



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

صفحه‌های ۴۶۴-۴۹۹

DOI: 10.22059/jci.2021.319053.2516

مقاله پژوهشی:

مقایسه عملکرد کمی و کیفی نسبت‌های جایگزینی کشت مخلوط کاسنی با یونجه یک‌ساله در سطوح مختلف تغذیه

مهرنوش گرشاسبی^{۱*}، محمد رفیعی‌الحسینی^۲، سینا فلاح^۳، علی اشرف جعفری^۴، شمسعلی رضازاده^۵

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۴. استاد پژوهش، بخش تحقیقات مرتع موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۵. استادیار، گروه فارماکونوزی و داروسازی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶

چکیده

برخی گیاهان دارویی نقش مهمی در تولید علوفه با کیفیت دارند و ضمن کاهش هزینه‌های تولید به حفاظت محیط زیست و منابع آب و خاک نیز کمک می‌کنند. از طرفی کشت مخلوط و کاربرد کودهای آلی و زیستی یا تلفیق مناسب این دو با کودهای شیمیایی می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار در افزایش عملکرد گیاهان در کشاورزی پایدار موردتوجه قرار گیرد. به همین منظور جهت بررسی اثر منابع مختلف کود و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جایگزینی کاسنی و یونجه یک‌ساله اسکوتالاتا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه آزمایشی واقع در شهرستان بهبهان به‌اجرا در آمد. فاکتور اول نوع نهاده تغذیه‌ای (شیمیایی، آلی و تلفیقی) شامل سه سطح کود شیمیایی (اوره+ سوپرفسفات تریپل)، کود ورمی‌کمپوست و کود تلفیقی (کود زیستی نیتروکسین+ فسفات بارور+ ۵۰ درصد کود شیمیایی) بود و فاکتور دوم نسبت‌های مختلف کشت در پنج سطح شامل کشت خالص کاسنی (SC)، کشت خالص یونجه (SM)، یک ردیف کاسنی: یک ردیف یونجه (C₁M₁)، یک ردیف کاسنی: دو ردیف یونجه (C₁M₂) و دو ردیف کاسنی: یک ردیف یونجه (C₂M₁) بودند. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد علوفه کاسنی و یونجه و ویژگی‌های کیفی علوفه شامل درصد و عملکرد پروتئین خام، درصد خاکستر، فیبر خام، قابلیت هضم ماده خشک و محتوای عناصر کلسیم و فسفر علوفه بود. نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد علوفه خشک کاسنی و یونجه (به ترتیب ۴/۰۴ و ۴/۷۳ تن در هکتار) در تیمار تک‌کشتی و منبع کود شیمیایی حاصل شد. نسبت‌های کشت مخلوط و کاربرد کودهای تلفیقی و ورمی‌کمپوست موجب بهبود پروتئین خام و خاکستر یونجه و بهبود فیبر خام علوفه کاسنی بدون کاهش در سایر صفات کیفی شدند. ارزیابی نسبت برای زمین نشان‌دهنده برتری تمام نسبت‌های کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی این گیاهان بود. در نهایت تیمارهای کشت مخلوط C₁M₁ و C₂M₁ با نسبت برای زمین ۱/۳ و مجموع عملکرد ۵/۴۴ و ۴/۹۵ تن در هکتار و کاربرد کود تلفیقی به‌عنوان تیمارهای برتر شناخته شدند.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، علوفه، کشت خالص، کود، نسبت برابری زمین.

Comparison of Quantitative and Qualitative Yield of Replacement Ratios of Chicory Mixed Cultivation with Annual Medic at Different Nutrient Levels

Mehrnosh Garshasbi^{1*}, Mohammad Rafieiohossaini², Sina Fallah³, Ali Ashraf Jafari⁴, Shamsali Rezazadeh⁵

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

3. Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

4. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

5. Assistant Professor, Department of Pharmacognosy and Pharmacy, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran.

Received: February 14, 2021

Accepted: July 4, 2021

Abstract

Some medicinal plants have an important role in production of fodder with high quality. While reducing the production costs, they protect the environment, water, and soil resources. On the other hand, mixed cultivation and application of organic and biological fertilizers or proper combination of these two with chemical fertilizers can be considered a solution to increase crop yield in sustainable agriculture. For this purpose, in order to investigate the effects of different treatments of fertilizer and ratios of mixed cultivation of Chicory and annual Medic, a factorial experiment has been conducted in a randomized complete block design with three replications at the experimental field located in Behbahan city in 2019-2020 growing season. The first factor has been different fertilizer sources (Chemical, Organic, and Integrated) in three levels: chemical fertilizer, vermicompost fertilizer and combined fertilizer (nitroxin biofertilizer + fertile phosphate 2 + 50% chemical fertilizer) and the second factor has been five intercropping patterns including: sole chicory (SC), sole annual medic (SM), one row of chicory: one row of annual medic (C₁M₁), one row of chicory: two rows of annual medic (C₁M₂) and two rows of chicory: one row of annual medic (C₂M₁). The studied traits are forage yield of chicory and annual medic and quality characteristics of forage including percentage and yield of crude protein, percentage of ash, crude fiber, dry matter digestibility, calcium, and phosphorus content of forage. The results show that the highest dry forage yields of chicory and medic (4.04 and 4.63 t/ha, respectively) are obtained in monoculture and chemical fertilizer treatment. Mixed cultivation ratios and application of combined fertilizers and vermicompost improve crude protein and ash of medic and crude fiber of chicory forage without reducing any other quality traits. Evaluation of land equivalent ratio show the superiority of all mixed ratios over monoculture of these plants. Finally, mixed cultivation treatments C₁M₁ and C₂M₁ with a land equivalent ratio of 1.3 and a total yield of 5.44 and 4.95 tons per hectare and the application of combined fertilizer are recognized as superior treatments.

Keywords: Fertilizer, land equivalent ratio, forage, protein, sole cultivation.

۱. مقدمه

با توجه به فشار بیش از حد دام بر مراتع و به منظور حفاظت از منابع طبیعی و تأمین بخشی از نیاز علوفه صنعت دامپروری ضروری است اقدامات مؤثری از جمله به‌زراعی گیاهان علوفه‌ای مورد توجه قرار گیرد (Safikhani et al., 2013). بوم‌نظام‌های منطبق بر اصول کشاورزی پایدار مانند کشت مخلوط اهدافی مانند تعادل اکولوژیکی، استفاده کارآمدتر از منابع و افزایش حاصلخیزی خاک را دنبال می‌کند (Dahmardeh & Hodiani, 2016) و تفاوت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گونه‌هایی که در کنار یکدیگر رشد می‌کنند سبب افزایش کارایی استفاده از عناصر معدنی و منابع محیطی می‌شود (koocheki et al., 2017).

کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای به همراه گیاهان علوفه‌ای - دارویی علاوه بر دارابودن فواید کشت مخلوط، مزیت‌های درمانی هم‌چون پیشگیری از بیماری‌ها در دام، کاهش مصرف دارو، افزایش کیفیت گوشت مصرفی و در پی آن بهبود تغذیه و سلامت جامعه را در بردارد (Raeis Mirzaei et al., 2013). گزارش‌های متعدد نشان داده است که گیاهان در هم‌جواری با یکدیگر در کشت مخلوط با لگوم‌ها ماده خشک بیش‌تری را به اندام هوایی در مقایسه با ریشه اختصاص می‌دهند که در این شرایط پروتئین افزایش و خاکستر علوفه کاهش می‌یابد (Asper & Levine, 1994) و در ۷۳ درصد سیستم‌های دربرگیرنده کشت مخلوط، میزان زیست‌توده تولیدی برابر ۱/۷ تک‌کشتی گزارش شده است (Brooker et al., 2015).

تعدادی از گونه‌های گیاهی دارویی که به دلایلی چون غیرخوشخوراکی و یا داشتن ترکیبات ضدتغذیه‌ای ارزش علوفه‌ای بالایی ندارند از طریق کشت مخلوط با گیاهان علوفه‌ای می‌توانند علوفه‌ای با کمیت بالا و ارزش دارویی فراوان تولید کنند که با عنوان "علوفه دارو" معرفی شده و

دارای مزایای اکولوژیکی و زیست‌محیطی فراوانی هستند (Bagheri et al., 2014).

کاسنی با نام علمی (*Cichorium intybus* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم خانواده گل‌ستاره‌ای‌ها^۱ است و دارای ساقه‌ای با ارتفاع ۰/۵ تا ۲ متر است (Bais & Ravishankar, 2001). کاسنی به‌عنوان غنی‌ترین منبع اینولین شناخته می‌شود و در بیش‌تر کشورهای جهان به‌منظور استحصال همین ماده کشت می‌شود. اینولین دارای آثار فوق‌العاده‌ای در رشد و سلامت انسان می‌باشد و به‌عنوان یک پریبیوتیک و اصلاح‌کننده بافت باعث تکثیر افزایش فلور روده‌ای می‌شود (Shoab et al., 2016). شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد کاسنی می‌تواند منبع غذایی مطبوع و مغذی برای نشخوارکنندگان باشد و به‌خوبی با شرایط خشک سازگار است (Niderkorn et al., 2019). از طرفی تعلیف دام‌ها با علوفه کاسنی، نفخ ایجاد نمی‌کند و هم‌چنین، بالابودن میزان مواد معدنی، کربوهیدرات‌های محلول در آب و حضور تانن‌های متراکم و ترکیبات فنلی در کاسنی، موجب کاهش انگل‌های روده‌ای در دام می‌شود (Li & Kemp, 2005).

یونجه گونه اسکوتالاتا (*Medicago scutellata*) از جمله گونه‌های یونجه یک‌ساله که در ایران از عملکرد کمی و کیفی خوبی برخوردار است و دارای کیفیت علوفه و میزان بذر بالایی نیز می‌باشد (Derkaoui et al., 1991). این گیاه با داشتن خصوصیتی از جمله عملکرد و پروتئین بالا، خوشخوراکی، ویتامین‌ها و وفور کلسیم و نیتروژن می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای کشت مخلوط با گیاهان یک‌ساله باشد (Shabani et al., 2014). هم‌چنین ایجاد نفخ یکی از مسائلی است که استفاده از این گیاه را به‌تنهایی در تغذیه دام محدود می‌سازد (Pembleton et al., 2010).

1. Asteraceae

کودهای زیستی شامل یک یا چند نوع میکروارگانیسم مفید خاکزی هستند که رشد گیاه میزبان را تحریک می‌کنند و می‌تواند به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی در نظام‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند (Muyayabantu *et al.*, 2013). کود زیستی نیتروکسین دارای مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و حل‌کننده فسفات از جنس سودوموناس است. کود زیستی فسفات بارور ۲ تیز دارای دو سویه باکتری شامل (باکتری⁵ p) سبب تولید اسیدهای آلی و رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی و (باکتری¹³ p) که با تولید آنزیم فسفاتاز باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات عالی می‌شود.

ورمی‌کمپوست نیز با فراهمی عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف، باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، تولید هورمون‌های رشد گیاهی و بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (Arancon *et al.*, 2004; Ravindran *et al.*, 2008). پژوهش‌گران اظهار نمودند که کودهای آلی با افزایش تولید پرولین و کربوهیدرات سبب ایجاد مقاومت در کاسنی هنگام مواجهه با خشکی می‌شوند (Saedi *et al.*, 2017). در پژوهش دیگری گزارش شد بالاترین مقدار عملکرد علوفه یونجه یک‌ساله با کاربرد کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ در تلفیق با میزان مناسبی از کود سوپرفسفات تریپل حاصل شد (Afrasiabi *et al.*, 2011).

تأمین منابع مناسب دارویی جایگزین در تغذیه دام به‌نحوی که شرایط مناسبی برای پیشگیری و درمان بیماری‌های روده‌ای فراهم کند، باید در تولید فرآورده‌های دامی در اولویت طرح‌های تحقیقاتی قرار گیرد. با توجه به تأثیرپذیری گیاهان از نوع کشت و کود و نبودن اطلاعات کافی درخصوص کشت گیاه دارویی کاسنی

کشت مخلوط یونجه با گیاهان دارویی می‌تواند از لحاظ تولید علوفه-دارو ضمن برطرف‌نمودن نیازهای غذایی دام با تأمین متابولیت‌های ثانویه در جهت ارتقای سطح سلامتی دام بدون نیاز به استفاده از داروهای شیمیایی، مؤثر باشد. همچنین این ترکیب علوفه-دارویی می‌تواند اثرات نامطلوب تغذیه از یونجه خالص را تعدیل نموده و روی افزایش تولید شیر دام اثرات مثبت داشته باشد (Agha Baba Dastjerdi *et al.*, 2014). پژوهش‌گران گزارش کردند که در کشت مخلوط یونجه یک‌ساله و جو، یونجه یک‌ساله باعث افزایش ۹ درصدی عملکرد شد (Moynihan *et al.*, 1996). در پژوهش‌های دیگری نیز گزارش شد که در بررسی کشت مخلوط یونجه و اسپرس بر عملکرد علوفه تولیدی، بیش‌ترین عملکرد مربوط به تیمار ۵۰ درصد یونجه+ ۵۰ درصد اسپرس بود (Majidi Dizaj *et al.*, 2014).

پس از طراحی آرایش کشت، مدیریت بوم‌نظام زراعی در کشاورزی پایدار مستلزم ایجاد تغییراتی از جمله جایگزینی نهاده‌های تجدیدناپذیر و مضر با نهاده‌ها و عملیات بوم‌سازگار می‌باشد (Zhang & Li, 2003). از جمله عناصر موردنیاز گیاه نیتروژن و فسفر می‌باشد. نیتروژن به‌عنوان یکی از اجزای مهم ساختمان کلروفیل و پروتئین کیفیت و کمیت زیست‌توده محصولات علوفه‌ای را با افزایش محتوای پروتئین و عملکرد ماده خشک بهبود می‌دهد، فسفر نیز در افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ‌ها و سطح برگ و عملکرد علوفه مؤثر می‌باشد (Kushwaha *et al.*, 2018). هرچند کاربرد کودهای شیمیایی در تأمین این عناصر و جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی از عملیات متداول در سیستم‌های کشاورزی مرسوم است، اما نتیجه آن آلودگی‌های زیست‌محیطی و منابع آب و خاک می‌باشد (Armak *et al.*, 2018)، بر همین اساس در سال‌های اخیر مبحث مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهان مطرح شده است.

به‌عنوان علوفه و همچنین کشت مخلوط با یونجه یک‌ساله، پژوهش حاضر با هدف تعیین بهترین نسبت مخلوط و منبع کود انجام شد تا ضمن پیشگیری از بروز اثرات ناخواسته روش‌های رایج تولید علوفه و کاهش اتکا به نهاده‌های شیمیایی، در جهت ترویج تولید گیاهان دارویی و علوفه باکیفیت، گام مؤثر برداشته و ضمن کاهش هزینه‌های تولید به حفاظت محیط زیست و منابع آب و خاک نیز کمک شود.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بر پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار در مزرعه پژوهشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان بهبهان واقع در استان خوزستان اجراء شد. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک می‌باشد. حداقل و حداکثر دما در این منطقه به ترتیب ۶- و ۶/۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ارتفاع محل از سطح دریا ۳۱۳ متر، میانگین بارندگی سالانه ۳۲۰ میلی‌متر و تبخیر سالانه ۳۴۰۱ میلی‌متر می‌باشد. این ایستگاه در پنج کیلومتری شمال شرقی شهرستان بهبهان با مشخصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه

طول شرقی قرار دارد و خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لومی می‌باشد. فاکتور اول نوع نهاده تغذیه‌ای (شیمیایی، آلی و تلفیقی) شامل سه سطح کود شیمیایی (اوره+ سوپرفسفات تریپل)؛ کود ورمی‌کمپوست و کود تلفیقی (کود زیستی نیتروکسین+ فسفات بارور+ ۲+ ۵۰ درصد کود شیمیایی) و فاکتور دوم پنج نسبت کشت مخلوط شامل کشت خالص کاسنی (SC)، کشت خالص یونجه (SM)، یک ردیف کاسنی: یک ردیف یونجه (C₁M₁)، یک ردیف کاسنی: دو ردیف یونجه (C₁M₂) و دو ردیف کاسنی: یک ردیف یونجه (C₂M₁) بودند. قبل از شروع آزمایش، جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری تصادفی از عمق صفر الی ۳۰ سانتی‌متری انجام شد و همراه با کود آلی ورمی‌کمپوست مورد تجزیه قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۲).

سپس براساس نتایج آزمون خاک و توصیه مرکز تحقیقات آب و خاک میزان مصرف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مشخص شد (اوره ۱۷۰ کیلوگرم، سوپرفسفات تریپل ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) و براساس نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی مصرفی و احتساب میزان نیتروژن در ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد معدنی‌شدن نیتروژن آن، میزان مصرف کود ورمی‌کمپوست (۹/۵ تن در هکتار) تعیین شد.

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری

بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته (%)	نیتروژن (%)	کربن آلی (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
لوم سیلتی	۲۴	۶۸	۸	۴/۲۵	۰/۵۷	۰/۰۷۶	۰/۷۲	۸/۰۹	۲۴۳

جدول ۲. ویژگی‌های ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته (%)	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر کل (%)	پتاسیم (%)
۶/۷	۷/۲۲	۶۰/۱۵	۱/۴۵	۲/۲	۱/۷۵

(CP)، درصد خاکستر^۲ (ASH)، درصد فیبر خام^۳ (CF)، قابلیت هضم ماده خشک^۴ (DMD) و درصد عناصر فسفر و کلسیم و نیتروژن از دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک^۵ (دستگاه NIR مدل Perkin 2086، ساخت کشور سوئد) موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور براساس روش ارائه‌شده توسط Jafari et al. (2014) استفاده شد. عملکرد پروتئین خام و ماده خشک قابل هضم، از حاصلضرب عملکرد علوفه خشک در درصد پروتئین خام و ماده خشک قابل هضم به دست آمدند. برای محاسبه نسبت برابری زمین^۶ (LER) از رابطه زیر استفاده شد:

$$LER = Y_1/F_1 + Y_2/D_2$$

که در این رابطه Y_1 و Y_2 به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم F_1 و D_2 نیز عملکرد خالص گونه اول و دوم است (Mao et al., 2012).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار EXCEL انجام و مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. وزن خشک علوفه

با توجه به آنالیز داده‌ها اثر اصلی نوع کود و اثرات متقابل کود × نسبت مخلوط بر وزن خشک علوفه گیاه کاسنی معنی‌دار نبود، اما اثر نسبت مخلوط بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

هر کرت به طول ۴ متر و عرض ۲/۸۸ متر در نظر گرفته شد. کلیه کرتها شامل هشت خط کاشت و فاصله ردیف‌ها ۳۲ سانتی‌متر بود. در نیمه دوم آبان‌ماه گیاهان به صورت ردیفی و با در نظر گرفتن تراکم مطلوب توصیه‌شده (کاسنی ۱۲ بوته در مترمربع (Taheri Asghari et al., 2009) و یونجه یک‌ساله ۲۲۵ بوته در مترمربع معادل ۳/۹۶ گرم بذر در مترمربع (Liaghat et al., 2009) کشت شدند. در تیمار کودهای شیمیایی نصف کود اوره به همراه کل کود فسفات قبل از کاشت و بقیه به صورت سرک پس از آخرین مرحله تنک‌کردن اعمال شد. در تیمارهای کود زیستی نیز پس از تلقیح یکنواخت کلیه بذرها در زیر سایه خشک‌شدند. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت به صورت کرتی و آبیاری‌های بعدی با توجه به وضعیت بارندگی و نیاز آبی گیاه انجام شد. عملیات تنک‌کردن تا رسیدن به تراکم مطلوب روی ردیف‌ها در مرحله ۶-۵ برگی و وجین علف‌های هرز در دوره رشد با دست طی چند مرحله صورت گرفت. برداشت یونجه در نیمه اول اسفندماه ۹۸ (اواسط گلدهی) و برداشت کاسنی در نیمه دوم فروردین‌ماه ۹۹ (اوایل گلدهی) انجام شد. برداشت علوفه از ردیف‌های میانی هر کرت با حذف دو ردیف از ابتدا و انتهای هر کرت و نیم متر از بالا و پایین ردیف‌ها به عنوان اثرات حاشیه بود. سپس نمونه ای یک کیلوگرمی از علوفه تر گیاهان برداشت شده و سپس در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن (۷۲ ساعت)، جهت خشک‌شدن نگهداری و توزین شده و عملکرد علوفه خشک محاسبه شد. پس از آن مقدار ۱۰۰ گرم علوفه خشک از هر تیمار در هر کرت انتخاب و پس از آسیاب نمودن جهت تعیین خصوصیات کیفی علوفه شامل درصد پروتئین خام^۱

2. Ash
3. Crude Fiber (CF)
4. Dry Matter Digestibility (DMD)
5. Near Infra Red (NIR)
6. Land Equivalent Ratio (LER)

1. Crude Protein (CP)

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کمی و کیفی علوفه کاسنی در کشت مخلوط کاسنی با یونجه یک ساله

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک علوفه	محتوای پروتئین	عملکرد قابل هضم	ماده خشک قابل هضم	عملکرد ماده خشک قابل هضم	نسبت	کسبیم	نسبت
تکرار	۲	۲/۳۰**	۰/۸۰ns	۰/۰۸۴*	۱/۹۱ns	۱/۱۹**	۳/۵۹*	۰/۸۹**	۰/۷۵**
نوع کود	۲	ns/۰/۲۷	۸/۳۵ns	۰/۰۳۵ns	۲/۷۳ns	۰/۱۷ns	۰/۹۰ns	۰/۰۶ns	۰/۰۵ns
نسبت مخلوط	۳	۷/۷۴*	۰/۹۹ns	۰/۳۳**	۰/۷۸ns	۳/۹۱**	۵/۷۱**	۰/۲۰ns	۰/۲۹*
نوع کود × نسبت مخلوط	۶	۰/۲۵ns	۱۷/۲۱*	۹۰/۳۰ns	۳/۱۰ns	۰/۱۳ns	۱/۳۲ns	۰/۱۵ns	۰/۱۹*
خطا	۲۲	۰/۲۶	۶/۴۷	۹۰/۰۱	۲/۰۴	۰/۱۴	۰/۷۷	۰/۱۱	۰/۰۶
ضریب تغییرات (%)		۲۱/۶۳	۱۲/۸۵	۲۸/۸۶	۲/۰۱	۲۲/۰۴	۲/۸۶	۲/۹۴	۵/۰۰

ns، *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار

پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که عملکرد گیاهان در کشت مخلوط به دلیل رقابت برای نور کاهش معنی‌دار دارد (Monti *et al.*, 2016). همچنین در کشت مخلوط شبدر با ریحان استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک می‌شود که با نتایج این پژوهش تطابق دارد (Safikhani *et al.*, 2013).

۲.۳. ویژگی‌های کیفی علوفه

۱.۲.۳. محتوای پروتئین خام (CP)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد پروتئین علوفه کاسنی تحت تأثیر نسبت مخلوط و منابع کود قرار نگرفت، اما اثرات متقابل این دو بر درصد پروتئین در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). طبق مقایسه میانگین اثرات متقابل بیش‌ترین درصد پروتئین کاسنی (۲۳/۴۲) مربوط به تیمار کاسنی خالص و مصرف کود شیمیایی بود و کم‌ترین درصد پروتئین کاسنی در الگوی C₂M₁ و مصرف کود تلفیقی (۱۷/۲۱) حاصل شد (جدول ۷).

با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی نسبت مخلوط بیش‌ترین میزان علوفه خشک (۳/۵۱ تن در هکتار) در تک‌کشتی کاسنی و کم‌ترین میزان (۱/۲۹ تن در هکتار) در الگوی C₁M₂ حاصل شد (جدول ۵). با افزایش سهم یونجه در کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری از میزان عملکرد کاسنی و درمقابل با افزایش سهم کاسنی از عملکرد علوفه یونجه کاسته شد. پژوهش‌گران رقابت بین‌گونه‌ای برای نور و نیتروژن در طول دوره رشد رویشی را دلیل اصلی کاهش عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بیان کردند (Thorsted *et al.*, 2006).

اثر اصلی کود و نسبت مخلوط بر علوفه خشک یونجه در سطح یک درصد و اثرات متقابل این دو در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴).

طبق نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی منبع کود و نسبت مخلوط، بیش‌ترین میزان علوفه خشک در تیمار کود تلفیقی و در الگوی تک‌کشتی یونجه حاصل شد و کم‌ترین میزان علوفه خشک به‌ترتیب مربوط به منبع کود آلی (ورمی‌کمپوست) و نسبت‌های کشت C₁M₁ و C₂M₁ بود (جدول ۶).

مقایسه عملکرد کمی و کیفی نسبت‌های جایگزینی کشت مخلوط کاسنی با یونجه یک‌ساله در سطوح مختلف تغذیه

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کمی و کیفی علوفه یونجه در کشت مخلوط کاسنی با یونجه یک‌ساله

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک علوفه	محتوای پروتئین خام	عملکرد پروتئین خام	ماده خشک قابل هضم	عملکرد ماده خشک قابل هضم	فیبر خام	خاکستر	کلسیم	فسفر
تکرار	۲	۴/۲۲**	۲۱/۷۴*	۰/۰۹۳**	۱/۸۷ns	۱/۳۸**	۰/۶۱ns	۲/۱۷**	۰/۶۱ns	۰/۷۶ns
نوع کود	۲	۱/۳۷**	۱۵/۰۵*	۰/۰۳۴ns	۶/۲۵ns	۰/۳۵ns	۷/۰۵ns	۰/۵۹ns	۰/۳۴ns	۰/۳۶ns
نسبت مخلوط	۳	۴/۴۶**	۱۹/۲۱*	۰/۱۶**	۳/۸۸ns	۱/۴۷**	۰/۸۵ns	۰/۸۸ns	۰/۲۹ns	۰/۲۱ns
نوع کود×نسبت مخلوط	۶	۰/۷۵*	۱۰/۶۱ns	۰/۰۱۸ns	۴/۰۵ns	۰/۲۳ns	۰/۹۸ns	۱/۱۰*	۰/۷۸ns	۰/۷۳ns
خطا	۲۲	۰/۲۷	۵/۰۶	۰/۰۱۴	۵/۶۹	۰/۹۸	۲/۵۷	۰/۴۰	۰/۴۷	۰/۴۳
ضریب تغییرات (%)		۱۸/۵۴	۱۱/۰۵	۲۱/۲۸	۴/۲۷	۲۰	۴/۱۲	۵/۸۳	۳/۱۰	۴/۸۷

ns، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی با یونجه یک‌ساله برای عملکرد کمی و کیفی

علوفه کاسنی

تیمار	وزن خشک علوفه (T/ha)	پروتئین خام (%)	عملکرد پروتئین خام (T/ha)	ماده خشک قابل هضم (%)	عملکرد ماده خشک قابل هضم (T/ha)	فیبر خام (%)	خاکستر (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)
شیمیایی	۲/۴۶a	۲۰/۷۱a	۰/۵۲a	۷۱/۵۲a	۱/۷۶a	۳۰/۴۲a	۱۱/۰۱a	۱/۶۸a	۰/۵۱a
نوع کود	۲/۲۴a	۱۹/۶۰a	۰/۴۸a	۷۱/۲۴a	۱/۷۲a	۳۰/۸۴a	۱۱/۱۳a	۱/۷۱a	۰/۵۲a
ورمی کمپوست	۲/۱۸a	۱۹/۰۸a	۰/۴۲a	۷۰/۵۹a	۱/۵۴a	۳۰/۹۳a	۱۱/۱۲a	۱/۶۹a	۰/۵۱a
نسبت مخلوط	۲/۰۶b	۱۹/۳۳a	۰/۴۱b	۷۱/۰۵a	۱/۴۷bc	۳۰/۴۰bc	۱۰/۹۳a	۱/۶۹a	۰/۵۰c
یونجه: کاسنی (۱:۱)	۲/۰۶b	۱۹/۳۳a	۰/۴۱b	۷۱/۰۵a	۱/۴۷bc	۳۰/۴۰bc	۱۰/۹۳a	۱/۶۹a	۰/۵۰c
یونجه: کاسنی (۱:۲)	۱/۲۹c	۱۹/۸۷a	۰/۲۶b	۷۱/۰۵a	۰/۹۲c	۲۹/۷۷c	۱۱/۲۶a	۱/۵۹b	۰/۵۰c
یونجه: کاسنی (۲:۱)	۲/۵۶b	۱۹/۸۷a	۰/۵۱ab	۷۰/۷۹a	۱/۸۱b	۳۱/۲۲ab	۱۱/۱۴a	۱/۷۱a	۰/۵۲b
کشت خالص کاسنی	۳/۵۱a	۲۰/۱۲a	۰/۷۲a	۷۱/۱۳a	۲/۵۰a	۳۱/۵۳a	۱۱/۰۱a	۱/۷۷a	۰/۵۴a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی با کاسنی برای عملکرد کمی و کیفی علوفه یونجه

نوع کود	تیمار	وزن خشک علوفه (T/ha)	پروتئین خام (%)	عملکرد پروتئین خام (T/ha)	ماده خشک قابل هضم (%)	عملکرد ماده خشک قابل هضم (T/ha)	فیبر خام (%)	خاکستر (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)
شیمیایی تلفیقی ورمی کمپوست	شیمیایی	۲/۸۴ab	۲۱/۴۱a	۰/۵۹a	۵۵/۲۱a	۱/۵۸a	۳۹/۵۰a	۱۰/۷۶a	۲/۲۱a	۰/۴۲a
	تلفیقی	۳/۰۹a	۱۹/۱۸b	۰/۵۸a	۵۵/۷۵a	۱/۷۲a	۳۹/۱۸ab	۱۰/۶۰a	۲/۲۳a	۰/۴۲a
	ورمی کمپوست	۲/۴۲b	۲۰/۴۸ab	۰/۴۹a	۵۶/۶۴a	۱/۳۸a	۳۸/۰۴b	۱۱/۰۳a	۲/۲۰a	۰/۴۳a
نسبت مخلوط	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۲/۵۷bc	۱۸/۷۱b	۰/۴۸b	۵۶/۰۷a	۱/۴۴b	۳۹/۳۵a	۱۰/۷۷ab	۲/۲۲a	۰/۴۳a
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۲/۷۳b	۲۲/۱۷a	۰/۵۹ab	۵۵/۹۱a	۱/۵۴b	۳۸/۸۵a	۱۱/۱۱a	۲/۲۱a	۰/۴۳a
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۲/۰۹c	۲۰/۷۱ab	۰/۴۳b	۵۴/۹۶a	۱/۱۵b	۳۸/۷۷a	۱۰/۹۲ab	۲/۱۹a	۰/۴۲a
	کشت خالص یونجه	۳/۷۶a	۱۹/۸۲b	۰/۷۲a	۵۶/۵۲a	۲/۱۲a	۳۸/۶۵a	۱۰/۳۷b	۲/۲۳a	۰/۴۲a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی با یونجه یک‌ساله برای عملکرد کمی و کیفی علوفه کاسنی

نوع کود	نسبت کشت	وزن خشک علوفه (T/ha)	پروتئین خام (%)	عملکرد پروتئین خام (T/ha)	ماده خشک قابل هضم (%)	عملکرد ماده خشک قابل هضم (T/ha)	فیبر خام (%)	خاکستر (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)
شیمیایی	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۱/۸۸cd	۱۷/۶۵bc	۰/۳۴cde	۷۰/۲۴a	۱/۳۲de	۳۰/۴۲bc	۱۱/۰۰a	۱/۶۲bc	۰/۴۸c
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۱/۲۷d	۲۲/۴۵ab	۰/۲۹cde	۷۲/۱۳a	۰/۹۱e	۳۰/۰۵bc	۱۱/۰۶a	۱/۶۷abc	۰/۵۲ab
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۲/۶۷bc	۱۹/۳۳abc	۰/۵۲bcd	۷۲/۲۲a	۱/۹۳bcd	۳۰/۲۳bc	۱۱/۲۴a	۱/۶۵abc	۰/۵۰abc
	کشت خالص کاسنی	۴/۰۴a	۲۳/۲۴a	۰/۹۴a	۷۱/۴۸a	۲/۸۷a	۳۰/۹۸abc	۱۰/۷۲a	۱/۷۷ab	۰/۵۴a
تلفیقی	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۲/۳۴bcd	۲۱/۶۵abc	۰/۵۴b	۷۲/۱۳a	۱/۶۹cd	۳۰/۳۳bc	۱۰/۷۲a	۱/۷۸a	۰/۵۴a
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۱/۳۴d	۱۷/۲۱c	۰/۲۳e	۷۰/۷۰a	۰/۹۴e	۳۰/۱۲bc	۱۱/۳۴a	۱/۵۶c	۰/۴۷c
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۲/۵۲bcd	۲۰/۵۷abc	۰/۵۲bcd	۷۰/۲۷a	۱/۷۸cd	۳۱/۶۹a	۱۱/۲۲a	۱/۷۴ab	۰/۵۴a
	کشت خالص کاسنی	۳/۴۷ab	۱۸/۹۵abc	۰/۶۷b	۷۱/۸۸a	۲/۵۱ab	۳۱/۲۰a	۱۱/۲۶a	۱/۷۴ab	۰/۵۳ab
ورمی کمپوست	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۱/۹۸cd	۱۸/۶۸abc	۰/۳۸cde	۷۰/۷۷a	۱/۴۰de	۳۰/۴۴bc	۱۱/۰۶a	۱/۶۶abc	۰/۵۰abc
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۱/۲۶d	۱۹/۹۴abc	۰/۲۷de	۷۱/۶۸a	۰/۹۱e	۲۹/۱۵c	۱۱/۳۹a	۱/۵۵c	۰/۴۹bc
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۲/۴۹bcd	۱۹/۷۲abc	۰/۴۹bcde	۶۹/۸۸a	۱/۷۴cd	۳۱/۷۳a	۱۰/۹۵a	۱/۷۴ab	۰/۵۲ab
	کشت خالص کاسنی	۳/۰۱abc	۱۷/۹۸bc	۰/۵۴bc	۷۰/۰۲a	۲/۱۱bc	۳۲/۴۱a	۱۱/۰۶a	۱/۸۰a	۰/۵۳ab

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

مقایسه عملکرد کمی و کیفی نسبت‌های جایگزینی کشت مخلوط کاسنی با یونجه یک‌ساله در سطوح مختلف تغذیه

جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات متقابل کود و نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی با کاسنی برای عملکرد کمی و کیفی علوفه یونجه

نوع کود	نسبت کشت	وزن خشک علوفه (T/ha)	پروتئین خام (%)	عملکرد پروتئین خام (T/ha)	ماده خشک قابل هضم (%)	عملکرد ماده خشک قابل هضم (T/ha)	فیبر خام (%)	خاکستر (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)
شیمیایی	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۲/۳۶bc	۱۹/۴۹b	۰/۴۵bc	۵۶/۵۴a	۱/۳۵cde	۳۹/۹۱a	۱۰/۵۳abc	۲/۱۷a	۰/۴۳ab
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۲/۵۰bc	۲۵/۲۶a	۰/۶۳bc	۵۶/۴۰a	۱/۳۸cde	۳۹/۸۷a	۱۱/۹۷a	۲/۲۰a	۰/۴۲ab
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۱/۸۶c	۲۱/۹۵ab	۰/۴۰c	۵۳/۸۳a	۱e	۳۹/۲۲a	۱۰/۸۱ab	۲/۲۰a	۰/۴۰ab
	کشت خالص یونجه	۴/۶۳a	۱۸/۹۳b	۰/۸۸a	۵۶/۰۷a	۲/۶۰a	۳۸/۹۹a	۹/۷۲c	۲/۲۷a	۰/۴۳a
تلفیقی	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۲/۲۴c	۱۸/۷۷b	۰/۵۶bc	۵۶/۳۲a	۱/۷۴bc	۳۸/۸۴a	۱۰/۸۱abc	۲/۲۷a	۰/۴۴a
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۲/۶۷bc	۱۹/۹۶b	۰/۶۳bc	۵۶/۱۵a	۱/۷۱bcd	۳۷/۸۴a	۱۰/۷۰abc	۲/۲۴a	۰/۴۲ab
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۱/۹۷c	۲۰/۶۱ab	۰/۴۷bc	۵۵/۴۰a	۱/۳۴cde	۳۸/۳۰a	۱۰/۷۰abc	۲/۱۵a	۰/۴۲ab
	کشت خالص یونجه	۲/۸۲bc	۲۲/۵۸ab	۰/۶۷b	۵۵/۱۲a	۲/۱۰ab	۳۷/۱۷a	۱۰/۱۷c	۲/۲۷a	۰/۴۰ab
ورمی‌کمپوست	یونجه: کاسنی (۱:۱)	۳/۱۰bc	۱۷/۸۹b	۰/۴۲c	۵۵/۳۶a	۱/۲۴cde	۳۹/۳۰a	۱۰/۹۸abc	۲/۲۳a	۰/۴۲ab
	یونجه: کاسنی (۱:۲)	۳/۰۳bc	۲۱/۲۹ab	۰/۵۲bc	۵۷/۱۶a	۱/۵۳bcde	۳۸/۸۵a	۱۰/۶۶abc	۲/۱۹a	۰/۴۳ab
	یونجه: کاسنی (۲:۱)	۲/۴۳bc	۱۹/۵۸b	۰/۴۰c	۵۵/۶۵a	۱/۱۱de	۳۸/۷۹a	۱۱/۲۶ab	۲/۲۲a	۰/۴۴a
	کشت خالص یونجه	۳/۸۲ab	۱۷/۹۵b	۰/۶۲bc	۵۸/۳۸a	۱/۶۵bcd	۳۹/۸۰a	۱۱/۲۳ab	۲/۱۵a	۰/۴۳ab

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

پژوهش‌گران معتقدند که 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 می‌شود (Vos et al., 2005). افزایش درصد پروتئین خام علوفه در تیمار کود شیمیایی نسبت به دو روش دیگر احتمالاً مربوط به جذب سریع نیتروژن باشد و ممکن است نتایج آزمایش در سال‌های بعد به‌خاطر آزادسازی تدریجی عناصر از کودهای آلی و تلفیقی متفاوت باشد (Aracnon, 2004).

در بین تیمارهای کشت مخلوط بیش‌ترین میزان درصد پروتئین یونجه (۲۲/۱۷) مربوط به تیمار C_1M_2 بود و کم‌ترین میزان (۱۸/۷۱) در الگوی C_1M_1 مشاهده شد که

باتوجه به اختلاف ناچیز درصد پروتئین در تک‌کشتی کاسنی نسبت به کشت مخلوط، احتمالاً قدرت تثبیت نیتروژن در یونجه و انتقال به کاسنی سبب شده که بین تیمارهای کشت خالص و مخلوط کاسنی از نظر درصد پروتئین اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی منبع کود و نسبت مخلوط بر درصد پروتئین یونجه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، اما اثرات متقابل این دو بر درصد پروتئین یونجه معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیش‌ترین درصد پروتئین یونجه (۲۱/۴۱) در تیمار کود شیمیایی حاصل شد که با منبع کودی ورمی‌کمپوست (۲۰/۴۸) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶).

با کشت خالص یونجه (۱۹/۲۸) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). روند اثر کودهای شیمیایی و تلفیقی بر افزایش درصد پروتئین خام در همه نسبت‌های کشت و مصرف کود شیمیایی و تلفیقی تقریباً مشابه بود اما تأثیر کود آلی ورمی‌کمپوست در نسبت‌های مختلف کشت به گونه متفاوت موجب افزایش درصد پروتئین در تیمار یونجه خالص و کاهش آن در تیمار C_1M_2 نسبت به همین تیمارها در کودهای شیمیایی و تلفیقی شد. از آنجایی‌که کاسنی دارای درصد پروتئین خام بالایی است و از طرفی یونجه از خانواده لگوم و گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن می‌باشد، قرارگرفتن این دو گیاه در کشت مخلوط می‌تواند موجب افزایش کیفیت علوفه بدون کاهش درصد پروتئین نسبت به تک‌کشتی این گیاهان شود. در آزمایش دیگری افزایش نسبت گیاه دارای پروتئین بالادر مخلوط، درصد پروتئین گیاه مجاور را کاهش داد (Giacomini et al., 2003).

با کشت خالص یونجه (۱۹/۲۸) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). روند اثر کودهای شیمیایی و تلفیقی بر افزایش درصد پروتئین خام در همه نسبت‌های کشت و مصرف کود شیمیایی و تلفیقی تقریباً مشابه بود اما تأثیر کود آلی ورمی‌کمپوست در نسبت‌های مختلف کشت به گونه متفاوت موجب افزایش درصد پروتئین در تیمار یونجه خالص و کاهش آن در تیمار C_1M_2 نسبت به همین تیمارها در کودهای شیمیایی و تلفیقی شد. از آنجایی‌که کاسنی دارای درصد پروتئین خام بالایی است و از طرفی یونجه از خانواده لگوم و گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن می‌باشد، قرارگرفتن این دو گیاه در کشت مخلوط می‌تواند موجب افزایش کیفیت علوفه بدون کاهش درصد پروتئین نسبت به تک‌کشتی این گیاهان شود. در آزمایش دیگری افزایش نسبت گیاه دارای پروتئین بالادر مخلوط، درصد پروتئین گیاه مجاور را کاهش داد (Giacomini et al., 2003).

با کشت خالص یونجه (۱۹/۲۸) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). روند اثر کودهای شیمیایی و تلفیقی بر افزایش درصد پروتئین خام در همه نسبت‌های کشت و مصرف کود شیمیایی و تلفیقی تقریباً مشابه بود اما تأثیر کود آلی ورمی‌کمپوست در نسبت‌های مختلف کشت به گونه متفاوت موجب افزایش درصد پروتئین در تیمار یونجه خالص و کاهش آن در تیمار C_1M_2 نسبت به همین تیمارها در کودهای شیمیایی و تلفیقی شد. از آنجایی‌که کاسنی دارای درصد پروتئین خام بالایی است و از طرفی یونجه از خانواده لگوم و گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن می‌باشد، قرارگرفتن این دو گیاه در کشت مخلوط می‌تواند موجب افزایش کیفیت علوفه بدون کاهش درصد پروتئین نسبت به تک‌کشتی این گیاهان شود. در آزمایش دیگری افزایش نسبت گیاه دارای پروتئین بالادر مخلوط، درصد پروتئین گیاه مجاور را کاهش داد (Giacomini et al., 2003).

با کشت خالص یونجه (۱۹/۲۸) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). روند اثر کودهای شیمیایی و تلفیقی بر افزایش درصد پروتئین خام در همه نسبت‌های کشت و مصرف کود شیمیایی و تلفیقی تقریباً مشابه بود اما تأثیر کود آلی ورمی‌کمپوست در نسبت‌های مختلف کشت به گونه متفاوت موجب افزایش درصد پروتئین در تیمار یونجه خالص و کاهش آن در تیمار C_1M_2 نسبت به همین تیمارها در کودهای شیمیایی و تلفیقی شد. از آنجایی‌که کاسنی دارای درصد پروتئین خام بالایی است و از طرفی یونجه از خانواده لگوم و گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن می‌باشد، قرارگرفتن این دو گیاه در کشت مخلوط می‌تواند موجب افزایش کیفیت علوفه بدون کاهش درصد پروتئین نسبت به تک‌کشتی این گیاهان شود. در آزمایش دیگری افزایش نسبت گیاه دارای پروتئین بالادر مخلوط، درصد پروتئین گیاه مجاور را کاهش داد (Giacomini et al., 2003).

فیبر خام در یونجه به ترتیب در منبع کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست حاصل شد و منبع کود تلفیقی با قرار گرفتن در گروه آماری ab حدواسط این دو قرار گرفت (جدول ۶). مقدار فیبر خام واکنش‌های متناقضی را نسبت به تیمارهای کود نشان می‌دهد. عده‌ای از پژوهش‌گران دریافتند که کود باعث افزایش فیبر خام می‌شود (Carr *et al.*, 2004). هرچند که سایر پژوهش‌گران اظهار داشتند که کود باعث کاهش فیبر خام می‌شود و گاهی اوقات روی فیبر خام تأثیری ندارد (Brezink *et al.*, 2002; Jørgensen *et al.*, 1999).

۳.۲.۵. خاکستر علوفه (ASH)

خاکستر علوفه شامل مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی است که باعث بهبود فرایندهای تولید ویتامین‌ها، هورمون‌ها، آنزیم‌ها و غیره می‌شود (Hail *et al.*, 2009). نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در نسبت‌های مختلف کشت، منابع مختلف کود و اثر متقابل این دو از لحاظ میزان خاکستر علوفه کاسنی بود (جدول ۳). اما اثر متقابل کود و کشت مخلوط از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌دار روی درصد خاکستر علوفه یونجه داشت (جدول ۴). درصد خاکستر کاسنی در همه تیمارهای کودی و نسبت‌های کشت در گروه آماری a قرار داشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر اصلی نسبت مخلوط در یونجه نشان داد که میزان خاکستر علوفه یونجه در کشت‌های مخلوط افزایش یافت، اما بین تیمارهای کشت مخلوط اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۶). با توجه به میانگین اثرات متقابل بیش‌ترین میزان خاکستر یونجه (۱۱/۹۷ درصد) در تیمار C_1M_2 و کود شیمیایی و کم‌ترین میزان خاکستر (۹/۷۲ درصد) مربوط به تیمار تک‌کشتی یونجه و مصرف کود شیمیایی بود که با

هکتار) نیز مربوط به نسبت C_1M_2 بود (جدول ۵). بیش‌ترین میزان تولید ماده خشک قابل هضم یونجه (۲/۱۲ تن در هکتار) نیز در تیمار تک‌کشتی بود و تیمار C_2M_1 بدون اختلاف معنی‌دار با سایر الگوهای کشت مخلوط کم‌ترین میزان تولید ماده خشک قابل هضم (۱/۱۵ تن در هکتار) را داشت (جدول ۶). در بررسی کشت مخلوط جو با لگوم‌های یک‌ساله نیز بالاترین ماده خشک قابل هضم در کشت خالص نخود، کشت خالص ماشک و کشت‌های مخلوط جو با لگوم‌ها به دست آمد (Hail *et al.*, 2009).

۳.۲.۴. فیبر خام (CF)

فیبر خام به‌عنوان یک آنالیز استاندارد برای اجزای فیبری یا کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم علوفه به‌کار می‌رود و شامل کلیه مواد غیرقابل هضم علوفه مانند سلولز، همی‌سلولز و لیگنین است. اگر محتوای فیبر خام بالا باشد محتوای انرژی علوفه پایین خواهد بود، زیرا فیبر خام غیرقابل هضم است (Saha *et al.*, 2010). طبق نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی نسبت مخلوط بر درصد فیبر خام کاسنی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳)، این در حالی است که هیچ‌کدام از اثرات اصلی کود، نسبت مخلوط و اثرات متقابل این دو بر درصد فیبر خام یونجه معنی‌دار نشد (جدول ۴). بیش‌ترین درصد فیبر خام کاسنی (۳۱/۵۳) در کشت خالص مشاهده شد که با الگوی C_2M_1 (۳۱/۲۲ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان فیبر خام کاسنی (۲۹/۷۷ درصد) نیز مربوط به نسبت مخلوط C_1M_2 بود که با نسبت C_1M_1 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

احتمالاً به دلیل همزیستی یونجه با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و توان بالای یونجه در تثبیت نیتروژن اتمسفری با افزایش نسبت یونجه درصد فیبر خام در کشت مخلوط کاهش می‌یابد. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد

و لذا امکان جذب بیش‌تر عناصر غذایی را فراهم می‌آورند (Ahlawat & Aharama, 1985). در کشت مخلوط یولاف و نخود نیز جذب کلسیم و فسفر در کشت خالص و مخلوط با نسبت ۷۵ درصد یولاف بیش‌تر بود (Reinhard *et al.*, 2016). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که ظرفیت تبادل کاتیونی ریشه لگوم‌ها حدود دو برابر ریشه غلات می‌باشد (Ghanbari-Bonjar, 2000). احتمالاً در پژوهش حاضر به دلیل تراکم و حجم بالای ریشه کاسنی از یک طرف و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای یونجه از یک طرف بر سر جذب عنصر کلسیم در الگوهای مخلوط رقابت بوده است. در کشت مخلوط ذرت و لویا چشم بلبلی نیز به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالای ریشه لویا و قدرت رقابت بالاتر نسبت به ذرت، عناصر کلسیم و منیزیم بیش‌تری در کشت خالص لویا نسبت به کشت خالص ذرت جذب شدند (Eskandari & Ghanbari, 2011).

۷.۲.۳. محتوای فسفر

فسفر یک عنصر غذایی غیرمتحرک در خاک است و زمانی توسط گیاه جذب می‌شود که ریشه‌های در حال رشد با مواد آلی و غیرآلی که حاوی شکل قابل جذب این عنصر هستند، تماس برقرار کنند (Najafi & Mostafae, 2015). طبق نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت و اثر متقابل نسبت مخلوط و منبع کود بر درصد فسفر گیاه کاسنی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین نسبت مخلوط، بیش‌ترین درصد فسفر کاسنی را در تک‌کشتی این گیاه و کم‌ترین درصد فسفر را به‌طور مساوی در الگوهای C_1M_1 و C_1M_2 نشان داد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیز نشان داد که بیش‌ترین درصد فسفر کاسنی (۰/۵۴) در تیمارهای کشت خالص کاسنی و مصرف کود شیمیایی و هم‌چنین تیمارهای

تک‌کشتی و مصرف کود تلفیقی در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۸). در آزمایشی افزایش میزان کودهای شیمیایی میزان خاکستر را افزایش داد و استفاده از کود نیتروکسین+ بارور ۲ و نیتروکسین منجر به بهبود محتوای خاکستر گیاه شد (Allahdadi *et al.*, 2020). در آزمایش دیگری گزارش شد که با اضافه‌شدن نخود به سیستم کشت، کیفیت علوفه از نظر خاکسترو مواد معدنی بالا می‌رود (Daryaei *et al.*, 2009).

۶.۲.۳. محتوای کلسیم

محتوای بالای عناصر غذایی مختلف در علوفه کیفیت آن را از نظر ارزش غذایی در تغذیه دام افزایش می‌دهد و به‌عنوان یک راه مناسب برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز دام و انسان محسوب می‌شود (Fageria, 2009). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل منبع کود و نسبت‌های کشت بر روی مقدار کلسیم علوفه کاسنی معنی‌دار شد (جدول ۳) اما هیچ‌کدام بر درصد کلسیم یونجه اثر معنی‌دار نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات نسبت مخلوط، بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت کلسیم کاسنی را به‌ترتیب در تک‌کشتی و الگوی C_1M_2 نشان داد (جدول ۵). میانگین اثرات متقابل نیز نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کلسیم کاسنی (۱/۸۰) به‌ترتیب در تیمار کاسنی خالص مصرف کود ورمی‌کمپوست حاصل شد که با سایر تیمارها به‌جز نسبت‌های مخلوط C_1M_1 و مصرف کود شیمیایی و هم‌چنین نسبت‌های C_1M_2 و مصرف کود تلفیقی و ورمی‌کمپوست که کم‌ترین میزان کلسیم (۱/۵۵) را نشان دادند اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۷).

در آزمایش دیگری گزارش شد که گیاهان در کشت مخلوط، به دلیل تفاوت در حجم توسعه ریشه، گیاهان برای جذب عناصر غذایی به‌صورت مکمل عمل می‌کنند

به‌طور مساوی با نسبت برابری زمین جزئی ۰/۷ نسبت به تیمار C_2M_1 با نسبت برابری ۰/۶ برتری داشتند (جدول ۹). نسبت برابری زمین کاسنی در تیمار C_2M_1 بیش‌تر از نسبت برابری جزئی یونجه در همین تیمار بود، اما در نسبت‌های C_1M_1 و C_1M_2 نسبت برابری یونجه بالاتر بود که نشان از برتری گیاه یونجه نسبت به گیاه کاسنی در این نسبت‌های مخلوط داشت. می‌توان چنین اثبات کرد که در این نسبت‌های مخلوط یونجه تأثیر مثبت بیش‌تری از همراهی با کاسنی پذیرفته و توانسته بهره بیش‌تری از منابع برود و همین امر باعث افزایش نسبت برابری آن نسبت به گیاه کاسنی شده است. پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که افزایش LER جزئی به بیش‌تر از ۰/۵ به درجه مکملی اجزای کشت مخلوط بستگی دارد (Monti et al., 2016).

بیش‌ترین نسبت برابری زمین کل (۱/۳) مربوط به نسبت‌های کشت مخلوط C_1M_1 و C_2M_1 بود و تیمار C_1M_1 نیز با نسبت برابری زمین ۱/۲ در مرتبه بعدی قرار گرفت. به‌طور کلی نتایج نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در تمامی سطوح نسبت به کشت خالص می‌باشد. تبادل مواد غذایی، افزایش توانایی رقابتی در کنترل علف‌های هرز، تثبیت نیتروژن، وجود اختلاف در سیستم ریشه‌ای اجزای مخلوط و جذب بیش‌تر تشعشع دلیل افزایش LER در کشت مخلوط می‌باشد (Banik et al., 2006). پژوهش‌گران دیگری نیز عنوان کردند که نسبت برابری زمین بالا ارتباط نزدیکی با سودمندی اقتصادی بالا دارد (Dhima et al., 2007).

C_1M_1 و C_2M_1 و مصرف کود تلفیقی و کم‌ترین درصد فسفر (۰/۴۷) نیز مربوط به تیمار C_1M_2 و مصرف کود تلفیقی و C_1M_1 و مصرف کود شیمیایی بود (جدول ۷). کودهای زیستی درخاک سبب افزایش جمعیت ریزجانداران مفید شده و از این طریق نیز بر فراهمی و جذب فسفر به‌وسیله ریشه گیاه تأثیر می‌گذارد (Fageria, 2009). هیچ‌کدام از اثرات اصلی کود و نسبت مخلوط و اثرات متقابل این دو بر میزان فسفر یونجه معنی‌دار نشد (جدول ۴). در شرایط عادی کشاورزی، مقدار فسفر موجود در یونجه برخلاف عناصر دیگر تغییرات زیادی ندارد و معمولاً به‌ندرت ممکن است مقدار فسفر به‌دست‌آمده از حدود ۰/۲ تا ۰/۵ کم‌تر باشد مگر این‌که این گیاه در خاکی به‌عمل آید که مقدار فسفر آن خیلی کم باشد (Karimi, 1990). در آزمایش دیگری با بررسی اثر نظام‌های مختلف حاصلخیزی خاک بر عملکرد بذر و جذب فسفر در یونجه یک‌ساله مشاهده شد که در بین تیمارهای تغذیه‌ای بیش‌ترین درصد فسفر با کاربرد هم‌زمان باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن و تسهیل‌کننده جذب فسفر به‌دست آمد (Shabani et al., 2014).

۳.۳. نسبت برابری زمین

با توجه به محاسبات صورت‌گرفته بیش‌ترین و کم‌ترین نسبت برابری زمین کاسنی (۸/۰ و ۰/۴) به‌ترتیب در نسبت‌های مخلوط C_2M_1 و C_1M_2 حاصل شد درحالی‌که در گیاه یونجه نسبت‌های مخلوط نسبت C_1M_1 و C_1M_2

جدول ۹. مقادیر نسبت برابری زمین (LER) برای عملکرد علوفه خشک کاسنی و یونجه یک‌ساله در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

تیمار	نسبت برابری زمین کاسنی (LER _a)	نسبت برابری زمین یونجه (LER _b)	نسبت برابری زمین کل (LER)
یونجه: کاسنی (۱:۱)	۰/۶	۰/۷	۱/۳
یونجه: کاسنی (۱:۲)	۰/۴	۰/۷	۱/۲
یونجه: کاسنی (۲:۱)	۰/۸	۰/۶	۱/۳

- Medicago scutellata, cv. Robinson. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 4, 43-54. (In Persian).
- Agha Baba Dastjerdi, M., Amini Dahaghi, M., Chaichi, M., & Bosaghzadeh, Z. (2014). The Effect of different fertilization systems on nutritative and qualitative characteristics medicine forage (Case study: alfalfa and fenne). *Journal of Crop Improvement*, 16(1), 111-125. (In Persian).
- Ahlawat, A., & Aharama, R. (1985). Water and nitrogen management in wheat-lentil intercropping system under late-season condition. *Journal of Agricultural Science*, 105, 697-701.
- Allahdadi, M., Raci, Y., Bahreini nejad, B., Taghizadeh, A., & Narimani, S. (2020). Effects of biological fertilizers on some morphological and nutritional properties of globe artichoke. *Iran Agricultural Research*, 39(2), 1-10 (In Persian).
- Arancon, N., Edwards, CA., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93(2), 145-153.
- Arnak, A., Farzi, H., & Alipanah, M. (2018). Impact of use of different sources of humic, bio and nano fertilizers and nitrogen levels on saffron (*Crocus sativus* L.) flower yield. *Journal of Saffron Agronomy & Technology*, 5(4), 329-344.
- Arzani, H. (2009). *Forage quality and daily requirement of grazing animal*. University of Tehran press. 354 p. (In Persian).
- Asper, M., & Levine, S.H. (1994). Effect of intercropping Maize with other legumes as a main crop. *Progressive Agriculture*, 1(1), 77-81.
- Bagheri, M., Zaeferian, F., Bicharanlou, B., & Ghanizadeh, H. (2014). A Study of intercropping of Maize with sweet basil and borag. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 2(158), 13-28.
- Bais, H. P., & Ravishankar, G. A. (2001). *Cichorium intybus* L. cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. *Journal of Science Food Agriculture*, 81, 467-484.
- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K., & Ghose, S. S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment. *European Journal of Agronomy*, 24, 325-332.
- Brezink, B. C., Santavec, I., & Tajnsek, A. (2002). Management system and mineral nitrogen rate impact on the barley grain composition and its nutritional value for ruminants. *Rostlinna Vyroba*. 48, 463-470.

۴. نتیجه گیری

با توجه به نتایج پژوهش بالاترین عملکرد علوفه خشک کاسنی و یونجه (به ترتیب ۴/۰۴ و ۴/۶۳ تن در هکتار) در تیمار تک کشتی و منبع کود شیمیایی حاصل شد، اما در نسبت های کشت مخلوط، عملکرد کل علوفه در واحد سطح اشغالی نسبت به کشت خالص افزایش پیدا کرد. کشت مخلوط و کاربرد کودهای تلفیقی و ورمی کمپوست موجب بهبود کیفیت علوفه یونجه از نظر افزایش پروتئین خام و خاکستر یونجه و هم چنین بهبود فیبر خام علوفه کاسنی بدون کاهش در سایر صفات کیفی شدند. ارزیابی شاخص نسبت برابری زمین نشان دهنده برتری تمام نسبت های کشت مخلوط نسبت به تک کشتی این گیاهان بود. در نهایت تیمارهای کشت مخلوط C_1M_1 و C_2M_1 با نسبت برابری زمین ۱/۳ و مجموع عملکرد ۵/۴۴ و ۴/۹۵ تن در هکتار و کاربرد کود تلفیقی به عنوان تیمارهای برتر شناخته شدند و می تواند به عنوان یک گزینه مناسب در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار و تولید علوفه دارو مورد توجه قرار گیرد.

۵. تشکر و قدردانی

از حمایت های علمی و فنی آقای دکتر محمدرضا رفیع محقق ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان و زحمات بی دریغ آقایان مهندس شهرامی و قاسم آریان پرسنل زحمت کش نهالستان اداره منابع طبیعی بهبهان که ما را در اجرای این آزمایش یاری نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Afrasiabi, M., Amini Dehaghi, M., & Modarres Sanavy, A.M. (2011). Effect of phosphate biofertilizer Barvar-2 and triple super phosphate fertilizer on yield, quality and nutrient uptake of

- Brooker, R.W., Bennett, A.E., Cong, W.F., & Daniell, T.J. (2015). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy. *plant physiology and ecology. New Phytologist*, 206, 107-117.
- Carr, P. M., Horsley, R. D., & Poland, W. (2004). Barley, oat, and cereal-pea mixtures as dryland forages in northern great plains. *Agronomy Journal*, 96, 677-684.
- Dahmardeh, M., & Hodiani, A. (2016). Assessment of soil elements in intercropping based on mathematical modeling. *Computers and Electronics in Agriculture*, 122, 218-224.
- Daryaei, F., Chaichi, M. R., & Aghaalikhani, M. (2009). Evaluation of Forage Yield and Quality in Chickpea/Barley Intercropping. *Field Crop Science*, 40(2), 11-19.
- Derkaoui, M., Caddel, J.L., & Christiansen, S. (1991). A frost tolerance screening of annual medicago spp. *Agricolura Mediterranea*, 120, 407-416.
- Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., & Dordas, C. A. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crop Research*, 100, 249-256.
- Eskandari, H., & Ghanbari, A. (2011). Evaluation of competition and complementarity of corn (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna sinensis* L.) intercropping for nutrient consumption. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(2), 67-75. (In Persian).
- Fageria, N. K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC BY Press Taylor & Francis Group, LLC.
- Ghanbari-Bonjar, A. (2000). Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low-input forage. *Ph.D. thesis*. Wye College, University of London.
- Giacomini, S. J., Vendruseolo, E. R. O., Cubilla, M., Nicoloso, R. S., & Fries, M. R. (2003). Dry matter, C/N ratio and nitrogen, phosphorus and potassium accumulation in mixed soil cover crops in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 27, 325-334.
- Hacker, J. B., & Minson, D. J. (1981). The digestibility of plant parts. *Herbage Abstract*, 51, 459-482.
- Hail, Y., Daci, M., & Tan, M. (2009). Evaluation of Annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding, yield and quality. *Journal Animal Advance*, 8(7), 1337-1342.
- Jafari, A. A., Rasoli, A., Tabaei-Aghdaei S. R., Salehi Shanjani, P., & Alizadeh, M. A. (2014). Evaluation of herbage yield, agronomic traits and powdery mildew disease in 35 populations of sainfoin (*Onobrychis sativa*) across five environments of Iran. *Romanian Agricultural Research*, 31, 1-8.
- Jeylani, M., AjamNorouzi, H., & Rabiee, M. (2016). Effect of planting bed on quantity of hay in different mixing ratio of barley and vetch in rainfed condition of rasht area. *Research in Crop Ecosystems*, 3(2), 23-35.
- Jørgensen, H., Gabert, V. M., & Fernández, J. A. (1999). Influence of nitrogen fertilization on the nutritional value of high-lysine barley determined in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 79, 79-91.
- Karimi, H. (1990). *Alfalfa*. University Press Center. (In Persian).
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R & Mansoori, H. (2017). Strategies of transition to sustainable agriculture in Iran, I-Improving resources use efficiency. *Journal of Agroecology*, 9(3), 618-637. (In Persian).
- Kushwaha, M., Singh, M., Pandey, A. K., & Kar, S. (2018). Role of nitrogen, phosphorus and bio-fertilizer in improving performance of fodder sorghum -a review. *Journal of Hill Agriculture*, 9(1), 22-29.
- Li, G., & Kemp, P. D. (2005). Forage chicory (*Cichorium intybus* L.): A review of its agronomy and animal production. *Advances in Agronomy*, 88, 187-222.
- Liaghat, A. R., CHaichi, M. R., & Hosseini, S. M. B. (2009). The effect of deferred harvesting, sowing density and harvest intensity on forage yield and some vegetative characteristics of annual Medic (*Medicago scutellata* Var Robinson). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(1),99-107. (In Persian).
- Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dhima, KV., Dordas, C. A., & Yiakoulaki, M. D. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*, 99, 106-113.
- Majidi Dizaj, H., Mazaheri, D., Sabahi, G., & Mirabzadeh, M. (2014). Evaluation of forage yield and quality in alfalfa and sainfoin intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16(1), 51-61. (In Persian).
- Mao, L., Zhang, L., Li, W., van der Werf, W., Sun, J., Spiertz, H., & Li, L. (2012). Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop. *Field Crops Research*, 138, 11-20.
- Moynihan, J. M., Simmons, S. R. & Sheaffer, C. C. (1996). Intercropping annual medic with conventional height and semidwarf barley grown for grain. *Agronomy Journal*, 88(5), 823-828.

- Monti, M., Pellicano, A., Santonoceto, C., Preiti, G., & Pristeri, A. (2016). Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 196, 379-388.
- Muyayabantu, G. M., Kadiata, B. D., & Nkongolo, K. K. (2013). Assessing the effects of integrated soil fertility management on biological efficiency and economic advantages of intercropped maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) in DR Congo. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(3), 520-541.
- Najafi, N., & Mostafae, M. (2015). Improvement of corn plant nutrition by farmyard manure application and intercropping with bean and bitter vetch in a calcareous soil. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(1), 1-22. (In Persian).
- Niderkorn, C., Martin, M., Bernard, A., Le Morvan, Y., Rochette, R., & Baumont, M. (2019). Effect of increasing the proportion of chicory in forage-based diets on intake and digestion by sheep. *Animal*, 13(4), 718-726.
- Pembleton, K. G., Volence, J. J., Rawnsley, R. P., & Donaghy, D. J. (2010). Partitioning of taproot constituents and crown bud development are affected by water deficit in regrowing alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Crop Science*, 50, 989-999.
- Pritchard, K. E. (1987). Yield and quality of irrigated summer fodder crops in Northern Victoria. *Australian Society of Soil Science*, 27(6), 817-823.
- Raeis Mirzaei, M., & Nakhzari Moghaddam, A. (2013). The role of forage plants medicines in animal nutrition. *The First National Conference on Natural Resources Management, Gonbad Kavous University*. (In Persian).
- Ravindran, B., Dinesh, S. L., Kennedy, L., & Sekaran, G. (2008). Vermicomposting of solid waste generated from leather industries using epigeic earthworm *Eisenia fetida*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 151, 480-488.
- Reinhard, W., Neugschwandtner, R., & Kaul, P. H. (2016). Concentrations and uptake of macronutrients by oat and pea in intercrops in response to N fertilization and sowing ratio. *Journal Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(9), 1236-1249.
- Saedi, F., Mosavi Nik, S.M., & Rahimian Bogar, A.R. (2017). Effects of different fertilizers on the morphophysiological characteristics of chicory under drought stress. *Journal of Crop Improvement*, 19(1), 119-132. (In Persian).
- Safikhani, S., Chaichi, M. R., & Pour Babaei, A. (2013). The effects of different N fertilizers (chemical, biological and integrated) on forage quality of berseem clover in an intercropping system with Basil. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(2), 237-248. (In Persian).
- Saha, U. K., Sonon, L. S., Hancock, D. W., Hill, N.S., Stewart, L., Heusner, G. L., & Kissel, D. E. (2010). Common terms used in animal feeding and nutrition. *The University of Georgia, College of Agriculture and Environmental*.
- Shabani, Q., Chayichi, M. R., Ardakani, M. R., Khavazi, K., & Friedel, Y. (2014). The effect of different fertilizing systems on seed yield and phosphorous absorption in annual medic var. Robinson. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 104, 87-95. (In Persian).
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Husnain, R., Sharif, H. R., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymer*, 20(147), 444-454.
- Taheri Asghari, M., Daneshian, J., & Aliabadi Farahani, H. (2009). Effects of drought stress and planting density on quantity and morphological characteristics of chicory (*Cichorium intybus* L.). *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 1(1), 12-14.
- Thorsted, M. D., Olesen, J. E., & Weiner, J. (2006). Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *Field Crop Research*, 95, 280-290.
- Vos, J., Vander Putten, P. E. L., & 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.
- Zhang, F. S., & Li, L. (2003). Using competitive and facilitative interactions in intercropping system enhance crop productivity and nutrient use efficiency. *Plant and Soil*, 248, 305-312.