مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۳، شماره ۳، ۱۳۹۱ (۵۵۰-۵۴۱)

تاثیر آرایش‌های مختلف کشت مخلوط یونجه‌یکساله (*Medicago scutellata*) و جو بهاره(*Hordeum vulgare*) بر عملکرد ماده خشک و برخی ویژگی‌های کیفی علوفه و سیلو

علیرضا اسماعیلی[1*]، محمد باقر حسینی[2]، مراد محمدی[3] و فاطمه السادات حسینی خواه[4]
۱، ۲، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۴، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی بیرجند
(تاریخ دریافت : ۹۰/۸/۴ - تاریخ تصویب: ۹۱/۵/۳)

چکیده

به منظور تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط یونجه یکساله با جو بهاره از نظر عملکرد ماده خشک، کیفیت علوفه و سیلو آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در شرایط فاریاب اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آرایش‌های مختلف کشت مخلوط به صورت جایگزینی شامل یونجه۱:۱جو، یونجه۲:۲جو، یونجه۴:۴جو، یونجه۶:۶جو، یونجه۲:۶جو، یونجه۲:۴جو، یونجه۴:۲جو،یونجه۶:۲جو وافزایشی شامل یونجه۲۰٪:۱۰۰٪جو،یونجه۴۰٪:۱۰۰٪جو، یونجه۱۰۰٪:۴۰٪جو، یونجه۱۰۰٪:۲۰٪جوبه همراه تیمارهای کشت خالص یونجه و جو بودند.نتایج نشان داد که عملکرد تجمعی علوفه خشک ، صفات کیفی علوفه (به جز خاکستر) و سیلو تحت تاثیر ترکیب‌های مختلف کاشت قرار گرفتند. بیشترین میزان عملکرد تجمعی علوفه خشک (۲۹۳۴ کیلوگرم در هکتار) از آرایش یونجه۱:۱جو، درصد پروتئین خام علوفه (۳۰/۸۹)، درصد قابلیت هضم علوفه (۷۶/۵۷) و درصد پروتئین سیلو (۱۷/۸۸) مربوط به کشت خالص یونجه و بیشترین درصد قابلیت هضم سیلو (۳۱/۳۷) مربوط به یونجه۲:۴جو و درصد خاکستر (۱۸/۷۳) از آرایش یونجه۲:۶جو به دست آمد. با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده مربوط به عملکرد علوفه خشک، شامل نسبت برابری زمین برابر ۱/۲۳ و ضریب ازدحام نسبی برابر ۲/۶۰ می‌توان یونجه۱:۱جو را بهترین تیمار معرفی کرد(LER=۱/۲۳۲ و RCC=۲/۶۰)،و از لحاظ برتری صفات کیفی، کشت خالص یونجه و ترکیب‌های حاوی بیشترین درصد یونجه، بهترین ترکیب‌هاشناخته شدند.

واژه های کلیدی: ضریب ازدحام نسبی، نسبت برابری زمین، عملکرد علوفه خشک، تیمارهای جایگزینی، تیمارهای افزایشی

مقدمه

کشت مخلوط از قدیمی‌ترین اشکال کشاورزی بوده، که باعث افزایش تنوع بر حسب ساختار رویشگاه و گونه گیاهی گشته و شبیه به جوامع گیاهی طبیعی است (Steiner, 1984).در کشت های مخلوط سازگارگیاهان کمترین رقابت را با یکدیگر داشته و به طور موثرتری از

* نویسنده مسئول: علیرضا اسماعیلی تلفن: ۰۹۱۸۱۴۳۳۱۶۱ E-mail: esmaeili.utehran@gmail.com

منابع موجود استفاده می کنند و درنتیجه آن عملکرد و کیفیت محصول بهبود پیدا می کند. آزمایش‌های کشت مخلوط عمدتا شامل گیاهان تیره بقولات وغلات هستند. گیاهان تیره غلات ماده‌ی خشک بالاتری دارند، ولی از نظرمیزان پروتئین فقیرند اما برخلاف آن‌ها، گیاهان بقولات از نظر پروتئین در سطح بالایی قرار دارند. بنابراین مخلوط غلات و بقولات معمولا منجر به تولید علوفه با کیفیت بالا می‌شود (Sistachs & Sing, 1991).

بنابر گزارش VanderMeer(1998)،برای حل مشکلات کشاورزی مدرن به وجود آوردن سیستم‌های متنوع در تولید با افزایش تعداد گیاهانی که در یک قطعه زمین کاشته می‌شوند ضروری است. همچمنینFukai &Trenbath(1993) بیان نمودند که اجرای سیستم‌های کشت مخلوط سازگار یک روش امید بخش برای بهره‌برداری بهتر از منابع محیطی نسبت به تک‌کشتی است.

نحوه آرایش ونسبت‌های تراکم گیاهان از اصول مهم کشت مخلوط است وباید کاملاًآگاهانه به کار گرفته شوندونیز زمان‌های کاشت،برداشت، نیازهای آبی، کودی وماشین‌های لازم بایستی با دقت پیش‌بینی ولحاظ گردند (Preston, 2003). در کشت مخلوط به علت حداکثر استفاده از منابع و بهره‌گیری مناسب‌تر از آن‌ها باعث می‌گردد که عملکرد در مقایسه با کشت خالص،۳۰٪ الی ۶۰٪ افزایش یابد و این افزایش عملکرد حتی بدون استفاده از نهاده‌های پرهزینه به دست می‌آید (Mazaheri,1998).در این ارتباط، Li et al(2001) در تحقیقی بر روی کشت های مخلوط گندم: ذرت و گندم: سویا گزارش کردند که عملکرد و جذب مواد معدنی در کشت مخلوط گندم، ذرت و سویا به‌طور معنی‌داری بیشتر از کشت خالص آن‌ها بود و سود عملکرد در کشت مخلوط گندم: ذرت ۴۰ تا ۷۰ درصد و مخلوط گندم: سویا ۲۸ تا ۳۰ درصد بود. Moynihan et al.,(1996) در کشت مخلوط یونجه یکساله و جو نشان دادند که یونجه‌هایی کساله *Medicago truncatula* و *Medicago Lapulina*باعث افزایش ۹ درصدی عملکرد جو می‌شود.

شاخص‌های متفاوتی مانند نسبت برابری زمین (LER)[1]، ضریب ازدحام نسبی (Relative Crowding Coefficient)، شاخص رقابت (Cometition Index) در ارزیابی سیستم‌های کشت مخلوط متداول هستند (Ghosh, 2004). این شاخص‌ها می‌توانند به خلاصه کردن نتایج تحقیقات ، تقسیر و بیان رقابت در سیستم کشت مخلوط کمک کند (Weigelt & Jolliffe, 2003) ,.Hauggaard et al(2006) گزارش کردند در بررسی کشت مخلوط جو با باقلا مصری و جو با نخود، تیمارهای بدون کود جو با باقلا تماماً نسبت برابری زمین(LER)[1]بالاتر از یک داشتند در حالی که با اضافه شدن تیمار کودی مزیت LERاز بین رفت و تنها LERیکی از تیمارها بیشتر از یک شد. درتحقیقی از کشت مخلوط جو/ لوبیا Martin & Snauydon(1982) دریافتند وقتی که جو با لوبیا در جایگاه خالص و مخلوط ردیف‌های یک‌درمیان کشت شدند، در تیماری که نسبت جو به لوبیا بیشتر بود، LER برابر۱/۸بود.

به طور کلی استفاده از گیاهان لگوم در کشت مخلوط با غلات باعث افزایش عملکرد محصولات به ویژه در شرایط خشک و نیمه‌خشک می‌شود (Ghoshet al., 2009).مزیت کشت مخلوط دو یا چند گیاه، افزایش عملکرد نهایی گیاهان وابسته به آرایش کشت است (Biabani et al., 2008).

هدف از این مطالعه بررسی اثر ترکیب‌های (آرایش) مختلف کشت در سیستم‌های کم‌نهاده بر روی عملکرد ماده خشک علوفه، کیفیت علوفه، سیلو و رقابت بین گیاهان جو و یونجه یکساله در مخلوط بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا و در قالب طرح پایه بلوک‌هایکامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۵/۹ میلی‌متر و کمینه و بیشینه آن در طی یک دوره سی‌ساله به ترتیب ۱۰۸/۲ و ۴۶۹/۹ میلی‌متر گزارش

1. Land Equivalent Ratio(LER)

شده است. متوسط دمای بیشینه ۴۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط دمای کمینه آن ۱۸- درجه و میانگین آن ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. یک نمونه مرکب از خاک مزرعه برای انجام تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال شد. نتایج تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش نشان داد که از: بافت خاک لومی رسی، نیتروژن کل ۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ، EC برابر۳/۹، فسفر ۱۴/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۱۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وpHبرابر۸/۲ بود.

این تحقیق با استفاده از یونجه یکساله (*Medicago scutellata* CV. *Robinson*) و جو بهاره رقم کارون در کویر (*Hordeum vulgare*) به صورت مخلوط جایگزینی و افزایشی در شرایط فاریاب اجرا شد. آرایش‌هایکشت شامل یونجه۱:۱جو[1]، یونجه۲:۲جو، یونجه۴:۴جو، یونجه۶:۶جو، یونجه۶:۲جو، یونجه۴:۲جو، یونجه۲:۴جو، یونجه۲:۶جو به صورت جایگزینی، یونجه۱۰۰٪جو[2]، یونجه۱۰۰٪:۲۰٪جو، یونجه۱۰۰٪:۱۰۰٪جو، یونجه۴۰٪ :۱۰۰٪جو به صورت افزایشی و کشت خالص جو و یونجه بودند. یونجه یکساله بر اساس ۲۰ کیلوگرم در هکتار و جو ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کشت شدند. برای آماده‌سازی بستر کاشت، ابتدا زمین مورد نظر در پاییز شخم زده شد سپس در اسفند ماه عملیات دیسک و پشته‌بندی (فارو) انجام شد. عملیات کاشتپس از گاوروشدن زمین در ۲۴ اسفند۱۳۸۸صورت گرفت. کرت‌های آزمایشی به طول ۵ متر و فاصله بین خطوط کشت ۰/۲۵ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین بوته‌ها برای جو و یونجه یکساله به ترتیب ۳ و ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری مزرعه به صورت جوی و پشته و مبارزه با علف‌های هرز به روش دستی انجام گرفت. برداشت علوفه در تاریخ ۶ خردادماه ۱۳۸۹ و در پایان مرحله گلدهی یونجه یکساله و به صورت کف‌بر انجام شد. در این مرحله از هر کرت آزمایشی ۲ متر مربع با رعایت حاشیه جهت عملکرد خشک، کیفیت علوفه و سیلوبرداشت شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک، پس از برداشت محصول، نمونه‌ای از هرکرت انتخاب شد و پس از خشک شدن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. سپس برای تعیین کیفیت علوفه مقداری از علوفه‌ها به طور کامل آسیاب گردید. نمونه‌های آسیاب شده به منظور سنجش فاکتورهای کیفیت علوفه از قبیل درصد پروتئین خام[3] (CP)،درصد ماده خشک قابل هضم[4] (DMD)،و درصد خاکستر کل[5] (ASH) از دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR)[6] که دقیق‌ترین و سریع‌ترین تکنیک برای تخمین ترکیبات شیمیایی فرآورده‌های کشاورزی می‌باشد، استفاده شد.

برای ارزیابی کیفیت سیلوی علوفه، بلافاصله پس از برداشت محصول، نمونه‌هایی از کرت های آرایش های جایگزینی انتخاب شد و سپس توسط دستگاه کاتر به قطعات ۲-۱ سانتی‌متری تبدیل شدند و با توجه به نسبت‌های هر گیاه در هر کرت آزمایش آن‌ها را خوب با هم مخلوط نموده و داخل ظرف‌های ۲ کیلوگرمی پلاستیکی کاملاً فشرده شدند تا اکسیژن داخل ظرف حاوی علوفه تخلیه شد، سپس مقدار ۵ درصد وزن علوفه داخل هر ظرف، ملاس چغندرقند اضافه شد و بعد از بستن در ظرف‌ها آن‌ها را به مدت یک ماه در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دور از نور خورشید قرار داده شدند و پس از اتمام زمان مورد نیاز جهت سیلو، نمونه ها به آزمایشگاه علوم دام دانشگاه تهران منتقل شدند. اندازه‌گیری درصد پروتئین خام، درصد خاکستر کل و درصد ماده خشک قابل هضم به روش AOAC(1990)، انجام شدند.

برای اندازه‌گیری شاخص نسبت برابری زمین(LER) از رابطه(۱)(Mead and Willey, 1980)، شاخص ضریب ازدحام نسبی[7](RCC) از رابطه(۲)(Ghosh, 2004) و شاخص رقابت[8](CI) از رابطه(۳) (Willey and Rao, 1980) استفاده شد.

۱. اعداد نشان دهنده تعداد ردیف های کاشت است.
۲. اعداد نشان دهنده مقدار کاشت به ازای کشت خالص هر گیاه است.

1. Crude Protein (CP)
2. Dry Matter Digestibility (DMD)
3. Total ASH
4. Near Infrared Spectroscopy (NIR)
5. Relative Crowding Coefficient (RCC)
6. Competition Index (CI)

داشتن ، LER<۱ نشان دهنده عدم برتری کشت مخلوط و LER>۱برتری کشت مخلوط و LER=۱ عدم تفاوت با کشت خالص است.

ضریب ازدحام نسبی مشخص کننده میزان رقابت بین گیاهان است که با استفاده از روش جایگزینی به صورت مخلوط کشت شده اند (Mazaheri, 1998) . اگر RCC>۱ باشد کشت مخلوط سودمند خواهد بود، اما اگر RCC<۱ باشد میزان محصول به دست آمده از کشت مخلوط کمتر از محصول کشت خالص است و سرانجام اگر RCC=۱ باشد، در مخلوط حالت موازنه یا تعادل برقرار است و هیچ گونه افزایش یا کاهش محصول نسبت به کشت خالص دیده نمی‌شود (Mazaheri, 1998).

اگرمیزان شاخص رقابت برابر صفر باشد نشان دهنده عدم رقابت بین دو گونه می باشد،اما در حالت‌های دیگر، علامت‌های مثبت و منفی ضریب به ترتیب نشان دهنده غالب و مغلوب بودن گونه‌ها است.

پس از آزمون همگنی واریانس‌ها محاسبات آماری مربوطه با استفاده از نرم‌افزارSAS نسخه ۹/۱ و ترسیم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel 2007صورتگرفت.

رابطه(۱)

$$LER=(Yab/Yaa)+(Yba/Ybb)$$

Y_{ab} و Y_{ba} به ترتیب نشان دهنده عملکرد گونه‌های a و b در مخلوط و Y_{aa} و Y_{bb} به ترتیب نشان دهنده عملکرد در کشت خالص گونه‌های a وb می‌باشند.

رابطه(۲)

$$RCC=RCC_{ab}\times RCC_{ba}$$
$$RCC_{ab}=Y_{ab}X_{ba}/(Y_{aa}-Y_{ab})X_{ab}$$
$$RCC_{ba}=Y_{ba}X_{ab}/(Y_{bb}-Y_{ba})X_{ba}$$

X_{ba}وX_{ab} به ترتیب نشان‌دهنده نسبت کاشت برای گونه‌های a و b است.

رابطه(۳)

$$CI_a=(LER_a/LER_b)(X_{ba}/X_{ab})$$

LER_a و LER_b به ترتیب نشان‌دهنده نسبت برابری زمین برای گونه‌های a و b است.

نتایج و بحث

عملکرد تجمعی علوفه خشک

تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد علوفه خشک تجمعی جو و یونجه از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر سطوح مختلف کشت مخلوط قرار گرفت(جدول۱).مقایسه میانگین بین سطوح تیمارها نشان داد که ترکیب یونجه۱:۱جوبا عملکرد۲۹۳۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه خشک را داشت که با کشت خالص جو و آرایش جو۲:۴یونجه اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). کمترین میزان عملکرد علوفه خشک تجمعی، مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۱۷۷۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲).

در بررسی انجام شده توسط.Simmons et al(1990)، در مورد کشت مخلوط یونجه با جو و یولاف، تیمارهای کشت مخلوط یونجه به همراه هریک از گیاهان جو و یولاف از ۲۰۲ تا ۲۳۵۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد ماده خشک بیشتری از کشت خالص یونجه داشتند. این محقق گزارش کرد که عملکرد کشت مخلوط جو و یونجه به رقم یونجه به کار رفته بستگی دارد و عملکرد کشت مخلوط جو و یونجه بیش از کشت خالص آن‌ها است.

صفات کیفی علوفه

درصد ماده خشک قابل هضم علوفه

اثر سطوح مختلف کشت مخلوط بر ماده خشک قابل هضم علوفه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان قابلیت هضم علوفه مربوط به کشت خالص یونجه، به میزان ۷۶/۵۷ درصد بود که با آرایش‌های یونجه۲:۶جو، یونجه۲:۴یونجه اختلاف معنی‌داری نداشت و پایین‌ترین میزان این صفت نیز مربوط به کشت خالص جو به میزان ۶۵/۳۵ درصد بود(جدول۳). . Sood & Sharma(1992)گزارش کردند که در کشت مخلوط گراس چهارکربنه سورگوم و لگوم، درصد قابلیت هضم علوفه سورگوم افزایش یافت.

درصد پروتئین خام علوفه

تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف کشت مخلوط بر درصد پروتئین خام در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد(جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش نسبت جو در کشت مخلوط درصد پروتئین روند نسبتاً کاهشی یافت به طوری که در کشت خالص جو به حداقل مقدار خود رسید. با این‌حال بیشترین درصد پروتیئن خام به کشت خالص یونجه و برابر ۳۰/۸۹ اختصاص داشت. با حضور یونجه یکساله در

کشت مخلوط مقدار پروتئین از یک روند افزایشی را نشان داد. کمترین میزان پروتئین علوفه نیز به کشت خالص جو با مقدار ۲۳/۷۰ درصد مربوط بود.

Sood & Sharma(1992)، گزارش کرده‌اند که کشت مخلوط سورگوم با لگوم باعث افزایش مقدار پروتئین خام علوفه شد.,.Herbert et al(1984) نیز در کشت مخلوطذرت و سویا دریافتند که پروتئین تولیدی در الگوهای مختلف کاشت، ۸ تا ۱۷ درصد نسبت به کشت خالص بیشتر بود.

درصد خاکستر کل علوفه

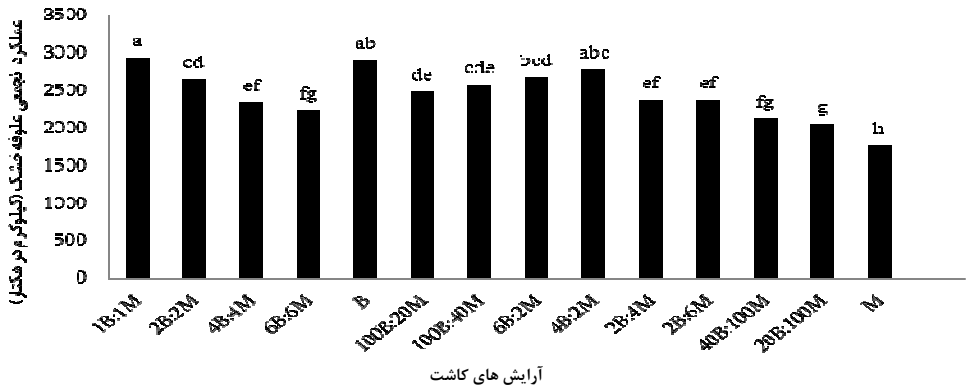
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف کشت مخلوط در سطح احتمال ۱٪ بر محتوای خاکستر علوفه خشک تاثیر معنی داری نداشت (جدول ۱).

Carr et al.,(2004)، در بررسی کشت مخلوط نخودسبز با جو و یولاف به این نتیجه رسیدندکه کشت مخلوط نخودسبز و جو نسبت به نخودسبز و یولاف کیفیت علوفه بهتری تولید کرد. همچنین آن‌ها مقدار کلسیم و فسفر را در مخلوط نخودسبز و جو بیشتر از نخودسبز و یولاف و به ترتیب به میزان ۰/۶۶ و ۰/۷۷ گرم بر کیلوگرم ماده خشک به دست آوردند. در گزارش‌های متعددی اشاره شده است که گیاهان در کنار یکدیگر در کشت مخلوط سورگوم، ذرت و لگوم‌ها، ماده خشک بیشتری را به اندام هوایی در مقایسه با ریشه تخصیص می‌دهند که با این شرایط میزان عامل‌هایی نظیر پروتئین افزایش و خاکستر علوفه کاهش می‌یابد (Asper & Levine, 1994).

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک تجمعی و صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط جو بهاره و یونجه یکساله

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		عملکرد علوفه خشک تجمعی	درصد ماده خشک قابل هضم علوفه(DMD)	درصد پروتئین خام علوفه (CP)	درصد خاکسترعلوفه (ASH)
تکرار	۳	۸۷۱۹۳/۵۴۲**	۵/۵۵۵**	۲/۰۸۹^{ns}	۰/۲۴۴^{ns}
تیمار	۱۳	۴۴۵۷۵۵/۴۴۱**	۴۳/۸۵۸**	۱۶/۲۲۸**	۰/۲۳۳^{ns}
خطا	۳۹	۱۸۳۱۰/۸۱۱	۱/۱۳۵	۰/۷۵۱	۰/۱۸۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۵۲	۳/۴۹	۳/۱۱	۵/۴۲

**و^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و عدم اختلاف معنی‌دار



شکل ۱- مقایسه عملکرد تجمعی علوفه خشک کشت مخلوط جو با یونجه در ترکیب‌های مختلف. حروفBو Mبه ترتیب بیانگر جو و یونجه است. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی دار می باشند

صفات کیفی سیلو

درصد ماده خشک قابل هضم سیلو

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد مطالعه بر درصد ماده خشک سیلو در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد(جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد ماده خشک سیلو مربوط به آرایش‌های یونجه۴:۲جو، به میزان ۳۱/۳۷ درصد و کمترین میزان مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۲۱/۳۸ درصد بود(جدول ۳). با سیلو کردن یونجه می‌توان ارزش غذایی یونجه را بهبود داد. در تغذیه گاوها با یونجه سیلو شده

قابلیت هضم ماده خشک، افزایش نشان داد (Broadrick, 1995). بنابر گزارش Klens chmit et al.(2007)، هنگامی که گاوها با نسبت برابریونجه و ذرت سیلو شده تغذیه شوند در مقایسه با ذرت و یونجه سیلو شده به تنهایی، قابلیت هضم ماده خشک بیشتر بود.

درصد پروتئین خام سیلو

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مورد مطالعه بر درصد پروتئین خام سیلو در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد،همانند پروتئین علوفه، با افزایش سهم جو و کاهش سهم یونجه در ترکیب کشت مخلوط، درصد پروتئین سیلو از یک روند نسبتاً کاهشی تبعیت کرد، به طوری که میزان پروتئین در کشت خالص جو به حداقل خود رسید. این وضعیت در حالی است که بیشترین درصد پروتیئن خام مربوط به کشت خالص یونجه به میزان۱۷/۸۸ درصد بود که به جز کشت خالص جو، با دیگر ترکیب‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت کمترین میزان پروتئین نیز مربوط به کشت خالص جو با مقدار ۱۴/۴۱ درصد بود (جدول ۳).

نتایج Hall et al., (1997)، نشان داد میزان پروتیین یونجه سیلو شده نسبت به گرامینه‌ها از جمله ذرت سیلویی بیشتر بود. یونجه سیلو شده به دلیل فیبر پایین و پروتئین بالای آن در مقایسه با دیگر گیاهان علوفه‌ای، بعنوان یک مکمل غذایی برای غلات و سایر علوفه‌ها در جیرهٔ گاوهای شیری به کار برده می‌شود (Hartnell, 2005).

درصد خاکستر سیلو

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان خاکستر سیلو در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت قرار گرفت (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در میان آرایش‌های مختلف کشت مخلوط، بیشترین میزان درصد خاکستر سیلو مربوط به تیماریونجه۲:۶جو به میزان ۱۸/۷۳ درصد و کمترین آن مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۱۴/۲۵ درصد بود. همچنین درصد خاکستر علوفه با افزایش نسبت جو در مخلوط در اکثر موارد افزایش نشان داد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کیفی سیلویجو و یونجهیکساله تحت تاثیر نسبت‌های اختلاط

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد ماده خشک قابل هضم سیلو(DMD٪)	درصد پروتئین خام سیلو (CP٪)	درصد خاکستر سیلو (ASH٪)
تکرار	۳	۱/۷۲۹^{ns}	۰/۶۵۶^{ns}	۰/۸۹۸^{ns}
تیمار	۹	۳۰/۷۴۱**	۵/۰۵۸**	۷/۰۳۲**
خطا	۲۷	۱/۵۵۳	۰/۳۸۸	۰/۵۰۰
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۷۱	۳/۸۳	۴/۰۸

**و^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و عدم معنی‌داری می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک،صفات کیفی علوفه وسیلوی جو و یونجه یکساله در کشت مخلوط

تیمارها	صفات مورد بررسی						
	عملکرد تجمعی علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار)	درصد ماده خشک قابل هضم علوفه	درصد پروتئین خام علوفه	درصد خاکستر علوفه	درصد ماده خشک قابل هضم سیلو	درصد پروتئین خام سیلو	درصد خاکستر سیلو
جو۱:یونجه۱	۲۹۳۴a	۷۱/۹۱c	۲۷/۸۸d	۷/۶۷bc	۲۷/۹۷bc	۱۵/۵۵ab	۱۷/۳۳cde
جو۲:یونجه۲	۲۶۵۶cd	۶۹/۷۸de	۲۸/۶۲cd	۷/۹۴abc	۲۴/۵۹de	۱۶/۲۱ab	۱۸/۰۲abcd
جو۴:یونجه۴	۲۳۳۸ef	۷۱/۳۸cd	۲۷/۵۵de	۸/۱۸ab	۲۶/۴۶cd	۱۶/۲۰ab	۱۷/۳۳cde
جو۶:یونجه۶	۲۲۲۹fg	۷۱/۷۳c	۲۷/۷۳d	۸/۰۸abc	۲۷/۱۸bc	۱۶/۱۵ab	۱۸/۳۸abc
کشت خالص جو	۲۹۰۰ab	۶۵/۳۵g	۲۳/۷۰g	۸/۴۴a	۲۷/۶۸bc	۱۴/۴۱b	۱۸/۵۸ab

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک،صفات کیفی علوفه وسیلوی جو و یونجه یکساله در کشت مخلوط

جو۶:یونجه۲	۲۶۷۴bcd	۶۸/۴۱ef	۲۶f	۷/۹۱abc	۲۴/۹۴de	۱۵/۵۱ab	۱۸/۷۳a
جو۴:یونجه۲	۲۷۸۳abc	۶۹/۹۸de	۲۶/۴۲ef	۷/۸۱abc	۳۱/۳۷a	۱۵/۵۷ab	۱۷/۵۸bcd
جو۲:یونجه۶	۲۳۷۶ef	۷۵/۴۳a	۳۰/۱۸ab	۷/۸۴abc	۲۸/۶۰b	۱۷/۷۹a	۱۶/۹۵de
جو۲:یونجه۴	۲۳۷۳ef	۷۵/۱۸ab	۲۹/۹۴abc	۷/۷۶abc	۲۴/۳۱e	۱۷/۴۶ab	۱۶/۳۰e
جو۱۰۰٪:یونجه۲۰٪	۲۴۸۶de	۶۷/۲۶f	۲۶/۱۵f	۷/۸۹abc	–	–	–
جو۱۰۰٪:یونجه۴۰٪	۲۵۸۴cde	۶۸/۷۲ef	۲۶/۴۲ef	۷/۸۴abc	–	–	–
جو۲۰٪:یونجه۱۰۰٪	۲۰۵۴g	۷۳/۷۷b	۲۹/۵۷abc	۷/۷۵abc	–	–	–
جو۴۰٪:یونجه۱۰۰٪	۲۱۳۱fg	۷۳/۶۰b	۲۹/۴۱bc	۷/۸۶abc	–	–	–
کشت خالص یونجه	۱۷۷۳h	۷۶/۵۷a	۳۰/۸۹a	۷/۴۰abc	۲۱/۳۸f	۱۷/۸۸a	۱۴/۲۵f

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

نسبت برابری زمین (LER)

مقادیر LERمحصول علوفه خشک جو و یونجه برای آرایش‌های مختلف کشت مخلوط در جدول ۴ نشان داده شده است.

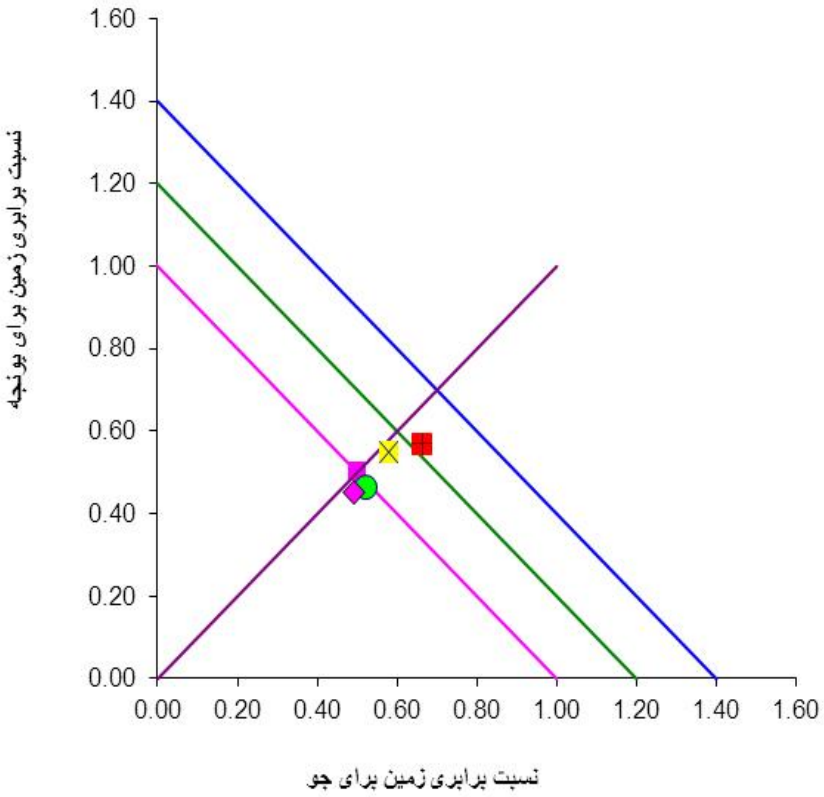
بیشترین و کمترین مقدارLERبه ترتیب با ۱/۲۳۲ و ۰/۹۴۴ از آرایش‌های جو۱:۱یونجه و جو۶:۶یونجه بدست آمد. در مطالعه‌ای که Chengciu et al.(2004) بر روی تأثیر آرایش کشت و سطوح مختلف کود نیتروژن در کشت مخلوط نخود و جو انجام دادند دریافتند که کشت مخلوط، باعث کارایی بیشتر استفاده ازمنابع رشد و افزایش LERتا ۱/۲۴ شد که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود.

جدول ۴- مقادیر نسبت برابری زمین در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و یونجه یکساله

آرایش های کشت	نسبت برابری زمین (LER)				
	عملکرد علوفه جو (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه یونجه (کیلوگرم در هکتار)	جو	یونجه	مجموع
جو۱:یونجه۱	۱۹۲۴	۱۰۱۰	۰/۶۶۳	۰/۵۶۹	۱/۲۳۲
جو۲:یونجه۲	۱۶۸۱	۹۷۵	۰/۵۷۹	۰/۵۴۹	۱/۱۲۸
جو۴:یونجه۴	۱۵۱۳	۸۲۵	۰/۵۲۱	۰/۴۶۵	۰/۹۸۶
جو۶:یونجه۶	۱۴۲۷	۸۰۲	۰/۴۹۲	۰/۴۵۲	۰/۹۴۴
جو۶:یونجه۲	۲۰۴۹	۶۲۵	۰/۷۰۶	۰/۳۵۲	۱/۰۵۸
جو۴:یونجه۲	۱۹۹۲	۷۹۱	۰/۶۸۶	۰/۴۴۵	۱/۱۳۱
جو۲:یونجه۶	۱۲۹۹	۱۰۷۷	۰/۴۴۷	۰/۶۰۷	۱/۰۵۴
جو۲:یونجه۴	۱۳۲۸	۱۰۴۵	۰/۴۵۷	۰/۵۸۹	۱/۰۴۶
جو۱۰۰٪:یونجه۲۰٪	۱۹۸۸	۴۹۹	۰/۶۸۵	۰/۲۸۱	۰/۹۶۶
جو۱۰۰٪:یونجه۴۰٪	۱۸۶۹	۷۱۵	۰/۶۴۴	۰/۴۰۳	۱/۰۴۷
جو۲۰٪:یونجه۱۰۰٪	۸۱۵	۱۲۳۹	۰/۲۸۱	۰/۶۹۸	۰/۹۷۹
جو۴۰٪:یونجه۱۰۰٪	۸۷۵	۱۲۵۶	۰/۳۰۱	۰/۷۰۸	۱/۰۰۹
کشت خالص جو	۲۹۰۰	–	–	–	–
کشت خالص یونجه	–	۱۷۷۳	–	–	–

مقایسه آرایش‌های کاشت یونجه۱:۱جو، یونجه۲:۲جو، یونجه۴:۴جو و یونجه۶:۶جو از لحاظ نسبت برابری زمین نشان دادکه با افزایش مساوی سهم جو و یونجه میزان نسبت برابری زمین کاهش می‌یابد

(شکل ۲). همچنین با توجه به قرار گرفتن اشکال در پایین خط عمود بر خطوط مورب سه گانه می‌توان به غالبیت جو در مقابل یونجه پی برد.



شکل۲- نسبت برابری زمین برای آرایش‌های کاشت یونجه۱:۱جو، یونجه۲:۲جو، یونجه۴:۴جو و یونجه۶:۶جو.
○ ◇ علائم+، × و به ترتیب نشان دهنده آرایش های ۱:۱، ۲:۲، ۴:۴ و ۶:۶ می‌باشد.

در بین ۴ ترکیب مورد بررسی، ترکیب یونجه۱:۱جو با LER=۱/۲۳۲ بیشترین و ترکیب یونجه ۶:۶ جو با LER=۰/۹۴۴کمترین نسبت برابری زمین را داشتند.

ضریب نسبی تراکم (RCC)

نتایج جدول۴ نشان داد که تیمار یونجه۱:۱جو با ضریب نسبی تراکم ۲/۶۰ بیشترین و تیمار یونجه۶:۶جو از کمترین مقدار این شاخص برابر۰/۷۸برخوردار بود.

بنابر گزارشWilley(1979)، زمانی‌که ضریب نسبی تراکم یک گونه بیشتر از یک شود، آن گونه دارای عملکرد بیشتری است.

شاخص رقابت (CI)

نتایج نشان داد که بیشترین شاخص رقابت برای جو مربوط به ترکیب یونجه۶:۲جو، و برای یونجهاز ترکیب یونجه۲۰٪ :۱۰۰٪ جو به دست آمد. بنابراین با توجه به این نتایج برای جو، ترکیب یونجه۶:۲جو به دلیل CIپایین و غالب بودن نسبت به یونجه، دارای عملکرد بیشتری بود و برای یونجه، ترکیب یونجه۱۰۰٪ :۲۰٪جو، به دلیل CIپایین و غالب بودن، عملکرد بیشتری داشت. اما در مجموع تیمار جو۱:یونجه۱ رقابت متعادلی را در مخلوط با یکدیگر نشان دادند که این امر منجر به LER و RCC بیشتر در این آرایش کاشت شد.

Agegnihu et al., (2006) گزارش کردند که در کشت مخلوط جو با باقلا، جو گیاه غالب بود.

جدول ۴- مقادیر شاخص‌های مورد ارزیابی در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و یونجه

آرایش کشت	ضریب نسبی تراکم (RCC)			شاخص رقابت (CI)	
	RCC_b	RCC_m	RCC	جو	یونجه
جو۱:یونجه۱	۱/۹۷	۱/۳۲	2/60	۱/۱۶	۰/۸۵
جو۲:یونجه۲	۱/۳۷	۱/۲۲	1/67	۱/۰۵	۰/۹۴
جو۴:یونجه۴	۱/۰۹	۰/۸۷	0/94	۱/۱۲	۰/۸۹
جو۶:یونجه۶	۰/۹۶	۰/۸۲	0/۷۸	۱/۰۸	۰/۹۱
جو۶:یونجه۲	۰/۸	۱/۶۳	1/30	۰/۶۶	۱/۴۹
جو۴:یونجه۲	۱/۰۹	۱/۶	1/74	۰/۷۷	۱/۲۹
جو۲:یونجه۶	۱/۸۹	۰/۵۱	0/96	۲/۲	۰/۴۵
جو۲:یونجه۴	۱/۶۸	۰/۷۱	1/19	۱/۵۵	۰/۶۴
جو۱۰۰٪:یونجه۲۰٪	-	-	-	۰/۴۸	۲/۰۵
جو۱۰۰٪:یونجه۴۰٪	-	-	-	۰/۶۴	۱/۵۶
جو۲۰٪:یونجه۱۰۰٪	-	-	-	۲/۰۱	۰/۴۹
جو۴۰٪:یونجه۱۰۰٪	-	-	-	۱/۰۶	۰/۹۴

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج حاصل از این مطالعه از نظر صفات مورد مطالعه و ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط تیمار یونجه۱:۱جو نسبت به سایر تیمارهای کاشت به‌ویژه کشت خالص هرکدام از گیاهان برتری داشت. و از لحاظ صفات کیفی علوفه ، کشت خالص یونجه و تیمارهای حاوی بیشترین درصد یونجه به‌عنوان بهترین تیمارها در این تحقیق شناخته شدند.

سپاسگزاری

از قطب علمی به‌زراعی، به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهان علوفه‌ای دانشگاه تهران جهت پرداخت هزینه این طرح تقدیر و تشکر می‌شود.

REFERENCES

1. Agegnehu, G., Ghizam, A., Sinebo, W. (2006). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 25, 202-207.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). *In:''Official Methods of Analysis''*(ed. K. Helrick), 15th edition, Virginia, USA , 746 p.
3. Asper, M. & Levine, S. H. (1994). Effect of intercropping Maize with other legumes as a main crop. *Progressive Agriculture*. No, 1,(1), 77-81.
4. Biabani, A., Hashemi, M. & Herbert, S. J. (2008). Agronomic performance of two intercropped soybean cultivars. *International Journal of Plant Production*, 2 (3), 215-222.
5. Broadrick, G. A. (1995). Performance of lactating dairy cows fed either alfalfa silage or alfalfa hay as the sole forage. *Journal Dairy Science*, 320-329.
6. Carr, P. M., Horsley, B. D. & Poland, W. W. (2004). Barley, oat and cereal- pea mixtures as dryland forages in the northern great plains. *Agronomy Journal*, 677-684.
7. Chengciu, C., Malvern, W., Karves, N., David, W. & Martha, K. (2004). Row configuration and nitrogen application for barley- pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*. 96, 1730-1738.
8. Fukai, S. & Trenbath, B. R. (1993). Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. *Field Crop Research*, 34(3), 247-257.
9. Ghosh, P. K. (2004). Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*, 88, 227-237.
10. Ghosh, P. K., Tripathi, A. K., Bandyopadhyay, K. K. & Manna, M. C. (2009). Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean-sorghum intercropping system. *European Journal Agronomy*, 31, 43-50.

11. Hall, M. B., Lewis, B. A. P., Soest, J. V. & Chase, L. E. (1997). A Simple Method for estimation of neutral detergent soluble fiber. *Science Food Agriculture*, 74, 441-449.
12. Hartnell, G. F., Hatfied, R. D., Martens, D. R. & Martin, N. P. (2005). *Potential Benefits of plant Modification of alfalfa and corn silage to Dairy Diet*. Proc. Southwest Nutr. conFl.
13. Hauggaard. N., Nikolajensen, J. T. & Jenesen, E. S. (2006). Competitive ability of grain legume – barley inter cometive ability of grain legume – barley intercrops towards volunteer cropps and weeds. Poster at*: Joint Organic Congress*, Odense, Denmark, May, 30-31.
14. Herbert, S., Putnam, D. H., Poosfloyd, M. H., Vargas, A. & Creioghton, J. F. (1984). Forage yield of intercropping corn and soybean in various Planting patterns. *Agronomy Journal*, 76, 507-510.
15. Klenschmit, D. H., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R. & Kalsheur, K. F. (2007). Dried distillers grains plus soluble with corn silage of alfalfa hay as the primary forage source in dairy cow diet. *Journal Dairy Science*, 90, 5587-5590.
16. Li, L., Sun, J., Zhang, F., Li, X., Yang, S. & Rengel, Z. (2001). Wheat / maize or wheat soybean strip intercropping. *Field Crops Research*, 70, 173-181.
17. Martin, M. P. L. D. & Snauydon, R. W. (1982). Intercropping barley. Effects of planting pattern. *Experimental Agriculture*, 18(2), 1982 P. 139-148.
18. Mazaheri, D. (1998). *Intercropping*. Tehran university press. 262p (In Farsi).
19. Mead, R. & Willy, R. W. (1980). The concept of a 'Land Equivalent Ratio' and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16, 217-28.
20. Moynihan, J. M., Simmons, S. R. & Sheaffer, C. C. (1996). Intercropping annual medic with conventional height and semidwarf barley grown for grain. *Agronomy journal*, 88(5), 823-828.
21. Preston, S. (2003). *Inercropping Principles And Production Practices*. Agronomy Systems Guide ATTRA-. National Sustainable Agriculture Information Service.
22. Simmons, S. R., Sheaffer, C. C. & Rasmussin, D. C. (1995). Alfalfa establishment with barley and oat companion crops differing in stature. *Agronomy journal*, 87(2), 268-272.
23. Sistachs , M. & Sing, L. (1991). Intercropping of forage sorghum, maze and soybean during establishment of different grasses in amontmorillonitic soil II. Guinea grass (*Panicum maxicum*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 25(1), 83-87.
24. Sood, B. R. & Sharma, V. K. (1992). Effect of nitrogen level on yield and quality of forage sorghum intercropping with legumes. *Indian Journal of Agronomy*, 37(4), 642-644.
25. Steiner, K. G. (1984). Intercropping in tropical smallholder agriculture with special reference to West Africa. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit(GTZ) Eschborn. 304p.
26. VanderMeer, J. (1998). Global change and multi-species agroecosystems:concepts issues. *Agric Ecosyst Environ*, 67(1), 22.
27. Weigelt, A. & Jolliffe, P. (2003). Indices of plant competition. *Journal of Ecology*, 91, 707-720.
28. Weil Ray, R. & McFadden, M. E. (1991). Fertility and weed stress effects on performance of maize / soybean intercrop. *Agronomy Journal*, 83, 717-721.
29. Willey, R. W. (1979). Intercropping- its importance and research needs. Part 1competition and yield advantages. *Field Crop Abstracts*, 32, 1-10.
30. Willey, R. W. & Rao, M. R. (1980). A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*, 16, 117-125.