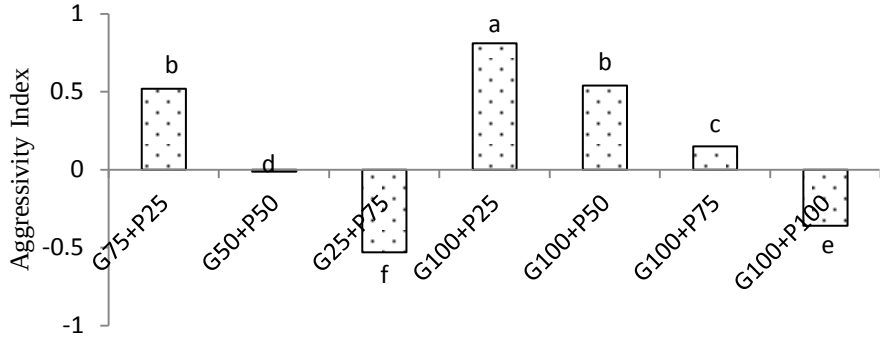
Fig. 5- The interaction between location and planting pattern ongarlic- equivalent yield

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas,G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at p<0.05.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- اثر سطوح مختلف آرایش کاشت بر شاخص غالبیت سیر (A) در کشت مخلوط با نخودفرنگی

G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 6- The interaction between location and planting pattern on garlic aggressivity index intercropped with peas

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at $p<0.05$.

نسبت رقابتی جزئی سیر (CRa) تحت تأثر سطوح مختلف آرایش کاشت قرار گرفت. هر چند ارزیابی نسبت رقابت، میزان اضافه محصول را نشان نمی‌دهد امّا مقادیر CR> ۱، بر عدم سودمندی مخلوط و شدید بودن رقابت تأکید می‌کند، امّا مقادیر کم تر از یک، ترکیب‌های سودمند در کشت مخلوط را معرفی می‌کند و بیانگر برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است (بلند نظر و همکاران، ۱۳۹۰). بیش‌ترین نسبت رقابت جزئی سیر (۱/۵۵) در تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی به‌دست آمد (شکل ۷). در کشت مخلوط دو گیاه یکی از عوامل مؤثر در غالبیت تراکم گیاهان نسبت به یکدیگر می‌باشد. با توجه به توان رقابتی گیاه سیر در تراکم بالا این نتیجه‌گیری قابل تفسیر است. گزارش‌های فراوانی وجود دارد که نسبت رقابت گیاهان در کشت مخلوط تحت تأثیر تراکم قرار می‌گیرد. نتایج این تحقیق با نتایج بسیاری از پژوهشگران مطابقت دارد (Hu et al., 2016; liu et al., 2014).

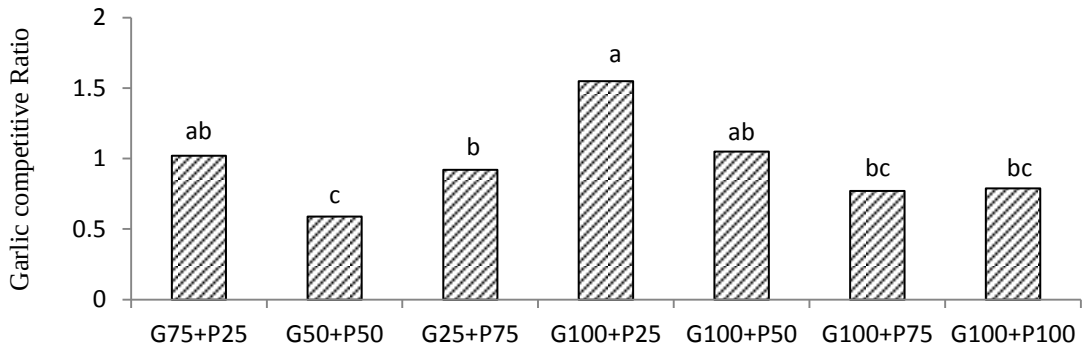
حداکثر نسبت رقابت جزئی نخود فرنگی با میانگین ۱/۷۱ درصد در تیمار جایگزینی کاشت ۲۵ درصد سیر+ ۷۵ درصد نخود فرنگی مشاهده شد (شکل ۸). حضور نخود فرنگی در این تراکم باعث افزایش شاخص رقابت شده است. دلیل برتری نخود فرنگی در کشت مخلوط با سیر را می‌توان به دو عامل سیستم ریشه‌ای قوی و سطح برگ بیش‌تر نسبت داد (Sauck & Ackarmann, 2006). احمدی و همکاران (Ahmmadi et al., 2011) در بررسی کشت مخلوط جو و ماشک به نتایج مشابهی دست یافتند. هم چنین محققان دیگری به بررسی نسبت رقابت گیاهان درکشت مخلوط پرداخته و تأثیر آرایش کاشت بر نسبت رقابت گزارش کردند (Dhima et al., 2007; Fan et al., 2016).

تلفات نور درکشت مخلوط به‌علت پوشش مناسب سطح خاک، اختلاف ارتفاع گیاهان و مواج بودن سطح کانوپی در مقایسه با سیستم تک‌کشتی به حداقل می‌رسد (Ahmadi et al., 2010). بر این اساس کشت مخلوط گونه‌های مختلف گیاهی، باتوجه به نوع آرایش برگ‌ها سبب افزایش جذب نور و درنهایت افزایش عملکرد می‌گردد (Zhang et al., 2008).

شاخص سودمندی نشان دهنده دریافت نور توسط کانوپی گیاهی بوده و در هفت کشت مخلوط به دلیل اختلاف ارتفاع و مواج بودن سطح کانوپی، پوشش خاک مناسب و هدررفت نور کم‌تر است. شاخص سودمندی جزئی سیر تحت تأثیر سطوح مختلف آرایش کاشت قرار گرفت. بیش ترین سودمندی جزئی سیر به تیمار جایگزینی کاشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی تعلق گرفت. کلیه تیمارهای جایگزینی در برآورد این شاخص دارای ضریب مثبت و تمامی تیمارهای افزایشی دارای ضریب منفی بودند (شکل ۹).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- اثر سطوح مختلف آرایش کاشت بر شاخص نسبت رقابت سیر (CR) در کشت مخلوط با نخودفرنگی

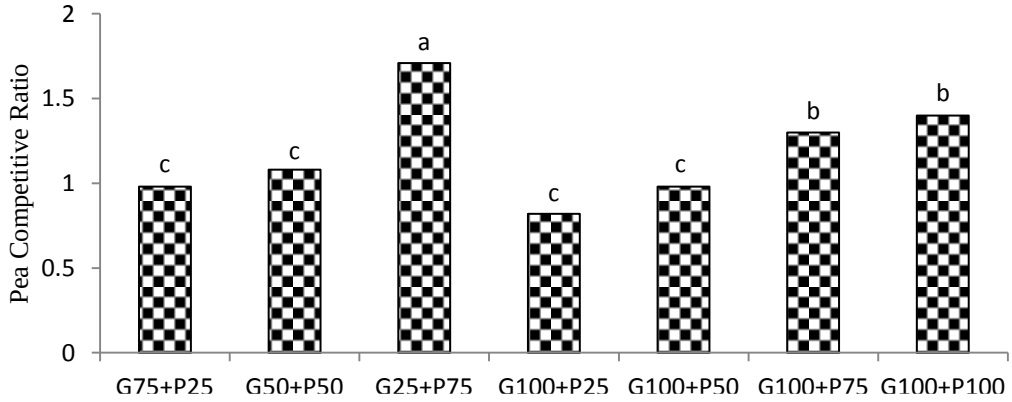
G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 7- The interaction between location and planting pattern on garlic competitive ratio intercropped with pea

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at p<0.05.



شکل ۸- اثر سطوح مختلف آرایش کاشت بر شاخص نسبت رقابت نخود فرنگی (CR) در کشت مخلوط با سیر

G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 8- The interaction between location and planting pattern on pea competitive ratio intercropped with garlic

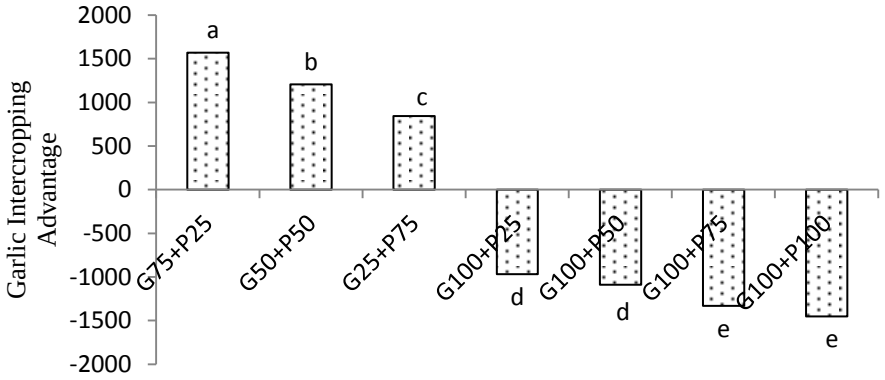
G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at p<0.05.

عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2010) در مطالعه کشت مخلوط کنجد (*Sesamum indicum* L.) و لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris*L.)، وانگ وهمکاران (Wang et al., 2017) در مطالعه کشت مخلوط گندم و ذرت، دهیما و همکاران (Dhima et al., 2007) در مطالعه کشت مخلوط ماشک با غلات به نتایج مشابهی دست یافتند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- اثر سطوح مختلف آرایش کاشت بر سودمندی جزئی سیر (IAg) در کشت مخلوط با نخود فرنگی

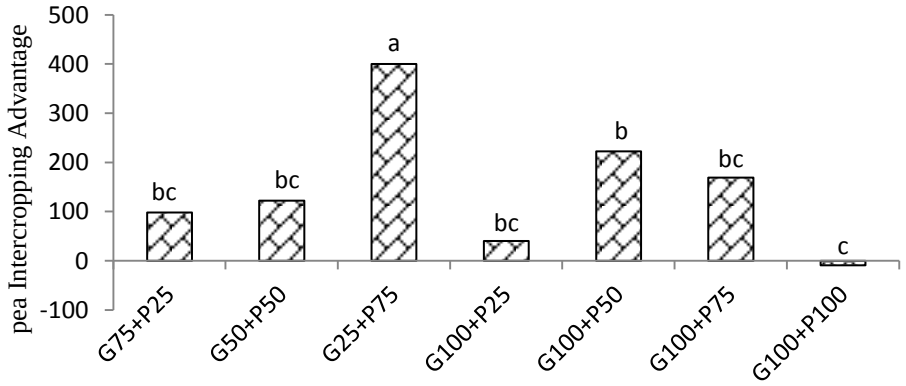
G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 9- The interaction between location and planting pattern on garlic intercropping advantage with peas

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at $p<0.05$.



شکل ۱۰- اثر سطوح مختلف آرایش کاشت بر سودمندی جزئی نخود فرنگی (IAp) در کشت مخلوط با سیر

G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 10- The interaction between location and planting pattern on pea intercropping advantage intercropped with garlic

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

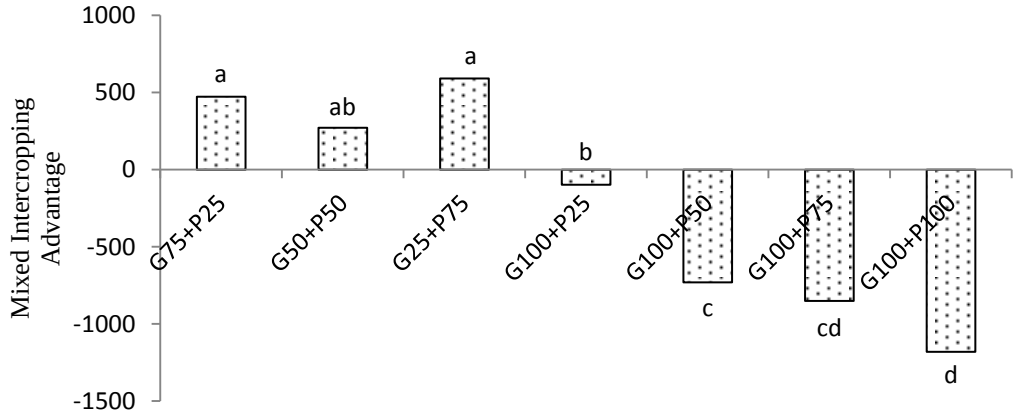
*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at $p<0.05$.

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها دلیل افزایش این شاخص به جذب بیش‌تر نور توسط کانوپی کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی نسبت دادند. بیش ترین شاخص سودمندی نخود فرنگی در سطوح مختلف آرایش کاشت با میانگین ۴۰۰ به تیمار جایگزینی ۷۵ درصد نخود فرنگی+ ۲۵ درصد سیر تعلق گرفت. شاخص سودمندی جزئی نخود فرنگی در کلیه تیمارهای جایگزینی و تمامی تیمارهای افزایشی به جز تیمار کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی مثبت شد (شکل ۱۰). لیو و همکاران (Liu et al., 2014) در کشت مخلوط سیر و گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculantum* L.)، وان و همکاران (Wang et al., 2017) در کشت مخلوط آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) با سویا (*Glycin max* L. Merril) به نتایج مشابهی دست یافتند.

بیش ترین سودمندی مخلوط در سطوح مختلف آرایش کاشت به تیمار جایگزینی کاشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی تعلق گرفت. ضریب سودمندی مخلوط در کلیه تیمارهای جایگزینی مثبت و در تمامی تیمارهای افزایشی منفی شد (شکل ۱۱). سودمندی از جمله پارامترهایی است که تحت تأثیر کشت مخلوط قرار می‌گیرد. احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2010) اشاره به افزایش سودمندی در تیمار های افزایشی کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای داشتند. بانیک و همکاران (Banic et al., 2006) در مطالعه کشت مخلوط نخود و گندم و خاتمی‌پور و همکاران (Khatamipour et al., 2014) در مطالعه کشت مخلوط ارزن و ماش به نتایج مشابهی دست یافتند.



شکل ۱۱- اثر سطوح مختلف آرایش کاشت بر سودمندی مخلوط سیر و نخود فرنگی

G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخود فرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخود فرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۲۵ درصد نخود فرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی

*میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Fig. 9- The interaction between location and planting pattern on mixed intercropping advantage of garlic and peas

G75+P25:75% garlic + 25% peas, G50+P50:50% garlic + 50% peas, G25+P75:25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas

*Means with the same letter are not significantly different according to LSD test at $p<0.05$.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کشت مخلوط سیر و نخود فرنگی در دو منطقه گنبد کاووس و ساری نسبت به نظام تک‌کشتی دارای مزیت بالاتری است.عملکرد و اغلب شاخص‌های مورد ارزیابی تیمارهای افزایشی کشت مخلوط در گنبد کاووس نسبت به سیستم تک کشتی و ترکیب‌های جایگزینی دارای مزیت بالاتری بود. در منطقه ساری تیمارهای جایگزینی و تیمارهای افزایشی با نسبت ۵۰٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر و ۲۵٪ نخود فرنگی + ۱۰۰٪ سیر در مقایسه با نظام تک‌کشتی از عملکرد و شاخص‌های ارزیابی بالاتری برخودار بود. در مجموع بین تیمارهای جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط، ترکیب

www.SID.ir

Archive of SID

افزایشی ۱۰۰٪ نخودفرنگی +۱۰۰٪سیر با ضریب ازدحام نسبی تراکم ۵/۱۷ بهترین نوع ترکیب کشت مخلوط از نظر بهبود عملکرد در هر دو منطقه بود. حضور سیر در مخلوط و در منطقه گنبد کاووس توانست تا حد زیادی اثر سرما بر عملکرد دانه نخود فرنگی را متعادل و مانع کاهش شدید عملکرد گردد. بنابراین توصیه می‌شود سیر به‌عنوان گیاه اصلی و نخود فرنگی با تراکم ۷۵ درصد و یا بیش‌تر به‌صورت افزایشی به خطوط کشت سیر افزوده گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه گنبدکاووس بابت همکاری در اجرای طرح و پرداخت هزینه‌های این پژوهش و از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بابت همکاری و در اختیار قرار دادن آزمایشگاه و امکانات مورد نیاز قدردانی می‌گردد.

References

Abbasi, R. 2010. Interaction of reduced doses of herbicides and nitrogen fertilizer on the competition between dandelion and corn. PhdDissertation of Weed Science. Campus of Agriculture and Natural Resources of Tehran University, Iran. (In Persian)

Ahmadi, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zhtab Salmasi, S., Amini, R., Jan Mohammadi, H., and Nami, F. 2010. Investigation of light condition in pure culture and mixture of barley and cluster vetch and its relation with forage yield. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production 20(2): 53-65. (In Persian with English Summary)

Awal, M.A., Pramanik, M.H.R., and Hossen, M.A. 2007. Interspecies competition growth and yield in barley peanut intercropping Asian Journal of Plant Science 6: 577-584.

Baharloei, S., and Fallah, S. 2015. Optimization of nitrogen use for growth and yield of rapeseed and flour cultivars in mixed cropping. Journal of Crop Production and Processing 6(5): 31-41. (In Persian with English Summary)

Banik P, Midya A, Sarkar B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment. European Journal of Agronomy 24: 325-332.

Chapagain, T., and Riseman, A. 2014. Barley–pea intercropping: effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research 166: 18-25.

Chetty, C.K., and Reddy, M.N. 1987. A general proposal for ranking intercrop treatments. Indian Journal of Agricultural Science 57: 64–65.

Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research 100(2): 249-256.

Eskandari, H., and Alizadeh- Amraie, A. 2016. Evalotion of growth and species composition of weed in maize cowpea intercropping based on additive serios under organic farming condition. Journal of Agroecology 8(2): 227-240. (In Persian with English Summary)

Fan, Z., An, T., Wu, K., Zhou, F., Zi, S., Yang, Y., and Wu, B. 2016. Effects of intercropping of maize and potato on sloping land on the water balance and surface runoff. Agricultural Water Management 166: 9-16.

Gou, F., van Ittersum, M. K., Simon, E., Leffelaar, P.A., van der Putten, P.E., Zhang, L., and van der Werf, W. 2017. Intercropping wheat and maize increases total radiation interception and wheat RUE but lowers maize RUE. European Journal of Agronomy 84: 125-139.

Hu, F., Gan, Y., Hongyan Cui, H., Zhao, C., Feng, F., Yin, W., and Qiang Chai, Q. 2016. Intercropping maize and wheat with conservation agriculture principles improves water harvesting and reduces carbon emissions in dry areas. European Journal of Agronomy 74:9-17.

Javanmard, Rostami, A., Nouraein, M., Gharekhany, G.H. 2016.Agronomical, ecological and economical evaluation of wheat- chickpea intercropping under rainfed condition of Maragheh. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production 1(26): 19-37. (In Persian with English Summary)

Khatamipour, M., Asgharipour, M.R., and Sirousmehr, A. 2014. Intercropping benefits of foxtail millet (*Setaria italica*) with mungbean (*Vignaradiata*) as influenced by application of different manure levels. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 24(3): 75-86. (In Persian with English Summary)

Koochecki, A., and Nasiri Mahallati, M. 2016. The effect of climate change on agriculture: crop production forecast and a solution compatible. Iranian Journal of Field Crops Resarch 14(1): 1-20. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Lal, B., Rana, K.S., Rana, D.S., Shivay, Y.S., Sharma, D.K., Meena, B.P., and Gautam, P. 2017. Biomass, yield, quality and moisture use of *Brassica carinata* as influenced by intercropping with chickpea under semiarid tropics. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 18(1): 61-71.

Lamai Hervani, J. 2013. Assessment of dry forage and crude protein yeilds, competition and advantage indices in mixed cropping of annual forage legume crops with barley in rainfed comditions of Zanjan province in Iran. Journal of Planting Seeds and Seeds 2(29): 169-183. (In Persian with English Summary)

Li, L., Sun, J.H., Zhang, F.S., Li, X.L., Yang, S.C., and Rengel, Z. 2002. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. Field Crops Research 71: 123–137.

Liu, T., Cheng, Z., Meng, H., Ahmad, I. and Zhao, H. 2014. Growth, yield and quality of spring tomato and physicochemical properties of medium in a tomato/garlic intercropping system under plastic tunnel organic medium cultivation. Journal of Science Horticulture 170:159-168.

Mead, R., and Willey, R.W. 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. Experimental in Agriculture 16: 217–228.

Momen Keykha, M., Khammari, I., Dahmardeh, M., and Forouzandeh, M. 2018. Assessing yield and physiological aspects of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) intercropping under different levels of nitrogen. Journal of Agroecology 9(4): 1050-1069. (In Persian with English Summary)

Namdari, M., and Mahmoudi, 2012. Evaluation of yield and productivity indices in planting ratios of intercropping of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Canola (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Crop Science 14(4): 346-357. (In Persian with English Summary)

Noghani, M., Mashayekhi, K., Shakouri, M.J., and Mousavizadeh, S.J. 2013. The study the usefulness production garlic, in intercropping with the pea in Gorgan Region. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 6(11): 1761-1763.

Piri, I., Zendehdel, B., and Tavassoli, A. 2017. Study of agronomical and ecological parameters of additive and replacement intercropping systems of corn (*Zea maize* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.). Journal of Agroecology 9(3): 705-721. (In Persian with English Summary)

Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture andintercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.

Radosevich, S., Holt, J., and Ghersa, C., 2007. Ecology of weeds and invasive plants (3rd Edition). John Wiley and Sons, Inc. New York, NY. Pp, 558.

Sanjani, S., Hosseini, M.B., Chaichi, M., and Rezvan Bidokhodi, R. 2011. Evaluation of yield and yield components in mixed cultivation of increasing sorghum and bean hares in full irrigation and irrigation conditions. Journal of Agricultural Ecology 7(1): 85-95. In Persian with English Summary)

Saseendran, S.A., Ahuja, L.R., Ma, L., Trout, T.J., McMaster, G.S., Nielsen, D.C., Ham, J.M., Andales, A.A., Halvorson, A.D., Chávez, J.L., and Fang, Q.X., 2015. Developing and normalizing average corn crop water production functions across years and locations using a system model. Agricultural Water Management 157: (31):65-77.

Saucke, H., and Ackarmann, K. 2006. Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax. Weed Research 46:453-461.

Scott, J.K., Yeoh, P.B., and Michael, P.J. 2016. Methods to select areas to survey for biological control agents: An example based on growth in relation to temperature and distribution of the weed Conyza bonariensis. Biological Control 97: 21-30.

Singh Rajesh K., Kumar, H., and Singh Amitesh, K. 2010. Brassica based intercropping systems: A review. Agricultural Science Journal 31(4): 6- 11.

Ullah, A., Bhatti, M.A., Gurmani, Z.A., and Imran, M. 2007. Studies on planting patterns of maize (*Zea mays* L.) facilitating legumes intercropping. Journal of Agricultural Research 45: 113–118.

Vandermeer, J.H. 1990.Intercropping. Agroecology (Eds. C.R. Carrol, J.H. Vandermeer and P.M. Rosset), pp. 481–516. McGraw-Hill, New York, USA.

Wang, Z., Zhao, X., Wu, P., Gao, Y., Yang, Q., and Shen, Y. 2017. Border row effects on light interception in wheat/maize strip intercropping systems. Field Crops Research 214: 1-13.

Willey, R.W., and Rao, M.R. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Explanation of Agriculture 16: 105–117.

www.SID.ir

Archive of SID

Zhang, L., Vanderwerf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., and Spiertz, J.H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research 107: 29-42.

Zhou, X., Yu, G., and Wu, F. 2011. Effects of intercropping cucumber with onion or garlic on soil enzyme activities, microbial communities and cucumber yield. European Journal of Soil Biology 47: 279-287.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1049-1067

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص ۱۰۶۷-۱۰۴۹

Estimation the Yield and Intercropping Indices of Garlic (*Allium sativum* L.) and Peas (*Pisum sativum* L.) in two Regions of Sari and Gonbad Kavoos

A. Abbasian[1*], A. Nakhzari Moghaddam[2], H. Pirdashti[3] and E. Gholamalipour Alamdari[2]

Submitted: 10-03-2018
Accepted: 23-07-2018

Ramroudi, M., Bagheri, M., and Forouzandeh, M. 2019. Estimation the yield and intercropping indices of garlic (*Allium sativum* L.) and peas (*Pisum sativum* L.) in two regions of Sari and Gonbad Kavoos. Journal of Agroecology. 11(3):1049-1067.

Introduction

In intercropping systems, inputs in a unit area have been reduced but use of available resources is optimized, leading to increased production and promotion of evaluation indices. In a study on maize and peanut intercropping, the highest index of land equivalent ratio (LER=1.04) was obtained in 100% corn + 100% peanut. In addition, barley and peas as well as garlic and chickpea intercropping, improved the LER and the other intercropping indices. Therefore, the main objective of this research was the estimation of the yield and intercropping indices of garlic (*Allium sativum* L.) and peas (*Pisum sativum* L.) in two regions of Sari and Gonbad Kavoos.

Materials and Methods

The present research was conducted at research farms of Gonbad Kavoos University and Sari region during 2013-2014. The experiment was arranged based on randomized complete block design with three replications. Treatments were nine levels including sole cropping of garlic and pea, beside replacement series of 25:75, 50:50 and 75%:25% pea: garlic as well as additive series of 25, 50, 75 and 100% pea +100% garlic. Plot size was 1.8 × 6m with six rows of cultivation. Plant densities in the control treatment were the same for both garlic and peas, with a 30 × 10 cm square and rectangular plant arrangement with six lines of six meters long and 360 plants per plot. In the incremental mix of 25% pea + 100% garlic, 50% pea + 100% garlic, 75% pea + 100% and 100% pea + 100% garlic 90, 180, 270 and 360 plants of peas were added to each plot of garlic, respectively.

Results and Discussion

The results showed that the highest garlic yield (9800 kg ha^{-1}) was obtained in pure cropping in Sari region, which increased 14% as compared to the Gonbad Kavoos region. The yield of pods (1060 kg. ha^{-1}) and seed (348.3 $kg.ha^{-1}$) decreased (up to 64 and 61%, respectively) in pure cropping of peas in the Gonbad Kavoos region. In additive series, LER and relative crowding coefficient in100% of garlic + 100% peas was 1.33 and 1.49 as well as 1.1 and 2.54 in Sari and Gonbad Kavoos, respectively. Actual yield loss (AYL=-0.15 and -0.20) were observed only in Sari and in additive series of 75% peas + 100% garlic and 100% of peas + 100% garlic, respectively. In contrast, the intercropping advantage (0.38) was observed in Sari where the 25% of peas intercropped with 75% of garlic, increasing up to 15% as compared to the Gonbad Kavoos region. Furthermore, partial competitive ratio (CRa) for pea and garlic was affected by different planting arrangements. The highest CR value for garlic (1.55) was recorded when 25% pea was added to 100% garlic. The higher root system and leaf area of pea helps to its advantage in intercropping system. The partial advantage of intercropping for garlic was affected by planting arrangement. The maximum partial advantage was obtained in replacement series of 755 garlic +25% pea.

1 - former Ph.D. Student, Gonbad Kavoos University and Assistant Professor Department of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
2 and 3- Assistant Professor and Associate Professor, Department of Agronomy, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(*- Corresponding author Email: arastoo 744@yahoo.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.71547

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion

In general, results of the present research clearly showed that intercropping of garlic and peas improved yield performance and intercropping evaluation indices. In additive series, a mixture of 100% pea + 100% garlic with relative crowding coefficient of 5.17 was the best combination of intercropping in terms of yield improvement in both regions. The presence of garlic in the mixture, particularly in the Gonbad Kavoos region, dramatically reduced the adverse effect of cold temperature on seed yield of peas and prevented the severe reduction of yield. Therefore, in each region where it is possible to cultivate these two plants, it is recommended that garlic considered as the main plant and peas with a density of 75% or more could add to the mixture.

Acknowledgements

We are grateful to the University of Gonbad Kavoos for its contribution to the implementation of the project as well as Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University for cooperation and the availability of the laboratory and required facilities.

Keywords: Actual yield, Land equivalent ratio, Relative crowding coefficient

www.SID.ir