

## Technical and Economic Comparison of Pure and Mixed Cultivation of Vetch and Fodder Peas in Dryland Conditions

*Kh. Alizadeh Dizaj<sup>1</sup>, R. Ferdowsi<sup>2</sup>*

Received: 29 March, 2023 Accepted: 20 August, 2023

### Abstract

One of the limitations in Iran's animal husbandry industry is the supply of fodder needed by animals. Although the plants of the cereal family are widely used as fodder due to their low cost and high dry matter, they have low quality. One of the solutions is to cultivate a mixture of cereals with plants of the legume family, because although legumes have the same low dry matter performance, they have a higher quality of fodder than cereals due to their high crude protein content. Therefore, they compensate for the lack of protein in the livestock diet. In mixed cultivation, cereal and leguminous plants, due to their morphological and physiological differences, make optimal use of environmental resources and as a result, cause a small increase in fodder production. In this research, the intercropping of two cultivars of Golshan vetch and White flower vetch in cold climate along with a Pioneer forage pea cultivar with barley and triticale in a ratio of 50:50 was compared in the fields of Bonab (County) farmers. Cultivation was carried out in the fall in the first week of November 2019 without tillage with direct seeding along with the application of nitrogen fertilizers from the source of urea and phosphorus from the source of superphosphate, according to the fertilizer needs of the region (with the fertilizer formula of N30:P20 in place. Therefore, the seven different treatments in this experiment included pure culture of native khalar, pure culture of Golshan and white flower vetch, pure culture of barley, pure culture of triticale, mixed culture of barley with vetiver, mixed culture of triticale with vetiver and mixed culture of triticale with Pioneer fodder peas at a ratio of 50:50. According to the study results, the average yield in the total mixed cultivation treatments was higher

---

1. Professor, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran.

2. Correspondin Author and Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran ([roya.ferdosi@yahoo.com](mailto:roya.ferdosi@yahoo.com)).

than pure cultivation. The highest yield of forage was obtained from the mixture of triticale and fodder peas in the full ripening stage. Also, the highest yield was related to the mixture of vetch with barley and the lowest fodder production belonged to the mixture of Golshan and white flower vetch. The results of the economic estimation using the partial budgeting method showed that the mixed cultivation of barley + vetiver was the most economic treatment, followed by the mixed cultivation of triticale + pioneer fodder pea. Considering the nutritional value of fodder according to the percentage of protein in different grains and legumes, mixed cultivation of vetiver with barley can increase the yield of fodder and increase income.

**Keywords:** *Pioneer, Triticale, Barley, Golshan Vetch, White Flower Vetch.*

**JEL Classification:** Q14, Q18, Q54

## اقتصاد کشاورزی و روستایی

سال ۱، شماره ۱، زمستان ۱۴۰۲

# مقایسه زراعی و اقتصادی کشت خالص و مخلوط ماشک و نخود علوفه‌ای در شرایط دیم

خشنود علیزاده دیزج<sup>۱</sup>، رؤیا فردوسی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۰۹

### چکیده

یکی از محدودیت‌های موجود در صنعت دامپروری کشور تأمین علوفه مورد نیاز دام است. هرچند، به دلیل هزینه کم و ماده خشک زیاد غلات، از گیاهان خانواده غلات به گونه‌ای گسترده به عنوان علوفه استفاده می‌شود، اما کیفیت این محصولات پایین است. یکی از راهکارها کشت مخلوط غلات با گیاهان خانواده لگوم است، چراکه اگرچه عملکرد ماده خشک لگوم‌ها پایین است، ولی به دلیل محتوای بالای پروتئین خام، از کیفیت علوفه بالاتری نسبت به غلات برخوردارند و از این رو، کمبود پروتئین در جیره غذایی دام‌ها را جبران می‌کنند. در کشت مخلوط، با توجه به تفاوت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان غلات و لگوم، این گیاهان باعث استفاده بهینه از منابع محیطی و در نتیجه، باعث افزایش کمی تولید علوفه می‌شوند. در پژوهش حاضر، کشت مخلوط دو رقم ماشک گلشن و گل سفید در اقلیم سرد به همراه یک رقم نخود علوفه‌ای پایونیر با جو و تریتیکاله با نسبت ۵۰:۵۰ به صورت درهم در مزارع زارعان شهرستان بناب در استان آذربایجان شرقی مورد مقایسه قرار گرفت. کشت به صورت پاییزه در هفته اول آبان ماه ۱۳۹۹ بدون خاک‌ورزی با بذرکار کشت مستقیم همراه با اعمال کودهای نیتروژن از منبع اوره و فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل طبق نیاز کودی منطقه (با فرمول کودی (N30:P20) به صورت جایگذاری انجام شد. هفت تیمار مختلف در این آزمایش شامل کشت خالص خلر بومی، کشت خالص ماشک گلشن و گل سفید، کشت خالص جو، کشت خالص تریتیکاله، کشت مخلوط جو با ماشک، کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک و کشت مخلوط تریتیکاله با نخود علوفه‌ای پایونیر با نسبت ۵۰:۵۰ بود. مطابق نتایج به دست آمده، میانگین عملکرد در کل تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود و بیشترین عملکرد علوفه تر از کشت مخلوط تریتیکاله با

۱- استاد مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران.

۲- نویسنده مسئول و استادیار مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران.  
(roya.ferdosi@yahoo.com)

نخود علوفه‌ای در مرحله رسیدگی کامل به‌دست آمد؛ همچنین، بیشترین عملکرد مربوط به مخلوط ماشک با جو و کمترین تولید علوفه متعلق به مخلوط ماشک گل سفید و گلشن بود. نتایج برآورد اقتصادی با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی نشان داد که تیمار کشت مخلوط «جو + ماشک» به‌عنوان اقتصادی‌ترین تیمار است و بعد از آن، کشت مخلوط «تریتیکاله + نخود علوفه‌ای پایونیر» اقتصادی‌تر است. با در نظر گرفتن ارزش غذایی علوفه، مطابق درصد پروتئین موجود در غلات و لگوم‌های مختلف، کشت مخلوط ماشک با جو می‌تواند باعث افزایش عملکرد علوفه و افزایش درآمد شود.

**کلیدواژه‌ها:** پایونیر، تریتیکاله، جو، ماشک گلشن، ماشک گل سفید.

**طبقه‌بندی JEL:** Q14, Q18, Q54

## مقدمه

استفاده از انواع ماشک در تناوب زراعی دیم به‌عنوان پشتوانه یک نظام زراعی پایدار به‌شمار می‌آید (Alizadeh et al., 2013). آمار فائو نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، در دنیا، نزدیک به هفتصد هزار هکتار از اراضی کشاورزی به تولید ماشک‌ها با متوسط عملکرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشته است. کشت لگوم‌ها با مدیریت صحیح باعث افزایش تأمین نیتروژن و مواد آلی خاک، بهبود ساختمان خاک و تهویه آن، کاهش فرسایش خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب و سهولت عملیات زراعی می‌شود (Ates et al., 2014). کشت انواع ماشک در سال‌های آیش دیم‌زارها، علاوه بر جبران بخشی از کمبود علوفه با کنترل فرسایش و حفاظت خاک و آب، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش مواد آلی خاک، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش تقاضا برای مصرف کودهای شیمیایی، در افزایش بهره‌وری از منابع نیز موثر است. از لگوم‌های علوفه‌ای می‌توان به‌صورت‌های مختلف مانند چرا، علوفه خشک و سیلو استفاده کرد. گونه‌های مختلف ماشک می‌توانند به‌صورت خالص و یا مخلوط با غلات به‌راحتی کشت و برای تغذیه دام، استفاده شوند (Rubiales and Mikic, 2014).

با توجه به تغییر در ویژگی‌های خاک به‌دلیل اعمال روش بی‌خاک‌ورزی در تولید محصول، ارقام معرفی‌شده برای نظام‌های خاک‌ورزی مرسوم ممکن است لزوماً عملکردی مشابه در بی‌خاک‌ورزی نداشته باشند. در نتیجه، لازم است که در زمینه امکان توسعه گونه‌های متناسب با کشاورزی حفاظتی پژوهش‌هایی صورت گیرد (Herrera et al., 2013). در واقع، برخی از دانشمندان ژنوتیپ‌های خاص گندم و جو را پیشنهاد کرده‌اند. پژوهشگران دریافته‌اند که رتبه‌بندی ارقام گندم در بین نظام‌های خاک‌ورزی، از جمله بی‌خاک‌ورزی، برای عملکرد دانه تغییر یافته است. در نتیجه، بهتر است که برای استفاده از مزیت نگهداری آب در خاک بر اساس روش بی‌خاک‌ورزی، استفاده از

تنوع‌های متناسب با این نظام مد نظر قرار گیرد. از حدود ۵/۷ میلیون هکتار سطح زیر کشت دیم کشور، حدود ۵۶ هزار هکتار زیر کشت گیاهان علوفه‌ای است (MAJ, 2019). از سوی دیگر، کل علوفه تولیدشده در کشور (مجموع دیم و آبی) حدود ۷/۵ میلیون تن گزارش شده است که برای تغذیه دام‌های کشور کافی نیست؛ و ضرورت دارد که با معرفی ارقام مناسب گیاهان علوفه‌ای، از ظرفیت بزرگ مزارع دیم برای تولید علوفه در کشور استفاده شود.

تاکنون یک رقم مناسب با تیپ بهاره از ماشک گونه داسی‌کارپا (Fakhrvaezi et al., 2010) و دو رقم مناسب کشت پاییزه از ماشک گونه پانونیکا (Alizadeh et al., 2016) در دیمزارهای سردسیر شناسایی و معرفی شده و ادامه فعالیت‌های به‌نژادی در بخش تحقیقات گیاهان علوفه‌ای مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور منجر به شناسایی لاین‌های امیدبخش در بررسی سازگاری ارقام شده است. اینکه «آیا لاین‌های امیدبخش حاصل از آزمایش‌های ایستگاهی می‌توانند در مزارع کشاورزان نیز عملکرد قابل قبول داشته باشند یا خیر؟» نیازمند بررسی در شرایط خارج از ایستگاه تحقیقاتی است. از سوی دیگر، نمایش کارایی و برتری لاین‌های جدید در مزارع کشاورزان و بازدیدهای ترویجی می‌تواند در افزایش اثربخشی یافته‌های تحقیقاتی نقش قابل ملاحظه داشته باشد. در این ارتباط، اجرای پایلوت (طرح آزمایشی) کشت ماشک ساتیوا و خلر در ۵۴ مزرعه یک‌هکتاری در هفده استان کشور، اجرای پروژه در دو بخش ازدیاد بذر و ایجاد مزارع الگویی در سی قطعه پنج‌هکتاری، کشت ماشک پانونیکا در چهارده استان کشور با همکاری مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم گزارش شده است (Alizadeh et al., 2013).

در مورد اهمیت روش تناوب کشت گیاهان خانواده غلات و گیاهان خانواده لگوم مطالبی عنوان شده، اما با توجه به اینکه مهم‌ترین اصل در پذیرش یک روش کشت در کشاورزی سودآوری بالای آن نسبت به روش‌های قبل است، باید این روش از نظر عملکرد و سودآوری نیز مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد؛ و آنگاه با اطمینان از عملکرد بالا و سودآوری مطلوب روش تناوب کشت این گیاهان، می‌توان آن را به کشاورزان منطقه توصیه کرد. در این راستا، مطالعاتی در مورد کشت مخلوط انجام شده است که از آن میان، پاره‌ای از پژوهش‌ها در پی یادآوری و تشریح می‌شود.

در مطالعه خرمی‌وفا (Khoramivafa et al., 2018)، در منطقه کرمانشاه، به‌منظور ارزیابی اقتصادی کشت مخلوط کدوی تخم کاغذی با نخود و عدس در سطوح مختلف نیتروژن، نتیجه شد که بالاترین مقدار LER و شاخص نسبت منفعت به هزینه، به‌ترتیب، از کشت مخلوط کدوی تخم کاغذی با عدس با مصرف ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن (۲/۲۰) و مخلوط کدوی تخم کاغذی با نخود با

مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸/۸۱) به دست می‌آید و کشت کدوی تخم کاغذی با عدس با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین بهره‌وری از زمین و سودمندی اقتصادی را به همراه دارد. اسماعیلیان و امیری (Esmaeilian and Amiri, 2021) به ارزیابی زراعی و اقتصادی کشت مخلوط گلرنگ با نخود در شرایط کاربرد عناصر ریزمغذی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی و طبق در بوته گلرنگ، به ترتیب، از تیمارهای کشت مخلوط ۲۵ درصد گلرنگ با ۷۵ درصد نخود و پنجاه درصد گلرنگ با پنجاه درصد نخود حاصل می‌شود و بیشترین عملکرد دانه (۲۰۷۰ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص به دست می‌آید؛ تعداد شاخه جانبی، تعداد طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گلرنگ نیز در نتیجه مصرف کودهای ریزمغذی افزایش می‌یابد؛ همچنین، ارتفاع بوته (۲۶/۴ سانتی‌متر) و عملکرد دانه نخود (۱۷۳۹ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص بالاترین مقدار را نشان می‌دهد، در حالی که بیشترین تعداد غلاف (۳۱/۹) و تعداد دانه در بوته (۲۲/۲) از کشت مخلوط ۲۵ درصد گلرنگ با ۷۵ درصد نخود حاصل می‌شود و عناصر ریزمغذی به بهبود ارتفاع بوته، تعداد غلاف، طول غلاف و تعداد دانه در بوته نخود می‌انجامد؛ افزون بر این، نسبت برابری زمین بین ۱/۱۲ تا ۱/۵۲ متغیر است و بیشترین میزان شاخص سودمندی کشت مخلوط (۰/۵۱) از تیمار ۲۵ درصد گلرنگ با ۷۵ درصد نخود حاصل می‌شود، در حالی که شاخص‌های مزیت پولی (۲۶۴۵۴۷۵۱) و مجموع ارزش نسبی (۱/۴۴) در کشت مخلوط صد درصد گلرنگ با صد درصد نخود بالاتر است. لامعی هروانی و همکاران (Lamei Hervani et al., 2015) نیز به ارزیابی فنی و اقتصادی کاشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای با جو در شرایط دیم استان گیلان پرداختند. نتایج این مطالعه برتری کاشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای بر کاشت خالص این گیاهان را نشان داد؛ همچنین، مخلوط ماشک مجاری با جو، به دلیل داشتن بیشترین مقادیر شاخص‌های نسبت برابری زمین (۱/۱۱۵)، مزیت کاشت مخلوط (۲۶/۰۸)، بهره‌وری نظام (۳/۵۷) و مزیت پولی (۲۱/۹۳)، سودمندترین گیاهان علوفه‌ای برای کاشت مخلوط در شرایط دیم انتخاب شد. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2013) مزیت اقتصادی کشت مخلوط یونجه با گراس‌های چندساله در مقایسه با کشت خالص یونجه را ارزیابی کردند و نتایج نشان داد که جایگزینی کاربرد تیمار مخلوط یونجه و فستوکا به میزان پانزده به ۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار توسط سایر تیمارها غیراقتصادی است؛ همچنین، سود خالص کاربرد این تیمار انتخابی ۴۳/۸ میلیون ریال در هکتار بوده که از سایر تیمارها بیشتر است؛ در میانگین کل سال‌های آزمایش نیز تیمار ۷۵ درصد یونجه و ۲۵ درصد علف باغ باعث بیشترین افزایش نسبت برابری زمین به میزان ۲/۱ می‌شود.

در بررسی مزیت نسبی و ارزیابی اقتصادی کشت خالص و مخلوط لگومینه و غلات توسط رستگاری پور و همکاران (Rastgaripour et al., 2016) در شهرستان شیروان، نتیجه گیری شد که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص صرفه اقتصادی بیشتر و مزیت نسبی دارد. فیض بخش و مختارپور (Feyzbakhsh and Mokhtarpour, 2021) سه تیمار (کشت خالص جو، کشت خالص شبدر برسیم و کشت مخلوط شبدر برسیم و جو) را در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان بررسی کردند. در این مطالعه، نتایج تجزیه آماری (t-test) نشان داد که میانگین عملکرد علوفه تر، علوفه خشک و پروتئین خام در کشت مخلوط شبدر برسیم و جو بیشتر از کشت خالص شبدر و جو بوده و بیشترین عملکرد علوفه تر در تیمار کشت مخلوط شبدر برسیم و جو به میزان ۷۹/۱ تن در هکتار بوده، در حالی که در تیمارهای کشت خالص شبدر برسیم و جو، به ترتیب، ۶۷/۶ و ۴۶/۶ تن در هکتار است؛ همچنین، نسبت برابری زمین (REL) در تیمار کشت مخلوط شبدر برسیم و جو (۱/۱۷) افزایش هفده درصدی محصول علوفه خشک را نشان می دهد. نظریان و همکاران (Nazarian et al., 2019) به اجرای کشت مخلوط جو و شبدر ایرانی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد پرداختند. در این مطالعه، آرایش کاشت در پنج سطح (مخلوط ردیفی ۱:۱، کشت یک ردیف جو یک ردیف شبدر (M1) مخلوط ردیفی ۲:۲، کشت دو ردیف جو دو ردیف شبدر (M2) مخلوط نواری ۳:۳، کشت سه ردیف جو سه ردیف شبدر (M3) مخلوط نواری ۴:۴، کشت چهار ردیف جو چهار ردیف شبدر (M4) و کشت مخلوط درهم جو و شبدر (M5) به عنوان کرت اصلی و نسبت کاشت نیز در پنج سطح (مخلوط افزایشی پنجاه درصد شبدر با صد درصد جو (R5) مخلوط افزایشی ۲۵ درصد شبدر با صد درصد جو (R4) مخلوط جایگزینی پنجاه درصد جو با پنجاه درصد شبدر (R3) همراه با جو خالص (R2) و شبدر خالص (R1) در کرت های فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که آرایش و نسبت کاشت تاثیر معنی دار بر قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی، ارزش هضمی و عملکرد پروتئین داشته و بالاترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی و ارزش هضمی متعلق به آرایش کاشت یک ردیف جو یک ردیف شبدر و نسبت کاشت شبدر خالص است؛ اثر نسبت کاشت بر مقدار پروتئین خام نیز معنی دار بوده، به گونه ای که بیشترین مقدار پروتئین خام را شبدر خالص به خود اختصاص داده است؛ همچنین، بیشترین PY مربوط به نسبت کاشت جو خالص و آرایش کشت مخلوط درهم جو و شبدر است.

مرور مطالعات پیشین نشان می دهد که در استان آذربایجان شرقی، در مورد ارزیابی فنی و اقتصادی کشت مخلوط جو و تریتی کاله با ماشک و نخود علوفه ای کار نشده است. از این رو، تحقیق

حاضر، در راستای توسعه کشت علوفه دیم و افزایش اثربخشی ارقام جدید گیاهان علوفه‌ای دیم، با هدف مقایسه کارایی ارقام و لاین‌های ماشک و نخود علوفه‌ای در کشت خالص و مخلوط در شرایط دیم بناب، بررسی اقتصادی ترکیب‌های برتر کشت مخلوط در مزارع کشاورزان منطقه و ترویج و توسعه کشت مخلوط علوفه در مزارع دیم سردسیر کشور اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

در آزمایش پژوهش حاضر، کشت مخلوط دو رقم ماشک گلشن و گل سفید در اقلیم سرد به‌همراه یک رقم نخود علوفه‌ای پایونیر با جو و تریتیکاله به نسبت ۵۰:۵۰ به‌صورت درهم در مزارع کشاورزان بناب در استان آذربایجان شرقی مورد مقایسه قرار گرفت. زمان کشت به‌صورت پاییزه در هفته اول آبان ماه ۱۳۹۹ هم‌زمان با کشت گندم دیم در منطقه بود. کاشت به‌صورت بدون خاک‌ورزی با بذرکار کشت مستقیم همراه با اعمال کودهای نیتروژن از منبع اوره و فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل طبق نیاز کودی منطقه با فرمول کودی N30:P20 به‌صورت جایگذاری انجام شد. هفت تیمار مختلف در این آزمایش شامل کشت خالص خلر بومی، کشت خالص ماشک گلشن و گل سفید، کشت خالص جو، کشت خالص تریتیکاله، کشت مخلوط جو با ماشک، کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک و کشت مخلوط تریتیکاله با نخود علوفه‌ای پایونیر به نسبت ۵۰:۵۰ بود. در این آزمایش، هدف بررسی صفات زراعی و کارایی تیمارهای مورد نظر در مزارع زارعان بوده و از این‌رو، علاوه بر خصوصیات مزرعه، عملکرد علوفه تر و خشک نیز طی نمونه‌برداری با چارچوب‌های یک مترمربعی ارزیابی شده و تحلیل نتایج نیز با نمودارهای مقایسه‌ای انجام شده است.

تیمارهای مورد استفاده در این پروژه از مقایسه نسبت‌های کشت مخلوط انواع ماشک و جو در شرایط دیم، ارزیابی عملکرد علوفه تریتیکاله و ماشک بر اساس نظام‌های تک‌کشتی و چندکشتی در شرایط دیم سردسیری مراغه (Shahbazi and Alizadeh, 2020)، کشت مخلوط ماشک گل سفید و ماشک مراغه در کشت پاییزه در دیم‌زارهای سردسیر (Alizadeh and Shahbazi, 2019) و نیز بررسی خصوصیات زراعی و عملکرد علوفه ارقام و لاین‌های امیدبخش ماشک در کشت خالص و مخلوط در پایگاه‌های نوآوری استان آذربایجان شرقی در سه سناریوی کشت مستقیم، کم‌خاک‌ورزی و کشت متداول انتخاب شدند.

با توجه به محدودیت مالی و سرمایه کشاورزان، هر پروژه یا تغییر فنی که در واحد کشاورزی تولید می‌شود، باید از نظر اقتصادی قابل توجیه باشد. برای بررسی اقتصادی پروژه، از روش بودجه‌بندی جزئی و تحلیل بازده نهایی استفاده شده است. در این روش، افزایش یا کاهش احتمالی



در درآمد و هزینه تیمارهای مختلف محاسبه و سپس، اقتصادی یا غیراقتصادی بودن جایگزینی هر کدام از تیمارها به جای سایر تیمارها بررسی می‌شود. بدین منظور، برای تصمیم‌گیری درباره انتخاب یک روش کشت مناسب، برخی محاسبات شامل محاسبه افزایش یا کاهش هزینه و درآمد ناشی از روش کشت الزامی است. پس از این‌گونه محاسبات، چنانچه مجموع کاهش هزینه و افزایش درآمد ناشی از استفاده از روش کشت مورد بررسی بزرگ‌تر از مجموع افزایش هزینه و کاهش درآمد ناشی از استفاده از سایر روش‌های کشت باشد، استفاده از روش کشت مورد نظر از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر است و در غیر این صورت، کاربرد آن توجیه اقتصادی ندارد. از این‌رو، برای انجام ارزیابی اقتصادی پروژه، لازم است که کلیه هزینه‌ها و درآمدهای اجرای پروژه در نظر گرفته شود و با استفاده از تحلیل نهایی بازده، از بین تیمارهای دارای توجیه اقتصادی، برترین تیمار از نظر اقتصادی تعیین شود. در این روش، هر تیمار به‌طور جداگانه، به‌عنوان تیمار شاخص یا شاهد در نظر گرفته شده و سایر تیمارها با آن مقایسه می‌شوند. بدین منظور، میانگین سود خالص و میانگین هزینه‌های هر تیمار و تیمار شاهد در قالب روابط زیر محاسبه می‌شود (Oskunejad, 2022):

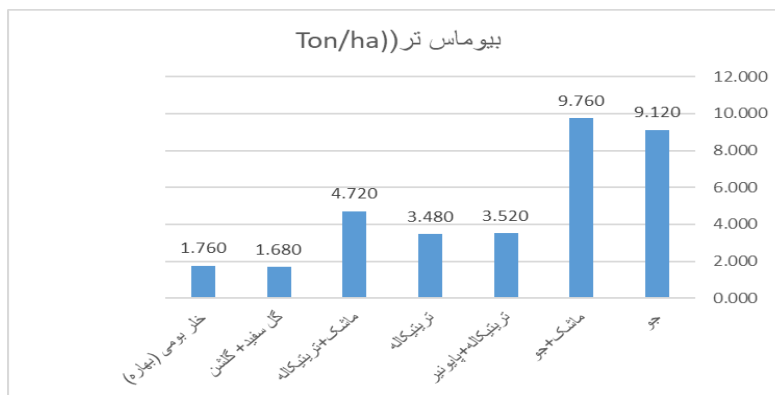
$$\begin{aligned} B_i &= Q_i \cdot P_i & NB_i &= B_i - C_i \\ \Delta B_i &= B_i - B_{sh} & \Delta C_i &= C_i - C_{sh} \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن،  $Q_i$  مقدار محصول تولیدشده،  $P_i$  قیمت فروش محصول،  $NB_i$  درآمد خالص،  $\Delta B_i$  تغییرات منفعت،  $\Delta C_i$  تغییرات هزینه،  $r_B$  نرخ بازده نهایی،  $B_i$  درآمد ناخالص حاصل از تیمار  $i$ ام،  $B_{sh}$  درآمد ناخالص حاصل از تیمار شاهد،  $C_i$  هزینه تیمار  $i$ ام و  $C_{sh}$  هزینه تیمار شاهد است. تجزیه‌های آماری داده‌ها و پارامترهای اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری اکسل (Excel) انجام گرفت.

## نتایج و بحث

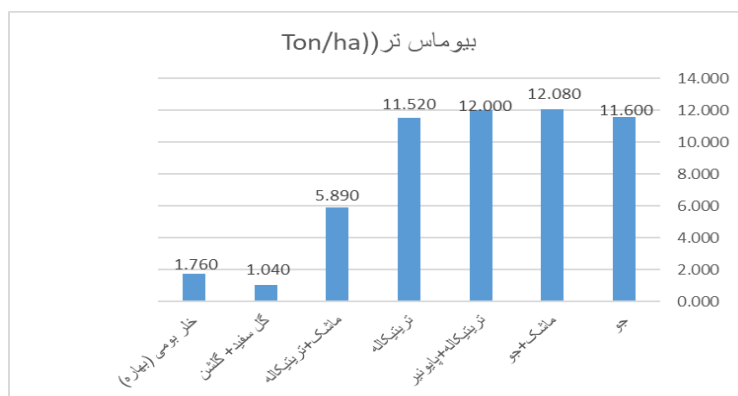
عملکرد علوفه در تیمارهای مختلف طی مراحل مختلف نمونه‌برداری، قبل و بعد از گل‌دهی در شکل‌های ۱ و ۲ و بعد از رسیدگی ماشک در شکل ۳ خلاصه شده است. ملاحظه می‌شود که میانگین عملکرد در کل تیمارهای کشت مخلوط بیش از کشت خالص بوده که به معنی برتری کشت مخلوط لگوم- غلات در شرایط دیم است. بیشترین عملکرد علوفه تر (۱۳/۲ تن در هکتار) در کشت مخلوط تریتی‌کاله با نخود علوفه‌ای در مرحله رسیدگی کامل به‌دست آمد (شکل ۳) که به‌علت خشبی

بودن شدید تریتیکاله و ریزش برگ و بذور نخود علوفه‌ای، زمانی مناسب برای مصارف علوفه‌ای نیست. در مرحله بعد از گل‌دهی ماشک (شکل ۲) که هم‌زمان با شیری شدن جو و تریتیکاله در کشت مخلوط با آنهاست، مناسب‌ترین زمان برداشت کشتهای خالص و مخلوط لگوم یک‌ساله با غلات است؛ همچنین، بیشترین عملکرد از مخلوط ماشک با جو (۱۲/۰۸ تن در هکتار) به‌دست آمده و کمترین تولید علوفه نیز متعلق به مخلوط ماشک گل‌سفید و گلشن با حدود یک تن علوفه تر در هکتار بوده است. توده محلی خلر که به‌صورت بهاره کشت شده بود (۱/۷۶ تن در هکتار) نیز در این آزمایش، از کمترین عملکردهای علوفه برخوردار بوده است (شکل ۲). انواع ترکیبات علوفه‌ای این پایلوت نشان داد که گیاهان مورد بررسی در خشکسالی بی‌سابقه سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ گونه‌های متناسب با کشت دیم در شرایط روستای چپقلوی بناب به‌شمار می‌روند.

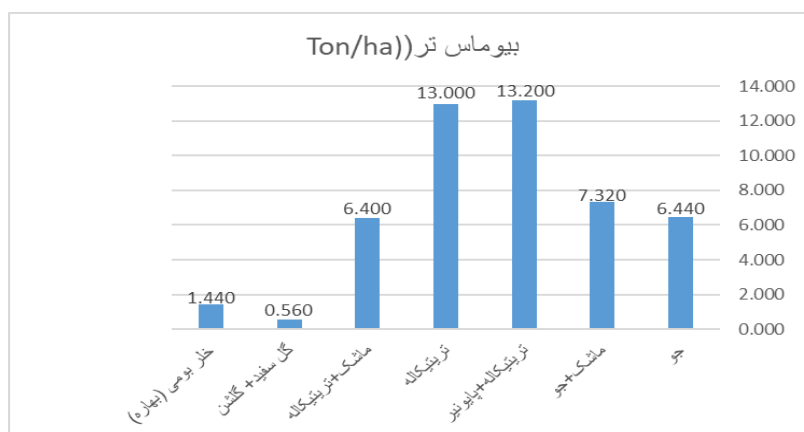


شکل ۱- عملکرد علوفه تیمارهای کشت خالص و مخلوط ماشک و نخود علوفه‌ای در مرحله قبل از گل‌دهی ماشک

مقایسه زراعی و اقتصادی کشت خالص و.....



شکل ۲- عملکرد علوفه تیمارهای کشت خالص و مخلوط ماشک و نخود علوفه‌ای در مرحله بعد از گل‌دهی ماشک



شکل ۳- عملکرد علوفه تیمارهای کشت خالص و مخلوط ماشک و نخود علوفه‌ای در مرحله قبل از رسیدگی ماشک

### نتایج حاصل از برآورد اقتصادی

برای محاسبه تغییر در سود تیمارهای مختلف، مقادیر درآمد و هزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت، برآوردی از افزایش یا کاهش در سود هر تیمار محاسبه شد. در تحقیق حاضر، هزینه‌های آماده‌سازی زمین، هزینه کاشت، هزینه داشت و هزینه برداشت در تمامی تیمارها مشابه

بوده و بنابراین، تفاوت در هزینه تیمارها به دلیل تفاوت در قیمت بذر است. برای محاسبه درآمد حاصل از تیمارهای مختلف، با در نظر گرفتن اینکه این محصولات برای تغذیه دام استفاده می‌شوند، ارزش غذایی آنها بستگی به میزان مواد غذایی از جمله پروتئین موجود در محصولات هر تیمار دارد. همچنین، از آنجا که پروتئین جو و تریتیکاله حدود هفت درصد، خلر بومی و ماشک گلشن + گل سفید معادل شانزده درصد و محصول مخلوط جو + ماشک، تریتیکاله + پایونیر و ماشک + پایونیر برابر با یازده درصد است، می‌توان گفت که ارزش غذایی هر کیلوگرم ماشک یا خلر معادل ارزش غذایی ۲/۳ کیلوگرم جو یا تریتیکاله است. همچنین، ارزش غذایی هر کیلوگرم محصول مخلوط جو + ماشک یا تریتیکاله + پایونیر و یا ماشک + پایونیر برابر با ارزش غذایی ۱/۶ کیلوگرم جو یا تریتیکاله است. با در نظر گرفتن متوسط قیمت فروش هر کیلوگرم جو و تریتیکاله در سال زراعی ۱۴۰۰ معادل ۶۸۰۰۰ ریال، ارزش حاصل از انواع روش‌های کشت در جدول ۱ آمده است.

#### جدول ۱- هزینه و درآمد روش‌های کشت خالص و مخلوط در تیمارهای مختلف در هر

هکتار (واحد: هزار ریال)

تیمارها	جو	ماشک + جو	تریتیکاله + پایونیر	تریتیکاله	ماشک + تریتیکاله	گل سفید + گلشن	خلر بومی
متوسط عملکرد محصول (kg/ha)	۱۱۶۰۰	۱۲۰۸۰	۱۲۰۰۰	۱۱۵۲۰	۵۸۹۰	۱۰۴۰	۱۷۶۰
کل درآمد ناخالص	۷۸۸۷۶۰.۵۶	۱۳۱۴۲۲۰	۱۳۰۵۵۳۴.۷	۷۸۳۳۲۲.۲۶	۶۴۰۷۹۶.۵	۱۶۲۶۴۹	۲۷۵۲۴۳.۳۸
هزینه بذر	۱۴۳۹۹.۳	۱۹۴۲۷.۶	۱۹۹۹۹	۱۱۹۹۹.۴	۱۹۴۲۷.۶	۲۷۴۲۷.۲	۲۷۱۴۱.۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

به منظور ارزیابی تیمارها از جنبه اقتصادی و انتخاب تیمار مناسب، آزمون اقتصادی بودن جایگزینی هر کدام از تیمارها به جای تیمار کشت خالص خلر بومی (بهاره) در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این جدول بیان می‌کنند که به جز تیمار کشت گل سفید + گلشن، تمامی تیمارها در مقایسه با تیمار کشت خالص خلر بومی از لحاظ اقتصادی روش‌هایی بهتر و مناسب‌ترند.

**جدول ۲- آزمون اقتصادی بودن جایگزینی تیمارها با تیمار خلر بومی**

تیمار جایگزین	تغییرات درآمد ناخالص	تغییرات هزینه	سود یا زیان اضافی
جو	+۵۱۳۵۱۷.۱۸	-۱۲۷۴۲.۲	۵۲۶۲۵۹.۴
ماشک + جو	+۱۰۳۹۰۰۵.۱۹	-۷۷۱۳.۹	۱۰۴۶۷۱۹
تریتیکاله + پاپونیز	۱۰۳۰۲۹۱	-۷۱۴۲.۵	۱۰۳۷۴۳۴
تریتیکاله	۵۰۸۰۸۸.۹	-۱۵۱۴۲.۱	۵۲۳۲۳۱
ماشک + تریتیکاله	۳۶۵۵۵۳.۲	-۷۷۱۳.۹	۳۷۳۲۶۷.۱
گل سفید + گلشن	-۱۱۲۵۹۴.۴	۲۸۵.۷	-۱۱۲۸۸۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همچنین، آزمون اقتصادی بودن جایگزینی هر کدام از تیمارها به جای تیمار گل سفید + گلشن نیز در جدول ۳ آمده است.

**جدول ۳- آزمون اقتصادی بودن جایگزینی تیمارها با تیمار گل سفید + گلشن**

تیمار جایگزین	تغییرات درآمد ناخالص	تغییرات هزینه	سود یا زیان اضافی
جو	۶۲۶۱۱۱.۶	-۱۳۰۲۷.۹	۶۳۹۱۳۹.۵
ماشک + جو	۱۱۵۱۶۰۰	-۷۹۹۹.۶	۱۱۵۹۵۹۹
تریتیکاله + پاپونیز	۱۱۴۲۸۸۶	-۷۴۲۸.۲	۱۱۵۰۳۱۴
تریتیکاله	۶۲۰۶۸۳.۳	-۱۵۴۲۷.۸	۶۳۶۱۱۱.۱
ماشک + تریتیکاله	۴۷۸۱۴۷.۵	-۷۹۹۹.۶	۴۸۶۱۴۷.۱
خلر بومی	۱۱۲۵۹۴.۴	-۲۸۵.۷	۱۱۲۸۸۰.۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که تمامی تیمارها در مقایسه با تیمار گل سفید + گلشن از لحاظ اقتصادی روش‌هایی بهتر و مناسب‌ترند. بنابراین، به‌طور کلی، این تیمار از بین تیمارها حذف می‌شود و با توجه به اینکه تیمار خلر بومی تنها تیماری بود که از لحاظ اقتصادی می‌توانست جایگزین این تیمار باشد، تیمار خلر بومی نیز از مقایسات اقتصادی بین تیمارها حذف می‌شود. در ادامه، نتایج آزمون اقتصادی بودن جایگزینی هر کدام از تیمارها به جای تیمار کشت مخلوط ماشک + تریتیکاله در جدول ۴ ارائه شده است.

**جدول ۴- آزمون اقتصادی بودن جایگزینی تیمارها با تیمار ماشک + تریپیکاله**

تیمار جایگزین	تغییرات درآمد ناخالص	تغییرات هزینه	سود یا زیان اضافی
جو	۱۴۷۹۶۴	-۵۰۲۸.۳۲	۱۵۲۹۹۲.۴
ماشک + جو	۶۷۳۴۵۲	۰	۶۷۳۴۵۲
تریپیکاله + پایونیر	۶۶۴۷۳۸.۲	۵۷۱.۴	۶۶۴۱۶۶.۸
تریپیکاله	۱۴۲۵۳۵.۷	-۷۴۲۸.۲	۱۴۹۹۶۳.۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۴ بیانگر این است که هر چهار تیمار در مقایسه با تیمار کشت مخلوط ماشک + تریپیکاله از لحاظ اقتصادی روش‌هایی بهتر و مناسب‌ترند. بنابراین، این تیمار نیز از مقایسات اقتصادی حذف می‌شود. در جدول ۵، نتایج آزمون اقتصادی بودن جایگزینی هر کدام از تیمارها به‌جای تیمار تریپیکاله آمده است. مطابق این نتایج، ملاحظه می‌شود که هر سه تیمار جو، ماشک + جو و تریپیکاله + پایونیر می‌توانند از نظر اقتصادی جایگزین‌هایی خوب برای تیمار تریپیکاله باشند. از این‌رو، تیمار کشت خالص تریپیکاله نیز از مقایسات اقتصادی حذف می‌شود.

**جدول ۵- آزمون اقتصادی بودن جایگزینی تیمارها با تیمار تریپیکاله**

تیمار جایگزین	تغییرات درآمد ناخالص	تغییرات هزینه	سود یا زیان اضافی
جو	۵۴۲۸.۳	۲۳۹۹.۸۸	۳۰۲۸.۴۲
ماشک + جو	۵۳۰۹۱۶.۳	۷۴۲۸.۲	۵۲۳۴۸۸.۱
تریپیکاله + پایونیر	۵۲۲۲۰۲.۵	۷۹۹۹.۶	۵۱۴۲۰۲.۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

آزمون اقتصادی بودن جایگزینی هر کدام از تیمارها به‌جای تیمار کشت مخلوط تریپیکاله + پایونیر نیز در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول، تیمار کشت مخلوط جو + ماشک نسبت به تیمار کشت مخلوط تریپیکاله + پایونیر دارای سودآوری مثبت است و بنابراین، از نظر اقتصادی، می‌تواند جایگزین آن باشد. اما تیمار کشت خالص جو در مقایسه با تیمار کشت مخلوط تریپیکاله + پایونیر زیان‌ده شناخته شده است.

**جدول ۶- آزمون اقتصادی بودن جایگزینی تیمارها با تیمار (تریتیکاله + پایونیر)**

تیمار جایگزین	تغییرات درآمد ناخالص	تغییرات هزینه	سود یا زیان اضافی
جو	-۵۱۶۷۷۴	-۵۵۹۹.۷۲	-۵۱۱۱۷۴
ماشک + جو	۸۷۱۳.۸۵	-۵۷۱.۴	۹۲۸۵.۲۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در نهایت، بر اساس مقایسات اقتصادی انجام شده، رتبه‌بندی اقتصادی تیمارها در جدول ۷ آمده است. از آنجا که تیمار کشت مخلوط جو + ماشک به‌عنوان اقتصادی‌ترین تیمار شناخته شد، این تیمار به‌عنوان تیمار شاخص در نظر گرفته شده و مناسب‌ترین روش کشت در منطقه مورد مطالعه است.

**جدول ۷- رتبه‌بندی اقتصادی تیمارهای مختلف**

رتبه	تیمار
۱	کشت مخلوط ماشک + جو (vetch+ barley)
۲	کشت مخلوط تریتیکاله + پایونیر (Triticale + Pioneer)
۳	کشت خالص جو (barley)
۴	کشت خالص تریتیکاله (Triticale)
۵	کشت مخلوط ماشک + تریتیکاله (vetch+ Triticale)
۶	کشت خالص خلر بومی (Native grass pea)
۷	کشت گل سفید + گلشن (White flower + Golshan)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر، کشت مخلوط دو رقم ماشک گلشن و گل سفید در اقلیم سرد به‌همراه یک رقم نخود علوفه‌ای پایونیر با جو و تریتیکاله با نسبت ۵۰:۵۰ به‌صورت درهم در مزارع کشاورزان بناب مورد مقایسه قرار گرفت. مطابق نتایج، میانگین عملکرد در کل تیمارهای کشت مخلوط بیش از کشت خالص است. بیشترین عملکرد علوفه تر از کشت مخلوط تریتیکاله با نخود علوفه‌ای در مرحله رسیدگی کامل به‌دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد، مربوط به مخلوط ماشک با جو و کمترین تولید علوفه متعلق به مخلوط ماشک گل سفید و گلشن بود. افزون بر این، برای محاسبه تغییر در سود تیمارهای مختلف از راه بودجه‌بندی جزئی، مقادیر درآمد و هزینه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در

نهایت، برآوردی از افزایش یا کاهش در سود هر تیمار محاسبه شد. نتایج نشان داد که تیمار کشت مخلوط جو + ماشک به عنوان اقتصادی ترین تیمار بوده که با نتایج مطالعات نظریان و همکاران (Nazarian et al., 2019)، رستگاری پور و همکاران (Rastgaripour et al., 2016) و فیض بخش و مختارپور (Feyzbakhsh and Mokhtarpour, 2021) در مورد کشت مخلوط جو با علوفه مطابقت دارد. همچنین، کشت مخلوط تریتیکاله + پایونیر، از نظر اقتصادی، قابل توصیه است. براساس یافته های پژوهش حاضر، پیشنهاد می شود که بهره برداران به منظور افزایش عملکرد علوفه و افزایش درآمد و با در نظر گرفتن ارزش غذایی علوفه مطابق با درصد پروتئین موجود در غلات و لگوم های مختلف، کشت مخلوط ماشک با جو و یا در اولویت دوم، کشت مخلوط تریتیکاله با نخود علوفه ای پایونیر را در برنامه کشت خود قرار دهند.

### منابع

1. Alizadeh, Kh., Ghaffari, A., & Shiv Kumar, A. (2013). Development of feed legumes as suitable crops for drylands of Iran. ICARDA Working Paper. Beirut, Lebanon: The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
2. Alizadeh, Kh., Lamei Hervani, J., Bahrami, S., Neyestani, A., Shabani, A., Shahbazi, S., & Ebneabbasi, R. (2016). A new dry forage cultivar of vetch species (*Vicia panonica*) for fall cultivation in cold and mild regions of Iran. *Research Findings in Agricultural and Garden Plants*, 1(5). [In Persian]
3. Alizadeh, Kh., & Shahbazi, S. (2019). Investigating the agronomic characteristics and forage yield of promising varieties and lines of vetch in pure and mixed cultivation in innovation bases of East Azerbaijan province. The Final Report of the Publications of Dryland Agricultural Research Institute. [In Persian]
4. Asadi, H., Qutbi, V., & Mehrani, A. (2013). Evaluating the economic advantage of alfalfa mixed cultivation with perennial grasses in comparison with pure alfalfa cultivation. *The Quarterly of New Knowledge of Sustainable Agriculture*, 8(2), 9-15. [In Persian]
5. Ates, S., Feindel, D., El Moneim, A., & Ryan, J. (2014). Annual forage legumes in dryland agricultural systems of the West Asia and North Africa



- Regions: research achievements and future perspective. *Grass and Forage Science*, 69: 17-31.
6. Esmailian, Y., & Amiri, M.B. (2021). Agronomic and economic evaluation of mixed cultivation of safflower and chickpea under the conditions of micronutrient application. *Scientific Journal of Crop Plant Ecophysiology*, 15(57), 1-20. [In Persian]
  7. Fakhrewaezi, A., Alizadeh, Kh., Hosni, M., Mahdiei, M., Ahakpaz, F., & Meydani, J. (2009). A new variety of dry forage for cold and Mild regions of Iran. *Seedlings and Seeds*, 26(1), 567-565. [In Persian]
  8. Feyzbakhsh, M.T., & Mokhtarpour, H. (2021). Comparison of pure and mixed cultivation of barsim clover and barley in the climatic conditions of Gorgan. *Promotional Journal of Forage and Animal Feed*. 2(3), 113-119. [In Persian]
  9. Herrera, J.M., Verhulst, N., Trethowan, R.M., Stamp, P., & Govaerts, B. (2013). Insights into genotype× tillage interaction effects on the grain yield of wheat and maize. *Crop Science*, 53: 1845-1859.
  10. Khoramivafa, M., Eftekharinasab, N., Nemati, A., Sayadian, K., & Najafi, A. (2018). Economic evaluation of mixed cultivation of paper seed pumpkin with chickpea and lentil at different levels of nitrogen. *Agricultural Science Journal*, 4(5), 53-62. [In Persian]
  11. Lamei Hervani, J., Rahimian, M.R., & Amini, T. (2015). Technical and economic evaluation of mixed cropping forage crops with barley under dryland condition in Guilan province. *Technology of Plant Products*, 15(2), 25-37. [In Persian]
  12. MAJ (2019). Agricultural statistics of Iran. Tehran: Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ). [In Persian]
  13. Nazarian, R., Koochaki, A., Nasiri Mahalati, M., & Rezvani Moghadam, P. (2019). Effect of intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L) and Iranian clover (*Trifolium resupinatum* L) on the quantitative characteristics of forage. *Journal of Agricultural Ecology*, 11(1), 231-243. [In Persian]

14. Oskunejad, M.M. (2019). Engineering economics. Tehran: Amir Kabir University of Technology Publications, pp. 628. [In Persian]
15. Rastgaripour, F., Tavasoli, A., Ghanbari, A., & Sabouhi, M. (2016). Investigating the comparative advantage and economic evaluation of pure and mixed cultivation of legumes and cereals (case study: Shirvan city). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 23(9), 211-233. [In Persian]
16. Rubiales, D., & Mikic, A. (2014). Introduction: legumes in sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34: 2-3.
17. Shahbazi, S., & Alizadeh, Kh. (2020). Evaluation of triticale forage and Maragheh vetch performance under single cropping and mixed cropping systems in cold weather conditions of Maragheh. The Final Report of the Publications of Dryland Agricultural Research Institute. [In Persian]