

ارزیابی عملکرد و برخی صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های یکساله

زینب صالحی^۱، رضا امیرنیا^{۲*}، اسماعیل رضایی چپانه^۳، حامد خلیوندی بهروزیار^۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۶

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* مسئول مکاتبه: Email: ramirnia@gmail.com

چکیده

به منظور ارزیابی برخی ویژگی‌های زراعی و کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های یکساله، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص تریتیکاله، کشت مخلوط جایگزینی تریتیکاله با چند لگوم علوفه‌ای یکساله شامل باقلا، نخود فرنگی، ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه با نسبت ۱:۱ بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه تریتیکاله از کشت خالص و کمترین عملکرد دانه از کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل‌خوشه‌ای حاصل شد. همچنین بالاترین عملکرد علوفه تریتیکاله در کشت خالص مشاهده شد. الگوی کشت بر جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم اثر معنی‌داری داشت. میزان جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در ماشک در کشت مخلوط با تریتیکاله در مقایسه با سایر لگوم‌ها بالاتر بود. بیشترین میزان جذب فسفر مربوط به تریتیکاله در کشت مخلوط با نخود فرنگی بود. کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها منجر به کاهش درصد NDF و ADF، افزایش درصد پروتئین خام و درصد خاکستر و همچنین افزایش قابلیت هضم ماده خشک علوفه تریتیکاله، در مقایسه با کشت خالص آن شد. بنابراین، با توجه به پایین‌تر بودن NDF و ADF علوفه تریتیکاله در الگوهای کشت مخلوط، می‌توان چنین گفت که کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله، از طریق کاهش NDF و ADF کیفیت علوفه را بهبود بخشید. در بین لگوهای یکساله، نخود فرنگی در کشت مخلوط با تریتیکاله، بیشترین درصد پروتئین خام و خاکستر و کمترین درصد NDF و ADF را دارا بود. از آنجایی که بین کشت خالص تریتیکاله با کشت مخلوط تریتیکاله با نخود فرنگی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، تریتیکاله در کشت مخلوط با نخود فرنگی از کیفیت بالای علوفه برخوردار بود، بنابر این، به عنوان تیمار برتر در راستای اهداف کشاورزی پایدار برای تولید معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، پروتئین خام، تریتیکاله، خاکستر علوفه، عناصر غذایی

Evaluation of Yield and Some Qualitative Traits of Forage in Intercropping of Triticale with Annual Legumes

Zeynab Salehi¹, Reza Amirnia^{2*}, Esmail Rezaeichiyaneh³, Hamed Khalilvandi Behrozyar⁴

Received: December 24, 2017 Accepted: October 28, 2018

1- Graduate Student of Agronomy, Dept. of Agronomy and Plants Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

2- Assoc. Prof., and Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plants Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

3- Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plants Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

4-Assist. Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

*Corresponding Author Email: ramirnia@gmail.com

Abstract

In order to evaluate some agronomic and qualitative traits of forage in intercropping of triticale with annual legumes, a field experiment was conducted based on randomized complete block design with five treatments and three replications at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran, during growing season of 2016. Treatments were included solecropping of triticale, replacement intercropping of triticale with faba bean (*Vicia faba* L.), peas (*Pisum sativum* L.), vetch (*Vicia villosa* L.), and bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) in ratios 1:1. The results showed that the highest grain yield of triticale was obtained from solecropping and the lowest grain yield of triticale was achieved from intercropping of triticale with vetch, respectively. Also, the highest forage yield of triticale was observed in solecropping. Cropping pattern had a significant effect on the nutrients absorption of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium, respectively. The amount absorption of nitrogen, potassium, calcium and magnesium in the vetch were higher in intercropping of triticale compared to other legumes. The highest amount of phosphorus absorption was achieved from triticale in intercropping with pea. Intercropping of triticale with legumes Showed a decrease in the percentage of NDF and ADF, an increase in crude protein and ash content, as well as increased digestibility of dry matter of triticale, compared to monocropping. Therefore, considering the lower of NDF and ADF of triticale in intercropping patterns, it can be resulted that intercropping improved the forage quality by reducing NDF and ADF compared to monocropping. Among legumes, peas in intercropping with triticale had the highest percentage of crude protein and ash and the lowest percentage of NDF and ADF. However, seed yield of triticale did not indicate any significant differences at mono cropping with intercropping of triticale with peas. Also, triticale had a high quality forage in intercropping with peas, therefore, it is superior treatment for sustainable agriculture production.

Keywords: Acid Detergent Fiber, Ash, Crude Protein, Nutrients Absorption, Triticale

مقدمه

تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای در ایران در مقایسه با سایر گیاهان زراعی چندان مورد توجه نبوده و به علت عدم توجه به افزایش کمی و کیفی گیاهان علوفه‌ای، همواره با کمبود مواد پروتئینی روبه‌رو بوده‌ایم. بنابراین اهتمام به کشت محصولات علوفه‌ای با شیوه علمی، با توجه به رشد جمعیت، کمبود مراتع غنی و نیاز کشور به فراورده‌های دامی و لبنی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، باید به دنبال گیاهانی باشیم که علاوه بر بالا بودن میزان عملکرد، دارای کیفیت مطلوبی نیز باشند (فومن و خزائی ۲۰۱۴). یکی از غلاتی که امروزه در دنیا کشت می‌شود و از این نظر با جو قابل رقابت است، تریتیکاله می‌باشد. تریتیکاله گیاهی ساخته دست بشر که از تلاقی گندم و چاودار حاصل شده است، دارای خصوصیات مطلوب چاودار از جمله: رشد سریع و قابلیت تولید در اراضی فقیر و کم‌بازده و از طرف دیگر دارای خصوصیات برتر کیفی و زراعی گندم می‌باشد. دانه‌های تریتیکاله درشت‌تر از گندم بوده و از لحاظ میزان لایسین و اسید آمینه‌های سولفوردار بر گندم برتری دارد. همچنین میزان پروتئین در دانه‌های تریتیکاله بیشتر می‌باشد (ابطحی و باقرزاده ۲۰۱۴). این گیاه سردسیری گزینه خوبی برای سیستم‌های کم‌نهاد و جایگزین مناسبی برای گندم و جو بوده و ارزش زیادی در تامین علوفه دام‌ها دارد.

کشت مخلوط بقولات و غلات روشی متداول در کشاورزی سنتی کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید. تولید گیاهان به روش مخلوط در بسیاری از کشورهای در حال توسعه متداول بوده و کاربرد آن خسارت احتمالی ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را کاهش داده و موجب استفاده حداکثر از منابع محیطی می‌شود و ضمن بهبود ویژگی‌های بوم‌شناختی و افزایش تنوع زیستی پایداری عملکرد را افزایش داده و بازده بالاتری در مقایسه با کشت خالص به دنبال دارد (میکیک و همکاران ۲۰۱۵). از سوی دیگر کشت بقولات

حاصلخیزی خاک را تقویت کرده و موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی محیط زیست می‌شود و کمیت و کیفیت محصول را اغلب افزایش می‌دهد (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱).

کشت مخلوط زمانی موفقیت‌آمیز است که گونه‌های گیاهی به شکل متفاوت از منابع استفاده کنند. اگر اجزای کشت مخلوط مکمل هم باشند، جذب عناصر غذایی به عنوان یکی از منابع محیطی در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بوده و در نتیجه محصول بیشتری تولید می‌کنند (میکیک و همکاران ۲۰۱۵). عملکرد بالا و هزینه کم از ویژگی‌هایی هستند که غلات را برای تولید علوفه مناسب می‌کند و لگوم‌ها نیز به دلیل برخورداری از محتویات پروتئینی و مواد معدنی بیشتر نسبت به غلات موجب افزایش کیفیت علوفه می‌شوند. کشت مخلوط گراس‌ها با لگوم‌ها، مقدار پروتئین خام بیشتر و مقدار فیبر کمتر از یک جمعیت خالص گراس یا لگوم دارد. بنابراین، کشت مخلوط بقولات و غلات یکی از سودمند-ترین سیستم‌های کشت مخلوط به شمار می‌رود (ارزانی ۲۰۱۱).

جوانمرد و همکاران (۲۰۱۶) در ارزیابی زراعی، اکولوژیکی و اقتصادی کشت مخلوط گندم با نخود در شرایط دیم مراغه گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه نخود و تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه گندم تحت تأثیر الگوهای کاشت قرار گرفتند. به طوری که بیشترین عملکرد دانه در هر دو گونه به کشت خالص تعلق داشت. در تحقیقی دیگر مشخص شد که بیشترین کمترین میزان عملکرد دانه نخود در تیمارهای وجین و تک کشتی و عدم وجین کشت مخلوط جایگزینی ۵۰ درصد نخود با ۵۰ درصد جو به دست آمد. در تیمارهای کشت مخلوط به همراه کنترل علف‌هرز عملکرد دانه نخود به طور معنی‌داری نسبت به کشت خالص آن کاهش یافت که احتمالاً این امر از پایین بودن توان

شماره ۱ و متوسط بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا در محل آزمایش در جدول شماره ۲ آورده شده است.

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. اندازه پلات‌ها ۴×۳ متر مربع بود و هر پلات شامل ۱۵ ردیف تریتیکاله با فاصله ۲۰ سانتی‌متری از هم به صورت ردیفی کشت شدند. در تیمارهای کشت مخلوط یک ردیف از تریتیکاله حذف و لگوم‌های یکساله (باقلا، نخود فرنگی، ماشک گل‌خوشه- ای و گاودانه) با تراکم معین بین ردیف‌های تریتیکاله کشت شدند. به عبارت دیگر در کشت مخلوط ردیف‌های کشت به صورت یک در میان انتخاب شدند. همان طور که ذکر شد تریتیکاله با فاصله ۲۰ سانتیمتری از هم به صورت ردیفی در کشت خالص کشت شدند، اما در تیمارهای کشت مخلوط یک ردیف از تریتیکاله حذف و در همان ردیف حذف شده، لگوم‌های یکساله (باقلا، نخود فرنگی، ماشک گل‌خوشه ای و گاودانه) کشت شدند. به عبارت دیگر الگوی کشت در شرایط کشت مخلوط یک در میان صورت گرفت. یعنی یک ردیف تریتیکاله و در ردیف بعدی لگوم‌های یکساله جا گرفتند. روش کشت مخلوط از نوع جایگزینی بود. بدین ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط هشت ردیف تریتیکاله و هفت ردیف از هر لگوم علوفه‌ای مربوطه، در هر پلات خود قرار گرفتند. تراکم مطلوب برای تریتیکاله، باقلا، نخود فرنگی، ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه به ترتیب ۴۰۰، ۵۰، ۵۰ و ۲۵۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. کاشت بذور باقلا، نخود فرنگی، ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه در کشت مخلوط با تریتیکاله در ۲۵ اسفندماه ۱۳۹۴ به صورت همزمان انجام شد. بذر مورد استفاده تریتیکاله، باقلا، نخود فرنگی، ماشک گل‌خوشه- ای و گاودانه به ترتیب رقم سناباد، برکت، گرین آرو، ماشک مراغه و توده‌های قره‌داغ آذربایجان شرقی بود. عملیات وجین علف‌های هرز به طور مرتب به صورت دستی و در هنگام لزوم انجام و آبیاری بر حسب

رقابتی نخود در مقابل جو ناشی می‌شود (حمزه‌ای و سیدی ۲۰۱۴). جوانمرد و همکاران (۲۰۱۲) در کشت مخلوط ذرت با چند لگوم علوفه‌ای گزارش کردند که عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت؛ به طوری که عملکرد علوفه خشک ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌ها کاهش، اما درصد خاکستر و میزان پروتئین خام ذرت به دلیل مکمل بودن اجزای کشت مخلوط در جذب عناصر غذایی افزایش یافت. راس و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که NDF^۱ در کشت مخلوط شبدر برسیم و یولاف، پایین‌تر از کشت خالص یولاف بود. در بررسی آن‌ها، یک روند افزایش پروتئین خام در مخلوط نسبت به کشت خالص یولاف مشاهده شد.

این تحقیق به منظور بررسی برخی خصوصیات زراعی و کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با چند لگوم یکساله و مقایسه آن با کشت خالص با هدف افزایش عملکرد و کارایی استفاده از زمین از طریق استفاده بهینه از منابع، ایجاد پایداری تولید، و تعیین بهترین الگوی کشت، در شرایط آب و هوایی ارومیه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی برخی ویژگی‌های زراعی و کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با چند لگوم یکساله، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه واقع در پردیس نازلو با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا اجرا شد. جهت تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰* سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد. نتایج آنالیز خاک در جدول

قبل از کاشت به مزرعه اضافه و با خاک مخلوط شد. همچنین در طول فصل رشد از کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در زمان پنجه‌زنی، ۵۰ کیلوگرم مابقی در هکتار به صورت سرک در مرحله شروع ساقه‌دهی و ۵۰ کیلوگرم مابقی نیتروژن در مرحله ابتدای خوشه‌دهی تریتیکاله استفاده گردید.

شرایط اقلیمی منطقه به طور متوسط هر هفت الی ۱۰ روز یک بار انجام گردید. جهت تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان بر اساس آزمون خاک در پاییز سال کشت مقدار ۱۰ تن کود دامی پوسیده نیز به خاک آزمایش اضافه شد. همچنین، نیاز غذایی تریتیکاله به‌عنوان گیاه اصلی لحاظ شد و به میزان ۱۲۰ کیلوگرم سوپرفسفات و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن
لومی	۰/۶۴	۷/۳۹	۱/۲	۰/۱۲	۱۴/۲	۲۴۵	۳۸	۴۱	۲۱

جدول ۲- میانگین بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی شهرستان ارومیه در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۵

ماه‌های سال	اسفند ۹۴	فروردین ۹۵	اردیبهشت ۹۵	خرداد ۹۵	تیر ۹۵
درجه حرارت حداقل (C°)	۱/۴	۳/۴	۹	۱۱	۱۵/۶
درجه حرارت حداکثر (C°)	۱۴	۱۵/۴	۲۳/۱	۲۶/۴	۳۱/۵
میزان بارندگی (mm)	۱۹/۴	۶۳/۷	۵۱/۹	۲۸/۹	۵/۱
رطوبت نسبی (%)	۳۱/۸	۶۷/۳	۱۷۲/۲	۲۲۷/۱	۲۶۴/۲

برداشت با هدف تولید علوفه، تقریباً در نیمه دوم خرداد زمانی انجام شد که غلاف‌های لگوم‌های یکساله به خوبی تشکیل شده و در این زمان تریتیکاله در اواسط تا اواخر مرحله شیرری بود. جهت تعیین کیفیت و کمیت علوفه، ابتدا ردیف‌های کناری هر کرت و از دو طرف (تأثیرات حاشیه‌ای) حذف شد و از مساحت باقی‌مانده نمونه‌برداری انجام شد. درصد پروتئین خام علوفه با استفاده از دستگاه کجلدال^۱ و خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی تعیین شد. مقدار NDF و ADF^۲ موجود

در علوفه با استفاده از روش ون سوست (۱۹۶۳) بدست آمد. قابلیت هضم ماده خشک نیز بر مبنای درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و با استفاده از فرمول اودی و همکاران (۱۹۸۳)، برآورد شد:

$ADF = 88/9 - 0/779$ = قابلیت هضم ماده خشک (درصد) برای تعیین عناصر غذایی، کلیه بافت‌های گیاه (دانه، برگ، ساقه) با هم مخلوط و آسیاب شدند. برای تهیه خاکستر، از نمونه‌های آسیاب شده، یک نمونه ۱۰ گرمی جدا و به مدت ۵ ساعت در کوره با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. خاکستر حاصل برای تعیین

1-Kejeldahl
2-Acid Detergent Fiber

همچنین، تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام گرفت. میانگین-های بدست آمده با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه آماری شدند.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد تریتیکاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد بررسی (ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک) تریتیکاله ($p \leq 0.01$) داشت (جدول ۳).

میزان جذب عناصر غذایی استفاده گردید. نیتروژن به روش کجدال مدل BUCHI-B 324 (ساخت کشور سوئیس) و فسفر به روش کالیمتری اندازه‌گیری شد. میزان پتاسیم با استفاده از دستگاه فلم‌فومتر (مدل 620G فاطر الکترونیک ساخت ایران) تعیین شد. از دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA-6300 (ساخت کشور ژاپن) برای اندازه‌گیری میزان منیزیم و کلسیم استفاده شد.

در پایان مرحله رسیدگی کامل، از مساحت ۳ متر مربع، عملکرد و اجزای عملکرد دانه تریتیکاله تعیین شد. جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد دانه تریتیکاله، از هرکرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس، بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل و اندازه‌گیری صفات مورد نظر انجام شد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد تریتیکاله در کشت مخلوط با لگوم‌های یکساله

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۶۳/۷۱ ^{n.s}	۱/۵۸ ^{n.s}	۹۲۱/۶۶ ^{**}	۰/۱۷ ^{n.s}	۸۷/۲۰ ^{**}	۰/۲۱ ^{n.s}	۸۱۸۲۵۴/۴۶ ^{n.s}
تیمار	۴	۱۸۷/۱۱*	۶/۸۰ ^{**}	۳۱۵۴/۱۶ ^{**}	۸/۲۴ ^{**}	۱۸۴/۱۰ ^{**}	۳۶/۰۹ ^{**}	۲۳۸۰۵۹۴۱/۲۳ ^{**}
خطا	۸	۳۶/۶۶	۰/۶۸	۱۵۹/۱۶	۰/۸۳	۹/۴۵	۰/۶۳	۲۷۹۲۲۵۱/۳۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۶۷	۷/۳۶	۴/۰۲	۶/۴۰	۷/۳۵	۲/۹۵	۷/۹۸

n.s، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

بین بوته‌ها بر سر آب، مواد غذایی و فضای زیستی بوده که سبب کاهش جذب نور و کاهش رشد تریتیکاله شده و به دنبال آن ارتفاع را در کشت مخلوط کاهش داده است. ساریونایت و همکاران (۲۰۱۳) نیز اعلام کردند که کشت مخلوط -تریتیکاله با باقلا منجر به کاهش ارتفاع بوته تریتیکاله در مقایسه با کشت خالص آن شد. دباغ محمدی‌نسب و همکاران (۲۰۱۷) در کشت مخلوط سورگوم و ماشک گل‌خوشه‌ای نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

صفت طول سنبله در این تحقیق متأثر از الگوهای مختلف کشت قرار گرفت؛ به طوری که کشت خالص

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۱۰۲/۲۰ سانتی‌متر) و کمترین (۸۰/۳۵ سانتی‌متر) ارتفاع بوته به ترتیب از کشت خالص تریتیکاله و کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل‌خوشه‌ای حاصل شد. بین کشت خالص تریتیکاله با تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله - گاوآنه و تریتیکاله - نخود فرنگی از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله - باقلا، تریتیکاله - نخود فرنگی و تریتیکاله - گاوآنه نیز با هم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۴). چنین به نظر می‌رسد که علت کاهش ارتفاع بوته تریتیکاله در کشت مخلوط به دلیل رقابت

گونه‌ای برای جذب منابع محیطی سبب کاهش جذب این منابع شده و به تبع آن میزان تولید مواد پرورده در گیاه تریتیکاله کاهش یافته است. از این رو میزان تخصیص مواد پرورده به هر سنبله کمتر شده که در اثر آن رشد سنبله کاهش یافته و طول آن کمتر شده است. کاتبی و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا علت کاهش طول بلال ذرت را در نتیجه رقابت بین گونه‌ای اعلام کردند.

تریتیکاله بیشترین طول سنبله را به میزان ۱۳/۱۸ سانتی‌متر و کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل‌خوشه-ای کمترین طول سنبله را به میزان ۹/۰۶ سانتی‌متر به خود اختصاص دادند. بین کشت خالص تریتیکاله با تیمارکشت مخلوط تریتیکاله-گاودانه از نظر طول سنبله اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله-باقلا، تریتیکاله-نخود فرنگی و تریتیکاله-گاودانه از نظر طول سنبله اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها، رقابت بین

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی گیاه تریتیکاله در کشت مخلوط با لگوم‌های یکساله

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی-متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبله در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
کشت خالص تریتیکاله	۱۰۲/۲۲ a	۱۳/۱۸ a	۳۴۶/۶۶a	۱۶/۳۳ a	۵۰/۳۳ a	۳۸/۸۳ a	۵۶۴۱/۳۳ a	۱۹۰۱۳/۶۶ a
کشت مخلوط تریتیکاله+ باقلا	۸۸/۸۴ bc	۱۰/۶۶ b	۳۱۸/۳۳b	۱۳/۳۳bc	۳۸/۲۳ c	۳۵/۶۶ b	۴۶۰۲/۱۶ b	۱۵۴۷۳/۳۳ b
کشت مخلوط تریتیکاله+ نخود فرنگی	۸۹/۵۷ ab	۱۱/۴۱ b	۳۲۸/۳۳ab	۱۵/۶۷a	۴۲/۶۶ bc	۳۶/۰۷ b	۴۹۵۰/۶۶ ab	۱۵۵۴۲/۶۶ b
کشت مخلوط تریتیکاله+ ماشک	۸۰/۳۵ c	۹/۰۶ c	۲۶۰ c	۱۲/۳۳ c	۳۱/۳۳ d	۳۲/۶۶ c	۳۲۵۹/۶۶ c	۱۱۳۲۹/۳۳ c
کشت مخلوط تریتیکاله+ گاودانه	۹۳/۶۳ ab	۱۱/۷۰ ab	۳۱۳/۳۳b	۱۴/۴۳ab	۴۵/۰۸ b	۳۵/۸۳ b	۵۱۷۳/۳۳ ab	۱۶۹۶۰/۱۶ab

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

تعداد سنبله در سنبله تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. بیشترین تعداد سنبله در سنبله از کشت خالص گندم با میانگین ۱۶ و کمترین آن به کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل‌خوشه‌ای با میانگین ۱۲ عدد مربوط بود. محققان دیگری در کشت مخلوط یولاف و نخود فرنگی اظهار داشتند که در کشت خالص به دلیل نور قابل دسترس بیشتر نسبت به کشت مخلوط، میزان تمایز گل‌آذین‌ها در طی مرحله پنجه‌زنی

بیشترین تعداد سنبله در متر مربع از کشت خالص تریتیکاله با میانگین ۳۶۶/۶۶ عدد و کمترین تعداد سنبله در متر مربع با میانگین ۲۶۰ عدد از کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل‌خوشه‌ای به دست آمد. کاهش معنی‌دار تعداد سنبله شاید به دلیل رقابت دو گونه بر سر منابع محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی و در نتیجه کاهش طول سنبله باشد.

افزایش و در نتیجه تعداد سنبله‌ها و گلچه‌ها در هر گل آذین افزایش می‌یابد (نیوگزچوانتر و کاول ۲۰۱۴).

بیشترین تعداد دانه در سنبله (۵۰/۳۳ عدد) و کمترین تعداد دانه در سنبله (۳۱/۳۳ عدد) به ترتیب از کشت خالص و کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل خوشه‌ای بدست آمد. بین کشت مخلوط تریتیکاله- نخود فرنگی با تیمار کشت مخلوط تریتیکاله- گاودانه و کشت مخلوط تریتیکاله- باقلا از نظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). کاهش تعداد دانه در سنبله در تیمارهای کشت مخلوط می‌تواند ناشی از کاهش فضای تغذیه‌ای تریتیکاله باشد. کاهش فضای تغذیه‌ای یک گیاه باعث می‌شود که حجم خاک کمتری در اختیار ریشه‌های آن گیاه قرار گیرد. در نتیجه از میزان آب و مواد غذایی دریافتی کاسته شده و در نهایت موجب کاهش تولید گیاه می‌شود که در اثر آن میزان انتقال آسمیلات به بخش زایشی گیاه (سنبله) نیز کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی با توجه به محدود بودن شیره پرورده در سنبله به علت عدم تغذیه مناسب، از تعداد دانه در سنبله کاسته می‌شود (کاتبی و همکاران ۲۰۱۶). نتایج تحقیقات سوبکوویز (۲۰۰۶) در کشت مخلوط تریتیکاله با باقلا نشان داد که تعداد دانه در سنبله با افزایش تراکم باقلا به طور معنی‌داری کاهش یافت. وی علت این امر را رقابت دو گونه بر سر منابع محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی نسبت داد. فانگ و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد گندم در کشت مخلوط با نرت، و جوانمرد و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط گندم با نخود اعلام کردند که تعداد دانه در سنبله در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گندم کاهش یافت و بیشترین تعداد دانه در سنبله از کشت خالص گندم حاصل شد.

بیشترین وزن هزاردانه (۳۸/۸۳ گرم) از کشت خالص تریتیکاله بدست آمد و کمترین آن (۳۲/۶۶ گرم) به کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل خوشه‌ای مربوط بود. هر چند که بین تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله-

گاودانه، کشت مخلوط تریتیکاله- باقلا و تریتیکاله- نخود فرنگی از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله- باقلا، تریتیکاله- نخودفرنگی و تریتیکاله- گاودانه نیز از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴). وزن هزاردانه تابعی از توانایی گیاه در تأمین مواد پرورده برای مخزن‌ها و شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه می‌باشد. دلیل کاهش وزن هزاردانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص وجود رقابت برون گونه- ای و تولید آسمیلاسیون کمتر می‌باشد (رضائی چپانه و همکاران ۲۰۱۴). نتایج مطالعات فانگ و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط نرت و گندم بیانگر کاهش وزن دانه گیاهان مذکور در کشت مخلوط بود که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی تریتیکاله از کشت خالص به ترتیب برابر ۵۶۴۱/۳۳ و ۱۹۰۱۳/۶۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی از کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل- خوشه‌ای به ترتیب برابر ۳۱۵۹ و ۱۱۳۲۹/۳۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. هر چند که بین کشت خالص تریتیکاله با تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله- گاودانه و تریتیکاله- نخود فرنگی از نظر میزان عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بین کشت خالص تریتیکاله با تیمار کشت مخلوط تریتیکاله- گاودانه از نظر میزان عملکرد بیولوژیکی اختلاف معنی- داری مشاهده نشد. تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله- باقلا، تریتیکاله- نخودفرنگی و تریتیکاله- گاودانه نیز از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی اختلاف معنی- داری با هم نشان ندادند (جدول ۴). در واقع اجزای عملکرد تریتیکاله تحت تأثیر الگوهای کشت قرار گرفتند و به علت وجود رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه تریتیکاله کاهش یافت و در نهایت منجر به کاهش عملکرد نهایی گردید. همچنین، بالا بودن عملکرد دانه و

نخزری‌مقدم (۲۰۱۶) در کشت مخلوط جو و نخود فرنگی کاهش عملکرد غلات مذکور در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط را گزارش کردند.

صفات کمی و کیفی علوفه

عملکرد علوفه خشک و صفات کیفی مورد بررسی شامل الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، خاکستر، پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک بود. که نتایج تجزیه واریانس این صفات در جدول ۵ آورده شده است.

بیولوژیک در کشت خالص تریتیکاله، می‌تواند به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای باشد که تحت این شرایط، هر بوته تریتیکاله برای آشیان‌های اکولوژیکی یکسان رقابت نکرده و تمام منابع موجود در اختیار این گیاه قرار گرفته است. بنابراین، باتوجه به تراکم بیشتر تریتیکاله در واحد سطح کشت خالص، عملکرد بالاتر آن طبیعی بود، اما در کشت مخلوط به دلیل کاهش تراکم تریتیکاله و افزایش رقابت برون گونه ای عملکرد کاهش یافت. تانا و اوراک (۲۰۰۷) کاهش عملکرد غلات در کشت مخلوط با لگوم‌ها را به خاطر رقابت لگوم‌ها بر سر منبع غذایی و یا عدم انتقال نیتروژن نسبت دادند.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی تریتیکاله و چند لگوم علوفه‌ای یکساله در کشت مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک	NDF	ADF	هضم ماده خشک	خاکستر	پروتئین خام
تکرار	۲	۱۹۰۸۹/۳۳ *	۶۲/۴۸ *	۴۷/۴۴ **	۲۸/۷۹ **	۱/۱۲ ^{ns}	۰/۷۴ ^{ns}
تیمار	۸	۱۹۹۰۰۹/۴۱ **	۲۴۲/۴۸ **	۱۵/۶۶ **	۹۸/۸۹ **	۸/۲۰ **	۳۸/۲۷ **
خطا	۱۶	۴۱۴۱/۴۱	۱۵/۹۸	۵/۹۰	۳/۵۸	۱/۴۳	۱/۰۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۹۶	۸/۷۰	۶/۹۱	۳/۰۷	۱۵/۶۱	۶/۴۸

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

عملکرد علوفه خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد علوفه خشک به طور معنی‌داری تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (۱۲۷۰ گرم در متر مربع) و کمترین (۶۷/ ۴۲۶ گرم در متر مربع) عملکرد علوفه خشک به ترتیب از کشت خالص تریتیکاله و گیاه گاودانه در کشت مخلوط با تریتیکاله به‌دست آمد. هر چند که بین کشت خالص تریتیکاله با کشت مخلوط تریتیکاله- گاودانه از نظر عملکرد علوفه خشک تریتیکاله، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین عملکرد علوفه خشک در بین لگوم‌های یکساله مربوط به

گیاه ماشک بود (جدول ۶). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهش عملکرد علوفه خشک تریتیکاله در الگوهای مختلف کشت مخلوط، در مقایسه با کشت خالص ممکن است به دلیل بالا بودن رقابت لگوم‌ها با تریتیکاله و یا عدم انتقال نیتروژن کافی باشد. در واقع به علت وجود رقابت بین‌گونه‌ای در کشت مخلوط؛ ارتفاع بوته، طول سنبله و اجزای عملکرد گیاه تریتیکاله کاهش یافت و در نهایت منجر به کاهش عملکرد علوفه خشک گردید. به نظر می‌رسد که کمتر بودن عملکرد علوفه خشک تریتیکاله در کشت مخلوط با ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به سایر تیمارها، به دلیل رشد سریع و بیشتر ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با سایر لگوم‌ها و افزایش رقابت

شد. بیشترین میزان NDF و ADF از کشت خالص تریتیکاله به ترتیب برابر ۶۰ و ۴۴/۶۷ درصد حاصل شد؛ هرچند که بین کشت خالص تریتیکاله و کشت مخلوط تریتیکاله- گاودانه از نظر میزان NDF و ADF علوفه تریتیکاله، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین مقدار NDF و ADF از گیاه نخود فرنگی به ترتیب برابر ۳۵/۵۳ و ۲۴/۳۲ درصد به دست آمد که بین گیاه نخود فرنگی با گیاهان باقلا، ماشک و گاودانه از نظر میزان NDF، و با گیاهان باقلا و ماشک از نظر مقدار ADF اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در میان الگوهای کشت مخلوط بیشترین و کمترین میزان NDF و ADF علوفه تریتیکاله به ترتیب به کشت مخلوط تریتیکاله- گاودانه و کشت مخلوط تریتیکاله- نخود فرنگی مربوط بود. هر چند که الگوهای کشت مخلوط نیز از نظر میزان NDF و ADF علوفه تریتیکاله با هم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۶).

برون‌گونه‌ای باشد. با توجه به اینکه گیاه گاودانه رشد کم و دوره زندگی کوتاهی نسبت به سایر گیاهان داشت، کمترین مقدار عملکرد علوفه خشک نیز به این گیاه تعلق داشت. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط نخود فرنگی با تریتیکاله، گندم و چاودار گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک، از کشت خالص تریتیکاله حاصل شد. جوانمرد و همکاران (۲۰۱۴) اظهار داشتند که عملکرد علوفه خشک ذرت در کشت مخلوط با بقولات به ویژه ماشک گل-خوشه‌ای کاهش یافت. نخزری‌مقدم (۲۰۱۷) در کشت مخلوط جو و نخود فرنگی نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها منجر به کاهش درصد NDF و ADF علوفه تریتیکاله، در مقایسه با کشت خالص آن

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های عملکرد علوفه خشک و صفات کیفی تریتیکاله و چند لگوم یکساله در کشت مخلوط

پروتیین (درصد)	خاکستر (درصد)	قابلیت هضم			عملکرد خشک علوفه (گرم در متر مربع)	تیمار
		ماده خشک (درصد)	ADF (%)	NDF (%)		
۱۱/۹۶c	۵/۳۳c	۵۴/۱۰d	۴۴/۶۷a	۶۰/۳۳a	۱۲۷۰/۰۱ a	کشت خالص تریتیکاله
۱۳/۲۹c	۶/۸۳bc	۵۸/۲۵c	۳۹/۳۳b	۵۲/۰۸b	۱۰۰۰/۶۷c	کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا
۱۳/۷۶c	۶/۹۸bc	۵۸/۷۷c	۳۸/۶۷b	۴۸/۶۷b	۱۰۸۳/۳۳bc	کشت مخلوط تریتیکاله + نخود فرنگی
۱۲/۷۴c	۶/۶۷bc	۵۸/۰۴c	۳۹/۱۰b	۴۹/۳۳ b	۸۰۶/۶۷d	کشت مخلوط تریتیکاله + ماشک
۱۲/۵۱c	۶/۰۳c	۵۵/۹۲cd	۴۲/۳۳ab	۵۵/۱۰ ab	۱۱۷۶/۳۳ab	کشت مخلوط تریتیکاله + گاودانه
۲۱/۴۳a	۹/۳۳a	۶۷/۳۴ab	۲۷/۶۷cd	۳۶/۱۶c	۷۶۸/۳۳d	باقلا
۲۰/۴۶a	۹/۲۲a	۶۹/۹۴a	۲۴/۳۳d	۳۵/۵۳c	۷۵۶/۶۷d	نخود فرنگی
۱۶/۸۳b	۱۰/۱۱a	۶۷/۰۸ab	۲۸/۱۶cd	۳۸/۱۶ c	۱۰۱۳/۳۳c	ماشک
۱۷/۴۰b	۸/۶۰ab	۶۴/۲۳b	۳۱/۶۷c	۳۹/۳۳c	۴۲۶/۶۷e	گاودانه

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

گیاهی مانند توانایی ذاتی آنها در گرفتن مواد غذایی از خاک و تبدیل آنها به بافت‌های گیاهی و نسبت وزنی برگ به ساقه و قدرت کشش برگ از عوامل مهم این اختلاف هستند. نتایج آزمایشات مختلف نشان داده است که لگوم‌ها در کشت خالص یا در مخلوط با غلات نسبت به کشت خالص غلات، NDF و ADF کمتری دارند (ارزانی ۲۰۱۱). مطالعات نخزری مقدم (۲۰۱۷) در کشت مخلوط جو و نخود فرنگی نشان داد که کشت مخلوط موجب کاهش ADF در علوفه جو شد و کمترین مقدار ADF از کشت خالص نخود فرنگی بدست آمد. راس و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که غلظت NDF بیشتر از ۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک به شدت مصرف اختیاری دام را کاهش می‌دهد. بنابراین، با گنجاندن لگوم‌ها بویژه نخود فرنگی در مخلوط با تریتیکاله، امکان افزایش مصرف علوفه توسط دام، به دلیل کاهش NDF و ADF و در نتیجه افزایش کیفیت علوفه قابل انتظار است.

خاکستر

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای کشت مخلوط، منجر به افزایش درصد خاکستر علوفه گیاه تریتیکاله شد. بیشترین مقدار خاکستر (۱۰ درصد) از گیاه ماشک در کشت مخلوط با تریتیکاله به دست آمد و کمترین مقدار خاکستر (۳۳/۵ درصد) به کشت خالص تریتیکاله تعلق گرفت. هر چند که بین گیاه ماشک با گیاهان باقلا، نخود فرنگی و گاوदानه از نظر درصد خاکستر علوفه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تریتیکاله در کشت مخلوط با نخود فرنگی بیشترین و در کشت مخلوط با گاوदानه کمترین مقدار خاکستر را دارا بود (جدول ۶). کشت مخلوط با لگوم‌ها، باعث بالا رفتن ارزش تغذیه‌ای علوفه تریتیکاله در مقایسه با کشت خالص آن شد. محتوای خاکستر گیاه به میزان جذب عناصر غذایی بستگی دارد. درصد خاکستر در کشت مخلوط به دلیل مکمل بودن اجزای کشت مخلوط در

NDF و ADF از صفات مهم کیفی علوفه هستند. NDF به عنوان یک معیار شکم پرکن دام، برای پیش‌بینی مصرف اختیاری غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر NDF نشان دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام است (ارزانی ۲۰۱۱). وقتی درصد NDF افزایش می‌یابد مصرف ماده خشک به دلیل افزایش میزان سیرکنندگی علوفه کاهش می‌یابد. بنابراین درصد پایین NDF مطلوب است. ADF قابلیت هضم را نشان می‌دهد و به عنوان یک شاخص برای پیش‌بینی هضم‌پذیری علوفه استفاده می‌شود، چرا که ADF شامل سلولز و لیگنین است و با افزایش لیگنین هضم‌پذیری کاهش می‌یابد (کانتریراس و همکاران ۲۰۰۹). از آنجایی که دیواره سلولی عاری از همی سلولز (ADF) و دیواره سلولی (NDF) قابلیت هضم را نشان می‌دهند و کیفیت علوفه با این دو شاخص نسبت معکوس دارد (نخزری مقدم ۲۰۱۶)؛ و با توجه به پایین‌تر بودن NDF و ADF علوفه تریتیکاله در الگوهای کشت مخلوط، می‌توان چنین گفت که کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله، از طریق کاهش NDF و ADF کیفیت علوفه را بهبود بخشید. نتایج مشابهی دال بر کاهش NDF و ADF علوفه به دست آمده از مخلوط غله با لگوم توسط لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۰۶) در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک گل‌خوشه‌ای، در کشت مخلوط گزارش شده است.

در تحقیق حاضر کمترین میزان NDF و ADF، در بین لگوهای یکساله مربوط به گیاه نخود فرنگی بود؛ به طوری که مقدار NDF و ADF علوفه تریتیکاله در کشت مخلوط با این لگوم کاهش بیشتری نشان داد. این موضوع نشان‌دهنده کیفیت بالای علوفه نخود فرنگی می‌باشد. لگوم‌ها به طور معمول، علوفه با کیفیت مطلوب‌تری نسبت به گرامینه‌ها تولید می‌کنند. این بدان لحاظ است که لگوم‌ها فیبر کمتر و خوشخوراکی بیشتری نسبت به گرامینه‌ها دارند. خواص مورفولوژیکی و آناتومیکی و فیزیولوژیکی گونه‌های

جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد (جوانمرد و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیق حاضر، بیشترین درصد خاکستر در ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده شد؛ که علت آن می‌تواند رشد زیاد و سریع ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با سایر گیاهان، تراکم بالا و بالا بودن رقابت بین گونه‌ای این گیاه باشد که موجب جذب بیشتر عناصر غذایی همچون فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم گردیده و منجر به افزایش درصد خاکستر آن شده است. نتایج مشابهی توسط خردمند و همکاران (۲۰۱۴) در کشت مخلوط خلر و جو نیز گزارش شده است.

پروتئین خام

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محتوای پروتئین خام تریتیکاله در الگوهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود؛ اما بین الگوهای کشت مخلوط از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین مقدار پروتئین خام با ۲۱/۴۳ درصد مربوط به گیاه باقلا در کشت مخلوط با تریتیکاله بود و کمترین مقدار پروتئین خام با ۱۱/۹۶ درصد از کشت خالص تریتیکاله به‌دست آمد. هر چند که بین گیاه باقلا با گیاه نخود فرنگی از نظر درصد پروتئین خام اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶).

پروتئین‌ها ترکیبات آلی متشکل از آمینواسیدها می‌باشند که اجزای مهم تشکیل دهنده ارگان‌های حیاتی و آنزیم‌ها هستند. پروتئین مورد نیاز دام به صورت پروتئین خام بیان می‌شود. پروتئین خام از مهمترین شاخص‌های کیفیت علوفه است، که در ارزیابی ارزش غذایی بسیار دارای اهمیت است و معیار نهایی کیفیت علوفه می‌باشد. با توجه به اینکه پروتئین خام یک شاخص مهم در محتوای پروتئین گیاه علوفه‌ای است، افزایش آن در اثر کشت مخلوط باعث افزایش ارزش غذایی علوفه می‌شود. همان‌طور که نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها منجر به افزایش درصد پروتئین خام تریتیکاله، در

مقایسه با کشت خالص آن شده است. بنابراین الگوهای کشت مخلوط کیفیت علوفه تریتیکاله را بر حسب پروتئین خام بهبود بخشیده است. کاهش ماده خشک به دلیل افزایش رقابت برون‌گونه‌ای ممکن است سبب شود که غلظت پروتئین در واحد وزن افزایش یابد (نخزری-مقدم ۲۰۱۷). می‌توان چنین نتیجه گرفت که وجود رقابت برون‌گونه‌ای در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های علوفه‌ای، باعث کاهش عملکرد ماده خشک تریتیکاله شده و محتوای پروتئین خام آن افزایش یافته است. بیشترین درصد پروتئین خام در گیاه باقلا مشاهده شد؛ که این نشان‌دهنده کیفیت بالای علوفه باقلا است. بالا بودن درصد پروتئین خام در لگوها و کم بودن آن در تریتیکاله را می‌توان به تعلق این دو گیاه به خانواده‌های لگوم و گندمیان، و تفاوت در مقدار پروتئین دو گیاه را، منبع ژنتیکی ذکر کرد. نتایج مطالعات یوسل و آوسی (۲۰۰۹) در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک، اسکندری و جوانمرد (۲۰۱۳) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم-بلبلی، بیانگر افزایش میزان پروتئین خام غلات در کشت مخلوط با لگوم‌ها بود که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد.

قابلیت هضم ماده خشک (DDM)

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها، موجب افزایش درصد قابلیت هضم ماده خشک تریتیکاله، در مقایسه با کشت خالص آن شد. حداکثر قابلیت هضم ماده خشک (۶۹/۹۴ درصد)، از گیاه نخود فرنگی در کشت مخلوط با تریتیکاله به‌دست آمد و حداقل میزان قابلیت هضم ماده خشک (۵۴/۱۰ درصد) از کشت خالص تریتیکاله حاصل شد. هر چند که بین گیاه نخود فرنگی با گیاهان باقلا و ماشک از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). ماده خشک قابل هضم، به صورت نسبتی از علوفه که از راه مدفوع دفع نشده و توسط حیوان جذب شده است، تعریف می‌شود. از هضم‌پذیری اغلب

سلولی به ویژه ADF و درصد نیتروژن جذب شده رابطه زیادی دارد. در تحقیق حاضر، بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک در گیاه نخود فرنگی مشاهده شد. بنابراین علوفه نخود فرنگی نسبت به سایر گیاهان از کیفیت بالاتری برخوردار است. بالاتر بودن قابلیت هضم ماده خشک در نخود فرنگی نیز با توجه به کمتر بودن NDF و ADF در این گیاه قابل توجیه است. جوانمرد و اسکندری (۲۰۱۴) در کشت مخلوط ذرت گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌ها افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در مخلوط با گاودانه، ماشک گل‌خوشه‌ای و لوبیا حاصل شد. آنان افزایش قابلیت هضم ماده خشک ذرت را به میزان ADF پایین‌تر لگوم‌ها نسبت دادند. امیری و جعفری اشرف (۲۰۱۶) در کشت مخلوط یونجه با سه گونه گراس سردسیری اعلام کردند که کمترین مقدار ADF و بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک به گیاه یونجه اختصاص داشت.

جذب عناصر غذایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که جذب عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) به طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم کشت مخلوط قرار گرفت ($p \leq 0.01$). (جدول ۷).

به عنوان ارزشمندترین سنجش کیفیت علوفه نام برده می‌شود؛ زیرا ارتباط نزدیکی با عملکرد دام دارد. ماده خشک قابل هضم، معمولاً نشان دهنده انرژی قابل هضم علوفه می‌باشد و ارتباط مستقیمی با میزان انرژی متابولیسمی و سایر مواد مغذی قابل دریافت به وسیله احشام دارد. گزارش شده است که اگر قابلیت هضم ماده خشک علوفه بالای ۵۰ درصد باشد برای احشام می‌تواند مفید باشد (ارزانی ۲۰۰۶). قابلیت هضم علوفه به ترکیبات شیمیایی علوفه بستگی دارد. متغیرهای افزایش کیفیت علوفه (نیتروژن، پروتئین خام و مواد معدنی) و متغیرهای کاهنده کیفیت علوفه (الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) بر هضم‌پذیری علوفه تأثیر دارند (ارزانی ۲۰۱۱). در تحقیق حاضر با مقایسه تیمارهای کشت خالص و مخلوط مشخص شد که قابلیت هضم علوفه تریتیکاله در تمامی الگوهای کشت مخلوط افزایش یافت. بنابراین کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها باعث بهبود کیفیت علوفه آن شد. این موضوع می‌تواند به کاهش درصد NDF و ADF و افزایش درصد پروتئین خام علوفه تریتیکاله در کشت مخلوط با لگوم‌ها مربوط باشد. قابلیت هضم ماده خشک با مقدار NDF و ADF همبستگی منفی، و با مقدار نیتروژن و پروتئین خام همبستگی مثبت دارد. میزان هضم‌پذیری گیاه با قسمت‌های مختلف دیواره

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط تریتیکاله با چند لگوم یکساله

منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
تکرار	۲	۱۴۳۰/۸۷ **	۷/۹۸ n.s	۴۲۹/۶۵ n.s	۳۲۴/۶۱ n.s	۴۶۴/۷۵ **
تیمار	۸	۱۱۴۹۰/۱۹ **	۷۴/۰۸ **	۳۵۰۴/۶۶ **	۲۴۳۰/۷۶ **	۱۷۹۵/۶۰ **
خطا	۱۶	۲۸۴/۲۱	۳/۴۷	۲۱۹/۳۹	۱۰۳/۴۷	۶۰/۵۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۰۴	۹/۸۰	۱۲/۸۱	۱۱/۷۳	۷/۶۱

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

گاودانه، تریتیکاله با نخود فرنگی و تریتیکاله با باقلا از نظر جذب نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان نداد و جذب نیتروژن در گیاه ماشک تقریباً مشابه گیاه تریتیکاله بود (جدول ۸).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که جذب نیتروژن در گیاه ماشک در کشت مخلوط با تریتیکاله در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود. هر چند این تیمار با کشت خالص تریتیکاله و تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله با

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط تریتیکاله با چند لگوم یکساله

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	فسفر (کیلوگرم در هکتار)	پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	کلسیم (کیلوگرم در هکتار)	منیزیم (کیلوگرم در هکتار)	تیمار
۳۰۶/۵۸ ab	۲۰/۷۵ a-c	۱۱۴/۰۹ b	۷۹/۰۹ bc	۱۰۱/۷۸ bc	کشت خالص تریتیکاله
۲۷۷/۸۷ ab	۲۱/۶۸ a-c	۱۳۶/۰۱ ab	۸۴/۶۶ b	۱۱۲/۴۱ a-c	کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا
۲۹۶/۲۰ ab	۲۴/۵۶ a	۱۵۳/۱۳ a	۹۳/۰۵ b	۱۲۴/۶۰ a	کشت مخلوط تریتیکاله + نخود فرنگی
۲۰۹/۵۴ e	۱۴/۷۹ e	۷۴/۵۵ c	۶۱/۸۹ c	۸۲/۶۷ d	کشت مخلوط تریتیکاله + ماشک
۳۰۸/۰۳ ab	۲۱/۲۰ a-c	۱۱۳/۴۹ b	۸۶/۱۶ b	۱۰۷/۲۹ a-c	کشت مخلوط تریتیکاله + گاودانه
۲۶۰/۷۰ cd	۱۹/۵۵ bc	۱۳۱/۲۱ ab	۱۰۱/۵۰ b	۱۱۷/۹۹ ab	باقلا
۲۳۸/۷۶ d	۱۷/۶۰ cd	۱۰۹/۳۲ b	۹۲/۴۹ b	۹۷/۹۸ c	نخود فرنگی
۳۲۰/۶۲ a	۲۲/۶۶ ab	۱۵۶/۴۰ a	۱۴۴/۰۴ a	۱۲۶/۴۹ a	ماشک
۱۲۶/۳۴ f	۸/۱۳ e	۵۳/۳۳ c	۴۰/۱۴ d	۴۸/۱۹ c	گاودانه

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

در کشت مخلوط لگوم- غله، لگوم‌ها بیشتر نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفری بدست می‌آورند؛ این امر باعث کاهش رقابت برای نیتروژن غیر آلی می‌شود. از طرفی دیگر در بیشتر مواقع لگوم‌ها قادرند مقدار نیتروژن مازاد خود را به غلات منتقل کنند. این عوامل باعث افزایش جذب نیتروژن در کشت مخلوط توسط غلات می‌شود. حال اگر به هر دلیلی رقابت بر سر منبع نیتروژن معدنی خاک زیاد شود و یا نیتروژن مازاد به غلات منتقل نشود جذب نیتروژن در غلات کاهش می‌یابد (پاک‌گوهر و قنبری ۲۰۱۳). در تحقیق حاضر جذب نیتروژن در تیمار کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به دیگر الگوهای کشت مخلوط کمتر بود. این موضوع ممکن است به دلیل رشد سریع و بیشتر ماشک گل‌خوشه‌ای در مقایسه با تریتیکاله و افزایش رقابت

بیشترین میزان جذب فسفر مربوط به گیاه تریتیکاله در کشت مخلوط با نخود فرنگی و کمترین میزان جذب فسفر مربوط به گیاه گاودانه در کشت مخلوط با تریتیکاله بود. در ارتباط با لگوم‌ها، ماشک گل‌خوشه‌ای میزان فسفر بیشتری نسبت به سایر لگوم‌ها جذب کرد. اما، از این نظر با تریتیکاله در کشت خالص و مخلوط با سایر لگوم‌ها به جز کشت مخلوط با گاودانه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۸).

بیشترین میزان جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم از ماشک گل‌خوشه‌ای و کمترین میزان این عناصر از گیاه گاودانه در کشت مخلوط با تریتیکاله صورت گرفت. پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله با نخود فرنگی نسبت به کشت خالص تریتیکاله به میزان بیشتری جذب شدند (جدول ۸).

که علت آن می‌تواند رشد زیاد و سریع ماشک گل-خوشه‌ای در مقایسه با سایر گیاهان، تراکم بالا و بالا بودن رقابت بین گونه‌ای این گیاه باشد. کمترین میزان جذب عناصر فسفر پتاسیم، کلسیم و منیزیم مربوط به گیاه گاودانه بود این موضوع نیز احتمالاً به خاطر رشد کم و دوره زندگی کوتاه، ارتفاع و سیستم ریشه‌ای ضعیف گاودانه نسبت به سایر گیاهان باشد. در بررسی جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط ذرت با لوبیا چیتی و گاودانه نتایج نشان داد که غلظت عناصر فسفر و پتاسیم شاخساره ذرت، در کشت مخلوط ذرت با لوبیا و گاودانه به طور معنی‌داری بیشتر از کشت خالص آن بود. همچنین میزان جذب عنصر فسفر در کشت مخلوط با لوبیا بیشتر از کشت مخلوط با گاودانه بود. این محققان بیشتر بودن غلظت فسفر در شاخساره ذرت را در کشت مخلوط با لوبیا در مقایسه با گاودانه، رشد بیشتر لوبیا و بیشتر بودن حجم ریشه آن نسبت به گاودانه و در نتیجه زیاده‌تر بودن ترشحات ریشه‌ای آن نسبت دادند که سبب افزایش عناصر قابل دسترس در خاک شده و از این طریق جذب عناصر در ذرت افزایش می‌یابد (نجفی و مصطفایی ۲۰۱۵). در تحقیقی دیگر مشخص شد که کشت مخلوط ذرت با نخود، لوبیا و سویا باعث افزایش جذب فسفر و پتاسیم در دانه ذرت شد. همچنین بیشترین میزان جذب این عناصر در کشت مخلوط ذرت با نخود مشاهده گردید (یامونا و همکاران ۲۰۱۷). بررسی الگوهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نتایج نشان داد که جذب عناصر غذایی منیزیم، کلسیم، پتاسیم و فسفر در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافت (اسکندری و قنبری ۲۰۱۱). نتایج به دست آمده از تحقیقی دیگر نشان داد که در کشت مخلوط یولاف و نخود، جذب پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم در دانه یولاف در کشت خالص و کشت مخلوط با نسبت ۷۵ درصد یولاف، بیشترین مقدار بود (رینهارد و همکاران ۲۰۱۶). افزایش فسفر در کشت مخلوط ذرت با گندم و باقلا (ژانگ و همکاران

برون‌گونه‌ای باشد. در حالی که در کشت مخلوط تربیتکاله با گاودانه میزان رقابت برون‌گونه‌ای به علت رشد محدود و دوره زندگی کوتاه گاودانه، کمتر از سایر تیمارها بوده و جذب نیتروژن از طریق گیاه تربیتکاله افزایش یافته بود. محققان در ارزیابی کارایی جذب و مصرف نیتروژن در کشت مخلوط ذرت با گندم زمستانه نشان دادند که تیمار کشت خالص ذرت بیشترین مقدار نیتروژن جذب شده از خاک را به خود اختصاص داد (کوچکی و همکاران ۲۰۱۲).

در کشت مخلوط ترشحات ریشه‌ای دو گیاه بر فراهمی و جذب عناصر غذایی و در نتیجه بر تغذیه و رشد آن، اثر مستقیم و غیر مستقیم دارند. ترکیب این ترشحات در گیاهان مختلف، متفاوت بوده و یکی از دلایل متفاوت بودن کارایی جذب عناصر در گیاهان مختلف است. فسفر یک عنصر غذایی غیر متحرک در خاک است و تنها زمانی جذب می‌شود که ریشه‌های در حال رشد با مواد آلی و غیر آلی که حاوی شکل قابل جذب این عنصر هستند، تماس برقرار کنند. ریشه گیاهان در شرایط کمبود فسفر آنزیم‌هایی مثل فسفاتاز و فیتاز و کربوکسیلات‌ها را ترشح می‌کند که باعث افزایش حلالیت و تحرک فسفر در خاک می‌شود (نجفی و مصطفایی ۲۰۱۵). در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی گزارش شده است که با افزایش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز در ریشه و خاک، قابلیت جذب فسفر در محیط ریزوسفر افزایش یافته است (آینال و همکاران ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر یکی از دلایل افزایش جذب فسفر در کشت مخلوط تربیتکاله با لگوم-های یکساله از جمله نخود فرنگی و باقلا ترشح اسید-های آلی از جمله اسید سیتریک باشد که از طریق اسیدی کردن ریزوسفر فراهمی فسفر را در خاک افزایش داده در نتیجه ریشه تربیتکاله نیز از فسفر متحرک شده استفاده بهینه کرده است.

در تحقیق حاضر، بیشترین میزان جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم نیز در ماشک گل‌خوشه‌ای مشاهده شد

از طریق کاهش NDF و ADF کیفیت علوفه را بهبود بخشید. در بین لگوهای یکساله، نخود فرنگی در کشت مخلوط با تریتیکاله، بیشترین درصد پروتئین خام و خاکستر و کمترین درصد NDF و ADF را دارا بود. از آنجایی که بین کشت خالص تریتیکاله با کشت مخلوط تریتیکاله با نخود فرنگی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، تریتیکاله در کشت مخلوط با نخود فرنگی از کیفیت بالای علوفه برخوردار بود، لذا به عنوان تیمار برتر در راستای اهداف کشاورزی پایدار برای تولید معرفی می‌گردد.

۲۰۱۲) و افزایش جذب فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در کشت مخلوط برنج و لوبیا چشم‌بلبلی (اروکا فرانک ۲۰۱۵) توسط محققان مختلف گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کشت مخلوط بر تمامی خصوصیات زراعی و کیفی علوفه، مؤثر بوده است. با توجه به پایین‌تر بودن NDF و ADF علوفه تریتیکاله در الگوهای کشت مخلوط، می‌توان چنین گفت که کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله،

منابع مورد استفاده

- Abtahi SM and Bagherzadeh K, 2014. Comparison of forage and grain production of Rye, barley, triticale and vetch in dry farming conditions. Iranian Journal of Dryland Agriculture, 2(2): 1- 10. (In Persian).
- Ameri AK and Ashraf Jafari A, 2016. Effect of mixed and row intercropping on yield and quality traits of alfaalfa and three grass species in rain fed areas of Nothren Khorasan, Iran. Journal of Rangeland Science, 6(4): 377-387. (In Persian).
- Arzani H, 2011. Quality of forage and the daily requirement of grazing livestock from pasture. Publication of Tehran University. (In Persian)
- Arzani H, Basiri M, Khatibi F and Ghorbanifar G, 2006. Nutritive value of some zagros mountain rangeland species. Small Rumi. Research, 65:128-135.
- Contreras- Govea FE, Muck RE, Armstrong KL and Albrecht KA, 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. Animal Feed Science and Technology. 150: 1-8.
- Dabbagh Mohammadi Nasab A, Javanmard A and Arzheh J, 2017. Forage production in different intercropping pattern of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) with hairy vetch (*Vicia villosa*) in nitrogen fertilizer level. Agricultural Science and Sustainable Production, 27(1): 63- 83. (In Persian).
- Eskandari H and Javanmard A, 2013. Evaluation of forage yield and quality in intercropping patterns of maize (*Zea may*) and cowpea (*Vigna sinensis*). Agricultural Science and Sustainable Production, 23(4): 101-110. (In Persian).
- Eskandari H and Ghanbari A, 2011. Evaluation of competition and corn (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna sinensis* L.) intercropping for nutrient consumption. Agricultural Science and Sustainable Production, 21(2): 67- 75. (In Persian).
- Fang G, Martin K, Guoyu W and Peter EL, 2016. Yield and yield component of wheat and maize in wheat-maize intercropping in the Netherlands. European Journal of Agronomy, 76: 17- 27.
- Fouman A and Khazaei A, 2014. Evaluation of forage yield of forage sorghum lines under Karaj conditions in Iran. Iranian Journal of Crop Science, 16(3): 181- 190. (In Persian).
- Hamzei J and Seyedi M, 2014. Study of canopy growth indices in mono and intercropping of chickpea and barley under weed competition. Agricultural Science and Sustainable Production, 24(4/1): 75- 90. (In Persian).
- Inal A, Gunes A, Zhang F and Cakmak I, 2007. Peanut/ maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. Plant Physiology and Biochemistry, 20: 1- 7.

- Javanmard A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Javanshir A, Moghaddam M and Janmohammadi H, 2012. Effect of maize intercropping with legumes on forage yield and quality. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(3): 137- 151. (In Persian).
- Javanmard A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Nasiri Y and Shekari F, 2014. Evaluation of forage yield and some advantage indices in intercropping corn with different legume as double cropped. *Journal of Crop Production and Processing*, 4 (12):39-52. (In Persian).
- Javanmard A and Eskandari H, 2014. Investigation of some competition and forage quality indices in different intercropping patterns of maize with vetch, common bean, bitter vetch and berseem clover. *Journal of Crop Production*, 7(3): 89-108. (In Persian).
- Javanmard A, Rostami A, Nouraein M and Gharekhany G, 2016. Agronomical, ecological and economical evaluation of wheat- chickpea intercropping under rainfed condition of Maragheh. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(1): 19- 37. (In Persian).
- Katebi R, Khalili Mahalle J, Khwarazmi K, Valilo R and Pirzad A, 2016. Effect of plant density on some agronomic traits of corn in intercropping with cowpea. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(1): 1- 18. (In Persian).
- Kheradmand S, Mahmodi S and Ahmadi E, 2014. Quantitative and qualitative performance evaluation of green pea and barley forage intercropping. *Agronomy Journal*, 27(104): 111- 118.
- Koocheki A, Broumand Rezazadeh, Nassiri Mahallati M and Khorramdel S, 2012. Evaluation of nitrogen absorption and use efficiency in relay intercropping of winter wheat and maize. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2): 327- 334. (In Persian).
- Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD, 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99: 106- 113.
- Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordas CA and Damalas CA, 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea- cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*. 34(4): 287- 294.
- Mikic A, Cupina B, Rubiales D, Mihailovic V, Sarunaite L, Fustec J, Antanasovic S, Krstic D, Bedoussac L, Zoric L, Dordevic V, Peric V and Srebric M, 2015. Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. *Advances in Agronomy*, 130: 337- 419.
- Najafi N and Mostafae M, 2015. Improvement of corn plant nutrition by farmyard manure application and intercropping with bean and bitter vetch in a calcareous soil. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(1): 1- 22. (In Persian).
- Nakhzari Moghaddam A, 2016. Effect of nitrogen and different intercropping arrangement of barley (*Hordeum vulgare* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) on forage yield and competitive. *Journal of Agroecology*, 8(1): 47- 58. (In Persian).
- Nakhzari Moghaddam A, 2017. The evaluation of quantitative and qualitative traits of barley (*Hordeum vulgare*) and pea (*Pisum sativum*) and Land Equivalent Ratio under different planting patterns and nitrogen levels. *Journal of Crop Production*, 10(1): 39-54. (In Persian).
- Neugschwandtner R and Kaul PH, 2014. Sowing ratio and N fertilization affect yield and yield component of oat and pea in intercrops. *Field Crops Research*, 155: 159-163.
- Oraka Frank O, 2015. Macro and micro nutrient uptake influenced mineral nitrogen and crop population. *Journal of Natural Sciences Research*, 5(8): 34- 40.
- Pakghohar N and Ghanbari A, 2013. Evaluation of competition nutrient consumption of nutria fid millet and green pea intercropping. *Journal of Agricultural Crop Management*, 15(4): 137- 150. (In Persian).
- Reinhard W, Neugschwandtner R and Kaul PH, 2016. Concentrations and uptake of macronutrients by oat and pea in intercrops in response to N fertilization and sowing ratio. *Journal Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(9):1236-1249.

- Rezaei- Chiyaneh E, Tajbakhsh M and Fotouhi Chianeh S, 2014. Yield and yield component of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) in strip intercropping with ajowan (*Carum copticum* L.) influenced by bio and chemical fertilizer. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 24(4): 1- 15. (In Persian).
- 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
- Sobkowicz P, 2006. Competition between triticale and field bean in additive intercrops. *Plant, Soil and Environment*, 52: 42- 54.
- Srunait L, Deveikyte I, Arlauskiene A, Kadziulien Z and Maiksteniene S, 2013. Pea and spring cereal intercropping systems: advantage and suppression of brood- leaved weeds. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(2): 541- 551.
- Tana C and Orak A, 2007. The role of intercropping on yield potential of vetch (*Vicia sativa* L.)/ oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 2(2): 14-19.
- Yamuna BG, Yogananda SB, Thmmegowda MN and Lalitha BS, 2017. Effect of maize- based intercropping system on nutrient uptake and yield of crops in southern dry zone of Karnataka. *International Journal of Farm Sciences*, 7(1): 142- 164.
- Yucel C and Avci M, 2009. Effect different ratios of common vetch- triticale mixtures on forage yield and quality in cukuova plain in Turkey, *Bulgarian Journal of Agriculture*, 15: 323-332.
- Zhang Y, Chen F, Li L, Chen Y, Lue B, Zhou Y, Yuan L, Zhang F and Mi Guo, 2012. The role of maize root size in phosphorus uptake productivity of maize/ faba bean and maize/ wheat intercropping system. *Science China Life Sciences*, 55: 993- 1001.