

بررسی استانداردهای کمپوست و معرفی استاندارد ملی ایران

جواد عابدینی طریقه^۱ - علی نجفی^۲ - علی آدینه نیا^۳ - ابوالفضل کریمیان^۴

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد^۱ و ^۲ و ^۳ و ^۴

abedini_chem@yahoo.com

چکیده

با افزایش کمی جمعیت به همراه توسعه صنعتی و اقتصادی، دور ریختن موادزاید جامد شهری (MSW) در سراسر جهان افزایش یافته است. از اینرو در سالهای اخیر بتدریج تکنولوژی تبدیل بیولوژیکی این مواد زاید یا کمپوست کردن پذیرفته و گسترش یافته است. استفاده از کمپوست در خاک های کشاورزی بطور گسترده ای صورت گرفته و اثرات مثبت آن بر خاک و گیاهان در مطالعات متعددی شناخته شده است. روش ساده ای برای بدست آوردن خلاصه ای، متمرکز بر استانداردهای کیفی کمپوست در جهان وجود ندارد. اخیراً "چند کشور اروپایی استانداردهای ویژه ای اتخاذ کرده اند و بسیاری از کشورهای دیگر در حال تحقق این هدف هستند. در حال حاضر فقط راهنماهای کیفی خاصی برای کمپوست توسط برخی آژانس های ویژه و یا آزمایشگاههای تخصصی در این زمینه، منتشر شده است. معیارهای کیفیت شامل فاکتورهای متنوعی از قبیل سطوح کاهش عوامل بیماریزا، پایداری و شاخص های رسیدگی، غلظت عناصر کمیاب، مواد آلی، مواد مغذی کل و قابل دسترس، pH، هدایت الکتریکی و غیره می باشند. در این مقاله استانداردهای کیفی کمپوست در سراسر جهان بررسی شده و بصورت خلاصه آورده شده است مقایسه سطوح کیفیت انجام شده در میان کشورهای مختلف نیز صورت گرفته است. با توجه به اهمیت موضوع کمپوست فنی تدوین استاندارد در سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد در سالهای اخیر در یک اقدام عظیم و ملی با همکاری موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به تدوین استانداردهای ملی در این زمینه مبادرت ورزیده است. حاصل تلاش این کمیسیون که از اساتید دانشگاه، کارشناسان استاندارد، جهاد کشاورزی و سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد تشکیل یافته در فاز اول تدوین استاندارد ملی با عنوان "کمپوست، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی" است و استانداردهای "کمپوست، نمونه برداری و روشهای آزمون" و "کمپوست، ویژگیهای میکروبی و روشهای آزمون" نیز در دست اقدام می باشد. در این مقاله سعی شده است با بیان خلاصه ای از محتوی این استانداردها، معرفی آنها جهت بهره برداری مسئولان و کارشناسان مرتبط فراهم گردد.

واژه های کلیدی

استاندارد- کمپوست- موادزاید جامد شهری- ویژگیها - نمونه برداری

۱- مقدمه

کمپوست، مخلوطی از مواد آلی طبیعی و بیولوژیک، حاصل از فعالیت میکروارگانیسم ها می باشد که در فرایند تخمیر هوازی بعنوان محصول از زباله های با منشاء آلی از قبیل پسماندهای غذایی، گیاهی و ... تولید می شود. کمپوست کامل و رسیده دارای ترکیبی ثابت و بدون بوی نامطبوع می باشد و ظاهری شبیه خاک معمولی دارد آنچه که در تولید کمپوست اهمیت دارد، شرایط فرآوری و سرعت فرآیند تولیدی می باشد که بوسیله تنظیم فاکتورهایی از قبیل رطوبت، دما، اکسیژن لازم و pH محیط فراهم می شود [۴ و ۲]. کمپوست دارای مزایای فراوانی در کشاورزی می باشد که از مهمترین آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مواد اصلی مغذی برای گیاه و عناصر کمیاب (میکروالمنت ها) زمین را بطور مداوم تامین می کند.
- با تامین مواد آلی خاک سبب بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شده و میزان باروری اراضی کشاورزی را تا سطح قابل توجهی بالا می برد.

- قدرت نگهداری آب قشر زراعی خاک را افزایش داده و از نفوذ آب به لایه های پایین تر ویا از تبخیر سطحی آن ممانعت می کند
- با فعال نمودن ریز جانداران در خاک شرایط مناسبی را برای آنها در خاک بوجود می آورد و حاصلخیزی خاک را افزایش می دهد.

- با ایجاد خلل و فرج در آن نفوذ و عبور هوا را تسریع می کند و تهویه خاک را بهینه می سازد.

- در جلوگیری از فرسایش خاک موثر است.

- علاوه بر کمیت، کیفیت محصولات را نیز از نظر بو و مزه بهبود می بخشد.

- حالت چسبندگی خاک را کاهش داده و از مقاومت خاک در مقابل ماشین آلات کشاورزی می کاهد و عملیات زراعی بر روی خاک با انرژی کمتر و راحت تر صورت می گیرد.

- باعث افزایش ریشه دوانی و ریشه زایی شده و در نتیجه جذب مواد افزایش می یابد.

- به علت بالا رفتن دما در طول دوره فرآوری عاری از ریز جانداران مضر و بذر علف های هرز می باشد [۸].

بدیهی است تفاوت میان کمپوست های تولیدی در کیفیت آنهاست که به نوع مواد اولیه، روش بکار گرفته شده و کنترل و مدیریت فرآیند وابسته است. کمپوست کامل باید استانداردهای لازم را داشته باشد در غیر اینصورت نه تنها فایده ای برای گیاه نداشته بلکه اثر منفی نیز خواهد داشت. امروزه در اثر مصرف بی رویه کودهای شیمیایی فقر زمین های کشاورزی و فرسایش آن ها را این امر موجب شده است تا اکثریت کشورهای پیشرفته و صنعتی به استفاده از کودهای طبیعی و بیولوژیکی روی آورند.

همانطور که جایگزینی کودهای طبیعی از جمله کمپوست به جای مواد مصنوعی توصیه می گردد باید به اهمیت کیفیت کمپوست و در واقع به استانداردهای کمپوست نیز توجه ویژه ای شود. از سوی دیگر رعایت این استانداردها مشکلات آلودگی محیط زیست را به حد اقل خواهد رساند که خود نقش اصلاحی دارد. شناخت کیفیت کمپوست و به دنبال آن طبقه بندی کمپوست برای مصرف کننده و تولید کننده از اهمیت بالایی برخوردار است. بطوریکه با دانستن نوع و درجه کمپوست، نوع مصرف مناسب انتخاب شده و نتایج مطلوب حاصل می شود. براساس تعریف استاندارد حداقل کیفیت لازم برای مصرف است که رضایت مصرف کننده را به همراه دارد. لذا کمپوست مورد تایید لازم است کاملاً رسیده و پایدار باشد و دارای ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مشخصی باشد. از اینرو کشورهای مختلف در این زمینه فعالیت هایی داشته اند و شاخص هایی را بعنوان استاندارد تعریف کرده اند که بنا به شرایط غیر یکسان هر منطقه بصورت منطقه ای بوده و برنامه جامعی تعریف نشده است، که از میان آنها می توان به کانادا، آلمان، سوئیس، آمریکا و استرالیا اشاره کرد.

مباحث مشترکی که در اغلب این متون وجود دارد عبارتند از: حدود مجاز فلزات سنگین، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، عوامل بیماریزا و سمی، درجه رسیدگی و اثر بر رشد گیاه.

۲- معیارهای تعیین کیفیت کمپوست

۲-۱- ویژگی های فیزیکی

مهمترین این ویژگی ها عبارتند از: دانسیته، ظرفیت نگهداری آب، اندازه ذرات و رطوبت. دانسیته، جرم در واحد حجم تعریف می شود که به فاکتورهای دیگری نظیر رطوبت، اندازه ذرات و مقدار مواد معدنی وابسته است. بدیهی است که با گذشت

زمان به علت افزایش مواد معدنی دانسیته کمپوست افزایش می یابد. ولی در ابتدا کمپوست دارای سبک وزنی و دانسیته کم می باشد .

ظرفیت نگهداری آب ، مقدار آب نگهداری شده در منافذ بافتی کمپوست است که از طریق زه کشی آزاد در نمونه کمپوست آزمایش می شود. این ویژگی از نظر کاربرد در کشاورزی از اهمیت ویژه ای برخوردار است یکی از مزایای کمپوست ظرفیت بالای آن است که در فصول خشک در کمبود آب کمک چشمگیری به گیاه می کند . اندازه ذرات ، به نوع فرآیند انجام شده ، غربال کردن و قطر منافذ سرندهای مورد استفاده بستگی دارد و آنچه که واضح است ذراتی با قطر بزرگ مانع از تاثیر مثبت کمپوست در مزرعه می شوند به همین نحو ذرات بسیار ریز نیز به علت نگهداری مقدار زیاد آب و لجنی شدن اثر منفی دارند ، لذا کمپوست از نظر دانه بندی نیز باید در گستره مناسب قرار گیرد. مقدار رطوبت معیاری از وزن کمپوست می باشد بطوریکه با افزایش رطوبت ، مقدار مواد خشک کاهش می یابد . میزان رطوبت به شرایط انبار داری و تاثیرات کمپوست اثر می گذارد. مقدار رطوبت همانطور که قیمت کمپوست را از نظر نسبت وزنی تحت تاثیر قرار می دهد ، در سهولت کاربری و مکانیسم عمل نیز موثر خواهد بود .

۲-۲- ویژگی های شیمیایی

ویژگی های شیمیایی نیز اهمیت زیادی دارند که مهمترین آنها عبارتند از: مقدار مواد آلی ، کربن آلی ، نیتروژن (بصورت نیتراتی ، آمونیومی و کل) هدایت الکتریکی ، نسبت C/N ، pH ، مقادیر فلزات سنگین و مقدار عناصر مغذی نظیر فسفر ، پتاسیم ، منیزیم و ...

مقدار مواد آلی و کربن آلی که معیار میزان ترکیبات تجزیه شده و آلی موجود در کمپوست می باشند، به روش های مختلف از جمله خشکاندن و سوزاندن اندازه گیری می شوند. روش های اکسیداسیون با دی کرومات نیز در برخی مقالات بیان شده است. مقدار نیتروژن کل که مجموع نیتروژن موجود در ترکیبات آلی و نیتروژن معدنی است. این عنصر به روش کجلدال اندازه گیری می شود. تعیین مقدار نیتروژن نیتراتی (NO_3^-) و نیتروژن آمونیونی (NH_4^+) نیز در تعیین کیفیت کمک می کند و نسبت آنها بعنوان شاخصی از رسیدگی به شمار می رود. pH معیار خاصیت اسیدی و بازی بودن کمپوست است و در مورد کمپوست ایده آل در محدوده خنثی تعریف می شود. این فاکتور را میتوان با افزودن موادی نظیر گوگرد تغییر داد و تعادل را بر اساس نوع استفاده برقرار کرد. pH در ابتدای فرایند اسیدی است و به مرور در ادامه به سمت خنثی پیش می رود. مقدار عناصر مختلف از قبیل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و... نیز که در کمپوست به وفور پیدا می شوند و همچنین فلزات سنگین که در غلظت های کم وجود دارند، از دیگر شاخص های شیمیایی می باشند که با استفاده از هضم نمونه ها در اسید و استفاده از دستگاه های جذب و نشر اتمی قابل اندازه گیری هستند و بعضاً "بوسیله دستگاه های نورسنجی و آنالایزر ها قابل اندازه گیری اند. نسبت C/N که از مقادیر کربن و نیتروژن محاسبه می شود یکی از فاکتورهای مهم برای کمپوست به شمار می آید و تعیین کننده رسیدگی و بلوغ کمپوست می باشد . آزمون های دیگری برای تعیین بلوغ کمپوست نظیر تنفس، جوانه زنی، گرما و solvita نیز مطرح شده است [۱۱].

آنچه که مهم است و در ادامه این مقاله به بررسی آن پرداخته می شود حدود و گستره قابل قبول خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و دیگر آزمایشات کمپوست است که هم اکنون به علت عدم مرجع کامل و مشخصی اظهار نظرات متفاوتی در مورد آن می گردد. در ادامه استانداردها و قوانین مربوط به کمپوست در سایر کشورها معرفی می گردد.

شاخص های بیان شده در کشورهای نظیر آلمان، استرالیا و ایالات متحده که در زمینه کمپوست سابقه طولانی دارند در جدول ۱ آمده است [۱۰ و ۹ و ۳].

استاندارد کیفی کمپوست در ایالت واشنگتون بیان می کند برای استفاده در محیط کشت گلدانی و برای رشد چمن و محصولاتی مانند آن نسبت C/N تقریباً ۱۰/۱ باشد نمک های محلول کم باشد ، اندازه ذرات متوسط بوده ، مقدار رطوبت قابل قبول باشد ، غربال کردن برای حفظ یکنواختی کمپوست انجام شود، pH نزدیک ۷ بوده و عاری از بذور علف های هرز باشد. نسبت C/N در حدود ۲۰/۱ باشد ، مقدار نمک های محلول می تواند متغیر باشد اما زیاد نبوده ، مواد آلی بالای ۶۰ درصد باشد، تقریباً یک کمپوست بالغ (کامل) باشد ، ظرفیت نگهداری آب در حد قابل قبول بوده، مخلوط مناسبی از میکرو ارگانیزم ها را دارا باشد ، مقدار فلزات سنگین و اندازه ذرات در حد قابل قبول بوده و عاری از بذور علف های هرز باشد. برای اصلاح خاک نسبت C/N در حدود ۲۰ باشد. مقدار نمک های محلول می تواند متغیر باشد اما زیاد نبوده ، مواد آلی بالای ۶۰ درصد باشد.

ظرفیت نگهداری آب درصد قابل قبول بوده ، مخلوط مناسبی از میکرو ارگانسیم ها را دارا باشد. مقدار فلزات سنگین و اندازه ذرات در حد قابل قبول بوده و عاری از بذور علف های هرز باشد [۴].

جدول ۱: شاخص های کیفی کمپوست در برخی کشورها

تست مورد نظر	آلمان	استرالیا	ایالات متحده
شوری و نمک	کمتر از ۲/۵ گرم برلیتر	کمتر از ۲ گرم برلیتر	کمتر از ۲ میلی هوس برسانتیمتر
نیتروژن	کمتر از ۳۰۰ میلی گرم برلیتر	کمتر از ۸۰۰ میلی گرم برلیتر	۱۰۰-۳۰۰ میلی گرم برلیتر
فسفر	کمتر از ۱۲۰۰ میلی گرم برلیتر	کمتر از ۸۰۰ میلی گرم برلیتر	۸۰۰-۲۵۰۰ میلی گرم برلیتر
پتاسیم	کمتر از ۲۰۰۰ میلی گرم برلیتر	کمتر از ۱۵۰۰ میلی گرم برلیتر	۵۰۰-۲۰۰۰ میلی گرم برلیتر
مواد آلی	بیش از ۱۵٪	بیش از ۲۰٪	بیش از ۳۰٪
PH	-	۷-۵/۵	۷-۶

در کانادا چندین استاندارد متفاوت در زمینه کمپوست وجود دارد که عبارتند از استانداردهای کشاورزی و مواد غذایی AAFC و انجمن مشاوره ای استاندارد کانادا کمپوست SCC و BNQ. تفاوت این استانداردها در حدود قابل قبول بعضی فاکتورها از جمله فلزات سنگین می باشد. با توجه به استانداردهای تدوین شده در کانادا کمپوست بر سه نوع AA و A و B تقسیم شده است. که نوع B حداقل استانداردهای لازم برای تولید کمپوست می باشد و کمپوست های AA و A دارای کیفیت بهتر می باشند. در این طبقه بندی مقدار مواد خارجی فاکتور تعیین کننده نوع کمپوست می باشد و بعد از آن میزان عناصر کمیاب ملاک تشخیص است [۵و۶].

در استانداردهای اروپایی نیز شاخص هایی برای کمپوست مناسب مطرح شده است. در این استانداردها مواد آلی بیش از ۲۰٪ ، درصد رطوبت کمتر از ۷۵٪ و نیتروژن کل کمتر از ۲٪ مواد جامد و نسبت عناصر NPK بصورت ۱۷/۶/۱۲ در نظر گرفته شده است. و ویژگی های عدم وجود مواد خارجی پلاستیکی و شیشه ای و بوی نامطبوع تایید شده است و در مورد حدود فلزات سنگین برای کشورهای اروپایی که قوانین متفاوتی مربوط به کمپوست دارند که در جدول ۲ آمده است [۴]. حدود فلزات سنگین در استانداردها ثابت نیستند و در جزئیات در کشورهای مختلف بطور گسترده بیان شده است که به نوع مواد اولیه و شرایط فرایندی وابسته است .

ایالات متحده در مورد کاهش عوامل بیماریزا و حذف آنها دستور العمل هایی را منتشر کرده است که در بخش ۵۰۳ قانون آژانس حفاظت محیط زیست، EPA 1989 آمده است . در این قانون اندازه گیری ها و اظهار نظر در مورد کلیفرم ها و سالمونلا نیز بیان شده است . قانون EPA 503 بطور گسترده ای قابل قبول بوده و در مورد استاندارد کمپوست مطرح است [۷]. کنترل عوامل بیماریزا از طریق کنترل دمای فرآیند کمپوست انجام می شود که در روش های مختلف فواصل زمانی مورد نظر متغیر خواهد بود . جدول ۳ روش های بکار گرفته شده برای فرآیند تولید کمپوست را در کشورهای مختلف نشان می دهد و برای کاهش عوامل بیماریزا شرایط خاصی را بیان می کند [۹].

جدول ۲: حدود مجاز فلزات سنگین در برخی کشورهای اروپایی (mg/kg)

کشورها	عناصر										
	روسی	سلنیوم	نیکل	جیوه	سرب	مس	کبالت	کرم	کادمیم	بور	ارسنیک
استرالیا	۱۰۰۰	-		۴	۵۰۰	۴۰۰	-	۱۵۰	۴	۱۰۰	-
بلژیک agr*	۱۰۰۰	-	۶۰	۵	۶۰۰	۱۰۰	۱۰	۱۵۰	۵	-	-
بلژیک park	۱۵۰۰	-	۵۰	۵	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۰	۲۰۰	۵	-	-
سوئیس	۵۰۰	-	۱۰۰	۳	۱۵۰	۱۵۰	۲۵	۱۵۰	۳	-	-
دانمارک	-	-	۵۰	۱/۲	۱۲۰	-	-	-	۱/۲	۲۵	-
فرانسه	-	-	۵۰	۸	۸۰۰	-	-	-	۸	-	-
آلمان	۴۰۰	-	۵۰	۱	۱۵۰	۱۰۰	-	۱۰۰	۱/۵	-	-
ایتالیا	۵۰۰	-	۵۰	۱/۵	۱۴۰	۳۰۰	-	۱۰۰	۱/۵	۱۰	-
نیوزلند	۹۰۰	-	۵۰	۲	۲۰۰	۳۰۰	-	۲۰۰	۲	۲۵	-
اسپانیا	۴۰۰۰	-	۴۰۰	۲۵	۱۲۰۰	۱۷۵۰	-	۷۵۰	۴۰	-	-
کانادا A/AA**	۵۰۰	۲	۶۲	۰/۸	۱۵۰	۱۰۰	۳۴	۲۱۰	۳	۱۳	-

محاسبات بر پایه مواد آلی ۳۰ درصد انجام شده است .

Agri* استفاده زراعی و park استفاده باغبانی است.

** کلاس یک در برابر کلاس دو و کلاس A در برابر کلاس AA تعریف شده است .

جدول ۳: شرایط دمایی لازم برای حذف عوامل بیماریزا در برخی کشورها

کشور	روش کمپوست سازی	دمای عوامل موجود
استرالیا	کلیه روش ها	بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد برای حداقل سه روز
آلمان	روش ویندرو	بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد برای دو هفته یا بیشتر از ۶۵ درجه سانتیگراد برای یک هفته
	روش محفظه بسته	بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد برای یک هفته
سوئیس	کلیه روش ها	بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد برای سه هفته یا بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد برای یک هفته
دانمارک	کلیه روش ها	بیشتر از ۵۵ درجه سانتیگراد برای دو هفته یا بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد برای دو هفته

۳- استاندارد ملی ایران

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان موسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح علمی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادر کنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظر خواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظر ها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

۳-۱- کمپوست - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی Compost – Physical and Chemical Specifications

استاندارد " کمپوست - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی " براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و تایید کمیسیون های مربوط مورد تدوین قرار گرفت و در پنجاهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد بسته بندی مورخ ۸۶/۱۲/۴ تصویب شد. اینک 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 منتشر می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در صورت لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

هدف از نگارش این استاندارد، تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و حد مجاز فلزات سنگین کمپوست می باشد. این استاندارد در مورد کمپوست حاصل از فرآوری زباله های تفکیک شده آلی در کشاورزی کاربرد دارد. ویژگی های میکروبیولوژی کمپوست در دامنه کاربرد این استاندارد نمی باشد.

یادآوری: کمپوست می تواند خود بعنوان کود و یا با افزودنی های دیگر غنی سازی شود و مورد استفاده کشاورزی قرار گیرد.

۳-۱-۱ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می رود:

کمپوست: کمپوست کود آلی جامد پایدار و بهداشتی، حاصل از تجزیه بیولوژیکی مواد آلی (زباله شهری) تحت تیمار انواع مختلف ریزجانداران می باشد که می تواند از فرآوری مخلوطی از چند ماده آلی قابل تجزیه تشکیل شده باشد و دارای رنگ قهوه ای و بوی خاک می باشد.

مواد آلی: مواد آلی، مواد اصلی تشکیل دهنده کمپوست می باشند که در اثر فعالیت ریزجانداران روی مواد اولیه حاصل شده اند و می توانند به عنوان منابع غذایی برای رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرند.

کربن آلی: کربن آلی، کربنی است که در مواد آلی موجود در کمپوست می باشد. و در نسبت C/N اثر مستقیم دارد.

نیتروژن آمونیومی ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) نیتروژن آمونیومی، نیتروژنی است که در ترکیب کمپوست بصورت کاتیون آمونیوم (NH_4^+) می باشد.

نیتروژن نیتراتی ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) نیتروژن نیتراتی، شامل نیتروژنی است که در ترکیب کمپوست بصورت آنیون نیترات (NO_3^-) وجود دارد.

نیتروژن کل: نیتروژن کل به مجموع نیتروژن آلی و معدنی (آمونومی و نیتراتی) گفته می شود.

نسبت C/N: نسبت C/N بیان کننده نسبت مقدار کربن آلی به نیتروژن کل است.

هدایت الکتریکی: هدایت الکتریکی قابلیت رسانایی یک محلول را نشان می دهد که به غلظت و نوع یون ها وابسته است. واحد اندازه گیری آن دسی زیمنس بر متر می باشد و مقدار آن بوسیله دستگاه هدایت سنج اندازه گیری می گردد.

مواد خارجی: مواد خارجی به مواد تجزیه ناپذیری از قبیل پلاستیک، فلزات، منسوجات و شیشه با قطر بیشتر از ۵ میلیمتر اطلاق می شود که در کمپوست وجود دارند.

نسبت جذب سدیم: نسبت جذب کاتیون سدیم برابر با نسبت درصد سدیم موجود در نمونه به مجموع درصد کاتیون های دو ظرفیتی منیزیم و کلسیم موجود در نمونه می باشد.

ظرفیت تبادل کاتیونی: ظرفیت تبادل کاتیونی معیاری از ظرفیت کمپوست در نگهداری کاتیون های قابل مبادله از قبیل پتاسیم، کلسیم، سدیم و منیزیم به سطوح باردار شده منفی است.

شاخص جوانه زنی: شاخص جوانه زنی درصد جوانه زدن گیاه ترتیزک را در محلول ۱۰ درصد کود نسبت به آب مقطر نشان می دهد.

۳-۱-۲ طبقه بندی

در این استاندارد، کمپوست به دو رده «یک» و «دو» طبقه بندی می شود. این طبقه بندی بر اساس فاکتورهای کیفی صورت گرفته است و رده «یک» دارای کیفیت بهتری می باشد. برای این که کمپوست رده «یک» را کسب نماید بایستی ویژگی های کود رده «یک» بیان شده در جدول شماره ۱ را دارا می باشد.

۳-۱-۳ ویژگی ها

جدول ۱ - ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی کمپوست

ردیف	نوع ویژگی	حدود قابل قبول برای رده «یک»	حدود قابل قبول برای رده «دو»
۱	مواد آلی (براساس وزن ماده خشک)	کمینه ۳۵ درصد	کمینه ۲۵ درصد
۲	کربن آلی (براساس وزن ماده خشک)	کمینه ۲۵ درصد	کمینه ۱۵ درصد
۳	میزان ازت کل (براساس وزن ماده خشک)	۱/۲۵-۱/۶۶ درصد	۱/۰-۱/۵ درصد
۴	نسبت کربن به نیتروژن (C/N)	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵
۵	میزان فسفر بر حسب P_2O_5 (براساس وزن ماده خشک)	۱-۳/۸ درصد	۰/۳-۳/۸ درصد
۶	میزان پتاسیم بر حسب K_2O (براساس وزن ماده خشک)	۰/۵-۱/۸ درصد	۰/۵-۱/۸ درصد
۷	هدایت الکتریکی (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	بیشینه ۸ ds/m	بیشینه ۱۴ ds/m
۸	pH (در محلول ۱۰ درصد از ماده خشک)	۶-۸	۶-۸
۹	رطوبت	بیشینه ۱۵ درصد	بیشینه ۳۵ درصد
۱۰	میزان خاکستر	بیشینه ۵۰ درصد	بیشینه ۵۰ درصد
۱۱	نسبت آمونیوم به نیترات	۰/۵ تا ۳	۰/۵ تا ۳
۱۲	نسبت جذب سدیم	بیشینه ۱۰	بیشینه ۱۰
۱۳	ظرفیت تبادل کاتیونی	کمینه ۱۰۰ meq/g	کمینه ۱۰۰ meq/g
۱۴	دانسیته	۶۰۰-۳۵۰ Kg/m ³	۶۰۰-۳۵۰ Kg/m ³
۱۵	قطر ذرات	بیشینه ۸ میلیمتر	بیشینه ۲۰ میلیمتر
۱۶	مواد خارجی با قطر بیشتر از ۴ میلیمتر (براساس وزن خشک ماده)	بیشینه ۶ درصد	بیشینه ۱۲ درصد

نداشته باشد	نداشته باشد	بذر علفهای هرز	۱۷
کمینه ۷۰ درصد	کمینه ۷۰ درصد	شاخص جوانه زنی	۱۸

۳-۱-۲ حد مجاز فلزات سنگین

حد مجاز فلزات سنگین به شرح جدول ۲ می باشد :

یاد آوری : میزان فلزات سنگین بر حسب میلی گرم در کیلو گرم است. (قسمت در میلیون)

جدول ۲- حد مجاز فلزات سنگین

ردیف	نام فلز	حد مجاز
۱	آرسنیک (As)	بیشینه ۱۰
۲	جیوه (Hg)	بیشینه ۵
۳	روی (Zn)	بیشینه ۱۳۰۰
۴	سرب (Pb)	بیشینه ۲۰۰
۵	کادمیم (Cd)	بیشینه ۱۰
۶	کبالت (Co)	بیشینه ۲۵
۷	کروم (Cr)	بیشینه ۱۵۰
۸	مس (Cu)	بیشینه ۶۵۰
۹	مولیبدن (Mo)	بیشینه ۵
۱۰	نیکل (Ni)	بیشینه ۱۲۰

۳-۲ کمپوست- نمونه برداری و روش های آزمون Compost – Sampling and Test Methods

با توجه به تدوین استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶: سال ۱۳۸۶، "کمپوست- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی"، و محدودیت منابع اطلاعاتی در این زمینه، جهت ارتقاء سطح کیفیت کود کمپوست و سنجش آسان تر، تدوین استانداردهای جدید و اجرایی در این خصوص اجتناب ناپذیر است. در این راستا، با توجه به این که عموماً نتایج و اعداد حاصل از انجام آزمون ها، به عنوان شاخص های کیفیتی مبنای مقایسه قرار می گیرند. بدیهی است معرفی روش صحیح نمونه برداری و روش های بهینه سنجش کیفیت بسیار حائز اهمیت می باشد و قطعاً بکار بستن روش های نوین، دقیق و یکسان آزمون و گزارش نتایج به فرم یکنواخت و قابل مقایسه در سطح کل کشور نقش بسزایی در ارتقاء کیفیت کود کمپوست خواهد داشت. لذا با بهره گیری از منابع معتبر بین المللی این استاندارد با نام "کمپوست- نمونه برداری و روش های آزمون" جهت تحقق این اهداف به عنوان مکمل استاندارد ملی مذکور در طی مراحل تدوین است.

۴- نتیجه گیری

باتوجه به اینکه تولید کودهای بیولوژیکی و آلی در جهت کاهش آلودگی محیط زیست اقدام بسیار ارزنده ای است اما تمام مراحل تولید و کیفیت محصول بایستی با استانداردهای مصوب مطابقت داشته باشد. در واقع با تولید کمپوست استاندارد

عناصر غذایی مورد نیاز گیاه فراهم شده، خواص خاک بهبود یافته، فعالیت میکروارگانیسم ها افزایش یافته و بسیاری از مزایای دیگر به عمل می آیند. در تعیین استانداردهای مذکور مشخصات منطقه، بافت مواد اولیه و عوامل متعدد دیگر را بایستی در نظر گرفت. البته هنوز در سطح دنیا استانداردهای بین المللی مشخص وجود ندارد و کشورهای مختلف استانداردهای مخصوص به خود دارند که خاص آن مناطق است. در کشورمان استاندارد مشخصی در این زمینه وجود نداشت اما اخیراً با تلاش هایی که در جهت تهیه و تدوین این استانداردها توسط سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد با مشارکت اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی خراسان رضوی انجام شده است، شاهد رشد استاندارد سازی هستیم.

۴-سیاسگذاری

در تدوین این استانداردها همکاران محترم از سایر سازمانها و ادارات مشارکت داشتند که از یکایک این عزیزان تشکر و قدردانی می شود. (محمد یزدانبخش و غلامحسین رونقی، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد - کیارش قزوینی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی خراسان رضوی - احمد اسماعیلی شاندیز و عادل بیک بابایی کارشناس اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی خراسان رضوی - محمد علی معموری، مدرس مرکز آموزش سازمان جهادکشاورزی خراسان رضوی - نصر... جاوید، مدیر کارخانه کمپوست - الهام رضائی، مسئول واحد ساماندهی پسماندهای صنعتی و پزشکی سازمان بازیافت - محمد رضا آرین نژاد، کارشناس سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد)

۵- منابع و مراجع

- ۱- معموری، محمدعلی: تولید کودآلی گوگردی گرانوله از کمپوست، ۱۳۸۲.
- ۲- سماوات، سعید؛ آشنایی با استانداردهای کمپوست: نشریه فنی موسسه تحقیقات خاک و آب شماره ۲۰۸، ۱۳۸۳.
- ۳- رضی کرد محله، لادن - ملکوتی، محمد جعفر: شاخص های کیفی کمپوست سازی، نشریه فنی موسسه تحقیقات خاک و آب شماره ۴۱۷، ۱۳۸۴.
- ۴- دانش، شهناز - یزدانبخش، محمد - حسین دخت، محمد رضا: گزارش نهایی طرح تحقیق شناخت و ارائه راهکارهای کاهش بو در محل دفن و کمپوست زباله های شهر مشهد، ۱۳۸۵.
- ۵- عابدینی طریقه، جواد: کمپوست چیست؟ سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد، ۱۳۸۶.

- [6] AS-99 (1999) Australian Standard. Composts, soil conditioners and mulches. AS454-1999. Standards Association of Australia. Newbush.
- [7] Bidlingmeier, W, J. Barth (1993) Anforderungsprofile für Kompost in europäischen Vergleich. (Profile of standards for compost in European lands) in: Biological Waste Handling- Compost. Anaerobic Treatment and Cold-Pre-treatment 1112pp. University of Kassel MIC Baeza Verlag.
- [8] BioAbfv (1998) German Bioabfallverordnung, Bundesgesetzblatt G 5702 Bonn 28. Sept. 1998 (revised March 1999) English Translation Available : Ordinance: tilisation of Bio-Wastes on Land used for Agricultural, Silvicultural and Horticultural Purposes.
- [9] Brinton. W.F, Compost Quality Standards and Guidelines, 2000, Woods End Research Laboratory, New York.
- [10] Candinas, T. (1995) Mindestqualität von Kompost. (Minimum Quality Standards for Compost). FAC - EDMZ 3000 Bern.
- [11] CCC (1999) Compost Standards Review. Compost Council of Canada.
- [12] EPA (1989) CFR-40 Chap 503 Proposed Rule. Sludge Guidelines. Sept 1989 federal Register; Revised and published as CFR-40 Chap 503. Final Rule. Feb 1993.
- [13] Gardner, G. (1998) State of World 1998. World Watch Institute, Wash Hackenberg, S., H. Wegener (1999) Schadstoffeinträge in Böden durch Wirtschafts- und ineraldünger, Komposte, und Klarschlamm sowie durch atmosphärische Deposition. (Contaminant inputs to soil from recycling, fertilizers, composts and sludge as well as from atmospheric deposition) Justus Liebig Uni. Giessen. M.I.C. Baeza-Verlag Witzhausen.
- [14] Prause, M., G. Pauli, K Tannenberger, M. Wolff (1996) Kompostierungstechnologie zur Kohlherniebekämpfung. (Composting methods to combat club-root disease) In: Neue Techniken der Kompostierung. Economica Verlag Hamburg.
- [15] RAL (1998) Environment Label: Blue Angel Product Requirements- Soil Ameliorants /Adjuvants made from Compost.. RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung. (www.blauer-engel.de)
- [16] TMECC (2000) Test Method for Examination of Composts and Composting. Firsdt Fianl Release, United States Composting Council .