Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.3, Fall 2021, p. 563-579

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص۵۷۹-۵۶۳

مقاله علمی -پژوهشی

بررسی اثر کاربرد کود آلی و نیتروژن بر کیفیت علوفه رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) و اسپرس (*Onobrychis viciifolia* Scop.) در شرایط کشت مخلوط

حبیب الله یوسفیان قهفرخی[۱]، محمدعلی اسماعیلی[۲*]، عبدالرزاق دانش شهرکی[۳] و مهدی قاجار سپانلو[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۹

یوسفیان قهفرخی، ح.، اسماعیلی، م.، دانش شهرکی، ع.، و قاجار سپانلو، م.، ۱۴۰۰. بررسی اثر کاربرد کود آلی و نیتروژن بر کیفیت علوفه رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) و اسپرس (*Onobrychis viciifolia* Scop.) در شرایط کشت مخلوط. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۱): ۵۷۹-۵۶۳.

چکیده

کشت مخلوط گیاهان دارویی همراه با گیاهان علوفه‌ای یک رویکرد برای بهبود سلامت دام است. در واقع، کشت مخلوط به‌دلیل عملکرد بهتر به‌دلیل جذب بیشتر منابع، کارایی بیشتر نسبت به سیستم‌های تک‌کشتی مؤثرتر است. به‌منظور بررسی تأثیر منابع کودی و الگوهای کشت مخلوط بر صفات کیفی علوفه گیاه اسپرس (*Onobrychis viciifolia* Scop.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در دو فصل زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ انجام گرفت. پنج منبع کودی (۱۰۰ درصد دامی، ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی، ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی، ۲۵ درصد دامی + ۷۵ درصد شیمیایی و ۱۰۰ درصد شیمیایی) به‌عنوان کرت‌های اصلی و کشت خالص رازیانه (F)، کشت خالص اسپرس (S) و همچنین سه نسبت مخلوط این گیاه (۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد اسپرس، ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد اسپرس و ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد اسپرس) به‌عنوان کرت‌های فرعی بود. صفات مورد مطالعه در این آزمایش در صد پروتئین و فیبر خام، کربوهیدرات محلول در آب، خاکستر، قابلیت هضم ماده خشک، در صد دیواره سلولی و درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و انرژی متابولیسمی بودند. نتایج نشان داد بالاترین درصد پروتئین خام در سال اول مربوط به تک‌کشتی رازیانه (۲۰/۶ درصد) و نسبت‌های بالاتر کود شیمیایی (۱۸/۷ درصد)، و در سال دوم مربوط به کشت و کود تلفیقی به‌ترتیب با ۲۳/۳ و ۲۳/۴ درصد بود. بالاترین ماده خشک قابل هضم مربوط به تک‌کشتی اسپرس با دریافت کود تلفیقی با ۸۷/۱ درصد به‌دست آمد و نسبت به کشت خالص رازیانه ۲۲ درصد افزایش در این سطح تیمار کودی داشت. درصد فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز در نسبت‌های بالاتر اسپرس کاهش یافتند. انرژی متابولیسمی در سال اول تحت کود شیمیایی و در سال دوم تحت کود دامی، و همچنین درصد خاکستر کل تحت کود دامی و هر دو در الگوی تک‌کشتی رازیانه بالاتر بودند. بنابراین، ما سیستم کشت مخلوط ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد اسپرس تحت منبع کودی ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن را پیشنهاد می‌کنیم.

واژه‌های کلیدی: درصد پروتئین خام، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز، قابلیت هضم ماده خشک

مقدمه

زراعت گیاهان علوفه‌ای در اقتصاد ملی کشورها ارزش حیاتی دارد

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.
۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد ، شهرکرد، ایران.
۴- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران.
(*- نویسنده مسئول (Email: ma.esmaeili@sanru.ac.ir
Doi:10.22067/jag.v13i3.80079

www.SID.ir

Archive of SID

و در بین رشـــته‌های مختلف از نظر تولیدات گیاهی و تولیدات دامی نقش تعادل را ایفا می‌کند. در اصلاح گیاهان علوفه‌ای افزایش عملکرد و کیفیت علوفه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اســـت و به‌عنوان یکی از اهداف ا صلی معرفی ارقام ا صلاح شده می‌با شد (Hassanvand et al., 2010). کمبود علوفه یکی از م شکلات ا صلی دامپروری در ایران ا ست. به دیگر سخن، توجه به ک شت گیاهان علوفه‌ای با شیوه علمی به‌ویژه به‌صـــورت کشـــت مخلوط، در کنار بکارگیری کودهای آلی از اهمیت خاصـی برخوردار اسـت (Naghizadeh & Galavi, 2012). کشـــت مخلوط به کشـــت دو و یا تعداد بیشـــتری محصـــولات زراعی اطلاق می‌شود که با یکدیگر در یک قطعه زمین و در یک زمان کشت می‌شـــوند (Thobasti, 2009). کشـــت مخلوط به‌عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشـــاورزی اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشـــتر از منابع، افزایش کمّی و کیفی عملکرد و کاهش خســـارت آفـات، بیمـاری‌هـا و علف‌هـای هرز را دنبـال می‌ک ند (Lithourgidis et al., 2007). ک شت مخلوط باعث افزایش پروتئین خام، قندهای محلول در آب و قابلیت هضـــم ماده خشـــک و کاهش الیاف نامحلول در شـوینده‌های اسـیدی و الیاف نامحلول در شـوینده خنثی در ک شت‌های مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) – لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) (Ghanbari & Lee, 2000) و ذرت (*Zea mays* L.) و لوبـیا (Kevin et al., 2008) گرد ید. همچنین نتایج تحقیقات نشـان داده اسـت که عملکرد، محتوای پروتئین خام و کل ماده خشک قابل هضم در کشت مخلوط گراس – لگوم بیشتر از خالص آن‌ها می‌باشـــد (Lithourgidis et al., 2006). به‌طور کلی، نیتروژن در تغذیه گیاهان علوفه‌ای، هم به‌لحاظ دســـتیابی به حداکثر عملکرد و هم از نظر ویژگی‌های کیفی از قبیل درصـد پروتئین علوفه، اهمیت خاصـی دارد و علاوه‌بر تأثیر بر افزایش عملکرد ماده خشـک علوفه‌ای، کیفیت آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kiani et al., 2015). همچنین در بر رسی ک شت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش شده است که عملکرد پروتئین خام در کشت‌های مخلوط به‌طور معنی‌داری بیشـــتر از خالص اســـت (Eskandari, 2004). همچنین کاربرد کود نیتروژن ســـبب افزایش عملکرد کل، عملکرد دانه، محتوای پروتئین خام و عملکرد پروتئین در ک شت مخلوط و تک‌ک شتی جو – ما شک (*Vicia sativa*) شـــد (Mohsenabadi et al., 2008). کود های شیمیایی از جمله منابعی هستند که به‌سرعت می‌توانند عنا صر غذایی را در اختیار گیاهان قرار دهند، ولی م صرف زیاد و مداوم آن‌ها خطرات زی ست‌محیطی مثل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و غنی شدن آب‌ها را به‌دنبال دارد (Mahajan & Gupta, 2009). با توجه به این امر، بهتر اسـت بخشـی از کودهای معدنی با کودهای دامی جایگزین شـود (Ibrahim et al., 2008). همچنین نتایج مطالعات حاکی از آن است عملکرد بالا و پایدار با استفاده از کودهای شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی به‌دست آمد (Bayu et al., 2006). ترکیب کود دامی و شـــیمیایی این امکان را فراهم می‌کند که در دوره‌های ابتدایی رشـــد گیاهان، کود شـــیمیایی مواد غذایی قابل جذب برای آن‌ها را تأمین نماید، امّا کود دامی در دوره‌های بعدی رشد، عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی‌ها را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Blaise et al., 2005).

وجود شرایط متغیر محیطی و بروز تنش‌های متناوب نظیر خشکی در ک شور، اهمیت مطالعه روی گیاهانی نظیر ا سپرس (*Onobrychis viciifolia* Scop.) که به دامنه و سیعی از شرایط نام ساعد محیطی سازگار می‌باشد را نمایان ساخته است. کشور ما با وجود دارا بودن تنوع اقلیمی و سیع و وجود منابع محیطی و ذخایر گیاهی غنی هنوز در زمره کشـــورهای واردکننده علوفه دامی و نیز مواد پروتئینی قرار دارد و هر ســـاله نیز تقاضـــا برای مواد پروتئینی افزایش می‌یابد (Majidi & Arzani, 2009). ا سپرس از جمله بقولات علوفه‌ای ا ست که به‌لحاظ تولید علوفه خوب، با کیفیت و قابل ر قابت با یونجه (*Medicago sativa*) در م یان گیا هان مرتعی و زراعی مورد تو جه می باشـــد (Majidi & Arzani, 2009). رازیـانـه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی علفی، معطر و چند ساله از خانواده چتریان ا ست. تمام پیکر گیاه حاوی اسانس است که در صنایع داروسازی از مواد مؤثره آن به‌عنوان درمان ســـرفه، ضـــد نفخ و شـــیرافزا اســـتفاده می‌شـــود (Damjanovic et al., 2005). به نظر می‌ر سد گیاه چند ساله رازیانه با دارا بودن خواص ضـــد نفخی و تحریک‌کنندگی تولید شـــیر، گیاه مناسبی در کشت مخلوط با یونجه باشد (Pembleton et al., 2009). ک شت مخلوط رازیانه و یونجه به‌لحاظ تولید علوفه‌دارو اهمیت ویژه‌ای دارد و به‌نظر می‌رســـد ضـــمن رفع نیاز های غذایی دام با تأمین متابولیت‌های ثانویه در راستای ارتقای سطح سلامت دام بدون نیاز به داروهای شـــیمیایی مؤثر باشـــد. همچنین این ترکیب علوفه‌دارویی می‌تواند آثار نامطلوب تغذیه از یونجه خالص را تعدیل کند و بر افزایش تولید شـیر دام تأثیرات مثبت داشـته باشـد. بدیهی اسـت که تأثیرات مثبت و کیفی فراورده‌های دامی حاصـــل از تغذیه با این نوع علوفه بر م صرف‌کنندگان نیز شایان توجه خواهد بود (Fateh et al., 2009). از

www.SID.ir

Archive of SID

این رو، هدف از این مطالعه مقایسه اثر کاربرد جداگانه کود گاوی و اوره با تلفیق این دو منبع در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط رازیانه و اسپرس و بررسی تأثیر آن بر کیفیت علوفه‌ای این دو گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای آزمایش

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی با ارتفاع از سطح دریای ۲۰۵۰ متر در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴به‌اجرا در آمد. براساس تقسیم‌بندی آمبرژه این منطقه جزء مناطق خشک است. بیشترین میزان بارندگی سالانه در فصل زمستان نازل می‌شود. در این پژوهش اثر جدا و تلفیق کود گاوی و اوره بر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط رازیانه و اسپرس به‌صورت جایگزینی بررسی شد. قبل از اجرای آزمایش جهت تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش، از پنج نقطه خاک مورد آزمایش، از عمق های ۳۰ – ۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری به عمل آمد و پس از خرد کردن کلوخه‌ها از الک دو میلی‌متری گذرانده شد و سپس در آزمایشگاه خاک شناسی دانشکده کشاورزی مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه خاک نمونه‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر قبل کاشت

Table 1- Soil characteristics in the 0-30 cm before sowing

هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)	3.6
اسیدیته خاک Acidity	7.4
نیتروژن قابل جذب Absorbable N (%)	0.05
فسفر قابل جذب Absorbable P ($mg.kg^{-1}$)	7.2
پتاسیم قابل جذب Absorbable K ($mg.kg^{-1}$)	214
روی قابل جذب Absorbable Zinc ($mg.kg^{-1}$)	1.58
مس قابل جذب Absorbable Cu ($mg.kg^{-1}$)	1.08
آهن قابل جذب Absorbable Fe ($mg.kg^{-1}$)	16.4
منگنز قابل جذب Absorbable Mn ($mg.kg^{-1}$)	6.6
مواد آلی Organic material (%)	0.76
رس Clay (%)	44
سیلت Silt (%)	40
شن Sand (%)	16

طرح آماری و تیمارهای آزمایشی

به‌منظور بررسی اثر کود گاوی و اوره به‌صورت تلفیقی و جدا بر الگوهای مختلف کشت مخلوط رازیانه و اسپرس پژوهشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. سیستم کودی در کرت‌های اصلی در پنج سطح (۱۰۰ درصد دامی، ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی، ۵۰ درصد دامی + ۵۰ در صد شیمیایی، ۲۵ در صد دامی + ۷۵ در صد شیمیایی و ۱۰۰ در صد شیمیایی) و نیز کرت‌های فرعی در پنج سطح شامل کشت

www.SID.ir

Archive of SID

خالص رازیانه (F)، کشت خالص اسپرس (S) و همچنین سه نسبت مخلوط این گیاه (۷۵ در صد رازیانه + ۲۵ در صد اسپرس، ۵۰ در صد رازیانه + ۵۰ درصد اسپرس و ۲۵ درصد رازیانه + ۷۵ درصد اسپرس) قرار گرفتند که به‌صورت جایگزینی در نظر گرفته شد (جدول ۲).

هر کرت شامل هشت خط کاشت به‌طول دو متر و عرض هر کرت نیز ۲/۵ متر و فاصله بین خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کاشت نیز ۱۰ سانتی‌متر منظور گردید و کشت به صورت مخلوط ردیفی صورت گرفت. فاصله بین کرت‌های اصلی یک متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر بود. تیمارهای کوددهی براساس تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان علوفه‌ای (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) مطابق عرف منطقه و با توجه به جدول آنالیز خاک منطقه آزمایشی از منابع کود اوره و کود گاوی تأمین شد و مقدار نیتروژن کودهای دامی با احتساب ۵۰ درصد قابلیت دسترسی نیتروژن کل آن‌ها طی فصل رشد محاسبه گردید. با توجه به آزمون آنالیز کود، کود دامی مورد استفاده دارای ۱/۱۲۴ درصد نیتروژن و ۲۰ در صد رطوبت بود. با توجه به در صد نیتروژن و در صد رطوبت کود و همچنین با توجه به اینکه ۵۰ درصد نیتروژن در سال آزاد خواهد شد، میزان کود گاوی ۲۱/۵ تن در هکتار به‌دست آمد. آبیاری به صورت غرقاب و با توجه به شرایط محیطی هر پنج تا هفت روز یک‌بار صورت گرفت. جهت نمونه‌برداری از هر دو گونه گیاهی، از کوادرات استفاده شد. ملاک برداشت هر دو گیاه در این آزمایش در مرحله ۵۰ در صد گل‌دهی اسپرس به‌عنوان گیاه علوفه‌ای طبق عرف منطقه بود.

جدول ۲- تیمارهای آزمایشی و کد آن‌ها

Table 2- The experimental treatments and their codes

سیستم‌های الگوی کشت Intercropping systems		تیمارهای کودی N Fertilizer treatments	
تیمار Treatment	کد Code	تیمار Treatment	کد Code
۱۰۰٪ رازیانه 100% Fennel	IS_1	۱۰۰٪ دامی 100% Manure	NF_1
۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ اسپرس 75% Fennel + 25% Sainfoin	IS_2	۷۵٪دامی +۲۵٪ اوره 75% Manure + 25% Urea	NF_2
۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ اسپرس 50% Fennel + 50% Sainfoin	IS_3	۵۰٪ دامی + ۵۰٪ اوره 50% Manure + 50% Urea	NF_3
۲۵٪ رازیانه + ۷۵٪ اسپرس 25% Fennel + 75% Sainfoin	IS_4	۲۵٪ دامی + ۷۵٪ اوره 25% Manure + 75% Urea	NF_4
۱۰۰٪ اسپرس 100% Sainfoin	IS_5	۱۰۰٪ اوره 100% Urea	NF_5

اندازه‌گیری صفات کیفی علوفه

در سال‌های اخیر تکنولوژی طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک (NIR[1]) توسعه‌ی فراوانی یافته و اندازه‌گیری‌های فرآورده‌های زراعی و دامی با این سیستم امکان‌پذیر شده است. تکنولوژی NIR براساس جذب و انعکاس اشعه‌ی مادون قرمز در طول موج‌های بین ۲۵۰۰-۷۰۰ نانومتر استوار است. در این روش اشعه بر جسم تابانیده می‌شود و انرژی منعکس شده (R) از نمونه براساس log L/R اندازه‌گیری می شود و برا ساس برازش معادلات رگر سیون خطی چند متغیره بین انرژی‌های منعکس شده از جسم و داده‌های شیمیایی دستگاه کالیبره می شود. دقت NIR بستگی به دقت در کالیبراسیون آن دارد، بنابراین روش‌های استاندارد آزمایشگاهی باید دقیق و استاندارد باشند. در کالیبراسیون NIR ابتدا با استفاده از طول موج‌های مختلف چندین معادله رگرسیونی برازش داده می‌شود و براساس پارامترهای آماری هر یک از معادلات از قبیل ضرایب همبستگی و اشتباه استاندارد بهترین معادله برای کالیبرا سیون NIR انتخاب می شود و در نهایت، دستگاه کالیبره می‌شود (Jafari et al., 2003).

صفات کیفی علوفه با استفاده از تکنولوژی طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک (NIR) اندازه‌گیری شد. پس از برداشت، صفات کیفی

1- Near Infrared Reflectance Spectroscopy

www.SID.ir

Archive of SID

علوفه شامل درصد فیبر خام (سلولز) (CF[۲])، پروتئین خام (CP[۳])، درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی) (ADF[۴])، درصد دیواره سلولی (الیاف نامحلول در شوینده خنثی) (NDF[۵])، ماده خشک قابل هضم (DMD[۶])، قندهای محلول در آب (WSC[۷])، خاکستر (ASH[۸]) و انرژی متابولیسمی (ME[۹]) با استفاده از دستگاه NIR استخراج شدند (Roberts et al., 2003).

آنالیز داده‌ها

آنالیزها با توجه به نتایج آزمون همگنی واریانس‌ها (بارتلت) انجام شدند، در مواردی که واریانس سال متجانس (همگن) بوده آنالیز مرکب انجام شده و در مواردی که واریانس نامتجانس (ناهمگن) بوده، آنالیز هر سال به‌طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ صورت گرفت. از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین اثرات اصلی و برای برهم‌کنش‌ها از روش برش‌دهی (Slicing, $p\leq0.05$) استفاده گردید. جهت رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۶ استفاده گردید.

نتایج و بحث

درصد ماده خشک قابل هضم

در این بررسی تیمارهای کودی، الگوی کشت و برهم‌کنش آن‌ها بر ماده خشک قابل هضم معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به جدول ۴، بین سطوح کودی در بین الگوهای کشت خالص اسپرس، ۷۵ در صد رازیانه + ۲۵ در صد اسپرس و ۲۵ در صد رازیانه + ۷۵ در صد اسپرس اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج به‌دست آمده در خصوص اثر نسبت‌های کشت مخلوط و منابع کودی بر درصد قابلیت هضم ماده خشک علوفه نشان داد در سه الگوی کشت خالص رازیانه، ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد اسپرس و ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد اسپرس بالاترین ماده خشک قابل هضم مربوط به تیمار کود شیمیایی بود، در حالی که بالاترین مقدار در الگوی تک‌کشتی اسپرس متعلق به تیمار کودی (۲۵ درصد دامی + ۷۵ درصد شیمیایی) به‌میزان ۸۷/۱۳ درصد به‌دست آمد که با سایر نسبت‌های مخلوط، اختلاف داشت و افزایش در صد این صفت، نسبت به کشت خالص رازیانه ۲۲ در صد در این سطح تیمار کودی تعیین شد. در الگوی کشت ۷۵ درصد اسپرس + ۲۵ درصد رازیانه نیز تیمار کودی (۲۵ درصد دامی + ۷۵ درصد شیمیایی) با ۸۲/۳۳ درصد از بالاترین مقدار برخوردار بود. به‌طور کلی، به هر اندازه که از درصد اسپرس در مخلوط کاسته و بر درصد رازیانه افزوده شد، درصد قابلیت هضم علوفه نیز تقلیل یافت، به‌گونه‌ای که کمترین مقدار آن در نسبت ۱۰۰ درصد رازیانه به‌دست آمد (شکل ۱). بهبود قابلیت هضم از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های اصلاح گیاهان علوفه‌ای است، چرا که قابلیت هضم بالا کارایی تبدیل عناصر مغذی را به‌وسیله حیوان بهبود می‌بخشد. علاوه‌براین، قابلیت هضم مهم‌ترین صفت برای افزایش وزن دام و تولید شیر است (Smith et al., 1997). به احتمال زیاد علت بالا بودن قابلیت هضم اسپرس در مقایسه با رازیانه را می‌توان ناشی از بالا بودن نسبت برگ به ساقه و همچنین خاصیت علفی بودن ساقه در اثر کم بودن الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی دانست. برگی بودن می‌تواند شاخص خوبی برای کیفیت علوفه باشد. برگ بیشتر، کیفیت علوفه بهتری را حاصل خواهد نمود. تفاوت زیادی بین محتوای الیاف قابل هضم ساقه و برگ وجود دارد، زیرا برگ‌ها دارای درصد پروتئین بالا و تراکم سلولی پایین می‌باشند. در مقابل، سهم ساقه در زیست‌توده گیاهی بین ۵۰ تا ۷۰ درصد است، و قابلیت هضم پایین ساقه به‌دلیل تجزیه‌پذیری پایین دیواره‌های سلولی آن عامل اصلی کاهش پتانسیل ارزش غذایی علوفه در دام‌ها است، لذا نسبت برگ به ساقه به‌طور مستقیم در کیفیت علوفه مؤثر است (Nabati et al., 2015). همچنین تفاوت مشاهده شده در بین نسبت‌های کشت را، علاوه‌بر دلایل مذکور، می‌توان به درصد کاهشی اسپرس و افزایشی رازیانه نسبت داد. مجیدی دیزج و همکاران (Majidi Dizadj et al., 2014) بیان کردند با افزایش سهم اسپرس در مخلوط با یونجه، میزان ماده خشک قابل هضم علوفه افزایش یافت و مقایسه میانگین بین تیمارهای مخلوط نشان داد که بیشترین قابلیت هضم علوفه مربوط به تیمار اسپرس خالص بود. مشابه این تحقیق در بررسی کشت مخلوط جو با لگوم‌های یک ساله

1- Crude Fiber
2- Crude Protein
3- Acid Detergent Fiber
4- Neutral Detergent Fiber
5- Dry Matter Digestibility
6- Water Soluble Carbohydrates
7- Ash
8- Metabolism energy

www.SID.ir

Archive of SID

م شخص شد که بالاترین میزان ماده خ شک قابل ه ضم در ک شت خالص نخود، کشت خالص ما شک و کشت‌های مخلوط جو با لگوم‌ها به‌دســت آمد (Hail et al., 2009). به نظر می‌رســد کود تلفیقی از طریق ایجاد شرایط مناسب برای بهبود فعالیت ریزجانداران مفید خاک و جذب عناصــر معدنی ماکرو و میکرو موجب افزایش زیســت‌توده گیاهی و در نهایت، افزایش قابلیت هضــم ماده خشــک شــده اســت (Hail et al., 2009).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط رازیانه و اسپرس تحت تیمارهای کودی نیتروژن

Table 3- Analysis of variance on forage quality in fennel and sainfoin intercropping under different fertilizer treatments

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares		
		ماده خشک قابل هضم DMD	خاکستر Ash	فیبر خام CF
سال Year (Y)	1	398.0^{ns}	16.1^{ns}	59.5^{ns}
خطای الف Error a	4	90.7	1.0	3.5
کود Fertilizer (F)	4	13.7**	4.5^{ns}	45.7^{ns}
Y× F	4	0.14^{ns}	10.4**	22.0**
خطای ب Error b	16	2.6	0.1	0.7
الگوی کشت Intercropping (I)	4	731.0**	53.5**	426.1**
Y×I	4	0.02^{ns}	0.1^{ns}	4.3**
F×I	16	9.8**	0.3^{ns}	0.6^{ns}
Y×F×I	16	0.01^{ns}	0.1^{ns}	0.3^{ns}
خطا Error	80	2.8	0.2	0.7
ضریب تغییرات CV (%)		2.14	5.35	3.39

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and **: Non significant, Significant at $P\leq0.05$ and $P\leq0.01$, respectively.

جدول ٤- برش‌دهی اثر تیمارهای کودی نیتروژن در سطوح کشت مخلوط رازیانه و اسپرس بر ماده خشک قابل هضم و قندهای محلول در آب

Table 4- Slicing the effect of nitrogen fertilizer treatments at intercropping levels of fennel and sainfoin on dry matter digestible and water soluble carbohydrate

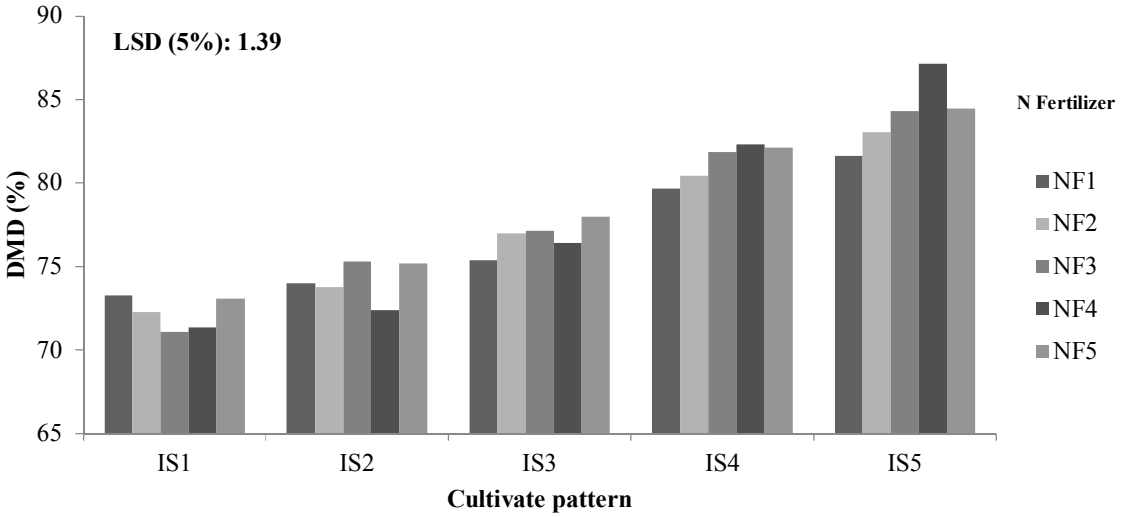
سیستم‌های الگوی کشت Intercropping systems	درجه آزادی d.f	ماده خشک قابل هضم DMD	قندهای محلول در آب WSC
۱۰۰٪ رازیانه 100% Fennel	4	5.82^{ns}	6.65**
۷۵٪ رازیانه + ۲۵٪ اسپرس 75% Fennel + 25% Sainfoin	4	8.40*	7.73**
۵۰٪ رازیانه + ۵۰٪ اسپرس 50% Fennel + 50% Sainfoin	4	5.53^{ns}	9.16**
۲۵٪ رازیانه +۷۵ ٪ اسپرس 25% Fennel + 75% Sainfoin	4	8.22*	8.51**
۱۰۰٪ اسپرس 100% Sainfoin	4	24.77**	12.64**

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and **: Non significant, Significant at $P\leq0.05$ and $P\leq0.01$, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



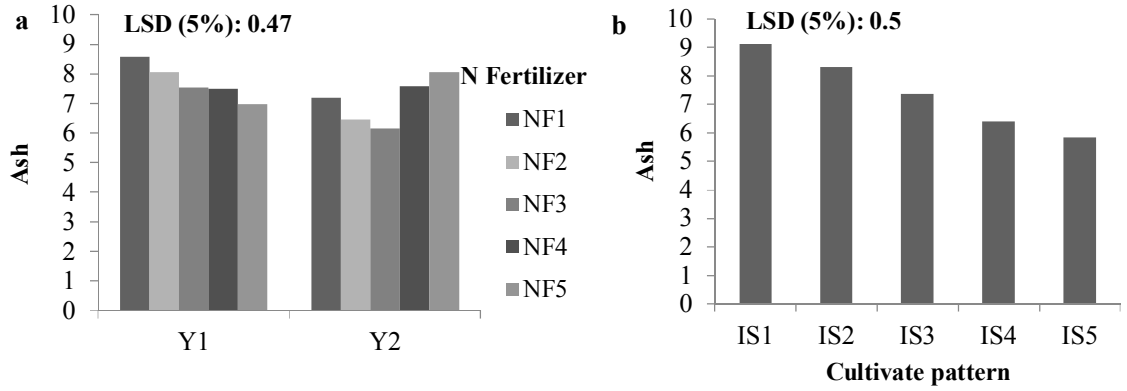
شکل ۱- برهم‌کنش تیمارهای کودی و الگوی کشت بر درصد ماده خشک قابل هضم (DMD)
Fig.1- Interaction of fertilizer and cultivate pattern on dry matter digestibility (DMD)

درصد خاکستر کل

تیمارهای الگوی کشت و برهم‌کنش سال × کود بر صفت درصد خاکستر کل معنی‌دار بود (جدول ۳)، به‌طوری‌که در سال اول در تیمار کود خالص دامی با ۸/۵۹ درصد و در سال دوم در تیمار کود خالص شیمیایی با ۸/۰۵ درصد بالاترین درصد خاکستر کل حاصل شد (شکل a۲). مقایسه میانگین بین تیمارهای الگوی کشت نشان داد، بیشترین درصد خاکستر کل مربوط به الگوی تک‌کشتی رازیانه با ۹/۱۱ درصد بود (شکل b۲). به‌طور کلی، علت را احتمالاً می‌توان این‌گونه توجیه کرد که در بین دو گیاه رازیانه و اسپرس درصد خاکستر رازیانه بیشتر بود، به‌نوعی که با افزایش درصد رازیانه در نسبت‌ها بر درصد خاکستر علوفه افزوده شد. بنابراین، در درصد خاکستر در سه نسبت مخلوط، از نسبت ۱۰۰ درصد اسپرس بالاتر است و استفاده از کود دامی باعث افزایش رشد رویشی هر دو گیاه شده و از درصد خاکستر هر دو گیاه، از جهت بالا رفتن بافت‌های لیگنینی که در کودهای شیمیایی بیشتر بود، کاسته شد. درصد خاکستر علوفه، بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی می باشد و برای ساخت ویتامین‌ها، تولید هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها ساخت بافت و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک که بستگی به رشد، سلامتی و تولید دارد، مورد نیاز می‌باشند و این عناصر در علوفه به‌لحاظ اینکه در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت سلول‌های بدن لازم می‌باشند، مهم هستند. عناصر معدنی می‌توانند در کیفیت علوفه مؤثر باشند (Hail et al., 2009). در راستای این نتایج در پژوهشی با کاهش میزان اسپرس در مخلوط با یونجه، میزان خاکستر علوفه کاهش یافت، به‌طوری که در تیمارهای مخلوط، نسبت ۱۰۰ درصد یونجه + ۱۰ درصد اسپرس که بیشترین نسبت یونجه به اسپرس را دارد، این میزان بالاتر بود (Majidi Dizadj et al., 2014). حشمتی و همکاران (Heshmati et al., 2006) نیز طی آزمایشی ارزش غذایی ۱۱ گونه مرتعی را مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند که میزان خاکستر علوفه یونجه به‌طور معنی‌داری نسبت به اسپرس بیشتر بود. جعفری و گودرزی (Jafari & Goodarzi, 2007) در مطالعه خود بیان کردند میزان همبستگی بین درصد ماده خشک قابل هضم و خاکستر علوفه بسیار قوی و معنی‌دار بود که نشان‌دهنده این است که افزایش غلظت املاح معدنی در گیاه به هضم‌پذیری علوفه کمک می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- برهم‌کنش تیمارهای سال و کود (a)، و مقایسه میانگین تیمارهای الگوی کشت بر درصد خاکستر (b)
Fig. 2- Interaction of year and fertilizer (a), and mean comparison cultivate pattern (b) on ash

درصد فیبر خام علوفه

صفت در صد فیبر خام تحت تیمارهای الگوی کشت، برهم‌کنش سال × کود و سال × الگوی کشت معنی‌دار شد (جدول ۳). در هر دو سال زراعی، نتایج نشان داد نسبت ۱۰۰ درصد رازیانه با میانگین ۳۰/۵۸ درصد در سال اول و ۲۸/۲۲ درصد در سال دوم، دارای بالاترین درصد فیبر خام نسبت به سایر نسبت‌های کشت بود، و هرچه از سهم رازیانه در نسبت‌های مخلوط کاسته شد، در صد فیبر خام نیز کاهش یافت. علت این امر را علاوه‌بر جایگزین شدن اسپرس در برابر رازیانه، به ماهیت ذاتی و مورفولوژیکی خود گیاه نیز می‌توان مربوط دانست. کمترین مقدار در صد فیبر خام از نسبت ۱۰۰در صد اسپرس با ۲۰/۱۶ و ۱۹/۸۹ درصد به‌ترتیب در سال اول و دوم به‌دست آمد که در مقایسه با نسبت ۱۰۰ در صد رازیانه مقدار فیبر خام علوفه را به‌میزان ۳۴ در صد در سال اول و ۳۰ در صد در سال دوم کاهش داد (شکل a۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش سال × کود نیز نشان داد که در صد فیبر خام در هر دو سال اول و دوم زراعی به‌ترتیب با ۲۶/۴۰ و ۲۶/۲۶ درصد در تیمار کود خالص شیمیایی بالاتر بود (شکل b۳). در واقع مقادیر کود نیتروژن نه تنها در حصول حداکثر عملکرد علوفه تأثیرگذار است، بلکه در ارتقای ارزش غذایی آن نیز نقش به‌سزایی را ایفا می‌کند. کود دامی با افزایش جذب عناصر میکرو و ماکرو، رشد سبزینه‌ای گیاهان بیشتر می‌شود و از فیبر گیاه کاسته شده و در نتیجه، کیفیت علوفه تولیدی بیشتر می‌شود (Agha Baba Dastjerdi et al., 2014). رضایی و همکاران (Rezaei et al., 2011) اظهار داشتند با فیبری‌شدن گیاه، درصد ماده خشک قابل هضم و در نتیجه، کیفیت علوفه کاهش می‌یابد.

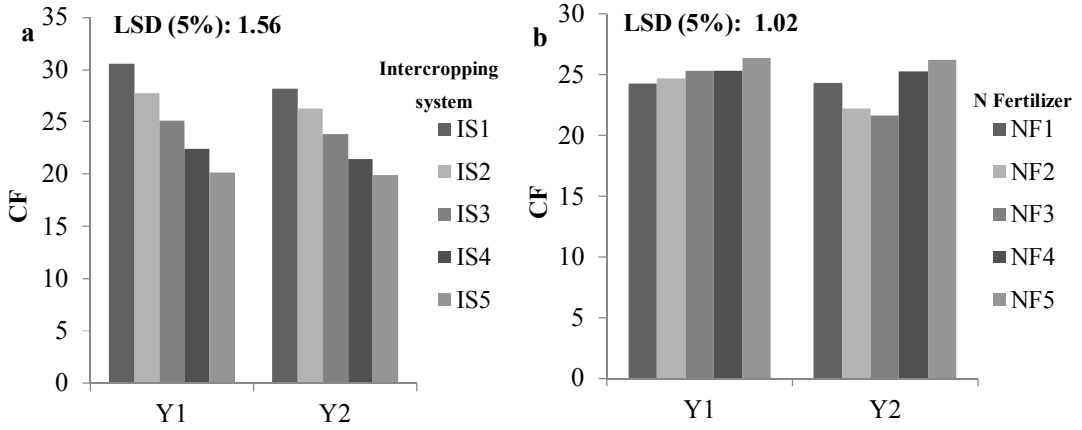
درصد قندهای محلول در آب علوفه

براساس نتایج تجزیه واریانس جدول ۵، در سال اول تیمارهای کود و الگوی کشت و در سال دوم تیمارهای کود، الگوی کشت و برهم‌کنش آن‌ها بر صفت درصد قندهای محلول در آب معنی‌دار بود و با توجه به جدول ۴، بین سطوح کودی در بین الگوهای کشت مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کود خالص شیمیایی با ۱۵/۶۹ درصد و الگوی تک‌کشتی اسپرس با ۱۶/۰۹ در صد بالاترین در صد قندهای محلول در آب در سال اول را داشتند (شکل ۴). مقایسه میانگین برهم‌کنش کود × الگوی کشت در سال دوم نشان داد، بیشترین و کمترین درصد قندهای محلول در آب در تمام الگوهای کشت به‌ترتیب متعلق به تیمار کود شیمیایی و تیمار کودی (۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی) بود (شکل ۵). بالا بودن این صفت، با بالا بودن نسبت ساقه به برگ در ارتباط است. کربوهیدرات‌های محلول در آب که بخش عمده‌ای از کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی را تشکیل داده، همانند قابلیت هضم یکی از مهم‌ترین اجزای تعیین‌کننده کیفیت علوفه است که وظیفه آن تأمین انرژی برای ریزجانداران شکمبه و حفظ سلامت دستگاه گوارشی دام می‌باشد (Lithourgidis et al., 2006). در پژوهشی کمترین قندهای محلول در آب از کشت مخلوط یونجه + ۵۰ در صد رازیانه با دریافت کود زیستی به‌دست آمد. به نظر می‌رسد به‌دلیل کندی آزادسازی فسفر مقدار این صفت نسبت به روش

www.SID.ir

Archive of SID

تلفیقی و شیمیایی کاهش پیدا کرده است (Agha Baba Dastjerdi et al., 2014). از سوی دیگر، قابلیت هضم ماده آلی نیز بیشتر تحت تأثیر مرحله بلوغ گیاه، نسبت برگ به ساقه و شرایط محیطی است (Saiednejad, 2011).



شکل ۳- برهم‌کنش تیمارهای سال و الگوی کشت (a)، و سال و کود (b) بر درصد فیبر خام در دو سال

Fig. 3- Interaction year and cultivate pattern (a), and year and fertilizer (b) on at both years

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط رازیانه و اسپرس تحت تیمارهای کودی نیتروژن

Table 5- Analysis of variance on forage quality in fennel and sainfoin intercropping under different fertilizer treatments

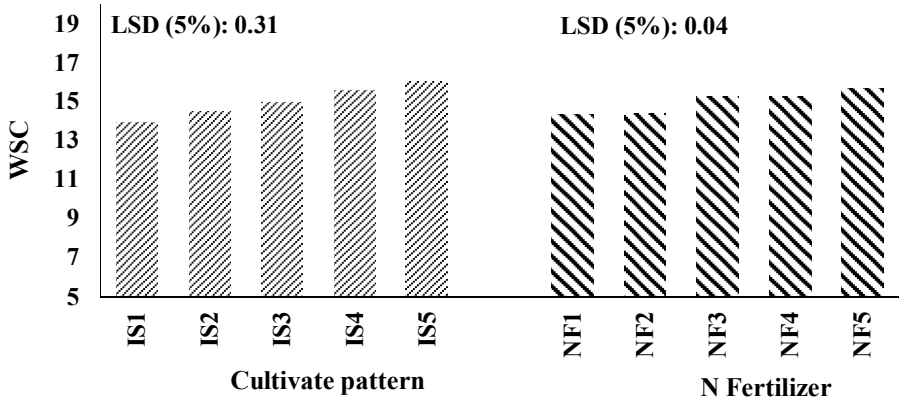
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares									
		قندهای محلول در آب WSC		پروتئین خام CP		دیواره سلولی NDF		دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز ADF		انرژی متابولیسمی ME	
		سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2
تکرار Block	2	1.7^{**}	1.1^{ns}	13.5^{**}	12.0^{ns}	127.2^{**}	3.3^{**}	44.9^{**}	115.1^{**}	3.5^{**}	1.0^{ns}
کود Fertilizer (F)	4	5.1^{**}	41.5^{**}	30.2^{**}	19.7^{**}	1.8^{ns}	2.4^{**}	2.2^{*}	1.8^{ns}	0.3^{**}	9.6^{**}
خطای الف Error a	8	0.1	0.3	1.5	1.4	0.9	0.3	0.5	1.9	0.01	0.3
الگوی کشت Intercropping (I)	4	10.8^{**}	65.2^{**}	64.6^{**}	10.4^{**}	141.6^{**}	93.2^{**}	40.7^{**}	84.8^{**}	10.4^{**}	12.3^{**}
F × I	16	0.02^{ns}	0.8^{**}	0.9^{ns}	0.8^{ns}	0.05^{ns}	0.2^{ns}	0.1^{ns}	0.6^{ns}	0.01^{ns}	0.3^{ns}
خطا Error	40	0.11	0.29	1.27	1.17	0.31	0.26	2.25	1.19	0.01	0.26
ضریب تغییرات CV (%)		2.24	3.57	6.33	4.89	1.34	1.29	6.38	4.09	1.33	4.67

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

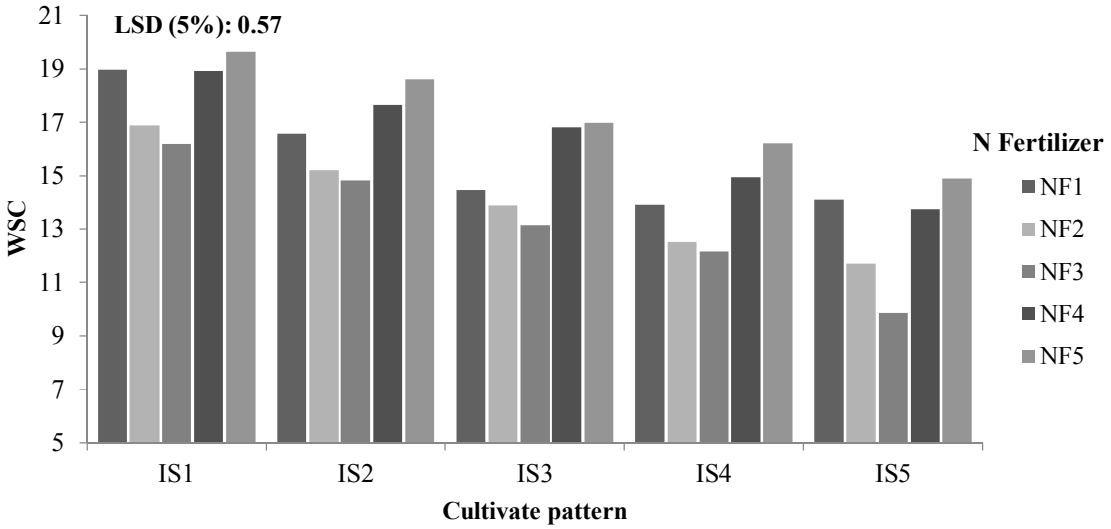
^{ns}, * and **: Non significant, Significant at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- مقایسه میانگین تیمارهای کودی و الگوی کشت بر درصد قندهای محلول در آب در کشت مخلوط رازیانه و اسپرس در سال اول
Fig. 4- Mean comparison fertilizer and cultivate pattern on water soluble carbohydrates of fennel and sainfoin in first year



شکل ٥- برهم‌کنش تیمارهای کودی و الگوی کشت بر درصد قندهای محلول در آب در سال دوم
Fig. 5- Interaction of fertilizer and cultivate pattern on water soluble carbohydrates in second year

درصد پروتئین خام علوفه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس درصد پروتئین خام نشان داد که تیمار کودی و الگوی کشت در هر دو سال زراعی بر این صفت معنی‌دار بود ند (جدول ۵). در بین تیمار های کودی، تیمار خالص شیمیایی و تیمار (۲۵ درصد دامی + ۷۵ درصد شیمیایی) در سال اول و تیمار (۷۵ در صد دامی +۲۵ در صد شیمیایی) و (۵۰ در صد دامی +۵۰ درصد شیمیایی) در سال دوم بیشتر بود (جدول ۵). در بین تیمارهای الگوی کشت، الگوی تک‌کشتی رازیانه در سال اول و الگوی کشت (۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد اسپرس) در سال دوم بالاترین درصد پروتئین خام را داشتند (جدول ۶). پروتئین خام ترکیبی از پروتئین حقیقی و ترکیبات نیتروژنه غیرپروتئینی می‌باشد که برای رشد و تولید شیر ضروری ا ست. نیتروژن به هر صورتی که تو سط گیاه جذب شود، در داخل گیاه به ا سیدهای آمینه و سپس پروتئین تبدیل می‌شود و نقش خود را در فیزیولوژی گیاه ایفا می‌کند. معمولاً با افزایش میزان نیتروژن خاک، مقدار بیشتری نیتروژن توسط گیاه جذب می شود. نیتروژن صرف ر شد رویشی و تشکیل دانه شده و مازاد آن

www.SID.ir

Archive of SID

به‌شکل پروتئین در دانه تجمع می‌یابد. به همین دلیل در سطوح بالاتر نیتروژن، تجمع پروتئین افزایش یافته است (Rao & Singh, 1990). اصغری و همکاران (Asghari et al., 2006) نیز عنوان کردند از آن‌جایی که نیتروژن یکی از ساختارهای اصلی اسیدآمینه است، مصرف نیتروژن سبب بالا رفتن درصد پروتئین در علوفه می‌گردد. وس و همکاران (Vos et al., 2005)، بهادر و همکاران (Bahador et al., 2015) و بهادر و همکاران (Bahador et al., 2012) نیز معتقد هستند با افزایش نیتروژن، سطح برگ نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه، افزایش نسبت برگ به ساقه موجب افزایش میزان پروتئین و کاهش بخش‌های خشبی و لیگنینی در علوفه می گردد. در برداشت‌های متوالی علوفه، میزان پروتئین خام علوفه یونجه بیشتر از اسپرس بود و در مجموع، با توجه به اینکه یونجه در مقایسه با اسپرس پروتئین بیشتری دارد، در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نیز با افزایش سهم یونجه، میزان پروتئین علوفه مخلوط نیز افزایش خواهد یافت (Albayrak et al., 2011). نقی‌زاده و گلوی (Naghizadeh & Galavi, 2012) نیز دریافتند که با کاهش نسبت ذرت و افزایش نسبت خلر در نسبت‌های مخلوط، تا رسیدن به ۱۰۰ درصد کشت خلر، عملکرد کیفی علوفه از طریق افزایش میزان CP افزایش یافت. در بررسی کشت خالص ماشک معمولی با یولاف (*Avena sativa*) و تریتیکاله و مخلوط ماشک با این غلات با نسبت‌های ۵۵ به ۴۵ و همچنین ۶۵ به ۳۵ درصد ماشک به غله به این نتیجه رسیدند که محتوای پروتئین خام در کشت خالص ماشک معمولی بیشترین مقدار بود و بعد از آن کشت مخلوط ماشک و یولاف با نسبت ۶۵ به ۳۵ درصد قرار داشت (Lithourgidis et al., 2006). دهمرده و همکاران (Dehmardeh et al., 2010) نیز اظهار داشتند که پروتئین خام ذرت در کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری بیشتر از کشت خالص ذرت بود، به‌طوری‌که کشت مخلوط ۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی و ۲۵ درصد ذرت بالاترین میزان پروتئین خام را داشت. پروتئین خام همبستگی منفی و معنی‌داری با فیبر خام دارد، در واقع با کامل‌تر شدن دوره رشد گیاه به‌مقدار بافت‌های استحکام‌بخش و نگهدارنده که بیشتر از کربوهیدرات‌های ساختاری (سلولز، همی سلولز و لیگنین) می‌با شند، ا ضافه می شود، در حالی که غلظت پروتئین کاهش می‌یابد (Hall et al., 2000).

جدول ٦- مقایسه میانگین تیمارهای کودی و الگوی کشت بر کیفیت علوفه رازیانه و اسپرس

Table 7- Mean comparison fertilizer and cultivate pattern on forage quality of fennel and sainfoin

تیمارها Treatments	پروتئین خام CP		دیواره سلولی NDF		دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز ADF		انرژی متابولیسمی ME	
	سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2	سال اول Y_1	سال دوم Y_2
کود N Fertilizer								
NF1	15.94	21.94		40.32	23.22		7.74	11.96
NF2	17.40	23.32		39.74	23.19		7.76	11.40
NF3	17.44	23.43		39.53	23.46		7.89	11.02
NF4	18.73	20.76		39.47	23.79		7.92	10.50
NF5	19.65	21.62		39.29	24.07		8.08	9.89
LSD 5%	1.10	1.12		0.38	0.45		0.09	0.45
الگوی کشت Intercropping systems								
IS1	20.59	22.10	37.82	42.99	25.41	29.98	9.04	12.19
IS2	19.11	22.66	40.71	40.99	24.63	27.93	8.30	11.36
IS3	17.65	23.28	42.22	39.60	23.84	26.62	7.84	10.97
IS4	16.44	21.05	43.75	38.30	22.59	25.26	7.32	10.45
IS5	15.38	21.98	45.94	36.47	21.26	23.83	6.90	9.80
LSD 5%	0.89	0.92	1.22	1.20	1.08	1.11	0.35	0.30

www.SID.ir

Archive of SID

درصد دیواره سلولی علوفه (NDF)

دیواره سلولی علوفه مورد آزمایش در سال اول فقط تحت تیمار الگوی کشت و در سال دوم تحت تیمارهای کود و الگوی کشت قرار گرفتند (جدول ۵). جدول مقایسه میانگین تیمارهای کودی و الگوی کشت بر درصد دیواره سلولی نشان داد که در سال اول هرچه درصد اسپرس در ترکیب مخلوط جایگزینی بیشتر باشد، درصد دیواره سلولی نیز بیشتر خواهد بود. به این ترتیب بالاترین و پایین‌ترین درصد از نسبت‌های ۱۰۰ در صد اسپرس (۴۵/۹۴ در صد) و ۱۰۰ در صد رازیانه (۳۷/۸۲ درصد) به‌دست آمد. در حالی‌که، در سال دوم این روند برعکس بود و بالاترین و پایین‌ترین درصد از نسبت‌های ۱۰۰ در صد رازیانه (۴۲/۹۹ درصد) و ۱۰۰ درصد اسپرس (۳۶/۴۷ درصد) به‌دست آمد. همچنین درصد دیواره سلولی در سال دوم در تیمار کود خالص دامی با ۴۰/۳۲ درصد بیشتر بود (جدول ۶). NDF به‌عنوان شاخصی برای بیان میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی گیاه و نیز عامل مهمی جهت تعیین میزان تعلیف دام شناسایی شده است که شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین است (McDonald, 1995). دیانتی تیلکی (Dianatitilaki et al., 2010) در بررسی کیفیت علوفه *Eruca sativa* به این نتیجه دست یافتند که به‌طور متوسط در طی سه سال آزمایش، کود شیمیایی نیتروژنه، میزان شاخص‌های نیتروژن خام، پروتئین خام و انرژی خام را افزایش و میزان الیاف خام و ADF را کاهش داد. برخی تحقیقات نشان می‌دهد باکتری‌های حل‌کننده فسفات منجر به کاهش ADF و NDF علوفه در گیاهانی همچون کنگر فرنگی و شلغم علوفه‌ای می‌شود (Asay, 2002). در مطالعه آقابابادستجردی و همکاران (Agha Baba Dastjerdi et al., 2014)، بالاترین مقدار NDA در تیمار کشت مخلوط یونجه و رازیانه مشاهده شد.

درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (ADF)

صفت درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز در سال اول تحت تیمار کودی و الگوی کشت و در سال دوم فقط تحت تیمار الگوی کشت معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که نسبت کشت ۱۰۰ در صد رازیانه در هر دو سال اول و دوم دارای بیشترین درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز به‌ترتیب با میانگین ۲۵/۴۱ و ۲۹/۹۸ درصد بوده که در مقایسه با حداقل درصد این صفت در نسبت ۱۰۰ در صد اسپرس به‌ترتیب ۱۶ و ۲۱ درصد افزایش نشان داد. به‌طور کلی، با کاهش درصد رازیانه در ترکیب‌های مخلوط از مقدار این صفت نیز کاسته شد، (جدول ۶) و علت این کاهش را ممکن است به جایگزینی رازیانه در ازای اسپرس، از جهت بالاتر بودن ADF رازیانه نسبت به اسپرس، نسبت داد. همچنین به احتمال زیاد پایین بودن درصد این صفت در نسبت ۱۰۰ درصد اسپرس را می‌توان به ویژگی‌های ذاتی و مرحله برداشت این گیاه نسبت داد. با پیشرفت رشد گیاه، درصد دیواره سلولی عاری از همی سلولز افزایش خواهد یافت. این موضوع به این دلیل است که همزمان با افزایش سن گیاه، دیواره سلولی ضخیم‌تر و خشبی‌تر شده و بر میزان فیبر خام و لیگنین آن افزوده می شود. این تغییرات تحت تأثیر دو عامل، افزایش نسبت ساقه به برگ و افزایش کربوهیدرات‌های ساختمانی به‌موازات افزایش سن گیاه است (Kiani et al., 2014). ADF، بخشی از الیاف و برای بیان میزان الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی، که قابلیت هضم آن کمتر است را اندازه می‌گیرد و شامل سلولز و لیگنین خام است که این صفت به‌طور منفی با درصد قابلیت هضم همبستگی دارد و در نتیجه، میزان انرژی قابل دسترس برای نشخوارکنندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (McDonald, 1995). مجیدی دیزج و همکاران (Majidi Dizadj et al., 2014) با مقایسه میانگین تیمارهای نسبت اختلاط یونجه و اسپرس نشان دادند که بیشترین محتوای دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی) در تیمار کشت خالص یونجه و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار اسپرس خالص بود. در واقع با افزایش میزان اسپرس در تیمارها، از میزان الیاف غیرمحلول در شوینده‌های اسیدی کاسته شد. تیمار کود خالص شیمیایی در سال اول با ۲۴/۰۷ در صد از بالاترین میزان در صد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز برخوردار بود (جدول ۵). لیتورجیدیس و همکاران (Lithourgidis et al., 2006) پایین بودن مواد غذایی قابل هضم را در گیاهی که دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز آن بالا بود، گزارش کردند که این نتیجه قابل تعمیم به نتیجه آزمایش حاضر از جهت پایین بودن قابلیت هضم (شکل ۱) و بالا بودن دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز رازیانه است (جدول ۶). در پژوهشی استفاده از کود تلفیقی و کود زیستی سبب کاهش ADF و در نتیجه، افزایش کیفیت علوفه شد و رابطه معلکوسی بین نیتروژن خاک و شاخص ADF برقرار است و بالاترین ADF در تیمار عدم کوددهی و کمترین در تیمار کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

کود گاوی به‌دست آمد (Agha Baba Dastjerdi et al., 2014).

انرژی متابولیسمی

تیمارهای کود و الگوی کشت تأثیر معنی‌داری بر صفت درصد انرژی متابولیسمی در هر دو سال زراعی داشتند (جدول ۵). با توجه به جدول ۶، بین سطوح کودی در بین الگوهای کشت مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بر این اساس، در بین تیمارهای کودی، در سال اول تیمار خالص شیمیایی با ۸/۰۸ مگاژول بر کیلوگرم علوفه خشک و در سال دوم تیمار خالص دامی با ۱۱/۹۶ مگاژول بر کیلوگرم بیشترین میزان انرژی متابولیسمی را دارا بودند. الگوی تک‌کشتی رازیانه با میانگین ۹/۰۴ و ۱۲/۱۹ مگاژول بر کیلوگرم به‌ترتیب در سال اول و دوم بالاترین انرژی متابولیسمی را داشت و با افزایش درصد اسپرس در ترکیب، از مقدار این صفت کاسته شد، به‌گونه‌ای که کمترین انرژی در الگوی تک‌کشتی اسپرس به‌میزان ۶/۹۰ و ۹/۸۰ مگاژول بر کیلوگرم به‌دست آمد (جدول ۶). پژوهشگران بیان کردند علاوه‌بر ویژگی‌های ژنتیکی، مرحله‌ی رشدی نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. در واقع، با تکمیل سیکل زندگی گیاه از میزان انرژی متابولیسمی علوفه کاسته می‌شود. برای تخمین انرژی قابل متابولیسم، زمانی که درصد پروتئین خام به‌عنوان یک متغیر مستقل انتخاب شود، با این متغیر و با استفاده از معادله خطی، میزان انرژی قابل متابولیسم از ترکیبات شیمیایی برآورد می‌شود و رابطه مستقیم و مثبت بین پروتئین خام و مقدار انرژی قابل متابولیسم در علوفه است (Gholami et al., 2016).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه هدف از کشت مخلوط رازیانه و اسپرس، کمیت و کیفیت ارزش تغذیه‌ای علوفه‌دارو می‌باشد، بنابراین، افزایش و یا بهبود این خصوصیات با کاربرد کودهای شیمیایی و دامی حائز اهمیت است. در این مطالعه، هر چه میزان رازیانه در کشت مخلوط بیش‌تر باشد، میزان پروتئین و انرژی متابولیسمی در آن، نسبت به مخلوط افزایش و هر چه نسبت گیاه اسپرس در الگوهای کشت بیشتر باشد، ماده خشک قابل هضم بیشتر و درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز کم‌تر و به‌دنبال آن کیفیت و خوش‌خوراکی آن افزایش می‌یابد. همچنین نظام‌های تلفیقی کودی با فراهم آوردن عناصر غذایی بیشتر نسبت به نظام‌های ارگانیک و شیمیایی، از عملکرد بالایی برخوردار هستند و می‌تواند بالاترین کیفیت علوفه مورد نظر را تأمین نماید که مبین اثر مثبت کود دامی و تلفیقی در تولید علوفه‌دارو با توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی می‌باشد. بنابراین، می‌توان برای کشاورزان منطقه به‌منظور دستیابی به کیفیت علوفه بالاتر الگوی کشت تلفیقی ۵۰ در صد رازیانه + ۵۰ در صد اسپرس و تیمار تلفیقی کودی با نسبت ۵۰ در صد دامی + ۵۰ در صد شیمیایی در طول زمان مناسب برای این گیاهان را پیشنهاد کرد.

References

Agha Baba Dastjerdi, M., Amini Dahaghi, M., Chaichi, M.R., Bosaghzadeh, Z., 2014. The Effect of different fertilization systems on nutrititative and qualitative characteristics medicine forage (Case study: alfalfa and fennel). Agricultural Crop Management 16(1): 111-125. (In Persian with English Summary)

Albayrak, S., Turk, M., Yuksel, O., and Yilmaz, M., 2011. Forage yield and the quality of perennial legumegrass mixtures under rainfed conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39(1): 114-118.

Asay, K.H., Jensen, K.B., Waldron, B.L., Han, G., Johnson, D.A., and Monaco, T.A., 2002. Forage quality of tall fescue across an irrigation gradient. Agronomy Journal 94: 1337-1343.

Asghari, A., Razmjo, Z., and Tehrani, M., 2006. Effect of nitrogen on yield and yield components and percentage of seed protein of four sorghum cultivars. Journal of Agricultural Science and Natural Resources 13: 45-54. (In Persian with English Summary)

Bayu, W., Rethman, N.F.G., Hammes, P.S., and Alemu, G., 2006. Effects of farmyard manure and in organic fertilizers on sorghum growth, yield, and nitrogenuse in a semi-arid area of Ethiopia. Journal of Plant Nutrition 29(2): 391-407.

Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U., and Mayee, C.D., 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality, and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). Bioresource Technology 96: 345-349.

Bahador, M., Gharineh, M.H., Abdali Mashhadi, A., and Lotfi Jalal-abadi, A. 2012. The effects of lead heavy metal on

www.SID.ir

Archive of SID

hemp (*Cannabis sativa* L.) seed germination and seedling traits. National Congress on Medicinal Plants. 11th May. Kish Island.

Bahador, M., Abdali Mashhadi, A., Siadat, S.A., Fathi, Gh., and Lotfi Jalal-abadi A. 2015. Effect of seed pelleting with zeolite and priming with Iron chelate on protein and seed yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties in Ahvaz. Iranian Journal of Pulses Reasearch. 6(1): 32-41. (In Persian with English Summary)

Damjanovic, B., Lepojevic, Z., Zi vcovic, V., and Tolic, A., 2005. Ext raction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical Co_2: Comparison with hyrodistillation. Food Chemistry 92: 143-149.

Dehmardeh, M., Ghanbari, A., Siah Sar, B.A., Ramroudi, M., 2010. Effect of planting ratio and harvest time on forage quality of maize in maize-cowpea intercropping. Iranian Journal of Field Crop Science 41(3): 633-642. (In Persian with English Summary)

Dianatitilaki, G., Tavan, M., Hosseini, A., Mesdaghi, M., 2010. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on forage quality of *Eruca sativa* in winter rangelands (Maravehtapeh, Golestan provinc). Iranian Journal of Rangeland and Desert Research 17(2): 180-190. (In Persian with English Summary)

Eskandari, H., 2004. Evaluation of corn and bean intercropping for forage production. M.Sc. Thesis, University of Zabol, Iran. (In Persian with English Summary)

Fateh, F., Chaichi, M.R., Sharifi-Ashorabadi, E., Mazaheri, D., Jafari, A.A., and Rengel, Z., 2009. Effects of organic and chemical fertilizers on forage yield and quality of Globe artichoke (*Cynara scolymus*). Crop Sciences 1(1): 40-48.

Ghanbari, A. and Lee, H.C., 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*.) and bean (*Vicia faba*.) as a whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. Grass and Forage Science 58(1): 28- 36.

Gholami, H., Mirhadi, S.A., and Reza-yazdi, K., 2016. Estimation of energy content of Iranian sainfoin using chemical composition and *In vitro* gas production data. Journal of Animal Production 18(4): 741-748. (In Persian with English Summary)

Hail, Y., Daci, M., and Tan, M., 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding. Journal Animal Advance 8(7): 1337- 1342.

Hall, M.H., Smiles, W.S., and Dickerson, R.A., 2000. Morphological development of alfalfa cultivars selected for higher quality. Agronomy Journal 92: 1077-1080.

Hassanvand, M., Jafari, A.A., Sepahvand, A., and Nakhjavan, S., 2010. Study for yield and quality traits in 6 domestic populations of common vetch (*Vicia sativa*) grown under optimum and dry land farming system in Lorestan, Iran. Iranian Journal of Range and Desert Research 16(4): 517-535. (In Persian with English Summary)

Heshmati, G.A., Baghani, M., and Bazrafshan, O., 2006. Comparison of nutritional values of 11 rangeland species in eastern part of Golestan province. Pajouhesh and Sazandegi 73: 90-95. (In Persian with English Summary)

Ibrahim, M., Hassan, A.U., Iqbal, M., and Valeem, E.E., 2008. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. Pakistan Journal of Botany 40: 2135-2141.

Jafari, A., and Goodarzi, A., 2007. Genetic variation for yield and its relationships with quality and agronomic traits in 72 accessions of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 14(4): 215-229. (In Persian with English Summary)

Jafari, A., Connolly, V., and Walsh E.K., 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by Near Infrared Spectroscopy. Irish Journal of Agricultural and Food Research 42: 293-299.

Kevin, L., Kenneth, A., Albrecht, A., Lauer, J.G., and Riday, H., 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. Crop Science 48: 371-379.

Kiani, S, Moradi Telavat, M.R., Siadat, S.A., Abdali Mashhadi, A.R., and Sari, M., 2015. Evaluation of qualitative and quantitative of forage yield in intercropping of barley and fennel at different levels of nitrogen. Agricultural Crop Management 16(4)*:* 973-986. (In Persian with English Summary)

Kiani, S., Siadat, S.A., Moradi Telavat, M.R., Abdali Mashhadi, A.R., and Sari, M., 2014. Effect of nitrogen rates on yield and quality of forage in intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 16(2)*:*77-90. (In Persian with English Summary)

Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D., 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agronomy for Sustainable Development 27: 95-99.

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: 106-113.

Mahajan, A., and Gupta, R.D, 2009. Integrated nutrient management (INM) in a sustainable rice - wheat cropping system.

www.SID.ir

Archive of SID

Springer Science & Business Media, New York.

Majidi, M.M., and Arzani, A., 2009. Study of relationship between morphological, agronomic and qualitative traits in sainfoin populations (*Onobrychis viciifolia* Scop.). Journal of Plant Production 16(2): 159-171. (In Persian with English Summary)

Majidi Dizadj, H., Mazaheri, D., Sabahi, G., and Mirab Zadeh, M., 2014. Evaluation of the yield and quality in sainfoin and alfalfa intercropping. Iranian Journal of Crop Sciences 16(1):51-61. (In Persian with English Summary)

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A., 1995. *Animal Nutrition*. 5th Ed. Longman Scientific and Technical, New York.

Mohsenabadi, G., Jahansooz, M.R, Chaichi, M.R., Rahimian Mashhadi, H., Liaghat, A.M., Savaghebi, G., 2008. Evaluation of barley–vetch intercrop at different nitrogen rates. Journal of Agricultural Science and Technology 10(1): 23-31.

Nabati, J., Kafi, M., Khaninejad, S., Masoumi, A., Zare Mehrjerdi, M., 2015. Evaluation of forage quality traits in five kochia (*Kochia scoparia*) ecotypes for biosaline agriculture in Iran. Environmental Stresses in Crop Science 7(2): 195-206. (In Persian with English Summary)

Naghizadeh, M., and Galavi, M., 2012. Evaluation of phosphorous biofertilizer and chemical phosphorous influence on fodder quality of corn (*Zea mays* L.) and grass pea (*Lathyrus sativa* L.) intercropping. Journal of Agroecology 4(1): 52-62. (In Persian with English Summary)

Pembleton, K.G., Rawnsley, R.P., Donaghy, D.J., and Volence, J.J., 2009. Water deficit alters canopy structure but not photosynthesis during the regrowth of alfalfa. Crop Science 49: 722-731.

Rao, M.R., and Singh, M., 1990. Productivity and risk evaluation in contrasting intercropping system. Field Crops Research 23: 279–293.

Rezaei, M., Naghavi, M.R., Maali Amiri, R., Mohammadi, R., Jafari, A.A., and Kaboli, M.M., 2011. Evaluation of diversity in Iranian ecotypes of alfalfa using forage quality components. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 19(1): 39-54. (In Persian with English Summary)

Roberts, C.A., Stuth, J., and Finn, P.C., 2003. *NIRS applications in forages and feedstuffs*. In: Roberts, C.A., Workman, J., Reeves, J. (Eds.), Near Infra-spectroscopy in Agriculture. Agronomy Monograph. 321. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Saiednejad, A.H., 2009. Investigating the effect of organic, biological, and chemical fertilizers on morphological traits, yield and yield components and quality characteristics of forage sorghum (*Sorghum bicolor*). M.Sc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Smith, K.F., Reed, K.F.M., and Foot, J.Z., 1997. An assessment of the relative importance of specific traits for the genetic improvement of nutritive value in dairy pasture. Grass Forage Science 52: 167-175.

Thobasti, T., 2009. Growth and yeild responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in an intercropping system. M.Sc. Thesis, University of Pretoria, 149 p.

Vos, J., Vander Putten, P.E.L. and Birch, C.J., 2005. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf nitrogen economy, and photosynthetic maize (*Zea mays* L.). Field Crops Research 93: 64-73.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.3, Fall 2021, p. 563-579

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۵۷۹-۵۶۳

Evaluation of Organic and Nitrogen Fertilizers Application on Quality of Forage of Fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) under Intercropping System

H. Yousefyan Ghahfarokhi[1], M. Esmaeili[2*], A. Danesh Shahraki[3], and M. Ghajar Sepanlu[4]

Submitted: 14-04-2019
Accepted: 30-11-2019

Yousefyan Ghahfarokhi, H., Esmaeili, M., Danesh Shahraki, A., and Ghajar Sepanlu, M., 2021. Evaluation of organic and nitrogen fertilizers application on quality of forage of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) under intercropping system. Journal of Agroecology 13(1):563-579.

Introduction

Intercropping of medicinal plants with forages is an approach to improve livestock health. In fact, intercropping is more efficient than monocropping systems because of superior yield due to better absorption of resources. Forage with a high nutritive value can be produced using intercropping systems along with manure fertilizer, and more recovery nutrients can be observed in the multiple cropping systems than single cropping systems. Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) is an important forage legume, which has been cultivated for hundreds of years in many parts of the world, especially Asia, Europe, and North America. There is a renewed interest in sainfoin because of its use in animal diets and key nutritional properties such as high nutritive value and high forage palatability. The medicinal herbs are considered as natural products, with growth-promoting and antioxidant effects, and consequently, consumers may be using them for livestock feeds. Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is an annual medicinal and aromatic plant belonging to the Apiaceae (Umbelliferaceae) family and is native to the Mediterranean area. As the quantity and quality of forage production and the importance of medicinal plants in nutrition, the goal of the study was to investigate the methods of intercropping systems on forage quality of sainfoin and fennel under cow manure and urea fertilizer treatments.

Materials and Methods

In order to investigate the effects of fertilizer sources and intercropping ratio, a split-plot experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications at Shahrekord University research farm during 2015 and 2016. Five fertilizer sources (chemical fertilizer, chemical + manure fertilizer (1: 1), (2:1), (1:2) and manure fertilizer) and sole cropping of fennel (F), and sole cropping of sainfoin (S), and three intercropping ratio (F: S 3:1, 1:1 and 1: 3) were also considered. The N fertilizer treatments and intercropping systems were arranged in main and sub-plots, respectively.Forage quality parameters include Crude Protein (CP), Crude Fiber (CF), Dry Matter Digestible (DMD), Water-Soluble Carbohydrate (WSC), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Ash (ASH), and Metabolism Energy (ME) were measured using standard procedures.

Results and Discussion

The results showed that forage quality traits of sainfoin and fennel were significantly affected by N fertilizer and mixed crop patterns. The highest crude protein was related to sole cropping of fennel and higher ratios of chemical

1- PhD Student of Agronomy, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2- Associate Professor of Agronomy, Sari Agricultural sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
3- Associate Professor of Agronomy, Department of Agronomy, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
4- Associate Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
(* Corresponding author: ma.esmaeili@sanru.ac.ir)
Doi: 10.22067/jag.v13i3.80079

www.SID.ir

Archive of SID

fertilizer in the first year, and intercropping and higher ratios of manure in the second year. The highest dry matter digestibility has obtained for the monocropping of sainfoin with integrated fertilizer. Crude fiber and acid detergent fiber decreased in higher ratios of sainfoin. Metabolism energy was higher under chemical fertilizer in the first year and under manure in the second year, as well as the ash under manure, and both were higher in monocropping of fennel. Previous studies conducted a berseem clover and basil intercropping system and reported that all of the forage quality traits of berseem clover, including DMD, CP, WSC, NDF, ADF, and ASH were improved in the additive intercropping system as a legume–basil mixture. They demonstrated that interactions between intercropped plants played an important role in the quality improvement of the forage due to better light interception.

Conclussion

In general, our findings showed that N fertilizer sources and intercropping systems affected the forage quality of the fennel and sainfoin. We suggest 50 % fennel + 50 % sainfoin with 50 % manure + 50 % urea fertilizer.

Keywords: Crude protein percentage, Acid detergent fiber, Dry matter digestible

www.SID.ir