مروری بر دستورالعمل‌ها و استانداردهای کیفی کمپوست

زهرا بیروتی[۱]، حمیدرضا پورزمانی[۲]، سعید سامانی مجد[۳]،
علی‌رضا وحدت‌پور[۴]، محمدرضا جعفری[۵]

چکیده

کمپوست یک روند تدریجی در طبیعت است که به وسیله آن مواد آلی با حضور هوا توسط میکروارگانیسم‌ها و قارچ‌ها تجزیه می‌شوند و حاصل آن کود با ارزشی است که می‌تواند در جاهای مختلف و حتی در باغچه‌های خانگی مورد استفاده قرار گیرد. به دلیل اهمیت کمپوست خانگی، از آن به عنوان ثروتی که دیده نمی‌شود، اشاره شده است. با توجه به اهمیت کمپوست به جا است که دستورالعمل‌ها و استانداردهای کمپوست مورد بررسی قرار گیرد.

در این مقاله مروری بر دستورالعمل‌ها و استانداردهای کیفی کمپوست صورت گرفته است و به استانداردها و حد مجاز غلظت عناصر در کمپوست اشاره و مقایسه صورت گرفته است.

رعایت استانداردها به منظور کنترل کیفیت محصول نهایی حاصل از فرایند تولید کمپوست، حایز اهمیت می‌باشد. تطابق پارامترهای کنترل کیفی کود نهایی با استانداردها، سبب می‌گردد که محصولی مناسب به بازار فروش عرضه گردد. ضمن این که از اثرات نامطلوب محصول بر محیط زیست، چرخه غذایی و غیره نیز جلوگیری می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کمپوست، استاندارد، دستورالعمل، حد مجاز.

نوع مقاله: *مروری*

دریافت مقاله: ۸۸/۸/۲۷ *پذیرش مقاله: ۸۸/۱۰/۲۹*

مقدمه

کمپوست از کلمه لاتین Compositus به معنای مخلوط و ترکیب گرفته شده است. کمپوست‌سازی یک فرایند طبیعی، هوازی، مستمر و پویا است که به وسیله میکرو ارگانیسم‌هایی چون باکتری‌ها، قارچ‌ها و اکتینومیس‌ها انجام می‌شود (۱). کمپوست عبارت از بقایای گیاهی و حیوانی، زباله‌های شهری و یا لجن فاضلاب است که تحت شرایط پوسیدگی قرار گرفته باشند؛ به طوری که مواد سمی آن‌ها از بین رفته، مواد پودر شده، فرم اولیه خود را از دست داده باشند. برای تهیه کمپوست می‌توان از بقایای چوب‌بری‌ها، زباله شهری، بقایای کشتارگاه‌ها و کارخانه‌های کنسرو ماهی، لجن فاضلاب و اجساد گیاهان پست غیر آوندی استفاده نمود. به طور کلی، کمپوست‌ها از نظر مواد غذایی ضعیف هستند (به استثنای بقایای کشتارگاه‌ها و کارخانه‌های کنسرو ماهی که از نظر ازت غنی می‌باشند) و اغلب برای بهبود ساختمان خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. اثر فیزیکی کمپوست به مقدار ماده آلی آن و اثر شیمیایی

۱- کارشناس ارشد منابع طبیعی، شرکت مهندسین مشاور و تحقیقات بهین آب زنده‌رود، اصفهان، ایران.
۲- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: pourzamani@hlth.mui.ac.ir
۳- کارشناس ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده محیط زیست، گروه پژوهشی زنده‌رود، اصفهان، ایران.
۴- مدیر شهرک فن‌آوری صنایع نوین استان اصفهان، اصفهان، ایران.
۵- مدیر دفتر توسعه خوشه‌های صنعتی استان اصفهان، اصفهان، ایران.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]
www.mui.ac.ir

کمپوست به ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد. تهیه کمپوست از زباله‌های شهری و لجن فاضلاب راه مفیدی برای مصرف مجدد و دفع بهداشتی این مواد است. مواد اخیر از این نظر مناسب هستند که دارای املاح کم، فاقد مولدین امراض و آفات گیاهی، بذر علف‌های هرز و خاک می‌باشند، به سرعت در خاک می‌پوسند (۲). بر اساس مطالعات و بررسی‌های به عمل آمده، هم اکنون در بسیاری از کشورهای جهان، کمپوست با در نظر گرفتن شرایط عملی و مسایل زیست محیطی و بهداشت محیطی، جنبه‌های اقتصادی، میزان و کیفیت زباله به طرق مختلف صنعتی و غیر صنعتی تهیه می‌گردد؛ به طوری که در سال‌های اخیر صنعت تولید کمپوست در جهان بسیار گسترده و پیشرفته شده است. در اکثر شهرهای ایران مواد زاید آلی قابل تبدیل به کمپوست حدود ۷۰ و حتی در برخی از شهرها ۸۰ درصد مواد زاید شهری را تشکیل می‌دهد. تهیه کود از زباله علاوه بر کنترل زباله و بازیافت، مواد قابل فساد آن دارای ارزش اقتصادی ویژه‌ای است که از طریق فروش کمپوست به وجود می‌آید. این در آمد می‌تواند به خوبی جواب‌گوی بسیاری از هزینه‌های جمع‌آوری و دفع زباله باشد. برای کمپوست حاصل از مواد زاید جامد استانداردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی متفاوتی در مرحله تولید و مصرف آن وجود دارد. از جمله می‌توان استانداردهای سازمان جهانی بهداشت، سازمان محیط زیست آمریکا، سوئیس، اتریش، آلمان، فرانسه، دانمارک و ... را نام برد. اما متأسفانه هنوز در ایران استاندارد مشخص در این زمینه تدوین نشده است. در کشور ما کمپوست یکی از الویت‌های مهم مدیریت پسماند شهری است. در توسعه صنایع کمپوست از زباله مخلوط در صورت عدم رعایت جنبه‌های بهداشتی، زیست محیطی و اقتصادی همچون بلایی ناخواسته سلامت جامعه و محیط زیست کشور ما را مورد تهدید قرار می‌دهد. عدم وجود ضوابط و استاندارد از یک سو و فقدان آزمایشگاه‌های رفرانس و ناتوانی در انجام آزمایش‌های ضروری در این زمینه از جمله مواردی است که بایستی توجه داشت (۳).

نزدیک به دو دهه است که مفهوم استاندارد سازی خاص برای کمپوست و توسعه معیارهای کیفی به منظور پایه و مبنای صنایع کمپوست و توسعه بازارهای جدید، سراسر جهان غرب را فرا گرفته است. به تازگی چند کشور اروپایی استانداردهای خاصی را هماهنگ‌سازی کرده‌اند و بیشتر کشورها از آن‌ها استفاده می‌کنند. در ایالات متحده، در این زمینه به صورت پراکنده تلاش شده است و فقط یک دستورالعمل کیفی خاص برای کمپوست ارایه گردیده، که به کاربرد کمپوست در مقیاس وسیع توجه کرده است (۴). حیدریان دانا و پرورش بر روی اهمیت و جایگاه استانداردهای کمپوست در صنعت کمپوست سازی مطالعاتی انجام داده‌اند و با توجه به این که شیوه‌های مختلف کمپوست با بهره‌گیری از تجهیزات و ماشین‌آلات پیشرفته در بسیاری از کشورها در حال توسعه و ترقی است استانداردهایی را ارایه داده، تا در جهت استاندارد سازی صنعت کمپوست در کشور گام مؤثری برداشته می‌شود (۵). پازوکی و همکاران نیز مطالعاتی در زمینه لزوم به کارگیری مقررات و استانداردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کمپوست و ورمی‌کمپوست در ایران انجام داده‌اند (۳). در تعیین خصوصیات فیزیکی کمپوست باید اندازه ذرات، پیشرفت عمل تخمیر، مقدار درصد مواد غیر مفید از قبیل پلاستیک، شیشه، کاغذ و ... متناسب با نوع مصرف بررسی شوند. در خصوصیات شیمیایی کمپوست، میزان مواد مغذی، مواد معدنی به ویژه فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی در نظر گرفته می‌شود و در خصوصیات بیولوژیکی، عوامل بیماری‌زا از قبیل باکتری‌ها، ویروس‌ها و تخم انگل‌ها در نظر گرفته می‌شود.

پورزمانی و همکاران استفاده از زایدات سبز شهری در افزایش مقدار و کیفیت تولید کمپوست در کارخانه کمپوست شهر اصفهان را مورد ارزیابی فنی- اقتصادی قرار دادند (۶).

در این مقاله مروری بر دستورالعمل‌ها و استانداردهای کیفی کمپوست صورت گرفته است و به استانداردها و حد مجاز غلظت عناصر در کمپوست اشاره و مقایسه صورت گرفته است. ابتدا اطلاعات و استانداردهای لازم گردآوری و سپس تحلیل آن‌ها صورت گرفت.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

بحث

روش ساده‌ای برای خلاصه کردن استانداردهای کیفی کمپوست وجود ندارد که در همه جهان قابل استفاده باشد. یک مقایسه سریع از استانداردهای کمپوست در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که اروپا به طور منصفانه پیشرفت زیادی در این زمینه داشته است؛ در حالی که در دیگر مناطق جهان از جمله ایالات متحده، نسبت به آن‌ها عقب‌تر هستند.

استانداردهای بین‌المللی

استانداردها و دستورالعمل‌هایی توسط آژانس‌های مختلف ارایه شده‌اند، که در جدول‌های ۱ تا ۱۳ ارایه گردیده است.

در جدول ۱ مقادیر استاندارد فلزات سنگین در کمپوست لمان و مقادیر آن در کمپوست مخلوط و کمپوست زیستی ارایه شده است. در کمپوست مخلوط مقادیر همه این فلزات سنگین از حد استاندارد بیشتر است؛ در حالی که در کمپوست زیستی مقادیر اندازه‌گیری شده از حد استاندارد کشور آلمان کمتر می‌باشد. در جدول ۲ حد فلزات در کمپوست مصرفی جهت کشت سبزیجات ارایه شده است. مقادیر اندازه‌گیری شده جیوه، کادمیوم، روی و مس از حداکثر پیشنهاد شده کمتر می‌باشد و قابل قبول است.

در جدول ۳ ظرفیت مجاز فلزات سنگین در اروپا و ایالات متحده ذکر شده است. در ایالات متحده ظرفیت مجاز روی ۴/۶ برابر ظرفیت مجاز روی در کمپوست‌های اروپایی است. ظرفیت مجاز نیکل در ایالات متحده ۷ برابر، جیوه ۸/۵ برابر، مس ۶/۲۵ برابر، کروم ۷۵ برابر، کادمیوم ۱۲/۶ برابر و آرسنیک ۲/۸۵ برابر ظرفیت مجاز ارایه شده فلزات سنگین در کمپوست کشورهای اروپایی می‌باشد. در جدول ۴ حد فلزات سنگین مقایسه شده و محدوده تعیین شده آن در ایالات متحده ارایه شده است که همه عناصر به جز روی و سرب از محدوده تعیین شده بیشتر می‌باشد.

جدول ۱. مقادیر فلزات سنگین در MSW- استانداردهای کمپوست جدا شده در مبدأ (۷)

عنصر	استاندارد آلمان (mg/kg)	کمپوست (Bio– waste) (mg/kg)	کمپوست مخلوط (MSW) (mg/kg)
سرب	۱۵۰	۸۳	۴۲۰
مس	۱۵۰	۴۱	۲۲۲
روی	۵۰۰	۲۲۴	۹۱۹
کروم	۱۵۰	۶۱	۱۰۷
نیکل	۵۰	۲۶	۸۴
کادمیوم	۳	۰/۴	۲/۸
جیوه	۳	<۰/۲	۱/۹

جدول ۲. حد پیشنهاد شده فلزات در کمپوست برای سبزیجات با سطوح خاک نمونه (۸)

عنصر	مقادیر نمونه‌ای خاک (mg/kg)	حداکثر مقدار پیشنهاد شده برای کمپوست فشرده
سرب	۱۲–۱۰۰	۷۶
مس	۳–۲۰	۵۰
روی	۱۴–۱۲۵	۲۰۰
کروم	۵–۱۰۰	۷۵
نیکل	۴–۵۰	۳۰
کادمیوم	۰/۳–۰/۷	۰/۷۵
جیوه	۰/۰۵–۰/۴	۰/۵

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

جدول ۳. ظرفیت مجاز فلزات سنگین در اروپا و ایالات متحده (۸)

مناطق	روی	سرب	نیکل	جیوه	مس	کروم	کادمیم	آرسنیک
اروپا	۳۰	۱۵	۳	۰/۱	۱۲	۲	۰/۱۵	۰/۷
ایالات متحده	۱۴۰	۱۵	۲۱	۰/۸۵	۷۵	۱۵۰	۱/۹	۲/۰

جدول ۴. حد فلزات سنگین مقایسه شده (mg/kg) (۱۱-۹)

فلز	Bio solid ایالات متحده	محدوده	علامت اختصاری
کادمیوم	۳۹	۰/۷-۱۰	Cd
کروم	۱۲۰۰	۷۰-۲۰۰	Cr
مس	۱۵۰۰	۷۰-۶۰۰	Cu
جیوه	۱۷	۰/۷-۱۰	Hg
نیکل	۴۲۰	۲۰-۲۰۰	Ni
سرب	۳۰۰	۷۰-۱۰۰۰	Pb
روی	۲۸۰۰	۲۱۰-۴۰۰۰	Zn

در جدول ۵ مقایسه حد فلزات سنگین موجود در کمپوست کشورهای اروپایی نشان داده شده است که در اسپانیا، عناصر مختلف حد بالاتری دارند. در کشورهای اروپایی، میانگین حد مجاز آرسنیک ۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم، برم ۱۰۰، کادمیوم ۷/۳، کروم ۲۲۳/۳، کبالت ۲۲/۲۵، مس ۴۱۱/۱۱، سرب ۴۸۹، جیوه ۵/۵۳، نیکل ۱۱۱/۲، سلنیم ۲ و روی ۱۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در برخی کشورها مانند اسپانیا و فرانسه حد مجاز همه عناصر از مقادیر میانگین حد مجاز عناصر در کمپوست‌های اروپا بیشتر است. در برخی کشورها مانند آلمان از حد میانگین مجاز کمتر است. در سوئیس و کانادا، حد مجاز کبالت از حد میانگین بالاتر است. در هلند و ایتالیا، حد مجاز آرسنیک بالاتر از حد میانگین است. در اتریش نیز حد مجاز سرب بالاتر از حد میانگین است. در بلژیک نیز حد مجاز مس و سرب و روی بالاتر از حد میانگین است.

در جدول ۶ غلظت فلزات خاک خالص بر پایه نوع خاک در آلمان، ایتالیا، سوئیس و ایتالیا ارایه شده است. در خاک رسی به علت سنگین‌تر بودن خاک، مقادیر فلزات خاک بیشتر می‌باشد. در کشورهای مختلف غلظت فلزات خاک متفاوت است.

ذرات خارجی موجود در کمپوست، بر کیفیت کمپوست اثر گذاشته، باعث کاهش کیفیت آن می‌شود. در جدول ۷ حداکثر ذرات خارجی در کمپوست در کشورهای مختلف ارایه شده است.

در جدول ۸ استانداردهای بهداشتی کمپوست و روش مورد استفاد برای تهیه کمپوست با توجه به استانداردهای بهداشتی رد کشورهای آلمان، استرالیا، اتریش، سوئیس و دانمارک نشان داده شده است.

طبق منابع استاندارد، عناصر بالقوه سمی شامل گروهی از ترکیبات آلی همچون فتالات‌ها و سورفاکتانت‌ها، پلی کلروفنیل‌ها و هیدروکربن‌های آروماتیک و دیگر ترکیبات می‌باشد. مقادیر مجاز برخی از عناصر بالقوه سمی موجود در کمپوست مطابق با استانداردهایی که در این زمینه وجود دارد، در جدول ۹ ارایه شده است. مقادیر مشاهده شده رد نمونه اندازه‌گیری شده بیشتر از مقادیر مجاز پیشنهاد شده برای عناصر سمی است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

جدول ۵. حد فلزات سنگین کمپوست (mg/kg) در کشورهای اروپایی (۴)

عنصر	سوئیس	اسپانیا	هلند	ایتالیا	آلمان	فرانسه	کانادا	بلژیک (باغبانی)	بلژیک (کشاورزی)	اتریش
آرسنیک	–	–	۲۵	۱۰	–	–	۱۳	–	–	–
برم	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱۰۰
کادمیم	۳	۴۰	۲	۱/۵	۱/۵	۸	۳	۵	۵	۴
کروم	۱۵۰	۷۵۰	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۲۱۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۵۰
کبالت	۲۵	–	–	–	–	–	۳۴	۲۰	۱۰	–
مس	۱۵۰	۱۷۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰	۴۰۰
سرب	۱۵۰	۱۲۰۰	۲۰۰	۱۴۰	۱۵۰	۸۰۰	۱۵۰	۱۰۰۰	۶۰۰	۵۰۰
جیوه	۳	۲۵	۲	۱/۵	۱/۰	۸	۰/۸	۵	۵	۴
نیکل	۵۰	۴۰۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۰۰	۶۲	۱۰۰	۵۰	۱۰۰
سلنیم	–	–	–	–	–	–	۲	–	–	–
روی	۱۰۰	۴۰۰۰	۹۰۰	۵۰۰	۴۰۰	–	۵۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

جدول ۶. غلظت فلزات خاک خالص بر پایه نوع خاک (mg/kg) (۱۴-۱۲)

کشور	نوع خاک	کادمیوم	سرب	کروم	مس	جیوه	نیکل	روی
آلمان	رس	۱/۵	۱۰۰	۱۰۰	۶۰	۱/۰	۷	۲۰۰
	سیلت	۱/۰	۷۰	۶۰	۴۰	۰/۵	۵۰	۱۵۰
	شن	۰/۴	۴۰	۳۰	۲۰	۰/۱	۱۵	۶۰
ایتالیا		۱/۰	۵۰	۵۰	۷۵	۱/۰	۵۰	۱۵۰
سوئیس		۰/۰۳	۱/۰	–	۰/۷	–	۰/۲	۰/۵
کانادا		۴/۰	۱۰۰	–	–	۱/۰	۳۶	۳۷۰

جدول ۷. حداکثر ذرات خارجی در کمپوست در استانداردهای ملی مختلف (۱۶، ۱۵، ۴)

کشور دارای استاندارد	ذرات مصنوعی، فلز، شیشه و پلاستیک (درصد وزن خشک)		درصد سنگ از وزن خشک
استرالیا	۰/۵ > اندازه ۲ میلی‌متر		۵ > اندازه بزرگتر از ۵ میلی‌متر
اتریش	۲ > اندازه بزرگتر از ۲ میلی‌متر		۳ > اندازه بزرگتر از ۱۱ میلی‌متر
بلژیک	ماکزیمم ۰/۵ درصد اندازه ۲ میلی‌متر بدون آلاینده		۲ >
فرانسه	۶ > اندازه بزرگتر از ۵ میلی‌متر ماکزیمم ۲۰ درصد آلاینده		–
آلمان	۰/۵ > اندازه بزرگتر از ۲ میلی‌متر		۵ > اندازه بزرگتر از ۵ میلی‌متر
ایتالیا	کل ۳ >		–
هلند	۰/۵ > اندازه بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر		۳ > اندازه کوچک‌تر از ۵ میلی‌متر
اسپانیا	فاقد آلاینده		–
سوئیس	۰/۵ > درصد اندازه بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر ماکزیمم ۰/۱ درصد پلاستیک		۵ > اندازه بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر
انگلستان	۱> اندازه بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر اگر پلاستیک باشد ٪ ۰/۵ >		۵ > اندازه بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر
دانمارک	۲ میلی‌متر ۰/۰۱ <		–
کانادا	۳ میلی‌متر نباشد >		–
دپارتمان اکولوژی واشنگتن	کلاس A ۲ درصد	کلاس B ۵ درصد	–
سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا	۲ درصد	۵ درصد	–
ایران	۲ درصد	۵ درصد	–

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

جدول ۸. استانداردهای بهداشتی کمپوست (۱۷)

کشور	پاتوژن/ دما	روش کمپوست
استرالیا	کمتر از ۵۰ درجه برای نهایت ۳ روز	همه روش‌ها
آلمان	برای ۲ هفته بیشتر از ۵۵ درجه یا بیشتر از ۶۵ درجه برای ۱هفته بیشتر از ۶۰ درجه برای ۱ هفته	روش ریسه‌ای باز (Open windrow) بسته در مخزن (Closed/ in vessesl)
اتریش	بیشتر از۶۰ درجه برای ۶ روز بیشتر از۶۵ درجه برای ۳ روز بیشتر از۶۵ درجه برای ۲×۳ روز	همه کمپوست‌ها
سوئیس	کمتر از ۵۵ درجه برای ۳ هفته بیشتر از۶۰ درجه برای ۱ هفته	-
دانمارک	بیشتر از ۵۵ درجه برای۲ هفته	همه کمپوست‌ها

جدول ۹. مقادیر حد برای عناصر سمی به کار رفته خاک در پسماند آلی جهت مصرف در زمین زراعی (۴)

ترکیبات	مقدار مشاهدشده در کمپوست	حد (Mg/kg/Ts)
هالوژن‌های آلی قابل جذب (AOX)	۹۰-۱۲۰	۵۰۰
سولفونات‌های آلکیل بنزن خطی (LAS)	< ۲۱	۲۶۰۰
فتالات دی اتیل هکسیل (DEPH)	۱۲۰۰	۱۰۰
بوتیل فتالات- ان- دی (DBP)	۱۳۰-۲۰۰۰	-
نانیل فنولتوکسیلات (NPE)	۱۰-۲۰۰۰	۵۰-۱۰۰
هیدروکربن پلی‌کیکلیک آروماتیک (PAH)	۱۶-۴۱۰۰	۶
بی‌فنول پلی کلرونیت (PCB)	۷-۱۷۰	۰/۸
PCDD/F	۲ -۵۶	۱۰۰ Ng TE/kg

در جدول ۱۰ حداکثر کاربرد کمپوست بر اساس شوری‌های مختلف و با توجه به حساسیت گیاهان نشان داده شده است. در شوری‌های مختلف با توجه به درجه حساسیت گیاه به شوری مقادیر کاربرد کمپوست متفاوت است.

کیفیت محصول نهایی، به خصوصیات و شاخص‌های میکروبی، شیمیایی و فیزیکی مواد بستگی دارد. خلاصه‌ای از این خصوصیات عبارتند از:

- میزان مواد مغذی قابل دسترس به حد کافی موجود باشد.
- علف‌های هرز زنده، ارگانیسم‌های بیماری‌زا و آلوده‌کننده‌های خارجی مانند خرده شیشه، پلاستیک، فلز و غیره در کمپوست وجود نداشته باشد.
- pH مناسب کمپوست رسیده، ۶/۵ تا ۷/۸ باشد.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

- میزان فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی، بسیار کم یا غیر قابل شناسایی باشد.
- نمک‌های محلول از غلظت کمی برخوردار باشد.
- بویی شبیه هوموس کف جنگل یا خاک داشته و رنگ آن تیره باشد.
- میزان رطوبت آن، کمتر از ۵۰ درصد باشد.
- گازهای بدبو از آن متصاعد نشود (۲۵).

در جدول‌های ۱۱ و ۱۲ به ترتیب شاخص‌های استاندارد کمپوست رسیده در کشورهای کانادا و سوئیس نشان داده شده است.

جدول ۱۰. حداکثر کاربرد کمپوست بر پایه مقدار نمک (۱۸)

شوری کمپوست (EC)	گیاهان مقاوم	گیاهان حساس
	Lit/m^2 (gal /100 ft^2)	
۰-۱	بدون محدودیت	بدون محدودیت
۱-۲	<۶۰ (۱۵۰)	<۱۵ (۳۷)
۲-۴	<۳۲ (۷۸)	<۸ (۲۰)
۴-۸	<۱۶ (۳۹)	<۴ (۱۰)
۸-۱۲	<۱۰ (۲۴)	<۲/۵ (۶)
>۱۲	<۸ (۲۰)	<۲ (۵)

جدول ۱۱. شاخص‌های استاندارد کمپوست نهایی در کشور کانادا (۲۲-۱۹، ۱۶)

پارامتر	واحد	استاندارد	پارامتر	واحد	استاندارد
نیتروژن	درصد وزن ماده خشک	۰/۶	آرسنیک	mg/kg	۱۳
فسفر	درصد وزن ماده خشک	۰/۲۵	کادمیوم	mg/kg	۳
پتاسیم	درصد وزن ماده خشک	۰/۲	کبالت	mg/kg	۳۴
منیزیم	درصد وزن ماده خشک	۰/۳	کروم	mg/kg	۲۱۰
کلسیم	درصد وزن ماده خشک	۳	مس	mg/kg	۱۰۰-۴۰۰
سدیم	درصد وزن ماده خشک	۱	جیوه	mg/kg	۰/۸
آهن	mg/kg	۱۳۰۰	مولیبدن	mg/kg	۵
منگنز	mg/kg	۲۰۰-۳۰۰	نیکل	mg/kg	۶۲
اسیدیته	-	۵/۵-۸/۵	سرب	mg/kg	۱۵۰
ماده آلی	درصد	> ۳۰	سلنیوم	mg/kg	۲
نسبت کربن به ازت	-	۱۳-۲۲	روی	mg/kg	۵۰۰
هدایت الکتریکی	ds/m	۲۳/۵	کلیفرم	MPN/gr	۲۱۰۰۰
رطوبت	درصد	۳۰-۵۰	-	-	-

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

جدول ۱۲. استانداردهای مربوط به عناصر مغذی در کمپوست (سوئیس)، (۲۳)

پارامتر	واحد	مقدار
کربن	درصد وزن ماده خشک	۳۲-۳۵
هیدروژن	درصد وزن ماده خشک	۳-۵
اکسیژن	درصد وزن ماده خشک	۱۱-۱۳
ازت	درصد وزن ماده خشک	۰/۸-۱/۲
فسفر	درصد وزن ماده خشک	۰/۳۵-۰/۴
پتاسیم	درصد وزن ماده خشک	۰/۳-۰/۶
گوگرد	درصد وزن ماده خشک	۰/۲۵-۰/۳
منیزیم	درصد وزن ماده خشک	۰/۳-۰/۹
کلسیم	درصد وزن ماده خشک	۰/۶-۶
سدیم	درصد وزن ماده خشک	۰/۲-۰/۵
آهن	درصد وزن ماده خشک	۰/۲-۱
مس	درصد وزن ماده خشک	۰/۰۰۱ -۰/۰۸
منگنز	درصد وزن ماده خشک	۰/۰۰۲-۰/۰۵
روی	درصد وزن ماده خشک	۰/۰۰۱-۰/۰۴
بر	درصد وزن ماده خشک	۰/۰۰۱-۰/۰۵

استانداردهای ایران

در جدول ۱۳ نیز استانداردهای ارایه شده کمپوست توسط WHO و EPA در ایران مقایسه شده است. همچنین مقادیر استاندارد ارایه شده کمپوست در واشنگتن را نشان می‌دهد. رعایت استانداردها به منظور کنترل کیفیت محصول نهایی حاصل از فرایند تولید کمپوست، حایز اهمیت می‌باشد. تطابق پارامترهای کنترل کیفی کود نهایی با استانداردها، سبب می‌گردد که محصولی مناسب به بازار فروش عرضه گردد. ضمن این که از اثرات نامطلوب محصول بر محیط زیست، چرخه غذایی و غیره نیز جلوگیری می‌شود.

جدول ۱۳. استانداردهای ارایه شده کمپوست، توسط WHO و EPA در ایران (۲۴)

اجزا	واحد	واشنگتن		WHO	EPA	ایران	
		A	B			درجه ۱	درجه ۲
چگالی	Kg/m^3	۳۵۶-۴۷۵	۲۳۸-۵۹۴	-	-	۳۵۶-۴۷۵	۲۳۸-۵۹۴
رطوبت	درصد	۴۰-۶۰	۳۰-۷۰	۳۰-۵۰	-	۴۰-۶۰	۳۰-۷۰
ماده آلی	درصد	۵۰	۴۰	۱۰-۳۰	-	۵۰	۴۰
ازت کل	درصد	۱	۰/۵	۰/۴-۱/۵	-	۱	۰/۵
نسبت کربن به ازت	-	۱۵	۲۰		-	۱۵	۲۰
فسفر	درصد	-	-	۰/۲-۳/۸	-	-	-
پتاسیم	درصد	-	-	۰/۱-۲/۸	-	-	-
مس	mg/kg	-	-	۹۰-۲۶۰	۱۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
نیکل	mg/kg	-	-			۱۰۰	۲۰۰
کادمیوم	mg/kg	-	-	۱۵-۴۰	-	۱۰	۲۵
روی	mg/kg	-	-	۸۰۰-۱۲۰۰		۲۵۰	۵۰۰
سرب	mg/kg	-	-	۲۰۰-۴۰۰	۳۰۰	۲۵۰	۵۰۰
کروم	mg/kg	-	-		۱۲۰۰	۲۵۰	۵۰۰
جیوه	mg/kg			-	-	۱۰	۱۰
منگنز	mg/kg	-	-	۳۰۰-۱۳۰۰	-	-	-

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

دنباله جدول ۱۳. استانداردهای ارایه شده کمپوست، توسط WHO و EPA در ایران (۲۴)

اجزا	واحد	واشنگتن		WHO	EPA	ایران	
		A	B			درجه ۱	درجه ۲
اسیدیته	-	۵/۵-۶/۵	۵-۸	۶-۹	-	۵/۵-۶/۵	۵-۸
هدایت الکتریکی	ds/m	< ۲	< ۳	-	-	< ۵	< ۱۰
بو	-	-	-	-	-	مشابه خاک	حداقل
ظرفیت تبادل کاتیونی	meq/100gr	> ۱۰۰	> ۱۰۰	-	-	> ۱۰۰	< ۱۰۰
دانه‌بندی	Mm	-	-	۲-۱۰	-	< ۱۳	< ۲۲
قابلیت جوانه زدن بذر در کمپوست	درصد	۹۵	۹۰	-	-	۹۵	۹۰
پلی کلرو بی فنیل‌ها	mg/kg			-	-	۲	۱۰
نقطه جذب آب	درصد	۱۵۰	۱۰۰	-	-	۱۵۰	۱۰۰
بذر علف‌های هرز زنده	-	وجود ندارد	وجود ندارد	-	-	-	-

تشکر و قدردانی

در خاتمه از شهرک علمی- تحقیقاتی اصفهان و سازمان بازیافت و تبدیل مواد زاید شهرداری اصفهان جهت همکاری‌هایشان تقدیر و سپاسگزاری می‌نماییم.

References

1. Municipality of Isfahan Organization of Waste Material recycling and composting/Waste/Compost waste. Azar 1389.
2. Aggregation of Green weblogs./ web site: www. Green Blog. ir. 1386.
3. Pazoki M, Takdastan A, Asgharnia H. Necessity of using compost and vermin compost physical , chemical and biological provisions and standards in Iran. The 3 th national congress on recycling and using organic renewable recources in agriculture; Isfahan; 2008. [In Persian].
4. Brinton WF. Compost quality standards & guidelines: An International View. New York State Association of Recyclers; 2000 [cited 2011 29 May]; Available from: www.woodsend.org/pdf-files/nysar-ne.pdf.
5. Heydarian dana N, Parvaresh A. Improtance and position of compost standards in compost producing industry. The First Conference of Environmental Engineering; Tehran; 2006. [In Persian].
6. Samani majd S, Samani majd AM, Pourzamani HR, Poor alaghe bandan HR. Professional and economical evaluation of using urban green waste in increasing quantity and quality of compost production in Isfahan compost factory. The 2nd National Conference on World Environment Day; Tehran; 2008. [In Persian].
7. Kraus, P & U. Grammel (1992) Die Relevanz der Schadstoffdiskussion bei der Bioabfallkompostierung. (Relevance of contaminant discussion for bio-waste composting) in Abfallwirtschaft 9, MIC Baeza-Verlag Kassel.
8. Bodsch. Bundes- Bodenschutzverordnung. (Federal soil protection rule) in Bodenschutz (soil preotection) Erich Schimidt verlag berlin. 1998.
9. Wood End Laboratories: Leader in Compost Quality Analysis. [cited 2011 3 Jun]; Available from: http://woodsend.org/.
10. Woods End Research Laboratory. Interpreting Waste & Compost Test. 2005 [cited 2011 10 Jun]; Available from: www.woodsend.org/pdf-files/compost.pdf.
11. Yuh-minghuang. Composting methods. Taiwan: Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region; 2005.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

12. Berset J, Holzer R. Organic micropollutants in Swiss agriculture: distribution of polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH) and polychlorinated biphenyls (PCB) in soil, liquid manure, sewage sludge and compost samples; a comparative study. Int J Environ Anal Chem. 1995; 59(2): 145-65.

13. Bidlingmeier W, Barth J. Anforderungsprofile für Kompost in europaischen Vergleich. Biological Waste Handling-Compost, Anaerobic Treatment and Cold-Pretreatment University of Kassel MIC Baeza Verlag; 1993.

14. Bavnick, H.F. (1989) Dutch Refernce Values for Soil Quality. in Behrens& Wiesner. Frankfurt Germany.

15. Eurofins Danmark A/S (BHA): Recycling Terminal – Analysis Report Sanitized Compost. Ordered by: Vejle Local Authority. Vestre Engvej 70- DK- 7100.2003.

16. The Canadian council of Ministers of the Environment. Guideline Agriculture and Agri- Food Canada Criteria. [cited 2011 20 May]; Available from: www.wrap.Org.uk.

17. Wiese B, Stegmann R. Neue Techniken der Kompostierung. Hamburg: Economica-Verl; 1996.

18. Mathur S, Owen G, Dinel H, Schnitzer M. Determination of compost biomaturity. Biol Ag Hort. 1993; 10: 65-85.

19. Ontario Waste Reduction Office, Ontario Ministry of Environment Energy. Interim guidelines for the production and use of aerobic compost in Ontario. Ontario: The Office; 1995.

20. Brent Hansen Environmental. Commercial Composting Facility. 2004 [cited 2011 29 Feb]; Available from: http://www.composting.ca/files/op_manual.pdf.

21. Composting Council of Canada. A Summery of Compost Standards in Canada. 1999 [cited 2011 2 Feb]; Available from: www.compost.org/standard.htm.

22. A&L Canada Laboratories. Compost Management Program. [cited 2011 20 May]; Available from: http://www.alcanada.com.

23. Municipality of Tehran Organization of Material recycling and composting. Iran. 1382.

24. Abdoli M. Preparing Organic Compost from Urban waste Material. Tehran: Tehran Recycling Institute; 2004. [In Persian].

25. David Bezdicek. Donna Chaw. John Pau. Bob Rynk. Walter Suttle. Salinity and pH in Compost. Education & Resources for Western Agriculture.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir

A review of compost quality standards and guidelines

Zahra Beirouti[1], Hamid Reza Pourzamani[2], Saeed Samani majd[3], Ali Reza Vahdatpoor[4], Mohammad Reza Jafari[5]

Abstract

Compost is a gradual process in nature by which organic materials are decomposed in the presence of air by microorganisms and fungi. The product is a valuable fertilizer that is used in different places even in home little gardens, so that it has signed as an unnoticed asset. With due attention to the importance of compost, its guidelines and standards should be evaluated. It is pointed and compared, in this assay to standards and permitted limit of element concentrations in compost.

Permitted extent and different standards are presented in different tables. It is important to consider the standards for quality control of the final product in compost production process. Meantime, the product adverse effects on environment, food cycle and so on are prevented.

Key words: Compost, Standard, Guideline, Permitted Limit.

1- MA of Natural Resources, Behin AB Consultant and Research Engineering Company, Isfahan, Iran.
2- PhD Student, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. (Corresponding Author)
Email: pourzamani@hlth.mui.ac.ir
3- MA Civil Engineering, School of Environment, Zenderoud Research Group, Isfahan, Iran.
4- Isfahan New Technology Industry Zone, Isfahan, Iran.
5- Isfahan Industrial Cluster Development Office, Isfahan, Iran.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-10-12]

www.mui.ac.ir