مقایسه خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و میکروبی کود کمپوست زباله ی شهری با بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز و میادین تره بار کلانشهر تهران

اعظم کریمیان [۱] *, مهدی نوروزی[۲], لیدا نداف فرد[۳], ایرج باقری پور منفرد[۴], سید شمس اله محسنی[۵]

۱*- استادیار، دانشکده شیمی، مجتمع آموزش عالی گناباد

۲- استادیار، دانشکده شیمی و مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران

۳- دانشجوی دکتری مهندسی منابع طبیعی گرایش تنوع زیستی، دانشگاه اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران

۴- کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، دانشگاه پیام نور، کرج

۵- کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران

* ایمیل نویسنده مسئول: a_karimian87@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۸/۰۸ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۰/۰۹

چکیده

زمینه و هدف : در دهه های اخیر یکی از مهم ترین ارکان بهداشت و محیط زیست، مدیریت مواد زائد, ضایعات و پسماندها شناخته شده که شامل مجموعه ای از مقررات منسجم و هماهنگ در زمینه کنترل، تولید، ذخیره و یا جمع آوری،حمل و نقل، پردازش و دفع آن ها است یکی از روش های بسیار موثر در مدیریت و خنثی کردن آثار نامطلوب پسماندها، تبدیل آنها به کمپوست و بهره گیری بهینه از آنها به عنوان کود الی در کشاورزی است. تهیه کمپوست از زباله مخلوط شهری و ضایعات فضای سبز و ضایعات میادین تره بار با توجه به ترکیبات فیزیکی و شیمیایی آن، موضوع مهمی است که می بایست توجه خاصی به آن شود.

روش بررسی : در این مطالعه ی توصیفی – تحلیلی ، خصوصیات فیزیکی ، شیمیایی و میکروبی کود کمپوست تولیدی از زباله ی شهری با بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز شهری و دور ریز میادین تره بار مقایسه می شود. کمپوست زباله ی شهری در مجتمع پردازش و دفع آرادکوه سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران ، به روش ویندرو و بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز ، در پارک جنگلی آزادشهر واقع در منطقه ۱۸ شهرداری تهران به روش بیورآکتور با هوادهی فعال تولید می گردد.

نتیجه گیری: کیفیت کود کمپوست زباله ی شهری تولید شده در مجتمع پردازش و دفع آراد کوه سازمان مدیریت پسماند تهران و همچنین بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز شهری و ضایعات میادین تره بار سطح کلانشهر تهران که در سایت پارک جنگلی آزادشهر واقع در منطقه ۱۸ شهرداری تهران تولید می شود، در حد مطلوب بوده و در تمامی پارامترها مطابق با حدود استاندارد ملی کمپوست ایران به شماره ۱۰۷۱۶ می باشد اما به طور کلی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بیوکمپوست به مراتب بهتر از کمپوست زباله ی شهری می باشد.

کلمات کلیدی: "بیوکمپوست"، "کمپوست زباله شهری"، "ضایعات فضای سبز" ، "تهران

"مقدمه

رشد بی رویه جمعیت به ویژه در مناطق شهری، تمرکز جمعیتی وموج مصرف گرایی همگام با پیشرفت تکنولوژی, موجب گردیده طیف وسیعی از مواد زائد در جهان با شتابی تولید شود که آهنگ رشد آن درهمه کشورها از جمله در کشور ایران به طور چشمگیری درحال افزایش می باشد . مسلماً این روند، باعث مصرف بی رویه منابع طبیعی و خروج میلیونها تن مواد از چرخه مصرف می باشد . به همین دلیل در دهه های اخیر یکی از مهم ترین ارکان بهداشت و محیط زیست، مدیریت مواد زائد, ضایعات و پسماندها شناخته شده که شامل مجموعه ای از مقررات منسجم و هماهنگ در زمینه کنترل، تولید، ذخیره و یا جمع آوری، حمل ونقل، پردازش و دفع آن ها است . (https://etojihi.com/composting-from urban-waste/#ixzz6oV4nSPoW). براساس یک مطالعه جامع توسط سازمان بهداشت جهانی، عدم توجه به جمع آوری ودفع صحیح زباله می تواند ۳۲ مشکل زیست محیطی را فراهم نماید که مقابله با آنها به سهولت امکان پذیر نمی باشد. بی تردید برنامه ریزی درجهت دفع صحیح زباله وتوجه به اثرات زیانبار آن بر محیط زیست , درهر کشوری یکی از اصول مهم و ضروری در راستای تأمین منافع بلند مدت جامعه و حرکت درمسیر توسعه پایدار میباشد. یکی از راه حلهای بسیار موثر برای مبارزه و خنثی سازی اثرات نامطلوب زباله های تر، تبدیل آنها به کود است که نه تنها باعث رهایی جوامع بشری از بسیاری از معضلات مذکور میشود بلکه فوایدی را نیز فراهم میسازد و علاوه بر کمک به حفظ منابع طبیعی موجود, موجب به دست آمدن سود اقتصادی هم می شود. با توجه به اهمیت موضوع, در سالهای اخیر در بهبود روشها و فناوریهای تولید کود از زباله های آلی فعالیت های علمی و عملی فرآوانی به طور گسترده در جریان است تا بتوان با آثار سوء و مخرب پسماندها و ضایعات ناشی از شیوه زندگی امروز انسان بر روی کره خاکی مقابله نمود (Singh J, 2014). آنالیز زباله های شهری در تهران نشان می دهد که بیش از ۶۵ درصدد زباله ها را پسماند های غذایی با فساد پذیزی بالا تشکیل می دهند (کریمیان، ۱۳۹۶). به عبارتی قسمت بزرگی از مواد زاید شهری از مواد آلی تشکیل گردیده است. اگر این مواد آلی از میان ترکیبات مواد زاید جدا شود و مورد تجزیه باکتری ها قرار گیرد، کود هوموس خوانده می شود. به عبارتی تغییر و تبدیل مواد آلی زباله به پدیده ای به نام کمپوست مشهور است (Negassa, 2018). کمپوست به عنوان فراورده نهایی تجزیه کنترل شده ضایعات آلی، خصوصیات

فیزیکوشیمیایی خاک را ارتقا می دهد. بکارگیری کمپوست میزان مواد آلی خاک را افزایش می دهد. ماده آلی خاک، قلب کشاورزی پایدار است .در کشاورزی پایدار تمرکز بر سیستمی است که در آن تولید پایدار و اقتصادی باشد .از این منظر خاک بایستی از قابلیت لازم برای بروز کارکردهای خوب خود برخوردار باشد .خاک به عنوان بستر تولید، زمینه ی رسیدن بـه چنین رویکردی را فراهم می کند .در این بین ماده آلی به این کارکردها کمـک معنـی داری می کند .به عبارتی ماده آلی یک از شاخص های مهم کیفیت خاک مـی باشد. فقر خاکهای زراعی ایران از نظر مواد آلی، حاصل خیزی خاک را در حد بحرانی کاهش داده و امنیت تولید را با خطر مواجه کرده است. با این وصف در چشم انداز سال ۱۴۰۰ ایران، مقرر شده است تا در این سال، میزان مواد آلی خاکهای زراعی کشور به حداقل ۱٪ برسد. بنابراین برای جامه عمل پوشاندن به این هدف یعنی افزایش میزان مواد آلی خاک، کاربرد مواد آلی کمپوست شده با منشاء ضایعات کشاورزی و پسماندهای شهری در خاکهای زراعی تا حد زیادی به رفع این معضل کمک می کند (مرادی طیب، ۱۳۹۸). در دهه های اخیر تعداد کارخانه های کمپوست در کشور روند رو به رشدی داشته با این وجود کیفیت کمپوست تولیدی در این کارخانه ها به ندرت مورد ارزیابی و پایش قرار گرفته است (Olabode, 2018 -Salehi, 2009). در برخی موارد کمپوست حاصله از زباله شهری به دلیل متعدد از جمله بوی نامطبوع، وجود ناخالصی و درجه رسیدگی ناکافی مورد استقبال کشاورزان قرار نگرفته است. این امر باعث شده است که نه تنها صدها هزار تن کمپوست که منبع مفیدی برای تامین مواد آلی خاک های زراعی میباشد، بدون استفاده باقی بماند بلکه موجبات آلودگی محیط زیست را نیز در پی خواهد داشت (Samavat, 2004). استفاده از کمپوست به دلیل داشتن ماده مغذی کافی در مواد کمپوست شده و وجود ارگانیسم های تقویت کننده ی رشد گیاه ، بهره وری کشاورزی و محتوای مواد آلی خاک را افزایش می دهد (Luo, 2017). این امر تا حد زیادی به اطمینان از امنیت غذایی کمک می کند (Pane, 2014). جدا از کود به عنوان بهبود دهنده، کمپوست در پالایش بیولوژیکی (Ventorino, 2019)، کنترل بیماری گیاهان (Pane, 2019)، کنترل علف های هرز (Coelho, 2019)، پیشگیری از آلودگی (Uyizeye, 2019) (کنترل فرسایش، محوطه سازی و احیای تالاب ها نیز مفید است. کمپوست همچنین تنوع زیستی خاک را افزایش می دهد و خطرات زیست محیطی مرتبط با کود های مصنوعی را کاهش می دهد (Pose-Juan, 2017). امروزه استفاده از کودهای آلی به علت فوایـد فـراوان آن در کشاورزی و محیط زیست از اهمیت زایدالوصـفی برخوردار است. از جمله کودهـای ارگانیـک مـی تـوان بـه کودهـــای حاصـــل از فـــضولات حیـــوانی، پـــسماندهای کشاورزی و زبالـه هـای خـانگی اشـاره کـرد. لذا بررسی پارامترهای کیفی کودهای تولیدی سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران جهت تعیین ضوابط مربوط به تفکیک اجزای پسـماند از مبـدا و برنامه ریزی به منظـور بهبـود مـدیریت پسـماندهای شـهری و افزایش کیفیت محصولات به دست آمده از زباله های آلی شهری و ضایعات فضای سبز و میادین تره بار ضـروری بـه نظر می رسد. در این مطالعه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کیفیت کود کمپوست تولیدی از زباله ی شهری با بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز شهری و دور ریز میادین تره بار مقایسه می شود. کمپوست زباله ی شهری در مجتمع پردازش و دفع آرادکوه سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران، به روش ویندرو و بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز، در پارک جنگلی آزادشهر واقع در منطقه ۱۸ شهرداری تهران به روش بیورآکتور با هوادهی فعال تولید می گردد.

۱- روش انجام تحقیق

- **محدوده مورد مطالعه**

- مجتمع پردازش و دفع آراد کوه (کهریزک قدیم) از ابتدای دهه ۱۳۴۰ شمسی پذیرای پسماندهای تولیدی شـهر تهـران و حتـی برخی شهرها و شهرک های مجـاور آن بـوده و پـس از بسـته شـدن مرکز دفن آبعلی در سال ۱۳۶۷ تا کنون، این مجتمع به عنـوان تنهـا سایت دفع نهایی پسماندهای جامد شهر تهران محسـوب مـی گـردد. روزانه به طور متوسط ۶۰۰۰ تن انواع پسماندها از منابع مختلف تولید همچون مناطق ۲۲ گانه، شهرک های اغمـاری و شـهرهای اطـراف، مراکز بهداشتی و درمانی و ... جهت امحا و دفع به مجتمع پـردازش و دفع آراد کوه ارسال می شود (واحـد آمـار مجتمـع پـردازش و دفـع آرادکوه مربوط به ۶ ماه نخست سال ۱۳۹۹).

شکل ۱- محدوده مورد مطالعه : اتوبان آزادگان، پارک جنگلی آزادشهر، منطقه ۱۸ شهرداری تهران.

- انتخاب نقاط نمونه برداری

- در واحد های پردازش مجتمع، ۳۰۰۰ تن پسماند آلی تر که از سرند هایی با قطر ۷۰ میلیمتر غربال شده اند (حدود ۵۰-۵۵ درصد از ۶۰۰۰ تن زباله ورودی به مجتمع در هر روز)، جهت تولید کمپوست به سایت های هوادهی منتقل می شوند. پسماندهای آلی تر پس از ورود به سایت هوادهی به صورت پشته هایی به ارتفاع تقریبی ۱/۸ تا ۲ متر، عرض حدود ۴ متر و طول حدود ۱۵۰ متر بر روی یکدیگر قرار می گیرند. فناوری تولید کمپوست به روش هوازی ویندرو در نظر گرفته شده است. پشته توسط دستگاه های پیشرفته ای به نام تاپ ترن و طبق برنامه زمان بندی، زیر و رو شده و در اصطلاح هوادهی می شوند. زمان ماند پسماندهای تر در سایت هوادهی حدود ۸ هفته می باشد. در پایان فرایند هوادهی حدود ۵۰ درصد از کل وزن پسماند آلی تر در اثر فرآیندهای تخریبی بیولوژیک و به صورت بخار از آنها خارج می شود. در نتیجه، روزانه ۱۴۷۵ تن کود کورس خام جهت خالص سازی و استحصال کمپوست درجه ۱ و ۲ به واحد های پالایش منتقل می شوند کمپوست درجه ۱ دارای ذراتی درحدود

۵ میلیمتر و کمپوست درجه ۲ دارای ذراتی با ابعاد ۱۵میلیمتر می باشد. ذرات بزرگتر از این میزان نیز به عنوان ریجکت تلقی شده و به همراه ریجکت حاصل از خطوط پردازش به مرکز دفن مجتمع ارسال می شود.

- **روش نمونه برداری و آنالیز شیمیایی**

- نوع مطالعه، توصیفی- تحلیلی بوده و شیوه نمونه برداری به روش نمونه برداری مرکب انجام گرفت (Gerngross, 2006- Moradi, 2019). جهت نمونه برداری از هر توده در ۵ قسمت توده برش ایجاد شد (۳ برش در یک طرف و ۲ برش در طرف دیگر) و در هر برش ۱۵-۱۰ نمونه ۱ کیلوگرمی برداشت و کاملا مخلوط شد و سپس حجم نمونه را به یک چهارم کاهش داده شد تا مقدار نمونه به حدود ۱۲ کیلوگرم برسد. در نهایت از نمونه ۱۲ کیلوگرمی ۶ نمونه ی ۱ کیلو گرمی کاملا مخلوط تهیه شد (Farzadkia, 2020 فرایند نمونه برداری در زمستان سال ۱۳۹۹ صورت پذیرفته و تاکید گردید تا نمونه ی کمپوست زباله شهری و بیوکمپوست ضایعات فضای سبز از سن یکسانی برخوردار باشند. نمونه ها جهت آنالیز به آزمایشگاه جامع مجتمع آرادکوه سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران ارسال گردید.

- **کنترل کیفی آنالیز**
- **اندازه گیری خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی کمپوست و بیوکمپوست**

- انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی و تعیین فاکتورهای مختلف کیفی نمونه ها براساس روش اجرایی مطابق با استاندارد ملی به شماره ۱۳۳۲۰ (کمپوست –نمونه برداری و روش های آزمون فیزیکی و شیمیایی) و آنالیز میکروبی براساس استاندارد ملی به شماره ۱۳۳۲۱ (کمپوست- ویژگی های میکروبی و روش های آزمون) صورت پذیرفت.

(http://www.standard.isiri.gov.ir)

فرایند اندازه گیری برخی از پارامتر ها به شرح ذیل صورت پذیرفت:

- **تعیین درصد رطوبت**

- اندازه گیری مقدار رطوبت کمپوست بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۷۷ صورت پذیرفت. در این روش ۱۰۰ گرم از نمونه ها برداشت و در آونی با دمای ۵±۱۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۱ ساعت قرار داده شد.

- **تعیین میزان خاکستر**

- در این تحقیق از روش کاهش وزن در کوره الکتریکی برای تعیین میزان خاکستر استفاده گردید. طی این روش ۵ گرم از کمپوست خشک شده را داخل بوته ریخته و وزن کمپوست خشک شده یادداشت گردید. بوته همراه با سرپوش بمدت ۴ ساعت در داخل کوره با حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. سرپوش جابجا و نیم ساعت دیگر حرارت دهی ادامه یافت تا کمپوست خشک شده به ماده سفید رنگی تبدیل شود. بوته را از کوره خارج و در دسیکاتور قرار گرفت تا به دمای محیط برسد، سپس توزین و درصد خاکستر طبق فرمول محاسبه گردید.

$$A = \left(\frac{M_2}{M_1}\right) * 100$$

- A درصد خاکستر؛
- M_1 وزن کمپوست خشک شده (ماده اولیه) بر حسب گرم.
- M_2 وزن کمپوست بعد از حرارت دهی در کوره بر حسب گرم می باشند.

- **تعیین مقدار ماده آلی (OM)**

- مقدار درصد ماده آلی در ۱۰۰ گرم کمپوست مطابق فرمول زیر محاسبه گردید :

- OM=100 –(درصد رطوبت + درصد خاکستر)

- **تعیین مقدار کربن آلی(OC)**

- کربن آلی قابل اکسایش (OC) توسط روش اصلاح شده ی والکی – بلاک معروف به روش هضم تر اندازه گیری گردید. برای آنالیز هر نمونه، مقدار ۰/۱ گرم از نمونه کمپوست خشک و آسیاب شده به یک ارلن مایر ۱۵۰ میلی لیتری منتقل و به آن مقدار ۱۵ میلی لیتر محلول پتاسیم دی کرومات نرمال افزوده و سپس به آرامی هم زده و در حمام آب گرم قرار داده شد. ۳۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ جهت هضم به آن اضافه و به مدت سه ساعت محتویات ارلن در دمای آب جوش حرارت داده شد. سپس به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و حدود ۷ قطره از شناساگر اورتوفنانترولین اضافه و با محلول فرو آمونیوم سولفات ۵/ • نرمال تیتر گردید. این کار برای محلول های شاهد (بدون نمونه کمپوست) نیز انجام گرفت. بیان نتایج درصد کربن آلی از فرمول زیر محاسبه می گردد:

- $OC = 60.03(\frac{VB-VS}{VB})$

- OC. کربن آلی
- V_B. حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی بر حسب میلی لیتر برای تیتراسیون محلول شاهد؛
- Vs. حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی بر حسب میلی لیتر برای تیتراسیون نمونه کمپوست می باشند.

- **تعیین مقدار ازت کل (T_N)**

- ازت کل موجود در نمونه های کمپوست و بیوکمپوست بر اساس روش کجلدال تعیین گردید. مقدار ۰/۱۴ گرم از کمپوست خشک شده را در بالن هضم قرار داده، ۸ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به آن افزوده و بالن تکان داده شد تا اسید کاملا با کمپوست مخلوط شود. مخلوط فوق برای رسیدن به حالت ثابت، به حداقل یک ساعت نیاز دارد تا به همان حالت بماند. سپس مقدار ۱/۵ گرم پودر

سلنیم به آن اضافه شد و بالن با احتیاط و به آرامی برروی هیتر هضم قرار گرفت و تا از بین رفتن رنگ و کف ایجاد شده در سطح آن جوشانده شد. بعد از تمام شدن مرحله ی هضم به بالن سرد شده مقدار ۲۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه و بالن چرخانده گردید تا هر گونه مواد نامحلول چسبیده شده به جداره بالن به داخل محلول منتقل شود، سپس محتویات بالن به بخش تقطیر دستگاه کجلدال منتقل شد. سپس ۵۰ میلی لیتر محلول اسید بوریک به یک ارلن ۱۰۰ میلی لیتری اضافه و بالن در زیر بخش مبرد دستگاه کجلدال قرار گرفت، به طوری که انتهای مبرد در داخل محلول فرو برده شود. ۳۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید به قیف دستگاه افزوده و به تدریج به داخل قسمت تقطیر اضافه شود. مقدار ۱۰۰ میلی لیتر از محلول تقطیر شده جمع آوری و چند قطره معرف ازت به آن افزوده و با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر گردید. جهت مقایسه، آزمایش نمونه شاهد (بدون نمونه کمپوست) مشابه روش فوق انجام شد. حجم مصرفی اسید سولفوریک در آزمایش نمونه شاهد و نمونه ها ثبت گردید. ازت کل با استفاده از فرمول محاسبه گردید.

- $T_N = [(V_S-V_B)\times N\times(M_n /m)\times 100] / 1000$

- V_S. حجم اسید سولفوریک مصرفی در تیتراسیون نمونه، برحسب میلی لیتر
- V_B.حجم اسید سولفوریک مصرفی در تیتراسیون شاهد، برحسب میلی لیتر
- N. نرمالیته اسید سولفوریک (۰/۰۱ نرمال)
- M_N. جرم مولی ازت (۱۴ گرم بر مول)
- m. وزن نمونه کمپوست خشک (۰/۱۴ گرم)

- **تعیین مقدار نسبت کربن به ازت**

- نسبت کربن به ازت (C/N) از فرمول زیر قابل محاسبه است:

- $C/N = OC / T_N$

- OC. درصد کربن آلی موجود در نمونه
- T_N. درصد ازت کل موجود در نمونه

- **تعیین مقدار فسفر (روش اولسن)**

- این روش برای اندازه گیری فسفر قابل جذب در نمونه کمپوست خشک می باشد در این روش مقدار ۱ گرم از نمونه کمپوست و بیوکمپوست باقیمانده در بوته چینی مورد استفاده در آزمون تعیین مقدار خاکستر را در یک بشر ریخته و حدود ۱ تا ۲ میلی لیتر آب مقطر دوبار تقطیر شده به آن افزوده شد تا به حالت خمیری در آید. سپس ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک نرمال افزوده و پس از یک ساعت در یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری صاف و با آب مقطر دوبار تقطیر شده به حجم رسانیده شد. ۵ میلی لیتر از محلول های نمونه و شاهد (آب مقطر) به بالن های ژوژه ۲۵ میلی لیتر منتقل و سپس مقدار ۵ میلی لیتر از محلول آمونیوم هپتا مولیبدات – واتادات اضافه و به حجم رسانده شد. سپس دستگاه اسپکتروفوتومتر را در طول موج ۴۷۰ نانومتر تنظیم و بعد از ۱۵ الی ۲۰ دقیقه و پس از تنظیم مقیاس اندازه گیری دستگاه، میزان جذب محلولهای استاندارد و محلول نمونه قرائت شد و منحنی کالیبراسیون ترسیم گردید. بیان نتایج میزان فسفر در نمونه خشک کمپوست بر حسب درصد از فرمول بدست می آید:

$$P = \frac{(A-B)\times 100}{2000W}$$

- P. درصد فسفر نمونه
- A. غلظت فسفر در نمونه بر حسب میلی گرم بر لیتر
- B. غلظت فسفر در نمونه شاهد برحسب میلی گرم بر لیتر
- V. حجم نهایی عصاره در مرحله هضم بر حسب می لی لیتر
- W. وزن نمونه ی کمپوست خشک مورد استفاده جهت هضم بر حسب گرم

- **تعیین مقدار سدیم و پتاسیم**

- پس از تهیه محلول های استاندارد مطابق با روش اولسن و آماده سازی نمونه های مجهول، نورسنج شعله ای برای اندازه گیری نشر، تنظیم گردید و پس از روشن کردن دستگاه، تنظیم کلیه پارامتر های دستگاهی صورت پذیرفت. با استفاده از فیلتر یا مونوکروماتور طول موج ۵۹۸ نانومتر تنظیم وضمن ارسال غلیظ ترین محلول استاندارد، طول موج بیشینه نشری سدیم در ۵۹۸ نانومتر تنظیم شد. سپس با استفاده از آب مقطر دستگاه پاک سازی گردید. مقیاس اندازه گیری نسبی نشر در دستگاه به این صورت تنظیم گردید که ابتدا با آب مقطر، صفر دستگاه و با غلیظ ترین محلول استاندارد، صد دستگاه تنظیم شد. سپس دستگاه با آب مقطر پاک سازی و بعد از آن محلول های استاندارد به ترتیب از رقیق به غلیظ به دستگاه داده و شدت نشر هر یک یادداشت و ثبت گردید. پس از پاک سازی مجدد با آب مقطر، نمونه مورد اندازه گیری (۱۰ میلی لیتر محلول مادر که به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسیده است به دستگاه ارسال و شدت نشر مربوط به نمونه اندازه گیری شد. سپس با رسم منحنی کالیبراسیون غلظت عنصر مورد اندازه گیری از طریق برون یابی تعیین گردید.

در صورتیکه یک اسپکترومتر شعله ای (مجهز به یک مونوکروماتور) بکار رود، امکان تنظیم طول موج بیشینه مربوط به سدیم (۵۹۸ نانومتر) تحقق می یابد.

- **تعیین مقدار هدایت الکتریکی (EC)**

- اندازه گیری مقدار هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه EC سنج و مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۳۱ انجام صورت پذیرفت. با توجه به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶ برای تهیه عصاره بایستی ۱۰ گرم نمونه کمپوست برداشته شود.

- **تعیین مقدار pH**

- اندازه گیری مقدار pH با استفاده از دستگاه pHسنج مطابق استاندارد ملی شماره ۷۸۳۴ صورت پذیرفت. با توجه به استاندارد ملی شماره ۱۰۷۱۶ سوسپانسیون کمپوست به نسبت حجمی ۱ به ۱۰ تهیه گردید.

- **تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)**

- ظرفیت تبادل کاتیونی معیاری از کل کاتیون های قابل مبادله در نمونه کمپوست می باشد. در این روش حدود ۱۰۰ گرم کمپوست خشک شده را به یک ارلن ۳۰۰ میلی لیتری انتقال داده و به آن ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال اضافه شد، سپس ارلن روی تکان دهنده قرار گرفت و به مدت ۲ ساعت به شدت تکان داده شد. سپس محتویات ارلن بوسیله کاغذ صافی صاف گردید. برای خارج کردن اسید اضافی، مواد باقیمانده روی کاغذ صافی با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر بصورت بخش های ۱۰ میلی لیتری شسته شد. شستشو تا هنگامی ادامه یافت که ۱۰ میلی لیتر از محلول زیر صافی با ۳ میلی لیتر از محلول نیترات نقره ایجاد رسوب ننماید. سپس مواد باقیمانده روی کاغذ صافی به ارلن دیگری منتقل و به آن ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۵/ ۰ نرمال باریم استات اضافه و به مدت یک ساعت هم زده شد. محتویات ارلن صاف شده سه بار با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر شستشو داده شد. محلول بدست آمده با محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل فتالئین عیارسنجی گردید. ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب میلی اکی والان درصد گرم کمپوست خشک از فرمول بدست می آید :

- $CEC = (V \times N \times 100)/m$

- CEC. ظرفیت تبادل کاتیونی؛
- V. حجم سدیم هیدروکسید مصرفی بر حسب میلی لیتر؛
- N. نرمالیته سدیم هیدروکسید؛
- M. وزن نمونه کمپوست

- **تعیین دانسیته**

- تعیین دانسیته مطابق استاندارد ملی شماره ۱۶۸۶ انجام پذیرفت.

- **تعیین ذرات خارجی**

- تعیین ذرات خارجی توسط الک با قطر روزنه ۴ میلی متر مطابق با استاندارد ملی شماره ۷۵۱۸ برای ۱۰۰ گرم نمونه کمپوست صورت پذیرفت.

- **تعیین وجود بذر علف هرز**

- برای تعیین وجود بذر علف های هرز حدود یک کیلو گرم کمپوست در گلدانی در شرایط معمول گلخانه ای قرار داده شد. بعد از گذشت یک هفته تا ۱۰ روز می توان رویش گیاهان را در آن ارزیابی کیفی نمود.

- تعیین شاخص جوانه زنی

- برای اندازه گیری شاخص جوانه زنی از عصاره آبی کمپوست به نسبت ۱:۵ استفاده شد. ابتدا در یک بشر مقداری کمپوست تازه (مرطوب) ریخته و ۵ برابر آن آب مقطر اضافه گردید، سپس به مدت ۳۰ دقیقه آنرا بوسیله همزن هم زده سپس سوسپانسیون بدست آمده صاف شد. سپس ۱۰ میلی لیتر عصاره آبی صاف شده را در یک پلیت استریل شده (حاوی تکه ای کاغذ که در کف آن قرارداده شده) ریخته و به آن ۱۰ عدد بذر تره تیزک افزوده شد و بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در تاریکی نگه داری گردید. نمونه شاهد بطور مشابه بدون محلول استخراجی کمپوست با بذر تره تیزک تهیه شد. بعد از زمان طی شده دانه های جوانه زده شمارش و طول ریشه ها اندازه گیری گردید. بیان نتایج شاخص جوانه زنی بر اساس فرمول زیر بدست می آید.

- $CH_{Sg} = [(\%\ S_g \times R)_{compost} / (\%\ S_g \times R)_{water}] \times 100$

که در آن:

- CH_{Sg}. شاخص جوانه زنی؛
- Sg. تعداد جوانه زنی؛
- R. طول ریشه می باشد.

- **تعیین مقدار فلزات سنگین**

- اندازه گیری مقدار فلزات سنگین با استفاده از جذب اتمی مطابق با استاندارد های ملی ایران شماره های ۵۶۱۵، ۵۶۱۶، ۵۶۱۷، ۵۶۱۸ صورت پذیرفت.

جدول ۱. برخی از روش های آزمایش پارامتر های کود بر اساس استاندارد ملی ۱۳۳۲۰ و ۱۳۳۲۱

پارامتر	روش آزمایش
رطوبت	وزن سنجی
خاکستر	وزن سنجی(کاهش وزن در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰
مواد آلی (OM)	OM=100 -(رطوبت+خاکستر)
کربن آلی (OC)	روش والکی – بلاک
ازت کل	روش کجلدال
فسفر	روش اولسن
پتاسیم	فتومتر
سدیم	فتومتر
فلزات سنگین	جذب اتمی
کلیفرم کل و مدفوعی	تخمیر چند لوله ای

۳- نتایج

طی این پژوهش پس از انجام آزمایشات گسترده، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی کمپوست حاصل از زباله ی شهری با بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز شهری و ضایعات میادین تره بار کلانشهر تهران مورد مقایسه قرار گرفتند. برای این منظور خصوصیات کمپوست و بیوکمپوست شامل pH، هدایت الکتریکی،

درصد ذرات خارجی، نسبت آمونیوم به نیترات، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، درصد ماده آلی (OM)، کربن آلی (OC)، نیتروژن کل، نسبت کربن به ازت (C/N)، درصد پتاس، درصد فسفر، خاکستر، رطوبت، دانسیته، شاخص جوانه زنی، کلیفرم و فلزات سنگین شامل کبالت، کادمیوم، سرب، روی، نیکل، مس، کروم، مولیبدن، آرسنیک و جیوه اندازه گیری شد و نتایج آن در جدول ۲ و ۳ گنجانیده شده است. نتایج با مقادیر مندرج در استاندارد ملی کمپوست به شماره ۱۰۷۱۶ مورد مقایسه قرار گرفت [۲۰]. استاندارد " کمپوست-ویژگی های فیزیکی و شیمیایی: بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و تایید کمیسیون های مربوطه، مورد تدوین قرار گرفته و در پنجاهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد بسته بندی مورخ ۱۳۸۶/۱۲/۴ تصویب شده است. هم اکنون این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۱۶ منتشر گردیده است. داده های بدست آمده توسط نرم افزارهای spss و Statistical Analysis System نسخه ی ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۲. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کمپوست زباله شهری و بیوکمپوست ضایعات فضای سبز شهری

فاکتور	واحد	کمپوست	بیوکمپوست	حد قابل قبول کود درجه ۱ براساس استاندارد ملی کمپوست (۱۰۷۱۶)	حد قابل قبول کود درجه ۲ براساس استاندارد ملی کمپوست (۱۰۷۱۶)
pH در رقت ۱ به ۱۰	-	۷/۹۳	۷/۴۲	۶-۸	۶-۸
EC در رقت ۱ به ۱۰	ms	۴/۵۹	۱/۶۶	بیشینه ۸	بیشینه ۱۴
درصد ذرات خارجی با قطر بیش از ۴ میلی متر	٪	۴/۱۷	۱/۱۲	بیشینه ۶ درصد	بیشینه ۱۲
نسبت آمونیوم به نیترات	mg/l	۱/۷۴	۲/۱۲	۳ - ۰/۵	۳ - ۰/۵
CEC	meq/100g	۲۸۷	۲۱۱	۱۰۰	۱۰۰
OM	٪	۴۱/۰۹	۶۹/۱۴	کمینه ۳۵ درصد	کمینه ۲۵ درصد
OC	٪	۲۵/۴	۳۹/۷۰	کمینه ۲۵درصد	کمینه ۱۵ درصد
N کل	٪	۱/۵۱	۱/۹۹	۱/۶۶-۱/۲۵ درصد	۱/۵-۱درصد
نسبت کربن به ازت C/N	-	۱۶/۸۲	۱۹/۹۴	۲۰-۱۵	۱۵-۱۰
P_2O_5	٪	۱/۱۲	۲/۰۵	۳/۸-۱درصد	۳/۸-۰/۳ درصد
K_2O	٪	۰/۹۱	۱/۳۳	۱/۸ - ۰/۵	۱/۸ - ۰/۵
خاکستر	٪	۴۵/۶۸	۲۰/۱۲	بیشینه ۵۰ درصد	بیشینه ۵۰ درصد
رطوبت	٪	۱۳/۲۳	۱۰/۷۴	بیشینه ۱۵ درصد	بیشینه ۳۵ درصد
دانسیته	Kg/m^3	۵۲۴	۴۹۲	۶۰۰-۳۵۰	۶۰۰-۳۵۰
شاخص جوانه زنی	٪	۷۵	۱۰۰	کمیته ۷۰ درصد	کمینه ۷۰ درصد
بذر علف هرز	-	فاقد	فاقد	نداشته باشد	نداشته باشد
نسبت جذب کاتیون سدیم	-	۳	۲/۷	بیشینه ۱۰	بیشینه ۱۰

جدول۳. نتایج آنالیز فلزات سنگین کود کمپوست زباله شهری و بیوکمپوست ضایعات فضای سبز شهری

فاکتور	واحد	کمپوست	بیوکمپوست	حد قابل قبول (استاندارد ملی ۱۰۷۱۶)
Co کبالت	mg/kg	۱۷/۳۵	ND	بیشینه ۲۵
Cd کادمیوم	mg/kg	۶/۲۱	ND	بیشینه ۱۰
Zn روی	mg/kg	۳۲۴/۸۳	۵۹/۵۰	بیشینه ۱۳۰۰
Pb سرب	mg/kg	۷۱/۵۴	۰/۶۵	بیشینه ۲۰۰
Niنیکل	mg/kg	۴۲/۲۶	۱۱/۹۵	بیشینه ۱۲۰
Cuمس	mg/kg	۲۲۹/۳۵	۱۲/۳۲	بیشینه ۶۵۰
Cr کروم	mg/kg	۴۶/۲۹	۵/۷۱	بیشینه ۱۵۰
Moمولیبدن	mg/kg	۱/۲۳	۰/۵۱	بیشینه ۵
Arآرسنیک	mg/kg	۰/۰۹	ND	بیشینه ۱۰
Hgجیوه	mg/kg	۰/۱۴	ND	بیشینه ۵

٤- نتیجه‌گیری

یکی از اساسی ترین پارامتر ها در انتخاب فرایند کمپوست سازی، میزان درصد مواد آلی (OM) می باشد (USEPA, 2005). بر اساس نتایج آزمایشگاهی و محاسبات آماری، میانگین مواد آلی (OM) در کمپوست زباله شهری ۴۱/۰۹٪ و در بیوکمپوست۶۹/۱۴٪ و مقدار کربن آلی (OC) نیز در کمپوست ۲۵/۴ ٪ و در بیوکمپوست ۳۹/۷۰٪ اندازه گیری شد. این میزان ماده آلی و کربن آلی در کمپوست زباله ی شهری و بیوکمپوست مطابق با استاندارد ملی کمپوست در محدوده ی کود درجه ۱ می باشد. درصد مواد آلی و کربن آلی در بیوکمپوست نسبت به کمپوست زباله ی شهری بهتر است. فقدان مواد غیر آلی و تفکیک ضایعات فضای سبز و میادین تره بار در مبدا دلیل اصلی بالا بودن مواد آلی در کود بیوکمپوست می باشد براساس محاسبات آماری میانگین غلظت ازت کل، فسفر و پتاسیم به عنوان مهترین عناصر مغذی کود، در کمپوست زباله شهری به ترتیب ۱/۵۱، ۱/۱۲، ۰/۹۱ و در بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز شهری و میادین تره بار ۱/۹۹، ۲/۰۵، ۱/۳۳ اندازه گیری شد که مطابق با استاندارد ملی کمپوست در محدوده ی کود درجه یک می باشد. در مطالعه ای که توسط همایون نژاد و همکاران (۱۳۹۱) بر روی بررسی خصوصیات کیفی کودهای کمپوست و بیوکمپوست در شهر زاهدان صورت گرفت نتایج حاصل از بررسی های آزمایشگاهی حاکی از آن است که میزان ماده ی آلی (OM) در فصل زمستان در کمپوست زباله ۲۰/۱٪ و در بیوکمپوست ۳۲/۷٪ و غلظت مواد مغذی همچون ازت، فسفر و پتاسیم در توده های کمپوست زباله به ترتیب ۱/۵۴، ۰/۳۶، ۱/۰۲ درصد و در بیوکمپوست ۲/۰۱، ۰/۸۵، ۱/۴ درصد می باشد که در حد استاندارد می باشد (همایون نژاد، ۱۳۹۱). درصد مواد آلی (OM) و کربن آلی (OC) در بیوکمپوست نسبت به کمپوست زباله به مراتب بیشتر است که علت آن را میتوان در خلوص بالای ضایعات فضای سبز شهری نسبت به مخلوط زباله ی شهری دانست. درصد عناصر مهم مغذی بیوکمپوست همچون ازت، فسفر و پتاسیم نسبت به کمپوست زباله شهری بیشتر می باشد که یکی از دلایل آن غلظت بالای این عناصر در محتوی ضایعات میوه و سبزیجات و همچنین کوددهی کشاورزان به محصولات کشاورزی خود می باشد. هدایت الکتریکی (EC) در نمونه بیوکمپوست و کمپوست زباله به ترتیب با اعداد ۱/۶۶ و ۴/۵۹ در محدوده استاندارد ملی قراردارد اما میزان آن در کمپوست زباله شهری در حدود ۲/۵ برابر نمونه ی بیوکمپوست می باشد که علت آن را میتوان به بالا بودن شوری زباله ی شهری مخصوصا ضایعات آشپزخانه ای و همچنین شور بودن آب مصرفی در فرایند تولید کمپوست در مجتمع پردازش و دفع آراد کوه در مقایسه با آب مصرفی در تولید بیوکمپوست سایت منطقه ۱۸ دانست. میانگین شاخص pH در کمپوست ۷/۹۳ و در بیوکمپوست ۷/۴۲ محاسبه گردید که در محدوده ی استاندارد ملی می باشد. در مطالعات مختلف انجام شده بر روی کمپوست حاصل از زباله های شهری، pH نهایی کمتر از ۸ گزارش شده است (Anastasi, 2005- Rebollido, 2008)، در مجموع به نظر می رسد که روند مقادیر pHعادی بوده و با نتایج بررسی های پژوهشگران فوق هم خوانی دارد. نسبت C/N نیز یکی از پارامترهای مهم در تعیین کیفیت کود کمپوست تولیدی می باشد (Eghbaleh, 2005) این میزان بر اساس استاندارد ملی ۱۰۷۱۶ برای کود درجه ۱در محدوده ی ۱۵-۲۰ و برای کود درجه ۲ در محدوده ۱۵-۱۰ می باشد. باتوجه به جدول ۲ مقدار میانگین این نسبت برای بیوکمپوست ۱۹/۹۴ و برای کمپوست زباله ی شهری ۱۶/۸۲ می باشد در تحقیقی که توسط Fourti و همکاران در شهر Beja در تونس بر روی کمپوست حاصل از زباله های شهری انجام گرفت، نسبت کربن به نیتروژن اولیه ۳۲ بوده که در انتها به ۱۸/۶ کاهش یافت (Fourti, 2008). البته در تحقیق Silva و همکاران در اسپانیا بر روی کمپوست از زباله های شهری نسبت کربن به نیتروژن نهایی ۱۵ گزارش شده است(Silva,2014). Nordstedt و Huang (Nordstedt, 1993- Huang, 2004) حفظ C:N در ۲۵ - ۳۰: ۱ را به عنوان نسبت مطلوب برای کمپوست توصیه می کنند. از این نظر نتایج مطالعه با استاندارد ملی فرآیند تولید کمپوست ایران هم خوانی دارد.آنالیز میکروبی نمونه های کمپوست زباله ی شهری و بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز ومیادین تره بار بر اساس روش استاندارد ملی ۱۳۳۲۱ نشان داد که هیچ گونه آلودگی میکروبی ناشی از سالمونلا و کلی فرم مدفوعی در توده ی کود وجود ندارد که دلیل آن افزایش دما تا ۷۰ درجه سانتیگراد در روش ویندرو و بیورآکتور هوازی میباشد. همچنین نمونه های کمپوست و بیوکمپوست فاقد هرگونه بذر علف هرز بودند. در مطالعه ای که توسط مرادی و همکار در سال ۱۳۹۸ بر روی بررسی اثر سن کمپوست ساخته شده در کارخانه کمپوست شهر اصفهان صورت پذیرفت، نتایج نشان داد که کود کمپوست زباله ی شهری فاقد هرگونه آلودگی بیولوزیکی بوده و اکثر پارامتر های فیزیکی و شیمیایی در محدوده ی استاندارد ملی قرار دارند همچنین نتیجه گرفتند که کیفیت کمپوست با گذشت زمان کاهش می یابد و هرچه از مدت زمتان تولید کمپوست بگذرد به صورت کلی عناصر غذایی مورد مصرف گیاهان در کمپوست کاهش می یابد (مرادی، ۱۳۹۸). شاخص جوانه زنی در نمونه کمپوست زباله ی شهری ۷۵٪ و در نمونه ی بیوکمپوست ۱۰۰٪ اندازه گیری و ثبت شد. روش اندازه گیری شاخص جوانه زنی بر اساس رشد بذر تره تیزک (بذر شاهی) می باشد. طی دو دهه گذشته این روش بیولوژیکی گیاهی یا روش زیست سنجی برای تعیین کیفیت کمپوست و یا بلوغ مورد توجه قرار گرفته است و تاکنون نیز بیشتر استفاده از این روش در دنیا را دارد (Everett, 2013). بر اساس نتایج مندرج در جدول شماره ۳ غلظت فلزات سنگین در بیوکمپوست نسبت به کمپوست زباله شهری بسیار کم تر است. غلظت سرب، روی و نیکل در بیوکمپوست به ترتیب ۰/۶۵، ۵۹/۵۰، ۱۱/۹۵ و در کمپوست زباله شهری ۷۱/۵۴، ۳۲۴/۸۳ ، ۴۲/۲۶ (mg/kg) می باشد. آرسنیک، جیوه، کادمیوم و کبالت در نمونه های بیوکمپوست مشاهده نشدند اما میانگین غلظت آنها در نمونه های کمپوست زباله ی شهری به ترتیب ۰/۰۹، ۰/۱۴، ۶/۲۱ ، ۱۷/۳۵ اندازه گیری شد. میانگین غلظت مس، کروم، مولیبدن در نمونه ی بیوکمپوست به ترتیب ۱۲/۳۲، ۵/۷۱، ۰/۵۱ و در نمونه ی کمپوست زباله ی شهری به ترتیب ۲۲۹/۳۵، ۴۶/۲۹، ۱/۲۳ اندازه گیری شد که همگی آنها در محدوده ی استاندارد ملی کمپوست می باشند. یکی از دلایل بالا بودن غلظت فلزات سنگین در کمپوست زباله ی شهری نسبت به بیوکمپوست، عدم اختلاط این ضایعات با سایر پسماندهای شهری می باشد. از آن جا که کود کمپوست زباله از پردازش پسماند های مخلوط شهری در واحدهای پردازش مجتمع آرادکوه به دست می آید، عدم تفکیک پسماند ها در مبدا و وجود برخی ضایعات ویژه همچون باتری، روغن و داروها در زباله خانگی و همچنین عدم کارایی برخی از دستگاه های جاذب باتری و عدم اهتمام

کارگران جداساز به تفکیک باتری ها و سایر فلزات کوچک، منبع اصلی فلزات سنگین در کود کمپوست زباله شهری می باشد. در مطالعه دیگری که توسط حیدری و همکار در سال ۱۳۹۵ بر روی بررسی کیفی کود کمپوست تولیدی کارخانه زاهدان با در نظر گرفتن خواص فیزیکی و شیمیایی انجام گرفت ، نتایج نشان داد که کمپوست تولیدی در کارخانه زاهدان از لحاظ فلزات سنگین در محدوده استانداردهای اتحادیه اروپا، آمریکا و کانادا و در حد قابل قبول استاندارد ملی ایران می‌باشد. درصد کربن و ازت در اکثر موارد استانداردهای کمپوست را تامین می-نماید ولی لازم است با توجه به این‌که نسبت کربن به ازت بیش‌تر است ضایعات سبزی‌ها و میوه‌ها که حاوی نیتروژن بالایی می‌باشد را به مواد اولیه کمپوست اضافه گردند (حیدری، ۱۳۹۵). در مطالعه ی دیگری که که توسط قاسمعلی عمرانی و همکاران در سال ۱۳۹۵ روی تأثیر ترکیب مواد ورودی بر کیفیت کمپوست تولیدی به روش توده های استاتیک با هوادهی فعال در مناطق روستایی انجام شد، نتایج مقایسه محصول نهایی با استانداردهای ایران، آمریکا و کانادا نشان می‌دهد که روش استاتیک در هر دو ترکیب سبب تثبیت پسماندهای جامد و در نهایت منجر به تولید کمپوست مناسب شده است و محصولات نهایی از نظر میزان مبواد آلی، نسبت کبربن به ازت، رطوبت و حدود مجاز فلزات سنگین این اسبتانداردها را پاس می کنند (عمرانی، ۱۳۹۸). در مطالعه ای که توسط عموئی و همکاران در سال۱۳۸۸ بر روی بررسی کیفیت کود کمپوست تولیدی از پسماند های روستایی در شهرستان بابل انجام شد، نتایج نشان داد کیفیت کود تولیدی از پسماند مخلوط در رده کـلاس A از اسـتاندارد حفاظـت محیط زسیت آمریکا قرار دارد (عموئی، ۱۳۸۸). مطالعه ای که توسط همایون نژاد و همکاران (۱۳۹۱) بر روی بررسی خصوصیات کیفی کودهای کمپوست و بیوکمپوست در شهر زاهدان صورت گرفت که با توجه به ساز و کار تولید کود کمپوست و بیوکمپوست که شامل دو مرحله، مرحله اول ۴ تا ۶ هفته و مرحله دوم ۵ تا ۱۰ هفته هوادهی و رطوبت دهی بعد از پردازش پسماندها در سایت تخمیر می شود. نتایج حاصل از بررسی های آزمایشگاهی حاکی از آن است که غلظت فلزات سنگینی چون کادمیوم و روی و درصد رطوبت در کودها به خصوص در فصل تابستان به دلیل گرمای بالای هوا و تبخیر شدید از سطح توده های کرد در حد مطلوبی نمی باشد، ولی غلظت مواد مغذی همچون ازت، فسفر و پتاسیم در توده های کود در حد استاندارد می باشد. به طور کلی تغییرات کیفیت کودهای کمپوست و بیوکمپوست تولیدی سازمان بازیافت شهرداری زاهدان به صورت فصلی بوده به گونه ای که در فصل زمستان بهتر از تابستان است که شرایط جری منطقه، تغییرات درجه حرارت و وزش بادهای فصلی عامل اصلی بروز چنین شرایطی است (همایون نژاد، ۱۳۹۱). لذا با بررسی نتایج حاصل از آنالیز فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مشخص گردید کیفیت کود کمپوست زباله ی شهری تولید شده در مجتمع پردازش و دفع آراد کوه سازمان مدیریت پسماند تهران و همچنین بیوکمپوست حاصل از ضایعات فضای سبز شهری و ضایعات میادین تره بار سطح کلانشهر تهران که در سایت پارک جنگلی آزادشهر واقع در منطقه ۱۸ شهرداری تهران، تولید می شود در حد مطلوب بوده و مطابق با حدود استاندارد ملی کمپوست ایران به شماره ۱۰۷۱۶ می باشد. بر اساس نتایج حاصل شده از پژوهش، بیوکمپوست حاصل از مواد تفکیک شده در مبدا و ضایعات فضای سبز شهری و میادین تره بار از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی نسبت به کمپوست تولید شده در کارخانه تفکیک و بازیافت آرادکوه دارای مزایای بیشتری می باشد. بر اساس داده های استخراج شده از مرکز مطالعات شهرداری تهران و سازمان مدیریت پسماند به طور متوسط روزانه ۲۰۰ تن ضایعات فضای سبز شهری و ضایعات میادین تره بار برای تولید بیوکمپوست به سایت منطقه ۱۸ ارسال میگردد که این رقم در مقایسه با ۳۰۰۰ تن زباله ی آلی قابل تجزیه بیولوژیکی که روزانه در مجتمع پردازش و دفع آرادکوه برای تولید کمپوست استحصال میگردد، رقم ناچیزی است. لذا باید با افزایش تفکیک از مبدا، بازبینی در روش های تفکیک و جداسازی و بروزرسانی تجهیزات و پیاده سازی برنامه های مدون تلاش نمود تا کیفیت کمپوست زباله ی شهری را به مراتب ارتقا بخشید تا ضمن کاهش هزینه های حمل و نقل زباله ی شهری، از تولید شیرابه و بوی ناشی از ضایعات آلی در مراکز دفن جلوگیری به عمل آید و با افزایش کیفیت کمپوست نهایی به بهبود کیفیت خاک و افزایش بهره وری در کشاورزی منجر گردد. طبق مطالعات فروان صورت گرفته استفاده از کمپوست خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر می دهد. در مطالعه ای که توسط G.Sarvar وهمکاران (Sarwar, 2008) در پاکستان انجام شد نشان داد که بهره وری محصول خاکهای پاکستان در دهه های گذشته راکد شده است. یکی از محدودیت های عمده، وضعیت مواد آلی است که به حداقل ممکن رسیده است. این کار تحقیقاتی برای ارزیابی کاربرد کمپوست برای بهبود پارامترهای خاک نرمال و فاقد شوری انجام شده است (pH = 8/19، ECE = 2/35 دسی بل در متر مکعب، SAR = 7/2). در این تحقیق صرفا از کمپوست (۱۲ و ۲۴ تن در هکتار) بدون افزودن کود شیمیایی و کود (NPK) استفاده شد تا اثرات احتمالی کمپوست بر عملکرد محصول بررسی شود. شرایط pH خاک کاهش یافت و SAR به دلیل اثر اسیدی کمپوست ، تشکیل اسیدها ، آزاد شدن کلسیم و شستشو سدیم کاهش یافت. در EC خاک کمی افزایش یافت. مقدار موجود از تمام عناصر اصلی گیاه (N، P، K، Ca و Mg) و محتوای مواد آلی در خاک افزایش یافت. به این ترتیب می توان با استفاده از کمپوست بهره وری زمین و حاصلخیزی خاک را بهبود بخشید. در مطالعه ای که توسط R.S. Mylavarapu در فلوریدای آمریکا انجام گرفت نتایج تحقیقات نشان داد افزودن کمپوست باعث کاهش تراکم حجم خاک به میزان قابل توجهی به ۱/۰۳ میلی گرم در مترمکعب و افزایش احتباس رطوبت خاک در شرایط شبیه سازی شده انجامید. به طور کلی، افزودن کمپوست منجر به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همچنین افزایش عملکرد گیاه جعفری شد (Mylavarapu, 2009). اسمیت و همکاران (Smith, 1992) گزارش داند که گیاه کلم (Brassica oleracea capitata) و پیاز رشد یافته در خاک بارور شده با ۲۵٪ کمپوست و۷۵٪ NH_4NO_3-N دارای بازده قابل توجهی بالاتر از آن بود که فقط با NH_4NO_3 بارور شده است. بوکانان و گلیسمن (Buchanan, 1991) گزارش دادند که وقتی کود معدنی با کمپوست ترکیب می شود ، بازده و پاسخ رشد محصول بهتر از زمانی است که از کمپوست استفاده نشده است.

منابع

- حیدری، ف.، میرکی، غ.، ۱۳۹۵. بررسی کیفی کود کمپوست تولیدی کارخانه زاهدان با در نظر گرفتن خواص فیزیکی و شیمیایی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۸، شماره ۲، ص ۳۳۵-۳۴۱
- عمرانی، ق.، عبدلی، م.ع.، صفا، م.، ۱۳۹۸. تأثیر ترکیب مواد ورودی بر کیفیت کمپوست تولیدی به روش توده های استاتیک با هوادهی فعال در مناطق روستایی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۱، شماره ۷، ص ۲۲۱-۲۳۷.
- عموئی، ع.، اصغرنیا، ح.، خدادادی، ع.، ۱۳۸۸، بررسی کیفیت کود کمپوست تولیدی از پسماند های روستایی در شهرستان بابل. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۱۹، شماره ۷۴، ص ۵۵-۶۱.
- کریمیان، ح.، ۱۳۹۶، ارزیابی فیزیکی پسماندهای جامد ایستگاه جمع آوری حکمیه تهران، چهارمین کنفرانس بین المللی مهندسی محیط زیست با محوریت توسعه پایدار.
- مرادی، ط.، ۱۳۹۸، بررسی اثر سن کمپوست بر کیفیت کمپوست ساخته شده(مطالعه موردی کارخانه کمپوست سازمان مدیریت پسماند شهرداری اصفهان)، مجله مهندسی بهداشت محیط، سال ۷ ،شماره ۲، ص ۱۶۵-۱۷۸.
- واحد آمار مجتمع پردازش و دفع آرادکوه، ۱۳۹۹
- همایون نژاد، ا.، امیریان، پ.، پیری، ع.، ۱۳۹۱، بررسی خصوصیات کیفی کود های کمپوست و بیوکپوست در شهر زاهدان،علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۴، ُ شماره ۲، ص ۹۹-۱۰۵.
- Anastasi, A. Varese, G.C. Marchisio, V.F. 2005. Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost, Mycologia, Vol. 97, P. 33-44.
- Buchanan, M. Gliessman, S.R. 1991. How compost fertilization affects soil nitrogen and crop yield, BioCycle, Vol. 32, P. 72-77.
- Coelho, L. Osório, J. Beltrão, J. Reis, M. 2019. Organic compost effects on Stevia rebaudiana weed control and on soil properties in the Mediterranean region, Revista De Ciências Agrárias, Vol. 42, P. 109–121.
- Eghbaleh, A. Dehdari, F. 2005. Necessary of manure collection and using it agriculture agriculture, Sonboleh J Vol. 5, P. 40-48.
- Everett, R. 2013, Emino a Biological Assay for Compost Quality, Compost Science and Utilization, P. 342-348.
- Farzadkia, M. Salehi, S. Ameri, A. Jenniidi Jafari, A. Nabi zadeh, R. 2020. Qualitative study and comparison of compost produced at Khomein and Tehran compost plants, Journal of Health and Environment.
- Fourti, O. Jedidi, N. Hassen, A. 2008, Behaviour of Main Microbiological Parameters and of Enteric Microorganisms During the Composting of Municipal Solid Wastes and Sewage Sludge in A SemiIndustrial Composting Plant, American Journal of Environmental, Vol. 4, P. 103-10.
- Gerngross, C.A, Farland, M.C, Thompson, W.H. 2006. Compost sampling guideline dairy compost utilization, Prepared in cooperation with Texas commission on environmental quality and USA Environmental Protection Agency.
- https://etojihi.com/composting-from urban-waste/#ixzz6oV4nSPoW
- http://www.standard.isiri.gov.ir
- Huang, G.F. Wong, J.W.C. Wu, Q.T. Nagar, B.B. 2004, Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust, Waste Management, Vol. 24, p. 805-813 (in press).
- Luo, X. Liu, G. Xia, Y. Chen, L. Jiang, Z. Zheng, H. Wang, Z.J. 2017, Use of biochar-compost to improve properties and productivity of the degraded coastal soil in the Yellow River Delta, China, Journal of Soils and Sediments Vol. 17, P. 780–789.
- Moradi, T. Abolhassani, M. H. 2019, The Study of the Age of Compost on the Quality of the Produced Compost (A Case Study of Compost Municipal Waste Management Organization), Journal of Environmental Health Engineering, Vol. 7, P. 165-178.
- Mylavarapu, R.S. Zinati, **G.M. 2009,** mprovement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soils, Scientia Horticulturae, V. 120, P. 426-430
- Negassa. W, Sileshi. G.W. 2018, Integrated soil fertility management reduces termite damage to crops on degraded soils in western Ethiopia. Agriculture, ecosystems and environment, Vol. 251, P. 124-131.
- Nordstedt, R.A. Barkdoll, A.W. 1993. Science and engineering of composting: Design, environmental, microbiological and utilization aspects. Ohio Agricultural Research and Development Center. The Ohio State Univ, Vol. 154.
- Olabode, A.D. 2018, Assessment of Waste Generation and Sanitation Strategies for Sustainable Environmental Management in Akungba-Akoko, Nigeria. Journal of Waste Management and Disposal, Vol. 1, P. 102.

- Pane, C. Palese, A.M. Celano, G. Zaccardelli, M. 2014, Effects of compost tea treatments on productivity of lettuce and kohlrabi systems under organic cropping management. Italian Journal of Agronomy, Vol. 9, P. 153–156.
- Pane, C. Spaccini, R. Piccolo, A. Celano, G. Zaccardelli, M. 2019, Disease suppressiveness of agricultural greenwaste composts as related to chemical and bio-based properties shaped by different on-farm composting methods. Biological Control, Vol. 137, P. 104026.
- Pose-Juan, E. Igual, J.M. Sánchez-Martín, M.J. Rodríguez-Cruz, M.S. 2017, Influence of herbicide triasulfuron on soil microbial community in an unamended soil and a soil amended with organic residues. Frontiers in Microbiology. Vol. 8, P. 378.
- Rebollido, R. Martinez, J. Aguilera, Y. Melchor, K. Koerner, I. Stegmann, R. 2008, Microbial Populations During Composting Process of Organic Fraction of Municipal Solid Waste, Applied Ecology and Environmental Research, Vol. 6, P. 61-70.
- Salehi, S. 2009, Economic and Technical Study of Khomein Compost Plant Compared to Tehran Compost Plant, PhD thesis, Tehran University of Medical Sciences [in Persian].
- Samavat, S. 2004, Study of the possibility of improving the quality of urban waste compost and comparing it with current standards. Soil and Water Research Institute, Vol. 1, P. 35-41. [in Persian].
- Sarwar, G. 2008, Improvement of soil, physical and chemical properties with compost application in rice-whet cropping system, Pakistan Journal of Botany, Vol. 40, P. 275-282.
- Silva, M.T, Menduina, A.M, Seijo, Y.C, Viqueira, F.D. 2007, Assessment of municipal solid waste compost quality using standardized methods before preparation of plant growth media, Waste Management & Research, Vol. 25, P. 99-108.
- Singh, J. Laurenti, R. Sinha, R. Frostell, B. 2014, Progress and challenges to the global waste management system, Waste Management & Research, Vol. 32, P. 800-812.
- Smith, S.R. Hall, J.E. Hadley, P. 1992, composting sewage wastes in relation to their suitability for use as fertilizer materials for vegetable crop production, International Symposium on Compost Recycling of Wastes 302.
- United State Environmental Protection Agency (US EPA), 2005, Municipal solid waste in the United States, Technical Report, P. 43-48.
- Uyizeye, O.C. Thiet, R.K. Knorr, M.A. 2019, Effects of community-accessible biochar and compost on diesel-contaminated soil. Bioremediation Journal. Vol. 23, P. 107–117.
- Ventorino, V. Pascale, A. Fagnano, M. Adamo, P. Faraco, V. Rocco, C. Fiorentino, N. Pepe, O. 2019, Soil tillage and compost amendment promote bioremediation and biofertility of polluted area. Journal of Cleaner Production, Vol. 239, P. 118087.

Comparison of physical, Chemical and Microbial Properties of Municipal Waste Compost Fertilizer with Bio compost Obtained from Green Squares in Tehran.

Azam Karimian[*1]; Mahdi Norouzi[2]; Lida Nadaf Fard[3]; Iraj Bagheripoor Monfared[4]; Seyyed Shamsollah Mohseni[5]

[*]1- Associate Professor, Faculty of Science, Gonabad Higher Education Complex.

2-Associate Professor, Chemistry and Chemical Engineering, Maleke Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

3- Ph.D. Student environmental science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4- Master of Business Administration, Faculty of economics and administrative sciences, Karaj Pyam Noor University, Karaj, Iran.

5- Master of Geomorphology, Faculty of geographical sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

[*]Email Address : a_karimian87@yahoo.com

Abstract

Background and Aim: In recent decades, one of the most important pillars of health and environment is the management of waste, wastes and wastes, which includes a set of coherent and coordinated regulations in the field of control, production, storage or collection, transportation and Transportation, processing and disposal is one of the most effective methods in managing and neutralizing the adverse effects of waste, converting them into compost and their optimal use as fertilizer in agriculture. Preparation of compost from mixed urban waste, green space waste and waste field waste due to its physical and chemical composition, is an important issue that should be given special attention.Methods: In this descriptive-analytical study, the physical, chemical and microbial properties of compost fertilizer produced from municipal waste are compared with biocompost from urban green space waste and waste fields. Municipal waste compost in Aradkooh processing and disposal complex of Tehran Municipality Waste Management Organization is produced by wind method and biocompost from green space waste in Azadshahr forest park located in district 18 of Tehran municipality by bioreactor method with active aeration.Conclusion: The quality of municipal waste compost fertilizer produced in Arad Kooh processing and disposal complex of Tehran Waste Management Organization and also biocompost from urban green space waste and waste fields of Tehran metropolitan area which is located in Azadshahr forest park site located in district 18 of municipality. Tehran is produced, it is in the desired level and in all parameters it is in accordance with the limits of the national standard of Iranian compost number 10716, but in general, the physical and chemical properties of biocompost are much better than municipal waste compost.

Introduction

Irregular population growth, especially in urban areas, population concentration and the wave of consumerism along with the advancement of technology, has led to the rapid production of a wide range of waste in the world, the growth rate of which is increasing dramatically in all countries, including Iran. Be. Certainly, this trend is due to the excessive consumption of natural resources and the withdrawal of millions of tons of materials from the consumption cycle. For this reason, in recent decades, one of the most important pillars of health and the environment is the management of waste, wastes and wastes, which includes a set of coherent and coordinated regulations in the field of control, production, storage or collection, transportation, It is their processing and disposal. According to a comprehensive study by the World Health Organization, not paying attention to the proper collection and disposal of waste can provide 32 environmental problems that can not be easily addressed. Undoubtedly, planning for proper disposal of waste and considering its harmful effects on the environment, in any country is one of the most important and necessary principles in order to ensure the long-term benefits of society and move towards sustainable development. One of the most effective solutions to combat and neutralize the adverse effects of wet waste is to convert it into fertilizer, which not only frees human communities from many of these problems, but also provides benefits and in addition to helping to preserve existing natural resources. , Also brings economic benefits. In this study, the physical, chemical and quality characteristics of compost fertilizer produced from municipal waste are compared with biocompost from urban green space waste and waste fields. Municipal waste compost in Aradkooh processing and disposal complex of Tehran

Municipality Waste Management Organization is produced by wind method and biocompost from green space waste in Azadshahr forest park located in district 18 of Tehran municipality by bioreactor method with active aeration.

Methodology

Physical and chemical analysis and determination of various qualitative factors of samples based on the executive method in accordance with National Standard No. 13320 (Compost - sampling and physical and chemical test methods) and microbial analysis according to National Standard No. 13321 (Compost - Features Microbial and test methods) was done.

Table 1. Some methods of testing fertilizer parameters based on national standards 13320 and 13321

Test Method	Parameter
Weighing	**Humidity**
Gravimetry (weight loss in an electric oven with a temperature of 550	**Ash**
OM=100-(Ash+Humidity)	**Organic materials (OM)**
Walkie-block method	**Organic carbon (OC)**
Kajaldal method	**Total nitrogen**
Olsen method	**Phosphorus**
Photometer	**potassium**
Photometer	**sodium**
Atomic absorption	**Heavy metals**
Multi-tube fermentation	**Total and fecal coliforms**

Conclusion

Based on statistical calculations, the average concentration of total nitrogen, phosphorus and potassium as the most important nutrients in fertilizer, in urban waste compost, 1.51, 1.12, 0.91, respectively, and in biocompost from urban green space waste and leek fields / 99. 1, 2.05 and 1.33 were measured. The mean pH index in compost was 7.93 and in biocompost was 7.42. The average percentage of organic matter (OM) in municipal waste compost was 41% and in biocompost 69% and the amount of organic carbon (OC) in compost was 25.4% and in biocompost was 39.70%. The average C / N ratio is 19.94 for biocompost and 16.82 for municipal waste compost. The concentrations of lead, zinc and nickel in biocompost are 0.65, 59.50, 11.95 and in municipal waste compost are 71.54, 324.83, 42.26 (mg / kg), respectively. Arsenic, mercury, cadmium and cobalt were not observed in biocompost samples but their average concentrations were measured in municipal waste compost samples 0.09, 0.14, 6.21, 17.35, respectively. The average concentrations of copper, chromium and molybdenum in biocompost sample were measured 12.32, 5.71, 0.51, respectively, and in municipal waste compost sample were 229.35, 46.29 and 1.23, respectively. Microbial analysis of samples of municipal waste compost and biocompost from green space and leek fields showed that there was no microbial contamination caused by Salmonella and fecal coliform in the manure mass.Then, examining the results of physical, chemical and microbial analysis, it was found that the quality of municipal waste compost fertilizer produced in Arad Kuh Processing and Disposal Complex of Tehran Waste Management Organization as well as biocompost from urban green space waste and waste fields in Tehran metropolis. At the Azadshahr Forest Park site, located in the 18th district of Tehran Municipality, the production is in the desired level and is in accordance with the limits of the Iranian National Compost Standard No. 10716. In this study, only compost (12 and 24 tons per hectare) was used without adding chemical fertilizer and fertilizer (NPK) to investigate the possible effects of compost on crop yield. Soil pH decreased and SAR decreased due to the acidic effect of compost, acid formation, calcium release and sodium leaching. In EC the soil increased slightly. The amount of all major plant elements (N, P, K, Ca and Mg) and the content of organic matter in the soil increased. In this way, composting can improve soil productivity and soil fertility.

Keywords

Biocompost; Municipal waste compost; Green space waste; Tehran