

اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاوदानه

نصرت اله نجفی^{1*}، مهدی مصطفایی¹، عادل دباغ محمدی نسب² و شاهین اوستان¹

تاریخ دریافت: 90/10/20 تاریخ پذیرش: 91/5/8

1- به ترتیب استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه E-mail: n-najafi@tabrizu.ac.ir

چکیده

برای بررسی اثر کشت مخلوط و کود دامی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و غلظت پروتئین خام ذرت رقم سینگل-کراس 704 (*Zea mays L.*)، گاوदानه (*Vicia ervilia L.*) و لوبیا چیتی رقم تلاش (*Vicia faba L.*)، آزمایشی در سال زراعی 1389 به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در شرایط مزرعه‌ای انجام شد. فاکتورها شامل نوع کشت در سطوح تک‌کشتی لوبیا چیتی، تک‌کشتی گاوदानه، تک‌کشتی ذرت، کشت مخلوط ذرت با لوبیا چیتی و کشت مخلوط ذرت با گاوदानه و کود دامی در سطوح 0، 30 و 60 تن در هکتار بودند. نتایج نشان داد که کاربرد کود دامی وزن خشک علوفه، غلظت پروتئین خام و ارتفاع ذرت را افزایش داد ولی تأثیری بر تعداد برگ در بوته ذرت نداشت. کشت مخلوط ذرت با لوبیا و گاوदानه سبب کاهش ارتفاع و عملکرد علوفه خشک ذرت در مقایسه با تک‌کشتی آن شد. کشت مخلوط ذرت با لوبیا و گاوदानه باعث افزایش غلظت پروتئین خام ذرت گردید. کشت مخلوط ذرت با لوبیا عملکرد بیولوژیکی و دانه لوبیا را کاهش داد ولی بر تعداد دانه در نیام و وزن صد دانه لوبیا تأثیری نداشت. کشت مخلوط ذرت و لوبیا، پروتئین خام دانه لوبیا را افزایش داد. کاربرد کود دامی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، تعداد دانه در نیام، وزن صد دانه و پروتئین خام دانه لوبیا را افزایش داد. کشت مخلوط ذرت با گاوदानه عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، تعداد ساقه فرعی و تعداد دانه در بوته گاوदानه را کاهش داد. کاربرد کود دامی و کشت مخلوط ذرت و گاوदानه شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه و غلظت پروتئین خام در شاخساره و دانه گاوदानه را افزایش داد. نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بود که نشانگر سودمندی نسبی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بود. به طور کلی، برای افزایش کمیت و کیفیت علوفه، کشت مخلوط ذرت با لوبیا و کاربرد 60 تن کود دامی در هکتار در منطقه مورد مطالعه و شرایط مشابه می‌تواند توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، ذرت، کشت مخلوط، کود دامی، گاوदानه، لوبیا.

Effect of Intercropping and Farmyard Manure on the Growth, Yield and Protein Concentration of Corn, Bean and Bitter Vetch

N Najafi^{1*}, M Mostafaei¹, A Dabbagh Mohammadi Nasab² and Sh Oustan¹

Received: January 10, 2012 Accepted: July 29, 2012

¹ Assoc Prof and Former Graduate Student, Soil Science Dept, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

² Assoc Prof, Plant Ecophysiology Dept, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

* Correspondent Author: E-mail: n-najafi@tabrizu.ac.ir

Abstract

In order to study the effect of intercropping and farmyard manure (FYM) on the growth characteristics, yield and crude protein concentrations of corn (*Zea mays* L.), bean (*Vicia faba* L.) and bitter vetch (*Vicia ervilia* L.), a factorial experiment was carried out on the basis of randomized complete blocks design with three replications at the Khalatpooshan Research Station, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, during the 2010 growing season on field conditions. The factors were types of intercropping systems at levels of sole bean, bean+corn, sole bitter vetch, bitter vetch+corn, sole corn, and FYM at levels of 0, 30 and 60 tons per hectare. Application of FYM increased forage dry weight, crude protein concentration and stem height of corn, but had no effect on leaf number per plant. Intercropping of corn with bean and bitter vetch decreased stem height and forage dry weight of corn compared to the sole cropped corn. Intercropping of corn with bean and bitter vetch increased crude protein concentration of corn. The biological and grain yield of bean decreased by intercropping of corn with bean, but had no effect on number of seeds per pod and 100 grains weight. Intercropping of corn with bean increased crude protein concentration of bean seeds. Application of FYM increased biological and grain yield, number of seeds per pod, 100 grains weight and crude protein concentration of bean seeds. Intercropping of corn with bitter vetch decreased biological and grain yield, number of axillary shoot and number of seeds per plant of bitter vetch. FYM application and intercropping of corn with bitter vetch increased harvest index, number of pods per plant, 1000 grains weight and crude protein concentrations of bitter vetch shoot and seed. Land equivalent ratio (LER) was more than 1 in all intercropping systems, indicating the high relative efficiency of intercropping over the sole cropping. In general, the intercropping of corn with bean and application of FYM at the rate of 60 tons per hectare can be recommended for improving forage quantity and quality in the study area and similar conditions.

Keywords: Bean, Bitter vetch, Corn, Intercropping, Manure, Protein

بازگرداندن تنوع به بوم‌نظام‌های کشاورزی و مدیریت
مؤثر آن است. کشت مخلوط به‌عنوان نمونه‌ای از نظام-

مقدمه

یکی از راهکارهای کلیدی در کشاورزی پایدار

از نظر عملکرد پس از نخود در جایگاه دوم قرار دارد. این محصول با حدود 22 درصد پروتئین، از نظر ارزش غذایی جایگزین خوبی برای پروتئین‌های حیوانی است (پارسا و باقری 1387). گاوآنه با نام علمی *Vicia ervilia* L. از گیاهان علوفه‌ای تیره بقولات و از نیامداران محسوب می‌شود. کشت این گیاه در شمال غرب و غرب ایران مرسوم است و از شاخساره و به‌ویژه دانه آن به‌عنوان مکمل پروتئینی در تغذیه حیوانات استفاده می‌شود (کریمی 1375).

با توجه به کمبود مواد آلی در اغلب خاک‌های زیر کشت ایران، مصرف کود دامی برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی، زیستی و شیمیایی خاک، رشد و عملکرد گیاه ضروری است. با توجه به مطالب فوق‌الذکر و امکان کشت گیاهان ذرت، لوبیا و گاوآنه در منطقه شمال غرب کشور و با توجه به اینکه تعداد پژوهش‌هایی که تأثیر کشت مخلوط را به‌همراه کود دامی بر رشد و عملکرد گیاهان لگوم و ذرت بررسی کرده‌اند، اندک است، این تحقیق که مبتنی بر دیدگاه‌های کشاورزی پایدار می‌باشد، برای بررسی اثر کشت مخلوط و کود دامی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و غلظت پروتئین خام گیاهان ذرت، لوبیا و گاوآنه در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی 1389 در ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با اقلیم نیمه‌خشک سرد و در شرایط مزرعه انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار شامل نوع کشت در سطوح تک‌کشتی ذرت رقم سینگل‌کراس 704 (*Zea mays* L.)، تک‌کشتی لوبیا چیتی رقم تلاش (*Vicia faba* L.)، تک‌کشتی گاوآنه (*Vicia ervilia* L.)، کشت مخلوط ذرت با لوبیا چیتی و کشت مخلوط ذرت با گاوآنه و کود دامی در سطوح 0، 30 و 60 تن در هکتار بود. کود

های پایدار در کشاورزی اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع، افزایش کمیت و کیفیت محصول و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند (لیتورجیدیس و همکاران 2007). به‌علاوه، این نظام‌ها برخلاف نظام‌های تک‌کشتی در راستای اصول اکولوژیک پیش می‌روند و در صورت بهره‌گیری مؤثر و گسترده از آن‌ها ثبات و پایداری نظام‌های کشاورزی به‌ویژه در شرایط کم‌نهاد افزایش می‌یابد (اوفوری و استرن 1987، جوانشیر و همکاران 1379). علت افزایش محصول در کشت مخلوط، استفاده بیشتر از عامل‌های محیطی مانند آب، مواد غذایی و نور است (مظاهری 1377). گیاهان علوفه‌ای در تغذیه دام و در نتیجه تأمین نیاز انسان به فرآورده‌های دامی، اهمیت زیادی دارند. در ایران به کمیت و کیفیت تولید گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، کمتر توجه شده است که از یک سو موجب کمبود گوشت و مواد لبنی و پایین آمدن کیفیت آن‌ها شده و از سوی دیگر فشار دام بر مراتع باعث نابودی بخش عظیمی از پوشش گیاهی موجود و افزایش فرسایش خاک شده است (مدیر شانه‌چی 1379). در سطح جهانی، گیاهان علوفه‌ای حدود 75 درصد انرژی مورد نیاز دام‌های اهلی را تأمین می‌کنند (رضوانفر و شفیعی 1384). ترکیب غلات و لگوم یکی از معمول‌ترین انواع کشت مخلوط است و در مقایسه با تک‌کشتی آن‌ها موجب افزایش عملکرد دانه و ماده خشک می‌شود (فوجیتا و همکاران 1992). ذرت یکی از پرمحصول‌ترین غلات محسوب می‌شود و به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای دارای عملکرد و انرژی زیاد و پروتئین خام کمی است (آنیل و همکاران 1998) در حالی‌که لگوم‌ها از نظر پروتئین غنی هستند (آنیل و همکاران 2000). بنابراین، کمبود پروتئین در علوفه ذرت از طریق کشت مخلوط آن با لگوم‌ها جبران می‌شود (جوانشیر و همکاران 1379). در ایران لوبیا در میان حبوبات از نظر سطح زیر کشت پس از نخود و عدس در جایگاه سوم و

خرداد صورت گرفت. علف‌های هرز داخل کرتها با دست حذف شدند. با توجه به نتایج تجزیه خاک و کود دامی مورد استفاده و تیمارهای مورد مطالعه در این بررسی و در راستای دستیابی به تولید محصولات ارگانیک در این تحقیق از سم و کود شیمیایی استفاده نگردید. در راستای تولید محصولات ارگانیک و سالم از مصرف سم و کودهای شیمیایی خودداری شد. برداشت گاودانه در اوایل شهریور، ذرت در اواخر شهریور و لوبیا از اواخر شهریور تا اوایل مهر ماه انجام شد. برای برداشت تیمارهای کشت مخلوط و خالص ذرت بعد از حذف ردیف‌های کناری و حاشیه‌ها دو ردیف وسطی (3/6 مترمربع) برداشت شدند و وزن تر علوفه ثبت شد. برداشت لگوم‌ها در تیمار تک‌کشتی از سطح 1/8 مترمربع انجام شد. برای تعیین ویژگی‌های مورفولوژیک و ویژگی‌های مربوط به اجزای عملکرد ذرت، لوبیا چیتی و گاودانه به ترتیب 8، 12 و 12 بوته به‌طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل گردید. بعد از تعیین وزن تر علوفه، بوته‌ها در آون و در دمای 75 درجه سلسیوس قرار داده شدند و وزن خشک آنها تعیین و به‌عنوان عملکرد علوفه خشک در نظر گرفته شد. صفات اندازه‌گیری شده در ذرت ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیکی، در لوبیا چیتی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن صد دانه، و در گاودانه عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، تعداد شاخساره فرعی، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بودند. کل ماده خشک بخش هوایی گیاه (دانه و کاه و کلش) به‌عنوان عملکرد بیولوژیکی در نظر گرفته شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی محاسبه گردید (کوچکی و سرمدنیا 1377). غلظت پروتئین نمونه‌ها به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (والینگ و همکاران 1389). برای ارزیابی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین و برای محاسبه این شاخص از رابطه $LER=(Y_{am}/Y_{as})+(Y_{bm}/Y_{bs})$ استفاده

دامی از ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه گردید که بخش عمده آن را کود گاوی تشکیل می‌داد و با کمی کود گوسفندی مخلوط شده بود. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه نمونه مرکب خاک تهیه گردید و بعد از هواخشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، ویژگی‌های فیزیکی (دن و تاپ 2002) و شیمیایی خاک (ریچاردز 1969، پیچ و همکاران 1986) اندازه‌گیری شد (جدول 1). ویژگی‌های شیمیایی کود دامی (پیچ و همکاران 1986، پیترز 2003) نیز تعیین گردید (جدول 2). تعداد کرت‌های آزمایشی 45 عدد، مساحت کرت‌های مخلوط و تک‌کشتی ذرت هشت مترمربع و مساحت کرت‌های تک‌کشتی لوبیا چیتی و گاودانه در حدود شش مترمربع در نظر گرفته شد. در هر کرت مخلوط و خالص مربوط به ذرت، 4 ردیف کاشت ذرت به طول 4 متر و با فاصله ردیفی 50 سانتی‌متر وجود داشت. فاصله بین کرت‌های مجاور در یک بلوک یک متر و فاصله بین بلوک‌ها 1/5 متر در نظر گرفته شد. نقشه طرح از طریق توزیع تصادفی تیمارها در هر بلوک و بین بلوک‌ها پیاده شد. تراکم مطلوب برای ذرت علوفه‌ای، لوبیا چیتی، گاودانه به ترتیب 10، 40 و 100 بوته در مترمربع در نظر گرفته شد (جوانمرد 1388). فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها هم در تک‌کشتی و هم در کشت مخلوط برای ذرت، لوبیا و گاودانه به ترتیب 20، 10 و 3 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. روش کشت مخلوط از نوع افزایشی کامل بود. در یک طرف هر پشته ذرت و در طرف دیگر آن لگوم کشت گردید. کاشت بذرها به‌صورت دستی انجام شد. قبل از کاشت و برای پیشگیری از بیماری‌های قارچی، بذرها با سم بنومیل، با غلظت سه در هزار ضدعفونی شدند. تاریخ کاشت اواخر اردیبهشت ماه 1389 بود. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. آبیاری به صورت جوی و پشته هر هفته یک بار و به‌طور یکنواخت برای تمام کرت‌ها انجام شد. آب آبیاری مورد استفاده دارای $EC=0.4$ dS/m و $pH=7.6$ بود. اولین وجین و تنک‌کاری در نیمه اول

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول 1 و برخی ویژگی‌های شیمیایی کود دامی مورد استفاده در جدول 2 ارائه شده است. خاک مزرعه قلیایی آهکی بود و بافت لوم رس شنی داشت. این خاک دارای کمبود نیتروژن و پتاسیم بود و وقتی خشک می‌شد در سطح آن سله تشکیل می‌شد و خیلی سفت می‌گردید. لذا، افزایش مواد آلی چنین خاکی با توجه به کمبود مواد آلی آن و موارد ذکر شده اهمیت قابل ملاحظه‌ای داشت.

گردید. در این رابطه Y_{am} عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Y_{as} عملکرد گونه a در تک‌کشتی، Y_{bm} عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Y_{bs} عملکرد گونه b در تک‌کشتی می‌باشد (مظاهری 1377). تحلیل آماری داده‌ها از قبیل آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها (با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد) با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Zn	Cu	Mn	Fe	P	K	Na	EC _e	pH	N کل	OM	CCE	رس	شن	بافت
(mg/kg)				(dS/m)				(1:1)			(%)			
2/0	0/9	5/3	3/8	34	74/3	36/6	0/51	8/1	0/08	1/7	7/5	22	54	لوم رس شنی

CCE: کربنات کلسیم (آهک) معادل، OM: مواد آلی، EC_e: قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع

جدول 2- برخی ویژگی‌های شیمیایی کود دامی مورد استفاده

Fe	Mn	Cu	Zn	Na	Ca	K	P	N	EC _(1:1)	pH _(1:1)
(mg/kg)									(dS/m)	
5150	148	39	101	70	13/2	226	188	8900	14/3	8/6

داری افزایش یافت. بیشترین ارتفاع ذرت با مصرف 60 تن کود دامی در هکتار بدست آمد (جدول 4). زمانی باب‌گه‌ری و همکاران (1389) نیز گزارش دادند که مصرف 45 تن کود گاوی در هکتار موجب افزایش ارتفاع ذرت شد. افزایش ارتفاع بوته ذرت با مصرف کود دامی را می‌توان به بهبود تغذیه گیاه از جمله افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و روی نسبت داد چون طبق جدول‌های 1 و 2 غلظت‌های عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در کود دامی بیشتر از خاک می‌باشد. در نتیجه، با افزودن کود دامی به خاک حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه بهبود یافته و ارتفاع گیاه زیاد می‌شود. لازم به ذکر است در این بررسی غلظت‌های عناصر غذایی نیز تعیین گردید ولی به دلیل محدودیت تعداد صفح‌های مقاله ارائه نگردید.

ارتفاع بوته ذرت: تجزیه واریانس (جدول 3) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر ارتفاع بوته ذرت معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) نشان داد که کشت مخلوط ذرت با گاوदानه و لوبیا موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته ذرت نسبت به تک‌کشتی آن شد که با نتایج جوانمرد (1388) و تمری (1390) مطابقت داشت. آرژه (1386) نتیجه گرفت که ارتفاع بوته سورگوم در تک‌کشتی بیشتر از کشت مخلوط با ماشک گل‌خوشه‌ای بود. کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته ذرت در مخلوط با لگومها ممکن است به دلیل رقابت برون‌گونه‌ای این گیاهان بر سر استفاده از مواد غذایی خاک در مراحل اولیه رشد ذرت باشد (جوانمرد 1388). با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن ارتفاع بوته ذرت به‌طور معنی-

در بوته ذرت اثر معنی داری نداشت. کوچکی و سرمدنیا (1377) بیان داشتند که تعداد و اندازه برگ تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرد. خرمی وفا (1385) نتیجه گرفت که تعداد برگ در بوته ذرت در کشت مخلوط با کدوی تخم کاغذی تفاوت معنی داری با تک‌کشتی ذرت نداشت. آرژه (1386) گزارش داد که تعداد برگ در بوته سورگوم در کشت مخلوط با ماشک تفاوت معنی داری با تک‌کشتی سورگوم نداشت.

تعداد برگ در بوته ذرت: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی، نوع کشت و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد برگ در بوته ذرت معنی دار نبود (جدول 3). این نتایج نشان می‌دهد که تعداد برگ در بوته ذرت تحت تأثیر مصرف کود دامی و نوع کشت قرار نمی‌گیرد. به نظر می‌رسد این صفت به ژنتیک گیاه بستگی داشته باشد. جوانمرد (1388) و تمری (1390) نیز گزارش دادند که حضور لگومها در کشت مخلوط بر تعداد برگ

جدول 3- تجزیه واریانس تأثیر کود دامی و نوع کشت بر صفات زراعی و کیفی ذرت علوفه‌ای

میانگین مربعات			درجه آزادی	منبع تغییر
پروتئین خام	عملکرد علوفه خشک	تعداد برگ در بوته	ارتفاع گیاه	
166/9 *	3/2 *	2/659 **	1160/037 **	2 تکرار
543/9 **	2/7 *	0/044 ns	4434/370 **	2 کود دامی
264/2 **	10/4 **	0/003 ns	806/037 *	2 نوع کشت
108/5 ns	0/4 ns	0/003 ns	89/815 ns	4 کود دامی × نوع کشت
42/2	0/7	0/401	141/412	16 خطای آزمایشی
6/28	7/45	4/68	6/02	ضریب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5% و 1%

در خاک (سالاردینی 1382)، افزایش عناصر غذایی قابل جذب گیاه در خاک (جدول‌های 1 و 2)، افزایش جذب عناصر غذایی به وسیله گیاهان (عزیز و همکاران 2010، مگبیز و آبو 2010) و بهبود تغذیه گیاه (سالاردینی 1382) مربوط باشد. رضایی‌نژاد و افیونی (1379) اظهار داشتند که ماده آلی زیاد کود دامی می‌تواند باعث بهتر شدن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه گردد. در بررسی آنان کود گاوی نسبت به سایر تیمارها، بیشترین تأثیر را بر عملکرد ذرت داشت. همچنین، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و عملکرد ذرت با جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف همبستگی‌های مثبت و معنی داری داشتند که نشان‌دهنده افزایش رشد و عملکرد ذرت بر اثر بهبود تغذیه آن بود. شریها و هاتر (1993) گزارش کردند که

عملکرد علوفه خشک ذرت: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر عملکرد علوفه خشک ذرت معنی دار ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت بر آن غیرمعنی دار بود (جدول 3). مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) نشان داد که عملکرد علوفه خشک ذرت با مصرف 30 و 60 تن کود دامی در هکتار نسبت به شاهد به‌طور معنی داری افزایش یافت ولی میان دو سطح 30 و 60 تن در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. میان عملکرد علوفه خشک ذرت و سطوح کود دامی رابطه مستقیم $(Manure) dw=10.583+0.018$ وجود داشت. $r=0.999^*$ به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد علوفه خشک ذرت با مصرف کود دامی به افزایش ارتفاع بوته (جدول 4)، افزایش فعالیت ریزجانداران مفید، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب

همکاران (2010) گزارش کردند که با مصرف کود دامی در دو خاک مختلف عملکرد ذرت علوفه‌ای افزایش یافت. پارسونز و همکاران (2009) و زمانی باب‌گه‌ری و همکاران (1389) نیز افزایش عملکرد ذرت با مصرف کود دامی را گزارش کردند. پرویزی و نباتی (1383) گزارش دادند که با مصرف کود دامی وزن هزار دانه ذرت افزایش یافت و حداکثر مقدار آن با مصرف 60 تن کود دامی در هکتار بدست آمد.

بیشترین عملکرد ذرت در کشت مخلوط با سویا با مصرف 40 تن کود مرغی در هکتار حاصل شد. الورونیسو و آیودیلت (2009) مشاهده کردند که در کشت مخلوط ذرت با تاج خروس، مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد خشک گیاه ذرت شد. یولچو و همکاران (2010) در بررسی تأثیر کود گاوی بر کشت مخلوط جو و ماشک به این نتیجه رسیدند که کود گاوی باعث افزایش عملکرد علوفه گردید. آچینگ و

جدول 4- مقایسه میانگین‌های صفات زراعی و کیفی ذرت تحت اثر اصلی کود دامی و نوع کشت

پروتئین خام (g/kg dw)	عملکرد علوفه خشک (t/ha)	تعداد برگ در بوته	ارتفاع گیاه (cm)	سطوح	اثر اصلی
95/3 c	10/6 b	13/4 a	177 c	0	کود دامی (تن در هکتار)
104/0 b	11/1 ab	13/5 a	194 b	30	
110/8 a	11/7 a	13/6 a	221 a	60	
97/6 b	12/3 a	13/5 a	208 a	خالص	نوع کشت
104/3 a	10/3 b	13/5 a	191 b	مخلوط با گاودانه	
108/3 a	10/8 b	13/5 a	192 b	مخلوط با لوبیا	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

ذرت و لوبیا به این نتیجه رسیدند که غلات در کشت-های مخلوط در مقایسه با بقولات کاهش رشد و عملکرد کمتری از خود نشان می‌دهند. غلظت پروتئین خام ذرت: پروتئین مورد نیاز دام به-صورت پروتئین خام بیان می‌شود که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت علوفه است و هرچه بیشتر باشد، علوفه از کیفیت مناسبی در تغذیه حیوانات برخوردار است (راس و همکاران 2005). تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر غلظت پروتئین خام ذرت معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول 3). غلظت پروتئین خام ذرت با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن افزایش یافت. بیشترین غلظت پروتئین خام ذرت با مصرف 60 تن کود دامی در هکتار بدست آمد (جدول 4). همچنین،

مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) نشان داد که عملکرد علوفه خشک ذرت در کشت مخلوط با گاودانه و لوبیا کاهش یافت (جدول 4) که با نتایج جوانمرد (1388) و تمری (1390) مطابقت داشت. کاهش عملکرد علوفه خشک ذرت در کشت‌های مخلوط با لگوم‌ها در مقایسه با تک-کشتی، به رقابت لگوم‌ها با ذرت بر سر منابع غذایی و یا عدم انتقال کافی نیتروژن نسبت داده شده است (اوفوری و استرن 1987، تومار و همکاران 1988). با این حال، ناچیگرا و همکاران (2008) نتیجه گرفتند که در کشت مخلوط ذرت با سایر گیاهان، عملکرد ذرت به‌طور جزیی از تراکم گیاه همراه متأثر می‌شود. البته در کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها ممکن است بخشی از عملکرد ذرت تحت تأثیر نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم‌ها قرار گیرد. اوفوری و استرن (1987) با بررسی کشت مخلوط

غلظت نیتروژن و سایر عناصر غذایی در خاک زیاد می-شود (جدول‌های 1 و 2) و سبب افزایش تشکیل پروتئین در گیاه می‌گردد.

عملکرد بیولوژیکی لوبیا: تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی کود دامی و اثر متقابل کود دامی و نوع کشت بر عملکرد بیولوژیکی لوبیا معنی‌دار نبود ولی اثر نوع کشت معنی‌دار بود (جدول 5). مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که عملکرد بیولوژیکی لوبیا در کشت مخلوط آن با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن، کاهش یافت که با نتایج تمری (1390) مطابقت داشت. این کاهش را می‌توان به کاهش تعداد بوته لوبیا در واحد سطح، سایه‌اندازی ذرت و رقابت آن با لوبیا بر سر عناصر غذایی خاک نسبت داد (جوانمرد 1388). اوفوری و استرن (1987) با بررسی 40 مقاله‌ی منتشر شده در زمینه کشت مخلوط، کاهش معنی‌دار عملکرد لگوم در کشت‌های مخلوط را مشاهده کردند. راس و همکاران (2005) دلیل کاهش عملکرد لگوم‌ها را در مخلوط با گراس‌ها رقابت برای نور ذکر کردند. ضعف لوبیا در رقابت که سرعت رشد کم و قدرت سایه‌اندازی اندکی در ابتدای فصل رشد دارد و زیادی قدرت رقابتی ذرت که سرعت رشد سریع دارد و تفاوت نظام ریشه‌ای این گیاهان (نظام ریشه‌ای افشان و گسترده ذرت در مقابل نظام ریشه‌ای عمودی در لوبیا) ممکن است دلیل کاهش عملکرد بیولوژیکی لوبیا در کشت مخلوط آنها با ذرت باشد (اوفوری و استرن 1987). مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که با مصرف کود دامی عملکرد بیولوژیکی لوبیا افزایش یافت ولی میان دو سطح آن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت نتایج نسبتاً مشابهی به-وسیله آبرا و همکاران (2005) گزارش شده است.

عملکرد دانه لوبیا: تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثر اصلی کود دامی و اثر متقابل کود دامی و نوع کشت بر عملکرد دانه لوبیا معنی‌دار نبود ولی اثر نوع کشت معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که عملکرد دانه لوبیا در کشت مخلوط با ذرت نسبت

کشت مخلوط ذرت با لوبیا و گاودانه در مقایسه با تک-کشتی آن غلظت پروتئین خام ذرت را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول 4). این نتایج نشان می‌دهد که مصرف کود دامی و کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها کیفیت علوفه ذرت را افزایش دادند که با نتایج دهمرده و همکاران (1389) مطابقت داشت. در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی توسط محمد و همکاران (2006) مشخص شد که اثر نوع کشت بر غلظت پروتئین خام ذرت معنی‌دار بود و با افزایش نسبت کاشت لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط غلظت پروتئین خام ذرت افزایش یافت. ذرت کشت شده به‌صورت خالص دارای کمترین غلظت پروتئین خام بود. تثبیت نیتروژن جوئی توسط لگوم‌ها و انتقال آن به ذرت می‌تواند از دلایل افزایش پروتئین در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی ذرت باشد. الرونیسو و آیودیلت (2009) مشاهده کردند که در کشت مخلوط ذرت با تاج خروس، مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار غلظت پروتئین خام گردید. از آنجایی که غلظت پروتئین با غلظت نیتروژن گیاه ارتباط مستقیم دارد، جذب بیشتر نیتروژن در کشت مخلوط و با مصرف کود دامی می‌تواند موجب افزایش غلظت پروتئین ذرت در کشت مخلوط و تیمارهای کود دامی گردد. سازوکارهای احتمالی انتقال نیتروژن از لگوم به گراس در کشت مخلوط عبارت از تراوش مستقیم، پوست‌اندازی گره‌ها و پوسیدگی ریشه-ها، شستشوی برگی و تجزیه برگ‌های ریخته شده می-باشد (آلن و ایورا 1983، اوفوری و استرن 1987، مارشور 2003). شواهد موجود در منابع نشان می‌دهند که نیتروژن تثبیت شده توسط کشت مخلوط لگوم‌ها ممکن است در همان فصل زراعی در دسترس غله همراه قرار گیرد و یا به‌عنوان نیتروژن باقی‌مانده برای محصول بعدی مفید باشد. هر دو نوع انتقال نیتروژن مهم به‌نظر می‌رسند و می‌توانند هزینه تأمین نیتروژن نظام‌های مختلف کشت مخلوط با پایه لگوم را کاهش دهند (ویلی 1979). به‌نظر می‌رسد با مصرف کود دامی

توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد کل می‌باشد که می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد (کوچکی و سرمدنیا 1377). تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی، نوع کشت و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص برداشت لوبیا معنی‌دار نبودند. این نتایج نشان می‌دهد که شاخص برداشت لوبیا تحت تأثیر کود دامی و نوع کشت قرار نمی‌گیرد.

به تک‌کشتی آن، کاهش یافت که با نتایج گاردینر و کریکر (1979)، موکالا و همکاران (2005)، کوچکی و همکاران (1388) و تمری (1390) مطابقت داشت. گاردینر و کریکر (1979) این کاهش را به کاهش تعداد نیام در بوته لوبیا نسبت دادند. موکالا و همکاران (2005) گزارش دادند که با افزایش تراکم ذرت در کشت مخلوط آن با لوبیا، عملکرد دانه لوبیا کاهش یافت. شاخص برداشت لوبیا: شاخص برداشت بیان‌کننده نسبت

جدول 5- تجزیه واریانس تأثیر کود دامی و نوع کشت بر صفات زراعی و کیفی لوبیا

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعدادنیام در بوته	تعداددانه در نیام	وزن صدانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	2	1/481**	0/635**	30/5*	1/46*	0/4 ^{ns}	13/92 ^{ns}
کود دامی	2	0/474*	1/552**	15/9 ^{ns}	0/13 ^{ns}	0/23 ^{ns}	14/16 ^{ns}
نوع کشت	1	0/003 ^{ns}	0/002 ^{ns}	0/002 ^{ns}	19/63**	6/26**	28/13 ^{ns}
کود دامی × نوع کشت	2	0/015 ^{ns}	0/001 ^{ns}	0/01 ^{ns}	0/001 ^{ns}	0/0004 ^{ns} 0	0/23 ^{ns}
خطای آزمایشی	10	0/070	0/010	4/7	0/25	0/09	12/4
ضریب تغییرات (%)		2/28	3/35	5/78	5/64	9/93	7/64

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5%، 1%، 5%

جدول 6- مقایسه میانگین‌های صفات زراعی و کیفی لوبیا تحت اثر اصلی کود دامی و نوع کشت

اثر اصلی	سطوح	عملکرد بیولوژیکی (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)	شاخص برداشت (%)	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن صدانه (g)	پروتئین خام (g/kg dw)	پروتئین خام شاخصاره (g/kg dw)
کود دامی	0	8/6b	3/8b	44/43a	11/27b	2/47c	36/08b	146/1b	304/0c
(تن در هکتار)	30	8/8a	4/1a	46/34a	11/64a	3/18b	37/37ab	159/1a	342/4b
	60	8/9a	4/2a	47/47a	11/82a	3/45a	39/32a	164/0a	370/9a
نوع کشت	خالص	9/8a	4/6a	47/33a	11/59a	3/02a	37/58a	150/7b	332/4b
	مخلوط با ذرت	7/7b	3/5b	44/83a	11/56a	3/04a	37/60a	162/1a	345/8a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

و نوع کشت بر تعداد نیام در بوته لوبیا معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که با مصرف کود دامی تعداد نیام در بوته لوبیا افزایش یافت ولی

تعداد نیام در بوته لوبیا: تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثر اصلی کود دامی بر تعداد نیام در بوته لوبیا معنی‌دار بود ولی اثر نوع کشت و اثر متقابل کود دامی

پروتئین خام شاخساره لوبیا: تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر غلظت پروتئین خام شاخساره لوبیا معنی‌دار بود ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که غلظت پروتئین خام شاخساره لوبیا در کشت مخلوط لوبیا با ذرت در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا افزایش یافت. با توجه به اینکه عملکرد بیولوژیکی لوبیا در کشت مخلوط با ذرت کاهش یافت (جدول 6)، افزایش غلظت پروتئین خام شاخساره لوبیا در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد (مارشدر 2003). به‌عبارت دیگر، سرعت رشد شاخساره از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است. همچنین با مصرف کود دامی غلظت پروتئین خام شاخساره لوبیا افزایش یافت ولی میان دو سطح کود دامی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول 6).

پروتئین خام دانه لوبیا: تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر غلظت پروتئین خام دانه لوبیا معنی‌دار بود ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که غلظت پروتئین خام دانه لوبیا در کشت مخلوط لوبیا با ذرت در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا افزایش یافت. با توجه به اینکه عملکرد دانه لوبیا در کشت مخلوط با ذرت کاهش یافت (جدول 6)، افزایش غلظت پروتئین خام دانه لوبیا در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد (مارشدر 2003). به‌عبارت دیگر، سرعت تشکیل دانه از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است. همچنین، با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن غلظت پروتئین خام دانه لوبیا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول 6). افزایش غلظت پروتئین خام شاخساره و دانه لوبیا پس از کاربرد کود دامی را می‌توان به افزایش جذب نیتروژن، فسفر، روی، آهن، منگنز، مس و غیره نسبت داد زیرا غلظت‌های این عناصر در کود دامی بیشتر از خاک بود (جدول‌های 1 و 2). لذا، بهبود تغذیه گیاه سبب افزایش تشکیل پروتئین

میان دو سطح کود دامی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تعداد نیام در بوته لوبیا تحت تأثیر نوع کشت قرار نگرفت (جدول 6) که با نتایج تمری (1390) مطابقت داشت. با این حال، کوچکی و همکاران (1388) گزارش دادند که تعداد نیام در بوته لوبیا در کشت مخلوط با ذرت کمتر از کشت خالص لوبیا بود. کارترز و همکاران (2000) نشان دادند که تعداد نیام در بوته سویا در کشت مخلوط با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن کاهش یافت. کاهش تعداد نیام در بوته در کشت مخلوط به رقابت دو گیاه برای دریافت نور (سایه‌اندازی) و جذب مواد غذایی نسبت داده شده است (اوفوری و استرن 1987، راس و همکاران 2005).

تعداد دانه در نیام لوبیا: تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثر اصلی کود دامی بر تعداد دانه در نیام لوبیا معنی‌دار بود ولی اثر نوع کشت و اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 6) نشان داد که با مصرف کود دامی تعداد دانه در نیام لوبیا افزایش یافت و میان دو سطح کود دامی نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین تعداد دانه در نیام لوبیا با مصرف 60 تن کود دامی در هکتار بدست آمد. تعداد دانه در نیام لوبیا تحت تأثیر نوع کشت قرار نگرفت (جدول 6) که با نتایج کارترز و همکاران (2000) و تمری (1390) مطابقت داشت. معنی‌دار نشدن اثر نوع کشت بر تعداد دانه در نیام شاید به این دلیل باشد که این صفت اغلب به‌وسیله ژنتیک گیاه کنترل می‌شود (تمری 1390).

وزن صد دانه لوبیا: تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی، نوع کشت و اثر متقابل کود دامی و نوع کشت بر وزن صد دانه لوبیا معنی‌دار نبود. معنی‌دار نشدن اثر نوع کشت بر وزن صد دانه رقم‌های مختلف لوبیا به‌وسیله تمری (1390) نیز گزارش شده است. این در حالی است که کوچکی و همکاران (1388) گزارش دادند که وزن صد دانه لوبیا در کشت مخلوط با ذرت بیشتر از کشت خالص لوبیا بود.

گردیده است (مارشمن 2003).

تعداد نیام در بوته گاوآنه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر تعداد نیام در بوته گاوآنه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن، تعداد نیام در بوته گاوآنه افزایش یافت. تعداد نیام در بوته گاوآنه در کشت مخلوط با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج تحقیقات نجفی و غفاری خلیق (1384) مطابقت داشت. آنان نشان دادند که کشت مخلوط ذرت با لوبیا موجب افزایش معنی‌دار تعداد نیام در بوته لوبیا شد و بیان کردند که رقابت میان دو گیاه در کشت مخلوط شدید نبود. افزایش تعداد نیام در بوته گاوآنه با مصرف کود دامی را می‌توان افزایش غلظت‌های عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در خاک نسبت داد (جدول‌های 1 و 2).

تعداد ساقه فرعی و تعداد دانه در بوته گاوآنه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثر اصلی سطوح کود دامی و نوع کشت بر تعداد ساقه فرعی و تعداد دانه در بوته گاوآنه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن، تعداد ساقه فرعی و تعداد دانه در بوته گاوآنه افزایش یافت. با تغییر نظام کشت از تک‌کشتی گاوآنه به کشت مخلوط با ذرت، تعداد ساقه فرعی و تعداد دانه در بوته گاوآنه کاهش یافت. این کاهش را می‌توان به رقابت ذرت با گاوآنه بر سر مواد غذایی و سایه‌اندازی ذرت روی گاوآنه (کاهش نور دریافتی) نسبت داد که سبب کاهش شدت فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها و در نتیجه کاهش رشد می‌شود (اوفوری و استرن 1987، راس و همکاران 2005).

جدول 7- تجزیه واریانس تأثیر کود دامی و نوع کشت بر صفات زراعی و کیفی گاوآنه

میانگین مربعات										
منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد - ساقه فرعی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	پروتئین خام شاخساره	پروتئین خام دانه
تکرار	2	0/2 ns	0/9 **	2/2 **	21/1 *	0/09 *	0/03 ^{ns}	3/1 ns	429/2 ns	627 *
کود دامی	2	2/4 **	9/4 **	236 **	255 **	0/08 *	0/09 **	26/3 **	982 *	10046 **
نوع کشت	1	0/5 **	0/9 *	103 **	102 **	76/3 **	0/7 **	400 **	881 *	748 *
کود دامی × نوع کشت	2	0/2 ns	0/01 ns	0/3 ns	1/6 ns	0/02 ns	0/02 ^{ns}	1/3 ns	7/1 ns	12/5 ns
خطای آزمایشی	10	0/04	0/1	0/8	4/9	0/04	0/007	1/7	130/8	145/2
ضریب تغییرات (%)		5/25	4/38	4/37	5/40	4/14	8/98	6/20	6/20	4/27

ns * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1%

جدول 8- مقایسه میانگین‌های صفات زراعی و کیفی گاوآنه تحت اثر اصلی کود دامی و نوع کشت

اثر اصلی	سطوح	تعداد ساقه فرعی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیکی (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)	شاخص برداشت	پروتئین خام (g/kg dw)	پروتئین خام (g/kg dw)
----------	------	-----------------	--------------------	--------------------	-------------------	-------------------------	--------------------	-------------	-----------------------	-----------------------

239/5c	127/6b	19/2 b	0/8b	4/8b	34/9c	14/1c	6/5c	3/4c	0	کود دامی
286/8b	138/7ab	20/2b	0/9b	4/9ab	40/3b	19/6b	7/6b	4/1b	30	(تن در
321/0a	153/1a	23/2a	1/1a	5/2a	47/9a	26/6a	8/98a	4/7a	60	هکتار)
276/0b	132/8b	16/1b	1/1a	7/0a	38/7b	22/5a	7/5b	4/2a	خالص	
288/9a	146/8a	25/6a	0/7b	2/9b	43/44a	17/7b	7/9a	3/9b	مخلوط با ذرت	نوع کشت

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

دانه گاودانه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت بر عملکرد دانه گاودانه معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف 60 تن کود دامی بر هکتار عملکرد دانه گاودانه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی میان 30 تن کود دامی بر هکتار و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، عملکرد دانه گاودانه در کشت مخلوط با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج جوانمرد (1388) مطابقت داشت. دلایل این کاهش در بخش عملکرد بیولوژیکی گاودانه بیان گردید. افزایش عملکرد بیولوژیکی و دانه گاودانه پس از مصرف کود دامی را می‌توان به افزایش تعداد دانه در بوته، افزایش تعداد نیام در بوته و افزایش وزن هزار دانه نسبت داد (جدول 8).

شاخص برداشت گاودانه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر شاخص برداشت گاودانه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف 60 تن کود دامی بر هکتار شاخص برداشت گاودانه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی میان 30 تن کود دامی بر هکتار و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. شاخص برداشت گاودانه در کشت مخلوط با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش شاخص برداشت گاودانه در کشت مخلوط گاودانه با ذرت را می‌توان اینگونه بیان کرد که در کشت مخلوط بر اثر اختلاف مورفولوژیکی ذرت با گاودانه،

وزن هزار دانه گاودانه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر وزن هزار دانه گاودانه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن، وزن هزار دانه گاودانه افزایش یافت. وزن هزار دانه گاودانه در کشت مخلوط با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

عملکرد بیولوژیکی گاودانه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر عملکرد بیولوژیکی گاودانه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف 60 تن کود دامی بر هکتار عملکرد بیولوژیکی گاودانه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی میان 30 تن کود دامی بر هکتار و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. عملکرد بیولوژیکی گاودانه در کشت مخلوط با ذرت نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج جوانمرد (1388) مطابقت داشت. این کاهش عملکرد را می‌توان به رقابت ذرت با گاودانه بر سر مواد غذایی و سایه‌اندازی ذرت روی گاودانه (کاهش نور دریافتی) نسبت داد که سبب کاهش فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها و بدنبال آن کاهش عملکرد بیولوژیکی گاودانه می‌شود (اوفوری و استرن 1987، راس و همکاران 2005).

عملکرد دانه گاودانه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر عملکرد

(مارشدر 2003). به عبارت دیگر، سرعت رشد دانه گاوآنه از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است.

ارزیابی کشت مخلوط

جدول‌های 9 و 10 نشان می‌دهند که عملکرد ذرت در کشت مخلوط آن با لوبیا و گاوآنه کمتر از عملکرد لوبیا و گاوآنه کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد ناشی از رشد زیاد و ارتفاع زیاد ذرت نسبت به لوبیا و گاوآنه می‌باشد. نسبت برابری زمین برای همه ترکیب‌های کشت مخلوط بیشتر از یک و بین 1/45 تا 1/66 بود (جدول‌های 9 و 10)؛ یعنی 45 تا 66 درصد سطح زمین بیشتری در تک‌کشتی نیاز است تا عملکرد مشابه کشت مخلوط به دست آید (دهیما و همکاران 2006). بیشترین مقدار نسبت برابری زمین به میزان 1/66 به کشت مخلوط ذرت با لوبیا در سطح کودی صفر و کمترین آن 1/45 در کشت مخلوط ذرت با گاوآنه و مصرف 60 تن کود دامی در هکتار تعلق داشت. تفاوت‌های مورفولوژیکی گراس و لگوم و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و استفاده بهتر از منابع از جمله نور، مواد غذایی و عمق‌های مختلف خاک می‌تواند دلیل LER بزرگتر از یک باشد و نشان می‌دهد که در کشت مخلوط گیاهان مکمل هم بوده‌اند (جوآنمرد 1388، تمری 1390). آلن و ایبورا (1983) با بررسی کشت‌های مخلوط ذرت - سویا و ذرت - لوبیا چشم‌بلبلی نتیجه گرفتند که کشت مخلوط ذرت - لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به تک‌کشتی هر یک، 27 تا 32 درصد برتری عملکرد داشت. در کشت مخلوط ذرت - سویا میزان افزایش عملکرد 22% بود. ازوما و نام (1987) نیز مشاهده کردند که کشت مخلوط ذرت و لوبیا نسبت به کشت‌های خالص آنها 38% افزایش عملکرد داشت. قنبری بنجار (2000) از سایر محققان نقل کرد که $LER > 1$ در کشت مخلوط به دلیل افزایش جذب نیتروژن بود. اوفری و استرن (1987) بیان کردند که در کشت مخلوط، جزء مغلوب (لگوم) تعیین کننده LER کل است. قنبری بنجار

عملکرد بیولوژیکی و دانه گاوآنه کاهش می‌یابد (اوفری و استرن 1987) ولی چون میزان کاهش عملکرد بیولوژیکی گاوآنه (59 درصد) بیشتر از عملکرد دانه آن (36 درصد) است، شاخص برداشت گاوآنه افزایش می‌یابد.

پروتئین خام شاخساره گاوآنه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر غلظت پروتئین خام شاخساره گاوآنه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که غلظت پروتئین خام شاخساره گاوآنه در کشت مخلوط گاوآنه با ذرت در مقایسه با کشت خالص گاوآنه افزایش یافت. با توجه به اینکه عملکرد بیولوژیکی گاوآنه در کشت مخلوط با ذرت کاهش یافت (جدول 6)، افزایش غلظت پروتئین خام شاخساره گاوآنه در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد (مارشدر 2003). به عبارت دیگر، سرعت رشد شاخساره گاوآنه از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است. با مصرف 60 تن کود دامی بر هکتار غلظت پروتئین خام شاخساره گاوآنه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی میان 30 تن کود دامی بر هکتار و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

پروتئین خام دانه گاوآنه: تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی و نوع کشت بر غلظت پروتئین خام دانه گاوآنه معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل کود دامی و نوع کشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول 8) نشان داد که با مصرف کود دامی و افزایش سطح آن، غلظت پروتئین خام دانه گاوآنه افزایش یافت. غلظت پروتئین خام دانه گاوآنه در کشت مخلوط گاوآنه با ذرت در مقایسه با کشت خالص آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به اینکه عملکرد دانه گاوآنه در کشت مخلوط با ذرت کاهش یافت (جدول 6)، افزایش غلظت پروتئین خام دانه گاوآنه در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد

تک کشتی) (جدول‌های 9 و 10) که به نظر می‌رسد ناشی از رشد زیاد و ارتفاع زیاد ذرت نسبت به لوبیا و گاودانه می‌باشد. نسبت برابری زمین برای کشت مخلوط ذرت با لوبیا با میانگین 1/64 بیشتر از کشت مخلوط ذرت با گاودانه با میانگین 1/5 بود (جدول‌های 9 و 10). به نظر می‌رسد دلیل آن عملکرد بیشتر لوبیا در کشت مخلوط با ذرت (7/7 t/ha) نسبت به عملکرد گاودانه در کشت مخلوط با ذرت (0/7 t/ha) می‌باشد (جدول‌های 6 و 8) که مطابق فرمول LER باعث افزایش LER می‌گردد.

(2000)، لیتورجیدس و همکاران (2007) و خرمی وفا (1385) در کشت‌های مختلف مخلوط LER جزیی گراس‌ها را بیشتر از گیاه همراه ذکر کرده‌اند. الورونیسمو و آیودیلت (2009) مشاهده کردند که در کشت مخلوط ذرت با تاج خروس، مصرف کود دامی باعث افزایش معنی‌دار شاخص نسبت برابری زمین (LER) شد. با این حال، جدول‌های 9 و 10 نشان می‌دهند که در بررسی ما مصرف کود دامی بر شاخص نسبت برابری زمین (LER) اثر قابل‌ملاحظه‌ای نداشت. عملکرد ذرت در کشت مخلوط آن با لوبیا و گاودانه کمتر از عملکرد لوبیا و گاودانه کاهش می‌یابد (نسبت به

جدول 9- مقادیر عملکردهای نسبی و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ذرت با لوبیا

نسبت برابری زمین	Y_{bm}/Y_{bs}	Y_{cm}/Y_{cs}	نوع کشت	سطوح کودی
1/66	0/75	0/91	مخلوط ذرت با لوبیا	شاهد
1/63	0/75	0/88	مخلوط ذرت با لوبیا	30 تن در هکتار
1/62	0/76	0/86	مخلوط ذرت با لوبیا	60 تن در هکتار

Y_{cm} محصول ذرت در کشت مخلوط، Y_{cs} محصول ذرت در تک‌کشتی، Y_{bm} محصول لوبیا در کشت مخلوط و Y_{bs} محصول لوبیا در تک‌کشتی

جدول 10- مقادیر عملکردهای نسبی و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ذرت با گاودانه

نسبت برابری زمین	Y_{vm}/Y_{vs}	Y_{cm}/Y_{cs}	نوع کشت	سطوح کودی
1/50	0/63	0/86	مخلوط ذرت با گاودانه	شاهد
1/54	0/67	0/87	مخلوط ذرت با گاودانه	30 تن در هکتار
1/45	0/67	0/78	مخلوط ذرت با گاودانه	60 تن در هکتار

Y_{cm} محصول ذرت در کشت مخلوط، Y_{cs} محصول ذرت در تک‌کشتی، Y_{vm} محصول گاودانه در کشت مخلوط و Y_{vs} محصول گاودانه در تک-کشتی

کشتی

کاربرد کود دامی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، تعداد دانه در نیام، وزن صد دانه و پروتئین خام دانه لوبیا را افزایش داد. کاربرد کود دامی و کشت مخلوط ذرت و گاودانه شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه و غلظت پروتئین خام شاخساره و دانه گاودانه را افزایش داد. به‌طور کلی، برای افزایش کمیت و کیفیت علوفه، کشت مخلوط ذرت با لوبیا و کاربرد 60 تن کود دامی در هکتار در منطقه مورد مطالعه و شرایط مشابه می‌تواند توصیه شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد کود دامی وزن خشک علوفه، غلظت پروتئین خام و ارتفاع ذرت را افزایش داد. کشت مخلوط ذرت با لوبیا و گاودانه سبب افزایش غلظت پروتئین خام ذرت و کاهش عملکرد علوفه خشک ذرت در مقایسه با تک‌کشتی آن شد. کشت مخلوط ذرت با لوبیا و گاودانه، عملکرد بیولوژیکی و دانه لوبیا و گاودانه و تعداد دانه در بوته گاودانه را کاهش و غلظت پروتئین خام دانه لوبیا را افزایش داد.

منابع مورد استفاده

- آرژه ج، 1386. ارزیابی کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای و ماشک گل‌خوشه‌ای در سطوح مختلف کود ازته و الگوهای مختلف کشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز. پارسا م و باقری ع، 1387. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.
- پرویزی ی و نباتی ع، 1383. تأثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. مجله پژوهش و سازندگی، شماره 63، صفحه‌های 21 تا 29.
- تمری ا، 1390. اثر برخی کودهای زیستی و نیتروژنی بر سودمندی کشت مخلوط ذرت و لوبیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته زراعت، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز.
- جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی آ و قلی‌پور م، 1379. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- جوانمرد ع، 1388. ارزیابی کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط ذرت با چند لگوم در کشت دوگانه. رساله دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز.
- خرمی وفا م، 1385. ارزیابی اکولوژیک کشت مخلوط ذرت و کدوی تخم کاغذی. رساله دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز.
- دهمرد م، قنبری ا، سیاه‌سر ب و گرمودی م، 1389. بررسی اثر نسبت کاشت و زمان برداشت بر کیفیت علوفه در کشت مخلوط با لوبیا چشم‌بلبلی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، جلد 41، شماره 3، صفحه‌های 633 تا 642.
- رضائی‌نژادی و افیونی م، 1379. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر بوسیله ذرت و عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم، شماره چهارم، صفحه‌های 19 تا 27.
- رضوانفر ا و شفیع ف، 1384. بررسی نقش و کارکردهای ترویج کشاورزی در توسعه کشت نباتات علوفه‌ای در پارادایم نوین. چکیده مقالات اولین همایش ملی گیاهان علوفه‌ای کشور. 18 تا 20 مرداد ماه، دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.
- زمانی باب‌گهری ج، افیونی م، خوشگفتارمنش اح و عشقی‌زاده ح، 1389. اثر فاضلاب کارخانه، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و

خاک، سال 14، شماره 54، صفحه‌های 153 تا 165.

سالاردینی، ع.ا. 1382. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ایران.

کریمی ه، 1375. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

کوچکی ع و سرمدنیاغ، 1377. فیزیولوژی گیاهان زراعی. چاپ هفتم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی ع، شگانی ب و نجیب‌نیا س، 1388. ارزیابی تولید در کشت مخلوط لوبیا و ذرت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 7، شماره 2، صفحه‌های 605 تا 614.

مدیر شانه‌چی م، 1379. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای. انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.

مظاهری د، 1377. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.

نجفی ا و غفاری‌خلیق ح، 1384. بررسی کشت مخلوط ذرت سینگل کراس 704 و لوبیای تجارتي رقم دانشکده. مجموعه مقالات اولین همایش ملی حیوانات. 29 و 30 آبان ماه، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

Abera T, Tamado T and Pant LM, 2005. Grain yield and LER of maize-climbing bean intercropping as affected by inorganic, organic fertilizers and population density in Western Oromiya, Ethiopia. *Asian Journal of Plant Sciences* 4(5): 458-465.

Achieng JO, Ouma G, Odhiambo G and Muyekho F, 2010. Effect of farmyard manure and inorganic fertilizers on maize production on Alfisols and Ultisols in Kakamega, Western Kenya. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1(4): 430-439.

Allen JR and Eburna PK, 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. *Agronomy Journal* 75: 1005-1009.

Anil JP, Phipps RH and Miller FA, 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: Review of potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science* 53: 301-317.

Anil L, Park J and Phipps RH, 2000. The potential of forage – maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology* 85: 157-164.

Aziz T, Ullah S, Sattar A, Nasim M, Farooq M and Mujtabakhan M, 2010. Nutrient availability and maize (*Zea mays* L.) growth in soil amended with organic manure. *Journal of Agriculture and Biology* 12: 621-624.

Carruthers K, Prithiviraj B, Fe Q, Cloutier D, Martin RC and Smith DL, 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. *European Journal of Agronomy*

12: 103-115.

Dane JH and Topp GC, 2002. Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods. ASA-CSSA-SSSA Publisher, USA.

Dhima KV, Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB and Dordas CA, 2006. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research 100: 24.

Fujita K, Ofosu KG and Ogata S, 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume – cereal cropping system. Plant and Soil 144: 155-175.

Ghanbari Bonjar A, 2000. Intercropping field bean (*Vicia faba* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) as low-input forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. Journal Agriculture Science, Cambridge 138: 311-314.

Lithourgidis AS, Dhima KV, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD, 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Agronomy for Sustainable Development 27: 95-99.

Marschner H, 2003. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego, CA, USA.

Mgbeze GC and Abu Y, 2010. The effects of NPK and farmyard manure on the growth and development of the African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst ex. a rich). African Journal of Biotechnology 9(37): 6085-6090.

Muhammad I, Rafiq M, Sultan A, Akram M and Arifgoher M, 2006. Green fodder yield and quality evolution of maize and cowpea sown alone and in combination. Journal of Agricultural Research 44(1): 121-129.

Nachigera GM, Ledent JF and Draye X, 2008. Shoot and root Competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany, 64: 180-188.

Ofori F and Stern WR, 1987. Cereal-legume intercropping system. Advances in Agronomy 41: 41-90.

Olorunnismo OA and Ayodelet OJ, 2009. Effects of intercropping and fertilizer application on the yield and nutritive value of maize and amaranth forages in Nigeria. Grass and Forage Science 64: 413-420.

Page AL, Miller RH and Keeney DR, 1982. Methods of Soil Analysis; Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA-CSSA-SSSA Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

Parsons D, Ramirez-Aviles L, Cherney JH, Ketterings QM, Blake RW and Nicholson CF, 2009. Managing maize production in shifting cultivation milpa systems in Yucatan, through weed control and manure application. Agriculture, Ecosystems and Environment 133: 123-134.

Peters J, 2003. Recommended Methods of Manure Analysis. Cooperative Extension Publishing, University of Wisconsin. pp: 1-57.

- Richards LA, 1969. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Salinity Laboratory Staff, Agricultural Handbook No. 60, USDA, USA.
- Ross SM, King JR, Doovan JT and Spaner D, 2005. The productivity of oats and berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass and Forage Science* 60: 74-86.
- Sharaiha RK. and Hattar B, 1993. Intercropping and poultry manure effects on yields of corn, watermelon and soybean grown in a calcareous soil in the Jordan valley. *Journal of Agronomy and Crop Science* 171: 260-267.
- Tomar TS, Mackenzie AF, Mehuys GR and Ali I, 1988. Corn growth with foliar nitrogen, soil applied nitrogen, and legume intercrops. *Agronomy Journal* 80: 800-807.
- Waling I, Vark WV, Houba VJG and Van der lee JJ, 1989. Soil and Plant Analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, the Netherland.
- Willy RW, 1990. Resource use in intercropping systems. *Journal of Agriculture Water Management* 17: 215-231.
- Yolcu H, Gunes A, Dasci M, Turan M and Serin Y, 2010. The Effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. *Ekoloji* 19: 71-81.