Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (11-21)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.233771.654325

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص۲۱- ۱۱)

تأثیر کشت مخلوط ذرت: سورگوم بر عملکرد دانه و علوفه

مرضیه حسنوند[۱]، سید محمد باقر حسینی[*۲] و محمد رضا جهانسوز[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران

۳و۲. به ترتیب دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۰۱ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۵)

چکیده

حفظ منابع تولید و کشاورزی پایدار، یکی از اصول مورد نظر دانشمندان در مقطع کنونی است و کشت مخلوط که سبب پایداری عوامل و منابع تولید می‌شود، می‌تواند آینده تولیدات کشاورزی را بارورتر کند. این آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع درکرج، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. سیستم کشت مخلوط از نوع جایگزینی بود. ارقام مورد نظر، سورگوم علوفه‌ای (رقم پگاه) و ذرت دانه‌ای (رقم **ksc600**)، در نظر گرفته شد. فاکتور تیمارهای جایگزینی شامل، کشت خالص ذرت، ۷۵ ٪ ذرت+ ۲۵٪ سورگوم، ذرت ۵۰٪+، سورگوم۵۰٪، سورگوم۷۵٪ +۲۵٪ذرت و کشت خالص سورگوم است. نتایج نشان داد که ترکیب کاشت تیمارهای تک‌کشتی سورگوم، سورگوم۷۵٪ + ذرت۲۵٪ و سورگوم۵۰٪+ ذرت۵۰٪ به‌ترتیب با عملکرد۶۱، ۶۰ و ۴۵ تن در هکتار، بیشترین مقدار علوفه را برای سورگوم تولید کردند، و در گیاه ذرت بو دادنی تیمار تک‌کشتی ذرت، تیمار ۷۵٪ذرت+۲۵٪سورگوم و تیمار۵۰٪ذرت + ۵۰٪سورگوم به‌ترتیب با عملکرد ۸/۷ ، ۸/۶ و ۸/۴ تن در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را دارا بوده‌اند، البته کاهش تعداد بوته در هکتار از کاهش عملکرد تبعیت نمی‌کنند و عملکرد گرم در بوته این سهم را آشکار می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: رقابت، سورگوم ، کشت مخلوط جایگزینی و کشاورزی پایدار.

The effect of intercropping of maize: sorghum on grain and forage yield

Marzieh Hasanvand[1], Mohamad Bagher Hoseini[2*] and Mohamad Reza Jahansooz [3]

1. M.S.C student of Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture Tehran University

2, 3. In order ,Associate professor, professor of Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Iran

(Received: May 22, 2017- Accepted: December 26, 2017)

ABSTRACT

Sustainable agriculture is one of the desired principles for scientists at current period, and intercropping that ensures the stability of the production factors and resources and it can fertilize the future of agricultural production. This experiment was conducted based on randomized complete block design with four replicates at the Agricultural Research Station of the College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, during the growing season of 2014-2015. The intercropping system was as replacement. The considered cultivars were fodder sorghum (Pegah cultivar) and corn (ksc600). Treatments included pure maize, 75% corn + 25% sorghum, 50% corn + 50% sorghum, 75% corn sorghum + 25% corn and pure sorghum culture. The results showed that the single cropping sorghum, 75% sorghum + 25% corn and 50% sorghum + 50% corn treatments with 61, 60 and 45 t/ ha yield, respectively, produced greatest sorghum forage yield., and in corn, the single cropping of corn, 75% corn + 25% sorghum and 50% corn + 50% sorghum treatments had the highest grain yield with 8.7, 8.6 and 8.4 t/ ha yield, respectively, but decreased the number of plants per hectare does not follow yield reduction and the yield (gram per plant) reveals this share.

Key words: Competition, Replacement intercropping, sorghum, Sustainable agriculture.

* Corresponding author E-mail: bhosseini@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشاورزی ازجمله کهن‌ترین فعالیت‌های جوامع بشری با گستره‌ای جهانی است که از کشت و زرع ابتدایی تا الگوهای پیچیده و علمی تولید محصولات غذایی تکامل یافته است (Khajehpour, 2008). از اواخر قرن بیستم، مکانیزاسیون، معرفی کودها، سموم شیمیایی و اصلاح نباتات، بهره‌وری و تولید را افزایش داده و امکان گسترش کشاورزی به زمین‌های غیر زراعی را فراهم کرده است (Khajehpour, 2008). با توسعه دیدگاه‌های سودآور اقتصادی، مزارع بزرگ‌تر و کار تولید در آنها تخصصی‌تر شده است، این تغییرات مشکلات جدیدی را، هم برای جوامع انسانی و هم برای محیط‌زیست ایجاد کرده است، به‌طور متقابل هم‌زمان با بروز و برجسته‌شدن مشکلات زیست‌محیطی در کشاورزی دیدگاه‌های اکولوژی کشاورزی نیز تقویت گردیده است(Mazaheri, 1994). با توجه به موارد مذکور و بسیاری مشکلات دیگر که عمدتاً جنبه زیست‌محیطی دارند، مقوله‌ای تحت عنوان پایداری در کشاورزی و به‌عبارت دیگر کشاورزی پایدار مطرح گردیده است (Algindo & Vanhouten, 2003). کشاورزی پایدار، بسیاری از مقولات مانند کشاورزی ارگانیک و سایر موارد را در بردارد. کشاورزی پایدار ضمن توجه به حفظ عملکردهای بالا برای محصولات کشاورزی، محیط‌زیست و ایجاد سیستم‌های زراعی خودتنظیم با حداقل آسیب به محیط‌زیست را مورد توجه قرار داده تا به‌طورکلی پایداری را در تولید محصولات زراعی و حفظ محیط‌زیست به ارمغان آورد (Algindo & Vanhouten, 2003). یکی از این جنبه‌های کشاورزی پایدار، کشت مخلوط بوده که می‌تواند به‌عنوان یک عامل مهم، مؤثر باشد که باتوجه به نیاز متفاوت گونه‌ها در مخلوط، رقابت برون‌گونه‌ای نیز کمتر خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهد که برتری بیولوژیک زراعت مخلوط، نتیجه استفاده‌ی کامل‌تر از منابع رشد است (Vandermeer, 1992). اجزای مخلوط ممکن است از نظر استفاده از منابع در دسترس، تفاوت داشته باشند و چنانچه با همدیگر کشت شوند استفاده مؤثرتری را از نور، آب و مواد غذایی نسبت به کشت جداگانه خواهند برد (Weil & McFadden, 1991). انتخاب گیاهان برای کشت مخلوط از عوامل بسیار مؤثر در موفقیت مدیریت زراعی مخلوط است و بدین‌منظور اطلاعات کامل و جامع از خصوصیات اکولوژیک، فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاهان شرکت‌کننده درکشت مخلوط، لازمه‌ی حداکثر استفاده از شرایط و منابع موجود است. هدف از کشت مخلوط نیز یافتن گیاهانی است که کمترین رقابت را با یکدیگر داشته و به‌طور مؤثری از منابع موجود استفاده کنند (Wandermeer, 1992). مطالعات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است؛ برای مثال (Nyambo *et al.* 1988) در مطالعه‌ای که بر روی اثرات ترکیبات کشت و شکل کاشت بر روی سه محصول غلات (ذرت، سورگم و ارزن) درکشت مخلوط با دو گیاه (سویا، ماش سبز) انجام شد چنین مشاهده نمودند که کاهش میزان محصول یکی از گیاهان و یا هر دو محصول شرکت‌کننده در ترکیب مخلوط در مقایسه با کشت خالص آنها وجود داشته است. اما میزان مجموع محصولات درکشت مخلوط بالاتر بوده است. همچنین Sistaj *et al.* (1991) در مطالعه‌ای که بر روی سه گیاه سورگوم، ذرت و سویا را با ارزن، درکشت مخلوط، به‌منظور بررسی کمیت و کیفیت علوفه انجام دادند، عملکرد ماده خشک درکشت خالص ارزن (درمجموع دو چین) برابر ۱۰/۳۷ تن در هکتار حاصل شد؛ درحالی‌که در مخلوط ارزن با سورگوم، ذرت و سویا به‌ترتیب ۱۵/۹، ۱۲/۱ و ۱۰/۷ تن در هکتار ماده خشک حاصل گردید (مجموع مخلوط دو گیاه در هر مخلوط).

مشخص گردید که کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد کیفیت علوفه می‌گردد. در پژوهشی دیگر با هدف مشابه، Raee *et al.* (2008) دو آزمایش مزرعه‌ای به‌منظور تعیین تراکم‌های مناسب سویا و سورگوم علوفه‌ای درکشت مخلوط اجرا و گزارش نمودند که نسبت‌های تراکم ۴ به۲۰ و ۱۲به۵۰ بوته در مترمربع سورگوم به سویا به‌ترتیب با ۱/۶ و۰/۸ بیشترین و کمترین مقدار نسبت برابری زمین را به

www.SID.ir

Archive of SID

خود اختصاص دادند. آنها همچنین بیان کردند که کشت مخلوط سویا و سورگوم، مزیت بیشتری نسبت به کشت خالص آنها در شرایط مشابه دارد؛ در همین راستا، هدف از تحقیق حاضر، شناسایی بهترین ترکیب کشت مخلوط دو گراس چهارکربنه (ذرت بو دادنی و سورگوم علوفه‌ای)، در نظام‌های کشت مخلوط جایگزینی، از نظر راندمان کمی عملکرد آنها بود. شایان توجه است که همواره در بسیاری از ترکیبات مخلوط، رقابت برون‌گونه‌ای کمتر از رقابت درون‌گونه‌ای است، زیرا اختلاف مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو گونه معمولا باعث این مهم می‌شود. لذا حتی استفاده از دو رقم از یک گیاه (گندم، جو و ...) می‌تواند بهره‌وری بیشتر و استفاده کامل‌تر از منابع را به‌همراه داشته باشد (Hosseini, 2004). دلیل دیگر انتخاب این دو گیاه این بود که هم عملکرد دانه و هم عملکرد علوفه، هم‌زمان مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۴- ۱۳۹۳ در مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج (۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا) اجرا گردید. مشخصات خاک مزرعه آزمایشی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کشت

Table 1- Chemical and physicochemical analysis of the soil before planting

Soil properties	Amount
Clay (%)	32
Silt (%)	38
Sand (%)	30
Saturation extract EC (dS per m)	94.3
Absorbent Phosphorus (mg per kg)	4.12
pH	7.5
Absorbent Potassium (m per kg)	5.16
Texture class	Clay loam
Organic materials (%)	1
Nitrogen (%)	12

آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در شرایط مزرعه‌ای اجرا شد. زمین آزمایش به ۲۰ کرت تقسیم شد. مساحت هر کرت ۱۲ مترمربع (طول هر کرت برابر با ۴متر مربع و عرض آن ۳متر مربع) و مساحت مفید قطعه زمین مورد آزمایش ۲۸۰ مترمربع بود، فاصله بین خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۶ خط و در هر آرایش کشت دو خط جانبی به‌عنوان حاشیه و حدفاصل بین دو کرت یک خط نکاشت قرار گرفت که فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. ارقام مورد کاشت، سورگوم علوفه‌ای رقم پگاه و ذرت بو دادنی رقم ksc600 بود که هر دو رقم از موسسه اصلاح و تهیه نهال بذر کرج تهیه شدند. تیمارهای تک‌کشتی شامل تک‌کشتی ذرت (ZZZZ) و تک‌کشتی سورگوم (SSSS) بودند و تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی شامل ۷۵٪ ذرت دانه‌ای+۲۵٪ سورگوم علوفه‌ای (ZZZS)، ۵۰٪ذرت دانه‌ای+۵۰٪سورگوم علوفه‌ای (ZSZS) و ۲۵٪ذرت دانه‌ای +۷۵٪سورگوم علوفه‌ای (ZSSS) بودند. برای کاشت ابتدا در بهار شخم سطحی و به‌دنبال آن دیسک زده شد. بعد از تسطیح زمین با ماله، شیارهایی با فواصل ۵۰ سانتی‌متر توسط شیارساز (فاروئر) ایجاد شد. سپس کاشت هر دو گیاه به‌صورت خشکه‌کاری در تاریخ هجدهم خردادماه، انجام شد. ابتدا با فوکا، شیار

www.SID.ir

Archive of SID

سرتاسری ایجاد گردید و سپس با خط‌کش‌های چوبی، که به این منظور تهیه شده بود، بذر ذرت بو دادنی با فواصل معین (۱۰ سانتی‌متر)، در شیار قرار گرفت و حدود ۵ سانتی‌متر بر روی آنها خاک داده شد. درکشت سورگوم علوفه‌ای نیز بذر در شیارهای مربوطه با فواصل ۱۰ سانتی‌متری قرار گرفت و حدود ۲ سانتی‌متر بر روی آنها خاک داده شد. بدین معنا که تعداد بذر موردنیاز برای سورگوم ۱۲ بوته در مترمربع و برای ذرت ۱۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. به این روش در تکرار اول در کرت اول که شامل۴ خط کاشت بود (به جز ۲ خط حاشیه)، ۲ خط ذرت و ۲ خط سورگوم (نسبت ۱:۱)، در کرت دوم ۳ خط ذرت و ۱ خط سورگوم (نسبت ۳:۱)، در کرت سوم ۱ خط ذرت و ۳ خط سورگوم (نسبت ۱:۳)، در کرت چهارم هر ۴ خط ذرت و در کرت پنجم همه‌ی خط‌ها سورگوم کاشته شد. این روش با جابجایی به‌صورت تصادفی در۳ تکرار دیگر اجرا گردید. آبیاری مزرعه به‌صورت آبیاری بارانی، بسته به شرایط اقلیمی، وضعیت رطوبتی خاک صورت گرفت. عملیات تنک-کاری سه هفته پس از اولین آبیاری جهت رسیدن به تراکم موردنظر انجام گرفت. وجین علف‌های هرز هنگامی‌که بوته‌ها به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری رسیده بودند انجام گرفت. در تاریخ ۱۵ شهریور ۱۳۹۴ برداشت سورگوم به‌منظور بررسی عملکرد علوفه انجام شد و در تاریخ ۲۱ شهریور ۱۳۹۴ برداشت ذرت به-منظور بررسی عملکرد دانه صورت پذیرفت. جهت عملیات برداشت به‌منظور محاسبه عملکرد در هکتار، نیمی از هر کرت و بعد از حذف حاشیه‌ها، از چهار خط میانی و از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک، بوته‌ها توسط داس کف برشدند و سپس کل محصول برداشت گردید و بلافاصله در مزرعه وزن شد. بدین معنی که از هر کرت آزمایشی ۲ مترمربع برداشت و سپس عملکرد اقتصادی اندازه‌گیری شد. وزن تر نمونه‌ها بلافاصله در محل توزین گردید و سپس جهت تهیه علوفه خشک، در آون به‌مدت ۲روز در دمای ۸۰ درجه نگهداری شد. برای محاسبه عملکرد تک‌بوته از هر کرت ۱۰بوته به-طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شد. بوته‌ها از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک به‌روش دستی و با داس برداشت شدند. برای بررسی عملکرد دانه ذرت از هر کرت به‌طور تصادفی ۱۰ بوته انتخاب شد و بلال‌های آن‌ها برداشت شد. درنهایت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه شدند. جهت رسم نمودارها و جداول آماری از برنامه Excel 2013 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد، استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات موردبررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که صفات عملکرد در هکتار و عملکرد در بوته برای هر دو گیاه ذرت و سورگوم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس کشت مخلوط ذرت و سورگوم

Table 2- Analysis of variance of intercropping of maize and sorghum

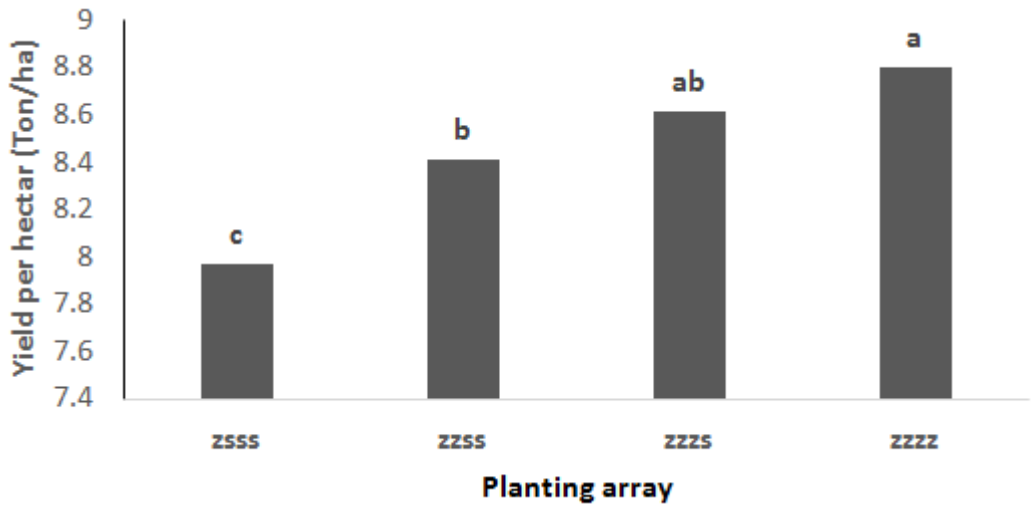
S.O.V.	df	Maize intercropped with forage sorghum		Forage sorghum intercropped with maize		Yield (gram per plant)
		Yield (ton per hectare)	Yield (gram per plant)	Green forage yield(g)	Dry matter yield(g)	
Replication	3	0.744^{ns}	0.743^{ns}	56.79^{ns}	177.8^{ns}	177.83^{ns}
Treatment	3	10.230^{*}	10.230^{*}	222.68^{*}	1432.9^{*}	1432.9^{*}
Error	9	2.555	2.555	50.24	0.356	356.01
Total	15					

* و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و عدم معنی‌داری می‌باشند

^{*,ns} Significant at 5% probability level and **none significant, respectively.**

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه ذرت در سطوح مختلف کشت مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح۰/۰۵). حروف s و z به‌ترتیب بیانگر گیاه سورگوم و ذرت در مخلوط است. حروف غیرمشابه در هر ستون معرف معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها است.

Figure 1- Comparison of maize grain yield in different mixed levels by using of Duncan's multiple-range test (p=0.05). The letters s and z represent sorghum and maize, respectively in the intercropping. Dissimilar letters on each column indicate significant level of differences between treatments.

مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین الگوهای مختلف کشت دارد (شکل ۱). تیمارهای تک‌کشتی ذرت و ذرت ۷۵٪+سورگوم۲۵٪، بیشترین عملکرد را به خود اختصاص دادند و این دو از لحاظ آماری تفاوتی باهم نداشتند؛ اما نسبت به دو الگوی کشت دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان دادند که این امر به‌دلیل بالا بودن سطح زیر کشت ذرت در این تیمارها است. به‌نظر می‌رسد در این ترکیب‌ها، گیاهان مورد کشت به تخصیص مفیدی از منابع موجود رسیده‌اند. به‌طور کلی در این آزمایش، با افزایش سهم ذرت در تیمارهای کاشت، عملکرد ذرت نیز افزایش یافت. بدیهی است که هر چه سهم گیاه بیشتر باشد عملکرد کلی آن بیشتر است. با وجود اینکه با افزایش تراکم، دانه‌های حاصل‌شده ریزتر بودند، اما به‌طورکلی، عملکرد در واحد هکتار افزایش یافت. به‌عبارت دیگر با ازدیاد تراکم به‌دلیل استفاده بهتر از منابع، مقادیر برآیند عملکرد افزایش می‌یابد؛ اگر چه انتظار می‌رفت که عملکرد دانه در سطوح بالای تراکم به‌کار رفته کاهش یابد؛ اما احتمالا به‌دلیل جبران کاهش وزن دانه تک‌بوته با افزایش تعداد بلال‌های برداشت-شده در واحد سطح در تراکم‌های بالا افزایش یافت. شاید عملکرد تک‌بوته، معیار بهتری برای سنجش کارآیی کشت مخلوط در استفاده از منابع نسبت به کشت خالص باشد، زیرا اثر تراکم بوته حذف خواهد شد. در آزمایش‌های بسیاری گزارش شده است که عملکرد دانه در تک‌کشتی بیشتر از کشت مخلوط بود (Chapagain & Risemen, 2014 ; Agegnehu, 2006) که به‌علت کاهش سهم گیاه در کشت مخلوط می‌باشد و با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. برای بررسی کارآیی کشت مخلوط، از نسبت برابری زمین استفاده می‌شود که مجموع تغییرات عملکرد اجزاء کشت مخلوط را در نظر می‌گیرد که در این آزمایش نیز، نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). در مقابل، در بین تیمارهای اعمال‌شده، آرایش کشت تیمار zsss با عملکرد ۷/۹ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشته است. البته کاهش تعداد بوته در هکتار از کاهش عملکرد تبعیت نمی‌کنند و عملکرد گرم در بوته این سهم را آشکار می‌سازد. در همین راستا Pooryousof Miyandoab *et al.* (2010) با

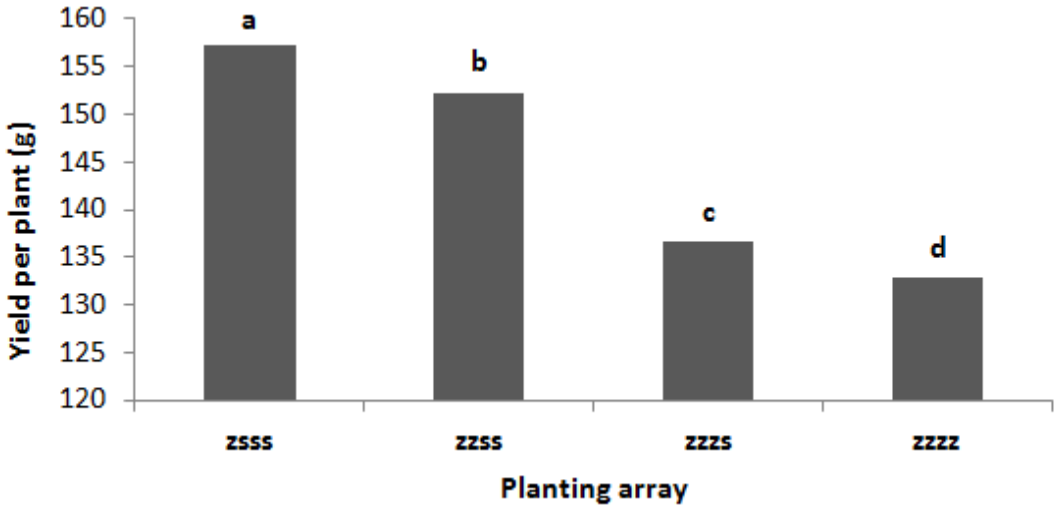
www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق بر روی دو گیاه سورگوم و ذرت نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

بررسی عملکرد تک‌بوته‌ی ذرت (گرم در بوته)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که الگوی کشت از نظر این صفت، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری بین الگوهای مختلف کشت از نظر عملکرد در واحد بوته در گرم بود (شکل۲). به‌طور مثال در تیمار سورگوم ۷۵٪+ ذرت۲۵٪ چون فضایی را که ذرت اشغال کرده بود با توجه به موقعیت کشت ذرت در این کرت و قرارگیری آن بین بوته‌های سورگوم و سود جستن از تمامی فضای کشت مخلوط، بالاترین عملکرد تک‌بوته را داشت و در تیمار کشت خالص، علی‌رغم داشتن بالاترین میزان عملکرد در هکتار پس از یکسان‌سازی سطح اشغال‌شده، عملکرد تک‌بوته کاهش پیدا کرد. به‌طور کلی، کشت خالص، کمترین عملکرد تک‌بوته ذرت را داشت و با افزایش سهم سورگوم در کشت مخلوط عملکرد تک‌بوته ذرت افزایش یافت؛ گمان می‌رود با کاهش سطح زیر کشت و کاهش تراکم ذرت‌های کشت‌شده که موجب کاهش رقابت درون-گونه‌ای گردیده، عملکرد تک‌بوته در ذرت در مجاورت سورگوم علوفه‌ای افزایش‌یافته و تک‌بوته‌ی ذرت توانسته از منابع بیشتری بهره ببرد و اندام‌های زایشی خود را به نسبت بیشتری افزایش دهد. کمترین عملکرد هم مربوط به کشت خالص ذرت است. عملکرد در تراکم کم، به‌علت پایین‌بودن تعداد بوته در واحد سطح و در تراکم‌های زیاد به‌علت رقابت برای جذب عوامل موثر در رشد محدود می‌شود؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در تیمار کشت مخلوط ذرت و سورگوم، امکان استفاده از فضاهای پایین و بالای کانوپی وجود دارد؛ ضمن اینکه به‌دلیل فاصله بیشتر دو بوته مجاور، امکان ممانعت فضایی بوته‌های رقیب کمتر بوده و نیز امکان بهره‌مندی نسبی هر گیاه از منابع آب و مواد غذایی زیادتر می‌شود.



شکل ۲- مقایسه عملکرد در بوته ذرت (گرم) در سطوح مختلف مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح ۰/۰۵) . حروف z و s ، بیانگر ذرت و سورگوم است. حروف غیرمشابه در هر ستون معرف معنی‌دار بودن تیمارها است.

Figure 2- Comparison of maize yield per plant in different mixed levels by using of Duncan's multiple-range test (p=0.05). The letters s and z represent sorghum and maize, respectively in the intercropping. Dissimilar letters on each column indicate significant level of differences between treatments.

نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده افزایش عملکرد ذرت در کشت مخلوط است که در بسیاری از موارد مشاهده شده است. Singh *et al.* (1986) و Jahn McDonagh & A. Hillyer, (1999) هم، در تحقیقی دیگر بر روی دو گیاه ذرت و سورگوم، نتیجه مشابهی را در افزایش عملکرد مخلوط به‌دست آوردند. Zhao J

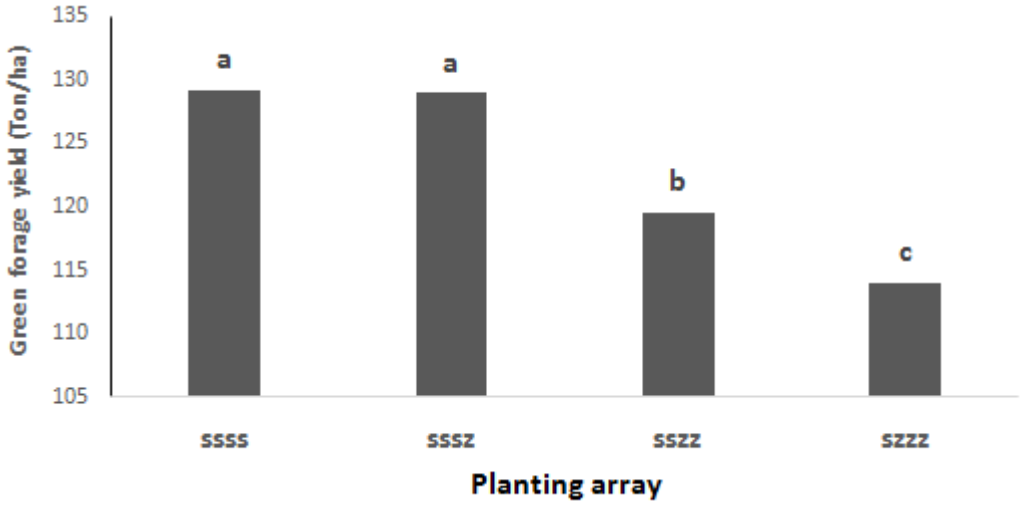
www.SID.ir

Archive of SID

et al. (2017) نیز با نتایجی که از کشت مخلوط ذرت به‌دست آوردند بر افزایش رشد و عملکرد تاکید داشتند.

عملکرد علوفه سبز سورگوم (تن در هکتار)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از وجود اثر معنی‌دار الگوی کشت بر صفت عملکرد علوفه سبز سورگوم در هکتار در سطح ۵ درصد است (جدول ۲). در بررسی میزان علوفه تر کل، مشاهده شد که تیمار ssss و sssz برترین تیمارها بوده و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج حاصله حاکی از بیشترین میزان تولید علوفه تر در تیمار سورگوم خالص و یک ردیف ذرت و دو ردیف سورگوم بود. در بررسی اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد در کشت مخلوط سورگوم و ذرت اعلام داشت که با افزایش تراکم عملکرد سورگوم افزایش یافته است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش سهم سورگوم در مخلوط، میزان عملکرد علوفه نیز کاهش داشته و در مخلوط ۲۵٪ سورگوم + ۷۵٪ ذرت، کمترین میزان عملکرد به‌دست آمد (شکل ۳). این امر به‌دلیل کاهش سطح اشغال‌شده توسط سورگوم است. همانند ذرت، عملکرد سورگوم نیز با کاهش سهم آن در تیمارهای کاشت، کاهش یافت که به‌علت کاهش تراکم و سهم گیاه در نتیجه عملکرد کلی سورگوم می‌باشد. بالاترین میزان عملکرد علوفه‌تر هم مربوط به تیمارهای کشت خالص سورگوم و ۷۵٪سورگوم + ۲۵٪ذرت است که این دو با هم تفاوت معنی‌داری ندارند ولی با دو تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهند. این نتایج نشان‌دهنده‌ی افزایش عملکرد در واحد سطح است. در همین راستا Muchow, (1989) در آزمایشی با دو گیاه ذرت و سورگوم به نتایج مشابهی دست یافتند. Diniz *et al.* W. J (2017) نیز در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط سورگوم انجام دادند نتایجی مشابه همین پژوهش به‌دست آورده بودند.



شکل ۳- مقایسه عملکرد علوفه سبز سورگوم در سطوح مختلف مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن (در سطح ۰/۰۵). حروف s و z به ترتیب بیانگر سورگوم و ذرت است. حروف غیرمشابه در هر ستون معرف معنی‌دار بودن تیمارها است.

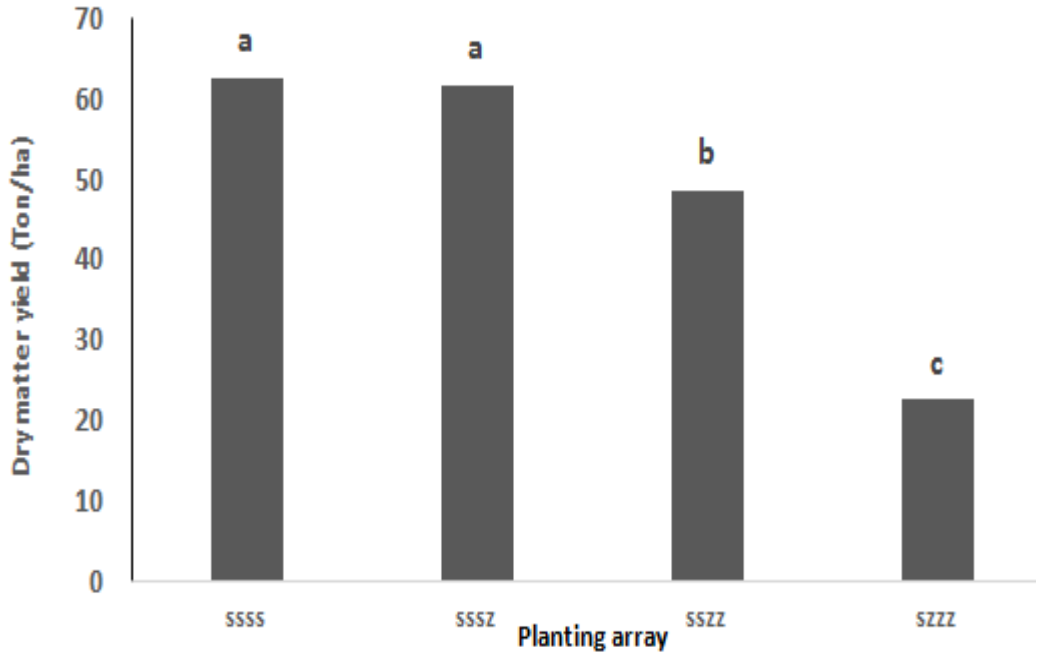
Figure 3- Comparison of sorghum green forage yield in different mixed levels by using of Duncan's multiple-range test (p=0.05). The letters s and z represent sorghum and maize, respectively in the intercropping. Dissimilar letters on each column indicate significant level of differences between treatments.

عملکرد علوفه خشک سورگوم (تن در هکتار)

صفت عملکرد علوفه خشک سورگوم (تن در هکتار) نیز در سطح ۵ درصد، اثر معنی‌داری را از تیمارهای الگوی کشت پذیرفت (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: مقایسهٔ عملکرد (تن در هکتار) علوفهٔ خشک سورگوم در سطوح مختلف مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنهٔ دانکن(در سطح ۰/۰۵). حروف S و Z ، بیانگر سورگوم علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای است. حروف غیرمشابه در هر ستون معرف معنی‌دار بودن تیمارها است.

Figure 4- Comparison of sorghum dry matter yield in different mixed levels by using of Duncan's multiple-range test (p=0.05). The letters s and z represent sorghum and maize, respectively in the intercropping. Dissimilar letters on each column indicate significant level of differences between treatments.

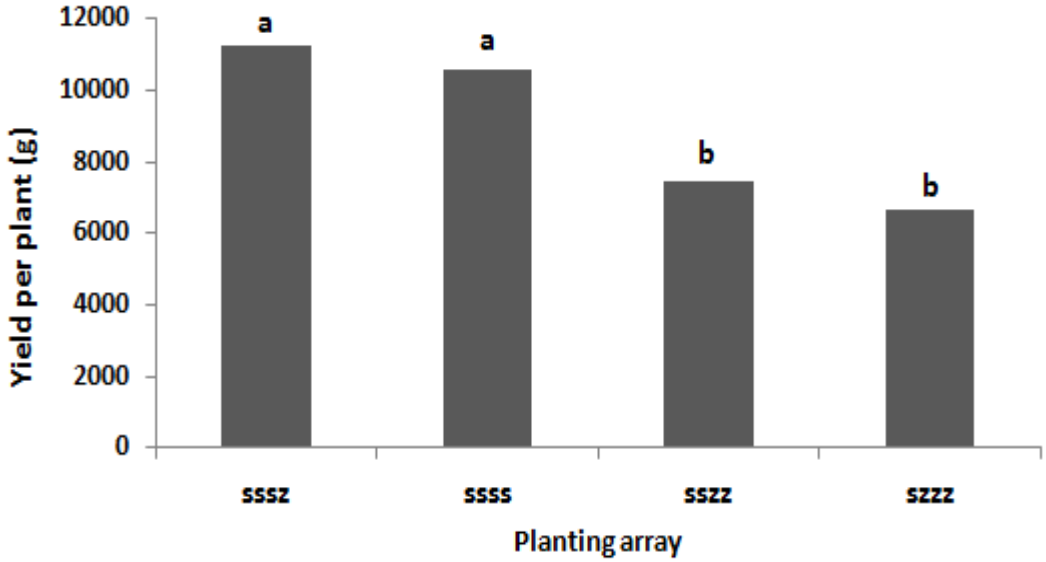
جذب بیشتر تشعشعات فعال فتوسنتزی، رطوبت و عناصر غذایی خاک در کشت مخلوط می‌تواند علت تولید بیشتر علوفه باشد. اعلام کردند چنانچه گیاهان در کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت عمل کنند، عملکرد کشت مخلوط به‌دلیل استفاده بهتر از منابع محیطی افزایش خواهد یافت. در تحقیق حاضر، اجزای کشت مخلوط در استفاده از منابع محیطی مکمل هم بودند؛ این امر می‌تواند علت افزایش عملکرد ماده خشک باشد Willey. (1990). نتایج نشان داد که بالاترین میزان عملکرد علوفه خشک سورگوم-علوفه‌ای در هکتار، در تیمارهای کشت خالص سورگوم و ۷۵٪سورگوم + ۲۵٪ذرت دیده شد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. این نتایج بیانگر این امر است که با افزایش سطح زیر کشت، عملکرد گیاه مربوطه افزایش می‌یابد. عملکرد علوفه خشک نیز مشابه با عملکرد علوفه سبز در پاسخ به تیمارهای کاشت عمل کرده و با افزایش سهم سورگوم افزایش یافته است. بدیهی است که با افزایش سهم گیاه در کشت مخلوط، میزان عملکرد زیست‌توده افزایش یابد؛ ولی در کشت مخلوط مجموع عملکرد دو گیاه است که نشان‌دهنده کارآیی می‌باشد. در مقابل، کمترین عملکرد علوفه نیز در آرایش کشت ۲۵٪سورگوم + ۷۵٪ذرت مشاهده شد (شکل ۴). در آزمایش و همکاران (Sani *et al.*, 2011) نیز تیمارهای کشت خالص بیشترین عملکرد سورگوم را داشتند.

عملکرد تک‌بوته سورگوم علوفه‌ای (گرم در بوته)

صفت عملکرد تک‌بوته سورگوم علوفه‌ای نیز در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری از تیمارهای اعمال‌شده پذیرفت (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۵): مقایسه عملکرد تک‌بوته سورگوم علوفه‌ای (گرم) در سطوح مختلف مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح۰/۰۵). حروف z و S به‌ترتیب بیانگر گیاه ذرت و سورگوم در مخلوط و تک‌کشتی سورگوم است. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها است.

Figure 5- Comparison of sorghum yield per plant in different mixed levels by using of Duncan's multiple-range test (p=0.05). The letters s and z represent sorghum and maize, respectively in the intercropping. Dissimilar letters on each column indicate significant level of differences between treatments.

مقایسه میانگین عملکرد در هکتار علوفه سبز و خشک سورگوم نشان داد که کشت مخلوط ۲۵ ٪ سورگوم : ۷۵ ٪ ذرت، کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داده که این امر به‌دلیل کاهش تعداد بوته در هکتار نسبت به تک‌کشتی سورگوم است. علی‌رغم اینکه تعداد بوته در این آرایش مخلوط یک-چهارم کشت خالص بود ولی میزان عملکرد از این نسبت تبعیت نکرد. در شکل (۵) عملکرد تک‌بوته‌ی سورگوم، در مخلوط sssz و کشت خالص سورگوم بالاترین عملکرد را داشته، که عملکردی مشابه داشته و تفاوت معنی‌داری با هم ندارند که به‌دلیل درصد بهره‌برداری بالای آنها از منابع محیطی است (Hosseini, 2004). در طی آزمایشی که بر روی ارتفاع ساقه انجام گرفت به‌خوبی نشان داد که به‌علت درصد استفاده بالا از منابع محیطی، عملکرد افزایش یافته است. همچنین در بررسی تعداد برگ در ساقه و زاویه قرارگیری برگ با ساقه، این مهم به روشنی قابل‌تفسیر است. به‌عبارت دیگر رقابت درون‌گونه‌ای سورگوم کاهش‌یافته است. تیمارهای با آرایش کشت szzz و sszz نیز عملکرد مشابهی داشته‌اند و با هم تفاوت معنی‌داری نداشته، ولی با دو آرایش کشت دیگر تفاوت معنی‌داری نشان داده‌اند. به‌طور کلی در این آزمایش، عملکرد تک‌بوته سورگوم با افزایش سهم ذرت در کشت مخلوط کاهش یافت، که نشان می‌دهد ذرت نسبت به ذرت استفاده بیشتری از منابع برده است. با توجه به عملکرد تک‌بوته ذرت در تیمارهای مختلف و افزایش آن در تیمارهای کشت مخلوط، این امر بدیهی است. به هر حال در کشت مخلوط، مجموع عملکردها مهم است و تعیین‌کننده برتری است و حتی اگر کشت مخلوط باعث افزایش برتری یک گونه نسبت به کشت خالص آن شود، قابل‌توجه خواهد بود. Umata (2017) & Debelo با ازمایشی که بر روی سورگوم انجام دادند به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد ذرت دانه‌ای و سورگوم علوفه‌ای، تحت‌تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط می‌تواند افزایش یابد؛ که این مهم با نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل از پژوهش دیگر محققین مطابقت دارد، زیرا کشت مخلوط باعث استفاده‌ی بهینه از منابع رشد می‌شود. درنهایت مشخص شد که تیمار ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سورگوم، بهترین ترکیب و آرایش کشت مخلوط جایگزینی را داشت و بالاترین عملکرد را در بین سایر ترکیبات به خود اختصاص داد، زیرا افزایش محصول در هکتار را شاهد بودیم و از طرفی حرکت به سمت استفاده از گیاهان کم‌توقع در شرایطی که تغییر اقلیم باعث خشکترشدن کشورمان می‌گردد، مقرون به صرفه خواهد بود و به کشاورزان، این نوع کشت توصیه می‌شود. اگر برداشت توسط نیروی کار صورت گیرد، هزینه آن می‌تواند توسط افزایش عملکرد جبران شود؛ ولی در مناطقی که برداشت با ماشین است، چون ماشین خاص کشت مخلوط در ایران نیست، ممکن است مقرون به‌صرفه نباشد. لازم به ذکر است که در تحقیق دیگر محققین کشور، مشخص شد که گیاه سورگوم نسبت به خشکی مقاوم‌تر از ذرت می‌باشد.

REFERENCES

1. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 25, 202-207.
2. Algindo, P. & Vanhouten, H. (2003). Glossry for intercropping . International center of agroforestry . pp115.
3. Chapagain, T. & Riseman, A. (2014). Barley–pea intercropping: effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research*, *166*, 18-25.
4. Bullock, D. G., Nielsen, R. L. & Nyquist, W. E. (1988). A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Science*, *28*(2), 254-258.
5. Diniz, W. J. D. S., Silva, T. G. F. D., Ferreira, J. M. D. S., Santos, D. C. D., Moura, M. S. B. D., Araújo, G. G. L. D. & Zolnier, S. (2017). Forage cactus-sorghum intercropping at different irrigation water depths in the Brazilian Semiarid Region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *52*(9), 724-733.
6. Hosseini, S, M. (2004). *Ecophysiology intercropping of pearl millet:cowpea*. PhD thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University. (in Farsi)
7. Khajehpour, M.R. (2008). *Principles of Agronomy (2th ed)*. Isfahan University of Technology. Vol. 398. (In Farsi).
8. Mazaheri, D. (1994*). intercropping*, Tehran University Press. (In Farsi)
9. Muchow, R. C. (1989). Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment I. Yield potential. *Field Crops Research*, *20*(3), 191-205.
10. Nyambo, D. B., Komba, A. L., Matimati, T. & Jana, R. K. (1982). Influence of plant combinations and planting on figurations on three cereals (maize, sorghum, millet) intercropped with two legumes (soybean, green gram). In *Intercropping: proceedings of the Second Symposium on Intercropping in Semi-Arid Areas, held at Morogoro, Tanzania, 4-7 Aug. 1980*. IDRC, Ottawa, ON, CA.
11. Pooryousof Miyandoab. M, Sharifi, Sh. & Hasanzadeh Ghourt Tappeh. A, (2010). the consideration of mixed sorghum planting impacs on maize Eco-physiological characteristics in two planting patterns, *National Conference on Biodiversity and its impact on agriculture and the environment, Urmia, National Plant Gene Bank of Iran*. (In Farsi)
12. Ra'ee. Y. (2008). *impact of plant density on Soybean and sorghum planting*. Msc. thesis, faculty of agriculture, University of Tabriz. (In Farsi).
13. Sani, B.M., Danmowa, N.M., Sani, Y.A. & Jaliya, M.M. (2011). *Growth, yield and water use efficiency of maize-sorghum intercrop* at samaru, northern guinea savannah, nigeria. 19 (2): 253-259.
14. Singh, N.B. (1986). Intercropping of legumes in maize under varying nitrogen levels and maizes population-Annals of Agricultural Research. 7(1):37-43.
15. Sistachs, M., Padilla, C., Gomez, I. & Barrientos, A. (1991). Intercropping of forage sorghum, maize and soybean during establishment of different grasses in a montmorillonitic soil. II. Guinea grass (*P. maximum Jacq*.). *Cuban Journal of Agricultural Science*, *25*(1), 83-87.
16. Umata, H. B. & Debelo, A. H. (2017). Determination of Plant Density on Yield of Sorghum Intercropping with Haricot Bean at Fadis and Babile. *ABC Journal of Advanced Research*, *6*(2), 113-120.
17. Vandermeer, J. H. (1992). *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press.
18. Vandermeer, J., Van Noordwijk, M., Anderson, J., Ong, C. & Perfecto, I. (1998). Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *67*(1), 1-22.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Weil, R. R. & McFadden, M. E. (1991). Fertility and weed stress effects on performance of maize/soybean intercrop. *Agronomy Journal*, *83*(4), 717-721.
20. Willey, R. W. (1990). Resource use in intercropping systems. *Agricultural water management*, *17*(1-3), 215-231.
21. Zhao, J., Sun, J., Li, L. & Li, W. (2017). Effects of maize row spacing on system productivity and the growth of intercropped maize in intercropping system. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, *34*(2), 189-196.

www.SID.ir