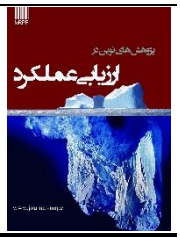
Modern Research in Performance Evaluation

www.journal-mrpe.ir

Mod. Res. Perf. Eval. Vol. 1, No. 4 (2022) 244–253.



Paper Type: Original Article

Evaluation of the Cross Efficiency of Oyster and Button Mushroom Cultivation Units in the Provinces of the Country Considering the Unfavorable Output

Vajiheh Torkian[1,*], Shahrooz Bamdad[1]

[1] *Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; vajiheh.torkian@gmail.com; sh.bamdad2000@yahoo.com.*

Citation:

Torkian, V., & Bamdad, Sh. (2022). Evaluation of the cross efficiency of oyster and button mushroom cultivation units in the provinces of the country considering the unfavorable output. *Modern research in performance evaluation, 1*(4), 244-253.

Received: 23/11/2022 Reviewed: 21/12/2022 Revised: 12/01/2023 Accepted: 26/02/2023

Abstract

Purpose: Due to climate diversity, Iran is able to produce all kinds of edible mushrooms, which, due to the need for low initial investment, the possibility of cultivation in all seasons and medicinal value, are of great importance. However, growing mushrooms produces waste that is problematic for humans and the environment as well. The purpose of the current research is to evaluate the cross efficiency of oyster and button mushroom cultivation units using data envelopment analysis and considering the undesirable residual output. Thus, it provides the ability to analyze efficiency according to the amount of waste.

Methodology: The current research is functional in purpose and the cross efficiency method with the assumption of variable return to scale has been used to evaluate the efficiency of edible mushroom cultivation halls in Iran, considering compost waste as an undesirable output. This research is analyzed by GAMS software and the input and output data is extracted from the Iran Statistics Center in 2020.

Findings: The results of the analysis of the research show that seven units have an efficiency of one among mushroom cultivation units in the provinces of the country and the reduction of undesirable output increases the number of efficient units according to the number of variables considered.

Originality/Value: This research is a more comprehensive analysis in continuation of research and expanding its scope. In the previous studies, there was no adverse outcome in the discussion of mushroom cultivation, and in this study, the waste amount was considered for this purpose.

Keywords: Data envelopment analysis, Unfavorable output, Cross efficiency method, Mushroom.

Corresponding Author: vajiheh.torkian@gmail.com http://dorl.net/dor/20.1001.1.28211960.1401.1.4.2.0

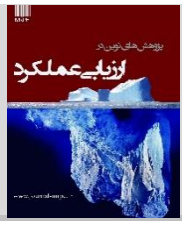
Licensee. **Modern Research in Performance Evaluation**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Modern Reearch in Performance Evaluation

پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد

دوره ۱، شماره (۴)، (۱۴۰۱)، ۲۵۳-۲۴۴

www.journal-mrpe.ir



نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی کارایی متقاطع واحدهای پرورش قارچ صدفی و دکمه‌ای استان‌های کشور با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب

وجیهه ترکیان[۱،*]، شهروز بامداد[۱]

[۱]گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

چکیده

هدف: کشور ایران به دلیل داشتن تنوع آب و هوایی قادر به تولید انواع قارچ خوراکی می‌باشد که به دلیل عدم نیاز به سرمایه اولیه بالا، امکان کشت در تمامی فصول و ارزش دارویی از اهمیت بالایی برخوردار است. با این وجود پرورش قارچ موجب تولید پسماند می‌گردد که برای انسان و محیط‌زیست مشکل‌ساز است. هدف پژوهش حاضرارزیابی کارایی متقاطع واحدهای پرورش قارچ صدفی و دکمه‌ای کشور با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و در نظر گرفتن خروجی نامطلوب پسماند می‌باشد. به‌این‌ترتیب قابلیت تحلیل کارایی با توجه به میزان پسماند فراهم می‌گردد.

روش‌شناسی پژوهش: پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی می‌باشد و برای ارزیابی کارایی سالن‌های پرورش قارچ خوراکی کشور با در نظر گرفتن پسماند کمپوست به‌عنوان خروجی نامطلوب از روش کارایی متقاطع با فرض بازده متغیر به مقیاس استفاده شده است. تجزیه‌وتحلیل مطالعه حاضر توسط نرم‌افزار *GAMS* و برای داده‌های ورودی و خروجی از اطلاعات مرکز آمار ایران درسال ۱۳۹۹ استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج تحلیل این پژوهش نشان می‌دهد بین واحدهای پرورش قارچ استان‌های کشور ۷ واحد دارای کارایی یک می‌باشند و با توجه به مقدارمتغیرهای در نظر گرفته‌شده کاهش خروجی نامطلوب موجب افزایش تعداد واحدهای کارا می‌شود.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: این پژوهش تحلیلی جامع‌تر در ادامه تحقیقات قبلی و گسترش دامنه آن‌هاست. در مطالعات قبلی خروجی نامطلوب در بحث پرورش قارچ صورت نگرفته است که دراین مطالعه میزان پسماند برای این منظور در نظر گرفته شده است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل پوششی داده‌ها، خروجی نامطلوب، روش کارایی متقاطع، قارچ.

۱- مقدمه

در دنیای امروز صنعت پرورش قارچ خوراکی به لحاظ نیاز به آب کم برای تولید، استفاده از ضایعات کشاورزی، امکان پرورش در فضای محدود، مزایای تغذیه‌ای و افزایش تقاضای بازار، از سوی تولیدکنندگان بسیار موردتوجه قرار گرفته است [1]. قارچ به‌عنوان یک ماده غذایی حاوی ویتامین‌های متعدد، فیبرهای غذایی و تعداد زیادی پروتئین است، درنتیجه می‌تواند با افزایش ایمنی بدن از ابتلا به انواع سرطان جلوگیری نماید و به‌طور سنتی در طب عامیانه استفاده می‌شود [2]، [3]. قارچ‌ها در طبیعت فراوان هستند و معمولا روی مواد آلی کم‌ارزش

* نویسنده مسئول

vajiheh.torkian@gmail.com

http://dorl.net/dor/20.1001.1.28211960.1401.1.4.2.0

مانند ساقه گیاهان رشد می‌کنند [4]. تاکنون حدود ۲۰۰۰ گونه قارچ خوراکی شناسایی شده است و از این میان تنها ۳۵ نوع کشت تجاری دارند [5]. کشت قارچ یک فرایند بیوتکنولوژیک مقرون‌به‌صرفه برای تبدیل ضایعات لیگنوسلولزی با راندمان تبدیل بالا به پروتئین‌های خوراکی برای ارایه ویژگی‌های تغذیه و دارویی بهتر به جمعیت گیاه‌خوار در نظر گرفته می‌شود. این فرایند شامل رشد و باردهی گونه‌های مختلف قارچی در خاک یا بسترهای انتخابی است که مواد مغذی و مورد نیاز برای پرورش این محصول را فراهم می‌کند. میکروارگانیسم‌های موجود در این محیط‌ها به‌شدت تاثیرگذارند و در برخی موارد برای رشد و باردهی قارچ‌های پرورشی مورد نیاز هستند. تغییرات در تکنولوژی تولید منجر به رشد تصاعدی پرورش قارچ خوراکی در جهان و چند برابر شدن درآمد کشاورزان از کشت این محصول درطی یک سال شده است. برای افزایش کیفیت و ماندگاری قارچ، تقویت زیستی یا ارزش افزودن بسیار گسترش یافته است که باعث شده پرورش قارچ شاهد رشد فوق‌العاده‌ای باشد [6]-[8]. کمپوست باقیمانده از کشت قارچ به ضایعات زیست توده برجای مانده از بستر تولید پس از برداشت قارچ اطلاق می‌شود و به‌ازای پرورش هر کیلوگرم قارچ خوراکی، حدود ۵ کیلوگرم از آن ایجاد می‌شود [9]. این مقدار کمپوست باقیمانده از عملیات پرورش قارچ، از جنبه‌های زیست‌محیطی به دلیل انباشت آن در زمین به‌صورت زباله و نشت نیترات حاصل از این ضایعات به آب‌های زیرزمینی نگرانی‌های زیادی را ایجاد کرده است [10]. با توجه به افزایش واحدهای پرورش قارچ خوراکی در کشور به‌خاطر تقاضای زیاد از سوی مصرف‌کنندگان و انباشت پسماندهای حاصل از آن در این پژوهش میزان کارایی سالن‌های پرورش قارچ صدفی و دکمه‌ای استان‌های کشور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و در نظر گرفتن کمپوست باقیمانده از تولید به‌عنوان خروجی نامطلوب موردبررسی قرار گرفته است. از آن‌جا که امکان حذف یا جلوگیری از خروجی نامطلوب در فرایند تولید وجود ندارد؛ بنابراین، در نظر گرفتن آن باعث نزدیک شدن محاسبات به دنیای واقعی می‌شود و نتایج از اعتبار قابل قبولی برخوردار خواهند بود. این پژوهش در ٦ بخش سازمان‌دهی شده است. علاوه بر مقدمه در بخش اول، بررسی پیشینه پژوهش در بخش دوم صورت گرفته است. در بخش سوم چارچوب نظری تحقیق شامل تحلیل پوششی داده‌ها، مدل‌های *DEA* و ارزیابی کارایی متقاطع در حضور خروجی نامطلوب بیان شده است. بخش چهارم تعاریف و مفاهیم و بخش پنجم شامل روش‌شناسی پژوهش می‌باشد. در بخش ششم داده‌ها و یافته‌های پژوهش موردبررسی قرار می‌گیرد. درنهایت بخش هفتم بحث و نتیجه‌گیری پژوهش بیان شده است.

۲- پیشینه پژوهش

تولید قارچ تجاری مبتنی بر یک سری مراحل تخمیر جامد تحت شرایط کنترل شده است که در آن باکتری‌ها و قارچ‌ها نقش عمده‌ای در پردازش مواد خام، به حداقل رساندن رقبای قارچی و القای میوه‌دهی دارند [13]-[11]. در زمینه بررسی کارایی واحدهای تولید قارچ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره شده است. نادی و همکاران [14] در پژوهشی کارایی فنی تولیدکنندگان قارچ خوراکی کشور را در سال ۱۳۹۳ محاسبه نموده‌اند. مردانی نجف آبادی و همکاران [15] در پژوهشی به مقایسه کارایی فنی، فنی خالص و مقیاس تولیدکنندگان قارچ خوراکی استان‌های کشور در سال ۱۳۹۵ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های استوار با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت و تعیین میزان مطلوب استفاده از نهاده‌ها پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش، بیانگر این بوده است که در تمامی سطوح احتمال انحراف محدودیت، کارایی فنی خالص بالاتر از کارایی مقیاس و کارایی فنی می‌باشد [15]. ابراهیمی و صالحی [16] در پژوهشی الگوی مصرف انرژی و انتشار CO_2 تولید قارچ دکمه‌ای در استان اصفهان را بررسی کردند. در این مطالعه بازده فنی، فنی خالص، مقیاس و متقاطع با استفاده از مدل‌های *CCR* و *BCC* برای تولیدکنندگان محاسبه و درجات کارایی فنی و مقیاس تولیدکنندگان با استفاده از تکنیک *DEA* مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. وانجیرا و همکاران [17]در پژوهشی به ارزیابی بهره‌وری و کیفیت قارچ صدفی با استفاده از ضایعات مختلف کشت و صنعت محلی پرداختند. مایآن‌جا و تیپی [18] در پژوهشی تجزیه‌وتحلیل کارایی فنی مزارع قارچ صدفی که به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیری نامیده می‌شوند، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های ورودی‌گرا موردبررسی قرار دادند. تجزیه‌وتحلیل عوامل تعیین‌کننده کارایی مزارع قارچ با استفاده از مدل توبیت و انجام تحلیل قوت و ضعف، فرصت و تهدید (*SWOT*) صنعت قارچ در اکتبر ۲۰۱٦ در منطقه شهری کامپالا اوگاندا انجام شد. نتایج حاصل از مدل توبیت نشان دادند که عضویت در هر سازمان، تعداد سطح کشت‌شده توسط کشاورزان و قیمت فروش قارچ در هر کیلوگرم عوامل تعیین‌کننده کارایی *DMU* می‌باشند. آئو [19] در پژوهشی از روش تحلیل پوششی داده‌های بوت استرپ ورودی محور، کارایی فنی، تخصیصی و هزینه آب آبیاری از یک کارخانه و چاه به برآورد و مقایسه داده‌های مقطعی ۹٤ مزرعه قارچ صدفی در استان کوانگ‌تری پرداختند. نتایج، نشان‌دهنده ناکارآمدی مزارع قارچ صدفی بودند و ازنظر آماری، مزارعی که از آب آبیاری یک کارخانه استفاده می‌کردند، کارایی بیشتری نسبت به مزارعی داشتند که از آب چاه استفاده می‌کردند [19]. تای وو و همکاران [20] با استفاده از روش *DEA* و مدل رگرسیون توبیت کارایی واحدهای تولید قارچ را در استان تای نگویان ویتنام موردبررسی قرار دادند. طبق نتایج این مطالعه ارتقای سطح

آموزشی مدیران مزارع باعث می‌شود تا فناوری‌های جدید در تولید را به‌روز کنند که منجر به افزایش کارایی تولید قارچ در استان نگوین تایلند می‌شود. میانگین کارایی با بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۵۶% و ۸۳% بوده است. راسخ جهرمی و نورانی آزاد [21]با به‌کارگیری شاخص مالم کوئیست و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت پرورش قارچ خوراکی شش استان منتخب کشور در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷ را محاسبه کردند. نتایج حاصل از پژوهش حاکی از آن است که با گذشت زمان، نوسان‌هایی در بهره‌وری کل عوامل تولید مشاهده می‌شود. ریحانی فراشاه و همکاران [22] در مطالعه‌ای به تعیین الگوی مصرف انرژی به‌ویژه اندازه‌گیری و محک زدن راندمان تولید قارچ دکمه‌ای سفید در استان البرز ایران با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. داده‌های مورداستفاده در این پژوهش از تولیدکنندگان قارچ در منطقه جمع‌آوری شد. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که می‌توان مصرف انرژی برای تولید قارچ را به میزان قابل‌توجهی کاهش داد.

۳- مبانی نظری

۳-۱- تحلیل پوششی داده‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها[1] با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی به ارزیابی واحدهای مورد نظر می‌پردازد [23]. تحلیل پوششی داده‌ها یک رویکرد داده‌محور نسبتا جدید برای ارزیابی عملکرد یک مجموعه از موجودیت‌های مشابه به نام واحدهای تصمیم‌گیری (*DMU*) می‌باشد که ورودی‌های چندگانه را به خروجی‌های چندگانه تبدیل می‌کند و یکی از بهترین ابزارها برای بررسی عملکرد واحدها و سنجش کارایی نسبی یک واحد با واحدهای دیگر که ورودی‌ها و خروجی‌های نسبتا مشابه دارند، همچنین رتبه‌بندی و شناسایی واحدهای کارا و ناکارا می‌باشد [24]. مدل‌های تحلیل پوششی به‌طورکلی عبارتند از: مدل *CCR*، مدل *BCC* و مدل جمعی [23].

۳-۲- مدل CCR

چارنز و همکاران [25] مدل *CCR* را جهت ارزیابی عملکرد و محاسبه کارایی ارایه دادند که توانایی اندازه‌گیری کارایی سیستم‌هایی با چندین ورودی و خروجی را داشت [26]. این مدل برای تعیین بالاترین نسبت کارایی و دخالت دادن میزان نهاده‌ها و ستاده‌های سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده در تعیین بهترین وزن‌ها برای واحد تحت بررسی، مدل پایه به‌صورت **رابطه (۱)** پیشنهاد شده است. در این مدل که به مدل کسری *CCR* معروف است؛ u_r وزن ستاده rth؛ v_i وزن نهاده ith و o اندیس واحد تصمیم‌گیرنده تحت بررسی است ($o \in \{1,2,...,n\}$). y_{ro} و x_{io} نیز به ترتیب، مقادیر ستاده rth و نهاده ith برای واحد تحت بررسی (واحد o) هستند. همچنین y_{rj} و x_{ij} نیز به ترتیب، مقادیر ستاده rth و مقدار نهاده ith برای واحد jth هستند. S، تعداد ستاده‌ها؛ m، تعداد نهاده‌ها و n بیانگر تعداد واحدها است.

$$
\begin{aligned}
&Max: \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}}, \\
&s.t. \\
&\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} £ 1, \quad j=1,2,...,n, \\
&u_r \geq 0, \; v_i \geq 0.
\end{aligned}
\qquad (۱)
$$

شکل پوششی مدل *CCR* در ماهیت ورودی به‌صورت **رابطه (۲)** می‌باشد. درصورتی‌که θ به‌دست‌آمده برای یک واحد مساوی یک باشد، واحد تحت بررسی یا *DMU* کارا است و درصورتی‌که مقدار آن کوچک‌تر از یک باشد، *DMU* یا واحد تحت بررسی ناکارا می‌باشد.

[1] Data Envelopment Analysis (DEA)

$$
\begin{aligned}
&Min Y_0 = \theta,\\
&s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j \geq y_{r\circ}, \quad r = 1,2,...,n,\\
&\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j \pounds \theta x_{io}, \quad i=1,2,...,m,\\
&\lambda_j {}^{3}\theta, \quad j = 1,2,...,n,\\
&\theta = free in\, sin\, g.
\end{aligned}
\qquad (۲)
$$

۳-۳- مدل BCC

مفهوم بازده به مقیاس متغیر در مدل‌های *DEA* توسط بنکر و همکاران [27] مطرح شد و مدل جدیدی در تحلیل پوششی داده‌ها به نام مدل *BCC* ارایه گردید. چنانچه مجموع موزون داده‌های واحد هدف را حداقل و مجموع ستاده‌های آن را معادل یک قرار دهیم به مدل ستاده‌گرا منتهی می‌شود. مدل اولیه *BCC* خروجی محور به‌صورت **رابطه (۳)** می‌باشد که در آن x_{rj} میزان ورودی *ith* برای واحد *jth*، $i=1,\ldots,m$، y_{rj} میزان خروجی *rth* برای واحد *jth* ، $r=1,\ldots,s$، *vi* وزن داده‌شده به ورودی *ith*، $j=1,2,3,\ldots,n$ و *ur* وزن داده‌شده به خروجی *rth* می‌باشد [23].

$$
\begin{aligned}
&Min z_0 = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} + w,\\
&s.t. \quad \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} = 1,\\
&\sum_{i=1}^{m} v_i x_{rj} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + w \leq 0, \quad j = 1,2,3,...,n,\\
&u_r, v_i \geq \varepsilon.
\end{aligned}
\qquad (۳)
$$

۴-۳- مدل ارزیابی کارایی متقاطع با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب

کارایی ساده محاسبه‌شده برای واحد *k*، *Ekk* بر اساس وزن‌های محاسبه‌شده و مطابق خواسته مدل واحد *k* به حداکثر می‌رسد و اگر کارایی واحد دیگری مانند *j* با وزن‌های انتخابی واحد *kth* محاسبه شود با *Ekj* نشان داده می‌شود و کارایی متقاطع نام می‌گیرد که ارزیابی هم‌پایه نیز نامیده می‌شود. برای تمام واحدها امکان محاسبه کارایی ساده و متقاطع می‌باشد که حاصل عملیات ارایه‌دهنده ماتریس کارایی متقاطع است [28]. کارایی متقاطع در تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری موثر است [29]. *Ekj* کارایی واحد *j* با استفاده از وزن‌های واحد *k* از **رابطه (٤)** به دست می‌آید.

$$
E_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^k y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^k x_{ij}}. \qquad (۴)
$$

هنگامی‌که نمره خودارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده بهینه باشد، وزن ورودی و خروجی غیریکتا هستند و درنتیجه نمره کارایی متقاطع بر نتیجه رتبه‌بندی تاثیرگذار است [30]. فار و همکاران [31] حضور عوامل نامطلوب را برای نخستین بار در تحلیل پوششی داده‌ها موردبررسی قرار دادند [31]. لیو و همکاران [32] برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری در حضور خروجی‌های نامطلوب روش‌هایی را ارایه دادند. در تحلیل پوششی داده‌ها برای در نظر گرفتن خروجی‌های نامطلوب دو رویکرد مستقیم و غیرمستقیم وجود دارد. رویکرد غیرمستقیم توسط سیفورد و ژو [33] با تغییراتی در مدل چارنز و همکاران [25] ارایه شده است. رویکرد مستقیم توسط چامبرز و همکاران [34] ارایه و توسط چانگ و همکاران گسترش داده شد. برای ارزیابی کارایی متقاطع در حضور خروجی نامطلوب فرض بر آن است که *n*، *DMU* داریم و با استفاده از *m* ورودی‌های مختلف، *s* خروجی مطلوب و *h* خروجی نامطلوب وجود دارد. برای هر *DMUj* ($j = 1,...,n$) بردار نامنفی ورودی را با $xj = (x1j, \ldots, xmj)$ همچنین بردار نامنفی خروجی‌های مطلوب و نامطلوب به ترتیب با $yj = (y1j, \ldots, ysj)$ و *bj* $= (b1j, \ldots, bhj)$ نشان داده می‌شود. با توجه به مدل سیفورد و ژو [33] مدل کسری خروجی محور برای ارزیابی DMU_d در حضور خروجی‌های نامطلوب یک مدل به‌صورت **رابطه (۵)** می‌باشد که در آن $(j = 1, \ldots, n)$ و $b - tj = -btj + \alpha t$ یک عدد به‌اندازه کافی

بزرگ که مقدار همه btj – مثبت باشند. همچنین $vi\ (i = 1, \ldots, m)$ وزن‌های مربوط به ورودی‌ها، $u_r = (1, \ldots, n)$ وزن‌های مربوط به خروجی‌های مطلوب و $\eta\ (t = 1, \ldots, h)$ وزن‌های مربوط به خروجی‌های نامطلوب و متغیرهای مدل هستند $(t=1, \ldots, h)$.

$$E_{dd}^{*} = Min \frac{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{id} + v_0}{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rd} + \sum_{t=1}^{h} \eta b_{td}^{-}},$$

$$s.t. \qquad (۵)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{id} + v_0}{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rd} + \sum_{t=1}^{h} \eta b_{td}^{-}} \geq 1, \quad j = 1,2,\ldots n,$$

$$u_r \geq 0, \qquad u_r \geq 0, \quad \eta_t \geq 0, \quad v_0 \ free \ for \ all \ \ r,i,t.$$

مدل فوق یک مدل غیرخطی و با فرض بازده متغیر به مقیاس از مدل ارایه شده توسط فار و همکاران [31] ساخته شده است. در این مدل مقدار کارایی یعنی $E^{*}dd$ همواره بزرگ‌تر یا مساوی یک و بر پایه افزایش خروجی‌های مطلوب و کاهش خروجی‌های نامطلوب می‌باشد. دوال مدل سیفورد و ژو [33] را به‌صورت کسری نوشته و فرض بر آن است که $v^{*}, u^{*}, v\ 0^{*}, \eta^{*}$ جواب بهینه مدل باشند در این صورت کارایی DMU_d به‌صورت **رابطه (٦)** خواهد بود. برای به‌دست آوردن امتیاز کارایی واحدها، میانگین ستون‌های ماتریس کارایی متقاطع با حذف عناصر روی قطر که همگی ۱ هستند محاسبه می‌شود، به‌این‌ترتیب امتیاز کارایی واحدها به‌صورت **رابطه (۷)** محاسبه می‌شود.

$$E_{dd}^{*} = Min \frac{\sum_{i=1}^{m} v_i^{*} x_{id} + v_0^{*}}{\sum_{r=1}^{s} u_r^{*} y_{rd} + \sum_{t=1}^{h} \eta_t^{*} b_{td}^{-}}. \qquad (۶)$$

$$E_d = \frac{\sum_{k=1}^{n} E_{kd}}{n-1}, \quad d = 1,\ldots,n. \qquad (۷)$$

۴- تعاریف و مفاهیم

قارچ فرآورده‌ای به‌شدت فسادپذیر و عمر مفید آن غالبا ۱ الی ۳ روز در دمای اتاق می‌باشد. کیفیت این محصول با تغییراتی مانند قهوه‌ای شدن، کشش ساقه، کاهش وزن و باز شدن کلاهک کاهش می‌یابد [35]. به دلیل ماندگاری پایین، توزیع و بازاریابی این محصول با مشکلات بسیاری مواجه است [36]. بیشترین گونه‌های کشت‌شده شامل قارچ دکمه‌ای (*Agaricusbisporus*)، قارچ شیتاکه (*Lentinulaedodes*) و قارچ صدفی (*Pleurotusbisporus*) می‌باشند [37]، [38]. برای تولید و پرورش گونه‌های قارچ نیاز به عملکرد مطلوب شرایط محیطی مختلفی وجود دارد. در صنعت قارچ، گونه‌های مختلفی از قارچ‌ها برای مقاصد تجاری کشت می‌شوند، ازجمله قارچ صدفی که در بازار به فروش می‌رسد و به راحتی در مناطق پست کشت شده، درحالی‌که شیتاکه و دکمه‌ای در ارتفاعات و محیط سرد کشت می‌شوند [39].

۴-۱- قارچ دکمه‌ای سفید

قارچ دکمه‌ای سفید با نام علمی *Agaricusbisporus* به دلیل سازگاری در طبیعت یا در رشد مصنوعی، دومین قارچ در جهان است که زیاد کشت می‌شود. این نوع قارچ قابلیت تولید در شرایط دمایی مختلف و درمواد لیگنوسلولزی گوناگون را دارد [40]. قارچ دکمه‌ای که قسمت عمده آن را مواد لیگنوسلولوزی تشکیل می‌دهد در بستری به‌نام کمپوست کشت می‌شود. کمپوست مصرف‌شده در پایان کشت قارچ باعث بروز مشکلات زیست‌محیطی می‌باشد و دفع آن برای واحدهای تولیدی هزینه‌برمی‌باشد. قسمتی از کمپوست پس از جداسازی خاک پوششی حاوی مواد مغذی و با رعایت ملاحظاتی قابل‌استفاده در جیره دام می‌باشد [41].

۲-۴- قارچ شیتاکه

قارچ شیتاکه یکی از شناخته‌ترین قارچ‌ها در دنیا و یک‌چهارم تولید قارچ جهان را شامل می‌شود [42] و ازلحاظ میزان تولید جهانی در رتبه دوم بعد از قارچ دکمه‌ای قرار دارد [43]. قارچ شیتاکه به دو روش کشت روی کنده‌های چوب درختان یا کشت روی بسترهای جدید نظیر خاک اره، کاه و سبوس پرورش می‌یابد [44]. با توجه به خواص درمانی متعدد و افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی نقش درمانی این قارچ‌ها را بیشتر با اهمیت می‌سازد. کشت انبوه این قارچ به تازگی با استفاده از تکنولوژی کشت در بستر خاک اره صورت می‌گیرد [45].

۳-۴- قارچ صدفی

قارچ *Pleurotusotreatus* که به قارچ صدفی معروف است نوعی قارچ تجزیه‌کننده مواد لیگنوسلولوزی است و به زمان کوتاهی برای رشد و تولید اندام باردهی خود نیاز دارد. این نوع قارچ در جنگل‌های معتدله و گرمسیری عمدتا روی کنده‌های مرده و در حال پوسیدن رشد می‌کند و می‌تواند روی بقایای کشاورزی مختلفی رشد کرده و مواد را به بسترهای تجزیه‌شده و غنی از پروتئین برای خوراک دام تغییر دهد [46]، [47]. قارچ‌های صدفی در چرخه زندگی خود مراحل رویشی و زایشی را پشت سر می‌گذارند. در مرحله رویشی میسلیوم‌ها در زیر و داخل بستر رشد می‌کنند. میسلیوم‌ها (به اصطلاح ریشه‌ها) نقش مهمی در فرایند سنتز مواد مغذی از مواد زیرلایه دارند و آنزیم‌هایی را آزاد می‌کنند که مواد آلی مرده را به ذرات ریزتر هضم و متعاقبا به‌عنوان مواد مغذی جذب می‌شوند [48]. کشت این قارچ می‌تواند نقش مهمی در بازیافت ضایعات کشاورزی به‌عنوان جایگزینی برای سایر روش‌های دفع به‌ویژه در کشورهای غیرصنعتی ایفا کند [49]، [50].

۵- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی است و جامعه آماری شامل سالن‌های پرورش قارچ صدفی و دکمه‌ای ۳۱ استان کشورمی‌باشد. داده‌های پژوهش بر اساس اطلاعات صادرشده توسط نشریه مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۹ گردآوری شده است. برای ارزیابی کارایی سالن‌های پرورش قارچ از روش کارایی متقاطع و مدل ارایه‌شده توسط سیفورد و ژو [33] با در نظر گرفتن پسماند کمپوست به‌عنوان خروجی نامطلوب استفاده شده است. ورودی و خروجی‌های این پژوهش با استفاده از نظرات خبرگان در این زمینه و مطالعات صورت گرفته در نظر گرفته شده‌اند. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار *GAMS* استفاده شده است.

۶- داده‌ها و یافته‌های پژوهش

متغیرهای ورودی در نظر گرفته‌شده در این پژوهش شامل مساحت کل (*x1*)، تعداد سالن‌های تولید (*x2*)، تعداد واحدهای پرورش قارچ (*x3*) و تعداد شاغلان در هر واحد (*x4*) می‌باشد. متغیرهای خروجی نیز شامل قارچ دکمه‌ای (*y1*)، قارچ صدفی (*y2*) و اسپان (*y3*) است. علاوه بر خروجی‌های مطلوب، مقدار زیادی فرآورده‌های جانبی در طول تولید صنعتی قارچ ایجاد می‌شود که دفع آن‌ها می‌تواند به دلیل مشکلات در نگهداری یا استفاده مجدد، برای تولیدکنندگان قارچ مشکل‌ساز شود. به‌ازای هر کیلوگرم قارچ فرآوری شده خوراکی، ۵ کیلوگرم ضایعات بستر میسلیوم مصرف شده، محصولات جانبی تولید قارچ و بستر رشد مصرف‌شده یا محیط کشت تولید می‌کند [51]؛ بنابراین پسماند بعد از تولید به‌عنوان خروجی نامطلوب (*h1*) در این مطالعه در نظر گرفته شده است. مجموع داده‌های در نظر گرفته شده در **جدول ۱** بیان شده است. داده‌های پژوهش حاضر با استفاده از روش کارایی متقاطع با فرض بازده متغیر به مقیاس در نرم‌افزار کد نویسی و نتایج عددی حاصل از اجرای مدل در **جدول ۲** بیان شده است. مطابق داده‌های به‌دست‌آمده از خروجی نرم‌افزار در **جدول ۲** بین سالن‌های پرورش قارچ ۳۱ استان کشور ۷ واحد دارای شماره کارایی ۱ می‌باشند.

جدول ۱- مجموع داده‌ها در استان‌های موردمطالعه.

Table 1- Total data in the studied provinces.

DMU	ورودی			خروجی				
	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	h1
آذربایجان شرقی	17669	132	45	105	1698500	0	0	2000
آذربایجان غربی	16389	128	19	144	1524000	20000	500	37300
اردبیل	68552	202	39	195	1528657	0	0	2600
اصفهان	384640	872	156	782	9466038	2400	0	438035

جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

DMU	ورودی			خروجی				
	X1	X2	X3	Y1	X4	Y2	Y3	h1
البرز	432253	749	35	19239264	737	94000	80960	133398
ایلام	14300	24	3	185000	31	0	0	3100
بوشهر	4367	73	42	310290	66	0	0	0
تهران	171104	1133	99	21948061	1321	26000	708742	7230
چهارمحال‌وبختیاری	182711	359	70	2777302	321	0	0	165281
خراسان جنوبی	10163	98	38	491780	59	2380	0	2583
خراسان رضوی	67041	541	86	7364592	713	0	0	21150
خراسان شمالی	4044	44	11	303500	65	0	0	9000
خوزستان	61480	226	35	6009200	446	0	0	13000
زنجان	9417	106	38	656830	126	0	0	17210
سمنان	17756	119	31	922000	132	0	0	800
سیستان‌وبلوچستان	1650	11	3	4000	3	0	0	0
فارس	64600	557	204	6121889	619	0	0	75660
قزوین	74432	426	57	7683987	378	16510	228500	3240
قم	10460	62	7	858700	81	0	0	0
کردستان	62515	171	33	3103807	296	15000	0	219513
کرمان	15037	151	52	939655	83	6300	0	0
کرمانشاه	20454	185	23	1308400	138	0	0	0
کهگلویه‌وبویراحمد	2305	33	12	374300	36	50	0	1240
گلستان	19057	351	190	1139640	259	0	0	13140
گیلان	16751	152	49	767825	102	0	0	1085
لرستان	8868	114	48	456360	96	0	0	26540
مازندران	50194	659	313	3755574	511	18200	0	23585
مرکزی	26852	279	42	2188300	171	17000	0	23350
هرمزگان	2545	47	35	60590	63	0	0	100
همدان	32536	435	121	2471898	388	50500	0	44913
یزد	8083	79	17	404400	38	0	0	75400

جدول۲- کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از نرم افزار گمز.

Table 2- The efficiency of the decision making units using GAMS software.

واحدهای تصمیم‌گیرنده	کارایی	واحدهای تصمیم‌گیرنده	کارایی
DMU01	1.16	DMU17	1.36
DMU02	1.00	DMU18	1.00
DMU03	2.83	DMU19	1.47
DMU04	2.00	DMU20	1.19
DMU05	1.00	DMU21	1.36
DMU06	3.37	DMU22	1.86
DMU07	2.06	DMU23	1.00
DMU08	1.00	DMU24	2.21
DMU09	2.99	DMU25	2.46
DMU10	2.01	DMU26	2.66
DMU11	1.17	DMU27	1.53
DMU12	1.92	DMU28	1.10
DMU13	1.00	DMU29	6.68
DMU14	1.95	DMU30	1.00
DMU15	2.41	DMU31	1.93
DMU16	1.91		

۷- بحث و نتیجه‌گیری

پرورش قارچ یکی از شغل‌های موردنیاز جامعه امروز است که توانسته است زمینه اشتغال زیادی را برای افراد ایجاد کند. اغلب قارچ‌ها از محصولات کم‌توقع کشاورزی هستند که نیازی به نور مستقیم خورشید و آب زیادی برای رشد ندارند. تعداد گونه‌های خوراکی قارچ زیاد

هستند اما از آن‌جا که هر نوع قارچ تحت شرایط آب و هوایی مخصوص خود رشد می‌کند و بعد از چند روز کیفیت آن کاهش پیدا می‌کند فقط تعداد محدودی که در سالن‌های قارچ و تحت شرایط کنترل‌شده کشت می‌شوند در بازار موجود می‌باشد. قارچ صدفی یکی از انواع قارچ‌های خوراکی است که نه تنها خوشمزه است بلکه به دلیل فواید بالقوه برای سلامتی موردتوجه زیاد قرار گرفته است و از نظر بافت یک جایگزین عالی برای گوشت است. قارچ‌های دکمه‌ای سفید نیز یکی از ساده‌ترین قارچ‌هایی هستند که در فروشگاه‌ها پیدا می‌شوند که با داشتن خواص دارویی، درمانی و تغذیه‌ای در برنامه غذایی مردم جای گرفته است. پرورش قارچ باعث به وجود آوردن پسماندهایی می‌شود که مانند سایر پسماندها برای انسان و محیط‌زیست مشکل‌ساز است. در این پژوهش کارایی سالن‌های پرورش قارچ صدفی و دکمه‌ای استان‌های کشور در سال ۱۳۹۹ با استفاده از روش کارایی متقاطع در حضور خروجی نامطلوب و مدل ارایه‌شده توسط سیفورد و ژو [33] با فرض بازده متغیر به مقیاس موردبررسی قرارگرفته است. برای بررسی سنجش کارایی سالن‌های پرورش قارچ معیارها به دو دسته کلی ورودی و خروجی تقسیم می‌گردند. نهاده‌های مدل شامل مساحت کل، تعداد سالن‌های تولید، تعداد واحد پرورش قارچ و تعداد شاغلان در هر واحد می‌باشد. ستاده‌های مدل شامل قارچ دکمه‌ای، قارچ صدفی و اسپان (بذر) می‌باشد و پسماند بعد از تولید به‌عنوان خروجی نامطلوب در نظر گرفته شده است. در روش کارایی متقاطع برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری هرچه خروجی به‌دست‌آمده به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد واحد تصمیم‌گیری کاراتر و اگر بیشتر از یک باشد نشان‌دهنده ناکارآمدی واحد تصمیم‌گیری می‌باشد. مدل ارایه شده در این پژوهش توسط نرم‌افزار *GAMS* نسخه ۲۵٫۰۲ حل و پس از اجرای مدل در نرم‌افزار مشخص گردید که از میان سالن‌های پرورش قارچ ۳۱ استان کشور ایران، ۷ واحد دارای شماره کارایی ۱ می‌باشند که افزایش خروجی مطلوب و کاهش خروجی نامطلوب با توجه به مقدار متغیرهای در نظر گرفته‌شده باعث افزایش کارایی می‌شود. با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود که در آینده سایر مدل‌های رتبه‌بندی کارایی واحدها و همچنین اضافه نمودن اهداف ثانویه تحت شرایط عدم قطعیت مورد استفاده قرار گیرد.

تعارض با منافع

نویسندگان تعارض منافعی در نگارش مقاله ندارند.

منابع

[1] Carrasco, J., & Preston, G. M. (2020). Growing edible mushrooms: a conversation between bacteria and fungi. *Environmental microbiology*, *22*(3), 858-872.

[2] Rizzo, G., Goggi, S., Giampieri, F., & Baroni, L. (2021). A review of mushrooms in human nutrition and health. *Trends in food science and technology*, *117*, 60-73.

[3] Yin, H., Yi, W., & Hu, D. (2022). Computer vision and machine learning applied in the mushroom industry: a critical review. *Computers and electronics in agriculture*, *198*, 107015. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107015

[4] Abhijith, R., Ashok, A., & Rejeesh, C. R. (2018). Sustainable packaging applications from mycelium to substitute polystyrene: a review. *Materials today: proceedings*, *5*(1), 2139-2145.

[5] Rathore, H., Prasad, S., Kapri, M., Tiwari, A., & Sharma, S. (2019). Medicinal importance of mushroom mycelium: mechanisms and applications. *Journal of functional foods*, *56*, 182-193.

[6] Mohammadi Goltapeh, E., & Poor jam, A. (2004). *Principles of edible mushrooms culture*. Tarbiat Modares University. (**In Persian**). https://www.ipketab.com/

[7] Aditya, B., Jarial, R. S., & Kumud, J. (2022). Evaluation of spawn quality and doses on yield and biological efficiency of blue oyster mushroom. *Journal of eco-friendly agriculture*, *17*(2), 393-398.

[8] Thakur, M. P. (2020). Advances in mushroom production: key to food, nutritional and employment security: a review. *Indian phytopathology*, *73*, 377-395.

[9] Mohd Hanafi, F. H., Rezania, S., Mat Taib, S., Md Din, M. F., Yamauchi, M., Sakamoto, M., ... & Ebrahimi, S. S. (2018). Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview. *Journal of material cycles and waste management*, *20*, 1383-1396.

[10] Kleyn, J. G., & Wetzler, T. F. (1981). The microbiology of spent mushroom compost and its dust. *Canadian journal of microbiology*, *27*(8), 748-753.

[11] Kertesz, M. A., & Thai, M. (2018). Compost bacteria and fungi that influence growth and development of Agaricus bisporus and other commercial mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, *102*, 1639-1650.

[12] Vieira, F. R., & Pecchia, J. A. (2018). An exploration into the bacterial community under different pasteurization conditions during substrate preparation (composting–phase II) for Agaricus bisporus cultivation. *Microbial ecology*, *75*, 318-330.

[13] McGee, C. F., Byrne, H., Irvine, A., & Wilson, J. (2017). Diversity and dynamics of the DNA-and cDNA-derived compost fungal communities throughout the commercial cultivation process for Agaricus bisporus. *Mycologia*, *109*(3), 475-484.

[14] Nadi, A., Hori, H., Sadeghi, Z., & Shaban, M. (2015). Assessing the impact of environmental variables on the efficiency of major edible mushroom producers using a two-step process. *International conference on management and economics in the 21st century*, Tehran, Iran. Civilica. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/508777/

[15] Mardani Najafabadi, M., Abdeshahi, A., Yavari, F., & Naghibeiranvand, F. (2021). Determining the efficiency and optimal use of inputs under uncertainty conditions for production of edible mushrooms in Iran. *Journal of agricultural economics and development, 35*(3), 231-244. (**In Persian**). https://doi.org/10.22067/jead.2021.69647.1029

[16] Ebrahimi, R., & Salehi, M. (2015). Investigation of CO2 emission reduction and improving energy use efficiency of button mushroom production using data envelopment analysis. *Journal of cleaner production*, *103*, 112-119.

[17] Wachira, J. W., Nguluu, S., & Kimatu, J. (2022). Differential growth and productivity of oyster mushroom (Pleurotus pulmonarius) on agro-waste substrates in semi-arid regions of Kenya. *International journal of recycling organic waste in agriculture*, *11*(3), 375-383. https://doi.org/10.30486/ijrowa.2022.1931154.1252

[18] Mayanja, I., & Tipi, T. (2019). A study analysing the technical efficiency of oyster mushroom farms in Kampala metropolitan area, Uganda. *Fresenius environmental bulletin*, *28*(7), 5667-5674.

[19] Au, T. N. H. (2019). Efficiency of sources of irrigation water in oyster mushroom production in Quang Tri province: a comparative analysis. *Hue university journal of science: economics and development*, *128*(5B), 5-11.

[20] Thi Vu, H., Peng, K. C., & Purnamasari, M. (2018). Technical efficiency of edible mushroom production farms in Thai Nguyen province, Vietnam. *International journal of scientific & engineering research*, *9*(7), 264-270.

[21] Rasekh Jahromi, E., & Norani Azad, S. (2020). Productivity and efficiency of meadow mushroom cultivation in selected provinces of the country: data envelopment analysis approach. *Interntional journal of planning and budgeting*, *3*(25), 145-166. (**In Persian**). http://jpbud.ir/article-1-1962-fa.html

[22] Reyhani Farashah, H., Tabatabaeifar, S. A., Rajabipour, A., & Sefeedpari, P. (2013). Energy efficiency analysis of white button mushroom producers in Alburz province of Iran: a data envelopment analysis approach. *Open journal of energy efficiency*, *2*(2), 65-74.

[23] Mehregan, M. (2013). *Data envelopment analysis, quantitative models for organizational perfomance evaluation*. Academic Book Publication. (**In Persian**). https://www.agahbookshop.com/

[24] Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (Vol. 2, p. 489). New York: Springer.

[25] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, *2*(6), 429-444.

[26] Martin, D. H., Kocher, G., & Sutter, M. (2004). Measuring efficiency of German football teams by DEA. *Central European journal of operations research*, *12*(3), 251-268.

[27] Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, *30*(9), 1078-1092.

[28] Doyle, J., & Green, R. (1994). Efficiency and cross-efficiency in DEA: derivations, meanings and uses. *Journal of the operational research society*, *45*, 567-578.

[29] Shao, X., & Wang, M. (2022). Two-stage cross-efficiency evaluation based on prospect theory. *Journal of the operational research society*, *73*(7), 1620-1632.

[30] Fan, J., Liu, J., & Wu, M. (2019). Improvement of cross-efficiency based on prospect theory. *Journal of intelligent and fuzzy systems*, *37*(3), 4391-4404.

[31] Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K., & Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. *The review of economics and statistics*, *71*(1), 90-98.

[32] Liu, W., Zhou, Z., Ma, C., Liu, D., & Shen, W. (2015). Two-stage DEA models with undesirable input-intermediate-outputs. *Omega*, *56*, 74-87.

[33] Seiford, L. M., & Zhu, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European journal of operational research*, *142*(1), 16-20.

[34] Chambers, R. G., Chung, Y., Fare, R., (1996). Benefit and distance function. *Journal of economic theory*, *70*(2), 407-419.

[35] Singh, P., Langowski, H. C., Wani, A. A., & Saengerlaub, S. (2010). Recent advances in extending the shelf life of fresh Agaricus mushrooms: a review. *Journal of the science of food and agriculture*, *90*(9), 1393-1402.

[36] Akram, K., & Kwon, J. H. (2010). Food irradiation for mushrooms: a review. *Journal of the Korean society for applied biological chemistry*, *53*, 257-265.

[37] Elaine, M., & Nair, N. G. (2009). *Makes money by growing mushrooms*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). https://www.fao.org/publications/card/en/c/4927403a-31bf-5736-9b89-d4c2e1d69c72

[38] Sande, D., de Oliveira, G. P., e Moura, M. A. F., de Almeida Martins, B., Lima, M. T. N. S., & Takahashi, J. A. (2019). Edible mushrooms as a ubiquitous source of essential fatty acids. *Food research international*, *125*, 108524. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108524

[39] Haimid, M. T., Rahim, H., & Dardak, R. A. (2013). Understanding the mushroom industry and its marketing strategies for fresh produce in Malaysia. *Economic and technology management review*, *8*, 27-37.

[40] Melanouri, E. M., Dedousi, M., & Diamantopoulou, P. (2022). Cultivating Pleurotus ostreatus and Pleurotus eryngii mushroom strains on agro-industrial residues in solid-state fermentation. Part I: screening for growth, endoglucanase, laccase and biomass production in the colonization phase. *Carbon resources conversion*, *5*(1), 61-70.

[41] Talebian Masoudi, A. (2019). A review of the results of research on the use of Agaricus bisporus mushroom spent compost in animals feeding. *Applied animal science research journal*, *8*(31), 11-20.

[42] Ngai, P. H., & Ng, T. B. (2003). Lentin, a novel and potent antifungal protein from shitake mushroom with inhibitory effects on activity of human immunodeficiency virus-1 reverse transcriptase and proliferation of leukemia cells. *Life sciences*, *73*(26), 3363-3374.

[43] Sánchez, C. (2010). Cultivation of Pleurotus ostreatus and other edible mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, *85*, 1321-1337.

[44] Gaitan-Hernandez, R., Esquedda M., Gutierrez, A., & Beltran-Garcia, M. (2011). Quantitative changes in the biochimical compostitation of lignocellulosic residues during the vegetetive growth of lentinula edodes. *Brazilian journal of microbiology*, *42*(1), 30-40. DOI: 10.1590/S1517-83822011000100004

[45] Keypour, S., Riahi, H., Moradali, M. F., & Rafati, H. (2008). Investigation of the antibacterial activity of a chloroform extract of Ling Zhi or Reishi medicinal mushroom, Ganoderma lucidum (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetideae), from Iran. *International journal of medicinal mushrooms*, *10*(4), 345-349.

ترکیان و باماداد/ پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد، دوره ۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، صفحه: ۲۵۳-۲۴۴

[46] Khandakar, J., Yesmin, S., Sarker, N. C., & Amin, S. M. R. (2008). Effect of media on mycelial growth of edible mushrooms. *Bangladesh journal of mushroom*, *2*(1), 53-56.

[47] Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H. M. & Furlan, S. A. (2004). Evaluation of Pleurotus ostreatus and Pleurotus sajor caju nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food chemistry*, 88(3), 425-428.

[48] Utami, C. P., & Susilawati, P. R. (2017). Rice straw addition as sawdust substitution in oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) planted media. *AIP conference proceedings* (Vol. 1868, No. 1, p. 090002). AIP Publishing LLC.

[49] Das, N., & Mukherjee, M. (2007). Cultivation of Pleurotus ostreatus on weed plants. *Bioresource technology*, *98*(14), 2723-2726.

[50] Olfati, J. A., & Peyvast, G. H. (2008). Lawn clippings for cultivation of oyster mushroom. *International journal of vegetable science*, *14*(2), 98-103.

[51] Buruleanu, L. C., Radulescu, C., Georgescu, A. A., Danet, F. A., Olteanu, R. L., Nicolescu, C. M., & Dulama, I. D. (2018). Statistical characterization of the phytochemical characteristics of edible mushroom extracts. *Analytical letters*, *51*(7), 1039-1059.