نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص. ۶۲-۵۲

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 1, Spring 2012, p. 52-62

ارزیابی کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.) تحت تأثیر کودهای فسفری زیستی و شیمیایی

مهدی نقی‌زاده[1*] و محمد گلوی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۴

چکیده

کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یکی از راه‌های افزایش عملکرد و پایداری تولید در واحد سطح مطرح باشد. به منظور ارزیابی تأثیر کودهای فسفری زیستی و شیمیایی بر کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت(*Zea maize* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.)، دو آزمایش به طور همزمان در دو محل کرمان و بردسیر در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل چهار سطح کود فسفری شامل فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتار)، کود فسفر شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ درصد کود فسفر زیستی (۵۰ گرم در هکتار) بعلاوه ۵۰ درصد فسفر شیمیایی (۷۵ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (عدم مصرف کود) و پنج الگوی کشت مخلوط به روش جایگزینی شامل ذرت و خلر خالص و نسبت‌های ۲۵: ۷۵، ۵۰: ۵۰ و ۷۵: ۲۵ از ذرت و خلر بودند. تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر مکان بر صفات قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، درصد خاکستر، الیاف شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی به جز کربوهیدرات‌های محلول در آب معنی-دار بود. قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، درصد خاکستر، الیاف شوینده خنثی، الیاف شوینده اسیدی و کربوهیدرات‌های محلول در آب به شدت تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط قرار گرفتند. اعمال کود فسفری نیز بر روی تمام صفات به جز درصد خاکستر تأثیر معنی‌دار داشت. قابلیت هضم ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین خام علوفه تحت تأثیر برهمکنش نسبت‌های کشت مخلوط و کودهای فسفری قرار گرفتند. نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و خلر، نسبت به کشت خالص آنها قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، کربوهیدرات‌های محلول در آب و درصد خاکستر بالاتر و الیاف شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی پایین تر برخوردار بودند. کاربرد توأم کودهای فسفری زیستی و شیمیایی، سبب بهبود کیفیت علوفه گردید.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، پروتئین خام، کربوهیدارات‌های محلول، ماده خشک قابل هضم

مقدمه

کمبود علوفه یکی از مشکلات اصلی دامپروری در ایران است، (Eshgizadeh et al., 2008). توجه به کشت محصولات علوفه‌ای با شیوه علمی بویژه بصورت کشت مخلوط، توأم با استفاده از کودهای زیستی، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (Backiyavathy & Vijayakumar, 2006). اخیراً، سیستم‌های کشت متفاوتی از جمله تناوب زراعی، کشت‌های تأخیری و کشت مخلوط غلات یکساله با لگوم‌ها را برای افزایش تولید در کشاورزی معرفی می‌کنند و کشت مخلوط غلات با لگوم‌ها امروزه بطور وسیعی در مناطق مختلف جهان گسترش یافته است (Carruthers et al., 2000).

کشت مخلوط بعنوان یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار از تولید دو یا چند محصول بطور همزمان در یک قطعه زمین شکل می‌گیرد (Dawo et al., 2007). تحقیقات نشان داده است که در بیشتر موارد کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای عملکرد بیشتری از تک کشتی تولید می‌نمایند و کاربرد آن خسارت احتمالی ناشی از آفات و بیماری‌ها را کاهش داده و موجب استفاده حداکثر از منابع آب و خاک می‌گردد و در ضمن حفاظت خاک را به دلیل پوشش بهتر فراهم می‌کند (Dileep et al., 2001; Hail et al., 2009; Hemayati et al., 2002). لگوم‌ها علاوه بر تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها، دارای ریشه‌هایی هستند که با نفوذ به اعماق خاک باعث اصلاح و افزایش میکروارگانیسم‌ها و حجم خاک گشته و با قابلیت ایجاد رابطه همزیستی با باکتری‌های جنس ریزوبیوم، در کشت‌های مخلوط می‌توانند قسمت عمده نیتروژن لازم برای گراس‌ها را فراهم نمایند (Armstrong et al., 2008).

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی و دانشیار بخش زراعت دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: E-mail: msnaghizadeh@gmail.com)

تحقیقات نشان می‌دهند که علوفه تولیدی در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، دارای کیفیت بالاتری می‌باشد. بویژه وقتی که در کشت مخلوط از ترکیب لگوم- غیرلگوم استفاده گردد، زیرا گرامینه‌ها به لحاظ کربو هیدرات و لگوم‌ها از نظر پروتئین و ویتامین‌ها غنی می‌باشند (Dawo et al., 2007).

استفاده از گیاهان خانواده غلات به عنوان علوفه در حال گسترش است، ولی این گیاهان نسبت به لگوم‌ها ارزش غذایی کمتری دارند، چرا که پروتئین خام آن‌ها پایین است. مخلوط گراس-لگوم ترکیب مناسبی است، زیرا در این ترکیب، ضمن بالا بودن عملکرد، کیفیت علوفه نیز افزایش می‌یابد. از طرفی، لگوم‌ها به دلیل داشتن پروتئین و مواد معدنی بیشتری می توانند در کشت مخلوط با غلات، کمبود پروتئین آنهارا جبران می‌کنند (Kardage, 2004).

کشت مخلوط باعث افزایش پروتئین خام، هیدرات‌های کربن محلول در آب و قابلیت هضم ماده خشک و کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)[1] و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)[2] در کشت‌های مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.)- لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.) (Ghanbari, 2000) و ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.) (Kevin et al., 2008) گردید. همچنین نتایج تحقیقات نشان داده است که عملکرد، محتوی پروتئین خام و کل ماده خشک قابل هضم در کشت مخلوط گراس – لگوم بیشتر از خالص آن‌ها می‌باشد (Lithourgidis et al., 2006; Kardage, 2004; Azraf-Haq et al., 2007).

ذرت به دلیل قدرت سازگاری بالا می‌تواند با گیاهان زیادی به صورت مخلوط کشت گردد و به علت داشتن مواد قندی، نشاسته و عملکرد علوفه زیاد یکی از مهمترین گیاهان جهت تولید علوفه سبز، سیلو و دانه محسوب می‌شود (Yazdani et al., 2009). کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنی موجب شده است که برخی بقولات علوفه‌ای نظیر خلر (*Lathryrus sativus* L.) که با تثبیت بیولوژیک نیتروژن به حاصلخیزی خاک کمک می‌کنند، فراموش شوند (Power, 1987)؛ در حالیکه این گیاه از پتانسیل بالای تولید علوفه و توان رشد این گیاه در خاک‌های غیربارور و فرسایش یافته و دارا بودن دوره رشد کوتاه، برای تولید علوفه مناسب می‌باشد. این گیاه نسبت به سایر بقولات دارای توانمندی‌هایی از جمله، پتانسیل بالای عملکرد در شرایط آب و هوایی و خاک نامناسب، سازگاری بهتر با روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی وکاهش فشردگی خاک است (Lazanyi, 2000).

اگرچه مصرف کودهای شیمیایی عملکرد بسیاری از محصولات را به طور قابل توجهی افزایش داده است، ولی برخی اثرات سوء زیست محیطی و عدم واکنش به مصرف زیاد کودها بدلیل کاربرد بی‌رویه آن‌ها، تولیدات مواد غذایی را در دهه‌های آینده با مشکلاتی مواجه خواهد ساخت (Villegas & Fortin, 2002). استفاده از کودهای زیستی نظیر رایزوباکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه به عنوان قسمتی از یک سیستم مدیریت جهانی، استفاده از ترکیبات ساختگی و کودهای شیمیایی را کاهش داده و پایداری تولید را سبب خواهد شد (Vessey, 2003).

توسعه کشاورزی در طی دوره گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی پایدار با راهبرد کشاورزی پایدار جهت سطح عملکرد بالا و اجرای سیستم مناسب با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی و آلی به ویژه کودهای زیستی به عنوان راهکاری برای کشاورزی جایگزین جهت تولید محصول و حفظ عملکردها در سطح قابل قبول مطرح می‌باشند. مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و مصرف آن‌ها و اثرات سویی که بر چرخه‌های زیستی و خود پایداری بوم نظام‌های زراعی دارند، از علل رویکرد کاربرد کودهای زیستی می‌باشند (Villegas & Fortin, 2002; Sharma, 2002).

یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2009) بیان داشتند که کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و ریز و باکتری‌های محرک رشد گیاه توأم با مقادیر مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمّی و کیفی ذرت داشت. مهرورز و همکاران (Mehrvarz & Chaichi, 2008) با بررسی اثر میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات و کود شیمیایی فسفات بر کیفیت دانه و علوفه جو (*Hordeum vulgare* L.) نشان دادند که بیشترین مقدار پروتئین از کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات حاصل شد. کودهای زیستی فسفر بر کیفیت علوفه نیز تأثیر داشتند، بطوری‌که این تیمارها میزان خاکستر را در سطح قابل قبول افزایش دادند. در نتیجه کاربرد کود زیستی فسفر میزان فیبرهای شوینده خنثی کاهش پیدا کرد، ولی میزان کربوهیدرات‌های محلول با کاربرد کود شیمیایی فسفر افزایش یافت.

اکثر مطالعات انجام شده در مورد ذرت و خلر (*Lathyrus sativus* L.) بر مبنای کشت خالص بوده است و گزارشی مبنی بر کشت مخلوط این دو گیاه در دسترس نیست. لذا شناخت تأثیر کودهای زیستی روی کیفیت علوفه و عملکرد این گیاهان در کشت مخلوط، نیازمند مطالعه و تحقیق می‌باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت و خلر تحت تأثیر کود زیستی فسفر اجرا شد.

مواد و روش‌ها

دو آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به‌طور همزمان، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان (با عرض

1- Acid detergent fiber
2- Neutral detergent fiber

جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریای آزاد) و مزرعه مجتمع اقتصادی کمیته امداد امام خمینی (ره) بردسیرکرمان (با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۰۴۴ متر از سطح دریا) اجرا شد. کرمان جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و میانگین بارندگی سالیانه و درجه حرارت در فصل رشد اجرای طرح به ترتیب ۱۵۲/۹ میلی‌متر و ۲۵/۳ درجه سانتی‌گراد بود. بردسیر دارای اقلیم مناطق خشک و معتدل می‌باشد و میانگین بارندگی سالیانه و درجه حرارت در فصل رشد اجرای تحقیق به ترتیب ۱۶۳/۹ میلی‌متر و ۱۷/۷ درجه سانتی‌گراد بود (Anonymous, 2010). بافت خاک محل‌های آزمایش کرمان و بردسیر به ترتیب لومی شنی و لوم بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح کودی شامل فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتار)، فسفر شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)، ۵۰ درصد فسفر زیستی (۵۰ گرم در هکتار) بعلاوه ۵۰ درصد فسفر شیمیایی (۷۵ کیلوگرم در هکتار)و شاهد (عدم مصرف کود) و پنج الگوی کشت به روش جایگزینی شامل: کاشت خالص ذرت و خلر، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ ذرت و خلر بودند. مزارع در سال قبل از آزمایش آیش بودند. تهیه زمین شامل شخم در پاییز و دو دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین بوسیله لولر در بهار انجام شد. قبل از کشت بر اساس نتایج تجزیه خاک، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (K_2SO_4) و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره ($(NH_2)_2CO$) (در سه نوبت قبل از کاشت، مرحله ساقه رفتن ذرت و مرحله گل‌دهی ذرت) استفاده شد. هر کرت آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت، به طول شش متر و با فواصل ۵۰ سانتی‌متر بود (تمامی تیمارها به صورت یک ردیف خلر و یک ردیف ذرت کاشته شدند). نسبت‌های کشت با تغییر تراکم بوته (تغییر فاصله بوته روی ردیف) و فاصله ثابت بین ردیف‌های کشت (۵۰ سانتی‌متر) اجرا شد. ذرت مورد استفاده سینگل کراس ۷۰۴ که یک هیبرید دو منظوره برای تولید دانه و علوفه با طول دوره رویش ۱۲۰ تا ۱۳۵ روز و خلر رقم محلی سمیرم با طول دوره رشد ۱۰۵ تا ۱۲۰ روز بودند. بذر هر دو گیاه قبل از کشت با کود زیستی فسفات بارور دو(سودوموناس) با نسبت‌های مشخص (۱۰۰ گرم در هکتار) و بر اساس دستور العمل توصیه شده توسط شرکت سازنده (جهاد دانشگاهی واحد تهران) تلقیح شدند. به این صورت که محتوی بسته با آب مخلوط و روی بذرها اسپری و سپس بذرها در سایه خشک شدند. عملیات کاشت دستی هر دو گیاه به طور همزمان در تاریخ ۳۰ اردیبهشت، با دست انجام شد.

کشت، به میزان دو برابر تراکم مطلوب انجام شد و بعد از اطمینان از سبز شدن، برای رسیدن به تراکم‌های مورد نظر، در مرحله ۴- ۳ برگی، بوته‌ها تنک شدند. تراکم مطلوب برای ذرت ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار (Francis & Decoteau, 1993) و برای خلر ۲۰۰۰۰۰ (Lazanyi, 2000) بوته در هکتار بود. اولین آبیاری بلافاصله پس از هر کشت و آبیاری‌های بعدی هر هفته یکبار انجام شد. علف‌های هرز مزرعه به صورت دستی در سه مرحله (چهار برگی ذرت، ساقه رفتن ذرت و گل‌دهی ذرت) وجین شدند. پس از حذف دو ردیف هر کرت به عنوان حاشیه، از ردیف‌های وسط و بر اساس تراکم بوته در هکتار تعداد ده بوته ذرت و ۲۰ بوته خلر به طور تصادفی به عنوان نمونه انتخاب و اندازه‌گیری‌ها انجام شد. نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. نمونه‌های خشک شده با آسیاب دارای مش تا حد ۰/۱ میلی‌متر آسیاب شدند (برای تعیین خصوصیات کیفی با توجه به نسبت هر گیاه در مخلوط، پودرها با یکدیگر مخلوط شدند) و اندازه‌گیری صفات مربوط به کیفیت علوفه شامل میزان پروتئین خام، الیاف حاصل از شوینده اسیدی، الیاف حاصل از شوینده خنثی، هیدرات‌های کربن محلول در آب، درصد خاکستر و قابلیت هضم ماده خشک با دستگاه (NIRS)[1] انجام شد (Roberts et al., 2003). سیستم NIRS مورد استفاده سری اینفراماتیک ۸۶۰ شرکت پرتن با ۲۰ طول موج در دامنه ۲۴۰۰-۵۰۰ نانومتر بود. معادلات کالیبراسیون برای این ویژگی‌ها با اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی پنج درصد از نمونه‌ها بدست آمد (Jafari et al., 2003). تجزیه آماری به کمک نرم افزار SAS (ورژن ۹) تجزیه و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

قابلیت هضم ماده خشک

نتایج نشان داد که اثر مکان ($p\leq۰/۰۵$)، نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ($p\leq۰/۰۱$) و کود فسفری ($p\leq۰/۰۵$) و برهمکنش آن‌ها ($p\leq۰/۰۱$) روی قابلیت هضم ماده خشک، معنی‌دار بود (جدول ۱). قابلیت هضم ماده خشک در بردسیر ۱۱/۴۶ درصد بیشتر از کرمان بود (جدول ۲)، و علت این موضوع را می‌توان به علت رشد مطلوب‌تر و بیشتر خلر در شرایط آب و هوایی بردسیر و همچنین بافت خاک مناسب‌تر بردسیر (لوم) نسبت به کرمان (لومی شنی) نسبت داد. بین نسبت‌های کشت مخلوط از نظر قابلیت هضم ماده خشک اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بیشترین قابلیت هضم ماده خشک در نسبت کشت ۵۰:۵۰ ذرت و خلر بدست آمد و قابلیت هضم ماده خشک در نسبت‌های کشت مخلوط ۵۰:۵۰، به ترتیب ۷/۳ و ۵/۴ درصد نسبت به کاشت خالص ذرت و خلر افزایش داشت، در حالی که این افزایش در نسبت‌های کاشت ۷۵:۲۵ به ترتیب ۶/۱۹ و ۴/۲۹ درصد و در نسبت های کاشت ۲۵:۷۵ به ترتیب ۷/۰۱ و ۵/۱۱ درصد نسبت به کاشت خالص ذرت و خلر افزایش یافت (جدول ۳).

1- Near Infrared Reflectance Spectroscopy

جدول ۱- میانگین مربعات ویژگی‌های کیفی علوفه ذرت و خلر در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

Table 1- Mean squares of corn and grass pea forage quality characteristics in different rates of mixed cropping

منابع تغییرات Source of variats	درجه آزادی df	قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	کربوهیدرات‌های محلول در آب Water soluble carbohydrate	پروتئین خام Crude protein	خاکستر Ash
مکان (L) Location (L)	1	151.94*	338.60**	1479.46**	14.06	112.87**	2.19*
تکرار در مکان Replication × L	4	287.11	256.02	283.85	140.09	4.71	0.86
نسبت‌های کشت (R) Planting rates (R)	4	503.91**	383.91**	321.31**	172.34**	143.03**	5.09**
منابع فسفری (P) Phosphorus resources (P)	3	130.97*	150.60*	48.05*	37.06*	124.33*	0.87
R×P	12	139.03**	41.38	66.12	2.28**	114.23**	0.80
L×R	4	88.27	21.27	41.27	951.27	21.82	0.46
L×P	3	115.36	41.36	36.36	177.04	11.74	2.80
l×R×P	12	11.99	50.99	155.75	135.87	11.99	0.71
خطا Error	76	42.80	27.08	45.26	12.99	4.23	54.00
کل Total	119	-	-	-	-	-	

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

گراس‌ها به تنهایی انرژی کل بیشتری تولید می‌کنند، اگر چه مخلوط لگوم- گراس با کشت خالص گراس از نظر میزان قابلیت هضم ماده خشک به هم نزدیک می‌باشند، اما علوفه مخلوط تعادل بهتری از مواد غذایی دارد (YIakoulaki, 2006). هایل و همکاران (Haill et al., 2009) با بررسی کشت مخلوط جو با لگوم‌های یکساله نتیجه گرفتند که بالاترین قابلیت هضم ماده خشک در مخلوط نخود- جو و ماشک-جو بدست آمد. نتایج سایر محققین نیز بیانگر این مطلب است که در کشت مخلوط قابلیت هضم ماده خشک بیشتری نسبت به کشت خالص بدست می‌آید (Armstrong et al., 2008; Contreras-Govea et al., 2009).

نتایج نشان داد که کاربرد ۵۰ درصد کود فسفر زیستی (۵۰ گرم در هکتار) بعلاوه ۵۰ درصد کود فسفر شیمیایی (۷۵ کیلوگرم در هکتار) تأثیر مثبتی را بر میزان ماده خشک قابل هضم داشت، به طوری که قابلیت هضم ماده خشک را ۵/۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد کودهای فسفر زیستی و فسفر شیمیایی به تنهایی نیز بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر، قابلیت هضم ماده خشک را به ترتیب ۳ و ۱/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴). یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2009) نیز بیان داشتند که کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه به همراه مقادیر مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی-داری بر عملکرد کمّی و کیفی ذرت داشت و کیفیت علوفه ذرت را از طریق افزایش میزان قابلیت هضم ماده خشک بهبود بخشید. قابلیت هضم ماده خشک،اغلب نماینده انرژی قابل هضم می‌باشد و بهبود قابلیت هضم از مهمترین برنامه‌های اصلاحی گیاهان علوفه‌ای می-باشد، زیرا قابلیت هضم بالا کارایی تبدیل عناصر مغذی را بوسیله دام، بهبود می‌بخشد (Coleman & Moore, 2003). محمدآبادی و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2012) با بررسی اثر تأثیر کودهای آلی بر شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) بیان داشتند که مصرف کودهای آلی، بهبود قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را به دنبال داشت.

الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی

الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی به عنوان شاخصی برای بیان میزان دیواره سلولی گیاه و نیز عامل مهمی برای تعیین میزان تعلیف دام شناسایی شده است (Hail et al., 2009). نتایج حاصل نشان داد که اثر مکان، نسبت‌های کشت ($p \leq ۰/۰۱$) و کود فسفری بر NDF معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۱). میزان NDF در بردسیر ۱۶ درصد کمتر از کرمان بود (جدول ۲). کمترین میزان NDF در کشت خالص خلر بدست آمد که البته تفاوت معنی‌داری با مخلوط ۲۵:۷۵ ذرت و خلر نداشت. در مقابل بیشترین میزان NDF در کشت خالص ذرت حاصل شد (جدول ۳). بنابراین می‌توان چنین گفت که کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص ذرت، از طریق کاهش NDF، کیفیت علوفه را بهبود بخشید. در واقع NDF بالا، سبب کاهش تعلیف علوفه توسط حیوان به دلیل غیر قابل هضم بودن آن می‌شود (Kevin et al., 2008).

کریستنسن (Kristensen, 1992) با مطالعه کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.) معمولی گزارش کرد که کیفیت علوفه در کشت مخلوط بهتر از کشت خالص جو بود و دلیل این امر را می‌توان به کاهش میزان NDF در کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص جو مربوط دانست. هایل و همکاران (Haill et al., 2009) نیز با بررسی روی کشت مخلوط جو و لگوم‌های یکساله مشاهده گردید که کمترین میزان NDF مربوط به کشت خالص نخود بود. این تفاوت در میزان NDF در بین گروه‌های مختلف گیاهی توسط رز و همکاران (Ross et al., 2005)، لوریالت و کیریکسی (Lauriault & Kirksey, 2004) و لیتورجیدیس و همکاران (Lithourgidis et al., 2006) گزارش شده است.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای فسفری، میزان NDF علوفه را کاهش دادند و بیشترین تأثیر مربوط به استفاده توأم از کود فسفر زیستی و شیمیایی بود، به طوریکه این ترکیب کودی با کاهش ۴/۸۴ درصدی NDF در مقایسه با شاهد، سبب بهبود کیفیت علوفه گردید (جدول ۴). شارما (Sharma, 2002) نیز در تحقیق خود افزایش کیفیت علوفه یونجه را به دلیل کاهش میزان NDF، در نتیجه کاربرد کود زیستی فسفر گزارش داده است.

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، ADF به طور معنی‌داری تحت تأثیر مکان کشت ($p \leq ۰/۰۱$)، نسبت‌های کشت ($p \leq ۰/۰۱$) و کود فسفری ($p \leq ۰/۰۵$) قرار گرفت (جدول ۱). میزان ADF در کرمان ۹/۸ درصد بیشتر از بردسیر بود (جدول ۲). از آنجا که میزان ADF به طور معمول در غلات بیشتر از لگوم‌ها می‌باشد (Boxton, 1996)، بنابراین با توجه به رشد مطلوب‌تر و بیشتر ذرت در کرمان در مقایسه با بردسیر، احتمالاً به دلیل مناسب‌تر بودن شرایط آب و هوایی کرمان در مقایسه با بردسیر برای رشد ذرت، تکامل و گسترش سلول‌ها و دیواره های سلولی بیشتر شده و در نتیجه ADF افزایش یافته است. در بین نسبت‌های مختلف کشت کمترین میزان ADF، در کشت خالص خلر و بیشترین آن در کشت خالص ذرت مشاهده شد. افزایش سهم خلر در کشت مخلوط با کاهش سهم ذرت، سبب بهبود کیفیت علوفه از طریق کاهش میزان ADF گردید (جدول ۳). در همین راستا، هایل و همکاران (Haill et al., 2009) در بررسی کشت مخلوط جو با لگوم‌های یکساله نتیجه گرفتند که حداقل میزان ADF در کشت خالص نخود بدست آمد و کشت خالص جو بالاترین میزان ADF را در الگوهای مختلف کشت مخلوط به خود اختصاص داد. روس و همکاران (Ross et al., 2004) نیز بیان نمودند که میزان ADF در کشت‌های مخلوط کمتر از کشت خالص گراس‌ها بود.

جدول ۲- اثر اصلی مکان بر ویژگی‌های کیفی علوفه ذرت و خلر در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

Table 2- The main effect of location on corn and grass pea forage quality characteristics in in different rates of mixed cropping

خاکستر (درصد) Ash (%)	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد) Water soluble carbohydrate (%)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	قابلیت هضم ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility (%)	مکان Location
7.21a	11.02b	20.37a	51.18a	28.32a	52.58b*	کرمان Kerman
5.42b	14.41a	19.82a	36.71b	18.52b	64.04a	بردسیر Bardsir

* بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، در سطح احتمال پنج درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Means with the similar letters are not significantly different at 5% probability level based on Duncan Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های نسبت‌های مختلف کشت بر ویژگی‌های کیفی علوفه ذرت و خلر

Table 3 – Comparison means of different ratio of planting on quality attributes of forage maize and grass pea

خاکستر (درصد) Ash (%)	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد) Water soluble carbohydrate (%)	الیاف حاصل از شوینده خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	الیاف حاصل از شوینده اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	قابلیت هضم ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility (%)	نسبت‌های کشت خلر: ذرت Grass pea: corn ratio
6.35b	9.95c	25.28a	42.61a	28.81a	61.11c	100:0
7.26a	10.07c	22.73b	34.92bc	25.20b	67.30a	75:25
7.56a	12.64b	20.92b	38.09b	24.37b	68.41a	50:50
7.29a	13.06b	20.73b	33.85c	21.13c	68.12a	25:75
6.22b	15.86a	18.03c	33.05c	18.39c	63.01b	0:100

* بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

* Means with the similar letters are not significantly different at 5% probability level based on Duncan Multiple Range Test.

کاربرد تیمارهای مختلف منابع فسفری تـأثیر مثبتـی در افـزایش کیفیت علوفه داشت و بیشترین تأثیر مربوط به تیمـار ۵۰ درصـد کـود فسفر زیستی (۵۰ گرم در هکتار) و ۵۰ درصد کود فسفر شیمیایی (۷۵ کیلوگرم در هکتـار) بـود، بـه طوریکـه اسـتفاده از ایـن ترکیـب کـود فسفری، میزان ADF را ۲/۹۸ درصد در مقایسه با شـاهد کـاهش داد (جدول ۴). شارما (Sharma, 2002) نیـز گـزارش داد کـه در نتیجـه کاربرد کود زیستی فسفر میزان فیبرهای شوینده اسیدی کاهش پیـدا کرد.

کربوهیدرات‌های محلول

کربوهیدرات‌های محلول که بخش عمده‌ای از کربوهیـدرات‌هـای غیرساختمانی را تشکیل داده، یکی از مهمتـرین اجـزاء تعیـین کننـده کیفیت علوفه است که وظیفه آن تامین انرژی بـرای میکروارگانیسـم-هـای شـکمبه و حفـظ سـلامت دسـتگاه گوارشـی دام مـی‌باشـد (Lithourgidis et al., 2006). نتایج حاصل نشان داد که (WSC)[1] به طور معنی‌داری تحت تـأثیر نسـبت‌هـای کشـت ($p \leq ۰/۰۱$)، کـود فسفری ($p \leq ۰/۰۵$) و برهمکنش آن‌ها ($p \leq ۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۱). نتایج نشان داد که اجرای کشت مخلوط ذرت و خلر، سبب کاهش WSC در مقایسه با کشت خالص ذرت گردیـد و از ایـن نظـر تفـاوت معنی‌داری بین نسبت‌های مختلف مخلوط ذرت و خلر وجـود نداشـت (جدول ۳). نخ زری مقدم و همکـاران (Nakhzari-Moghadam et al., 2009) در بررسی کشت مخلوط ذرت و ماش سـبز بیـان داشـتند که خانواده غلات نسبت به لگوم‌ها کربوهیدارات قابـل حـل بیشـتری دارنـد، بنـابراین بـا افـزایش نسـبت خلـر در کشـت مخلـوط میـزان کربوهیدارت‌ها کاهش پیدا می‌کند. در این رابطه نتایجی مشابه توسط سـایر محققـین گـزارش شـده اسـت (Armstrong et al., 2008; Contreras-Govea et al., 2009).

اعمال تیمارهای کود فسفری بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر، سبب افزایش جزئی WSC در مقایسـه بـا شـاهد شـدند (جـدول ۴). مهرورز و چای چی (Mehrvarz & Chaichi, 2008) با بررسی اثـر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و کـود شـیمیایی فسـفات روی کیفیت دانه و علوفه جو نشان دادند که کاربرد کود زیستی فسفر میزان کربوهیدرات‌های محلول با کاربرد کود شیمیایی فسفر افـزایش یافـت. در تحقیق حاضـر بیشـترین میـزان WSC در کشـت خـالص ذرت و کاربرد ۵۰ درصد کود فسفر زیسـتی (۵۰ گـرم در هکتـار) بعـلاوه ۵۰ درصد کود فسفر شیمیایی (۷۵ کیلـوگرم در هکتـار) و کمتـرین آن در کشت خالص خلر و شاهد حاصل شد (جدول ۵).

1- Water Soluble Carbohydrate

جدول ٤- اثر اصلی منابع فسفری بر ویژگی های کیفی علوفه ذرت و خلر

Table 4- The effect of Phosphorus resource on corn and grass pea forage quality characteristics

منابع فسفری Phosphorus resource	قابلیت هضم ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility (%)	الیاف حاصل از شوینده اسیدی (درصد) Acid detergent fiber (%)	الیاف حاصل از شوینده خنثی (درصد) Neutral detergent fiber (%)	کربوهیدرات‌های کربن محلول در آب (درصد) Water soluble carbohydrate (%)	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	خاکستر (درصد) Ash (%)
کود فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتار) Biological phosphorus fertilizer (100 g.ha^{-1})	64.12b*	23.30ab	38.11ab	21.23a	12.63ab	6.46a
کود فسفر شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) Chimical phosphorus fertilizer (150 g. ha^{-1})	63.02b	24.14ab	39.01a	22.32a	12.25b	6.72a
۵۰ درصد فسفر زیستی و ۵۰ درصد فسفر شیمیایی 50% biological phosphorus and 50% chimical phosphorus	66.55a	22.09b	35.37b	22.50a	12.93a	6.79a
شاهد Control	61.12c	25.07a	40.21a	20.10b	11.01c	6.84a

*بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

* Means with the similar letters are not significantly different at 5% probability level based on Duncan Multiple Range Test.

استفاده توأم از کودهای زیستی وشیمیایی سبب افزایش جذب فسفر و در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی به دانه شده و در نتیجه WSC افزایش یافته است. نتایج مشابهی توسط مهرورز و چایچی (Mehrvarz & Chaichi, 2008) گزارش شده است.

باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش حلالیت فسفر غیرمحلول خاک و افزایش رشد گیاه و کمیت و کیفیت محصول تحت شرایط کمبود فسفر قابل دسترس خاک می‌شوند (Seilsepour et al., 2002) و استفاده از کودهای شیمیایی فسفره را کاهش می‌دهند (Vessey, 2003). مشخص شده است که باکتری‌های حل کننده فسفات علاوه بر کمک به جذب عنصر فسفر، موجب جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک رشد و افزایش کمّی و کیفی محصول می گردند (Mehrvarz & Chaichi, 2008).

پروتئین خام (CP)[1]

میزان پروتئین خام به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) تحت تأثیر مکان نسبت‌های کشت ($p\leq$۰/۰۱) و کود فسفری ($p \leq$۰/۰۵) و اثر متقابل آن‌ها ($p\leq$۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۱) و میزان پروتئین در بردسیر ۳/۳۹ درصد بیشتر از کرمان بود (جدول ۲). از آنجا که میزان پروتئین خام به طور معمول در لگوم‌ها بیشتر از غلات می‌باشد (Ross et al., 2005)، بنابراین با توجه به رشد مطلوب‌تر و بیشتر خلر در بردسیر به دلیل شرایط آب و هوایی مناسب‌تر در مقایسه با کرمان، انتظار می‌رفت که میزان CP در بردسیر بیشتر از کرمان گردد. با کاهش نسبت ذرت و افزایش نسبت خلر در نسبت‌های مخلوط، تا رسیدن به ۱۰۰ درصد کشت خلر، عملکرد کیفی علوفه از طریق افزایش میزان CP افزایش یافت (جدول ۳) که علت این را می‌توان به خاطر بالا بودن درصد پروتئین خام خلر و کمتر بودن درصد فیبر آن در مقایسه با علوفه ذرت دانست. غلاف‌های تولید شده در خلر سبب افزایش میزان پروتئین خام شد. افزایش میزان پروتئین و کاهش میزان فیبر در نتایج (Reta et al., 2010) نیز مشاهده شده است. نتایج مطالعه محمدآبادی و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2012) نیز نشان داد که شاخص‌های کیفی گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر نوع کود آلی قرار گرفت.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها در مقایسه با کشت خالص غلات، باعث افزایش کیفیت علوفه از نظر میزان پروتئین خام در کشت‌های مخلوط یولاف–شبدر (Ross et al., 2005)، ذرت–لوبیا (Kevin et al., 2008) و ذرت–سویا (Carruthers et al., 2002) گردید.

استفاده از کودهای فسفری، به ویژه ترکیب کود فسفر زیستی و شیمیایی، میزان پروتئین خام را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۴). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (Yazdani et al., 2009; Mehrvarz & Chaichi, 2008). در کشاورزی متداول از کودهای فسفاته شیمیایی برای رفع کمبود فسفر خاک استفاده می‌شود، ولی در عمل در صد بالایی از کودهای مصرفی با یون های خاک ترکیب و به صورت غیر محلول یا غیر قابل جذب برای گیاه در می‌آیند (Rokhzadi et al., 2004; Peix et al., 2001). کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات، موجب افزایش حلالیت فسفر غیرمحلول، افزایش جذب فسفر، افزایش محتوای نیتروژن و پتاسیم در بافت‌های گیاهی و در نتیجه افزایش کمّی و کیفی عملکرد می‌گردد (Peix et al., 2001).

نتایج حاصل نشان داد بیشترین میزان پروتئین خام در کشت خالص خلر و کاربرد توأم کود فسفر شیمیایی و زیستی به میزان ۱۷/۹۱ درصد مشاهده شد، درحالی که کمترین آن در کشت خالص ذرت مشاهده شد که از این نظر تفاوتی بین کاربرد کود فسفری و تیمار شاهد وجود نداشت (جدول ۵).

درصد خاکستر

درصد خاکستر علوفه در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی می‌باشد (Hail et al., 2009). عناصر معدنی در علوفه به لحاظ اینکه در متابولیسم حیوان شرکت کرده و برای فعالیت سلول‌های بدن لازم می‌باشند، مهم هستند. عناصر معدنی می‌توانند در کیفیت علوفه مؤثر باشند (Sharma, 2002).

تأثیر مکان ($p\leq$۰/۰۵) و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ($p \leq$۰/۰۱) بر درصد خاکستر معنی‌دار بود (جدول ۱). کشت مخلوط ذرت– خلر باعث افزایش خاکستر دانه نسبت به کشت خالص ذرت و خلر گردید. حداکثر خاکستر حاصل بدون اختلاف معنی‌دار به میزان حدود ۷/۵۰ درصد مربوط به نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بود. ده مرده و همکاران (Dahmardeh et al., 2010) نیز نتایج مشابهی را گزارش داده اند و اظهار داشتند که کشت مخلوط ذرت –لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در مقایسه با خالص آن‌ها، از نظر درصد خاکستر باعث بهبود کیفیت علوفه ذرت گردید که این مسئله می‌تواند به دلیل جذب بهتر عناصر در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل نشان داد کشت خالص خلر میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) کمتر و پروتئین خام (CP) بیشتری نسبت به سایر نسبت‌های کشت داشته است. کشت مخلوط ذرت و خلر به دلیل علوفه‌ای با قابلیت

1- Crude Protein

هضم ماده خشک، پروتئین خام، هیدرات‌های محلول و درصد خاکستر بالاتر و الیاف شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی کمتر نسبت به کشت خالص آن‌ها دارای کیفیت علوفه بالاتری بود. کاربرد کود زیستی فسفر توأم با کود فسفر شیمیایی، بهبود کیفیت علوفه را به همراه داشت که این می‌تواند به دلیل افزایش حلالیت فسفر غیر محلول و جذب فسفر در بافت‌های گیاهی در اثر استفاده از کود فسفر زیستی باشد.

جدول ۵- برهمکنش نسبت‌های مختلف کشت و منابع فسفری بر ویژگی‌های کیفی علوفه ذرت و خلر

Table 5- Intraction of different planting ratio and phosphorus resource on forage quality characteristics of corn and grass pea

پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد) Water soluble carbohydrate (%)	قابلیت هضم ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility (%)	ذرت نسبت‌های کشت خلر : (درصد) Proportion of grass pea: corn ratio (%)	منابع فسفری Phosphorus resource
13.42c	16.38g	59.10d*	0:100	شاهد Control
12.96d	17.91f	62.90c	25:75	
11.84d	18.66ef	63.18c	50:50	
10.71e	18.77ef	61.04c	75:25	
9.33f	19.61e	58.55d	100:0	
13.98bc	16.44g	66.18b	0:100	فسفر زیستی Biological phosphorus
12.94d	19.42e	65.95b	25:75	
11.51d	21.25d	66.08b	50:50	
10.41e	24.12b	66.00b	75:25	
9.44f	24.31b	63.81bc	100:0	
16.12a	18.68ef	63.88bc	0:100	فسفر شیمیایی Chimical phosphorus
13.34c	21.99cd	65.99b	25:75	
12.53d	22.97c	65.98b	50:50	
10.10f	23.85bc	66.00b	75:25	
10.03f	24.09b	63.31bc	100:0	
17.91a	18.24f	65.88b	0:100	۵۰٪ فسفر زیستی +۵۰٪ شیمیایی 50% biological phosphorus+ 50% chimical phosphorus
14.44b	21.13d	68.01a	25:75	
14.24b	21.54d	67.62a	50:50	
10.55e	21.90cd	68.00a	75:25	
9.49f	25.70a	66.05b	100: 0	

* بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با هم ندارند.

* Means with the similar letters are not significantly different at 5% probability level based on Duncan Multiple Range Test.

منابع

1- Anonymous. 2010. http:// weather.ir.

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

3- Azraf-Haq, A., Ahmad, R., and Mahmood, N. 2007. Production potential and quality of mixed sorghum forage under different intercropping systems and planting patterns. Pakistan Journal of Agronomy Science 39(2): 431-439.

4- Backiyavathy, M.R., and Vijayakumar, G. 2006. Effect of Vermicompost, Inorganic and Bio Fertilizer Application on Fodder Yield and Quality in Maize + Cowpea Intercropping System. 18th World Congress of Soil Science July 9-15. Philadelphia, Pennsylvania USA.

5- Boxton, D.R. 1996. Quality related characteristics of forage as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science Technology 59: 37- 49.

6- Carruthers, K., Prithviraj, B., Cloutier, D., Martin, R.C., and Smith, D.L. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component response. European Journal of Agronomy 12: 103–115

7- Coleman, S.E., and Moore, J.E. 2003. Feed quality and animal performance. Field Crops Research 84: 17- 29.

8- Contreras-Govea, R.E., Muckb, K., Armstronga, L., and Albrecht, K.A. 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. Animal Feed Science and Technology Journal 150: 1-8.

9- Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Seahsar, B., and Ramroudi, M. 2010. Effect of planting and harvest time on forage quality of corn grown in mixtures with Black Eye Beans. Iranian Journal of Agricultural Sciences 3: 633-642. (In

Persian with English Summary)
10- Dawo, M.I., Wilkinson, J.M., Sanders, F.E.T., and Pilbeam, D.J. 2007. The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropping maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). Journal of Science Food Agriculter 87: 1391–1399.
11- Dileep Kumar, S.B., Berggren, I., and Martensson, A.M. 2001. Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent Pseudomonas and Rhizobium. Plant and Soil 229: 25-34.
12- Eshgizadeh, H.R., Chaichi M. R., Ghalav and, A., Shabani, G., Azizi, K., Raeisi, H., and Papizadeh, A. 2008. Evaluation of annual medic and barley intercropping on forage yield and protein content in dry farming system. Iranian Journal of Pajouhesh and Sazandegi 75: 102-112. (In Persian with English Summary)
13- Francis, R., and Decoteau, D.R. 1993. Developing and effective southern pea and sweet corn intercropping system. Horticultural Technology 3: 178- 184.
14- Ghanbari, A. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low–input forage. PhD Thesis. Wye College, University of London.
15- Ghanbari, A., and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*.) as a whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality .Grass and Forage Science 58(1): 28- 36.
16- Hail. Y., Daci, M., and Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding. Yield and quality. Journal Animal Advance 8(7): 1337- 1342.
17- Hemayati, S., Siadat, A., and Sadegh Zade, F. 2002. Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities. Iranian Journal Agricultural Science 25: 73-87.
18- Jafari, A.A., Connolly, V., Frolich, A., and Walsh, E.K. 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. Irish Journal of Agricultural and Food Research 42: 293- 299.
19- Kardage, Y. 2004. Forage yields, seed yields and botanical compositions of some legume–barley mixtures under rain fed condition in semi–arid regions of Turkey. Asian Journal of Plant Sciences 3: 295- 299.
20- Kevin, L., Kenneth, A., Albrecht, A., Lauer, J.G., and Riday, H. 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. Published in Crop Science 48: 371-379.
21- Kristensen, V.F. 1992. The production and feeding of whole– crop cereals and legumes in Denmark. In: Stark B.A., and Wilkinson J M., whole-crop cereals. Chalcome Publication, pp 21-37.
22- Lauriault, L.M., and Kirksey, R.E. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrop in the southern high plains. USA. Agronomy Journal 96: 352-358.
23- Lazanyi, J. 2000. Grass pea and green manure effects in the great Hungarian plain. Lathyrus Lathyrism Newsletter 1: 28-30.
24- Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Ohima, K.V., Dordas, C.A. and YIakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crop Research 99: 106-113.
25- Mehrvarz, S., and Chaichi, M.R. 2008. Effect of Phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L). American- Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science 3: 855-860.
26- Mohammad Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J., and Bromand Rezazadeh, Z. 2012. Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) forage. Agroecology 3(4): 491-499. (In Persian with English Summary)
27- Mohsen Abadi, G. 2006. Mixture of barley and vetch grown in various levels of nitrogen fertilizer use efficiency and environmental resources in rainfed and irrigated conditions. PhD Thesis in Agricultural Field Crop Ecology. Tehran University. (In Persian with English Summary)
28- Nakhzari-Moghadam, A., Chaichi M.R., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H., Majnoon hoseini, N., and Noorinia, A.A. 2009.The effects of corn and green gram intercropping on yield, LER and some quality characteristics of forage. Iranian Journal of Field Crops Reaserch 40(4): 151-159. (In Persian with English Summary)
29- Peix, A., Rivas-Boyere, A.A., and Mateos, P.F. 2001. Growth promotion of Chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of mesorhizobium mediterraneum under growth chamber conditions. Soil Biology and Biochemistry 33(1): 103-110.
30- Power, J.F. 1987. Legumes: Their potential role in agricultural production. American Jurnal of Alternative Agriculture. Available on the http://www.eap.mcgill.ca.
31- Reta Sanchez, D.G., Espinosa Silva, J.T., Palomo Gil, A., Serrato Corona, J.S., Cueto Wong, J.A., and Gaytan Mascorro, A. 2010. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. Spanish Journal of Agricultural Research 8(3): 713-721.
32- Roberts, C.A., Stuth, J., and Finn, P.C. 2003. NIRS applications in forages and feedstuffs. In: Roberts, C.A., Workman, J., Reeves, J. (Eds.), Near Infra-spectroscopy in Agriculture. Agronomy Monograph. 321. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
33- Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A., and Drrish, F. 2004. Influnce of plant Growth. Promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chikpea. American Eurasian, Journal Agricultural and Environmental Science 3:

253-257.
34- Ross, S.M., King, J.R., and Spanner, D. 2005. The productivity of oats and berseem clover intercrop. Primery growth characterictics and forage quality at four densities of oats. Journal British Grassland Society and Forage Science 60: 74-86.
35- Seilsepour, M., Baniani, E., and Kianirad, M. 2002. Effect of phosphate solubilizing microorganism (PSM) inreducing the rate of phosphate fertilizers application to cotton crop. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization Salamanca University, 16-19 July. Salamanca, Spain.
36- Sharma, A.K. 2002. Bio-fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios Indian Publications 456 pp.
37- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil 255: 271-586.
38- Villegas, J., and Fortin, J.A. 2002. Phosphorus solubilization and pH changes as result of the intractions between soil bacteria and arbuscular mycorrizal fungi on a mediam containing NO_3 as nitrogen source. Canadian Journal of Botany 80: 571-576.
39- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M.A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Proceedings of World Academy of Sciences, Engineering and Technology pp. 2070-3740.