



ارزیابی کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت با برخی لگومها

* عبدالله جوانمرد^۱، عادل دباغ محمدی نسب^۲، عزیز جوانشیر^۳،

محمد مقدم^۳ و حسین جانمحمدی^۴

^۱ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه، ^۲ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تبریز،

^۳ استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تبریز، ^۴ دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱

چکیده

به منظور ارزیابی کیفیت علوفه در کشت مخلوط، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. تیمارها شامل کشت خالص شبدر برسیم، ماشک گل خوشه‌ای، لوبیا، گاو دانه و دو هیبرید ذرت (سینگل کراس ۷۰۴ و ۳۰۱) در تراکم مطلوب و کشت مخلوط هیبرید ذرت ۷۰۴ و ۳۰۱ با هر یک از لگوم‌ها به صورت افزایشی بود. نتایج نشان داد ویژگی‌های کیفی علوفه مانند عملکرد پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولوز، کل ماده مغذی قابل هضم و ماده خشک مصرفی تحت تأثیر کشت مخلوط قرار گرفتند. مخلوط هیبرید ذرت ۳۰۱ و ۷۰۴ با ماشک گل خوشه‌ای به ترتیب دارای بالاترین عملکرد پروتئین خام (۲۱۸۰/۹۵ و ۱۹۳۷/۱۹ کیلوگرم در هکتار) بودند و کمترین میزان عملکرد کل پروتئین نیز به کشت خالص هیبریدهای ۷۰۴ و ۳۰۱ ذرت (به ترتیب ۷۱۴/۹۷ و ۷۶۲/۳۰۸ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت. همچنین کمترین میزان دیواره سلولی (NDF) و دیواره سلولی بدون همی سلولوز (ADF) در کشت مخلوط هیبرید ذرت ۳۰۱ با لوبیا و ماشک گل خوشه‌ای و تا حدودی با گاو دانه نسبت به سایر مخلوط‌ها مشاهده شد. در نتیجه با کاهش NDF و ADF، میزان کل ماده مغذی قابل هضم (TDN) و ماده خشک مصرفی (DMI) علوفه افزایش یافت. براساس نتایج این پژوهش می‌توان کشت مخلوط هیبرید ذرت ۳۰۱ با ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا را به عنوان علوفه با کیفیت برتر معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: دیواره سلولی (NDF)، دیواره سلولی بدون همی سلولوز (ADF)، عملکرد پروتئین خام، لوبیا، ماشک گل خوشه‌ای

* مسئول مکاتبه: a.javanmard@maragheh.ac.ir

مقدمه

انقلاب سبز از دهه ۱۹۶۰ میلادی دگرگونی قابل توجهی را در کشاورزی و تأمین نیازهای غذایی انسان ایجاد کرد. تولید ارقام پرمحصول، استفاده از کودهای شیمیایی و سموم آفت کش از طرفی سبب افزایش قابل توجه تولید غلات شد ولی از سوی دیگر، کاهش تنوع، زوال منابع آب و خاک و همچنین مصرف روزافزون انرژی فسیلی را به همراه داشت. این روند مشکلات زیست محیطی نیز در بر دارد که سبب طرح موضوع کشاورزی پایدار گردید (سولیوان، ۲۰۰۳). کشت مخلوط به عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی، اهدافی مانند ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت 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 (گوش، ۲۰۰۴؛ لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶؛ لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۷؛ فیناندز آپاریسیو و همکاران، ۲۰۰۷). ذرت به عنوان یک گیاه علوفه‌ای دارای عملکرد و انرژی بالایی است که نسبت به سایر گیاهان علوفه‌ای به نیروی کارگری و ماشین‌آلات کم‌تری نیاز دارد. همچنین ذرت منبع اولیه انرژی در صنعت دام‌داری جهان است که ارزش غذایی آن مربوط به قابلیت هضم آن می‌باشد، ولی دارای پروتئین خام پایینی است (کانتریراس‌گویا و همکاران، ۲۰۰۹a). در حالی که لگوم‌ها از نظر پروتئین غنی هستند (راس و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین کمبود پروتئین در علوفه ذرت از طریق کشت مخلوط لگوم‌ها با ذرت جبران می‌شود. کشت مخلوط غلات با لگوم‌ها و گیاهان علوفه‌ای دیگر، محصول علوفه را برای سیلو مهیا می‌کند و یک روش افزایش منابع پروتئینی بومی یا خانگی محسوب می‌گردد (آرمسترانگ و همکاران، ۲۰۰۸). یکی از اهداف کشت مخلوط ذرت و آفتاب‌گردان، تکمیل ویژگی‌های برتر دو گونه و در نتیجه تولید علوفه سیلویی است که غذای کامل‌تری نسبت به ذرت سیلویی خالص از نظر فیبر، چربی و میزان پروتئین می‌باشد (آنیل و همکاران، ۲۰۰۰). از آنجایی که لگوم‌ها پروتئین بالاتری نسبت به غلات دارند، دام‌داران، لگوم‌ها را برای افزایش عملکرد و کیفیت علوفه و کاهش احتمالی کمبود پروتئین خام به علوفه اضافه می‌کنند (آرمسترانگ و همکاران، ۲۰۰۸). لگوم‌ها شامل میزان پروتئین بالا، ظرفیت بافری زیاد و سطوح پایین‌تر کربوهیدرات محلول در آب هستند و این امر آن‌ها را حساس به پروتئولیز شدن شدید در طی تخمیر می‌کند (آرمسترانگ و همکاران، ۲۰۰۸). راه کارهای کاهش تجزیه پروتئین در لگوم‌ها عبارتند از: سیلو کردن در غلظت بالای ماده خشک، افزایش سطح قند محلول در گیاه توسط برداشت دیر هنگام وقتی که گیاهان سطوح بالاتری

از کربوهیدرات محلول در آب (WSC)^۱ دارند، کاربرد اسیدهای آلی برای کاهش سریع pH یا پر شدن سریع سیلو و بسته‌بندی خوب و فشردگی کامل به‌منظور به حداقل رساندن گرما و حداکثر کاهش pH. به‌دلیل، تفاوت غلظت WSC موجود در بین لگوم‌ها و گراس‌ها، پژوهش بر روی ارزیابی کشت مخلوط به‌عنوان یک روش کاهش سریع pH و کاهش تجزیه پروتئین انجام شده است (کانتریراس و همکاران، ۲۰۰۶؛ کانتریراس و همکاران، ۲۰۰۹). دیویس و همکاران (نقل از کانتریراس و همکاران، ۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که مخلوط چچم پرگل (شامل ۲۵۰ گرم کربوهیدرات محلول در آب در هر کیلوگرم ماده خشک) با شبدر سفید (شامل ۶۶ گرم کربوهیدرات محلول در آب در هر کیلوگرم ماده خشک)، pH سیلو را تا ۲/۲۱ واحد کاهش می‌دهد و اسید لاکتیک تا ۲۵۰ درصد در مقایسه با سیلوی شبدر خالص افزایش می‌یابد. در نتیجه با افزایش غلظت اسید لاکتیک و کاهش سریع تر pH (مناسب برای سیلوکردن ۳/۸-۴/۲ است)، سیلوکردن به آسانی و با هزینه کم‌تر صورت خواهد گرفت. با توجه به قیمت بالای کنسانتره نسبت به علوفه، کشت مخلوط ذرت و لگوم می‌تواند در کاهش هزینه‌ها مؤثر باشد. عملکرد بالا و هزینه کم از ویژگی‌هایی هستند که غلات را برای تولید علوفه مناسب می‌کند و لگوم‌ها نیز به‌دلیل برخورداری از محتویات پروتئینی و مواد معدنی بیش‌تر نسبت به غلات موجب افزایش کیفیت علوفه می‌شوند (قنبری‌بنجار، ۲۰۰۰). یکی دیگر از برتری‌های کشت مخلوط غلات- لگوم، اثرات مکملی آن‌ها در استفاده از نیتروژن معدنی و اتمسفری است که موجب کاهش رقابت آن‌ها برای استفاده از نیتروژن می‌شود (قنبری‌بنجار و لی، ۲۰۰۲). لاوریاوت و کرکسی (۲۰۰۴) بیان کردند که به‌دلیل پایین بودن کیفیت علوفه غلات نسبت به یونجه، در شمال امریکا و کانادا غلات علوفه‌ای (جو و یولاف) بیش‌تر به‌منظور افزایش میزان پروتئین و بدون هیچ تأثیر منفی بر روی عملکرد کل، به‌صورت مخلوط با لگوم‌ها کشت می‌شوند. با توجه به اهمیت گسترش سیستم‌های کشاورزی پایدار، این پژوهش با هدف افزایش پتانسیل و امکان کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای لگوم- ذرت و تعیین بهترین ترکیب کشت مخلوط لگوم- ذرت برای ارتقاء کیفیت علوفه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش مزرعه‌ای در سال‌های زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز (اراضی کرکج) با طول جغرافیایی

1- Water Soluble Carbohydrate

۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح آب‌های آزاد با اقلیم نیمه‌خشک سرد اجرا شد. خاک محل آزمایش جزو خاک‌های شن لومی محسوب می‌شود و pH آن در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط قرار دارد. حداکثر هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (EC) معادل ۲۲۰ میکروموس بر سانتی‌متر است، بنابراین مشکل شوری وجود نداشت. مقدار ماده آلی خاک ناچیز و در محدوده ۰/۸ درصد قرار داشت. طرح آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۴ تیمار بود. تیمارها عبارت بودند از: ۱- کشت خالص شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.)، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*)، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)، دو هیبرید ذرت (*Zea mays* L.) (سینگل کراس ۷۰۴ و ۳۰۱) و گاودانه (*Vicia ervilia*) به ترتیب در تراکم ۲۵۰، ۲۰، ۱۰ و ۲۵۰ بوته در مترمربع و ۲- کشت مخلوط ردیفی هیبرید ذرت ۷۰۴ و ۳۰۱ با هر یک از لگوم‌های مذکور. تعداد کرت‌های آزمایشی ۴۲ عدد، مساحت کرت‌های مخلوط و کشت خالص هیبریدهای ذرت (۷۰۴ و ۳۰۱) ۹/۶ مترمربع و مساحت کرت‌های کشت خالص لگوم‌ها ۴/۸ مترمربع در نظر گرفته شد. در همه تیمارهای مخلوط و خالص، ۴ ردیف کاشت به طول ۴ متر و با فاصله ردیفی ۶۰ سانتی‌متر وجود داشت. روش کشت مخلوط از نوع افزایشی کامل بود به صورتی که در یک طرف پشته، ذرت و در طرف دیگر آن لگوم کشت گردید. کاشت بذرها به طریقه دستی در هر ۲ سال صورت گرفت. قبل از کاشت و به منظور پیش‌گیری از بیماری‌های قارچی، بذرها با سم بنومیل، به میزان ۲ در هزار ضدعفونی شدند. تاریخ کاشت در هر دو سال بعد از برداشت کلزا و در اول تیرماه به صورت کشت دوم^۱ انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. در طول فصل رشد، آبیاری به صورت جوی و پشته با توجه به شرایط اقلیمی هر هفته یک‌بار انجام پذیرفت. هم‌زمان با استقرار کامل گیاهان به میزان ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌عنوان استارتر و به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش به غیر از کاربرد استارتر از مصرف هر گونه مواد شیمیایی در طی فصل رشد خودداری شد. همه لگوم‌ها به‌جز ماشک گل‌خوشه‌ای در اواخر شهریور هر سال و در اوایل گل‌دهی برداشت شدند. ولی برداشت چین اول و دوم ماشک در هر دو سال در اوایل گل‌دهی به ترتیب در هفته دوم مرداد و اول مهر صورت گرفت. همچنین برداشت هیبریدهای ذرت در مرحله شیری انجام پذیرفت. برای برداشت بعد از حذف حاشیه‌ها دو ردیف وسطی (۳/۶ مترمربع) برداشت و وزن تر علوفه به تفکیک نوع گیاه ثبت شد. سپس برای تعیین عملکرد خشک، علوفه برداشت شده از سطح ۳/۶ مترمربع خرد شده و در

آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شد (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶). نمونه‌ها بعد از خشک شدن، برای تعیین ویژگی‌های کیفی علوفه با الک ۱ میلی‌متری آسیاب گردیدند. درصد پروتئین خام علوفه با استفاده از دستگاه کجلدال^۱ تعیین شد. در این روش پس از اندازه‌گیری نیتروژن کل نمونه با اعمال ضریب ۶/۲۵، درصد پروتئین خام علوفه در تیمارهای مختلف محاسبه شد (استرایدهورست، ۲۰۰۸). عملکرد پروتئین خام کل از حاصل ضرب درصد پروتئین خام هر یک از گیاهان در عملکرد ماده خشک آن‌ها به دست آمد (ئین و واین، ۲۰۰۵). اندازه‌گیری NDF^۲ و ADF^۳ با استفاده از دستگاه فایبرتک^۴ و طبق روش ون‌سوست (۱۹۹۴) صورت گرفت. TDN^۵ و DMI^۶ علوفه نیز طبق روابط زیر محاسبه شدند (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶).

$$TN = (-1/291 \times ADF) + 101/35$$

$$DMI = 120 \div NDF \text{ dry matter basis\%}$$

در نهایت تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از آزمایش به دو صورت انجام گرفت. در حالت اول، تجزیه داده‌ها با هدف مشخص کردن تفاوت بین تیمارهای کشت مخلوط و کشت خالص به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. ولی، در حالت دوم تیمارهای کشت خالص وارد محاسبه‌ها نشدند و آزمایش براساس فاکتوریل تجزیه شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت و گراف‌ها توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD و دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد پروتئین خام (CPY)^۷: یکی از برتری‌های عمده کشت مخلوط لگوم با گراس علوفه‌ای افزایش عملکرد کل پروتئین خام نسبت به کشت خالص گراس است (استرایدهورست و همکاران،

-
- 1- Kejjeldahl
 - 2- Neutral detergent fiber
 - 3- Acid detergent fiber
 - 4- Tecator Fibertec
 - 5- Total digestible nutrients
 - 6- Dry matter intake
 - 7- Crude protein yield

۲۰۰۸؛ آرمسترانگ و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثر نوع کشت و اثر متقابل نوع کشت در سال، در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. بین دو سال آزمایش از نظر عملکرد کل پروتئین خام اختلاف معنی داری وجود داشت، به طوری که سال دوم با عملکردی معادل ۱۵۰۲/۳۶۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با عملکرد ۱۱۶۴/۲۶۳ کیلوگرم در هکتار برتری نشان داد. احتمال می رود دلیل آن تولید بیش تر ماده خشک و همچنین تا حدودی تثبیت بیش تر نیتروژن و یا حتی جذب بیش تر نیتروژن توسط ذرت در سال دوم باشد. با توجه به جدول مقایسه میانگین ها ملاحظه می شود عملکرد کل پروتئین خام بر اثر ترکیب لگوم با ذرت افزایش پیدا کرده است (جدول ۲). کشت مخلوط ذرت ۳۰۱ و ۷۰۴ با ماشک گل خوشه ای به ترتیب دارای بالاترین عملکرد پروتئین خام (۲۱۸۰/۹۵ و ۱۹۳۷/۱۹ کیلوگرم در هکتار) بودند و کم ترین میزان عملکرد کل پروتئین نیز به کشت خالص هیبریدهای ذرت ۷۰۴ و ۳۰۱ (به ترتیب معادل با ۷۱۴/۹۷ و ۷۶۲/۳۰۸ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت. میزان افزایش عملکرد کل پروتئین خام در کشت های مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ و ۳۰۱ با لگوم ها نسبت به کشت خالص آن ها به ترتیب ۹۵/۵۳ و ۱۰۵/۴۲ درصد بود. دلیل افزایش بیش تر عملکرد پروتئین در کشت مخلوط با ذرت هیبرید ۳۰۱ می تواند نسبت بیش تر لگوم ها در عملکرد کل ماده خشک (مجموع علوفه خشک ذرت و لگوم) و میزان پروتئین بیش تر هیبرید ۳۰۱ باشد. به طور کلی، میزان پروتئین خام لگوم ها بیش تر از گراس ها است (راس و همکاران، ۲۰۰۵؛ لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶؛ بینگول و همکاران، ۲۰۰۷). به همین جهت میزان پروتئین خام (CP)^۱ در تیمارهای کشت مخلوط با لگوم ها افزایش یافته است. لیو و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که در سیستم کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی ذرت میزان پروتئین خام ۳۰/۸-۹۹/۴ درصد افزایش نشان داد. نتایج تجزیه واریانس به صورت فاکتوریل (جدول ۳) نمایانگر آن است که عملکرد کل پروتئین خام تحت تأثیر معنی دار اثر سال، هیبرید ذرت و اثر متقابل نوع لگوم در سال واقع شده است. مقایسه میانگین ترکیب لگوم ها با سال (جدول ۴) برای عملکرد کل پروتئین نشان داد که در سال دوم همه لگوم ها وضعیت بهتری نسبت به سال اول دارند. به عبارت دیگر، لگوم ها در سال دوم به دلیل عملکرد ماده خشک بیش تر موجب افزایش بیش تر عملکرد پروتئین خام شده اند. شرایط محیطی بهتر برای رشد گونه ها از جمله دریافت بیش تر نور در سال دوم دلیل این امر است. بیش ترین عملکرد کل پروتئین خام به ماشک گل خوشه ای و در سال ۱۳۸۶ متعلق بود. بعد از آن ماشک گل خوشه ای در سال ۱۳۸۵ در رتبه

بعدی قرار گرفت. کمترین عملکرد پروتئین خام نیز به گاودانه در سال ۱۳۸۵ مربوط بود که اختلاف معنی داری را با شبدر برسیم و لوبیا نداشت. می توان نتیجه گرفت که در هر دو سال ماشک گل خوشه‌ای به دلیل برخورداری از بالاترین علوفه خشک در میان لگوم‌ها و همچنین دارا بودن درصد بالایی از میزان پروتئین خام بیشترین تأثیر را روی افزایش عملکرد پروتئین خام مخلوط گذاشته است. به‌طورکلی، دلیل افزایش عملکرد پروتئین خام در مخلوط نسبت به کشت خالص هیبریدهای ذرت، افزایش تولید ماده خشک بیشتر و میزان CP بالاتر و میزان پروتئین بیشتر هیبریدهای ذرت در کشت مخلوط به دلیل انتقال نیتروژن از لگوم‌ها به ذرت نسبت به تک‌کشتی و همچنین حضور لگوم‌ها با داشتن میزان پروتئین خام بالاتر است. همچنین، بین عملکرد کل ماده خشک و عملکرد پروتئین خام یک همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد و با توجه به افزایش عملکرد کل ماده خشک در کشت مخلوط، افزایش عملکرد پروتئین خام (CPY) قابل توجیه است (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶). هاوگارد نیلسن و همکاران (۲۰۰۳) به این نتیجه رسیدند که میزان غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی کشت مخلوط جو- نخود در حدود ۳ برابر میزان تجمع نیتروژن در تک‌کشتی جو می‌شود و افزایش تجمع نیتروژن به افزایش درصد پروتئین خام و عملکرد پروتئین منجر می‌گردد. نتایج مشابهی دال بر افزایش چشم‌گیر عملکرد پروتئین خام علوفه بر اثر ترکیب لگوم با گراس توسط لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷)، بینگول و همکاران (۲۰۰۷)، استرایدهورست و همکاران (۲۰۰۸)، کانتریاس و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد کل پروتئین خام بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی برای کشت‌های خالص و مخلوط.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال (Y)	۱	۱۷۱۴۶۶۷/۲۷*
خطا ۱	۴	۱۸۱۳۸۰/۴۹
تیمار (T)	۹	۱۲۵۸۷۷۳/۰۳**
(Y)*(T)	۹	۹۳۷۴۰/۲۱**
خطا ۲	۳۶	۲۸۵۶۱/۹۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۶۸

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم (۱)، ۱۳۹۲

جدول ۲- میانگین عملکرد کل پروتئین خام (کیلوگرم در هکتار) در کشت‌های خالص و مخلوط در دو سال و میانگین دو سال.

تیمار	۱۳۸۵	۱۳۸۶	میانگین دو سال
M (704)	۶۴۱/۷۷	۷۸۸/۱۷	۷۱۴/۹۷
M (301)	۶۶۷/۹۷	۸۵۶/۶۴	۷۶۲/۳۰
M(704)-BV	۸۶۱/۲۱	۱۳۸۷/۱۱	۱۱۲۴/۱۶
M(704)-BC	۱۲۶۵/۰۲	۱۲۸۸/۲۱	۱۲۷۶/۶۱
M(704)-CB	۱۱۴۷/۶۸	۱۳۳۳/۵۹	۱۲۵۴/۱۴
M(704)-V	۱۶۱۹/۴۰	۲۲۵۴/۹۷	۱۹۳۷/۱۹
M(301)-BV	۹۲۶/۵۲	۱۴۷۵/۴۷	۱۲۰۰/۹۹
M(301)-BC	۱۳۷۰/۳۰	۱۵۸۵/۳۶	۱۴۷۷/۸۳
M(301)-CB	۱۳۰۸/۲۸	۱۴۹۹/۶۲	۱۴۰۳/۹۵
M(301)-V	۱۸۰۷/۴۵	۲۵۵۴/۴۵	۲۱۸۰/۹۵
LSD (%5)	۳۵۲/۸۷	۲۰۸/۷۷	۳۵۷/۲۴

Bitter Vetch (BV): گاو دانه، Berseem Clover (BC): شبدر برسیم، Commen Bean (CB): لوبیا، Vetch (V):

ماشک گل خوشه‌ای، Maize (M 704): ذرت ۷۰۴ و Maize (M 301): ذرت ۳۰۱.

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آن‌ها کم‌تر از LSD باشد، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد پروتئین خام در کشت‌های مخلوط ذرت با لگوم‌ها به صورت فاکتوریل.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال (Y)	۱	۱۷۳۹۵۵۱/۴۰*
تکرار در سال	۴	۲۰۸۴۱۳/۶۰**
هیبرید ذرت (C)	۱	۳۳۸۳۰۶/۷۰**
(Y)*(C)	۱	۲۴۱۳۳/۳۰ ^{ns}
نوع لگوم (L)	۳	۱۸۷۷۶۴۳/۳۰ ^{ns}
(Y)*(L)	۳	۲۳۱۷۰۷/۴۰**
(C)*(L)	۳	۱۵۴۸۴/۸۰ ^{ns}
(Y)*(C)*(L)	۳	۴۶۵۸/۱۰ ^{ns}
خطا	۲۸	۳۲۳۱۲/۵۹
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۱۳

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد پروتئین خام در ترکیبات تیماری (لگوم × سال).

نوع لگوم	سال	
	۱۳۸۶	۱۳۸۵
گاودانه	۱۴۳۱/۲۹ ^{bc}	۸۹۳/۰۰ ^c
شیدر برسیم	۱۴۳۶/۷۸ ^{bc}	۱۳۱۷/۶۶ ^c
لوییا	۱۴۱۶/۶۱ ^{bc}	۱۲۴۱/۴۸ ^c
ماشک گل خوشه‌ای	۲۴۰۴/۷۱ ^a	۱۷۱۳/۴۲ ^b

حروف مشترک در مجموع دو ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد است.

دیواره سلولی (NDF) و دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF): صفات کیفی مهم دیگر علوفه غلظت NDF و ADF است. NDF نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام است و ADF قابلیت هضم را نشان می‌دهد (لاوریولت و کرکسی، ۲۰۰۴؛ کانتریاس و همکاران، ۲۰۰۹). وقتی درصد NDF افزایش می‌یابد مصرف ماده خشک به دلیل افزایش میزان سیرکنندگی علوفه کاهش می‌یابد. بنابراین، درصد پایین NDF مطلوب است (بینگول و همکاران، ۲۰۰۷). براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵)، غلظت دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز علوفه تحت تأثیر معنی‌دار کشت‌های خالص و مخلوط قرار گرفته‌اند. تجزیه مرکب دو سال (جدول ۶) به صورت فاکتوریل نیز بیانگر تفاوت معنی‌دار بین لگوم‌ها از نظر NDF و ADF علوفه بود. این شاخص‌ها، تحت تأثیر اثرات متقابل هیبرید ذرت در سال و هیبرید ذرت در نوع لگوم نیز واقع شدند. بین سال‌های آزمایش از نظر میزان NDF علوفه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت، به طوری که میزان NDF کل در سال دوم با میانگین ۴۸۸/۷۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک نسبت به سال اول با NDF معادل ۴۴۷/۴۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک بیشتر بود. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) مشخص کرد که کشت مخلوط ذرت با لگوم به کاهش چشم‌گیر میزان NDF و ADF علوفه به دست آمده از مخلوط در مقایسه با علوفه خالص ذرت منجر شد. نتایج مشابهی دال بر کاهش NDF و ADF علوفه به دست آمده از مخلوط گراس با لگوم توسط آنیل و همکاران (۲۰۰۰)، راس و همکاران (۲۰۰۵)، لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۰۶)، بینگول و همکاران (۲۰۰۷)، استرایدهورست و همکاران (۲۰۰۸) و کانتریاس و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است. مقایسه

میانگین ترکیب تیماری هیبریدهای ذرت با لگوم‌ها (جدول ۸) از نظر NDF و ADF کل نشان داد که مخلوط هیبرید ۷۰۴ با گاودانه و شبدر برسیم دارای بالاترین میزان NDF هستند ولی با مخلوط هیبرید ۳۰۱ با شبدر برسیم تفاوت معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین میزان NDF نیز در مخلوط هیبرید ۳۰۱ با گاودانه، لوبیا و ماشک مشاهده شد. مخلوط‌های هیبرید ۷۰۴ با لوبیا و ماشک در حالت حد واسط واقع شدند. از نظر ADF کل، مخلوط هیبرید ۷۰۴ با گاودانه و شبدر برسیم بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند و کم‌ترین میزان ADF نیز به مخلوط هیبرید ۳۰۱ با لوبیا اختصاص داشت. بعد از آن مخلوط هیبرید ۳۰۱ با گاودانه و ماشک و مخلوط هیبرید ۷۰۴ با لوبیا قرار داشتند (جدول‌های ۷ و ۸). به نظر می‌رسد کاهش میزان NDF و ADF کل علوفه در شرایط مخلوط با لگوم‌ها، از بالا 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 آن اختصاص می‌دهند و بر اثر افزایش نسبت برگ به ساقه میزان NDF و ADF کاهش می‌یابد. تسوبو و همکاران (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که سایه‌اندازی بوته‌های ذرت بر روی بوته‌های لوبیا موجب افزایش شاخص سطح برگ کانوپی^۱ لوبیا شد. مقایسه میانگین ترکیب ذرت با سال در جدول ۹ نشان می‌دهد از نظر NDF کل، هیبریدهای ذرت در دو گروه قرار گرفتند، هیبرید ۷۰۴ در هر دو سال همراه با هیبرید ۳۰۱ در سال ۱۳۸۶ در یک گروه آماری و در رتبه اول واقع شدند. هیبرید ۳۰۱ در سال ۱۳۸۵ نیز در رتبه بعدی قرار گرفت. واکنش هیبریدهای ذرت در دو سال از نظر میزان ADF کل نیز متفاوت بود. به‌طوری‌که کم‌ترین ADF به هیبرید ۳۰۱ در سال ۱۳۸۵ مربوط بود و بعد از آن هیبرید ۳۰۱ در سال ۱۳۸۶ قرار گرفت. در هر دو سال بالاترین ADF کل به هیبرید ۷۰۴ اختصاص داشت. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که نقش هیبرید ۳۰۱ در سال اول (۱۳۸۵) در کاهش ADF کل علوفه بیش‌تر از سال دوم بوده است، در حالی‌که تأثیر ذرت هیبرید ۷۰۴ بر ADF کل در دو سال یکسان بود. به‌طورکلی، کاهش معنی‌دار غلظت NDF و ADF علوفه به نوع لگوم و هیبرید ذرت نسبت داده می‌شود. چنان‌چه مخلوط هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و ماشک گل‌خوشه‌ای و تا حدودی با گاودانه به کاهش بیش‌تر NDF و ADF نسبت به مخلوط آن‌ها با هیبرید ۷۰۴ منجر شد. در این آزمایش، نقش لوبیا و ماشک گل‌خوشه‌ای در کاهش اجزای

1- Canopy

تشکیل‌دهنده دیواره سلولی بیش‌تر از شبدر برسیم و گاودانه بود. آسیفا و لیدین (۲۰۰۱) بهبود کیفیت علوفه در مخلوط ماشک با یولاف را بر حسب NDF پایین به حضور ماشک نسبت دادند. راس و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که غلظت NDF بیش‌تر از ۵۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌شدت مصرف اختیاری دام را کاهش می‌دهد. بنابراین، با گنجاندن لگوم‌ها در مخلوط با ذرت به‌ویژه هیبرید ۳۰۱، امکان افزایش مصرف علوفه توسط دام به‌دلیل کاهش NDF و ADF و در نتیجه افزایش کیفیت علوفه قابل انتظار است. با توجه به جدول استاندارد کیفی علوفه (جدول ۱۰) می‌توان نتیجه گرفت که از نظر NDF کل، مخلوط هیبریدهای ذرت با ماشک گل‌خوشه‌ای و لوبیا و همچنین مخلوط هیبرید ۳۰۱ با گاودانه دارای رتبه ۱^۱ هستند، که نشان‌دهنده بهبود کیفیت علوفه در نتیجه مخلوط ذرت با این لگوم‌ها است. مخلوط هیبریدهای ذرت و شبدر برسیم همراه با مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ و گاودانه در رتبه ۲ (Good) واقع شدند. کم‌ترین رتبه به‌ترتیب متعلق به علوفه خالص ذرت هیبرید ۷۰۴ (Poor) و هیبرید ۳۰۱ (Fair) بود. از نظر ADF کل، همه مخلوط‌ها به غیر از مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با شبدر برسیم به‌عنوان ممتاز^۲ محسوب می‌شوند. مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با شبدر برسیم از این نظر در رتبه پایین‌تر قرار می‌گیرد.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب میزان NDF، ADF، TDN و DMI علوفه به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		NDF کل	TDN کل	ADF کل
سال (Y)	۱	۳۵۳۷۷/۴۱ ^{ns}	۶۷۸۹/۳۷ ^{ns}	۸۸۰/۲۸ ^{ns}
خطای ۱	۴	۶۲۴۹/۱۶	۴۶۸۳/۶۳	۲۷۱۷/۷۶
تیمار (T)	۹	۲۹۸۹۵/۰۱ ^{**}	۱۲۵۷۰/۹۴ ^{**}	۷۸۸۱/۴۰ ^{**}
(Y)*(T)	۹	۲۹۴۸/۱۶ ^{ns}	۱۳۸۴/۶۰ ^{ns}	۷۲۰/۹۶ ^{ns}
خطای ۲	۳۶	۱۴۱۷/۹۵	۸۸۸/۳۱	۳۷۶/۴۰
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۶۱	۴/۸۵	۶/۴۱

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

1- Premium

2- Prime

نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم (۱)، ۱۳۹۲

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب میزان NDF، ADF، TDN و DMI علوفه به صورت فاکتوریل.

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
DMI کل	TDN کل	ADF کل	NDF کل		
۷۸/۳۶*	۹۲۵۹/۳۴ ^{NS}	۱۳۲۱/۲۱ ^{NS}	۲۰۴۰۵/۹۶**	۱	سال (Y)
۹/۷۰	۲۷۰۶/۳۹	۱۵۹۹/۲۵	۳۲۳۶/۵۰	۴	تکرار در سال
۱۱۰/۱۴ ^{NS}	۲۷۰۹۵/۴۲**	۱۳۹۴۶/۵۶ ^{NS}	۳۳۴۹۱/۵۷ ^{NS}	۱	هیبرید ذرت (C)
۳۴/۴۲**	۲۳۷/۲۵ ^{NS}	۲۲۸۴/۸۶**	۱۱۳۳۷/۸۳**	۱	(Y)*(C)
۴۲/۰۴**	۱۰۰۰۱/۷۶**	۴۹۱۲/۱۵**	۱۰۱۲۸/۰۴**	۳	لگوم (L)
۳/۵۳ ^{NS}	۱۱۶۴/۳۱ ^{NS}	۶۶۹/۳۹ ^{NS}	۷۶۳/۱۰ ^{NS}	۳	(Y)*(L)
۱۸/۰۷ ^{NS}	۱۷۶۲/۲۷ ^{NS}	۱۳۰۲/۳۵*	۵۶۴۹/۶۵*	۳	(C)*(L)
۱۴/۹۷*	۱۲۴۰/۵۳ ^{NS}	۵۰۵/۱۷ ^{NS}	۲۵۱۹/۹۳ ^{NS}	۳	(Y)*(C)*(L)
۳/۳۶	۸۱۴/۵۲	۲۷۷/۶۸	۱۲۵۱/۹۳	۲۸	خطا
۷/۰۳	۴/۵۵	۵/۷۲	۷/۵۶		ضریب تغییرات (درصد)

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{NS} غیر معنی دار.

جدول ۷- میانگین میزان NDF، ADF و TDN (گرم در کیلوگرم ماده خشک) در کشت‌های خالص و مخلوط.

نوع کشت	NDF (دیواره سلولی)	ADF (دیواره سلولی بدون همی سلولز)	TDN (کل ماده مغذی قابل هضم)
M (704)	۶۳۶/۳۹	۳۷۱/۵۳	۵۳۳/۸۴
M (301)	۵۶۹/۷۱	۳۲۶/۶۶	۵۹۱/۷۶
M(704)-BV	۵۳۴/۹۴	۳۳۰/۸۹	۵۶۳/۹۹
M(704)-BC	۵۱۷/۳۲	۳۲۱/۲۷	۵۸۷/۱۶
M(704)-CB	۴۶۵/۶۸	۲۸۳/۱۵	۶۳۵/۶۳
M(704)-V	۴۶۰/۰۸	۲۹۷/۲۲	۶۲۹/۷۵
M(301)-BV	۴۲۳/۵۲	۲۶۹/۳۰	۶۴۱/۱۰
M(301)-BC	۴۹۳/۵۹	۳۰۰/۹۱	۶۲۴/۹۸
M(301)-CB	۴۴۳/۰۶	۲۷۱/۵۱	۶۹۰/۴۸
M(301)-V	۴۳۳/۳۱	۲۸۱/۴۸	۶۵۰/۰۸
LSD (%5)	۴۸/۴۴	۲۴/۶۲	۴۹/۰۶

(BV) Bitter Vetch: گاودانه، (BC) Berseem Clover: شبدر برسیم، (CB) Commen Bean: لوبیا، (V) Vetch:

ماشک گل خوشه‌ای، (M 704) ذرت ۷۰۴ و (M 301) ذرت ۳۰۱.

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آن‌ها کم‌تر از LSD باشد براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین ترکیب تیماری ذرت با لگوم‌ها برای میزان NDF و ADF کل (گرم در کیلوگرم ماده خشک).

ADF (دیواره سلولی بدون همی سلولز)	NDF (دیواره سلولی)	نوع لگوم	نوع ذرت هیبرید
۳۳۰/۸۹ ^a	۵۳۴/۹۴ ^a	گاو دانه	۷۰۴
۳۲۱/۲۷ ^{ab}	۵۱۷/۳۲ ^a	شبدر برسیم	۷۰۴
۲۸۳/۱۵ ^{cd}	۴۶۵/۶۸ ^{bc}	لوبیا	۷۰۴
۲۹۷/۲۲ ^c	۴۶۰/۰۸ ^{bc}	ماشک گل خوشه‌ای	۷۰۴
۲۶۹/۳۰ ^d	۴۱۸/۴۵ ^c	گاو دانه	۳۰۱
۳۰۰/۹۱ ^{bc}	۴۹۳/۵۹ ^{ab}	شبدر برسیم	۳۰۱
۲۴۴/۴۸ ^e	۴۲۱/۳۶ ^c	لوبیا	۳۰۱
۲۸۱/۴۸ ^{cd}	۴۳۳/۳۰ ^c	ماشک گل خوشه‌ای	۳۰۱

حروف مشترک در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار است.

جدول ۹- مقایسه میانگین ترکیب تیماری هیبرید ذرت در سال برای میزان NDF و ADF (گرم در کیلوگرم ماده خشک).

ADF	NDF	هیبرید ذرت	سال
۳۰۹/۱	۴۸۹/۲۶ ^a	۷۰۴	۱۳۸۵
۲۶۱/۹۰ ^c	۴۰۵/۶۹ ^b	۳۰۱	۱۳۸۵
۳۰۶/۴۸ ^a	۴۹۹/۷۵ ^a	۷۰۴	۱۳۸۶
۲۸۶/۱۹ ^b	۴۷۷/۶۶ ^a	۳۰۱	۱۳۸۶

حروف مشترک در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار است.

جدول ۱۰- جدول استاندارد کیفی علوفه در مخلوط لگوم- گراس (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶).

CP (درصد)	ADF (درصد)	NDF (درصد)	DMI (درصد)	صفات کیفی نوع استاندارد
> ۱۹	< ۳۰	< ۴۰	> ۳	Prime
۱۷-۱۹	۳۱-۳۵	۴۰-۴۶	۲-۶-۲/۹	۱ (Premium)
۱۱-۱۶	۳۶-۴۰	۴۷-۵۳	۲/۱-۲/۵	۲ (Good)
۱۱-۱۳	۴۱-۴۲	۵۴-۶۰	۱/۷-۲	۳ (Fair)
۸-۱۰	۴۳-۴۵	۶۱-۶۵	۱/۳-۱/۶	۴ (Poor)
< ۸	> ۴۵	> ۶۵	< ۱/۲	۵ (Reject)

نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم (۱)، ۱۳۹۲

جدول ۱۱- میانگین میزان DMI کل (گرم بر کیلوگرم وزن بدن) در ترکیبات نوع کشت با سال.

سال		نوع کشت
۱۳۸۶	۱۳۸۵	
۱۷/۵۵ ^h	۲۰/۳۸ ^{gh}	M(704)
۲۰/۴۰ ^{gh}	۲۲/۳۸ ^{fg}	M(301)
۲۱/۷۹ ^{fg}	۲۱/۲۳ ^{fg}	M(704)-BV
۲۲/۸۶ ^{efg}	۲۴/۳۱ ^{cdef}	M(704)-BC
۲۶/۴۰ ^{bcd}	۲۶/۷۹ ^{bc}	M(704)-CB
۲۵/۵۴ ^{bcde}	۲۷/۷۰ ^b	M(704)-V
۲۳/۵۹ ^{def}	۳۲/۴۳ ^a	M(301)-BV
۲۳/۶۳ ^{def}	۲۶/۲۴ ^{bcd}	M(301)-BC
۲۷/۴۸ ^b	۳۱/۷۶ ^a	M(301)-CB
۲۷/۲۳ ^{bc}	۲۸/۵۱ ^b	M(301)-V

حروف مشترک در مجموع دو ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد است.
 Bitter Vetch (BV): گاو دانه، Berseem Clover (BC): شبدر برسیم، Commen Bean (CB): لوبیا، Vetch (V): ماشک گل خوشه‌ای، Maize (M 704): ذرت ۷۰۴ و Maize (M 301): ذرت ۳۰۱.

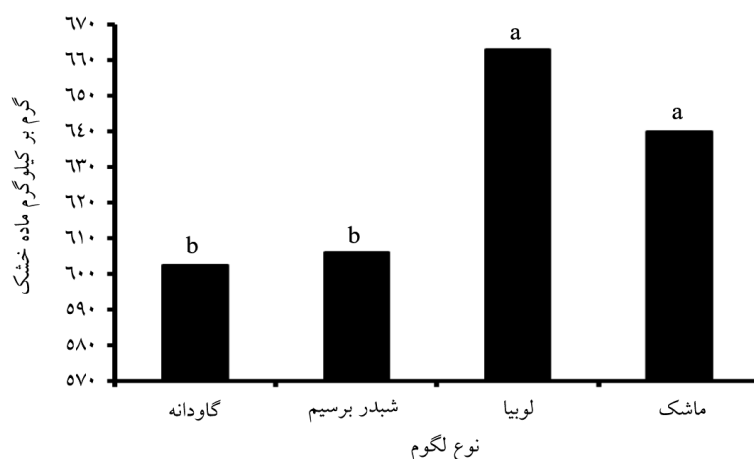
جدول ۱۲- میانگین میزان DMI کل برای اثر متقابل هیبرید ذرت در نوع لگوم در سال.

سال		نوع لگوم	نوع ذرت هیبرید
۱۳۸۶	۱۳۸۵		
۲۱/۷۹ ^f	۲۱/۲۳ ^f	گاو دانه	۷۰۴
۲۲/۸۶ ^{ef}	۲۴/۳۱ ^{cdef}	شبدر برسیم	۷۰۴
۲۶/۴۰ ^{bcd}	۲۶/۷۹ ^{bcd}	لوبیا	۷۰۴
۲۵/۵۴ ^{bcde}	۲۷/۷۰ ^{bc}	ماشک گل خوشه‌ای	۷۰۴
۲۳/۵۹ ^{def}	۳۲/۴۳ ^a	گاو دانه	۳۰۱
۲۳/۶۳ ^{def}	۲۶/۲۴ ^{bcde}	شبدر برسیم	۳۰۱
۲۷/۴۸ ^{bc}	۳۱/۷۶ ^a	لوبیا	۳۰۱
۲۷/۲۳ ^{bc}	۲۸/۵۱ ^b	ماشک گل خوشه‌ای	۳۰۱

حروف مشترک در مجموع دو ستون نشانگر نبود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

میزان کل ماده مغذی قابل هضم علوفه (TDN): تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که شاخص TDN علوفه تحت تأثیر نوع کشت قرار گرفت. مقایسه میانگین نوع کشت نشان داد که کل ماده مغذی

قابل هضم علوفه بر اثر مخلوط ذرت با لگومها افزایش پیدا کرده است (جدول ۷). میزان TDN فقط در مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با گاو دانه و مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با شبدر برسیم تفاوتی را با تیمار شاهد (کشت خالص هیبریدهای ذرت) نداشتند و در سایر مخلوطها این شاخص کیفی افزایش چشمگیری را پیدا کرد. بیشترین میزان TDN به مخلوط هیبریدهای ذرت هیبرید ۳۰۱ و ۷۰۴ با لوبیا تعلق داشت که در مقایسه با کشتهای خالص ذرت هیبرید به ترتیب ۱۶/۶۸ و ۷/۴۱ درصد افزایش یافت. نتایج تجزیه واریانس مرکب به صورت فاکتوریل (جدول ۶) نیز نشان داد، TDN کل تحت تأثیر هیبریدهای ذرت و نوع لگوم قرار گرفته است. بیشترین میزان ماده مغذی قابل هضم علوفه در مخلوطهای ذرت با لوبیا و ماشک گل خوشه‌ای به دست آمد و کمترین میزان TDN نیز از مخلوط هیبریدها با شبدر برسیم و گاو دانه به دست آمد (شکل ۱). به طور کلی، TDN نسبت معکوس با ADF دارد، یعنی وقتی که ADF افزایش می‌یابد، TDN کاهش پیدا می‌کند. افزایش شاخص سطح برگ در لوبیا و ماشک گل خوشه‌ای، تحت شرایط سایه، دلیل افزایش TDN کل علوفه می‌باشد. زیرا، برگها نسبت به ساقه از ADF پایین‌تری برخوردار هستند. بینگول و همکاران (۲۰۰۷) کاهش TDN را به افزایش ADF و میزان لیگنین بالا نسبت داده‌اند. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۰۶) نیز در کشت مخلوط یولاف با ماشک و ماشک با تربیتکاله، افزایش TDN را گزارش کرده‌اند. در این پژوهش مخلوط هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و ماشک گل خوشه‌ای و تا حدودی نیز گاو دانه میزان کل ماده مغذی علوفه را نسبت به علوفه خالص ذرت افزایش داده است (جدول ۷).



شکل ۱- کل ماده مغذی قابل هضم علوفه در مخلوط ذرت با لگومها (میانگین دو سال). حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی دار در بین تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد است.

میزان ماده خشک مصرفی (DMI) کل علوفه: براساس جدول‌های ۵ و ۶، DMI تحت تأثیر اثرات سال، نوع کشت، ترکیب تیماری نوع کشت در سال، نوع لگوم، ترکیب تیماری هیبرید ذرت در سال و هیبرید ذرت در نوع لگوم در سال قرار گرفته است. میزان کل ماده خشک مصرفی نیز بر اثر مخلوط ذرت با لگوم افزایش یافت. اثر سه‌جانبه هیبرید ذرت × نوع لگوم × سال در جدول ۱۲ ملاحظه می‌شود. در سال اول (۱۳۸۵) بالاترین DMI کل در مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و گاودانه مشاهده شد و کم‌ترین مقدار نیز به مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با گاودانه و شبدر برسیم متعلق بود. در سال دوم (۱۳۸۶) بیش‌ترین DMI کل به مخلوط هیبریدهای ذرت با ماشک گل‌خوشه‌ای و لوبیا مربوط بود. مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با لگوم‌ها در هر دو سال روند مشابهی داشته است و اختلاف معنی‌داری در بین مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با لگوم‌ها در دو سال آزمایش دیده نمی‌شود. ولی، میزان DMI آن‌ها در سال دوم کاهش غیرمعنی‌دار پیدا کرد. روند تغییرات مشابهی برای مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با شبدر برسیم و ماشک گل‌خوشه‌ای نیز مشاهده شد ولی، DMI مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و گاودانه در سال دوم کاهش معنی‌داری را نشان داد. بنابراین، تفاوت اساسی بین دو سال به مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و گاودانه مربوط می‌شود که در سال دوم (۱۳۸۶) میزان DMI آن‌ها به شدت کاهش یافت. با توجه به این‌که DMI همبستگی منفی با NDF علوفه دارد، بنابراین دلیل برتری سال اول از نظر DMI نسبت به سال دوم، میزان NDF پایین‌تر آن می‌باشد. بر این اساس، سال اول با DMI معادل ۲۷/۳۷ گرم در کیلوگرم وزن بدن نسبت به سال دوم با میانگین ۲۴/۸۱ گرم در کیلوگرم وزن بدن برتری دارد. در صورت مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لگوم‌ها DMI کل علوفه بیش‌تر از سایر مخلوط‌ها افزایش می‌یابد (جدول ۱۱). NDF کم‌تر ذرت هیبرید ۳۰۱ نسبت به ذرت هیبرید ۷۰۴ دلیل این امر می‌باشد. همچنین جذب بیش‌تر نور توسط لگوم‌ها و در نتیجه رشد بیش‌تر آن‌ها در کشت مخلوط با ذرت هیبرید ۳۰۱ به دلیل ارتفاع کم‌تر ذرت هیبرید ۳۰۱ دلیل برتری مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لگوم‌ها از نظر DMI می‌باشد. به‌طورکلی، با توجه به NDF کم‌تر لگوم‌ها نسبت به گراس‌ها، افزایش DMI علوفه مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لگوم‌ها قابل توجیه است. آسیفا و لیدین (۲۰۰۱) افزایش ماده خشک مصرفی یولاف را به افزایش میزان CP (پروتئین خام) کل بر اثر مخلوط با لگوم‌ها نسبت دادند. بنابراین، در مخلوط ذرت به‌ویژه هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و ماشک گل‌خوشه‌ای میزان ماده خشک مصرفی کل علوفه به‌طور چشم‌گیری نسبت به کشت خالص ذرت افزایش یافته است (جدول ۱۱). در کل، پتانسیل مصرف علوفه مخلوط توسط دام افزایش یافته است. براساس جدول استاندارد کیفی علوفه (جدول ۱۰)،

مخلوط هیبریدهای ذرت با ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا و همچنین مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با گاودانه از نظر استاندارد کیفیت در رتبه ۱ (Premium) قرار می‌گیرند. مخلوط هیبریدها با شبدر برسیم، مخلوط ذرت هیبرید ۷۰۴ با گاودانه و علوفه خالص ذرت هیبرید ۳۰۱ در رتبه ۲ (Good) واقع شدند. کم‌ترین رتبه به علوفه خالص ذرت هیبرید ۷۰۴ با درجه ۳ (Fair) مربوط بود.

نتیجه‌گیری کلی

در نهایت این آزمایش نشان داد که شاخص‌های کیفی علوفه مانند عملکرد پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز، کل ماده مغذی قابل هضم و ماده خشک مصرفی در نتیجه کشت مخلوط با لگوم‌ها بهبود پیدا کردند. به طوری که بالاترین عملکرد پروتئین خام در کشت مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ و ۷۰۴ با ماشک گل خوشه‌ای مشاهده شد. کم‌ترین میزان دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز به کشت مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با لوبیا و ماشک گل خوشه‌ای و تا حدودی با گاودانه اختصاص داشت. با کاهش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز، میزان کل ماده مغذی قابل هضم و ماده خشک مصرفی علوفه افزایش یافت. براساس نتایج این پژوهش می‌توان کشت مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا را به‌عنوان علوفه با کیفیت برتر معرفی کرد.

منابع

1. Anil, L., Park, J., and Phipps, R.H. 2000. The potential of forage-maize intercrops in ruminant nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85: 157-164.
2. Armstrong, K.L., Albrecht, K.L., Lauer, J.G., and Riday, H. 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Sci.* 48: 371-379.
3. Assefa, A., and Ledin, I. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stand and mixtures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 92: 95-111.
4. Bingol, N.T., Karsli, M.A., Yilmaz, I.H., 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. *J. Vet. Anim. Sci.* 31: 297-302.
5. Contreras-Govea, F.E., Albrecht, K.A., and Muck, R.E. 2006. Spring yield and silage characteristics of kura clover, winter wheat, and mixtures. *Agron. J.* 98: 781-787.

6. Contreras-Govea, F.E., Muck, R.E., Armstrong, K.L., and Albrecht, K.A. 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Anim. Feed Sci. Technol.* 150: 1-8.
7. Contreras-Govea, F.E., Muck, R.E., Armstrong, K.L., and Albrecht, K.A. 2009. Fermentability of corn-lablab bean mixtures from different planting densities. *Anim. Feed Sci. Technol.* 149: 298-306.
8. Fernandez-Aparicio, M., Sillero, J.C., and Rubials, D. 2007. Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Prot.* 26: 1166-1172.
9. Ghanbari Bonjar, A. 2000. Intercropping field bean (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum* L.) as a low-input forage. Ph.D. Thesis. Wye College, University of London, UK.
10. Ghanbari Bonjar, A., and Lee, H.C. 2002. Intercropping field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 138: 311-314.
11. Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut / cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crop Res.* 88: 227-237.
12. Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutr. Cyc. Agroeco.* 65: 289-300.
13. Lauriault, L.M., and Kirksey, R.E. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the southern high plains, USA. *Agron. J.* 96: 352-358.
14. Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agron. Sust. Dev.* 27: 95-99.
15. Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Res.* 99: 106-113.
16. Liu, J.H., Zeng, Z.H., Jiao, L.X., Hu, Y.G., Wang, Y., and Li, H. 2006. Intercropping of different silage maize cultivars and alfalfa. *Acta. Agron. Sci.* 32: 125-130.
17. Ross, S.M., King, J.R., O'Donovan, J.T., and Spaner, D. 2005. The productivity of oats and berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass and Forage Sci.* 60: 74-86.
18. Strydhorst, S.M., King, J.R., Lopetinsky, K.J., and Neil Harker, K. 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin or field pea. *Agron. J.* 100: 182-190.
19. Sullivan, P. 2003. Applying the principle of sustainable farming. ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service.

20. Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiations use efficiency of mono-intercropping systems with different row orientations. *Field Crop Res.* 71: 17-29.
21. Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. In Van Soest, P.J. (ed.) *Fiber and Physicochemical Properties of Feeds*. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca and London. Pp: 140-155.
22. Xiao, Y., Li, L., and Zhang, F. 2004. Effect of root contact on interspecific competition and N transfer between wheat and faba bean using direct and indirect ¹⁵N techniques. *Plant and Soil*. 262: 45-54.
23. Yin, X., and Vyn, T.J. 2005. Relationships of isoflavone, oil, and protein in seed with yield of soybean. *Agron. J.* 97: 1314-1321.



Evaluation of forage quality in intercropping maize with some legumes

*A. Javanmard¹, A. Dabbagh Mohammadi Nasab², A. Javanshir³,
M. Moghadam³ and H. Janmohammadi⁴

¹Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Maragheh,

²Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Tabriz,

³Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Tabriz,

⁴Associate Prof., Dept. of Animal Science, University of Tabriz

Received: 07/23/2012; Accepted: 11/21/2012

Abstract

In order to evaluate forage quality in intercropping, two field experiments were carried out based on randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran, in 2005-2006 and 2006-2007 growing seasons. Two maize (*Zea mays* L.) hybrids (SC704, SC301), vetch (*Vicia villosa*), bitter vetch (*Vicia ervilia*), berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris*) as sole crops and intercrops of maize hybrids with each of the legumes as an additive method were used. Results showed that forage quality characteristics such as protein yield, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total digestible nutrients (TDN) and dry matter intake (DMI) were affected by intercropping. The highest crude protein yield (CPY) was achieved with maize hybrid 704-vetch (1937.19 kg.ha⁻¹) and maize hybrid 301-vetch (2180.95 kg.ha⁻¹) intercrops and the lowest CP per ha was observed at monocultures of maize hybrid 704 (714.97 kg.ha⁻¹) and maize hybrid 301 (762.308 kg.ha⁻¹). Also mixture maize hybrid 301 with bean, vetch and bitter vetch showed a lower NDF and ADF content than the other intercrops. In conclusion as NDF and ADF percent decreased in intercrops, but TDN and DMI increased. Based on this study, mixture of maize hybrid 301 with vetch and common bean is considered as prime forage.

Keywords: Acid detergent fiber (ADF), Common bean (*Phaseolus vulgaris*), Crude protein yield (CPY), Neutral detergent fiber (NDF), Vetch (*Vicia villosa*)

* Corresponding author; Email: a.javanmard@maragheh.ac.ir