Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 1, Sprig 2021 (61-73)
DOI: 10.22059/ijfcs.2020.271663.654558

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰ (ص۷۳-۶۱)

اثر منابع زیستی و شیمیایی کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه ذرت و شنبلیله در کشت مخلوط سری افزایشی

حمید عباس‌دخت*[۱]، علیرضا شفقی[۲]، منوچهر قلی‌پور[۳]
۱و۲و۳- دانشیار، دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکد کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱)

چکیده

به‌منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی علوفه کشت مخلوط با کشت‌های خالص ذرت و شنبلیله، تحت تأثیر انواع کودهای نیتروژن (شیمیایی، زیستی و تلفیقی)، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در سربیشه استان خراسان جنوبی، به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. سطوح کودی شامل بدون کوددهی نیتروژن (شاهد)، ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن به‌صورت اوره (۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن به‌صورت اوره (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کود زیستی نیتروکسین (*آزوسپوریلیوم- ازتوباکتر*)، کود تلفیقی شامل نیتروکسین و ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن به‌عنوان عامل اصلی و الگوی کشت در شش سطح شامل خالص شنبلیله، خالص ذرت، مخلوط افزایشی ذرت و شنبلیله در چهار ترکیب (ذرت ۱۰۰ درصد و شنبلیله با نسبت ۲۵ درصد،۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد) به‌عنوان عامل فرعی بودند. صفات کمّی تحت تأثیر الگوی کشت، نوع کوددهی و اثر متقابل تیمارها قرار گرفت. بیشترین تأثیرات روی عملکرد ماده خشک در کشت‌های خالص همراه کوددهی مشاهده شد. تمام صفات کیفی تحت تأثیر معنی‌دار اثر متقابل تیمارها قرار گرفتند. صفات مختلف کیفی در کشت‌های خالص، بیشترین و کمترین مقادیر را نشان دادند و کشت‌های مخلوط، گروه‌های حد واسط را تشکیل دادند. بیشترین ماده خشک قابل هضم (DMD) در کشت خالص شنبلیله با مصرف۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۸۳/۴۷ درصد)، بیشترین پروتئین خام(CP) در کشت خالص شنبلیله با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۱۹/۰۱ درصد)، بیشترین خاکستر (ASH) در کشت خالص شنبلیله با کاربرد کود زیستی (٦/٦٤ درصد) و بیشترین فیبر خام (CF) و کربو هیدرات محلول در آب (WSC) در کشت خالص ذرت و مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۳٤/٤۱ و ۳۳/۵۸ درصد) مشاهده شد. نتایج نشان داد که غالباً شاخص نسبت برابری زمین در کشت‌های مخلوط، بیش از یک است و بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۵۵۷) به کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰ درصد شنبلیله با کاربرد کوددهی تلفیقی تعلق داشت. در مجموع، الگوی کشت مخلوط با تراکم بالاتر شنبلیله، علاوه بر افزایش نسبت برابری زمین، باعث بهبود کیفی علوفه مخلوط می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، کربوهیدرات محلول در آب، ماده خشک قابل هضم، نسبت برابری زمین، نسبت رقابت.

Effect of biological and chemical source of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of maize and fenugreek forage in additive intercropping series

Hamid Abbasdokht[1*], Alireza Shafaghi[2], Manouchehr Gholipoor[3]
1,2,3. Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology.
(Received: December 18, 2018- Accepted: January 21, 2020)

ABSTRACT

To investigate the quantitative and qualitative traits of forage in row cropping with pure corn and fenugreek and the effects of various nitrogen fertilizers (chemical, biological and combined), an experiment was carried out based on a randomized complete block design with four replications in the Southern Khorasan province during 2016-2017 cropping year. Different levels of fertilizers including without nitrogen fertilizer (control), 50% nitrogen chemical fertilizer by urea (75 Kg/h), 100% nitrogen fertilizer by urea (150Kg/h), biofertilizer by nitroxin (*Azosporium-Azotobacter*), combined fertilizer including nitroxin and 50% of chemical fertilizer as main factor and different composition of cultivation in six levels including pure fenugreek, pure maize, additive intercropping of corn and fenugreek in four components (100% maize + fenugreek with 25%, 50%, 75%, 100% ratio) as sub factor were the treatments. Quantitative traits were affected by crop and fertilizer types and their interactions. The greatest effects on quantitative traits were observed in pure cultivation with fertilization. All of the qualitative traits were significantly affected by the interactions of the treatments. Pure cultures showed the highest and lowest values in different qualitative traits and row crops were formed intermediate groups. The highest DMD was in pure culture of fenugreek with chemical fertilizer 100% (83.47%), the highest CP was in pure culture of fenugreek with 100% chemical fertilizer (19.01%), the highest ash was in the pure culture of fenugreek with biofertilizer (64.6%)

* Corresponding author E-mail: habbasdokht@shahroodut.ac.ir

and CF and WSC were observed in pure crop cultivation of maize with100% chemical fertilizer (34.41% and 33.58%). The results showed that the land equivalence ratio in row crops was more than one and the highest land equivalence ratio (1.557) was observed in 100% maize and 100% fenugreek row cropping. In general, the combination of higher densities of fenugreek resulted in improved forage quality in additive intercropping.
Keywords: Competitive ratio, crude protein, dry matter digestibility, land equivalent ratio, water soluble carbohydrates.

مقدمه

با رشد جمعیت، تقاضا برای فرآورده‌های دامی رو به افزایش است. برای پاسخگویی به این نیاز روز افزون و توسعه صنعت دامپروری، تولید کافی علوفه با شیوه علمی، ضروری است. این مسئله با توجه به شرایط کشور که با کمبود مراتع غنی و خشکی و فرسایش خاک رو به روست، اهمیت خاصی دارد (Rastgar, 2006).

کشت مخلوط به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار، با کشت دو یا چند محصول به‌طور همزمان یا غیر همزمان در یک قطعه زمین، شکل گرفته است و اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع در دسترس، افزایش کمیت و کیفیت علوفه، افزایش تنوع زیستی و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی را دنبال می‌نماید (Stoltz & Nadeau, 2014). کشت مخلوط، روشی دوستدار محیط زیست طبیعی تعریف شده است (Maffei & Mucciarelli, 2003; Agegnehu *et al*.,2008). این روش امروزه به‌واسطه بهره‌وری منابع و نقش موثر در کاهش علف‌های‌هرز و آفات، یک روش قابل بررسی در سیستم‌های زراعی محسوب می‌شود (Lithourgidis *et al.,* 2011; Chen *et al*., 2012) و دارای سابقه‌ای تاریخی در تولید گیاهان خوراکی، دارویی، روغنی، ادویه‌ای و علوفه‌ای است (Sujatha *et al.,*2011). به‌منظور معرفی منابع و روش‌های نوین تولید علوفه و بهره‌گیری بهینه از نهاده‌های تولید، انجام کشت مخلوط قابل توصیه است (Aghaalikhani *et al*., 2009).

کشت مخلوط غلات و بقولات، استراتژی زراعی موثری برای تولید زیست توده بیشتر، افزایش کیفی مواد مغذی علوفه و بازده مالی زارعین می‌باشد (Iqbal *et al*., 2019). استفاده از لگوم‌ها در کشت مخلوط، از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، موجب کاهش مصرف کودهای نیتروژن می‌شود و از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌شود (Elijah & Akunda, 2001). علت عمده افزایش عملکرد کشت مخلوط بقولات و غیر بقولات، متفاوت بودن تغذیه آن‌ها از نیتروژن است، به‌طوری که بقولات می‌توانند از نیتروژن اتمسفری و غیر بقولات از نیتروژن موجود در خاک تغذیه کنند؛ در نتیجه، رقابت دو گونه از لحاظ نیتروژن کاهش می‌یابد (Haugaard-Nielsen & Jeanson, 2001). علاوه بر آن، هنگامی‌که غلات و بقولات به‌صورت کشت مخلوط در تولید علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرند، باروری خاک بهبود می‌یابد (Iqbal *et al*., 2018). در بین الگوهای کشت مخلوط، ترکیب گیاهان تثبیت کننده نیتروژن با غلات، از جمله معمول‌ترین و قدیمی‌ترین سیستم ها در نقاط مختلف دنیا به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Amani Machiani *et al*., 2018).

ذرت به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای، دارای عملکرد و انرژی بالایی است که نسبت به سایر گیاهان علوفه‌ای، ارزش غذایی آن مربوط به قابلیت هضم آن می‌باشد. با این وجود، ذرت دارای پروتئین خام پایینی است (Cusicanqui & Lauer, 1999)، در حالی‌که لگوم‌ها از نظر پروتئین غنی هستند (Anil *et al*., 2000; Ross *et al*., 2005; Lithourgidis *et al*., 2007). نتایج یک مطالعه نشان داد که مخلوط کردن غلات و لگوم می تواند افزایش غلظت کربوهیدرات محلول در آب، کاهش سریع‌تر pH، کاهش تجزیه پروتئین و افزایش ارزش غذایی سیلو را به‌همراه داشته باشد (Contreras-Govea *et al*., 2006). به‌طورکلی لگوم‌ها از نظر محتوی پروتئین و غلات از نظر مقدار کربوهیدرات‌ها، غنی هستند. پروتئین نسبتاً پایین علوفه غلات و نیاز دام به غذای مکمل و با ارزش، اهمیت کشت مخلوط غلات و بقولات را در تامین پروتئین کافی و علوفه با کیفیت نشان می‌دهد (Chen *et al*., 2004). کشت مخلوط غلات و لگوم در برخی نقاط، به‌طور

گسترده‌ای برای تولید علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا، تفاوت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بین اجزای مخلوط، توانایی آن‌ها در استفاده از منابع محیطی را متأثر می سازد. اگر الگوهای کشت مخلوط غلات- لگوم به درستی انتخاب شوند، می‌توانند کیفیت علوفه تولید شده را به‌نحو مطلوبی تحت تاثیر قرار دهند. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده کیفیت علوفه به طور مستقیم، محتوای نیتروژنی علوفه است (Eskandari & Javanmard, 2014).

کاربرد کودهای شیمیایی در سطح زیاد و به مدت طولانی جهت دستیابی به حداکثر عملکرد، باعث بروز مشکلاتی از قبیل آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش کیفیت محصولات تولیدی، هجوم علف‌های‌هرز رقابت‌کننده با گیاهان زراعی و شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود (Amani Machiani *et al*., 2018). به‌علل مختلف، کاربرد کودهای زیستی در چند دهه گذشته کاهش یافت ولی امروزه و با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌وجود آورده است، استفاده از آن‌ها به‌عنوان یک رکن اساسی در توسعه پایدار کشاورزی مجدداً مطرح شده است (Alexandratos, 2003). کودهای زیستی در برخی موارد به‌عنوان جایگزین و همچنین در برخی موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (Arrudaa *et al*., 2013). اگر چه با کمک کودهای شیمیایی می توان در کوتاه مدت عملکرد محصولات زراعی را افزایش داد، ولی در درازمدت، پایداری و حاصلخیزی خاک، سلامت محیط زیست و موجودات خاکزی و همچنین سایر اجزای زیستی بوم نظام‌های طبیعی دچار تغییرات منفی زیادی خواهند شد (Sabahi, 2007). در آزمایشی با تلقیح بذر یولاف با *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* گزارش شد که عملکرد ماده خشک، عناصر معدنی، فیبر خام و پروتئین خام علوفه نسبت به عدم تلقیح افزایش یافت (Bilal *et al*., 2017). در برخی آزمایشات مشخص شده است که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند به‌مراتب بهتر از کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی عمل کند. استفاده تلفیقی از این منابع می‌تواند ضمن کاهش اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، پایداری در تولید محصولات زراعی را نیز تضمین نماید (Majnoun Hoseini, 2005).

هدف از اجرای این طرح، بررسی تاثیر منابع کود نیتروژن بر عملکرد در واحد سطح و کیفیت محصولات تولید شده جهت رفع نیاز غذایی دام در الگوهای کشت مخلوط و مقایسه با تک کشتی گیاهان اجزای تشکیل دهنده مخلوط بود. همچنین نسبت برابری زمین و شاخص رقابت برای مقایسه سودمندی الگوهای کشت مخلوط بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ درشصت کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان بیرجند، منطقه سربیشه با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۶۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۸۱ دقیقه شرقی، به‌صورت کرت-های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. سطوح مختلف کودی در پنج سطح شامل شاهد بدون کوددهی نیتروژن (nf)، کود شیمیایی نیتروژن به‌میزان ۵۰ درصد مورد نیاز بر مبنای آزمایش خاک به‌صورت کود اوره(f50)، کود شیمیایی نیتروژن بمیزان ۱۰۰ درصد (f100)، کود زیستی نیتروکسین (*آزوسپوریلیوم- ازتوباکتر*) (bf)، کود تلفیقی با استفاده از نیتروکسین و ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره (cf) به‌عنوان فاکتور اصلی و شش ترکیب مختلف کشت مخلوط شامل کشت خالص شنبلیله، کشت خالص ذرت، کشت مخلوط افزایشی ذرت (۱۰۰ درصد) و شنبلیله (۲۵ درصد)، کشت مخلوط افزایشی ذرت (۱۰۰ درصد) و شنبلیله (۵۰ درصد)، کشت مخلوط افزایشی ذرت (۱۰۰ درصد) و شنبلیله (۷۵ درصد)، کشت مخلوط افزایشی ذرت (۱۰۰ درصد) و شنبلیله (۱۰۰ درصد) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. مساحت کرت‌های اصلی ۵۴ متر مربع و مساحت کرت‌های فرعی نه متر مربع بود. هر کرت اصلی از کرت اصلی مجاور، ۶۰ سانتی‌متر فاصله داشت و فاصله بین تکرارها دو متر بود. تکرارها بر مبنای شیب زمین تقسیم بندی شدند. رقم ذرت مورد آزمایش، سینگل کراس ۷۰۴ دشت مغان (شرکت

سبزآوران) با قوه نامیه ۸۸ درصد و خلوص ۹۸ درصد و رقم شنبلیله از نوع شنبلیله تیپ یکساله (شرکت پاکان بذر اصفهان) با قوه نامیه ۹۷ درصد و خلوص ۹۲ درصد بود. مقداربذرهای شنبلیله دستپاش شده (مخلوط با خاک مزرعه جهت پاشش یکنواخت‌تر) برای هر کرت فرعی با نسبت ۳۰ کیلوگرم بذر شنبلیله در هکتار و لحاظ نمودن قوه نامیه و خلوص، ۳۲ گرم (۱۰۰ درصد)، ۲۴ گرم (۷۵ درصد)، ۱۶ گرم (۵۰ درصد) و هشت گرم (۲۵ درصد) بودند. همچنین در هر کرت فرعی با محاسبه انجام شده بر مبنای قوه نامیه و خلوص، تراکم ۲۲ بوته ذرت در متر مربع در نظر گرفته شد (ذرت برداشت علوفه‌ای). برای آزمون خاک، یک نمونه مرکب از خاک مزرعه تهیه شد و برای تجزیه به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید که نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به آزمایش خاک، ۳۳۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار مصرف شد که برای تیمارهای ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۹۰۰ گرم (طی سه نوبت، مرحله سرک، مرحله دو تا پنج برگی و مرحله۱۲-۱۰برگی) و برای تیمارهای ۱۰۰ درصد، ۱۸۰۰ گرم (طی سه نوبت، مرحله سرک، مرحله دو تا پنج برگی و مرحله۱۲-۱۰برگی) به‌صورت دستپاش به‌کار رفت. بذرهای شنبلیله (تیمار کود زیستی، تیمار کود زیستی + ۵۰ کود شیمیایی) مورد استفاده در آزمایش، با ریزوبیوم (تهیه شده از بخش تحقیقات بیولوژی خاک، موسسه خاک و آب کشور) تلقیح شدند (۱۰ سی‌سی به ازای هر کیلوگرم). برای تلقیح بذرها با باکتری، پس از محاسبه میزان بذر مورد نیاز هر تیمار، بذرها در کیسه-های نایلونی با محلول ۲۰ درصد ساکاروز و صمغ عربی آغشته شد و به‌مدت یک دقیقه تکان داده شدند. سپس بذرها بر روی پارچه‌های نخی تمیز در سایه پهن و خشک شدند. بذرهای ذرتی که باید به‌صورت زیستی تیمار می‌شدند (تیمار کود زیستی، تیمار کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) نیز با نیتروکسین مایع (شرکت مابکو فناوری زیستی مهر آسیا) به‌طور بذر مال مخلوط و تلقیح و سپس در سایه خشک شدند.

جدول ۱- نتایج آزمایش تجزیه خاک مزرعه

Table 1. Analysis of the experimental sit soil

Total N %	K mg/kg	P mg/kg	Clay %	Silt %	Sand %	Soil texture	Lime %	Gyps %	Organic matter %	EC mS/cm	pH	SP
0.019	256.3	6.34	17.6	24.2	58.2	Sandy loam	13.9	1.84	0.15	9.84	8.14	29.5

عملیات کاشت در نیمه خرداد ماه انجام شد و برای جوانه زنی موثر، بلافاصله پس از آن آبیاری صورت گرفت. سپس به فاصله هشت روز، آبیاری به‌صورت نشتی در کرت‌های آزمایشی انجام شد. در این پژوهش و در طول دوره داشت، از هیچگونه سم یا علف‌کش استفاده نشد. وجین به‌صورت دستی در دو مرحله (چهار و هشت هفته بعد از کاشت) صورت پذیرفت. نمونه‌های انتخابی با رعایت تاثیر عوامل حاشیه‌ای از خطوط میانی هر کرت انتخاب شدند (حذف خطوط اول و آخر و یک متر اول و آخر کرت‌ها). در انتهای دوره رشد، یک متر مربع از هر کرت به‌صورت دستی برداشت شد. نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و پس از آسیاب، بسته بندی و برچسب-گذاری شدند. نمونه‌ها به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انتقال یافت و مورد آنالیزهای کیفی با دستگاه طیف سنجی مادون قرمز نزدیک (NIR[1]) قرارگرفتند. صفات کیفی علوفه شامل درصد ماده خشک قابل هضم (DMD[2])، درصد قندهای محلول در

[1] Near Infrared Spectroscopy

[2] Dry Matter Digestibility

آب (WSC[1])، درصد پروتئین خام (CP[2])، درصد خاکستر کل (ASH[3]) و درصد فیبر خام (CF[4]) بودند. همچنین شاخص نسبت برابری زمین LER[5] (از مهم ترین شاخص‌های تعیین وضعیت تیمارهای مخلوط با یکدیگر و با تیمارهای کشت خالص) و شاخص رقابت CR[6] (شاخصی برای تعیین غالب یا مغلوب بودن گیاهان حاضر در ترکیب کشت مخلوط)، به‌ترتیب با استفاده از روابط ۱ (Willy, 1979) و ۲ (Willy & Rao, 1980) به‌دست آمد.

$$LER = \left(\frac{Yab}{Yaa}\right) + \left(\frac{Yba}{Ybb}\right)$$ رابطه (۱)

$$CRa = \left(\frac{LERa}{LERb}\right) * \left(\frac{Xba}{Xab}\right)$$ رابطه (۲)

که در آن‌ها،Yab: عملکرد گیاه a در کشت مخلوط، Yaa: عملکردگیاه a در کشت خالص، Yba: عملکرد گیاه b در کشت مخلوط ، Ybb: عملکرد گیاه b در کشت خالص، LERa: نسبت برابری زمین گیاه a، LERb: نسبت برابری زمین گیاهb، Xba: نسبت کاشت گیاه b در مخلوط و Xab : نسبت کاشت گیاه a در مخلوط بود. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمونLSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات کمی علوفه

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها، وزن تر و خشک هر دو گیاه، تحت تاثیر نوع کوددهی، الگوی کشت و اثر متقابل تیمارها قرار گرفتند (جدول ۲).

بیشترین وزن خشک شنبلیله در کشت خالص گیاه و مصرف کود زیستی (۷۴۰ گرم بر متر مربع) به‌دست آمد. کمترین وزن خشک شنبلیله در تیمارهای کشت مخلوط ذرت با ۵۰ و ۷۵ درصد شنبلیله و با مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی و کشت مخلوط ذرت + ۵۰ درصد شنبلیله با کاربرد کود تلفیقی مشاهده شد (شکل۱). به‌نظر می‌رسد که رقابت گیاه غالب ذرت، با دریافت کود مناسب، در این امر تأثیرگذار باشد. گزارش شده است که رها سازی نیتروژن از منابع کود آلی، باعث تداوم جذب نیتروژن توسط گیاه شده است و هم زمانی بهتری بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس ایجاد می‌کند (Kramer *et al*., 2002). در تحقیق بر روی کشت مخلوط شبدر برسیم و ریحان گزارش شد که منبع کود نیتروژن، ترکیب کشت مخلوط و اثر متقابل تیمارها بر روی عملکرد لگوم مورد آزمایش، تاثیر معنی-داری داشتند (Safikhani *et al*., 2013).

همچنین در کشت مخلوط لگوم‌ها با دو رقم ذرت گزارش شد که عملکرد ماده خشک همه لگوم‌ها در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، کاهش چشمگیری یافت (Javanmard *et al*., 2014). به‌نظر می‌رسد که علت این کاهش عملکردی، رقابت دو گیاه برای دستیابی به منابع باشد.

وزن خشک ذرت، تحت تأثیر معنی‌دار اثر متقابل تیمارها قرار داشت. این نکته در واقع بیانگر آن است که نوع کوددهی، وابسته به سطح تیمار فرعی الگوی کشت است. بر اساس مقایسه میانگین، بیشترین وزن خشک ذرت، به کشت خالص ذرت با کوددهی ۱۰۰ درصد شیمیایی (۲۰۶۵ گرم بر متر مربع) تعلق داشت که از نظر آماری با کشت خالص ذرت با مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی و کشت مخلوط ذرت + ۲۵ درصد شنبلیله با کاربرد کود تلفیقی، تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین وزن خشک ذرت (۷۳۰/۵ گرم بر متر مربع) در تیمار کشت مخلوط ذرت + ۷۵ درصد شنبلیله و بدون کوددهی مشاهده شد (شکل۲)؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد که گیاه ذرت به راحتی از منابع کود شیمیایی نیتروژن بهره‌برداری می‌نماید. همچنین زمانی که از کود استفاده نشده است، اثر رقابت بیشتر مشاهده می‌شود. در آزمایش کشت مخلوط ذرت و کاساوا، بالاترین عملکرد ذرت از تیمار تلفیقی کودهای ارگانیک و شیمیایی گزارش شد (Ayoola & Makinde, 2011). در آزمایش کشت مخلوط ذرت و سویا نیز افزایش عملکرد هر دو گونه در کاربرد کود تلفیقی زیستی و شیمیایی گزارش شد (Muyayabantu *et al*., 2013). در آزمایش کشت

[1] Water Soluble Carbohydrate
[2] Crude Protein
[3] Ash
[4] Crude Fiber
[5] Land equivalent ratio
[6] Competitive ratio

دو هیبرید ذرت به‌صورت مخلوط با چهار گونه لگوم و کشت‌های خالص، عملکرد علوفه ذرت در مخلوط با لگوم‌ها کاهش یافت (Javanmard *et al*., 2014).

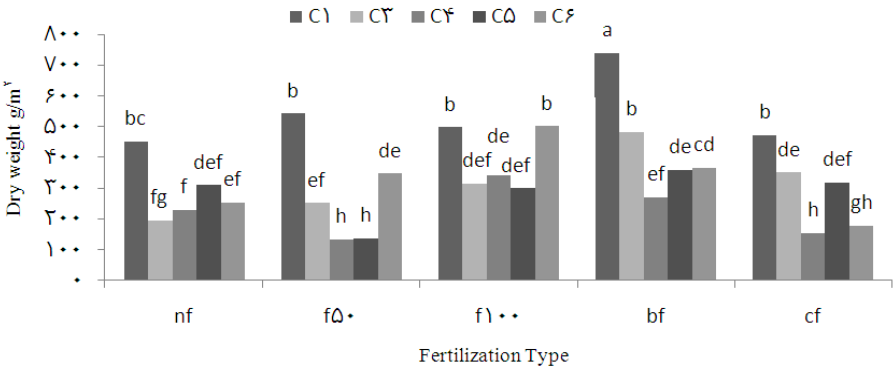
جدول ۲ - تجزیه واریانس وزن تر و خشک شنبلیله و ذرت در نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی

Table2. Variance analysis of fenugreek and maize fresh and dry weights in additive series intercropping ratios

Source of variances	df	Fresh weight of fenugreek	Dry weight of fenugreek	Fresh weight of maize	Dry weight of maize
Replication	3	2074056. 7**	57525.5**	1504663 ns	201331.6 ns
Fertilizer(F)	4	2832200**	90189.9**	12477527.8**	1507866.2**
Error(a)	12	98741.7	2958.5	1531205.9	148960.5
Planting pattern(PP)	4	14260163.1**	418887**	9936040.9**	908023.4**
F*PP	16	1220392.8**	37085.7**	2413782.9**	238360.5**
Error(b)	60	94804	2826.3	304763.2	57011.7
CV (%)		15.22	15.09	14.48	17.55

**، * و ns: به‌ترتیب معنی دار در سطوح یکدرصد، پنج درصدو غیر معنی‌دار.

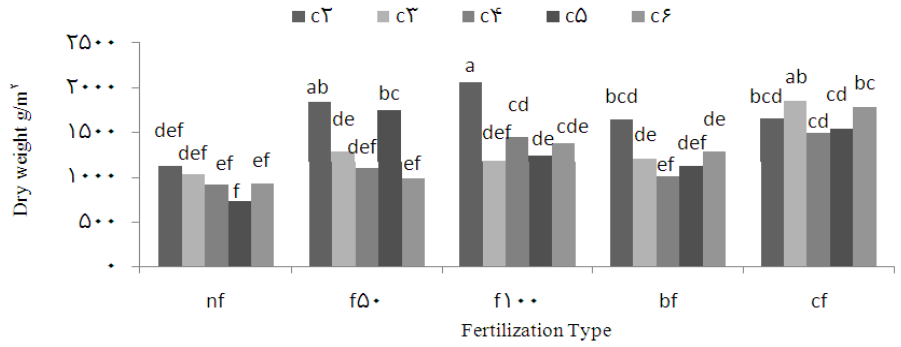
*,** and ns: significant 5% and 1% of probability levels and non significant, respectively.



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای کودی نیتروژن و الگوی کشت مخلوط با ذرت بر وزن خشک شنبلیله. C1: کشت خالص شنبلیله، c3: کشت مخلوط افزایشی ذرت ۱۰۰ درصد و شنبلیله ۲۵ درصد، c4: کشت مخلوط افزایشی ذرت ۱۰۰ درصد و شنبلیله ۵۰ درصد، c5: کشت مخلوط افزایشی ذرت ۱۰۰ درصد و شنبلیله ۷۵ درصد، c6: کشت مخلوط افزایشی ذرت ۱۰۰ درصد و شنبلیله ۱۰۰ درصد، nf: بدون کوددهی، f50: کود نیتروژن شیمیایی ۵۰ درصد، f100: کود نیتروژن شیمیایی ۱۰۰ درصد، bf: کود زیستی، cf: کود تلفیقی.حروف غیر مشابه بر روی ستون ها، نشانگر اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD می باشد

Figure 1. Interaction effects of nitrogen fertilizer types and cultivation patterns on fenugreek dry weight. nf: control without nitrogen fertilizer, f50: chemical nitrogen fertilizer 50%, f100: chemical nitrogen fertilizer 100%, bf: bio fertilizer, cf: bio fertilizer +chemical nitrogen fertilizer 50%, C1: pure fenugreek cultivation, C3: additive mixture of maize 100% and fenugreek 25%, C4: additive mixture of maize 100% and fenugreek50%, C5: additive mixture of maize 100% and fenugreek75%, C6: additive mixture of maize 100% and fenugreek 100%.Different letters on the columns indicate significant differences at 5% of probability level, based on LSD test.

به‌نظر می‌رسد که تفاوت اساسی برتری تیمار کاربرد کود زیستی در مورد شنبلیله و مصرف کود شیمیایی در مورد ذرت، به‌دلیل آن است که شنبلیله بخوبی توان تثبیت نیتروژن را با استفاده مطلوب از شرایط ایجاد شده ناشی از کوددهی زیستی دارا بوده است، درحالی‌که در مورد ذرت، کوددهی شیمیایی موثرتر بود. در تیمار کشت خالص، به‌دلیل عدم رقابت دو گیاه، استفاده مناسب‌تری از منابع نیتروژن شد و وزن خشک بیشتری تولید شد.



شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای کودی نیتروژن و الگوی کشت مخلوط با شنبلیله بر وزن خشک ذرت. C2: کشت خالص ذرت، c3: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۲۵ درصد، c4: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۵۰ درصد، c5: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۷۵ درصد، c6: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۱۰۰ درصد، nf: بدون کوددهی، f50: کود نیتروژن شیمیایی ۵۰ درصد، f100: کود نیتروژن شیمیایی ۱۰۰ درصد، bf: کود زیستی، cf: کود تلفیقی.حروف غیر مشابه بر روی ستون ها، نشانگر اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD می باشد.

Figure 2. Interaction effects of nitrogen fertilizer Types and cultivation patterns on maize dry weight. nf: control without nitrogen fertilizer, f50: chemical nitrogen fertilizer 50%, f100: chemical nitrogen fertilizer 100%, bf: bio fertilizer, cf: bio fertilizer +chemical nitrogen fertilizer 50%, C2: pure maize cultivation, C3: additive mixture of maize 100% and fenugreek 25%, C4: additive mixture of maize 100% and fenugreek50%, C5: additive mixture of maize 100% and fenugreek75%, C6: additive mixture of maize 100% and fenugreek 100%.Different letters on the columns indicate significant differences at 5% of probability level, based on LSD test.

نسبت برابری زمین و نسبت رقابت

نسبت برابری زمین در اغلب تیمارهای کشت مخلوط، بیش از عدد یک را نشان داد (جدول۳). بیشترین مقادیر متوسط این شاخص در سطح تیمار کوددهی تلفیقی با رقم ۱/۵۱ مشاهده شد. بیشترین نسبت برابری زمین با ۱/۵۶ نیز در کشت مخلوط دو گیاه با نسبت ۱۰۰ درصد کشت از هر دو گیاه و مصرف کود تلفیقی مشاهده شد. بیشترین متوسط نسبت برابری زمین از لحاظ تیمار نوع کشت بدون در نظر داشتن سطح تیمار اصلی، مربوط به کشت مخلوط با نسبت ۱۰۰درصد از ترکیب دو گیاه به میزان ۱/۳۲ بود. همچنین بیشترین نسبت برابری زمین مقایسه‌ای گیاه ذرت با ۰/۹۷ در سطح کوددهی تلفیقی با ۱۰۰ درصد از کشت هر دو گیاه مشاهده شد. بیشترین نسبت برابری زمین مقایسه‌ای گیاه شنبلیله با رقم ۰/۸۱، به سطح مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و کشت مخلوط دو گیاه با ترکیب ۱۰۰ درصد از هر دو تعلق داشت (جدول ۳). در بررسی نتایج کشت مخلوط جو و نخود نیز در اغلب تیمارهای مخلوط، نسبت برابری زمین بیشتر از یک گزارش شد (Haugaard-Nielsen & Jeanson, 2001) که با نتایج این آزمایش مشابه بود، اما در کشت مخلوط جو و رازیانه، در اغلب کشت‌های مخلوط، شاخص نسبت برابری زمینی کمتر از یک بود (Kiani *et al*., 2015).

روند تغییرات نسبت رقابت نیز از مدل مشابهی تبعیت می‌کرد، به‌طوری‌که با افزایش میزان شنبلیله در مخلوط، از قدرت رقابتی شنبلیله کاسته می‌شد و ذرت به‌عنوان گیاه غالب، قدرت رقابتی بیشتری می‌یافت (جدول ۳). عموماً هنگامی‌که نسبت گیاه شنبلیله در ترکیب کشت‌های مخلوط کمتر بود، این نسبت برای شنبلیله مقدار بیشتری را نشان می‌داد. سپس با افزایش نسبت شنبلیله در مخلوط، این شاخص برای شنبلیله کاهش می‌یافت و برای گیاه ذرت افزایش نشان می‌داد که این امر، ناشی از قدرت رقابتی بیشتر ذرت در نسبت-های ترکیبی بالاتر در کشت‌های مخلوط نسبت به شنبلیله بود. به‌نظر می‌رسد که علت این موضوع می-تواند ارتفاع ذرت و دستیابی مناسب‌تر آن به شرایط نوری باشد؛ بنابراین در این حالت، گیاه لگوم تحت شرایط سخت‌تر رقابتی قرار می‌گیرد.

جدول ۳ - شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط ذرت و شنبلیله در نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی

Table3 Maize and fenugreek assessment indices in additive series intercropping ratios based

Treatments	Land equivalent ratio			Competitive ratio	
	Maize	Fenugreek	Total	Maize	Fenugreek
a1b1	-	-		-	-
a1b2	-	-		-	-
a1b3	0.922	0.263	1.185	0.876	1.141
a1b4	0.815	0.306	1.121	1.332	0.751
a1b5	0.653	0.412	1.065	1.189	0.841
a1b6	0.829	0.337	1.166	2.459	0.406
a2b1	-	-		-	-
a2b2	-	-		-	-
a2b3	0.601	0.465	1.066	0.323	3.094
a2b4	0.652	0.267	0.919	1.221	0.819
a2b5	0.811	0.254	1.065	2.394	0.417
a2b6	0.458	0.642	1.1	0.714	1.402
a3b1	-	-		-	-
a3b2	-	-		-	-
a3b3	0.573	0.632	1.205	0.227	4.411
a3b4	0.701	0.682	1.383	0.514	1.946
a3b5	0.604	0.6	1.204	0.755	1.324
a3b6	0.671	0.805	1.476	0.834	1.199
a4b1	-	-		-	-
a4b2	-	-		-	-
a4b3	0.734	0.652	1.386	0.283	3.553
a4b4	0.629	0.374	1.003	0.841	1.189
a4b5	0.682	0.487	1.169	1.05	0.952
a4b6	0.78	0.496	1.276	1.572	0.635
a5b1	-	-		-	-
a5b2	-	-		-	-
a5b3	0.894	0.657	1.551	0.34	2.939
a5b4	0.845	0.54	1.385	0.782	1.278
a5b5	0.871	0.675	1.546	0.968	1.033
a5b6	0.969	0.588	1.557	1.65	0.607

a1: شاهد بدون کود دهی نیتروژن، a2 :-کود دهی نیتروژن ۵۰ درصد، a3 : کود دهی نیتروژن ۱۰۰ درصد، a4:کود زیستی، a5: کود زیستی+ کود نیتروژن ۵۰ درصد. b1: کشت خالص شنبلیله، b2: کشت خالص ذرت، b3: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۲۵ درصد، b4 : کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۵۰ درصد، b5 : کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۷۵ درصد، b6 : کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۱۰۰ دصد.

a1: control without nitrogen fertilizer, a2: nitrogen fertilizer 50%, a3: nitrogen fertilizer 100%, a4: biofertilizer, a5: bio fertilizer + chemical nitrogen fertilizer 50%, b1: pure fenugreek cultivation, b2 : pure maize cultivation, b3: additive mixture of maize 100% and fenugreek 25%, b4; additive mixture of maize 100% and fenugreek50%, b5: additive mixture of maize 100% and fenugreek 75%, b6: additive mixture of maize 100% and fenugreek 100%.

در کشت مخلوط جو و باقلا گزارش شد که جو گیاه غالب است (Agegnehu *et al*., 2006). در کشت مخلوط ریحان و شبدر برسیم، بیشترین نسبت رقابت برای ریحان در ترکیب کشت ۱۰۰ درصد شبدر برسیم و ۲۵ درصد ریحان و بیشترین نسبت رقابت برای شبدر برسیم در نسبت ۱۰۰ درصد شبدر برسیم و ۱۰۰ درصد ریحان گزارش شد (Safikhani *et al*., 2013).

صفات کیفی علوفه

درصد ماده خشک قابل هضم و درصد فیبر خام علوفه، تحت تأثیر الگوی کشت و اثر متقابل تیمارها قرار گرفتند، اما تأثیر منابع کودی بر این صفات معنی‌دار نبود. درصد کربوهیدرات‌های محلول، تحت تأثیر معنی-دار هر دو تیمار انواع کوددهی و الگوی کشت و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت. اثر منابع کودی و اثر متقابل انواع کوددهی در الگوی کشتبر درصد خاکستر موجود در علوفه معنی‌دار بود، اما تأثیر الگوی کشت بر این صفت معنی‌دار نبود. درصد پروتئین علوفه تحت تأثیر معنی‌دار انواع کوددهی، الگوی کشت و اثر متقابل تیمارها قرار داشت (جدول۴).

جدول ۴ - تجزیه واریانس صفات کیفی علوفه

Table4. Variance analysis of forage qualitative traits

Source of variances	df	DMD[1]	CF[2]	WSC[3]	ASH	CP[4]
Replication	3	48.4 ^{ns}	9.9 ^{ns}	13.4 ^{ns}	0.77*	1.9 ^{ns}
Fertilizer(F)	4	37.3 ^{ns}	5 ^{ns}	46.9**	1.6**	37.7**
Error(a)	12	14.7	3.3	4.7	0.14	2.7
Planting pattern(PP)	5	946.7**	66.4**	551.4**	0.15 ^{ns}	314.9**
F*PP	20	20.5**	5.2**	13.7**	0.51**	7.4**
Error(b)	75	6.8	1.5	2.3	0.06	1.11
CV (%)		3.7	4.23	6.09	4.18	6.91

** ، * و ^{ns}: به‌ترتیب معنی دار در سطوح یکدرصد، پنج درصدو غیر معنی‌دار.. ۱: قابلیت هضم ماده خشک، ۲: فیبر خام، ۳: کربوهیدرات‌های محلول در آب، ۴: پروتئین خام.

*,** and ^{ns}: significant 5% and 1% of probability levels and non-significant, respectively. 1: Dry Matter Digestibility, 2: Crude Fiber, 3: Water Soluble Carbohydrate, 4: Crude Protein.

بر مبنای مقایسات میانگین اثر متقابل تیمارها، بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم (۸۳/۴۷ درصد) در کشت خالص شنبلیله، تحت تاثیر ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن مشاهده شد که از نظر آماری با کشت خالص شنبلیله با مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی و کشت خالص شنبلیله شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت و در مجموع بیشترین ماده خشک قابل هضم در تیمارهای کشت خالص شنبلیله و کمترین مقادیر در تیمارهای کشت خالص ذرت مشاهده شد. تیمارهای کشت مخلوط، حد واسط کشت‌های خالص دو گیاه بودند. با افزایش تراکم شنبلیله در مخلوط، درصد ماده خشک قابل هضم افزایش یافت (جدول ۵). در کشت مخلوط شبدر و ریحان، تأثیر معنی‌دار ترکیب کشت و اثر متقابل منابع کودی در ترکیب کشت بر درصد ماده خشک قابل هضم گزارش شد (Safikhani *et al*., 2013). در کشت مخلوط سورگوم و شنبلیله، بالاترین میزان ماده خشک قابل هضم علوفه، در تیمار کشت مخلوط سورگوم و ۵۰ درصد شنبلیله تحت تیمار کود-دهی زیستی و کمترین مقدار در همان تیمار، تحت کوددهی زیستی گزارش شد (Asadi *et al*., 2014). در مورد پروتئین خام نیز بیشترین مقدار (۱۹/۰۱ درصد) در کشت خالص شنبلیله با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مشاهده شد که از لحاظ آماری با کشت خالص شنبلیله با کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی تفاوت معنی-دار نداشت و کمترین مقدار (۴/۷۷ درصد) در کشت خالص ذرت شاهد مشاهده شد. تیمارهای مختلف کشت مخلوط، حد واسط این دو گروه بودند (جدول ۵). مشابه نتیجه بدست آمده تاثیر معنی‌دار انواع کوددهی، الگوی کشت و اثر متقابل تیمارها بر درصد پروتئین در کشت مخلوط سورگوم و شنبلیله نیز اعلام شد (Asadi *et al*., 2014). در کشت مخلوط ذرت و سزبانیا نیز بیشترین میزان پروتئین خام (۱۱/۲۲ درصد) در کشت خالص سزبانیا و کمترین مقدار (۵/۲۶ درصد) در کشت خالص ذرت مشاهده شد (Dorini *et al.,* 2018) در این رابطه، نتایج آزمایش انجام شده، مشابه نتیجه تحقیق حاضر بود. بر مبنای نتیجه تحقیق بر روی کشت مخلوط سورگوم و شنبلیله نیز به‌طور مشابه، تمام کشت‌های خالص شنبلیله در تمام سیستم‌های کودی، بیشترین درصد پروتئین را نشان دادند (Asadi *et al*., 2014). به‌نظر می‌رسد که غنی بودن برگ‌های گیاه شنبلیله از لحاظ پروتئین و دسترسی مناسب به منبع کود نیتروژن باعث این امر می‌شود. درخصوص کربوهیدرات محلول در آب، بیشترین مقدار (۳۳/۵۸ درصد) مربوط به کشت خالص ذرت با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین مقدار (۱۵/۷۶ درصد) مربوط به کشت خالص شنبلیله تحت کوددهی بیولوژیکی بود (جدول ۵). در آزمایش بر روی کشت مخلوط ذرت و ماش نیز گزارش شد که بیشترین میزان کربو هیدرات محلول، از کشت خالص ذرت به‌دست آمد (Nakhzari Moghadam *et al*., 2009).

در بررسی کشت مخلوط سورگوم و شنبلیله، اثر معنی-دار ترکیب کشت و اثر متقابل تیمار ترکیب کشت در کوددهی بر درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه گزارش شد (Asadi *et al*., 2014). به‌طور معمول، درصد

کربوهیدرات محلول گراس‌ها بیش از لگوم‌ها می‌باشد. بیشترین (۳۴/۴۱) و کمترین درصد فیبر خام (۲۵/۵۳)، به‌ترتیب مربوط به کشت خالص ذرت و کشت خالص شنبلیله با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارها در کشت مخلوط ذرت و شنبلیله تحت تیمارهای مختلف کود نیتروژن

Table 5. Mean comparison of the interaction effects of treatments in the maize and fenugreek intercropping at different nitrogen fertilizer treatments

Treatments		Traits				
Main treatment	Sub treatment	DMD	CF	WSC	ASH	CP
nf	C1	80.25ab	27.21fg	17.18h	5.90bcde	17.48c
	C2	58.67hi	30.80cd	31.59b	5.34de	4.77i
	C3	69.03def	29.55cde	25.54de	5.90bcde	9.36fg
	C4	70.36def	30.13cd	24.68defg	5.78cde	11.99def
	C5	71.14de	27.80efg	24.43defg	6.02bcd	11.57ef
	C6	66.62fg	30.65cd	24.50defg	5.75cde	10.46efg
f50	C1	81.54ab	26.09fg	14.85k	6.41ab	18.53ab
	C2	60.46h	32.75b	32.68a	6.36abc	6.98h
	C3	de۶۰71.	29.45cde	26.60de	6.52a	10.56efg
	C4	76.52c	27.81efg	28.78cd	a۹6.5	7.03h
	C5	dc^75.2	28.99def	29.88bc	6.52a	8.20gh
	C6	67.90defg	30.08cde	22.92efg	6.17bcd	10.87efg
f100	C1	83.47a	25.53g	16.205ij	5.86cde	19.01a
	C2	60.92h	34.41a	33.58a	5.73cde	7.22h
	C3	efg۴66.8	30.20cd	22.69efg	6.29bc	11.25ef
	C4	68.74def	29.97cd	22.34efg	5.69de	10.99efg
	C5	74.96cd	27.19fg	25.50de	6.02bcd	10.11fg
	C6	66.15fg	28.80def	21.78fg	6.02bcd	13.33de
bf	C1	79.92b	27.06fg	15.76j	6.64a	18.01b
	C2	57.43i	31.19c	32.95a	6.48ab	5.45i
	C3	68.58def	30.06cd	23.44efg	5.17e	13.80de
	C4	69.40def	28.32defg	26.36de	5.82cde	11.01ef
	C5	71.54de	31.36c	24.79def	5.41de	13.42de
	C6	67.43efg	28.69def	23.11efg	5.89cde	11.07ef
cf	C1	76.40c	28.24defg	16.47ij	6.37ab	17.32c
	C2	58.46hi	32.94b	31.34b	5.68de	6.66h
	C3	71.94de	30.31cd	28.68cd	6.13bcd	8.74gh
	C4	72.78cde	29.09de	27.76cde	6.50ab	7.83gh
	C5	71.03de	28.15defg	27.38cde	6.22bc	9.49fg
	C6	72.69cde	29.14de	29.73bc	6.32bc	7.70gh

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD می‌باشد.C1: کشت خالص شنبلیله، C2: کشت خالص ذرت، c3: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۲۵ درصد، c4: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۵۰ درصد، c5: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۷۵ درصد، c6: کشت مخلوط افزایشی ذرت۱۰۰ درصد و شنبلیله ۱۰۰ درصد، nf: بدون کوددهی، f50: کود نیتروژن شیمیایی ۵۰ درصد، f100: کود نیتروژن شیمیایی ۱۰۰ درصد، bf: کود زیستی، cf: کود تلفیقی.حروف غیر مشابه بر روی ستون ها، نشانگر اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD می باشد.

nf: control without nitrogen fertilizer, f50: chemical nitrogen fertilizer 50%, f100: chemical nitrogen fertilizer 100%, bf: bio fertilizer, cf: bio fertilizer +chemical nitrogen fertilizer 50%, C1: pure fenugreek cultivation, C2: pure maize cultivation, C3: additive mixture of maize 100% and fenugreek 25%, C4: additive mixture of maize 100% and fenugreek50%, C5: additive mixture of maize 100% and fenugreek75%, C6: additive mixture of maize 100% and fenugreek 100%.Different letters on the columns indicate significant differences at 5% of probability level, based on LSD test.

در یک گزارش تحقیقی، اثر منابع کود نیتروژن بر روی کشت مخلوط شبدر و ریحان اعلام شد که بیشترین درصد فیبر تحت تاثیر کود زیستی و کمترین درصد فیبر تحت تاثیر کود شیمیایی ۱۰۰ درصد به‌دست آمد. همچنین بیشترین درصد فیبر در کشت شبدر برسیم و ۲۵ درصد ریحان، تحت کوددهی زیستی و کمترین در کشت مخلوط شبدر برسیم و ۵۰ درصد ریحان تحت تیمار شاهد بدون کوددهی گزارش شد (Safikhani *et al.*, 2013). بیشترین مقدار خاکستر (۶/۶۴ درصد) در کشت خالص شنبلیله تحت تیمار کود زیستی و کمترین مقدار آن (۵/۱۷ درصد) در کشت مخلوط ذرت + ۲۵ درصد شنبلیله با کاربرد کود زیستی مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که با افزایش تراکم شنبلیله در کشت مخلوط، درصد خاکستر علوفه افزایش می‌یابد (جدول ۵).

گزارش شده است که در کشت مخلوط، میزان خاکستر علوفه نسبت به کشت خالص گیاه دارای خاکستر کم، افزایش و نسبت به کشت خالص گیاه دارای خاکستر زیاد، کاهش می‌دهد (Nakhzari Moghadam *et al*., 2009) که با نتایج آزمایش حاضر مشابهت دارد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد ماده خشک و صفات کیفی اندازه‌گیری شده علوفه، تحت تأثیر معنی-دار اثر متقابل کوددهی × الگوی کشت قرار گرفت. کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در ذرت و کود زیستی در شنبلیله، باعث افزایش عملکرد وزن خشک بود. همچنین غالباً عملکرد بیشتری از وزن خشک در کشت خالص هر گیاه نسبت به عملکرد وزن خشک همان گیاه در کشت‌های مخلوط مشاهده شد، اما نسبت برابری زمین محاسبه شده، سودمندی الگوهای کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص نشان داد. با افزایش تراکم شنبلیله در الگوهای کشت مخلوط و کاربرد کود شیمیایی، پروتئین خام و ماده خشک قابل هضم علوفه افزایش یافت. نتایج بررسی صفات کیفی علوفه نیز نشان داد که در الگوی کشت مخلوط، حضور لگوم باعث تولید علوفه با کیفیت بهتر می‌شود. در این ارتباط، کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰ درصد شنبلیله و کشت مخلوط ذرت + ۷۵ درصد شنبلیله با استفاده از سیستم‌های کوددهی، برتری داشتند. در مجموع، با اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک علوفه، کیفیت علوفه تولیدی و استفاده از شاخص‌های نسبت برابری زمین و نسبت رقابت می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰ درصد شنبلیله با مصرف کود شیمیایی و کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰ درصد شنبلیله با کاربرد کود تلفیقی نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند و قابل توصیه می‌باشند.

REFERENCES

1. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal Agronomy*, 25, 202-207.
2. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2008). Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 257- 263.
3. Aghaalikhani, M., Zaefarian, F., Zand, E., Rahimian Mashhadi, H. & Rezvani, M. (2009).Corn and soybean intercropping canopy structure as affected by competition from redroot pigweed (*Amaranthusretrofelxus* L.) and jimson weed (*Datura srtramonium* L.). *Iranian Journal of Weed Science*. 5(2), 39-53 (In Persian).
4. Alexandratos, N. (2003). World agriculture: Towards *2015-30.* In Proceedings of *Congress on Global Food Security and Role of Sustainable Fertilization*, 26-28 March., Rome, Italy, pp. 1-21.
5. Amani Machiani, M., Javanmard, A., Morshedloo, M. R. & Maggi, F. (2018). Evaluation of yield, essential oil content and compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Cleaner Production,* 171, 529-537 (In Persian).
6. Anil, L., Park, J. & Phipps, R. H. (2000). The potential of forage- maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 85, 157-164.
7. Arrudaa, L., Beneduzi, A., Martins, A., Lisboa, B., Lopes, C., Bertolo, F., Passaglia Maria, L. M. P. & Vargas, K. L. (2013). Screening of Rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. *Applied Soil Ecology,* 63, 15- 22.
8. Asadi, S., Chaichi, M. R., Abbasdokht, H., Asghari, H. R. & Gholipoor, M. (2014). Evaluation of forage qualitative characteristics of sorghum and fenugreek affected by nitrogen fertilizer (biological, chemical and integrated) in additive intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(3), 479-493 (In Persian).
9. Ayoola, O. & Makinde T. E. A. (2011). Cassava/maize intercrop performance and soil nutrient changes with fertilizers. *Journal of Agricultural Science*, 3(4), 136-140.
10. Bilal, M., Ayub, M., Tariq, M., Tahir, M. & Nadeem, M. A.(2017). Dry matter yield and forage quality traits of oat (*Avena satva* L.) under integrative use of microbial and synthetic source of nitrogen. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences,* 16, 236-241.
11. Chen, C., Westcott. M., Nrill, K., Wichman, D. & Knox, M. (2004). Row configuration and nitrogen application for barley –pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*, 96, 1730-1738.
12. Chen, Y. Q., Luan, C. & Shi, X. P. (2012). *Xanthium* suppression under maize sunflower intercropping system. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(6), 1026-1037.

13. Contreras-Govea, F. ., Albrecht, K. A. & Muck, R. E. (2006). Spring yield and silage characteristics of kura clover, winter wheat, and mixtures. *Agronomy Journal*. 98, 781-787.
14. Cusicanqui, J. A. & Lauer, J. G. (1999). Plant density and hybrid influenced on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*.91, 911-915.
15. Dareini, E., Jowkar, M. & Taei Semiromi, J. (2018). Effect of maize (*Zea mays*) and sesbania (*Sesbania sesban*) intercropping on forage yield and quality. *Journal of Agroecology,* 8(2), 68-81 (In Persian).
16. Elijah, M. & Akunda, W. (2001). Improving food production by understanding the effect of intercropping and plant population on soybean nitrogen fixing attributes. *The Journal of Food Technology in African*, 6, 110-115.
17. Eskandari, H. & Javanmard, A. (2014). Evaluation of forage yield and quality in intercropping patterns of maize (*Zea mays*) and cow pea (*Vigna sinensis*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(4), 101-110. (In Persian)
18. Haugaard-Nielsen, H. & Jeanson E. S. (2001). Evaluating pea and barley cultivars for complementarily in intercropping at different levels of N availability. *Field Crop Research*, 72, 185-196.
19. Iqbal, M. A., Hamid, A., Ahmad, T., Siddiqui, M. H., Hussain, I., Ali, S., Ali, A. & Ahmad, Z. (2019). Forage sorghum-legumes intercropping: effect on growth, yields, nutritional quality and economic returns. *Bragantia, Campinas,* 78(1), 82-95.
20. Iqbal, M. A., Iqbal, A., Maqbool, Z., Ahmad, Z., Ali, E., Siddiqui, M. H. & Ali, S. (2018). Revamping soil quality and correlation studies for yield and yield attributes in sorghum-legumes intercropping systems. *Bioscience Journal,* 34, 1165-1176.
21. Javanmard, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, Y., Nasiri, F. & Shekari, A. (2014). Evaluation of forage yield and some advantage indices in intercropping corn with different legume as double cropped. *Journal of Crop Production and Processing*, 4(12), 39-52 (In Persian).
22. Kiani, S., Moradi-Telavat, M. R., Siadat, S. A., Abdali Mashhadi, A. R. & Sari, M. (2015). Evaluation of qualitative and quantitative of forage yield in intercropping of barley and fennel at different levels of nitrogen. *Journal of Crops Improvement*, 16(4), 973-986 (In Persian).
23. Kramer, A. W., Timothy, A. D., Horwath, W. R. & Kessel, C. V. (2002). Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping system in California. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 91, 233-243.
24. Lithourgidis, A. S., Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A. & Yiakoulaki, M. D. (2007). Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 95-99.
25. Lithourgidis, A. S., Vlachostergios, D. N., Dordas, C. A. &. Damalas, C. A. (2011). Dry mater yield, nitrogen content, and competition in pea – cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34, 287-294.
26. Maffei, M. & Mucciarelli, M. (2003). Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crop Research*, 84, 229-240.
27. Majnoun Hoseini, N., Mazaheri, D., Jahansouz, M. R. & Homayouni, R. (2005). Forage sorghum intercropping with white bean, cowpea and soybean. In: Proceedings of *First National Forage Congress*, Karaj, Iran. pp. P: 323-324.
28. 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.
29. Nakhzari Moghadam, A., Chaichi, M. R., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H., Majnoun Hoseini, N. & Noorian., A. A. (2009). The effect of corn (*Zea mays*) and green gram (*Vigna radiate*) intercropping on yield LER and some quality characteristics of forage. *Iranian Journal of Field Crop Science,* 40(4), 113-121 (In Persian).
30. Ross, S. M., King, J. R., Donovan, J. T. & Spaner, D. (2005). The productivity of oats and berseem clover intercrops, Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass and Forage Science*, 60, 74-86.
31. Rastgar, M. A. (2006).*Forage Crop Production*. Publication of Brahmand. Tehran. Iran (In Persian).
32. Sabahi, H. (2007). *Effects of integrated application of chemical and organic fertilizers on biological activity, soil physiochemical properties and canola yield in Zirab of Sary province in Iran*. Master of Science Thesiss. Tarbiat Modaress University, Iran.
33. Safikhani, S., Chaichi, M. R. & porbabaii, A. 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).

34. Stoltz, E. & Nadeau, E. (2014). Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea may*s L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research,* 169, 21-29.
35. Sujatha, S., Bhat, R., Kannan, C. & Balasimha, D. (2011). Impact of intercropping of medicinal and aromatic plants with organic farming approach on resource use efficiency in arecanut (*Areca catechu* L.) plantation in India. *Industrial Crops and Products*, 33, 78-83.
36. Willey, R. M. (1979). Intercropping, its importance and research needs, competition and yield advantages. *Journal of Field Crop Abstracts*, 32, 1-10.
37. Willey, R. W. & Rao, M. R. (1980). A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*, 16, 117-125.