بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد نهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹
۱۵-۲۳
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2020.15673.1465

بررسی کیفیت ضایعات ماهی کارخانه فراوری ماهی و مقایسه آن با استانداردهای ارائه‌شده جهت تولید کمپوست (مطالعه موردی: ماهی هوور و ماهی زرده شهرک صنعتی میرود بابلسر)

*مرضیه آقاسی[۱] و ناصر مهردادی[۲]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، فرآوری محصولات شیلاتی، [۲]دکتری مهندسی عمران محیط زیست، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۳

چکیده

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و استفاده از صنایع غذایی، صنعت کنسروسازی نیز پیشرفت نموده است. به‌دنبال فرآیندهای صنعتی همیشه مقدار زیادی زباله ایجاد می‌شود که خطر قابل‌توجهی برای محیط زیست و سلامت انسان به‌شمار می‌رود. ضایعات فراوری ماهی نیز به‌دلیل غنی‌بودن از ترکیبات آلی پتانسیل بالایی جهت تولید کمپوست دارند. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت این ضایعات، مقایسه آن با استانداردها و امکان استفاده مجدد آن برای تولید کمپوست بهداشتی می‌باشد. در این پژوهش خاکستر، رطوبت، pH، هدایت الکتریکی، ازت و فسفر ضایعات ماهی هوور و زرده شهرک صنعتی میرود بابلسر در شرایط آزمایشگاه در طی یک دوره هفت روزه بررسی و اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. میانگین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در پسماند در دو گونه هوور و زرده به‌ترتیب برابر با: رطوبت: ٦٧/٧٦، ٦٩/٠٣، خاکستر: ٣/٠٦، ٢/٩٩، pH: ٦/٦٨، ٦/٤١، کربن ٤٦/٢٢، ٤٥/٣٢، ازت کل: ١٠/١٧، ١٠/٠١ و فسفر: ١/٥٤، ١/٨٧ بود. میزان خاکستر، pH، هدایت الکتریکی و کربن آلی در حد قابل‌قبول مؤسسه استاندارد ایران قرار گرفت. میزان ازت کل در هیچ‌یک استانداردهای مورد بررسی قرار نگرفت. رطوبت ضایعات نیز بالاتر از حد مجاز اعلام شده توسط استانداردهای مورد بررسی بود. نتایج کلی نشان داد که پسماند حاصل از فراوری ماهی در حد قابل‌قبول برای تولید کمپوست قرار داشت.

واژه‌های کلیدی: استاندارد زیست‌محیطی، پسماند ماهی، کمپوست ارگانیک، کمپوست بهداشتی

* مسئول مکاتبه: marziyeh.aghasi@yahoo.com

مقدمه

میزان پسماند تولید شده در صنعت کنسروسازی از اهمیت بالایی برخوردار است (برا و متیوس، ۲۰۱۰). افزایش تولید آبزیان باعث افزایش ضایعات ماهی گشته ولی این ضایعات به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹) با توجه به کاهش ذخایر ماهی در سراسر جهان، استفاده از صید ضمنی و فراوری‌های جدید را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین راه برای تولید محصولات جدید دانست. ضایعات ماهی به‌عنوان یک منبع مهم و با ارزش از مواد آلی و ارگانیک شناخته می‌شوند. ضایعات ماهی منبع خوبی از پروتئین هستند، اما مقدار زیادی از این ضایعات هنوز بدون هیچ‌گونه تلاشی برای بازیابی پروتئین، دور ریخته می‌شود. علاوه بر آن، دور ریختن پسماند ماهی سبب ایجاد مشکلات زیست‌محیطی گشته و فرایند دفع نیز مشکل‌ساز است (آرنسن وگیلدبرگ، ۲۰۰۷؛ کریستینسون و راسکو، ۲۰۰۷). صنعت فراوری ماهی تولیدکننده مقدار زیادی از مواد زائد جامد و فاضلاب است. مواد زائد جامد یا کل پسماند حاصل از فراوری ماهی، شامل امعا و احشا و ضایعات باقی‌مانده از فیله کردن می‌باشد. پساب حاصل از ماهی به‌طور عمده از تمیز کردن و شستشوی کارخانه و مواد خام تشکیل شده است که دارای سطح پایین پروتئین محلول ماهی شسته شده و خام است. رشد مداوم صنعت فراوری ماهی ضرورت کاهش آلاینده و نیاز به حداکثر رساندن بازده تولید مواد خام و به دنبال آن راه‌های جدید استفاده از ضایعات را تشویق می‌کند، که این ضایعات به‌طور عمده در تبدیل مواد آلی موجود در مواد زائد جامد به محصولات مختلف قابل‌عرضه در بازار از جمله به‌عنوان طعمه، کود، روغن ماهی و اسیدهای آلی می‌باشند. تکنولوژی‌های جدید باید راهکاری برای استفاده و بهبود این ضایعات و تبدیل آن به مواد آلی قابل‌مصرف قبل از دفع و به‌منظور کاهش آلودگی فراهم آورند (زیمان وسندرا، ۲۰۰۱). در ایران، سرانه تولید زباله هر نفر ایرانی به‌طور میانگین ٦٥٠ گرم در روز و ٢٤٠ کیلوگرم در سال است. سرانه زباله تولید شده در کشور ۲۰ میلیون تن در سال می‌باشد که از این مقدار ۲۰ درصد آن مربوط به مناطق روستایی و ۵۰ درصد مربوط به مناطق شهری است. حدود ٦٠ تا ۷۰ درصد زباله در ایران زباله‌های آلی است (خیامباشی، ٢٠١٦). با توجه به درصد بالای مواد فسادپذیر در داخل زباله‌های خانگی شهری و توجه به مقوله کمپوست به‌عنوان یک استراتژی، کاهش و بازیافت زباله در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست کشور قابل تأمل است به‌خصوص این‌که مواد آلی درون زباله منشاء بسیاری از مشکلات محیط زیستی و بهداشتی محل‌های دفن می‌باشند (رنکو و رابین، ١٩٩٦). مقدار پسماند (محصولات جانبی و صید ضمنی) بستگی به عوامل متعدی از جمله: گونه ماهی، اندازه، فصل و روش صید، روش پردازش، مقررات محلی، بازار و غیره دارد. به‌عنوان مثال، هنگامی که صید به‌طور مستقیم در دریا انجام شده، عملیات برش (امعاء و احشاء) و تولید، در توده اولیه حدود ١٦ درصد از وزن کل ماهی را شامل می‌شود. پسماند ماهی به‌طور عمده در امکانات پردازشی موجود در ساحل تولید می‌شود. مواد زائد جامد عمدتاً در قالب ضایعات آلی و در طی فرایندهای تولید به وجود می‌آیند. این ضایعات در ماهی اغلب شامل پوست ماهی، سر و ... حاصل از فرایندهای دریایی است. آمار نشان می‌دهد که تنها ۲۵-۲۰ درصد از ماهی‌های صید شده برای محصولات مورد نیاز استفاده می‌شوند. تنها ۷۵-۵۰ درصد از مواد اولیه برای پسماند و بقیه برای محصولات کم‌ارزش یا دفع مورد استفاده قرار گرفته است (آرچر، ۲۰۰۱).

سازمان کشاورزی تولیدات ارگانیک با هدف احترام به محیط زیست و حفظ باروری خاک از طریق استفاده بهینه از منابع، به دنبال تامین مواد غذایی با

کیفیت بالا است. کشاورزی ارگانیک، با هدف ترویج بازیافت مواد مغذی سعی در به حداقل رساندن مقدار مواد مغذی وارد شده به مزرعه‌ها را دارد. محصول مورد استفاده برای حفظ باروری خاک نباید مصنوعی باشد. ماده ارگانیک یک کلید برای حفظ باروری در سیستم خاک و گیاه است (لامکین، ۲۰۰۱). ضایعات ماهی به‌عنوان کود آلی، مواد مغذی برای مصارف کشاورزی و یا به‌عنوان منبع تجدیدپذیر مورد استفاده قرار می‌گیرد (مازارینو و همکاران، ۱۹۹۸؛ لوپتاچ، ۲۰۰۳). ثابت شده است که ضایعات ماهی به‌عنوان کود آلی و مواد مغذی برای هر دو مصارف کشاورزی و تقویت خاک مفید است (مچ و همکاران، ۲۰۰۳؛ هوانگ و هانسن، ۱۹۹۸). احتمالاً بیش از ۵۰ درصد از مواد باقی‌مانده از کل ماهی صیدشده به‌عنوان غذا استفاده نمی‌شود و این مقدار تقریباً شامل ۳۲ میلیون تن زباله است (کریتیسنشون و راسو، ۲۰۰۰) استفاده از ضایعات شهری در تولید محصولات کشاورزی به‌وسیله کمپوست به‌عنوان یک گزینه مناسب برای مقابله با مشکلات و مسائل زباله شهری در کشورهای در حال توسعه مورد توجه قرار گرفته است (وی و همکاران، ۲۰۱۷؛ تان و ماتسوئی، ۲۰۱۱؛ هورنگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ چن و همکاران، ۲۰۱٤). کمپوست کردن یک فرایند بیولوژیکی است که در شرایط هوازی در حضور اکسیژن انجام می‌شود (مو و هوروتیز، ۲۰۱۷). نتایج پژوهشی در رابطه با ارزیابی استفاده از ضایعات کمپوست برای مصارف کشاورزی نشان داد کمپوست ضایعات ماهی با پوست خوک باعث کاهش قابل‌توجهی در میزان شیلات و مواد زائد می‌گردد (رادزیمیسکا و همکاران، ۲۰۱۸).

هدف از این مطالعه بررسی کیفیت ضایعات حاصل از فرآوری ماهی و مقایسه آن با مقادیر مجاز استاندارد کشور ایران، نظریه گوتاس و WHO جهت تولید کمپوست می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بررسی کیفیت پسماند: این مطالعه در کارخانه فراوری ماهی واقع در شهرک صنعتی میرود بابلسر انجام شد. این شهرک در فاز ۱ واقع در استان مازندران، شهرستان بابلسر، جاده بهنمیر، روستای می‌رود شهرک صنعتی میرود است. این شهرک دارای تعداد ۷ واحد کنسروسازی، ۵ واحد پودر ماهی ۲ واحد قوطی‌سازی ۲ واحد فیله و بسته‌بندی و ۱ واحد خوراک آبزیان- ۱ واحد روغن ماهی و ۲ واحد متفرقه می‌باشد. در هر دوره پخت روزانه در کارخانه مورد بررسی ۵ تن ماهی استفاده می‌شود که در هر تن ١٤ تا ۱۵ درصد را آب تشکیل می‌دهد. نزدیک به ۳۵ تا ٤۰ درصد از هر تن ماهی را گوشت ماهی برای تولید کنسرو تشکیل می‌دهد. میزان ضایعات باقی‌مانده که برای واحد پودر ماهی فرستاده می‌شود حدود ٤۰ درصد است. دو نوع از پسماند کارخانه کنسرو شامل یک کیلوگرم از پسماند ماهی هوور و یک کیلوگرم از پسماند ماهی زرده با رعایت اصول نمونه‌گیری به‌طور تصادفی و به فاصله زمانی هر ۱۵ روز یکبار طی سه ماه که در مجموع ٦ مرتبه بر روی ۱۲ نمونه انجام شد. پسماند ماهی حاوی امعا و احشا، سر و دم بود. این پسماند در ظروف شیشه‌ای قرار گرفته و سپس برای اندازه‌گیری پارامترهای رطوبت، خاکستر، هدایت الکتریکی، میزان ازت کل، کربن آلی، فسفر و pH به‌منظور اختلاط کامل نمونه‌ها توسط چرخ گوشت آشپزخانه چرخ و به ذرات ریز در حدود ۳-۵ میلی‌متر تبدیل شد.

روش آزمون: برای اندازه‌گیری رطوبت حدود ۵ تا ۱۰ گرم نمونه از ماهی چرخ‌شده، در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از ٤ ساعت از آن خارج و به داخل دسیکاتور انتقال یافت. نمونه پس از خشک شدن مجدداً توزین گردیده و عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن

محسوسی در نمونه دیده نشد. میزان رطوبت از رابطه زیر مورد محاسبه قرار گرفت (هوریتز، ۱۹۸۰).

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{100(p-a)}{p}$$

اندازه‌گیری رطوبت به روش خشک کردن در آون انجام گرفت (لیاست و همکاران، ۲۰۰۰). برای تعیین مقدار خاکستر، ۰/۵ گرم از نمونه‌ها (که از پیش در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد در آون و به‌مدت ٤٨ ساعت قرار می‌گیرند) در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ ساعت سوزانده شد و مقدار آن از راه رابطه زیر اندازه‌گیری شد (هورویتز، ۱۹۸۰).

$$\text{خاکستر} = \frac{\text{وزن بوته چینی + وزن بوته همراه با نمونه نهایی} - \text{وزن بوته چینی}}{\text{وزن نمونه}} \times ۱۰۰$$

میزان ازت از چهار مرحله: هضم، تقطیر، جمع‌آوری و تیتراسیون و با استفاده از AOAC اندازه‌گیری شد (گیتسبرگ، ۲۰۰۵). در مرحله هضم نمونه ماهی را به‌میزان ۲-۱ گرم وزن شده در داخل بالن هضم ریخته شد، سپس ۸-٦ گرم کاتالیزور (سولفات پتاسیم ۱۰ گرم، سولفات مس ۰/۵ گرم و سولفات آهن ۱ گرم) به آن اضافه کرده، سپس ۷-٦ عدد پرل شیشه‌ای داخل آن انداخته و به روی آن‌ها ۳۰-۲۵ سی‌سی اسید سولفوریک غلیظ (۹۸-۹۵ درصد) ریخته شد. کل محصول را به‌مدت ۱/۵ ساعت حرارت داده شد. محصول به‌دست آمده سولفات آمونیوم می‌باشد. در دو یا سه دقیقه اول باید رنگ قهوه‌ای بشود و حجم داخل بشر باید ۱۵۰ تا ۱۸۰ سی‌سی باشد.

سپس در مرحله تقطیر که در این مرحله محصول هضم (سولفات آمونیوم) را با ۲۹۰-۲۵۰ سی‌سی آب مقطر حل کرده و ۳ الی ۵ گرم داخل آن ریخته و به آن ۸۰ الی ۸۵ سی‌سی NaoH 60 درصد اضافه می‌کنیم. محصولی که در این مرحله به‌دست می‌آید آمونیاک می‌باشد که آبی مایل به بنفش می‌باشد (این محصول اسیدی است (کانیف، ۱۹۹٦).

$$\text{تعیین درصد ازت موجود خاکستر} = \frac{\text{۱٤} \times \text{۱۰۰ اسید نرمالیته} \times \text{مصرفی اسید حجم}}{\text{نمونه وزن گرم} \times ۱۰۰۰}$$

هدایت الکتریکی به‌وسیله EC متر مدل (Mettler Toledo)، pH توسط دستگاه pH متر و درصد فسفر با استفاده از اسپکتروفتومتری DR مدل ۲۸۰۰ انجام شد.

آنالیزهای آماری: آنالیزهای آماری مربوط به کیفیت پسماند با نرم‌افزار SPSS22 و توسط آزمون میانگین آنوا با سطح معنی‌داری ۵ درصد به‌منظور اندازه‌گیری میانگین و انحراف معیار نمونه‌ها انجام شد. در پایان نیز این مقادیر با مقدار استاندارد مؤسسه استاندارد مقایسه گردید. ضایعات مربوط به دو نوع ماهی هوور وزرده در دو تیمار در سه تکرار در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی انجام گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

در کشور ایران استاندارد ملی کمپوست با عنوان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کمپوست در پنجاهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مورخ ۱۳۸٦/۱۲/٤ تصویب شد و به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر شد، که مقادیر مورد بررسی این پژوهش در (جدول ۱) ارائه داده شده است. هم‌چنین نظریه گوتاس و استاندارد WHO در جدول ۲ آمده است (زلزولی و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کمپوست (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران).

نوع ویژگی	حدود قابل‌قبول برای رده یک	حدود قابل‌قبول برای رده دو
رطوبت (درصد)	بیشینه ۱۵ درصد	بیشینه ۳۵ درصد
خاکستر (درصد)	بیشینه ۵۰ درصد	بیشینه ۵۰ درصد
pH (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	۶–۸	۶–۸
هدایت الکتریکی (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	بیشینه ۸ ds/m	بیشینه ۱۴ ds/m
کربن آلی (بر اساس وزن ماده خشک)	کمینه ۲۵ درصد	کمینه ۱۵ درصد
میزان ازت کل (بر اساس وزن ماده خشک)	۱/۲۵–۱/۶۶ درصد	۱–۱/۵ درصد
میزان فسفر بر حسب P_2O_5	۱–۳/۸ درصد	۰/۳–۳/۸ درصد
قطر ذرات	بیشینه ۵ میلی‌متر	بیشینه ۲۰ میلی‌متر

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کود کمپوست قابل‌عرضه به بازار بر اساس نظریه گوتاس و WHO (بر حسب ماده خشک).

نوع ویژگی	نظریه گوتاس	WHO
رطوبت (درصد)	۳۰–۵۰	۳۰–۵۰
خاکستر (درصد)	۶۵–۲	–
pH (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	۶–۹	۶–۹
هدایت الکتریکی (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	–	–
کربن آلی (بر اساس وزن ماده خشک)	۵۰–۸۰	–
میزان ازت کل (N) گرم در ۱۰۰ گرم	۳/۵–۴	۱/۵–۴
میزان فسفر (P_2O_5) گرم در ۱۰۰ گرم	۳/۵–۳	۳/۸–۰/۲

جدول ۳- میانگین برخی از خصوصیات پسماند ماهی مورد آزمایش.

	رطوبت (درصد)	خاکستر	pH	هدایت الکتریکی	کربن آلی	میزان ازت کل	فسفر	اندازه ذرات
هوور	۶۷/۷۶ ± ۰/۰۸	۰/۰۹ ± ۳/۰۶	۶/۶۸ ± ۰/۰۴	۴/۸۱ ± ۳/۱۹	۴۶/۲۲ ± ۲/۸۰	۱۰/۱۷ ± ۲/۲۹	۱/۵۴ ± ۰/۶۷	۳–۵ mm
زرده	۶۹/۰۳ ± ۰/۱۱	۰/۰۵۵ ± ۲/۹۹	۰/۲۸ ± ۶/۴۱	۲/۸۵ ± ۲۲/۴	۴۵/۳۲ ± ۲/۱۵	۱۰/۰۱ ± ۲/۶۷	۱/۸۷ ± ۰/۲۹	۳–۵ mm

نتایج آنالیز ضایعات فراوری کارخانه ماهی شهرک صنعتی میرود (جدول ۳) نشان می‌دهد که میزان رطوبت هر دو گونه ماهی هوور و زرده بیش از حد قابل‌قبول در هر دو گروه استاندارد ایران، نظریه گوتاس و WHO جهت استفاده برای کمپوست می‌باشد که این امر به‌دلیل بالا بودن میزان آب موجود در بافت ماهی‌ها می‌باشد، بنابراین استفاده از این ضایعات نیازمند حذف اولیه رطوبت است. کنترل رطوبت در طی فرآیند کمپوست نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. اگر مقدار رطوبت کم‌تر از

٤٠ درصد باشد، فعالیت میکروارگانیسم‌ها کند می‌شود و در صورتی‌که به کم‌تر از ۲۰ درصد برسد، فعالیت میکروبی متوقف می‌شود. رطوبت بیش از ۸۰ درصد نیز باعث می‌شود تا مواد کمپوست شونده به یکدیگر فشرده شده و تأمین اکسیژن با مشکل مواجه شود (مارتین، ۲۰۱۲). میزان خاکستر اندازه‌گیری‌شده در ماهی هوور و زرده به‌ترتیب ۳/۰٦ و ۲/۹۹ بود که در هر دو حد قابل‌قبول ارائه شده توسط مؤسسه استاندارد ایران قرار گرفته و این مقدار مطابق با نظریه گوتاس و WHO نمی‌باشد. مقدار pH اندازه‌گیری‌شده برای هوور برابر با ٦/٦٨ و این مقدار در زرده ٤/٤١ بود که در رده یک و دو استاندارد ایران و هم‌چنین مطابق با نظریه گوتاس و WHO می‌باشد. pH منعکس‌کننده تمرکز اسیدهای آلی و دیگر اسیدها و بازها می‌باشد که برای رشد و نمو محصولات مضر است. pH نهایی کمپوست به‌شدت تحت‌تأثیر مواد آلی، مراحل تجزیه کمپوست و افزایش مواد اصلاحی است (ژیانگ و همکاران، ۲۰۱۵).

میزان هدایت الکتریکی در ماهی هوور بیش‌تر از ماهی زرده و به‌ترتیب برابر با ٤/٨١ و ٤/٢٢ دسی‌موس بر متر بود که در حد استاندارد رده یک و رده دو ایران می‌باشد. در پژوهشی که توسط مختاری و همکاران صورت گرفت هدایت الکتریکی در رده یک استاندارد ایران قرار گرفت که این نتایج با یافته های‌سادف و همکاران مطابقت داشت (سادف و همکاران، ۲۰۱٤). هدایت الکتریکی از شاخص‌های مهم کمپوست بوده که نشان‌دهنده سمیت کمپوست برای محصولات و معرف میزان تجمع کل یون‌های متمرکز شامل نمک‌های انحلال‌پذیر است (چن و همکاران، ۲۰۱٤). مقادیر زیاد نمک در کمپوست بر جوانه‌زنی بذر و سلامت ریشه اثر می‌گذارد (رضی کردمحله، ۲۰۰٦). کمپوست تولید شده با استفاده از ضایعات ماهی و با بررسی ویژگی‌های هدایت الکتریکی، pH، و نسبت C/N، می‌تواند به‌عنوان کود آلی مورد استفاده قرار گیرد (باستو و همکاران، ۲۰۱۸).

درصد کربن آلی نمونه‌ها در هوور و زرده به‌ترتیب ٤٦/٢٢ و ٤٥/٣٢ بود که این میزان در رده یک و دو استاندرد ایران قرار گرفته و مطابق با حد مجاز ارائه شده با نظریه گوتاس نمی‌باشد. در مطالعه‌ای بر روی مخلوط لجن خمیر کاغذسازی و لجن صنایع لبنی در انتهای دوره ورمی‌کمپوست پس از ٦ ماه، کاهش ۲۰ تا ٤۳ درصدی کربن کل را به‌دست آوردند (الویرا و همکاران، ۱۹۹٦). در انتخاب فرایند کودسازی، شرط مهم و اساسی میزان درصد مواد آلی است (مختاری و همکاران، ۲۰۱۷)

مقدار ازت کل در هوور و زرده نیز به‌ترتیب با میزان ۱۰/۱۷ و ۱۰/۰۱ می‌باشد که در محدوده هیچ‌کدام از استانداردهای مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. میزان فسفر در هوور و زرده برابر با ۱/٥٤ و ۱/۸۷ می‌باشد که در حد مجاز رده یک و دو استاندارد ایران، گوتاس و WHO قرار دارد. اندازه ذرات در هر دو نمونه در هر دو حد مجاز استاندارد ایران قرار دارد. بیش‌ترین وزن ماهی متعلق به آب موجود در بدن ماهی است. آب در عضلات ماهی تازه به دو صورت آزاد و متصل شده (که به‌صورت محکمی به پروتئین پیوند داده شده) است. به‌طوری‌که حتی تحت فشار زیاد نمی‌شود آن را از بدن ماهی خارج کرد. کاهش میزان رطوبت می‌تواند به‌دلیل تغییر در میزان pH قدرت نگهداری آب باشد (معینی، ۲۰۱۱). نتایج نشان داده است که میزان رطوبت به عوامل مختلفی مانند جنسیت و سن (المو و همکاران، ۲۰۱۳)، اندازه (سالم و همکاران ۲۰۰٤) و سایر متغیرهای محیطی (سالم اقبال، ۲۰۰۱) بستگی دارد. از عوامل تأثیرگذار بر تغییرات و تفاوت میزان خاکستر می‌توان به طول بدن (سالم و همکاران، ۲۰۰۱). جنسیت و سن ماهی

(المو و همکاران، ۲۰۱۳) و به‌طورکلی سیستم اسکلتی ماهی (رهامی و همکاران، ۲۰۰۹) اشاره کرد. ایلرا و همکاران در پژوهشی که به بررسی کمپوست ضایعات ماهی و جلبک دریایی برای تولید مواد ارگانیک پرداخته بودند، اعلام داشتند که اثرات استفاده از این کمپوست در محصولات کشاورزی قابل‌توجه بود (ایلرا و همکاران، ۲۰۱۵). در اغلب کشورهای جهان در کمپوست (NPK) عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به مقدار کافی وجود ندارد. در بین عناصر ذکر شده، مقدار نیتروژن به نسبت سایرین، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است (عبدلی و حیدرزاده، ۲۰۰۹). مختاری و همکاران نیز به تعیین قابلیت کمپوست شدن لجن آبگیری‌شده تصفیه‌خانه فاضلاب شهری یزد پرداختند که در این مطالعه لجن آبگیری‌شده شهرستان یزد مطابق با استاندارد مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار داشته و قابلیت استفاده جهت تولید کمپوست را دارد (مختاری و همکاران، ۲۰۱۷).

مزایای اقتصادی کمپوست عبارتند از تبدیل زباله‌های زیست‌محیطی لندفیل‌ها به محصولات با ارزش افزوده که برای اهداف مختلف کشاورزی در مقایسه با کودهای مصنوعی مناسب است (مو و همکاران، ۲۰۱۷؛ آواشتی و همکاران، ۲۰۱۶).

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ضایعات حاصل از فراوری ماهی در شهرک صنعتی میرود بابلسر، در بیش‌تر موارد از استانداردهای ارائه شده جهانی مورد بررسی در این پژوهش و مؤسسه استاندارد ایران پیروی می‌کنند، بنابراین این ضایعات قابلیت استفاده جهت تولید کمپوست و اصلاح خاک را دارا می‌باشند. با توجه به این‌که هدف از این مطالعه صرفاً بررسی امکان تولید کمپوست از ضایعات حاصل از کارخانه فراوری می‌باشد، بنابراین در این مطالعه به پارامترهای پایه (دما، رطوبت pH، هدایت الکتریکی، میزان کربن آلی، خاکستر و ...) پرداخته شد. با این وجود پیشنهاد می‌گردد که تمهیدات لازم جهت کاهش ازت موجود در این ضایعات با توجه به گوشت ماهی، گونه ماهی و فسادپذیری آن با تکیه به چربی موجود در گونه، فعالیت‌های میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

پیشنهادها

بررسی پتانسیل لقاح پسماند ماهی با ضایعات میوه در تولید انرژی در ناحیه بابلسر با توجه به میزان تولید میوه و سبزیجات در شهرهای شمالی و به طبع آن تولید زباله‌های حاصل از کشاورزی، این امر می‌تواند گام مهمی در جهت کاهش حجم پسماند کشاورزی و صنایع غذایی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، افزایش بهداشت محیط و هم‌چنین تولید انرژی باشد.

منابع

1. Alemu, L., Melese, A., and Gulelat, D.J.A.J.o.R.C. 2013. Effect of endogenous factors on proximate composition of nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fillet from lake zeway. 1: 11. 405-410.
2. Ali, M., Salam, A., Goher, S., Tassaduqe, K., and Latif, M.J.J.o.B.S. 2004. Studies on Fillet Composition of Fresh Water Farmed Labeo rohita in Relation to Body Size, Collected from Government Fish Seed Hatchery Mian Channu Pakistan. 4: 1. 46-60.
3. Ali, M., Salam, A., and Iqbal, F.J.J.o.R. 2001. Effect of environmental variables on body Composition parameters of Channa punctata. 12: 86-96.
4. Archer, M. 2001. Fish waste production in the United Kingdom: the quantities produced and opportunities for better utilisation: Sea Fish Industry Authority.
5. Awasthi, M.K., Pandey, A.K., Bundela, P.S., Wong, J.W., Li, R., and Zhang, Z.J.B.t. 2016. Co-composting of gelatin industry sludge combined with organic

fraction of municipal solid waste and poultry waste employing zeolite mixed with enriched nitrifying bacterial consortium. 213: 181-189.
6. Baere, L.d., and Mattheeuws, B. 2010. Anaerobic digestion of MSW in Europe. BioCycle, 51: 2. 24-26.
7. Busato, J.G., de Carvalho, C.M., Zandonadi, D.B., Sodré, F.F., Mol, A.R., de Oliveira, A.L., and Navarro, R.D. (2018). Recycling of wastes from fish beneficiation by composting: chemical characteristics of the compost and efficiency of their humic acids in stimulating the growth of lettuce. Environmental Science and Pollution Research, 25: 36. 35811-35820.
8. Chen, Y.T.J.S. 2016. A cost analysis of food waste composting in Taiwan. 8: 11. 1210.
9. Chen, Y., Yu, F., Liang, S., Wang, Z., Liu, Z., and Xiong, Y.J.W.m. 2014. Utilization of solar energy in sewage sludge composting: Fertilizer effect and application. 11: 34.
10. Cunniff, P. 1996. Official methods of analysis of AOAC International: Association of Official Analytical Chemists.
11. Elvira, C., Goicoechea, M., Sampedro, L., Mato, S., and Nogales, R.J.B.T. 1996. Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge by earthworms. 57: 2. 173-177.
12. Heydarzadeh, N., and Abdoli, M. 2009. Quality Assessment of Compost in Iran and the Need for Standards and Quality Assurance.
13. Hoornweg, D., Thomas, L., and Otten, L.J.W.B.w.p.s. 1999. Composting and its applicability in developing countries. 8p.
14. Horwitz, W.J.W., DC: AOAC. 1980. Official methods of analysis.
15. Hwang, S., and Hansen, C.J.T.o.t.A. 1998. Formation of organic acids and ammonia during acidogenesis of trout-processing wastewater. 41: 1. 141.
16. Illera-Vives, M., Labandeira, S.S., Brito, L.M., López-Fabal, A., and López-Mosquera, M.J.S.H. 2015. Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. 186: 101-107.
17. Jiang, Y., Ju, M., Li, W., Ren, Q., Liu, L., Chen, Y., … and Liu, Y.J.B.t. 2015. Rapid production of organic fertilizer by dynamic high-temperature aerobic fermentation (DHAF) of food waste. 197: 7-14.
18. Khayamabshi, E. 2016. Current Status of Waste Management in Iran and Business Opportunities. "Waste Management" on Occasion of Smart Engineering Tokyo.
19. Kristinsson, H.G., Rasco, B.A.J.C.r.i.f.s., and nutrition. 2000. Fish protein hydrolysates: production, biochemical and functional properties. 40: 1. 43-81.
20. Lampkin, N. 2001. Agricultura ecológica: Madrid, ES: Mundi-Prensa.
21. Lupatsch, I. 2003. Predicting nutrient flow in integrated aquaculture systems using a nutritional approach: comparison between gilthead seabream (*Sparus aurata*) and white grouper (*Epinephelus aeneus*). Beyond Monoculture. EAS, Trondheim, Norway.
22. Machet, J., Recous, S., Jeuffroy, M., Mary, B., Nicolardot, B., and Parnaudeau, V. 2003. A dynamic version of the predictive balance sheet method for fertiliser N advice. Paper presented at the Controlling nitrogen flows and losses, 12th Nitrogen Workshop, 21st-24th September, Exeter, Devon, UK.
23. Martin, A.M. 2012. Bioconversion of waste materials to industrial products: Springer Science & Business Media.
24. 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.
25. Moeini, M., and Khoshro, Z. 2011. Freezing in the fisheries industry. Tehran University Press.
26. Mokhtari, M., Salehi Vaziri, A., Zareyi, T., and Jalili, M. 2017. An Investigation on Feasibility of Composting of Yazd WWT Dewatered Sludge with Windrow Method Using Different Treatments %J Iran. J. Health Environ. 9: 4. 493-502.

27. Mokhtari, M., Salehi Vaziri, A., Zareyi, T., Jalili, M.J.I.J.o.H., and Environment. 2017. An Investigation on Feasibility of Composting of Yazd WWT Dewatered Sludge with Windrow Method Using Different Treatments. 9: 4. 493-502.
28. Mu, D., Horowitz, N., Casey, M., and Jones, K.J.W.m. 2017. Environmental and economic analysis of an in-vessel food waste composting system at Kean University in the US. 59: 476-486.
29. 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.
30. Razi-Kordmahalle, L., Asgharzadeh, A., and Malakouti, M.J. 2006. Increasing the rate of decomposition of cane bagasse by parasitic fungus and azotobacter auxiliary bacteria. The 1st Scientific Conference on the Management of Plant Remains.
31. Renkow, M., and Rubin, R. 1996. Municipal solid waste composting, does it make economic. North Carolina: North Carolina State University.
32. Rohani, A.C., Normah, O., Zahrah, T., Utama, C.C., Saadiah, I.J.J.T.A., and Sc, F. 2009. Quality of fish fillet from pond-raised red tilapia and its utilisation in the development of value-added product. 37: 2. 153-161.
33. Sadef, Y., Poulsen, T.G., and Bester, K.J.W.m. 2014. Modeling organic micro pollutant degradation kinetics during sewage sludge composting. 34: 11. 2007.2013.
34. Thanh, N.P., and Matsui, Y. 2011. Compost Potential from Solid Waste: Toward Sustainable Agriculture and Mitigation of Global Warming in the Mekong Delta, Vietnam. In Environmental change and agricultural sustainability in the Mekong Delta (Pp: 335-354): Springer.
35. Wang, H., Seekamp, I., Malzahn, A., Hagemann, A., Carvajal, A.K., Slizyte, R., ... and Reitan, K.I. 2019. Growth and nutritional composition of the polychaete Hediste diversicolor (OF Müller, 1776) cultivated on waste from land-based salmon smolt aquaculture. Aquaculture, 502: 232-241.
36. Wei, Y., Li, J., Shi, D., Liu, G., Zhao, Y., and Shimaoka, T.J.R. 2017. Conservation, Recycling. Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. 122: 51-65.
37. Zazouli, M., Ardebilian, M., Ghahramani, E., and Alahabad, G.J.T.K. 2009. Principles of compost production technology. 25p.