نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دهم، شماره اول، بهار ۹۶
۳۹-۵۴
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر مقادیر نیتروژن و الگوی کشت مخلوط ردیفی بر کمیت و کیفیت علوفه جو و نخودفرنگی و نسبت برابری زمین

*علی نخ‌زری مقدم
استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: کشت مخلوط، عمل کشت دو یا چند گیاه زراعی در یک مکان و در یک زمان، یک روش قدیمی و معمول کشت گیاهان به‌منظور استفاده بیش‌تر از منابع قابل دسترس مؤثر بر رشد است. در تیمارهای مختلف کشت مخلوط معمولاً وزن خشک علوفه، درصد ماده خشک، پروتئین خام، فیبر قابل حل در شوینده خنثی و کربوهیدرات‌های محلول در آب نسبت به کشت خالص بهبود می‌یابد. هدف از این مطالعه تعیین کمیت و کیفیت علوفه تولیدی در کشت خالص و مخلوط جو و نخودفرنگی و همچنین نسبت برابری زمین بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. عامل کشت مخلوط در پنج سطح شامل کشت خالص جو، کشت خالص نخود فرنگی، کشت مخلوط نواری یک ردیف جو و یک ردیف نخود فرنگی، کشت مخلوط نواری دو ردیف جو و دو ردیف نخود فرنگی، کشت مخلوط نواری سه ردیف جو و سه ردیف نخود فرنگی و میزان نیتروژن در چهار سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه ۱۳۹۰ و تاریخ برداشت شش اردیبهشت ماه ۱۳۹۱ بود. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد علوفه خشک، درصد پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب، درصد فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی، درصد خاکستر و عملکرد پروتئین بود. برای تجزیهٔ آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1.3 و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

*مسئول مکاتبه: a_nakhzari@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد تحت تأثیر کشت مخلوط، نیتروژن و کشت مخلوط × نیتروژن قرار گرفت. اثر کشت مخلوط بر درصد پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب، درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی، درصد خاکستر و عملکرد پروتئین در سطح یک درصد معنی‌دار شد. درصد پروتئین و خاکستر و همچنین عملکرد پروتئین تحت تأثیر مصرف نیتروژن قرار گرفت. حداکثر وزن خشک علوفه با ۱٤/۵۱ و ۱٤/۳ تن در هکتار مربوط به تیمار کشت خالص جو با مصرف ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و حداقل آن با ۳/۷٦ تن در هکتار مربوط به تیمار کشت خالص نخود فرنگی بدون مصرف نیتروزن بود. تیمار کشت خالص نخود فرنگی دارای بیش‌ترین درصد پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب و درصد خاکستر و کم‌ترین درصد فیبر غیرقابل‌حل در شوینده‌های اسیدی بود. عملکرد پروتئین در تیمار کشت خالص جو بیش از بقیه تیمارها بود. مصرف نیتروژن باعث افزایش درصد پروتئین، درصد خاکستر و عملکرد پروتئین شد. نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط کم‌تر از یک بود.

نتیجه‌گیری: تیمار کشت خالص جو همراه با مصرف نیتروژن بهتر از تیمارهای دیگر از نظر وزن خشک علوفه بود در حالی که تیمار کشت خالص نخود فرنگی بدون مصرف نیتروژن حداقل عملکرد را تولید کرد. تیمار کشت خالص نخود فرنگی از نظر صفات کیفی به‌جز درصد خاکستر بهتر از کشت خالص جو و تیمارهای کشت مخلوط بود. در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین کم‌تر از یک بود لذا، کشت مخلوط برتری بر تیمارهای کشت خالص نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، خاکستر، عملکرد علوفه، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشت مخلوط، عمل کشت دو یا چند گیاه زراعی در یک مکان و در یک زمان، یک روش قدیمی و معمول کشت گیاهان به‌منظور استفاده بیش‌تر از منابع قابل دسترس مؤثر بر رشد است (۲۰). در تیمارهای مختلف کشت مخلوط، محتوای پروتئین خام تا ۵۱ درصد نسبت به کشت خالص ذرت افزایش یافت. کشت مخلوط انواع لوبیا با گندم باعث افزایش ماده خشک علوفه و درصد ماده خشک در مقایسه با کشت خالص لوبیا شد و پروتئین خام، فیبر قابل حل در شوینده خنثی و کربوهیدرات‌های محلول در آب را در مقایسه با کشت خالص انواع لوبیا و گندم افزایش داد (۱۹). کشت مخلوط یکی از راه‌های افزایش تولید بدون افزایش سطح زیر کشت و یکی از جنبه‌های کشاورزی پایدار می‌باشد. این روش کشت، به‌عنوان یک روش افزایش محصول در کشورهای پر جمعیت برای فراهم کردن غذای بیش‌تر رایج شده است (۲۲). از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط، افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی به‌دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (٤ و ۸).

ساماراجیوا و همکاران (۲۰۰٦) با کشت جو و نخود فرنگی به‌صورت مخلوط گزارش کردند که جو به‌دلیل قدرت پنجه‌زنی بالا قادر است از رشد علف‌های هرز جلوگیری کرده و در کاهش جمعیت آن‌ها مؤثر باشد (۲۵). کشت مخلوط جو و نخودفرنگی باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن توسط جو و جذب روی و منگنز توسط نخود فرنگی گردید (۱۱). در بررسی کامپیلو و همکاران (۲۰۱۰) مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر عملکرد علوفه جو را تولید کرد (۹). کاظمینی و غدیری (۲۰۰۷) با بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر گیاه جو به این نتیجه رسیدند که حداکثر عملکرد علوفه و ارتفاع بوته با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (حداکثر مصرف) به‌دست آمد (۱۷). آگیگنهو و همکاران (۲۰۰٦) در کشت مخلوط جو و باقلا در اتیوپی گزارش کردند که کشت مخلوط از عملکرد علوفه‌ای بیش‌تری نسبت به کشت خالص برخوردار بود (۱ و ۱٦). در بررسی اعظم‌خان (۲۰۰۲) عملکرد علوفه جو و نخود فرنگی در تیمار جایگزین دو به یک به‌علت ارتفاع زیاد و تعداد بوته بیش‌تر در مترمربع نسبت به کشت خالص افزایش یافت (۷). قوش (۲۰۰٤) با بررسی کشت مخلوط بادام‌زمینی و غلات علوفه‌ای متوجه شد که عملکرد غلاف بادام‌زمینی در کشت مخلوط کاهش یافت. بادام‌زمینی گیاهی با قدرت رقابت پایین اما قدرت رقابت غلات بیش‌تر بود. تولید علوفه غلات و بادام‌زمینی در کشت خالص بیش‌تر از کشت مخلوط بود (۱۲). اوال و همکاران (۲۰۰۷)

بالاترین عملکرد علوفه را از کشت خالص جو و بادام‌زمینی گزارش کردند (۵) اما هاگارد نیلسون و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که عملکرد علوفه به‌طور معنی‌داری در کشت مخلوط جو و نخود فرنگی نسبت به تک کشتی آن‌ها بیش‌تر بود (١٤).

محتوای پروتئین خام علوفه یکی از مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی کیفیت علوفه می‌باشد (۳). کشت مخلوط جو و نخود فرنگی باعث تجمع بیش‌تر نیتروژن در اندام‌های هوایی جو در کشت مخلوط گردید. میزان تجمع نیتروژن در نخود فرنگی به‌علت رقابت برای جذب نیتروژن در مخلوط کمتر از کشت خالص آن بود و ۷۵ درصد نیتروژن در کشت مخلوط در اندام‌های جو و ٦٥ درصد در کشت خالص آن ذخیره شد (١٤). حسن‌زاده قورت‌تپه و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد علوفه و افزایش پروتئین علوفه در برخی از ارقام جو شد (۱۳). ماسورو و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه سطوح مختلف نیتروژن با منبع اوره شامل ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بر گیاه ذرت بالاترین درصد پروتئین خام را با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده کردند که با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد (۲۱).

فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی شامل سلولز و لیگنین است که میزان هضم‌پذیری را کاهش می‌دهد (۲). لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۰٦) معتقدند که درصد ماده خشک قابل هضم با درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی علوفه نسبت عکس دارد. مصرف نیتروژن درصد ماده خشک قابل هضم را افزایش می‌دهد اما درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی را کاهش می‌دهد (۱۸). افزایش مصرف نیتروژن بافت‌های سبزینه‌ای گیاه را افزایش می‌دهد که جزء قسمت‌های خوش‌خوراک و قابل هضم گیاه بوده و الیاف آن در حداقل است (۲). در بررسی ماسورو و همکاران (۲۰۱۱) با افزایش مصرف نیتروژن، درصد فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی ذرت بالا رفت اما بعد از برطرف شدن نیاز گیاه، فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی سیر نزولی پیدا کرد (۲۱).

درصد خاکستر نیز مانند صفات دیگر تحت تأثیر مصرف نیتروزن قرار می‌گیرد. محمدزاده مقدم (۲۰۱۲) با ارزیابی عکس‌العمل ذرت علوفه‌ای به کودهای نیتروژن و بیولوژیک، حداقل و حداکثر خاکستر را از تیمار عدم مصرف و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کرد (۲۳). بررسی مقادیر ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر خصوصیات کیفی علوفه باقلا توسط ایوب و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار درصد خاکستر علوفه گردید (٦).

با توجه به فقدان اطلاعات لازم در خصوص تأثیر کشت مخلوط و نیتروژن بر کمیت و کیفیت علوفه جو و نخود فرنگی در کشت مخلوط در منطقه گنبد کاووس، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر نیتروژن و کشت مخلوط جو و نخود فرنگی بر عملکرد علوفه خشک، عملکرد پروتئین، صفات کیفی علوفه و نسبت برابری زمین در شرایط آب و هوایی گنبد کاووس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲٦ دقیقه شمالی و ارتفاع ٤٥ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل الگوی کاشت در پنج سطح شامل کشت خالص جو (B)، کشت خالص نخود فرنگی (P)، کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف فرنگی (BP)، کشت مخلوط دو ردیف جو و دو ردیف فرنگی (BBPP)، کشت مخلوط سه ردیف جو و سه ردیف فرنگی (BBBPPP) و میزان مصرف نیتروژن در چهار سطح شامل ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با منشأ اوره ٤٦ درصد بود.

در تاریخ ۹۰/۹/۱۵ عملیات کشت کرت‌ها همزمان و با دست انجام شد. رقم جو صحرا بود که رقم غالب منطقه و از ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد تهیه شد. نخود فرنگی مورد استفاده با نام تجاری گرین‌آرو از شرکت پتوسید هلند از نوع شمشیری و تولید ۲۰۱۲ بود. تیمارهای کشت خالص و کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخود فرنگی شامل چهار خط (به‌صورت جو- نخود فرنگی- جو- نخود فرنگی)، کشت مخلوط دو ردیف جو و دو ردیف نخود فرنگی شامل شش خط (به‌صورت جو- نخود فرنگی- نخود فرنگی- جو- جو- نخود فرنگی) و کشت مخلوط سه ردیف جو و سه ردیف نخود فرنگی (به‌صورت جو- نخود فرنگی- نخود فرنگی- نخود فرنگی- جو- جو- جو- نخود فرنگی) شامل هشت خط چهار متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. مقدار جو مصرفی ۱٦۰ کیلوگرم در هکتار و نخود فرنگی ۵۰ بوته در متر مربع (فاصله بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر) بود. در هر کپه نخود فرنگی دو بذر کاشته شد که پس از رشد کافی، یک بوته نگهداری شد. کود نیتروژن در سه مرحله، یک سوم هنگام کاشت و دو سوم بعدی در زمان ساقه‌رفتن و خوشه‌رفتن جو با توجه به‌میزان تعیین شده در تیمارها مصرف شد. به‌علت بارندگی کافی آبیاری انجام نشد. وجین دو مرتبه به‌صورت دستی با فوکا انجام شد.

در تاریخ ۹۱/۲/٦ عملیات برداشت کل کرت با حذف ردیف‌های حاشیه و نیم متر از دو طرف ردیف‌های وسط مترمربع) در مرحله پرشدن غلاف نخود فرنگی و خمیری شدن دانه جو انجام شد. برای این کار، گیاهان از سطح زمین کف‌بر و توزین شدند. برای تعیین درصد وزن خشک و وزن خشک علوفه تولیدی و همچنین کیفیت علوفه، حدود یک کیلوگرم از هر گیاه در هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت در داخل خشک‌کن الکتریکی قرار داده شدند. برای تعیین کیفیت، پس از آسیاب شدن نمونه‌ها، ۱۰ گرم از نمونه‌های پودر شده به نسبت تولید در واحد سطح با هم مخلوط و مجدداً آسیاب شد. در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور حدود پنج گرم از هر نمونه در مخزن دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR[1]) مدل Inframatic Perten 8620 ساخت کشور آلمان ریخته شد. تکنولوژی NIR براساس جذب و انعکاس اشعه مادون‌قرمز در طول موج‌های بین ۲۵۰۰–۷۰۰ نانومتر استوار است. پس از کالیبراسیون دستگاه NIR، اندازه‌گیری صفات کیفی درصد ماده خشک قابل هضم (DMD)[2]، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC)[3]، درصد پروتئین خام (CP)[4]، درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی (ADF)[5] و درصد خاکستر کل (Ash)[6] براساس روش ارائه شده توسط جعفری و همکاران (۲۰۰۳) انجام شد (۱۵). تجزیهٔ آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1.3 انجام و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه: نتیجه تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر الگوی کاشت، نیتروژن و اثر متقابل الگوی کاشت × نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

1- Near Infrared Reflectance Spectroscopy
2- Dry Matter Digestibility
3- Water Soluble Carbohydrates
4- Crude Protein
5- Acid Detergent Fiber
6- Total Ash

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد علوفه خشک جو و نخودفرنگی تحت تأثیر کشت مخلوط نواری و مقادیر نیتروژن.

Table 1. Analysis variance (maen squares) of forage dry yield of barley and pea under strip intercropping and nitrogen levels.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد علوفه خشک Forage dry yield
تکرار Replication	2	0.39
کشت مخلوط Intercropping (I)	4	98.43**
نیتروژن Nitrogen (N)	3	29.14**
I × N	12	0.93**
خطای آزمایشی Error	38	0.13
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	4.04

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون.

**Significant at 1% probability level based on LSD.

مقایسه وزن خشک علوفه نشان‌دهنده تولید زیاد در تیمار کشت خالص جو با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۱٤/۵۱ تن در هکتار می‌باشد (جدول ۲). این تیمار با تیمار کشت خالص جو با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۱٤/۳ تن علوفه خشک در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. حداقل عملکرد علوفه از تیمار کشت خالص نخود فرنگی و عدم مصرف نیتروژن با ۳/۷٦ تن در هکتار به‌دست آمد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) تحت تأثیر کشت مخلوط و مقادیر نیتروژن.

Table 2. Mean comparison for forage dry yield (ton h^{-1}) under intercropping and nitrogen levels.

نیتروژن (kg ha^{-1}) Nitrogen / الگوی کاشت Intercropping	0	25	50	75
کشت خالص جو Barley	9.94^{cde}	12.31^{b}	14.3^{a}	14.51^{a}
BP	6.97^{h}	8.93^{tg}	10.43^{c}	10.22^{cd}
BBPP	6.92^{h}	8.67^{g}	9.63^{de}	9.46^{et}
BBBPPP	6.76^{h}	8.44^{g}	9.62^{e}	9.7^{de}
خالص نخودفرنگی Pea	3.76^{k}	4.71^{j}	5.37^{i}	4.9^{ij}
$LSD_{5\%}$			0.6	

در ستون عملکرد کل تیمارهایی که حروف مشترک دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In total yield column, values followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

BP، BBPP و BBBPPP: به‌ترتیب کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخودفرنگی.

BP, BBPP and BBBPPP: 1, 2 and 3 rows of barley and pea, respectively.

با افزایش تعداد ردیف هر گیاه در کشت مخلوط از یک به سه ردیف، عملکرد علوفه به‌ترتیب ۲۸/۴۳، ۳۲/۱۱ و ۳۲/۴۲ درصد کاهش یافت. در این تیمارها با وجود افزایش عملکرد جو (به‌ترتیب ۲۸/۵۸، ۱۷/۴۶ و ۸/۶۹ درصد) به‌دلیل کاهش عملکرد نخود فرنگی (به‌ترتیب ۶۰/۴۷، ۵۰/۵۳ و ۲۷/۵۱ درصد)، عملکرد تیمارهای کشت مخلوط کاهش یافت (جدول ۳). این امر نشان‌دهنده تأثیر شیوه کشت مخلوط جو و نخودفرنگی بر عملکرد علوفه می‌باشد. جو گیاهی با رشد مستقیم است لذا توانست از نظر دریافت تشعشع خورشیدی و پراکندگی به اطراف بر گیاه نخود فرنگی که رشد رونده دارد غالب شود و عملکرد آن را در کشت مخلوط به‌خصوص در تیمار کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخودفرنگی کاهش دهد. افزایش تعداد ردیف هر گیاه در کشت مخلوط باعث کاهش فضای اشغالی توسط جو شد و فضای بیش‌تری در اختیار نخود فرنگی قرار گرفت. با توجه به تیپ رشدی نخودفرنگی که گیاهی رونده است و جو که گیاهی با رشد مستقیم است انتظار می‌رفت کشت مخلوط این دو گیاه سبب استفاده بهتر آن‌ها از منابع محیطی شود اما رشد مستقیم جو مانع رشد مطلوب نخودفرنگی و کاهش عملکرد آن شد بنابراین، تیمارهای کشت مخلوط با تولید محصول کم مزیتی از نظر عملکرد علوفه بر کشت خالص جو نشان ندادند. هاگارد نیلسون و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که در کشت مخلوط ماشک معمولی با یولاف، ماشک معمولی ۳٤ درصد عملکرد علوفه‌ای بیش‌تری نسبت به کشت خالص تولید کرد اما عملکرد آن ۵۷ درصد کمتر از کشت خالص یولاف بود (۱٤). آگیگنهو و همکاران (۲۰۰٦) با بررسی کشت مخلوط جو و باقلا به‌صورت مخلوط و خالص گزارش کردند که کشت مخلوط دو گیاه عملکرد علوفه‌ای بیش‌تری نسبت به کشت خالص تولید کرد (۱). تفاوت در عملکرد کشت خالص و مخلوط این بررسی با نتایج بررسی آگیگنهو و همکاران (۲۰۰٦) به نحوه رشد دو گیاه در کشت مخلوط مربوط بود (۱). به عبارت دیگر، دو گیاه جو و باقلا هر دو با رشد مستقیم هستند اما نخودفرنگی گیاهی با رشد رونده است.

نسبت برابری زمین: نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط کم‌تر از یک بود که نشان‌دهنده نامطلوب بودن کشت مخلوط جو و نخود فرنگی می‌باشد (جدول ۳). در واقع، کاهش نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط ناشی از تولید نسبتاً پایین نخود فرنگی به‌دلیل سایه‌اندازی جو بر آن و نامطلوب بودن شرایط برای رشد این گیاه بود. با وجودی که نسبت برابری زمین جو بیش از حد انتظار (۰/۵) بود اما نسبت برابری زمین نخود فرنگی بسیار کم‌تر از حد انتظار (۰/۵) بود و باعث کاهش این شاخص به کم‌تر از یک شد. بنابراین، کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سودمند نبود.

در بررسی نخ‌زری مقدم (۲۰۱۳) نیز کشت مخلوط جو و خردل علوفه‌ای بر کشت خالص دو گیاه برتری نشان نداد. در بررسی وی جو عملکرد کم‌تری از حد انتظار داشت و باعث کاهش نسبت برابری زمین شد (۲٤).

جدول ۳- تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد علوفه و نسبت برابری زمین.

Table 3. Effect of intecropping on forage dry yield and Land Equivalent Ratio.

عملکرد (تن در هکتار) (Ton ha^{-1}) / تیمار Treatment	جو Barley	نخودفرنگی Pea	عملکرد کل Total Yield	نسبت برابری زمین جو Barley LER	نسبت برابری زمین نخودفرنگی Pea LER	نسبت برابری زمین کل Total LER
خالص جو Barley	12.77	–	12.77^{a}	1	–	1
BP	8.21	0.927	9.14^{b}	0.643	0.198	0.841
BBPP	7.51	1.16	8.67^{c}	0.588	0.247	0.835
BBBPPP	6.94	1.7	8.63^{c}	0.543	0.362	0.905
خالص نخودفرنگی Pea	–	4.69	4.69^{d}	–	1	1
$LSD_{5\%}$				0.97		

در ستون عملکرد کل تیمارهایی که حروف مشترک دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In total yield column, values followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05.

BP، BBPP و BBBPPP: به‌ترتیب کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخودفرنگی.

BP, BBPP and BBBPPP: 1, 2 and 3 rows of barley and pea, respectively.

صفات کیفی علوفه: جدول ٤ نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی علوفه را نشان می‌دهد. اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارهای الگوی کاشت از نظر درصد ماده خشک قابل هضم، درصد پروتئین، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب، درصد فیبر غیر قابل حل در شوینده‌های اسیدی و درصد خاکستر مشاهده شد. اثر نیتروژن بر درصد پروتئین در سطح احتمال یک درصد و بر درصد خاکستر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل در مورد هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نشد.

درصد ماده خشک قابل هضم: مقایسه میانگین تیمارهای الگوی کاشت نشان داد که حداکثر ماده خشک قابل هضم مربوط به تیمار کشت خالص نخودفرنگی با ٥٩/٦٩ درصد و حداقل این صفت مربوط به تیمار کشت خالص جو با ٥١/٦ درصد بود (جدول ٥). بنابراین، نخود فرنگی دارای ماده خشک قابل هضم بالاتری نسبت به جو می‌باشد. درصد ماده خشک قابل هضم در تیمار کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخودفرنگی ٥٢/٤٦، در تیمار کشت مخلوط دو ردیف جو و دو ردیف نخودفرنگی ٥٤/٢٨ و در تیمار کشت مخلوط سه ردیف جو و سه ردیف نخودفرنگی ٥٦/١٣ بود. این امر بیان‌گر تأثیر نوع گیاه بر درصد ماده خشک قابل هضم می‌باشد. افزایش تعداد ردیف نخودفرنگی

باعث استفاده بهتر این گیاه از فضا و در نتیجه تولید بیش‌تر آن شد و با توجه به بالا بودن درصد ماده خشک قابل هضم آن، درصد ماده خشک قابل هضم علوفه هم افزایش یافت.

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ماده خشک قابل هضم، پروتئین، کربوهیدرات محلول در آب، فیبر غیرقابل حل در شوینده اسیدی، خاکستر و عملکرد پروتئین علوفه تحت تأثیر کشت مخلوط نواری و مقادیر نیتروژن.

Table 4. Analysis variance (maen squares) of dry matter digestibility (DMD), crude protein (CP), water soluble carbohydrates (WSC), acid detergent fiber (ADF), ash and protein yield (PY) of forage under strip intercropping and nitrogen levels.

صفت Traits / منابع تغییر S.O.V.	تکرار Rep.	ماده خشک قابل هضم DMD	پروتئین خام CP	کربوهیدرات محلول در آب WSC	فیبر غیرقابل حل در شوینده اسیدی ADF	خاکستر Ash	عملکرد پروتئین PY
تکرار Replication	2	9.56	2.52	2.54	4.43	1.15	0.036
کشت مخلوط Intercropping	4	124.8**	73.93**	13.62**	16.12**	5.28**	0.896**
نیتروژن Nitrogen	3	10.98	6.27**	1.19	1.47	1.47*	0.951**
I ×N	12	0.13	0.08	0.11	0.12	0.02	0.018
خطا Error	38	9.75	1.24	2.1	1.39	0.51	0.013
ضریب تغییرات CV(%)	-	5.7	7.31	10.38	3.67	8.76	8.71

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون LSD.

* and ** Significant at 5 and 1% probability level based on LSD, respectively.

جدول ٥- مقایسه میانگین درصد ماده خشک قابل هضم، درصد پروتئین خام، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب، درصد فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی، درصد خاکستر و عملکرد پروتئین علوفه تحت تأثیر کشت مخلوط.

Table 5. Mean comparison for percentage of dry matter digestibility, crude protein, water soluble carbohydrates, acid detergent fiber, ash and protein yield under intercropping.

صفات Traits / کشت مخلوط Intercropping	ماده خشک قابل هضم (درصد) DMD (%)	پروتئین خام (درصد) CP (%)	کربوهیدرات محلول در آب (درصد) WSC (%)	فیبر غیر قابل حل در شوینده اسیدی (درصد) ADF (%)	خاکستر Ash (درصد) (%)	عملکرد پروتئین PY (kg ha^{-1})
خالص جو Sole barley	51.6 ^{d}	13.14 ^{d}	12.88 ^{c}	33.08 ^{a}	7.49 ^{c}	1.687 ^{a}
BP	52.46 ^{cd}	13.78 ^{cd}	13.29 ^{bc}	32.73 ^{a}	7.83 ^{bc}	1.267 ^{b}
BBPP	54.28 ^{cb}	14.68 ^{bc}	13.68 ^{bc}	32.5 ^{ab}	7.97 ^{bc}	1.279 ^{b}
BBBPPP	56.13 ^{b}	15.26 ^{b}	14.43 ^{ab}	31.69 ^{b}	8.34 ^{b}	1.321 ^{b}
خالص نخود فرنگی Sole pea	59.69 a	19.45 a	15.58 a	30.18 c	9.22 a	0.917 c
LSD $_{5\%}$	2.58	0.92	1.2	0.97	0.59	0.093

در هر ستون تیمارهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

BP، BBPP و BBBPPP: به‌ترتیب کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخودفرنگی.

In each column, values followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05.
BP, BBPP and BBBPPP: 1, 2 and 3 rows of barley and pea, respectively.

درصد پروتئین خام: حداکثر پروتئین خام مربوط به تیمار کشت خالص نخود فرنگی با ۱۹/٤٥ درصد بود. حداقل این صفت مربوط به تیمار کشت خالص جو با ١٤/٢٢ درصد بود (جدول ٥). با توجه به این‌که محتوای پروتئین خام علوفه یکی از مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی کیفیت علوفه می‌باشد (۳)، کیفیت نخودفرنگی بیش از جو بود. کانولی و همکاران (۲۰۰۱) درصد پروتئین را در بقولات بیش از غلات ذکر کرده‌اند (۱۰) لذا، بالا بودن درصد پروتئین در گیاه نخودفرنگی و کم بودن آن در جو را می‌توان به‌دلیل تعلق این دو گیاه به خانواده لگوم و گندم و تفاوت در درصد پروتئین دو گیاه را مبنای ژنتیکی ذکر کرد. درصد پروتئین خام نیز مانند درصد ماده خشک قابل هضم با افزایش تعداد ردیف نسبت به کشت خالص جو افزایش جزئی یافت. دلیل این امر را می‌توان افزایش کم عملکرد نخود فرنگی با افزایش تعداد ردیف دانست. به عبارت دیگر، با افزایش تعداد ردیف گیاهان در هر کرت با وجودی که عملکرد جو در واحد سطح (و در نتیجه غلبه آن) کاهش یافت (جدول ۳) اما تولید کم نخودفرنگی نسبت به جو تغییر زیادی در این صفت ایجاد نکرد.

افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئین خام و در نتیجه کیفیت علوفه را افزایش داد به‌طوری که حداکثر پروتئین خام با ۱۵/۹ درصد با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد (جدول ٦). تأثیر مثبت نیتروژن بر درصد پروتئین توسط ماسورو و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است (۲۱).

جدول ٦- مقایسه میانگین درصد پروتئین، درصد خاکستر و عملکرد پروتئین تحت تأثیر مقادیر نیتروژن.

Table 6. Mean comparison for percentage of crude protein, ash and protein yield under nitrogen levels.

صفات Traits / نیتروژن Nitrogen ($kg\ ha^{-1}$)	پروتئین خام (درصد) CP (%)	خاکستر (درصد) Ash (%)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار) PY ($kg\ ha^{-1}$)
0	14.42 ^{b}	7.76 ^{b}	0.954 ^{c}
25	15.12 ^{ab}	8.12 ^{ab}	1.253 ^{b}
50	15.61 ^{a}	8.3 ^{a}	1.483 ^{a}
75	15.9 ^{a}	8.49 ^{a}	1.486 ^{a}
$LSD_{5\%}$	0.82	0.53	0.083

در هر ستون تیمارهای دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری با هم در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

In each column, values followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$.

درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب: بیش‌ترین درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب متعلق به تیمار کشت خالص نخودفرنگی با ۱۵/۵۸ درصد بود. تیمار کشت خالص جو با ۱۲/۸۸ درصد حداقل

این مقدار را داشت (جدول ۵). این امر بیانگر بالا بودن درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب در گیاه نخودفرنگی نسبت به گیاه جو می‌باشد. با افزایش تعداد ردیف در تیمارهای کشت مخلوط، درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب نسبت به جو کمی افزایش یافت. علت افزایش جزئی درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب در کشت مخلوط، افزایش کم عملکرد نخود فرنگی در کشت مخلوط بود (جدول ۳) که باعث شد تغییر زیادی در این صفت ایجاد نشود. در واقع این صفت بیش‌تر تحت تأثیر جو به‌دلیل تولید بالای این گیاه قرار گرفت. در بررسی هاگارد نیلسون و همکاران (۲۰۰۱) غلات مورد بررسی از لگوم درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب کمتری داشتند. در بررسی آنان کشت مخلوط نسبت به کشت خالص غلات کربوهیدرات محلول در آب بیشتری داشت (١٤).

درصد فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی: فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی در تیمار کشت خالص جو ۳۳/۰۸ و در تیمار کشت خالص نخودفرنگی ۳۰/۱۸ درصد بود (جدول ۵) که نشان‌دهنده کیفیت بالای علوفه نخودفرنگی از این نظر می‌باشد زیرا بالا بودن درصد فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی با کاهش درصد ماده خشک قابل هضم علوفه همراه است که این امر از نظر تغذیه دام مطلوب نمی‌باشد. افزایش عملکرد نخود فرنگی در تیمار کشت مخلوط سه ردیف جو و سه ردیف نخودفرنگی باعث شد درصد فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی این تیمار کمتر از تیمار کشت خالص جو و تیمارهای با تعداد ردیف کم باشد. لیتورجیدیس و همکاران (٢٠٠٦) معتقدند که کل مواد غذایی قابل هضم با میزان فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی مرتبط است (۱۸). گیاه نخودفرنگی با دارا بودن مواد غذایی قابل هضم زیاد، فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی کمتری نسبت به جو داشت و از نظر کیفیت علوفه برتر از جو بود.

درصد خاکستر: مقایسه میانگین تیمارهای الگوی کشت نشان داد که حداکثر خاکستر علوفه مربوط به تیمار کشت خالص نخودفرنگی با ۹/۲۲ درصد و حداقل این صفت نیز مربوط به تیمار کشت خالص جو با ۷/٤۹ درصد بود (جدول ۵). تیمارهای کشت مخلوط از نظر درصد خاکستر اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند اما اختلاف تیمارهای کشت مخلوط با تیمار کشت خالص جو معنی‌دار بود. افزایش تعداد ردیف هر گیاه (از یک ردیف به سه ردیف) منجر به افزایش درصد خاکستر شد. دلیل این امر، افزایش عملکرد نخودفرنگی در تیمارهای کشت مخلوط دو و سه ردیف نخودفرنگی و جو بود.

افزایش مصرف نیتروژن درصد خاکستر علوفه را افزایش داد به‌طوری که حداکثر خاکستر علوفه با ۸/٤۹ درصد به تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تعلق داشت (جدل ٦). با وجودی که مصرف نیتروژن درصد خاکستر علوفه را افزایش داد اما اختلاف تیمارهای مصرف نیتروژن معنی‌دار نشد. این امر به‌دلیل تفاوت کم عملکرد علوفه این تیمارها بود (جدول ۳). ایوب و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی مقادیر ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر خصوصیات کیفی علوفه باقلا گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار درصد خاکستر علوفه شد (٦).

عملکرد پروتئین خام: عملکرد پروتئین از حاصلضرب عملکرد علوفه در درصد پروتئین به‌دست می‌آید. بیش‌ترین عملکرد پروتئین مانند عملکرد علوفه مربوط به تیمار کشت خالص جو بود اما اختلاف آن با سایر تیمارها همانند عملکرد علوفه نبود. درصد پروتئین بالا در نخودفرنگی باعث کاهش اختلاف تیمارها از نظر این صفت شد. به‌عنوان مثال با وجودی که عملکرد علوفه در تیمار کشت خالص جو ۲/۷۲ برابر تیمار کشت خالص نخودفرنگی بود اما عملکرد پروتئین ۱/۸٤ برابر بود.

مصرف نیتروژن عملکرد پروتئین را افزایش داد اما مصرف زیاد نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد پروتئین نداشت. مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عملکرد پروتئین را نسبت به تیمار عدم مصرف نیتروژن ۵۵/۹ درصد افزایش داد. در بررسی حسن‌زاده قورت‌تپه و همکاران (۲۰۰۸) نیز مصرف نیتروژن باعث افزایش پروتئین علوفه در برخی از ارقام جو شد (۱۳).

نتیجه‌گیری کلی

وزن خشک علوفه در تیمار کشت خالص جو با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۱٤/۵۱ تن در هکتار بود. عملکرد علوفه در تیمار کشت خالص نخودفرنگی بدون مصرف نیتروژن ۳/۷٦ تن در هکتار بود. این اختلاف عملکرد به ماهیت دو گیاه و عکس‌العمل آن‌ها به نیتروژن مربوط بود. در تیمارهای کشت مخلوط، عملکرد علوفه بیش‌تر از عملکرد علوفه تیمار کشت خالص نخودفرنگی و کم‌تر از تیمار کشت خالص جو بود. کاهش بیش‌تر عملکرد علوفه نخودفرنگی نسبت به افزایش عملکرد جو در تیمارهای کشت مخلوط باعث شد نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط کم‌تر از یک شود. حداکثر ماده خشک قابل هضم مربوط به تیمار کشت خالص نخود فرنگی با ۵۹/٦۹ درصد و حداقل این صفت نیز مربوط به تیمار کشت خالص جو با ۵۱/٦ درصد بود. با افزایش تعداد

ردیف در تیمارهای کشت مخلوط، درصد ماده خشک قابل هضم نسبت به جو کمی افزایش یافت. تیمار کشت خالص نخودفرنگی با ۱۹/٤٥ درصد بیش‌ترین و تیمار کشت خالص جو با ۱۳/۱٤ درصد کم‌ترین درصد پروتئین خام را دارا بودند. با افزایش تعداد ردیف در تیمارهای کشت مخلوط، درصد پروتئین خام نسبت به تیمار کشت خالص جو افزایش جزئی یافت. با افزایش مصرف نیتروژن، درصد پروتئین خام افزایش یافت به‌طوری که حداکثر پروتئین خام با ۱۵/۹ درصد با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد در حالی‌که درصد پروتئین در تیمار عدم مصرف نیتروژن ۱٤/٤۲ درصد بود. حداکثر و حداقل درصد کربوهیدرات‌های محلول در آب متعلق به تیمارهای کشت خالص نخودفرنگی و جو به‌ترتیب با ۱۵/۵۸ و ۱۲/۸۸ درصد بود. فیبر غیرقابل حل در شوینده‌های اسیدی در تیمار کشت خالص جو ۳۳/۰۸ و در تیمار کشت خالص نخودفرنگی ۳۰/۱۸ درصد بود. درصد خاکستر علوفه در تیمار کشت خالص نخودفرنگی ۹/۲۲ و در تیمار کشت خالص جو ۷/٤۹ درصد بود. افزایش مصرف نیتروژن درصد خاکستر علوفه را افزایش داد به‌طوری که حداکثر خاکستر علوفه با ۸/٤۹ درصد به تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تعلق داشت. بین تیمارهای مصرف نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین عملکرد پروتئین از تیمار کشت خالص جو با ۱/٦۸۷ تن و کم‌ترین آن از تیمار کشت خالص نخودفرنگی با ۰/۹۱۷ تن در هکتار به‌دست آمد. مصرف نیتروژن عملکرد پروتئین را افزایش داد به‌طوری که در تیمار مصرف ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص عملکرد پروتئین به‌ترتیب ۱/٤۸٦ و ۱/٤۸۳ تن در هکتار و در تیمار عدم مصرف نیتروژن ۰/۹٥٤ تن در هکتار بود. اگرچه کشت خالص جو از نظر عملکرد برتر از نخودفرنگی بود اما کیفیت علوفه آن کم‌تر بود. کیفیت علوفه در تیمارهای کشت مخلوط تحت تأثیر جو با توجه به عملکرد بالای آن قرار گرفت.

منابع

1.Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Euro. J. Agron., 25: 202-207.
2.Arzani, H. 2009. Forage quality and Daily Requirement of Grazing Animal. Tehran Uni. Press, 354p. (In Persian)
3.Assefa, G., and Ledin, I. 2001. Effect of variety soil type and fertlizer on the establishment growth forage yield quality and voluntary intake by cattle of oats

and vetches cultivated in pure stands and mixtures. Anim Feed Sci. Techol., 92: 25-111.
4.Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. J. Agric. For. Meteorol., 139: 74–83.
5.Awal, M.A., Pramanik, M.H.R., and Hossen, M.A. 2007. Interspecies competition growth and yield in barley peanut intercropping. Asian J. Plant Sci., 6: 577-584.
6.Ayub, M., Tahir, M., Nadeem, M.A., Zubair, M.A., Tariq, M., and Ibrahim, A. 2010. Effect of nitrogen applications on growth, forage yield and quality of three cluster bean varieties. Pak. J. Life Soc. Sci., 8(2): 111-116.
7.Azam Khan, M. 2002. Production efficiency of pea (*pisum sativum*) as affected by inoculation phosphorus levels and intercropping. M.Sc. theses, Pakistan: Faisalabad University.
8.Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. Euro. J. Agron., 24(4): 325-332.
9.Campillo, R., Jobet, C., and Undurraga, P. 2010. Effect of Nitrogen on productivity, Grain Quality, and optimal Nitrogen rates in Winter Barley Cv Kumpa-INIA in andisols of Southern Chili. J. Agron. Res., 70(1): 122-131.
10.Connolly, J., Goma, H.C., and Rahim, K. 2001. The information content of indicators in intercropping research. J. Agron., 87: 191-207.
11.Corre Hellou, G., Fustec, J., and crozat, Y. 2006. Interspecific competition for soil N and its interaction with N_2 fixation, lef expansion and crop growth in pea-barley intercrops. Eur. J. Agron., 282: 195-208.
12.Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut cereal fodder intercropping systems in the semi arid tropics of India. Field Crops Res., 88: 227-237.
13.Hassanzadeh Gorttapeh, A., Fathollahzadeh, A., Nasrollahzadeh Asl, A., and Akhondi, N. 2008. Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azerbaijan province. Elec. J. Crop Pro. EJCP., 1(1): 82-100.
14.Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea and barley intercropping. Field Crops Res., 70: 101–109.
15.Jafari, A., Connolly, V., Frolich, A., and Walsh, E.J. 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. Irish J. Agric. Food Res., 42(2): 293-299.
16.Javanshir, A., Dabbagh, A., Hamidi, A., and Gholypour, M. 2000. The ecology of Intercropping. Mashhad University Press., 222p. (In Persian)
17.Kazemini, S.A., and Ghadiri, H. 2007. Effect of Weeds-nitrogen interactions on growth, yield of barley and organic C of soil. Agric. Sci., 38(2): 377-385.

18.Lithougidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, K.V., and Yiak Oulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seedling ratios. Field crops Res., 99: 106-1130.
19.Lithourgidis, A.S., and Dordas, C.A. 2010. Forage yield, growth rate, and nitrogen uptake of faba bean intercrops with wheat, barley, and rye in three seeding ratios. Crop Sci., 50: 2148-2158.
20. Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., and Vlachostergios, D.N. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Aust. J. Crop Sci., 5(4): 396-410.
21.Masoero, F., Gallo, A., Zanfi, C., Giubert, G., and Spanghero, M. 2011. Effect of nitrogen fertilization on chemical composition and rumen fermentation of different parts of plants of three corn hybrids. Animal Feed Sci. Technol., 164: 207-216.
22.Mazaheri, D. 1998. Intercropping (2nd ed.), Tehran University Press, 262p. (In Persian)
23.Mohammadzadeh Moghaddam. A. 2012. The investigation of forage corn (*Zea mays*) to nitrogen and biologic fertilizers. M.Sc. Thesis. Gonbad Kavous University., 95p.
24.Nakhzari Moghaddam, A. 2013. The yield and forage quality of intercropping barley and mustard in different planting dates. Elec. J. Crop Pro. EJCP, 5(4): 173-189. (In Persian)
25.Samarajeewa, K.B.D.P., Takatsugu, H., and Shinyo, O. 2006. Finger millet *(Eleucine corocanal L. Gaertn)* as a cover crop on weed control, growth and yield of soyabean under diffrent tillage systems. Soli Tillage Res., 90: 93-99.