بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد هشتم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۸
۹۳-۱۰۳
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2020.16015.1473

مدل AHP فازی برای ارزیابی بهترین روش استفاده از پسماند کارخانه کنسرو ماهی (مطالعه موردی کارخانه کنسرو ماهی بابلسر)

*مرضیه آقاسی[۱] و ناصر مهردادی[۲]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، فرآوری محصولات شیلاتی،
[۲]دانش‌آموخته دکتری مهندسی عمران دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۹

چکیده

پسماند تولیدشده در صنعت کنسروسازی ماهی به‌دلیل محتوای بالای پروتئین آن دارای اهمیت بسیاری می‌باشد. در کشور ایران این پسماند تنها از روش دیگ پخت مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. استفاده مجدد از پسماند صنایع غذایی می‌تواند راه‌کار مؤثری جهت کاهش ضایعات، تثبیت زباله‌های مواد غذایی و هم‌چنین تولید انرژی و در نهایت آسیب کم‌تر به محیط زیست باشد. در این پژوهش با استفاده از روش سلسله‌مراتبی AHP (Analytic Hierarchy Process) و شناسایی برخی از روش‌های استفاده از پسماند ماهی، از بین گزینه‌های دیگ پخت، کمپوست هوازی، هیدرولیز آنزیمی و زباله‌سوز با استفاده از معیارهای فنی، اقتصادی، محیط زیستی و مدیریتی به تشخیص بهترین روش استفاده از پسماند کارخانه کنسرو ماهی پرداخته شد. نتایج حاصل از AHP نشان داد که از نظر متخصصین با توجه به معیارها و زیرمعیارهای زیست‌محیطی، اقتصادی، فنی و مدیریتی، بهترین روش دیگ پخت با امتیاز ۰/٤٥٩ در اولویت استفاده از پسماند کنسرو ماهی قرار می‌گیرد. پس از آن روش‌های هیدرولیز آنزیمی، کمپوست هوازی و زباله‌سوز به‌ترتیب با امتیاز ۰/۲٥٦، ۰/۱۸۹ و ۰/۰۹۷ قرار گرفتند. نرخ ناسازگاری کلی نیز برابر با ۰/۰۷ بود که این امر نشان‌دهنده قابل‌اعتماد بودن نتایج ارزیابی و اعتبار مدل می‌باشد. با توجه شرایط مورد بررسی و آنالیز حساسیت، دیگ پخت به‌عنوان بهترین روش برای مدیریت و ساماندهی پسماند کارخانه کنسرو ماهی در شهرک صنعتی میرود شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: پسماند کنسرو ماهی، مدیریت پسماند، AHP

* مسئول مکاتبه: marziyeh.aghasi@yahoo.com

مقدمه

برخی از محصولات جانبی ماهی امروزه قابل‌استفاده هستند، اما مقدار زیادی از آن‌ها هدر می‌رود. تولید ضایعات ماهی سالانه نزدیک به ۲۰ میلیون تن تخمین زده می‌شود (رستداد، ۲۰۰۳). برای کاهش آلودگی فن‌آوری‌هایی که بتوانند از این زباله‌ها استفاده یا حتی برخی از مواد آلی مفید را قبل از دفع بازیابی نمایند، ضروری هستند (کیتین و همکاران، ۲۰۰۱). هیچ تعریف دقیقی از آن چیزی که محصولات‌جنبی دریایی را تعریف می‌کند، وجود ندارد و تعریف کلی آن در رابطه با احشا، سر، قطعات خرد شده، استخوان و پوست می‌باشد (میکلسن و همکاران، ۱۹۹۷؛ چاولیا، ۲۰۰۳). دفع پسماند ماهی قسمت اعظمی از نگرانی صنایع فراوری غذاهای دریایی است (کانن و همکاران، ۲۰۱۸). در حال حاضر معمول‌ترین تعریف از محصولات جانبی شامل همه مواد خام، خوراکی یا غیرخوراکی است که در طول تولید محصول اصلی باقی مانده است (گیلدبرگ ۲۰۰۲). روش‌های استفاده از زباله‌های ماهی عبارتند از: هیدرولیز، هضم بی‌هوازی، فیلتراسیون، غربالگری و چندین روش متفرقه/ چندمنظوره (اروانیتویانیس و کاسیتی، ۲۰۰۸). در حال حاضر، اغلب روش‌های مورد استفاده برای پسماند دریایی عبارتند از تولید روغن ماهی، غذای ماهی، سیلاژ یا تولید کود آلی (لوپس و همکاران، ۲۰۱۵؛ کانن و همکاران، ۲۰۱۸). هیدرولیز آنزیمی پروتئین ماهی به‌عنوان یک روش جایگزین برای تبدیل زیست‌توده ماهی به محصولات پروتئین خوراکی به‌جای خوراک دام و کود مورد استفاده قرار گرفته است (دنیزو مارتین، ۱۹۹۷؛ چاولیا، ۲۰۰۳). غذای ماهی (پلت و پودر ماهی) جزء اصلی و اصلی‌ترین منبع پروتئین در اکثر مراکز پرورش ماهی و پرورش طیور است (ساهو و همکاران، ۲۰۱۷). مقالات موجود در رابطه با تولید متان از پسماند ماهی بسیار محدود و کمیاب است (مشونده و همکاران، ۲۰۰٤). فرایندهای تولید در صنایع کنسرو ماهی باعث ایجاد مقدار قابل‌توجهی از ضایعات جامد می‌شود که می‌توانند به‌صورت بی‌هوازی هضم شوند. یورا و همکاران (۲۰۱۲) پتانسیل متان بیوشیمیایی پسماند مختلف ماهی تون، ساردین و سوزن ماهی را بررسی کردند (یورا و همکاران، ۲۰۱۲). هضم بی‌هوازی می‌تواند جایگزین انرژی‌های حاصل از سوخت فسیلی و کاهش اثرات زیست‌محیطی آن شود. از سوی دیگر، باعث تولید ضایعات ارگانیک هضم شده می‌گردد که می تواند پس از یک مرحله ثبات یا کمپوست در کشاورزی استفاده شود (برومتویوس، ۲۰۱۰). استفاده مجدد از پسماند ماهی به‌وسیله فرایند کمپوست ممکن است یک ابزار ایمن برای افزایش ارزش پسماندهای آلی بازیافتی و تولید هیومیک اسید با پتانسیل استفاده به‌عنوان محرک‌های رشد گیاهی باشد (رادیزیمسکا و همکاران، ۲۰۱۸). طرح کمپوست با استفاده از امعاء و احشاء ماهی در قسمت‌های مختلف از جهان در جستجوی روش‌های جایگزین و مناسب برای تبدیل پسماند ماهی به محصولات مفید برای کشاورزی انجام شده است (هادسون، ۲۰۰۸؛ لیائو و همکاران، ۱۹۹۷؛ کینوئه و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده از پسماند ماهی به‌عنوان کود برای هر دو مصارف کشاورزی و توانبخشی به محصولات کشاورزی استفاده شده است (مازانیرو و همکاران، ۱۹۹۸؛ آلفارو و همکاران، ۲۰۰٤). امروزه تبدیل ماهی به پودر ماهی یا روغن آن به روش‌های مختلف از جمله: روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قابل‌انجام است. معمول‌ترین روش روش پرس (دیگ پخت) می‌باشد (رضوی شیرازی، ۲۰۰۲).

برنامه‌ریزی و طراحی یک سیستم مدیریت زیست‌محیطی جامع منطقه‌ای شامل انتخاب تجهیزات و روش‌های دفع، تخصیص ضایعات جامد و

باقی‌مانده پسماندها از محل تولید به محل‌های تصفیه و دفع و انتخاب مسیرهای حمل و نقل می‌باشد (یسیلنکار و ستین، ۲۰۰۵). تصمیم‌گیری چندمعیاره با فراهم نمودن یک روش تحلیل سیستماتیک، مسائل فنی موجود را با اطلاعات اقتصادی ترکیب نموده و گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌نماید (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، تاکنون هیچ‌گونه پژوهشی بر روی روش‌های ساماندهی پسماند ماهی با استفاده از روش AHP انجام نگرفته است. تعدادی از مطالعات روش AHP را برای مدیریت زیست‌محیطی مورد بررسی قرار داده‌اند. از روش AHP برای کاهش پیچیدگی سیستم‌های مدیریت زباله برای انتخاب محل مناسب دفن زباله‌های جامد استفاده شد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۹). لین و همکاران (۲۰۱۰) روش AHP را برای تعیین اولویت‌های نسبی افزودن پسماند بازیافتی مورد نیاز در تایوان به تصویب رساندند (لین و همکاران، ۲۰۱۰). شکوهیان و عمرانی (۲۰۱۷)به ارزیابی فنی- زیست‌محیطی انواع روش‌های تولید انرژی از پسماند پرداختند (شکوهیان و عمرانی، ۲۰۱۷).

هدف از این مطالعه بررسی روش‌های موجود برای ساماندهی پسماند کارخانه کنسرو ماهی و سپس انتخاب بهترین روش استفاده از این پسماند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرک صنعتی میرود بابلسر استان مازندران انجام گرفته است. شهرک صنعتی میرود فاز ۱ واقع در استان مازندران، شهرستان بابلسر، جاده بهنمیر، روستای میرود شهرک صنعتی میرود است.

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره: تصمیم‌گیری چندمعیاره، برای انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های موجود با توجه به چندین شاخص تصمیم به‌کار می‌رود (میان‌آبادی و افشار ۲۰۰۸). فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره، اهداف، معیارها، گزینه‌ها، تبدیل مقیاس معیارها به واحدهای متناسب، تعیین وزن معیارها برای تعیین اهمیت نسبی آن‌ها، انتخاب و کاربرد الگوریتم ریاضی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر را تعریف می‌کند (کریمی و مهردادی، ۲۰۱۰). فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل چهار مرحله اساسی است: ۱- شناسایی و ارزیابی، ۲- وزن‌دهی، ۳- انتخاب گزینه برتر با استفاده از یک روش MADM و ٤- آنالیز حساسیت و انتخاب گزینه نهایی، می‌باشد. در مرحله شناسایی و ارزیابی، شناسایی تصمیم‌گیران، انتخاب معیارها و مشخص کردن گزینه‌ها انجام‌شده و ارزیابی گزینه‌ها در مقابل معیارها و زیرمعیارها توسط شرکت‌کنندگان صورت می‌گیرد (تکل و همکاران، ۱۹۸۸). هدف از این روش، شناسایی گزینه برتر و هم‌چنین تعیین رتبه گزینه‌ها با لحاظ نمودن هم زمان همه معیارهای تصمیم‌گیری می‌باشد (زنگ و همکاران، ۲۰۰۷).

روش نمونه‌گیری: این مطالعه از نوع تحلیلی توصیفی می‌باشد که به‌منظور انتخاب بهترین روش استفاده از پسماند کارخانه ماهی پرداخته است. روش نمونه‌گیری به‌صورت سرشماری انجام گرفت که در کل شامل ۵۰ پرسشنامه بود بر اساس تحقیقات میدانی که توسط پرسشنامه انجام شد، در مجموع ۳۱ پرسشنامه توسط ٤ گروه از متخصصین شیلات، محیط زیست، مدیریت پسماند و بهداشت محیط با مدارک کارشناسی‌ارشد و دکتری مورد ارزیابی قرار گرفت و تعداد ۱۹ پرسشنامه به دلایل برخی نواقص و اشتباه حذف گردید. ابزار جمع‌آوری داده‌ها پرسشنامه بود که توسط محقق و با توجه به مقالات جمع‌آوری گردید.

پرسشنامه: پرسش‌نامه شامل ۵ ماتریس مقایسه زوجی بود. در ماتریس اول که یک ماتریس ٤×٤ بود میزان اهمیت ٤ معیار (زیست‌محیطی، فنی، مدیریتی و اقتصادی) نسبت به هدف (انتخاب بهترین روش

استفاده از پسماند) ارزیابی شد. در این ماتریس‌ها میزان اهمیت گزینه‌ها نسبت به معیارها و زیرمعیارها بررسی شد. نحوه امتیازدهی به پارامترها نیز به‌صورت ماتریس‌های مقایسه زوجی و به‌صورت دو به دو با یکدیگر و مقایسه و سپس با توجه به جدول ۱ امتیازدهی شدند.

جدول ۱- مقیاس ترجیحات بین دو عنصر برای مقایسه‌های زوجی.

Table 1. Scale comparisons of AHP.

طبقه‌بندی Classification	ترجیح برابر Equal importance	ترجیح متوسط Moderate importance	ترجیح قوی Strong importance	ترجیح خیلی‌قوی Very strong importance	ترجیح بی نهایت Absolute (extreme) Importance	مقادیر بینابینی Intermediate values
شدت وزن Intensity of weight	۱	۳	۵	۷	۹	۲، ٤، ٦ و ۸

وزن گزینه‌ها پس از تکمیل توسط خبرگان مشخص شد و سپس سلسله‌مراتب مقایسه‌ها ایجاد و نتایج مورد بررسی قرار گرفتند.

آنالیزهای آماری: پس از گردآوری اطلاعات و ایجاد ماتریس زوجی، هدف اصلی در بالاترین بخش و بعد از آن معیارها و زیرمعیارها و در پایین‌ترین بخش گزینه‌ها قرار گرفتند. انجام مقایسات زوجی معیارها و محاسبه نرخ ناسازگاری با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11 که به‌منظور تحلیل مسائل تصمیمی‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود، انجام شد. ماتریس حاصل از مقایسه‌های زوجی با استفاده از رابطه زیر نرمال شد:

$$nij = [\frac{aij}{j} = 1to...n \sum nij](j = 1,2,\ldots,n) \quad (۱)$$

پس از محاسبه ماتریس نرمال، وزن نهایی گزینه‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$W = [j == 1\ to\ n \sum \frac{nij}{nx}] \quad (۲)$$

نتایج و بحث

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده تاکنون هیچ‌گونه اطلاعاتی در رابطه با ساماندهی و مدیریت روش‌های استفاده از پسماند ماهی ارائه نشده است و از آن‌جا که این پسماند حاصل از کارخانه پخت به‌دلیل بار غذایی بالا دارای اهمیت فراون می‌باشند، لزوم بررسی استفاده از آن‌ها با توجه به معیارها و شرایط موجود امری مهم می‌باشد.

در این پژوهش معیارهای اصلی فنی، مدیریتی، زیست‌محیطی و اقتصادی به همراه زیرمعیارهای مربوطه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۳) از نظر متخصصین و وزن داده‌ها هیدرولیز آنزیمی در قسمت زیست‌محیطی بیش‌ترین وزن و به‌عبارتی بهترین انتخاب با توجه به این معیار می‌باشد. بعد از آن به‌ترتیب دیگ پخت، کمپوست هوازی و زباله‌سوز قرار گرفتند. این امر می‌تواند به‌دلیل کم‌تر بودن بوی حاصل از فرایند هیدرولیزآنزیمی نسبت به سایر روش‌ها باشد. در زیرمعیارهای زیست‌محیطی شرایط اقلیمی و محیطی منطقه با امتیاز ۰/٦۰۲ به‌عنوان تأثیرگذارترین پارامتر شناخته شد (جدول ۲). پس از شرایط اقلیمی و محیطی منطقه تولید بوی نامطبوع کم‌تر و ایمنی قرار گرفتند. زیرمعیار زیبایی منظر از بین گزینه‌های انتخاب شده با توجه به نظر متخصصین در آخرین اولویت قرار گرفت (جدول ۲). جوزی و فیروزه‌ای

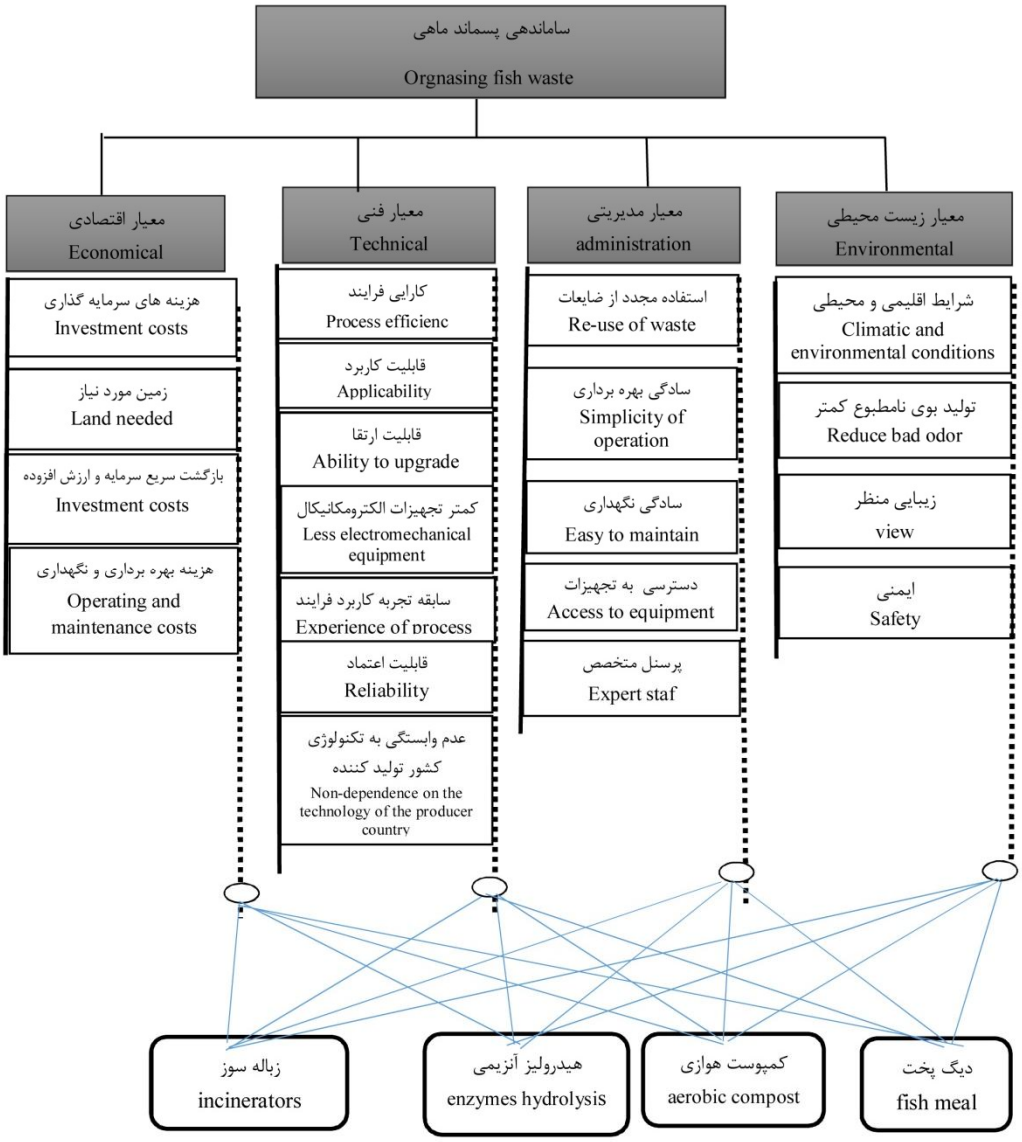
نیز در پژوهشی به بررسی تجزیه و تحلیل اثرات زیست‌محیطی کشتارگاه طیور با استفاده از روش AHP پرداختند (جوزی و فیروزه‌ای، ۲۰۱٤). لیمه و همکاران (۲۰۱٤) با در نظر گرفتن چهار گزینه مختلف جهت تولید انرژی از پسماند برای شهرهای برزیل، گزینه‌های مختلف را با استفاده از معیارهای فنی- اقتصادی تحیلی نموده و به ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی گزینه‌های مختلف پرداختند (لیمه و همکاران، ۲۰۱٤).

زیرمعیار هزینه‌های سرمایه‌گذاری با بیش‌ترین امتیاز در اولویت اول معیار اقتصادی و زیرمعیار هزینه‌های بهره‌برداری و نگه‌داری به‌ترتیب با امتیاز ۰/٤۰٤ و ۰/۱۷۲ قرار گرفتند.

هزینه‌های بهره‌برداری و نگه‌داری شامل: دستمزد و بودجه صرف انرژی، محصولات و خدمات می‌باشد. هزینه تعمیر و نگهداری شامل بودجه‌ای است که برای تعمیر و نگهداری هزینه می‌شود. هزینه‌های عملیات و نگهداری نیز به دو زیرشاخه تقسیم می‌شوند: هزینه‌های ثابت و متغیر (کایا و کهرامان، ۲۰۱۰). در پژوهشی خوشبند و همکاران به ارزیابی جایگزین‌های مختلف برای بازیافت انرژی از زباله‌های شهری تهران با استفاده از روش AHP پرداختند. از بین روش‌های مورد بررسی هضم بی‌هوازی به‌دلیل جنبه‌های محیطی و اقتصادی بهتر به‌عنوان پایدارترین جایگزین در مقایسه با سایر جایگزین‌ها انتخاب شد (خوشند و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهشی که به بررسی مکان‌یابی نفت در دریای مرمر پرداختند تنها متغیرهای فنی و عملیاتی را مورد توجه قرار داده و در نهایت به برای بررسی بیش‌تر پیشنهاد نمودند تا در پژوهش‌های بعدی معیارهای سیاسی و مدیریتی نیز بررسی شوند (کسیوگلو، ۲۰۱۸). با توجه به اهمیت و توانایی استفاده از تکنولوژی‌های وارد شده و قابلیت استفاده آن‌ها، کارایی فرایند در معیار فنی با امتیاز ۰/۳۷۹ و سپس قابلیت کاربرد با امتیاز ۰/۲٤۱ دارای بیش‌ترین امتیاز از نظر متخصصین بودند. دیگ پخت (شامل روغن و پودر ماهی) با توجه به شرایط فنی، اولویت اول را از نظر متخصصین به خود اختصاص داد، پس از آن روش‌های هیدرولیز آنزیمی، کمپوست هوازی و زباله‌سوز قرار گرفتند. مهم‌ترین زیرمعیار فنی از نظر متخصصان کارایی فرآیند می‌باشد. کاربرد فرایند با امتیاز ۰/۰٤۰ آخرین امتیاز را در معیار فنی به خود اختصاص داد. این نتیجه نشان‌دهنده آن است که تجربه و سابقه استفاده از روش دیگ پخت در طی سالیان متمادی نتوانست اهمیت گزینه‌های دیگر را کم‌تر نماید.

زیرمعیار استفاده مجدد از ضایعات در معیار مدیریتی با امتیاز ۰/٤۸٦ مهم‌ترین زیرمعیار شناخته شده برای اخذ تصمیمات بعدی در رابطه با معیار مدیریتی قرار گرفت. دیگ پخت نیز با توجه به معیار مدیریتی به‌عنوان بهترین روش شناخته شد. تصفیه مؤثر و استفاده مجدد از مقادیر عظیم مواد زائد کشاورزی و مواد غذایی روزانه باعث بهبود پایداری سیستم‌های تولید مواد غذایی می‌شود (شیتز و همکاران، ۲۰۱۵).

استراتژی تعمیر و نگهداری در مدیریت تسهیلات مهم است، اما عدم رویکرد سیستماتیک برای تعیین نحوه استراتژی نگهداری، کارایی و هزینه در بیش‌تر شرکت‌ها وجود دارد (پون و همکاران، ۲۰۱۷). به‌دلیل قطعی نبودن نتایج در مراحل مختلف تصمیم‌گیری و با توجه به این‌که وزن نهایی گزینه‌ها دارای بیش‌ترین تأثیر در انتخاب است، نیازمند این هستیم که قبل از انتخاب گزینه نهایی تحلیل حساسیت انجام دهیم.



شکل ۱- ساختار سلسله‌مراتبی انتخاب بهترین فرایند استفاده از پسماند کارخانه کنسرو ماهی.

Figure 1. Hierarchical structure selection for chosing the best way of use fish waste in a canned fish factory.

در انجام تحلیل حساسیت امکان تغییر اولویت‌بندی‌ها وجود دارد (کریمی و همکاران، ۲۰۱۰) تحلیل حساسیت انجام شده که با توجه جدول ۳ با تغییر درصد وزنی بین اولویت‌بندی‌های اصلی پایداری گزینه‌ها بررسی شد و دیگ پخت در تحلیل حساسیت نیز در اولویت اول قرار گرفت. در پژوهشی که توسط شکوهیان و عمرانی انجام شد، زباله‌سوز از بین روش‌های مورد بررسی برای استفاده از پسماند به‌عنوان اولویت چهارم قرار گرفت (شکوهیان و عمرانی، ۲۰۱۷). نرخ ناسازگاری در این مطالعه برابر با ۰/۰۷ که ۷ درصد است. طبق گفته ساتی، سطح عدم تطابق قابل‌قبول می‌باشد و نتایج نشان‌دهنده سطح بالایی از دقت مدل است (Saaty، ۱۹۸۰). هم‌چنین این امر نشان‌دهنده همبستگی در سطح و مقایسه مدل است.

جدول ۲- وزن معیارها و شاخص‌ها برای انتخاب بهترین روش استفاده از پسماند کارخانه کنسرو ماهی.

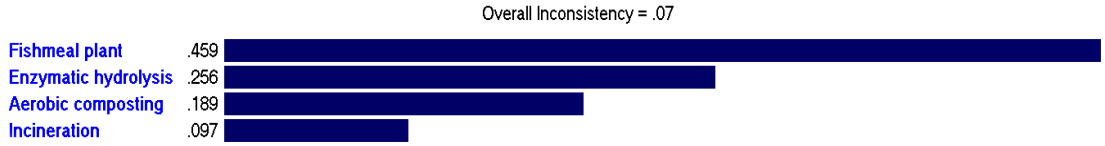
Table 2. The weight of criteria and indices for selecting the best way to use of fish waste in a canned fish factory.

معیارها	وزن معیارها	شاخص‌ها	وزن شاخص
زیست‌محیطی Environmental	۰/۵٤۰	شرایط اقلیمی و محیطی منطقه Climatic and environmental conditions	۰/٦۰۲
		تولید بوی نامطبوع کم‌تر Reduce bad odor	۰/۲۱۷
		ایمنی Safety	۰/۱۲٦
		زیبایی منظر view	۰/۰۵۵
اقتصادی Economical	۰/۲۷٤	هزینه‌های سرمایه‌گذاری Investment costs	۰/٤۰٤
		زمین مورد نیاز Land needed	۰/۰۸۷
		بازگشت سریع سرمایه و ارزش افزوده Investment costs	۰/۳۳۷
		هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری Operating and maintenance costs	۰/۱۷۲
فنی Technical	۰/۱۵۰	سابقه و تجربه کاربرد فرآیند Experience of process experience	۰/۰٤۰
		تجهیزات الکترومکانیکال کم‌تر Less electromechanical equipment	۰/۰۵۵
		قابلیت اعتماد Reliability	۰/۰۵۷
		قابلیت ارتقاء کمی و کیفی Ability to upgrade	۰/۰۸۱
		عدم وابستگی به تکنولوژی کشور تولیدکننده Non-dependence on the technology of the producer country	۰/۱٤۷
		قابلیت کاربرد Applicability	۰/۲٤۱
		کارایی فرآیند Process efficienc	۰/۳۷۹
مدیریتی administration	۰/۰۳۷	استفاده مجدد از ضایعات Re-use of waste	۰/٤۸٦
		سادگی بهره‌برداری Simplicity of operation	۰/۱۳۸
		سادگی نگهداری Easy to maintain	۰/۲۳۳
		دسترسی به تجهیزات Access to equipment	۰/۰۹٤
		نیاز به پرسنل مشخص Expert staf	۰/۰٤۹

جدول ۳- وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیارها.

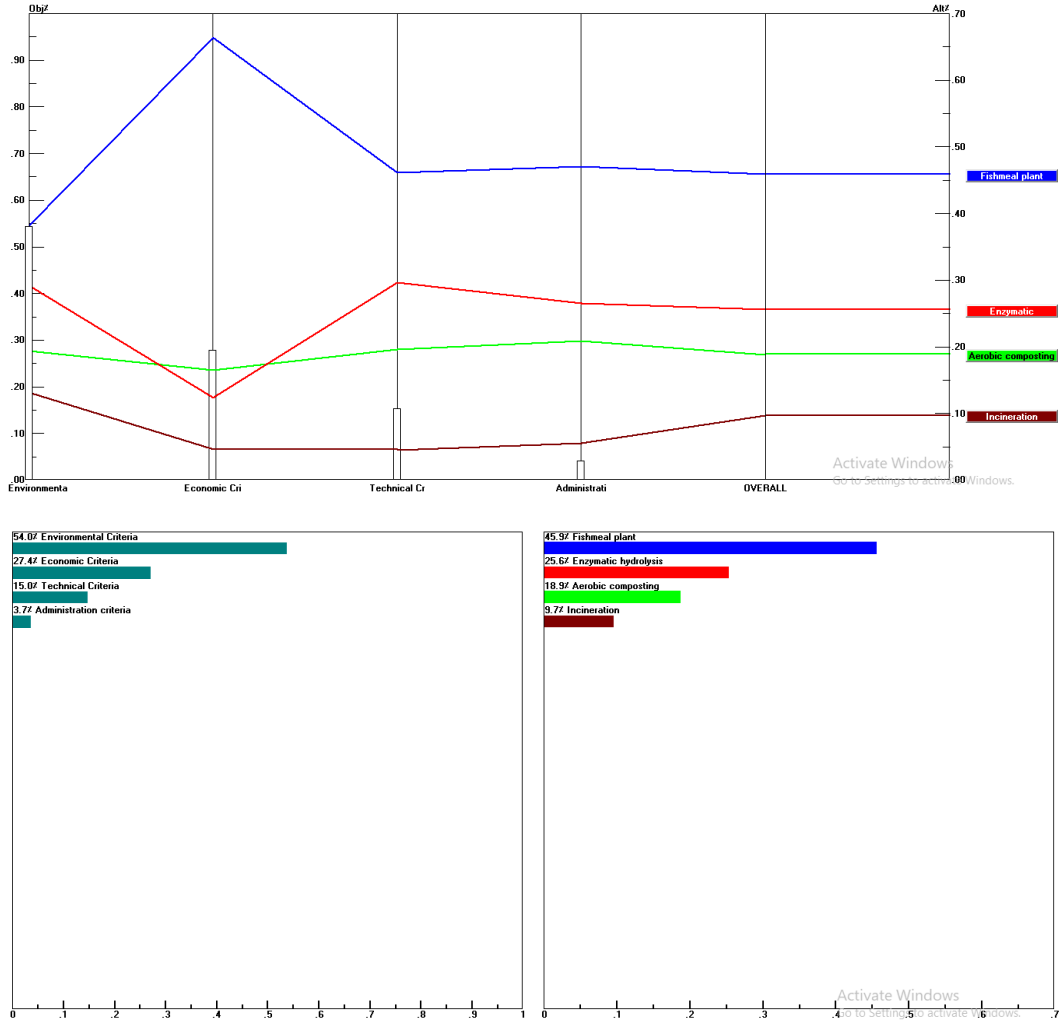
Table 3. The relative weight of options compared to the criteria.

معیارها	دیگ پخت	هیدرولیز آنزیمی	کمپوست هوازی	زباله‌سوز
معیارهای زیست‌محیطی Environmental	۰/٤٧٥	۰/۲۰۸	۰/۲۰٥	۰/۱۱۲
شرایط اقلیمی و محیطی منطقه Climatic and environmental conditions	۰/٤٨٨	۰/۲٤٨	۰/۲۲٨	۰/۰۳۷
تولید بوی نامطبوع کم‌تر Reduce bad odor	۰/٦٤٩	۰/۱۳۲	۰/۱۷٨	۰/۰٤۱
ایمنی Safety	۰/۱٥٨	۰/۱٦۱	۰/۱٨۹	۰/٤۹۱
زیبایی منظر view	۰/۳۷۲	۰/۱٨٤	۰/۰۹٦	۰/۳٤۷
اقتصادی Economical	۰/٦٦٥	۰/۱۲٤	۰/۱٦٥	۰/۰٤٦
هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری Operating and maintenance costs	۰/٦٨۲	۰/۱٥٨	۰/۱۱٥	۰/۰٤٥
هزینه‌های سرمایه‌گذاری Investment costs	۰/٦٦٤	۰/۱۱٦	۰/۱۷٤	۰/۰٤٦
بازگشت سریع سرمایه و ارزش افزوده Investment costs	۰/٦۷٤	۰/۱۱۱	۰/۱٦۹	۰/۰٤٦
زمین مورد نیاز Land needed	۰/٦۰٥	۰/۱٤٦	۰/۲۰۱	۰/۰٤۹
فنی Technical	۰/٤۷۱	۰/۲۹۱	۰/۱۹۳	۰/۰٤٥
کارایی فرآیند Process efficienc	۰/٥۳٥	۰/۲٥۲	۰/۱۷۱	۰/۰٤۲
قابلیت کاربرد Applicability	۰/٥٦٨	۰/۲٤٤	۰/۱٥۲	۰/۰۳٦
عدم وابستگی به تکنولوژی کشور تولیدکننده Non-dependence on the technology of the producer country	۰/۱٥٨	۰/٤٨۱	۰/۳۲۱	۰/۰٤۱
قابلیت ارتقاء کمی و کیفی Ability to upgrade	۰/۳۷٤	۰/۳۹٥	۰/۱٨۳	۰/۰٤۹
قابلیت اعتماد Reliability	۰/٤۳۹	۰/۱٨۷	۰/۲٦٥	۰/۱۱۰
تجهیزات الکترومکانیکال کم‌تر Less electromechanical equipment	۰/٥٤۰	۰/۲٥٤	۰/۱۷۳	۰/۰۳۳
سابقه و تجربه کاربرد فرآیند Experience of process experience	۰/٥۷٤	۰/۲٤٦	۰/۱۳۱	۰/۰٤۹
مدیریتی administration	۰/٤۷۱	۰/۲٦٦	۰/۲۰۷	۰/۰٥٦
استفاده مجدد از ضایعات Re-use of waste	۰/٤٨٨	۰/۳۱۷	۰/۱٦۲	۰/۰۳۳
سادگی بهره‌برداری Simplicity of operation	۰/٤٨۰	۰/۱٨۰	۰/۲۳٥	۰/۱۰٥
سادگی نگهداری Easy to maintain	۰/٤۱۷	۰/۲۱٤	۰/۳۱٦	۰/۰٥۲
دسترسی به تجهیزات Access to equipment	۰/٤۳۹	۰/۳۱۰	۰/۲۱۱	۰/۰٤۰
نیاز به پرسنل مشخص Expert staff	۰/٤٨٤	۰/۲۳۱	۰/۱۹۷	۰/۰٨٨



شکل ۲- اولویت‌بندی گزینه‌های استفاده از پسماند کارخانه کنسرو ماهی نسبت به هدف کلی.

Figure 2. Prioritizing the options for managing the fish waste relative to the general objective.



شکل ۳- نمودار حساسیت نسبت به هدف کلی.

Figure 3. Sensitivity diagram relative to the general objective.

نتیجه‌گیری

نتایج موجود بر اساس نظر پژوهشگر نشان داد که بهترین روش ساماندهی و مدیریت پسماند کارخانه کنسرو ماهی در شهرک صنعتی میرود و با توجه به شرایط این شهرک روش دیگ پخت (پرس مرطوب) می باشد که منجر به تولید پودر ماهی و روغن ماهی می‌گردد. بررسی‌های به‌عمل آمده نشان داد که روش هیدرولیز آنزیمی پس از روش دیگ پخت می‌تواند فرایند مناسبی جهت استفاده از پسماند کنسرو ماهی باشد. این روش در کشور ما بیش‌تر در مقیاس

آزمایشگاهی انجام گرفته است اما در صورت پیشرفت، این فرایند می‌تواند روش مؤثری در استفاده از پسماند کنسرو ماهی باشد، زیرا در این روش ارزش افزوده بیش‌تری ایجاد می‌گردد. روش زباله‌سوز نیز با توجه به هزینه‌های بالای اقتصادی و غنی بودن پسماندهای ماهی نمی‌تواند روش مناسبی جهت مدیریت این ضایعات باشد. زباله‌سوز با توجه به قابلیت این پسماند جهت استفاده مجدد روش مناسبی برای مدیریت پسماند کارخانه کنسرو ماهی نمی‌باشد.

منابع

1. Arvanitoyannis, I.S., and Kassaveti, A. 2008. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. Inter. J. Food Sci. Technol. 43: 4. 726-745.
2. Baere, L.d.m., and Mattheeuws, B. 2010. Anaerobic digestion of MSW in Europe. BioCycle. 51: 2. 24-26.
3. Chaulya, S. 2003. Water resource development study for a mining region. Water resources management. 17: 4. 297-316.
4. Diniz, F.M., and Martin, A.M. 1997. Optimization of nitrogen recovery in the enzymatic hydrolysis of dogfish (*Squalus acanthias*) protein. Composition of the hydrolysates. Inter. J. Food Sci. Nutr. 48: 3. 191-200.
5. Eiroa, M., Costa, J., Alves, M., Kennes, C., and Veiga, M.C. 2012. Evaluation of the biomethane potential of solid fish waste. Waste management. 32: 7. 1347-1352.
6. Gildberg, A. 2002. Enhancing returns from greater utilization. Safety and quality issues in fish processing, Elsevier: Pp: 425-449.
7. Huang, I.B., Keisler, J., and Linkov, I. 2011. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: ten years of applications and trends. Science of the total environment. 409: 19. 3578-3594.
8. Jozi, S.A., and Firouzei, M. 2014. Analysis for Environmental Impacts of Chicken Slaughterhouses Using Analytical Hierarchy Process Method (Case study: Nemone TehranPoultry Slaughterhouse). Iran. J. Health Environ. 6: 4. 455-470.
9. Kannan, S., Gariepy, Y., and Raghavan, G.V. 2018. Optimization of the conventional hydrothermal carbonization to produce hydrochar from fish waste. Biomass Conversion and Biorefinery. Pp: 1-14.
10. Kaya, T., and Kahraman, C. 2010. Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of Istanbul. Energy. 35: 6. 2517-2527.
11. Karimi, A., Mehrdadi, N., Hashemian, J., Nabi Bidhendi, G., and Tavakkoli-Moghaddam, R. 2010. Investigation of wastewater treatment plants of Iran's industrial estates and proposed a suitable model for optimum wastewater treatment process selection, Thesis for degree of Ph.D in Environmental Engineering. Tehran University, Faculty of Environment. 2010: 56-61.
12. Khoshand, A., Kamalan, H., and Rezaei, H. 2018. Application of analytical hierarchy process (AHP) to assess options of energy recovery from municipal solid waste: a case study in Tehran, Iran. J. Mater. Cycle Waste Manage. Pp: 1-12.
13. Koseoglu, B., Buber, M., and Toz, A.C. 2018. Optimum site selection for oil spill response center in the Marmara Sea using the AHP-TOPSIS method. Archives of Environmental Protection.
14. Leme, M.M.V., Rocha, M.H., Lora, E.E.S., Venturini, O.J., Lopes, B.M., and Ferreira, C.H. 2014. Techno-economic analysis and environmental impact assessment of energy recovery from Municipal Solid Waste (MSW) in Brazil. Resources, Conservation and Recycling, 87: 8-20.
15. Lopes, C., Antelo, L.T., Franco-Uría, A., Alonso, A.A., and Pérez-Martín, R. 2015. Valorisation of fish by-products against waste management treatments - Comparison of environmental impacts. Waste management. 46: 103-112.

16. Lin, C.H., Wen, L., and Tsai, Y.M. 2010. Applying decision-making tools to national e-waste recycling policy: an example of analytic hierarchy process. Waste management, 30: 5. 863-869.
17. Mianabadi, H., and Afshar, A. 2008. Multi attribute decision making to rank urban water supply schemes. Water Wastewater J. 19: 66. 34-45.
18. Mazzarino, M.J., Laos, F., Satti, P., and Moyano, S. 1998. Agronomic and environmental aspects of utilization of organic residues in soils of the Andean-Patagonian region. Soil Science and Plant Nutrition, 44: 1. 105-113.
19. Mshandete, A., Kivaisi, A., Rubindamayugi, M., and Mattiasson, B. 2004. Anaerobic batch co-digestion of sisal pulp and fish wastes. Bioresource technology, 95: 1. 19-24.
20. Mikkelsen, P., Häfliger, M., Ochs, M., Jacobsen, P., Tjell, J., and Boller. M. 1997. Pollution of soil and groundwater from infiltration of highly contaminated stormwater-a case study. Water Science and Technology, 36: 8-9. 325-330.
21. Pun, K., Tsang, Y., Choy, K., Tang, V., and Lam, H. 2017. A Fuzzy-AHP-Based Decision Support System for Maintenance Strategy Selection in Facility Management. Management of Engineering and Technology (PICMET), 2017 Portland International Conference on, IEEE.
22. Quitain, A.T., Sato. N., Daimon, H., and Fujie, K. 2001. Production of valuable materials by hydrothermal treatment of shrimp shells. Industrial and engineering chemistry research, 40: 25. 5885-5888.
23. Radziemska, M., Vaverková, M.D., Adamcová, D., Brtnický, M., and Mazur, Z. 2018. Valorization of Fish Waste Compost as a Fertilizer for Agricultural Use. Waste and Biomass Valorization, Pp: 1-9.
24. Rustad, T. 2003. Utilisation of marine by-products. Elec. J. Environ. Agric. Food Chem. 2: 4. 458-463.
25. Razavi-Shirazi, H. 2002. Seafood technology: principles handling.
26. Sahu, B., Das, K., Barik, N., Paikaray, A., Agnibesh, A., Mohapatra, S., Mahanta, K., Nayak, S., and Jayasankar, P. 2017. Development of Fish Hydrolysate (Bind-Add+) incorporated extruded pellets and its performance in Tilapia (Oreochromis niloticus) feeding trial. Inter. J. Adv. Engin. Res. Sci. 4: 1.
27. Shokihian, M., and Omrani, N. 2017. Techno-economical and environmental evaluation of waste to energy metod rankeing by the options using Analytic Hierarchy Process (AHP).
28. Sheets, J.P., Yang, L., Ge, X., Wang, Z., and Li, Y. 2015. Beyond land application: Emerging technologies for the treatment and reuse of anaerobically digested agricultural and food waste. Waste Management. 44: 94-115. civil Engineering, Architecture and Urban Development of Contemporary IRAN. Tehran, Iran.
29. Tecle, A., Fogel, M., and Duckstein, L. 1988. Multicriterion selection of wastewater management alternatives. J. Water Resour. Plan. Manage. 114: 4. 383-398.
30. Wang, G., Qin, L., Li, G., and Chen, L. 2009. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. J. Environ. Manage. 90: 8. 2414-2421.
31. Wind, Y., and Saaty, T.L. 1980. Marketing applications of the analytic hierarchy process. Management science, 26: 7. 641-658.
32. Yesilnacar, M.I., and Cetin, H. 2005. Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area, Turkey. Engineering Geology, 81: 4. 371-388.
33. Zeng, G., Jiang, R., Huang, G., Xu, M., and Li, J. 2007. Optimization of wastewater treatment alternative selection by hierarchy grey relational analysis. J. Environ. Manage. 82: 2. 250-259.