شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/idaj.2022.356297.352

# اثر تیمارهای کودی شیمیایی و آلی-زیستی بر عملکرد و کیفیت علوفه تریتیکاله و ماشک مراغه تحت سیستم‌های تک‌کشتی و چندکشتی در شرایط دیم

صادق شهبازی[۱]، جلال جلیلیان*[۲]، خشنود علیزاده[۳]، عبدالله جوانمرد[۴]

۱-دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲-گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳-موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
۴-گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

## چکیده

کشت مخلوط سیستمی است که در آن دو (یا چند) گونه مختلف و یا ارقامی از یک گونه به‌منظور تنوع در اگرواکوسیستم، بهره‌برداری بهینه از عوامل محیطی و افزایش تولید، در یک محیط کاشته می‌شوند. این پژوهش به‌منظور ارزیابی کمی و کیفی علوفه و تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط ماشک و تریتیکاله تحت سیستم‌های مختلف کاشت به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص تریتیکاله (ST)، کشت خالص ماشک (SV) و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰ ($IP_1$)، ۲۵: ۷۵ ($IP_2$)، ۷۵: ۲۵ ($IP_3$)، ۱۰۰: ۲۰ ($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰ ($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$) به ترتیب درصد تریتیکاله و ماشک بودند که در دو سیستم کودهای شیمیایی و آلی-زیستی مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار $IP_1$ دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک (۸/۸ تن در هکتار) بود. کمترین درصد الیاف نامحلوط در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلوط در شوینده خنثی (NDF)، همچنین بیشترین درصد مصرف ماده خشک علوفه (DMI)، به تیمارهای ماشک خالص، $IP_2$ و $IP_1$ تعلق داشت. علاوه بر این، بالاترین مقادیر ارزش نسبی علوفه (RFV) و درصد پروتئین خام (CP) در الگوهای کاشت $IP_2$ و $IP_1$ و در سیستم کودی آلی –زیستی حاصل شد. همچنین بیشترین انرژی ویژه شیردهی (NEL)، درصد ماده خشک قابل هضم (DDM) و مجموع مواد معدنی قابل هضم (TDN) نیز در الگوهای کاشت خالص ماشک و $IP_2$ مشاهده شد. بنابراین بر اساس کمیت تولید علوفه و شاخص برابری زمین، الگوی ۵۰ درصد ماشک + ۵۰ درصد تریتیکاله و بر اساس کیفیت، ۲۵ درصد تریتیکاله+ ۷۵ درصد ماشک دارای بالاترین مقادیر بودند. در نهایت بر اساس همه شاخص‌های مورد مطالعه الگوی کاشت ۵۰ درصد ماشک + ۵۰ درصد تریتیکاله در هر دو سیستم کودی مناسب‌ترین الگوی کشت جهت مناطق دیم سردسیری کشور ایران بود.

**واژه‌های کلیدی**: کشت مخلوط، پرنهاده، ماشک مراغه، تریتیکاله، کم‌نهاده

* نگارنده مسئول: *j.jalilian@urmia.ac.ir* تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۷

**مقدمه**

با نگاهی دقیق به تحولات چندساله اخیر مشخص می‌گردد که انسان به اصول اکولوژیک توجه نکرده و با تصرف‌های بی‌رویه و نادرست در طبیعت، آن را از حالت تعادل خارج کرده است و از طرفی جمعیت جهان هم رو به افزایش است (Chen *et al.*, 2019). این امر باعث ایجاد فشار مضاعف بر منابع طبیعی و عدم پایداری سیستم‌های تولید شده است (Jensen *et al.*, 2020). یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی (Arrudaa *et al.*, 2013) و کودهای آلی ورمی‌کمپوست است. این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی، موجب تأمین بهتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می‌گردند (Arancon *et al.*, 2004). علاوه بر این، یکی دیگر از راهکارهایی که ما را به اهداف کشاورزی پایدار نزدیک می‌سازد، کشت گیاهان به‌صورت مخلوط است (Franco *et al.*, 2018). کشت مخلوط ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی، باعث ثبات عملکرد، استفاده کارآمدتر از منابع، کاهش مشکلات آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز نیز می‌شود (Chen *et al.*, 2019). همچنین در کشت مخلوط علاوه بر استفاده کارآمدتر از منابع قابل دسترس، گردش عناصر غذایی نیز مؤثرتر است و نسبت به کشت خالص، عناصر غذایی کمتر از دسترس خارج می‌شوند (Du *et al.*, 2018). از طرف دیگر استفاده از لگوم‌های یکساله در کشت مخلوط با گرامینه‌ها می‌تواند موجب بهبود تثبیت نیتروژن و نگهداری فسفر در خاک، کاهش رقابت‌پذیری علف‌های هرز و افزایش ماده آلی خاک گردد (Wright and Ghezzi-Haeft., 2020). تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط لگوم‌ها می‌تواند نیاز به کودهای شیمیایی را کاهش و موجب توسعه سیستم‌های پایدار گردد (Cowden *et al.*, 2020; Jensen *et al.*, 2020). گندی و همگاران (۲۰۱۷) در کشت مخلوط گاودانه و بامیه با استفاده از کودهای زیستی مشاهده نمودند که بهترین ترکیب کشت این دو گیاه، با ۴۰ درصد بامیه + ۶۰ درصد گاودانه همراه با ازتوباکتر و کودهای زیستی بوده است. ممدوحی و همکاران (۱۳۹۳) نیز با مطالعه کشت مخلوط ماشک مراغه با تریتیکاله در شرایط دیم گزارش نمودند که بیشترین عملکرد پروتئین (۲/۱ تن در هکتار) به‌ترتیب در ترکیب ۲۵ درصد ماشک مراغه+ ۷۵ درصد تریتیکاله و ۵۰ درصد ماشک مراغه+ ۵۰ درصد تریتیکاله بدست آمد. اکر و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی کشت مخلوط گندم، جو و تریتیکاله با ماشک مجاری گزارش نمودند که ۷۰ درصد ماشک مجاری + ۳۰ درصد تریتیکاله و ۶۰ درصد ماشک مجاری + ۴۰ درصد تریتیکاله دارای بیشترین عملکرد علوفه، عملکرد پروتئین و نسبت برابری زمین بود (Acar *et al.*, 2017).

تریتیکاله با سیستم ریشه‌ای تهاجمی خاک‌های شنی را نسبت به گندم، جو و یولاف بهتر به همدیگر می‌چسباند. این گیاه در دیمزارهای سرد و مرتفع و خاک‌های فقیر می‌تواند رشد نموده و عملکرد بیشتری نسبت گندم، جو و گاهی بیشتر از

یولاف در این شرایط داشته باشد. همچنین این گیاه از لحاظ ارزش انرژی مساوی و یا حتی بهتر از گندم یا ذرت می‌باشد و گاهی از لحاظ محتوای پروتئینی و کیفیت (آمینواسیدهای ضروری) برتر از این گیاهان است (Martinek *et al*., 2007). آنیل و همکاران (۱۹۹۸) تریتیکاله را به عنوان غله‌ای مناسب برای کشت با ماشک معمولی (*Vicia sativa* L) در کشت مخلوط گزارش نمودند. همچنین سازگاری به شرایط نامساعد محیطی، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، تحمل به خشکی، سرما، آفات و بیماری‌های گیاهی و قابلیت هضم ماده خشک بیش از ۷۰ درصد از ویژگی‌های بارز ماشک در شرایط دیم مناطق سرد کشور به شمار می‌آیند (Lamei *et al*., 2012). با توجه به اینکه ماشک مراغه، گیاهی یک ساله با تیپ رونده که در کشت خالص در شرایط دیم سردسیر، علوفه قابل توجهی تولید نمی‌کند. لذا کشت مخلوط ماشک با تریتیکاله می‌تواند ضمن کمک به رشد و رقابت مثبت بین این دو گیاه و تولید علوفه قابل قبول، در افزایش بهره‌وری از اراضی دیم و کنترل علف‌های هرز نیز موثر باشد. لذا این پژوهش به منظور بررسی برخی خصوصیات کمی وکیفی علوفه درکشت مخلوط تریتیکاله با ماشک مراغه (*Vicia vilosa spp. dasycarpa*) تحت سیستم‌های کودی متفاوت در شرایط دیم مراغه اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی و محل انجام آزمایش:

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شرق مراغه تحت شرایط دیم در سال زراعی (۹۸-۱۳۹۷) اجرا شد. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۷°۱۵ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶°۲۰' شرقی قرار دارد، ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۲۲ متر، میانگین بارندگی ۳۳۰ میلی‌متر و دارای خاک لوم رسی و لومی بدون محدودیت شوری و قلیایی است. این منطقه با در نظر گرفتن منحنی آمبریوتیک و نقشه بیوکلیماتریک ایران، جزء مناطق سرداستپی به شمار می‌آید.

این تحقیق به‌صورت دو آزمایش مستقل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سیستم کودی شیمیایی و آلی -زیستی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص تریتیکاله (ST)، کشت خالص ماشک (SV) و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰ ($IP_1$)، ۲۵: ۷۵ ($IP_2$)، ۷۵: ۲۵ ($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰ ($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰ ($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$) به‌ترتیب درصد تریتیکاله و ماشک بودند (عزیزی و همکاران.، ۱۳۹۹; *et* Seydosoglu *al*., 2019).

برای اجرای آزمایش از ماشک رقم مراغه (*Vicia vilosa spp. dasycarpa*) و تریتیکاله (X *wittmack Triticosecale*)، لاین کراس Gaur ارسالی از مرکز تحقیقات بین‌المللی سیمیت[1] استفاده شد. تراکم بهینه برای ماشک مراغه و تریتیکاله به ترتیب ۲۵۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع لحاظ گردید (صالحی و همکاران.، ۱۳۹۷). برای کاشت از بذرکار وینتراشتایگر بصورت شش خط

[1]CIMMYT

پنج متری و با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت حدود سه سانتی‌متر انجام شد. در سیستم شیمیایی پس از آماده‌سازی زمین با گاوآهن قلمی در تابستان، فقط کود نیتروژن از منبع اوره (۴۳ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت و ۲۰ کیلوگرم در هکتار در فصل بهار بصورت سرک) طبق نیاز کودی خاک و بر اساس آزمون خاک مصرف گردید. اما بدلیل بالا بودن سطح فسفر خاک، هیچ کود شیمیایی فسفره استفاده نشد (جدول ۱).

در سیستم آلی -زیستی، ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست (جدول ۲) به همراه کود زیستی ازته (ازتوبارور- ۱) و کود زیستی فسفاته (کود فسفاته بارور- ۲) استفاده شد (قاسم‌خانلو و همکاران.، ۱۳۸۸; احمدی و همکاران.، ۱۳۹۶). کود زیستی ازتوبارور - ۱ حاوی باکتری‌های گونه ازتوباکتر وینلندی (*Pantoea agglomerans*) سویه ۰۴ با شمارش (CFU/g) $۱۰^{۷}$ تا $۱۰^{۸}$ می‌باشد که فعالانه تثبیت نیتروژن هوا را به صورت قابل جذب برای گیاهان را انجام می‌دهند. کود زیستی فسفاته بارور - ۲ حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات *Pseudomonas putida* strain P13 و *Pantoea agglomerans* strain P5 با شمارش (CFU/g) $۱۰^{۷}$ تا $۱۰^{۸}$ است که با استفاده از دو ساز و کار ترشح اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول در خاک شده و در نتیجه، امکان جذب شدن این عنصر را برای گیاهان فراهم می‌کند.

میزان بارندگی در ایستگاه مراغه در سال زراعی (۹۸-۱۳۹۷)، ۴۹۵/۱ میلی‌متربود و متوسط دما ۵/۶ درجه سانتی‌گراد بود که در مقایسه با میانگین بلند مدت ۰/۳ درجه سانتی‌گراد افزایش و نسبت به سال زراعی گذشته یک درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است (جدول ۳).

در نهایت برداشت علوفه در زمان گلدهی کامل ماشک و شیری شدن تریتیکاله صورت گرفت و بعد از برداشت، علوفه برداشت شده تا ثابت شدن وزن در هوای آزاد نگه‌داری و سپس وزن آنها محاسبه شد. به منظور ارزیابی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از شاخص نسبت برابری زمین (LER[1])، استفاده شد. نسبت برابری زمین با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Mead and Willey, 1980):

$$LER = \frac{Yit}{Yst} + \frac{Yiv}{Ysv}$$

در این رابطه $Y_{it}$ و $Yi_{v}$ به‌ترتیب عملکرد تریتیکاله و ماشک مراغه در کشت مخلوط و $Y_{st}$ و $Y_{sv}$ به ترتیب عملکرد تریتیکاله و ماشک مراغه در کشت خالص می‌باشند. نسبت برابری زمین بر اساس سطح زیر کشت مشخص می‌کند که برای بدست آوردن محصول حاصل از یک هکتار کشت مخلوط، چه مقدار از زمین به صورت خالص مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود (Zhang *et al*., 2011). اگر مقدار LER بیشتر از یک باشد کشت مخلوط کارایی خواهد داشت و اگر کمتر از یک باشد کشت خالص مناسبتر خواهد بود (Fetene, 2003; Wahla *et al*., 2009).

[1] Land Equivalent Ratio (LER)

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

| بافت خاک | pH | EC (dS/m) | O.C% | TNV | N% | P (mg/kg) | K (mg/kg) | شن٪ | سیلت٪ | رس٪ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رسی لومی | ۷/۴۹ | ۰/۷۳ | ۰/۴۲ | ۳/۷۵ | ۰/۰۲۸ | ۲۴/۴ | ۶۱۶ | ۴۳ | ۳۴ | ۲۳ |

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی کود ورمی‌کمپوست

| FA % | HA % | OM % | Ni ppm | Pb ppm | Cd ppm | Mn ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۳۵ | ۳/۵ | ۳۹/۴۵ | N.D | ۱۶/۵ | ۱/۵ | ۵۶۰ |
| **Zn ppm** | **Fe ppm** | **P %** | **K %** | **N %** | **pH (1:10)** | **EC (1:10) µ.s** |
| ۱۲۶۴ | ۱۴۱۳ | ۰/۶۵۵ | ۲/۰۶۵ | ۲/۱۵ | ۷/۲۶۵ | ۱۷۷۲/۵ |

جدول ۳- آمار هواشناسی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و میانگین سال‌های ۱۳۹۶- ۱۳۷۱ ایستگاه تحقیقاتی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (مراغه)

| | ۱۳۹۸-۱۳۹۷ (سال اجرای آزمایش) | | ۱۳۹۶-۱۳۷۱ (بلند مدت) | |
|---|---|---|---|---|
| | میانگین دما (ºC) | میانگین بارش (mm) | میانگین دما (ºC) | میانگین بارش (mm) |
| مهر | ۱۳/۸ | ۹/۷ | ۱۳/۰ | ۱۴/۶ |
| آبان | ۵/۶ | ۴۷/۰ | ۵/۹ | ۵۴/۶ |
| آذر | ۲/۳ | ۹۱/۴ | -۰/۴ | ۳۳/۳ |
| دی | -۲/۵ | ۴۰/۸ | -۳/۶ | ۲۸/۹ |
| بهمن | -۱/۲ | ۸۶/۴ | -۳/۴ | ۳۸/۵ |
| اسفند | ۰/۳ | ۵۵/۶ | ۰/۹ | ۴۸/۱ |
| فروردین | ۵/۲ | ۱۱۶/۱ | ۶/۳ | ۵۶/۷ |
| اردیبهشت | ۹/۶ | ۴۳/۴ | ۱۱/۸ | ۶۱/۸ |
| خرداد | ۱۸/۱ | ۴/۲ | ۱۷/۴ | ۱۴/۲ |
| تیر | ۲۲/۷ | ۰/۰ | ۲۲/۱ | ۵/۰ |
| مرداد | ۲۳/۶ | ۰/۵ | ۲۳/۴ | ۲/۸ |
| شهریور | ۱۹/۲ | ۰/۰ | ۱۹/۶ | ۴/۳ |
| میانگین/مجموع | ۹/۷ | ۴۹۵/۱ | ۹/۴ | ۳۶۲/۷ |

به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی علوفه از هر واحد آزمایشی ۱۰۰ گرم علوفه پودر شده با توجه به نسبت هر گیاه در مخلوط انتخاب و جهت اندازه‌گیری صفات کیفی، پروتئین خام (CP[1])، الیاف محلول در شوینده خنثی (NDF[2]) و الیاف محلول در شوینده اسیدی (ADF[3]) به آزمایشگاه مرکز تحقیقات علوم دامی کرمانشاه ارسال گردید. اندازه‌گیری (NDF[4]) و (ADF[5]) طبق روش

[1] Crude Protein
[2] Neutral Detergent Fiber
[3] Acid Detergent Fiber
[4] Neutral Detergent Fiber
[5] Acid Detergent Fiber

ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) و پروتئین خام (CP[1]) به روش برمنر و بریتنبک (۱۹۸۳) انجام شد (Bremner and Breitenbeck 1983; Van Soest *et al*., 1991). به‌منظور محاسبه سایر صفات کیفی از قبیل ارزش نسبی تغذیه‌ای (RFV[2])، انرژی ویژه شیردهی (NEL[3])، کل ماده مغذی قابل هضم (TDN)[4]، ماده خشک مصرفی[5](DMI) و ماده خشک قابل هضم (DDM)[6] از روابط زیر محاسبه شدند (Lithourgidis *et al*., 2006).

TDN = (-1.291 × ADF) + 101.35
DMI = 120 / %NDF drymatter basis
DDM = 88.9 – (0.779 × %ADF, drymatter basis)
RFV = %DDM × %DMI × 0.775
NEL = [1.044 – (0.0119 × % ADF)] × 2.205

الگوی آماری مورد نظر در این پژوهش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در دو مکان (دو سیستم کودی شیمیایی و آلی-زیستی بعنوان فاکتور ثابت) بود و برای تجزیه واریانس مرکب داده‌ها از نرم‌افزارSAS و برای محاسبه مقایسه میانگین‌ها، از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و Genstat استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک مخلوط ماشک و تریتیکاله نشان داد که الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). مقایسه میانگین نشان داد الگوی کاشت خالص تریتیکاله با ۶/۵ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بود و با تیمارهای IP1 و نیز IP3 اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین عملکرد علوفه به ترتیب مربوط به تیمار ماشک خالص (۲/۹۶ تن در هکتار) بود (شکل ۱). به طوری‌که در کشت مخلوط غالبا عملکرد یک یا هر دو گیاه زراعی در مقایسه با کشت خالص آنها کمتر است، البته ترکیب عملکرد آنها بیشتر خواهد بود (کوچکی و همکاران.، ۱۳۸۸). هر چند که غلات به طور مشخص دارای عملکرد علوفه خشک بالایی هستند ولی با توجه پایین بودن نسبت پروتئین، باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی آن در کشت خالص می‌شود (Ghanbari-Bonjar, 2000; اسکندری، ۱۳۹۶). با توجه به قدرت رقابت بیشتر غلات نسبت به بقولات در کشت مخلوط که مربوط به رشد سریع‌تر و پنجه‌دهی بیشتر غله، به نظر می‌رسد که برای افزایش کارآیی باید تراکم بیشتری از بقولات را در ترکیب با غلات به‌کار برد (Daraeimofrad *et al*., 2013; سلیمانپور و همکاران.، ۱۳۹۶). همچنین گزارش‌های فراوانی از تاثیر منفی ریشه تریتیکاله بر رشد و توسعه ریشه ماشک شده است (Brooker *et al.,* 2015; novoplansky, 2019). طبق گزارش آچیخ‌باش و همکاران (۲۰۲۱) جهت جلوگیری از تاثیر منفی ریشه تریتیکاله بر روی ماشک معمولی، حداقل تراکم کشت مخلوط باید بیش از ۵۰درصد ماشک

[1] Crude Protein
[2] Relative feed value
[3] Net Energy of Lactation
[4] Total Digestible Nutrients
[5] Dry matter intake
[6] Digestible Dry Matter

: ۵۰ درصد تریتیکاله در نظر گرفته شود (Acikbas *et al.*, 2021). بنابراین با توجه به اینکه تیمار50:50) IP1) دارای بیشترین عملکرد علوفه خشک بعد از تیمار خالص تریتیکاله بود، می‌توان گفت که الگوی کاشت IP1 مناسبترین الگوی کشت از لحاظ عملکرد نسبت به سایر تیمارها است. که احتمالا بیانگر استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای بوده است (شکل ۱). همچنین کمترین عملکرد علوفه به ترتیب مربوط به تیمار ماشک خالص (۲/۹۶ تن در هکتار) بود (شکل ۱). راس و همکاران (۲۰۰۵) دلیل کاهش عملکرد بقولات را در مخلوط با گراس‌ها رقابت برای نور ذکر کردند (Ross *et al.*, 2005). کابالیرو و همکاران (۱۹۹۶) تولید ماده خشک کمتر و یا مشابه کشت خالص در بعضی از کشت‌های مخلوط را به جنبه رقابت بیشتر یک گونه نسبت به گونه دیگر می‌دانند (Caballero *et al.*, 1996). قیر و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی عملکرد و کیفیت ماشک مجاری (*Vicia pannonica* Crantz) در مخلوط با غلاتی همچون جو و تریتیکاله طی دو سال پژوهش در مناطق خشک ترکیه، مناسبترین الگوی کاشت از لحاظ عملکرد و کیفیت، ۵۰ درصد ماشک مجاری + ۵۰ درصد تریتیکاله را گزارش دادند (Kir *et al.*, 2018). همچنین شبیری و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی کشت مخلوط ماشک ویلوزا (*Vicia villosa*) و تریتیکاله در سیستم شیمیایی طی دو سال، گزارش نمودند که تیمارها ۵۰ درصد ماشک ویلوزا + ۵۰ درصد تریتیکاله با ۸/۸۵ تن در هکتار در شرایط دیم نسبت به سایر الگوی کاشت برتری داشته است.

**ارزیابی کیفیت علوفه:** به‌طور کلی ارزش تغذیه‌ای و قابلیت جذب علوفه، بر روی کیفیت علوفه و در نتیجه کیفیت فراورده‌های دامی موثر می‌باشند (Eskandari, 2017). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی سیستم کشت و الگوی کشت بر همه صفات کیفی علوفه معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سیستم کشت فقط بر صفات CP و RFV معنی‌دار گردید (جدول ۴).

**درصد الیاف نامحلول علوفه در شوینده اسیدی (ADF[1]):** نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر الگوهای کشت بر درصد الیاف نامحلول علوفه در شوینده اسیدی (ADF) در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین ADF مربوط به کشت خالص تریتیکاله (۴۵/۲ درصد) و کمترین ADF هم به کشت خالص ماشک مراغه (۲۳/۹ درصد) تعلق داشت (شکل ۲).الگوهای جایگزینی بطور متوسط دارای ۱۵ درصد ADF کمتری نسبت به الگوهای افزایشی بودند. در بین تیمارهای مخلوط، تیمارهای IP2 و IP1 (به ترتیب با ۲۸/۱ و ۳۱/۵ درصد) دارای کمترین مقدار درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) بودند (شکل ۲). در مطالعه‌ایی مشخص شد که کشت مخلوط تریتیکاله با بقولات منجر به کاهش NDF و ADF، و همچنین افزایش درصد پروتئین خام و افزایش قابلیت هضم ماده خشک علوفه تریتیکاله، در مقایسه با کشت خالص آن شد و نهایتا باعث بهبود

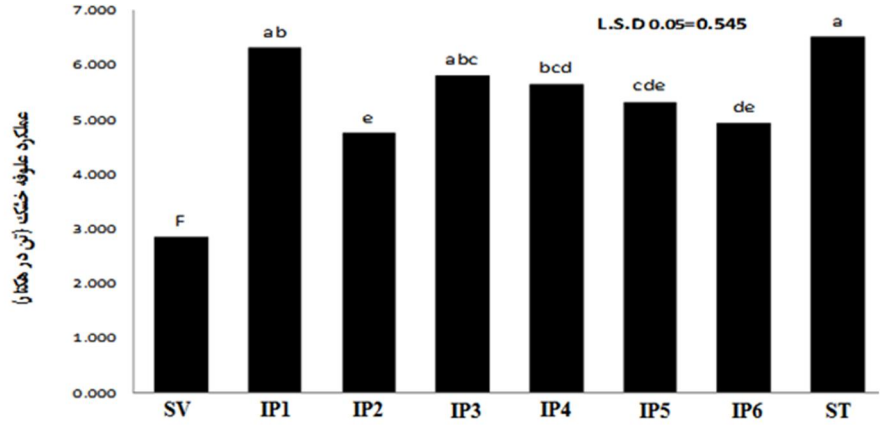
[1] Acid Detergent Fiber

جدول ۴- تجزیه مرکب واریانس صفات کیفی علوفه در آزمایش کشت مخلوط ماشک مراغه و تریتیکاله در دو سیستم کودی شیمیایی و آلی-زیستی

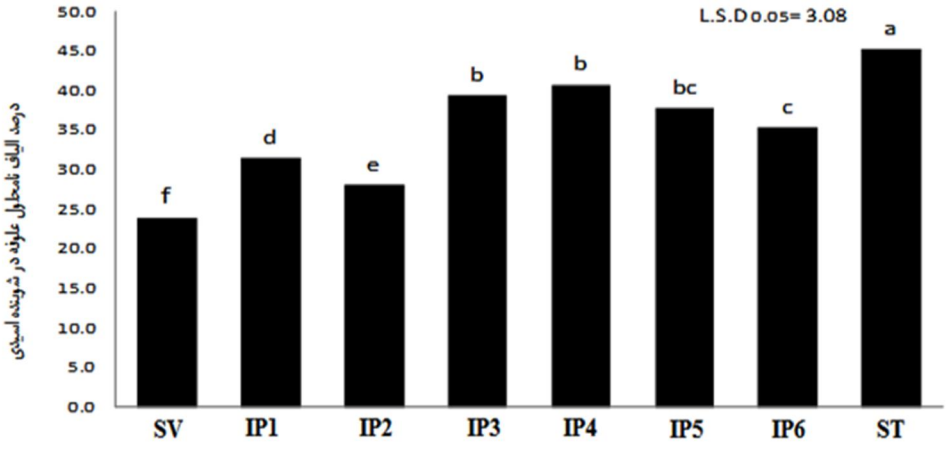
| منابع تغییر | درجه آزادی | BDF | ADF | NDF | DDM | DMI | CP | CPY | $NE_L$ | TDN | RFV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سیستم کودی (A) | ۱ | ۲/۷۰۲$^{ns}$ | ۳۵۱/۸۶۷* | ۱۰۸۲/۷۲** | ۲۱۳/۵۲۷* | ۲/۹۷۹** | ۸۳/۴۲** | ۰/۶۲۵۴** | ۰/۲۴۲۳* | ۵۸۶/۴۵* | ۱۲۸۲۵/۲۷** |
| خطا | ۴ | ۶/۵۲۲ | ۳۰/۷۲۶ | ۳/۹۰ | ۱۸/۶۴۶ | ۰/۰۱۵ | ۲/۱۹۷ | ۰/۰۲۸۲ | ۰/۰۲۱۲ | ۵۱/۲۱ | ۱۹۸/۱۶ |
| الگوی کشت (B) | ۷ | ۷/۹۹۱$^{**}$ | ۲۹۷/۸۴۹** | ۲۷۵/۳۱** | ۱۸۰/۷۴۷** | ۰/۷۸۳** | ۵۵/۹۲۰** | ۰/۱۶۳۶** | ۰/۲۰۵۱** | ۴۹۶/۴۲** | ۴۹۰۵/۲۵** |
| A×B | ۷ | ۰/۴۳۴$^{ns}$ | ۷/۵۳۷$^{ns}$ | ۳/۲۵$^{ns}$ | ۴/۵۷۴$^{ns}$ | ۰/۰۲۵$^{ns}$ | ۱/۹۸۹* | ۰/۰۱۹۶$^{ns}$ | ۰/۰۰۵۲$^{ns}$ | ۱۲/۵۶$^{ns}$ | ۲۳۲/۳۴** |
| خطا | ۲۸ | ۰/۲۱۲ | ۶/۷۵۹ | ۵/۶۹ | ۴/۱۰۲ | ۰/۰۱۷ | ۰/۶۵۲ | ۰/۰۱۲۹ | ۰/۰۰۴۷ | ۱۱/۲۷ | ۷۰/۳۹ |
| ضریب تغییرات (CV%) | | ۸/۷ | ۷/۴ | ۴/۹ | ۳/۳ | ۵/۲ | ۶/۵ | ۱۴/۷ | ۵/۰ | ۶/۰ | ۶/۹ |

*و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns غیرمعنی‌دار بر اساس آزمون LSD. زیست توده علوفه خشک (BDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، ماده خشک قابل هضم (DDM)، ماده خشک مصرفی (DMI)، پروتیین خام (CP)، عملکرد پروتئین خام (CPY)، انرژیویژه شیردهی ($NE_L$)، مجموع مواد معدنی قابل هضم (TDN)، ارزش نسبی خوراک (RFV).

کیفیت علوفه شده است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۷). از آنجایی که دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و دیواره سلولی قابلیت هضم را نشان می‌دهد، کیفیت و ارزش غذایی علوفه با این دو شاخص نسبت معکوس دارد (نخ‌زری‌مقدم، ۱۳۹۱). می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به پایین بودن این دو شاخص در کشت خالص ماشک، کیفیت و ارزش غذایی علوفه ماشک در کشت خالص بیشتر بود. بنابراین می‌توان گفت با افزایش تریتیکاله در علوفه مخلوط، دیواره سلولی عاری از همی سلولز و دیواره سلولی قابلیت هضم افزایش یافته و با افزایش میزان ماشک در نسبت علوفه مخلوط میزان و مقدار کاهش می‌یابد.




شکل ۱- مقایسه میانگین وزن علوفه خشک تحت تاثیر الگوهای کشت (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در یک گروه آماری قرار دارند). کشت خالص تریتیکاله (ST)، خالص ماشک (SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۲۵: ۷۵($IP_3$)، ۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

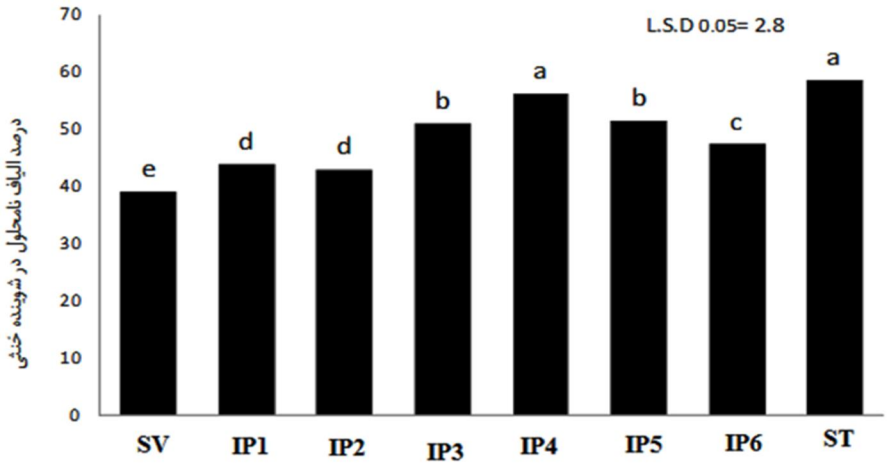



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد الیاف نامحلول علوفه در شوینده اسیدی (ADF) تحت تاثیر الگوهای کشت (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۲۵: ۷۵($IP_3$)، ۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

در نتیجه می‌توان چنین نتیجه گرفت که بعد از ماشک خالص، الگوی کشت ۷۵ درصد ماشک : ۲۵ درصد تریتیکاله (IP2) و سپس ۵۰ درصد ماشک : ۵۰ درصد تریتیکاله (IP1) بترتیب با کیفیت‌ترین و متعادل‌ترین نسبت مخلوط علوفه جهت تغذیه دام می‌باشند. مطابق گزارش بگنا همکاران (۲۰۲۱) بود که کمترین ADF را از الگوی کشت ۷۵ درصد نخود علوفه‌ای + ۲۵ درصد کلزا زمستانه گزارش نمودند (Begna *et al*., 2021).

**درصد دیواره سلولی (NDF):** اثر الگوهای کشت بر درصد دیواره سلولی (NDF) علوفه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین NDF به کشت خالص تریتیکاله (۵۸/۷ درصد) مربوط بود و کمترین مقدار NDF هم به کشت خالص ماشک (۳۹/۱ درصد) تعلق داشت (شکل ۳). همچنین الگوهای جایگزینی بطور متوسط ۱۲/۵ درصد دارای NDF کمتری نسبت به الگوهای افزایشی بودند (جدول ۵). در بین کشت‌های مخلوط، الگوهای IP2 و IP1 به ترتیب با ۴۳ و ۴۴ درصد دارای کمترین مقدار درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی بودند (NDF) (شکل ۳). دلیل زیاد بودن NDF در بعضی از مخلوط‌ها، افزایش نسبت علوفه تریتیکاله در عملکرد کل ماده خشک و یا کاهش نسبت بقولات در عملکرد کل است. با توجه به پایین‌تر بودن NDF و ADF علوفه در الگوهای کشت مخلوط، می‌توان چنین گفت که کشت مخلوط ماشک - تریتیکاله در مقایسه با کشت خالص تریتیکاله، از طریق کاهش NDF و ADF کیفیت علوفه را بهبود بخشیده است. نتایج مشابهی از کاهش NDF و ADF علوفه به دست آمده از مخلوط غله با بقولات توسط لیتورگیدیس و همکاران (۲۰۰۶) در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک گل‌خوشه‌ای گزارش شده است (Lithourgidis *et al*., 2006). بر اساس نتایج متعدد اثبات شده است که مخلوط بقولات و گراس با کاهش غلظت‌های NDF و ADF جذب علوفه را افزایش می‌دهند (صالحی و همکاران.، ۱۳۹۷; Sharifi Nejad *et al*., 2018). احتمال می‌رود که کاهش میزان NDF و ADF کل علوفه در شرایط مخلوط با ماشک، از بالا بودن سطح برگ و تعداد برگ این گیاهان در شرایط سایه ناشی شده باشد. زیرا، گیاهان در محیط‌های برخوردار از سایه جهت افزایش جذب نور مواد فتوسنتزی بیشتری را به رشد برگ و تعداد برگ اختصاص می‌دهند و بر اثر افزایش نسبت برگ به ساقه میزان NDF و ADF کاهش می‌یابد. تسوبو و همکاران (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که سایه‌اندازی بوته‌های ذرت بر روی بوته‌های لوبیا موجب افزایش شاخص سطح برگ کانوپی لوبیا می‌شود (Tsubo *et al*., 2001). جنک‌لرمی (۲۰۱۸) با بررسی کشت مخلوط تریتیکاله با انواع ماشک مجاری (*Vicia pannonica* Crantz) و ماشک معمولی (*Vicia sativa* L) و نخود علوفه‌ای (*Pisum sativum*)، طی دو سال در مناطق غربی دریای سیاه، گزارش نمود که کم‌ترین میزان NDF و ADF از تیمار ماشک مجاری خالص حاصل شد. همچنین الگوی کاشت ۵۰ درصد ماشک مجاری

+ ۵۰ درصد تریتیکاله مناسبترین الگوی کاشت برای آن منطقه بوده است (Genc-Lermi, 2018). NDF به‌عنوان یک معیار شکم پرکن دام، برای پیش‌بینی مصرف اختیاری غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر NDF نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام است.




شکل ۳- مقایسه میانگین اثر الگوی کشت بر درصد الیاف نامحلول علوفه در شوینده خنثی (**NDF**)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

از آنجایی که دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز (ADF) و دیواره سلولی (NDF) قابلیت هضم را نشان می‌دهند و کیفیت علوفه با این دو شاخص نسبت معکوس دارد (نخ‌زری‌مقدم، ۱۳۹۵) با توجه به پایین‌تر بودن NDF و ADF علوفه 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 بخشیده است. همچنین گزارش شده است که مصرف کودهای زیستی باعث کاهش دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و دیواره سلولی و افزایش ارزش غذایی علوفه سورگوم و ذرت شده است (اسحقی‌سردرود و همکاران.، ۱۳۹۳؛ Poshtdar *et al.*, 2012).

**درصد ماده خشک مصرفی [1](DMI):** تجزیه واریانس درصد ماده خشک مصرفی (DMI) نشان داد که اثر الگوی کشت (جدول ۴) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین DMI به کشت خالص ماشک مراغه (۳/۱ درصد) مربوط بود و کمترین مقدار DMI هم به کشت خالص تریتیکاله (۲/۱ درصد) و IP4 (۲/۲ درصد) تعلق داشت (شکل ۴). همچنین الگوهای جایگزینی بطور متوسط دارای ۱۳ درصد DMI بیشتری نسبت به الگوهای افزایشی بودند (جدول ۴). در بین تیمارهای مخلوط، الگوهای IP2 و IP1 (به ترتیب

[1]Dry matter intake

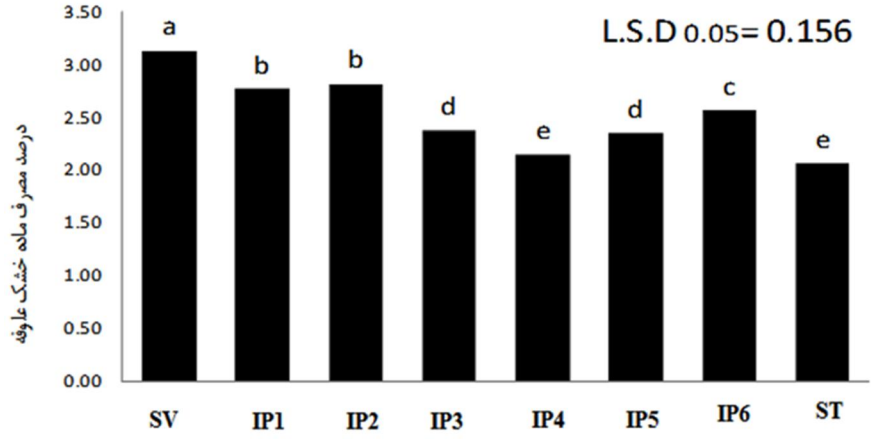
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سیستم‌های کودی بر صفات کیفی علوفه کشت مخلوط ماشک مراغه و تریتیکاله

| سیستم کودی | ADF | NDF | DMI | RFV | CP | CPY | DDM | $NE_L$ | TDN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شیمیایی | ۳۷/۹۶a | ۵۳/۶۱a | ۲/۲۷۹b | ۱۰۵/۸b | ۱۱/۰۸b | ۰/۶۵۵b | ۵۹/۳۳b | ۱/۳۰۵۹b | ۵۲/۳۴b |
| آلی -زیستی | ۳۲/۵۵b | ۴۴/۱۱b | ۲/۷۷۷a | ۱۳۸/۵a | ۱۳/۷۱a | ۰/۸۸۳a | ۶۳/۵۵a | ۱/۴۴۸۰a | ۵۹/۳۳a |
| L.S.D 0.05 | ۴/۴۴۳ | ۱/۵۸۳ | ۰/۰۹۷۸ | ۱۱/۲۸ | ۱/۱۸۸ | ۰/۱۳۴۵ | ۳/۴۶۱ | ۰/۱۱۶۵۷ | ۵/۷۳۵ |

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در یک گروه آماری قرار دارند. الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، ماده خشک قابل هضم (DDM)، ماده خشک مصرفی (DMI)، پروتیین خام (CP)، عملکرد پروتئین خام (CPY)، انرژی ویژه شیردهی ($NE_L$)، مجموع مواد معدنی قابل هضم (TDN)، ارزش نسبی خوراک (RFV). کشت خالص تریتیکاله (ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵ ($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰ ($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

با ۲/۸۱ درصد و ۲/۷۷ درصد) دارای بیشترین مقدار درصد ماده خشک مصرفی بودند (شکل ۴). ماده خشک مصرفی، مقدار ماده خشک مصرف شده توسط حیوانات است و هسته اصلی برای بحث کردن در مورد تغذیه حیوانات است. به نوعی افزایش مصرف به عنوان افزایش قابلیت هضم علوفه می‌باشد. مشاهده شده که افزایش درصد فیبر محلول در شوینده‌های خنثی (NDF) در خوراک باعث کاهش مصرف ماده خشک توسط حیوان می‌شود و با قابلیت هضم (NDF) در ارتباط است.

**ارزش نسبی علوفه (RFV):** RFV شاخصی برای رتبه‌بندی علوفه بر اساس تخمینی از قابلیت هضم (ADF) و پتانسیل مصرف علوفه (NDF) است که در مورد مقایسه کیفیت علوفه‌های مختلف کاربرد دارد. این شاخص بیانگر میزان انرژی و مصرف علوفه‌ای است که از DDM و DMI مشتق شده است (Lithourgidis *et al.*, 2006). تجزیه واریانس ارزش نسبی علوفه (RFV) نشان داد که اثر متقابل سیستم کودی بر روی الگوی کاشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). براساس مقایسه میانگین، بیشترین RFV به کشت خالص ماشک (۲۰۰/۱ درصد) در سیستم آلی –زیستی مربوط بود و کمترین مقدار RFV هم در کشت خالص تریتیکاله و IP4 (به ترتیب ۷۴/۷۷ و ۸۴/۲۳) در سیستم شیمیایی مشاهده شد (جدول ۶ و شکل ۵). همچنین سیستم آلی زیستی نسبت به سیستم شیمیایی از لحاظ ارزش نسبی علوفه (RFV) به‌طور متوسط ۳۱ درصد برتر بود. که نشان‌دهنده بالا بودن ارزش نسبی علوفه در سیستم آلی- زیستی نسبت به شیمیایی می‌باشد (جدول ۵).




شکل ۴- مقایسه میانگین اثر الگوی کشت بر درصد ماده خشک علوفه (DMI)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک (SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)، ۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

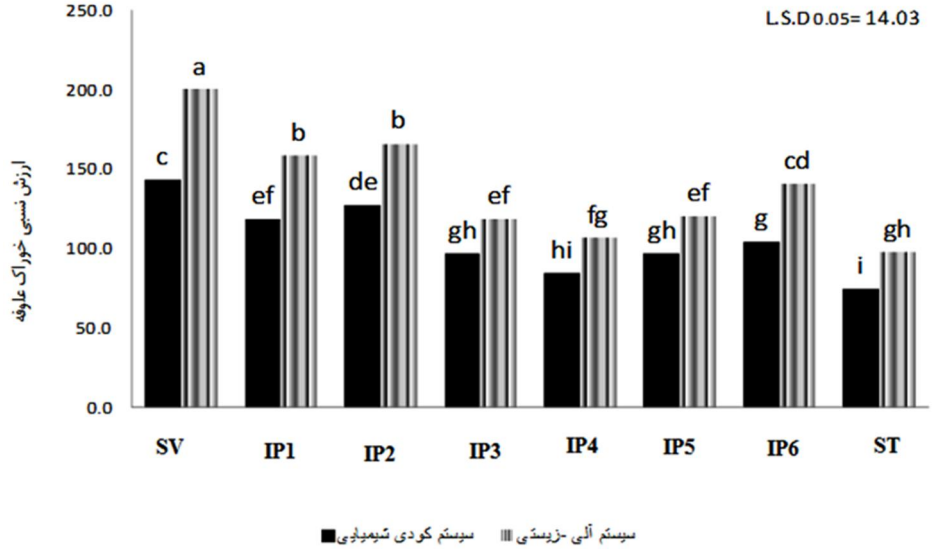
همچنین در سیستم آلی زیستی، الگوهای جایگزینی از لحاظ RFV بیش از ۲۰ درصد بیش از الگوهای افزایشی بودند و در این بین، الگوهای IP2و IP1 (به ترتیب با ۱۶۵/۹ و ۱۵۸/۳ درصد) در سیستم آلی –زیستی دارای بیشترین مقدار بودند (جدول ۶ و شکل ۵).

افزایش RFV علوفه از افزایش DMI و DDM بر اثر کشت مخلوط ناشی می‌شود. با توجه به اینکه

DMI و DDM به‌ترتیب همبستگی منفی با NDF و ADF علوفه دارند و با توجه به کاهش معنی‌دار این شاخص‌ها در کشت مخلوط، افزایش RFV قابل انتظار است. آسیفا و لیدین (۲۰۰۱) بهبود کیفیت علوفه در مخلوط ماشک با یولاف را بر حسب NDF پایین به حضور ماشک نسبت دادند (Assefa & Ledin., 2001). راس و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که غلظت NDF بیش تر از ۵۵۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک به شدت مصرف اختیاری دام را کاهش می‌دهد. بنابراین با قرار دادن بقولات بصورت مخلوط با تریتیکاله، امکان افزایش مصرف علوفه توسط دام به دلیل کاهش NDF و ADF و در نتیجه افزایش کیفیت علوفه قابل انتظار است (Ross *et al*., 2005).

بطوریکه طبق گزارشات، مصرف کودهای زیستی باعث کاهش دیواره سلولی عاری از همی سلولز و دیواره سلولی و افزایش ارزش غذایی علوفه سورگم و ذرت شده بود (اسحقی سردرود، ۱۳۹۳: Poshtdar *et al* ., 2012).

هورکس و والنتاین (۱۹۹۹) گزارش نمودند که علوفه‌هایی که دارای RFV بیش از ۱۵۱ باشند از لحاظ کیفیت در رتبه ممتاز (Prime) قرار می‌گیرند (Horrocks and Vallentine., 1999). لذا می‌توان گفت که الگوهای کشت ماشک خالص، IP2 و IP1 (به ترتیب ۲۰۰/۱، ۱۶۵/۹ و ۱۵۸/۳ درصد) در سیستم آلی –زیستی در رتبه ممتاز (Prime) قرار داشتند (جدول ۷).




شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سیستم کودی و الگوی کشت بر صفت ارزش نسبی خوراک علوفه (RFV) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰: ۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از کودهای زیستی موجب بیشترین کاهش دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز، دیواره سلولی و بیشترین افزایش ارزش غذایی در الگوی کاشت تریتیکاله ۲۵: ۷۵ ماشک (IP2) و تریتیکاله ۵۰: ۵۰ ماشک(IP1) شده است که مطابق گزارش اسحقی‌سردرود و همکاران (۱۳۹۳) و پشت‌دار و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد، به‌طوریکه مصرف

کودهای زیستی را عامل کاهش دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و دیواره سلولی و افزایش ارزش غذایی علوفه سورگوم و ذرت تعیین کرده‌اند (اسحقی‌سردرود و همکاران.، ۱۳۹۳؛ Poshtdar *et al.*, 2012). بی‌کیفیت‌ترین علوفه بر اساس رتبه‌بندی به تریتیکاله خالص (۷۴/۸ درصد) و IP4 (۸۴/۲ درصد) در سیستم شیمیایی تعلق داشت. با این‌حال می‌توان گفت که الگوی کشت تریتیکاله ۲۵: ۷۵ ماشک (IP2) با ۱۶۵/۹ و ۱۲۷/۵ درصد در هر دو سیستم آلی- زیستی و شیمیایی دارای پایدارترین الگوی کشت در کیفیت علوفه بوده است (جداول ۶ و ۷).

ارزش نسبی خوراک (RFV) یک اصطلاح کیفی از علوفه‌ها و خوراک‌هاست که برای طبقه‌بندی و ارزش تغذیه‌ای بکار می‌رود. این طبقه‌بندی، بر اساس ارزش تغذیه‌ای علوفه خشک یونجه رسیده، بیان می‌شود. یونجه خشک کاملا رسیده، دارای ۴۱ درصدADF و ۵۳ درصدNDF در ماده خشک است و ارزش نسبی غذایی ۱۰۰ دارد، که به‌عنوان شاخص میانگین به‌کار می‌رود. اگرچه ارزش نسبی خوراک واحدی ندارد ولی براساس پتانسیل مصرف انرژی بین دو یا چند علوفه مقایسه می‌گردد. بنابراین به عنوان شاخصی از کیفیت علوفه برای مقایسه تعداد زیادی از علوفه‌ها به کار می‌رود. برای مثال، علوفه‌های با ارزش نسبی بالای ۱۰۰، کیفیت بالاتری از علوفه خشک یونجه رسیده و علوفه‌های باارزش زیر ۱۰۰، کیفیت پایین‌تر از یونجه خشک رسیده دارند. برای تعیین قیمت و بازاریابی علوفه، پارامتر ارزش نسبی علوفه بسیار مفید است. ارزش نسبی خوراک بر اساس دو پارامتر تشخیص آزمایشگاهی به نام NDF و ADF محاسبه می‌گردد. بطوریکه با توجه به شکل (۲) مربوط به ADF و شکل (۳) NDF مشاهده می‌گردد که تیمارهای تریتیکاله خالص (ST) دارای بیشترین مقدار و ماشک خالص مراغه (SV) دارای کمترین مقادیر بودند که کاملا رابطه عکس با RFV داشته‌اند.

**درصد پروتئین خام (CP[1]):** بر اساس تجزیه واریانس، اثر متقابل سیستم کودی والگوهای کشت بردرصد پروتئین علوفه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین درصد پروتئین خام در ماشک خالص (۲۰/۲ درصد) در سیستم آلی -زیستی بود و کمترین درصد پروتئین خام در تریتیکاله خالص و IP4 (به ترتیب با ۷/۹۵ و ۸/۸۱ درصد) در سیستم شیمیایی مشاهده گردید (جدول ۶ و شکل ۶)، همچنین تیمارها در سیستم آلی – زیستی دارای ۲۴ درصد پروتنین بیشتری نسبت به سیستم شیمیایی بودند (جدول ۵) که این نسبت الگوی کشت مطابق گزارش سایر محققان در کشت مخلوط غلات (یولاف، تریتیکاله، جو و کلزای زمستانه) با بقولات (ماشک و نخود علوفه‌ای) است (Begna *et al.*, 2021; Begna *et al.*, 2017; Lithourgidis *et al.*, 2006; Lauriault and Kirksey, 2004; Caballero *et al.*, 1995).

سیدوس‌اوغلو و بنگیسو (۲۰۱۹) با بررسی تریتیکاله و نخود علوفه‌ای (*Pisum sativum* L.) گزارش کردند که الگوی کاشت ۷۵ درصد نخود علوفه‌ای

[1] Crude Protein

+ ۲۵ درصد تریتیکاله با دارا بودن مناسبترین مقدار NDF و درصد پروتئین خام (CP)، بهترین تیمار بوده و در نهایت بر اساس صفات کیفی مورد مطالعه، الگوی کشت ۷۵ درصد نخود علوفه‌ای + ۲۵ درصد تریتیکاله مناسبترین الگو معرفی شد (Seydosoglu and Bengisu, 2019).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات کیفی علوفه تحت اثر سیستم کودی و الگوهای کشت، مخلوط ماشک مراغه و تریتیکاله

| سیستم کودی | الگوی کشت | RFV ارزش نسبی خوراک | CP درصد پروتیین خام |
|---|---|---|---|
| شیمیایی | SV | ۱۴۳/۴۰c | ۱۵/۸۲c |
| | IP1 | ۱۱۸/۵۰ef | ۱۱/۷۵ef |
| | IP2 | ۱۲۷/۵۰de | ۱۳/۴۲d |
| | IP3 | ۹۷/۰۰gh | ۱۰/۵۷fgh |
| | IP4 | ۸۴/۲۳hi | ۸/۸۱ij |
| | IP5 | ۹۶/۸۳gh | ۹/۳۸hi |
| | IP6 | ۱۰۴/۴۰g | ۱۰/۹۲efg |
| | ST | ۷۴/۷۷i | ۷/۹۵j |
| آلی –زیستی | SV | ۲۰۰/۱۰a | ۲۰/۱۹a |
| | IP1 | ۱۵۸/۳۰b | ۱۵/۲۷c |
| | IP2 | ۱۶۵/۹۰b | ۱۷/۳۹b |
| | IP3 | ۱۱۸/۶۰ef | ۱۲/۲۲de |
| | IP4 | ۱۰۶/۷۰fg | ۱۰/۶۳fgh |
| | IP5 | ۱۲۰/۳۰ef | ۱۱/۵۳efg |
| | IP6 | ۱۴۰/۸۰cd | ۱۲/۲۵de |
| | ST | ۹۷/۵۵gh | ۱۰/۲۳gh |
| | L.S.D 0.05% | ۱۴/۰۳ | ۱/۳۵ |

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در یک گروه آماری قرار دارند. کشت خالص تریتیکاله (ST)، خالص ماشک (SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

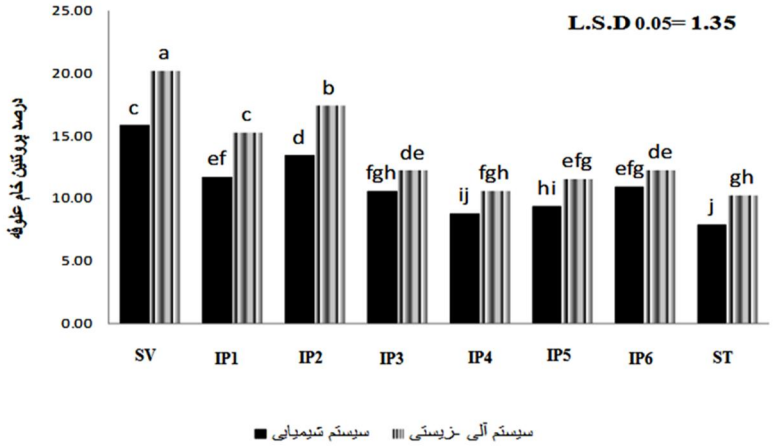
جدول ۷- استانداردهای کیفی علوفه در مخلوط بقولات - گراس[1]

| Quality standard | %CP | %ADF | %NDF | %DMI | %RFV |
|---|---|---|---|---|---|
| Prime | >۱۹ | <۳۰ | <۴۰ | >۳ | >۱۵۱ |
| 1 (Premium) | ۱۹–۱۷ | ۳۵–۳۱ | ۴۶–۴۰ | ۲/۶–۲/۹ | ۱۵۱–۱۲۵ |
| 2 (Good) | ۱۶–۱۴ | ۴۰–۳۶ | ۵۳–۴۷ | ۱/۲–۵/۲ | ۱۲۴–۱۰۳ |
| 3 (Fair) | ۱۳–۱۱ | ۴۲–۴۱ | ۶۰–۵۴ | ۱/۷–۲ | ۱۰۲–۸۷ |
| 4 (Poor) | ۱۰–۸ | ۴۵–۴۳ | ۶۵–۶۱ | ۱/۳–۱/۶ | ۸۶–۷۵ |
| 5 (Reject) | <۸ | >۴۵ | >۶۵ | <۱/۲ | <۷۵ |

[1] Horrocks and Vallentine., 1999

پروتئین نقش مهمی در بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی ایفا می‌کند. به‌طوریکه، فعالیت مناسب باکتری‌های مسئول هضم علوفه در دستگاه گوارشی دام‌ها به محتوای پروتئینی علوفه بستگی دارد (Eskandari and Javanmard, 2013). به طور کلی بقولات از نظر میزان پروتئین و گندمیان از نظر مقدار کربوهیدرات‌ها غنی می‌باشند. پروتئین نسبتاً پایین علوفه غلات و نیاز دام به غذای مکمل با ارزش، اهمیت کشت مخلوط غلات و بقولات را در تأمین پروتئین کافی و علوفه با ارزش می‌نماید (Lanyasunya *et al.*, 2007). همچنین پروتئین‌ها ترکیبات آلی متشکل از آمینواسیدها می‌باشند که اجزای مهم تشکیل دهنده ارگان‌های حیاتی و آنزیم‌ها هستند. پروتئین خام یک شاخص مهم در محتوای پروتئین گیاه علوفه‌ای بوده که در ارزیابی ارزش غذایی دارای اهمیت بسیاری است و معیار نهایی کیفیت علوفه می‌باشد (Saha *et al.*, 2010). به طور کلی برای تولید علوفه توصیه می‌شود در زمان کشت گیاهان خانواده غلات، همراه آنها گیاهان خانواده بقولات نیز کشت شوند تا علاوه بر تولید علوفه بیشتر، کیفیت علوفه (بویژه از نظر میزان پروتئین) نیز بهبود پیدا کند (اسکندری، ۱۳۹۶).

**عملکرد پروتئین خام علوفه (CPY):** بر اساس تجزیه واریانس اثر الگوهای کاشت برصفت عملکرد پروتئین خام علوفه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).




شکل ۶- مقایسه میانگین درصد پروتیین خام علوفه (CP) تحت تاثیر متقابل سیستم کودی و الگوی کشت (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)، ۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

بیشترین عملکرد پروتئین خام علوفه از الگوهای کاشت IP1 و IP2 (به ترتیب با ۱/۰۳ و ۱/۰۰ تن در هکتار) حاصل گردید و کمترین عملکرد پروتئین در الگوهای IP4 و IP5 (به ترتیب با ۰/۵۸ و ۰/۶۲ تن در هکتار) مشاهده شد (شکل ۷). همچنین الگوهای جایگزینی در حدود ۴۷ درصد عملکرد پروتئین خام بیشتری نسبت به الگوهای افزایشی دارا بودند که مطابق گزارش شبیری و همکاران (۱۳۹۰) بود که بیشترین عملکرد پروتئین را از الگوی کاشت ۵۰ درصد ماشک ویلوزا + ۵۰

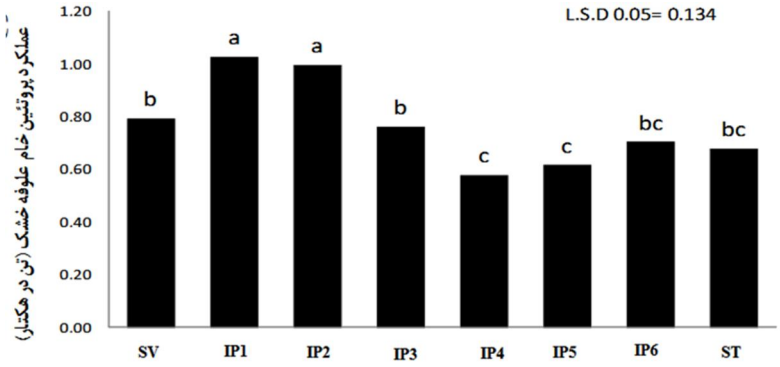
درصد تریتیکاله گزارش نموده بودند. احمدی و همکاران (۱۳۹۵) نیز با مطالعه اثر مصرف کود دامی و نسبت‌های کشت مخلوط بر عملکرد و کیفیت علوفه یولاف زراعی گزارش دادند که بیشترین عملکرد علوفه خشک و بیشترین عملکرد پروتئین خام از تیمار ۵۰ درصد یولاف + ۵۰ درصد شبدر همراه با ۳۶ تن در هکتار کود دامی به دست آمده همچنین بیشترین نسبت برابری زمین با ۱/۵۳ حاصل شده است. براساس این نتایج، تیمار ۵۰ درصد یولاف + ۵۰ درصد به جهت داشتن حداکثر تولید علوفه خشک و مجموع صفات کیفی علوفه، بهترین ترکیب تیماری بوده است.

**ماده خشک قابل هضم (DDM[1]):** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوهای کشت بر درصد ماده خشک قابل هضم علوفه (DDM) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). بیشترین DDM علوفه در الگوی ماشک خالص مراغه (۷۰/۳) بدست آمد و کمترین DDM به الگوی تریتیکاله خالص (۵۳/۷) تعلق داشت. با مقایسه الگوهای جایگزینی و افزایشی مشاهده شد که الگوهای جایگزینی ۶/۵ درصد ماده خشک قابل هضم (DDM) بیشتری نسبت به الگوهای افزایشی داشتند (شکل ۸).

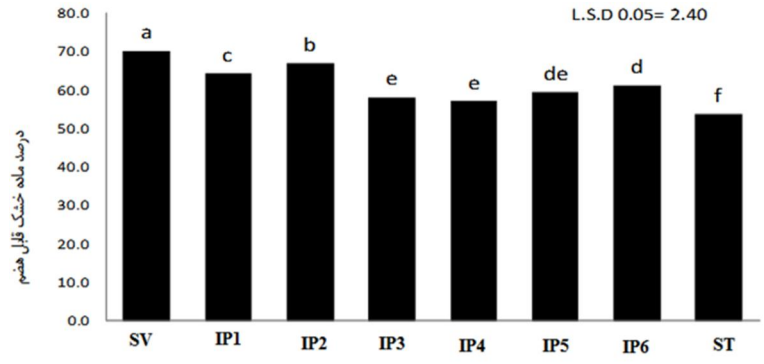
در بین کشت‌های مخلوط الگوهای IP2 و IP1 بترتیب (۶۷/۰ و ۶۴/۴) دارای بیشترین ماده خشک قابل هضم علوفه بودند (شکل ۸). ماده خشک قابل هضم، بخشی از علوفه است که در یک سطح مشخص از مصرف آن به وسیله حیوانات جذب می‌شود (Saha *et al.,* 2010). ماده خشک قابل هضم، معمولا نشان دهنده انرژی قابل هضم علوفه می‌باشد (Caripici *et al.,* 2010) و ارتباط مستقیمی با میزان انرژی و سایر مواد مغذی قابل دریافت به وسیله احشام را دارد (Tilley and Terry., 1963).گزارش شده که قابلیت هضم ماده خشک علوفه اگر بالای ۵۰ درصد باشد می‌تواند برای احشام مفید باشد (ارزانی، ۱۳۸۸). قابلیت هضم علوفه به مقدار محتویات داخل سلول نسبت به دیواره سلولی دارد و محتویات داخل سلول نیز از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول که قابلیت هضم بالایی دارند تشکیل شده است. عوامل محیطی و تغذیه‌ای از قبیل کود نیتروژن بر قابلیت هضم علوفه تاثیر دارند و با کاربرد کودهای نیتروژن، پروتئین‌های محلول در داخل سلول افزایش یافته و باعث افزایش درصد ماده خشک قابل هضم می‌شود. گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش ماده خشک قابل هضم علوفه در ذرت شیرین شده است (حبیبی و مجیدیان، ۱۳۹۳). همچنین در طی مطالعه‌ای مشاهده شد که در کشت مخلوط جو و خردل علوفه‌ای، بیشترین ماده خشک قابل هضم متعلق به الگوی کشت خالص خردل علوفه‌ای بود (نخ‌زری‌مقدم، ۱۳۹۱). نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی کشت مخلوط ماشک گاودانه و گلرنگ گزارش نمودند که در سیستم کشت پرنهاده در مقایسه با سیستم ارگانیک دارای بیشترین تاثیر ماده خشک قابل هضم علوفه گلرنگ

[1] Dry Matter Digestibility

(۷۶/۸۶ درصد) و گاودانه (۶۱/۳۸ درصد) بود که بر طبق نتایج، علوفه گلرنگ ماده خشک قابل هضم بیشتری نسبت به گاودانه داشت. بوداخلی (۲۰۱۷) طی بررسی دو ساله عملکرد علوفه و کیفیت ماشک ویلوزا با غلات (یولاف، جو و گندم) گزارش نمود که بیشترین عملکرد علوفه از تیمار ۵۰ درصد یولاف : ۵۰ درصد ماشک ویلوزا (۱۲/۰۴ تن در هکتار) و ۷۵ درصد یولاف : ۲۵ درصد ماشک ویلوزا (۱۱/۷۵ تن در هکتار) بدست آمده است. طبق این گزارش، بالاترین و باکیفیت‌ترین عملکرد علوفه (کمترین مقدار ADF ، NDF و بیشترین RFV) از الگوی کشت ۵۰ درصد یولاف : ۵۰ درصد ماشک ویلوزا بدست آمده و این نسبت مناسبترین الگوی کشت معرفی شد (Budakli, 2017). دودمان و همکاران (۱۳۹۹) با مطالعه تاثیرکودهای آلی و شیمیایی فسفر برعملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی درکشت مخلوط جو و خلر درشرایط دیم، بیشترین قابلیت هضم ماده خشک را در نسبت کشت ۵۰ : ۵۰ گزارش نمودند.




شکل ۷- مقایسه میانگین عملکرد پروتیین خام علوفه (CPY)تحت تاثیر الگوی کشت (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)




شکل ۸- مقایسه میانگین درصد ماده خشک قابل هضم علوفه (DDM) تحت تاثیر الگوی کشت (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

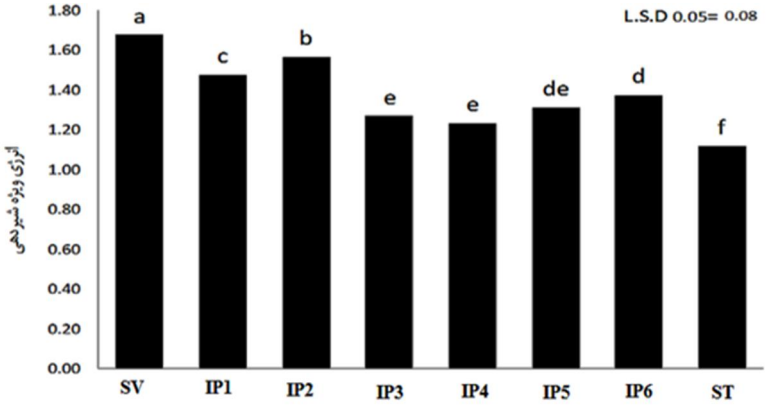
**انرژی ویژه شیردهی علوفه ($NE_L$[1]):** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوهای کاشت بر انرژی ویژه شیردهی علوفه ($NE_L$) کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین $NE_L$ علوفه به ترتیب در الگوی ماشک خالص مراغه (۱/۶۸) و تریتیکاله خالص (۱/۱۲) بدست آمد (شکل ۹). الگوهای جایگزینی ۱۰ درصد بیش از الگوهای افزایشی دارای انرژی ویژه شیردهی بودند. در کشت‌های مخلوط، بین الگوهای IP2 و IP1 به ترتیب (با ۱/۵۷ و ۱۴/۴۸ مگاکالری بر کیلوگرم) دارای بیشترین انرژی ویژه شیردهی علوفه ($NE_L$) بودند (شکل ۹). صفت انرژی ویژه شیردهی علوفه ($NE_L$) دارای رابطه مستقیمی با علوفه قابل هضم (DDM) (شکل ۸) و رابطه عکس با ADF (شکل ۲) بود.

**مجموع مواد معدنی قابل هضم (TDN):** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوهای کشت بر درصد مجموع مواد معدنی قابل هضم علوفه (TDN) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). بیشترین و کمترین TDN علوفه در الگوهای ماشک خالص مراغه (۷۰/۵) و تریتیکاله خالص (۴۳/۰) حاصل شد (شکل ۱۰). همچنین بر اساس شکل (۱۰) مشاهده شد که الگوهای جایگزینی در مقایسه با افزایشی ۱۲ درصد TDN بیشتری دارا بودند. در بین تیمارهای مخلوط، الگوی IP2 و IP1 به ترتیب با مقادیر ۶۵/۱ و ۶۰/۷ درصد دارای بیشترین مواد معدنی قابل هضم بودند (شکل ۱۰).

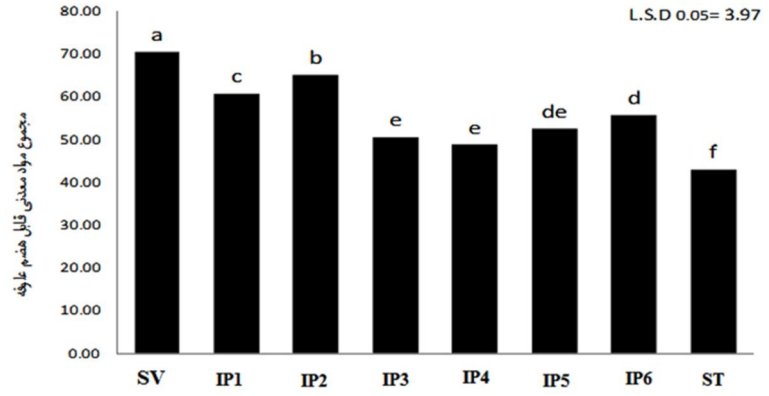
**نسبت برابری زمین و کشت مخلوط (LER):** نسبت برابری زمین شاخص مزیت کشت مخلوط است که میزان رقابت بین‌گونه‌ای یا تسهیل‌سازی در یک سیستم کشت مخلوط را نشان می‌دهد (Fetence, 2003). نسبت برابری زمین در اکثر تیمارهای جایگزینی در هر دو سیستم کودی بزرگتر از یک بود. در هر دو سیستم مقدار LER الگوهای افزایشی کمتر از ۱ بوده است (جدول ۸). این موضوع حاکی از مزیت کشت مخلوط جایگزینی نسبت به کشت مخلوط افزایشی و کشت‌های خالص دو گونه داشت (جدول ۸). الگوی کشت ۵۰:۵۰ در سیستم آلی –زیستی با نسبت برابری ۱/۳۷ دارای بیشترین مقدار بود (جدول ۸). شبیری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کرده اند که الگوی ۵۰ درصد ماشک + ۵۰ درصد تریتیکاله در سال اول و دوم آزمایش با ۱/۳۲ و ۱/۳۵ نسبت به سایر مخلوط‌ها از بیشترین مقدار LER برخوردار بوده است. دلیل اصلی این اضافه تولید را می‌توان به استفاده کارآمد از منابع طبیعی، تبادل مواد غذایی، افزایش توانایی رقابتی کنترل علف‌های هرز، تثبیت نیتروژن حاصل از بقولات و همچنین وجود اختلاف در سیستم ریشه‌ای و نیازهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی اجزای مخلوط و جذب بیشتر تشعشع در تیمارهای مخلوط نسبت داد (Vandermeer, 1989). اجزای مخلوط ممکن است از نظر استفاده از منابع رشد تفاوت داشته باشند و در صورتی که با هم کاشته شوند استفاده موثرتری از منابع موجود نسبت به کاشت

[1] Net Energy of Lactation

جداگانه خواهند داشت. به عبارت دیگر برتری بیولوژیک زراعت مخلوط به کشت خالص وقتی است که رقابت بین‌گونه‌ای برای منابع رشد نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای کمتر باشد ( Weil and Mc Fdden., 1991). اگر رقابت بین‌گونه‌ها شدید نباشد کشت مخلوط بر تک کشتی برتری دارد (Vandermeer, 1989).




شکل ۹- مقایسه میانگین انرژی ویژه شیردهی علوفه ($NE_L$) تحت تاثیر الگوهای کشت (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)




شکل ۱۰- مقایسه میانگین مجموع مواد معدنی قابل هضم علوفه (TDN)تحت تاثیر الگوهای کشت

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند). کشت خالص تریتیکاله(ST)، خالص ماشک(SV)، و کشت مخلوط با نسبت‌های ۵۰:۵۰($IP_1$)، ۲۵: ۷۵($IP_2$)، ۷۵: ۲۵($IP_3$)،۱۰۰: ۲۰($IP_4$)، ۱۰۰: ۴۰($IP_5$)، ۱۰۰: ۶۰ ($IP_6$)

هیمس و لی (۱۹۹۹) نیز در بررسی کشت پاییزه گندم و لوبیا اظهار داشتند که در الگوی ۵۰ درصد گندم + ۵۰ درصد لوبیا بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۲۸) مشاهده می‌شود ( Haymes and Lee., 1999). نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی نسبت برابری زمین در دو صفت عملکرد

دانه و عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوط گلرنگ و گاودانه در شرایط آبی گزارش نمودند که الگوی کاشت ۲:۲ دارای بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۲۱) است. بر اساس گزارش بگنا و همکاران (۲۰۲۱) در کشت مخلوط کانولای زمستانه و نخود علوفه‌ای در نیومکزیکوی ایالات متحده آمریکا، الگوی ۵۰:۵۰ یکی از بهترین الگوهای کشت و نیز دارای بالاترین نسبت برابری زمین (LER) است (Begna *et al*., 2021). همچنین وانگ و همکاران (۲۰۲۱) نیز با بررسی کشت مخلوط ماشک معمولی با یولاف گزارش نمود که الگوی کشت ۵۰:۵۰ دارای بیشترین عملکرد علوفه، مزیت نسبی برابری زمین (LER) و مزیت اقتصادی را کشور چین دارد (Wang *et al*., 2021).

جدول ۸- نسبت برابری زمین تحت تاثیر الگوی کاشت و سیستم کودی

| | الگوی کاشت (Vetch : Triticale) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سیستم کودی | ۵۰:۵۰ | ۷۵ :۲۵ | ۲۵ :۷۵ | ۲۰ :۱۰۰ | ۴۰ :۱۰۰ | ۶۰ :۱۰۰ |
| کودی شیمیایی | ۱/۱۹ | ۱/۱۹ | ۱/۰۶ | ۰/۸۱ | ۰/۷۷ | ۰/۸۵ |
| آلی - زیستی | ۱/۳۷ | ۱/۱۹ | ۰/۹۱ | ۰/۸۸ | ۰/۹۲ | ۰/۹۵ |
| میانگین | ۱/۲۸ | ۱/۱۹ | ۰/۹۹ | ۰/۸۵ | ۰/۸۵ | ۰/۹۰ |

## نتیجه‌گیری

با توجه به تاثیر معنی‌دار کودهای زیستی بر کلیه صفات کیفی علوفه، می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از سیستم کودی آلی –زیستی جایگزین مناسبی برای سیستم‌های کود شیمیایی باشد. همچنین الگوی کاشت ۵۰:۵۰ مناسبترین الگو بود. نتایج نشان داد که الگوهای جانشینی دارای برتری محسوسی نسبت به الگوهای افزایشی بودند. بر اساس صفات کیفی علوفه، کمترین درصد الیاف نامحلوط در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلوط در شوینده خنثی (NDF) همچنین بیشترین درصد پروتئین خام (CP)، مجموع مواد معدنی قابل هضم (TDN) و انرژی شیردهی ($NE_L$) بعد از کشت خالص ماشک در الگوی تریتیکاله ۲۵: ۷۵ ماشک مشاهده گردید. هر چند در عملکرد پروتئین خام (CPY) الگوی ۵۰:۵۰ دارای بیشترین مقادیر بود. لذا بر اساس صفات کیفی، الگوهای کشت ۲۵ درصد تریتیکاله + ۷۵ درصد ماشک و ۵۰ درصد ماشک + ۵۰ درصد تریتیکاله مناسبترین تیمارها بودند. نهایتا بر اساس شاخص‌های کمی و کیفی، می‌توان نتیجه گرفت که اجرای کشت مخلوط ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد تریتیکاله در مناطق دیم سردسیری در سیستم کودی آلی -زیستی، علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های کشاورزی و پایداری سیستم در دیمزارهای سردسیری، می‌تواند تاثیر مطلوبی در افزایش کمیت و کیفیت علوفه و نیز کیفیت فرآورده‌های دامی داشته باشد.

## منابع

احمدی عاطفه. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر کود زیستی فسفات بارور ۲- نسبت به کودهای شیمیایی فسفاته بر روی عملکرد گندم رقم چمران. پنجمین کنفرانس بین‌المللی ایده‌های نوین در کشاورزی، محیط زیست و گردشگری.

احمدی فاطمه، مرادی‌تلاوت محمد، سیادت سیدعطااله. ۱۳۹۵. اثر مصرف کود دامی و نسبت‌های کشت مخلوط بر عملکرد و کیفیت علوفه یولاف زراعی (*Trifolium alexandrinum* L.)و شبدر برسیم (*Avena sativa* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۸ (۳): ۲۴۵-۲۵۶.

ارزانی حسین. ۱۳۸۸. کیفیت علوفه و نیاز روزانه دام چرا کننده از مرتع. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۳۵۴.

اسحقی سردرود سیدناصر، نصرالله‌زاده صفر و باقری‌پیروز امین. ۱۳۹۳. تاثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۳۴ (۱) :۵۶-۴۵.

اسکندری حمدالله. ۱۳۹۶. کشت مخلوط غلات و لگوم روشی مناسب برای افزایش کمّیت و کیفیت علوفه. نشریه علمی -ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۶ (۱): ۷۹-۹۴.

حبیبی صغری و مجیدیان مجید. ۱۳۹۳. تاثیر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد و کیفیت ذرت شیرین هیبرید چیس. تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۴ (۱۱): ۱۵-۲۵.

دودمان آرش، میرشکاری بهرام، طاهری مهدی، فرح‌وش فرهاد، مرادی پرویز. ۱۳۹۹. تاثیر کودهای آلی و شیمیایی فسفر بر عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی درکشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.) در شرایط دیم. علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۱ (۳):۱۳۹-۱۴۹.

روزبهانی افشین. ۱۳۹۲. بررسی کمیت و کیفیت علوفه در کشت مخلوط ماشک و نخود علوفه‌ای با گراس‌های یکساله در شرایط دیم در استان مرکزی. نهال و بذر. ۱ (۲۹): ۸۱-۹۵.

سلیمانپور لیلا، نادری روحاله، بیژنزاده احسان و امام یحیی. ۱۳۹۶. پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود به کشت مخلوط غلات-لگوم در شرایط رقابت با علفهای هرز. پژوهش‌های حبوبات ایران. ۸ (۱): ۱۵۰-۱۶۳.

شبیری سیده‌سودابه، حبیبی داوود، کاشانی علی، پاک نژاد فرزاد، جعفری حسین، لامعی جواد. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه در کشت خالص و مخلوط ماشک گل خوشه‌ای و تریتیکاله. مجله علوم زراعی ایران، ۱۳ (۲): ۲۶۹- ۲۸۱.

صالحی زینب، امیرنیا رضا، رضایی‌چیانه اسماعیل، خلیلوندی‌بهروزیار حامد. ۱۳۹۷. ارزیابی عملکرد و برخی صفات کیفی علوفه در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های یکساله، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۸۲ (۴): ۵۹- ۷۶.

عزیزی خسرو، دارائی مفرد علیرضا، نصیری بهروز، فیضیان محمد. ۱۳۹۹. بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای علف‌های‌هرز در کشت مخلوط افزایشی لگوم-غله. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۱ (۱): ۶۲-۵۱.

علیزاده خشنود و محمودآبادی اسماعیل. ۱۳۸۹. کشت گیاهان علوفه‌ای در شرایط دیم. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی خراسان شمالی. ۲-۱۲ صفحه.

قاسم‌خانلو زینال، نصراله‌زاده‌اصل علی، علیزاده اسماعیل، حاجی‌حسنی‌اصل نواب. ۱۳۸۸. اثر کود زیستی فسفات بارور -۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سیب زمینی در منطقه چالدران. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۱ (۳): ۱۳-۱.

کوچکی علیرضا، غلامی احمد، مهدوی دامغانی عبدالمجید و تبریزی لیلا. ۱۳۸۴. اصول کشاورزی زیستی (کتاب). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۸۵ صفحه.

ممدوحی حسین، علیزاده‌دیزج خشنود و شهبازی صادق. ۱۳۹۳. بررسی کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک در شرایط دیم مراغه. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری. ۶ الی ۸ اسفند ماه ۱۳۹۳. دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

نجف‌آبادی آذین، جلیلیان جلال و زردشتی محمدرضا. ۱۳۹۵. اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گلرنگ و گاودانه تحت سیستم‌های کشت متداول و ارگانیک. رساله درجه دکتری (Ph.D). دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت. ۱۷۰ صفحه.

نخ‌زری‌مقدم علی. ۱۳۹۱. عملکرد و کیفیت علوفه حاصل از کشت مخلوط جو و خردل علوفه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت. تولید گیاهان زراعی. ۵ (۴): ۱۹۰-۱۷۳.

نخ‌زری‌مقدم علی. ۱۳۹۵. تأثیر نیتروژن و آرایش‌های مختلف کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) بر عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۸ (۱): ۴۷-۵۸.

نصراله‌زاده صفر، شیرخانی علی، زهتاب‌سلماسی سعید، چوگان رجب. ۱۳۹۵. اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه و ویژگی‌های برگ ذرت در شرایط آبیاری متفاوت. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی ۲۹ (۴):۷۲-۸۷.

Acar Z, Gulumser E, Onal Asci O, Basaran U, Mut H, Ayan I. 2017. Effects of sowing ratio and harvest periods on hay yields, quality and competitive characteristics of Hungarian vetch – cereal mixtures. Legume Research, 40 (4): 677-683.

Acikbas S, Ozyazicl M.A, Bektas H. 2021. Root system intraction of Common Vetch (*Vicia sativa*) and triticale (X *Triticosecale Wittmack*) under intercropping conditions. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. 8 (3): 857-865.

Agegnehu G, Ghizaw A, Sinebo W. 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. Agronomy for Sustainable Development. 28: 257-263.

Anil L, Park J, Philips RH, Miller FA. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass Forage Science 53: 301-317.

Anonymous. 2004. Birchip Cropping Group (2004) Triticale agronomy—2004. http://www.farmtrials.com.au/trial/13801.

Arancon N, Edwards C.A, Bierman P, Welch C, Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields, Bioresource Technology 93: 145-153.

Arrudaa L, Beneduzi A, Martins A, Lisboa B, Lopes C, Bertolo F, Passaglia Maria LMP, Vargas KL. 2013. Screening of Rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. Applied Soil Ecology 63: 15- 22.

Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy of Agronomy 24:325-332.

Begna S, Angadi S, Mesbah A, Rangappa Umesh M, Stamm M. 2021. Forage Yield and Quality of Winter Canola–Pea Mixed Cropping System. MDPI. Sustainability 13: 2122.

Begna S, Angadi S, Stamm M, Mesbah A. 2017. Winter canola: A potential dual-purpose crop for the United States Southern Great Plains. Agronomy Journal, 109: 2508–2520.

Bremner JM, Breitenbeck GA .1983. A simple method for determination of ammonium in semi microKjeldahl analysis of soils and plant materials using a block digester. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 14: 905-913.

Brooker R.W, Bennett A.E, Cong W.F, Daniell T.J, George T.S, Hallett P.D, Hawes C, Lannetta P.P.M, Jones H.G, Karley A.L, Li L, Mckenzie B.M, Pakeman R.J, Paterson E, Schob C, Shen J, Squire G, Watson C.A, Zhang C, Zhang F, Zhang J, White P.J. 2015. Improving intercropping. A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. New Phytologist, 206 (1); 107-117.

BudakliÇarpiciE. 2017. Determination of forage yield and quality of mixtures of hairy vetch with some cereals (oat, barley and wheat) grown as catch crop. Legume Research - An International Journal. 40: 1088 – 1092.

Caballero R, Goicoechea E.L, Hernaiz P.J. 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. Field Crops Research 41: 135–140.

Caballero R, Rebol A, Barro C, Alzueta C, Trevino J, Garcia C. 1996. Farming practices and chemical bases for a proposed quality standard of vetch- cereal hays. Field Crops Research 47: 181-189.

Caripici EB, Celik N, Bayram G. 2010. Yield and Quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. Turkish Journal of Field Crops 15: 128-132.

Chen P, Songb Ch, Liu X M, Zhoua L, Yanga H, Zhang X, Zhoua Y, Dua Q, Pang T, Fua Z D, Wang X C, Liua W G, Yanga F, Shu K, Du J, Liu J, Yang W, Yong, T. 2019. Yield advantage and nitrogen fate in an additive maize-soybean relay intercropping system. Science of the Total Environment 657: 987–999.

Cowden R.J, Shah A.N, Lehmann L.M, Kiær L.P, Henriksen C.B, Ghaley B.B. 2020. Nitrogen Fertilizer Effects on Pea–Barley Intercrop Productivity Compared to Sole Crops in Denmark. Sustainability. 12 (22): 9335.

Daraeimofrad A.R, Ahmadifard M, Azizi KH. 2013. Intercropping and biological control of weeds (Book). LAP LAMBERT Academic Publishing. Germany. pp. 63.

Du JB, Han TF, Gai JY, Yong TW, Sun X, Wang XC, Yang F, Liu J, Shu K, Liu WG, Yang WY. 2018. Maize-soybean strip intercropping: Achieved a balance between high productivity and sustainability. Journal of Integrative Agriculture.17 (4): 747-54.

Eskandari H, Javanmard A. 2013. Evaluation of Forage Yield and Quality in Intercropping Patterns of Maize (*Zea mays* L.) and Cow pea (*Vigna sinensis* L.). Journal of Sustainable Production and Agriculture Science 23: 102-110.

Eskandari H. 2017. Mixing of cereals and legumes is a good way to increase forage quantity and quality. Journal of Research Findings in Crops 6: 79-94.

Fetene M. 2003. Intra-and inter-specific competition between seedlings of Acacia etbaica and a perennial. Grass (*Hyperemia hirta*). Journal Arid Environment 55: 441-451.

Franco J.G, King S.R, Volder A. 2018. Component Crop Physiology and Water use efficiency in response to intercropping. European Journal of Agronomy 93: 27-39.

Genc-Lermi A. 2018. Effects of mixture ratios on forage yield and quality of Legume-Triticale intercropping systems without fertilizer in oceanic climate zone. Fresenius Environmental Bulletin. 27: 5540-5547.

Gendy A S.H, Nosir W.S, Nawar D.A.S. 2017. Evaluation of Competitive Indices between Roselle and Cowpea as Influenced by Intercropping System and Bio-Fertilization Type. Middle East Journal of Agriculture. 6: 199 - 207.

Ghanbari-Bonjar A. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low-input forage [Ph.D thesis], Wye College, University of London, England.

Haymes R, Lee HC. 1999. Copetition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triricum aestivum* L.) and field bean (*Vicia faba* L.) Field Crops Research 62: 167- 176.

Horrocks R.D, Vallentine J.F. 1999. Harvested Forage. Academic Press, London, UK.

Jensen E.S, Carlsson G. and Hauggaard-Nielsen H. 2020.Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. Agronomy for Sustainable Development. 40(1): 1-9.

Kir H, Karadag Y, Yavuz T. 2018. The factors affecting Yield and quality of Hungarian vetch +cereal mixtures in arid environmental conditions. Fresenius Environmental Bulletin. 27: 9049-9059.

Lamei J, Alizade K, Teixeira da Silva J.A, Taghadisi M.V. 2012. *Vicia pannonica*: a suitable cover crop for winter fallow in cold regions of Iran. Plant Stress. 6: 73-76.

Lanyasunya T.P, Wang H.R, Ayako W.O, Kuna D.M. 2007. Effect of age at harvest and manure or fertilizer application on quality of *Vicia villosa* Roth. Agriculture Journal 2 (6): 641-645.

Lauriault L.M, Kirksey R.E. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the Southern High Plains, USA. Agronomy Journal 96: 352–358.

Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA, 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.

Martinek P, Vinterova M, Buresova I, Vyhnanek T. 2007. Agronomic and quality Characteristic of triticale (*Triticosecale Wittmack* X) with HMVV glutenin subunits 10. Journal of Cereal Science 47: 68-78.

Mead R, Willey RW. 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. Experimental Agriculture, 16: 217–228.

Nguyen T, Fuentes S, Marschner P. 2012. Effects of compost on water availability and gas exchangein tomato during drought and recovery. Plant and Soil Environment 58 (11): 495–502.

Novoplansky A. 2019. What plant roots know? Seminars in Cell & Developmental Biology, 92: 126-133.

Poshtdar A, Siadat SA, Abdali Mashhadi A, Moosavi SA, Hamdi H. 2012. Comparison between application of PGPR bacteria and chemical fertilizers on quality and total silage yield of maize under different organic seed bed. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4: 713-717.

Ross SM, King JR, Doovan JT, 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.

Saha UK, Sonon LS, Hancock DW, Hill NS, Stewart L, Heusner GL, Kissel DE. 2010. Common Terms Used in Animal Feeding and Nutrition. The University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences, Virginia, USA. Bulletin 1367: 1-20.

Seydosoglu S, Bengisu G. 2019. Effectsof different mixture ratios and harvest periods on grass quality of triticale (*xTriticosecale* wittmack) –forage pea (*Pisum sativum* L.) intercrop. Ecology and Environmental Research. 17 (6): 13263-13271.

Sharifi Nejad M, Ghanbari A, Sirousmehr AR. 2018. Evaluation of the Ecophysiological Aspects and Forage Quality Indices in the Intercropping of Maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Journal of Agroecology 10: 267-280.

Tilley JMA, Terry RA. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18: 104-111.

Tsubo M, Walker S, Mukhala E. 2001. Comparisons of radiations use efficiency of mono-intercropping systems with different row orientations Field Crop Research. 71: 17-29.

Van Soest P.J, Robertson J.B, LewisB. A. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides inRelation to Animal Nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3591.

Vandermeer JH. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, 237.

Wahla IH, Ahmad R, Ehsanullah A, Ahmad A, Jabbar A. 2009.Competitive functions of components crop in some barley basedintercropping systems. International Journal of Agriculture & Biology 11: 69– 72.

Wang Sh, Chen G, Yang Y, Zeng Zh, Hu Y, Zang H. 2021. Sowing ratio determines forage yields and economic benefits of oat and common vetch intercropping. Agronomy Journal. 1–11.

Weil RR, Mc Fdden ME. 1991. Fertility and weed stress effect on performance of maize/soybean intercrop. Agronomy Journal. 83: 717- 721.

Wright C, Ghezzi-Haeft J. 2020. Hairy Vetch and triticale cover crops for N management in soil. Open Journal of Soil Science. 10: 244-256.

Zhang G, Yang Z, Dong S. 2011. Inter specific competitiveness affects the total biomass yield in analfalfa and corn intercropping system. Field Crops Research 124: 66-73.

DOI: 10.22092/idaj.2022.356297.352

# Evaluation of chemical and organic-bio-fertilizer treatments on yield and forage quality of triticale and Maragheh Smoth vetch under sole and intercropping systems in rainfed condition

Sadiq Shahbazi[1], Jalal Jalilian[2*], Khoshnood Alizadeh[3], Abdollah Javanmard[4]

1- *Ph.D. Student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.*
2- *Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.*
3- *Dryland Agricultural Research Institute, agricultural Research, education and Extension Organization, Maragheh, Iran*
4- *Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Maragheh University, Iran.*

## Abstract

A mixed cropping system is an agronomic method in which different species/cultivars are sown in a unique farm in order to gain diversity in the agri-ecosystem, efficient control of pests and diseases as well increase in the yield quantity or quality. This study was conducted to evaluate the quantity and quality of dried forage as well as to determine the best cultivation pattern of vetch (Vicia dasycarpa L) mixed with triticale (X Triticosecale wittmack) under different farming systems during 2018 at Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Iran. The experimental was laid in RCDB with different levels of sole or mixed cropping the plants in three replications with two chemical and biological fertilizing systems. Treatments were at 8 levels including sole cropping of vetch and triticale and intercropping ratios of vetch: triticale 50:50(IP1), 75:25 (IP2), 25:75 (IP3), 20:100 (IP4), 40:100 (IP5) and 60:100 (IP6). The results showed that the yield of IP1 treatment was the highest compared with the other ratios under both fertilizing systems. The lowest acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and the highest dry matter intake (DMI) were obtained from sole vetch, IP2 and IP1, respectively. In the organic-bio fertilizer system, the highest value of relative feed value (RFV) and crude protein (CP) were obtained by sole vetch, IP2 and IP1 ratios. Also, the highest specific Net Energy of Lactation (NEL), Digestible Dry Matter (DDM) and total digestible nutrients (TDN) were observed in the planting patterns of sole vetch and IP2 ratios. Increasing the proportion of vetch in mixture intercrops improved forage quality and among mixed treatments, two mixing patterns including 50%v+ 50%t and 75%v + 25%t had the highest quantity and quality of the forage. Therefore, it can be concluded that the mixing of vetch with triticale at 50%v: 50%t ratio could be regarded as one of the most efficient and sustainable cropping systems. Furthermore, the study showed that organic application had a high effect on the quality and quantity of forage production and has the potential to improve performance with high land-use efficiency in cold-dryland area condition of Iran.

**Keyword:** Intercropping; high input; Low Input; Smooth vetch; Triticale

* *Corresponding author: j.jalilian@urmia.ac.ir* *Submit date:2021/10/12 Accept date: 2022/03/18*