Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره یکم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir

ارزیابی ویژگی‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی سیر (*Allium sativum* L.) و نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) در دو منطقه گنبد کاووس و ساری

ارسطو عباسیان[۱]، علی نخزری مقدم[۲]، *همت‌اله پیردشتی[۳] و ابراهیم غلامعلی‌پورعلمداری[۲]

[۱]دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه گنبدکاووس و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]استادیار، دانشگاه گنبد کاووس، [۳]دانشیار، گروه زراعت، پژوهشکده کشاورزی و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: امروزه کشت مخلوط به‌عنوان راهکاری جهت استفاده بهینه از نهاده‌ها، کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و تولید محصول سالم در زراعت مورد توجه قرار گرفته است. اغلب مطالعه‌های صورت گرفته در زمینه کشت مخلوط بیانگر برتری عملکرد نظام چندکشتی در مقایسه با نظام‌های تک کشتی است. با توجه به سازگاری دو گیاه سیر و نخود فرنگی نسبت به شرایط آب و هوایی شمال کشور و مطالعه‌های اندک در خصوص کشت مخلوط این دو گیاه، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی و تعیین مناسب‌ترین تیمار کشت مخلوط سیر و نخود فرنگی از لحاظ میزان عملکرد کمی و کیفی در دو منطقه متفاوت طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در مزرعه پژوهشی دانشگاه گنبدکاووس و ساری اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی در نه سطح شامل کشت خالص سیر، کشت خالص نخود فرنگی، مخلوط جایگزینی ۲۵ درصد: ۷۵ درصد، ۵۰ درصد: ۵۰ درصد، ۷۵ درصد: ۲۵ درصد، مخلوط افزایشی ۲۵ درصد + ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد +۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد + ۱۰۰ درصد، ۱۰۰ درصد + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی و سیر بودند. تراکم هر دو گیاه سیر و نخودفرنگی ثابت و ۳۳ بوته در مترمربع بود.

یافته‌ها: در این مطالعه میانگین عملکرد زیستی سیر در گنبد کاووس ۲۳۵۷/۲۷ گرم در مترمربع شد، که نسبت به ساری بیش از ۱۰ درصد کاهش نشان داد. میانگین درصد گوگرد سوخ در گنبدکاووس و ساری به‌ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۹٤ به‌دست آمد. بیشترین عملکرد سوخ در واحد سطح در سطوح متقابل آرایش کاشت و مکان، در کشت خالص سیر و در ساری با میانگین ۱۱۹۳/٤۲ گرم در مترمربع به‌دست آمد. عملکرد دانه نخود فرنگی در گنبد کاووس و ساری به‌ترتیب با میانگین ۳۹۹/۲۳ و ۷۳٦/۱۷ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد دانه نخودفرنگی در تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی ۵۳/۳ گرم در مترمربع بود که پس از شاهد در رتبه دوم قرار گرفت. نیتروژن و فسفر موجود در دانه نخودفرنگی در ساری به‌ترتیب ٤/۸۵ و ۰/۲۹ درصد بود که نسبت به گنبدکاووس به‌ترتیب سه و ۱۱/۵ درصد افزایش داشت. بیشترین پتاسیم موجود در دانه در برهمکنش مکان و آرایش کاشت مربوط به ترکیب ۲۵

*مسئول مکاتبه: h.pirdashti@sanru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ سیر در ساری با میانگین ۱/۵۳ درصد بود. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۷۶)، ضریب نسبی تراکم (۷/٤)، غالبیت (۰/۷۹) و ارزش نسبی کل (۱/۵۳) به‌ترتیب در ترکیب کاشت ۷۵، ۱۰۰، ۲۵ و ۷۵ درصد نخود فرنگی+ ۱۰۰ درصد سیر در منطقه ساری به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که در بین تیمارهای جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط، ترکیب‌های افزایشی در گنبد کاووس بر عملکرد نخود فرنگی و کشت خالص سیر بهترین نوع ترکیب کشت از نظر بهبود عملکرد در هر دو منطقه بود هر چند میزان این افزایش در ساری نسبت به گنبد کاووس بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: سیر، نخود فرنگی، نسبت برابری زمین، ضریب نسبی تراکم، غالبیت، ارزش نسبی کل

مقدمه

بیشتر مطالعه‌های صورت گرفته در زمینه کشت مخلوط تاکنون بیانگر برتری عملکرد زراعت مخلوط نتیجه استفاده کارآمدتر از منابع رشد است (۱۲ و ۵۲). یکی از دلایل چنین برتری تفاوت‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی گیاهان در کشت مخلوط است که موجب استفاده بهتر از منابع، به‌ویژه عناصر غذایی از افق‌های مختلف خاک می‌شود (۲). در همین راستا، بهبود استفاده از انرژی خورشیدی در تاج‌پوشش، کارایی مصرف آب و عملکرد دانه در کشت مخلوط گزارش شده است (۳، ۲۵ و ٤٤). از مزایای دیگر کشت مخلوط افزایش توان رقابتی گیاه در مقابل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز است (٤٥). حمزئی و همکاران (۱۷) در مطالعه کشت مخلوط جو و نخود گزارش کردند که تمامی نسبت‌های کشت مخلوط نسبت به تیمار شاهد حضور علف‌های هرز را در کرت‌های آزمایشی کاهش داد. گزارش‌های زیادی در خصوص تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و بهبود شاخص‌های ارزیابی مخلوط وجود دارد (۵ و ۳۷). در مطالعه کشت مخلوط کنجد و نخود شد که در صورت تفاوت ریخت‌شناختی در اجـزای تشکـیل‌دهنده مخلوط، عملکرد و نسبت برابری زمین افزایش می‌یابد (۳٦). در تحقیقی دلیل تغییرات عملکرد در مکان‌های مختلف را با تغییرات آب و هوایی و خصوصیات خاکی مناطق مرتبط دانستند (۲۱). عملکرد کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و شمعدانی (*Pelargonium graveolens* L'Her.) تحت تأثیر مکان قرار گرفت (٤۲). مطالعات دیگری در این زمینه وجود دارد که نشان می‌دهد که به‌دلیل کارایی متفاوت منابع خاکی و آب و هوایی در مکان‌های مختلف و کشت‌مخلوط، ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات تحت تأثیر برهمکنش این دو عامل قرار می‌گیرد (۱۸ و ٤۰). طی مطالعه‌ای در کشت مخلوط ذرت و سویا مشاهده شد که بیشتر شاخص‌های رشدی گیاه سویا در کشت مخلوط نسبت به حالت تک‌کشتی روند کاهشی داشت. در حالی‌که زیست‌توده و عملکرد ذرت در کشت مخلوط به‌دلیل کاهش تراکم و در نتیجه کاهش رقابت درون‌گونه‌ای در مقایسه با سیستم تک‌کشتی به‌طور معنی‌داری افزایش داشت (۱۳). در کشت مخلوط کدو و لوبیا چشم بلبلی کدو از توان رقابتی بالاتری برخودار بود (۳۹).

سیر از گیاهان علفی یکساله است که در گروه سبزیجات قرار داشته و کشت و کار آن در اشتغالزایی نقش مهمی دارد، سطح زیر کشت سبزیجات در استان مازندران و گلستان به‌ترتیب ۲۲٤۹٦ و ۳٦۹۰ هکتار است (۱). نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) از

www.SID.ir

Archive of SID

خانواده حبوبات بوده و با سازگاری وسیع و مناسب با آب و هوای سرد، دارای مقدار زیادی پروتئین خام و نشاسته و سرشار از انرژی است (۱۱). از آنجایی‌که مطالعات کمی به ارزیابی کشت مخلوط در دو منطقه با شرایط اقلیمی متفاوت پرداختند و نظر به اهمیت تأثیر عوامل اقلیمی بر کارایی دو گیاه در کشت مخلوط، هدف از این تحقیق بررسی تغییرات شاخص‌های کشت مخلوط دو گیاه سیر و نخود فرنگی در دو منطقه گنبدکاووس و ساری در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ٤٥ متر از سطح دریا و شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ٣٦ درجه و ٣٣ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٥٣ درجه و ٦ دقیقه شرقی و با ارتفاع ١٤ متر از سطح دریا اجرا شد. قبل از کشت، اقدام به آزمایش تجزیه فیزیکی و شیمیایی از خاک دو منطقه گردید (جدول ۱). همچنین، ویژگی‌های اقلیمی دو منطقه از شروع سال زراعی و تا پایان برداشت محصول ثبت شد (جدول ۲). با توجه به نتایج آزمایش خاک کود سولفات پتاسیم به مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار فقط در شهرستان ساری مصرف شد. کود سوپرفسفات تریپل برای هر دو منطقه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره برای منطقه گنبد کاووس ۹۰ و ساری ۵۰ کیلوگرم در هکتار و به‌صورت سرک مصرف گردید. آزمایش در هر دو منطقه گنبد و ساری به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و نه آرایش کاشت (شامل کشت خالص سیر، کشت خالص نخودفرنگی، مخلوط جایگزینی ۲۵ درصد + ۷۵ درصد، ۵۰ درصد +۵۰ درصد، ۷۵ درصد + ۲۵ درصد، مخلوط افزایشی ۲۵ درصد + ۱۰۰ درصد، ۵۰ درصد +۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد + ۱۰۰ درصد، ۱۰۰ درصد + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی و سیر) اجرا شد. سیر مورد استفاده جهت کاشت رقم صورتی و نخودفرنگی رقم پفکی از شرکت رویان سبز تهیه شد. کاشت در شهرستان ساری ۲۳ آبان ماه و در گنبد کاووس هفتم آذر ماه ۱۳۹۲ صورت گرفت. ابعاد هر کرت آزمایشی ٦ × ۱/۸ مترمربع با شش ردیف کشت بود. تراکم بوته‌ها در تیمار شاهد برای هر دو گیاه سیر و نخودفرنگی یکسان و با آرایش کاشت مستطیل ۳۰ × ۱۰ سانتی‌متر مربع با شش خط به طول شش متر و ٣٦٠ بوته در ۱۰/۸ مترمربع بود (١٤ و ٣٤). که در مخلوط‌های افزایشی ۲۵ درصد نخودفرنگی+ ۱۰۰ درصد سیر، ۵۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد سیر، ۷۵ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد سیر ۱۰۰ به تیمار شاهد سیر به‌ترتیب ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ٣٦٠ بوته نخودفرنگی در ۱۰/۸ مترمربع افزوده می‌شد. در تمامی تیمارهای افزایشی تعداد خطوط کشت ثابت و شامل ۱۲ ردیف کشت بود. اما بسته به نوع تیمارها، تعداد بوته‌های نخودفرنگی روی هر ردیف متغیر بود (به‌ترتیب ۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ بوته نخودفرنگی در هر ردیف از تیمارهای افزایشی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نخود فرنگی افزایش‌یافته به کشت ۱۰۰ درصد سیر). در منطقه ساری بدلیل بارش منظم نزولات در طی رویش محصولات آبیاری انجام نشد، اما در منطقه گنبد کاووس یک مرحله آبیاری در نیمه دوم اسفند ماه صورت گرفت. وجین علف‌های هرز در هر دو منطقه با دست انجام شد. در هنگام برداشت سیر برگ‌ها زرد و دانه‌های موجود در غلاف نخودفرنگی به حداکثر وزن خود رسیده بودند و برداشت آن‌ها همزمان بود (٣٤ و ٣٥). برای تعیین عملکرد زیستی و

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد اقتصادی نمونه‌های جمع‌آوری شده از سطح مزرعه از ترازوی دیجیتال و با دقت یک‌صدم گرم استفاده شد. برای اندازه‌گیری پتاسیم دانه روش فلیم فتومتری، فسفر روش کالری‌متری، نیتروژن روش کجلدال و گوگرد روش توربیدومتری استفاده شد (۱٤). برای تعیین درصد پروتئین، نیتروژن دانه در ضریب ٦/۲۵ ضرب شد (٤۳). قبل از تجزیه آماری داده‌ها جهت یکنواختی واریانس‌ها آزمون F_{max} هارتلی انجام شد (جدول ۳) و با توجه به معنی‌دار نبودن یکنواختی واریانس‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) داده‌های جمع‌آوری شده مورد تجزیه مرکب قرار گرفت. میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD تغییر یافته) مقایسه و جهت رسم شکل‌ها از برنامه Excel استفاده شد. جهت ارزیابی مخلوط از رابطه‌های جدول ٤ استفاده شد.

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه گنبدکاووس و ساری.

Table 1. Physical and chemical analysis of the soil at Gonbad Kavoos and Sari regions.

ساری Sari	گنبد Kavoos Gonbad	واحد Unit	متغییر Parameter
1.013	0.72	دسی‌زیمنس بر متر (dS/m)	هدایت الکتریکی (EC)
7.66	8.02	-	اسیدیته (pH)
0.18	0.09	درصد (%)	نیتروژن کل (N)
3.15	1.52	درصد (%)	ماده آلی (OM)
140	363	میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg)	پتاسیم (K)
11.6	11.0	میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg)	فسفر (P)
Si-L 19-58-23	Si-C-L 33-58-9	-	بافت خاک (Texture)
0-30	0-30	سانتی‌متر (cm)	عمق نمونه‌برداری (Depth)

جدول ۲- ویژگی‌های آب و هوایی دو منطقه گنبدکاووس و ساری در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲.

Table 2. Weather characteristics of Gonbad Kavoos and Sari regions in 2013-2014.

ساعات آفتابی Sunshine Hours		میانگین رطوبت نسبی (درصد) Relative Humidity (%)		تبخیر (میلی‌متر) Evaporation (mm)		میانگین بارندگی (میلی‌متر) Rainfall Mean (mm)		میانگین دما (سانتی‌گراد) Temperature Mean (°C)		ماه‌های رشد Growth months
ساری Sari	گنبدکاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبدکاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبدکاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبدکاووس Gonbad Kavoos	ساری Sari	گنبدکاووس Gonbad Kavoos	
176.7	214.1	78	61	98.9	112.9	223.8	44.3	21.75	23.05	مهر October
137.5	164.1	81	68	52.5	50.5	99	15.5	15.25	15.8	آبان November
136.6	124.3	80.25	73	31	28.8	85.65	70.8	11.05	10.85	آذر December
162	163.9	77.75	71	26.7	23.7	6.5	6.5	7.75	7.2	دی January
149	168.1	78.25	74	28.6	25.9	36.8	25.7	6.85	6.5	بهمن February
113.2	123.8	78.25	76.5	53.4	43.3	27.9	46.8	10.35	10.75	اسفند March
213.2	227.8	76.5	72.5	89.2	77.3	50.5	55.4	14.45	10.8	فروردین April
222.2	255.5	72	61.5	147	147.1	5.3	28.4	21.75	22.85	اردیبهشت May
1310.4	1441.6	622	557.5	527.3	509.5	535.45	293.4	109.2	107.8	مجموع Total
163.8	180.2	77.75	69.69	65.91	63.69	66.93	36.68	13.65	13.46	میانگین mean

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- آزمون یکنواختی واریانس F_{max} هارتلی.

Table 3. Hartley's homogeneity of variance test (F_{max})

	میانگین مربعات خطا (سیر)			میانگین مربعات خطا (نخودفرنگی)				
	عملکرد زیستی Biologic yield	عملکرد اقتصادی Garlic yield	گوگرد S	عملکرد زیستی Biologic yield	عملکرد دانه Grain Yield	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K
گنبد کاووس Gonbad Kavoos	1285389.3	65309	0.004	4920569.5	290368.1	0.04	0.0002	0.044
ساری Sari	1820460.4	106311.1	0.008	8347040	556074.8	0.052	0.00046	0.053
محاسباتی (F_S)	1.42	1.63	2	1.67	1.92	1.3	2.3	1.2
جدول (F_T)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42

جدول ٤- رابطه‌های مورد استفاده در ارزیابی کشت مخلوط.

Table 4. Equations used to evaluate the intercropping

شاخص	معادله Equation	اجزای معادله Equation components	منبع
نسبت برابری زمین	$LER = (Yab / Yaa) + (Yba / Ybb)$	LER= نسبت برابری Yab= عملکرد سیر درمخلوط Yaa= عملکرد سیر در کشت خالص Yba= عملکرد نخود فرنگی در مخلوط Ybb= عملکرد نخود فرنگی در کشت خالص	(٤٧)
ضریب نسبی تراکم	$K = Ka \times Kb$ $Ka = (Yab \times Zba) / (Yaa - Yab)(Zab)$ $Kb = (Yba \times Zab) / (Ybb - Yba)(Zba)$	Ka= ضریب نسبی تراکم گیاه سیر Kb= ضریب نسبی تراکم گیاه نخود فرنگی Zab= نسبت گیاه سیر در مخلوط Zba= نسبت گیاه نخود فرنگی در مخلوط	(٤٨)
غالبیت	$Aa = (Yab / Yaa \times Zab) - (Yba / Ybb \times Zba)$	Aa= غالبیت برای سیر	(١٠)
ارزش نسبی کل	$RVT = \frac{(Pa\ Yab) + (PbYba)}{Pa\ Yaa}$	RVT= ارزش نسبی کل Pa= قیمت هر کیلو گرم محصول سیر Pb= قیمت هر کیلو گرم محصول نخودفرنگی	(٤٧)

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه واریانس (جدول ٥) مشاهده می‌شود که تنها اثر ساده سطوح مختلف مکان و آرایش کاشت بر عملکرد زیست‌توده سیر معنی‌دار بود. میانگین عملکرد زیست‌توده سیر در گنبدکاووس و ساری به‌ترتیب ۲۳۵۷۲/۷ و ۲٦۲٥۳/۲ کیلوگرم در هکتار شد. براین اساس چنین نتیجه‌گیری می‌شود که عملکرد بیشتر گیاه سیر در منطقه ساری به‌دلیل شرایط مساعدتر خصوصیات خاک و آب و هوا بوده است. در سطوح مختلف آرایش کاشت عملکرد زیست‌توده در کشت خالص سیر با میانگین ۳۱۹۲٥/٥ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار و پس از آن بیشترین مقدار مربوط به تیمارهای افزایشی و تیمارهای جایگزینی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. مطابق با نتایج جدول ٦،

www.SID.ir

Archive of SID

پس از تیمار شاهد بهترین تیمار در خصوص افزایش عملکرد زیستی سیر، تیمار افزایشی کاشت ۵۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد سیر بود که رتبه دوم را به‌خود اختصاص داد. یکی از دلایل برتری تیمارهای افزایشی کشت مخلوط، رقابت بهتر با علف‌های هرز بود (داده‌ها نشان داده نشد). همچنین می‌توان به ارتفاع کم نخود فرنگی به‌عنوان گیاهی خزنده و سایه‌دوست و سیستم ریشه‌ای متفاوت و سایه‌اندازی اندک گیاه سیر بر نخودفرنگی به‌دلیل دارا بودن برگ‌های عمودی اشاره نمود، که سازگاری این گیاهان را در تراکم‌های بالا به‌همراه دارد. برخی از پژوهش‌ها حاکی از آن است که برتری عملکرد در کشت مخلوط گیاهان با خانواده بقولات نتیجه تثبیت نیتروژن توسط لگوم‌ها و انتقال آن به گیاه غیر لگوم است (۹ و ۱۵). افزایش عملکرد گیاهان ذرت و سویا در کشت مخلوط را به‌خاطر کاهش رقابت و همیاری دوجانبه در استفاده از منابع محیطی ذکر شده است (۳۷). از سویی دیگر، پژوهشگران دیگر دلیل افزایش عملکرد زیستی در تیمارهای افزایشی را تراکم بیشتر در مقایسه با تیمارهای جایگزینی، کاهش حضور علف‌های هرز، اشکوب‌بندی مناسب و استفاده بهتر از منابع محیطی دانستند (۱۶ و ٤۸).

سطوح مختلف مکان و آرایش کاشت اثر معنی‌داری بر جذب گوگرد توسط ریشه گیاه سیر داشتند. اما تحت اثر متقابل این دو عامل قرار نگرفت (جدول ۵). میانگین جذب گوگرد در شهرستان گنبدکاووس٦/۲۲ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به شهرستان ساری حدود ۱۸ درصد کاهش نشان داد. در سطوح مختلف آرایش کاشت میزان جذب گوگرد با افزایش تراکم افزایش یافت به‌طوری‌که کمترین مقدار گوگرد در کشت خالص سیر و بیشترین آن در تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر+ ۷۵ درصد نخودفرنگی مشاهده شد (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد جذب گوگرد با رطوبت خاک و پوشش متراکم گیاهی افزایش می‌یابد. حضور فراوان پوشش گیاهی در سطح مزرعه سبب تبدیل گوگرد آلی به گوگرد معدنی شده که می‌تواند از طریق حل شدن در آب برای گیاهان قابل جذب باشد، در حالی‌که در شرایط آیش و یا پوشش گیاهی تنک گوگرد معدنی تبدیل به گوگرد آلی‌شده و از دسترس ریشه گیاهان خارج می‌شود (۲٤). از طرفی نخودفرنگی با ترشح موسیلاژ از ریشه سبب افزایش حلالیت عناصری از جمله گوگرد در محلول خاک می شود (۲۸ و ۳۵).

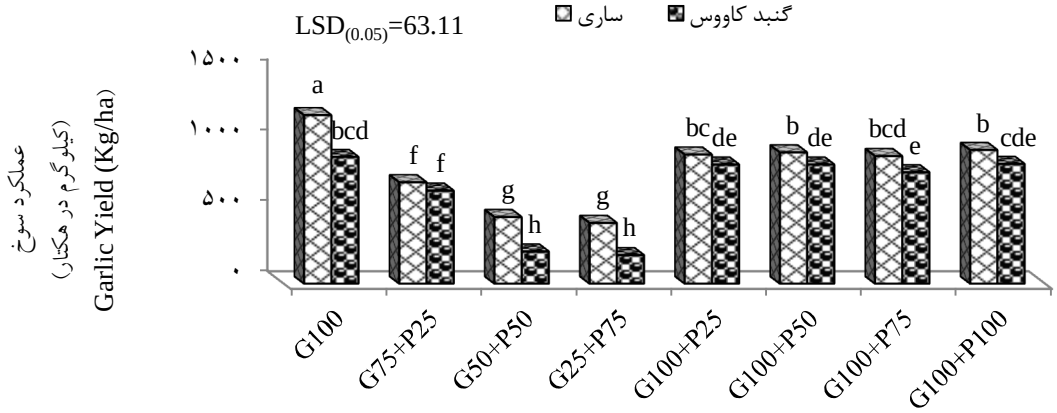
عملکرد سوخ (سیر) در واحد سطح تحت اثر متقابل سطوح مختلف مکان و آرایش کاشت گرفت (جدول ۵). بیشترین عملکرد سوخ با میانگین ۱۱۹۳٤/۲ کیلوگرم در هکتار، در تیمار شاهد و در شهرستان ساری به‌دست آمد. کشت خالص سیر در شهرستان گنبدکاووس بالاترین عملکرد سوخ را در میان تیمارهای افزایشی و جایگزینی به خود اختصاص داد. ولی در مقایسه با شهرستان ساری حدود ۳۳ درصد کمتر بود. کمترین عملکرد سیر در واحد سطح به تیمار کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی و به شهرستان گنبدکاووس تعلق گرفت. در همین آرایش کاشت و در منطقه ساری عملکرد سوخ با ٤۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش از ۱۰۰ درصد نسبت به شهرستان گنبدکاووس افزایش یافت. سایر سطوح اثرات متقابل بین این دو محدوده قرار گرفت (شکل ۱). این تفاوت‌ها ناشی از منابع محیطی متفاوت دو منطقه است که بر کارایی تولید گیاهان در سطوح مختلف آرایش کاشت تأثیرگذار بوده است. درصد ماده آلی و نیتروژن بیشتر خاک همراه با نزولات کافی (جدول ۲)، تراکم مناسب و رقابت کمتر از تک کشتی سبب افزایش عملکرد سوخ در شهرستان ساری شد. اعمال مدیریت‌های مختلف زراعی از طریق اختلاط با متغیرهای اقلیمی (آب و هوا، خاک). می‌تواند اثر تشدیدکننده و یا کندکننده بر عملکرد و متغیرهای وابسته به آن داشته باشد (٤۰). افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد زعفران در مخلوط با مرزنجوش به احتمال زیاد به‌دلیل سایه‌اندازی مرزنجوش بر سطح خاک و در نتیجه مساعدتر شدن شرایط محیطی برای رشد بنه باعث بهبود تولید گل و عملکرد اقتصادی زعفران شد (۲۲).

عملکرد زیست‌توده نخود فرنگی در سطوح متقابل آرایش کاشت و مکان از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). حداکثر عملکرد بیولوژیک در شهرستان ساری و در تیمار شاهد و با میانگین ۵۷۵٤/۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. عملکرد زیست‌توده در کشت خالص نخودفرنگی و در شهرستان گنبدکاووس در مقایسه با شهرستان ساری حدود ۲۲ درصد کاهش یافت. هرچند در میان تمامی سطوح تیمارهای جایگزینی و افزایشی این شهرستان از بیشترین عملکرد برخوردار بود. کمترین عملکرد زیست‌توده در شهرستان گنبدکاووس و در تیمار جایگزینی کشت مخلوط ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی (۱۳۷۵/٦ گرم در مترمربع) مشاهده شد که در مقایسه با همین تیمار در منطقه ساری حدود ٤۵ درصد کمتر بود (شکل ۲). به‌طور کلی، در هر دو منطقه عملکرد زیست‌توده در تیمارهای شاهد بهتر از تیمارهای جایگزینی و تیمارهای افزایشی بود. تیمارهای افزایشی در مقایسه با تیمارهای جایگزینی بسته به نوع آرایش، از لحاظ عملکرد زیست‌توده دارای فراز و نشیب بودند، به‌طوری‌که در هر دو مکان ساری و گنبد کاووس تیمار جایگزینی کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی در مقایسه با همه تیمارهای افزایشی از عملکرد بالاتری برخودار بود. اما در تیمارهای جایگزینی کاشت ۵۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی و همچنین کاشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی وضعیت متفاوت بود و این تیمارها در مقایسه با تیمارهای افزایشی با تراکم بیشتر نخودفرنگی، از عملکرد زیست‌توده کمتری برخوردار بودند. گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد عملکرد زیست‌توده تحت تأثیر اثر متقابل مدیریت زراعی و مکان قرار می‌گیرد (۳ و ٤۸).



شکل ۱- اثر متقابل مکان و آرایش کاشت بر عملکرد سیر (G100: کاشت خالص سیر، G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخودفرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی)

Figure 1. The interaction between location and planting pattern on garlic yield (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)

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه نخودفرنگی تحت تأثیر برهمکنش عامل مکان و آرایش کاشت قرار گرفت (جدول ۵). عملکرد دانه در شهرستان ساری و در کشت خالص با میانگین ۸۹٤/۱۲ کیلوگرم در هکتار حدود ۲/۵ برابر بیشتر از همین تیمار در شهرستان گنبدکاووس (۳٤۸/۳۲ کیلوگرم در هکتار) بود. بر اساس نتایج، بیشترین عملکرد دانه در شهرستان گنبدکاووس در تیمار افزایشی ۱۰۰ درصد نخودفرنگی + ۱۰۰ درصد سیر با میانگین ۵۱۳/۲۹ کیلوگرم در هکتار حدود ٤۷ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (شکل ۳). با توجه به نتایج جدول هواشناسی (جدول ٤) میانگین دمای شهرستان گنبدکاووس در فروردین ماه 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 در گنبد کاووس کاهش داد اما شدت افت عملکرد دانه در تیمارهای افزایشی و جایگزینی کمتر از تیمار شاهد بود. به‌نظر می‌رسد کشت مخلوط توانست گیاه نخود فرنگی را تا حدودی در مقابل سرما حفظ کرده و مانع کاهش شدید عملکرد دانه شد. در کشت مخلوط شبدر برسیم و جو گیاه جو شبدر را در مقابل سرما حفظ می‌کند (۳۲). گزارش‌های برخی از محققین حاکی از آن است که مکان مختلف با ویژگی‌های آب و هوایی خاص خود بر عملکرد و اجزای آن اثرات بسیار زیادی دارد (۲۳ و ٤۰). به‌نظر می‌رسد نه تنها رقابت بین‌گونه‌ای بین این دو گیاه کم است، بلکه به نوعی گیاه سیر از نخودفرنگی در مقابل عوامل محیطی حمایت می‌کند. نتیجه‌ای که در کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و سیر نیز به آن اشاره شد (۲۷). همچنین، بسیاری از محققین دلیل افزایش عملکرد در کشت مخلوط را کاهش رقابت بین‌گونه‌ای در چنین الگوی کشتی می‌دانند (٦ و ۱۷). در ارزیابی سیستم‌های مختلف کشت مخلوط خردل با نخود گزارش شد که در بین نسبت‌های مختلف کاشت، بیشترین تعداد شاخه فرعی و عملکرد از نسبت کاشت ۳۳: ٦٦ و ۲۵: ۷۵ به‌دست آمد (۳۰). در پژوهش‌های مشابهی، با بررسی کشت مخلوط ذرت و سویا (۳۷) و در کشت مخلوط سورگوم با یونجه (۸۷) عملکرد گیاهان در مخلوط افزایش یافت. پروتئین دانه نخودفرنگی تحت‌تأثیر سطوح مختلف مکان و آرایش کاشت قرار گرفت. اما برهمکنش این دو عامل بر صفت فوق معنی‌دار نشد (جدول ۵). میانگین پروتئین دانه نخود فرنگی در شهرستان ساری و گنبدکاووس به‌ترتیب ۲۷/۷ و ۲٤/۳۵ درصد بود. این نتیجه‌گیری با توجه به تجزیه و تحلیل خاک دو منطقه (جدول ۱) قابل توجیه است. حضور نیتروژن (۰/۱۸) و ماده آلی (۳/۱۵) بیشتر خاک در شهرستان ساری همراه با نزولات مناسب (جدول ۲) شرایط را برای جذب نیتروژن توسط ریشه گیاه هموار ساخته و درصد پروتئین دانه را افزایش داد. سطوح مختلف آرایش کاشت بر پروتئین دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. بیشترین میانگین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخود فرنگی بود (جدول ٦). در مجموع، تغییرات پروتئین در سطوح مختلف این تیمار شدید نبود و به‌جزء تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی در بقیه سطوح این تیمار اختلاف آماری مشاهده نشد. افزایش پروتئین دانه نسبت به تیمار شاهد در کشت مخلوط ذرت با کاساوا نیز گزارش شد (۷). میانگین جذب فسفر دانه نخودفرنگی در شهرستان ساری ۲/۱۳ و در شهرستان گنبدکاووس ۱/۰٤ کیلوگرم در هکتار بود. افزایش جذب فسفر از خاک به‌دلیل افزایش عملکرد دانه و pH خاک (جدول ۱) است. حلالیت و جذب فسفر در pH پایین بیشتر است. pH خاک دو منطقه در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین جذب فسفر دانه تحت تأثیر سطوح مختلف آرایش کاشت قرار گرفت و از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بیشترین جذب فسفر توسط گیاه مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۲/٤٦ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر با ۱۰۰ درصد نخودفرنگی با میانگین ۱/٤۳ کیلوگرم در هکتار بود. درصد فسفر دانه در سایر سطوح آرایش کاشت حد فاصل این دو مقدار قرار گرفت (جدول ٦). با این وجود، گیاه کشت شده در مخلوط می‌تواند تحرک عناصر غذایی در محلول خاک را افزایش داده و بدین طریق جذب بسیاری از عناصر توسط ریشه گیاهان بیشتر می‌شود (٤). در کشت مخلوط گیاه ذرت با چهار گیاه شلغم، نخود، باقلا و سویا عناصر ریز مغذی بیشتری در مقایسه با کشت خالص ذرت در اندام‌های هوایی ذخیره شد (۵۱).

در مطالعه کشت گندم با ذرت مشاهده شد که غلظت آهن و مس در دانه‌های ذرت در مقایسه با کشت خالص به‌ترتیب ۱۹ و ۲۸ درصد افزایش نشان داد (۱۸). در کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی محتوای کلروفیل، عناصر ریز مغذی و آهن در برگ‌های جوان بیشتر از روش تک‌کشتی بود (۵۳). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، در اغلب سطوح آرایش کاشت به‌نظر می‌رسد رقابت چندانی بین دو گیاه سیر و نخودفرنگی بر سر فسفر وجود ندارد و ممکن است دلیل کاهش رقابت بین این دو گیاه وابستگی کمتر سیر به این عنصر باشد (۳۳).

بر اساس یافته‌ها، برهمکنش معنی‌داری بین مکان و آرایش کاشت از نظر جذب پتاسیم توسط نخودفرنگی مشاهده شد. بیشترین پتاسیم جذب‌شده در شهرستان ساری و در تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۲۵ درصد نخودفرنگی + ۷۵ درصد سیر با میانگین ۲۰/۰۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. در حالی‌که در همین تیمار جذب پتاسیم در شهرستان گنبدکاووس ۱۳/٦ کیلوگرم در هکتار شد که بیشترین مقدار جذب را در میان تیمار شاهد، تیمار افزایشی و سایر تیمارهای جایگزینی را دارا بود (شکل ٤). بنابراین، به‌نظر می‌رسد اثر مکان عمدتا از طریق میزان نزولات و اثر تراکم عمدتا با حضور سیر سبب افزایش حلالیت، فراوانی در محلول خاک، انتشار و ذخیره بیشتر پتاسیم در دانه نخود فرنگی شده است. نظر به این‌که سیر و نخود فرنگی از لحاظ گیاهشناسی به دو رده متفاوت تعلق دارند، رقابت اندکی بین سیر و نخودفرنگی بر سر جذب عناصر غذایی از جمله پتاسیم وجود داشته باشد. نتایج این تحقیق با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات برخی از پژوهشگران مطابقت دارد (۲۹ و ۳۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزاء عملکرد سیر و نخودفرنگی در کشت مخلوط.

Table 5. Analysis of variance for yield and yield components of garlic and peas in intercropping

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	سیر (Garlic)				نخودفرنگی (Peas)				
		عملکرد زیست‌توده Biological Yield	عملکرد سوخ Garlic yield	گوگرد S	عملکرد زیست‌توده Biological Yield	عملکرد دانه Grain	نیتروژن N	پروتئین protein	فسفر P	پتاسیم K
مکان (A) place	1	1724433.73**	234794.96**	0.415**	125184361.7**	24949.63*	0.47**	14.30**	0.02**	0.73**
خطا Error (a)	4	28933.25	3677067	0.039	131549.8	2547.92	0.16	0.21	0.0001	0.004
آرایش کاشت (B) Intercropping	7	9067563.15**	911664.82**	0.328**	16828691**	3744828.23**	0.09*	5.27*	0.001**	0.011**
اثر متقابل آرایش کاشت در مکان (A×B)	7	61740.08^{ns}	21637.29**	0.005^{ns}	259900.2**	24213.5*	0.04^{ns}	1.03^{ns}	0.0003^{ns}	0.007*
خطا (E)	28	35452.4	3510.93	0.01	222853.2	11604.48	0.041	0.87	0.0002	0.003
ضریب تغییرات (C.V)		7.56	8.02	10.1	14.48	17.78	4.235	3.17	4.95	3.94

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

*, **, ns: Significant probability of five and one percent, without significant difference, respectively.

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی و درصد عناصر غذایی سیر و نخودفرنگی در کشت مخلوط.

Table 6. Means comparison of evaluated traits and nutrients percentage of garlic and peas in intercropping system.

تیمار	سیر (Garlic)			نخودفرنگی (Pea)		
	عملکرد زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biological Yield (Kg/ha)	گوگرد (درصد) S (%)	گوگرد (کیلوگرم در هکتار) S (Kg/ha)	پروتئین دانه (درصد) Protein (%)	فسفر دانه (درصد) P (%)	فسفر دانه (کیلوگرم در هکتار) P (%)
G_{100}	31920.55^{a}	0.78^{c}	8.15^{c}	–	–	–
P_{100}	–	–	–	28.3^{a}	0.29^{a}	2.46^{c}
$G_{75}P_{25}$	22282.52^{d}	0.83^{bc}	8.63^{c}	27.63^{ab}	0.29^{a}	3.16^{a}
$G_{50}P_{50}$	15891.32^{e}	0.88^{ab}	9.16^{b}	27.47^{ab}	0.28^{ab}	2.84^{b}
$G_{25}P_{75}$	8274.92^{f}	0.87^{ab}	11.75^{a}	27.4^{abc}	0.28^{ab}	2.74^{b}
$G_{100}P_{25}$	30930.18^{ab}	0.88^{ab}	7.04^{d}	27.4^{abc}	0.275^{b}	2.52^{c}
$G_{100}P_{50}$	30663.93^{abc}	0.90^{ab}	7.00^{d}	27.12^{bc}	0.27^{bc}	2.22^{d}
$G_{100}P_{75}$	30100.79^{bc}	0.94^{a}	6.35^{e}	26.84^{bc}	0.26^{c}	2.02^{e}
$G_{100}P1_{00}$	29215.10^{c}	0.91^{a}	6.08^{e}	26.44^{c}	0.26^{c}	2.00^{e}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون در سطح پنج درصد ندارند.

* In each two column, means with similar letter are not significant different according to LSD test at $P<0.05$.

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

(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)

نسبت برابری زمین نمایانگر زمین لازم در روش تک‌کشتی در مقایسه با کشت مخلوط است و اصولا در کشت مخلوط این معیار مورد مطالعه قرار می‌گیرد. یافته‌ها نشان می‌دهد میانگین عملکرد جزئی سیر در شهرستان ساری، در تیمارهای جایگزینی و افزایشی نسبت به شهرستان گنبدکاووس به‌ترتیب ٤٩ و ١٤ درصد افزایش نشان داد. میانگین عملکرد جزئی نخود فرنگی نیز در تیمارهای جایگزینی و افزایشی نسبت به گنبدکاووس به ترتیب ٧٤ و ٣٩ درصد بیشتر شد. هرچند میانگین نسبت برابری جزئی سیر و

www.SID.ir

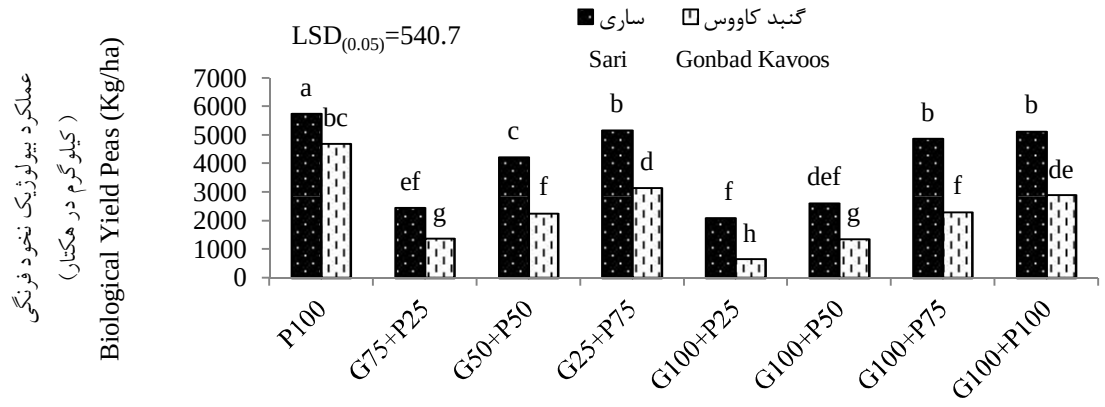
Archive of SID

نخودفرنگی در کلیه تیمارهای افزایشی و جایگزینی در شهرستان ساری بیشتر از گنبدکاووس بود اما شدت این اختلاف‌ها در تیمارهای افزایشی به‌مراتب کمتر بود. با توجه به برهمکنش معنی‌دار مکان و آرایش کاشت، تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی در منطقه ساری دارای بیشترین نسبت برابری زمین بود. این نتیجه بیانگر بالاتر بودن ظرفیت محیطی در شهرستان ساری به‌دلیل شرایط مساعد اقلیمی و خاکی است. بر همین اساس، کمترین میزان آن در شهرستان گنبدکاووس و تیمار جایگزینی کاشت ۵۰ درصد سیر با ۵۰ درصد نخود فرنگی مشاهده شد (جدول ۷). سایر سطوح اثرات متقابل این دو عامل در دامنه این دو مقدار قرار گرفت. این موضوع که اختلاط سطوح مختلف عوامل اثرات متفاوتی بر بسیاری از صفات از جمله نسبت برابری زمین دارد توسط گروه زیادی از پژوهشگران گزارش شده است (٤١ و ٤٥).

در منابع، از ضریب نسبی تراکم برای تعیین رقابت بین گیاهان و غالبیت نسبی یک گونه بر گونه دیگر در کشت مخلوط استفاده می‌گردد. این ضریب نشان‌دهنده میزان رقابت بین گیاهانی است که به‌صورت مخلوط کشت شده‌اند (۱۹). ضریب ازدحام نسبی همانند ضریب تهاجم بیانگر یکسان نبودن رقابت درون‌گونه‌ای با رقابت بین‌گونه‌ای است. اگر ضریب نسبی تراکم برای هر دو گونه برابر واحد باشد در مخلوط حالت موازنه یا تعادل رقابت برقرار خواهد بود. در حالتی‌که ضریب نسبی تراکم برای هر گونه با واحد برابر نباشد گیاهی که ضریب آن بیشتر است گیاه غالب محسوب می‌شود. با استفاده از این معیار اگر $K<1$ باشد میزان محصول به‌دست آمده از کشت مخلوط کمتر از کشت خالص است و اگر $K>1$ باشد کشت مخلوط سودمند خواهد بود (٢٦). بررسی ضریب نسبی جزئی سیر و نخودفرنگی در سطوح مختلف اثرات متقابل مکان و آرایش کاشت نشان داد که تیمارهای افزایشی در هر دو مکان ساری و گنبدکاووس دارای مقدار بیشتری از واحد هستند. اما ضریب نسبی جزئی نخودفرنگی تنها در تیمار جایگزینی ۵۰ درصد و ۷۵ درصد کشت نخودفرنگی به‌ترتیب با ۵۰ درصد و ۲۵ درصد کشت مخلوط سیر بیشتر از مقدار واحد شد (جدول ٤). ضریب نسبی کل در هر دو مکان (ساری و گنبد کاووس) تیمارهای افزایشی کاشت ۷۵ و ۱۰۰ درصد نخود فرنگی با کاشت ۱۰۰ درصد سیر بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند (جدول ٤). هرچند که بالاترین ضریب نسبی تراکم در شهرستان ساری و در تیمار افزایشی کاشت ۱۰۰ درصد سیر با ۱۰۰ درصد نخود فرنگی به‌دست آمد. با توجه به ضریب نسبی چنین به‌نظر می‌رسد که تیمارهای افزایشی در هر دو مکان نسبت به تیمارهای تک‌کشتی و جایگزینی از مزیت بالاتری برخوردارند. ضریب غالبیت تعیین‌کننده گونهٔ غالب و مغلوب و ضریب تهاجم بیانگر موفقیت نسبی دو گونه گیاهی در بهره‌برداری از منابع است (۳۸). علت استفاده از شاخص تهاجم این است که در واقع هیچ‌یک از شاخص‌های فوق به تنهایی نمی‌تواند معیار مناسبی جهت اندازه‌گیری توانایی دو گیاه در تیمارهای مختلف کشت مخلوط باشد. محاسبه ضریب تهاجم برای هریک از گونه‌های مورد استفاده در تیمارهای مختلف مخلوط نشان می‌دهد که مقدار این ضریب در هیچ نسبت تیماری برابر یک نیست. این نتیجه نیز نشان‌دهنده عدم برابری رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای است (۱۹). با بررسی اثرات متقابل مکان و آرایش کاشت، ضریب غالبیت سیر در سطح اولین تیمار جایگزینی مثبت و در بقیه سطوح آن و در هر دو شهرستان منفی شد. اما در هر دو مکان و در تیمارهای افزایشی در تمامی سطوح این تیمارها، ضریب غالبیت سیر مثبت و در رقابت با نخود فرنگی قوی‌تر بوده است (جدول ٤).

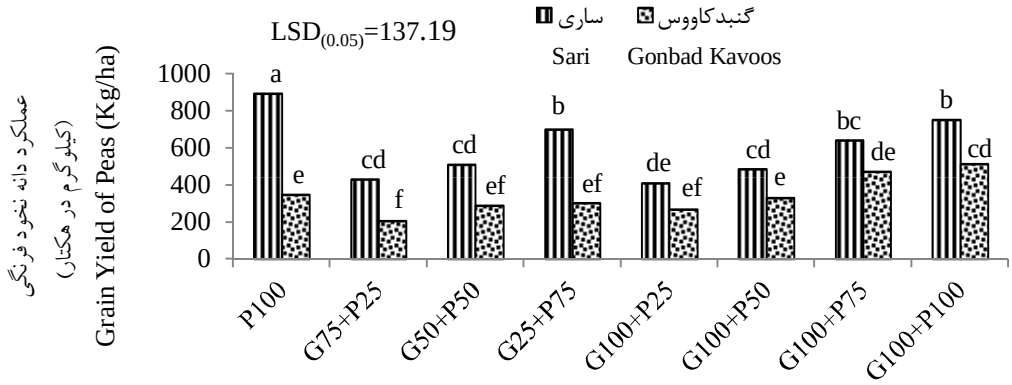
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل آرایش کاشت و مکان بر عملکرد زیست‌توده نخودفرنگی (P100: کاشت نخودفرنگی، G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخودفرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی)

Figure 2. The interaction between location and planting pattern on biological yield of peas (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)



شکل ۳- اثر متقابل آرایش کاشت و مکان بر عملکرد دانه نخودفرنگی (P100: کاشت خالص نخودفرنگی، G75+ P25: کشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخودفرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰درصد نخودفرنگی)

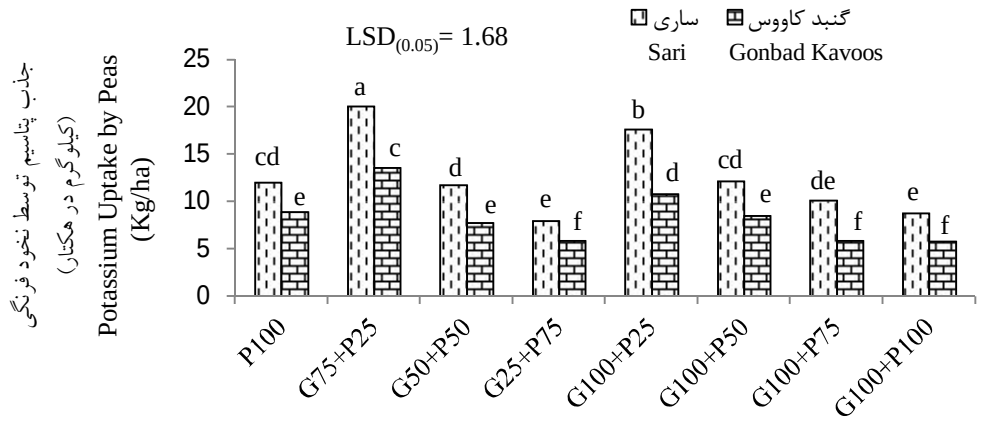
Figure 3.The interaction between location and planting pattern on pea grain yield (P100: 100% peas, G75+P25: 75% garlic + 25% peas, G50+P50: 50% garlic + 50% peas, G25+P75: 25% garlic + 75% peas, G100+ P25: 100% garlic + 25% peas, G100+P50: 100% garlic + 50% peas, G100+P75: 100% garlic + 75% peas, G100+P100: 100% garlic + 100% peas)

یکی از معایب نسبت برابری زمین این است که در انجام ارزیابی‌ها، ارزش محصولات درنظر گرفته نمی‌شود. در حالی‌که شاخص مجموع ارزش نسبی (RVT) این ایراد را به‌طور کامل برطرف می‌کند (۵ و ۱۹). (مجموع ارزش نسبی کل بیانگر نسبت کل درآمد ناخالص کشت مخلوط به بیشترین درآمد ناخالص تک‌کشتی است). اثر متقابل مکان و آرایش کاشت ارزش نسبی کل را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین ارزش نسبی کل در شهرستان ساری در تیمارهای جایگزینی به تیمارهای کاشت ۵۰ و ۷۵

www.SID.ir

Archive of SID

درصد نخود فرنگی به‌ترتیب با کاشت ۵۰ و ۲۵ درصد سیر تعلق گرفت. در تیمارهای افزایشی و در شهرستان ساری بیشترین ارزش نسبی کل مخلوط در تیمار افزایشی کاشت ۷۵ درصد نخود فرنگی و ۱۰۰ درصد سیر مشاهده شد (جدول ٤). در شهرستان گنبدکاووس و در تمامی تیمارهای جایگزینی و دو تیمار افزایشی کاشت ۲۵ و ۵۰ درصد نخود فرنگی با کاشت ۱۰۰ درصد سیر، ارزش نسبی کل محصول کمتر از مقدار واحد بود. نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات بسیاری از محققین همسو است (۲۰۹ و ٤۷).



شکل ٤- اثر متقابل آرایش کاشت و مکان بر میزان جذب پتاسیم توسط نخودفرنگی (P100: کاشت خالص نخودفرنگی، 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 ۱۰۰ درصد 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 نخودفرنگی)

Figure 4. The interaction between location and planting pattern on potassium uptake by pea (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)

نتیجه‌گیری

در مجموع، کشت مخلوط سیر و نخودفرنگی دارای مزایای زیادی بوده و سبب افزایش کمی و کیفی تولید شد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که در بین تیمارهای جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط، ترکیب افزایشی ۷۵ و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی و سیر با نسبت برابری ۱/۵۳ دارای بیشترین LER و 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 در هر منطقه که امکان کشت این دو گیاه وجود دارد، 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 موردنیاز قدردانی می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- اثر متقابل مکان با آرایش کاشت بر شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط سیر و نخودفرنگی.

Table 7. The interaction between location and planting pattern on intercropping indices.

تیمار Treatment	نسبت برابری جزئی سیر LER_a			نسبت برابری جزئی نخودفرنگی LER_b			نسبت برابری کل LER			ضریب نسبی تراکم RCC						غالبیت A			ارزش نسبی کل RVT		
	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad	گنبد Gonbad	ساری Sari	کاروس Gonbad
$G_{75}P_{25}$	0.63^{f}	0.69^{e}	0.26^{g}	0.47^{d}	0.89^{b}	0.46^{d}	0.89^{g}	1.16^{c}	0.68^{i}	0.032^{d}	0.069^{d}	0.044^{d}	0.066^{h}	0.22^{f}	0.3^{f}	0.002^{h}	0.02^{h}	0.013^{h}	0.7^{e}	0.29^{f}	0.2^{g}
$G_{50}P_{50}$	0.22^{j}	0.45^{g}	0.46^{d}	0.89^{b}	0.97^{a}	0.62^{c}	0.81^{h}	1.44^{b}	1.45^{b}	0.21^{d}	0.13^{d}	1.75^{c}	0.17^{g}	1.38^{b}	1.5^{a}	0.12^{gh}	0.29^{f}	0.82^{c}	0.74^{c}	0.77^{c}	0.41^{e}
$G_{25}P_{75}$	0.19^{j}	0.41^{h}	0.62^{c}	0.2^{h}	0.32^{f}	0.62^{c}	1.01^{f}	1.19^{de}	1.51^{b}	1.045^{c}	2.1^{c}	4^{bc}	0.28^{f}	0.14^{gh}	0.56^{d}	1.31^{d}	0.29^{f}	1.76^{c}	0.82^{c}	0.94^{b}	0.52^{d}
$G_{100}P_{25}$	0.81^{c}	0.87^{ab}	0.2^{h}	0.31^{f}	0.62^{c}	1.12^{e}	1.51^{b}	1.76^{a}	1.33^{c}	2.34^{c}	4.3^{b}	9.6^{a}	0.41^{e}	0.74^{c}	0.77^{c}	3.59^{b}	0.72^{e}	0.7^{b}	0.58^{c}	0.47^{e}	0.52^{d}
$G_{100}P_{50}$	0.81^{c}	0.89^{ab}	0.31^{f}	0.43^{de}	0.86^{b}	1.18^{de}	1.12^{e}	1.51^{b}	1.76^{a}	1.21^{d}	0.43^{de}	0.40^{e}	0.81^{c}	0.75^{d}	0.81^{c}	0.43^{f}	0.18^{h}	0.7^{b}	0.72^{e}	1.31^{d}	1.76^{c}
$G_{100}P_{75}$	0.75^{d}	0.86^{b}	0.43^{de}	0.6^{c}	0.89^{a}	0.81^{c}	0.81^{c}	0.89^{ab}	0.86^{b}	0.75^{d}	0.81^{c}	0.81^{c}	0.75^{d}	0.81^{c}	0.81^{c}	0.75^{d}	0.81^{c}	0.81^{c}	0.81^{c}	0.81^{c}	0.81^{c}
$G_{100}P1_{00}$	0.63^{f}	0.69^{e}	0.26^{g}	0.47^{d}	0.89^{b}	0.46^{d}	0.89^{g}	1.16^{c}	0.68^{i}	0.032^{d}	0.069^{d}	0.044^{d}	0.066^{h}	0.22^{f}	0.3^{f}	0.002^{h}	0.02^{h}	0.013^{h}	0.7^{e}	0.29^{f}	0.2^{g}

* در هر دو ستون و برای هر صفت، میانگین‌های دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD سطح پنج درصد ندارند.

* In each two column and each parameter, means with similar letter are not significant different according to LSD test at $P<0.05$.

(G75+ P25: کاشت ۷۵ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G50+P50: کاشت ۵۰ درصد سیر +۵۰ درصد نخودفرنگی، G25+P75: کاشت ۲۵ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P25: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۲۵ درصد نخودفرنگی، G100+P50: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۵۰ درصد نخودفرنگی، G100+P75: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۷۵ درصد نخودفرنگی، G100+P100: کاشت ۱۰۰ درصد سیر + ۱۰۰ درصد نخودفرنگی)

(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)

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H.R., Hoseinpur, R., Abdeshah, H., Kazemian, A. and Rafiei, M. 2016. Agricultural Statistics in 2015-2016 Cropping Season. Ministry of Jihad-e-Agriculture. 125p.
2. Akunda, E.M. 2004. Improving food production by understanding the effects of intercropping and plant population on soybean nitrogen fixing attributes. J. Food Technol. Afr. 6(4): 110-115.
3. Ariel, C.E., Eduardo, O.A., Benito, G.E. and Lidia, G. 2013. Effects of two plant arrangements in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. merrill) intercropping on soil nitrogen and phosphorus status and growth of component crops at an Argentinean argiudoll. Am. J. Agric. For. 1(2): 22-31.
4. Ayenehband, A. 2006. Ecology Agricultural Ecosystems. Shahid Chamran University Press. 376p.
5. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K. and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment. Eur. J. Agron., 24: 325-332.
6. Belel, M.D., Halim, R.A., Rafii, M.Y. and Saud, H.M. 2014. Intercropping of corn with some selected legumes for improved Forage Production: A Review, J. Agric. Sci. 6(3): 48-62.
7. Boonsinchai, N., Potchanakorn, M. and Kijparkorn, S. 2016. Effects of protein reduction and substitution of cassava for corn in broiler diets on growth performance, ileal protein digestibility and nitrogen excretion in feces. Anim. Feed Sci. Technol. 216: 185-196.
8. Chaichi, M.R. and Daryaei, F. 2008. Performance evaluation of forage sorghum and alfalfa in intercropping and their impact on the population dynamics of weeds. Iranian J. Field Crop Sci. 1:137-143.
9. Chalk, P.M. 1996. Nitrogen transfer from legumes to cereals in intercropping. In: Proc. Of the Int.Work shop: Dynamics of Roots and Nitrogen in Cropping Systems of the Semi- Arid Tropics (ICRISAT). Patancheru, Andhra Pradesh, 21-25. Novamber 1994. Pp: 351-374.
10. Chetty, C.K. and Reddy M.N. 1987. A general proposal for ranking intercrop treatments. Indian J. Agric. Sci. 57: 64–65.
11. Cousin, R. 1997. Peas (*Pisum sativum* L.). Field Crops Res., 53: 111-130.
12. Dahmardeh, M. and Keshtegar, A. 2014. Evaluating yield and yield components of maize (*Zeamays* L.) in intercropping with peanut (*Arachis hypogaea* L.). J. Agric. Ecol. 6(2): 311-323.
13. Dolijanovic, Z., Oljaca, S., Kovacevic, D., Simic, M., Momirovic, N. and Jovanovic, Ž. 2013. Drainage and aphanomyces euteiches root rot of pea caused by soil compaction in a fine-textured soil. Soil Tillage Res. 17(40): 1-12.
14. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Technical Bulletin Number 982 Research Institute of Soil and Water. Agricultur Nashr Amoozesh. Karaj-Iran.
15. Gronle, A., Heß, J. and Böhm, H. 2015. Effect of intercropping normal-leafed or semi-leafless winter peas and triticale after shallow and deep ploughing on agronomic performance, grain quality and succeeding winter wheat yield. Field Crops Research. 180: 80-89.
16. Hauggaard-Nielsen, H., Andersen, M.K., Jornsgaard, B. and Jensen, E.S. 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea–barley intercrops. Field Crops Res., 95: 256–267.
17. Hmzhey, J.M., Sayedi, G. and Abotalebbian, M.A. 2012. Effect of additive on the suppression of weeds, yield and yield components of chickpea and barley. J. Crop Prod. Process., 3: 43-55.
18. 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. Eur. J. Agron., 74: 9-17.

www.SID.ir

Archive of SID

19.Javanshir, Gh., Dabbagh Mohammadi Nasab, A. and Hamid, A. 2000. Ecology Intercropping (Translation). Mashhad Jahad-Daneshgahi press. 222p.
20.Kaur, N., Bhullar, M.S. and Gill, G. 2015. Weed management options for sugarcane-vegetable intercropping systems in north-western India. Crop Prot. 74: 18-23.
21.Koochecki, A.R., Nasiri Mohallati, M., Tabrizi, G., Azizi, W. and Jahan, M. 2006. Evaluation of structural and functional diversity of weed communities wheat and sugar beets of different Provinces country. Iranian J. Agric. Res. 4(1): 105-129.
22.Koochecki, A.R., Njibnia, S. and Lashe Gani, B. 2010. Evaluating The Performance of Saffron (*Crocus sativus* L.) in Intercropping with Crop Beans and Herbs. Publications University of Mashhad. 222p.
23.Koochecki, A.R. and Nasiri Mohallati, M. 2016. The effect of climate change on agriculture: crop production forecast and a solution compatible. J. Agric. Res. 14(1): 1-20.
24.Koochecki, A.R. and Soltani, A. 2000. Principles and Agricultural Practices In Arid Areas (Translation). Publications University of Mashhad. 785p.
25.Kubota, A., Safina, S.A., Shebl, S.M., Mohamed, A.E.A., Ishikawa, N., Shimizu, K., Abdel-Ghawad, K. and Maruyama, S. 2015. Evaluation of intercropping system of maize and legominouse in Nile delta of Egipt. Trop. Agri. Develop. 59(1): 14-19.
26.Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A. and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. Eur. J. Agron. 34: 287-294.
27.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. Sci. Hortic. 170: 159-168.
28.Majnoon Hossaini. 2015. Lgums and Agronomi production. University Publications of Tehran. 284p. (In Persian)
29.Malakooti, M.J. and Ballali, M.R. 2004. Balanced Fertilization: A Way to Sustainability in Agricultural Production. Publication of Agricultural Education. Karaj. 573p.
30.Manjith Kumar, B.R., Chidenand, M., Mansur, P.M. and Salimath, S.C. 2009. Influence of different row proportions on yield components and yield of rabi crops under mixed farming. tehran university press., 262p. (In Persian)
31.Mirzapur, M.H., Khoshgoftarmanesh, H., Mirnia, S.Kh., Bahrami, H.A. and Naini, M.R. 2003. Magnesium and potassium interaction effects on growth and yield in a saline soil. J. Soil Water Sci. 17(2): 61-74.
32.Mokhtarpour, H., Mossavat, S.A. and *Faizbakhsh*, M.T. 2008. The effect of plant density and mix ratio on quality and quantity of forage yield in mix intercropping of berseem clover and barley. Res develop agri hort., 80: 211-219.
33.Mullah Wali, M., Boland Nzar, S.A. and Tabatabai, S.J. 2011. The effect of different amounts of ammonium nitrate and potassium sulphate concentration of minerals in the onion. J. Hortic. Sci. 25(1): 101-108.
34.Nosrati, A.A. 2004. Effects of planting method, plant density and seed clove size on yield of garlic cv Hamedan. Seed Plant Improv. J. 3(20): 401-404.
35.Paivast, Gh.A. 1998. Growing Vegetables. Abrisham Publication of Rasht. 362p. (In Persian)
36.Pour Amir, F., Koochecki, A.R., Nasiri Mohallati, M. and Ghorbani, R. 2010. The effect of different combinations of cultivated sesame and pea intercropping on yield and additive series. Iranian J. Agric. Res. 3(8): 393-402.
37.Rahimi, M.M., Mazaheri, D., Khodabande, N. and Heidary, H. 2003. Evaluation of intercropping corn and soybean crop in the region. Arsanjan. J. Agric. Sci. 9(3): 109-126. (In Persian)
38.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

www.SID.ir

Archive of SID

39. Salikutty, J. and Bavrah, B. 2008. Biological efficiency of ash groud based intercropping systems. Indian J. Agric. Res. 42(2): 86-91.
40. Saseendran, S.A., R. Ahuja, L., Ma, L.W., J. Troutb, T., S. McMaster, G., C. Nielsen, D., M. Ham, J., A. Andales, A., D. Halvorsone, A., L. Chávezf, J., X. and Fang, Q. 2015. Developing and normalizing average corn crop water production functions across years and locations using a system mode. Agric. Water Manag. 157(31): 65–7.
41. 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. Biol. Control. 97: 21-30.
42. Singh, M., Singh, U.B., Ram, M., Yadav, A. and Chanotiya, C.S. 2013. Biomass yield, essential oil yield and quality of geranium (*Pelargonium graveolens* L.) as influenced by intercropping with garlic (*Allium sativum* L.) under subtropical and temperate climate of India. Ind. Crops Prod. 46: 234-237.
43. Sousulsk, F.W. and Holt, N.W. 1980. Amino acid composition and nitrogen to protein factors for grain legumes. Can. J. Plant Sci., 60: 1327-1331.
44. Thorsted, M.D., Olesen, J.E. and Weiner, J. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. Field Crops Res. 95: 280-290.
45. Undie, U.L., Uwah, D.F. and Attoe, E.E. 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of south southern nigeria. J. Agric. Sci. 4(4): 37-50.
46. Valizadegan, A. 2015. Study of species diversity and abundance of insect fauna and agronomic performance in intercropping replacement coriander (*Coriandrum sativum* L.) and beans (*Vicia faba* L.). Iranian J. Crops. 17(1): 69-80. (In Persian)
47. Vandermeer, J. 1992. The Ecology of Intercropping. Great Britania at the University press. 72: 51-66.
48. Vrignon-Brenas, S., Celette, F., Amossé, C. and David, C. 2016. Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. Eur. J. Agron. 73: 73-82.
49. Willey, R.W. 1979. Intercropping its importance and research needs. I. Competition and yield advantages. Field Crop Abstr. 32: 1–10.
50. Willey, R.W. and Rao, M.R. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Exp. Agric. 16: 105–117.
51. Xia, H., Zhao, J., Sun, J., Xue, Y., Eagling, T., Bao, X., Zhang, F. and Li, L. 2013. Maize grain concentrations and above-ground shoot acquisition of micronutrients as affected by intercropping with turnip, faba bean, chickpea, and soybean. Sci China Life Sci. 56(9): 823-834.
52. Zhang, L., W., Van der Werf, S., Zhang, B., Li, and Spiertz, J.H.J. 2007. Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. Field Crops Res. 103: 178–188.
53. Zuo, Y. and Zhang, F. 2007. Effect of peanut mixed cropping with gramineous species on micronutrient concentrations and iron chlorosis of peanut plants grown in a calcareous soil. Plant Soil. 306(1): 23-36.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir