



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۳۳۲۰

چاپ اول

ISIRI

13320

1st.Edition

کمپوست - نمونه برداری و روش های
آزمون فیزیکی و شیمیایی

**Compost – Sampling and Physical and
Chemical Test Methods**

ICS:65.080;13.030

به نام خدا

آشنایی با سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استاندارد های ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان^{*}، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی 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 نظرها 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.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشند.

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استاندارد های ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تایید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استاندارد های ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

* سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International Organization for Standardization
- 2- International Electrotechnical Commission
- 3- Organization International de Metrologie Legal (International Organization for Legal Metrology)
- 4-Contact Point
- 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" کمپوست - نمونه برداری و روش های آزمون فیزیکی و شیمیایی "

رئیس:

یزدانبخش، محمد

(دکترای شیمی معدنی)

سمت و / یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

دبیران: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

رضائی، الهام

(فوق لیسانس شیمی آلی)

عابدینی طرهبه ، جواد

(دانشجوی دکتری شیمی آلی)

مسئول واحد ساماندهی پسماندهای صنعتی و پزشکی

سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد

مسئول آزمایشگاه سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری

مشهد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آدینه نیا ، علی

(لیسانس برق و الکترونیک)

آرین نژاد، محمد رضا

(لیسانس علوم آزمایشگاهی)

اسماعیلی شاندیز، احمد

(لیسانس مهندسی کشاورزی)

بیگ بابایی ، عادل

(دکترای شیمی فیزیک)

جاوید ، نصر ا...

(لیسانس طراحی صنعتی)

رونقی ، غلامحسین

(دکترای شیمی تجزیه)

قزوینی ، کیارش

(دکترای میکرو بیولوژی)

معموری ، محمد علی

(فوق لیسانس شیمی آلی)

نجفی ، علی

(لیسانس جغرافیا)

قائم مقام سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد

کارشناس سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد

رئیس اداره اندازه شناسی و اوزان و مقیاسهای اداره کل

استاندارد و تحقیقات صنعتی استان خراسان رضوی

مدیرکل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان خراسان

شمالی و عضو هیات علمی پژوهشکده شیمی و پتروشیمی

مدیرکارخانه کمپوست سازمان بازیافت و تبدیل مواد

شهرداری مشهد

عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات

بهداشتی درمانی استان خراسان رضوی

مدرس مرکز آموزش سازمان جهاد کشاورزی استان

خراسان رضوی

مدیر عامل سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ نمونه برداری
۴	۴ روش های آزمون
۴	۴-۱ تعیین مقدار رطوبت
۴	۴-۲ تعیین مقدار خاکستر
۵	۴-۳ تعیین مقدار مواد آلی
۵	۴-۴ تعیین مقدار کربن آلی
۷	۴-۵ تعیین مقدار ازت کل (روش کجدال)
۸	۴-۶ تعیین مقدار نسبت کربن به ازت
۸	۴-۷ تعیین مقدار فسفر (روش اولسن)
۱۰	۴-۸ تعیین مقدار پتاسیم و سدیم
۱۱	۴-۹ تعیین مقدار هدایت الکتریکی (EC)
۱۱	۴-۱۰ تعیین pH
۱۱	۴-۱۱ تعیین مقدار نترات
۱۲	۴-۱۲ تعیین مقدار نیتروژن آمونیاکی
۱۲	۴-۱۳ تعیین مقدار نسبت آمونیوم به نترات
۱۲	۴-۱۴ تعیین نسبت ابربانس سدیم (SAR)
۱۲	۴-۱۵ تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)
۱۴	۴-۱۶ تعیین دانسیته
۱۴	۴-۱۷ تعیین قطر ذرات
۱۴	۴-۱۸ تعیین مقدار مواد خارجی
۱۴	۴-۱۹ تعیین وجود بذر علفهای هرز
۱۵	۴-۲۰ تعیین شاخص جوانه زنی
۱۵	۴-۲۱ تعیین مقدار فلزات سنگین
۱۵	۴-۲۲ تعیین مقدار کلسیم و منیزیم

استاندارد " کمپوست - نمونه برداری و روش های آزمون فیزیکی و شیمیایی " که پیش نویس آن توسط سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری مشهد تهیه و تدوین شده و در شصت و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد بسته بندی و سلولزی مورخ ۸۹/۱۲/۱ مورد تصویب قرار گرفته است. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان 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.

منابع و ماخذی که برای تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته اند، به شرح زیر می باشند:

۱- توکلی ، حسین و سمنانی، ابوالفضل، روشهای تجزیه خاک ها ، گیاهان ، آب ها و کودها ، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۱.

۲- امانی ، عاکفه ، روشهای تجزیه گیاه ، جلد اول ، وزارت کشاورزی ، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی ، سازمان تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۵.

3- Compost and soil conditioner quality standards: 2005, Hong Kong organic resource center, Hong Kong Baptist university , kowloontong. <http://www.hkbu.edu.hk>

4- Compost analytical procedures reference, *Journal of the Woods End Research laboratory*:1998-2000, No 4.

5- JAOAC 50, 394, p37 : 1967, Ash of peat.

6- JAOAC 56, 154, p39 : 1973, Cation exchange for capacity for peat.

7- Walkely, A., and. Black.I.A *An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method*. Soil Science, 1934, Vol.37, pp 29-38. Retrieved from "http://en.wikipedia.org/wiki/Total_organic_carbon"

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 فیزیکی و شیمیایی" جهت تحقق این اهداف به عنوان مکمل استاندارد ملی مذکور تدوین گردید.

کمپوست - نمونه برداری و روشهای آزمون فیزیکی و شیمیایی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش نمونه برداری و آزمون های فیزیکی و شیمیایی کمپوست می باشد. این استاندارد برای انواع کمپوست کاربرد دارد. یادآوری: این استاندارد برای آزمونهای میکروبی کمپوست کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۷۷ : روش آزمایش تعیین مقدار رطوبت خاک (روش خشک کردن در گرمخانه)

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۶: روش آزمایش تعیین چگالی دانه های خاک

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۹۱ : اندازه گیری ازت آمونیاکی در کودهای شیمیایی بروش تیتراسیون بعد از تقطیر

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۱۵: کودها-روش های هضم اسیدی برای اندازه گیری روی، سرب، کادمیم، کبالت، کرم، مس، منگنز و نیکل

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۱۶: کودها-روش اندازه گیری روی، سرب، کادمیم، کبالت، کرم، مس، منگنز و نیکل به وسیله جذب اتمی شعله ای

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۱۷: کودها- اندازه گیری جیوه به روش جذب اتمی بدون شعله (سیستم هیدرید)

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۱۸: کودها- اندازه گیری آرسنیک به دو روش فتومتری و جذب اتمی با سیستم تولید هیدرید

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۳۱ : خاک - تعیین اندازه هدایت الکتریکی ویژه- روش آزمون

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۵۱۸ : خاک - تعیین دانه بندی خاکها - روش آزمون

۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴ : خاک - تعیین pH

۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶: کمپوست- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

۳ نمونه برداری

۱-۳ اصول کار

نمونه برداری عبارت از جمع آوری فیزیکی بخشی از کل مواد زائد بعنوان نماینده می باشد و اصل مهم در جمع آوری نمونه این است که نمونه های جمع آوری شده نشان دهنده مشخصات متوسط کل توده کمپوست باشند.

نمونه باید به گونه ای جمع آوری و جابجا شود که شکل فیزیکی و ترکیب اولیه آن حفظ و از آلودگی یا تغییر غلظت پارامتر های مورد آزمون آن هم جلوگیری گردد. این امر تنها از طریق اتخاذ روش نمونه برداری، مناسب و همچنین استفاده از تجهیزات و وسایل مناسب نمونه برداری می تواند عملی گردد. جهت بدست آوردن داده های معنی دار از نمونه مورد استفاده، ضروری است که نمونه، مشخصات متوسط توده کمپوست را داشته باشد و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن حفظ شود. بدلیل تنوع روش های تولید و ذخیره سازی کمپوست، بدیهی است که روشهای نمونه برداری بکار گرفته شده، متفاوت می باشند.

۲-۳ وسایل

- ۱-۲-۳ بیل و بیلچه باغبانی
- ۲-۲-۳ ظروف پلاستیکی درب دار جهت نگهداری نمونه
- ۳-۲-۳ مته نمونه بردار تمیز
- ۴-۲-۳ وسایل حفاظت و ایمنی فردی برای شخص نمونه بردار از قبیل ماسک، دستکش و...

۳-۳ تهیه نمونه

برای تهیه نمونه دو روش نمونه گیری اصلی مورد نظر است:

۱- نمونه گیری مرکب : برای بدست آوردن نمونه ای که بیانگر ویژگی های توده مواد کمپوست شده باشد، کاربرد دارد.

۲- نمونه گیری لحظه ای : برای ناحیه ای خاص در توده بکار می رود.

در بیشتر موارد نمونه گیری مرکب شیوه صحیحی می باشد. نمونه گیری لحظه ای فقط در مواقعی که دلیل ویژه ای وجود داشته باشد، مورد استفاده است. در اکثر موارد باید حداقل از ۵ نقطه در طول توده و در هر نقطه در ۳ عمق مختلف نمونه برداری کنید. برای هر توده مجزا باید یک نمونه مرکب جداگانه تهیه کنید. در اولین نقطه نمونه برداری یک نمونه از سطح توده، یک نمونه از مرکز توده و یک نمونه هم از عمق میانی بین سطح و مرکز توده تهیه کنید و نمونه ها را در یک سطل تمیز پلاستیکی قرار دهید. این مراحل را برای سایر نقاط نمونه برداری انجام دهید و نمونه جمع آوری شده را به سطل پلاستیکی بیفزائید. هنگامی که نمونه برداری در تمام نقاط کامل شد؛ محتوای درون سطل را کاملاً با هم مخلوط نمائید، به نحوی که هیچ گونه لایه ای براساس اندازه ذرات تشکیل نشود. بسته به پایداری و حجم مواد نمونه برداری شده، می توانید جهت تسهیل در اختلاط، نمونه ها را در یک کیسه پلاستیکی بریزید و آنها را کاملاً مخلوط کنید تا از یکنواختی آن قبل از ارسال نمونه مرکب به آزمایشگاه مطمئن شوید. نمونه مرکب را از مواد مخلوط شده تهیه نمائید. پس از تهیه نمونه مرکب که بسته به آزمایش مورد نظر ممکن است وزن آن تقریباً بین ۱ تا ۲ کیلوگرم متغیر باشد، نمونه را در یک ظرف تمیز مناسب برای حمل و نقل قرار دهید. برای تعیین نمونه، ظرف حامل را برچسب گذاری کنید. فرم تحویل نمونه کمپوست به آزمایشگاه را تکمیل و نمونه را به همراه فرم در اسرع وقت به آزمایشگاه منتقل کنید. شکل (۱) طرح کلی نمونه برداری از توده کمپوست را نشان می دهد. در روش نمونه برداری از توده های مخلوط شده، توده ها قبل از نمونه برداری و بعد از هر مرتبه نمونه برداری کاملاً مخلوط می شوند. در هر بار نمونه برداری، توده را بوسیله لودر و یا ماشین های مخصوص کاملاً مخلوط کنید. از هر طرف توده در ۵ نقطه بطور مساوی نمونه های فرعی را جمع آوری کنید. وزن هر نمونه فرعی باید تقریباً یک

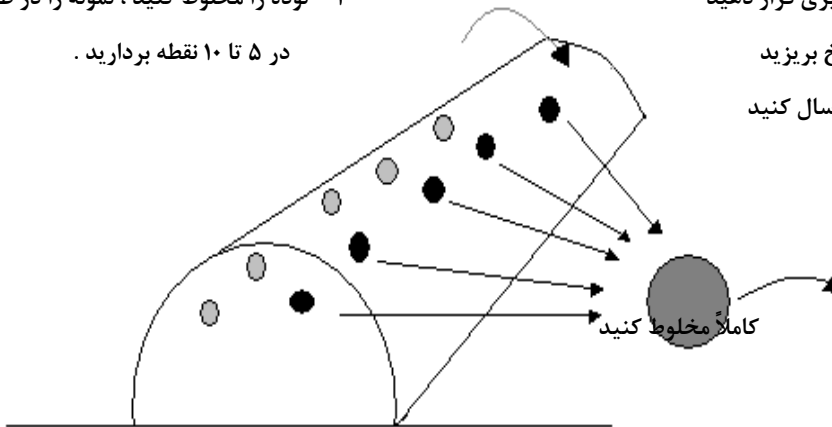
کیلوگرم باشد. عمق برداشت نمونه های فرعی باید ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر زیر سطح توده باشد. در یک سطل نمونه های فرعی را توسط حرکات سطل و یا توسط بیلچه کاملاً مخلوط کنید. یک کیسه پلاستیکی را با نمونه مخلوط شده پر کنید. بر چسب کیسه ها را با قلم درشت بنویسید، در روش جایگزین نمونه برداری از توده های مخلوط نشده، در دو طرف توده در ۶ تا ۱۰ نقطه برش ایجاد کنید. باید با برش مقطعی، توده درونی را در معرض نمونه برداری قرار دهید. در هر یک از برش ها نمونه های تقریباً یک کیلوگرمی از ۵ سطح مقطع برش در معرض قرار گرفته شده بردارید، اما از سطح درونی بر ندارید. در هر یک از برش ها نمونه های فرعی را کاملاً مخلوط کنید و در ظرف ها بریزید. سپس حدود یک کیلوگرم از آن را در یک ظرف دیگر بریزید و به آزمایشگاه منتقل کنید. به همین روش در هر یک از برش های متوالی نمونه های فرعی کوچک را جمع آوری کنید. همه نمونه های موجود در ظرف را با عمل لرزش و تکان دادن ظرف کاملاً مخلوط نمائید. یک کیسه پلاستیکی را با نمونه مخلوط شده پر کنید و با قلم درشت نویس دارای رنگ پایدار برچسب گذاری کنید. برچسب باید دارای آگاهی های زیر باشد:

محل نمونه برداری، عمر توده، تاریخ نمونه برداری، نوع نمونه، نام وامضا نمونه بردار

باد آوری: روش نمونه برداری براساس شیوه کود سازی هم می تواند متغیر باشد.

۱- توده را مخلوط کنید، نمونه را در طول لبه در ۵ تا ۱۰ نقطه بردارید.

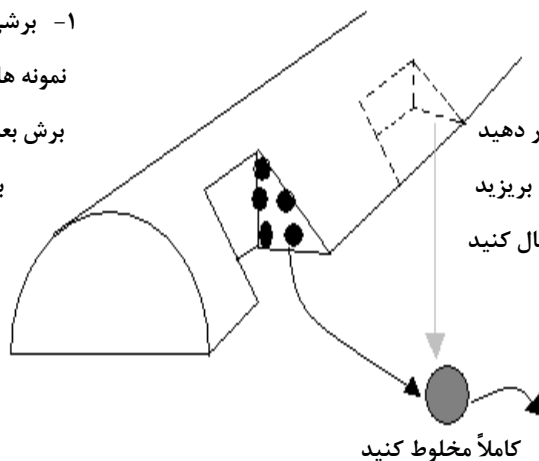
۲- در ظرف نمونه گیری قرار دهید و اطراف آن را یخ بریزید و به آزمایشگاه ارسال کنید



الف: نمونه برداری از توده های کاملاً مخلوط شده

۱- برشی از توده ایجاد کنید نمونه ها را از کنار لبه بردارید برش بعدی را به ترتیب شرح داده شده بردارید.

۲- در ظرف نمونه گیری قرار دهید و اطراف آن را یخ بریزید و به آزمایشگاه ارسال کنید



ب: نمونه برداری از توده های کاملاً مخلوط نشده

شکل ۱- طرحی از نمونه برداری کمپوست

۴ روش های آزمون

۱-۴ تعیین مقدار رطوبت

اندازه گیری مقدار رطوبت کمپوست را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۷۷ انجام دهید. یادآوری: زمان لازم برای خشک شدن متناسب با زمان نمونه گیری در سال تغییر می کند، معمولا ۲۱ ساعت برای خشک شدن کافی است.

۲-۴ تعیین مقدار خاکستر

۱-۲-۴ اصول آزمون

این روش برای تعیین مقدار خاکستر نمونه کمپوست نسبت به وزن خشک آن با استفاده از روش کاهش وزن در کوره الکتریکی به کار برده می شود.

۲-۲-۴ وسایل

۱-۲-۲-۴ بوتله چینی یا کوارتزی ، همراه با سرپوش های مربوطه

۲-۲-۲-۴ کوره الکتریکی ، با قابلیت ایجاد دمای مورد نظر و تهویه مناسب

۳-۲-۲-۴ ترازوی آزمایشگاهی ، با دقت ± 0.001 گرم

۴-۲-۲-۴ گیره بوتله

۵-۲-۲-۴ دسیکاتور، با اندازه مناسب حاوی ماده خشک کننده (سیلیکاژل)

۳-۲-۴ روش انجام آزمون

۵ گرم از کمپوست خشک شده در آن را داخل بوتله ریخته و وزن کمپوست خشک شده یادداشت کنید. بوتله همراه با سرپوش بمدت ۴ ساعت در داخل کوره با حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس بگذارید. سرپوش جابجا و نیم ساعت دیگر حرارت دهی ادامه دهید تا کمپوست خشک شده به ماده سفید رنگی تبدیل شود. بوتله را از کوره خارج و در دسیکاتور قرار دهید تا به دمای محیط برسد، سپس توزین و درصد خاکستر محاسبه کنید.

یادآوری ۱ - کوره باید در زیر هواکش قرار داده شود تا گاز های ایجاد شده (بعثت سوزاندن کمپوست) به خارج هدایت گردند .

یادآوری ۲ - موقع قرار دادن بوتله همراه با کمپوست باید سرپوش آن روی بوتله قرار داده شود، تا هنگام سوزاندن کمپوست پخش و پراکنده نگردد.

یادآوری ۳ - چنانچه بوتله برای بار اول بکار برده می شود، باید حداقل ۲ ساعت در داخل کوره و درحرارت قرار گیرد تا وزن آن ثابت گردد.

۴-۲-۴ بیان نتایج

مقدار خاکستر در ۱۰۰ گرم کمپوست طبق فرمول بدست می آید :

$$A = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \quad (1)$$

که در آن :

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.

۳-۴ تعیین مقدار مواد آلی

۱-۳-۴ اصول آزمون

این روش برای تعیین مقدار مواد آلی نمونه کمپوست نسبت به وزن خشک آن با استفاده از روش کاهش وزن در کوره الکتریکی، بکار برده می شود.

۲-۳-۴ بیان نتایج

مقدار مواد آلی در ۱۰۰ گرم کمپوست طبق فرمول بدست می آید :

$$OM = 100 - (M + A) \quad (2)$$

که در آن :

OM درصد مواد آلی ؛

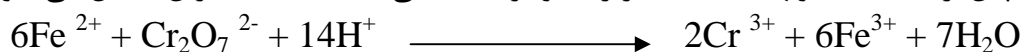
M درصد رطوبت محاسبه شده مطابق بند ۴-۱؛

A درصد خاکستر محاسبه شده مطابق بند ۴-۲-۴ می باشند.

۴-۴ تعیین مقدار کربن آلی

۱-۴-۴ اصول آزمون

این روش برای تعیین مقدار کربن آلی کمپوست نسبت به وزن خشک آن بکار می رود. کربن آلی قابل اکسایش (OC) توسط روش اصلاح شده والکلی- بلاک^۱ معروف به روش هضم تر اندازه گیری می شود. ماده آلی (OM) توسط توسط مخلوطی از پتاسیم دی کرومات ($K_2Cr_2O_7$) و اسید سولفوریک غلیظ اکسیده شده و اضافی دی کرومات با فروآمونیم سولفات ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) تیترو می شود. بدین ترتیب یون های دی کرومات نارنجی رنگ ($Cr_2O_7^{2-}$) پس از احیاء ، به یونهای Cr^{+3} سبز رنگ و ترکیبات آلی به دی اکسید کربن تبدیل می شوند.



۲-۴-۴ مواد و واکنشگرها

۴-۴-۲-۱ محلول استاندارد پتاسیم دی کرومات (۱/۰۰ نرمال معادل ۰/۱۶۷ مولار)، مقدار ۴۹/۰۴ گرم پتاسیم دی کرومات با درجه خلوص آزمایشگاهی که قبلاً در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۲ ساعت خشک شده است را توزین و در بالن یک لیتری با آب مقطر به حجم برسانید.

۴-۴-۲-۲ محلول استاندارد آهن (۰/۵ نرمال)، مقدار ۱۹۶/۱۰ گرم فروآمونیم سولفات $(Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O)$ با درجه خلوص آزمایشگاهی در ۸۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شود، پس از افزودن ۱۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و سرد شدن محلول حاصل، در یک بالن یک لیتری به حجم رسانده شود.

۴-۴-۲-۳ اسید سولفوریک غلیظ، با خلوص ۹۸ درصد و دانسیته ۱/۸۴ گرم بر میلی لیتر

۴-۴-۲-۴ شناساگر ارتوفنانترولین، مقدار ۲/۹۷ گرم ارتوفنانترولین و ۱/۹۶ گرم فروآمونیم سولفات توزین و در یک بالن ۲۰۰ میلی لیتری در آب مقطر حل و به حجم رسانده شود.

۴-۴-۳ وسایل

۴-۴-۳-۱ حمام آب گرم، (بن ماری) با قابلیت تنظیم دما

۴-۴-۳-۲ ارلن، ۱۵۰ میلی لیتری

۴-۴-۳-۳ بورت، ۵۰ میلی لیتری

۴-۴-۳-۴ پی پت

۴-۴-۳-۵ استوانه مدرج

۴-۴-۴ روش انجام آزمون

مقدار ۰/۱ گرم از نمونه کمپوست خشک و آسیاب شده به یک ارلن مایر ۱۵۰ میلی لیتری منتقل شود 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 شود. ۳۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ جهت هضم به آن اضافه و به مدت سه ساعت محتویات ارلن در دمای آب جوش حرارت داده شود. سپس به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و حدود ۷ قطره از شناساگر اورتوفنانترولین اضافه و با محلول فرو آمونیوم سولفات ۰/۵ نرمال تیترا شود. این کار برای محلول های شاهد (بدون نمونه کمپوست) نیز انجام گیرد .

۴-۴-۵ بیان نتایج

درصد کربن آلی از فرمول ۳ محاسبه می گردد:

$$OC = 60.03 \left(\frac{V_B - V_S}{V_B} \right) \quad (3)$$

که در آن:

OC درصد کربن آلی؛

V_B حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی بر حسب میلی لیتر برای تیتراسیون محلول شاهد؛

V_S حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی بر حسب میلی لیتر برای تیتراسیون نمونه کمپوست می باشند.

یاد آوری ۱- می توان بطور تقریبی مقدار مواد آلی را از مقدار درصد کربن آلی با استفاده از ضریب ۱/۷۲۴ تخمین زد.

یاد آوری ۲- به دلیل اکسیداسیون آهسته Fe^{2+} در مجاورت هوا به Fe^{3+} محلول فروآمونیم سولفات باید روزانه بوسیله محلول دی کرومات پتاسیم استاندارد شود.

یاد آوری ۳- برای آسیاب کردن نمونه ها از هاون فولادی یا آهنی استفاده نشود.

یاد آوری ۴- نظر به سمی بودن و خطرات زیست محیطی یون دی کرومات، کارکنان آزمایشگاه باید دقت لازم جهت جلوگیری از تماس و یا مکیدن این ماده شیمیایی را به کار گیرند و به ضوابط ایمنی ملی و یا بین المللی موجود در زمینه کاربرد و شرایط دورریختن این ماده شیمیایی توجه داشته باشند. در انجام این آزمون رعایت موارد بهداشتی و ایمنی مناسب مانند استفاده از دستکش، ماسک، عینک ایمنی و روپوش آزمایشگاهی ضروری است.

۴-۵ تعیین مقدار ازت کل (روش کجالدال)^۱

۴-۵-۱ اصول آزمون

ازت کل (ازت آمونیومی، نیتراتی، نیتریتی و ترکیبات آلی ازت دار) موجود در کمپوست به روش کجالدال تعیین می شود.

۴-۵-۲ مواد و واکنشگرها

۴-۵-۲-۱ اسید سولفوریک غلیظ

۴-۵-۲-۲ محلول اسید سولفوریک نرمال، برای تهیه آن ۲۷/۱۷۴ میلی لیتر اسید آزمایشگاهی با درصد خلوص ۹۸ و دانسیته ۱/۸۴ گرم بر میلی لیتر با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شود. از این محلول میتوان محلول هایی با غلظت کمتر تهیه کرد.

۴-۵-۲-۳ محلول سود ۵۰ درصد (وزنی / حجمی)، برای تهیه آن ۱۲۵ گرم سدیم هیدروکسید آزمایشگاهی با آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شود.

۴-۵-۲-۴ محلول اسید بوریک ۲ درصد (وزنی / حجمی)، برای تهیه آن ۲۰ گرم اسید بوریک آزمایشگاهی با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شود.

۴-۵-۲-۵ محلول معرف ازت، برای تهیه این محلول مقدار ۰/۰۸۳ گرم سبز بروموکروزول و ۰/۰۱۶ گرم قرمز متیل در ۱۰۰ میلی لیتر اتانل بطور همزمان حل شود.

۴-۵-۳ وسایل

۴-۵-۳-۱ هیتر، با قابلیت ایجاد دماهای بالا جهت هضم نمونه

۴-۵-۳-۲ دستگاه کجالدال

۴-۵-۳-۳ بالن حجمی هضم، با حجم ۵۰۰ میلی لیتر مناسب برای قرار گرفتن در جایگاه هضم

۴-۵-۳-۴ بورت، درجه بندی شده با مقیاس ۰/۱ میلی لیتر یا کوچکتر

۴-۵-۴ روش انجام آزمون

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 شود تا اسید کاملاً با کمپوست مخلوط شود. مخلوط فوق برای رسیدن به حالت ثابت، حداقل یک

ساعت به همان حالت بماند. سپس مقدار ۱/۵ گرم پودر سلنیم بوسیله یک قیف خشک با دهانه بلند بطوریکه دهانه آن به داخل قسمت حبابی بالن هضم برسد، به آن اضافه شود و بالن با احتیاط و به آرامی بر روی هیتر هضم قرار داده و تا از بین رفتن رنگ و کف ایجاد شده در سطح آن جوشانده شود.

یادآوری - اغلب ۴۵ دقیقه برای جوشاندن کافی است و حرارت دادن حتما در زیر هود انجام و گاز آزاد شده بوسیله تله آبی گرفته شود.. بعد از تمام شدن مرحله هضم به بالن سرد شده مقدار ۲۰ میلی لیتر آب مقطر به آرامی همراه با تکان دادن اضافه و بالن چرخانده شود تا هر گونه مواد نامحلول چسبیده شده به جداره بالن به داخل محلول منتقل شود، سپس محتویات بالن به بخش تقطیر دستگاه کج‌الدال منتقل گردد. سه مرتبه بالن با آب مقطر شسته و محتویات آن به دستگاه منتقل شود، سپس ۵۰ میلی لیتر محلول اسید بوریک به یک ارلن ۱۰۰ میلی لیتری اضافه و بالن در زیر بخش مبرد دستگاه کج‌الدال قرار گیرد، 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 (۰/۰۱ نرمال) تیتراژ شود. جهت مقایسه، آزمایش نمونه شاهد (بدون نمونه کمپوست) مشابه روش فوق انجام شود. حجم مصرفی اسید سولفوریک در آزمایش نمونه شاهد و نمونه ها ثبت گردد.

۴-۵-۵ بیان نتایج

ازت کل (T_N) با استفاده از فرمول محاسبه می شود:

$$T_N = [(V_S - V_B) \times N \times (M_N/m) \times 100] / 1000 = 0.1 (V_S - V_B) \quad (4)$$

که در آن :

V_S	حجم اسید سولفوریک مصرفی در تیتراسیون نمونه، بر حسب میلی لیتر؛
V_B	حجم اسید سولفوریک مصرفی در تیتراسیون شاهد، بر حسب میلی لیتر؛
N	نرمالیت اسید سولفوریک (۰/۰۱ نرمال)؛
M_N	جرم مولی ازت (۱۴ گرم برمول)؛
m	وزن نمونه کمپوست خشک (۰/۱۴ گرم) می باشند.

۴-۶ تعیین مقدار نسبت کربن به ازت

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

$$C/N = OC/T_N \quad (5)$$

که در آن :

OC	درصد کربن آلی موجود در نمونه (محاسبه شده مطابق بند ۴-۵)؛
T_N	درصد ازت کل موجود در نمونه (محاسبه شده مطابق بند ۴-۵) می باشند.

۴-۷ تعیین مقدار فسفر (روش اولسن^۱)

۴-۷-۱ اصول آزمون

این روش برای اندازه گیری فسفر قابل جذب در نمونه کمپوست خشک می باشد. یونهای اورتوفسفات (PO_4^{-3}) موجود در نمونه در محیط اسیدی با محلول مولیبیدو وانادات، ترکیب زرد رنگ تولید می کنند. این ترکیب در مولاریته کمتر از ۰/۲ اسید نیتریک تشکیل نمی شود و در صورتی که مولاریته اسید نیتریک در محلول از ۱/۶ بیشتر باشد، خیلی دیر تشکیل می گردد. مناسب ترین غلظت اسید نیتریک در محلول جهت تشکیل رنگ، ۰/۵ مولار است که با استفاده از اندازه گیری جذب نور ترکیب زرد رنگ در ۴۷۰ نانومتر قرائت می گردد.

۴-۷-۲ مواد و واکنشگرها

۴-۷-۲-۱ اسید نیتریک ۶۵٪ (وزنی / وزنی)، معادل ۱۴/۴ مول در لیتر

۴-۷-۲-۲ محلول آمونیوم مولیبیدات و آمونیوم وانادات، به ترتیب مقدار ۲۲/۵۰ گرم از آمونیوم هپتا مولیبیدات تتراهیدرات $[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$ در ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر گرم و مقدار ۱/۲۵ گرم آمونیوم متا وانادات ($NH_4 VO_3$) در ۳۰۰ میلی لیتر آب جوش حل شود. سپس محلول آمونیوم متا وانادات به محلول آمونیوم هپتا مولیبیدات اضافه گردد و بعد از سرد شدن، ۲۵۰ میلی لیتر محلول اسید نیتریک به آن افزوده و با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شود.

۴-۷-۲-۳ محلول استاندارد ۵۰۰ میلی گرم در لیتر فسفر، ۲/۱۹۷ گرم از پتاسیم دی هیدروژن فسفات KH_2PO_4 در آب مقطر حل و به حجم ۱ لیتر رسانده شود. محلول حاصل در یک ظرف پلی اتیلنی نگهداری شود.

۴-۷-۲-۴ محلول استاندارد ۵۰ میلی گرم در لیتر فسفر، ۱۰۰ میلی لیتر از محلول استاندارد ۵۰۰ میلی گرم در لیتر فسفر به بالن ژوژه یک لیتری منتقل و به حجم رسانده شود. این محلول نیز در یک ظرف پلی اتیلنی نگهداری شود.

۴-۷-۲-۵ سری محلول های استاندارد، مقادیر ۰،۲،۴،۶،۸،۱۰ میلی لیتر از محلول استاندارد ۵۰ میلی گرم در لیتر فسفر به بالن ژوژه های ۲۵ میلی لیتری منتقل و سپس مقدار ۵ میلی لیتر از محلول آمونیوم هپتا مولیبیدات - وانادات اضافه و به حجم رسانده شود. این سری محلول ها در رسم منحنی کالیبراسیون مورد استفاده قرار می گیرند.

۴-۷-۳ وسایل

۴-۷-۳-۱ دستگاه اسپکتروفتومتر مرئی

۴-۷-۳-۲ بالن های ژوژه ۲۵ میلی لیتری

۴-۷-۳-۳ وسایل شیشه ای معمولی

۴-۷-۴ روش انجام آزمون

مقدار ۱ گرم از نمونه آزمایشگاهی 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 شود 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 رسانده شود.

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 - وانادات اضافه و به حجم رسانده شود. 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، ابزورینس^۱ محلولهای استاندارد و محلول نمونه قرائت شده و منحنی کالیبراسیون ترسیم گردد.

۴-۷-۵ بیان نتایج

میزان فسفر در نمونه خشک کمپوست بر حسب درصد از فرمول بدست می آید:

$$P = \frac{(A - B) \times V \times 100}{2000W} \quad (۶)$$

که در آن :

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

۴-۸ تعیین مقدار پتاسیم و سدیم

۴-۸-۱ اصول آزمون

اساس این روش بر گرفتن انرژی توسط اتم های بخار برخی از عناصر و برانگیخته شدن آن ها به ترازهای الکترونی بالاتر استوار است. اتم ها انرژی کسب شده خود را در طول موج های ویژه بصورت نور منتشر می کنند و شدت نشر حاصل از آنها به غلظت عناصر وابسته می باشد.

نمونه مورد نظر را به صورت محلول به دستگاه فوتومتر شعله ای وارد می کنند. در شعله، ذرات آئروسول ریز تشکیل می شوند و اتم های بخار با کسب انرژی گرمایی، برانگیخته می شوند. از آن جا که تابش منتشر شده از اتم ها ممکن است شامل چندین طول موج باشد، آن را از فیلترهای نوری عبور می دهند تا طول موج مورد نظر جدا شود. تفکیک طول موج ها با استفاده از یک فیلتر یا منشور یا یک مونوکروماتور، نیز امکان پذیر است. شدت تابش را می توان بوسیله یک فوتوسل یا لوله فوتومولتی پلایر اندازه گیری نمود. بنابراین، غلظت های پتاسیم و سدیم را می توان از مقایسه شدت تابش منتشر شده از نمونه با استانداردها اندازه گیری کرد.

۴-۸-۲ مواد و واکنشگرها

۴-۸-۲-۱ محلول اسید کلریدریک نرمال

۴-۸-۲-۲ محلول های استاندارد سدیم ، ۲/۵۴۱ گرم سدیم کلرید (NaCl) در یک لیتر آب مقطر یون زدایی شده حل تا محلول ppm ۱۰۰۰ سدیم بدست آید . ۱۰ میلی لیتر از این محلول را تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر رقیق تا محلول ppm ۱۰۰ سدیم حاصل شود . با استفاده از این محلول ها ، محلول های استاندارد ppm ۲، ۴، ۶، ۸ تهیه شود.

۴-۲-۸-۳ محلول های استاندارد پتاسیم، ۱/۹۰۶۹ گرم پتاسیم کلراید (KCl) با درجه خلوص تجزیه ای در آب مقطر یون زدایی شده حل و حجم به یک لیتر رسانده شود. این محلول نسبت به پتاسیم، ۱۰۰۰ ppm است. با رقیق کردن آن محلول ۱۰۰ ppm و با استفاده از محلول اخیر، محلول های استاندارد ۲، ۴، ۶ و ۸ نیز تهیه شود.

وسایل ۴-۸-۳

دستگاه اسپکترومتر یا فوتومتر شعله ای ۴-۸-۳-۱

بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری ۴-۸-۳-۲

پی پت حبابدار ۱۰ میلی لیتری ۴-۸-۳-۳

۴-۸-۴ روش انجام آزمون

محلول تهیه شده مطابق بند ۴-۷-۴ برای اندازه گیری سدیم و پتاسیم قابل استفاده است. پس از تهیه محلول های استاندارد و آماده سازی نمونه های مجهول باید نورسنج شعله ای برای اندازه گیری نشر، تنظیم گردد و پس از روشن کردن دستگاه، تنظیم کلیه پارامتر های دستگاهی صورت گیرد. با استفاده از فیلتر یا مونوکروماتور طول موج ۵۹۸ نانومتر تنظیم و ضمن ارسال غلیظ ترین محلول استاندارد، طول موج بیشینه نشری سدیم در ۵۹۸ نانومتر تنظیم شود. سپس با استفاده از آب مقطر دستگاه پاک سازی شود. مقیاس اندازه گیری نسبی نشر در دستگاه به این صورت تنظیم گردد که ابتدا با آب مقطر، صفر دستگاه و با غلیظ ترین محلول استاندارد، صد دستگاه تنظیم شود. 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 شود. 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 شود. سپس با رسم منحنی کالیبراسیون غلظت عنصر مورد اندازه گیری از طریق برون یابی تعیین گردد.

یادآوری - 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.

۴-۹ تعیین مقدار هدایت الکتریکی^۱ (EC)

اندازه گیری مقدار هدایت الکتریکی را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۳۱ انجام دهید.

یادآوری - با توجه به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶ برای تهیه عصاره بایستی ۱۰ گرم نمونه برداشته شود.

۴-۱۰ تعیین pH

اندازه گیری مقدار pH را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴ انجام دهید.

یادآوری: با توجه به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶ سوسپانسیون کمپوست به نسبت حجمی ۱۰ به ۱۰ تهیه شود.

۴-۱۱ تعیین مقادیر نیترات

۴-۱۱-۱ اصول آزمون

یونهای نیترات در مجاورت پودر روی به فرم نیتريت احیاء می شوند. وجود یون هیدروژن در این واکنش ضروری است. جهت جلوگیری از احیاء بیشتر از ترکیبات بافری استفاده می شود. یونهای نیتريت با نمک سولفانیل آمید

تولید ترکیب دیازنوم می کند که در مجاورت ان-۱- نفتیل اتیلن دی آمین، کمپلکس آمینو آزو ایجاد می شود. شدت رنگ کمپلکس رنگی در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری می گردد.

۴-۱۱-۲ وسایل

۴-۱۱-۲-۱ تکان دهنده

۴-۱۱-۲-۲ دستگاه اسپکتروفتومتر

۴-۱۱-۳ مواد و واکنشگرها

۴-۱۱-۳-۱ اسید استیک دو درصد (حجمی - حجمی)

۴-۱۱-۳-۲ پودر مخلوط : ۳۷ گرم اسید سیتریک $C_6H_8O_7.H_2O$ و ۵ گرم سولفات منگنز مونوهیدرات و ۲ گرم سولفانیل آمید $C_6H_8N_2O_2$ و یک گرم ان-۱- نفتیل اتیلن دی آمین دی هیدروکلراید $C_{12}H_{16}Cl_2N_2$ و یک گرم پودر روی را جداگانه با هاون چینی بکوبید و با هم مخلوط کنید.

۴-۱۱-۳-۳ محلول استاندارد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر ازت نیترا ته : ۰/۷۲۲ گرم از نترات پتاسیم KNO_3 را در یک لیتر آب حل کنید.

۴-۱۱-۳-۴ سری محلول های استاندارد ازت نیترا ته : ۰ ، ۲ ، ۴ ، ۶ ، ۸ و ۱۰ میلی لیتر از استاندارد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر (محلول بند ۴-۱۱-۳-۳) را پی پت کرده به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری منتقل و با اسید استیک ۲ درصد به حجم برسانید.

۴-۱۱-۴ روش انجام آزمون

۰/۱ الی ۰/۵ گرم کمپوست را توزین و به ارلن مایر ۱۰۰ میلی لیتری منتقل کنید. میزان ۵۰ میلی لیتر از محلول دو درصد اسید استیک اضافه کرده و به مدت ۳۰ دقیقه در شیکر دورانی بهم زده و صاف کنید. عصاره بدست آمده را دوباره از همان کاغذ صافی عبور دهید تا عصاره کاملاً صاف بدست آید. میزان ۱۰ میلی لیتر از عصاره و ۱۰ میلی لیتر از سری محلولهای استاندارد را پی پت کرده و به لوله آزمایش درب دار منتقل کنید. میزان ۰/۵ گرم از پودر مخلوط اضافه کنید و مدت ۳۰ ثانیه به شدت بهم بزنید ، محلول رنگی ایجاد شده را بلافاصله صاف کنید. (با توجه به اینکه در اثر مجاورت عصاره با پودر مخلوط به علت احیاء بیشتر ازت ، رنگ تشکیل شده محو می گردد مدت زمان بهم زدن اهمیت زیادی دارد). بعد از ۱۰ دقیقه شدت رنگ ایجاد شده را در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت کنید.

۴-۱۱-۵ بیان نتایج

میزان ازت نیترا ته NO_3-N در کمپوست بر حسب میلی گرم در کیلوگرم از فرمول محاسبه می شود.

$$No_3-N = (a-b) \times \frac{50}{W} \times \frac{100}{D.M} \quad (7)$$

که در آن :

a غلظت نترات در عصاره بر حسب میلی گرم در لیتر؛

b غلظت نترات در شاهد بر حسب میلی گرم در لیتر؛

w وزن نمونه کمپوست بر حسب گرم؛

D.M درصد ماده خشک می باشند.

۴-۱۲ تعیین مقدار نیتروژن آمونیاکی

اندازه گیری مقدار نیتروژن آمونیاکی را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۹۱ انجام دهید.

۴-۱۳ تعیین مقدار نسبت آمونیوم به نیترات

نسبت یون آمونیوم به یون نیترات از تقسیم عددی مقادیر بدست آمده از بندهای ۴-۱۲ و ۴-۱۱ قابل محاسبه است.

۴-۱۴ تعیین نسبت ابزربانس سدیم^۱ (SAR)

نسبت ابزربانس سدیم برای نشان دادن میزان قلیائیت محاسبه و مطابق فرمول تعریف می گردد:

$$(۸) \quad \left[\frac{۲}{\text{منیزیم} + \text{کلسیم}} \right]^{۱/۲} / \text{سدیم} = \text{نسبت ابزربانس سدیم (SAR)}$$

که در آن غلظت عناصر بر حسب میلی اکی و الان بر لیتر است.

۴-۱۵ تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی^۲ (CEC)

۴-۱۵-۱ اصول آزمون

ظرفیت تبادل کاتیونی معیاری از کل کاتیون های قابل مبادله در نمونه می باشد که بر حسب میلی اکی و الان در صد گرم نمونه خشک بیان می شود. برای خارج کردن ترکیبات بازی و اشباع شدن کمپلکس با H^+ ، نمونه کود با محلول اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال هم زده می شود. اسید اضافی خارج و H^+ جذب شده با کاتیون Ba^{+2} تعویض گردیده و با محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال در حضور شناساگر فنل فتالئین عیارسنجی می شود.

۴-۱۵-۲ وسایل

۴-۱۵-۲-۱ ترازوی آزمایشگاهی

۴-۱۵-۲-۲ وسایل شیشه ای معمولی

۴-۱۵-۲-۳ همزن

۴-۱۵-۳ مواد و واکنشگرها

۴-۱۵-۳-۱ محلول اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال

۴-۱۵-۳-۲ محلول باریم استات ۰/۵ نرمال ، ۶۴ گرم باریم استات $Ba(OAc)_2$ با آب مقطر به حجم یک

لیتر رسانده شود.

۴-۱۵-۳-۳ نیترات نقره ۱ درصد ، ۱ گرم نیترات نقره $AgNO_3$ با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر

رسانده شود.

۴-۱۵-۳-۴ محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال

۴-۱۵-۳-۵ معرف فنل فتالئین

1-Sodium Absorbance Ratio
2-Cation Exchange Capacity

۴-۱۵-۴ روش انجام آزمون

حدود ۱۰۰ گرم کمپوست خشک شده رابه یک ارلن ۳۰۰ میلی لیتری انتقال داده و به آن ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال اضافه شود، سپس ارلن روی تکان دهنده قرار گرفته و به مدت ۲ ساعت به شدت تکان داده شود. سپس محتویات ارلن بوسیله کاغذ صافی صاف شود. برای خارج کردن اسید اضافی، مواد باقیمانده روی کاغذ صافی با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر بصورت بخش های ۱۰ میلی لیتری شسته شود. شستشو تا هنگامی ادامه یابد 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 ۰/۵ نرمال باریم استات اضافه و به مدت یک ساعت هم زده شود. محتویات ارلن صاف شده سه بار با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر شستشو داده شود. محلول بدست آمده با محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل فتالین عیارسنجی شود.

۴-۱۵-۵ بیان نتایج

ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب میلی اکی و الان درصد گرم کمپوست خشک از فرمول بدست می آید :

$$CEC = (V \times N \times 100) / m \quad (9)$$

که در آن :

CEC	ظرفیت تبادل کاتیونی؛
V	حجم سدیم هیدروکسید مصرفی بر حسب میلی لیتر؛
N	نرمالیه سدیم هیدروکسید؛
m	وزن نمونه کمپوست می باشند.

۴-۱۶ تعیین دانسیته

اندازه گیری مقدار دانسیته را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۸۶ انجام دهید.

۴-۱۷ تعیین قطر ذرات

اندازه گیری قطر ذرات ودانه بندی را مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۵۱۸ انجام دهید.

۴-۱۸ تعیین مقدار مواد خارجی

۴-۱۸-۱ اصول آزمون

منظور از تعیین مقدار مواد خارجی اندازه گیری مقدار مواد خارجی تعریف شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱۶ می باشد که توسط روش های معمول جداسازی دستی قابل اندازه گیری است .

۴-۱۸-۲ وسایل

۴-۱۸-۲-۱ ترازوی آزمایشگاهی

۴-۱۸-۲-۲ الک با قطر روزنه ۴ میلی متر

۴-۱۸-۲-۳ دستگاه همزن (تکان دهنده)

۴-۱۸-۳ روش انجام آزمون

۱۰۰ گرم کمپوست تازه نمونه برداری شده را بر روی الکی با قطر روزنه ۴ میلی متر ریخته و الک را روی همزن لرزان قرارداده و به مدت چند دقیقه تکان داده ، سپس مواد باقی مانده روی الک جدا و مواد خارجی آن تفکیک شود. این مواد توزین شوند. مقدار مواد خارجی با قطر بزرگتر از ۴ میلی متر بر حسب درصد قابل محاسبه است.

۴-۱۸-۴ بیان نتایج

برای بدست آوردن مواد خارجی با قطر بیشتر از ۴ میلی متر می توان از فرمول استفاده کرد.

$$R = \frac{m_r}{m_T} \times 100 \quad (10)$$

که در آن :

R در صد مواد خارجی با قطر بیشتر از ۴ میلی متر ؛
 m_r وزن مواد باقی مانده و تفکیک شده روی الک ؛
 m_T وزن کل کمپوست مورد آزمایش (حدود ۱۰۰ گرم) می باشند.

۴-۱۹ تعیین وجود بذر علفهای هرز

برای تعیین وجود بذر علفهای هرز حدود یک کیلو گرم کمپوست در گلدانی در شرایط گلخانه ای معمول قرار داده شود. بعد از گذشته یک هفته تا ده روز می توان رویش گیاهان را در آن ارزیابی کیفی کرد.

یاد آوری : شرایط آبدهی ، نور و سایر عوامل موثر در رویش در شرایط گلخانه ای (مطابق بند ۴-۲۰-۴) بکار رود.

۴-۲۰ تعیین شاخص جوانه زنی^۱

۴-۲۰-۱ اصول آزمون

برای اندازه گیری شاخص جوانه زنی از عصاره آبی کمپوست به نسبت ۱:۵ استفاده می شود.

وسایل	۴-۲۰-۲
پلیت ، با قطر ۷ سانتی متر	۴-۲۰-۲-۱
کاغذ صافی	۴-۲۰-۲-۲
وسایل شیشه ای معمولی	۴-۲۰-۲-۳
مواد	۴-۲۰-۳
بذر تره تیزک	۴-۲۰-۳-۱
روش انجام آزمون	۴-۲۰-۴

ابتدا در یک بشر مقداری کمپوست تازه (مرطوب) ریخته و ۵ برابر آن آب مقطر اضافه کنید، سپس به مدت ۳۰ دقیقه آنرا بوسیله همزن هم بزنید. سوسپانسیون بدست آمده را صاف کنید. سپس ۱۰ میلی لیتر عصاره آبی صاف شده را در یک پلیت استریل شده (حاوی تکه ای کاغذ در کف آن) بریزید و ۱۰ عدد بذر تره تیزک افزوده و بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در تاریکی نگه داری کنید. نمونه شاهد را بطور مشابه بدون محلول استخراجی کمپوست با بذر تره تیزک تهیه کنید. بعد از زمان طی شده دانه های جوانه زده را شمارش کنید و طول ریشه ها را اندازه گیری کنید.

۴-۲۰-۵ بیان نتایج

شاخص جوانه زنی بر اساس فرمول بدست می آید:

$$CH_{Sg} = [(\% Sg \times R_1)_{compost} / (\% Sg \times R_1)_{water}] \times 100 \quad (11)$$

که در آن:

CH_{Sg} شاخص جوانه زنی؛

Sg تعداد جوانه زنی؛

R_1 طول ریشه می باشد.

۴-۲۱ تعیین مقدار فلزات سنگین

اندازه گیری مقدار فلزات سنگین را مطابق استاندارد های ملی ایران شماره های ۵۶۱۷، ۵۶۱۶، ۵۶۱۵، ۵۶۱۸ و انجام دهید.

۴-۲۲ تعیین مقدار کلسیم و منیزیم

۴-۲۲-۱ اصول آزمون

برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم از روش جذب اتمی استفاده می شود. در این روش عصاره تهیه شده در بند ۴-۷-۴ همین استاندارد در شعله استیلن- هوا بصورت بخار درآمده و ترکیبات کلسیم و منیزیم بصورت اتم در می آیند. اتم های بخار در حالت پایه، تابش اشعه حاصل از هالوکاتد لامپ ها را جذب می کنند. میزان جذب اشعه توسط اتم ها اندازه گیری و با استفاده از رسم منحنی های کالیبراسیون غلظت عناصر تعیین می شود.

۴-۲۲-۲ مواد و واکنشگرها

۴-۲۲-۲-۱ محلولهای اسید کلریدریک ۲ مولار، ۴ مولار و ۰/۱۲ مولار

۴-۲۲-۲-۲ محلول استاندارد کلسیم با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر، ۲/۴۹۷ گرم کربنات کلسیم ($CaCO_3$) با درجه خلوص تجزیه ای در ۱۰۰ الی ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر به علاوه ۱۳ میلی لیتر اسید کلریدریک ۴ مولار حرارت داده تا CO_2 متصاعد گردد و بعد از خنک شدن به حجم یک لیتر رسانده شود. این محلول نسبت به کلسیم، ۱۰۰۰ ppm است. با رقیق کردن آن محلول ۱۰۰ ppm و با استفاده از محلول اخیر، محلول های استاندارد ۲ ppm، ۴ ppm، ۶ ppm، ۸ ppm و ۱۰ ppm نیز تهیه شود.

۴-۲۲-۲-۳ محلول استاندارد منیزیم با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر، ۰/۴۰۵۶ گرم از سولفات منیزیم ($Mg SO_4, 7H_2O$) در ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر شده حل شود و ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک HCl غلیظ اضافه و به حجم یک لیتر رسانده شود تا محلول ۴۰ ppm منیزیم بدست آید. حجم های ۵، ۱۰، ۱۵،

۲۰ و ۲۵ میلی لیتر از محلول اخیر با اسید کلریدریک ۰/۱۲ مولار به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شود. تا محلول های استاندارد ۲ppm، ۴ ppm، ۶ ppm، ۸ ppm و ۱۰ منیزیم حاصل شود.

۴-۲۲-۲-۴ محلول لانتانیوم ۱ گرم در لیتر ، ۳/۱۲ گرم از نمک نیترات لانتانیوم $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ را در کمی آب مقطر حل کرده و به حجم یک لیتر رسانده شود.

۴-۲۲-۳ وسایل

۴-۲۲-۳-۱ دستگاه جذب اتمی شعله ای به انضمام هالوکاتد لامپ های Ca, Mg

۴-۲۲-۳-۲ بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری

۴-۲۲-۳-۳ پی پت حبابدار ۱۰ میلی لیتری

۴-۲۲-۴ روش انجام آزمون

مقدار ۱ گرم از نمونه آزمایشگاهی باقیمانده در بوتله چینی مورد استفاده در بند ۴-۳-۴ در یک بشر ریخته شود و حدود ۱ تا ۲ میلی لیتر آب مقطر دو بار تقطیرشده به آن افزوده شود تا به حالت خمیری در آید. سپس به آرامی ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار افزوده و پس از یک ساعت در یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری صاف و با آب مقطر دوبار تقطیرشده به حجم رسانده شود. این محلول برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم قابل استفاده است.

پس از تهیه محلول های استاندارد و آماده سازی نمونه، دستگاه جذب اتمی شعله ای برای اندازه گیری جذب تنظیم گردد و پس از روشن کردن دستگاه، تنظیم کلیه پارامتر های دستگاهی صورت گیرد. طول موج های ۴۲۲/۷ و ۲۸۵/۲ نانومتر بترتیب برای اندازه گیری میزان جذب کلسیم و منیزیم تنظیم شوند. سپس با رسم منحنی کالیبراسیون غلظت عنصر مورد اندازه گیری از طریق برون یابی تعیین گردد.

یادآوری - حضور یونهای فسفات و آلومینیوم در محلول یونهای منیزیم و کلسیم باعث تداخل تبخیری در تجزیه این کاتیونها می گردد. برای حذف اثرات تداخلی اثر فسفات می توان از اتیلن دی آمین تترا استیک اسید EDTA بعنوان عامل پوشاننده و یا از کاتیون لانتانیوم بعنوان معرف رها کننده استفاده کرد.