FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

Journal of Environmental Sciences Studies (JESS)
Volume 10, Number 3, Autumn (2025)

Journal Homepage: www.jess.ir
Print ISSN: 2588-6851 Online ISSN: 2645-520X

# Suitable plants as a second crop after Rice in the Paddy Fields of Guilan Province

**Roohollah Yousefi[1*]**

[*]1. Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
[*]Email Address: r.yousefi1348@gmail.com

**Article Info**

**Article Type:**
Research Paper

**Article History:**

Received Date:
**2025/08/10**
Revised Date:
**2025/08/22**
Accepted Date:
**2025/07/09**
Published Date:
**2025/10/01**

**Keywords:**
Paddy Fields,
Rice,
Double cropping,
Oilseed Species,
Forage Crops,

**ABSTRACT**

The development of double cropping after rice harvesting is considered a fundamental strategy to enhance production and income for farmers while maintaining rice production sustainability in Guilan province. Despite the vital importance of this type of cultivation in paddy fields, a vast area of these lands remains uncultivated due to various agricultural, economic, and social reasons. In order to identify profitable species of forage crops (including fodder beet, triticale, and clover) and oilseed species (including canola and camelina) for double cropping after rice, and to evaluate their effects on profitability, yield, and interference with the rice cropping calendar, an experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the Soil and Water Research Station of the Rice Research Institute of Iran. Based on the results of this research, the yields of canola and camelina were approximately the same. Fresh and dry clover had different yields, and the aerial organ and root yields of fodder beet also showed different values. Fresh and dry triticale also had different yields, respectively. Economic analysis showed that the cultivation of canola, camelina, and fodder beet is not economically viable, while clover cultivation is only profitable when sold fresh. Based on the results of this research, triticale, with the least interference in the rice cropping calendar, has good yield and profitability and is recommended as a suitable option for double cropping after rice in the region.

**Cite this article:** Roohollah Yousefi (2025). Quantitative, qualitative, and economic evaluation of forage species suitable for second cropping after rice in the rice paddies of Guilan**,** Journal of Environmental Sciences Studies.10(3), Pages 10631 - 10643.

## EXTENDED ABSTRACT


### Introduction

Given the increasing population and limited land resources, enhancing productivity per unit area is an unavoidable necessity. Double cropping serves as a strategy to boost productivity, positively impacting rural household economies and enabling optimal land utilization. However, due to agronomic, economic, and social factors, a significant portion of these lands remains uncultivated after the rice harvest. Selecting the appropriate crop and using optimized cultivation techniques are crucial for the success of double cropping. Effective marketing and economic profitability are also important for expanding the cultivated area of these products. Given the diverse conditions, region-specific research is needed to optimize crop rotation strategies in rice-based systems. This study aims to identify profitable forage and oilseed crops for second cropping after rice in the paddy fields of Gilan Province, thereby promoting optimal resource utilization and enhancing the economic and environmental sustainability of these regions

### Materials and methods

To investigate the effects of crop rotation canola, camelina, clover, fodder beet, and triticale on profitability, yield, and compatibility with the rice cropping calendar, an experiment was conducted in during the 2019-2020 growing season at the Soil and Water Rice Research Station in Rasht. Each experimental plot for canola, camelina, triticale, and clover was planted in 20 rows, spaced 25 cm apart and 10 meters long. Each experimental plot for forage beet was planted in ten rows, spaced 50 cm apart and 10 meters long. Due to sufficient rainfall during the plant growth season, no irrigation was performed, and the cultivation was rainfed. To measure dry forage yield, one kilogram of fresh forage was randomly selected from each treatment, and the samples were dried in an oven at 75 degrees Celsius for 48 hours and weighed. Statistical analysis of the data was performed using Excel software with simple and combined statistical analyses. Mean comparisons were performed using the LSD test at a 5% probability level. Finally, economic evaluation, including the determination of net annual benefits and benefit-cost ratio, was in order to select the best.

### Results and discussion

Variance analysis showed that the type of forage crop had a highly significant effect ($P < 0.01$) on fresh forage yield, dry forage yield, and plant height. However, the effect of forage crop type on the ratio of dry to fresh forage yield was not statistically significant ($P > 0.05$). Mean comparisons showed that triticale, with a fresh forage yield of 3460.7 g/m² and a dry forage yield of 395.85 g/m², significantly outperformed the other crops studied. Berseem clover, with a fresh forage yield of 1491 g/m² and a dry forage yield of 185.78 g/m², ranked next, which was significantly higher than forage canola, fodder beet, and camelina. Among the crops studied, berseem clover had the highest economic return, with a benefit-cost ratio of 4.67 and a net annual benefit of 165,034,310 Rials.Based on the results of the economic analysis, cultivating canola and camelina is not cost-effective in the conditions of Guilan province. In contrast, clover, triticale, and fodder beet can be recommended as a second crop after rice in the paddy fields of this province.

### Conclusion

Triticale and clover, due to their suitable forage yield, adaptability to regional conditions, and high potential for producing quality forage, can be considered appropriate options for second cropping in the paddy lands of Guilan Province.Nevertheless, the development of second cropping in these lands also faces challenges such as drainage issues, a lack of suitable machinery, and inadequate markets.

مجله مطالعات علوم محیط زیست
جلد ۱۰ ، شماره ۳
Journal Homepage:www.jess.ir
شاپای چاپی: 2588-6851 شاپای الکترونیکی: 2645-520X

FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

# گیاهان مناسب به عنوان کشت دوم پس از برنج در شالیزارهای استان گیلان

روح اله یوسفی[1*]

[1*]- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

[*]ایمیل نویسنده مسئول: r.yousefi1348@gmail.com

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله علمی پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۵/۱۹
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۵/۳۱
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۶/۱۶
تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۰۷/۰۹

**کلید واژه ها:**
شالیزار،
برنج،
کشت دوم،
دانه‌های روغنی،
گیاهان علوفه‌ای.

**چکیده**

توسعه کشت دوم پس از برداشت برنج، به عنوان یکی از راهکارهای اساسی افزایش تولید و درآمد کشاورزان و حفظ پایداری تولید برنج در استان گیلان مطرح است. با وجود اهمیت حیاتی این نوع کشت در اراضی شالیزاری، سطح وسیعی از این اراضی به دلایل متعدد زراعی، اقتصادی و اجتماعی، همچنان به صورت نکاشت باقی می‌ماند. به‌منظور شناسایی گونه‌های سودآور گیاهان علوفه‌ای (شامل چغندر علوفه‌ای، تریتیکاله و شبدر) و دانه‌های روغنی (شامل کلزا و کاملینا) برای کشت دوم پس از برنج و ارزیابی اثرات آن‌ها بر سودآوری، عملکرد و تداخل با تقویم زراعی برنج، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در پایگاه تحقیقات شالیزاری خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور به اجرا درآمد. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد کلزا و کاملینا تقریباً یکسان بوده است. شبدر تر و خشک، عملکرد متفاوتی داشتند و عملکرد اندام هوایی و ریشه چغندر علوفه‌ای نیز مقادیر مختلفی را نشان داد. همچنین، عملکرد تریتیکاله تر و خشک نیز به ترتیب عملکرد متفاوتی داشتند. تجزیه و تحلیل اقتصادی نشان داد کشت کلزا، کاملینا و چغندر علوفه‌ای از نظر اقتصادی مقرون‌به صرفه نیست. کشت شبدر تنها در صورت فروش به صورت تازه (تر) سودآور است. بر اساس نتایج این تحقیق، تریتیکاله با کمترین تداخل در تقویم زراعی برنج، عملکرد و سودآوری مطلوبی دارد و به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای کشت دوم پس از برنج در منطقه قابل‌توصیه است.

**ناشر:** انتشارات فن پایا

DOI: 10.22034/jess.2025.540405.2393

## ۱- مقدمه

افزایش جمعیت و محدودیت اراضی قابل کشت، بهره‌وری بیشتر در واحد سطح را به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر در تولید محصولات کشاورزی بدل کرده است .در این میان، بررسی وضعیت کشت گیاهان علوفه‌ای به عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم در پایداری تولید کشاورزی، اهمیت ویژه‌ای دارد. بررسی‌های جامع نشان می‌دهد که در سال‌های زراعی ۱۳۹۸–۱۳۹۹ تا ۱۴۰۳–۱۴۰۲، سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای در سطح کشور با کاهشی معادل ۲۲/۶۰ درصد، از حدود ۱/۱۶۸ میلیون هکتار به ۹۰۴ هزار هکتار رسیده است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰)(بی نام، ۱۴۰۴). این کاهش، در استان گیلان که خود قطب کشاورزی کشور با ۲۳۸ هزار هکتار اراضی شالیزاری محسوب می‌شود، به مراتب شدیدتر و حیرت‌انگیزتر بوده است؛ به‌طوری که از ۴۸۹۱ هکتار در سال زراعی ۱۳۹۸–۱۳۹۹ (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰) به تنها ۱۱۱ هکتار در سال زراعی ۱۴۰۳–۱۴۰۲ (بی نام، ۱۴۰۴) کاهش یافته که نشان‌دهنده افتی خیره‌کننده معادل ۹۷/۷۳ درصد است. استان گیلان، با برخورداری از اقلیم منحصربه‌فرد و خاک حاصلخیز، از دیرباز به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق تولید برنج در ایران شناخته می‌شود. شالیزارهای گیلان، نه تنها نقش حیاتی در تأمین امنیت غذایی کشور ایفا می‌کنند، بلکه به عنوان بخشی از میراث فرهنگی و طبیعی منطقه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. با این حال، افزایش جمعیت، محدودیت منابع آب و خاک، تغییرات اقلیمی و فشارهای اقتصادی، ضرورت مدیریت پایدار این اراضی و بهره‌برداری بهینه از ظرفیت‌های آن‌ها را بیش از پیش نمایان ساخته است. در این میان، توسعه کشت دوم پس از برداشت برنج، به عنوان یکی از راهکارهای اساسی برای افزایش تولید، درآمد کشاورزان و پایداری تولید برنج، نقش بسزایی در اقتصاد خانوارهای روستایی ایفا کرده و امکان بهره‌برداری بهینه از زمین را فراهم می‌سازد. خروج از سیستم تک‌محصولی برنج، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش درآمد کشاورزان، گام‌های مؤثری در راستای ارتقای بهره‌وری از اراضی شالیزاری محسوب می‌شوند. با وجود مزایای فراوان، توسعه کشت دوم در اراضی شالیزاری گیلان با چالش‌هایی نیز مواجه است. محدودیت منابع آب، مشکلات زهکشی، کمبود ماشین‌آلات تخصصی، هزینه‌های بالای فرآوری محصولات، عدم دسترسی به بازارهای مناسب و دانش ناکافی کشاورزان از جمله این چالش‌ها هستند. بر اساس آمار موجود، نسبت سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای به اراضی شالیزاری در گیلان با سیر نزولی شدیدی مواجه بوده است؛ از ۲/۲۲ درصد در سال زراعی ۱۳۹۸–۱۳۹۹ (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰) به ۰/۰۵ درصد در سال زراعی ۱۴۰۳–۱۴۰۲ رسیده است (بی نام، ۱۴۰۴). این روند نزولی شامل ارقام مهمی چون شبدر (با کاهش ۹۹/۸۳ درصدی از ۳۴۹۸ هکتار به ۶ هکتار) نیز می شود (بی نام، ۱۴۰۴). این در حالی است که پتانسیل بسیار بالایی برای توسعه این سیستم کشت در منطقه وجود دارد. در اراضی شالیزاری شمال کشور، محدودیت‌های موجود در تولید برنج (از قبیل کوچک بودن قطعات اراضی، کمبود منابع آبی و استفاده از روش‌های سنتی در عملیات زراعی)، ضرورت ارائه راهکارهایی جهت کاهش هزینه‌های تولید، افزایش بهره‌وری و بهبود درآمد شالیکاران را دوچندان می سازد (ربیعی و همکاران، ۱۴۰۳). با مکانیزه شدن فرآیند تولید، نگرانی کشاورزان بابت تأمین به‌موقع نهاده‌ها و انجام کارها در زمان‌های حساس و بحرانی به شکل چشمگیری کاهش می‌یابد. اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی، تأثیری بسزا در جلب رضایت کشاورزان و بهره‌برداران خواهد داشت. این امر، به دلیل مکانیزه شدن مراحل کشت، کاهش سختی کار و هزینه‌های تولید و همچنین افزایش راندمان، به کشاورزان انگیزه می‌دهد تا به کشت در اراضی شالیزار ادامه دهند و از تغییر کاربری اراضی جلوگیری کنند. بدین ترتیب، از مهاجرت کشاورزان به شهرها به دلیل بیکاری نیز پیشگیری خواهد شد (بشارتی مقدم و همکاران، ۱۴۰۱). توسعه کشت دوم در این مناطق، به عنوان یک استراتژی کلیدی، می‌تواند به دستیابی به این اهداف و پایداری تولید برنج کمک نماید. با وجود اهمیت فراوان کشت دوم، به دلایل متعدد زراعی، اقتصادی و اجتماعی (از جمله عدم معرفی محصولات مناسب و فقدان راهکارهای فنی کارآمد برای افزایش عملکرد)، بخش قابل توجهی از اراضی شالیزاری پس از برداشت برنج، بلاکشت باقی می‌مانند (ربیعی و مدرسی، ۱۴۰۰). کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار می‌تواند به عنوان یکی از منابع اصلی تولید محصول‌های زراعی و تامین علوفه، بهره‌برداری شده و در کنار کارآفرینی و کاهش مهاجرت کشاورزان، موجب پایداری تولید برنج و بهبود شرایط محیط و خاک شود (ربیعی و همکارن، ۱۳۹۱). در شرایط کنونی، تأمین علوفه مورد نیاز دامداری‌ها با مشکلات عدیده‌ای از جمله هزینه بالای حمل و نقل و واردات همراه است. لذا، توسعه کشت گیاهان علوفه‌ای یک ساله در شالیزارهای برنج می‌تواند راهکاری مفید باشد. نتایج تحقیقات در اراضی شالیزاری نشان داده است که در بین گیاهان علوفه‌ای مورد مطالعه، تریتیکاله، شبدر، جو، ماشک و کلزای علوفه‌ای می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای کشت در اراضی شالیزاری و قرار گرفتن در برنامه تناوبی با برنج باشند (ربیعی و ابراهیمی، ۱۴۰۲). انتخاب مناسب‌ترین محصول برای هر منطقه، همراه با به‌کارگیری تکنیک‌های زراعی بهینه، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت کشت دوم ایفا می‌کند. علاوه بر این، بازاریابی مناسب و سودآوری اقتصادی این محصولات، در تداوم و گسترش سطح زیر کشت آن‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. به منظور استفاده بهینه از منابع طبیعی و اقتصادی، حرکت به سمت خروج از سیستم تک‌محصولی برنج، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش درآمد کشاورزان، توسعه کشت دوم گامی مؤثر در راستای ارتقای بهره‌وری از اراضی شالیزاری به شمار می‌رود. انجام تحقیقات علمی و کاربردی در زمینه کشت

دوم، از جمله الزامات اساسی برای پایداری و توسعه این نوع کشت است؛ به ویژه با توجه به نوپا بودن تحقیقات مرتبط با محصولات کشت دوم و دامنه وسیع این محصولات. کشت دوم پس از برداشت برنج، به عنوان یک راهکار مهم در افزایش بهره‌وری از منابع و توانمندی‌های طبیعی و اقتصادی استان‌های شمالی کشور، می‌تواند به تنوع‌بخشی به تولیدات کشاورزی، ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان کمک کند. توسعه زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری، می‌تواند باعث افزایش ضریب خوداتکایی و امنیت غذایی کشور شود (معتمد و همکاران، ۱۴۰۰). شعبانپور و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی، شبدر برسیم را یکی از گیاهان سازگار با شرایط آب و هوایی استان‌های شمالی کشور معرفی کردند که می‌تواند از بارندگی‌های مؤثر در فصل‌های پاییز و زمستان به خوبی استفاده کند. کشت شبدر در زمین‌های شالیزاری با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند نقش مهمی در افزایش راندمان بهره‌وری از زمین و پایداری تولید برنج داشته باشد. اتقائی کردکلائی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی ۱۰ شاخص (اقتصادی، بهره‌وری، ریسک تولید، اشتغال‌زایی)، سبزیجات غده‌ای را مناسب‌ترین محصول برای توسعه کشت دوم در گیلان معرفی کردند و پس از آن سبزیجات برگی، راتون و لوبیا را در اولویت قرار دادند. ربیعی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی، بالاترین عملکرد علوفه تر را از شبدر برسیم، ارقام ونیر و الکس (به ترتیب با میانگین ۶۲۹۲۰ و ۶۱۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) پس از برداشت برنج گزارش کردند. جلالی‌فر (۱۴۰۰) از فواید کشت شبدر برسیم به تقویت و حاصلخیزی خاک، کاهش مصرف کودهای نیتروژنی، افزایش میزان عملکرد در میزان محصول زراعت سال بعد، جذب و کاهش فسفرهای تثبیت شده در خاک، عدم احتیاج به عملیات سنگین تهیه زمین، عدم نیاز به هزینه و نیروی انسانی زیاد، تولید علوفه‌ای با ارزش غذایی بالا و برابر یونجه، نیاز کم به آبیاری، کاهش آفات و بیماریها و درجهٔ خوش‌خوراکی بالا اشاره کرد. برخی محققان سودآوری تولید لگوم‌های علوفه‌ای را با استفاده از شاخص‌های اقتصادی و بازده فروش برآورد نمودند و به این نتیجه رسیدند که میانگین هزینه تولید لگوم‌های علوفه‌ای از قبیل ماشک گل خوشه‌ای و معمولی به ترتیب ۲۲/۲ و ۳۵/۵ میلیون ریال در هکتار و ارزش خالص آنها به ترتیب ۱۲۸ و ۲۲۲ میلیون ریال محاسبه شد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۱) که دلالت بر سودآور بودن کشت محصولات علوفه‌ای دارد. باتوجه به عملکرد بالای شبدر برسیم و هزینه‌های پایین کشت آن، این برآورد سود درخصوص این گیاه نیز منطقی به نظر می‌رسد (ربیعی و ابراهیمی، ۱۴۰۳). ربیعی و رحیمی (۱۳۹۳) ژنوتیپ‌های هایولا ۳۳۰ و هایولا ۴۰۱ کلزا را با میانگین عملکرد بالا (به ترتیب ۳۴۰۰ و ۳۲۹۸ کیلوگرم در هکتار) برای کشت دوم پس از برنج معرفی نمودند. نصیری و همکاران (۱۳۸۳) دریافتند که کشت محصولاتی نظیر شبدر، سیب‌زمینی، کلزا و کلم به عنوان محصول دوم، در صورت رعایت زمان‌بندی و مدیریت مناسب، اثر منفی بر تولید برنج نخواهد داشت و تاخیر در کشت برنج، تاثیر منفی بیشتری بر ارقام میان‌رس و دیررس دارد. کشت دوم پس از برنج در شمال کشور، به ویژه در استان مازندران، به عنوان راهکاری برای استفاده بهینه از اراضی شالیزاری رو به گسترش است؛ به طوری که حدود ۱۳۰۰۰۰ هکتار از ۲۳۰۰۰۰ هکتار شالیزارهای مازندران به کشت دوم اختصاص یافته که بخش قابل توجهی از آن به سبزیجات (حدود ۳۵۰۰۰ هکتار) تعلق دارد (مشک بید، ۱۳۸۸). در گذشته نیز، مهندسین مشاور نیپون کوئی ژاپن (۱۹۷۱) با هدف افزایش قدرت اقتصادی کشاورزان گیلانی و خروج از وابستگی به تک‌محصولی، بررسی‌هایی را برای کشت دوم پس از برنج در این استان انجام دادند. بر اساس داده‌های هواشناسی و شرایط اقلیمی گیلان، شبدر برسیم به دلیل سهولت بذرپاشی، قابلیت هضم بالا برای دام و امکان افزایش محصول با جلو انداختن تاریخ کشت، به عنوان محصولی مناسب پس از برنج معرفی شد (شرکت آب عمران پردیسان، ۱۳۸۷). در زمینه کشت محصولات دانه‌ای پس از برنج، زارع چنیجانی (۱۳۸۷) بر لزوم کشت مکانیزه کلزا در سطوح وسیع تاکید کردند تا هزینه‌های بالای برداشت دستی کاهش یابد. یزدانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز با مقایسه سیستم‌های مختلف زهکشی در رشت، بالاترین عملکرد کلزا (۲۴۹۳ کیلوگرم در هکتار) را در شرایط زهکش طولی با فاصله ۴ متر و همراه با زهکش عرضی مشاهده کردند که سودآوری قابل توجهی نیز به همراه داشت. در مطالعات بین‌المللی نیز، Garrity and Pernito (۱۹۹۶) اثرات مثبت تغییرات کوچک در غرقابی بر عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی در شالیزارهای فیلیپین را تایید کردند، در حالی که Gardner et al (۱۹۹۴) در استرالیا افزایش عملکرد ۲ تا ۴ تن در هکتار گندم، تریتیکاله و کلزا را در نتیجه ایجاد سیستم‌های زهکشی گزارش نمودند. از منظر چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی مرتبط با کشت برنج، این محصول نسبت به رویدادهای شدید آب و هوایی آسیب‌پذیر است و کاهش عملکرد تا ۲۵ در صد در خشکسالی‌های شدید گزارش شده است (Pandey et al., 2007). همچنین، مزارع غرقاب برنج منبع قابل توجهی از انتشار متان هستند (IPCC, 2013) و نرخ افزایش عملکرد برنج در بسیاری از مناطق کاهش یافته است (Ray et al., 2013). در پاسخ به این چالش‌ها، تناوب زراعی به عنوان یک استراتژی کلیدی برای افزایش پایداری و بهره‌وری سیستم‌های برنج‌کاری مطرح شده است. این استراتژی مزایای فراوانی از جمله بهبود سلامت خاک (افزایش ۳/۶ درصدی کربن آلی در مقایسه با تک‌کشتی‌ها؛ McDaniel et al., 2014)، افزایش محتوای نیتروژن خاک (۲۵–۳۰ درصد با گنجاندن حبوبات؛ Yadav et al., 2017)، کاهش بروز بیماری‌ها (مانند بلاست؛ Zhu et al., 2000)، کاهش علف‌های هرز (Chauhan et al., 2011)، افزایش و پایداری عملکرد (Bowles et al., 2020)، کاهش انتشار متان

(Maraseni et al., 2018) و افزایش سودآوری (۲۵–۴۰ درصد با تناوب‌های مبتنی بر برنج؛ Kumar et al., 2018) را به همراه دارد. مطالعات جدیدتر نیز بر این یافته‌ها صحه گذاشته و نشان داده‌اند که تناوب‌های زراعی متنوع، به ویژه با حبوبات، می‌توانند رشد و عملکرد برنج را به طور قابل توجهی نسبت به تک‌کشتی‌ها بهبود بخشند (Yang et al., 2024). با توجه به تنوع شرایط کشاورزی–اکولوژیکی و اجتماعی–اقتصادی مناطق برنج‌کاری، نیاز به تحقیقات منطقه‌ای برای بهینه‌سازی استراتژی‌های تناوب زراعی در سیستم‌های مبتنی بر برنج احساس می‌شود. این پژوهش با هدف شناسایی گونه‌های سودآور گیاهان علوفه‌ای و دانه‌های روغنی برای کشت دوم پس از برنج در شالیزارهای استان گیلان، در راستای بهره‌برداری بهینه از منابع و افزایش پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی این مناطق انجام می‌گیرد.

## ۲- روش انجام تحقیق

### • محدوده مورد مطالعه

استان گیلان یکی از استان‌های شمالی کشور با مساحت ۱۴۷۱۱ کیلومترمربع با دارا بودن ۳۱ درصد سطح برداشت برنج در جایگاه دوم کشور قرار دارد. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، این استان دارای ۱۷ شهرستان، ۵۲ شهر و ۴۳ بخش، ۱۰۹ دهستان و ۲۵۸۳ آبادی دارای سکنه است (یوسفی، ۱۴۰۳). به‌منظور بررسی اثرات کشت تناوبی دانه‌های روغنی (کلزا و کاملینا) و محصولات علوفه‌ای (شبدر، چغندر علوفه‌ای و تریتیکاله) بر سودآوری، عملکرد و سازگاری با تقویم زراعی برنج (به‌عنوان کشت دوم)، آزمایش پایلوتی در سال زراعی ۹۹–۱۳۹۸ در پایگاه تحقیقات شالیزاری خاک و آبِ موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا شد. این پایگاه در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۹ متر از سطح دریا واقع است. مقدار مصرف بذر تریتیکاله (رقم پاژ) ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، شبدر (رقم عطار) ۳۰ کیلوگرم در هکتار، کاملینا (رقم سهیل) ۳۲ کیلوگرم در هکتار، چغندر علوفه‌ای (رقم کارا) ۴۰ کیلوگرم در هکتار و کلزا (رقم صفار) ۱۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی کلزا، کاملینا، تریتیکاله و شبدر در ۲۰ خط به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۱۰ متر کشت گردید. کرت‌های آزمایشی چغندرعلوفه‌ای در ده خط به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۱۰ متر کشت شدند. کاشت کلیه بذور به صورت دستی روی پشته‌های ایجاد شده با فاروئر انجام شد. کلزا، کاملینا، چغندر علوفه‌ای و شبدر در نیمه دوم مهرماه و تریتیکاله در اواسط آبان ماه کشت شدند. فواصل بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. پس از برداشت برنج، به‌منظور آماده‌سازی زمین برای کشت گیاهان علوفه‌ای و دانه های روغنی، عملیات خاک‌ورزی در دو مرحله به صورت عمود برهم با گاوآهن دوار در عمق ۱۵–۱۰ سانتی‌متر انجام شد. به منظور انجام زهکشی بهتر و جلوگیری از خفگی بذور در شرایط ماندآبی و پوسیدگی ساقه، با فاروئر جوی و پشته ایجاد شد. قبل از انجام آزمایش، از خاک مزرعه در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). کود مورد نیاز هر محصول در مراحل مختلف بر اساس توصیه فنی محققان بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج داده شد. به دلیل کفایت نزولات جوی در طول فصل رشد، آبیاری صورت نگرفت و زراعت به صورت دیم انجام شد.

**جدول ۱: نتایج حاصل از تجزیه خاک منطقه مورد آزمایش، بر اساس نمونه‌های برداشت شده از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری**

| بافت خاک | هدایت الکتریکی (dS/m) | اسیدیته گل اشباع | کربن آلی (٪) | نیتروژن کل (٪) | فسفر قابل جذب (mm/kg) | پتاسیم قابل جذب (mm/kg) | شن (٪) | سیلت (٪) | رس (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سیلتی– رسی | ۰/۶۳ | ۶/۷۶ | ۱/۷۳ | ۰/۱۴ | ۱۰/۶ | ۱۸۱ | ۷ | ۴۷ | ۴۶ |

در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی هر گیاه (بر اساس شاخص‌های رسیدگی هر گیاه)، برداشت انجام شد. قبل از برداشت، یک متر مربع از هر بلوک به عنوان نمونه شاهد برداشت و وزن علوفه تر اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه‌های علوفه برای تعیین درصد ماده خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین عملکرد علوفه خشک، نمونه‌های علوفه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند تا به وزن ثابت برسند. پس از خشک شدن، وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری و عملکرد علوفه خشک بر اساس واحد کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. همچنین، ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش) و نسبت علوفه خشک به تر برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. تحلیل اقتصادی بر اساس قیمت تمام شده تولید (شامل هزینه‌های تهیه بذر، کود، سم، آبیاری، نیروی کار و غیره) و قیمت فروش محصولات در بازار محلی (بر اساس میانگین قیمت فروش در زمان برداشت) انجام شد. نسبت فایده به هزینه (BCR) و خالص منافع سالانه (NPV) برای هر تیمار محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. قبل از انجام تجزیه واریانس، نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها بررسی شدند. در صورت معنی‌دار بودن اثر تیمارها، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## ۳- نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشـان داد که نوع گیاه علوفه‌ای اثر بسـیار معناداری ($P < 0.01$) بر عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشـک و ارتفاع بوته دارد. این بدان معناسـت که تفاوت‌های قابل توجهی در این صـفات بین انواع مختلف گیاهان علوفه‌ای مورد برر سی وجود دارد. به عبارت دیگر، انتخاب نوع گیاه علوفه‌ای به طور قابل توجهی بر عملکرد و ارتفاع بوته تأثیر می‌گذارد. با این حال، اثر نوع گیاه علوفه‌ای بر نسـبت عملکرد علوفه خشـک به تر از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0.05$). این بدان معناسـت که انواع مختلف گیاهان علوفه‌ای مورد بررسی از نظر میزان ماده خشک موجود در علوفه تازه تفاوت معنی‌داری ندارند.

**جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کمی گیاهان علوفه‌ای**

| منبع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد علوفه تر (گرم در مترمربع) | عملکرد علوفه خشک (گرم در مترمربع) | نسبت عملکرد علوفه خشک به تر | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) |
| بلوک | ۲ | ۳۵۴۶/۵۹ | ۸۵/۱۱ | ۰/۰۰۰۱۱ | ۴/۸۶ |
| گیاه علوفه‌ای | ۴ | ۴۷۳۸۳۳۱/۱۹ ** | ۶۱۶۸۶/۰۱ ** | ۰/۰۰۰۱۷ ns | ۱۲۲۶/۷۶ ** |
| خطا | ۸ | ۴۵۱۲۹/۸۰ | ۲۷۸/۸۴ | ۰/۰۰۰۱۳ | ۲۳/۳۶ |
| ضریب تغییرات | | ۱۵/۹۶ | ۱۰/۶۷ | ۹/۹۰ | ۵/۵۹ |

در جدول ۳ مقایسه میانگین‌ها نشان داده شده است.

**جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه**

| محصول | عملکرد علوفه تر (گرم در مترمربع) | عملکرد علوفه خشک (گرم در مترمربع) | نسبت عملکرد علوفه خشک به تر | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) |
|---|---|---|---|---|
| تریتیکاله | ۳۴۶۰/۷ a | ۳۹۵/۸۵ a | ۰/۱۱۴ a | ۱۱۵/۶۶ a |
| کلزا علوفه‌ای | ۵۳۹/۵ c | ۶۷/۱۱ c | ۰/۱۲۴ a | ۹۲/۶۶ b |
| شبدر برسیم | ۱۴۹۱/۰ b | ۱۸۵/۷۸ b | ۰/۱۲۴ a | ۷۲/۶۶ c |
| چغندر علوفه‌ای | ۵۳۱/۳ c | ۶۶/۷۸ c | ۰/۱۲۵ a | ۸۸/۳۳ b |
| کاملینا | ۶۳۰/۵ c | ۶۶/۷۲ c | ۰/۱۰۸ a | ۶۳/۰۰ d |

در نمودر ۱ مقایسـه عملکرد علوفه تر گیاهان مختلف نشـان داده شـده اسـت. نمودار ۱ نشـان می‌دهد که تریتیکاله با میانگین عملکرد ۳۴۶۰/۷ گرم در مترمربع بی شترین عملکرد علوفه تر را در بین گیاهان مورد برر سی دارد. شبدر بر سیم با میانگین عملکرد ۱۴۹۱ گرم در مترمربع در رتبه دوم قرار دارد. کلزا علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و کاملینا عملکرد علوفه تر کمتری دارند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشـی از عوامل مختلفی مانند سرعت ر شد، نیازهای غذایی و مقاومت به تنش‌های محیطی در هر گیاه با شد. برتری تریتیکاله در عملکرد علوفه تر نشـان می‌دهد که این گیاه می‌تواند انتخاب مناسـبی برای تولید علوفه در این منطقه باشـد. بر اسـاس جدول ۲ (تجزیه واریانس)، گیاه علوفه‌ای تأثیر معناداری بر عملکرد علوفه تر دا شته ا ست ($P < 0.01$). بر ا ساس جدول ۳ (مقایسه میانگین‌ها)، تیمارهایی که با حروف متفاوت (a، b، c) مشخص شده‌اند، تفاوت معناداری با یکدیگر دارند. بنابراین:

- عملکرد علوفه تر تریتیکاله (۳۴۶۰/۷ a) به طور معناداری بیشـتر از شـبدر برسـیم (۱۴۹۱/۰ b)، کلزا علوفه‌ای (۵۳۹/۵ c)، چغندر علوفه‌ای (۵۳۱/۳ c) و کاملینا (۶۳۰/۵ c) است.
- عملکرد علوفه تر شبدر برسیم به طور معناداری بیشتر از کلزا علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و کاملینا است.
- عملکرد علوفه تر کلزا علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و کاملینا تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

**نمودار ۱- مقایسه عملکرد علوفه تر گیاهان مختلف**

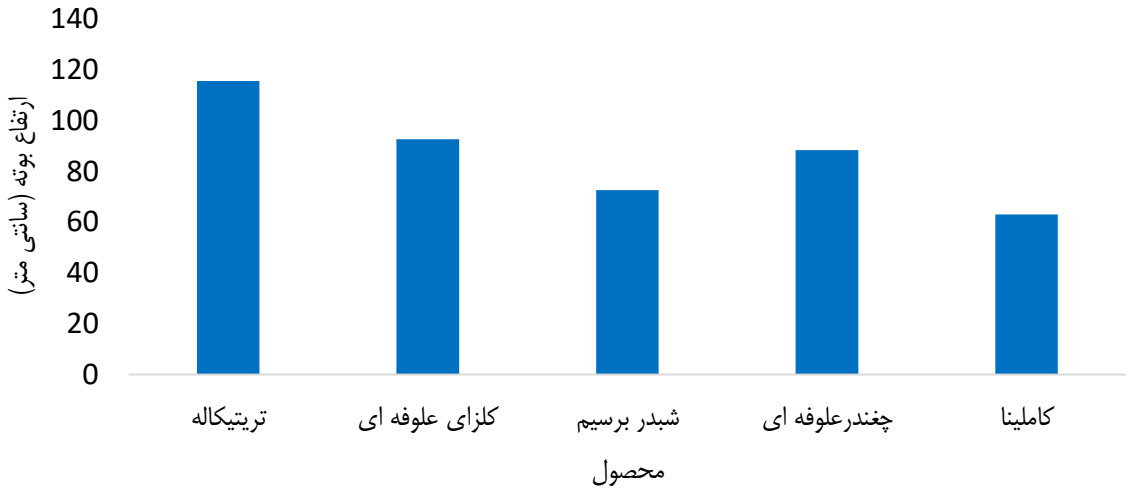
در نمودار ۲ مقایسه عملکرد علوفه خشک گیاهان مختلف نشان داده شده است. نمودار ۲ نشان می‌دهد که تریتیکاله با میانگین عملکرد ۳۹۵/۸۵ گرم در مترمربع، بیشترین عملکرد علوفه خشک را در بین گیاهان مورد بررسی دارد. شبدر برسیم با میانگین عملکرد ۱۸۵/۷۸ گرم در مترمربع نیز عملکرد قابل توجهی دارد. سایر گیاهان (کلزا علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و کاملینا) عملکرد علوفه خشک کمتری دارند. عملکرد علوفه خشک اهمیت زیادی در تغذیه دام دارد، زیرا نشان‌دهنده مقدار ماده خشک قابل استفاده برای دام است. برتری تریتیکاله در این زمینه نیز نشان از ارزش بالای آن به عنوان علوفه دارد. بر اساس جدول ۲ (تجزیه واریانس)، گیاه علوفه‌ای تأثیر معناداری بر عملکرد علوفه تر داشته است ($P < 0.01$). بر اساس جدول ۳ (مقایسه میانگین‌ها)، تیمارهایی که با حروف متفاوت (a، b، c) مشخص شده‌اند، تفاوت معناداری با یکدیگر دارند. بنابراین:

- عملکرد علوفه خشک تریتیکاله (a ۳۹۵/۸۵) به طور معناداری بیشتر از شبدر برسیم (b ۱۸۵/۷۸)، کلزا علوفه‌ای (c ۶۷/۱۱)، چغندر علوفه‌ای (c ۶۶/۷۸) و کاملینا (c ۶۶/۷۲) است.
- عملکرد علوفه خشک شبدر برسیم به طور معناداری بیشتر از کلزا علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و کاملینا است.
- عملکرد علوفه خشک کلزا علوفه‌ای، چغندر علوفه‌ای و کاملینا تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

**نمودار ۲- مقایسه عملکرد علوفه خشک گیاهان مختلف**

در نمودار ۳ مقایسه ارتفاع بوته گیاهان مختلف نشان داده شده است. تریتیکاله با میانگین ارتفاع ۱۱۵/۶۶ سانتی‌متر، بلندترین ارتفاع بوته را دارد. کلزا علوفه‌ای با میانگین ارتفاع ۹۲/۶۶ سانتی‌متر و چغندر علوفه‌ای با میانگین ارتفاع ۸۸/۳۳ سانتی‌متر نیز ارتفاع قابل توجهی دارند. شبدر برسیم و کاملینا ارتفاع کمتری دارند. ارتفاع بوته می‌تواند بر سهولت برداشت و همچنین میزان سایه‌اندازی بر سایر گیاهان زراعی تأثیر بگذارد. ارتفاع بیشتر تریتیکاله و کلزا علوفه‌ای می‌تواند به بهبود عملکرد برداشت کمک کند. بر اساس جدول ۲ (تجزیه واریانس)، گیاه علوفه‌ای تأثیر معناداری بر ارتفاع بوته داشته است ($P < 0.01$). بر اساس جدول ۳ (مقایسه میانگین‌ها):

- ارتفاع بوته تریتیکاله (a ۱۱۵/۶۶) به طور معناداری بیشتر از کلزا علوفه‌ای (b ۹۲/۶۶)، شبدر برسیم (c ۷۲/۶۶)، چغندر علوفه‌ای (b ۸۸/۳۳) و کاملینا (d ۶۳/۰۰) است.
- ارتفاع بوته کلزا علوفه‌ای (b ۹۲/۶۶) و چغندر علوفه‌ای (b ۸۸/۳۳) تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.
- ارتفاع بوته شبدر برسیم (c ۷۲/۶۶) به طور معناداری کمتر از تریتیکاله، کلزا علوفه‌ای و چغندر علوفه‌ای است، اما به طور معناداری بیشتر از کاملینا (d ۶۳/۰۰) است.
- ارتفاع بوته کاملینا به طور معناداری کمتر از سایر گیاهان مورد بررسی است.



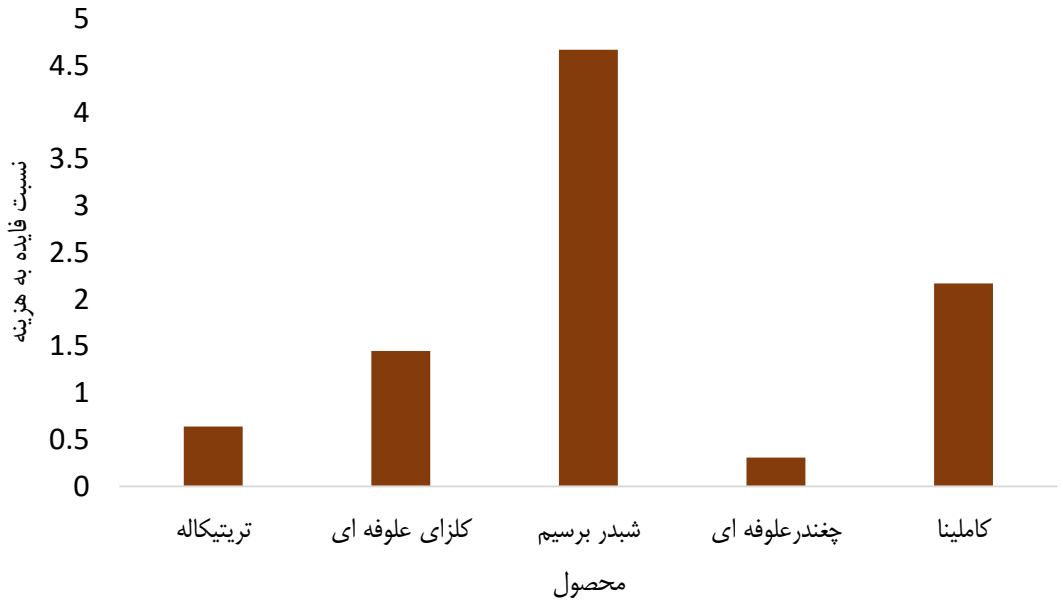

**نمودار ۳- مقایسه ارتفاع بوته گیاهان مختلف**

در جدول ۴ نتایج تحلیل اقتصادی داده‌ها اراه شده است. نتایج نشان می‌دهد که کشت تریتیکاله، شبدر برسیم و چغندر علوفه‌ای در استان گیلان دارای خالص منافع سالانه مثبت و نسبت فایده به هزینه بیشتر از یک است، که بیانگر سودآوری این گیاهان در این منطقه است. در میان محصولات مورد بررسی، شبدر برسیم با نسبت فایده به هزینه ۴/۶۷ و خالص منافع سالانه ۱۶۵۰۳۴۳۱۰ ریال، بیشترین بازدهی اقتصادی را داشته است.

**جدول ۳- نتایج حاصل از تحلیل اقتصادی داده‌ها**

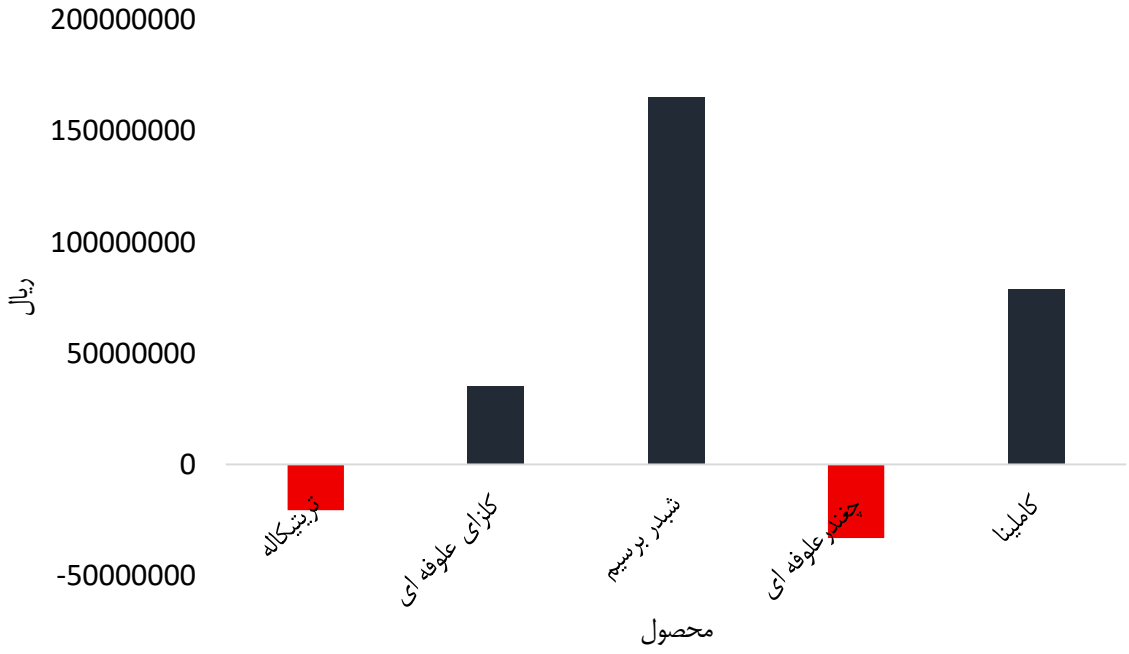
| شرح | کاملینا | چغندر علوفه‌ای | شبدر برسیم | کلزا علوفه‌ای | تریتیکاله |
|---|---|---|---|---|---|
| نسبت فایده به هزینه | ۰/۶۴ | ۱/۴۵ | ۴/۶۷ | ۰/۳۱ | ۲/۱۷ |
| خالص منافع سالانه (ریال) | -۲۰۵۳۶۵۵۰ | ۳۵۴۹۰۰۰۲ | ۱۶۵۰۳۴۳۱۰ | -۳۳۰۱۴۱۸۰ | ۷۸۹۳۵۸۲۰ |

در نمودار ۴ مقایسه نسبت فایده به هزینه گیاهان مختلف نشان داده است. نمودار ۴ نشان می‌دهد که شبدر برسیم با نسبت ۴/۶۷ بالاترین نسبت فایده به هزینه را دارد. تریتیکاله با نسبت ۲/۱۷ در رتبه دوم قرار دارد. چغندر علوفه‌ای نسبت ۱/۴۵ دارد. کلزا علوفه‌ای و کاملینا نسبت فایده به هزینه کمتر از ۱ دارند که نشان‌دهنده زیان‌ده بودن (عدم سودآوری) کشت آن‌ها است. نسبت فایده به هزینه یک شاخص مهم برای ارزیابی اقتصادی طرح‌های کشاورزی است. بالا بودن این نسبت در شبدر برسیم نشان می‌دهد که این گیاه می‌تواند سودآوری بالایی برای کشاورزان داشته باشد. بالا بودن نسبت فایده به هزینه شبدر برسیم نسبت به سایر گیاهان نشان دهنده سودآورتر بودن این گیاه نسبت به سایر گیاهان است. نسبت فایده به هزینه تریتیکاله نیز نسبتاً خوب است و نشان می‌دهد که کشت این گیاه نیز می‌تواند سودآور باشد. پایین بودن نسبت فایده به هزینه کلزا علوفه‌ای و کاملینا، نشان دهنده زیان‌ده بودن این گیاهان است و کشت آنها توصیه نمی‌شود.




**نمودار ۴- مقایسه نسبت فایده به هزینه گیاهان مختلف**

در نمودار ۵ مقایسه خالص منافع سالانه گیاهان مختلف نشان داده است. نمودار ۵ نشان می‌دهد که شبدر برسیم با ۱۶۵۰۳۴۳۱۰ ریال، بالاترین خالص منافع سالانه را دارد. تریتیکاله با ۷۸۹۳۵۸۲۰ ریال در رتبه دوم قرار دارد. چغندرعلوفه ای ۳۵۴۹۰۰۰۲ ریال سود دارد. کلزا علوفه‌ای و کاملینا خالص منافع سالانه منفی دارند که نشان‌دهنده زیان‌ده بودن کشت آن‌ها است. خالص منافع سالانه یک شاخص دیگر برای ارزیابی سودآوری طرح‌های کشاورزی است. بالا بودن این شاخص در شبدر برسیم تأیید می‌کند که این گیاه می‌تواند انتخاب مناسبی برای افزایش درآمد کشاورزان باشد. خالص منافع سالانه شبدر برسیم به طور قابل توجهی بیشتر از سایر گیاهان مورد بررسی است. این نشان می‌دهد که شبدر برسیم از نظر اقتصادی بسیار سودآورتر از سایر گیاهان است. خالص منافع سالانه تریتیکاله نیز نسبتاً خوب است و نشان می‌دهد که کشت این گیاه نیز می‌تواند سودآور باشد. خالص منافع سالانه کلزا علوفه‌ای و کاملینا منفی است، که نشان می‌دهد کشت این گیاهان زیان‌ده است و توصیه نمی‌شود.




**نمودار ۵- مقایسه خالص منافع سالانه گیاهان مختلف**

تو سعه ک شت گیاهان علوفه‌ای، به‌ویژه لگوم‌ها، نقش ب سزایی در تأمین علوفه، کاهش فر سایش، بهبود بافت خاک و بهره‌برداری بهینه از مناطق کم‌بازده ایفا کرده و در نهایت به تو سعه ک شاورزی پایدار منجر می شود. بر ا ساس نتایج تحلیل اقت صادی، ک شت کلزا و کاملینا در شرایط ا ستان گیلان مقرون‌به‌صرفه نیست. در مقابل، شبدر، تریتیکاله و چغندر علوفه‌ای به دلیل عملکرد و سودآوری مناسب، می‌توانند به عنوان ک شت دوم پس از برنج در ارا ضی شالیزاری این ا ستان تو صیه شوند. یافته‌های یو سفی و همکاران (۱۳۹۸) نیز مؤید آن ا ست که تریتیکاله یک علوفه منا سب برای ک شت تک‌مح صولی یا مخلوط با لگوم‌ها و غلات ا ست. نتایج این مطالعه ن شان داد که تناوب ک شت تریتیکاله و شبدر با برنج، بیشترین درآمد خالص را به همراه دارد. آماده‌سازی زمین برای این محصولات ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر بوده و تداخل کمتری با کشت برنج ایجاد می‌کند. علاوه بر این، قابلیت استفاده از این گیاهان به هر دو صورت خشک و سیلو، از دیگر مزایای آن‌هاست. بنابراین، با در نظر گرفتن نظام خرده‌مالکی حاکم بر اراضی شالیزاری، کشت این محصولات می‌تواند به عنوان یک منبع درآمد پایدار برای کشاورزان منطقه مطرح شود. علاوه بر جنبه‌های عملکردی و اقتصادی، نتایج این پژوهش از منظر اثرات زیست‌محیطی و پایداری نیز حائز اهمیت است. انتخاب گیاهان مناسب به عنوان کشت دوم، نقشی کلیدی در کاهش اثرات منفی کشاورزی و حرکت به سمت سیستم‌های پایدارتر ایفا می‌کند. در راستای دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار که در مقدمه نیز بدان اشاره شد، کشت گیاهان علوفه‌ای پس از برنج در شالیزارها می‌تواند مزایای زیست‌محیطی قابل توجهی به همراه دا شته با شد. ک شت لگوم‌ها نظیر شبدر بر سیم که در این مطالعه عملکرد اقتصـــادی بالایی را نشـــان داد، با توانایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن، نیاز به کودهای شـــیمیایی نیتروژنه را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، بقایای این گیاهان پس از برداشـــت، به افزایش ماده آلی خاک و بهبود ســـاختار آن کمک شـــایانی می‌نماید. این امر نه تنها به حفظ منابع خاک و آب کمک می‌کند، بلکه با کاهش مصـــرف انرژی در تولید کود و انتشـــار گازهای گلخانه‌ای ناشـــی از آن، ردپای کربن ســـیســـتم کشاورزی را نیز تقلیل می‌دهد. تولید گاز متان در زمین‌های شالیزاری عمدتاً به دلیل تجزیه مواد آلی در شرایط بی‌هوازی است که از طریق بافت گیاهی به جو منتقل می‌شـود. میزان انتشـار متان به عوامل مختلفی از جمله نوع و دمای خاک، گونه‌های برنج، سـامانه‌های آبیاری، کودهای مصرفی، تعداد برداشت‌ها در سال و طول دوره رشد گیاه بستگی دارد (مرادی‌مجد و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اینکه حدود ۲۳۸ هزار هکتار از اراضی گیلان تحت کشت برنج قرار دارند، کشاورزی برنج سهم قابل توجهی در انتشار گاز متان در استان گیلان دارد. از این رو، کاهش و مهار تولید متان در این حوزه ضـروری اسـت. این امر از طریق مدیریت بهینه شـالیزارها، شـامل کنترل آب، بهبود روش‌های کشت و مدیریت مواد آلی امکان‌پذیر است (بخت‌فیروز و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده بهینه از اراضی شالیزاری از طریق کشت دوم، منجر به کاهش دوره غرقاب زمین در فصول غیر ک شت برنج شده که این امر می‌تواند در تقلیل انت شار گاز متان، یکی از گازهای گلخانه‌ای ا صلی در شالیزارها، مؤثر باشد.

## ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت ارا ضی شالیزاری در تولید برنج و لزوم بهره‌برداری بهینه از این ارا ضی برای افزایش تولیدات ک شاورزی و ارتقای امنیت غذایی، توسعه کشت دوم پس از برداشت برنج امری ضروری است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع گیاه علوفه‌ای تأثیر معناداری بر عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشـک و ارتفاع بوته دارد ($P < 0.01$). مقایسـه میانگین‌ها نشـان داد که تریتیکاله بالاترین عملکرد علوفه تر و خ شک را دارد، در حالی که شبدر بر سیم بالاترین نسبت فایده به هزینه و خالص منافع سالانه را به خود اختصاص داده ا ست. اگرچه تریتیکاله از نظر عملکرد علوفه‌ای برتر بود، اما شـبدر برسـیم به دلیل نسـبت فایده به هزینه بسـیار بالا و سـودآوری قابل توجه، به عنوان اقتصـادی‌ترین گزینه برای کشـت علوفه در شـرایط آزمایشـگاهی شـناخته شـد. نتایج این پژوهش نشـان می‌دهد که انتخاب گیاه علوفه‌ای مناسب، تأثیر بسزایی بر عملکرد علوفه‌ای و سودآوری دارد. شبدر برسیم با داشتن بالاترین نسبت فایده به هزینه و خالص منافع سالانه، می‌تواند به عنوان یک گزینه مناسب برای افزایش درآمد کشاورزان و بهبود وضعیت اقتصادی مزارع علوفه‌ای مورد توجه قرار گیرد. نتایج نشان می‌دهد که کشت تریتیکاله و شبدر به دلیل عملکرد علوفه‌ای مناسب، سازگاری با شرایط اقلیمی استان گیلان و پتانسیل بالا برای تولید علوفه با کیفیت، می‌توانند به عنوان گزینه‌های مناسب کشت دوم در اراضی شالیزاری این منطقه مورد توجه قرار گیرند. با این حال، اقتصادی کردن کشت این گیاهان در استان گیلان با چالش‌هایی مواجه است. اصلی‌ترین چالش، مدیریت رطوبت محصول برداشت شده و هزینه‌های بالای حمل و نقل محصول تر است که در حال حاضر، سودآوری کشت دوم را با دشواری‌هایی اساسی همراه می‌سازد. علاوه بر این، مشکلات مربوط به زهکشی اراضی شالیزاری و کمبود ماشین‌آلات تخصصی برای کشت دوم، از دیگر موانع توسعه این سیستم کشت در منطقه است. با رفع چالش‌ها و موانع موجود، کشت دوم در اراضی شالیزاری گیلان می‌تواند به افزایش تولیدات کشاورزی و بهبود وضعیت اقتصادی منطقه کمک کند. بر اساس نتایج این پژوهش و چالش‌های موجود، پیشنهادات زیر برای توسعه و اقتصادی‌سازی کشت دوم پس از برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان ارائه می‌گردد:

- انجام تحقیقات کاربردی برای ابداع و بومی‌سازی روش‌های نوین و ارزان‌قیمت خشک کردن علوفه، با در نظر گرفتن شرایط خاص آب و هوایی استان گیلان (رطوبت بالا و بارندگی‌های فصلی).

- ایجاد مدل‌های تعاونی یا مشارکت‌های بخش خصوصی برای جمع‌آوری و فرآوری علوفه در مقیاس بزرگ.
- ایجاد واحدهای فرآوری اولیه (مانند سیلو کردن یا تولید خوراک دام) در نزدیکی مزارع.
- توسعه بازارهای پایدار و متنوع برای محصولات علوفه‌ای (مانند خوراک دام صنعتی، علوفه فشرده، یا حتی صادرات).
- حمایت از ایجاد صنایع تبدیلی کوچک و متوسط در منطقه.
- سرمایه‌گذاری در بهبود سیستم‌های زهکشی اراضی شالیزاری برای کاهش مشکلات ناشی از ماندابی و تسهیل عملیات زراعی کشت دوم.
- تأمین ماشین‌آلات تخصصی مناسب برای کاشت، داشت و برداشت گیاهان کشت دوم در مناطق کوچک و پراکنده.
- استفاده از تاسیسات خشک‌کن کارخانه‌های شالیکوبی برای خشک کردن علوفه برداشت شده (با توجه به تعطیل بودن کارخانه‌ها در زمان برداشت علوفه کشت دوم).
- استفاده از خردکن‌های دستی و غیرتراکتوری برای خرد کردن علوفه تر در محل مزرعه و تسهیل فرآیند سیلو کردن یا بسته‌بندی (پک) علوفه.
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی و ترویجی برای کشاورزان با هدف آشنایی با روش‌های نوین کشت و مدیریت گیاهان کشت دوم، بهره‌برداری بهینه از اراضی و استفاده از فناوری‌های جدید در خشک کردن و فرآوری علوفه.

## منابع


- Bowles, T.M.; Mooshammer, M.; Socolar, Y.; Calderón, F.; Cavigelli, M.A.; Culman, S.W.; Grandy, A.S. Long-term evidence shows that crop-rotation diversification increases agricultural resilience to adverse growing conditions in North America. *One Earth* **2020**, *2*, 284–293.
- Chauhan, B.S.; Singh, V.P.; Kumar, A.; Johnson, D.E. Relations of rice seeding rates to crop and weed growth in aerobic rice. Field Crops Res. 2011, 121, 105–115.
- Gardner, W. K., Drenedel, M. F. and McDonald, G.K. 1994, Growth and yield response of grain legumes to different soil management practices after rainfed lowland rice, J. Exp. Agrc, 34, 41-48.
- Garrity, D.P. and Pernito, R. 1996. Mungbean response to surface drainage when grown as a pre-rice crop on waterlog-prone ricelands. Agricultural water management. Pp. 299-314.
- IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2013.
- Kumar, N.; Hazra, K.K.; Nath, C.P.; Praharaj, C.S.; Singh, U. Grain legumes for resource conservation and agricultural sustainability in South Asia. In Legumes for Soil Health and Sustainable Management; Meena, R.S., Das, A., Yadav, G.S., Lal, R., Eds.; Springer: Singapore, 2018; pp. 77–107.
- Maraseni, T.N.; Deo, R.C.; Qu, J.; Gentle, P.; Neupane, P.R. An international comparison of rice consumption behaviours and greenhouse gas emissions from rice production. J. Clean. Prod. 2018, 172, 2288–2300.
- McDaniel, M.D.; Tiemann, L.K.; Grandy, A.S. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. Ecol. Appl. 2014, 24, 560–570.
- Pandey, S.; Bhandari, H.; Ding, S.; Prapertchob, P.; Sharan, R.; Naik, D.; Sastri, A. Coping with drought in rice farming in Asia: Insights from a cross-country comparative study. Agric. Econ. 2007, 37, 213–224.
- Ray, D.K.; Mueller, N.D.; West, P.C.; Foley, J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. PLoS ONE 2013, 8, e66428.
- Yadav, R.L.; Dwivedi, B.S.; Prasad, K.; Tomar, O.K.; Shurpali, N.J.; Pandey, P.S. Yield trends, and changes in soil organic-C and available NPK in a long-term rice–wheat system under integrated use of manures and fertilisers. Field Crops Res. 2017, 68, 219–246.
- Yang, R., Shen, Y., Kong, X., Ge, B., Sun, X., & Cao, M. (2024). Effects of Diverse Crop Rotation Sequences on Rice Growth, Yield, and Soil Properties: A Field Study in Gewu Station. Plants, 13(23), 3273. https://doi.org/10.3390/plants13233273.
- Zhu, Y.; Chen, H.; Fan, J.; Wang, Y.; Li, Y.; Chen, J.; Mundt, C.C. Genetic diversity and disease control in rice. Nature 2000, 406, 718–722.
- اتقائی کردکلائی، م.، پاکروان، م.، اسماعیلی، ف. و کاوسی کلاشمی، م. ۱۳۹۳. تعیین راهبرد توسعه رشته فعالیت‌های زراعی کشت دوم بعد از برنج در استان گیلان. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۸۶: ۱۱۳–۹۵.

- احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، اسفندیاریپور، ا و طاقانی، ع. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ جلد اول (محصولات زراعی)، ۹۷ صفحه.
- اسدی ، ه. قطبی، و. فیض بخش، م. ت. و شیخ، ف. ۱۴۰۱. مقایسه اقتصادی کاشت ارقام مختلف لگوم های علوفه ای (باقلا، خلر، ماشک، نخود) در استان گلستان. پژوهش های حبوبات ایران، سال ۱۳، شماره ۲، ص ۲۲۰-۲۰۷.
- بخت فیروز، ع.، و رائینی سرجاز، م. ۱۳۹۲. اثر سامانه‌های زهکشی شالیزار بر افت گسیل گاز گلخانه‌ای متان. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۴(۱)، ۱۰-۱.
- بشارتی مقدم، م. ص. رسولی شربیانی، ر. و تقی نژاد، ا. ۱۴۰۱. مقایسه انرژی مصرفی تولید برنج در اراضی دارای طرح تجهیز و نوسازی و فاقد آن (مطالعه موردی شهرستان بندرانزلی). فصلنامه مطالعات علوم محیط زیست. دوره هفتم. شماره اول، فصل بهار، ص ۴۶۸۷-۴۶۷۸.
- بی نام. ۱۴۰۴. آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۳-۱۴۰۲ جلد اول (محصولات زراعی)، معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی.
- جلالی فر، م. ح. ۱۴۰۰. اثر سیستم های کودی و خاک پوش بر رشد و عملکرد شبدر برسیم بذری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ص ۹۴.
- ربیعی، م. حسینی چالشتری، م. و ابراهیمی، م. ۱۴۰۳. زراعت تریتیکاله به عنوان محصول دوم شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ص ۶۶
- ربیعی، م. رحیمی، م. ۱۳۹۳. انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب کلزا جهت کشت دوم در شالیزارهای گیلان. تولید گیاهان زراعی – دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان – با همکاری انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات، ۷(۱)، ۲۰۱-۲۱۳.
- ربیعی، م. شهدی کومله، ع. فرحمندبندری، ع. و جیلانی، م. ۱۳۹۱. مطالعه اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد علوفه در کشت مخلوط شبدر برسیم و جو در شالیزار (گزارش نهایی). رشت: موسسه تحقیقات برنج کشور.
- ربیعی، م. و ابراهیمی، م. ۱۴۰۲. کشت شبدر برسیم به عنوان محصول دوم در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ص ۵۴.
- ربیعی، م. و مدرسی، مصطفی. ۱۴۰۰. زراعت کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ص ۱۱۴.
- ربیعی، م.، جیلانی، م و زمانیان، م. ۱۳۹۳. بررسی سازگاری کشت گونه های شبدر در اراضی شالیزاری استان گیلان، سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- زارع چنیجانی، ع، ۱۳۸۷، بررسی تاریخ کاشت و رقم مناسب کلزا در تناوب با برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، ص ۱۲۳.
- شرکت آب عمران پردیسان، ۱۳۸۷، مطالعه کلیات و تحقیقات انجام‌شده کشت دوم، ص ۱۵۶.
- شعبانپور، م. غلامی، ف. پیمان، ح. ایرانخواه، ه. و رسولی، م. ۱۳۹۹. تأثیر چهار روش خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد شبدر برسیم در کشت دوم زمین‌های شالیزاری. نشریه دانش آب و خاک، ۳۰(۴)، ۱۳۳-۱۴۴.
- مرادی مجد، ن.، فلاح قالهری، غ.، و چترنور، م. ۱۴۰۱. بررسی میزان گسیل گازهای $N_2O$، $CH_4$ و NO از اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: استان خوزستان). هواشناسی کشاورزی، ۱۰(۱)، ۵۴-۴۶.
- مشک بید، ا، ۱۳۸۸، نقش کشت دوم در توسعه اقتصادی روستاهای بخش مرکزی شهرستان صومعه‌سرا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ص ۱۶۱.
- معتمد، م. قربانی پیر علیدهی، ف. و رحیم نژاد بالا گشفه، ز. ۱۴۰۰. تحلیل عوامل مؤثر بر پذیرش کشت کلزا (کشت دوم) در شالیزارهای استان گیلان. علوم ترویج و آموزش کشاورزی. (۲)۱۷: ۱۰-۱. DOR: 20.1001.1.20081758.1400.17.2.1.9.
- نصیری، م. حسینی، ص. و امانی، ر. ۱۳۸۳، تأثیر محصولات کشت دوم (شبدر، سیب‌زمینی، کلزا و کلم) بر روی رشد، عملکرد و اجزای عملکرد برنج. هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- یزدانی، م. ر. قدسی، م. و موسوی، س. ف، ۱۳۸۶، مقایسه نوع و فاصله زهکش‌های سطحی درکشت کلزا پس از زراعت برنج در رشت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. شماره اول، صفحه ۱۱-۱.
- یوسفی، ر. ۱۴۰۳. بررسی وضعیت موجود و تعیین شاخص‌های مکانیزاسیون برنج در نواحی غربی استان گیلان. فصلنامه مطالعات علوم زیست، دوره نهم، شماره ۴، صفحه ۹۴۶۱-۹۴۵۱.
- یوسفی، ر.، حسینی چالشتری، م.، عبادی، ع.، تجددی طلب، ک.، یزدانی، م.، مجیدی، ف.، شکری واحد، ح.، اله قلی‌پور، م.، جلائیان، م.، ربیعی، م.، علی‌پور، ف.، فرح‌دهر، ف.، فرح‌پور حقانی، آ.، خشک‌دامن، م.، فرزین‌پور، ا. ۱۳۹۸. تریتیکاله گیاه مناسب جهت کشت دوم در اراضی شالیزاری. مجله ترویجی شالیزار. ۱(۲): ۴۸-۵۶.