نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هفتم، شماره سوم، پاییز ۹۳
۸۹-۱۰۸
http://ejcp.gau.ac.ir

بررسی برخی شاخص‌های رقابتی و کیفی علوفه در الگوهای مختلف کشت مخلوط ذرت با ماشک گل‌خوشه‌ای، لوبیا، گاودانه و شبدر برسیم

عبداله جوانمرد*[۱] و حمداله اسکندری[۲]

[۱]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

[۲]استادیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۹۲/٤/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط ذرت با ماشک گل‌خوشه‌ای، لوبیا، گاودانه، شبدر برسیم بر برخی صفات کیفی علوفه ذرت، آزمایشی به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به‌مدت دو سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا گردید. تیمارها شامل کشت خالص شبدر برسیم، ماشک گل‌خوشه‌ای، لوبیا (رقم Cos 16)، گاودانه، هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ ذرت، هیبرید سینگل کراس ۳۰۱ و همچنین کشت مخلوط هیبرید ذرت ۷۰٤ و ۳۰۱ با هر یک از این بقولات به‌صورت افزایشی کامل بودند. نتایج نشان داد عملکرد خشک علوفه ذرت در کشت مخلوط با بقولات به‌ویژه ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه کاهش یافت. ماده خشک قابل هضم (DDM) ذرت در کشت مخلوط با بقولات افزایش یافت. بیشترین میزان DDM در کشت مخلوط ذرت هیبرید ۳۰۱ با گاودانه، ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا حاصل شد. ارزش تغذیه‌ای نسبی علوفه که توسط میزان RFV بیان می‌شود در همه کشت‌های مخلوط نسبت به‌کشت‌های خالص ذرت بهبود پیدا کرد. میزان RFV در کشت مخلوط ذرت ۳۰۱ با گاودانه و ماشک گل‌خوشه‌ای بیشتر از ۱۵۱ بود. بنابراین، می‌توان بیان کرد که علوفه حاصل از کشت مخلوط هیبرید زودرس ۳۰۱ با بقولات مذکور از نظر ارزش تغذیه‌ای در حد عالی قرار داشت. بیشترین انرژی قابل متابولیسم علوفه (ME/D) به‌ترتیب به‌کشت‌های مخلوط ذرت ۳۰۱ با گاودانه و ماشک تعلق داشت در نتیجه، کشت مخلوط هیبریدهای ذرت با بقولات، کیفیت علوفه ذرت را بر اساس DDM، RFV و ME/D در مقایسه با کشت خالص ذرت بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: ارزش تغذیه‌ای نسبی، بقولات، کشت مخلوط، عملکرد علوفه، ماده خشک قابل هضم.

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

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) به‌عنوان یک گیاه زراعی دو منظوره (دانه‌ای و علوفه‌ای) سومین گیاه زراعی مهم در جهان است که در تغذیه انسان و دام نقش مهمی دارد (بحرانی، ۲۰۰۵). علوفه‌ی ذرت نه تنها انرژی زیادی برای دام تولید می‌کند بلکه به‌دلیل نداشتن ترکیبات مضر تغذیه‌ای مانند اسید پروسیک و اسید اگزالیک که در گیاهانی مانند سورگوم وجود دارند، در تمامی مراحل رشد توسط دام قابل مصرف می‌باشد (دهمرده و همکاران، ۲۰۰۹). لذا علوفه ذرت همواره به‌عنوان یکی از تغذیه‌کننده‌های حیوانات نشخوارکننده مطرح بوده است که علاوه بر کاهش هزینه‌های مربوط به‌تغذیه دام‌ها، در رشد مناسب آنها نیز اهمیت زیادی دارد (آنیل و همکاران، ۲۰۰۰). از طرفی، ذرت به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای دارای عملکرد و انرژی بالایی است که نسبت به‌سایر گیاهان علوفه‌ای به‌کارگر و ماشین آلات کمتری نیاز دارد. همچنین، ذرت منبع اولیه انرژی در صنعت دامداری جهان است. ارزش غذایی آن مربوط به‌قابلیت هضم آن می‌باشد. هر چند مقدار پروتئین خام در آن پایین است (آنیل و همکاران، ۱۹۹۸؛ کوسیکانکویی و لاوئیر، ۱۹۹۹).

با عنایت به‌این‌که بقولات از نظر پروتئین غنی هستند (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷). کمبود پروتئین در علوفه ذرت را می‌توان از طریق کشت مخلوط بقولات با ذرت جبران نمود. ترکیب غلات و بقولات یکی از معمول‌ترین انواع کشت مخلوط است که در مورد کشت مخلوط گیاهان یکساله با هم انجام می‌گیرد و در مقایسه با کشت خالص آنها موجب افزایش عملکرد دانه و ماده خشک می‌شود (فوجیتا و همکاران، ۱۹۹۲). بقولات حاوی میزان پروتئین بالا، ظرفیت بافری زیاد و سطوح پایین‌تر کربوهیدرات محلول در آب هستند و این امر آن‌ها را حساس به‌پروتئولیز شدن شدید در طی تخمیر می‌کند. راه‌کارهای کاهش تجزیه پروتئین در بقولات عبارتند از سیلو کردن در غلظت بالای ماده خشک، افزایش سطح قند محلول در گیاه با برداشت دیر هنگام، وقتی که گیاهان سطوح بالاتری از کربوهیدرات محلول در آب (WSC)[1] دارند، اضافه کردن اسیدهای آلی برای کاهش سریع pH یا پر شدن سریع سیلو و بسته‌بندی خوب و فشردگی کامل به‌منظور به‌حداقل رساندن گرما و حداکثر کاهش pH به‌دلیل وجود تفاوت در غلظت WSC موجود در بین بقولات‌ها و گراس‌ها، تحقیق بر روی ارزیابی کشت مخلوط به‌عنوان یک روش کاهش سریع pH و کاهش تجزیه پروتئین انجام

1- Water Soluble Carbohydrate

شده است (کانتریراس و همکاران، ۲۰۰٦). کانتریراس و همکاران (۲۰۰٦) نتیجه گرفتند که مخلوط چچم پرگل (*Lolium multiflorum*) با ۲۵۰ گرم کربوهیدرات محلول در آب در هر کیلو گرم ماده خشک با شبدر سفید (*Trifolium repens* L.) با ٦٦ گرم کربوهیدرات محلول در آب در کیلوگرم ماده خشک، pH سیلو را تا ۲/۲۱ واحد کاهش می‌دهد و اسید لاکتیک تا ۲۵۰ درصد در مقایسه با سیلوی شبدر خالص (در غلظت اسیدلاکتیک ٥٤ گرم در کیلوگرم ماده خشک، pH مساوی ۵/۷۵ است) افزیش می‌یابد. با توجه به‌قیمت بالای کنسانتره نسبت به‌علوفه، کشت مخلوط ذرت و بقولات می‌تواند در کاهش هزینه‌ها مؤثر باشد. لاوریاولت و کرکسی (۲۰۰٤) بیان کردند که به‌دلیل پایین بودن کیفیت علوفه غلات نسبت به‌یونجه، در شمال امریکا و کانادا غلات علوفه‌ای (جو و یولاف) اغلب به‌منظور افزایش میزان پروتئین و بدون هیچ تأثیر منفی بر روی عمکرد کل، به‌صورت مخلوط با بقولات کشت می‌شوند. لیتورگایدیس و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که ویژگی‌های کیفی علوفه از قبیل میزان لیگنین، محتویات دیواره سلولی (NDF)[1]، کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)[2] و به‌میزان خیلی کم دیواره سلولی منهای همی سلولز (ADF)[3]، ماده خشک قابل هضم (DDM)[4]، ماده خشک مصرفی (DMI)[5] و ارزش نسبی تغذیه‌ای (RFV)[6] توسط کشت مخلوط تحت تأثیر قرار گرفتند (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۰٦). ارزانی و همکاران (۲۰۰٦) مهمترین متغیرهای تعیین ارزش غذایی علوفه را در ارتباط با تغذیه دام از بین متغیرهای معمول، اندازه‌گیری پروتئین خام (از طریق اندازه‌گیری نیتروژن) و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز تعیین کرده‌اند. با اندازه‌گیری این دو متغیر برآورد مقدار انرژی قابل متابولیسم علوفه میسر می‌شود. در ارزیابی سیستم‌های مخلوط شاخص‌های متفاوتی مانند نسبت برابری زمین (LER)[7]، ضریب ازدحام نسبی (RCC)[8] و غالبیت (A)[9] متداول هستند. این شاخص‌ها می‌توانند به‌خلاصه کردن نتایج محققین، تفسیر و بیان رقابت در سیستم کشت مخلوط کمک کنند (گوش، ۲۰۰٤). با توجه به‌اهمیت ذرت علوفه‌ای در تغذیه دام‌ها، این تحقیق به‌منظور برآورد کمیت و

1- Neutral detergent fiber
2- Total digestible nutrients
3- Acid detergent fiber
4- Digestible dry matter
5- Digestible dry matter intake
6- Relative feed value
7- Land Equvalent Ratio
8- Relative Crowding Coefficient
9- Aggressivity

کیفیت علوفه ذرت و چند گیاه علوفه‌ای دیگر در کشت خالص و مخلوط براساس عملکرد علوفه، ماده خشک قابل هضم، ارزش تغذیه‌ای نسبی و انرژی متابولیسمی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش مزرعه‌ای در سال‌های زراعی ۱۳۸۵و ۱۳۸٦ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز (اراضی کرکج) با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه و ارتفاع ۱۳٦۰ متر از سطح آب‌های آزاد با اقلیم نیمه خشک سرد اجرا شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک، خاک محل آزمایش جزو خاک‌های شنی 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. همچنین میزان پتاسیم قابل جذب ۵۹۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم خاک، میزان فسفر قابل جذب ۵۹/٤ میلی گرم در کیلوگرم خاک و نیتروژن کل خاک ۰/۱۳ درصد بود. ماده آلی خاک محل آزمایش در محدوده ۱/۳۲ درصد قرار داشت. بنابراین، بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، فقط کود اوره به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان استارتر به‌خاک اضافه گردید. در این آزمایش، به‌غیر از کاربرد استارتر از مصرف هر گونه مواد شیمیایی در طی فصل رشد خوداری شد. طرح آزمایشی به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱٤ تیمار بود. تیمارها عبارت بودند از: کشت خالص شبدر برسیم[1]، کشت خالص ماشک گل خوشه‌ای[2]، کشت خالص لوبیا[3]، کشت خالص هیبرید ذرت سینگل کراس ۷۰٤ ، کشت خالص ذرت سینگل کراس ۳۰۱ و کشت خالص گاودانه[4] به‌ترتیب در تراکم ۹۹۰، ۲۵۰، ۲۰، ۱۰ و ۲۵۰ بوته در متر مربع، کشت مخلوط افزایشی هیبرید ذرت ۷۰٤ و ۳۰۱ با ماشک گل خوشه‌ای، گاودانه، لوبیا و شبدر برسیم. تعداد کرت‌های آزمایشی ٤۲ عدد، مساحت کرت‌های مخلوط و کشت خالص هیبریدهای ذرت (۷۰٤ و ۳۰۱) ۹/٦ مترمربع و مساحت کرت‌های کشت خالص بقولات ٤/۸ مترمربع در نظر گرفته شد. در کلیه تیمارهای مخلوط و خالص ذرت، ٤ ردیف کاشت به‌طول ٤ متر و با فاصله ردیفی ٦۰ سانتی‌متر وجود داشت. روش کشت مخلوط

1- *Trifolium alexandrium* L.
2- *Vicia villosa*
3- *Phaseolus vulgaris*
4- *Vicia ervilia*

از نوع افزایشی کامل بود به‌صورتی که در یک طرف پشته، ذرت و در طرف دیگر آن بقولات کشت گردید. کاشت بذرها به‌طریقه دستی در هر ۲ سال صورت گرفت. قبل از کاشت و به‌منظور پیشگیری از بیماری‌های قارچی، بذرها با سم بنومیل به‌میزان ۲ در هزار ضد عفونی شدند. تاریخ کاشت در هر دو سال بعد از برداشت کلزا و در اول تیرماه به‌صورت کشت دوم انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. در طول فصل رشد، آبیاری به‌صورت جوی و پشته هر هفته یک بار انجام پذیرفت. کلیه بقولات بجز ماشک گل خوشه‌ای 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 به‌ترتیب در هفته دوم مرداد وهفته آخر شهریور ماه صورت گرفت. برداشت هیبریدهای ذرت نیز در اواخر شهریور ماه انجام شد. ذرت ۳۰۱ در این زمان در مرحله یک سوم شیری بود ولی ذرت ۷۰٤ در اوایل دانه بندی قرار داشت. بعد از حذف حاشیه‌ها، دو ردیف وسط به‌مساحت ۳/٦ متر مربع برداشت و وزن تر علوفه به‌تفکیک نوع گیاه ثبت شد. جهت تعیین عملکرد خشک، علوفه برداشت شده از سطح ۳/٦ متر مربع خرد شده و در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت نگهداری شد (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۰۷). نمونه‌ها بعد از خشک شدن، جهت تعیین ویژگی‌های کیفی علوفه با الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. اندازه‌گیری NDF و ADF با استفاده از دستگاه فایبرتک و طبق روش ون سوست (۱۹۹٤) صورت گرفت. ماده خشک قابل هضم (DDM)[1]، ارزش تغذیه‌ای نسبی (RFV)[2] و انرژی متابولیسمی (ME/D)[3] علوفه نیز طبق روابط زیر محاسبه‌شدند (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۰٦).

$$DDM = 88.9 - (0.779 \times \%ADF\ ,\ \text{dry matter basis}) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$RFV = \%\ DDM \times \%\ DMI \times 0.775 \quad \text{رابطه ۲}$$

$$ME/D = 0.17 \times \%\ DDM - 2 \quad \text{رابطه ۳}$$

جهت ارزیابی برتری کشت مخلوط و اثرات رقابت بین گونه‌ها از شاخص غالبیت و ضریب ازدحام نسبی استفاده شد. این شاخص‌ها از طریق مقایسه عملکرد و یا بیوماس، توانایی یک گونه را

1- Digestible dry matter
2- Relative feed value
3- Metabolisable energy dry matter

در استفاده از منابع محدود در کشت مخلوط با توانایی آن در کسب همان منابع در کشت خالص مقایسه می‌کنند (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۱۱).

$$RCCzl= (Y_{zl}/Y_{zz})/ (Y_{lz}/Y_{ll})$$ رابطه ٤

$$Azl= (Y_{zl}/Y_{zz})- (Y_{lz}/Y_{ll})$$ رابطه ٥

RCCzl: ضریب ازدحام نسبی ذرت در مخلوط با بقولات، Yzz و Yll به‌ترتیب عملکرد گونه‌های ذرت و بقولات در کشت خالص و Yzl و Ylz به‌ترتیب عملکرد ذرت و بقولات در کشت مخلوط هستند. اگر RCC=۱: نشان دهنده یکسان بودن رقابت در بین دو گونه است. ولی اگر RCC>۱: ذرت از نظر رقابتی برتر از بقولات است. در نهایت اگر RCC<۱: بقولات از نظر رقابتی برتر از ذرت است. اگر A_{zl} مثبت باشد، ذرت و اگر منفی باشد بقولات غالب خواهد بود. در صورت صفر بودن آن قدرت رقابتی دو گونه یکسان ارزیابی می‌شود (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۱۱).

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. قبل از تجزیه آزمون نرمال بودن داده‌های آزمایش و یکنواختی واریانس‌ها انجام شد. در تجزیه مرکب، سال به‌عنوان عامل تصادفی در نظر گرفته شد و آزمون F بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه ذرت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که عملکرد علوفه خشک ذرت تحت تأثیر معنی‌دار نوع کشت در سطح احتمال یک درصد قرار گرفته است (جدول ۱). بر اساس میانگین دو سال (جدول ۲) عملکرد هر دو هیبرید ذرت در کشت مخلوط با ماشک گل خوشه‌ای، گاودانه و لوبیا در مقایسه با کشت‌های خالص ذرت کاهش معنی‌داری نشان داد. دلیل این امر ممکن است رشد اولیه سریعتر این گیاهان در مقایسه با ذرت و افزایش رقابت برون گونه‌ای در مراحل اولیه رشد ذرت باشد. در مقایسه با تک کشتی، کاهش عملکرد ذرت در برخی از کشت‌های مخلوط به‌رقابت بقولات بر سر منبع غذایی و یا عدم انتقال نیتروژن نسبت داده شده است (ایچارت و همکاران، ۲۰۱۱). بیشترین تولید ماده خشک به‌کشت خالص ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ (۱۰۷۹ گرم در متر مربع) و ذرت هیبرید سینگل کراس ۳۰۱ (۱۰۵۲ گرم در متر مربع) مربوط بود که اختلاف معنی‌داری را با کشت مخلوط هیبریدهای ذرت با شبدر برسیم نداشتند (جدول ۲). کمترین ماده

خشک تولیدی به‌ترتیب در تیمارهای مخلوط هیبریدهای ذرت با گاودانه، ماشک و لوبیا مشاهده شد. در بین دو هیبرید ذرت از لحاظ عملکرد علوفه خشک اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. ذرت در مخلوط با گیاهانی که ارتفاع کمتری دارند به‌صورت گونه غالب ظاهر می‌شود عملکرد آن کمتر تحت تأثیر گیاه همراه قرار می‌گیرد. موشاگالوسا و همکاران (۲۰۰۸) نتیجه گرفتند که در کشت مخلوط ذرت با سایر گیاهان، عملکرد ذرت به‌طور جزیی از تراکم گیاه همراه متأثر می‌شود. اوفوری و استرن (۱۹۸۷) با بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا به‌این نتیجه رسیدند که غلات در کشت‌های مخلوط کاهش رشد کمتری از خود نشان می‌دهند و کاهش عملکرد زیادی را در مقایسه با بقولات ندارند.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه خشک ذرت و بقولات

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد علوفه ذرت	عملکرد علوفه گاودانه	عملکرد علوفه شبدر برسیم	عملکرد علوفه لوبیا	عملکرد علوفه ماشک گل‌خوشه‌ای
سال	۱	٤٧٥٠١٨/٠٠*	٢١١٧٦٥/٩٠*	١٢٢٦٧/٠٠ns	١٦٣٣٧٠/٨٠ ns	٢١١٠٢٩/٠٨ns
بلوک در سال (خطای ۱)	٤	٣٣٤٩١/٥٠	١٤٣٦٠/٠٦	٤٨٥٨٤/٦٠	٣٦١٧٠/٢٠	٤٢١٩٣/١٠
تیمار	٢	٤٣٦٦٩/٢٠**	٤٨٩٢٩٦/٤٠**	٩٩٦٦٠٩/٩٠**	١٠٥٧٧٣٥/٨٠**	٣٧٦٠٣٧/٣٠**
تیمار در سال	٢	٦٤١٨/٤٠ns	٢٠٨/٦٩ ns	٥٥٤٢/٥٠ ns	١٩٨٨/٠٢ ns	٨٤٩٦/٧٠ns
خطای ۲	٨	٥٢٨٤/٢٠	٣١١٢/٢٠	٤٤٢٦/٣٠	١٤٨٤/٩٠	٣٢٧١/٠٥
ضریب تغییرات (درصد)		٧/٨١	١١/٧٥	١٠/٦٨	٥/٥٨	٦/٧٤

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌دار.

عملکرد علوفه خشک بقولات: نتایج تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک بقولات (جدول ۱) نشان داد که بین تیمارهای کشت خالص و مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اثر سال فقط برای عملکرد علوفه خشک گاودانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. عملکرد علوفه گاودانه در سال دوم (۵۸۳/۱٤۷ گرم در متر مربع) بیشتر از سال اول (۳٦٦/۲۱٦ گرم در متر مربع) بود. اثر متقابل تیمار در سال برای هیچکدام از بقولات معنی‌دار نشد. با توجه به‌جدول مقایسه

میانگین‌ها (جداول ۳، ٤، ٥ و ٦) ملاحظه می‌شود که عملکرد ماده خشک همه بقولات در کشت مخلوط، نسبت به‌کشت خالص، کاهش چشمگیری پیدا کرده‌اند. البته این کاهش عملکرد علوفه بقولات در مخلوط با ذرت هیبرید سینگل کراس ۳۰۱ کمتر از کشت مخلوط با هیبرید ۷۰٤ بود. این امر به‌دلیل ارتفاع کمتر ذرت ۳۰۱ و سایه اندازی کمتر آن نسبت به‌ذرت ۷۰٤ باشد. بیشترین عملکرد در بین بقولات به‌ماشک گل خوشه‌ای و سپس لوبیا در کشت مخلوط با ذرت هیبرید ۳۰۱ اختصاص داشت. گاودانه از کمترین عملکرد برخوردار بود. راس و همکاران (۲۰۰٤) دلیل کاهش عملکرد بقولات را در مخلوط با گراس‌ها رقابت برای نور ذکر کردند. به‌طوری که آن‌ها گزارش کردند میزان رشد نسبی گیاهان علوفه‌ای بقولات در شرایط سایه به‌سرعت کاهش می‌یابد، زیرا در سایه میزان فتوسنتز کاهش پیدا کرده و به‌تبع آن میزان عملکرد هم کاهش می‌یابد.

جدول ۲- میانگین عملکرد علوفه خشک ذرت بر اساس میانگین دو سال

نوع کشت	عملکرد علوفه خشک ذرت (گرم در مترمربع)
خالص ذرت ۷۰٤	۱۰۷۹
خالص ذرت ۳۰۱	۱۰۵۲
ذرت ۷۰٤- گاودانه	۸۸٤/٦
ذرت۷۰٤- شبدربرسیم	۹۷۹/۳
ذرت ۷۰٤- لوبیا	۹۱٥/۳
ذرت ۷۰٤- ماشک گل‌خوشه‌ای	۸٤۸/٦
ذرت ۳۰۱- گاودانه	۸۲۷/۷
ذرت۳۰۱-شبدر برسیم	۹۳۸/۱
ذرت ۳۰۱- لوبیا	۹۳۳
ذرت ۳۰۱- ماشک گل‌خوشه‌ای	۸٤۹/٤
LSD (۱ درصد)	۱۱٥/۸۹

میانگین‌هایی که تفاوت آنها کمتر از LSD باشد بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- میانگین عملکرد علوفه خشک گاودانه در تیمارهای خالص و مخلوط بر اساس میانگین دو سال

تیمار	عملکرد علوفه خشک گاودانه (گرم بر متر مربع)
خالص گاودانه	۸۰۲/٦۰
گاودانه-ذرت ۷۰٤	۲۸۱/۰٤
گاودانه-ذرت ۳۰۱	۳٤۰/۳۰
LSD (۱ درصد)	۹۲/۰۲

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آنها کمتر از LSD باشد بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- میانگین عملکرد علوفه خشک شبدر برسیم در تیمارهای خالص و مخلوط بر اساس میانگین دو سال

تیمار	عملکرد علوفه خشک شبدر برسیم (گرم بر متر مربع)
شبدر برسیم	۱۰۹۲/۰٦
شبدر برسیم-ذرت ۷۰٤	۳٥٤/۳۰
شبدر برسیم-ذرت ۳۰۱	٤۲۳/۰۲
LSD (۱ درصد)	۱۲٤/۷۰

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آنها کمتر از LSD باشد بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٥- میانگین عملکرد علوفه خشک لوبیا در تیمارهای خالص و مخلوط بر اساس میانگین دو سال

تیمار	عملکرد علوفه خشک لوبیا (گرم بر متر مربع)
لوبیا	۱۱۷٥/۰۰
لوبیا-ذرت ۷۰٤	٤۳٥/٤۰
لوبیا-ذرت ۳۰۱	٤٦۰/۷۰
LSD (۱ درصد)	۷۲/۸۰

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آنها کمتر از LSD باشد بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٦- میانگین عملکرد علوفه خشک ماشک گل‌خوشه‌ای در تیمارهای خالص و مخلوط بر اساس میانگین دو سال

تیمار	عملکرد علوفه خشک لوبیا (گرم بر متر مربع)
ماشک گل‌خوشه‌ای	۱۱۳۳/۳۰
ماشک گل‌خوشه‌ای- ذرت ۷۰٤	٦٦۳/۹۰
ماشک گل‌خوشه‌ای- ذرت ۳۰۱	۷٤۷/۹۰
LSD (۱ درصد)	۱۲۰/۲۰

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آنها کمتر از LSD باشد بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

ماده خشک قابل هضم ذرت (DDM): افزایش درصد قابلیت هضم به‌عنوان مهم‌ترین صفت اساسی در تعیین کیفیت علوفه شناخته شده است (فاتح، ۲۰۰۹). نتایج تجزیه مرکب دو سال به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی (جدول ۷) نشان داد که بین کشت‌های خالص و مخلوط از لحاظ ماده خشک قابل هضم ذرت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بر اساس میانگین دو سال (جدول۸) میزان DDM ذرت در همه کشت‌های مخلوط در مقایسه با تیمارهای شاهد (کشت خالص هیبریدهای ذرت) افزایش نشان داد. در مورد هیبرید ۷۰٤، بالاترین میزان DDM آن در کشت مخلوط

با ماشک و لوبیا بدست آمد در حالی‌که بیشترین DDM ذرت ۳۰۱ در کشت مخلوط با گاودانه، ماشک و لوبیا حاصل شد. کمترین میزان ماده خشک قابل هضم ذرت نیز به‌ذرت ۷۰٤ (٥۹۹/٦ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و بعد از آن به‌تک کشتی ذرت ۳۰۱ (٦۳٤/٥ گرم در کیلوگرم ماده خشک) مربوط بود.

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب صفات کیفی ذرت برای کشت‌های خالص و مخلوط

منابع تغییرات	میانگین مربعات			
	درجه آزادی	DDM	RFV	ME/D
سال	۱	۲٥٦/۲۰^{ns}	٥۷۳۹/۹^{ns}	۰/۰٦^{ns}
بلوک در سال (خطای ۱)	٤	۲٤۸۹/۱۰	۱۱۷٥/۷	۰/۹۱
تیمار	۹	٦۹۸۰/٥۰**	۳۸٥۸/٥**	۲/۱۳**
تیمار × سال	۹	٦۲۱/٥۰^{ns}	۷۸۲/۹*	۰/۲۰^{ns}
خطای ۲	۳٦	۳۹۹/۲۰	۳۱۸/۱	۰/۱۳
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۰۲	۱٤/۰٦	٤/۸۰

*معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}غیر معنی‌دار.

با توجه به‌جدول (۸) مشاهده می‌شود کشت مخلوط ذرت ۳۰۱ با بقولات به‌افزایش بیشتر DDM علوفه نسبت به‌کشت‌های مخلوط هیبرید ۷۰٤ با بقولات منجر می‌شود. دلیل آن به‌میزان فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) ذرت ۳۰۱ بر می‌گردد که نسبت به‌هیبرید ۷۰٤ از میزان پائین‌تری برخوردار است. همچنین قدرت رقابتی بیشتر بقولات با هیبرید ۳۰۱ موجب می‌شود که میزان ADF آن کاهش بیشتری پیدا کند و به‌تبع آن ماده خشک قابل هضم ذرت نیز افزایش یابد. از طرفی ماده خشک قابل هضم همبستگی منفی با درصد پروتئین خام، درصد فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر دارد و از آنجایی که میزان این شاخص‌ها در کشت خالص نسبت به‌کشت‌های مخلوط پایین‌تر بود افزایش ماده خشک قابل هضم ذرت در کشت مخلوط قابل توجیه است (وارد و همکاران، ۲۰۰۱). زندوکیلی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند ماده خشک قابل هضم سورگوم در کشت مخلوط با لوبیا در مقایسه با کشت خالص آن افزایش معنی‌داری نشان داد. سود و شارما (۱۹۹۲) به‌نتایج مشابهی دست یافتند. در مقایسه بین کشت‌های مخلوط، مشخص شد ماشک گل خوشه‌ای و شبدر برسیم به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تأثیر بر روی افزایش DDM ذرت بودند. کاهش معنی‌دار میزان ADF هیبریدهای ذرت در کشت مخلوط با ماشک گل خوشه‌ای دلیل این امر می‌باشد. میزان هضم پذیری گیاه طبق فرمول بدست

آمده توسط اودی و همکاران (۱۹۸۳) با قسمت‌های مختلف دیواره سلولی به‌ویژه ADF و درصد نیتروژن جذب شده رابطه زیادی دارد. با توجه به‌این‌که میزان نیتروژن جذب شده توسط ذرت در کشت با ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه کمتر از سایر بقولات است، بنابراین، کاهش رشد رویشی ذرت به‌کاهش ADF آن منجر شده است و در نتیجه هضم‌پذیری آن افزایش یافته است. لیتورگایدیس و همکاران (۲۰۰٦) اختلاف بین تیمارهای کشت مخلوط را از لحاظ DDM ناچیز گزارش کردند. همان گونه که ملاحظه می‌شود هیبرید ۳۰۱ از لحاظ ماده خشک قابل هضم برتر از هیبرید ۷۰٤ بود. از آنجایی که بین قابلیت هضم و میزان بلال تولیدی همبستگی مثبت وجود دارد و هیبرید ۳۰۱ در زمان برداشت در مرحله شیری قرار داشت ولی هیبرید ۷۰٤ در اوایل مرحله گرده‌افشانی بود، افزایش سهم بلال در علوفه تولیدی به‌کاهش ADF ذرت ۳۰۱ منجر شده که در پی آن DDM افزایش می‌یابد (دهمرده و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین، آلن و همکاران (۱۹۹۱) همبستگی زیادی (r =0.8) را بین میزان دانه و هضم‌پذیری کل گیاه در دامنه وسیعی از هیبریدهای ذرت گزارش کرده‌اند. هر اندازه نسبت دانه در علوفه تولیدی کمتر باشد، میزان NDF و ADF و ADL بیشتر و به‌همان نسبت قابلیت هضم و تولید شیر کاهش می‌یابد (آیپتاس و یاوز، ۲۰۰۸).

جدول ۸- میانگین میزان ماده خشک قابل هضم (DDM) و انرژی قابل متابولیسم ذرت (ME/D) در کشت‌های خالص و مخلوط بر اساس میانگین دو سال

تیمار	DDM (گرم بر کیلوگرم ماده خشک)	ME/D (مگا ژول)
خالص ذرت ۷۰٤	٥۹۹/٦۰	٦/٥۰
خالص ذرت ۳۰۱	٦۳٤/٥۰	۷/۱۰
ذرت ۷۰٤- گاودانه	٦٤۰/٥۰	۷/۲۰
ذرت۷۰٤- شبدربرسیم	٦٤۲/۲۰	۷/۱۰
ذرت ۷۰٤- لوبیا	٦٥۹/۷۰	۷/٥۰
ذرت ۷۰٤- ماشک	٦۸۰/۰۰	۷/۹۰
ذرت ۳۰۱- گاودانه	۷۰۷/۳۰	۸/٤۰
ذرت۳۰۱-شبدر برسیم	٦٦٥/۰۰	۷/٥۰
ذرت ۳۰۱- لوبیا	٦۹۲/۹۰	۸/۰۳
ذرت ۳۰۱- ماشک	۷۰۲/۱۰	۸/۳۰
LSD (۱ درصد)	۳۲/۸۸	۰/٦۰

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آن‌ها کم‌تر از LSD باشد، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

ارزش تغذیه‌ای نسبی (RFV): شاخصی برای رتبه‌بندی علوفه بر اساس تخمینی از قابلیت هضم (ADF) و پتانسیل مصرف علوفه (NDF) است که در مورد مقایسه کیفیت علوفه‌های مختلف کاربرد دارد. این شاخص بیانگر میزان انرژی و مصرف علوفه‌ای است که از DDM و ماده خشک مصرفی (DMI) مشتق شده است (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۰٦). نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی (جدول ۷) نشان داد که ارزش نسبی تغذیه‌ای ذرت تحت تأثیر معنی‌دار نوع کشت قرار گرفته است. اثر متقابل نوع کشت در سال نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. در هر دو سال RFV ذرت (جدول ۹) در کشت مخلوط با بقولات در مقایسه با تک کشتی ذرت بهبود یافت. در سال اول، کشت مخلوط همه بقولات به‌استثنای شبدر برسیم با ذرت ۳۰۱، میزان RFV را نسبت به‌شاهد (کشت خالص ذرت ۳۰۱) افزایش معنی‌دار داده‌اند، ولی در سال دوم فقط کشت مخلوط ماشک گل خوشه‌ای با ذرت ۳۰۱ توانست میزان RFV آن را به‌طور معنی‌دار افزایش دهد. میزان RFV هیبرید ۷۰٤ در هر دو سال در کشت مخلوط با ماشک گل‌خوشه‌ای افزایش معنی‌داری را در مقایسه با کشت خالص آن نشان داد. در مقایسه دو سال مشاهده می‌شود که RFV فقط در کشت‌های مخلوط ذرت ۳۰۱ با گاودانه و شبدر برسیم در سال دوم نسبت به‌سال اول کاهش معنی‌دار یافته است و همین امر موجب بروز اثر متقابل نوع کشت در سال شده است. در هر دو سال کمترین RFV به‌کشت خالص هیبریدهای ذرت تعلق داشت. افزایش RFV علوفه ذرت از افزایش DMI و DDM ذرت بر اثر کشت مخلوط ناشی می‌شود. با توجه به‌اینکه DMI و DDM به‌ترتیب همبستگی منفی با NDF و ADF علوفه دارند و با توجه به‌کاهش معنی‌دار این شاخص‌ها در کشت مخلوط، افزایش RFV ذرت قابل پیش‌بینی است. با توجه به جدول (۹)، RFV در کشت‌های مخلوط ذرت ۳۰۱ با بقولات بیشتر از RFV در کشت‌های مخلوط هیبرید ۷۰٤ بود. وانگ و همکاران (۲۰۰۷) میزان افزایش RFV را در کشت مخلوط ۲۲/۷–۰/۳ درصد گزارش کردند. در حالی که لیتورگایدیس و همکاران (۲۰۰٦) کاهش جزیی RFV را در مقایسه با تک کشتی گزارش کرده‌اند. البته، این کاهش در بین تیمارها معنی‌دار نبود. در بین دو هیبرید، بیشترین RFV به‌هیبرید ۳۰۱ در سال ۱۳۸۵ تعلق دارد که تفاوت معنی‌داری با هیبرید ۷۰٤ دارد. در سال ۱۳۸٦ میزان RFV هر دو هیبرید ذرت کاهش یافت و این کاهش برای هیبرید ۳۰۱ بیشتر بود. همین امر، موجب عدم تفاوت معنی‌دار بین دو هیبرید ذرت در سال دوم شد. احتمال می‌رود افزایش رشد رویشی به‌دلیل جذب بیشتر نیتروژن و به‌تبع آن افزایش NDF و ADF علوفه در سال دوم دلیل کاهش RFV ذرت باشد. هوروکس و والنتاین (۱۹۹۹) بیان

کردند، علوفه‌هایی که دارای RFV بیش از ۱۵۱ درصد باشند از نظر ارزش تغذیه‌ای ممتاز[1] محسوب می‌شوند (جدول ۱۰). در این مطالعه میزان RFV علوفه ذرت هیبرید ۳۰۱ در کشت مخلوط با ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه بیشتر از ۱۵۱ بود. بنابراین، از این جهت می‌توان نتیجه گرفت که علوفه حاصل از کشت مخلوط هیبرید زودرس ۳۰۱ با این بقولات از نظر ارزش تغذیه‌ای نسبی در حد عالی قرار دارد. همچنین براساس جداول ۹ و ۱۰، علوفه حاصل از هیبرید ۳۰۱ در کشت مخلوط با لوبیا و همچنین علوفه هیبرید ۷۰٤ در کشت مخلوط با ماشک از نظر استاندارد کیفیت در رتبه ۱ (خیلی خوب) قرار می‌گیرند. علوفه حاصل از هیبرید ۳۰۱ در کشت با شبدر برسیم و علوفه هیبرید ۷۰٤ در کشت مخلوط با گاودانه، شبدر و لوبیا در رتبه۲ (خوب) واقع شدند.

جدول ۹- میانگین میزان ارزش تغذیه‌ای نسبی (RFV) ذرت (درصد) در ترکیب تیماری نوع کشت با سال

نوع کشت	سال	
	۱۳۸۵	۱۳۸٦
خالص ذرت ۷۰٤	۹۵/۰۱	۸۱/٤۱
خالص ذرت ۳۰۱	۱۰۹/۵۰	۱۰۱/۸۰
ذرت ۷۰٤- گاودانه	۱۰٤/۰۰	۱۱۰/٤۰
ذرت۷۰٤- شبدربرسیم	۱۱٦/٦۰	۱۰۳/۹۰
ذرت ۷۰٤- لوبیا	۱۲۰/۹۰	۱۲۲/٤۰
ذرت ۷۰٤- ماشک گل خوشه‌ای	۱۵۱/۸۰	۱۳۲/۹۰
ذرت ۳۰۱- گاودانه	۲۰۳/۵۰	۱۳۰/۱۰
ذرت۳۰۱- شبدر برسیم	۱٤۱/۰۰	۱۰٦/٤۰
ذرت ۳۰۱- لوبیا	۱٦۱/۳۰	۱۲۹/۵۰
ذرت ۳۰۱- ماشک گل خوشه‌ای	۱٦۳/۳۰	۱۵۲/۵۰
LSD (۵ درصد)	۲۹/۵۳	۲۹/۵۳

در هر ستون میانگین‌هایی که تفاوت آن‌ها کم‌تر از LSD باشد، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

1- Prime

جدول ۱۰- جدول استانداردهای کیفی علوفه در کشت مخلوط بقولات – گراس (نقل از هوروکس و والنتاین، ۱۹۹۹)

استاندارد کیفیت	ارزش تغذیه‌ای نسبی (درصد)
عالی	>۱۵۱
۱ (خیلی خوب)	۱۲۵-۱۵۱
۲ (خوب)	۱۰۳-۱۲٤
۳ (متوسط)	۸۷-۱۰۲
٤ (ضعیف)	۸٦-۷۵
۵ (خیلی ضعیف)	< ۷۵

انرژی متابولیسمی: جدول (۷) بیانگر اختلاف معنی‌دار کشت‌های خالص و مخلوط از لحاظ ME/D ذرت در سطح احتمال ۱ درصد است. بر اساس میانگین دو سال، میزان ME/D ذرت به‌غیر از کشت مخلوط ذرت ۳۰۱ با شبدر برسیم در بقیه کشت‌های مخلوط نسبت به‌کشت خالص ذرت افزایش معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۸). کشت مخلوط بقولات با ذرت ۳۰۱ به‌افزایش بیشتر ME/D ذرت منجر می‌شود. به‌طوری‌که بالاترین میزان این شاخص به‌کشت گاودانه با ذرت ۳۰۱ تعلق داشت و بعد از آن به‌ترتیب به‌کشت ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا با ذرت ۳۰۱ مربوط بود. کمترین میزان نیز به‌کشت مخلوط ذرت ۷۰٤ با گاودانه و کشت مخلوط هیبریدها با شبدر برسیم تعلق داشت. می‌توان نتیجه گرفت ماشک گل خوشه‌ای و سپس گاودانه در صورت کشت با ذرت انرژی متابولیسمی آن را افزایش می‌دهند. در حالی که، کشت ذرت با شبدر برسیم موجب کاهش انرژی متابولیسمی آن می‌شود، ولی لوبیا از این لحاظ در رتبه‌متوسط قرار گرفت. کمترین میزان ME/D نیز به‌کشت خالص هیبرید ۷۰٤ بدون تفاوت معنی‌دار با کشت خالص هیبرید ۳۰۱ مربوط بود. در مقایسه بین دو هیبرید ذرت معلوم شد هیبرید ۳۰۱ از نظر میزان ME/D برتر از هیبرید ۷۰٤ است. به‌طورکلی، ME/D عبارت از مقدار انرژی قابل متابولیسم در یک کیلوگرم علوفه خشک با واحد مگاژول است. با توجه به‌افزایش هضم پذیری علوفه ذرت در کشت مخلوط با ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه، افزایش انرژی قابل متابولیسم آن قابل انتظار است، زیرا انرژی قابل متابولیسم ذرت همبستگی مثبتی با درصد هضم پذیری ماده خشک دارد.

ضرایب ازدحام نسبی: با توجه به جدول (۱۱) مقادیر ضرایب ازدحام نسبی در هیچ یک از الگوهای کشت برای گونه‌های مورد بررسی برابر یک نمی‌باشد که این امر بیانگر عدم برابری رقابت درون‌گونه‌ای با برون‌گونه‌ای بود (دهیما و همکاران، ۲۰۰۷). ضرایب ازدحام نسبی برای ذرت (RCC_{ZL}) در تمام ترکیبات مخلوط بزرگتر از یک و برای بقولات (RCC_{LZ}) کمتر از یک بود. این موضوع نشان از برتریِ رقابتی ذرت نسبت به‌بقولات دارد. بیشتر بودن توان رقابتی ذرت ممکن است به‌علت فرم رویشی، ویژگی‌های مورفولوژیک (برگ‌های کشیده و افراشته) و یا ویژگی‌های فیزیولوژیک آن باشد. بالاترین مقادیر ضریب ازدحام نسبی برای ذرت به‌تیمارهای مخلوط ذرت با شبدر و لوبیا مربوط بود. کمترین ضریب ازدحام نسبی نیز به‌تیمار کشت مخلوط ذرت با ماشک و گاودانه تعلق داشت. بنابراین، ماشک و گاودانه به‌دلیل رشد سریعتر در اوایل فصل می‌توانند ضریب ازدحام نسبی ذرت را کاهش دهند. در مقایسه بین دو هیبرید ذرت، هیبرید ۷۰٤ به‌دلیل ارتفاع بیشتر نسبت به‌هیبرید ۳۰۱ از ضریب ازدحام نسبی بالاتر و در نتیجه توان رقابتی بیشتری برخوردار بود. واسیلاکوگلو و دایما (۲۰۰۸) مشاده کردند در هر دو سال ضریب ازدحام نسبی جو نسبت به‌شبدر برسیم بیشتر بود. در حالی‌که لیتورگایدیس و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط نخود فرنگی–تریتیکاله و نخودفرنگی–چاودار، ضریب ازدحام نسبی بیشتر نخود فرنگی را مشاهده کردند.

غالبیت: قابلیت تهاجمی، غالبیت نسبی یک گونه را در کشت مخلوط نسبت به‌گونه دیگر نشان می‌دهد (بانیک وهمکاران، ۲۰۰٦؛ یلماز و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج نشان داد که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط، مقادیر A_Z و A_L به‌ترتیب مثبت و منفی بودند (جدول ۱۱). این بدان معنی است که در همه ترکیبات هیبریدهای ذرت گونه غالب و بقولات گونه مغلوب می‌باشند. به‌طورکلی نتایج شاخص غالبیت با نتایج ضریب ازدحام نسبی مطابقت دارد (لیتورگایدیس و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج مشابه‌دال بر غالبیت گراس‌ها در کشت مخلوط توسط گوش (۲۰۰٤)، دهیما و همکاران (۲۰۰۷)، یلماز و همکاران (۲۰۰۸) و واسیلاکوگلو و دهیما (۲۰۰۸) گزارش شده است. در حالی‌که آگیگنیهو و همکاران (۲۰۰٦) در کشت مخلوط جو – باقلا و ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط ذرت با یونجه مشاهد کردند که جو و ذرت دارای غالبیت منفی (گونه مغلوب) و باقلا و یونجه دارای غالبیت مثبت (گونه غالب) بودند. بر اساس میانگین دو سال هیبرید ۷۰٤ نسبت به‌هیبرید ۳۰۱ تا حدودی از قابلیت تهاجمی بالاتری برخوردار بود. در بین بقولات ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه از غالبیت نسبی بالاتری

برخوردار بودند، یعنی قدرت رقابتی بالاتری دارند. یلماز و همکاران (۲۰۰۸) در کشت مخلوط ذرت با لوبیا معمولی و لوبیا چشم بلبلی، غالبیت بیشتر لوبیا چشم بلبلی نسبت به‌لوبیا معمولی را گزارش کردند.

جدول ۱۱- مقادیر قابلیت تهاجمی و ضریب ازدحام نسبی برای مخلوط‌های ذرت و بقولات

تیمار	غالبیت		ضریب ازدحام نسبی	
	A_L	A_Z	K_{ZL}	K_{LZ}
ذرت ۷۰٤- گاودانه	-۰/٤٦	۰/٤٦	۲/۳۱	۰/٤۳
ذرت۷۰٤- شبدربرسیم	-۰/۵۸	۰/۵۸	۲/۸۱	۰/۳۵
ذرت ۷۰٤- لوبیا	-۰/٤۷	۰/٤۷	۲/۲۷	۰/٤٤
ذرت۷۰٤-ماشک گل خوشه‌ای	-۰/۲	۰/۲	۱/۳٤	۰/۷٤
ذرت ۳۰۱- گاودانه	-۰/۳٦	۰/۳٦	۱/۸۵	۰/۵۳
ذرت۳۰۱- شبدر برسیم	-۰/۵۱	۰/۵۱	۲/۳٤	۰/٤۲
ذرت ۳۰۱- لوبیا	-۰/٤۹	۰/٤۹	۲/۲۵	۰/٤٤
ذرت۳۰۱- ماشک گل‌خوشه‌ای	-۰/۱۵	۰/۱۵	۱/۲۳	۰/۸۱

A_Z: غالبیت ذرت، A_L: غالبیت بقولات، K_{ZL}: ضریب ازدحام نسبی ذرت، K_{LZ} ضریب ازدحام نسبی بقولات، K: ضریب ازدحام نسبی کل

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل نشان داد که عملکرد خشک علوفه ذرت در کشت مخلوط با بقولات بویژه ماشک گل خوشه‌ای و گاودانه کاهش می‌یابد. میزان کاهش عملکرد علوفه خشک هیبریدهای ذرت به‌طور میانگین در مقایسه با کشت خالص آن‌ها ۱۵/۸۰ درصد بود. بر عکس، عملکرد علوفه خشک همه بقولات در کشت مخلوط نسبت به‌کشت خالص آنها کاهش چشمگیری داشتند. کاهش عملکرد علوفه بقولات در مخلوط با ذرت هیبرید ۳۰۱ کمتر از کشت مخلوط با هیبرید ۷۰٤ بود. در بین بقولات مورد مطالعه در این آزمایش ماشک گل خوشه‌ای دارای بیشترین تأثیر را بر روی افزایش ماده خشک قابل هضم (DDM) هیبریدهای ذرت داشته و کمترین تأثیر نیز از شبدر برسیم مشاهده شد. میزان ارزش تغذیه‌ای نسبی (RFV) ذرت در کشت مخلوط با ماشک گل خوشه‌ای و لوبیا بیشتر از کشت مخلوط با گاودانه و شبدر برسیم افزایش یافت. بنابراین، در صورت کشت مخلوط هیبریدهای ذرت،

به‌ترتیب با ماشک گل خوشه‌ای، لوبیا، گاودانه و شبدر برسیم به‌دلیل کاهش غلظت دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز، ماده خشک قابل هضم و ارزش تغذیه‌ای نسبی آن افزایش می‌یابد. به‌علاوه، درصد انرژی قابل متابولیسم (ME/D) ذرت نیز بر اثر کشت مخلوط با بقولات به‌ویژه ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه در مقایسه با کشت خالص هیبریدهای ۷۰٤ و ۳۰۱ افزایش چشمگیری نشان داد. در مقایسه بین دو هیبرید ذرت، هیبرید ۳۰۱ نسبت به‌هیبرید ۷۰٤ از لحاظ شاخص‌های DDM، RFV و ME/D برتری داشت. بررسی شاخص غالبیت و ضریب ازدحام نسبی نشان داد در همه الگوهای کشت مخلوط، ذرت غالب و بقولات مغلوب بودند، که این بیانگر توانایی رقابتی بیشتر ذرت نسبت به‌بقولات و در نتیجه جذب بیشتر منابع محیطی توسط آن می‌باشد.

منابع

1. Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. Eur. J. Agron., 25: 202-207.
2. Allen, M.S., O'neil, K.A., Main, D.G., and Beck, J. 1991. Relationship among yield and quality traits of maize hybrids for silage. J. Dairy Sci., 74: 221.
3. 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.
4. Anil, J.P., Phipps, R.H., and Miller, F.A. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: Review of potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass Forage Sci., 53: 301-317.
5. Arzani, H., Miraki, F., and Erfanzadeh, R. 2006. Effect of elevation and phenological stage on forage quality of the range species in Kurdestan province. Iranian J. Agric. Sci., 20:147-156.
6. Bahrani, M.J. 2005. Forage Crop Production. Shiraz University Press. 150p.
7. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. Eur. J. Agron., 24:325-332.
8. 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.
9. Cusicanqui, J.A., and Lauer, J.G. 1999. Plant density and hybrid influenced on corn forage yield and quality. Agron. J., 91: 911-915.
10. Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Syasar, B., and Ramroudi, M. 2009. Effect of intercropping maize with cowpea on green forage yield and quality evaluation. Asian J. Plant Sci., 8: 235-239.

11. Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Res., 100: 249-256.
12. Echarte, L., Della Maggiora, A., Cerrudo, D., Gonzalez, V.H., Abbate, P., Cerrudo, A., Sadras, V.O., and Calvino, P. 2011. Yield response to plant density of maize and sunflower intercropped with soybean. Field Crops Res., 121: 423-429.
13. Fateh, E. 2009. Effect of soil fertility different systems (organic, integrated and chemical) on forage yield and medical characteristics of artichoke (*Cynara cardunculus*). Ph.D Thesis, Tehran University, Iran. 259p.
14. Fujita, K., Ofosu, K.G., and Ogata, S. 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume –cereal cropping system. Plant Soil, 144: 155-175.
15. Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi- arid tropics of India. Field Crops Res., 88: 227-237.
16. Horrocks, R.D., and Vallentine, J.F. 1999. Harvested Forages. Academic Press, London, UK. 426 p.
17. Iptas, S., and Yavus, M. 2008. Effect of pollination levels on yield and quality of maize grown for silage. Turk. J. Agric. For., 32: 41-48.
18. 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.
19. Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea- cereal intercropping systems. Eur. J. Agron., 34: 287-294.
20. 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. Sustain. Dev., 27: 95-99.
21. Lithourgidis, A.S., and Dordas, C.A. 2010. Forage yield, growth rate, and nitrogen uptake of faba bean intercrops with wheat, barley, and rye in three seeding ratios. Crop Sci., 50: 2148-2158.
22. 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 Crops Res., 99: 106-113.
23. Mushagalusa, G.N., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. Environ. Exp. Bot., 64: 180-188.
24. Oddy, V.U., Roberts, G.E., and Low, S.G. 1983. Prediction of invivo dry matter digestibility from the fiber and nitrogen content of a feed, common wealth Agriculture Bureux. Australia, 295-298.
25. Ofori, F., and Stern, W.R. 1987. Cereal- legume intercropping system. Adv. Agron., 41: 41-90.

26. Ross, S.M., King, J.R., O-Donovan, J.T., and Spaner, D. 2004. Intercropping berseem clover with barley and oat cultivars for forage. Agron. J., 96: 1719-1729.
27. Sood, B.R., and Sharma, V.K. 1992. Effect of nitrogen level on the yield and quality of forage sorghum intercropping with legumes. Indian J. Agron., 37: 642-644.
28. Vasilakoglou, I., and Dhima, K. 2008. Forage yield and competition indices of berseem clover intercropped with barley. Agron. J., 100:1749-1756.
29. 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.
30. Wang, X., Zeng, Z-H., Zhu, B. and Hu, Y-G. 2007. Effect of different intercropping and mixture modes on forage yield and quality of oat and common vetch. Acta Agron. Sinica, 33: 1892-1895.
31. Ward, J.D., Redfearn, D.D., McCormick, M.E., and Cuomo, G.J. 2001. Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a subtropical double-cropping system with annual ryegrass. J. Dairy Sci., 84: 177-182.
32. Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize–legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the east Mediterranean region. Turk. J. Agric. For., 32: 111-119.
33. Zandvakili, O.R., Allahdadi, I., Mazaheri, D., Akbari, G.A., Jahanzad, E., and Mirshekari, M. 2012. Evaluation of quantitative and qualitative traits of forage sorghum and lima bean under different nitrogen fertilizer regimes in additive-replacement series. J. Agric. Sci., 6: 223-235.
34. Zhang, G., Yang, Z., and Dong, S. 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. Field Crops Res., 124: 66-73.

EJCP., Vol. 7 (3): 89-108
http://ejcp.gau.ac.ir

Investigation of some competition and forage quality indices in different intercropping patterns of maize with vetch, common bean, bitter vetch and berseem clover

A. Javanmard[1*] and H. Eskandari[2]
[1]Assistant Professor, Deptartment of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran, [2]Assistant Professor, Deptartment of Agriculture, Payame Noor University, Iran.
Received: 07/02/2013 ; Accepted: 06/19/2014

Abstract

In order to study the effect of different intercropping patterns of maize with vetch, common bean, bitter vetch and berseem clover on some maize qualitative traits, an experiment was conducted as randomized complete block design with three replications in Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, during two years. Treatments were two maize hybrids (704, 301), vetch (*Vicia villosa*), bitter vetch (*Vicia ervilia*), berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris* cv. Cos 16) sole crops as well as intercrops of maize hybrids with each of the legumes in additive series. The results showed that forage yield of maize in intercropping with vetch and bitter vetch decreased. Digestible dry matter of forage maize in intercropping with legumes was increased. The highest digestible dry matter was achieved from 301 hybrid with bitter vetch, vetch and bean intercrops. Forage nutritive value, as indicated by Relative feed value (RFV), was improved in all legume-maize intercrops in relation to the sole maize crop. The RFV value was higher than 151 in the intercrops of maize hybrid 301 with bitter vetch and vetch. So, it can be stated that forage crop from intercropping of maize hybrid 301 with the mentioned legumes is considered as prime forage. The highest metabolisable energy (ME/D) of forage belonged to maize hybrid 301-bitter vetch and maize hybrid 301-vetch intercrops. In conclusion's intercropping of maize hybrids with legumes improved the maize forage quality in terms of DDM, RFV and ME/D as compared with the sole cropping of maize.

Keywords: Intercropping, Digestible dry matter (DDM), Relative feed value (RFV), Legume, Forage yield.

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