

مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۸، شماره ۳، سال ۱۳۹۱

ارزیابی عملکرد دانه، ماده خشک و برخی ویژگی‌های کیفیت علوفه و سیلو در کشت مخلوط یونجه
یکساله (*Medicago scutellata*) و جو بهاره (*Hordeum vulgare*)

Evaluation of Grain Yield, Dry Matter Production and Some of the Forage and Silage Quality Properties in Annual Medic (*Medicago scutellata*) and Spring Barley (*Hordeum vulgare*) Intercropping

علیرضا اسماعیلی^۱، محمدباقر حسینی^۲، مراد محمدی^۳ و فاطمه‌السادات حسینی‌خواه^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج (نگارنده مسئول)

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۱۷

چکیده

اسماعیلی، ع.، حسینی، م. ب.، محمدی، م. و حسینی‌خواه، ف. س. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد دانه، ماده خشک و برخی ویژگی‌های کیفیت علوفه و سیلو در کشت مخلوط یونجه یکساله (*Medicago scutellata*) و جو بهاره (*Hordeum vulgare*). مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۸ (۳): ۲۹۶-۲۷۷.

به منظور تعیین مناسب‌ترین آرایش کشت مخلوط یونجه یکساله با جو بهاره از نظر عملکرد ماده خشک، دانه، شاخص برداشت و ویژگی‌های کیفی علوفه و سیلو در مقایسه با کشت خالص آن‌ها، 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 آبی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آرایش‌های مختلف کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی بودند که آرایش‌های جایگزینی عبارت‌اند از: یونجه ۱:۱ جو، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۴:۴ جو، یونجه ۶:۶ جو، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۴:۴ جو، یونجه ۶:۶ جو، یونجه ۲:۴ جو، یونجه ۴:۲ جو، یونجه ۶:۲ جو، یونجه ۲:۶ جو و آرایش‌های افزایشی شامل یونجه ۲۰٪:۱۰۰٪، یونجه ۴۰٪:۱۰۰٪، یونجه ۶۰٪:۱۰۰٪، یونجه ۸۰٪:۱۰۰٪، یونجه ۱۰۰٪:۱۰۰٪ جو بودند که همراه با تیمارهای کشت خالص یونجه و جو مجموعاً ۱۴ تیمار را تشکیل دادند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک و دانه جو و یونجه به ترتیب (۲۹۰۰ و ۱۷۷۳ کیلوگرم در هکتار علوفه) و (۱۹۰۷ و ۸۷۷ کیلوگرم در هکتار دانه) از کشت خالص آن‌ها به دست آمد. از لحاظ شاخص برداشت، برای جو و یونجه به ترتیب، آرایش‌های یونجه ۶:۶ جو و یونجه ۲:۲ جو به میزان ۳۴/۷۵ و ۲۸ درصد دارای بیشترین میزان شاخص برداشت بودند. بیشترین میزان درصد قندهای محلول در آب علوفه (۱۵/۴۲)، درصد فیبر خام علوفه (۳۸/۴۰)، درصد فیبرهای غیرمحلول در شونده خنثی سیلو (۴۶/۷۲)، میزان اسیدیته عصاره اشباع سیلو (۵/۳۱) از کشت خالص جو، و بیشترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شونده اسیدی علوفه (۳۰/۸۸) و درصد فیبرهای غیرمحلول در شونده اسیدی سیلو (۲۶/۴۲) از کشت خالص یونجه بدست آمدند. با توجه ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط برای عملکرد دانه، بیشترین میزان نسبت برابری زمین با $LER = 1/29$ ، ضریب نسبی تراکم با $RCC = 2/79$ و بیشترین میزان سودمندی اقتصادی با $MAI = 1329877/5$ تومان از ترکیب یونجه ۶:۲ جو و برای عملکرد علوفه خشک بیشترین میزان نسبت برابری زمین از ترکیب یونجه ۱:۱ جو با $LER = 1/232$ بدست آمد. بنابراین با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری شده، آرایش یونجه ۶:۲ جو برای عملکرد دانه و آرایش یونجه ۱:۱ جو برای عملکرد علوفه خشک بهترین آرایش‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، شاخص برداشت، نسبت برابری زمین، ضریب نسبی تراکم و سودمندی اقتصادی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: esmaeilutehran@gmail.com

مقدمه

کشت مخلوط به صورت کاشت دو یا چند گونه زراعی با یکدیگر در مناطق گرمسیری جهان به طور گسترده‌ای متداول بوده و در حال حاضر این نظام کشت در مناطق معتدل نیز به سرعت در حال گسترش است. از مزایای کشت مخلوط می‌توان به استفاده کارآمد از نهاده‌های تولید، تبادل مواد غذایی، کاهش رقابت علف‌های هرز، کاهش عوامل بیماری‌زا و افزایش حاصلخیزی خاک اشاره کرد (Mazaheri, 1998).

هدف از کشت مخلوط یافتن گیاهانی است که کمترین رقابت را با یکدیگر داشته و به‌طور موثرتری از منابع موجود استفاده کنند و همچنین افزایش عملکرد در واحد سطح و کیفیت محصول می‌باشد و اکثر آزمایش‌های کشت مخلوط شامل گیاهان خانواده بقولات و غلات هستند. گیاهان خانواده غلات ماده‌ی خشک بالاتری دارند ولی از نظر میزان پروتئین فقیرند اما برخلاف آن‌ها، بقولات از نظر پروتئین در سطح بالاتری قرار دارند. لذا مخلوط غلات و بقولات منجر به تولید علوفه با کیفیت بالا خواهد شد (Sistach, 1990).

کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در کشاورزی پایدار مؤثر باشد و نظر به نیاز متفاوت گونه‌ها در مخلوط، رقابت برون‌گونه‌ای نیز کمتر خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهد که برتری زیستی زراعت مخلوط نتیجه استفاده کامل‌تر از منابع رشد است

(Vandermeer, 1992). استفاده بهینه از منابع محیطی و چرخه‌های زیستی مانند تثبیت نیتروژن به وسیله گیاهان لگوم سبب افزایش عملکرد گیاهان غیرلگوم در کشت مخلوط می‌شود (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2001).

به طور کلی استفاده از گیاهان لگوم در کشت مخلوط با غلات باعث افزایش عملکرد محصولات به خصوص در شرایط خشک و نیمه خشک می‌شود (Ghosh *et al.*, 2009). مزیت کشت مخلوط دو یا چند گیاه، افزایش عملکرد نهایی گیاهان وابسته به آرایش کشت است (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2001; Biabani *et al.*, 2008). سیستم‌های کشت مخلوط حاوی لگوم به صورت ۱:۱ (یک ردیف در میان) مرسوم هستند، در حالی که به منظور استفاده بهتر از منابع محیطی، سیستم کشت مخلوط ۲:۲ نیز پیشنهاد شده است (Macheru-Muna *et al.*, 2010).

گزارش‌های اندکی راجع به تاثیر آرایش‌های مختلف کشت مخلوط یونجه یکساله و جو و تاثیر آنها بر عملکرد دانه وجود دارد. این گزارشات نشان می‌دهند که عملکرد جو و یونجه یکساله در سیستم‌های کشت مخلوط می‌تواند باعث افزایش عملکرد جو یا یونجه یکساله شود (Eshghizadeh *et al.*, 2007). ینسن و همکاران (Jensen *et al.*, 2006) گزارش کردند که بیشترین مقدار عملکرد جو در کشت مخلوط جو با نخود از تیمار جو ۵۰٪: نخود ۱۰۰٪ به

(Brouk and Belyea, 1993) بر روی سیلوی یونجه انجام دادند، میزان انرژی یونجه سیلو شده از علوفه خشک بیشتر بود هر چند جذب پروتئین یونجه سیلو شده نسبت به علوفه خشک در تغذیه گاوهای شیری به عنوان علوفه اصلی محدودتر شد.

شاخص‌های متفاوتی مانند نسبت برابری زمین (LER = Land Equivalent Ratio)، ضریب نسبی تراکم (Relative Crowding Coefficient)، رقابت (Competition Index)، غالبیت (Aggressivity) و سودمندی اقتصادی (Monetary Advantage Index) در ارزیابی نظام‌های کشت مخلوط متداول هستند (Banik *et al.*, 2000; Ghosh, 2004; Midya *et al.*, 2005). این شاخص‌ها می‌توانند به خلاصه کردن نتایج تحقیقات محققان، تفسیر و بیان رقابت در سیستم کشت مخلوط کمک کند (Weigelt and Jolliffe, 2003).

گیاهانی که در این تحقیق استفاده شده‌اند (جو و یونجه) جایگاه خاصی را در نظام‌های کشت، به خصوص کشت مخلوط، به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثر آرایش‌های مختلف کشت بر روی عملکرد دانه، ماده خشک، شاخص برداشت، ویژگی‌های کیفیت علوفه و سیلو جو و یونجه یکساله در کشت مخلوط و مقایسه با کشت خالص آن‌ها بود.

میزان ۴۰۰ گرم در بوته بدست آمد. موی‌نی‌هان و همکاران (Moynihan *et al.*, 1996) در کشت مخلوط یونجه یکساله و جو نشان دادند که یونجه‌های یکساله باعث افزایش عملکرد جو می‌شوند. چایی‌چی و دریایی (Chai Chi and Daryaei, 2006) با بررسی تیمارهای کشت خالص و مخلوط یونجه و سورگوم مشاهده کردند که تیمار ۲۵ درصد یونجه و ۷۵ درصد سورگوم دارای بیشترین عملکرد در سه سال انجام آزمایش بود. تجربه کلی از آزمایش‌های کشت مخلوط این است که عملکرد علوفه هر گیاه در کشت مخلوط کمتر از عملکرد همان گیاه در کشت خالص است، ولی قابلیت تولید کل در واحد سطح زمین در بسیاری از موارد در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص است (Nadi and Haqus, 2008).

دارا بودن غلظت فیبرهای غیر محلول در شوینده خنثی حدود ۴۰ درصد (بر اساس ماده خشک) به همراه ۱۸ درصد پروتئین خام، خاکستر کمتر و حدود ۳۰ درصد کربوهیدرات‌های غیر الیافی حد مطلوب می‌باشد (Broadrick, 1995). کلینشمیت و همکاران (Kleinschmit *et al.*, 2007) گزارش کردند که، هنگامی که گاوها با نسبت برابر یونجه و ذرت سیلو شده تغذیه شوند در مقایسه با ذرت سیلو شده و یونجه سیلو شده به تنهایی، مصرف ماده خشک بیشتر بود. در آزمایشی که بروک و بلیا

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 ۱۳۸۸-۱۳۸۹ انجام شد. میانگین بارندگی سالانه ۲۶۵/۹ میلی‌متر و حداقل و حداکثر آن در طی یک میانگین سی‌ساله به ترتیب ۱۰۸/۲ و ۴۶۹/۹ میلی‌متر گزارش شده است. حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل 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. ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش عبارت بودند از: بافت لومی رسی، ۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن کل، $EC = ۳/۹$ میلی‌موس بر سانتی‌متر، $۱۴/۲$ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر، ۱۵۱ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل جذب و $pH = ۸/۲$.

این تحقیق با استفاده از یونجه یکساله (*Medicago scutellata cv. Robinson*) و جو بهاره رقم (*Hordeum vulgare cv. Nosrat*) به صورت مخلوط جایگزینی و افزایشی در شرایط آبی اجرا شد. ترکیب‌های کشت شامل یونجه ۱:۱ جو، یونجه ۲:۲ جو، یونجه ۴:۴ جو،

یونجه ۶:۶ جو، یونجه ۲:۶ جو، یونجه ۲:۴ جو، یونجه ۴:۲ جو، یونجه ۶:۲ جو به صورت جایگزینی (اعداد نشان دهنده تعداد ردیف کاشت است)، یونجه ۱۰۰٪:۴۰٪ جو، یونجه ۱۰۰٪:۲۰٪ جو، یونجه ۴۰٪:۱۰۰٪ جو به صورت افزایشی (اعداد نشان دهنده مقدار کاشت به ازای کشت خالص هر گیاه است) 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 انجام شد. عملیات کاشت پس از گاو رو شدن زمین در اواخر اسفند ۱۳۸۸ صورت گرفت.

کرت‌های آزمایشی به طول پنج متر و فاصله بین خطوط کشت ۰/۲۵ متر در نظر گرفته شد. آبیاری مزرعه به صورت جوی و پشته و وجین با علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. برداشت علوفه در تاریخ ۶ خرداد ۱۳۸۹ و در پایان مرحله گلدهی یونجه یکساله و به صورت کف بر انجام شد. در این مرحله از هر کرت آزمایشی دو متر مربع با رعایت حاشیه جهت عملکرد خشک، کیفیت علوفه و سیلو برداشت شد. برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک، پس از برداشت محصول، نمونه‌ای یک کیلوگرمی از هر کرت برای هر گیاه انتخاب شد و پس از خشک شدن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک

نمونه‌ها محاسبه شد.

جهت تعیین کیفیت علوفه مقداری از علوفه‌ها به طور کامل آسیاب گردید. نمونه‌های آسیاب شده به منظور سنجش فاکتورهای کیفیت علوفه از قبیل درصد فیبرهای غیر محلول در شوینده اسیدی (ADF = Acid detergent fiber)، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC = Water soluble carbohydrates) و درصد فیبر خام (CF = Crude fiber) به وسیله دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR = Near infrared spectroscopy) که دارای دقیق‌ترین و در عین حال سریع‌ترین تکنیک برای تخمین ترکیبات شیمیایی فرآورده‌های کشاورزی می‌باشد، استفاده شد.

برای ارزیابی کیفیت سیلوی علوفه، بلافاصله پس از برداشت محصول، نمونه‌ای از هر کرت آزمایش انتخاب شد و سپس توسط دستگاه کاتر (برش دهنده) 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 دو کیلوگرمی پلاستیکی ریخته و کاملاً فشرده شدند تا اکسیژن داخل ظرف تخلیه و سپس مقدار پنج درصد وزن علوفه داخل هر ظرف، ملاس چغندر قند اضافه شد و در پایان در ظرف‌ها را محکم بسته و آن‌ها را به مدت یک ماه در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دور از نور خورشید قرار داده شدند و بعد از اتمام زمان مورد نیاز جهت

سیلو (یک ماه)، ظرف‌های حاوی علوفه سیلو شده به آزمایشگاه علوم دام دانشگاه تهران منتقل شدند. لازم به ذکر است که سیلو از تیمارهای جایگزینی به عمل آمد. جهت اندازه‌گیری درصد فیبرهای غیر محلول در شوینده اسیدی (ADF)، درصد فیبرهای غیر محلول در شوینده خنثی (NDF = Neutrals detergent fiber) از روش ون سوست و همکاران (Van Soest *et al.*, 1991) و اسیدیته عصاره اشباع (pH) به روش لیم و همکاران (Lima *et al.*, 2010) استفاده شد. برداشت محصول جهت عملکرد دانه و شاخص برداشت در پایان دوره رسیدگی فیزیولوژیک از سطح دو مترمربع از هر کرت انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری شاخص نسبت برابری زمین (LER) از رابطه (۱) (Mead and Willey, 1980)، ضریب نسبی تراکم (RCC = Relative Crowding Coefficient) از رابطه (۲) (Ghosh, 2004)، و شاخص سودمندی اقتصادی از رابطه (۴) استفاده شد.

رابطه (۱)

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

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 و b می‌باشند.

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 نسبی تراکم 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 می باشد، اما در حالت‌های دیگر علامت‌های مثبت و منفی ضریب به ترتیب نشان دهنده غالب و مغلوب بودن گونه‌ها است.

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 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.

رابطه (۴)

$MAI = \text{Value of combined intercrops}$

$$\times (LER-1)/LER$$

بالا بودن میزان این شاخص نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط است (Dhima et al., 2007).

محاسبات و تجزیه‌های آماری مربوطه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و ترسیم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel 2007 انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه خشک جو

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کشت خالص جو با ۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بود و یونجه ۱۰۰٪: جو ۲۰٪ با میانگین عملکرد ۸۱۵ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار علوفه خشک جو را تولید کرد که نسبت به کشت خالص جو کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت (جدول ۱). این مهم به نظر می‌رسد به دلیل کاهش سطح اشغال شده در کشت مخلوط توسط جو و هم‌چنین رقابت برون‌گونه‌ای که با یونجه باشد. بنابراین می‌توان گفت اضافه شدن بوته‌های یونجه به کشت خالص جو تأثیر معنی‌داری در کاهش عملکرد علوفه جو داشت که این کاهش عملکرد از طریق افزایش عملکرد علوفه یونجه جبران شد و این از مزیت‌های کشت مخلوط محسوب می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس برای علوفه خشک جو و یونجه در کشت خالص و مخلوط
Table 1. Analysis of variance for dry forage yield of barley and annual medic in sole crop and intercropping

S. O. V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	
			عملکرد علوفه خشک جو Barley dry forage yield	عملکرد علوفه خشک یونجه Annual Medic dry forage yield
Replication	تکرار	3	18526.530 ^{ns}	34490.220 ^{**}
Treatment	تیمار	12	1222016.820 ^{**}	434978.880 ^{**}
Error	خطا	36	13843.199	6469.210
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)	-	7.060	8.280

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not significant.

ns: غیر معنی دار.

کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد علوفه خشک یونجه را داشت (جدول ۱). به نظر می‌رسد این مهم به دلیل کاهش سطح اشغال شده توسط یونجه و هم‌چنین رقابت در جهت دستیابی به نور باشد. که این عمل باعث افزایش ارتفاع بوته‌های یونجه و کاهش شاخه‌های فرعی آن شد و در نهایت منجر به کاهش عملکرد علوفه خشک در این تیمار گردید. بنابراین می‌توان گفت که اضافه شدن بوته‌های جو به کشت خالص یونجه تأثیر معنی‌داری در کاهش عملکرد علوفه یونجه داشته است. اما این کاهش عملکرد از طریق افزایش عملکرد علوفه جو جبران شده است و این عمل از سودمندی‌های کشت مخلوط است.

سیمونز و همکاران (Simmons *et al.*, 1995) گزارش کردند که عملکرد کشت مخلوط جو و یونجه به نوع یونجه مورد استفاده بستگی دارد و عملکرد

تراپراسی و همکاران (Torabi *et al.*, 1998) در تحقیقی در مورد اثر تراکم و آرایش کشت بر عملکرد کمی علوفه در زراعت مخلوط جو علوفه‌ای و شبدر برسیم چنین اظهار کردند که در کلیه مخلوط‌ها با افزایش اثر تراکم عملکرد ماده خشک افزایش یافت و حداکثر عملکرد ماده خشک مربوط به مخلوط ۵۰ درصد جو: ۵۰ درصد شبدر در تراکم بالا بود. خستاریا و همکاران (Khistaria *et al.*, 1994) گزارش کردند که کشت مخلوط لگوم: غیر لگوم باعث افزایش محصول غیر لگوم شد.

عملکرد علوفه خشک یونجه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در میان ترکیب‌های کشت حاوی یونجه، کشت خالص آن با عملکردی معادل ۱۷۷۳ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بود و ترکیب یونجه ۲۰٪: جو ۱۰۰٪ نیز با ۴۹۸/۸

در دیگر مخلوط‌ها با افزایش سهم جو در ترکیب و کاهش سهم یونجه بر میزان عملکرد دانه جو افزوده شد. اضافه کردن یونجه به کشت مخلوط باعث تثبیت بیشتر نیتروژن و کمک به افزایش عملکرد دانه جو شد در حالی اضافه کردن ۲۰٪ یونجه به کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص باعث تفاوت معنی‌دار در عملکرد نشد (جدول ۳). آگگنیهو و همکاران (Agegnehu *et al.*, 2006) گزارش کردند که اضافه نمودن ۲۵٪ باقلا به کشت خالص جو باعث کاهش عملکرد دانه جو شد. در مطالعه‌ای دیگر افزایش سهم باقلا در کشت مخلوط با گندم باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد، در حالی که عملکرد دانه باقلا افزایش پیدا کرد (Agegnehu *et al.*, 2008).

عملکرد دانه یونجه یکساله

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه یونجه یکساله در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر نوع تیمار نسبت‌های اختلاط قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کشت خالص با ۸۷۷ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد بود (جدول ۳). نتایج نشان داد در بیشتر تیمارها افزایش نسبت یونجه در کشت مخلوط، سبب افزایش عملکرد دانه یونجه در کشت مخلوط می‌شود. علت این امر افزایش سطح اشغال شده توسط بوته‌های یونجه می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده همانند عملکرد دانه جو با افزایش نسبت‌های مختلف اختلاط به صورت مساوی از میزان عملکرد بوته‌های یونجه

کشت مخلوط جو و یونجه بیش از تک‌کشتی آن‌ها بود. آلفورد و همکاران (Alford *et al.*, 2005) گزارش کردند که در کشت مخلوط ذرت و یونجه چندساله کاهش عملکرد ذرت مشاهده نشد، در حالی که در کشت مخلوط ذرت با یونجه‌های یکساله ۱۷٪ کاهش عملکرد ذرت دیده شد.

عملکرد دانه جو

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه جو تحت تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط دو گیاه قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین بین سطوح تیمارها نشان داد تیمارهای کشت خالص جو و یونجه ۲۰٪: جو ۱۰۰٪ به ترتیب با عملکرد ۱۹۰۷ و ۱۸۲۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند. تیمار جو ۲۰٪: ۱۰۰٪ یونجه با ۲۲۷ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد دانه بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که این موضوع به علت کاهش سطح اشغال شده توسط جو و همچنین ممکن است به علت رقابت برون‌گونه‌ای بین بوته‌های جو با بوته‌های یونجه در مرحله پر شدن دانه بر سر استفاده از منابع رشد باشد. به طور کلی با افزایش نسبت‌های اختلاط به صورت برابر برای جو و یونجه در آرایش‌های ۱:۱، ۲:۲، ۴:۴ و ۶:۶ و هنگامی که این آرایش‌ها به سمت کشت مخلوط نواری می‌رود از میزان عملکرد بوته‌های جو کاسته می‌شود. ممکن است علت این امر کاهش تأثیر کشت مخلوط در این گونه مخلوط‌ها باشد اما

جدول ۲- تجزیه واریانس برای عملکرد دانه و شاخص برداشت جو و یونجه در کشت خالص و مخلوط
Table 2. Analysis of variance for grain yield and harvest index of barley and annual medic in sole crop and intercropping

S. O. V.	منبع تغییرات	درجه	عملکرد دانه جو	عملکرد دانه یونجه	شاخص برداشت جو	شاخص برداشت یونجه
		df	Barley grain yield	Annual Medic seed yield	Barley harvest index	Annual Medic harvest index
Replication	تکرار	3	6097.147 ^{ns}	1557.250 ^{ns}	14.077 ^{ns}	20.974*
Treatment	تیمار	12	1051818.810**	160445.266**	146.401**	66.974**
Error	خطا	36	5187.245	1422.514	5.452	5.919
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)	-	6.270	7.310	9.300	21.860

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: Not significant.

ns: غیر معنی دار.

نسبت‌های اختلاط دو گیاه قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار جو ۲: یونجه ۶ با ۳۴/۷۵ درصد دارای بیشترین شاخص برداشت بود که علت این امر می‌تواند استفاده متعادل از نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه لگوم و استفاده بهینه از دیگر منابع رشد باشد. مخلوط کشت جو ۲۰٪: ۱۰۰٪ یونجه با ۱۴ درصد دارای کمترین درصد شاخص برداشت بود (جدول ۳). علت این امر می‌تواند جذب زیاد نیتروژن به وسیله جو و در نتیجه رشد رویشی زیاد و تثبیت زیاد این عنصر به وسیله یونجه باشد.

شاخص برداشت یونجه

تاکنون اندازه‌گیری شاخص برداشت در یونجه با توجه به مشکلات این گیاه از لحاظ ریزش غلاف‌ها و مشکل جدا شدن دانه از غلاف کمتر مورد توجه قرار گرفته است. شاخص برداشت یونجه تحت تأثیر نسبت‌های مختلف اختلاط دو گیاه قرار گرفت (جدول ۲).

کاسته خواهد شد (به استثنای مخلوط ۲:۲). در دیگر مخلوط‌ها، با افزایش سهم جو و کاهش سهم یونجه از میزان عملکرد یونجه کاسته می‌شود به طوری که تیمار یونجه ۲۰٪: جو ۱۰۰٪ با میانگین عملکرد ۱۲۹ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار دانه یونجه را تولید کرد که نسبت به کشت خالص یونجه کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد این مهم به دلیل کاهش سطح اشغال شده در کشت مخلوط توسط یونجه باشد. ینسن و همکاران (Jensen et al., 2006) گزارش کردند که بیشترین مقدار عملکرد دانه نخود در کشت مخلوط جو با نخود از تیمار تک کشتی نخود به میزان ۳۷۰ گرم در بوته بدست آمد.

شاخص برداشت جو

شاخص برداشت عبارت است از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی که نشان دهنده کارآیی انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه است. شاخص برداشت جو تحت تأثیر

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص برداشت جو و یونجه در کشت خالص و مخلوط
Table 3. Average grain yield and harvest index in sole crop and intercropping of barley and annual medic

Treatment	تیمار	عملکرد دانه جو (کیلوگرم در هکتار) Barley grain yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه یونجه (کیلوگرم در هکتار) Annual Medic seed yield (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت جو (%) Barley harvest index (%)	شاخص برداشت یونجه (%) Annual Medic harvest index (%)
B1 : 1M	جو:۱:یونجه ۱	1101cd	500fg	21.00de	14.75gh
B2 : 2M	جو:۲:یونجه ۲	1041cde	545ef	20.00de	28.00a
B4 : 4M	جو:۴:یونجه ۴	938de	477ghij	24.75c	24.25b
B6 : 6M	جو:۶:یونجه ۶	836e	469fghi	33.00ab	18.25defg
B	کشت خالص جو	1907a	-	31.25ab	-
B6 : 2M	جو:۶:یونجه ۲	1648b	377jk	26.00c	19.25cde
B4 : 2M	جو:۴:یونجه ۲	1223c	401ijk	25.00c	21.00bcd
B2 : 6M	جو:۲:یونجه ۶	877e	656bcd	34.75a	16.75efgh
B2 : 4M	جو:۲:یونجه ۴	918de	641bcd	29.75b	22.25bc
B100% : 20%M	جو ۱۰۰٪:یونجه ۲۰٪	1822ab	129m	22.75cd	13.50h
B100% : 40%M	جو ۱۰۰٪:یونجه ۴۰٪	1660b	227l	26.25c	17.50defg
B20% : 100%M	جو ۲۰٪:یونجه ۱۰۰٪	227g	709b	14.00f	16.75efgh
B40% : 100%M	جو ۴۰٪:یونجه ۱۰۰٪	468f	681bc	18.00e	15.25fgh
M	کشت خالص یونجه	-	877a	-	19.00cdef

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه می‌باشد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level-Using Duncan's Multiple Range Test.

B: Barley, M: Annual Medic

حروف B و M به ترتیب برای جو و یونجه یکسال می‌باشند.

ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط برای

عملکرد دانه

نسبت برابری زمین (LER)

برای ارزیابی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از نسبت برابری زمین (LER) استفاده شد (Dhima *et al.*, 2007; Weil Ray and McFadden, 1991). مقادیر LER محصول دانه جو و یونجه در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (LER = ۱/۲۹) متعلق به تیمار مخلوط یونجه ۶:۲

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار یونجه

۲:۲ جو با ۲۸ درصد دارای بیشترین و تیمار یونجه ۲۰٪: ۱۰۰٪ جو، با ۱۳/۵ درصد دارای کمترین شاخص برداشت بودند (جدول ۳). به نظر می‌رسد علت بالا بودن شاخص برداشت در آرایش جو ۲:۲ یونجه به دلیل تعادل در رقابت و استفاده از منابع رشد و به دنبال آن توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت دانه باشد. همچنین علت پایین بودن شاخص برداشت در آرایش کشت یونجه ۲۰٪: ۱۰۰٪ جو، رقابت برای نور و در نتیجه رشد رویشی زیاد باشد.

جدول ۴- مقادیر نسبت برابری زمین در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط
Table 4. Land equivalent ratio for different intercropping treatments

Treatment	تیمار	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio (LER)		مجموع Total
		جو Barley	یونجه یکسال Annual Medic	
B1 : 1M	جو ۱ : یونجه ۱	0.577	0.570	1.14
B2 : 2M	جو ۲ : یونجه ۲	0.545	0.621	1.16
B4 : 4M	جو ۴ : یونجه ۴	0.491	0.543	1.03
B6 : 6M	جو ۶ : یونجه ۶	0.438	0.534	0.97
B6 : 2M	جو ۶ : یونجه ۲	0.864	0.429	1.29
B4 : 2M	جو ۴ : یونجه ۲	0.641	0.457	1.09
B2 : 6M	جو ۲ : یونجه ۶	0.459	0.748	1.20
B2 : 4M	جو ۲ : یونجه ۴	0.481	0.730	1.21
B100% : 20%M	جو ۱۰۰٪ : یونجه ۲۰٪	0.955	0.147	1.10
B100% : 40%M	جو ۱۰۰٪ : یونجه ۴۰٪	0.870	0.310	1.18
B20% : 100%M	جو ۲۰٪ : یونجه ۱۰۰٪	0.119	0.808	0.92
B40% : 100%M	جو ۴۰٪ : یونجه ۱۰۰٪	0.245	0.681	1.02

حروف B و M به ترتیب برای جو و یونجه یکسال می‌باشند.

B and M are for Barley and Annual Medic, respectively

(Mazaheri, 1998). نتایج نشان داد که ترکیب یونجه ۶:۲ جو با ضریب نسبی تراکم $RCC = 2/79$ دارای بیشترین مقدار، و ترکیب یونجه ۶:۶ جو کمترین میزان RCC را به خود اختصاص داد (جدول ۵). ویلی (Willey, 1979) گزارش کرد هنگامیکه ضریب نسبی تراکم یک گونه بیشتر از یک شود، آن گونه دارای عملکرد بیشتری است. آگنهو و همکاران (Agegnehu *et al.*, 2006) و اوسنی (Oseni, 2010) گزارش کردند که غلات همیشه در مخلوط با لگوم غالب نیستند.

شاخص سودمندی اقتصادی (MAI)

کشت مخلوط جو و یونجه برای اکثر ترکیب‌های کشت از لحاظ اقتصادی سودمند

جو و کمترین آن ($LER = 0/92$) متعلق به تیمار مخلوط جو ۲۰٪: یونجه ۱۰۰٪ می‌باشد. چنگسیو و همکاران (Chengciu *et al.*, 2004)، در مطالعه‌ای بر روی تأثیر آرایش کشت و سطوح مختلف کود نیتروژن در کشت مخلوط نخود و جو دریافتند که کشت مخلوط باعث کارایی بیشتر استفاده از منابع رشد و کاهش استفاده از کود نیتروژن شد. همچنین میزان LER معادل $1/24$ به دست آمد که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود.

ضریب نسبی تراکم (RCC):

این ضریب مشخص کننده میزان رقابت بین گیاهان است که با استفاده از روش جایگزینی به صورت مخلوط کشت شده‌اند

جدول ۵- ضرایب مورد ارزیابی در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط
Table 5. Evaluated coefficients in different intercropping treatments

Treatment	تیمار	ضریب نسبی تراکم Relative crowding coefficient			سودمندی اقتصادی (تومان) MAI (Toman)
		ضریب نسبی تراکم جو Kb	ضریب نسبی تراکم یونجه Km	ضریب نسبی تراکم کل K	
B1 : 1M	جو ۱ : یونجه ۱	1.36	1.21	1.64	616497
B2 : 2M	جو ۲ : یونجه ۲	1.20	1.53	1.83	741825
B4 : 4M	جو ۴ : یونجه ۴	0.96	1.08	1.03	52710
B6 : 6M	جو ۶ : یونجه ۶	0.77	1.04	0.80	-319410
B6 : 2M	جو ۶ : یونجه ۲	2.13	1.31	2.79	13298777
B4 : 2M	جو ۴ : یونجه ۲	0.89	1.58	1.40	391650
B2 : 6M	جو ۲ : یونجه ۶	2.53	0.97	2.26	1103896
B2 : 4M	جو ۲ : یونجه ۴	1.86	1.06	1.97	769041
B100% : 20%M	جو ۱۰۰٪ : یونجه ۲۰٪	-	-	-	352243
B100% : 40%M	جو ۱۰۰٪ : یونجه ۴۰٪	-	-	-	743746
B20% : 100%M	جو ۲۰٪ : یونجه ۱۰۰٪	-	-	-	-648480
B40% : 100%M	جو ۴۰٪ : یونجه ۱۰۰٪	-	-	-	60343

حروف B و M به ترتیب برای جو و یونجه یکسال می‌باشند.

B and M are for Barley and Annual Medic, respectively

با سودمندی اقتصادی بالا دارد.

صفات کیفی علوفه

درصد قندهای محلول در آب (WSC)

با افزایش سهم جو در کشت مخلوط درصد قندهای محلول در آب از یک روند افزایشی پیروی کرد. بیشترین میزان قندهای محلول در آب مربوط به کشت خالص جو به میزان ۱۵/۴۲ درصد بود که با آرایش کاشت جو ۱۰۰٪: یونجه ۲۰٪ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶). با افزایش سهم یونجه میزان قندهای محلول در آب کاهش یافت به طوری که پایین‌ترین میزان قندهای محلول در آب مربوط به آرایش کشت خالص یونجه به مقدار ۸/۷۵ درصد بود. به طور کلی می‌توان گفت

بود بجز برای ترکیب‌های یونجه ۶:۶ جو و یونجه ۱۰۰٪: ۲۰٪ جو که نه تنها سودی حاصل نشد بلکه باعث زیان اقتصادی نسبت به کشت خالص گردید. از میان ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط، بیشترین میزان سود اقتصادی از ترکیب یونجه ۶:۲ جو با $MAI = 1329877/5$ تومان و کمترین میزان سود اقتصادی با $MAI = -648480$ تومان نسبت به کشت خالص از ترکیب یونجه ۱۰۰٪: ۲۰٪ جو به دست آمد (جدول ۵). که این نتایج با مقادیر LER برای هر یک از این ترکیب‌ها هم خوانی دارد. غوش (Ghosh, 2004) و دهیما و همکاران (Dhima et al., 2007) گزارش کردند که نسبت برابری زمین (LER) بالا ارتباط نزدیکی

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک و برخی ویژگی‌های کیفیت علوفه و سیلو در کشت مخلوط جو و یونجه یکساله

Table 6. Mean comparison for dry forage and some of the forage and silage quality properties of barley and annual medic in intercropping

Treatment	تیمار	عملکرد علوفه خشک جو (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه خشک یونجه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه کل (کیلوگرم در هکتار)	درصد فیبر خام علوفه	درصد قندهای محلول در آب علوفه	درصد الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی علوفه	درصد الیاف غیرمحلول در شوینده خنثی سیلو	درصد الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی سیلو	اسیدیته عصاره اشباع سیلو
		Barley dry forage yield (kg ha ⁻¹)	Annual Medic dry forage yield (kg ha ⁻¹)	Total dry forage yield (kg ha ⁻¹)	Forage crude fiber (%)	Forage Water soluble carbohydrates (%)	Forage acid detergent fiber (%)	Silage neutral detergent fiber (%)	Forage acid detergent fiber (%)	pH of saturated extract of silage
B1 : 1M	جو:۱ یونجه ۱	1924b	1010c	2934a	31.83def	12.86cd	25.60c	35.17e	22.35de	4.45cd
B2 : 2M	جو:۲ یونجه ۲	1681c	975c	2656cd	31.62def	12.10de	28.41b	36.63de	23.35cd	4.81bc
B4 : 4M	جو:۴ یونجه ۴	1513cd	825d	2338ef	31.42de	12.13de	26.03c	38.92c	24.05c	4.76bc
B6 : 6M	جو:۶ یونجه ۶	1427de	802d	2229fg	33.57cd	11.54ef	25.95c	39.83c	24.38c	4.82bc
B	کشت خالص جو	2900a	-	2900ab	38.40a	15.42a	20.89f	46.72a	24.10c	5.31a
B6 : 2M	جو:۶ یونجه ۲	2049b	625e	2674bcd	35.40bc	13.94bc	28.48b	42.65b	21.75e	5.20ab
B4 : 2M	جو:۴ یونجه ۲	1992b	791d	2783abc	34.94c	13.65bc	27.87b	39.83c	21.73e	4.35cd
B2 : 6M	جو:۲ یونجه ۶	1299e	1077c	2376ef	21.81gh	10.57fg	22.51e	35.33e	26.15ab	4.35cd
B2 : 4M	جو:۲ یونجه ۴	1328e	1045c	2373ef	30.30efg	11.41efg	23.17de	37.88cd	24.77bc	4.43cd
B100% : 20%M	جو ۱۰۰٪: یونجه ۲۰٪	1988b	499f	2486de	38.78a	14.62ab	28.86b	-	-	-
B100% : 40%M	جو ۱۰۰٪: یونجه ۴۰٪	1869b	715de	2584cde	37.36ab	14.21ab	28.76b	-	-	-
B20% : 100%M	جو ۲۰٪: یونجه ۱۰۰٪	815f	1239b	2054g	29.51fg	10.39g	24.13d	-	-	-
B40% : 100%M	جو ۴۰٪: یونجه ۱۰۰٪	875f	1256b	2131fg	29.75fg	10.32g	23.94d	-	-	-
M	کشت خالص یونجه	-	1773a	1773h	26.82h	8.57h	30.88a	30.13f	26.42a	4.28d

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level-Using Duncan's Multiple Range Test.

B and M are for Barley and Annual Medic, respectively

حروف B و M به ترتیب برای جو و یونجه یکساله می‌باشند.

محلول در شوینده اسیدی مربوط به آرایش کشت خالص جو به مقدار ۲۰/۸۹ درصد بود (جدول ۶).

لیتورجیدیس و همکاران (Lithourgidis et al., 2006) با بررسی کشت مخلوط گرامینه و لگوم درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده اسیدی در لگوم‌ها بیشتر از گرامینه‌ها بود و با افزایش درصد لگوم در ترکیب علوفه خشک کاهش یافت. نخزری مقدم و همکاران (Nakhzari Moghaddam et al., 2009) در کشت مخلوط ذرت و ماش بیشترین درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی از کشت خالص ماش بدون کنترل علف‌های هرز و کمترین درصد از کشت خالص ذرت با کنترل علف‌های هرز به دست آوردند.

درصد فیبر خام (CF)

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سهم جو در کشت مخلوط درصد فیبر خام علوفه مخلوط از یک روند افزایشی پیروی کرد. بیشترین میزان فیبر خام علوفه مخلوط مربوط به کشت خالص جو به میزان ۳۸/۴۰ درصد بود که با کشت مخلوط جو ۱۰۰٪: یونجه ۲۰٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش سهم یونجه میزان فیبر خام علوفه مخلوط کاهش یافت به طوری که پائین‌ترین میزان فیبر خام علوفه مخلوط مربوط به آرایش کشت خالص یونجه به مقدار ۲۶/۸۲ درصد بود (جدول ۶). با توجه به این نتایج می‌توان گفت بیشترین میزان فیبر خام مربوط به گیاه گرامینه و کمترین مقدار مربوط

گیاهان گرامینه نسبت به گیاهان لگوم درصد قندهای محلول در آب بیشتری در ترکیب خود دارند و در این تحقیق افزایش جو در ترکیب تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد قندهای محلول در آب داشت. رحمانی (Rahmani, 2004) در کشت مخلوط سورگوم و شبدر برسیم، از کشت خالص شبدر بیشترین میزان کربوهیدرات را بدست آورد. نخزری مقدم و همکاران (Nakhrazi Moghaddam et al., 2009) در کشت مخلوط ذرت و ماش بیشترین درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب از کشت خالص ذرت با کنترل علف‌های هرز و کمترین درصد از کشت خالص ماش بدون کنترل علف‌های هرز به دست آوردند.

درصد فیبرهای غیر قابل حل در شوینده اسیدی

(ADF)

زمانی که علوفه با محلول شوینده خنثی جوشانده شود، مواد باقی مانده پس از استخراج عصاره، فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی است که شامل لیگنین خام، سلولز و مقداری سیلیسیم است. افزایش این صفت موجب کاهش قابلیت هضم علوفه می‌گردد. عموماً با افزایش رشد گیاه ADF آن افزایش یافته و در نتیجه مقدار انرژی کمتری در اختیار دام قرار می‌گیرد (Rostamza, 2004). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین میزان فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۳۰/۸۸ درصد و پایین‌ترین میزان فیبرهای

۲۱/۷۵ درصد بود و بین آن‌ها تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۶). برودریک (Broadrick, 1995) گزارش کرد با سیلو کردن یونجه میزان ADF سیلو افزایش پیدا کرد.

اسیدیته عصاره اشباع سیلو (pH)

مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که در میان ترکیب‌های مختلف جایگزینی کشت مخلوط بیشترین میزان اسیدیته عصاره اشباع سیلو مربوط به کشت خالص جو به میزان ۵/۳۱ و کمترین میزان مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۴/۲۸ بود (جدول ۶). بین اسیدیته و کیفیت سیلو رابطه نزدیکی وجود دارد. اسیدیته کم‌تر از ۳/۵ حاکی از وجود اسیدیته زیاد در اثر تولید مقدار زیادی اسید استیک است. تعلیف چنین سیلوئی به دام باعث ناراحتی‌های گوارشی در گاو و تولید شیر با اسیدیته زیاد می‌گردد. بهینه pH حدود ۴-۴/۵ است و چنین سیلوئی فاقد اسید بوتیریک می‌باشد. سیلوئی که دارای pH بالاتر از ۵ باشد از کیفیت بدی برخوردار است و بوی بدی دارد (Arnon, 1972).

نسبت برابری زمین (LER) برای عملکرد علوفه

مقادیر LER محصول علوفه خشک جو و یونجه در سطوح ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط در جدول ۷ ارائه شده است. بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (LER=۱/۲۳۲) متعلق به ترکیب جو:۱ یونجه و کمترین با (LER=۰/۹۴۴) متعلق به تیمار مخلوط جو:۶ یونجه بود (جدول ۷). چنگسیو و

به گیاه لگوم بود. اما وقتی این گیاهان در ترکیب با یکدیگر قرار می‌گیرند باعث می‌شود نسبت متعادلی از فیبر خام به دست آید که در افزایش کیفیت علوفه مؤثر است.

صفات کیفی سیلو

درصد فیبرهای غیر محلول در شوینده خنثی

(NDF) سیلو

مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سهم جو و کاهش سهم یونجه در ترکیب کشت مخلوط درصد NDF از یک روند افزایشی تبعیت کرد (جدول ۶)، به طوری که بیشترین میزان NDF در کشت خالص جو به میزان ۴۶/۷۲ درصد و سپس یونجه:۲ جو:۶، به میزان ۴۲/۶۵ درصد و کمترین میزان مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۳۰/۱۳ درصد بود (جدول ۶). با سیلو کردن یونجه می‌توان مصرف یونجه را بهبود داد. در تغذیه گاوها با یونجه سیلو شده قابلیت هضم ماده خشک، آمونیاک (NH₃) و الیاف محلول در شوینده خنثی افزایش نشان داد (Broadrick, 1995).

درصد فیبرهای غیر محلول در شوینده اسیدی

(ADF) سیلو

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که همانند علوفه خشک، بیشترین میزان ADF مربوط به کشت خالص یونجه به میزان ۲۶/۴۲ درصد که با ترکیب یونجه:۶ جو:۲ (۲۶/۱۵ درصد) اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۶). کمترین میزان آن مربوط به ترکیب‌های کاشت یونجه:۲ جو:۴ و یونجه:۲ جو:۶، به ترتیب میزان ۲۱/۷۳ درصد و

جدول ۷- نسبت برابری زمین و میانگین عملکرد علوفه خشک در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و یونجه یکساله

Table 7. Land equivalent ratio and average of dry forage yield in different barley and annual medic intercropping treatments

Treatment	تیمار	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio			عملکرد علوفه خشک کل Total dry forage yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک جو Barley dry forage yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک یونجه Annual Medic dry forage yield (kg ha ⁻¹)
		جو Barley	یونجه یکساله Annual Medic	مجموع Total			
B1 : 1M	جو ۱ : یونجه ۱	0.663	0.569	1.232	2934	1924	1010
B2 : 2M	جو ۲ : یونجه ۲	0.579	0.549	1.128	2656	1681	975
B4 : 4M	جو ۴ : یونجه ۴	0.521	0.465	0.986	2338	1513	825
B6 : 6M	جو ۶ : یونجه ۶	0.492	0.452	0.944	2229	1427	802
B6 : 2M	جو ۶ : یونجه ۲	0.706	0.352	1.058	2674	2049	625
B4 : 2M	جو ۴ : یونجه ۲	0.686	0.445	1.131	2783	1992	791
B2 : 6M	جو ۲ : یونجه ۶	0.447	0.607	1.054	2376	1299	1077
B2 : 4M	جو ۲ : یونجه ۴	0.457	0.589	1.046	2373	1328	1045
B100% : 20%M	جو ۱۰۰٪ : یونجه ۲۰٪	0.685	0.281	0.966	2487	1988	499
B100% : 40%M	جو ۱۰۰٪ : یونجه ۴۰٪	0.644	0.403	1.047	2584	1869	715
B20% : 100%M	جو ۲۰٪ : یونجه ۱۰۰٪	0.281	0.698	0.979	2054	815	1239
B40% : 100%M	جو ۴۰٪ : یونجه ۱۰۰٪	0.301	0.708	1.009	2131	875	1256
B	کشت خالص جو	-	-	-	2900	2900	-
M	کشت خالص یونجه	-	-	-	1773	-	1773

حروف B و M به ترتیب برای جو و یونجه یکسال می‌باشند.

B and M are for Barley and Annual Medic, respectively

قرار گرفت. محاسبه و ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط از قبیل نسبت برابری زمین، ضریب نسبی تراکم و شاخص سودمندی اقتصادی نشان داد که آرایش کاشت یونجه ۲:۶ جو جهت عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارهای کاشت برتری داشت. از نظر عملکرد علوفه خشک، آرایش کاشت یونجه ۱:۱ جو نسبت به سایر تیمارهای کاشت برتری داشت و بیشترین میزان ماده خشک مجموع را تولید کرد که این برتری کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص نشان می‌دهد. از لحاظ ویژگی‌های کیفیت علوفه و سیلو نیز ترکیب‌های حاوی

همکاران (Chengciu *et al.*, 2004) در مطالعه‌ای بر روی تأثیر ترکیب کشت مخلوط و سطوح مختلف کود نیتروژن در کشت مخلوط نخود و جو دریافتند که کشت مخلوط باعث کارایی بیشتر استفاده از منابع رشد و کاهش استفاده از کود نیتروژن شد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عملکرد علوفه خشک، دانه، شاخص برداشت و ویژگی‌های کیفیت علوفه و سیلوی جو و یونجه تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط

بیشترین درصد یونجه بهترین ترکیب‌ها در این تحقیق بودند. بنابراین جهت بر خورداری از بهترین کیفیت علوفه و سیلوی جو و یونجه، کشت مخلوط آن‌ها در مقایسه با کشت خالص برتر بود.

سپاسگزاری
بدین وسیله از قطب علمی به زراعی، به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهان علوفه ای دانشگاه تهران جهت تأمین اعتبار این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- Alford, C. M., Krall J. M., and Miller, S. D. 2005. Intercropping irrigated corn with annual legumes for fall forage in the High Plains. *Agronomy Journal* 95: 520-525.
- Agegnehu, G., Ghizam, A., and 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.
- Agegnehu, G., Ghizam, A., and Sinebo, W. 2008. Yield potential and land use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agronomy and Sustainable Development* 28: 257-263.
- Arnon, I. 1972. Crop production in dry regions. Leonard Hill. 650 pp.
- Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P. K., and Bagchi, D. K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. *Toria*) and legume in 1:1 and 2:1 replacement series system. *Journal of Agronomy and Crop Science* 185: 9-14.
- Biabani, A., Hashemi, M., and Herbert, S. J. 2008. Agronomic performance of two intercropped soybean cultivars. *International Journal of Plant Production* 2 (3): 215-222.
- Broadrick, G. A. 1995. Performance of lactating dairy cows fed either alfalfa silage or alfalfa hay as the sole forage. *Journal of Dairy Science* 78: 320-329.
- Brouk, M., and Belyea, R. 1993. Chewing activity and digestive response of cows fed alfalfa forage. *Journal of Dairy Science* 76: 175-182.
- Chai Chi, M. R., and Daryaei, F. 2006. Evaluation of forage yield in sole and intercropping of sorghum and alfalfa. Pp. 77. In: Proceedings of the First National Forage Crops Congress of Iran.
- Chengciu, C., Malvern, W., Karves, N., David, W., and Martha, K. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley- pea intercropping in Montana.

- Agronomy Journal 96: 1730-1738.
- 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 Research 100: 249-256.
- Eshghizadeh, H. R., Chai Chi, M. R., Ghalavand, A., Shabani, Gh., Azizi, Kh., Turknejad, A., Raeisi, H., and Papi Zadeh, A. 2007.** Evaluation of annual medic and barley intercropping on forage yield and protein content in dry farming system. Pajouhesh-va-Sazandegi 20: 102-112.
- 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.
- Ghosh, P. K., Tripathi, A. K., Bandyopadhyay, K. K., and Manna, M. C. 2009.** Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soyabean-sorghum intercropping system. European Journal of Agronomy 31: 43-50.
- Haugaard, N. H., Ambus, P., and Jensen, E. S. 2001.** Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea with and without barley intercropping. Field Crops Research 70: 101-109.
- Jensen, E. S., Ambus, P., Bellostas, N., Biosen, S., Brisson, N., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlman, C., Dibet, A., Van Frangstein, P., Gooding, M., Haugaard-Nielsen, H., Kasyarnova, E., Launay, M., Monti, M., and Pristeri, A. 2006.** Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality, and prevention of N-losses in European organic farming systems. Pp. 180-181. In: Proceedings of European Joint Organic Congress. Odense, Denmark.
- Khistaria, M. K., Sadaria, S. G., and Gandhi, A. P. 1994.** Intercropping in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under rainfed conditions. Agricultural University Research Journal 20: 9-14.
- Kleinschmit, D. H., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R., and Kalsheur, K. F. 2007.** Dried distillers grains plus solubles with corn silage or alfalfa hay as the primary forage source in dairy cow diet. Journal of Dairy Science 90: 5587-5590.
- Lima, R., Lourenco, M., Diaz, R. F., Castro, A., and Fievez, V. 2010.** Effect of

combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and lactobacilli on silage quality and in vitro rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 155 : 122–131.

Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dhima, K. V., 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 Research* 99: 106-11.

Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Press. 262 pp. (In Persian).

Mead, R., and Willey, R. W. 1980. The concept of a 'Land Equivalent Ratio' and advantages in yields from intercropping. *Experimental of Agriculture* 16: 217-28.

Midya, A., Bhattacharjee, K., Ghose, S. S. and Banik, P. 2005. Deferred seeding of blackgram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191: 195-201.

Moynihan, J. M., Simmons, S. R., and Sheaffer, C. C. 1996. Intercropping annual medic with conventional height and semidwarf barley grown for grain. *Agronomy Journal* 88: 823-828.

Mucheru-Muna, M., Pypers, P., Mugendi, D., Kung'u, J., Mugwe, J., Merckx, R., and Vanlauwe, B. 2010. A staggered maize-legume intercrop arrangement robustly increases crop yields and economic returns in the highlands of Central Kenya. *Field Crops Research* 115: 132-139.

Nadi, L. A., and Haque, I. 2008. Forage legume-cereal systems: improvement of soil fertility and agricultural production with special reference to sub-saharan Africa. Available on: www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5488E/x5488e0p.htm.

Nakhzari Moghaddam, A., Chai Chi, M. R., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H., Majnoon Hosseini, N., and Noorinia, A. A. 2009. The effect of corn (*Zea mays*) and green gram (*Vigna radiate*) intercropping on yield, LER and some quality characteristics of forage. *Iranian Journal of Field Crops Science* 40 (4): 113-121.

Oseni, T. O. 2010. Evaluation of sorghum-cowpea intercrop productivity in savanna agro-ecology using competition indices. *Journal of Agriculture Science* 2: 229-234.

Rahmani, A. 2004. Evaluation of sorghum-berseem clover intercropping effect on yield, forage quality and weed population dynamics. M. Sc. Thesis, the University of Tehran.

- Rostamza, M. 2004.** Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of some forage cereal (Sorghum, Millet and Corn) in second culture after barley and effects on next yield plant (Wheat). M. Sc. Thesis, The University of Tehran. Pp. 92. (In Persian).
- Simmons, S. R., Sheaffer, C. C., Rasmusson, D. C., Stuthman, D. D., and Nickel, S. E. 1995.** Alfalfa establishment with barley and oat companion crops differing in stature. *Agronomy Journal* 87: 268-272.
- Sistachs, M., and Singh, 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: 83-87.
- Torabi, M., Kashani, A., and Noormohammadi, G. 1998.** Evaluation of density and sowing pattern effect on quantity and quality of forage in berseem clover-barley intercropping system in Ahvaz climatic conditions. Pp. 364. In: Proceedings of 5th Iranian Crop Science Congress.
- Vandermeer, J. 1992.** The ecology of intercropping. Cambridge University Press. 248 pp.
- Van Soest P. J., Robertson, J. B., and Lewis, B. A. 1991.** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3597.
- Weigelt, A., and Jolliffe, P. 2003.** Indices of plant competition. *Journal of Ecology* 91: 707-720.
- Weil Ray, R., and McFadden, M. E. 1991.** Fertility and weed stress effects on performance of maize / soybean intercrop. *Agronomy Journal* 83: 717-721.
- Willey, R. W. 1979.** Intercropping- its importance and research needs. Part 1: competition and yield advantages. *Field Crops Abstracts* 32: 1-10.
- Willey, R. W. and Rao, M. R. 1980.** A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture* 16: 117-125.