

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

علیرضا اسماعیلی^{۱*}، محمد باقر حسینی^۲، مراد محمدی^۳ و فاطمه السادات حسینی خواه^۴
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 ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در شرایط فاریاب اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آرایش‌های مختلف کشت مخلوط به صورت جایگزینی شامل یونجه ۱:۱ جو، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۴:۴ جو، یونجه ۶:۶ جو، یونجه ۲:۶ جو، یونجه ۴:۲ جو، یونجه ۲:۴ جو، یونجه ۶:۲ جو و افزایشی شامل یونجه ۲۰٪:۱۰۰٪:۴۰٪ جو، یونجه ۱۰۰٪:۴۰٪:۱۰۰٪ جو، یونجه ۲۰٪:۱۰۰٪:۲۰٪ جو به 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 تأثیر ترکیب‌های مختلف کاشت قرار گرفتند. بیشترین میزان عملکرد تجمعی علوفه خشک (۲۹۳۴ کیلوگرم در هکتار) از آرایش یونجه ۱:۱ جو، 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 یونجه ۴:۲ جو و درصد خاکستر (۱۸/۷۳) از آرایش یونجه ۶:۲ جو به دست آمد. با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری شده مربوط به عملکرد علوفه خشک، شامل نسبت برابری زمین برابر ۱/۲۳ و ضریب ازدحام نسبی برابر ۲/۶۰ می‌توان یونجه ۱:۱ جو 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 ترکیب‌ها شناخته شدند.

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

مقدمه

گیاهی گشته و شبیه به جوامع گیاهی طبیعی است (Steiner, 1984). در کشت‌های مخلوط سازگار گیاهان کمترین رقابت را با یکدیگر داشته و به طور موثرتری از

کشت مخلوط از قدیمی‌ترین اشکال کشاورزی بوده، که باعث افزایش تنوع بر حسب ساختار رویشگاه و گونه

(Coefficient)، شاخص رقابت (Competition Index) در ارزیابی سیستم‌های کشت مخلوط متداول هستند (Ghosh, 2004). این شاخص‌ها می‌توانند به خلاصه کردن نتایج تحقیقات، تقسیم 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^۱ (LER) بالاتر از یک داشتند در حالی که با اضافه شدن تیمار کودی مزیت LER از بین رفت و تنها LER یکی از تیمارها بیشتر از یک شد. در تحقیقی از کشت مخلوط جو/لوبیا (Martin & Snaydon, 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 برابر ۱/۸ بود.

به طور کلی استفاده از گیاهان لگوم در کشت مخلوط با غلات باعث افزایش عملکرد محصولات به ویژه در شرایط خشک و نیمه‌خشک می‌شود (Ghosh et 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 کم‌نهاد 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 بلوک‌های کامل 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

منابع موجود استفاده می‌کنند و در نتیجه آن عملکرد و کیفیت محصول بهبود پیدا می‌کند. آزمایش‌های کشت مخلوط عمدتاً شامل گیاهان تیره بقولات و غلات 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 معمولاً 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. همچنین Fukai & 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 و نسبت‌های تراکم گیاهان از اصول مهم کشت مخلوط است و باید کاملاً آگاهانه به کار گرفته شوند و نیز زمان‌های کاشت، برداشت، نیازهای آبی، کودی و مانسین‌های لازم بایستی با دقت پیش‌بینی و لحاظ 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 کشت‌های 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 Lupulina* باعث افزایش ۹ درصدی عملکرد جو می‌شود.

شاخص‌های متفاوتی مانند نسبت برابری زمین^۱ (LER)، ضریب ازدحام نسبی (Relative Crowding)

1. Land Equivalent Ratio (LER)

برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک، پس از برداشت محصول، نمونه‌ای از هر کرت 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^۱ (CP)، درصد ماده خشک قابل هضم^۲ (DMD)، و درصد خاکستر کل^۳ (ASH) از دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک^۴ (NIR) 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 کرت‌های آرایش‌های جایگزینی انتخاب شد و سپس توسط دستگاه کاتر به قطعات ۱-۲ 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 چغندر قند 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، نمونه‌ها 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^(۲) (RCC) از رابطه^(۳) (Ghosh, 2004) و شاخص رقابت^(۴) (CI) از رابطه^(۳) (Willey and Rao, 1980) استفاده شد.

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 برابر ۳/۹، فسفر ۱۴/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، پتاسیم قابل جذب ۱۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و pH برابر ۸/۲ 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. آرایش‌های کشت شامل یونجه ۱:۱ جو^۱، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۴:۴ جو، یونجه ۶:۶ جو، یونجه ۶:۲ جو، یونجه ۴:۲ جو، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۲:۴ جو، یونجه ۲:۶ جو، یونجه ۲:۱۰ جو، یونجه ۴:۱۰ جو، یونجه ۶:۱۰ جو به صورت جایگزینی، یونجه ۱:۱ جو، یونجه ۲:۱۰ جو، یونجه ۴:۱۰ جو، یونجه ۶:۱۰ 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 کاشت پس از گاوروشدن زمین در ۲۴ اسفند ۱۳۸۸ صورت 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 سیلو برداشت شد.

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

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

نشان داد که ترکیب یونجه ۱:۱ جو با عملکرد ۲۹۳۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه خشک را داشت که با کشت خالص جو و آرایش جو ۲:۴ یونجه اختلاف معنی داری 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٪ معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان قابلیت هضم علوفه مربوط به کشت خالص یونجه، به میزان ۷۶/۵۷ درصد بود که با آرایش‌های یونجه ۶:۲ جو، یونجه ۴:۲ یونجه اختلاف معنی داری نداشت و پایین‌ترین میزان این صفت نیز مربوط به کشت خالص جو به میزان ۶۵/۳۵ درصد بود (جدول ۳). Sood & Sharma (1992) گزارش کردند که در کشت مخلوط گراس چهار کربنه 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٪ معنی دار 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 پروتئین خام به کشت خالص یونجه و برابر ۳۰/۸۹ اختصاص داشت. با حضور یونجه یکساله در

داشتن $LER < 1$ نشان دهنده عدم برتری کشت مخلوط و $LER > 1$ برتری کشت مخلوط و $LER = 1$ 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 $RCC > 1$ باشد کشت مخلوط سودمند خواهد بود، اما اگر $RCC < 1$ باشد میزان محصول به دست آمده از کشت مخلوط کمتر از محصول کشت خالص است و سرانجام اگر $RCC = 1$ باشد، در مخلوط حالت موازنه یا تعادل برقرار است و هیچ گونه افزایش یا کاهش محصول نسبت به کشت خالص دیده نمی‌شود (Mazaheri, 1998).

اگر میزان شاخص رقابت برابر صفر باشد نشان دهنده عدم رقابت بین دو گونه می‌باشد، 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 نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و ترسیم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel 2007 صورت گرفت.

رابطه (۱)

$$LER = (Y_{ab}/Y_{aa}) + (Y_{ba}/Y_{bb})$$

Y_{ba} و Y_{ab} 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 و b 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} و X_{ab} به ترتیب نشان دهنده 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 نشان دهنده 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 (جدول ۱). مقایسه میانگین بین سطوح تیمارها

Carr et al. (2004)، در بررسی کشت مخلوط نخودسبز با جو و یولاف به این نتیجه رسیدند که 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).

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 مخلوط ذرت و سویا دریافتند که پروتئین تولیدی در الگوهای مختلف کاشت، ۸ تا ۱۷ درصد نسبت به کشت خالص بیشتر بود.

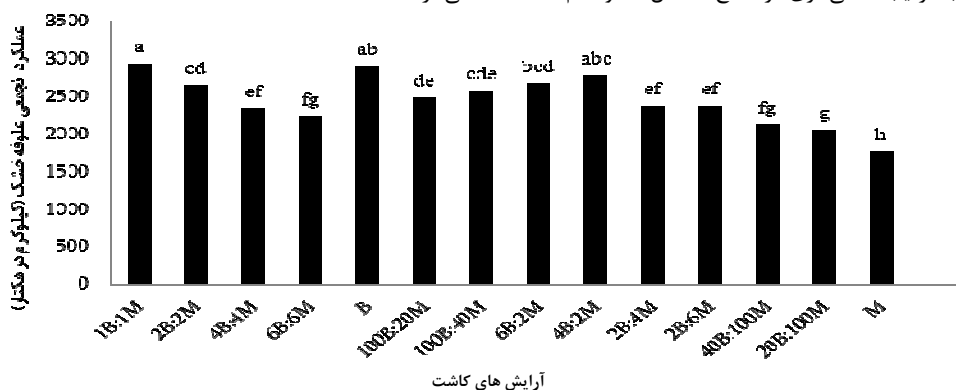
درصد خاکستر کل علوفه

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).

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

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

^{ns} و ^{**} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱٪ و عدم اختلاف معنی دار



شکل ۱- مقایسه عملکرد تجمعی علوفه خشک کشت مخلوط جو با یونجه در ترکیب‌های مختلف. حروف B و M به ترتیب بیانگر جو و یونجه است. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی دار می‌باشند

صفات کیفی سیلو

درصد ماده خشک قابل هضم سیلو

بیشترین درصد ماده خشک سیلو مربوط به آرایش‌های یونجه ۲:۴ جو، 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

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد مطالعه بر درصد ماده خشک سیلو در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که

نتایج، Hall et al. (1997)، نشان داد میزان پروتئین 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 جیره 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 (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در میان آرایش‌های مختلف کشت مخلوط، بیشترین میزان درصد خاکستر سیلو مربوط به تیمار یونجه ۲:۶ جو 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).

قابلیت هضم ماده خشک، افزایش نشان داد (Broadrick, 1995). بنابر گزارش Klens chmit et al. (2007)، هنگامی که گاوها با نسبت برابر یونجه 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 (جدول ۲). 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 پروتئین خام مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۱۷/۸۸ 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).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کیفی سیلویجو و یونجه یکساله 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 ^{**}	۷/۰۳۳ ^{**}
خطا	۲۷	۱/۵۵۳	۰/۳۸۸	۰/۵۰۰
ضریب تغییرات (%)	-	۴/۷۱	۲/۸۳	۴/۰۸

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

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

تیمارها	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 علوفه	صفات مورد بررسی	
						درصد پروتئین خام سیلو	درصد خاکستر سیلو
جو: یونجه ۱	۲۹۳۴a	۷۱/۹۱c	۲۷/۸۸d	۷/۶۷bc	۲۷/۹۷bc	۱۵/۵۵ab	۱۷/۳۳cde
جو: یونجه ۲	۲۶۵۶cd	۶۹/۷۸de	۲۸/۶۲cd	۷/۹۴abc	۲۴/۵۹de	۱۶/۲۱ab	۱۸/۰۲abcd
جو: یونجه ۴	۲۳۳۸ef	۷۱/۳۸cd	۲۷/۵۵de	۸/۱۸ab	۲۶/۴۶cd	۱۶/۲۰ab	۱۷/۳۳cde
جو: یونجه ۶	۲۲۲۹fg	۷۱/۷۳c	۲۷/۷۳d	۸/۰۸abc	۲۷/۱۸bc	۱۶/۱۵ab	۱۸/۲۸abc
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

۱۸/۷۳a	۱۵/۵۱ab	۲۴/۹۴de	۷/۹۱abc	۲۶۴	۶۸/۴۱ef	۲۶۷۴bcd	جو:۶:یونجه ۲
۱۷/۵۸bcd	۱۵/۵۷ab	۳۱/۳۷a	۷/۸۱abc	۲۶/۴۲ef	۶۹/۹۸de	۲۷۸۳abc	جو:۴:یونجه ۲
۱۶/۹۵de	۱۷/۷۹a	۲۸/۶۰b	۷/۸۴abc	۳۰/۱۸ab	۷۵/۴۳a	۲۳۷۶ef	جو:۲:یونجه ۶
۱۶/۳۰e	۱۷/۴۶ab	۲۴/۳۱e	۷/۷۶abc	۲۹/۹۴abc	۷۵/۱۸ab	۲۳۷۳ef	جو:۲:یونجه ۴
-	-	-	۷/۸۹abc	۲۶/۱۵f	۶۷/۲۶f	۲۴۸۶de	جو:۱۰۰:یونجه ۲۰٪
-	-	-	۷/۸۴abc	۲۶/۴۲ef	۶۸/۷۲ef	۲۵۸۴cde	جو:۱۰۰:یونجه ۴۰٪
-	-	-	۷/۷۵abc	۲۹/۵۷abc	۷۳/۷۷b	۲۰۵۴g	جو:۲۰:یونجه ۱۰۰٪
-	-	-	۷/۸۶abc	۲۹/۴۱bc	۷۳/۶۰b	۲۱۳۱fg	جو:۴۰:یونجه ۱۰۰٪
۱۴/۲۵f	۱۷/۸۸a	۲۱/۳۸f	۷/۴۰abc	۳۰/۸۹a	۷۶/۵۷a	۱۷۷۳h	کشت خالص یونجه

میانگین‌های 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)

آمد. در مطالعه‌ای که Chengciu et al. (2004) بر روی تاثیر آرایش کشت و سطوح مختلف کود نیتروژن در کشت مخلوط نخود و جو انجام دادند دریافتند که کشت مخلوط، باعث کارایی بیشتر استفاده از منابع رشد و افزایش LER تا ۱/۲۴ شد که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود.

مقادیر LER محصول علوفه خشک جو و یونجه برای آرایش‌های مختلف کشت مخلوط در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقدار LER به ترتیب با ۱/۲۳۲ و ۰/۹۴۴ از آرایش‌های جو:۱:یونجه و جو:۶:یونجه بدست

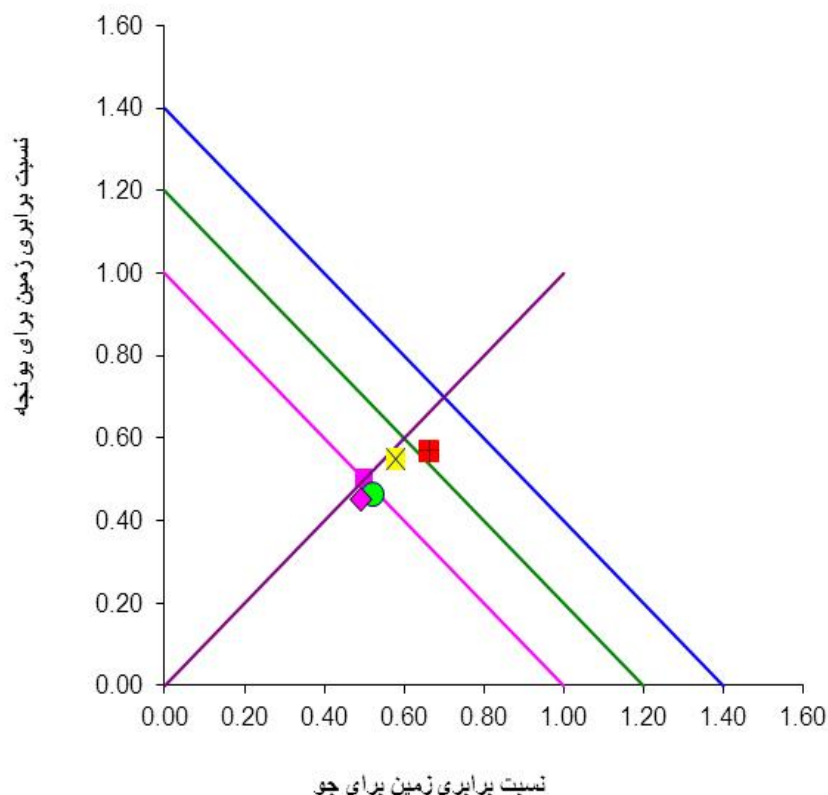
جدول ۴- مقادیر نسبت برابری زمین در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و یونجه یکساله

نسبت برابری زمین (LER)						
آرایش های کشت	عملکرد علوفه جو (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه یونجه (کیلوگرم در هکتار)	جو	یونجه	مجموع	
جو:۱:یونجه ۱	۱۹۲۴	۱۰۱۰	۰/۶۶۳	۰/۵۶۹	۱/۲۳۲	
جو:۲:یونجه ۲	۱۶۸۱	۹۷۵	۰/۵۷۹	۰/۵۴۹	۱/۱۲۸	
جو:۴:یونجه ۴	۱۵۱۳	۸۲۵	۰/۵۲۱	۰/۴۶۵	۰/۹۸۶	
جو:۶:یونجه ۶	۱۴۲۷	۸۰۲	۰/۴۹۲	۰/۴۵۲	۰/۹۴۴	
جو:۶:یونجه ۲	۲۰۴۹	۶۲۵	۰/۷۰۶	۰/۳۵۲	۱/۰۵۸	
جو:۴:یونجه ۲	۱۹۹۲	۷۹۱	۰/۶۸۶	۰/۴۴۵	۱/۱۳۱	
جو:۲:یونجه ۶	۱۲۹۹	۱۰۷۷	۰/۴۴۷	۰/۶۰۷	۱/۰۵۴	
جو:۲:یونجه ۴	۱۳۲۸	۱۰۴۵	۰/۴۵۷	۰/۵۸۹	۱/۰۴۶	
جو:۱۰۰:یونجه ۲۰٪	۱۹۸۸	۴۹۹	۰/۶۸۵	۰/۲۸۱	۰/۹۶۶	
جو:۱۰۰:یونجه ۴۰٪	۱۸۶۹	۷۱۵	۰/۶۴۴	۰/۴۰۳	۱/۰۴۷	
جو:۲۰:یونجه ۱۰۰٪	۸۱۵	۱۲۳۹	۰/۲۸۱	۰/۶۹۸	۰/۹۷۹	
جو:۴۰:یونجه ۱۰۰٪	۸۷۵	۱۲۵۶	۰/۳۰۱	۰/۷۰۸	۱/۰۰۹	
کشت خالص جو	۲۹۰۰	-	-	-	-	
کشت خالص یونجه	-	۱۷۷۳	-	-	-	

نسبت برابری زمین نشان داد که با افزایش مساوی سهم جو و یونجه میزان نسبت برابری زمین کاهش می‌یابد

مقایسه آرایش‌های کاشت یونجه ۱:۱:جو، یونجه ۲:۲:جو، یونجه ۴:۴:جو و یونجه ۶:۶:جو از لحاظ

(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.



شکل ۲- نسبت برابری زمین برای آرایش‌های کاشت یونجه ۱:۱ جو، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۴:۴ جو و یونجه ۶:۶ جو. علامت +، × و به ترتیب نشان دهنده آرایش‌های ۱:۱، ۲:۲، ۴:۴ و ۶:۶ می‌باشد.

شاخص رقابت (CI)

نتایج نشان داد که بیشترین شاخص رقابت برای جو مربوط به ترکیب یونجه ۲:۶ جو، و برای یونجه‌ها ترکیب یونجه ۲۰٪: ۱۰۰٪ جو به دست آمد. بنابراین با توجه به این نتایج برای جو، ترکیب یونجه ۲:۶ جو به دلیل CI پایین و غالب بودن نسبت به یونجه، دارای عملکرد بیشتری بود و برای یونجه، ترکیب یونجه ۲۰٪: ۱۰۰٪ جو، به دلیل CI پایین و غالب بودن، عملکرد بیشتری داشت. اما در مجموع تیمار جو: یونجه ۱ رقابت متعادلی را در مخلوط با یکدیگر نشان دادند که این امر منجر به LER و RCC بیشتر در این آرایش کاشت شد. Agegñihu et al., (2006) گزارش کردند که در کشت مخلوط جو با باقلا، جو گیاه غالب بود.

در بین ۴ ترکیب مورد بررسی، ترکیب یونجه ۱:۱ جو با $LER=1/232$ بیشترین و ترکیب یونجه ۶:۶ جو با $LER=0/944$ کمترین نسبت برابری زمین را داشتند.

ضریب نسبی تراکم (RCC)

نتایج جدول ۴ نشان داد تیمار یونجه ۱:۱ جو با ضریب نسبی تراکم ۲/۶۰ بیشترین و تیمار یونجه ۶:۶ جو از کمترین مقدار این شاخص برابر ۰/۷۸ برخوردار بود.

بنابر گزارش Willey (1979)، زمانی که ضریب نسبی تراکم یک گونه بیشتر از یک شود، آن گونه دارای عملکرد بیشتری است.

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

شاخص رقابت (CI)		ضریب نسبی تراکم (RCC)			آرایش کشت
یونجه	جو	RCC	RCC _m	RCC _b	
۰/۸۵	۱/۱۶	2/60	۱/۳۲	۱/۹۷	جو:۱:یونجه ۱
۰/۹۴	۱/۰۵	1/67	۱/۲۲	۱/۳۷	جو:۲:یونجه ۲
۰/۸۹	۱/۱۲	0/94	۰/۸۷	۱/۰۹	جو:۴:یونجه ۴
۰/۹۱	۱/۰۸	0/۷۸	۰/۸۲	۰/۹۶	جو:۶:یونجه ۶
۱/۴۹	۰/۶۶	1/30	۱/۶۳	۰/۸	جو:۶:یونجه ۲
۱/۳۹	۰/۷۷	1/74	۱/۶	۱/۰۹	جو:۴:یونجه ۲
۰/۴۵	۲/۲	0/96	۰/۵۱	۱/۸۹	جو:۲:یونجه ۶
۰/۶۴	۱/۵۵	1/19	۰/۷۱	۱/۶۸	جو:۲:یونجه ۴
۲/۰۵	۰/۴۸	-	-	-	جو ۱:۰:یونجه ۲۰٪
۱/۵۶	۰/۶۴	-	-	-	جو ۱:۰:یونجه ۴۰٪
۰/۴۹	۲/۰۱	-	-	-	جو ۲۰:۱:یونجه ۱۰۰٪
۰/۹۴	۱/۰۶	-	-	-	جو ۴۰:۱:یونجه ۱۰۰٪

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج حاصل از این مطالعه از نظر صفات مورد مطالعه و ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط تیمار یونجه ۱:۱ جو نسبت به سایر تیمارهای کاشت به‌ویژه کشت خالص هر کدام 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., Hatfield, 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. conf.
13. Hauggaard, N., Nikolajensen, J. T. & Jensen, E. S. (2006). Competitive ability of grain legume – barley inter competitive ability of grain legume – barley intercrops towards volunteer crops and weeds. Poster at: *Joint Organic Congress*, Odense, Denmark, May, 30-31.
14. Herbert, S., Putnam, D. H., Poosfloyd, M. H., Vargas, A. & Creighton, 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. & Snaaydon, 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. & Rasmussen, 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, maize 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 1 competition 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.