University of Tehran Press

Iranian Journal Agricultural Economics and Development Reasearch

Online ISNN: 2008-4838

Homepage: http://ijaedr.ut.ac.ir/

Economic-environmental study of the symbiosis pattern of rice with fish and duck in Guilan province

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
Received in revised form
Accepted
Published online

Keywords:
Biological control
Fish and duck,
Rice,
Sustainable agriculture

ABSTRACT

Rice is very important in Iran, as it constitutes a major part of people's food. Biological control is a new method to reduce fertilizers and poisons, and rice-fish and rice-fish-duck co-culture is a type of biological control in the world. And the main goal of this research is the economic and environmental study of Tuam crops. In this research, in order to investigate the economic profitability and environmental issues of rice in three types of rice monoculture, combined rice-fish and combined rice-fish-duck cultivation, A total of 361 surveys were conducted across six cities in Gilan province, namely Astana Ashrafieh, Rasht, Soumesara, Lahijan, Foman, and Razvanshahr, during the period of 2022-2023. The sampling approach employed for single rice cultivation involved utilizing the available method, whereas for combined crops, the sampling method utilized was full counting. The findings from the economic indicators consistently demonstrated that mixed crops outperformed single crops in terms of economic measures. This type of cultivation system has a privileged economic role for rural households. And it has long-term benefits. At the same time, focusing on a single rice product has short-term benefits and has no effective and significant benefits in the long term. The results of the study of environmental indicators showed that diesel fuel input is very important and effective in Tuam crops. And this issue should be considered in environmental policies. Also, rice-fish-duck co-culture uses less diesel fuel than rice-fish co-culture, and this is due to the presence of ducks in the farm. And for this reason, it is more superior than rice-fish co-cultivation.

Cite this article: Author, A. A., Author, B. B., & Author, C. C. (year). Article title. Journal Title, 56 (1), 1-20. DOI: http//doi.org/000000000000000000

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/00000000000000000000

مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲- ۵۳، شماره ۳

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۸۵X

Homepage: http://ijaedr.ut.ac.ir/

بررسی اقتصادی–زیست محیطی الگوی هم زیستی کشت توام برنج با ماهی و اردک در استان گیلان

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: این قسمت در هنگام پذیرش مقاله توسط دفتر مجله تکمیل می شود.

تاریخ بازنگری:

تاریخ پذیرش:

تاریخ انتشار:

کلیدواژه‌ها:
برنج، ماهی و اردک، کشاورزی پایدار، کنترل بیولوژیک

چکیده

برنج در ایران اهمیت ویژه‌ای دارد، به‌طوری‌که قسمت عمده‌ای از غذای مردم را تشکیل می‌دهد. کنترل بیولوژیک یک روش نوین برای کم کردن کود و سم می باشد که کشت توام برنج–ماهی و برنج–ماهی–اردک نوعی از کنترل بیولوژیک در دنیا می باشد. هدف اصلی از این پژوهش بررسی اقتصادی و محیط زیستی کشت های توام می باشد. در این پژوهش به منظور بررسی سودآوری اقتصادی و مسائل زیست محیطی برنج در سه نوع کشت تک کشتی برنج، کشت توام برنج–ماهی و کشت توام برنج–ماهی–اردک تعداد ۳۶۱ پرسشنامه در ۶ شهرستان استان گیلان شامل آستانه اشرفیه، رشت، صومعه سرا، لاهیجان، فومن، و شهرستان رضوانشهر در دوره زمانی ۱۴۰۱–۱۴۰۲ تکمیل گردید. روش نمونه گیری برای تک کشتی برنج روش در دسترس و برای کشت های توام تمام شمارشی بوده است. نتایج معیارهای اقتصادی همگی گویای این مسئله بود که کشت های توام نسبت به تک کشتی از نظر معیارهای اقتصادی برتری دارد. این نوع سیستم کشت نقش ممتاز اقتصادی برای خانوارهای روستایی دارد، که دارای سودی مستمر در طول یکسال برای کشاورز است. این در حالی است که تمرکز بر روی تک محصول برنج دارای سودی مقطعی است و در دراز مدت هیچ سود موثر و قابل توجهی ندارد. نتایج بررسی معیارهای زیست محیطی نشان داد که نهاده سوخت دیزل در کشت های توام بسیار مهم و تاثیرگذار می باشد، و بایستی باید در سیاست گذاری ها ی محیط زیستی این مسئله را مد نظر قرار نهاد. همچنین کشت توام برنج–ماهی–اردک نسبت به کشت توام برنج–ماهی از سوخت دیزل کمتری استفاده می کند و این به دلیل حضور اردک در مزرعه می باشد. به همین دلیل برتری بیشتری نسبت به کشت توام برنج–ماهی دارد.

استناد: نام خانوادگی، نام؛ نام خانوادگی، نام؛ و نام خانوادگی، نام (سال). عنوان مقاله. *عنوان مجله*، ۲ (۴)، ۲۰-۱.
DOI: http//doi.org/0000000000000000000000000

CC BY NC

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

نویسندگان.

DOI: http//doi.org/0000000000000000000000000

عزیزان استناد

Extended Abstract

Objective

Rice is one of the oldest crops. And it is the main food of more than half of the world's people. It is also one of the most important crops in the world, which is cultivated in large parts of the world. After wheat, this product is considered to be the most consumed agricultural product in the country and is considered as one of the strategic products of the agriculture sector. Currently, Guilan and Mazandaran are the most important rice growing areas in Iran, which account for 80-82% of domestic rice production. It also constitutes a major part of people's food, especially in the northern provinces. Biological control is a new method to reduce fertilizers and poisons for this crop plant Combined rice-fish and rice-fish-duck cultivation is a type of biological control in the world. And the main goal of this research is the economic and

environmental study of Tuam crops. In this research, in order to investigate the economic profitability and environmental issues of rice in three types of single rice cultivation, combined rice-fish and combined rice-fish-duck cultivation, there are 361 questionnaires in 6 cities of Guilan province, including Astana Ashrafieh, Rasht, Somaesara. , Lahijan, Fuman, and Razvanshahr cities were completed.

Materials and methods

In this research, two documentary and field methods are used to collect information. The main tool used in this research is a questionnaire. This research is a survey research in terms of data collection method and an applied research in terms of purpose. The main data of this research was collected by distributing and completing the questionnaire in 2022-2023. In this research, the cost of production factors and the income from the sale of the product in one hectare are investigated. The contribution of each production factor to the total costs is also determined. Net income, performance index and cost benefit index were also calculated. The LCA approach was also used in the environmental discussion.

Results

The results of the economic indicators were all indicative of the fact that combined crops are superior to single crops in terms of economic indicators. This type of cultivation system has a privileged economic role for rural households. And it has long-term benefits. At the same time, focusing on a single rice product has short-term benefits and has no effective and significant benefits in the long term. The results of the study of environmental indicators showed that diesel fuel input is very important and effective in Tuam crops. And this issue should be considered in environmental policies. Also, rice-fish-duck co-culture uses less diesel fuel than rice-fish co-culture, and this is due to the presence of ducks in the farm. And for this reason, it is more superior than rice-fish co-cultivation.

Conclusion

Finally, it can be said that rice-fish-duck co-cultivation is one of the methods, by using it, rice fields can be used optimally and multi-purpose, and it allows the farmer to produce three crops at the same time in his fields. do If this is done with technical and technical principles, it will be significant in terms of production and income for farmers, and in terms of environment, it can be economical and cause less pollution.

غیر قابل استناد

۱. مقدمه

برنج از قدیمی ترین گیاهان زراعی می باشد، و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است. همچنین به عنوان یکی از مهم ترین محصولات زراعی دنیا می باشد که در بخش های وسیعی از سراسر جهان کشت می شود (*Limouchi & Siadat, 2021*). این محصول پس از گندم پرمصرف ترین محصول زراعی کشور محسوب شده و از تولیدات راهبردی بخش کشاورزی به شمار میرود (*aliakbar baghestany et al, 2020*). در حال حاضر استان های گیلان و مازندران مهمترین مناطق کشت برنج در ایران هستند که ۸۰ الی ۸۲ درصد از تولید برنج در داخل کشور را به عهده دارند (*Agricultural Jahad Organization of Gilan Province, 2022*). امروزه استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی به دلیل تولید فشرده کشاورزی منجر به مشکلات زیست محیطی شدید از جمله آلودگی محیطی، افزایش اسیدی شدن خاک و کاهش بهره وری خاک شده است (*HOU et al, 2023*). علفهای هرز، مهمترین عامل خسارت زا در تولید برنج هستند که در صورت عدم کنترل، خسارت آنها در کشت نشایی به حدود ۷۰ درصد میرسد (*Yaghoubi, 2015*). این مسئله به دلیل آن است که آنها از بخشی از منابع ضروری برای رشد برنج استفاده می کنند. مدیریت علف های هرز در شالیزارها دارای فصلی قابل توجه، دوره وجین کوتاه و مقدار زیادی نیروی کار است که چالش های بیشتری را به همراه دارد (*Zhou et al, 2019*). امروزه تمام شالیزارهای کشور، حداقل از یک علفکش و حدود نیمی از آنها از دو یا چند علفکش استفاده میکنند (*Abadian et al, 2022*). اگرچه در سال های اخیر، بر مصرف سموم در مزارع برنج نظارت بیشتری صورت گرفته است اما همچنان نگرانی از آن برای مصرف کنندگان وجود دارد (*Asadpour et al, 2021*). از آنجایی که نیاز مبرمی به آسیب کمتر کشاورزی به تنوع زیستی وجود دارد، اقدامات حفاظتی در مناظر کشاورزی باید در یک چارچوب جهانی تنوع زیستی مورد بررسی مجدد قرار گیرد (*Wanger et al, 2020*).

کنترل بیولوژیک علف‌های هرز روشی است که ضمن رعایت اصول اکولوژیکی می‌تواند با به‌کارگیری دشمنان طبیعی و عوامل بیماری زای علف هرز، تراکم آن‌ها را در زیر سطح خسارت اقتصادی نگه دارد. یکی از روش های کنترل بیولوژیک کشت های تلفیقی می باشند. سیستم های کشاورزی تلفیقی و کشت توام فرصتی برای کاهش برخی از علائم فوق در رابطه با کودهای شیمیایی ارائه می دهد. این سیستم ها از اصول آگرواکولوژی پدید آمده است که هدف آن افزایش پایداری و بهره وری کشاورزی در عین حفظ محیط زیست می باشد (*Low et al, 2023*). امروزه در کشاورزی پایدار و مدرن، سیستم باید بر مبنای یک استراتژی مدیریت منابع برای نیل به تولید محصولات پایدار و اقتصادی برنامه‌ریزی شود، ضمن اینکه حفاظت از منابع و تضمین کیفیت بالای محیط نیز وجود داشته باشد. حفاظت از تنوع زیستی و اکوسیستم ها یک وظیفه مهم و کلیدی در حفاظت از طبیعت است که با تثبیت شرایط کشاورزی می توان به حفاظت از اکوسیستم ها کمک کرد (*Ivanič Porhajašová & Babošová, 2022*). به همین دلیل امروزه کشت توام از جایگاه خاصی برخوردار است. کشت توام، نقش ممتاز فرهنگی و اقتصادی برای خانوارهای روستایی دارد. سیستم کشت توأم، بهره‌وری بومی و اقتصادی را ارتقاء می‌بخشد و همچنین با استفاده از وجه اشتراکات تغذیه‌ای بین یک یا دو جزء سیستم تولیدی و مدیریت مشترک، منابع آب و خاک را حفظ، و بهره‌برداری بهینه صورت می‌پذیرد. درحالی که تمرکز بر روی تک محصول دارای سود مقطعی می‌باشد، اما در درازمدت هیچ سود موثر و قابل توجهی وجود ندارد (*Bakhshzad Mahmoudi, 1997*).

کشت توام برنج-ماهی و برنج-اردک از جمله این سیستم ها می باشد و لذا هدف از این پژوهش بررسی اقتصادی-زیست محیطی الگوی هم زیستی کشت توام برنج با ماهی و اردک در استان گیلان میباشد. کشت توام کشاورزی و آبزی پروری به عنوان یک راه حل پایدار و مبتنی بر طبیعت برای تولید مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (*M. Liu et al, 2019; Lu & Li, 2006*). این سیستم تولید برنج و ماهی-اردک را در یک مزرعه قرار می دهد که نه تنها از همزیستی متقابل بین برنج و ماهی-اردک برای دستیابی به هدف کشاورزی زیست محیطی استفاده می کند، بلکه می تواند به طور مداوم محصولات غذایی و محصولات آب شیرین تولید کند (*Yuan et al, 2022*). اردک در مزارع برنج با ارائه مکانیزم ای موفق سیستم زراعی را به سمت پایداری در تولید و حفاظت از محیط زیست هدایت می کند و به عنوان یک ابزار قدرتمند در مدیریت تلفیقی عمل می کند (*Shouhui et al, 2006; Hossain et al, 2002; Lu et al, 2005; Kouchaki et al, 2023*). در نهایت اینکه اکوسیستم های کشاورزی پایدار باید از نظر

بیولوژیکی و زیست محیطی متعادل، از نظر فنی قابل مدیریت، از نظر اقتصادی کارآمد و از نظر اجتماعی قابل قبول باشند و هدف باید دستیابی به سازش بین نیازهای زیست محیطی و کارایی اقتصادی باشد (*Ivanič Porhajašová & Babošová, 2022*).

در این بین از میان پژوهش های انجام شده در این زمینه می توان به پژوهش های زیر اشاره کرد. نتایج مطالعه *Mansour Ghanaei-Pashaki et al (2022)* با عنوان تاثیر زراعت برنج توام با اردک بر روند تغییرات معیارهای رشدی، فتوسنتز و بهره وری آب، نشان داد که به طور کلی اردک با کنترل مناسب علفهای هرز در مزرعه با تحرک و منقار زدن خود (موجب گلآلود شدن آب) و همچنین با اضافه کردن فضولات به شالیزار موجب افزایش رشد و نمو و بهبود شرایط رقابتی برنج شده و در نهایت باعث افزایش عملکرد برنج می گردد.*Haqdoost Manjili et al (2015)* اثرات اقتصادی–اجتماعی توسعه کشت توأم برنج و ماهی در استان گیلان را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که مهمترین اثرات توسعه ای کشت توام برنج و ماهی در استان گیلان عبارت بودند از : ایجاد توزان در رژیم غذایی به دلیل تهیه پروتئین ماهی، کاهش مصرف کود و سم در کشت توام نسبت به تک کشتی، صرفه جویی در منابع آب و کاهش نیروی کارگر مورد نیاز برای وجین مزرعه بود. *Ren et al (2023)* نیز سیستم کشت تلفیقی برنج و ماهی را در چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج اصلی پژوهش نشان داد که این سیستم باعث افزایش حاصلخیزی خاک شالیزاری می‌شود. *Gao et al (2023)* نیز دریافتند سیستم کشت توام برنج و اردک با توجه به سود اقتصادی بالاتر، ردپای کربن هم به ازای هر واحد سود اقتصادی کاهش می دهد. مطالعات *Yan et al (2023)* در رابطه با کشت های توام نشان داد که عملکرد و کیفیت برنج، درآمد کشاورزان و سودهای زیست محیطی در این نوع کشت بهبود می یابد.

با توجه به آن‌چه که بیان گردید و بررسی مطالعات انجام شده بر روی کشت توام برنج و ماهی–اردک در ایران می تواند گام مهمی در راستای کنترل آلودگی ها، حفاظت از محیط زیست و افزایش کارایی اقتصادی باشد و همچنین از این حیث این مطالعه می تواند ضروری می باشد. همچنین در ایران مطالعه ای یافت نشد که همزمان به مقایسه سه کشت تک کشتی برنج، کشت توام برنج–ماهی و کشت توام برنج–ماهی–اردک هم از منظر اقتصادی و هم از حیث محیط زیستی بپردازد و لذا این مطالعه می تواند از این نظر دارای نوآوری باشد. لازم به ذکر است که سوال اصلی این پژوهش این می باشد که این سه سیستم کشت از منظر اقتصادی و محیط زیستی چه تفاوت هایی با هم دارند.

۲. روش‌شناسی پژوهش

به منظور بررسی سودآوری اقتصادی با توجه به حجم عملیات فنی مورد نیاز، محدودیت منابع موجود و هزینه ها می بایست به کمک معیارهای اقتصادی نسبت به برآورد هزینه ها و درآمدها اقدام شود. یک کشاورز به دنبال کشت محصولی است که درآمد بیشتری از زمین خود داشته باشد. کمک به یک کشاورز جهت انتخاب کشت محصولی با الگوی کشت مناسب با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی قابل دسترس می تواند نقش بسزایی در کاهش هزینه ها و بالا بردن درآمد یک کشاورز ایفا کند. در این پژوهش درآمد ناخالص با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود. که شامل درآمد حاصل از تولید برنج، تولید برنج نیم دانه، تولید پوسته برنج، و تولید کاه و کلش می باشد. برای کشت های توام درآمد حاصل از فروش ماهی و اردک به آن اضافه می گردد.

$$GV_i = Y_i * P_i \qquad \text{رابطه ۱)}$$

به منظور بررسی سودآوری اقتصادی برنج در سه نوع کشت نیاز به بررسی هزینه عوامل تولید و درآمد حاصل از فروش محصول در یک هکتار می باشد. سهم هر یک از عوامل تولید از کل هزینه ها نیز مشخص خواهد شد. هزینه تولید محاسبه شده شامل هزینه های متغیر و ثبت نهاده های به کار رفته می باشد. هزینه ثابت هزینه ای است که در کوتاه مدت با تغییرات سطح تولید تغییر نمیکند. مانند هزینه اجاره، بیمه، استهلاک ماشین. هزینه متغیر هزینه ای که با توجه به حجم محصول تغییر می کند. مانند هزینه های خرید نهاده های تولید، دستمزد نیروی کار و ... می باشد (*Kupahi, 2006*). برای ارزیابی اقتصادی تولید برنج در سه سیستم کشت، ابتدا هزینه نهاده های مصرفی در فرآیند تولید محاسبه می شود، سپس هزینه های متغیر، ثابت و کل هزینه های تولید بر واحد سطح محاسبه خواهند شد. هزینه های متغیر شامل هزینه نیروی انسانی، هزینه ماشین های کشاورزی و تعمیر و

نگهداری ماشینها، هزینه سوخت، هزینه سموم شیمیایی، هزینه کودهای شیمیایی و دامی، هزینه ی آب مصرفی و هزینه الکتریسیته و ... خواهد بود. هزینه کل (*TC*)[1]از مجموع هزینه ثابت (اجاره‌بها زمین) و متغیر بدست می‌آید که هزینه متغیر شامل هزینه سموم، کود شیمیایی و حیوانی، نیروی انسانی، ماشین، الکتریسیته، سوخت، بذر و ... می‌باشد (*Kupahi, 2006*). درآمد خالص (*NI*[2]) و عملکرد نیز از طریق فرمول های زیر مورد محاسبه قرار می گیرند.

$$NI = \text{Total production value} - \text{Total cost of production}$$ رابطه ۲)

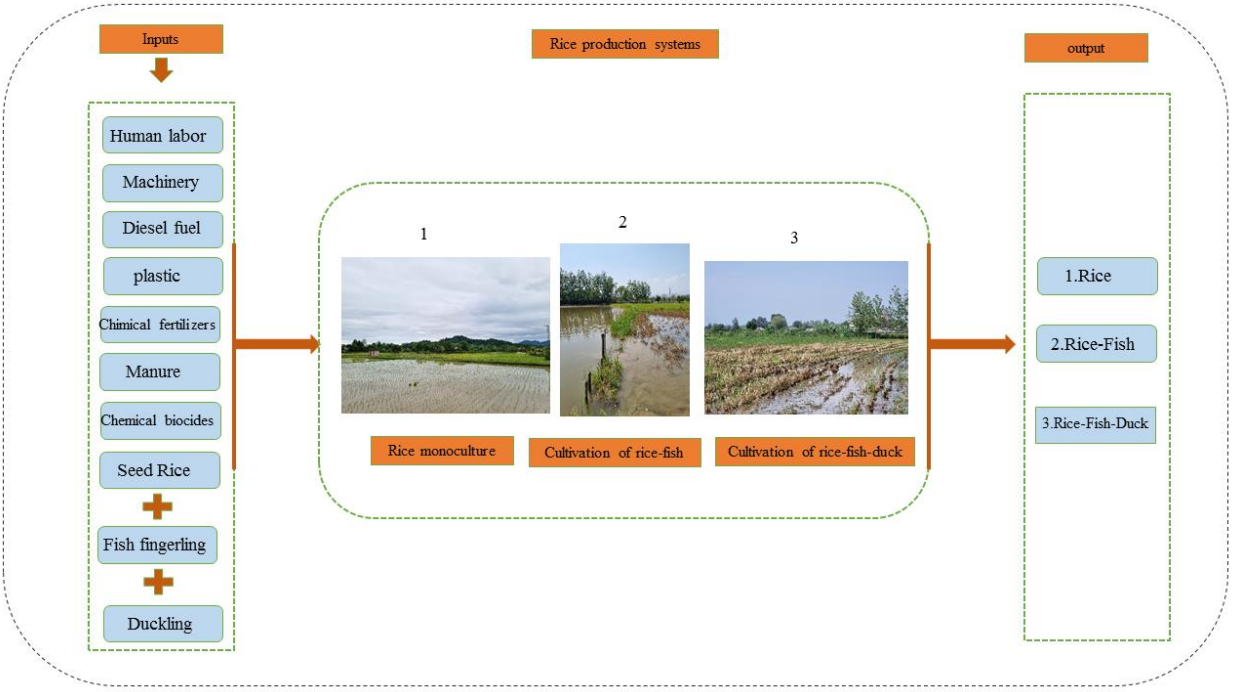
$$F = \frac{Total\ of\ production\ (kg)}{ha}$$ رابطه ۳)

نسبت فایده به هزینه (*BC*) عبارت است از نسبت ارزش ناخالص محصول بر هزینه کل تولید می‌باشد. که با توجه به رابطه ۴ محاسبه می‌شود (*Kuswardhani et al, 2013*).

$$BC_i = \frac{GV_i}{TC_i}$$ رابطه ۴)

پس از بررسی اقتصادی سیستم های کشت، به بررسی اثرات زیست محیطی با استفاده از روش *LCA* در سه سیستم کشت پرداخته می شود. ارزیابی چرخه زندگی (*LCA*)[3]با توجه به تعریف استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰، عبارت از روشی است که در آن کلیه اثرات زیست‌محیطی مرتبط با یک محصول، در کل چرخه زندگی آن، از مرحله استخراج مواد خام تا تولید، مصرف، بازیافت، ضایعات حاصل و در نهایت دفع آن از ارزیابی می‌شود (*Kaab et al, 2019; Mostashari-Rad et al, 2020*). یکی از اقدامات مهم و الزامی در مرحله تعیین هدف و دامنه، انتخاب مرز سامانه[4] است (*Khoshnevisan et al, 2013*). تمرکز این مطالعه بر روی مرحله تولید و فرآیندهای صورت گرفته درون مزرعه گذاشته‌شده و اصطلاحاً دروازه مزرعه به‌عنوان مرز سامانه تعیین‌شده است. روش محاسبه اثرات زیست‌محیطی تولید محصول بر اساس روش *ReCiPe 2016* انتخاب گردیده است (*Mostashari-Rad et al, 2020*). با استفاده از این روش، ۳ نقطه نهایی سلامت انسان[5]، منابع[6] و اکوسیستم‌ها[7]موردبررسی قرار خواهد گرفت. سلامت انسان با واحد (*DALY*) یا در واقع یک خسارت برابر است با فقدان ۱ سال زندگی یک نفر یا ۱ نفر ۴ سال از زندگی خود را با معلولیت ۲۵ درصد طی کند می‌باشد. اکوسیستم با واحد (*species.yr*) نشان از ناپدید شدن همه گونه‌ها از ۱ متر مربع در طول یک سال می‌باشد. واحد منابع نیز (*USD 2013*) می‌باشد که نشان از ارزش اقتصادی منابع بر حسب دلار می‌باشد. این روش ۱۷ نقطه میانی (*Midpoint*) در پایان این بخش با بی‌بعد کردن هر سه معیار و جمع آن‌ها معیار آسیب وزن دهی شده (*Total weighted damage*) بدست خواهد آمد که این مقدار نماینده بخش *LCA* می‌باشد. به‌منظور انجام محاسبات ارزیابی چرخه زندگی از نرم‌افزار *SimaPro V. 8.0.3* همچنین جهت نگارش و رسم اشکال نیز از نرم‌افزار آفیس استفاده خواهد شد.

[1] . Total cost of production
[2] . net income
[3]. Life Cycle Assessment
4.System boundary
[5]. Human health
[6]. Resource shortage
[7]. Ecosystems



شکل ۱. مرز سامانه مورد مطالعه در سه سیستم کشت برنج در استان گیلان

در این پژوهش برای گردآوری اطلاعات، از دو روش اسنادی و میدانی استفاده شده است. ابزار اصلی مورد استفاده در پژوهش حاضر پرسشنامه می باشد. این تحقیق از لحاظ روش گردآوری داده ها، از نوع تحقیقات پیمایشی و از لحاظ هدف، از نوع کاربردی است. داده های اصلی این پژوهش با توزیع و تکمیل پرسشنامه در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲ گردآوری شده است. در این تحقیق به منظور نمونه گیری، ابتدا از روش نمونه گیری خوشه ای استفاده شد. به این صورت که ابتدا شهرستان هایی که دارای بیشترین سطح زیر کشت توام برنج-ماهی و برنج-ماهی-اردک بوده اند انتخاب و سپس طبقه بندی شده و درون هر طبقه با توجه به شمار نمونه محاسبه شده در طبقه مورد نظر به روش نمونه گیری در دسترس برای تک کشتی برنج گزینش شدند. برای دو کشت توام برنج-ماهی و برنج-ماهی-اردک نیز درون هر طبقه از روش تمام شمارشی استفاده شد. همچنین برای محاسبه حجم نمونه انجام شده برای تک کشتی برنج از فرمول کوکران استفاده شد. منطقه مورد مطالعاتی در نظر گرفته شده در این پژوهش استان گیلان می باشد. در این پژوهش برای بررسی اهداف تعیین شده، ۶ شهرستان استان گیلان بر اساس آمار کشت توام برنج-ماهی-اردک در این استان انتخاب شدند. این ۶ شهرستان شامل آستانه اشرفیه، رشت، صومعه سرا، لاهیجان، فومن، و شهرستان رضوانشهر می باشند. در این شهرستان ها تعداد ۷۰ مزرعه کشت توام وجود دارد که ۴۵ مزرعه آن دارای کشت توام برنج-ماهی و ۲۵ مزرعه آن دارای کشت توام برنج-ماهی-اردک می باشد که با کلیه آنها مصاحبه انجام و پرسشنامه تکمیل گردید. همچنین لازم به ذکر است که در این شهرستان ها تعداد ۲۹۱ پرسشنامه جهت بررسی سیستم تک کشتی برنج تکمیل شده است.

۳. یافته های پژوهش

جدول شماره (۱) مقایسه میزان تحصیلات افراد در سه سیستم کشت مورد بررسی می باشد. همانطور که مشاهده می شود درصد افرادی که دارای تحصیلات دیپلم و بالاتر از آن هستند در سیستم های کشت توام نسبت به تک کشتی بیشتر هستند. همچنین جدول شماره (۲) میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات دو متغیر سن و سطح زیر کشت را برای هر سه سیستم کشت نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که برای سه سیستم تک کشتی برنج، کشت توام برنج-ماهی و کشت توام برنج-ماهی-اردک میانگین سنی به ترتیب ۴۷، ۴۰ و ۴۲ سال بوده است. برای تک کشتی برنج حداقل سن ۲۵ سال و حداکثر ۷۱ سال، برای سیستم کشت توام برنج-ماهی حداقل سن ۳۳ سال و حداکثر ۵۹ سال، و برای سیستم کشت توام برنج-ماهی-اردک حداقل سن ۳۵ سال و حداکثر آن ۵۸ سال می باشد. همانطور که مشاهده می شود میانگین سنی نیز برای کشت های توام پایینتر می باشد.

جدول ۱. مقایسه تحصیلات در سه سیستم کشت مورد مطالعه

نوع سیستم کشت	تحصیلات	فراوانی	درصد
تک کشتی برنج	زیر دیپلم	۱۹۳	۶۶/۳۲
	دیپلم	۸۲	۲۸/۱۸
	تحصیلات دانشگاهی	۱۶	۵/۵
جمع		۲۹۱	۱۰۰
کشت توام برنج-ماهی	زیر دیپلم	۲۲	۴۸/۸۹
	دیپلم	۱۹	۴۲/۲۲
	تحصیلات دانشگاهی	۴	۸/۸۹
جمع		۴۵	۱۰۰
کشت توام برنج-ماهی-اردک	زیر دیپلم	۱۲	۴۸
	دیپلم	۱۱	۴۴
	تحصیلات دانشگاهی	۲	۸
جمع		۲۵	۱۰۰

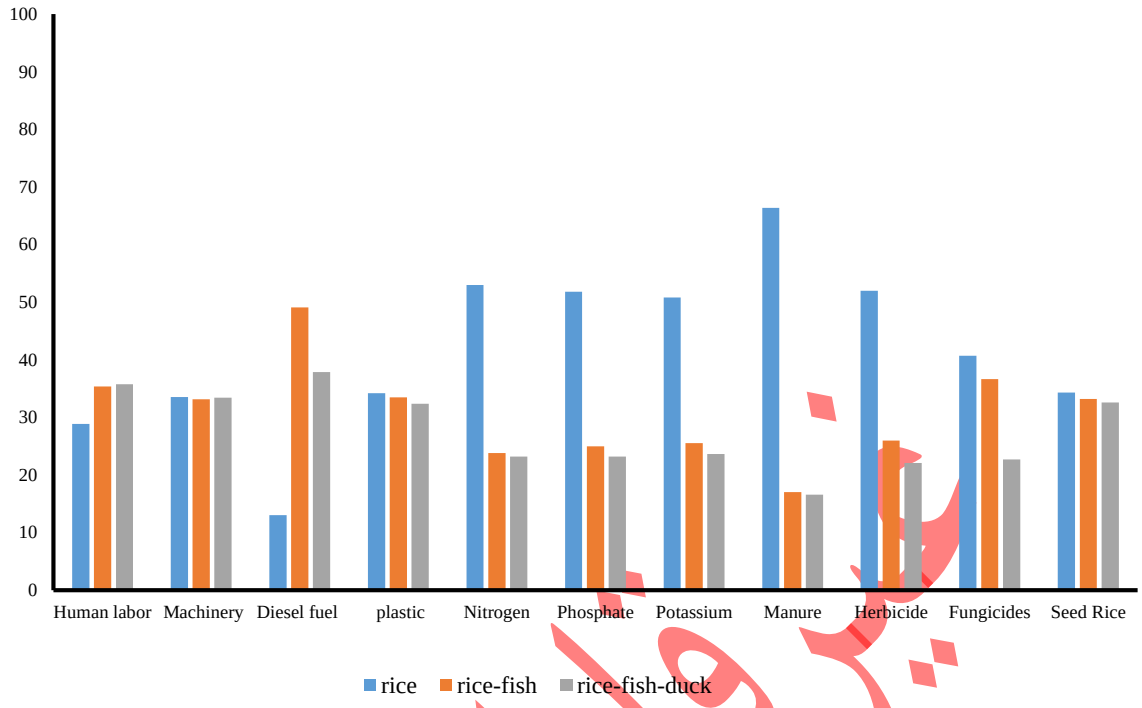
ماخذ: یافته های تحقیق

جدول ۲. متغیر سن و سطح زیر کشت در سه سیستم کشت مورد مطالعه

نوع سیستم کشت	متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
تک کشتی برنج	سن (تعداد سال)	۴۷	۲۵	۷۱	۹/۸۲	۰/۲
	سطح زیر کشت (هکتار)	۰/۸	۰/۲۵	۲	۰/۳	۰/۴
کشت توام برنج-ماهی	سن(تعداد سال)	۴۰	۳۳	۵۹	۷/۸	۰/۱۶
	سطح زیر کشت (هکتار)	۱	۰/۵	۲	۰/۴۵	۰/۴۱
کشت توام برنج-ماهی-اردک	سن(تعداد سال)	۴۲	۳۵	۵۸	۶/۷۲	۰/۱۴
	سطح زیر کشت (هکتار)	۰/۹	۰/۵	۱/۵	۰/۲۹	۰/۳

ماخذ: یافته های تحقیق

نمودار شماره (۱) مقدار استفاده از نهاده های مشترک را برای سه سیستم کشت نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود در اکثر نهاده ها روند میزان مصرف از تک کشتی به سمت کشت توام برنج-ماهی و کشت توام برنج-ماهی-اردک کاهشی است. بیشترین مقدار کاهش مربوط به نهاده کودهای دامی با ۴۹/۳۶ درصد می باشد. به ترتیب نهاده های کود نیتروژن و علف کش ها نیز با درصدهای ۲۹/۱۶ و ۲۶/۰۳ بیشترین میزان کاهش را با تغییر کشت از تک کشتی به کشت توام برنج-ماهی داشته اند. برای تغییر سیستم کشت از تک کشتی برنج به کشت توام برنج-ماهی-اردک نیز بیشترین میزان نهاده های مصرفی که کاهش یافته اند به ترتیب شامل کودهای دامی، علف کش ها و کود نیتروژن با درصد های ۴۹/۸۲، ۲۹/۹۲ و ۲۹/۷۹ می باشند. همانطور که مشاهده می شود این درصدهای کاهش برای تغییر سیستم کشت از تک کشتی برنج به کشت توام برنج-ماهی-اردک بیشتر از تغییر کشت از تک کشتی برنج به کشت توام برنج-ماهی می باشد. نتایج نیز نشان داد که تغییر این سیستم کشت ها، تنها برای دو نهاده نیروی کار و سوخت های دیزلی افزایشی است. به این ترتیب که نهاده نیروی کار به ترتیب برای کشت های توام برنج-ماهی و برنج-ماهی-اردک ۶/۵۲ و ۶/۹۰ درصد و نهاده سوخت های دیزلی نیز به ترتیب ۳۶/۰۹ و ۲۴/۸۶ درصد افزایش می یابد. نکته قابل توجه این مسئله است که درصد افزایش سوخت دیزلی کشت توام برنج-ماهی-اردک نسبت به کشت توام برنج-ماهی کمتر می باشد. این مسئله به دلیل وجود اردک در این سیستم کشت می باشد که بخشی از وظیفه هوادهی برای ماهی را به عهده می گیرد. همچنین نکته دیگر قابل توجه اختلاف بسیار زیاد کاهش در نهاده هایی از قبیل کودهای شیمیایی و دامی و سموم قارچ کش و علف کش برای کشت های توام علی الخصوص کشت توام برنج-ماهی-اردک می باشد.



نمودار ۱. درصد استفاده از نهاده ها در هر سه سیستم کشت

در این بخش به بررسی معیارها و فاکتورهای مهم اقتصادی در هر سه سیستم کشت در یک هکتار پرداخته می شود. که شامل درآمد کل (ریال)، هزینه های ثابت و متغیر (ریال)، کل هزینه تولید (ریال)، درآمد خالص (*NI*) (ریال)، عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) و نسبت فایده به هزینه می باشد و نتایج آن در جدول شماره (۳) گزارش شده است. نتایج نشان داد که درآمد کل در هر یک هکتار برای سیستم تک کشتی برنج ۱،۹۹۰،۶۸۱،۰۱۰ ریال می باشد. که شامل درآمد حاصل از تولید برنج، تولید برنج نیم دانه، تولید پوسته برنج، و تولید کاه و کلش می باشد. برای کشت توام برنج–ماهی درآمد حاصل از فروش ماهی به درآمدهای حاصل از برنج اضافه می گردد و به این صورت می باشد که درآمد کل ۱۰،۲۵۴،۲۱۸،۱۵۰ ریال به ازای یک هکتار زمین زراعی برنج که ۲۰۰۰ متر آن استخر پرورش ماهی است، می باشد. که از این درآمد مبلغ ۷،۹۳۷،۰۳۷،۰۴۰ ریال سهم ماهی (۷۷/۴۰ درصد) و ۲،۳۱۷،۱۸۱،۱۱۰ ریال سهم برنج (۲۲/۶۰ درصد) است. در کشت توام برنج–ماهی–اردک درآمد اردک نیز به سایر درآمدها اضافه می شود و مجموع آن به ۱۲،۳۰۲،۶۸۲،۹۷۰ ریال برای یک هکتار زمین زراعی و ۲۰۰۰ متر استخر پرورش ماهی می رسد. که ۲،۴۰۵،۰۸۲،۹۷۰ ریال سهم برنج (۱۹/۵۵ درصد)، ۹،۱۷۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال سهم ماهی (۷۴/۵۴ درصد)، و ۷۲۷،۶۰۰،۰۰۰ ریال سهم اردک (۵/۹۱ درصد) می باشد. به طور کلی نتایج نشان داد که درآمد کل سیستم کشت توام برنج–ماهی ۳۳/۶۶ درصد و سیستم کشت توام برنج–ماهی–اردک ۴۲ درصد نسبت به تک کشتی برنج افزایش داشته است. مجموع هزینه های ثابت تک کشتی برنج در هر هکتار ۳۵،۰۰۴،۱۸۰ ریال می باشد که این هزینه ثابت شامل هزینه اجاره زمین می شود. برای کشت توام برنج–ماهی در هر هکتار ۳۳۹،۰۳۴،۵۹۰ ریال می باشد. که مبلغ ۸۸،۴۶۷،۹۳۰ ریال برای برنج (۲۶/۰۹ درصد) و مبلغ ۲۵۰،۵۶۶،۶۷۰ ریال برای ماهی (۷۳/۹۱ درصد) هزینه ثابت می شود. که هزینه ثابت برای پرورش ماهی نیز شامل هزینه فنس و حصار کشی، هزینه احداث استخر، هزینه خرید پمپ آب می باشد.

هزینه ثابت برای یک هکتار کشت توام برنج–ماهی–اردک ۲۶۹،۷۴۴،۷۶۰ ریال می باشد. که سهم هزینه ای ثابت برای برنج و اردک صفر می باشد. به دلیل اینکه در این کشت افراد زمین های اجاره ای نداشتند و مالک بودند و لذا سهم هزینه ی ثابت برای محصول برنج در این سیستم کشت صفر بوده است. همچنین لازم به ذکر است که محصول اردک نیز شامل هیچ هزینه ثابتی نبوده و تمام هزینه ها برای تولید این محصول متغیر می باشد.

دلیل کاهش هزینه ثابت کشت توام برنج-ماهی-اردک نسبت به کشت توام برنج-ماهی نیز همین مسئله می باشد. مجموع هزینه متغیر برای تک کشتی برنج برای هر هکتار ۶۷۶،۰۲۲،۲۷۰ ریال، برای کشت توام برای هر هکتار ۱،۴۲۵،۳۲۷،۲۲۰ ریال (۴۲/۵۷ درصد سهم برنج و ۵۷/۴۳ درصد سهم ماهی) و برای کشت توام برنج-ماهی-اردک برای هر هکتار ۱،۵۵۰،۹۹۲،۳۰۰ ریال (۳۷/۳۱ درصد سهم برنج، ۵۸/۴۳ درصد سهم ماهی، ۱۳/۵۲ درصد سهم اردک) می باشد. کل هزینه تولید برای تک کشتی برنج برای هر هکتار ۷۱۱،۰۲۶،۴۵۰ ریال، برای کشت توام برنج-ماهی در هر هکتار ۱،۷۶۴،۳۶۱،۸۱۰ ریال (۳۹/۴۰ درصد سهم برنج، ۶۰/۶۰ درصد سهم ماهی)، و برای کشت توام برنج-ماهی-اردک در هر هکتار ۱،۸۲۰،۷۳۷،۰۷۰ ریال (۳۱/۷۸ درصد سهم برنج، ۶۴/۵۸ درصد سهم ماهی، ۱۱/۵۲ درصد سهم اردک) می باشد. در نهایت نتایج نشان داد که کل هزینه تولید کشت توام برنج-ماهی ۲۴/۵۱ درصد و کشت توام برنج-ماهی-اردک ۲۵/۸۳ درصد نسبت به حالت تککشتی برنج افزایش داشته است. درآمد خالص (*NI*) (سود) نشان داد برای تک کشتی برنج در هر یک هکتار ۱،۲۷۹،۶۵۴،۵۶۰ ریال ، برای کشت توام برنج-ماهی ۸،۴۸۹،۸۵۶،۳۳۰ ریال (۱۹/۱۱ درصد سهم برنج، ۸۰/۸۹ درصد سهم ماهی)، و برای کشت توام برنج-ماهی-اردک ۱۰،۴۸۱،۹۴۵،۹۰۰ ریال (۱۷/۴۲ سهم برنج، ۷۶/۲۷ سهم ماهی، ۴/۹۴ سهم اردک) سود حاصل شده می باشد. در نهایت سود حاصل شده از کشت توام برنج-ماهی ۳۵/۶۰ درصد و برای کشت توام برنج-ماهی-اردک ۴۵/۴۴ درصد نسبت به حالت تک کشتی افزایش داشته است. معیار عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) نشان داد که عملکرد محصول برنج (شلتوک) در تک کشتی برنج، کشت توام برنج-ماهی، و کشت توام برنج-ماهی-اردک به ترتیب برابر ۳۵۴۴، ۴۱۱۲، و ۴۱۷۶ کیلوگرم بر هکتار می باشد. به این ترتیب عملکرد در کشت توام برنج-ماهی ۴/۸۰ درصد و در کشت توام برنج-ماهی-اردک ۵/۳۴ درصد نسبت به تک کشتی افزایش یافته است. معیار نسبت فایده به هزینه نیز نشان داد که در تک کشتی برنج، کشت توام برنج-ماهی، و کشت توام برنج-ماهی-اردک به ترتیب ۲/۸۶، ۵/۸۳، و ۶/۹۷ می باشد. که این معیار نیز در کشت توام برنج-ماهی ۱۸/۷۵ درصد، و در کشت توام برنج-ماهی-اردک ۲۵ درصد نسبت به حالت تک کشتی برنج افزایش داشته است.

جدول ۳. معیارهای اقتصادی مورد بررسی برای هر سه سیستم کشت

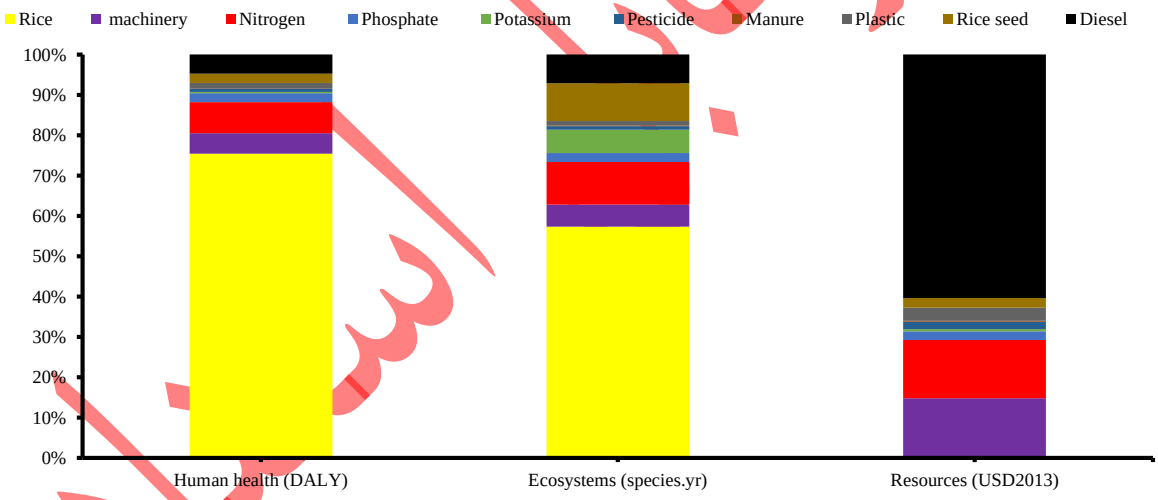
معیارهای مورد بررسی	تک کشتی برنج	کشت توام برنج-ماهی			کشت توام برنج-ماهی-اردک			
	برنج	برنج	ماهی	کل	برنج	ماهی	اردک	کل
درآمد کل (ریال)	۱،۹۹۰،۶۸۱،۰۱۰	۲،۳۱۷،۱۸۱،۱۱۰	۷،۹۳۷،۰۳۷،۰۴۰	۱۰،۲۵۴،۲۱۸،۱۵۰	۲،۴۰۵،۰۸۲،۹۷۰	۹،۱۷۰،۰۰۰،۰۰۰	۷۲۷،۶۰۰،۰۰۰	۱۲،۳۰۲،۶۸۲،۹۷۰
مجموع هزینه ثابت (ریال)	۳۵،۰۰۴،۱۸۰	۸۸،۴۶۷،۹۳۰	۲۵۰،۵۶۶،۶۷۰	۳۳۹،۰۳۴،۵۹۰	۰	۲۶۹،۷۴۴،۷۶۰	۰	۲۶۹،۷۴۴،۷۶۰
مجموع هزینه متغیر (ریال)	۶۷۶،۰۲۲،۲۷۰	۶۰۶،۷۲۰،۹۳۰	۸۱۸،۶۰۶،۳۰۰	۱،۴۲۵،۳۲۷،۲۲۰	۵۷۸،۶۱۹،۷۳۰	۹۰۶،۱۷۳،۵۲۰	۲۰۹،۷۳۰،۴۸۰	۱،۵۵۰،۹۹۲،۳۰۰
کل هزینه تولید (*TC*) (ریال)	۷۱۱،۰۲۶،۴۵۰	۶۹۵،۱۸۸،۸۵۰	۱،۰۶۹،۱۷۲،۹۶۰	۱،۷۶۴،۳۶۱،۸۱۰	۵۷۸،۶۱۹،۷۳۰	۱،۱۷۵،۹۱۸،۲۹۰	۲۰۹،۷۳۰،۴۸۰	۱،۸۲۰،۷۳۷،۰۷۰
درآمد خالص (*NI*) (ریال)	۱،۲۷۹،۶۵۴،۵۶۰	۱،۶۲۱،۹۹۲،۲۶۰	۶،۸۶۷،۸۶۴،۰۷۰	۸،۴۸۹،۸۵۶،۳۳۰	۱،۸۲۶،۴۶۳،۲۴۰	۷،۹۹۴،۰۸۱،۷۱۰	۵۱۷،۸۶۹،۵۲۰	۱۰،۴۸۱،۹۴۵،۹۰۰

جهاد دانشگاهی استان گیلان

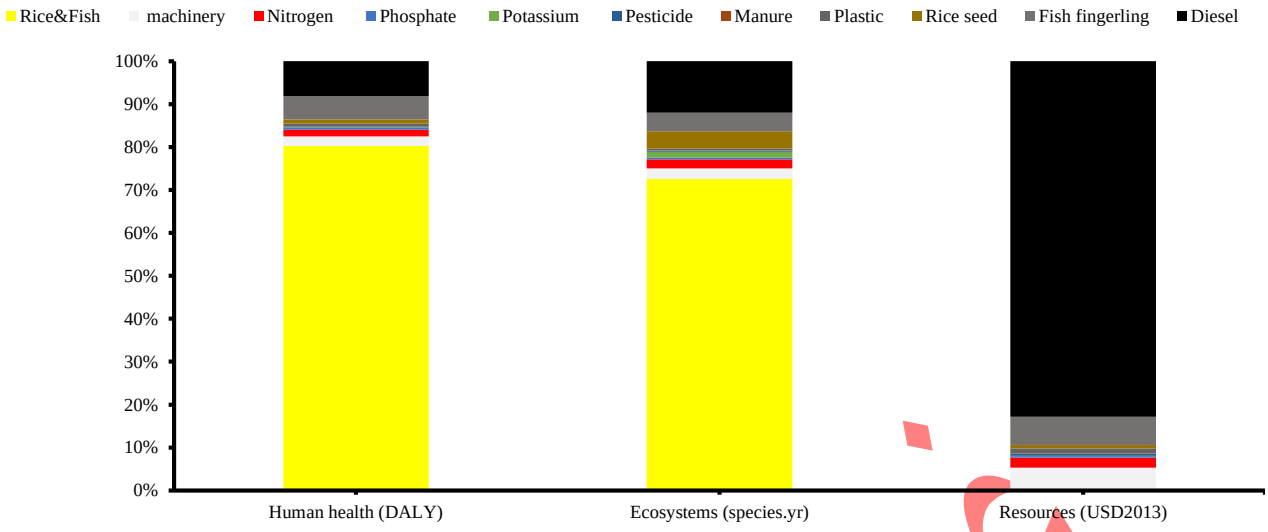
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	۳،۵۴۴	۴،۱۱۲	۴،۱۷۶
نسبت فایده به هزینه (*B/C*)	۲/۸۶	۵/۸۳	۶/۹۷

ماخذ: یافته های تحقیق

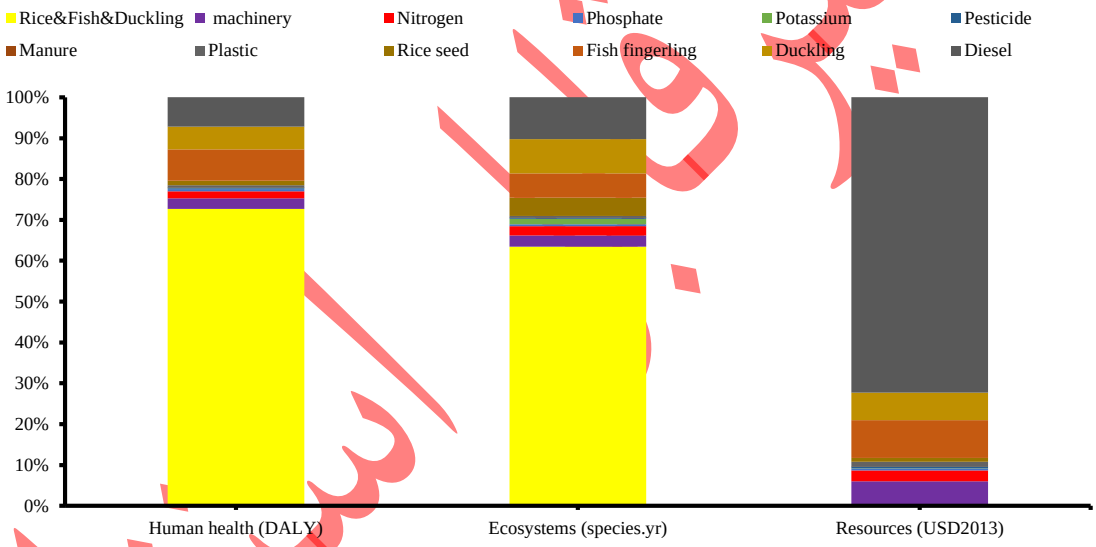
نتایج بخش معیارهای نهایی زیست محیطی نشان داد که برای تک کشتی برنج برای دو بخش سلامت انسان و اکوسیستم انتشارات مستقیم بیشترین تاثیر را داشته است و پس از آن کود نیتروژن مصرف شده، ماشین آلات و سوخت دیزل در جایگاه بعدی تأثیر قرار دارند. در بخش منابع نیز بیشترین اثر مخرب به ترتیب در سوخت دیزلی می باشد که بیش از ۵۰ درصد را شامل می شود. بیشترین عامل تخریب به منابع پس از سوخت های دیزلی در ماشین آلات، کود نیتروژن و پلاستیک مشاهده شد (نمودار ۲). بررسی معیارهای نهایی زیست محیطی برای کشت توام برنج–ماهی نشان داد که در بخش معیار سلامت انسان با ۸۰/۲۶ درصد و برای معیار اکوسیستم با ۷۲/۵۹ درصد انتشارات مستقیم بیشترین خسارت را وارد می کند و در بخش منابع سوخت های دیزلی با ۸۲/۷۹ درصد و با اختلاف بسیاری از دیگر نهاده ها بیشترین خسارت را دارد (نمودار ۳). همچنین برای کشت توام برنج–ماهی–اردک نیز همانند دو سیستم کشت قبلی برای معیارهای سلامت انسان و اکوسیستم انتشارات مستقیم به ترتیب با حدود ۷۲ درصد و حدود ۶۳ درصد بیشترین اثر مخرب را دارد و برای بخش منابع مصرف سوخت های دیزلی با ۷۲/۳۱ درصد بیشترین اثر را دارد (نمودار ۴).



نمودار ۲. معیار نهایی خسارت در سه بخش سلامت انسان، اکوسیستم و منابع برای سیستم تک کشتی برنج

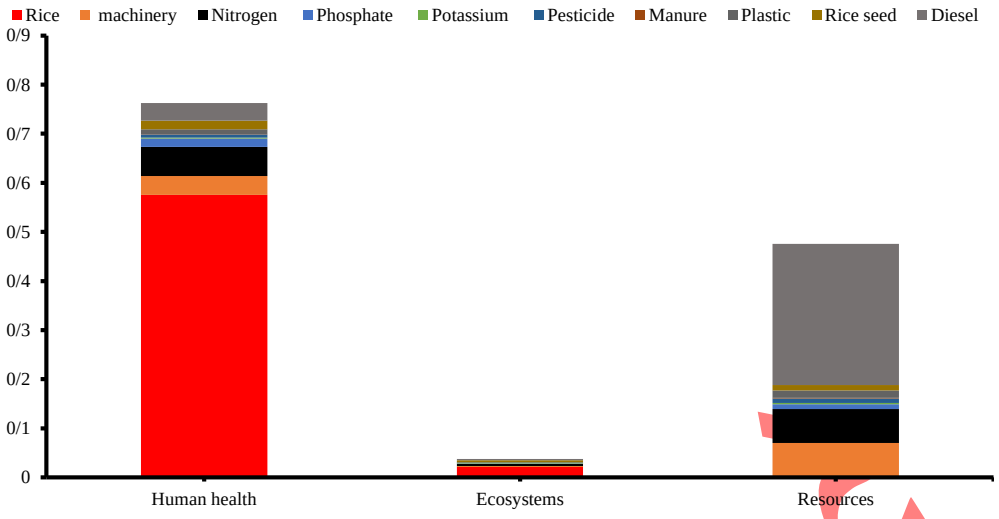


نمودار ۳. معیار نهایی خسارت در سه بخش سلامت انسان، اکوسیستم و منابع برای سیستم کشت توام برنج-ماهی

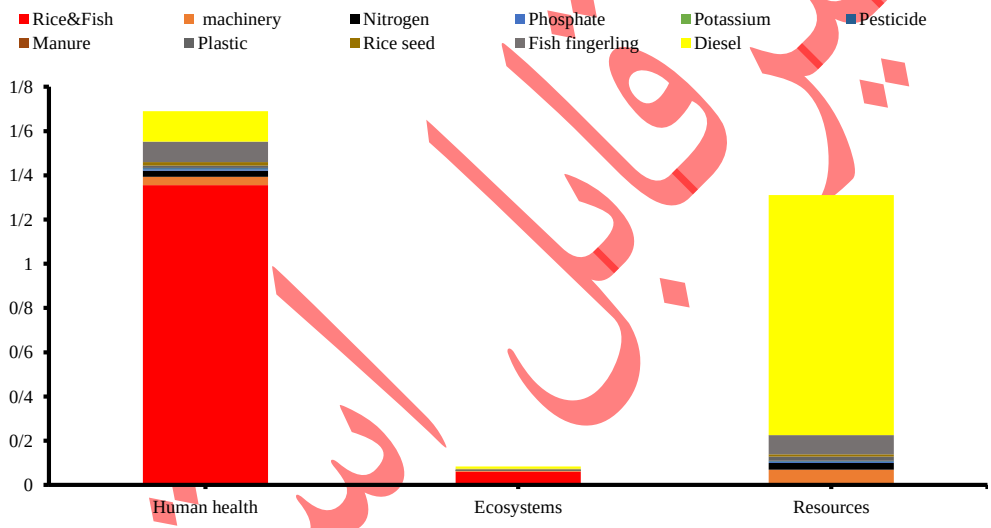


نمودار ۴. معیار نهایی خسارت در سه بخش سلامت انسان، اکوسیستم و منابع برای سیستم کشت توام برنج-ماهی-اردک

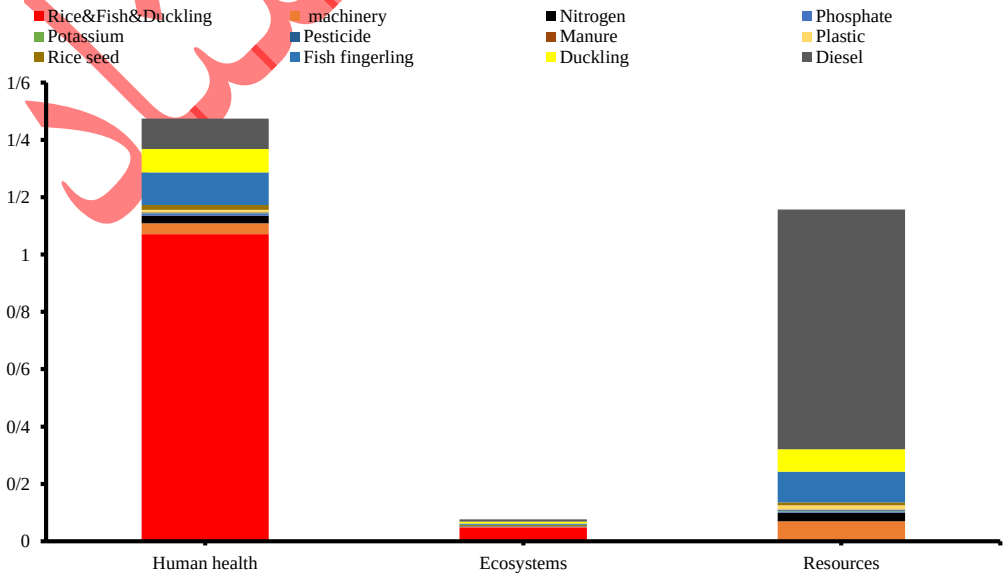
امکان مقایسه هر سه معیار را به طور همزمان، برای هر یک از سیستم های کشت می دهد. نتایج بخش نرمال سازی معیار ها نشان داد که در هر سه کشت بیشترین آسیب به معیار سلامت، سپس به معیار منابع و بعد به معیار اکوسیستم وارد می شود. درصد تخریب برای دو معیار سلامت انسان و اکوسیستم، به ترتیب با تغییر سیستم کشت از تک کشتی برنج به سمت کشت توام برنج-ماهی و برنج-ماهی-اردک کمتر می شود. به عبارتی کشت توام برنج-ماهی-اردک کمترین درصد تخریب را برای دو معیار سلامت انسان و اکوسیستم داشته است. در نتیجه فقط برای معیار منابع می باشد که با این تغییر سیستم از تک کشتی به سمت کشت های توام این تخریب ها افزایش می یابد. در قسمت قبل بررسی شد که در معیار منابع برای سیستم کشت های توام سوخت دیزلی بیشترین تاثیر را داشته است، و حتما باید این مسئله را در سیاست گذاری ها و پیشنهادها در نظر گرفته شود.



نمودار ۵. معیارهای نهایی نرمال سازی شده در سه بخش سلامت انسان، اکوسیستم و منابع برای سیستم تک کشتی برنج



نمودار ۶. معیارهای نهایی نرمال سازی شده در سه بخش سلامت انسان، اکوسیستم و منابع برای سیستم کشت توام برنج-ماهی



نمودار ۷. معیارهای نهایی نرمال سازی شده در سه بخش سلامت انسان، اکوسیستم و منابع برای سیستم کشت توام برنج-ماهی-اردک

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل بخش اقتصادی نیز نشان داد که در نهایت معیار درآمد خالص (*NI*) برای کشت توام برنج-ماهی ۳۵/۶۰ درصد و برای کشت توام برنج-ماهی-اردک ۴۵/۴۴ درصد نسبت به حالت تک کشتی افزایش داشته است. معیار عملکرد نیز افزایش قابل توجهی داشته است. به طوریکه عملکرد در کشت توام برنج-ماهی ۴/۸۰ درصد و در کشت توام برنج-ماهی-اردک ۵/۳۴ درصد نسبت به تک کشتی افزایش یافته است. معیار نسبت فایده به هزینه نیز نشان داد که در تک کشتی برنج، کشت توام برنج-ماهی، و کشت توام برنج-ماهی-اردک به ترتیب ۲/۸۶، ۵/۸۳ و ۶/۹۷ می باشد. که این معیار نیز در کشت توام برنج-ماهی ۱۸/۷۵ درصد، و در کشت توام برنج-ماهی-اردک ۲۵ درصد نسبت به حالت تک کشتی برنج افزایش داشته است. در نهایت نتایج معیارهای اقتصادی همگی گویای این مسئله بود که کشت های توام نسبت به تک کشتی از نظر معیارهای اقتصادی برتری دارد. این نوع سیستم کشت نقش ممتاز اقتصادی برای خانوارهای روستایی دارد، و دارای درآمد و سودی در کل طول یک سال است، و فقط درآمد کشاورزان مختص به یک فصل نمی باشد. زیرا بعد از فصل برداشت برنج، در فصل پاییز زمان فروش و برداشت ماهیان است و در فصل زمستان در استان گیلان زمان فروش اردک می باشد. به همین دلیل کشاورز با کشت توام برنج-ماهی-اردک می تواند در کل طول دوره یک ساله درآمد مستمر ایجاد کند. در حالیکه درآمد حاصل از سیستم تک کشتی برنج فصلی و مقطعی است و در بقیه ایام سال کشاورز فاقد درآمد است. این مسئله به دلیل این است که دوره پرورش و رشد هر یک از محصولات برنج، ماهی و اردک در کنار هم و امتداد یکدیگر است. کشاورزان از اواخر اسفند ماه اقدام برای کشت و کار محصول برنج می کنند. محصول برنج اواخر مرداد ماه یا اوایل شهریور کامل می شود و کشاورز آن زمان به درآمد محصول برنج دست می یابد. این در حالی است که محصول ماهی رشد قابل توجهی در این زمان داشته است و پس از برداشت برنج دوباره به شالیزار بر می گردد و تا اواخر پاییز ماهی به رشد کامل می رسد و آماده بازار می شود. در این زمان اردک نیز پرورش می یابد و تا اسفند ماه که آماده بازار می شود. سیستم های توام برنج-ماهی و و توام برنج-ماهی-اردک موجب استمرار درآمدزایی مزرعه در طول سال گشته و معیشت برنج کار را پایدارتر می نماید. این نکته بسیار حائز اهمیتی است که باید در مسائل اقتصادی کشت های توام مد نظر قرار داشت. به این ترتیب کشت توام برنج-ماهی-اردک ضمن فراهم نمودن درآمد اضافی، می تواند تجربه ای با حداکثر استفاده از منابع موجود باشد. نتایج این بخش با نتایج *Mansour Ghanaei-Pashaki et al (2022)*، *Saeid zadeh & Garousi (2014)* و *Haqdoost Manjili et al (2015)* مطابقت دارد. آن ها دریافتند که می توان با حضور ماهی در کنار محصول برنج، علاوه بر افزایش درآمد با تکیه بر منابع درون مزرعه، امکان پایه گذاری و اجرای یک سیستم پایدار کشاورزی را در شالیزارهای آستارا ایجاد نمود. نتایج *Yang et al (2023)*، *Goda et al (2024)* و *Guo et al (2020)* نیز همسو با نتایج این بخش می باشد.

گام بعدی در این پژوهش ارزیابی و محاسبه معیارهای زیست محیطی بوده است. معیارهای نهایی زیست‌محیطی برای هر سه سیستم کشت نرمال سازی شده و مورد بررسی قرار گرفت. دو نکته در این رابطه حائز اهمیت است. اول اینکه درصد تخریب برای دو معیار سلامت انسان و اکوسیستم، به ترتیب با تغییر سیستم کشت از تک کشتی برنج به سمت کشت توام برنج-ماهی و برنج-ماهی-اردک کمتر می شود. در نتیجه فقط برای معیار منابع می باشد که با این تغییر سیستم از تک کشتی به سمت کشت های توام این تخریب ها افزایش می یابد. اما نکته ی دومی که در این جا حائز اهمیت می شود این است که این افزایش تخریب برای سیستم کشت توام برنج-ماهی-اردک کمتر از سیستم کشت توام برنج-ماهی می باشد. پیشتر در بررسی معیارهای نهایی زیست محیطی نتایج نشان داد که در معیار منابع نیز بیشترین اثر را مصرف نهاده سوخت های دیزلی داشته است. از طرفی هم به دلیل اینکه در سیستم کشت های توام به موجب هوادهی که بایستی برای ماهی انجام شود، مصرف سوخت دیزلی در این سیستم ها افزایش می یابد، همین مسئله سبب شده است که در این نوع کشت ها بیشترین تخریب در قسمت معیار منابع باشد. اما به دلیل اینکه وجود اردک در سیستم کشت های توام برنج-ماهی سبب کمک به سیستم هوادهی برای ماهی می شود، همین مسئله مصرف سوخت های فسیلی را نیز کاهش می دهد. در نهایت اثر تخریبی کمتری برای معیار منابع دارد. همچنین استفاده از هوادهی های بدون برق که با پنل خورشیدی کار می کنند را می توان جایگزین ژنراتورهایی کرد که با سوخت دیزل کار می کنند. امروزه

به دلیل تحریم ها این هوادهی های بدون برق وارد کشور نمی شود و اگر هم موجود باشد هزینه زیادی را کشاورزان باید متحمل شوند. بنابراین پیشنهاد می شود با توجه به نتایج این پژوهش تشویق و دادن تسهیلات مناسب جهت ساخت این هوادهی ها در دستور کار قرار گیرد. *Shouhui et al (2006)* و *Hossain et al (2002)* نیز دریافتند که اردک در مزارع برنج با ارائه مکانیزم ای موفق سیستم زراعی را به سمت پایداری در تولید و حفاظت از محیط زیست هدایت می کند و به عنوان یک ابزار قدرتمند در مدیریت تلفیقی عمل می کند. نتایج این بخش از مطالعه با نتایج *Kouchaki et al (2023)*، *Lu et al (2005)*، *Gao et al (2023)*، *Ren et al (2023)* مطابقت دارد. در نهایت می توان گفت که کشت توام برنج–ماهی–اردک از جمله روش هایی است با استفاده از آن می توان از مزارع شالیزاری استفاده چندمنظوره و بهینه انجام داد و به کشاورزن این امکان را می دهد که همزمان در مزارع خود سه محصول را تولید کنند. که اگر این امر با اصول فنی و تکنیکی انجام شود هم به لحاظ تولید و درآمد برای کشاورزان قابل توجه می باشد و هم به لحاظ زیست محیطی می تواند به صرفه باشد و آلودگی های کمتری را ایجاد کند. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که می توان از مهم ترین اثرات توسعه ای کشت توام برنج–ماهی–اردک در استان گیلان به مواردی همچون کاهش مصرف نهاده های ماشین آلات، پلاستیک، کود نیتروژن، کود فسفر، کود پتاسیم، کودهای دامی، علف کش ها، قارچ کش ها و مقدار بذر، افزایش عملکرد برنج، افزایش درآمد و همچنین سود خالص کشاورزان، داشتن درآمد در طول دوره یک ساله برای کشاورزان و کاهش فقر، افزایش معیار منفعت به هزینه، بهبود معیارهای زیست محیطی و کاهش اثرات آلودگی مصرف سوخت دیزل در مزارع پرورش کشت توام برنج و ماهی و اردک اشاره کرد. می توان از کشت توام برنج و ماهی و اردک به عنوان راهی در جهت توسعه روستایی و جلوگیری از مهاجرت روستاییان به شهرها استفاده برد زیرا این کشت ترکیبی استفاده بهینه از امکانات زمین، خاک، آب، محیط زیست را به دنبال خواهد داشت. لذا پیشنهاد می شود بیش از پیش این بخش از استان گیلان با توجه به ظرفیت های فراوان آن مورد توجه و سرمایه گذاری قرار گیرد. زیرا استان گیلان با توجه به شرایط اقلیمی مناسب، داشتن شالیزارهای مستعد، فراوانی بچه ماهی و اردک، بازار مصرف مناسب، پتانسیل این را دارد که به یکی از قطبهای اصلی کشت توام برنج و ماهی و اردک تبدیل شود.

منابع

Abadian, H., Yaghoubi, B., & Pouramir, F. (2022). Evaluation of herbicide efficacy of Bazageran M60 (Bentazone + MCPA, SL 46%) in paddy weed control. *Plant Production and Genetics*, 3(2), 247-260. https://doi.org/10.34785/J020.2022.008. **(***inPersian***)**

Asadpour, H., Nazemnejad, M., & Alipour Nakhi, A. (2021). Economic and Social Evaluation of Low-Input Rice Cultivation Development in Mazandaran Province of Iran. Village and Development, 24(1), 21–52. https://doi.org/10.30490/RVT.2020.341288.1185

Baghestany, A., rahimi, R., & sherafatmand, H. (2020). Estimation of Demand Function for Rice An application of the threshold regression model. *Agricultural Economics Research*, 12(45), 91-101. **(***inPersian***)**

Bakhshzad Mahmoudi, A. (1997). Fish and rice cultivation. Islamic Azad University, Lahijan Branch.

Gao, H., Dai, L., Xu, Q., Gao, P., & Dou, Z. (2023). Transforming agrifood systems in a win–win for health and environment: evidence from organic rice–duck coculture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *103*(2), 968–975. https://doi.org/10.1002/jsfa.12282

Goda, A., Aboseif, A., Mohammedy, E., Taha, M., Mansour, A., Ramadan, E., Aboushabana, N., Zaher, M., Ibáñez Otazua, N., & Ashour, M. (2024). Earthen pond-based floating beds for rice-fish co-culture as a novel concept for climate adaptation, water efficiency improvement, nitrogen and phosphorus management. *Aquaculture*. Volume 579.

https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740215.

Guo, H., Qi, M., Hu, Z., & Liu, Q. (2020). Optimization of the rice-fish coculture in Qingtian, China: 1. Effects of rice spacing on the growth of the paddy fish and the chemical composition of both rice and fish. *Aquaculture*. Volume 522. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735106.

Haqdoost Manjili, S., Khara, H., Al-Hiari, M. S., & Noorhosseini, S. A. (2015). Social-economic effects of the development of rice and fish cultivation in Gilan province. *Aquaculture Development (Life Sciences)*, *4*, 11–20. **(***inPersian***)**

Hossain, S.T., Ahmed, G.J.U., Islam, M.R., & Mahabub, A.A. (2002). Role of ducks in controlling weeds and insects in integrated rice-duck farming. Bangladesh Journal Environment Sciences 6(2): 424-427.

Hou, Q., NI, Y., Huang, S., Zuo, T., Wang, J., & NI, W. (2023). Effects of substituting chemical fertilizers with manure on rice yield and soil labile nitrogen in paddy fields of China: A meta-analysis. Pedosphere, 33(1), 172–184. https://doi.org/10.1016/J.PEDSPH.2022.09.003

Ivanič Porhajašová, J., & Babošová, M. (2022). Impact of arable farming management on the biodiversity of Carabidae (Coleoptera). Saudi Journal of Biological Sciences, 29(9), 103371. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103371

Kaab, A., Sharifi, M., Mobli, H., Nabavi-Pelesaraei, A., & Chau, K. wing. (2019). Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. *Energy*, *181*, 1298–1320. https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.06.002

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Yousefi, M., & Movahedi, M. (2013). Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. *Energy*, *52*, 333–338. https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2013.01.028

Kouchaki-Penchah, M., Alizadeh, M., & Karbalaei Aghamolki, M. (2023). Measuring eco-efficiency of rice cropping systems in Iran: An integrated economic and environmental approach. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. Volume 57. https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103281.

Kupahi, M. (2006). Principles of agricultural economics. *Tehran University Publications*. **(***inPersian***)**

Kuswardhani N., Soni P., Shivakoti GP .(2013). Comparative energy input–output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in West Java, Indonesia. *Energy* 53:83–92. https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2013.02.032

Liu, M., Liu, W., Yang, L., Jiao, W., He, S., & Min, Q. (2019). A dynamic eco-compensation standard for Hani Rice Terraces System in southwest China. *Ecosystem Services*, *36*, 100897. https://doi.org/10.1016/J.ECOSER.2019.100897.

Limouchi, K., Siadat, A. (2021). Investigating the Effect of Different Planting Methods and Different Levels of Hormone Distribution on Vascular Tissue of Flag Leaf in Rice Genotypes under Salinity Stress in Northern Khuzestan. *jcb*. 13(40), 192-206. doi:10.52547/jcb.13.40.192. URL:

http://jcb.sanru.ac.ir/article-1-1164-fa.html.

Low, G., Dalhaus, T., & Meuwissen, M. P. M. (2023). Mixed farming and agroforestry systems: A systematic review on value chain implications. *Agricultural Systems*, *206*, 103606. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103606

Lu JX, Zhang JE & Huang ZX. (2005). An auxiliary control method of rice- duck farming system leaf roller. *The Rope Scraping of Rice Tail*, 3: 39-46.

Lu, J., & Li, X. (2006). Review of rice–fish-farming systems in China — One of the Globally Important Ingenious Agricultural Heritage Systems (GIAHS). *Aquaculture*, *260*(1–4), 106–113. https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2006.05.059

Mansour Ghanaei-Pashaki, K., Mohsen abadi, G. R., Bigluei, M. H., Farhangi, M. B., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2022). Effect of rice-duck co-cultivation on the trend of changes in growth indices, photosynthesis and irrigation and precipitation water productivity in different cultivation systems. *JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND SUSTAINABLE PRODUCTION*, 32(1), 149-174. doi: 10.22034/saps.2021.44833.2646. **(***inPersian***)**

Mostashari-Rad, F., Ghasemi-Mobtaker, H., Taki, M., Ghahderijani, M., Saber, Z., Chau, K. W., & Nabavi-Pelesaraei, A. (2020). Data supporting midpoint-weighting life cycle assessment and energy forms of cumulative exergy demand for horticultural crops. *Data in Brief*, *33*, 106490. https://doi.org/10.1016/J.DIB.2020.106490

Ren, L., Liu, P., Xu, F., Gong, Y., Zhai, X., Zhou, M., Wang, J., & Wang, Z. (2023). Rice–fish coculture system enhances paddy soil fertility, bacterial network stability and keystone taxa diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *348*, 108399. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108399

Saeid zadeh, F., & Garousi, S. (2014). Comparison of the Yield and Yield Components of Direct Seeded Rice (Oryza Sativa L.) Along with Fish Culture in Astara, Iran. *Journal of Crop Ecophysiology*, *8*(29(1)), 97-110. **(***inPersian***)**

Shouhui, W., Sheng, Q., & Bo, M. (2006). Influence of long-term rice-duck farming systems on the composition and diversity old weed communities in paddy fields. Acta Phytoecologica Science 30(1): 9-16.

Wanger, T. C., DeClerck, F., Garibaldi, L. A., Ghazoul, J., Kleijn, D., Klein, A.-M., Kremen, C., Mooney, H., Perfecto, I., Powell, L. L., Settele, J., Solé, M., Tscharntke, T., & Weisser, W. (2020). Integrating agroecological production in a robust post-2020 Global Biodiversity Framework. Nature Ecology & Evolution, 4(9), 1150–1152. https://doi.org/10.1038/s41559-020-1262-y

Yaghoubi, B. (2015). Chemical Control of Pondweed (Potamogeton nodosus) and Barnyardgrass (Echinochloa crus-galli) in Paddy. *Iranian Journal of Weed Science*, *11*(2), 195–207. https://ijws.areeo.ac.ir/article_20269_en.html. **(***inPersian***)**

Yan, J., Yu, J., Huang, W., Pan, X., Li, Y., Li, S., Tao, Y., Zhang, K., & Zhang, X. (2023). Initial Studies

on the Effect of the Rice–Duck–Crayfish Ecological Co-Culture System on Physical, Chemical, and Microbiological Properties of Soils: A Field Case Study in Chaohu Lake Basin, Southeast China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(3), 2006. https://doi.org/10.3390/ijerph20032006

Yang, X., Deng, X., & Zhang, A. (2023). Does conservation tillage adoption improve farmers' agricultural income? A case study of the rice and fish co-cultivation system in Jianghan Plain, China. *Journal of Rural Studies*. Volume 103. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103108.

Yuan, Y., Xu, G., Shen, N., Nie, Z., Li, H., Zhang, L., Gong, Y., He, Y., Ma, X., Zhang, H., Zhu, J., Duan, J., & Xu, P. (2022). Valuation of Ecosystem Services for the Sustainable Development of Hani Terraces: A Rice–Fish–Duck Integrated Farming Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(14), 8549. https://doi.org/10.3390/ijerph19148549

Zhou, X., LU, Y., LIAO, Y., ZHU, Q., CHENG, H., NIE, X., CAO, W., & NIE, J. (2019). Substitution of chemical fertilizer by Chinese milk vetch improves the sustainability of yield and accumulation of soil organic carbon in a double-rice cropping system. *Journal of Integrative Agriculture*, *18*(10), 2381–2392. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62096-9.

غیرقابل استناد