نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۱۱۷-۱۰۸

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 1, Spring 2014, p. 108-117

بررسی خصوصیات کمی و کیفی علوفه خلر (*Lathyrus sativus* L.) و ارزن نوتریفید (*Pennisetum* sp.) در الگوهای مختلف کشت

ندا پاک‌گوهر[۱]، احمد قنبری[۲] و حسن فرح‌بخش[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۰۸

چکیده

یکی از مؤثرترین راهکارهای حصول پایداری تولید با نهاده کم، افزایش تنوع از طریق حضور کشت‌های مخلوط در اکوسیستم‌های زراعی است. بدین منظور، آزمایشی بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار و با استفاده از دو گیاه خلر (*Lathyrus sativus* L.) و ارزن نوتریفید (*Pennisetum* sp.) در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی کرمان در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. کشت خالص خلر، کشت خالص ارزن، کشت ردیفی ۲۵ درصد خلر+ ۷۵ درصد ارزن، ۷۵ درصد خلر+ ۲۵ درصد ارزن، ۵۰ درصد خلر+ ۵۰ درصد ارزن به صورت ردیفی وکاشت مخلوط بذور در روی ردیف به نسبت ۵۰ درصد تیمارهای آزمایش را تشکیل می‌دادند. صفات عملکرد خشک، نسبت برابری زمین (LER)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، خاکستر و پروتئین خام به‌طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند. بیشترین عملکرد خشک علوفه در تیمارهای کشت خالص ارزن، کشت ۲۵ درصد خلر+ ۷۵ درصد ارزن و کشت ۵۰ درصد خلر+ ۵۰ درصد ارزن بدست آمد که اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بیشترین درصد پروتئین خام در کشت خالص خلر مشاهده شد که با تیمار ۷۵ درصد خلر+ ۲۵ درصد ارزن تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش درصد خلر در کشت مخلوط میزان NDF ۲۴/۶۹ درصد کاهش یافت. درصد الیاف محلول در شوینده اسیدی و درصد خاکستر در کشت مخلوط به ترتیب پائین‌تر و بالاتراز کشت خالص دو گیاه بود. بیشترین نسبت برابری زمین با ۱/۳۲ از کشت ۷۵ درصد خلر+ ۲۵ درصد ارزن حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با نسبت ۵۰ درصد+ ۵۰ درصد این دو گیاه نداشت. نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به صفات اندازه‌گیری شده، کشت مخلوط ۵۰ درصد خلر+ ۵۰ درصد ارزن منجر به افزایش تولید کمی و کیفی علوفه گردید.

واژه‌های کلیدی: الیاف محلول، پروتئین خام، خاکستر، نسبت برابری زمین، نسبت کاشت

مقدمه

یکی از راهکارهای کلیدی در کشاورزی پایدار، بازگرداندن تنوع به اکوسیستم‌های کشاورزی و مدیریت مؤثر آن است (Lithoargidis et al., 2007). افزایش تنوع، پیچیدگی ذاتی اکوسیستم‌های زراعی را افزایش داده و از این طریق، فرآیندهای آن را تقویت می‌کند (Burel & Baudry, 1995). ایجاد تنوع در روش‌های مدیریتی و اشکال مختلف بهره‌برداری از منابع یا به عبارت دیگر، افزایش تنوع زیستی در کشاورزی از بهترین و مؤثرترین راهکارهای حصول به پایداری تولید می‌باشد (Pinedo-Vasquez et al., 2000). بسیاری از محققین، مهمترین عامل افزایش تنوع در اکوسیستم‌های زراعی را حضور کشت‌های مخلوط در این سیستم‌ها می‌دانند (Olasantan, 1999; Koocheki et al., 2009). کشت مخلوط یکی از روش‌های بسیار قدیمی در تولید محصولات زراعی در سیستم‌های کشاورزی معیشتی می‌باشد و عبارت است از تولید دو یا چند محصول به طور همزمان در یک قطعه زمین که به منظور افزایش بهره برداری و راندمان منابع انجام می‌گیرد (Rahimy et al., 2003). افزایش عملکرد، افزایش تنوع زیستی و ثبات بیولوژیکی، بهره‌برداری بهتر از عوامل رشد و همچنین تسهیل در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و کاهش خطر پذیری در تولید محصولات کشاورزی از جمله فوائد کشت مخلوط می‌باشند. مطالعات نشان داده است که برتری بیولوژیک زراعت مخلوط به کشت خالص وقتی است که رقابت بین گونه‌ای برای منابع رشد نسبت به رقابت درون گونه‌ای کمتر باشد (Weil Rag & Macfaden, 1991). از ویژگی‌های این سیستم کشت در تولید گیاهان علوفه‌ای می‌توان به ثبات محصول و صرفه-

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: farahbakhsh@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

جویی در وقت و انرژی مصرفی، کاهش فرسایش و افزایش حاصلخیزی خاک و بدست آوردن یک ترکیب متعادل در جیره غذایی دام اشاره کرد (Rashidi Soufi, 1995). هدف از آزمایش‌های کشت مخلوط بویژه مخلوط گیاهان علوفه‌ای افزایش عملکرد و کیفیت محصول، بهره‌برداری بهتر از عوامل اقلیمی و ادافیکی و پایداری تولید می‌باشد و اکثر آزمایش‌های کشت مخلوط شامل گیاهان خانواده بقولات و غلات هستند (Lithourgids et al., 2011). لگوم‌ها علاوه بر تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها دارای ریشه‌هایی هستند که با نفوذ به اعماق خاک و با قابلیت ایجاد رابطه همزیستی با باکتری‌های جنس *ریزوبیوم* در کشت‌های مخلوط می‌توانند سبب بهبود توازن نیتروژن در نظام‌های کشاورزی گردند (Armstrong et al., 2008). گیاهان غلات از نظر ماده خشک در سطح بالایی قرار دارند، ولی از حیث پروتئین فقیرند، اما گیاهان بقولات بالعکس از نظر میزان پروتئین در سطح بالایی قرار دارند، لذا مخلوط غلات و بقولات اغلب منجر به تولید علوفه با کیفیت بالا خواهد شد (Reid et al., 1988). این مساله به‌واسطه افزایش در پروتئین خام[1] (CP) و درصد خاکستر[2] می‌باشد (Ghanbari & Lee, 2003). در بررسی کشت مخلوط باقلا (*Vicia faba* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) بیان شد که این نوع کشت موجب بهبود کیفیت علوفه، افزایش مقادیر پروتئین خام و کاهش محتوای الیاف باقیمانده در شوینده‌های خنثی[3] (NDF) و اسیدی[4] (ADF) گردید (Ghanbari & Lee, 2003). همچنین میزان پروتئین خام، لیگنین و خاکستر بالاتر و ADF پایین‌تری در سیلوی ذرت (*Zea mays* L.)- باقلا در مقایسه با سیلوی ذرت خالص مشاهده شد (Murphy et al., 1984). در ارزیابی کیفیت علوفه حاصل از کشت مخلوط ذرت و خلر (*Lathyrus sativus* L.) گزارش شد که کشت خالص خلر میزان ADF و NDF کمتر و پروتئین خام بیشتری نسبت به سایر نسبت‌های کشت دارا بود (Naghizadeh & Galavi, 2011). نتایج حاصل از کشت مخلوط ارزن (*Pennisetum glaucum* L.) و سویا (*Glycine max* L.) نشان از برتری عملکرد علوفه تر و خشک کشت مخلوط ردیفی بر تک‌کشتی و کشت درهم داشت (Aishi Reazaei et al., 2011). در مخلوط ارزن و لوبیا قرمز بیشترین مقدار شاخص برداشت و درصد پروتئین خام موجود در بافت گیاه ارزن از تیمارهای کشت مخلوط حاصل گردید، در حالی‌که برای گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) حداکثر این صفات از تیمار کشت خالص آن به‌دست آمد (Tavasoli et al., 2010). در آزمایشی با بررسی سیستم‌های مختلف سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و ارزن مرواریدی (*Pennisetum americanum* L.) در کشت‌های مخلوط نسبت کشت مخلوط ۷۵ درصد ارزن مرواریدی با ۲۵ درصد سورگوم دارای بیشترین نسبت برابری زمین (LER= ۱/۴۳) برای علوفه خشک بود (Khalatbari, et al., 2010).

کمبود علوفه یکی از مشکلات اصلی دامپروری در ایران است (Eshgizadeh et al., 2008) و به نظر می‌رسد که کشت محصولات علوفه‌ای با شیوه علمی به‌ویژه بصورت کشت مخلوط از اهمیت خاصی در تأمین پایداری کشاورزی در این منطقه برخوردار باشد. اکثر مطالعات انجام شده در مورد ارزن نوتریفید و خلر بر مبنای کشت خالص بوده است و گزارشی مبنی بر کشت مخلوط این دو گیاه در دسترس نیست. بنابراین، هدف از اجرای این آزمایش، افزایش پتانسیل و امکان کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای خلر و ارزن نوتریفید و تعیین بهترین ترکیب کشت مخلوط این دو گیاه از نظر کمیت و کیفیت علوفه با حداقل کاربرد نهاده بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی شهید زنده روح واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر کرمان با مشخصات جغرافیایی ۵۷ درجه ۵ دقیقه و صفر ثانیه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۸۱۹ متر از سطح دریا با اقلیم خشک و نیمه معتدل و متوسط بارندگی سالیانه ۱۱۰ میلی‌متر در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به مرحله اجرا درآمد. کمینه و بیشینه دمای سالیانه آن به ترتیب به ۱۴- و ۴۰+ درجه سانتی‌گراد تنزل و ترقی می‌نماید. بافت خاک محل آزمایش از نوع شنی‌لومی و pH خاک نیز برابر با ۷/۷ بود. در این پژوهش الگوهای مختلف کشت خلر و ارزن نوتریفید بر اساس طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. کشت خالص خلر معمولی و ارزن نوتریفید، کشت‌های مخلوط ۵۰ درصد خلر+ ۵۰ درصد ارزن، ۲۵ درصد خلر+ ۷۵ درصد ارزن، ۷۵ درصد خلر+ ۲۵ درصد ارزن به صورت ردیفی و نیز کشت مخلوط درهم ردیفی به نسبت ۵۰ درصد خلر+ ۵۰ درصد ارزن تیمارهای آزمایش را تشکیل می‌دادند. ضمناً زمین محل آزمایش در سال قبل زیر کشت جو بود. بدین صورت، تهیه زمین شامل شخم در پاییز و پخش کود سوپر فسفات به میزان ۱۵۰ کیلوگرم (P_2O_5)، دیسک و تسطیح در اوایل فروردین بود و در اوایل خرداد پس از پخش کود اوره ($(NH_2)_2Co$) به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار اقدام به ایجاد جوی و پشته شد. بذور خلر قبل از کاشت به باکتری *ریزوبیوم* آغشته و کاشت بذور دو گیاه هم‌زمان و بصورت دستی در تاریخ ۹۱/۳/۷ در عمق مناسب، با رعایت تراکم‌های مورد نظر و در محل داغ آب در یک طرف پشته با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از هم به‌صورت ردیفی کشت گردیدند. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری انجام و آبیاری‌های بعدی بر

1- Crude protein
2- Ash
3- Neutral detergent fiber
4- Acid detergent fiber

Archive of SID

www.SID.ir

حسب شرایط آب و هوایی منطقه به‌طور متوسط هر هفته یکبار انجام شد. عملیات وجین علف‌های هرز سه مرتبه هر ۱۴ روز یکبار و بصورت دستی انجام شد. آزمایش در کل شامل ۱۸ کرت و هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف و ابعاد هر کرت ۳×۲/۴ متر بود. بین واحدهای آزمایشی در هر تکرار یک ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. برداشت با هدف تولید علوفه در تاریخ ۱۳۹۱/۵/۵ با حذف دو ردیف کناری به عنوان حاشیه و زمانی انجام شد که گیاه خلر به عنوان گیاه اصلی در ابتدای گلدهی بود و در این زمان گیاه ارزن هنوز به خوشه نرفته بود. در این مرحله پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایشی گیاهان هر گونه به طور جداگانه از سطح زمین قطع و توزین گردیدند. سپس با توجه به نسبت وزنی دو گونه در هر تیمار، زیر نمونه‌هایی به وزن یک چهارم وزن اولیه از هر کرت برای هر گیاه به‌طور تصادفی تهیه و پس از جداسازی برگ و ساقه هر گونه به طور جداگانه، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، جهت خشک شدن، نگهداری و سپس وزن خشک نمونه‌ها محاسبه و در نهایت، عملکرد علوفه خشک تعیین شد. همزمان با برداشت ۳/۲ متر مربع جهت اندازه‌گیری عملکرد، از داخل سطح مذکور از نسبت‌های مختلف کاشت (کرتهای مختلف) تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و برای تعیین ارتفاع گیاه مورد استفاده قرار گرفتند. جهت تعیین کیفیت علوفه، مقداری از علوفه‌های خشک شده، آسیاب گردید و پودر حاصله به منظور تعیین درصد خاکستر و سنجش فاکتورهای کیفی علوفه از قبیل درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی، درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده خنثی با روش ون سوست (Van Soest et al., 1991) و درصد پروتئین خام به‌وسیله دستگاه طیف سنج مادون‌قرمز نزدیک (NIR)[1] که دارای دقیق‌ترین و در عین حال، سریع‌ترین تکنیک برای تخمین ترکیبات شیمیایی فرآورده‌های کشاورزی می‌باشد، استفاده شد.

برای اندازه گیری خاکستر، یک گرم نمونه از هر تیمار را درون بوته‌های چینی ریخته و سپس بوته‌ها را درون کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت پنج ساعت قرار داده و بعد از این مدت و رسیدن دمای کوره به ۱۵۰ درجه سانتی گراد، بوته‌ها به درون دسیکاتور انتقال داده شدند. در نهایت، براساس معادله (۱) درصد خاکستر مشخص شد:

$$\%Ash = (z-x/y-x) \times 100$$ معادله (۱)

که در این معادله، x: وزن بوته چینی، y: وزن بوته چینی+ نمونه گیاه قبل از کوره و z: وزن بوته چینی+ نمونه گیاه بعد از کوره می‌باشد.

برای محاسبه نسبت برابری زمین (LER)[2] از معادله (۲) استفاده گردید.

$$LER = \sum_{i=1}^{n} \frac{YIi}{YMi}$$

معادله (۲)

در این معادله، YI_i: عملکرد گونه iام در کشت مخلوط و YM_i: عملکرد گونه iام در تک‌کشتی است.

لازم به ذکر است که محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و SAS نسخه 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نسبت برگ به ساقه

بیشترین نسبت برگ به ساقه برای تیمارهای خالص خلر، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد خلر ثبت گردید که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است کاهش درصد خلر به کمتر از ۵۰ درصد و جایگزین نمودن آن با ارزن باعث کاهش نسبت برگ به ساقه به میزان ۲۳/۴ درصد گردیده است. این کاهش را می‌توان احتمالاً به کاهش برگ‌های خلر به واسطه تراکم کمتر و عدم جبران آن توسط برگ‌های ارزن نسبت داد. در تیمار درهم خلر و ارزن به‌واسطه این‌که دو گیاه به طور مخلوط در روی ردیف کاشته شده بودند، احتمالاً به دلیل کاهش رشد خلر به واسطه عدم توانایی در رقابت با ارزن با رشد سریع‌تر ارزن و به تبع آن درصد برگ کمتر خلر، نسبت برگ به ساقه کاهش یافت.

برگی بودن می‌تواند شاخص خوبی برای کیفیت علوفه باشد. برگ بیشتر علوفه بهتری را حاصل خواهد نمود. تفاوت زیادی بین محتوای الیاف قابل هضم ساقه و برگ وجود دارد. افزایش نسبت برگ به ساقه موجب خوش خوراکی و افزایش درصد قابل هضم علوفه می‌شود (Kephart et al., 1989). برگ‌های گیاه در مقایسه با ساقه‌ها از درصد پروتئین بیشتر و درصد الیاف کمتری برخوردارند که این موضوع از نظر کیفیت محصول مهم می‌باشد، چرا که قابلیت هضم و خوش خوراکی برگ‌ها بیشتر است. هرچه نسبت برگ به ساقه بیشتر باشد، نشان‌دهنده این است که میزان ماده خشک سرمایه‌گذاری شده در برگ بیشتر از ساقه و در نتیجه کیفیت علوفه بالاتر می‌باشد (Ball et al., 2001).

ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه خلر تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار نگرفت

1- Near infrared spectroscopy

2- Land equivalent ratio (LER)

Archive of SID

www.SID.ir

در حالی که ارتفاع گیاه ارزن به‌طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) تحت تأثیر این تیمارها قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین ارتفاع برابر ۱۱۰/۶ سانتی‌متر در ارزن از تیمار ۷۵ درصد ارزن حاصل شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای دیگر بود، همچنین بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده گیاه خلر در شرایط کشت خالص و مخلوط

Table 1- Variance analysis (mean of squares) of measured traits of green pea under intercropping condition with millet

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نسبت برگ به ساقه Leaf to stem ratio	ارتفاع Height	علوفه خشک Dry forage	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	خاکستر Ash	پروتئین خام Crude protein
بلوک Block	2	0.011^{ns}	34.87^{ns}	421904^{ns}	3.901^{ns}	4.433^{ns}	1.3847^{ns}	1.020^{ns}
نسبت کاشت Planting ratio	4	0.0546^{*}	218.83^{ns}	12848071^{**}	21.208^{**}	22.38^{**}	1.8173^{*}	0.765^{ns}
خطا Error	8	0.0089	78.528	171206	2.478	3.180	0.436	1.794
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	–	9.11	11.6	12.46	4.21	5.75	5.38	6.14

**، * وns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار

**, * and ns are significant at 1 and 5% probability levels and non significant, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده گیاه خلر در شرایط کشت خالص و مخلوط

Table 2- Mean Comparisons of measured traits in green pea under sole and intercropping condition

نسبت‌های کاشت Planting ratios	نسبت برگ: ساقه Leaf: stem ratio	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry forage ($kg.ha^{-1}$)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (٪) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (٪) Acid detergent fiber (%)	خاکستر (٪) Ash (%)	پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	عملکرد نسبی Relative yield
خلر ۱۰۰٪ Green pea 100%	1.153^{a} *	77^{ab}	5620.3^{a}	39.96^{a}	35.27^{a}	11.36^{c}	21.41^{a}	1
خلر ۷۵٪+ ارزن ۲۵٪ Green pea 75%+ Millet 25%	1.153^{a}	88.46^{a}	5142.3^{a}	33.41^{c}	27.86^{c}	12.10^{abc}	22.18^{a}	0.915
خلر ۵۰٪+ ارزن ۵۰٪ Green pea 50%+ Millet 50%	1.103^{a}	70.40^{b}	3326^{b}	36.33^{bc}	30.57^{bc}	12.9^{ab}	21.63^{a}	0.592
خلر ۲۵٪+ ارزن ۷۵٪ Green pea 25%+ Millet 75%	0.883^{b}	66.40^{b}	1277^{c}	37.66^{ab}	31.50^{b}	13.23^{a}	21.50^{a}	0.227
(بذور مخلوط شده) خلر ۵۰٪+ ارزن ۵۰٪ Green pea 50%+ Millet 50% (mixed seeds)	0.903^{b}	79.53^{ab}	1235.7^{c}	39.54^{a}	29.87^{bc}	11.76^{bc}	20.77^{a}	0.220

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری براساس آزمون LSD ندارند ($p\leq ۰/۰۵$).

* The means followed by the same letters in each column are not significantly different based on LSD test ($p\leq 0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده ارزن نوتریفید در شرایط کشت خالص و مخلوط

Table 3- Variance analysis (mean of squares) of measured traits in millet under intercropping with green pea

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نسبت برگ: ساقه Leaf: stem ratio	ارتفاع Height	علوفه خشک Dry forage	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	خاکستر Ash	پروتئین خام Crude protein
بلوک Block	2	0.1268 ^{ns}	17.29 ^{ns}	1079779 ^{ns}	1.286 ^{ns}	0.146 ^{ns}	0.6207 ^{ns}	0.970 ^{ns}
نسبت کاشت Planting ratio	4	0.3093^{ns}	209.27**	23751490**	4.294*	6.2341**	1.635**	12.196*
خطا Error	8	0.1432	20.21	1757452	0.618	0.2489	0.239	2.636
ضریب تغییرات (٪) (%) CV	-	24.34	4.68	13.09	1.29	1.58	3.45	11.36

**، * وns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

**, * and ns are significant at 1 and 5% probability levels and non significant, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده گیاه ارزن نوتریفید در شرایط کشت خالص و مخلوط

Table 4- Mean comparisons of measured traits in millet under sole and intercropping condition

نسبت‌های کاشت Planting ratios	نسبت برگ: ساقه Leaf: stem ratio	ارتفاع (سانتی متر) Height (cm)	علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry forage ($kg.ha^{-1}$)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (٪) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (٪) Acid detergent fiber (%)	خاکستر (٪) Ash (%)	پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	عملکرد نسبی Relative yield
ارزن ۱۰۰٪ Millet 100%	1.57^{ab} *	93.26^{b}	14116^{a}	62.63^{a}	33.99^{a}	12.87^{b}	11.63^{c}	1
ارزن ۲۵٪+ خلر ۷۵٪ Millet 25%+ Green pea 75%	1.93^{a}	90^{b}	5441^{c}	60.16^{b}	31.10^{bc}	14.7^{a}	16.02^{a}	0.385
ارزن ۵۰٪+ خلر ۵۰٪ Millet 50%+ Green pea 50%	1.36^{ab}	92.86^{b}	8778^{b}	59.58^{b}	31.58^{b}	14.5^{a}	15.66^{ab}	0.622
ارزن ۷۵٪+ خلر ۲۵٪ Millet 75%+ Green pea 25%	1.12^{b}	110.66^{a}	12415^{a}	60.64^{b}	30.33^{c}	14.36^{a}	15.51^{ab}	0.879
ارزن ۵۰٪+ خلر ۵۰٪ (بذور مخلوط شده) Millet 50%+ Green pea 50% (mixed seeds)	1.77^{ab}	92.73^{b}	9856^{b}	59.98^{b}	30.75^{bc}	14.4^{a}	12.62^{bc}	0.698

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری براساس آزمون LSD ندارند ($p\leq0.05$).

* The means followed by the same letters in each column are not significantly different based on LSD test ($p\leq0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین ارتفاع در خلر برای تیمار ۷۵ درصد ثبت گردید که با تیمارهای کشت خالص این گیاه و کشت مخلوط درهم ردیفی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). دلیل افزایش ارتفاع در تیمار ۷۵ درصد خلر را می‌توان به رقابت برای جذب نور نسبت داد چرا که با افزایش سریع‌تر ارتفاع ارزن، خلر در سایه قرار گرفته و جهت دستیابی به نور سرمایه‌گذاری بیشتری را جهت افزایش ارتفاع انجام می‌دهد.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده خلر و ارزن در شرایط کشت خالص و مخلوط

Table 5- Variance analysis (mean of squares) of measured traits in millet and green pea under intercropping condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	علوفه خشک Dry forage	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	خاکستر Ash	پروتئین خام Crude protein	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio
بلوک Block	2	338389.1 ns	1.403 ns	0.7904 ns	0.0174 ns	2.2961 ns	0.0597 ns
نسبت کاشت Planting ratio	5	28233618**	208.66**	15.376**	3.581**	38.391**	0.0692**
خطا Error	10	1388575	0.7853	0.6350	0.2416	2.101	0.00722
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	10.52	1.66	2.50	3.68	8.79	7.74

** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و غیرمعنی دار

.** and ns are significant at 1% probability levels and not significant, respectively

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه گیری شده گیاه ارزن و خلر در شرایط کشت خالص و مخلوط

Table 6- Means comparison of measured traits in millet and green pea under sole and intercropping condition

نسبت‌های کاشت Planting ratios	علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry forage ($kg.ha^{-1}$)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (٪) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (٪) Acid detergent fiber (%)	خاکستر (٪) Ash (%)	پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio
ارزن ۱۰۰٪ Millet 100%	14116.3a *	62.63a	33.996a	12.86b	11.63e	1 cd
ارزن ۷۵٪+ خلر ۲۵٪ Millet 75%+ Green pea 25%	13691.9a	58.497b	30.437bc	14.26a	16.074ed	1.11 bc
ارزن ۵۰٪+ خلر ۵۰٪ Millet 50%+ Green pea 50%	12103.7ab	53.18c	31.327b	14.04a	17.269bc	1.22 ab
ارزن ۲۵٪+ خلر ۷۵٪ Millet 25%+ Green pea 75%	10583.3b	47.163d	29.533c	13.44ab	19.06 ab	1.32 a
ارزن ۵۰٪+ خلر ۵۰٪ Millet 50%+ Green pea 50% (mixed seeds)	11091.7b	57.567b	30.57bc	14.05a	13.501 de	0.92 d
خلر ۱۰۰٪ Green pea 100%	5620.3c	39.96e	35.277a	11.36c	21.417a	1 cd

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD ندارند ($p\leq0.05$).

* The means followed by the same letters in each column are not significantly different based on LSD test ($p\leq0.05$).

Archive of SID

www.SID.ir

ارتفاع گیاه نیز همانند سایر صفات علاوه بر وابستگی به ژنوتیپ تحت تأثیر محیط نیز قرار می‌گیرد از جمله عوامل محیطی مؤثر در ارتفاع یک گیاه نور است که رقابت جهت کسب آن باعث اختلافاتی در ارتفاع گیاه و گیاهان مجاور آن می‌شود (Javanshir et al., 2000). یکی از دلایل کاهش ارتفاع بوته گیاهان در کشت مخلوط با بقولات را می‌توان به رقابت برای جذب نیتروژن توسط گونه‌های غیرلگوم نسبت داد (Abou-Hossein et al., 2005). شاید اختلاف ارتفاع در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط به دلیل رقابت نور، آب و مواد غذایی باشد که گیاهان به خاطر رقابت برون گونه‌ای از ارتفاع کمتری برخوردار هستند (Mazaheri, 1998). ارتفاع کمتر و غیر معنی دار کشت خالص این گیاه می‌تواند به‌دلیل عدم وجود رقابت برای نور باشد (جدول ۲).

عملکرد علوفه خشک

همان‌طور که در جدول‌های ۱ و ۳ نشان داده شده است عملکرد علوفه خشک خلر و ارزن به‌طور معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کشت خالص خلر و نسبت ۷۵ درصد آن به ترتیب با ۵۶۲۰/۳ و ۵۱۴۲/۳ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بودند و نسبت‌های ۲۵ درصد و درهم خلر کمترین مقدار علوفه خشک خلر را تولید کردند که نسبت به کشت خالص خلر و نسبت ۷۵ درصد کاهش معنی‌داری داشتند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که این امر، به دلیل کاهش سطح اشغال شده در کشت مخلوط توسط خلر و همچنین رقابت برون گونه‌ای با ارزن باشد. این درحالی است که در مقایسه نسبت‌های مختلف ارزن، کشت خالص ارزن و ۷۵ درصد آن بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بیشترین و نسبت ۲۵ درصد کمترین علوفه خشک را به خود اختصاص دادند. این نشان می‌دهد که هرچه نسبت ارزن در مخلوط کاهش پیدا کند عملکرد علوفه خشک نیز کاهش پیدا خواهد کرد (جدول ۴). بنابراین، می‌توان گفت اضافه شدن نسبت ارزن در مخلوط با خلر تأثیر معنی‌داری در جبران کاهش عملکرد علوفه خلر داشت که این مهم از طریق افزایش عملکرد ارزن حاصل شد (جدول‌های ۵ و ۶) و این از مزیت‌های کشت مخلوط محسوب می‌شود. نتیجه آزمایش خرمی وفا (Khorami vafa, 2006) نشان داد که عملکرد بیولوژیکی ذرت در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت. در کشت مخلوط ماشک (*Vicia sativa* L.) با یولاف (*Avena sativa* L.) (Tuna & Orak, 2007) و نخود (*Cicer arietinum* L.) با خردل (*Brassica* sp.) (Patel et al., 1999) گزارش شد که عملکرد بیولوژیکی هر یک از گیاهان کشت شده در مخلوط این دو گیاه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با کشت خالص آنها کاهش یافت. در کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) با سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) عملکرد بیولوژیکی سویا تا ۳۰ درصد نسبت به کشت خالص این گیاه کاهش یافت (Ghosh et al., 2006). محققین مختلف علت کاهش عملکرد بیولوژیکی را بخاطر رقابت نوری بین اجزای عملکرد در کشت مخلوط گزارش کرده‌اند. همچنین گزارش شده است که عملکرد بیولوژیکی ذرت در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط با لوبیا است و با افزایش تراکم لوبیا از عملکرد بیولوژیکی ذرت به‌طور معنی‌داری کاسته می‌شود (Tayfeh Nouri, 2003).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

نتایج حاصل نشان داد که NDF به‌طور معنی‌داری در هر دو گیاه خلر ($p\leq۰/۰۱$) و ارزن ($p\leq۰/۰۵$) تحت تأثیر تیمارهای کشت مخلوط قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۳). نسبت کاشت ۷۵ درصد خلر کمترین میزان الیاف شوینده خنثی را دارا بود (جدول ۲). در ارزن نوتریفید بیشترین مقدار این صفت مربوط به کشت خالص بود (جدول ۴). بنا به نتایج حاصله در هر دو گیاه، کشت خالص بیشترین NDF را داشته است و در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط NDF کمتر بوده است (جدول ۶) و این امر، باعث افزایش کیفیت علوفه در کشت مخلوط شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاوی لیگنین، سلولز و همی-سلولز می‌باشد که به همین دلیل می‌توان آن را معیاری برای اندازه گیری میزان دیواره سلولی گیاه و تعلیف دام دانست (Rashidi Soufi, 1995). در مطالعه‌ای روی کشت مخلوط جو و لوبیا معمولی گزارش شد که کیفیت علوفه در کشت مخلوط بهتر از کشت خالص جو است و دلیل آن کاهش میزان NDF در کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد (Kristensen, 1992) که تأییدکننده نتایج به‌دست آمده در این آزمایش است (جدول ۶). همان‌طور که از دو جدول‌های ۲ و ۴ برمی‌آید، مقدار این صفت در ارزن به عنوان یک گیاه از خانواده غلات بیشتر از مقدار این صفت در خلر که یک گیاه لگومینوز است، می‌باشد.

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)

ADF نمایان‌گر میزان لیگنین خام و سلولز گیاه بوده و سیلیس موجود را نیز دربر می‌گیرد. بنابراین، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بخشی از الیاف با قابلیت هضم کمتر می‌باشند (Rashidi Soufi, 1995). همان‌طور که در جدول‌های ۱ و ۳ ملاحظه می‌شود، اثر تیمار بر ADF در هر دو گیاه ارزن و خلر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار این صفت برای کشت خالص هر دو گیاه ثبت گردید (جدول‌های ۲ و ۴) و این نشان از برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گیاه داشت. روس و همکاران (Ross et al., 2005) نیز بیان نمودند که میزان ADF در کشت‌های مخلوط

Archive of SID

www.SID.ir

کمتر از کشت خالص گراس‌ها بود و نیز با بررسی کشت مخلوط جو با لگوم‌های یکساله نتیجه گرفتند که بالاترین قابلیت هضم ماده خشک در مخلوط نخود- جو و ماشک- جو بدست آمد. این تحقیق با نتایج سایر محققین مبنی بر اینکه قابلیت هضم ماده خشک بیشتری در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بدست می‌آید مطابقت دارد (Hail et al., 2009) که این از ADF پایین‌تر نسبت‌های کشت‌های مخلوط در مقایسه با کشت خالص آنها نتیجه می‌شود (جدول ۶).

درصد خاکستر (Ash)

درصد خاکستر علوفه در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی می‌باشد، عناصر معدنی علوفه به لحاظ این‌که در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت‌های سلول‌های بدن لازم می‌باشند مهم بوده و در کیفیت علوفه مؤثر می‌باشند (Rashidi Soufi, 1995). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول‌های ۱ و۳) حاکی از اثر معنی‌دار تیمار بر درصد خاکستر در هر دو گیاه خلر و ارزن بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین و بیشترین مقدار خاکستر به ترتیب مربوط به کشت خالص خلر و تیمار ۲۵ درصد خلر بود (جدول ۲). تیمار ۲۵ درصد ارزن در شرایط مخلوط نیز بیشترین مقدار درصد خاکستر را به خود اختصاص داد که با دیگر تیمارهای مخلوط از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین میزان این صفت مربوط به کشت خالص ارزن بود (جدول ۴). همانطور که در این جدول نشان داده شده است، هر چه سهم ارزن در کشت مخلوط بیشتر بود از میزان خاکستر آن کاسته شد، ولی این حالت برای گیاه خلر بالعکس بود (جدول ۲)؛ به‌طوری‌که با افزایش درصد خلر میزان خاکستر کاهش یافت. نتایج مشابهی مبنی بر اینکه افزایش درصد خاکستر در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در مقایسه با کشت خالص آنها باعث بهبود کیفیت علوفه ذرت گردید گزارش شده است (Dahmardeh, et al., 2010). این مسئله می‌تواند به دلیل جذب بهتر عناصر در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص باشد.

پروتئین خام (CP)

پروتئین خام یکی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت علوفه است (Ross et al., 2005; Lithoargidis 2007; Iptas & Yavus 2008). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری بر محتوای پروتئین خام در گیاه خلر نداشتند (جدول ۱) در صورتی که این صفت در گیاه ارزن به‌طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) تحت تأثیر تیمار قرار گرفت (جدول ۳). پروتئین خام در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط ارزن بیشتر از کشت خالص این گیاه بود. نسبت ۲۵ درصد ارزن با بالاترین میزان پروتئین خام (۱۶/۲ درصد) با نسبت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار این صفت مربوط به کشت خالص ارزن بود (جدول ۴). از آنجا که پروتئین خام با میزان نیتروژن در گیاه ارتباط مستقیم دارد، بنابراین، جذب نیتروژن در کشت مخلوط می‌تواند موجب افزایش پروتئین خام در کشت مخلوط شود (Javanmard, 2012). افزایش پروتئین خام در مخلوط نسبت به ارزن خالص به این صورت توجیه می‌شود که ارزن و خلر در مصرف نیتروژن بصورت مکمل عمل می‌کنند و در این شرایط ارزن از نیتروژن غیرآلی موجود در خاک استفاده نموده و خلر قسمت اعظم نیتروژن مورد نیاز خود را از راه تثبیت بیولوژیکی نیتروژن کسب می‌نماید. بدین صورت، کشت خالص خلر بیشترین پروتئین و کشت خالص ارزن کمترین مقدار پروتئین را داشتند. افزودن نسبت خلر باعث افزایش معنی دار پروتئین نسبت به کشت خالص ارزن گردید (جدول ۶).

ارزیابی نسبت برابری زمین (LER)

بیشترین LER (۱/۳۲) از تیمار ۲۵ درصد ارزن+ ۷۵ درصد خلر حاصل شد که با تیمار ۵۰ درصد ارزن+۵۰ درصد خلر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمارهای خالص ارزن و خلر با تیمار درهم ارزن و خلر بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر کمترین LER را به خود اختصاص دادند. عملکرد نسبی هر دو گیاه خلر و ارزن به‌دلیل کشت مخلوط جایگزینی کاهش یافت (جدول‌های ۲ و ۴)، اما همانطور که جدول ۶ نشان می‌دهد و توضیح داده شد، کاشت مخلوط این دو گیاه بصورت ردیف‌های مجزا منجر به افزایش LER گردید که این نشان از برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی داشت. در بررسی کشت مخلوط ارزن نوتریفید با ماشک نشان داده شد که عملکرد مخلوط در مقایسه با کشت خالص، LER بالاتری داشت که این امر احتمالاً از بهره گیری ارزن از بقایای نیتروژن ماشک و کاهش رقابت درون گونه‌ای می‌باشد (Sirousmehr et al., 2003).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله نشان داد که بیشترین علوفه خشک و کمترین پروتئین خام مربوط به تیمار خالص ارزن و کمترین علوفه خشک و بیشترین پروتئین خام مربوط به تیمار خلر بود. ضمناً، بیشترین و کمترین الیاف محلول در شوینده خنثی به ترتیب مربوط به ارزن و خلر بود و ترکیبی از دو گیاه با نسبت‌های ۵۰٪ ارزن و ۵۰٪ خلر دارای علوفه خشک بالا، پروتئین نسبتاً بالا، الیاف محلول در شوینده خنثی و اسیدی نسبتاً پائین و خاکستر حد واسط بود.

سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت‌های بی‌دریغ جناب آقای دکتر پناهی و آقای مهندس شهیدی به خاطر همکاری در اجرای این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Abou-Hussein, S.D., Salman, S.R., Adel-Mawgoud A.M.R., and Ghoname, A.A. 2005. Productivity, quality and profit of sole or intercropping green bean crop. Journal of Agronomy 2: 151-155.

Aishi Rezaei, E., Rezvani Moghaddam, P., Khazaei, H.R., and Mohammad Abadi, A.A. 2011. Effect of plant density and intercropping pattern (mixed and row cropping) of millet and green pea on their forage yield and yield components under Mashhad climate. Iranian Journal of Field Crops Research 9(1): 50-59. (In Persian with English Summary)

Armstrong, K.L., Ablrecht, K.A., Lauer, J.G., and Riday, H. 2008. Intercropping corn with lablab bean, Velvet bean, and scarlet runner bean for forage. Crop Science 48: 371-379.

Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Maitin, N.P., Mertens, D.A., Olson. K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J., and Wolf, M.W. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication. Park Ridge, IL p. 1–15.

Burel, F., and Baudry, J. 1995. Species biodiversity in changing agricultural Landscapes: A case Study in the pays d. Auge, France. Agriculture, Ecosystems and Environment 55: 193-200.

Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Seahsar, B., and Ramroudi, M. 2010. Effect of planting and harvest time on forage quality of corn grown in mixtures with Black Eye Beans. Iranian Journal of Agricultural Sciences 3: 633-642. (In Persian with English Summary)

Eshgizadeh, H.R., Chaichi M.R., Ghalavan, A., Shabani, G., Aziz, Kh., Raeisi, H., and Papizadeh, A. 2008. Evaluation of annual medic and barley intercropping on forage yield and protein content in dry farming system. Pajouhesh and Sazandegi 75: 102-112. (In Persian with English Summary)

Ghanbari, A., and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticam 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.

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

Hail, Y., Daci, M., and Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding, yield and quality. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(7): 1337-1342.

Iptas, S., and Yavus, M. 2008. Effect of pollination levels on yield and quality of maize grown for silage. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 32: 41-48.

Javanmard, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Javanshir, A., Moghaddam, M., and Janmohammade, H. 2012. Effects of Maize Intercropping with legumes on forage yield and quality. Journal of agricultural knowledge and sustainable production 22(3): 137-149. (In Persian with English Summary)

Javanshir, A., Dabagh Mohamadi Nasab, A., Hamidi, A., and Gholi Pour, M. 2000. Intercropping Ecology. Ferdowsi University Press, Mashhad, Iran 222 pp. (In Persian)

Kephart, K.D., Buxton, D.R., and Hill Jr, R.R. 1989. Morphology of alfalfa divergently selected for herbage lignin concentration. Crop Science 29: 778-782.

Khalatbari, A.M., Hosseini, S.M.B., Majnoon Hosseini, N., and Mazaheri, D. 2010. Effect of intercropping on dry forage yield of forage sorghum and pearl millet. Iranian Journal of Field Crop Science 41(2): 205-214. (In Persian with English Summary)

Khorami Vafa, M. 2006. Ecology of corn and field pumpkin intercropping. PhD Dissertation, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Lalehgani, B., and Najibnia, S. 2009. Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 605-614. (In Persian with English Summary)

Kristensen, V.F. 1992. The production and feeding of whole-crop cereals and legumes in Denmark. In: Stark B.A., and Wilkinson, J.M., whole-crop cereals. Chacome Publication, p. 21-37.

Lithourgids, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., and Vlachostergios, D.N. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science 5(4): 396-470.

Lithoargidis, S.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakaulaki, M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agronomy for Sustainable Development 27: 95-99.

Mazaheri, D. 1998. Intercropping (2nd Ed.). Tehran University Press, Tehran, Iran, 262pp. (In Persian)

Murphy, W.M., Wetch, J., and Palmer, R. 1984. Digestibility of silage made from corn intercropped with soybean. Journal of Dairy Science 67: 1532-1534.

Naghizadeh, M., and Galavi, M. 2012. Evaluation of forage quality of intercropped corn and green pea using chemical and bio-fertilizers of phosphorus. Journal of Agroecology 4(1): 52-62. (In Persian)

Olasantan, F.O. 1999. Food production, conservation of crop plant biodiversity and environmental protection in the twenty-first century: the relevance of tropical cropping systems. Outlook on Agriculture 28: 93-102.

Patel, B.R, Dilip, S., and Gupta, L.M. 1999. Effect of irrigation and intercropping on gram and mustard. Indian Journal

Archive of SID

www.SID.ir

of Agronomy 2: 283-284.
Pinedo-Vasquez, M., Padoch, C., Grath, D.Mc., and Ximenes, T. 2000. Biodiversity as a product of smallholder's strategies for overcoming changes in their natural and social Landscapes: a report prepared by the Amazonia cluster. PLEC News and Views 15: 9-19.
Rahimy, M.M., Mazaheri, D., Khodabandeh, N., and Heidari Sharifabad, H. 2003. Assessment of product in corn and soybean intercropping in Arsanjan region. Agricultural Science 9: 109-126. (In Persian with English Summary)
Rashidi Soufi, S. 1995. Animal Nutrition (Translated, 4th ed). Amidi Press, Tabriz, Iran 644 pp. (In Persian)
Reid, R.L., Jung, G.A., and Thayne, W.V. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. Journal of Animal Science 66: 1275-1291.
Ross, S.M., King, J.R., O'Donovan, J.T., and Spaner, D. 2005. The productivity of oats and Berseem clover intercrops. Primary growth characteristics and forage quality of four densities of oats. Grass and Forage Science 60: 74-86.
Sirousmehr, A., Javanshir, A., Rahimzadeh Khogy, F., and Moghaddam, M. 2003. Pearl millet and common vetch intercropping. Journal of Desert 2: 250-263. (In Persian with English Summary)
Tavasoli, A., Ghanbari, A., Ramazan, D., and Mosavi Nik, S.M. 2010. Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of pearl millet and red bean in intercropping. Journal of Science and Research of Crop Ecophysiology and Weeds 4(15): 1-16. (In Persian)
Tayfeh Nouri, M. 2003. Maize and cowpea intercropping. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)
Tuna, C., and Orak, A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. Journal of Agriculture and Biology Science 2: 14-19.
Van Soest, P.J., Robertson, J.D., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583- 3597.
Weil Rag, R., and Macfaden, M.E. 1991. Fertility and weed effects on performance of maize and soybean intercrop. Agronomy Journal 63:717-721.

Archive of SID

www.SID.ir