نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 2، تابستان 1398، ص 541-531

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.2, Summer 2019, p. 531-541

تأثیر کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) بر ویژگی-های کیفی علوفه

رامین نظریان[1]، علیرضا کوچکی[2*]، مهدی نصیری محلاتی[2] و پرویز رضوانی مقدم[2]

تاریخ دریافت: 1393/12/21
تاریخ پذیرش: 1394/09/08

نظریان، ر.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، و رضوانی مقدم، پ. 1398. تأثیر کشت مخلوط جو و شبدر ایرانی بر ویژگی‌های کیفی علوفه. بوم‌شناسی کشاورزی. 2 (11): 541-531.

چکیده

کشت مخلوط دو یا چند گیاه علوفه‌ای، یک جامعه گیاهی را به وجود می‌آورد که قادرند از منابع بهتر استفاده کرده و درنتیجه کمیت و کیفیت محصول بهبود یابد. جهت بهینه‌سازی نسبت و آرایش کاشت در مخلوط جو و شبدر ایرانی آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 93 – 1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آرایش کاشت در پنج سطح (مخلوط ردیفی 1:1، کشت یک ردیف جو یک ردیف شبدر (M_1)، مخلوط ردیفی 2:2، کشت دو ردیف جو دو ردیف شبدر (M_2)، مخلوط نواری 3:3، کشت سه ردیف جو سه ردیف شبدر (M_3)، مخلوط نواری 4:4، کشت چهار ردیف جو چهار ردیف شبدر (M_4) و کشت مخلوط درهم جو و شبدر (M_5)) به‌عنوان کرت اصلی و نسبت کاشت نیز در پنج سطح (مخلوط افزایشی 50٪ شبدر + 100٪ جو (R_5)، مخلوط افزایشی 25٪ شبدر + 100٪ جو (R4)، مخلوط جایگزینی 50٪ جو + 50٪ شبدر (R_3) همراه با جو خالص (R_2) و شبدر خالص (R_1)) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. خصوصیات کیفی موردبررسی برای هر تیمار شامل قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، ارزش هضمی (D-value)، مقدار پروتئین خام (CP)، عملکرد پروتئین (PY)، فیبر قابل‌حل در شوینده خنثی (NDF) و فیبر قابل‌حل در شوینده اسیدی (ADF) بود. نتایج آزمایش نشان داد که آرایش و نسبت کاشت تاثیر معنی‌داری برDMD، OMD، D-value و PY داشت. بالاترین مقدار DMD، OMD و D-value متعلق به آرایش کاشت (M_1) و نسبت کاشت شبدر خالص (R_1) بود. مقادیرCP، NDF و ADF تحت تأثیر آرایش کاشت قرار نگرفت، ولی اثر نسبت کاشت بر مقدار CP معنی‌دار بود. به‌طوریکه بیشترین مقدار CP را شبدر خالص (16/26 ٪) به خود اختصاص داد. همچنین بیشترین PY مربوط به نسبت کاشت R_2 (1962/2 کیلوگرم در هکتار) و آرایش‌کاشت M_5 (1584/38 کیلوگرم در هکتار) بود. باوجود بیشتر بودن مقادیر DMD، OMD، D-value و CP درکشت خالص شبدر و PY درکشت خالص جو، آنچه امروز بسیار حائز اهمیت می‌باشد پایداری تولید است که در سیستم‌های کشت مخلوط تحقق می-پذیرد که آرایش کشت مخلوط درهم (M_5) با مقدار عملکرد مناسب ازنظر کمی و کیفی بیشترین مقدار عملکرد پروتئین را تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: ارزش هضمی، قابلیت هضم ماده آلی، قابلیت هضم ماده خشک

مقدمه

کشت مخلوط الگوی اقتباس‌شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان ازجمله مراتع است که نشان می‌دهد طبیعت همواره ترکیبی از گونه‌های گیاهی را بر حالت تک‌گونه ترجیح می‌دهد. غلات ازنظر ماده خشک در سطح بالایی قرار دارند، ولی از حیث پروتئین فقیرند اما بقولات بالعکس ازنظر میزان پروتئین در سطح بالایی قرار دارند. لذا مخلوط غلات و بقولات منجر به تولید علوفه با کیفیت بالا خواهد شد (Sistach, 1990). کشت مخلوط غلات با شبدرسفید، به‌عنوان

1-دانشجوی دکترای سابق دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و استاد گروه اگرونومی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرات
2- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i2.45216

یک گزینه جهت تولید سیلو در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاده مطرح شده است (Jones & Clements, 1993). البته، ممکن است از این نوع مخلوط جهت تولید دانه نیز استفاده کرد (Clements & Donaldson, 1997; Thorsted et al., 2002).

ارزش یک علوفه را نمی‌توان تنها از روی عملکرد ماده خشک آن در واحد سطح مشخص نمود. آنچه‌که در حقیقت مهم است مقدار ماده‌ای است که عملاً قابل‌استفاده دام می‌باشد. سعید نژاد و همکاران (Saedi nejad et al., 2011)اظهار داشتند که معیارهای اساسی در تعیین کیفیت علوفه درصد پروتئین، درصد دیواره سلولی و قابلیت هضم آن می‌باشد. تولید پروتئین در مزرعه در بسیاری از کشورها بخصوص در شرایط خشک و نیمه‌خشک محدود است (Mohsenabadi et al., 2008). تعدادی از محققین کشت مخلوط لگوم‌های یکساله با غلات را به‌عنوان یکی از راه‌های افزایش تولید علوفه و پروتئین در مزرعه پیشنهاد کردند (Herbert et al. 1984; Lithourgidis et al., 2006). جو (*Hordeum vulgare* L.) از جمله غلاتی است که می‌تواند به‌سرعت رشد کند، باعث سرکوب و فشار بر علف‌های هرز شود و تولید عملکرد وزن خشک بالا نماید، اما محتوای پروتئین علوفه‌ای آن کم است (Dhima et al., 2007; Dordas & Lithourgidis, 2011; Sadeghpour & Jahanzad, 2012).

رزو همکاران (Ross et al., 2004a) و همچنین واسیلاکوگلو و همکاران (Vasilakoglou et al., 2008) در آزمایشات جداگانه‌ای که انجام دادند بیان نمودند که اگرچه جو علوفه‌ای دارای ارزش غذایی بالاتر از یولاف، تریتیکاله و گندم پاییزه در سیستم‌های کشت مخلوط است، اما ارزش غذایی آن از لحاظ مقدار پروتئین کم بوده احتیاجات دام‌های تولید کننده‌ای فراورده‌های لبنی را برآورده نمی‌کند، لذا برای افزایش کیفیت علوفه، کشت مخلوط جو و بقولات را پیشنهاد کردند. بعلاوه کشت مخلوط جو با شبدر برسیم نسبت به مخلوط جو با یولاف یا تریتیکاله پروتئین بیشتری در فصل رشد فراهم کرد. آنها نشان دادند که رسیدگی زودتر جو دوره طولانی‌تری را برای رشد مجدد شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) ایجاد نمود. همچنین لیتروجیدز و همکاران (Lithourgidis et al., 2006) عملکرد بالاتر پروتئین را درکشت مخلوط ماش (*Vicia sativa* L.) با یولاف در مقایسه با کشت خالص آن گزارش کردند. این حال، عملکرد پروتئین زمانی که ماش با تریتیکاله به‌صورت مخلوط کشت شد، افزایش نیافت. کار و همکاران (Carr et al., 2004) اظهار داشتند که جو علوفه‌ای دارای بیشترین قابلیت هضم ماده خشک[1]، کمترین غلظت فیبر قابل حل درشوینده اسیدی[2] و بیشترین پروتئین خام[3] نسبت به یولاف می‌باشد.

در گیاهان علوفه‌ای ازجمله یونجه بیشترین ارزش غذایی از برگ های آنها ناشی می‌شود که به دلیل درصد پروتئین بالا و تراکم سلولی پایین می‌باشد. در مقابل سهم ساقه در زیست‌توده گیاهی بین 50 تا 70 درصد است، و قابلیت هضم پایین ساقه عامل اصلی کاهش ارزش غذایی علوفه در دام‌ها است که دلیل آن تجزیه‌پذیری پایین دیواره‌های سلولی ساقه می‌باشد (Buxton et al., 1988) .در ساقه معمولاً غلظت پلی ساکاریدها و لیگنین دیواره سلولی بالا است و اجزای لیگنینی شده تجزیه‌پذیری پلی ساکارید را توسط میکروب-های شکمبه محدود می‌کنند (Jung et al., 1993). فرآیند لیگنینی شدن در بافت‌های گیاه متفاوت است و بافت‌های مانند مزوفیل برگ هرگز لیگنینی نمی‌شوند در حالیکه د ر آوند چوبی و دیگر بافت‌ها تجمع لیگنین به مقدار زیادی انجام می‌گیرد (Engels et al., 1998).

قابلیت هضم گیاهان علوفه‌ای معمولاً با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد (Buxton et al., 1991).این کاهش کیفیت علوفه در مرحله بلوغ نتیجه کاهش نسبت برگ به ساقه و پیر شدن بر گ‌ها و ریزش آنها است (Engels et al., 1998). همچنین در ساقه‌های بالغ تراکم دیواره سلولی زیاد بوده وتجزیه‌پذیری آنها توسط میکروب-های شکمبه کاهش می‌یابد (Buxton et al., 1991)، بنابراین افزایش کیفیت علوفه نیازمند تغییر در یک یا هر دو این عوامل می باشد . همچنین با بررسی وضعیت دیواره‌های سلولی در مراحل مختلف رشد با تعیین بهترین زمان برداشت علوفه می‌توان برآیندی از کمیت و کیفیت در نظر گرفت.

برودریک و همکاران (Broderick et al., 2001, 2007) گزارش نمودند که شبدر قرمز نیز دارای قابلیت هضم فیبر برتر و پروتئین بیشتر غیرقابل‌تجزیه در شکمبه[4] نسبت به یونجه است، اما عملکرد شیر از گاو تغذیه‌شده با جیره‌های شبدر قرمز معمولاً کمتر از انتظار بوده است. تحقیقات انجام‌شده با سیستم‌های برداشت سه چین

1- Dry matter digestibility (DMD)
2- ADF
3- Crud protein (CP)
4- RUP

شبدر قرمز در مرحله رشد رویشی در بهار نشان داد که مقدار پروتئین خام در علوفه‌ای تولیدشده حداقل و مقدار فیبر قابل‌حل در شوینده خنثی[1] در بالاترین مقدار خود در مقایسه با برداشت در تابستان و رسیدگی کامل بود (Wiersma et al., 1998). بنابراین، در برداشت زودهنگام در رشد بهاری ممکن است غلظت فیبر قابل‌حل در شوینده خنثی و پروتئین خام به‌طور یکسان بهبود یابد.

با توجه به اهمیت کشت مخلوط در بوم نظام‌های زراعی و تولید علوفه باکیفیت مطلوب، در این آزمایش تأثیر کشت مخلوط جو و شبدر ایرانی بر ویژگی‌های کیفی علوفه موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 93 – 1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی ′ 28 ° 59 شرقی و عرض جغرافیایی ′15 ° 36 شمالی و ارتفاع 985 متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش بصورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. آرایش کاشت در پنج سطح مخلوط ردیفی 1:1، کشت یک ردیف جو یک ردیف شبدر (M_1)، مخلوط ردیفی 2:2، کشت دو ردیف جو دو ردیف شبدر (M_2)، مخلوط نواری 3:3، کشت سه ردیف جو سه ردیف شبدر (M_3)، مخلوط نواری 4:4، کشت چهار ردیف جو چهار ردیف شبدر (M_4) و کشت مخلوط درهم جو و شبدر (M_5)) بعنوان کرت اصلی و نسبت کاشت نیز در پنج سطح (مخلوط افزایشی 50٪ شبدر + 100٪ جو (R_5)، مخلوط افزایشی 25٪ شبدر + 100٪ جو (R_4)، مخلوط جایگزینی 50٪ جو + 50٪ شبدر (R_3) همراه با جو خالص (R_2) و شبدر خالص (R_1)) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

در این آزمایش از ورایته جو محلی (وطن) و گونه‌ای شبدر محلی (*Trifolium respinatum* L.) که هم اکنون در استان هرات – افغانستان کشت می‌شود، استفاده گردید. میزان بذر مصرفی جو و شبدر طبق عرف زارعین به ترتیب 120 و 40 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت فرعی (دو در سه متر) با فاصله ردیف-های 25 سانتی متر منظور گردید. کشت به صورت جوی و پشته با هشت ردیف کاشت در هر کرت تعیین شد. تاریخ کاشت جو و شبدر بطور همزمان و در اول آبان، مطابق کشت در افغانستان، در نظر گرفته شد.

قبل از اجرای آزمایش از خاک محل اجرای طرح نمونه برداری و خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول 1).

با توجه به فقیر بودن خاک مزرعه و قرار گرفتن به‌صورت آیش در دو سال اخیر، توصیه شد تا مقداری کود به‌صورت پایه با دیسک به‌میزان 100 کیلوگرم در هکتار اوره (46% N)، 130 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (46% P_2O_5) و130 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (46% K_2O) با خاک مخلوط گردد. سپس عملیات لازم جهت تهیه بستر مناسب کاشت، ایجاد ردیف‌ها و پیاده نموده نقشه طرح انجام گردید. اولین آبیاری در روز بعد از کاشت با آغاز بارندگی‌های زمستانه همراه بود. جهت بهبود سبز شدن گیاهچه‌ها آبیاری دوم به فاصله چهار روز بعد و آبیاری‌های بعدی با توجه به شرایط جوی و پراکنش بارندگی‌ها تنظیم گردید. برداشت نهایی جو در مرحله خوشه‌دهی و شبدر در مرحله گلدهی کامل انجام گرفت. در هنگام برداشت جو علیرغم اینکه هنوز شبدر به مرحله برداشت (گلدهی کامل) نرسیده بود نمونه‌برداری لازم برای محاسبه عملکرد علوفه خشک و پروتئین انجام شد. سطح نمونه‌برداری نهایی برای هر تیمار در هرکرت پس از حذف اثر حاشیه یک متر مربع (نیم در دو متر) در نظر گرفته شد. این سطح شامل هشت ردیف کاشت بود که در آرایش‌های مختلف دو گیاه جو و شبدر به‌صورت خالص و یا مخلوط کشت شده بودند. سطح مذکور بعد از برداشت توزین شده و دو نمونه به‌صورت تصادفی به وزن نیم تا یک کیلو گرم برداشت گردید. نمونه اول به منظور تعیین اجزاء عملکرد علوفه‌تر (شامل ساقه، برگ و گل) و نمونه دوم به‌منظور تعیین درصد ماده خشک و خصوصیات کیفی هر تیمار برداشت گردید. این نمونه‌ها به طور جداگانه در داخل کیسه‌های پارچه‌ای قرار داده شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. کیسه‌های برداشت شده از هرکرت در آون، با درجه حرارت 75 درجه سانتی‌گراد به مدت 72 ساعت، قرار گرفته تا کاملا خشک شوند، سپس درصد ماده خشک علوفه تولیدی تعیین گردید. نمونه‌های که به‌منظور اندازه‌گیری خصوصیات کیفی برداشت شده بودند با استفاده از یک آسیاب برقی با مش یک میلی‌متر آسیاب شدند.

1-NDF

جدول 1- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Physicochemical characteristics of farm soil

سال Year	بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (µs)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)	کربن آلی OC (%)
2013	Silty loam	7.65	985	232	38	0.058	0.64
2014	Silty loam	7.58	824	218	29	0.061	0.59

قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی[1] ارزش هضمی[2] برای هر تیمار با استفاده از روش دو مرحله‌ای پپسین- سلولاز انجام شد (Goering & Van Soest, 1970). برای تعیین ضریب همبستگی درصد قابلیت هضم ماده خشک بدست آمده به روش دو مرحله‌ای پپسین- سلولاز و به روش آزمایشگاهی[3] از تعدادی نمونه‌های استاندارد که از مرکز تحقیقات علوم غذایی و علوفه دانشگاه ردینگ انگلستان تهیه شده بود و قابلیت هضم ماده خشک و قابلیت هضم ماده آلی آنها از طریق آزمایشگاهی تعیین شده بود، استفاده گردید. سپس ضریب همبستگی روش مورد استفاده محاسبه شد و معادله رگرسیون آن تعیین و قابلیت هضم ماده خشک پیش‌بینی شده محاسبه گردید. همچنین شاخص‌های فیبر قابل‌حل در شوینده خنثی (NDF)، فیبر قابل‌حل در شوینده اسیدی (ADF) و درصد پروتئین نیز برای هر تیمار تعیین گردید. برای تعیین مقدار پروتئین خام (CP) نمونه‌ها، از روش ماکروکجلدال نلسون و سامرز (با دستگاه هضم مدل 1015 و دستگاه تیتراسیون مدل 339) استفاده گردید (Nelson et al., 1973). برای این منظور ابتدا نمونه‌های آسیاب شده که به مدت 24 ساعت در درجه حرارت 75 درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شده بودند به مقدار 0/1 گرم با ترازوی دیجیتال حساس (با دقت 0/0001) وزن گردیده و به داخل بالن کجلدال منتقل شد و با روش ذکر شده درصد نیتروژن کل (شامل نیتروژن نیتراتی) اندازه‌گیری شده و برای تعیین درصد پروتئین مقادیر حاصله در ضریب 6/25 ضرب گردید. جهت تعیین NDF و ADF مقدار یک گرم نمونه خشک آسیاب شده با ترازوی دیجیتال برداشت شد و به روش پیشنهاد گئورینگ و ون سوست تعیین گردید (Goering, Van Soest., 1970). لازم به ذکر است که اثر نسبت و آرایش کاشت بر ویژگی های کمی علوفه در مخلوط جو و شبدر ایرانی در مقاله‌ای دیگری مورد بررسی قرار گرفت. همچنین داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزارهای Excel 2010 و SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات حاکی از تاثیر آرایش و نسبت کاشت بر قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، ارزش هضمی (D-value) و عملکرد پروتئین (PY) در سطح یک درصد احتمال بود. مقدار پروتئین خام (CP) تحت تاثیر آرایش کاشت قرار نگرفت، ولی تاثیر نسبت کاشت بر CP معنی‌دار بود ($P<0.01$). همچنین اثرات متقابل آرایش و نسبت کاشت به جزء عملکرد پروتئین برسایر صفات ذکر شده فوق معنی‌دار بود. آرایش و نسبت کاشت و اثرات متقابل آنها بر مقدار NDF و ADF معنی‌دار نبوده ولی تنها اثر نسبت کاشت بر مقدار NDF معنی‌دار شد (جدول 1). بیشترین مقدار CP مربوط به تیمار کاشت شبدر خالص (R_1) بود (جدول 2). همچنین بیشترین عملکرد پروتئین در نسبت کاشت R_2 و آرایش کشت M_5 حاصل شد (شکل‌های 1 و 2). با توجه به این که عملکرد پروتئین از حاصل‌ضرب درصد CP و عملکرد علوفه بدست می‌آید، بالا بودن عملکرد پروتئین در کشت مخلوط درهم (M_5) و جو خالص (R_2) را به عملکرد و درصد پروتئین بالا می‌توان نسبت داد. علوفه‌ای خشکی مطلوب است که محتوی پروتئین آن بالا باشد (Lithourgidis et al., 2006). هدف یک کشاورز معمولاً تولید مقدارعلوفه خشک بالا با محتوی پروتئین قابل‌قبول در یک کشت مخلوط است. صادق‌پور و همکاران (Sadeghpoura et al., 2013) بیان داشتند با وجود اینکه بیشترین مقدار CP برای کشت خالص یونجه یکساله (*Medicago scutellata* L.) ثبت شد (310/7 گرم بر کیلوگرم)، ولی بدلیل پایین بودن عملکرد ماده خشک علوفه در آن، عملکرد کل پروتئین تولید شده کمتر بود. افزایش CP در کشت مخلوط غلات و بقولات توسط تعدادی از محققین گزارش شد. آنها حداکثر CP را به کشت جو خالص (*Hordeum vulgare* L.) نسبت دادند (Carr et al., 1998; Strydhorst et al., 2008; Lithourgidis & Dordas, 2010).

1 - Organic matter digestibility (OMD)

2 - Digestible- value

3- *In vitro*

جدول 1- تجزیه واریانس (F) ویژگی‌های کیفی علوفه در مخلوط جو و شبدر

Table 1- Analysis of variances (F) for forage quality characteristics in mixture of barley and Persian clover

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ADF	NDF	ارزش هضمی D- value	قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility	قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility	عملکرد پروتئین Protein yield	پروتئین خام CP
بلوک (Block)	2	0.15 ns	0.24 ns	7.32 **	7.05 **	2.54 ns	10.69 **	8.31 **
آرایش کشت (M)	4	1.35 ns	1.13 ns	4.34 **	4.82 **	4.15 **	3.51 *	0.71 ns
خطا (Error 1)	8							
نسبت کشت (R)	4	2.08 ns	69.97 **	325.45 **	366.98 **	445.29 **	63.71 **	1983.35 **
اثر متقابل (M x R)	16	0.82 ns	1.03 ns	14.19 **	14.41 **	14.47 **	0.95 ns	2.66 **

ns، *و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: are non-significant and significant at α=5 and 1% probability levels, respectively

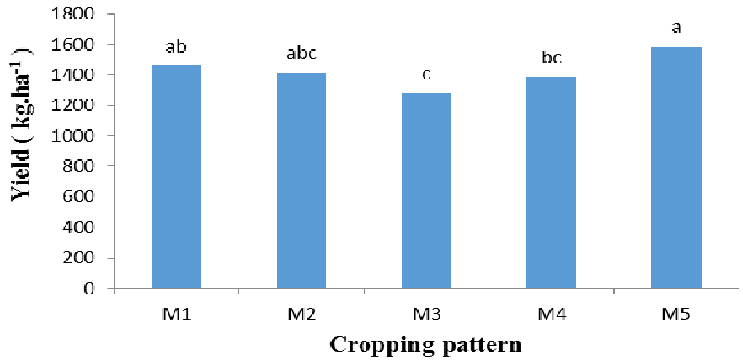
جدول 2-مقایسه میانگین صفات کیفی در آرایش و نسبت‌های مختلف کاشت در مخلوط جو وشبدر

Table 2- Mean comparison of forage quality characteristics on different cropping rate and patterns in mixture of barley and Persian clover

تیمارها Treatments	ADF (%)	NDF (%)	ارزش هضمی D-value (%)	قابلیت هضم ماده آلی Organic matter digestibility (%)	قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility (%)	عملکرد پروتئین Protein yield ($Kg.ha^{-1}$)	پروتئین خام Crude Protein (%)
مخلوط ردیفی 1:1 (M_1 – Row intercrop) (1:1)	42.14 a	63.56 a	59.45 a	67.09 a	57.84 a	1458.22 ab	گگلیسی
مخلوط نواری 2:2 (M_2 – Strip intercrop) (2:2)	40.70 a	60.28 a	56.11 b	63.54 b	54.19 b	1414.19 abc	12.92 a
مخلوط نواری 3:3 (M_3 – Strip intercrop) (3:3)	42.60 a	60.62 a	55.96 b	63.75 b	54.93 b	1276.67 c	12.88 a
مخلوط نواری 4:4 (M_4 – Strip intercrop) (4:4)	40.66 a	61.21 a	57.07 b	64.84 b	56.17 ab	1384.54 bc	12.89 a
مخلوط درهم (M_5 – Mixed intercrop)	43.12 a	63.83 a	56.45 b	64.02 b	54.80 b	1584.38 a	12.91 a
شبدر خالص (R_1 : Pure clover)	40.20 b	40.50 c	78.97 a	87.15 a	82.25 a	679.4 d	16.26 a
جو خالص (R_2 : pure barley)	43.10 a	76.70 a	50.06 c	57.82 cd	47.79 cd	1962.2 a	13.34 b
مخلوط 50٪ جو+ 50٪ شبدر (R_3: barley %50: %50) (clover	43.08 a	63.63 b	54.01 b	61.62 b	52.14 b	1304.2 c	10.91 e
مخلوط 100٪جو+25٪ شبدر (R_4: barley %100: %25) (clover	40.54 ab	65.54 b	52.29 b	59.58 c	48.97 c	1612.9 b	12.54 c
مخلوط 100٪جو+50٪ شبدر (R_5: barley %100: %50) (clover	42.30 ab	63.13 b	49.72 c	57.08 d	46.79 d	1559.3 b	11.38 d

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter within each column shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD



مخلوط درهم مخلوط نواری 4:4 مخلوط نواری 3:3 مخلوط نواری 2:2 مخلوط ردیفی

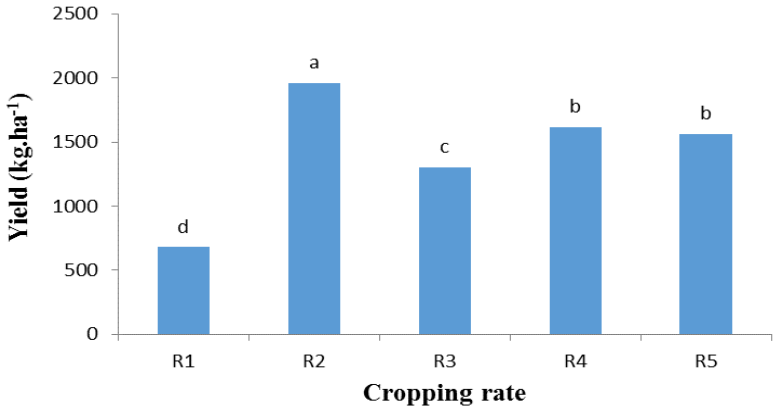
M_1: Intercropping 1:1 M_2: Intercropping 2:2 M_3: Intercropping 3:3 M_4: Intercropping 4:4 M_5: Mix cropping1:1

شکل 1- عملکرد پروتئین در آرایش‌های مختلف کاشت در مخلوط جو و شبدرایرانی

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Fig. 1- Protein yield in different cropping pattern in mixture of barley and Persian clover

Means followed by the same letter shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD



مخلوط 100٪ جو+ شبدر 50٪ مخلوط 100٪ جو+ شبدر 25٪ مخلوط 50٪ جو+ شبدر 50٪ جو خالص شبدر خالص

R_1: Sole Clover R_2: Sole Barley R_3: %50 Cl+%50 Ba R_4: %25 Cl+%100Ba R_5: %50 Cl+%100Ba

شکل 2- عملکرد پروتئین در نسبت‌های مختلف کاشت در مخلوط جو و شبدرایرانی

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 2- Protein yield in different cropping rate in mixture of barley and Persian clover

Means followed by the same letter shows no significant differences among treatments at 0.05 level by LSD.

لیتروجیدس و همکاران (Lithourgidis et al., 2006) نیز گزارش کردند که کشت خالص ماشک معمولی (*Vicia sativa* L.) بیشترین مقدارCP ($139.3\ g.kg^{-1}$) ولی در مقابل کشت خالص تریتیکاله (*Triticosecale* ×Wittm) و یولاف (*Avena sativa* L.) کمترین مقدار CP را تولید نمودند (78/4 و 63/2 گرم بر کیلوگرم). این نتایج توسط افراد دیگری نیز تایید شده است (Caballero et al., 1995). همچنین بیشترین مقدار عملکرد پروتئین خام مربوط به کشت مخلوط (ماشک 65%: 35٪یولاف) بود (1100 کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار را کشت خالص تریتیکاله (680 کیلوگرم در هکتار) به خود اختصاص داد. استریدهورست و همکاران (Strydhorst et al., 2008) در آزمایشی که روی کشت مخلوط بقولات دانه‌ای باقلا (*Vicia faba* L.)، خلر(*Lupinus angustifolius* L.)، نخود (*Pisum sativum* L.) و با جو (*Hordeum vulgare* L.) انجام دادند گزارش نمودند که افزایش تراکم کاشت لگوم (از 0/5 به 2 برابر)

تاثیری بر ماده خشک علوفه نداشت بلکه باعث افزایش نسبت لگـوم در علوفه (از 39 به 63٪) و غلظت پروتئین (از 119 به 132 میلی‌گرم بر کیلوگرم) شد. همچنین مخلوط باقلا- جو و نخود - جو بیشـترین مقدار ماده خشـک علوفـه (1/5 و 1/3 مگـاگرم بـر هکتـار) را تولیـد نمودنـد. رز و همکـاران (Ross et al., 2003) در آزمـایش کشـت مخلوط شبدر برسیم با یولاف، جـو و تریتیکالـه گـزارش کردنـد کـه عملکرد علوفه خشک در کشت مخلوط‌های فوق با هم تفاوتی نداشت ولی بیشترین عملکرد پروتئین مربوط به کشت مخلوط شبدر بـا جـو بود. مطالب حاصل از آزمایشات فوق در مورد این تحقیق نیز صـادق است چنانکه در بالا ذکر شد با وجود بیشتر بودن مقدار CP در شـبدر خالص، بدلیل پایین بودن عملکرد علوفه خشک شـبدر مقـدارعملکرد پروتئین تولید شده در حداقل قرار داشت و عملکرد پروتئین در تیمـار جو خالص و آرایش کاشت مخلوط درهم بیشترین مقدار بود. بیشترین مقدار DMD، OMD و D-value متعلـق بـه آرایـش کاشـتM_1 و نسبت کاشت شبدر خالص (R_1) بود همچنین افزایش نسبت شبدر در مخلوط باعث بهبود بخشیدن OMD, DMD و D-value شده بـه-طوریکه نسبت کاشت R_3 در مقام دوم بعد از کشت شبدر خالص قرار گرفت (جدول 2). لیتروجیـدس و همکـاران (Lithourgidis et al., 2006) گزارش کردند که افزایش نسبت ماشـک (*Vicia sativa* L.) در مخلوط تاثیر معنی‌داری بر مقدار DMD نداشته و تفـاوت انـدکی بین تیمارها وجود دارد با وجود این بیشترین مقدار DMD متعلق بـه مخلوط (ماشک 65%: 35٪ یولاف) بود. شبدر بدلیل دارا بودن نسبت بالای برگ به ساقه از قابلیت هضم بالاتری برخوردار است. بطورکلی قابلیت هضم خصوصیتی است که بیشتر تحت تاثیرعوامل ژنتیکـی و همچنین زمان برداشت و مرحله بلوغ گیاه بـوده و کمتـر بـه میـزان فراهمی عناصرغذایی وابسته است. تغییر نسـبت بـرگ بـه سـاقه در مراحل مختلف فنولوژیک رشد باعث تغییر درصد قابلیت هضـم مـاده خشک می شود. قابلیت هضم ماده آلی نیز از متغیرهـایی اسـت کـه بیشتر تحت تاثیر مرحله بلوغ گیاه، نسبت بـرگ بـه سـاقه و شـرایط محیطی است. همچنین این شاخص دارای همبستگی بالایی با قابلیت هضم ماده خشک و درصد خاکستر می‌باشـد (Saedi et al., 2011). بطور کلی ارزش هضمی تابع دو فاکتور اصلی مقدار مواد آلی و معدنی علوفه و همچنین قابلیت هضم مواد فوق می‌باشد. نتایج این آزمایش نیز در راستای تحقیقات صادق پور و همکـاران (Sadeghpoura et al., 2013) بود. آنها گزارش کردند که تاثیر نسبت کشت بر DMD معنی‌دار بود. همچنین مقدار DMD در کشت خالص یونجه یکسـاله (*Medicago scutellata* L.) بیشتر از جـو بـوده و مخلـوط جـو بـا یونجه یکساله مقدار DMD را در علوفه مخلوط کاهش داد. بیشترین مقدار DMD متعلق به کشت خالص یونجه یکساله (769/9 گرم بـر کیلوگرم) بود.

مقدار NDF و ADF در نسبت های مختلف کاشت معنی‌دار بود. بیشترین مقدار NDF و ADF متعلق به کشت جو خالص و کمتـرین مقدار معلق به کشـت شـبدر خـالص بـود (جـدول 2). ADF بخـش فیبری، با قابلیت هضم پایین علوفه می‌باشد. ADF شامل لگنـین و سلولز است. علوفه‌های با ADF زیاد نسبت به علوفه‌هایی که سـطح پایین‌تر ADF دارند از انرژی قابل هضم پایین‌تری برخوردار می‌باشند. با افزایش سطح ADF سطح انرژی قابل هضم کاهش می‌یابد.

صادق‌پور و همکـاران (Sadeghpoura et al., 2013) گـزارش کردنـد کـه اضـافه نمـودن نسـبت‌هـای مختلـف یونجـه یکسـاله (*Medicago scutellata* L.) درکشت مخلوط با جو تاثیری بر مقدار ADFو NDF نداشـت. بیشـترین مقـادیر ADF و NDF در کشـت خالص جو حاصل شد. علوفه غـلات مـی‌توانـد مقـدار ADF وNDF کمتری نسبت به سیستم کشت مخلوط غلات – لگوم داشـته باشـد (Brundage, 1969; Chapko, 1991.). همچنـین لیتروجیـدس و همکاران (Lithourgidis et al., 2006) گزارش نمودنـد کـه مقـدار NDF و ADF با افزایش نسبت کاشـت و بـذر مصـرفی ماشـک در کشت مخلوط بـا یـولاف و تریتیکالـه افـزایش یافـت. مقـدار NDF درکشت خالص یولاف و تریتیکاله و همچنین کشت مخلوط (ماشک 55%+ 45٪یولاف) کمترین بود، ولی بیشترین مقدار NDF در کشت خـالص ماشـک و کشـت مخلـوط (ماشـک 65% + 35٪ تریتیکالـه) مشاهده شد. استریدهورست و همکاران (Strydhorst et al., 2008) در تحقیقی بیان داشتند که افزایش تراکم کاشت لگوم تاثیری بر ماده خشک علوفه نداشت ولی لگنین قابل‌حل در شوینده اسـیدی (ADL) از 36 به 42 گرم بر کیلوگرم افزایش یافت، در حالیکه مقدار NDF از 465 به 422 گرم بر کیلوگرم کاهش یافـت. بـرعکس برخـی دیگـر گزارش کرده اند که درعلوفه مخلـوط جـو – لگـوم غلظـت ADF و NDF نسبت به کشت خـالص جـو پـایین‌تـر اسـت (Chen et al., 2004; Strydhors et al., 2008). در این تحقیق نیز مقادیر NDF و ADF در تیمار های مخلوط جو و شبدر کمتر از کشت خالص جـو گزارش شد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج آزمایش، با وجود بیشتر بودن DMD، OMD، D-value و CP درکشت خالص شبدر و PY درکشت خالص جو، آنچه امروز بسیار حایز اهمیت می‌باشد پایداری تولید است که این موضوع در سیستم‌های کشت مخلوط تحقق می‌پذیرد. در این تحقیق آرایش کشت مخلوط درهم (M_5) با مقدار عملکرد مناسب از نظر کمی و کیفی بیشترین مقدار عملکرد پروتئین را نیز تولید نمود.

منابع

Anil, L., Park, R.H., Phipps, R.H., and Miller, F.A. 1998. Temperate intercropping of cereals of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass Forage Science 53: 301–317.

Broderick, G.A., Walgenbach, R.P., and Malgnan, S. 2001. Production of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover at equal dry matter or crude protein contents in the diet. Journal of Dairy Science 84: 1728–1737.

Broderick, G.A., Brito, A.F., and Olmos Colmenero, J.J. 2007. Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 1378–1391.

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Gose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping system in an additive series experiment: advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325- 332.

Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P.K., and Bagchi, D.K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row replacement series systems. Journal of Agronomy and Crop Science 185: 9–14.

Buxton, D. R., and Brasche, M. R. 1991. Digestibility of structural carbohydrates in cool-season grass and legume forages. Crop Science 31:1338–1345.

Buxton, D.R., and Russell, J.R. 1988. Lignin constituents and cell-wall digestibility of grass and legume stems. Crop Science 28: 553–558.

Brundage, A.L. 1969. Nutritive value of oat and pea components of a forage mixture harvested sequentially. Journal of Dairy Science 53: 793–796.

Caballero, R., Goicoechea, E.L. and Hernaiz, P.J. 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of common vetch. Field Crops Research 41: 135–140.

Carr, P.M., Martin, G.B., Caton, J.S. and Poland, W.W. 1998. Forage and nitrogen yield of barley–pea and oat–pea intercrops. Agronomy Journal 90: 79–84.

Chapko, L.B. 1991. Oat, oat–pea, barley, and barley–pea for forage yield, forage quality, and alfalfa establishment. Journal of Production. Agriculture 4: 486–491.

Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichman, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley–pea intercropping in Montana. Agronomy Journal 96: 1730–1738.

Clements, R.O., and Donaldson, G. 1997. Clover and cereal: low input bi-cropping. Farming Conservation 3: 12–14.

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 Reserch 100: 249-256.

Dordas, C.A., and Lithourgidis, A.S. 2011. Growth, yield and nitrogen performance of faba bean intercrops with oat and triticale at varying seeding ratios. Grass Forage Science 66: 569–577.

Exner, D.N., and Cruse, R.M. 1993. Inter seeded forage legume potential as winter ground cover, nitrogen source, and competition. Journal of Production Agriculture 6: 226-231.

Engels, F.M., and Jung, H.G. 1998. Alfalfa stem tissues: Cell-wall development and lignification. Annals of Botany 82: 561-568.

Goering, H.K., and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber, Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and some Applications). Agriculture Hand Book 379, USDA. P. 1-20.

Herbert, S.J., Putnam, D.H., Poos-Floyd, M.L., Vargas, A., and Creighton, J.F. 1984. Forage yield of intercropped corn and soybean in various planting patterns. Agronomy Journal 76: 507–510.

Javanmard, A., Nasab, A.D.M., Javanshir, A., Moghaddam M., and Janmohammadi, H. 2009. Forage yield and quality in intercropping of maize with different legumes as double-cropped. Journal of Food Agriculture Environment 7:

163-166.

Jeyabal, A., and Kuppuswamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermin compost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy 15: 153-170.

Jones, L., and Clements, R.O. 1993. Development of a low-input system for growing wheat (*Triticum vulgare*) in a permanent understory of white clover (*Trifolium repens*). Annual Apply Biology 123: 109–119.

Jung, H.G., and Deetz, D.A. 1993. Cell wall lignification and degradability. In: Jung H.G, Buxton D.R, Hatfield R.D. and Ralph, J. Forage Cell Wall Structure and Digestibility. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy 315–346.

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 Reserches 99: 106–113.

Lithourgidis, A.S., and Dordas, C.A. 2010. Forage yield, growth rate and nitrogen uptake of wheat, barley and rye–faba bean intercrops in three seeding ratios. Crop Science 50: 2148–2158.

Mohsenabadi, G.R., Jahansooz, M.R., Chaichi, M.R., Mashhadi, H.R., Liaghat, A.M., and Savaghebi, G.R. 2008. Evaluation of barley vetch intercrop at different nitrogen rates. Journal of Agriculture Science Technology 10: 23–31.

Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. Agronomy Journal 65: 109-112.

Ross, S.M., King, J.R., O'Donovan, J.T., and Spaner, D. 2004a. Forage potential of intercropping berseem clover with barley, oat, or triticale. Agronomy Journal 96: 1013–1020.

Saedi nejad, A., Rezvani moqaddam, P., Khazaie, H. and Nasirie mahallaty, M., 2011. Effect of organic matter, biological and chemical fertilizer application on sorghum protein content and digestibility in Spidfed variety. Iranian Journal of Agronomy Research 9(4): 623–630. (Iranian Journal of Field Crops Research)

Sadeghpour, A., and Jahanzad, E. 2012. Seed yield and yield components of intercropped barley (*Hordeum vulgare* L.) and annual medic (*Medicago scutellata* L.). Australian Journal of Agriculture Engineering 3: 47–50.

Sadeghpour. A., Jahanzada, E., Esmaeili, A., Hosseini, M.B., and Hashemi, M. 2013. Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series. Field Crops Research 148: 43–48.

Sistach, M. 1990. Intercropping of forage sorghum, maize and soybean during ten establishments of different grasses in a vertisol soil. Cuban Journal of Agriculture Science 24: 123–129.

Strydhorst, S.M., King, J.R., Lopetinksy, K.J., and Harker, K.N. 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. Agronomy Journal 100: 182–190.

Thorsted, M.D., Koefoed, N., and Olesen, J.E. 2002. Intercropping of oats (*Avena sativa* L.) with different white clover (*Trifolium repens* L.) cultivars. Effects on biomass development and oat yield. Journal of Agriculture Science Cambridge 138: 261–267.

Vasilakoglou, I. and Dhima, K., 2008. Forage yield and competition indices of berseem clover intercropped with barley. Agronomy Journal 100: 1749–1756.

Wiersma, D.W., Smith, R.R., Mlynarek, M.J., Rand, R.E., Sharpee, D.K., and Undersander, D.J. 1998. Harvest management effects on red clover forage yield, quality, and persistence. Journal of Production Agriculture 11: 309–313.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.2, Summer 2019, p. 531-541

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 2، تابستان 1398، ص 541-531

Effect of barley (*Hordeum vulgare* L.) and Persian clover (*Trifolium respinatum* L.) intercropping on forage quality

R. Nazarian[1], A. Koocheki[2*], M. Nasiri Mahallati[2] and P. Rezvani Moghaddam[2]

Submitted: 12-03-2015
Accepted: 30-10-2015

Nazarian, R., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2019. Effect of barley (*Hordeum vulgare* L.) and Persian clover (*Trifolium respinatum* L.) intercropping on forage quality. Journal of Agroecology. 11 (2): 531-541.

Introduction

Forage quality is limited in many forage production systems in developing countries, specifically in arid and semiarid conditions. Mixing Persian clover as a forage legume with cereals such as barley has been proposed as a way of increasing forage quantity and quality. Barley (*Hordeum vulgare* L.) is an annual cereal which can grow in marginal area, suppress weed pressure and provide high forage yield but protein content of the forage is low. Intercropping cereals and legumes have been suggested to increase forage nutrient .stated that barley intercropped with Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) compared with oat or triticale (*Tritico×secale rimpaui* Wittm.) produced higher protein in forage production. In addition, Lithourgidis et al. (2006) has been reported that vetch (*Vicia sativa* L.) intercropped with oat produced higher total protein compared with a sole stand of vetch. Carr et al. (2004) demonstrated that barley forage compared with oat (Avena sativa L.) had higher dry matter digestibility (DMD), lower acid detergent fiber (ADF), and higher crude protein (CP). In current study we compared a wide range of cropping rate and pattern to determine the best forage quality in mixture of barley and Persian clover in a low-input system.

Materials and methods

In order to find the optimum cropping rate and pattern in a mixture of barley and Persian clover an experiment was conducted in a split plot layout based on randomized complete block design with three replications at Research Farm of College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 2013-14. The pattern of sowing considered in five levels (row intercropping 1:1, sowing one row barley one row clover (M1), row intercropping 2:2, sowing two row barley two row clover (M2), strip intercropping 3:3, sowing three row barley three row clover (M3), strip intercropping 4:4, sowing four row barley four row clover (M4) and mixed cropping barley and clover (M5)) which allocated as main plots and the cropping rate in five levels (additive mixture of barley %100: %50 clover (R5), additive mixture of barley %100: %25 clover (R4), replacement mixture of barley %50: %50 clover (R3), with pure barley (R2)and pure clover (R1)) proposed as subplots. Barley (Watan local variety originated from Herat, Afghanistan) and Persian clover (*Trifolium respinatum* L.) seed rates were considered 120 kg.ha^{-1} and 40 kg.ha^{-1}, respectively. Sowing date was on October 23. Barley was harvested in heading stage and clover in completed flowering stage. Two random samples (0.5-1 kg) were chose in each plot to determine forage fresh yield and quality characteristics. Samples were dried at 75ºC for 72 h, then milled and determined percentage of forage dry matter. The forage quality characteristics examined were dry matter digestibility (DMD), organic matter digestibility (OMD), digestive value (D-value), crude protein (CP), protein yield (PY), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). The pepsin-cellulase *In vitro* two step method was used for determine DMD, OMD and D-value. Crud protein; NDF and ADF contents were determine based on Nelson et al. (1973) and Goering and Van Soest (1970) methods, respectively. Analysis of variance (ANOVA) and lest significant different test (LSD) were performed using SAS version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Results and Discussion

Results showed that the effect of cropping rate and pattern on DMD, OMD, D-value and protein yield (PY)

1-Assistant Professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Herat University – Afghanistan
2- Professors, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i2.45216

were significant ($p<0.01$). The highest levels of DMD, OMD and D-value were obtained in M1 sowing pattern and R1 pure clover, respectively .The effect of sowing pattern on CP, NDF and ADF contents were not significant. The highest CP content was shown in pure clover (16.3 %) and the highest PY were obtained in pure barley (1962.2 $kg.ha^{-1}$) and mixed cropping (1584.4 $kg.ha^{-1}$). So producing high DMD, OMD, D-value and CP in clover and PY in barley alone is not sufficient but must also consider the stability of the system that it is implemented in mixed cultures.

Keywords: Digestibility, Digestive value, Dry matter digestibility, Organic matter