

۳.۳.۲. فیبر خام^۱

در بین سیستم‌های کشت، بیشترین مقدار فیبر خام در کشت خالص ذرت مشاهده شد که با مخلوط شدن ذرت با لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی در مخلوط‌های دوگانه، کاهش معناداری نشان نداد (جدول ۵)؛ اما با مخلوط سه‌گانه ذرت، لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی اختلاف معناداری داشت. مخلوط‌های سه‌گانه، مقدار فیبر خام را ۱۶ درصد در مقایسه با کشت خالص ذرت کاهش دادند، به طوری که با کمترین مقدار فیبر خام (۳۹/۴ درصد) در لوبیاچیتی در یک گروه آماری قرار گرفتند. تفاوت معناداری در مقدار فیبر خام، بین مخلوط‌های دوگانه مشاهده نشد. الیاف خام شامل همه مواد هضم‌نشده علوفه است یعنی سلولز، همی سلولز و لیگنین است و هرچه مقدار آن در علوفه کمتر باشد، نشان‌دهنده کیفیت مطلوب علوفه است. دلیل زیاد بودن فیبر خام در ذرت، زیاد بودن نسبت ساقه به برگ است؛ زیرا مقدار سلولز و همی سلولز در ساقه ذرت بیشتر از برگ آن است [۲۳]. گزارش‌هایی از کاهش فیبر خام در ذرت با کاهش نسبت ساقه به برگ ارائه شده است [۱۳]. به علاوه، عنوان شده که هیبریدهای ذرت آمریکایی که برای تولید علوفه استفاده می‌شوند، تعداد برگ بیشتری دارند، این هیبریدها کیفیت فیبر بهتر و قابلیت هضم بیشتری را نشان دادند [۱۷]؛ در حالی که در کدوی تخمه‌کاغذی و لوبیاچیتی، برگ‌ها سهم بیشتری در تشکیل ماده خشک داشتند و نسبت ساقه به برگ کمتر بود و همین امر سبب کاهش فیبر خام در این گیاهان و مخلوط‌های دوگانه و سه‌گانه حاوی این گیاهان شد. به عبارت دیگر، کشت مخلوط ذرت با لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی سبب کاهش فیبر خام در علوفه تولیدی و افزایش کیفیت آن می‌شود. فیبر خام در مخلوط یونجه و اسپرس نیز تحت تأثیر قرار گرفت و مقدار آن از کشت خالص یونجه بیشتر و از اسپرس کمتر بود [۸].

۳.۳.۳. فیبرهای محلول در شوینده‌های اسیدی^۲

فیبرهای محلول در شوینده‌های خنثی

ADF (دیواره سلولی بدون همی سلولز) و NDF (دیواره سلولی)، دو صفت کیفی مهم دیگر برای ارزیابی تولید علوفه‌اند. مقدار ADF و NDF در کشت خالص ذرت از دیگر کشت‌های خالص و مخلوط بیشتر بود (جدول ۵). کمترین مقدار ADF و NDF در بین کشت‌های خالص به ترتیب متعلق به لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی بود. بیشتر بودن مقدار ADF در گندمیان در مقایسه با لگوم‌ها در دیگر مطالعات نیز مشاهده شده است [۳۸]. در کشت مخلوط چند گیاه علوفه‌ای گندمیان و لگوم‌ها گزارش شد که مقدار این شاخص در لگوم‌ها کمتر بوده است [۱۰]. در بررسی دیگری نیز، بیشترین مقدار ADF (۳۱/۵۸ درصد) در کشت خالص ذرت مشاهده شد و این در حالی بود که افزایش لوبیا چشم‌بلبلی تا ۵۰ درصد، مقدار ADF را به کمترین حد خود رساند [۲۰].

مقدار ADF و NDF در مخلوط‌های دوگانه متفاوت بود؛ به این صورت که مقدار ADF در مخلوط ذرت با لوبیاچیتی به طور معناداری کمتر از مخلوط ذرت با کدوی تخمه‌کاغذی بود (جدول ۵)، اما برعکس، NDF در مخلوط ذرت با کدوی تخمه‌کاغذی کمتر از مخلوط آن با لوبیاچیتی بود که این تفاوت ناشی از اختلاف در ADF و NDF هر یک از گونه‌های گیاهی بود. تفاوت در مقدار ADF و NDF در گونه‌های گیاهی مختلف (شبدر برسیم، گاوदानه، ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا) و حتی ارقام یک گیاه (هیبرید ۷۰۴ و ۳۰۱ ذرت) نیز گزارش شده است [۳]. به طوری که از یک طرف مخلوط ذرت با لوبیا نسبت به مخلوط آن با شبدر برسیم، NDF و ADF کمتری داشت. از طرف دیگر، کشت لوبیا و ماشک گل خوشه‌ای با ذرت هیبرید ۳۰۱ در مقایسه با کشت آنها با هیبرید ۷۰۴ منجر به

1. Crude fiber

2. Acid detergent fiber (ADF)

روی جو - نخود مشهود بود [۱۶]؛ این در حالی است که عنوان شد مقدار NDF در مخلوط‌ها وابسته به تراکم ذرت و گونه‌های گیاهی بود و تیمارهای با تراکم کمتر ذرت، حاوی NDF کمتری نسبت به تراکم نرمال بودند [۱۲].

کاهش مقدار ADF و NDF در مخلوط‌های سه‌گانه به دلیل اختلاط با لوبیاچیتی و کدو، اثر مثبتی بر کیفیت علوفه تولیدی (براساس استانداردهای کیفی علوفه) داشت، زیرا NDF و ADF دو معیار مهم برای ارزیابی کیفیت علوفه‌اند [۳۳] و کاهش آنها سبب افزایش کیفیت علوفه می‌شود. در کشت خالص ذرت مقدار ADF در رتبه^۱ خوب^۱ و مقدار NDF در رتبه^۲ متوسط^۲ بود؛ اما در مخلوط سه‌گانه این گیاهان کیفیت علوفه به بیشترین حد خود یعنی درجه^۳ عالی^۳ تغییر یافت که این امر حاکی از بهبود کیفیت علوفه ذرت در مخلوط با لوبیاچیتی و کدو تخمه‌کاغذی است. در مخلوط هیبریدهای ذرت (۳۰۱ و ۷۰۴) با لگوم‌ها (ماشک گل‌خوشه‌ای، لوبیا، گاو‌دانه و شبدر برسیم) مشاهده شد که مخلوط هیبرید ذرت ۳۰۱ با گاو‌دانه دارای رتبه^۱ یک است که نشان‌دهنده بهبود کیفیت علوفه در نتیجه مخلوط ذرت با این لگوم‌هاست. کمترین رتبه متعلق به علوفه^۱ خالص ذرت هیبرید ۷۰۴ (فقیر) و هیبرید ۳۰۱ (متوسط) بود. همچنین، از نظر ADF، مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با شبدر برسیم در رده^۳ پایین قرار داشتند [۳].

۳.۳.۴. ماده قابل هضم کل

کمترین ماده قابل هضم کل در بین سیستم‌های کشت مختلف، متعلق به کشت خالص ذرت بود و بیشترین آن در کشت‌های خالص لوبیاچیتی و کدو تخمه‌کاغذی دیده شد (جدول ۵). مخلوط‌های دوگانه و سه‌گانه نیز به‌واسطه کشت لوبیاچیتی و کدو تخمه‌کاغذی با ذرت مقدار ماده

کاهش بیشتر این صفات شد. در این آزمایش، نقش لوبیا و ماشک گل‌خوشه‌ای در کاهش اجزای تشکیل‌دهنده دیواره سلولی بیشتر از شبدر برسیم و گاو‌دانه بود.

ADF در مخلوط ذرت - لوبیاچیتی و NDF در هر دو مخلوط دوگانه نسبت به کشت خالص ذرت کمتر بودند که دلیل آن، محتوای کمتر NDF و ADF در لوبیاچیتی و کدو تخمه‌کاغذی است. کاهش این دو صفت در مخلوط با لگوم‌ها، می‌تواند از زیاد بودن سطح برگ و تعداد برگ لگوم‌ها در شرایط سایه ناشی شده باشد؛ زیرا گیاهان در محیط‌های برخوردار از سایه برای افزایش جذب نور، مواد فتوسنتزی بیشتری را به تعداد برگ و رشد آنها اختصاص می‌دهند و بر اثر افزایش نسبت برگ به ساقه مقدار ADF و NDF کاهش می‌یابد [۳]. افزایش شاخص سطح برگ کانوپی لوبیا بر اثر سایه‌اندازی بوته‌های ذرت، در مخلوط این گیاهان گزارش شده است [۴۲]. کاهش محتوای ADF در مخلوط یونجه و اسپرس نسبت به کشت خالص یونجه مشاهده شد که مؤید نتایج آزمایش حاضر است [۴۴]. مخلوط غلات با نخود به کاهش مقدار NDF منجر می‌شود [۳۰]. بنابراین، می‌توان گفت افزودن لگوم‌ها به علوفه ذرت، می‌تواند ADF و NDF را کاهش دهد و سبب افزایش جذب علوفه شود. این در حالی است که در آزمایشی روی مخلوط جو با یونجه یکساله، اثر معناداری بر مقدار ADF و NDF دیده نشد [۳۹] که با نتایج پژوهش ما مغایرت دارد که دلیل آن را می‌توان به تفاوت در گونه‌های گیاهی آزمایش نسبت داد.

تراکم کاشت (یا نسبت‌های کاشت مختلف) اثر معناداری بر مقدار ADF و NDF در کشت‌های خالص و مخلوط نداشتند که می‌تواند به این دلیل باشد که تمامی تراکم‌ها در سیستم‌های کشت مخلوط به نسبت یکسان کاهش یا افزایش یافته‌اند. نبود اختلاف معنادار در مقدار ADF بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در آزمایشی

1. Good
2. Fair
3. Prime

کشت‌های خالص و مخلوط اثر معناداری نداشتند که نتایج دیگران نیز بیانگر این موضوع بود [۳۹].

۳.۳.۵. مقدار ماده خشک مصرفی کل علوفه

مقدار ماده خشک مصرفی تحت تأثیر گونه‌های گیاهی و سیستم‌های کشت قرار گرفت؛ به طوری که مقدار ماده خشک مصرفی بر اثر مخلوط ذرت با لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی افزایش یافت (جدول ۵). این افزایش در مخلوط‌های سه‌گانه نسبت به دوگانه و کشت‌های خالص بیشتر بود که ممکن است به دلیل حضور هر دو گیاه (لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی) در مخلوط‌های سه‌گانه در مقایسه با مخلوط‌های دوگانه این گیاهان باشد. دلیل این امر، رابطه منفی بین NDF و ماده خشک مصرفی است؛ به طوری که با افزایش NDF کیفیت علوفه و ماده خشک مصرفی کاهش می‌یابد [۳۳]. هر دو گیاه لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی محتوای NDF کمتری نسبت به ذرت داشتند و می‌توانند با کاهش NDF (به دلیل اختلاط با علوفه ذرت) مقدار ماده خشک مصرفی و کیفیت علوفه را در مخلوط این گیاهان افزایش دهند. از این رو، محتوای NDF در فرموله کردن رژیم غذایی دام تأثیر زیادی دارد، زیرا انعکاسی است از مقدار علوفه‌ای که می‌تواند توسط دام مصرف شود و اگر درصد NDF کاهش یابد، جذب ماده خشک افزایش پیدا می‌کند، امری که در آزمایش حاضر مشاهده شد [۱۵]. افزایش مقدار ماده خشک مصرفی در مخلوط ذرت با لگوم‌ها (لوبیا و ماشک گل‌خوشه‌ای) به کاهش در NDF نسبت داده شده است [۳].

از نظر استاندارد کیفیت، مخلوط دوگانه ذرت با لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی دارای رتبه یک بودند و مخلوط سه‌گانه آنها رتبه عالی را به خود اختصاص داده بود، در حالی که علوفه ذرت به تنهایی در رتبه خوب قرار داشت. به عبارت دیگر، پتانسیل مصرف علوفه در مخلوط ذرت با لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی توسط دام افزایش یافت (جدول ۶).

قابل هضم کل را در مقایسه با کشت خالص ذرت افزایش دادند که این افزایش در مخلوط سه‌گانه به ترتیب ۶/۸ و ۱۱/۵ درصد بیشتر از مخلوط دوگانه ذرت - لوبیاچیتی و ذرت - کدوی تخمه‌کاغذی بود. زیاد بودن ماده قابل هضم در گونه‌های لگوم نسبت به غیرلگوم گزارش شده است [۴۳]. ماده قابل هضم کل به ماده غذایی قابل دسترس برای دام اطلاق می‌شود و با ADF رابطه منفی دارد، زیرا ADF نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی در علوفه است که شامل سلولز و لیگنین است. از آنجا که این صفت نشان‌دهنده قابلیت هضم علوفه توسط دام است، به طور معمول با افزایش مقدار این شاخص، از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود [۱۰]. بنابراین کشت خالص ذرت به دلیل داشتن ADF زیاد، علوفه‌ای با قابلیت هضم کم دارد. اما اضافه شدن لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی به ذرت در مخلوط‌های دوگانه و سه‌گانه (به دلیل داشتن ADF کم) به کاهش ADF در مخلوط علوفه ذرت منجر شده و ماده قابل هضم کل را افزایش داده است (جدول ۵). افزایش ماده قابل هضم کل تا ۱۴ درصد در مخلوط‌های سه‌گانه (نسبت به کشت خالص ذرت) به واسطه حضور هر دو گیاه لوبیاچیتی و کدوی تخمه‌کاغذی و افزایش سهم آنها در کاهش ADF بود. در مخلوط ذرت با ماشک گل‌خوشه‌ای و لوبیا، به دلیل کاهش محتوای ADF، مقدار کل ماده مغذی قابل هضم علوفه افزایش یافت [۳].

مقدار ماده قابل هضم کل در مخلوط‌های دوگانه ذرت - لوبیاچیتی و ذرت - کدوی تخمه‌کاغذی در آزمایش حاضر نیز بیشتر از ذرت و کمتر از لوبیاچیتی بود. اما مخلوط سه‌گانه با کشت خالص لوبیاچیتی تفاوت معناداری نداشت. مقایسه مقدار ماده خشک قابل هضم در مخلوط یونجه - جو نشان داد که این مقدار در مخلوط این گیاهان بیشتر از کشت خالص جو و کمتر از یونجه بود [۳۹]. تراکم‌های کاشت بر مقدار ماده خشک قابل هضم در

۴. نتیجه گیری

به طور کلی، با توجه به شاخص نسبت برابری زمین، سیستم های کشت مخلوط دوگانه و سه گانه نسبت به کشت خالص سودمندی داشتند. وزن خشک علوفه و پروتئین خام نیز در مخلوط های سه گانه نسبت به دوگانه و کشت خالص ذرت افزایش یافت، همچنین مقدار فیبر خام، NDF و ADF در مخلوط های دوگانه و سه گانه در مقایسه با کشت خالص ذرت کمتر بود. از آنجا که NDF پتانسیل مصرف علوفه توسط دام و ADF قابلیت هضم را نشان می دهد، کاهش این صفات در کشت های مخلوط دوگانه و به ویژه سه گانه، به افزایش ماده خشک قابل هضم کل و ماده خشک مصرفی منجر شد. در نهایت، به نظر می رسد وارد کردن لوبیاچیتی و کدوی تخمه کاغذی در مخلوط با ذرت، امکان افزایش مصرف علوفه توسط دام را به دلیل افزایش پروتئین، ماده خشک قابل هضم کل و ماده خشک مصرفی فراهم می کند و به افزایش تولید کمی و کیفی علوفه منجر می شود.

منابع

۱. اسکندری ح ا و جوانمرد ع ا (۱۳۹۲) ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه در الگوهای کشت مخلوط ذرت (*Zea mays L.*) و لوبیاچشم بلبلی (*Vigna sinensis L.*). دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۴): ۱۱۰-۱۰۱.
۲. جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی آ و قلی پور م (۱۳۷۹) اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. جوانمرد ع ا، دباغ محمدی نسب ع، جوانشیر ع، مقدم م و جان محمدی ح (۱۳۹۲) ارزیابی کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت با برخی لگوم ها. تولید گیاهان زراعی. ۶(۱): ۹۶-۷۷.
۴. شریفی ی، آقاعلیخانی م، مدرستانوی س ع م و سروش زاده ع (۱۳۸۵) تاثیر نسبت اختلاط و تراکم بوته بر تولید علوفه در کشت مخلوط سورگوم (*Sorghum bicolor L.*) با لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata L.*). علوم کشاورزی ایران. ۳۷(۲): ۳۷۰-۳۶۳.
۵. قادری غ، گزانچیان ع و یوسفی م (۱۳۸۷) مقایسه عملکرد علوفه کشت مخلوط و تک کشتی یونجه و آگروپایرون. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۵(۲): ۲۶۸-۲۵۶.
۶. قنبری ا، غدیری ح، غفاری مقدم م و صفری م (۱۳۸۹) بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays L.*) و کدو (*Cucurbita sp.*) و اثر آن بر کنترل علف های هرز. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۱): ۵۵-۴۳.
۷. لامعی هروانی ج (۱۳۹۱) ارزیابی فنی و اقتصادی کشت مخلوط خلر با جو و ترتیکاله در شرایط دیم استان زنجان. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲(۴): ۱۰۲-۹۳.
۸. مجیدی دیز ج ح، مظاهری د، صباحی ق ا و میراب زاده م (۱۳۹۳) ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه در کشت مخلوط یونجه و اسپرس. علوم زراعی ایران. ۱۶(۱): ۶۱-۵۱.
۹. منصورى ا (۱۳۸۹) بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays L.*) و سویا (*Glycine max L. Merr.*) در تاریخ های مختلف کاشت. تولید گیاهان زراعی. ۳(۱): ۲۱۶-۲۰۹.
10. Albayrak S, Turk M, Yuksel O and Yilmaz M (2011) Forage yield and the quality of perennial legumegrass mixtures under rainfed conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 39(1): 114-118.

11. Arlauskienė A, Maikstienienė S, Sarunaite L, Kadziulienė Z, Deveikyte I, Zekaite V and Cesnuleviciene R (2011) Competitiveness and productivity of organically grown pea and spring cereal intercrops. *Journal of Agriculture*. 98(4): 339-348.
12. Armstrong KL, Albrecht KL, Lauer JG and Riday H (2008) Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Science*. 48: 371-379.
13. Ballard CS, Thomas ED and Tsang DS (2001) Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 84(2): 442-452
14. Bedoussac L and Justes E (2010) Dynamical analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat-winter pea intercrop. *Plant and Soil*. 330: 37-54.
15. Bingol NT, Karsli MA, Yilmaz IH and Bolat D (2007) The effects of planting time and combination on the nutrient composition and digestible dry matter yield of four mixtures of vetch varieties intercropped with barley. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 31: 297-302.
16. Chen C, Westcott M, Neill K, Wichman D and Knox M (2004) Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Journal of Agronomy*. 96: 1730-1738.
17. Clark PW, Kelm S and Endres MI (2002) Effect of feeding a corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 85(3):607-612.
18. Contreras-Govea FE, Muck RE, Armstrong KL and Albrecht KA (2009) Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Science and Technology*. 150: 1-8.
19. Crawley MJ (2009) *Plant Ecology*, 2nd ed. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. De Wit, C.T., 1960. On competition. *Verslagen Landbouwkundige Onderzoekingen*. 66: 1-82.
20. Dahmardeh M, Ghanbari A, Syasar B and Ramroudi M (2009) Effect of intercropping maize with cowpea on green forage yield and quality evaluation. *Asian Journal of Plant Science*. 8(3): 235-239.
21. De Wit CT and Van den Bergh JP (1965) Competition between herbage plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 13(2): 212-221.
22. Fageria NK and Baligar VC (2005) Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advanced Agronomy*. 88: 97-185.
23. Firdous R and Gilani AH (2002) Prediction of dry matter digestibility of maize (*Zea mays* L.) fodder from chemical composition. *Pakistan Journal of Agricultural Science*. 39(1): 56-62.
24. Ghanbari Bonjar A and Lee HC (2002) Intercropping field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. *Agriculture Science Cambridge*. 138: 311-314.
25. Grace JB (1990) On the relationship between plant traits and competitive ability. In: Grace, J.B., Tilman, D. (Eds.), *Perspective on Plant Competition*. Academic Press, Inc., San Diego, pp. 51-65.
26. Hauggaard-Nielsen H, Ambus P and Jensen ES (2003) The comparison of nitrogen use and

- leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling Agroecosystems*. 65: 289-300.
27. Jahanzad E, Jorat M, Moghadam H, Sadeghpour A, Chaichi MR and Dashtaki M (2013) Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agriculture Water Management*. 117: 62-69.
 28. Jana PK, Mandal BK, Prakash O and Chakraborty D (1995) Growth, water-use and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*), gram (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*) grown as sole crops and intercrops with 3 moisture regimes. *Indian Journal of Agricultural Science*. 65: 387-397.
 29. Jonathan DC (2008) Intercropping with maize in sub-arid regions. Community planning and analysis. Definition and benefits of intercropping. *Community Planning and Analysis*. Technical Brief. 1-5 (Abst.).
 30. Lauriault LM and Kirksey RE (2004) Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the southern high plains, USA. *Journal of Agronomy*. 96: 352-358.
 31. Li L, Sun J, Zhang F, Guo T, Bao X, Smith FA and Smith SE (2006) Root distribution and interactions between intercropped species. *Oecologia*. 147: 280-290.
 32. Lithourgidis AS, Dhima KV, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD (2007) Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*. 27: 95-99.
 33. Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD (2006) Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*. 99: 106-113.
 34. Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordas CA and Damalas CA (2011) Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping Systems. *European Journal Agronomy*. 34: 287-294.
 35. Liu JH, Zeng ZH, Jiao LX, Hu YG, Wang Y and Li H (2006) Intercropping of different silage maize cultivars and alfalfa. *Acta Scientiarum Agronomy*. 32: 125-130.
 36. Malezieux E, Crozat Y, Dupraz C, Laurans M, Makowski D, Ozier-Lafontaine H, Rapidel B, Tourdonnet S and Valantin-Morison M (2009) Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. *Review Journal Agronomy for Sustainable Development*. 29: 43-62.
 37. Mikic A, Cupina B, Mihailovic V, Krstic D, Antanasovic S, Zoric L, Dordevic V, Peric V and Srebric M (2013) Intercropping white (*Lupinus albus*) and Andean (*Lupinus mutabilis*) lupins with other annual cool season legumes for forage production. *South African Journal of Botany*. 89: 296-300.
 38. Reich JM and Casler MD (1985) Effect of maturity and alfalfa competition on expected selection response for smooth brome grass forage quality traits. *Crop Science*. 25: 635-640.
 39. Sadeghpour A, Jahanzad E, Esmaeili A, Hosseini MB and Hashemi M (2013) Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series. *Field Crop Research*. 148: 43-48.

40. Strydhorst SM, King JR, Lopetinsky KJ and Neil Harker K (2008) Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin or field pea. *Journal of Agronomy*. 100: 182-190.
41. Tofinga MP, Paolini R and Snaydon RW (1993) A study of root and shoot interactions between cereals and peas in mixtures. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 120: 13-24.
42. Tsubo M, Walker S and Mukhala E (2001) Comparisons of radiations use efficiency of mono-intercropping systems with different row orientations. *Field Crop Research*. 71: 17-29.
43. Ullah MA (2010) Forage production in panicum grass-legumes intercropping by combining geometrical configuration, inoculation and fertilizer under rainfed conditions. University of Kassel. Ph.D. dissertation.
44. Wang Y, McAllister TA, Barbieri LR and Berg BP (2006) Effect of sainfoin incorporated into alfalfa pasture on ruminal fluid characteristics and development of bloat in grazing steers. *Canadian Journal of Animal Science*. 86(3):383-392.
45. Willey RW and Osiru DSO (1972) Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with special reference to plant population. *Journal of Agricultural Science*. 79: 519-529.
46. Willey RW and Rao MR (1980) A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*. 16: 117-125.
47. Yolcu H, Polat M and Aksakal V (2009) Morphologic, yield and quality parameters of same annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. *Food, Agriculture and Environment*. 7: 594-599.
48. Zhang G, Yang Z and Dong SH (2011) Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. *Field Crop Research*. 124: 66-73.

