به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۳
صفحه‌های ۱۲۵-۱۱۱

تأثیر سیستم‌های مختلف کوددهی بر خصوصیات تغذیه‌ای و کیفی علوفه‌دارو (مطالعهٔ موردی: کشت توأم یونجهٔ چندساله (*Medicago sativa* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.))

مینا آقابابادستجردی[۱*]، مجید امینی‌دهقی[۲]، محمدرضا چایی‌چی[۳]، زینب بساق‌زاده[۴]

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۳. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ علوم و مهندسی زراعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۴. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف کوددهی بر کیفیت علوفه و متابولیت‌های ثانویهٔ علوفه‌دارو در کشت مخلوط افزایشی یونجه و رازیانه، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شاهد تهران اجرا شد. کرت‌های اصلی دربرگیرندهٔ سطوح مختلف کود زیستی و شیمیایی فسفره در چهار سطح شاهد (عدم کوددهی)، کود زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲)، کود تلفیقی (کود زیستی+ ۵۰ درصد کود شیمیایی)، کود شیمیایی (سوپرفسفات تریپل) و کرت‌های فرعی دربرگیرندهٔ ترکیب‌های کشت خالص یونجه، کشت خالص رازیانه، کشت مخلوط یونجه + ۵۰ درصد رازیانه و کشت مخلوط یونجه + ۱۰۰ درصد رازیانه بودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین خام از ترکیب یونجه + ۵۰ درصد رازیانه در تیمار شاهد و بیشترین مادهٔ خشک قابل هضم از یونجهٔ خالص با دریافت کود تلفیقی به‌دست آمد. کمترین درصد اسانس از ترکیب یونجه + ۵۰ درصد رازیانه با دریافت کود تلفیقی به‌دست آمد.

کلیدواژه‌ها: رازیانه، کشت مخلوط، کیفیت علوفه، متابولیت‌های ثانویه، یونجه.

* نویسنده مسئول Email: minadastjerdi@yahoo.com

۱. مقدمه

تغذیهٔ مناسب دام علاوه بر افزایش تولید فراورده‌های دامی با هدف ایجاد مقاومت به بیماری، تأثیرات اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را در درازمدت به‌دنبال خواهد داشت. ازاین‌رو در این راستا، گیاهانی که ترکیب‌های ثانویه تولید می‌کنند، می‌توانند تأثیرات مفیدی بر تغذیه و سلامت دام‌ها داشته باشند [۲۹].

کشت مخلوط یکی از ارکان کشاورزی پایدار است که می‌تواند به‌عنوان عاملی مهم برای افزایش تنوع در کشاورزی پایدار مؤثر باشد. کشت مخلوط گیاهان ضمن افزایش بهره‌وری از منابع تولید، می‌تواند در کاهش جمعیت علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی و افزایش مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده از اهمیت خاصی برخوردار باشد [۳۴].

سیستم‌های کشاورزی رایج نشان داده‌اند که اگرچه به‌کمک کودهای شیمیایی می‌توان در کوتاه‌مدت عملکرد محصولات زراعی را افزایش داد، در درازمدت، پایداری و حاصلخیزی خاک، سلامت محیط زیست و موجودات خاک‌زی و همچنین دیگر اجزای زیستی بوم‌نظام‌های طبیعی دچار تغییرات منفی زیادی خواهد شد [۳۲]. استفاده از کودهای زیستی در راستای کشاورزی پایدار ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش برداشت محصولات کشاورزی به جلوگیری از آلودگی و حفظ محیط زیست کمک می‌کند [۲۶].

کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری: ۱. باکتری P_5 (از گونهٔ پانتوآآگلومرانس) و ۲. باکتری P_{13} (از گونهٔ سودوموناس‌پوتیدا) است. این باکتری‌ها با سازوکارهایی مثل تولید و ترشح اسیدهای آلی به‌ویژه اسید اگزالیک و اسید سیتریک، در حلالیت فسفات‌های معدنی کم‌محلول و با تولید آنزیم‌های فسفاتاز در آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی فسفره نقش مهمی دارند [۹]. نتایج بررسی تأثیر کود بیولوژیک فسفات بارور ۲ و سوپرفسفات تریپل بر عملکرد، کیفیت و جذب عناصر در یونجهٔ یکسالهٔ گونهٔ اسکوتالاتا (*Medicago scutellata,* cv. Robinson)، نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد علوفه، درصد پروتئین و جذب عناصری مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و نیتروژن در حضور کود بیولوژیک در تلفیق با مقدار مناسبی از کود فسفره حاصل شد [۱]. کاربرد کود فسفات زیستی در رازیانه موجب افزایش مقدار اسانس در دانه و مقدار آنتول و لیمونن در اسانس در مقایسه با عدم مصرف شد [۵]. در مورد نقش کودهای زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه انیسون (*Pimpinella anisum* L.)، نتایج نشان داد که کاربرد ترکیب سه باکتری ازتوباکتر[1]، آزوسپیریلوم[2] و سودوموناس[3] به‌شکل تلقیح، بر درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد آنتول، مقدار نیتروژن و فسفر دانه اثر معناداری داشت [۴].

به‌طور معمول کشت مخلوط بر کمیت و کیفیت گیاهان اثر مثبت دارد. کشت مخلوط باقلا و گندم، سبب افزایش مقادیر پروتئین خام و هیدرات‌های کربن محلول در آب و کاهش محتوای الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی شد [۲۱]. در کشت مخلوط نعناع صحرایی (*Mentha arvensis* L.) با گونه‌ای شمعدانی عطری (*Pelargonium* sp.)، عملکرد زیست‌توده و عملکرد اسانس نعناع در کشت مخلوط، در مقایسه با تیمار نعناع خالص به‌ترتیب ۵۳/۴ و ۵۹/۱ درصد کاهش یافت. کشت مخلوط بر عملکرد زیست‌توده و عملکرد اسانس شمعدانی مؤثر نبود و مشخص شد که بر ترکیب شیمیایی هر دو گیاه نیز بی‌تأثیر بود [۳۰].

یونجه (*Medicago sativa* L.) دارای بیشترین ارزش غذایی در بین محصولات علوفه‌ای است، به‌طوری‌که بیش

1. Azotobacter
2. Azospirillum
3. Pseudomonas

از دو تن پروتئین در هکتار در سال تولید می‌کند [۳]، ولی با وجود زیاد بودن پروتئین در این گیاه، ایجاد نفخ یکی از مسائلی است که استفاده از این گیاه را به‌تنهایی در تغذیهٔ دام محدود می‌کند [۲۸].

رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گیاهی علفی، معطر و چندساله از خانوادهٔ چتریان است. تمام پیکر گیاه حاوی اسانس است که در صنایع داروسازی از مواد مؤثر آن به‌عنوان ضدسرفه، ضدنفخ و شیرافزا استفاده می‌شود [۱۷]. به‌نظر می‌رسد گیاه چندسالهٔ رازیانه با دارا بودن خواص ضدنفخی و تحریک‌کنندگی تولید شیر، گیاه مناسبی در کشت مخلوط با یونجه باشد [۲۷]. کشت مخلوط رازیانه و یونجه به‌لحاظ تولید علوفه‌دارو اهمیت ویژه‌ای دارد و به‌نظر می‌رسد ضمن رفع نیازهای غذایی دام با تأمین متابولیت‌های ثانویه در راستای ارتقای سطح سلامت دام بدون نیاز به استفاده از داروهای شیمیایی مؤثر باشد. همچنین این ترکیب علوفه‌دارویی می‌تواند آثار نامطلوب تغذیه از یونجهٔ خالص را تعدیل کند و بر افزایش تولید شیر دام تأثیرات مثبت داشته باشد. بدیهی است که تأثیرات مثبت و کیفی فراورده‌های دامی حاصل از تغذیه با این نوع علوفه بر مصرف‌کنندگان نیز شایان توجه خواهد بود [۲۰].

هدف از پژوهش حاضر، تعیین بهترین آرایش کشت مخلوط و مناسب‌ترین ترکیب کودی برای افزایش کیفیت علوفه‌دارو و تولید علوفهٔ سالم است.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعهٔ پژوهشی دانشگاه شاهد واقع در اتوبان تهران – قم در سال زراعی ۱۳۸۹–۹۰ به اجرا درآمد. طول و عرض جغرافیایی محل آزمایش، به‌ترتیب "۲۰/۰۷ ′۲۰ °۵۱ شرقی و "۲۲/۱۵ ′۳۳ °۳۵ شمالی و ارتفاع،حدود ۱۰۵۰ متر از سطح دریا است. از لحاظ آب‌وهوایی، محل اجرای آزمایش در منطقهٔ نیمه‌خشک قرار گرفته و میانگین بارندگی سالیانهٔ آن ۲۳۸/۹ میلی‌متر است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی دربرگیرندهٔ سطوح مختلف کود زیستی و شیمیایی فسفره در چهار سطح شاهد (عدم کوددهی)، کود زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲)، کود تلفیقی (کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل)، کود شیمیایی توصیه‌شده براساس آزمون خاک (سوپرفسفات تریپل) و کرت‌های فرعی دربرگیرندهٔ ترکیب‌های کشت خالص یونجه، کشت خالص رازیانه، کشت مخلوط یونجه + ۵۰ درصد رازیانه و کشت مخلوط یونجه + ۱۰۰ درصد رازیانه بودند.

نتایج آزمون خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. در این آزمایش کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل مطابق نیاز مزرعه براساس آزمون خاک به‌مقدار ۱۶۴ کیلوگرم در هکتار به‌صورت شیاری در کنار پشته‌ها مصرف شد. براساس آزمون خاک کود شیمیایی اوره نیز به‌مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت، در سطح مزرعه پخش شد. تیمار کود بیولوژیک حاوی کود نیتروکسین به مقدار دو لیتر در هکتار و فسفات بارور ۲ به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار استفاده شد. بذور در تیمارهای مربوط به کود بیولوژیک قبل از کشت تلقیح شد. بدین صورت که بنابر توصیهٔ شرکت‌های سازنده پس از محاسبهٔ مقدار بذر مورد نیاز برای کاشت تیمارهایی که به تلقیح نیاز داشتند، بذور یونجه و رازیانه روی پلاستیک تمیز پهن شد و سپس نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به‌تدریج روی بذرها پاشیده شده و با به‌هم‌زدن بذور، اختلاط کود و بذر صورت گرفت. پس از اختلاط کامل، بذرهای تلقیح‌شده در سایه پهن شد تا به‌حد کافی خشک شوند و سپس به‌سرعت کشت و آبیاری انجام گرفت. عملیات کاشت یونجه و رازیانه پس از مناسب شدن وضعیت اقلیمی در اواخر اسفند ۱۳۸۹ اجرا شد.

جدول ۱. مشخصات خاک مزرعه

ردیف	عمق	بافت	هدایت الکتریکی (ds/m)	واکنش گل اشباع (pH)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (p.p.m)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	آهن (Mg/Kg)	روی (Mg/Kg)	مس (Mg/Kg)	منگنز (Mg/Kg)
۱	۰-۳۰	L	۴/۹۶	۷/۹	۰/۰۸۹	۶/۳	۵۲۰	۲/۸	۲/۴	۲/۶	۱۴
۲	۳۰-۶۰	CL	۴/۶۵	۷/۹	۰/۰۶۲	۵	۲۶۰	۴/۸	۰/۵	۱/۴	۷/۸
حد معمول	-	L	<۴	۶-۷	>۰/۲	۱۲-۱۵	۳۰۰-۳۵۰	۸-۱۰	۱-۲	۰/۸-۱	۸-۱۰

بذور به‌صورت دستی در هشت خط، به‌طور یکنواخت در عمق دو سانتی‌متر کشت شدند. فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری به‌روش جوی پشته‌ای انجام گرفت. علف‌های هرز سه نوبت به‌صورت دستی تا زمان برداشت وجین شدند. در این آزمایش، یونجه گیاه اصلی در نظر گرفته شد و بنابراین برداشت علوفهٔ یونجه و رازیانه با توجه به روند رشد گیاه یونجه و در مرحلهٔ ۵۰–۷۵ درصد گلدهی یونجه انجام گرفت. نمونه‌های تر یونجه و رازیانه پس از برداشت در دمای ۷۵ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل آون قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند [۲۴].

۱.۲. ارزیابی کیفیت علوفه

در این پژوهش از دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک[1] مدل ۸۶۲۰ استفاده شد. کالیبراسیون دستگاه با استفاده از نرم‌افزار SESAME2 و براساس داده‌های مربوط به لگوم‌های علوفه‌ای صورت گرفت. همهٔ نمونه‌ها توسط ۲۰ طول موج پرتوتابی شد. به‌منظور ارزیابی صفات کیفی، نمونه‌های ۱۰۰ گرمی آسیاب‌شده از هر تیمار از علوفهٔ چین سوم برای تجزیه جدا شدند. صفات کیفی شامل پروتئین خام[2]، مادهٔ خشک قابل هضم[3]، قندهای محلول در آب[4]، فیبرهای نامحلول در اسید[5]، فیبرهای نامحلول در شوینده‌های خنثی[6]، فیبر خام[7] و خاکستر[8] یونجه در آزمایشگاه مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور توسط دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز براساس روش ارائه‌شده اندازه‌گیری شد [۲۳].

۲.۲. اندازه‌گیری اسانس

از اندام هوایی رازیانه به‌مقدار ۴۰ گرم در هر تیمار توسط دستگاه کلونجر[9]، به‌روش تقطیر با آب و به‌مدت سه ساعت با روش توصیه‌شده در فارماکوپه اروپا [۱۴] در آزمایشگاه زراعت دانشکدهٔ کشاورزی اسانس‌گیری به‌عمل آمد و درصد اسانس برحسب حجم به وزن خشک محاسبه شد.

۳.۲. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

پس از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات، تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها بر مبنای مدل آماری آزمایش کرت‌های خرد شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت. میانگین تیمارها به‌روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن، در سطح ۵ درصد مقایسه شد.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. صفات کیفی علوفهٔ یونجه

پروتئین خام

نتایج نشان داد تیمار کود و اثر متقابل کود و کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد از نظر آماری اثر معناداری بر پروتئین خام داشت و بین سطوح مختلف سیستم کشت، تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۲). بیشترین مقدار پروتئین خام (۳۱/۶۲ درصد) از ترکیب یونجه+ ۵۰ درصد رازیانه در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن (۲۱/۹ درصد) از ترکیب یونجه+ ۵۰ درصد رازیانه با دریافت کود تلفیقی (زیستی+ ۵۰ درصد شیمیایی) به‌دست آمد (شکل ۱). همگام با افزایش عملکرد گیاه، درصد پروتئین کاهش می‌یابد که به‌نظر می‌رسد دلیل آن کاهش غلظت نیتروژن موجود در اندام‌های گیاه باشد [۱۰]. در این میان تأثیرگذاری کود تلفیقی بیشتر از کود شیمیایی یا زیستی بود. از سوی دیگر، گزارش شد کشت خالص شبدر از

1. Near Infrared Spectroscopy
2. Crud Protein
3. Dry Matter Digestibility
4. Water Soluble Carbohydrates
5. Acid Detergent Fiber
6. Neutral Detergent Fiber
7. Crude Fiber
8. Ash
9. Clevenger

لحاظ قابلیت هضم، پروتئین خام و فیبر خام بهترین کیفیت را دارا بود، ولی این صفت تنها عامل تعیین‌کننده نیست، زیرا عملکرد آن اندک و کنترل علف‌های هرز در آن ضعیف بود [۷]. بین کشت خالص و ترکیب‌های مخلوط تفاوت معناداری از لحاظ محتوای پروتئین وجود نداشت که با نتایج کیفیت علوفهٔ کشت مخلوط جو و ماشک مطابقت دارد (جدول ۳) [۱۶].

جدول ۲. نتایج میانگین مربعات اثر کود و کشت مخلوط بر کیفیت علوفه

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	CP	DMD	WSC	ADF	ASH	CF	NDF
تکرار	۲	۲۱/۲۶ ns	۹/۵۶ ns	۰/۴۶ns	۷/۵۴ns	۰/۱۲ns	۰/۸۵ns	۱۱/۸۲*
کود	۳	۵۴/۱۷**	۲۲/۲۱ **	۳۵/۳۱**	۶۶/۳۳**	۰/۲۱ns	۲۲/۲۱**	۵۸/۷۷**
خطای اصلی	۶	۱۲/۵۶	۳/۸	۰/۱۴	۲/۱۵	۰/۳۲	۵/۲۹	۲/۱۵
کشت مخلوط	۲	۰/۸۲ ns	۲/۰۲ns	۱/۴۷ns	۱۱/۳۳**	۰/۰۱ns	۰/۳۲ns	۱۳/۹۷**
کود× کشت مخلوط	۶	۱۶/۹۷**	۳۴/۱۵**	۱۱/۶۵**	۶/۱۱*	۰/۸*	۱۱/۹۴**	۷/۸۸**
خطای فرعی	۱۶	۱/۸۴	۱/۶۵	۱/۳۷	۱/۹۳	۰/۲۸	۱/۳	۰/۸۶
ضریب تغییرات (٪)		۴/۷۱	۲/۲۴	۶/۱۵	۳/۴۷	۹/۲۲	۴/۰۸	۱/۸۵

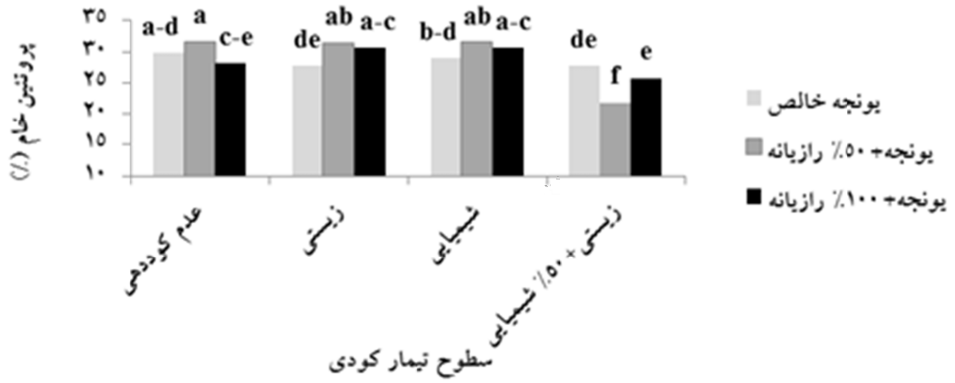
ns، * و ****: به‌ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطوح ۵ و ۱ درصد

CP: پروتئین خام، **DMD**: مادهٔ خشک قابل هضم، **WSC**: کربوهیدرات‌های محلول در آب، **ADF**: الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی، **ASH**: خاکستر، **CF**: فیبر خام، **NDF**: الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی.

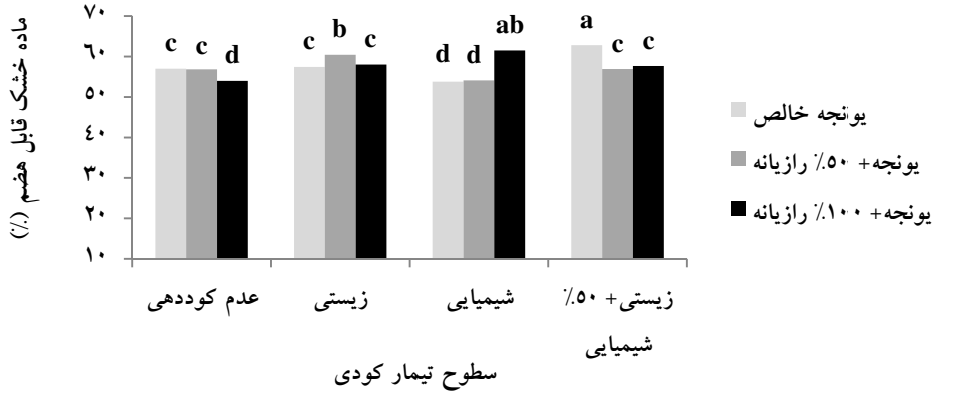
جدول ۳ . نتایج مقایسهٔ میانگین تأثیرات اصلی کود و کشت مخلوط بر کیفیت علوفهٔ یونجه

سطوح تیماری	CP (٪)	DMD (٪)	WSC (٪)	ADF (٪)	ASH (٪)	CF (٪)	NDF (٪)
سطوح کودی							
شاهد	۲۹/۸۵a	۵۵/۹۴c	۱۸/۳۵c	۴۲/۱۳a	۵/۵۸a	۲۶/۷۵ab	۴۹/۹۲b
زیستی	۲۹/۹۲a	۵۸/۶۳ab	۱۶/۹۸d	۳۹/۷۲b	۵/۹۲a	۲۹/۴۵a	۵۱/۴۷ab
شیمیایی	۳۰/۳۴a	۵۶/۴۷bc	۱۹/۲۱b	۴۲/۲۴a	۵/۶۳a	۲۶/۴۷b	۵۲/۵۷a
تلفیقی	۲۵/۱۵b	۵۹/۱۲a	۲۱/۶۹a	۳۶/۴۶c	۵/۷۸a	۲۹/۱۸ab	۴۶/۷c
سطوح کشت مخلوط							
یونجهٔ خالص	۲۸/۵۷a	۵۷/۷۶a	۱۹/۲۸a	۳۹/۱b	۵/۷۵a	۲۷/۸۵a	۴۹/۰۶c
یونجه + ۵۰٪ رازیانه	۲۹/۰۹a	۵۷/۰۷a	۱۸/۶۶a	۴۰/۲۹ab	۵/۶۹a	۲۷/۸۹a	۵۰/۲۲b
یونجه + ۱۰۰٪ رازیانه	۲۸/۷۸a	۵۷/۷۹a	۱۹/۲۴a	۴۱/۰۳a	۵/۷۵a	۲۸/۱۵a	۵۱/۲۲a

حروف مشابه بیانگر نبود تفاوت معنادار بین میانگین تیمارها است.



شکل ۱. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار پروتئین خام یونجه در کشت مخلوط افزایشی یونجه و رازیانه



شکل ۲. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار مادهٔ خشک قابل هضم در کشت مخلوط یونجه و رازیانه

مادهٔ خشک قابل هضم

جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد که تیمار کود و اثر متقابل کود و کشت مخلوط از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد اثر معناداری بر مادهٔ خشک قابل هضم داشتند (جدول ۲). بین سطوح مختلف کشت، تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۳). در بین تیمارهای اثر متقابل کود و کشت مخلوط بیشترین مادهٔ خشک قابل هضم (۶۲/۸۲ درصد) از یونجهٔ خالص با دریافت کود تلفیقی به‌دست آمد (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد کود تلفیقی از طریق ایجاد شرایط مناسب برای بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و جذب عناصر معدنی ماکرو و میکرو موجب افزایش بیوماس گیاهی و در نهایت افزایش قابلیت هضم مادهٔ خشک شده است. از طرف دیگر، در بررسی کشت مخلوط جو با لگوم‌های یکساله گزارش شده است که بالاترین مادهٔ خشک قابل هضم در کشت خالص نخود، کشت خالص ماشک و کشت مخلوط جو با لگوم‌ها به‌دست آمد [۲۲].

کربوهیدرات‌های محلول در آب

تیمار کود و اثر متقابل کود و کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد اثر معناداری بر کربوهیدرات‌های محلول در آب داشته است (جدول ۲). بین سطوح مختلف کاشت، تفاوت

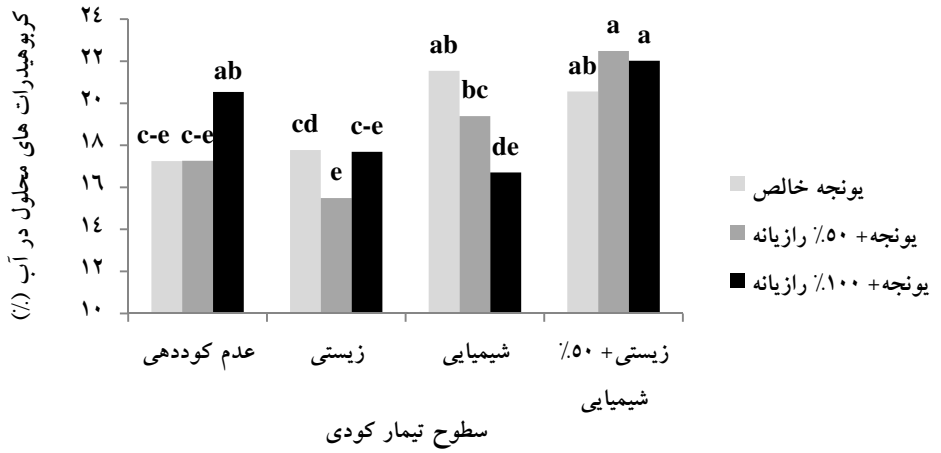
معنـاداری وجـود نداشـت (جـدول ۳). بیشـترین مقـدار کربوهیدرات‌های محلول (۲۲/۵ درصد) از ترکیب یونجـه + ۵۰ درصد رازیانه با دریافت کود تلفیقی به‌دست آمـد کـه بـا مخلوط یونجه+ ۱۰۰ درصد رازیانه با دریافـت کـود تلفیقـی (۲۲/۰۲ درصد) تفاوت معناداری نداشت (شکل ۳). افـزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب را به کاهش نسبت برگ بـه ساقه نسبت می‌دهند [۶]. از سوی دیگر، گزارش شده اسـت که قابلیت هضم مادهٔ آلی نیز بیشتر تحت تأثیر مرحلـهٔ بلـوغ گیاه، نسبت برگ به ساقه و وضعیت محیطی است [۸].

الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی

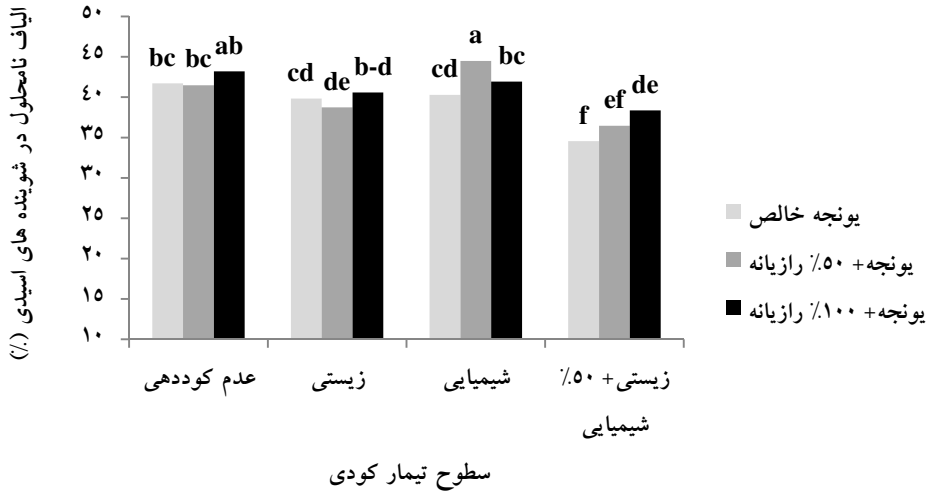
تیمار کود و کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل کود و کشت مخلـوط در سـطح ۵ درصـد اخـتلاف معناداری روی این صفت داشت (جـدول ۲). نتـایج نشـان داد کمترین مقـدار الیـاف بـاقی‌مانـده در شـویندهٔ اسـیدی (۳۴/۵۵ درصد) از کشت خالص یونجـه بـا دریافـت کـود تلفیقی به‌دست آمد (شکل ۴). بـا افـزایش جـذب عناصـر غـذایی میکـرو و مـاکرو، رشـد سـبزینه‌ای گیاهـان بیشـتر می‌شود و از فیبر گیاه کاسته شده و درنتیجه کیفیت علوفـهٔ تولیدی بیشتر می‌شود [۳۲]. در بررسی تأثیر کشت مخلوط بر کیفیت علوفه گزارش شد که با افزایش درصد مـاش در تیمارهای افزایشی، مقدار الیاف نـامحلول در شـوینده‌هـای اسیدی افزایش یافت [۱۲].

خاکستر

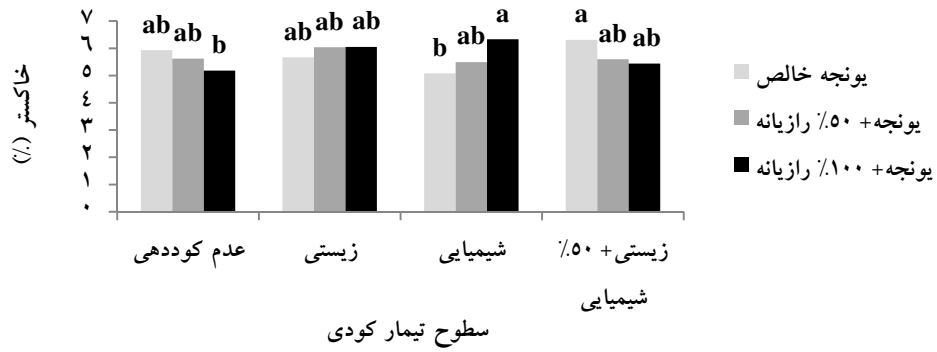
جدول تجزیهٔ واریـانس نشـان مـی‌دهـد کـه سیسـتم‌هـای حاصـلخیزی خـاک و ترکیـب‌هـای مختلـف کشـت اثـر معناداری بر درصد خاکسـتر نـدارد (جـدول ۲). بیشـترین مقدار خاکستر (۶/۳۳ و ۶/۳۱ درصد) به‌ترتیب از تیمارهای کشت یونجه + ۱۰۰ درصد رازیانه با دریافت کود شیمیایی و کشت خالص یونجه با دریافت کود تلفیقی بـه‌دسـت آمـد (شـکل ۵). بـین سیسـتم‌هـای حاصـلخیزی خـاک تفـاوت معنـاداری وجـود نداشـت (جـدول ۳). زیـاد بـودن درصـد خاکستر کل که نمایندهٔ محتوای کل عناصر غذایی موجود در گیاه است، تحت تـأثیر تلفیـق کودهـای زیسـتی و شـیمیایی ممکن است به‌علت افزایش غلظت اکثر عناصر غذایی تحـت این تیمارها باشـد. بـا انـدازه‌گیـری مقـدار خاکسـتر علوفـه گزارش شد که با اضافه شدن نخود به سیستم کشت، کیفیت علوفه از نظر مواد معدنی بسیار افزایش می‌یابد [۱۸].



شکل ۳. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار کربوهیدرات‌های محلول در کشت مخلوط یونجه و رازیانه



شکل ۴. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در کشت مخلوط یونجه و رازیانه



شکل ۵. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار خاکستر در کشت مخلوط یونجه و رازیانه

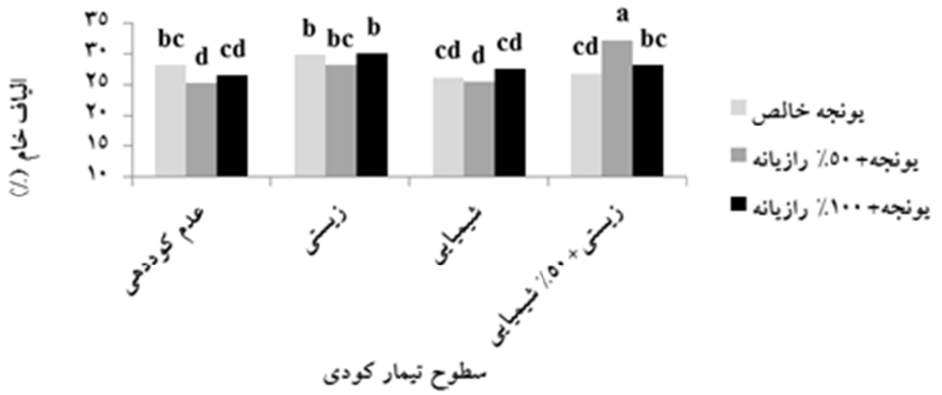
الیاف خام

نوع کود و اثر متقابل کود و کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد از نظر آماری اثر معناداری بر این صفت داشت (جدول ۲). نتایج آزمایش نشان داد کمترین محتوای فیبر خام (۲۵/۴۲ درصد و ۲۵/۴۹ درصد) به‌ترتیب از ترکیب یونجه + ۵۰ درصد رازیانه در تیمار عدم کوددهی و همچنین دریافت کود شیمیایی حاصل شد (شکل ۶). در بررسی تأثیر کشت مخلوط، افزودن فسفر و تلقیح ریزوبیوم بر عملکرد و ارزش تغذیه‌ای علوفهٔ لگوم مشاهده شد که کشت مخلوط و افزودن فسفر به‌طور معناداری مقدار فیبر را در بافت گیاهی کاهش داد. گیاهان خالص فیبر بیشتری از گیاهان مخلوط داشتند [۱۳]، اما مطالعات دیگر نشان داد که فسفر

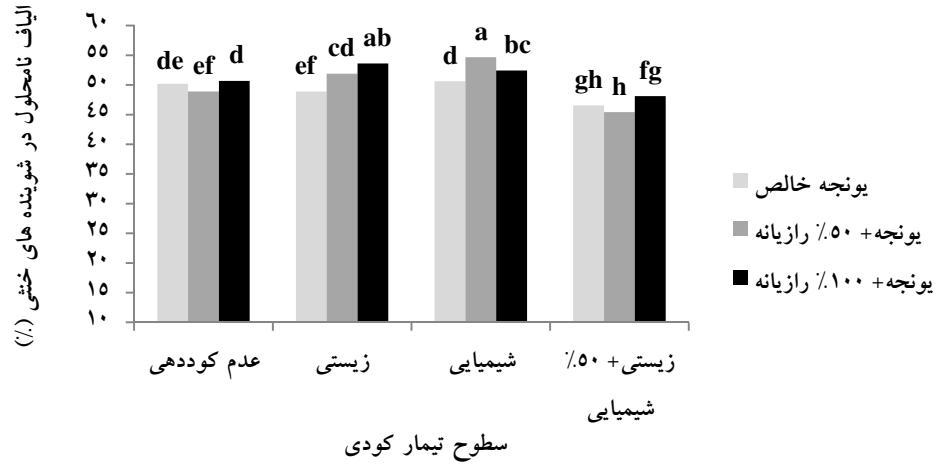
مقدار فیبر را افزایش داد که این ممکن است با زمان برداشت (سن گیاه) نسبت به افزودن فسفر مرتبط باشد [۳۱].

الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی

تیمار کود و کشت مخلوط و اثر متقابل کود و کشت مخلوط در سطح ۱ درصد اثر معناداری بر این صفت داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد کمترین مقدار الیاف شوینده‌ٔ خنثی (۴۵/۴۳ درصد) از ترکیب یونجه + ۵۰ درصد رازیانه با دریافت کود زیستی + ۵۰ درصد شیمیایی به‌دست آمد (شکل ۷). در تیمار کود تلفیقی که دیگر صفات کیفی علوفه مانند مادهٔ خشک قابل هضم و کربوهیدرات‌های محلول در آب در حداکثر خود بودند، مقدار الیاف شوینده‌ٔ خنثی به حداقل خود رسید (جدول ۳). برخی تحقیقات نشان می‌دهند باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات، به کاهش الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثای علوفه در گیاهانی همچون کنگر فرنگی و شلغم علوفه‌ای منجر می‌شود [۱۵]. بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌ٔ خنثی در تیمار کشت مخلوط یونجه + ۱۰۰ درصد رازیانه مشاهده شد که با نتایج بررسی تأثیر کشت مخلوط ماشک با یولاف و تریتیکاله بر کیفیت علوفه مطابقت دارد (جدول ۳) [۲۵].



شکل ۶. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار الیاف خام در کشت مخلوط یونجه و رازیانه



شکل ۷. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی در کشت مخلوط یونجه و رازیانه

درصد اسانس رازیانه

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف کودی در سطح ۵ درصد اثر معناداری بر درصد اسانس رازیانه داشت، ولی تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط یونجه و رازیانه و اثر متقابل کود و کشت مخلوط بر درصد اسانس معنادار نشد (جدول ۴). کمترین درصد اسانس (۰/۳۳ درصد) از ترکیب یونجه + ۵۰ درصد رازیانه با دریافت کود تلفیقی به‌دست آمد (شکل ۸). اگرچه تولید متابولیت‌های ثانویه تحت کنترل ژن‌ها هستند، مقدار تولید آنها به‌طور شایان توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد که از جمله مهم‌ترین این عوامل، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف هستند [۳۳]. نتایج بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر درصد و عملکرد اسانس گیاه ریحان نشان داد که در بین تیمارها بیشترین درصد اسانس در تیمار شاهد و کمترین درصد اسانس در تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد که دارای بیشترین عملکرد برگ بود. بین عملکرد برگ و درصد اسانس رابطهٔ عکس وجود دارد [۲]. نتایج مشابهی در گیاه رازیانه گزارش شده است [۱۱]. مشخص شد که درصد اسانس در تیمارهای کود شیمیایی و شاهد بیشتر از تیمارهای کود زیستی و کود تلفیقی است، هرچند که تیمار کود زیستی با همهٔ سطوح کودی اختلاف معناداری ندارد (جدول ۵). به‌هرحال، دلیل زیاد بودن درصد اسانس در این دو تیمار احتمالاً آن است که ریزوباکتری‌های تحریک‌کنندهٔ رشد گیاه بر تسهیم و تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های مختلف گیاه تأثیر می‌گذارند. در تحقیقی گزارش شد که محدودیت در ذخیرهٔ نیتروژن بیش از تلقیح با آزوسپیریلوم و *Pantoea* sp سبب تولید ترکیبات فنولی در برگ‌ها و میوهٔ فلفل‌شیرین شد و نتیجه گرفتند که باکتری‌های همیار گیاه از طریق تأثیر بر متابولیسم ثانویهٔ گیاه، الگوهای تسهیم و انتقال مواد فتوسنتزی، فرایندهای مسئول میوه‌دهی و توسعهٔ گیاه تحت شرایط محدودیت ذخیرهٔ نیتروژن را اصلاح می‌کنند [۱۹].

جدول ۴. نتایج میانگین مربعات تأثیرات کود و کشت مخلوط بر اسانس رازیانه

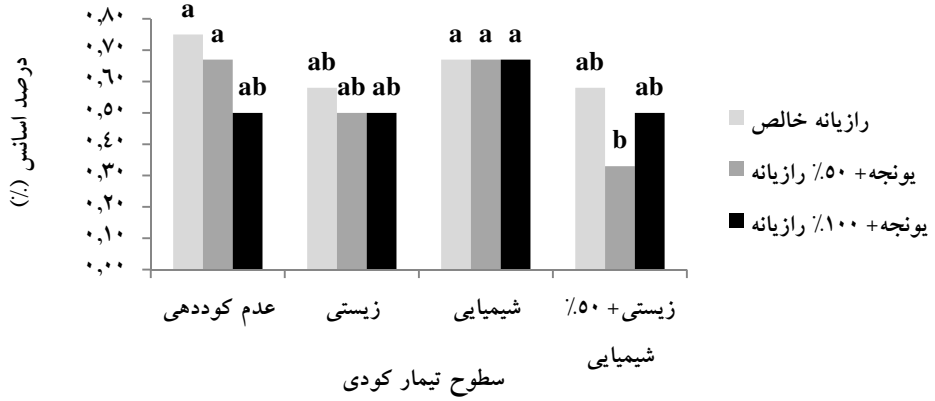
منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	درصد اسانس
تکرار	۲	۰/۰۰۷^{ns}
کود	۳	۰/۰۷۶*
خطای اصلی	۶	۰/۰۱۹
کشت مخلوط	۲	۰/۰۴۳^{ns}
کود × کشت مخلوط	۶	۰/۰۲^{ns}
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات (٪)		۲۳/۴۲

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطوح ۵ و ۱ درصد

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین تأثیرات اصلی کود و کشت مخلوط بر اسانس رازیانه

سطوح تیماری	درصد اسانس
سطوح کودی	
شاهد	۰/۶۴a
زیستی	۰/۵۳ab
تلفیقی	۰/۴۷b
شیمیایی	۰/۶۷a
سطوح کشت مخلوط	
رازیانه خالص	۰/۶۵a
یونجه+ ۵۰٪ رازیانه	۰/۵۴a
یونجه+ ۱۰۰٪ رازیانه	۰/۵۴a

حروف مشابه بیانگر نبود تفاوت معنادار بین میانگین تیمارها است.



شکل ۸. اثر متقابل نوع کود و ترکیب کشت بر درصد اسانس رازیانه در کشت مخلوط افزایشی یونجه و رازیانه

۲.۳. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاضر، کاربرد کودهای تلفیقی سبب بهبود خصوصیات کیفی علوفه شد. در این تحقیق، ترکیب افزایشی یونجه + ۱۰۰ درصد رازیانه پیشنهاد می‌شود که علت آن به افزایش عملکرد کمی و کیفی مادهٔ خشک نسبت داده شده است. اثر کشت مخلوط بر درصد اسانس رازیانه معنادار نشد. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از کودهای زیستی و تلفیقی در برهمکنش با کشت مخلوط یونجه و رازیانه می‌تواند بیشترین کیفیت علوفهٔ مورد نظر را تأمین کند که مبین اثر مثبت کود زیستی در تولید علوفه‌دارو با توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری‌های سرکار خانم شفیعی‌ادیب و همچنین شرکت آسیازیست‌مهر و زیست‌فن‌آور سبز قدردانی می‌شود.

منابع

۱. افراسیابی م. امینی‌دهقی م. و مدرس‌ثانوی ع م (۱۳۹۰) تأثیر کود بیولوژیک فسفر بارور ۲ و سوپرفسفات تریپل بر عملکرد، کیفیت و جذب عناصر در یونجه یکسالهٔ گونهٔ اسکوتالاتا (*Medicago scutellata,* cv. Robinson). دانش زراعت. ۴(۴): ۴۳-۵۴.

۲. تهامی‌زرندی م. ک.، رضوانی‌مقدم پ. و جهان م (۱۳۸۹) مقایسهٔ تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. ۲(۱): ۶۳-۷۴.

۳. چنگیزی م. و معاونی پ (۱۳۸۶) ملکه نباتات علوفه‌ای. انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک.

٤. خالص‌رو ش. قلاوند ا. سفیدکن ف. و اصغرزاده ا (۱۳۹۰) تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.). گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۵۵۱-۵۶۰.

۵. درزی م. ت.، قلاوند ا. سفیدکن ف. و رجالی ف (۱۳۸۷) تأثیرکاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست وکود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴(۴): ۳۹۶-۴۱۳.

٦. دهمرده م. قنبری ا. سیاه‌سر ب. و رمرودی م (۱۳۸۹) بررسی اثر نسبت کاشت و زمان برداشت بر کیفیت علوفه ذرت در کشت مخلوط با لوبیاچشم‌بلبلی. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۳): ۶۳۵-۶۴۴.

۷. رحمانی ا (۱۳۸۳) بررسی تأثیر کشت مخلوط سورگوم- شبدر قرمز روی عملکرد، کیفیت علوفه و پویایی جمعیت علف‌های هرز. دانشگاه تهران. تهران. پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد.

۸. سعیدنژاد، ا. ح.، رضوانی‌مقدم، پ. خزاعی، ح. ر. و نصیری‌محلاتی م (۱۳۹۰) بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتیین سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید. پژوهش‌های زراعی ایران. ۹(۴): ۶۲۳-۶۳۰.

۹. عموآقایی، ر. و ا. مستاجران ا (۱۳۸۶) همزیستی (سیستم‌های همیاری گیاه و باکتری). انتشارات دانشگاه اصفهان.

۱۰. کشاورزافشار ر (۱۳۸۹) بررسی تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و نظام‌های کم‌آبیاری بر کمیت و کیفیت علوفهٔ شلغم علوفه‌ای (*Brassica rapa*). دانشگاه تهران. تهران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد.

۱۱. . مرادی ر (۱۳۸۸) تأثیر کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک روی عملکرد، اجزاء عملکرد و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill). دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد.

۱۲. . نخزری‌مقدم ع. چایی‌چی م. ر.، مظاهری د. رحیمیان‌مشهدی ح. مجنون‌حسینی م. و نوری‌نیا ع (۱۳۸۸) اثر کشت مخلوط ذرت و ماش سبز بر عملکرد، نسبت برابری زمین و برخی از ویژگی‌های کیفی علوفه. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۰(۴): ۱۵۱-۱۵۹.

13. Abusuwar AO and Omer EA (2011) The impact of intercropping, phosphorous addition and rhizobium inoculation on yield and nutritive value of some leguminous and cereal forages. Agriculture and Biology Journal of North America. 2(1): 150-162.

14. Anonymous (1983) European Pharmacopoeia. 1: 376p.

15. Asay KH, Jensen KB, Waldron BL, Han G, Johnson DA and Monaco TA (2002) Forage quality of tall fescue across an irrigation gradient. Agronomy. 94: 1337-1343.

16. Azizi K, Daraei Mofrad A, Heidari S, Amini Dehaghi M and Kahrizi D (2011) A study on the qualitative and quanitative traits of barley (*Hordeum vulgare* L.) and narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) in intercropping and sole cropping system under the interference and control of weeds in dry land farming conditions of Iran. African Journal of Biotechnology. 10(1): 13-20.

17. Damjanovic B, Lepojevic Z, Zivcovic V and Tolic A (2005) Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical Co2: Comparison with hyrodistillation. Food Chemistry. 92: 143-149.

18. Daryaei F, Chaichi MR and Aghaalikhani M (2009) Evaluation of Forage Yield and Quality in Chickpea/Barley Intercropping. Field Crop Science. 40(2): 11-19.

19. Del Amora FM, Serrano-Martinez A, Forteab MI, Leguac P and Nunez-Delicado E (2008) The effect of plantassociative bacteria (*Azospirillum* and *Pantoea*) on the fruit quality of sweet pepper under limited nitrogen supply. Scientia Horticulturae. 117: 191-196.

20. Fateh F, Chaichi MR, Sharifi-Ashorabadi E, Mazaheri D, Jafari AA and Rengel Z (2009) Effects of organic and chemical fertilizers on forage yield and quality of Globe artichoke (*Cynara scolymus*). Crop Sciences. 1(1): 40-48.

21. Ghanbari A and Lee HC (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.

22. 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. Animal Advance. 8(7): 1337-1342.

23. Jafari AV, Connolly A and Walsh EK (2003) A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared Spectroscopy. Agricultural and Food Research. 42: 293-299.

24. Kapoor R, Giri B and Mukerji KG (2004) Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 97: 307-311.

25. Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA and Yiakoulaki MD (2006) Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crop Research. 99: 106-113.

26. Malboobi MA, Behbahani M, Madani H, Owlia P, Deljou A, Yakhchali B, Moradi M and Hassanabadi H (2009) Performance evaluation of potent phosphate solubilizing bacteria in potato rhizosphere. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 25: 1479-1484.

27. Pembleton KG, Rawnsley RP, Donaghy DJ and Volence JJ (2009) Water Deficit Alters Canopy Structure but not Photosynthesis during the Regrowth of Alfalfa. Crop Science. 49: 722-731.

28. Pembleton KG, Volence JJ, Rawnsley RP and Donaghy DJ (2010) Partitioningof Taproot Constituents and Crown Bud Development are Affected by Water Deficit in Regrowing Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Crop Science. 50: 989-999.

29. Provenza FD and Villalba JJ (2010) The role of natural plant products in modulating the immune system: An adaptable approach for combating disease in grazing animals. Small Ruminant Research. 89: 131-139.

30. Rajeswara Rao BR (2002) Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose- scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacings and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L. f. *piperascens* Melinv. Ex Holmes). Industrial Crops and Products. 16: 133-144.

31. Reddy BVS, Reddy PS, Bidinger F and Blummel M (2003) Crop management factors influencing yield and quality of crop residues. Field Crops Research. 84: 57-77.

32. Sabahi H (2007) Effects of integrated application of chemical and organic fertilizers on biological activity, soil physiochemical properties and Canola yield in Zirab of Sary province in Iran. Master science thesis at Tarbiat modaress University.

33. Sharifi Ashourabadi E, Ardakani MR, Paknejhad F, Habibi D and Adraki M (2006) Effect of solid nitrogen application on biological yield, essential oil percentage and essential oil yield of balm (*Melissa officinalis* L.) under greenhouse condition. Proceeding of 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia-Pennsylvania. USA. p. 147.

34. Vanermeer J (1992) The Ecology of Intercropping. Great Britain at the University press. Cambridge.