

مروري بر دستورالعملها و استانداردهای کيفي کمپوست

زهرا بيروتی^۱، حميدرضا پورزماني^۲، سعيد ساماني مجدى^۳،
عليرضا وحدتپور^۴، محمدرضا جعفرى^۵

چکیده

كمپوست يك روند تدریجي در طبیعت است که به وسیله آن مواد آلی با حضور هوا توسط میکرووارگانیسم‌ها 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 مروري بر دستورالعملها و استانداردهای کيفي کمپوست صورت گرفته است و به استانداردها و حد مجاز غلط عناصر در کمپوست اشاره و مقایسه صورت گرفته است.

رعايت استانداردها به منظور کنترل کيفيت محصول نهايی حاصل از فرایند توليد کمپوست، حائز اهمیت می‌باشد. تطابق پaramترهاي کنترل کيفي کود نهايی با استانداردها، سبب می‌گردد که محصولی مناسب به بازار فروش عرضه گردد. ضمن اين که از اثرات نامطلوب محصول بر محیط زیست، چرخه غذایی و غیره نیز جلوگیری می‌شود.

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

نوع مقاله: مروري

پذیرش مقاله: ۸/۱۰/۲۹

دریافت مقاله: ۸/۱۷/۲۷

مقدمه

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 غیرآوندی 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

كمپوست از کلمه لاتین Compositus به معنای مخلوط و ترکیب گرفته شده است. کمپوست‌سازی یک فرایند طبیعی، هوایی، 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

۱- کارشناس ارشد منابع طبیعی، شرکت مهندسین مشاور و تحقیقات بهمن آب زنده‌رود، اصفهان، ایران.

۲- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نويسنده مسؤول)

۳- کارشناس ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده محیط زیست، گروه پژوهشی زنده‌رود، اصفهان، ایران.

۴- مدیر شهرک فناوری صنایع نوین استان اصفهان، اصفهان، ایران.

۵- مدیر دفتر توسعه خوشة‌های صنعتی استان اصفهان، اصفهان، ایران.

Email: pourzamani@hlth.mui.ac.ir

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 ورمی کمپوست 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 مرومی 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.

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 مولдин 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 مسائل 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 گسترشده 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 مهتم مدیریت پسماند شهری است. در توسعه صنایع کمپوست از زباله مخلوط در صورت عدم رعایت جنبه‌های بهداشتی، زیست محیطی و اقتصادی همچون بلای ناخواسته سلامت جامعه و محیط زیست کشور ما را مورد تهدید قرار می‌دهد. عدم وجود خوابط 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

بحث

زیستی مقادیر اندازه‌گیری شده از حد استاندارد کشور آلمان کمتر می‌باشد. در جدول ۲ حد فلزات در کمپوست مصرفی چهت کشت سبزیجات ارایه شده است. مقادیر اندازه‌گیری شده جیوه، کادمیوم، روی و مس از حداقل 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.

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 دستورالعمل‌های 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

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

عنصر	استاندارد آلمان (mg/kg)	کمپوست مخلوط (Bio-waste) (mg/kg)	کمپوست (MSW) (mg/kg)	استانداردهای کمپوست سنگین در MSW (mg/kg)
سرب	۱۵۰	۸۳	۴۲.	
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	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	

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

مناطق	روی	سرب	نیکل	جیوه	مس	کروم	کادمیم	آرسنیک
اروپا	۰/۷	۰/۱۵	۲	۱۲	۰/۱	۲	۱۵	۲۰
ایالات متحده	۲/۰	۱/۹	۱۵۰	۷۵	۰/۸۵	۲۱	۱۵	۱۴۰

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

فلز	Bio solid	حد ایالات متحده	علامت اختصاری	حدوده
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 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 حد اکثر ذرات خارجی در کمپوست در کشورهای مختلف ارایه شده است.

در جدول ۸ استانداردهای بهداشتی کمپوست و روش مورد استفاده 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 سورفاکانتها، 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.

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 ۴۸۹، ۷/۳، کروم ۲۲۳/۳، کبالت ۲۲/۲۵، مس ۱۱/۱۱، سرب ۴۱۱/۱۱ 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 ۴۸۹، ۷/۳، کروم ۲۲۳/۳، کبالت ۲۲/۲۵، مس ۱۱/۱۱، سرب ۴۱۱/۱۱، 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.

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

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

جدول ٦. غلظت فلزات خاک خالص بر پایه نوع خاک (mg/kg) (١٢-١٤)

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

جدول ۷. حداقل ذرات خارجی در کمپوست در استانداردهای ملی مختلف (۱۶، ۱۵، ۱۴)

کشور دارای استاندارد	ذرات مصنوعی، فلز، شیشه و پلاستیک (درصد وزن خشک)	درصد سنگ از وزن خشک
استرالیا	۰/۰ < 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	< ۳ کل	-
هلند	< ۰/۵ < اندازه بزرگتر از ۲ میلی‌متر	۳ < اندازه کوچکتر از ۵ میلی‌متر
اسپانیا	فائق آلاینده	-
سوئیس	< ۰/۵ < درصد اندازه بزرگتر از ۵ میلی‌متر ماکزیمم ۱/۰ 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	< ۰/۱ < ۲ میلی‌متر	-
کانادا	< ۳ میلی‌متر نباشد	-
دپارتمان اکولوژی و اشنگنین	کلاس A ۲ درصد ۲ درصد	B کلاس ۵ درصد ۵ درصد
سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا	۲ درصد	-
ایران	۵ درصد	-

جدول ۸. استانداردهای بهداشتی کمپوست (۱۷)

کشور	پاتوقن/ 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 ۱ هفته بیشتر از ۶۰ درجه برای ۱ هفته	(Open windrow) روش ریسه‌ای باز (Closed/ in vessels) بسته در مخزن
اتریش	بیشتر از ۶۰ درجه برای ۶ روز بیشتر از ۶۵ درجه برای ۳ روز بیشتر از ۶۵ درجه برای ۳×۲ روز	همه کمپوست‌ها
سوئیس	کمتر از ۵۵ درجه برای ۳ هفته بیشتر از ۶۰ درجه برای ۱ هفته	-
دانمارک	بیشتر از ۵۵ درجه برای ۲ هفته	همه کمپوست‌ها

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

ترکیبات	حد (Mg/kg/Ts)	مقدار مشاهدشده در کمپوست
HALOGEN های آلی قابل جذب (AOX)	۵۰۰	۹۰-۱۲۰
SULFONAT های آلکیل بنزن خطی (LAS)	۲۶۰۰	< ۲۱
FENYLات دی اتیل هکسیل (DEPH)	۱۰۰	۱۲۰۰
بوتیل فتالات- ان- دی (DBP)	-	۱۳۰-۲۰۰
NANYL FENOLTOKSIلات (NPE)	۵۰-۱۰۰	۱۰-۲۰۰
هیدروکربن پلی کیکلیک آروماتیک (PAH)	۶	۱۶-۴۱۰۰
بی فنول پلی کلرونیت (PCB)	۰/۸	۷-۱۷۰
PCDD/F	۱۰۰ Ng TE/kg	۲-۵۶

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

در جدول ۱۰ حداقل 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 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.
- 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.

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

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

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

نیتروژن	پارامتر	واحد	استاندارد	پارامتر	واحد	استاندارد	واحد	استاندارد	واحد	استاندارد
خشک	درصد وزن ماده	۰/۶	آرسنیک	mg/kg	واحد	۱۳	mg/kg	واحد	۰/۶	استاندارد
فسفر	درصد وزن ماده	۰/۲۵	کادمیوم	mg/kg	واحد	۳	mg/kg	واحد	۰/۲	استاندارد
پتابسیم	درصد وزن ماده	۰/۲	کبالت	mg/kg	واحد	۲۴	mg/kg	واحد	۰/۶	استاندارد
منیزیم	درصد وزن ماده	۰/۳	کروم	mg/kg	واحد	۲۱۰	mg/kg	واحد	۰/۶	استاندارد
کلسیم	درصد وزن ماده	۳	مس	mg/kg	واحد	۱۰۰-۴۰۰	mg/kg	واحد	۰/۶	استاندارد
سدیم	درصد وزن ماده	۱	جیوه	mg/kg	واحد	۰/۸	mg/kg	واحد	۰/۶	استاندارد
آهن	mg/kg	مولیبدن	۱۳۰۰	mg/kg	واحد	۵	mg/kg	مولیبدن	۱۳۰۰	استاندارد
منگنز	mg/kg	نیکل	۲۰۰-۳۰۰	mg/kg	واحد	۶۲	mg/kg	نیکل	۲۰۰-۳۰۰	استاندارد
اسیدیته	-	سرب	۵/۵-۸/۵	-	واحد	۱۵۰	mg/kg	سرب	۵/۵-۸/۵	استاندارد
ماده آلی	درصد	سلنیوم	> ۳۰	-	واحد	۲	mg/kg	سلنیوم	> ۳۰	استاندارد
نسبت کربن به ازت	-	روی	۱۳-۲۲	-	واحد	۵۰۰	mg/kg	روی	۱۳-۲۲	استاندارد
هدایت الکتریکی	ds/m	کلیفرم	۲۲/۵	dr	واحد	۲۱۰۰	MPN/gr	کلیفرم	۲۲/۵	استاندارد
رطوبت	درصد	-	۳۰-۵۰	-	واحد	-	-	-	۳۰-۵۰	استاندارد

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

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.

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

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

اجزا	واحد	واشنگتن				ایران	درجه ۱	درجه ۲
		B	A	EPA	WHO			
چگالی	Kg/m ³	۲۲۸-۵۹۴	۲۵۶-۴۷۵	-	-	۲۲۸-۵۹۴	۲۵۶-۴۷۵	۲۵۶-۴۷۵
رطوبت	درصد	۳۰-۷۰	۴۰-۶۰	-	۳۰-۵۰	۳۰-۷۰	۴۰-۶۰	۴۰-۶۰
ماده آلی	درصد	۴۰	۵۰	-	۱۰-۳۰	۴۰	۵۰	۵۰
ازت کل	درصد	۰/۵	۱	-	۰/۴-۱/۵	۰/۵	۱	۱
نسبت کربن به ازت	-	۲۰	۱۵	-	-	۲۰	۱۵	-
فسفر	درصد	-	-	-	۰/۲-۲/۸	-	-	-
پتاسیم	درصد	-	-	-	۰/۱-۲/۸	-	-	-
مس	mg/kg	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۵۰۰	۹۰-۲۶۰	-	-	-
نیکل	mg/kg	۲۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-
کادمیوم	mg/kg	۲۵	۱۰	-	۱۵-۴۰	-	-	-
روی	mg/kg	۵۰۰	۲۵۰	-	۸۰۰-۱۲۰۰	-	-	-
سرب	mg/kg	۵۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۲۰۰-۴۰۰	-	-	-
کروم	mg/kg	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۰۰	-	-	-	-
جیوه	mg/kg	۱۰	۱۰	-	-	-	-	-
منگنز	mg/kg	-	-	-	۳۰۰-۱۳۰۰	-	-	-

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

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

بازیافت و تبدیل مواد زاید شهرداری اصفهان جهت همکاری‌هایشان تقدير و سپاسگزاری می‌نماییم.

تشکر و قدردانی
در خاتمه از شهرک علمی - تحقیقاتی اصفهان و سازمان

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. Imprortance 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 Schmidt 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.

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 europäischen Vergleich. *Biological Waste Handling-Compost, Anaerobic Treatment and Cold-Pretreatment* University of Kassel MIC Baeza Verlag; 1993.
14. Bavnick, H.F. (1989) Dutch Reference 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 Summary 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.*

A review of compost quality standards and guidelines

**Zahra Beirouti¹, Hamid Reza Pourzamani², Saeed Samani majd³,
Ali Reza Vahdatpoor⁴, Mohammad Reza Jafari⁵**

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.