Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 48, No 2, Summer 2017 (329-338)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.121785.653852

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶ (ص ۳۳۸-۳۲۹)

بررسی تأثیر کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای و ارزن مرواریدی بر برخی صفات کمی و کیفی علوفه

محسن حسینمردی[۱]، سید محمدباقر حسینی[۲*] و محمدرضا جهانسوز[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۲/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۰)

چکیده

به منظور تعیین مناسب‌ترین آرایش کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای با ارزن مرواریدی از نظر عملکرد علوفهٔ خشک و کیفیت علوفه، آزمایشی در مزرعهٔ تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج، در سال ۱۳۹۰ انجام شد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار بود. تیمارهای موجود در آزمایش عبارت از آرایش‌های مختلف کشت مخلوط به صورت جایگزینی، شامل ۲۵درصد ارزن مرواریدی: ۷۵درصد ذرت علوفه‌ای، ۵۰درصد ارزن مرواریدی: ۵۰درصد ذرت علوفه‌ای، ۷۵درصد ارزن مرواریدی: ۲۵درصد ذرت علوفه‌ای و افزایشی، شامل ۲۰درصد ارزن مرواریدی: ۱۰۰درصد ذرت علوفه‌ای، ٤۰درصد ارزن مرواریدی: ۱۰۰درصد ذرت علوفه‌ای، ۲۰درصد ذرت علوفه‌ای: ۱۰۰درصد ارزن مرواریدی، ٤۰درصد ذرت علوفه‌ای: ۱۰۰درصد ارزن مرواریدی، به همراه تیمارهای کشت خالص ذرت علوفه‌ای و ارزن مرواریدی بودند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، در مجموع دو برداشت بیشترین عملکرد خشک علوفهٔ ارزن مرواریدی در بوته در آرایش، ۷۵درصد ارزن مرواریدی: ۲۵درصد ذرت علوفه‌ای (خشک در بوته) و همچنین بیشترین عملکرد خشک علوفهٔ ذرت علوفه‌ای در بوته نیز در آرایش کشت، ۷۵درصد ارزن مرواریدی: ۲۵درصد ذرت علوفه‌ای (خشک در بوته) به دست آمد. نسبت‌های مختلف آرایش کشت مخلوط بر صفات کیفی قابلیت هضم علوفه، فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی و قندهای محلول در آب علوفهٔ ارزن (چین دوم) و صفات کیفی قابلیت هضم علوفه، فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی، خاکستر کل، قندهای محلول در آب و پروتئین خام علوفهٔ ذرت تأثیر معنی‌داری گذاشتند. در این آزمایش بیشترین میزان نسبت برابری زمین (LER) در علوفهٔ خشک را آرایش کشت مخلوط افزایشی ۲۰درصد ذرت علوفه‌ای: ۱۰۰درصد ارزن مرواریدی با ٦۰درصد افزایش عملکرد (LER=۱/٦۰) به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: ارزن مرواریدی، ذرت علوفه‌ای، عملکرد خشک، کشت مخلوط، نسبت برابری زمین.

Study the effect of intercropping maize and pearl millet on fodder yield quantity and quality

Mohsen Hosseinmardi[1], Seyed Mohammad Bagher Hosseini[2*] and Mohammad Reza Jahansoz[3]
1, 2, 3. Former M. Sc. Student, Associate Professor and Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Apr. 21, 2015 - Accepted: Jul. 31, 2016)

ABSTRACT

To determine the effect of intercropping maize with pearl millet on dry fodder yield and quality an *experiment* was conducted at research field of Agriculture and Natural Resources College of Tehran University in Karaj in 2011. The experiment designed in a randomized complete block with four replications. Intercropping treatments included replacement series of pearl millet 25%: 75% forage maize, pearl millet 50%: 50% forage maize, pearl millet 75%: 25% forage maize and augment series of pearl millet 20%: 100% forage maize, pearl millet 40%: 100% forage maize, forage maize 20%: 100% pearl millet, forage maize 40%: 100% pearl millet plus pure culture both forage maize and millet. The results showed that sum of two harvest times gave the highest forage yield of millet per plant (dry) from treatment combination of pearl millet 75%: 25% forage maize. Similarly, the highest maize forage yield per plant (dry) from treatment combination of pearl millet 75%: 25% forage, respectively. Different arrangement of intercropping on quality traits, dry mater digestibility, acid detergent fiber and water soluble carbohydrates fodder millet (second harvest) and quality traits dry mater digestibility, acid detergent fiber, total ash, water soluble carbohydrates and crude protein fodder maize put a significant effect. In the experiment, the maximum amount of land equivalent ratio in the dry forage makeup additive intercropping 20% corn: 100% millet with a 60% performance increase allocated.

Keywords: Corn, dry yield, intercropping, land equivalent ratio, millet.

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

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در آستانهٔ آغاز سدهٔ بیست و یکم، نیاز افزون‌تر به تأمین غذا، همواره انسان را به این تفکر واداشته تا با اتخاذ روش‌ها و تدابیر علمی و فنی، از منابع موجود در این کرهٔ خاکی بیشتر و بهتر بهره‌برداری کند و در این رهگذر چه بسا زیان‌های به واقع جبران‌ناپذیری را به محیط‌زیست خود و در نهایت به بوم‌نظام (اکوسیستم) وارد ساخته و می‌سازد. تولید رقم‌های پر محصول، کاربرد کودهای شیمیایی و سموم آفت‌کش از سویی سبب افزایش قابل توجه تولید غلات شد ولی از سوی دیگر، کاهش تنوع، آسیب و افت منابع آب و خاک و همچنین مصرف روز افزون انرژی فسیلی رابه همراه داشت. این روند چالش‌های زیست‌محیطی نیز در بر دارد که سبب طرح موضوع کشاورزی پایدار شد (Sullivan, 2003). از سویی با توجه به روند سریع و رو به افزایش جمعیّت جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که بر پایهٔ برآورد ادارهٔ آمار آمریکا در اکتبر ۲۰۱۲ بیش از ۷ میلیارد و ۴۶ میلیون نفر برآورد می‌شد، نشانگر آن بود که میزان نیاز به محصولات کشاورزی در این سال نسبت به سال ۲۰۰۰ در حدود ۱۰ تا ۱۵درصد افزایش یافته است (Wikipedia., 2013).

کشت مخلوط به عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی، هدف‌هایی مانند ایجاد تعادل بوم شناختی (اکولوژیک)، بهره‌برداری بیشتر و بهتر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش آسیب آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند. کاهش وابستگی کشاورزان به آفتکش‌ها، به شرط حفظ کیفیت محصول و بازارپسندی آن، هدف اصلی کشت مخلوط در کشاورزی پایدار است (Ghosh, 2004; Fenandez-Aparicio, 2007; Lithourgidis, 2007).

دو گیاه ذرت علوفه‌ای[1] و ارزن مرواریدی[2] به جهت برخورداری از برخی ویژگی‌ها که در زیر بدان‌ها اشاره می‌شود برای این ترکیب کشت برگزیده شدند.

دو گیاه به سبب آن‌که از اصلی‌ترین گیاهان چهار کربنهٔ C4 هستند از این‌رو قابلیت و ظرفیت (پتانسیل) رشد بالایی دارند. هر دوی این گیاهان نسبت به شرایط گرم متحمل بوده و می‌توان از آن‌ها در مناطق گرم و نیمه‌خشک به‌عنوان منابع قابل اطمینان علوفه‌ای بهره جست (Khalatbary *et al*., 2004). گیاه ذرت به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای عملکرد و انرژی بالایی داشته که نسبت به دیگر گیاهان علوفه‌ای به نیروی کارگری و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی کمتری نیاز دارد (Contreras-Govea, 2009). گیاه ارزن نیز به جهت داشتن درصد بالایی از پروتئین (صفت کیفی) ترکیب مکملی مناسبی خواهند بود (Khalatbary *et al*., 2004). همچنین ذرت منبع اولیهٔ انرژی در صنعت دامداری جهان است که ارزش غذایی آن مربوط به قابلیت هضم آن است، ولی پروتئین خام پایینی دارد (Contreras-Govea, 2009). کشت مخلوط دو گیاه از لحاظ عملیات مدیریتی به نسبت همسان بوده و لذا از این‌رو مشکلات چندانی را ایجاد نمی‌کند. در این زمینه می‌توان به یکسانی زمان کشت و روش یکسان برداشت و دیگر موارد اشاره کرد. گیاه ارزن به سبب توان پنجه‌زنی بالا می‌تواند از رشد علف‌های هرز به‌طور چشمگیری جلوگیری کند. ارزن مرواریدی از نظر بیماری‌های برگی می‌تواند به‌عنوان یکی از عامل‌های کاهش شدت بیماری مؤثر باشد. (Khalatbary *et al*., 2004).

با توجه به عامل‌های بالا و همچنین برتری و سودمندی‌های کلی روش کشت مخلوط، این دو گیاه به‌عنوان گیاهان شرکت‌کننده در ترکیب مخلوط برگزیده شدند تا به‌توان به مواردی همچون، بررسی برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی یا برعکس و تعیین برترین آرایش کشت مخلوط دست یافت.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۹۰ در مزرعهٔ آموزشی و پژوهشی دانشگاه تهران (کرج) با طول جغرافیایی ۵۱ درجهٔ شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجهٔ شرقی و ۴۷ درجهٔ شمالی و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب و آب و هوای مدیترانه‌ای، تحقیقی به منظور بررسی الگوی کشت

1. Forage maize
2. Pearl millet

Archive of SID

www.SID.ir

مخلوط ردیفی ذرت (رقم علوفه‌ای ۷۰۴) با ارزن مرواریدی (رقم علوفه‌ای نوتریفید) انجام شد که دو تیمار کشت خالص ذرت و ارزن هر کدام در چهار ردیف کاشت و پنج الگوی مخلوط ردیفی، گیاهان با یکدیگر در نسبت‌های مختلف کشت شد. خاک مزرعهٔ آزمایشی از نظر بافت لوم-رسی با ۱/۶۴ درصد مواد آلی بود.

جدول ۱. نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک
Table 1. Results of physical and chemical analysis of soil

Soil specifications	Amount
Clay (%)	23
Silt (%)	46
Sand (%)	31
Electrical conductivity of the saturation extract (dc / m)	1.33
Equivalent calcium carbonate (%)	6.4
Saturated mud acidity	7.41
Organic materials (%)	1.64
Total nitrogen (%)	0.16
Absorbable phosphor (mg / kg)	5.25
Absorbable potassium (mg / kg)	123.4
Absorbable iron (mg / kg)	4
Absorbable copper (mg / kg)	1.48
Absorbable zinc (mg / kg)	0.62
Absorbable manganese (mg / kg)	8.75

در بهار زمین محل آزمایش در آغاز شخم سطحی و به دنبال آن دیسک زده شد و سپس تسطیح شد. عملیات کاشت هر دو گیاه به صورت خشکه‌کاری در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ماه انجام شد. بذر ذرت علوفه‌ای در روی خط با فاصله‌های معین (۱۰ سانتی‌متر) در شیار قرار گرفت و حدود ۵ سانتی‌متر روی آن‌ها خاک داده شد. در کشت ارزن مرواریدی نیز بذر در شیارهای مربوطه با فاصله‌های ۱۰ سانتی‌متری قرار گرفت و حدود ۲ سانتی‌متر روی آن‌ها خاک داده شد. فاصلهٔ خطوط از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در کشت مخلوط افزایشی فاصلهٔ بوته‌ها در کنار خطوط اصلی برای آرایش کاشت افزایشی ۲۰درصد، ۵۰ سانتی‌متر و برای آرایش کاشت ۴۰درصد، ۲۵ سانتی‌متر بود. تراکم کشت خالص و جایگزینی ۲۰۰۰۰۰ بوته در هکتار است. تراکم در آرایش کاشت افزایشی ۲۰درصد، ۲۴۰۰۰۰ بوته و در آرایش کاشت افزایشی ۴۰درصد، ۲۸۰۰۰۰ بوته بود. آبیاری زمین به شکل جوی و پشته‌ای انجام گرفت. در مجموع، در هر کرت شش ردیف با فاصلهٔ ۰/۵ متر و به طول ۵ متر وجود داشت که دو ردیف کناری به عنوان حاشیه کاشته شد و چهار ردیف کاشت نیز به الگوهای مختلف کاشت بر پایهٔ تیمارهای آزمایشی اختصاص داده شد. در بین هر کرت یک خط نکاشت و در بین هر دو تکرار ۱/۵ متر فاصله ایجاد شد. علف‌های هرز زیادی مانند: تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)، خرفه (*Potulaca oleraceae*)، قیاق (*Sorghum halapense*) پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و توق (*Xanthium strumarium*) در مزرعه مشاهده شدند که از این بین، تاج خروس به تنهایی علف هرز غالب در این قطعه زمین بود که در دو نوبت به صورت دستی وجین شدند.

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. که تیمارها به شرح زیر در نظر گرفته شد:

P <= PPPP = ۱۰۰ درصد ارزن مرواریدی

Z <= ZZZZ = ۱۰۰ درصد ذرت علوفه‌ای

P3Z1 <= PPPZ = ۷۵ درصد ارزن مرواریدی: ۲۵ درصد ذرت علوفه‌ای

P1Z1 <= PZPZ = ۵۰ درصد ارزن مرواریدی: ۵۰ درصد ذرت علوفه‌ای

P1Z3 <= PZZZ = ۲۵ درصد ارزن مرواریدی: ۷۵ درصد ذرت علوفه‌ای

P20% <= PZ 20% = ۱۰۰ درصد ارزن مرواریدی: ۲۰ درصد ذرت علوفه‌ای

Z20% <= ZP 20% = ۱۰۰ درصد ذرت علوفه‌ای: ۲۰ درصد ارزن مرواریدی

P40% <= PZ 40% = ۱۰۰ درصد ارزن مرواریدی: ۴۰ درصد ذرت علوفه‌ای

Z40% <= ZP 40% = ۱۰۰ درصد ذرت علوفه‌ای: ۴۰ درصد ارزن مرواریدی

برای محاسبهٔ عملکرد علوفهٔ خشک برداشت در مورد ارزن مرواریدی در دو چین صورت گرفت. برداشت چین اول در اواسط مرداد ماه ۱۳۹۰ پس از رسیدن ارتفاع گیاه به حدود ۱,۵ متر انجام شد. به منظور حفظ اندوخته برای ادامهٔ رشد گیاه و آغاز چین بعدی، بوته‌ها از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک به روش دستی و با داس برداشت شدند. پس از برداشت علوفه از سطح نمونه‌برداری، همهٔ بوته‌های هر کرت از ارتفاع یادشده از سطح خاک بریده و از زمین

Archive of SID

www.SID.ir

خارج شدند و برنامهٔ آبیاری همانند با پیش از چین‌برداری ادامه یافت.

برداشت چین دوم نیز پس از رسیدن گیاهان به ارتفاع مطلوب صورت پذیرفت که این عملیات در اواخر مهر ماه همان سال و به همان شیوهٔ چین پیشین انجام شد.

ذرت علوفه‌ای نیز همزمان با برداشت ارزن مرواریدی و در هنگام خمیری شدن دانه‌های بلال، نمونه‌برداری شد. برداشت ذرت همزمان با برداشت ارزن انجام گرفت، منتهی بوتهٔ گیاه به صورت کف بر، از سطح خاک برداشت شد. پس از برداشت علوفه از سطح نمونه‌برداری، همهٔ بوته‌های هر کرت نیز دوباره از ارتفاع یادشده از سطح خاک بریده و از زمین خارج شدند و برنامهٔ آبیاری همانند با پیش برای چین دوم ارزن ادامه یافت.

برای تجزیهٔ کیفی علوفهٔ ذرت و ارزن از نمونه‌های خشک‌شده پس از آسیاب یک نمونه به وزن تقریبی ۵۰ گرم جدا شد. سپس با استفاده از دستگاه طیف‌سنج فروقرمز نزدیک (NIR)[1] عامل‌های کیفی مانند درصد پروتئین خام، خاکستر کل، قندهای محلول در آب، مادهٔ خشک قابل هضم، فیبر خام و فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی در آزمایشگاه مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C صورت پذیرفت. رسم نمودارها و جدول‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام شد. در آغاز تجزیهٔ واریانس ساده برای صفات اندازه‌گیری‌شده انجام پذیرفت و پس از آن میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۱ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ارزن در مجموع دو چین

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس اثرگذاری الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی بر عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ارزن در دو چین معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول۱). مقایسهٔ میانگین‌های مربوط به کشت مخلوط بر عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ارزن در دو چین (به روش دانکن) نشان داد، کشت های مخلوط جایگزینی PPPZ و افزایشی ZP20% بالاترین عملکرد در بوته را دارند (شکل۱).

از نظر آماری الگوهای کشت مخلوط جایگزینی PZPZ و افزایشی ZP40% در گروه دوم قرار گرفتند. کمترین میزان عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ارزن را نیز تیمارهای کشت مخلوط افزایشی PZ40% و جایگزینی PZZZ به خود اختصاص دادند. از نتایج به‌دست‌آمده این نتیجه را می توان گرفت، کشت مخلوط جایگزینی PPPZ با حفظ عملکرد خود در هر دو چین توانسته است هم بالاترین عملکرد و هم با ثبات‌ترین عملکرد خشک در بوتهٔ ارزن را از خود نشان بدهد.

Hosseini *et al.* (2004) در بررسی کشت مخلوط ارزن مرواریدی و لوبیا چشم‌بلبلی بالاترین میزان عملکرد خشک تک‌بوتهٔ ارزن را در آرایش کشت مخلوط جایگزینی (۵۰ درصد ارزن مرواریدی: ۵۰درصد لوبیا چشم‌بلبلی) و پایین‌ترین میزان آن را در تک‌کشی به‌دست آوردند.

عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ذرت

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی بر عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ذرت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول۲). مقایسهٔ میانگین‌های مربوط به کشت مخلوط بر عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ذرت (به روش دانکن) نشان داد، کشت‌های مخلوط جایگزینی PPPZ و افزایشی PZ20% بالاترین عملکرد در بوته را دارند (شکل۲).

از نظر آماری الگوهای کشت مخلوط جایگزینی PZPZ و PZZZ و کشت خالص ZZZZ در گروه دوم قرار گرفتند. کمترین میزان عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ذرت را نیز تیمارهای کشت مخلوط افزایشی ZP20% و ZP40% به خود اختصاص دادند. از نتایج به‌دست‌آمده این نتیجه را می‌توان گرفت که تراکم کمتر ذرت در تیمار جایگزینی PPPZ نسبت به تیمار افزایشی PZ20% باعث بیشتر در دسترس بودن عامل‌های محیطی می‌شود و در نتیجه وزن خشک بوته در این تیمار بیشتر از تیمار افزایشی می‌شود.

1. Near Infrared Spectroscopy

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ارزن مرواریدی (مجموع دو چین)

Table 2. Analysis of variance of yield per plant of pearl millet fodder (total of two harvests)

Change Sources	Degrees of freedom	Mean sum of squares of pearl millet dry forage
Block	3	892.525*
Treatment	7	11094.892**
Mistake	21	252.850
Total	31	
C.V. (%)		10.38%

** و *: تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

**, *: Significantly difference at 0.01 and 0.05 the probability levels, respectively.

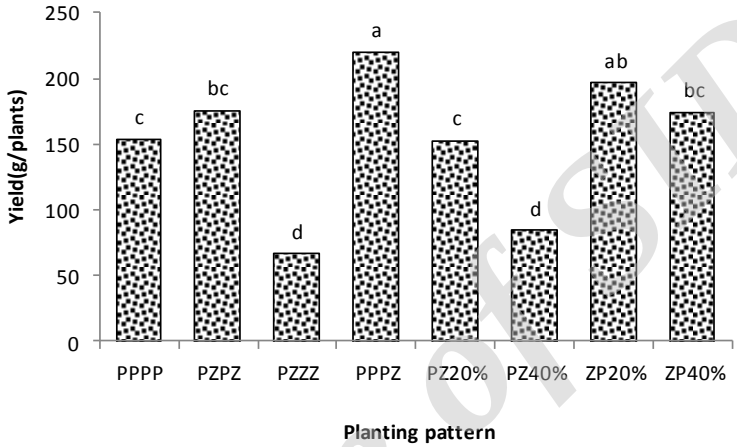
جدول۳. تجزیهٔ واریانس عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ ذرت علوفه‌ای

Table 3. Analysis of variance of yield per plant of corn fodder

Change Sources	Degrees of freedom	Mean sum of squares of corn dry forage
Block	3	2727.644*
Treatment	7	35847.044**
Mistake	21	811.791
Total	31	
C.V. (%)		13.13%

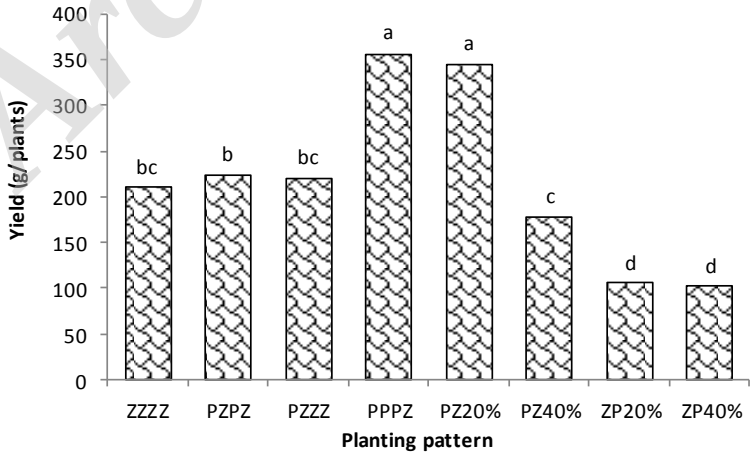
** و *: تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

**, *: Significantly difference at 0.01 and 0.05 the probability levels, respectively.



شکل ۱. مقایسهٔ عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ خشک ارزن مرواریدی (مجموع دو چین) در سطوح مختلف مخلوط با استفاده از آزمون چند دامنهٔ دانکن؛ حروف P و Z، بیانگر ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای است. حرف‌های ناهمسان (a، b، c و d) معرف معنی‌دار بودن تیمارها است.

Figure 1. Comparison of yield per plant, pearl millet dry fodder (total of two harvests) at different levels of the mixture using Duncan multi- domain test; The letters P and Z represent pearl millet and forage corn. The dissimilar letters (a, b, c and d) indicative the meaningfulness of the treatments.



شکل ۲. مقایسهٔ عملکرد در بوتهٔ علوفهٔ خشک ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف مخلوط با استفاده از آزمون چنددامنهٔ دانکن؛ حرف‌های P و Z، بیانگر ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای است. حرف‌های ناهمسان (a , b , c و d) معرف معنی‌دار بودن تیمارها است.

Figure 2. Comparison of yield per plant, corn dry fodder at different levels of the mixture using Duncan multi-domain test; The letters P and Z represent pearl millet and forage corn. The dissimilar letters (a, b, c and d) indicative the meaningfulness of the treatments.

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی عملکرد کیفی علوفهٔ ارزن

نتایج تجزیهٔ واریانس اثرگذاری الگوهای کشت مخلوط ردیفی بر صفات کیفی علوفهٔ ارزن (درصد قابلیت هضم علوفه، درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی و درصد قندهای محلول در آب) (جدول۳) تفاوت معنی‌داری را ارائه می‌دهد. مقایسهٔ میانگین الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی نشان داد، در چین اول همهٔ آرایش‌های کشت درصد قابلیت هضم‌پذیری یکسانی داشته ولی در چین دوم بالاترین میزان درصد قابلیت هضم‌پذیری مربوط به آرایش کشت PPPP است. Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ردیفی ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای گزارش کردند، درصد قابلیت هضم‌پذیری علوفهٔ ارزن در کشت مخلوط افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر کیفیت علوفه را می‌توان عملکرد علوفهٔ خرده‌شده و قابل هضم تعریف کرد (Coleman & Moore, 2003).

در مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در رابطه با درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی، علوفهٔ خشک ارزن مرواریدی، در چین اول همهٔ آرایش‌های کشت در یک سطح قرار گرفتند، گرچه در چین دوم با اینکه همهٔ آرایش‌های کشت مخلوط در یک سطح بودند، ولی با یک اختلاف معنی‌داری از آرایش کشت خالص (PPPP) نیز بیشتر بودند. Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ردیفی ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای گزارش کردند، بالاترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی ارزن مرواریدی را در کشت مخلوط (۵۰درصد ذرت خوشه‌ای: ۵۰درصد ارزن مرواریدی) و پایین‌ترین درصد را نیز در کشت مخلوط (۷۵درصد ارزن مرواریدی: ۲۵درصد ذرت خوشه‌ای) به‌دست آوردند. Jahanzad *et al.* (2009) نیز در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، در کشت مخلوط ارزن مرواریدی و سویا پایین‌ترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی ارزن مرواریدی در کشت مخلوط (۶۰درصد ارزن نوتریفید: ۴۰درصد سویا) به‌دست آمد. لازم به یادآوری است که درصد بالای فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی در علوفه سبب کاهش قابلیت هضم و خوش خوراکی آن می‌شود (Mir *et al.*, 2011).

در مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در رابطه با درصد قندهای محلول در آب علوفهٔ خشک ارزن مرواریدی، در چین اول اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشده است، ولی در چین دوم بالاترین میزان درصد قندهای محلول در آب در کشت مخلوط افزایشی PZ20% است، پایین‌ترین درصد قندهای محلول در آب را نیز کشت مخلوط جایگزینی PZZZ به خود اختصاص داد. Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ردیفی ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای گزارش کردند، درصد قندهای محلول در آب علوفهٔ ارزن در کشت مخلوط افزایش می یابد.

همینطور، Jahanzad *et al.* (2009) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کشت مخلوط ارزن مرواریدی با سویا موجب افزایش میزان قندهای محلول در آب علوفهٔ ارزن می‌شود.

بررسی عملکرد کیفی علوفهٔ ذرت

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی بر صفات کیفی علوفهٔ ذرت (درصد قابلیت هضم علوفه، درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی، درصد خاکستر کل، درصد قندهای محلول در آب و درصد پروتئین خام، جدول۴) تفاوت معنی‌داری را ارائه می‌دهد. مقایسهٔ میانگین الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی نشان داد، بالاترین میزان درصد قابلیت هضم‌پذیری مربوط به آرایش کشت PZ40% است، Dahmardeh *et al.* (2011) در نتایج بررسی کشت مخلوط ردیفی ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی گزارش کردند، بیشترین درصد قابلیت هضم‌پذیری علوفهٔ ذرت در آرایش کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰درصد ذرت: ۱۰۰درصد لوبیا چشم‌بلبلی) و (۱۰۰درصد ذرت: ۵۰درصد لوبیا چشم‌بلبلی) است.

Khalatbary *et al.* (2004) نیز در نتایج بررسی‌های خود مشاهده کردند، بالاترین درصد قابلیت هضم علوفهٔ ذرت خوشه‌ای در کشت مخلوط (۷۵درصد ذرت خوشه‌ای: ۲۵درصد ارزن مرواریدی) به‌دست آمده است.

در مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

دانکن در رابطه با درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی، علوفهٔ خشک ذرت، بالاترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی، در آرایش کشت مخلوط افزایشی PZ20% به‌دست آمد. پایین ترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی، را هم آرایش کشت مخلوط افزایشی PZ40% به خود اختصاص داد.

Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ارزن مرواریدی و ذرت خوشه‌ای بالاترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی ذرت خوشه‌ای را در کشت مخلوط جایگزینی (۵۰درصد ذرت خوشه‌ای: ۵۰درصد ارزن مرواریدی) و پایین‌ترین درصد آنرا در کشت مخلوط جایگزینی (۷۵درصد ارزن مرواریدی: ۲۵درصد ذرت خوشه‌ای) به‌دست آوردند. Ghanbari & Lee (2003) در نتایج بررسی‌های خود بیان کردند، محتوای فیبرهای غیرمحلول در شویندهٔ اسیدی در کشت مخلوط گراس و لگوم کاهش می‌یابد.

در مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در رابطه با درصد خاکستر کل علوفهٔ خشک ذرت، بالاترین درصد خاکستر کل، در آرایش کشت مخلوط افزایشی PZ20% به‌دست آمد. محتوای خاکستر علوفه شامل مواد کانی است. مواد کانی برای ساخت ویتامین‌ها، تولید هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، ساخت بافت و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک که بستگی به رشد، سلامتی و تولید دارد، مورد نیاز هستند (Greene *et al.*, 1998).

Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ارزن مرواریدی و سورگوم بالاترین درصد خاکستر کل، ذرت خوشه‌ای را در کشت مخلوط (۵۰درصد ذرت خوشه‌ای: ۵۰درصد ارزن مرواریدی) به‌دست آوردند.

در مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در رابطه با درصد قندهای محلول در آب علوفهٔ خشک ذرت، بالاترین درصد قندهای محلول در آب، در آرایش کشت مخلوط افزایشی PZ40% به‌دست آمد. Nazari *et al.* (2013) در نتایج بررسی تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد و کیفیت علوفهٔ ذرت در شرایط کشت مخلوط با گیاهان لگومینه گزارش کردند بیشترین درصد قندهای محلول در آب در تیمار ذرت خالص (بدون گیاه لگوم) مشاهده شده است. Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ارزن مرواریدی و ذرت خوشه‌ای بالاترین درصد قندهای محلول در آب، ذرت خوشه‌ای را در کشت مخلوط جایگزینی (۷۵درصد ذرت خوشه‌ای: ۲۵درصد ارزن مرواریدی) به‌دست آوردند.

در مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در رابطه با درصد پروتئین خام علوفهٔ خشک ذرت، بالاترین درصد پروتئین خام، در آرایش کشت مخلوط افزایشی ZP20% به‌دست آمد. Khalatbary *et al.* (2004) در نتایج بررسی کشت مخلوط ارزن مرواریدی و ذرت خوشه‌ای نشان دادند، بالاترین درصد پروتئین خام در ذرت خوشه‌ای را تک‌کشتی به خود اختصاص داده است. Sistachs & Sing (1991) و Sood & Sharma (1992) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کشت مخلوط ذرت خوشه‌ای با لگوم باعث افزایش میزان پروتئین خام علوفه شد. Herbert *et al.* (1984) در نتایج بررسی کشت مخلوط ذرت و سویا مشاهده کردند، پروتئین تولیدی در همهٔ الگوهای مختلف استفاده شده، ۸ تا ۱۷ درصد نسبت به تک‌کشتی بیشتر است.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین صفات کیفی علوفهٔ خشک ارزن در الگوهای کشت مخلوط

Table 4. Comparison of mean qualitative traits of millet dry fodder in intercropping patterns

Treatments	First harvest*			Second harvest		
	DMD	ADF	WSC	DMD	ADF	WSC
PPPP	58.76	32.08	13.17	57.87^{a}	29.85^{b}	3.90^{bc}
PZPZ	56.60	32.31	13.93	51.10^{bc}	36.31^{a}	3.71^{bc}
PZZZ	57.21	33.10	13.42	50.68^{bc}	37.53^{a}	3.48^{c}
PPPZ	55.29	35.27	12.84	48.89^{c}	38.10^{a}	4.55^{abc}
PZ20%	57.95	33.61	12.40	51.57^{bc}	36.74^{a}	5.52^{a}
PZ40%	56.30	34.11	13.74	54.94^{ab}	33.02^{ab}	4.28^{abc}
ZP20%	57.17	33.54	14.41	53.33^{abc}	35.44^{a}	4.94^{ab}
ZP40%	56.74	34.42	13.48	51.71^{bc}	36.52^{a}	5.02^{ab}

حرف‌های ناهمسان معرف معنی‌دار بودن تیمارها در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ است (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن). *: صفات درصد قابلیت هضم علوفه، فیبرهای نامحلول در شویندهٔ اسیدی و قندهای محلول در آب در چین اول معنی‌دار نشده است و تنها برای مقایسه با چین دوم آورده شده است.

The dissimilar letters indicative the meaningfulness of the treatments at a probability level of 0.01 and 0.05 (Using Duncan's multi-domain test) *: Traits of dry matter digestibility (DMD), acid detergent fiber (ADF) and water soluble carbohydrates (WSC) in the first harvest are not meaningful and are only for comparison with the second harvest.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین صفات کیفی علوفهٔ خشک ذرت در الگوهای کشت مخلوط

Table 5. Comparison of mean qualitative traits of corn dry fodder in intercropping patterns

Treatments	DMD	ADF	ASH*	WSC	CP*
ZZZZ	64.85^{c}	17.44^{bc}	5.11^{b}	23.25^{ab}	12.31^{abc}
PZPZ	72.61^{ab}	12.32^{cd}	5.63^{ab}	24.75^{ab}	11.68^{bc}
PZZZ	68.66^{abc}	17.09^{bc}	4.96^{b}	21.67^{ab}	12.26^{abc}
PPPZ	67.20^{bc}	18.69^{b}	5.48^{ab}	19.67^{bc}	13.59^{ab}
PZ20%	65.10^{c}	25.98^{a}	6.16^{a}	15.62^{c}	13.05^{ab}
PZ40%	74.94^{a}	10.50^{d}	5.09^{b}	25.51^{a}	10.85^{c}
ZP20%	66.37^{bc}	17.08^{bc}	5.47^{ab}	21.82^{ab}	13.94^{a}
ZP40%	66.49^{bc}	16.09^{b}	5.25^{b}	24.70^{ab}	11.51^{bc}

حرف‌های ناهمسان معرف معنی‌دار بودن تیمارها در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ است (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

The dissimilar letters indicative the meaningfulness of the treatments at a probability level of 0.01 and 0.05 (Using Duncan's multi-domain test) *: Traits of ash (ASH) and crude protein (CP).

محاسبهٔ نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین (LER) به‌عنوان یک شاخص مهم برای ارزیابی کشت مخلوط استفاده می‌شود (Banik *et al.*, 2006). نتایج به‌دست‌آمده از چین اول و دوم علوفهٔ خشک ارزن و بیوماس کل (مجموع دو چین) بیانگر سودمندی تولید علوفه در الگوی مخلوط افزایشی PZ20% نسبت به الگوی تک‌کشتی ارزن و ذرت با LER=۱/۶۰ است (جدول۵ و شکل۴).کشت مخلوط جایگزینی PPPZ با LER=۱/۵۵ در رتبهٔ بعد قرار گرفت (جدول۵ و شکل۳). الگوی کشت مخلوط افزایشی ZP20% نیز با LER=۰/۷۴ عنوان نامناسب‌ترین الگوی کشت مخلوط را در این آزمایش به خود اختصاص داد (جدول۵ و شکل ۳). این نتایج با مشاهده‌های Khalatbary *et al.* (2004) مغایرت دارد. Khalatbary *et al.* (2004) برای همهٔ تیمارهای علوفهٔ خشک LER بالاتر از ۱/۴ به‌دست آوردند.

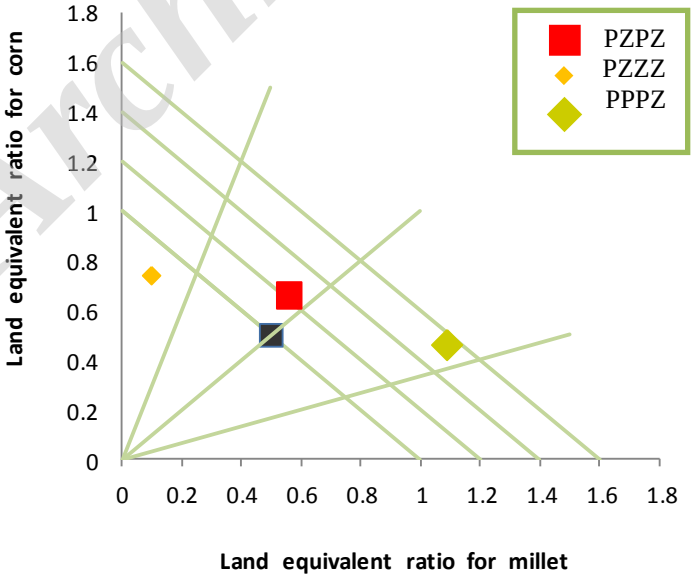
جدول ۶. مقایسهٔ LER و عملکرد کل علوفهٔ خشک ارزن (مجموع دو چین) و ذرت (بر حسب کیلوگرم در هکتار) در الگوهای کشت مخلوط

Table 6. Comparison of LER and yield total dry fodder of millet (total of two harvests) and corn (in kg / ha) in intercropping patterns

Treatments	LER	Yield total dry fodder of millet	Yield total dry fodder of corn
ZZZZ	-	-	41478.25^{a}
PPPP	-	31270.71^{a}	-
PZPZ	1.22	17553.75^{b}	27212^{bc}
PZZZ	0.84	3198.81^{c}	30913.75^{b}
PPPZ	1.55	34163.75^{a}	19164.75^{d}
PZ20%	1.60	34031.50^{a}	21296.56^{cd}
PZ40%	0.98	17543.50^{b}	18424.25^{d}
ZP20%	0.74	7447.50^{c}	20951.25^{cd}
ZP40%	0.92	13979^{b}	19663.25^{d}

حرف‌های P و Z، بیانگر ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای است. حرف‌های ناهمسان معرف معنی‌دار بودن تیمارها در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ است (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

The letters P and Z represent pearl millet and forage corn. Dissimilar letters indicative the meaningfulness of the treatments at a probability level of 0.01 and 0.05 (Using Duncan's multi-domain test).

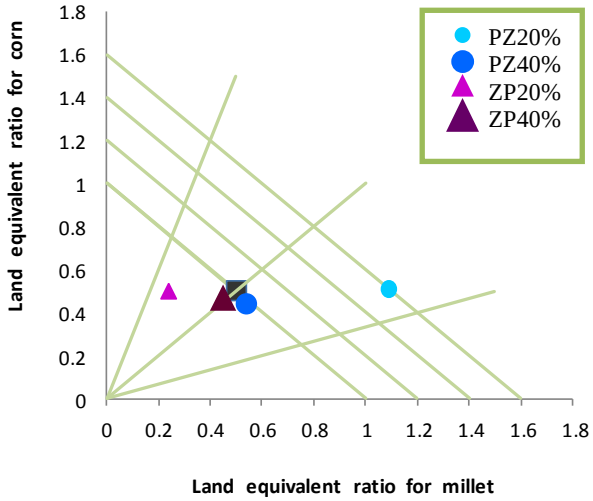


شکل ۳. نسبت برابری زمین (LER) در مخلوط ارزن مرواریدی، مجموع دو چین (علوفهٔ خشک) : ذرت علوفه‌ای (علوفهٔ خشک) در آرایش‌های کشت مخلوط جایگزینی است. حرف‌های P و Z، بیانگر ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای است.

Figure 3. Land equivalent ratio (LER) in pearl millet mix, total of two harvests (dry fodder): forage corn (dry fodder) in intercropping replacement patterns. The letters P and Z represent pearl millet and forage corn.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴. نسبت برابری زمین (LER) در مخلوط ارزن مرواریدی، مجموع دو چین (علوفهٔ خشک): ذرت علوفه‌ای (علوفهٔ خشک) در آرایش‌های کشت مخلوط افزایشی است. حرف‌های P و Z، بیانگر ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای است.

Figure 4. Land equivalent ratio (LER) in pearl millet mix, total of two harvests (dry fodder): forage corn (dry fodder) in intercropping incremental patterns. The letters P and Z represent pearl millet and forage corn.

نتیجه‌گیری

در آغاز باید گفت، این آزمایش در کل تنها برای پی بردن به این بود که کشت دو گیاه ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای در کنار همدیگر نسبت به جداگانه کشت شدن چه واکنشی در میزان عملکرد (خشک) از خود بروز می دهند. البته در این آزمایش سعی شده که تأثیر عامل‌های جانبی دیگر از جمله کود شیمیایی و علف هرز روی عملکرد این گیاهان کاهش یابد (با استفاده نکردن از کود شیمیایی و وجین علف‌های هرز در دو مرحله).

با لحاظ کردن شرایط بالا در بیشتر اندازه‌گیری‌ها بالاترین عملکرد کمی (علوفهٔ خشک) و بالاترین نسبت برابری زمین را کشت‌های مخلوط جایگزینی ۲۵درصد ذرت علوفه‌ای: ۷۵درصد ارزن مرواریدی و افزایشی ۱۰۰درصد ارزن مرواریدی: ۲۰درصد ذرت علوفه‌ای به خود اختصاص داده است. ولی در اندازه‌گیری‌های ویژگی‌های کیفی هیچ تیماری ملاحظه نشد که بتواند در بیشتر صفات کیفی بهترین عملکرد را داشته باشد. به‌طورکلی نتایج، گویای برتری و سودمندی کمی و کیفی الگوهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی ارزن مرواریدی و ذرت علوفه‌ای بوده است، زیرا در کشت مخلوط به علت تنوع زیستی (بیولوژیک) بیشتر در زمان و مکان، امکان بهره‌برداری مؤثرتر از منابع تولید فراهم می‌شود.

REFERENCES

1. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K. & Ghose, S. S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24(4), 325-332.
2. Contreras-Govea, F. E., Muck, R. E., Armstrong, K. L. & Albrecht, K. A. (2009). Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Science and Technology*, 150, 1-8.
3. Contreras-Govea, F. E., Muck, R. E., Armstrong, K. L. & Albrecht, K. A. (2009). Fermentability of corn–lablab bean mixtures from different planting densities. *Animal Feed Science and Technology*, 149(3), 298-306.
4. Coleman, S. E. & Moore, J. E. (2003). Feed quality and animal performance. *Field Crops Research*, 84, 17-29.
5. Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siiah Sar, B. & Ramroudi, M. (2011). Effect of planting and harvest time on quality of forage maize intercropping with cowpea. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(3), 633-642. (in Farsi)
6. Fenandez-Aparicio, M., Sillero, J. C. & Rubials, D. (2007). Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Protection*, 26, 1166-1172.

Archive of SID

www.SID.ir

7. Ghanbari, A. & Lee, H. C. (2003). Intercropped wheat (*Triticum aestivum*.) and bean (*Vicia faba*.) as a whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality .*Grass and Forage Science*, 58(1), 28- 36.
8. Ghosh, P.K. (2004). Growth, yield, competition and economics of groundnut /cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*, 88, 227-237.
9. Greene, W. L., Johnson, A. B., Paterson, J. & Ansotegui, R. (1998). Role of trace minerals in cow-calf cycle examined. *The Weekly Newspaper for Agribusiness.* Feedstuffs, August 17, 1998, from www.multiminusa.com/.../role_of_trace_minerals_in_cow-calf_cycle.
10. Herbert, S. J., Putnam, S. H., Poos-Floyd, N. M., Vargas, A. & Creighton, J. F. (1984). Forage yield of intercropped corn and soybean in various planting patterns. *Agronomy Journal*, 76, 507-10.
11. Hosseini, S. M. B., Mazaheri, D., Jahansouz, M. & Yazdi Samadi, B. (2004). *Eco-physiology intercropping pearl millet and cowpea.* Ph. D. dissertation, University of Tehran, Iran. (in Farsi)
12. Jahanzad, E., Hosseini, S. M. B. & Mazaheri, D. (2009). *Effects of Nitrogen fertilizer and different planting proportions in Millet-Soybean Substitutive intercropping.* M. Sc. dissertation, University of Tehran, Iran. (in Farsi)
13. Khalatbary, A., Hosseini, S. M. B., Majnoun Hosseini, N. & Mazaheri, D. (2004). *Study the effect of intercropping sorghum and pearl millet on fodder yield quantity and quality*. M. Sc. dissertation, University of Tehran, Iran. (in Farsi)
14. Lithourgidis, A. S., Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A. & Yiakoulaki, M. D. (2007). Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*, 27(2), 95-99.
15. Mazaheri, D. (1998) *Intercropping*. (2nd ed.). Tehran University Publications. (in Farsi)
16. Nazari, Sh., Zaefarian, F., Farahmandfar, E., Zand, E. & Azimi Souran, S. (2013). The effect of harvest time on forage yield and quality of maize under intercropping with legume plants. *Iranian Journal of Field Crops Research.* Manuscript 12, Retrieved February 15, 2015, from jm.um.ac.ir/index.php/arable/article/view/39155. (in Farsi)
17. Sistachs, M. & Sing, L. (1991). Intercropping of forage sorghum, maze and soybean during stablishment of diferrent grasses in amontmorillonitic soil II. Guinea grass (*Panicum maxicum*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 25(1), 83-87.
18. Sood, B. R. & Sharma, V. K. (1992). Effect of nitrogen level on the yield and quality of forage sorghum intercropping with legumes. *Indian Journal of Agronomy*, 37(4), 642-644.
19. Sullivan, P. (2003). Applying the principle of sustainable farming. Retrieved July 12, 2017, ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service, from ipm.ifas.ufl.edu/pdfs/Applying_the_Principles_of_Sustainable_Farming.pdf?pub=295].
20. Vandermmer, J. (1992). The ecology of intercropping. Great Britain University Press. Cambridge.
21. Wikipedia. (2013). *World population.* fa.wikipedia.org/wiki/World_population. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir