INSO

11703-1

1st.Revision

2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۱۷۰۳-۱

تجدید نظر اول

۱۳۹۲

کیفیت خاک – تعیین اثرات آلاینده‌ها بر فلور خاک- قسمت اول: روش اندازه‌گیری میزان بازدارندگی رشد ریشه

Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora- Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth

ICS:13.080.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد 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 درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" کیفیت خاک – تعیین اثرات آلاینده‌ها بر فلور خاک- قسمت اول: روش اندازه‌گیری میزان بازدارندگی رشد ریشه "

(تجدید نظر اول)

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
افشاری، میترا (فوق لیسانس میکروبیولوژی)	موسسه تحقیقات آب و خاک
دبیر :	
عادل زاده، رقیه (لیسانس میکروبیولوژی)	اداره کل استاندارد استان تهران
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسدی زمانی، هادی (دکترای خاک شناسی)	موسسه تحقیقات آب و خاک
اسفندیاری، بهمن (فوق لیسانس زمین خاک شناسی)	وزارت جهاد کشاورزی
اصغرزاده، احمد (دکترای میکروبیولوژی خاک)	موسسه تحقیقات آب و خاک
پیراچه، هانیه (لیسانس صنایع غذایی)	شرکت طلاچای
خاوازی، کاظم (دکترای خاک شناسی)	موسسه تحقیقات آب و خاک
دهقانی، زهره (لیسانس میکروبیولوژی)	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی، بهداشتی استان بوشهر

رجالی، فرهاد (دکترای خاک شناسی)	موسسه تحقیقات آب و خاک
صارمی، سیروس (لیسانس مهندسی کشاورزی)	اداره کل استاندارد استان تهران
فلاح، علیرضا (دکترای میکروبیولوژی خاک)	موسسه تحقیقات آب و خاک
فلاح، مهین (لیسانس میکروبیولوژی)	اداره کل استاندارد استان خوزستان
قربان‌پور، حسن (لیسانس شیمی)	اداره کل استاندارد استان تهران
مکاری پور، سوده (لیسانس علوم و صنایع غذایی)	آزمایشگاه فراآزما صنعت

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

	آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
	کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
	پیش گفتار	ه
	مقدمه	و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	اصول کلی	۴
۵	گیاهان مورد آزمون	۴
۶	مواد مورد آزمون	۵
۶-۱	گلدان‌ها	۵
۶-۲	بستره	۵
۷	وسایل	۸
۸	مواد مرجع	۸
۹	دستورالعمل	۹
۹-۱	طراحی آزمایش براساس هدف مطالعه	۹
۹-۲	آماده‌سازی گلدان‌ها	۹
۹-۳	جوانه‌زنی مقدماتی بذرها	۹
۹-۴	شرایط رشد	۱۰
۹-۵	مدت زمان آزمون	۱۰
۹-۶	اندازه‌گیری‌ها	۱۰
۱۰	بیان نتایج و داده‌ها	۱۱
۱۱	معیارهای اعتبار	۱۱
۱۲	گزارش آزمون	۱۲

پیوست الف(اطلاعاتی) – روش‌های پیشنهادی برای اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب در خاک ۱۳
پیوست ب (اطلاعاتی) – نتایج آزمون اجرا شده بر روی مواد مرجع ۱۴
پیوست پ (اطلاعاتی) – مثال‌هایی از نتایج بدست آمده با اسید بوریک که از ماسه به عنوان بستره استفاده کرده است ۱۵
پیوست ت (اطلاعاتی) – روش‌های پیشنهادی برای افزودن مواد شیمیایی به خاک‌ها ۱۶
پیوست ث (اطلاعاتی) – روش‌های پیشنهادی برای افزودن کمپوست، لجن و پسماند به خاک ۱۷
پیوست ج (اطلاعاتی) – مثالی از دانه رست جو زمستانی که در پایان آزمون بعد از برداشتن آن خاک مصنوعی جمع آوری شده است ۱۹

پیش گفتار

استاندارد" کیفیت خاک – تعیین اثرات آلاینده‌ها بر فلور خاک- قسمت اول: روش اندازه‌گیری میزان بازدارندگی رشد ریشه " نخستین بار در سال ۱۰/۱۴/ ۸۷ تهیه شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۲/۹/۳۰ تصویب شد اینک این استاندارد به استناد بند ۱ ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی، مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آن‌ها استفاده کرد.

در تهیه و تجدیدنظر این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۱۱۷۰۳ :سال۱۳۸۷ می‌شود.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد بکار رفته به شرح زیر است :

ISO 11269-1: 2012, Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora – part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth.

مقدمه

با تجزیه و تحلیل شیمیایی نمونه‌های خاک یا پسماند روی زمین می‌توان مدارک معتبری برای مناسب بودن یا نبودن خاک به منظور استفاده به صورت زمین زراعی با توجه به خطرات محیطی ناشی از انتقال پسماندهایی از قبیل لجن و فاضلاب در زمین‌های کشاورزی، به‌دست آورد.

هم‌چنین لازم است که کیفیت خاک محل‌های صنعتی و یا مکان‌های دارای سوخت‌های فسیلی و مکان‌های دفع زباله، بعد از اصلاح و آباد سازی، مورد ارزیابی قرار گیرد.

از آن‌جایی که قابلیت خاک برای رشد محصولات زراعی معیار اصلی می‌باشد، یک آزمون رشد سریع بر اساس رشد دانه رست‌های گیاهی در شرایط محیط آزمایشگاه ایجاد شده است.

دو پیش شرط اصلی برای یک آزمون سمیت گیاهی عبارتند از:

- فراهم شدن نتایج قابل اطمینان ثابت.
- امکان استفاده از آزمون در هر زمانی از سال.

بنابراین ضروری است که بذرها در یک محیط کنترل شده رشد داده شوند تا بتوان شرایط رشد بهینه را برای انجام هر تعداد آزمون و قابل تکرار برای یک دوره زمانی طولانی ایجاد نمود.

روش شرح داده شده در این استاندارد می‌تواند به منظور مقایسه خاک‌ها برای آگاهی از تغییرات فعالیت آن‌ها یا تعیین اثر مواد یا ترکیبات شیمیایی اضافه شده (کمپوست، لجن، پسماند) مورد استفاده قرار گیرد.

کیفیت خاک – تعیین اثرات آلاینده‌ها بر فلور خاک- قسمت اول: روش اندازه‌گیری میزان بازدارندگی رشد ریشه

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعریف روشی برای تعیین اثرات خاک‌های آلوده یا نمونه‌های آلوده بر رشد طولی ریشه‌های گیاهان خشکی‌زی است.

این روش برای انواع خاک‌ها، مواد تشکیل دهنده خاک، کمپوست، لجن، پسماند یا مواد شیمیایی اضافه شده در خاک کاربرد دارد. این روش به منظور مقایسه خاک‌هایی با کیفیت مشخص یا نامشخص و برای اندازه‌گیری اثرات مواد مختلف (کمپوست، لجن، پسماند) و یا مواد شیمیایی که به صورت تعمدی به خاک اضافه می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این روش برای اندازه‌گیری حاصلخیزی خاک کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود .

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴: سال ۱۳۸۹، کیفیت خاک – اندازه‌گیری pH .

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۰۹۶۲: سال ۱۳۸۸، کیفیت خاک– نمونه‌برداری- راهنمای جمع‌آوری، جابه‌جایی و نگهداری خاک تحت شرایط هوازی برای ارزیابی فرآیندهای میکروبیولوژیکی – توده میکروبی و تنوع آن‌ها در آزمایشگاه.

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۱: سال ۱۳۸۹، کیفیت خاک– تعیین توزیع اندازه ذرات مواد معدنی- روش ته نشینی و الک کردن.

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۵: سال ۱۳۸۳، خاک– تعیین ماده خشک و آب همراه بر مبنای جرم پایه روش وزن سنجی.

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۷۴: سال ۱۳۸۶، کیفیت خاک– اندازه‌گیری ظرفیت موثر تبادل کاتیون و سطح اشباع پایه با استفاده از محلول باریم کلرید-روش آزمون.

2-6 ISO 10694,Soil quality – Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis).

2-7 ISO 10930,Soil quality – Measurement of the stability of soil aggregates subjected to the action of water.

2-8 ISO 11268-1, Soil quality — Effects of pollutants on earthworms — Part 1: Determination of acute toxicity to Eisenia fetida/Eisenia andrei.

2-9 ISO 11268-2, Soil quality — Effects of pollutants on earthworms — Part 2: Determination of effects on reproduction to Eisenia fetida/Eisenia andrei.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، تعاریف و اصطلاحات زیر به کار می‌رود:

۳-۱

آلاینده‌ها[1]

ماده یا عامل آلوده کننده که در نتیجه فعالیت انسان به خاک وارد می‌شود.

۳-۲

بستره[2]

محیطی متشکل از انواع خاک یا ماسه می‌باشد که مناسب برای رشد گیاه است.

۳-۳

رطوبت[3]

از اختلاف جرم آزمونه از جرم خشک نسبت به جرم آزمونه محاسبه شده و به صورت درصد بیان می‌شود.

1 - Contaminant
2 - Substrate
3 - Moisture

۴-۳

مخلوط مورد آزمون[1]

مخلوط خاک مورد آزمون یا مواد مورد آزمون (کمپوست، لجن، پسماند یا مواد شیمیایی) با خاک شاهد می‌باشد.

۵-۳

ریشه اولیه[2]

بخشی از جنین گیاهی که پس از رشد به ریشه اولیه تبدیل می‌شود.

۶-۳

محور زیر لپه‌ای[3]

بخشی از محور رویان یا گیاه جوان که بین دو لپه (برگ‌های دانه) و ریشه اولیه قرار گرفته است.

۷-۳

خاک مرجع[4]

خاک منطقه مشخص غیر آلوده (مانند خاک جمع شده در مجاورت یک مکان آلوده) با ویژگی‌های مشابه (غلظت عناصر معدنی، pH ، بافت، مقدارکربن آلی) که به عنوان خاک مورد آزمون استفاده می‌شود.

۸-۳

خاک استاندارد[5]

خاک جمع شده از مزارع یا خاک غیر طبیعی(مصنوعی/ دست ساز) که ویژگی اصلی آن‌ها (pH، بافت، مقدارکربن آلی) در یک دامنه شناخته شده است. مانند خاک‌های یورو، خاک مصنوعی و خاک لوفا.

یادآوری- ویژگی‌های خاک استاندارد می‌تواند با خاک مورد آزمون متفاوت باشد.

---

1 - Test mixture
2 - Radicle
3 - Hypocotyl
4 - Reference soil
5 - Standard soil

۸-۳

خاک یا ماسه شاهد[1]

خاک یا ماسه کنترل

خاک یا ماسه مرجع یا استاندارد استفاده شده که به عنوان شاهد و محیطی جهت آماده سازی سری متوالی رقت‌ها با خاک مورد آزمون یا مواد مورد آزمون (مانند کمپوست، لجن، پسماند، مواد شیمیایی) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری- غلظت موثر (EC_X) و غلظت بدون اثر قابل مشاهده (NOEC) هردو بر اساس میلی‌گرم ماده مورد آزمون در کیلوگرم (ماده خشک) از ماده مورد آزمون تعریف می‌گردد. مخلوط‌های خاک بر اساس درصد مواد خشک توده خاک است.

۹-۳

غلظت موثر(EC_X) [2]

غلظت (رقت) موثر از خاک مورد آزمون یا مواد مورد آزمون (مانند کمپوست، لجن، پسماند، مواد شیمیایی) که در آن طویل شدن ریشه در مقایسه با شاهد، X درصد کاهش می‌یابد.

۴ اصول کلی

این روش ازدیاد طول ریشه گیاهان خاکزی در خاک مورد آزمون و یا سری رقت‌های تهیه شده از خاک شاهد را مقایسه می‌کند. همچنین می‌توان از این روش برای آزمون کمپوست، لجن، پسماند، مواد شیمیایی با استفاده از غلظت‌های مختلف این مواد همراه با خاک شاهد استفاده کرد. بذرهای از پیش جوانه زده تحت شرایط کنترل شده در معرض مواد شیمیایی مورد آزمون قرار می‌گیرند. بعد ازطی دوره رشد، طول ریشه رشد یافته در گیاهان مورد آزمون و گیاهان شاهد اندازه‌گیری و مقایسه می‌شوند. اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شده در اندازه ریشه دانه رست‌ها در هر کدام از محیط‌های آزمایش در مقایسه با شاهد بیانگر تاثیر ماده مورد نظر می‌باشد.

یادآوری- اندازه طول ساقه نیز می‌تواند یک مشخصه مفید باشد که همراه با اندازه طول ریشه منجر به دست آوردن داده‌های بیشتر یا با قابلیت اطمینان بیشتر شود.

---

1 - Control soil
2 - Effective concentration (EC_X)

۵ گیاهان مورد آزمون

جو زمستانی[1]، جو دوسر[2] و گندم[3] گونه‌هایی هستند که توصیه می‌شوند. گونه‌های دیگر از گیاهان تک لپه‌ای نیز ممکن است انتخاب شوند، به عنوان مثال گیاهانی که دارای اهمیت اقتصادی یا زیست بوم شناختی در نواحی مهم جهان تهیه شده که ریشه‌های این گیاهان در ماسه[4] و خاک شاهد تحت شرایط خاص رشد می‌کند. تنها گیاهانی باید انتخاب شوند که در برابر خاصیت‌های خاک آزمون و شرایط آزمون دوام بیاورند. مانند یک گونه حساس به مقدار pH پایین نمی‌تواند برای آزمایش خاک جنگل با مقدار pH پایین استفاده شود.

بذرهای پوشش یافته با حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها نباید استفاده شوند.

یادآوری- روش این آزمون همچنین می‌تواند در مورد گونه‌های گیاهی دولپه‌ای که دارای ریشه‌های مستقیم بوده و به راحتی قابل اندازه‌گیری می‌باشند استفاده شوند.

۶ مواد مورد آزمون

۶-۱ گلدان‌ها

گلدان‌ها باید استوانه‌ای و با قطر تقریبی ۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۱سانتی‌متر و دیواره‌های موازی باشد تا رشد ریشه دانه رست‌ها محدود نشده و با دیواره‌های جانبی زاویه‌دار برخورد نکنند. ته گلدان باید سوراخ باشد و با کاغذ صافی پوشانده شود.

یادآوری- زمانی که گلدان‌ها تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از خاک پر شود، به طور تقریبی گلدان‌ها حاوی ۵۰۰ گرم ماسه، ۴۰۰ گرم خاک هوا خشک و ۲۵۰ گرم خاک مصنوعی خواهند بود.

۶-۲ بستره

۶-۲-۱ خاک آزمون

برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد آزمون مانند ناهمگن بودن خاک با قطعات بزرگ یا خاک رس با ظرفیت نگه‌داری آب زیاد می‌تواند باعث اختلال در رشد طولی ریشه شود. بنابراین خاک مورد آزمون از یک الک با منفذ ۲ میلی‌متر مربع عبور داده شود تا قطعات بزرگ حذف شوند. از سوی دیگر، ذرات ریز(کمتر از ۲۰ میکرومتر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۱) نباید از ۲۰ درصد وزن خشک بیشتر باشد.

قبل از آزمون، خاک طبق استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۰۹۶۲ نگه‌داری می‌شود.

---

1 - *Hordeum vulgare L*
2 - *Avena sativa L*
3 - *Triticum aestivum L*
4 - Sand

برای هر خاک ویژگی‌های زیر باید تعیین شود:

الف- طبقه بندی بافت خاک؛

ب- pH (KCI) طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴؛

پ- محتوی آب طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۵؛

ت – ظرفیت نگه‌داری آب طبق پیوست الف؛

ث – ظرفیت تبادل کاتیونی طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۷۴؛

ج- مقدار ماده آلی طبق استاندارد بین المللی ISO 10694.

۶-۲- ۲ خاک شاهد

خاک استاندارد و خاک مرجع ممکن است هر دو به عنوان خاک شاهد استفاده شوند.

زمانی که رشد طولی ریشه در خاک‌هایی با کیفیت مشخص و نامشخص مقایسه می‌شود، خاک شاهد و خاک مورد آزمون باید از کلاس بافت مشابه‌ای برخوردار باشند و همچنین از نظر سایر جنبه‌های کاربردی به غیر از وجود ترکیبات شیمیایی و آلاینده‌ها کاملا یکسان باشند. در واقع تفاوت‌های معنی‌دار آماری در ویژگی‌های عمده خاک علاوه بر آلودگی ممکن است به تفاوت‌هایی در طول ریشه و ایجاد نتایج کاذب در آزمون منجر شود.

۶-۲- ۲-۱ خاک مرجع

اگر خاک مرجعی از یک ناحیه غیر آلوده نزدیک یک مکان آلوده شده در دسترس باشد، باید با آن مانند خاک آزمون برخورد شده و خصوصیت آن مشخص شود (طبق بند ۶-۲-۱) . اگر یک آلاینده سمی یا ویژگی‌های غیر معمول خاک قابل اندازه‌گیری نباشد، در این صورت یک خاک شاهد استاندارد ترجیح داده می‌شود.

۶-۲- ۲-۲ خاک استاندارد

خاک استاندارد باید عاری از آلودگی یا خاک طبیعی با مواد معدنی کم و یا خاک مصنوعی باشد. اگر خاک طبیعی استفاده شود محتوای ماده آلی آن نباید از ۵ درصد بیشترباشد. بخش‌های ریز (کمتر ازμm ۲۰ طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۱) نباید از ۲۰ درصد بیشتر باشد.

از طرف دیگر طبق استانداردهای بین المللی 2 و ISO 11268-1 ممکن است بدون توجه به محتوای ماده یا مواد آلی بالای آن از خاک مصنوعی استفاده شود. با این وجود محتوای مواد آلی خاک آزمون و خاک شاهد باید تا جایی که ممکن است نزدیک به هم باشند.

یادآوری ۱- خاک مصنوعی ممکن است برای اثرات کمپوست، لجن، پسماند و یا مواد شیمیایی که به صورت تعمدی به آن اضافه شده است استفاده شود.

ترکیباتی که خاک مصنوعی نامیده می‌شوند دارای ترکیبات ذکر شده در جدول ۱ هستند.

جدول۱- اجزاء خاک مصنوعی

اجزاء	درصد بیان شده بر اساس وزن خشک
پیت اسفاگنوم هوا خشک، کاملا پودر شده فاقد بقایای گیاهی قابل مشاهده	٪۱۰
خاک رس کائولینیتی دارای حداقل ۳۰ درصد از کانی کائولینیت	٪۲۰
ماسه کوارتز صنعتی(ماسه خوب پودر شده با بیش از ۵۰ درصد ذرات با اندازه بین (۰٫۲۰ mm- ۰٫۰۵ mm	٪۷۰

کربنات کلسیم (آسیاب شده، با خلوص تجزیه‌ای و قابل محاسبه) برای رساندن pH (kcl) مواد مرطوب شده تا ۰٫۵ ± ۶٫۰ مورد نیاز است (به طور معمول به مقدار بین ۰٫۳ ٪ و ۱٫۵ ٪ از جرم اجزاء خشک تشکیل دهنده).

یادآوری ۲- جهت محاسبه خواص ترکیبات غیر قطبی شدید ($\log p_{o/w} > 2$) یا یونیزه شده، ثابت شده که میزان ۵٪ برای بقاء ساختمان دلخواه خاک مصنوعی کافی می باشد. در این مورد ترکیبات با درصد نسبی زیر اصلاح شده است:
۵٪ پیت ، ۲۰٪ خاک رس ، ۷۵٪ ماسه .

خاک مصنوعی با مخلوط کردن کامل مواد سازنده خشک(جدول ۱) در یک مخلوط کننده با حجم زیاد (طبق بند ۷-۴) در آزمایشگاه آماده می‌شود. مقدار کربنات کلسیم مورد نیاز ممکن است متفاوت باشد و بستگی به خواص اجزاء مخلوط شونده دارد (در اصل پیت) و باید از طریق اندازه‌گیری نمونه‌ها بلافاصله قبل از آزمون تعیین گردد.

خاک مصنوعی مخلوط شده در دمای اتاق نگه‌داری می‌شود. برای تعیین pH و ظرفیت نگه‌داری آب، خاک مصنوعی خشک حداقل ۲ روز قبل از شروع آزمون با اضافه کردن آب دی یونیزه شده تا جایی که نیمی از ظرفیت نگه‌داری آب معادل ۵٪ ± ۷۰٪ از کل ظرفیت نگه‌داری آب را بدست آورد. نگه‌داری آب و pH (kcl) طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴ و پیوست الف، به ترتیب تعیین می‌شود. اگر pH اندازه‌گیری شده در دامنه مورد نیاز نباشد، مقدار کافی از کربنات کلسیم باید اضافه شود و یا یک ترکیب جدیدی از خاک مصنوعی آماده شود.

۶-۲- ۳ ماسه شاهد[1]

برای اثبات یکنواختی شرایط آزمایشگاه آزمون، سه گلدان پرشده با ماسه در هر یک از آزمون‌های بازدارندگی رشد ریشه اضافه می‌شود.

طول ریشه متاثر از نوع گونه و واریته‌های گیاهی استفاده شده در شرایط رشد می‌باشد. جدول ۲ مثال‌هایی را آورده است که نشان دهنده نتایج حاصل از ماسه شاهد بدست آمده با گونه پیشنهادی می‌باشد.

آزمایشگاه باید یک نمودار کنترل برای هر گونه انتخابی ایجاد کند. وقتی اطلاعات کافی در دسترس باشد(یعنی ۱۰ مقدار به دست آمده از طویل شدگی ریشه در ماسه شاهد) دامنه قابل قبول (یعنی میانگین s ۲ ± که s عبارت است از انحراف معیار استاندارد) محاسبه شده و برای تعیین این که، آیا نتایج به دست آمده از آزمون قبلی درون محدوده ۲s ± از انحراف معیار استاندارد هستند یا نه، استفاده می‌گردد. دامنه داده‌های قابل قبول با استفاده از داده‌های جدید حاصل از کنترل در محیط ماسه اصلاح می‌شود.

جدول۲- نتایج بدست آمده ماسه شاهد با سه گونه پیشنهادی

گونه‌ها	تعداد آزمون‌ها	بیشینه و کمینه مقادیر	میانگین	میانگین S ۲ ±
جو زمستانی	۱۲	۱۱۲/۷-۱۴۶/۶	۱۳۱/۹	۱۱۴/۲-۱۴۹/۷
جو دوسر	۹	۹۷/۸-۱۱۹/۰	۱۱۲/۸	۱۰۰/۴-۱۲۴/۸
گندم	۱۰	۸۴/۰-۱۰۹/۹	۹۱/۴	۷۷/۸-۱۰۵/۷

ماسه شسته شده صنعتی یا دیگر ماسه‌های خالص مشابه با توزیع اندازه ذرات به صورت زیر می‌باشد.

۱۰٪ ذرات بزرگ‌تر از ۰/۶ mm ، ۸۰٪ بین ۰/۲mm و۰/۶ mm و ۱۰٪ کوچک‌تر از ۰/۲ mm

یادآوری – همچنین ممکن است برای بهبود اثرات کمپوست، لجن، پسماند یا مواد شیمیایی که تعمدی به خاک اضافه شده است ماسه به صورت یک جایگزین برای خاک شاهد استفاده شود.

1 - Sand control

۷ وسایل

وسایل آزمایشگاهی استاندارد به شرح زیر است:

۷-۱ محفظه محیطی کنترل شده، فیتوترون، اتاق رشد گیاه یا گلخانه، که مناسب برای حفظ شرایط خاص است.

۷-۲ ترازو با درستی ۰/۱ گرم.

۷-۳ گلدان‌ها (محفظه‌های) پلی اتیلن (۱۸ cm - ۳۶ cm).

۷-۴ مخلوط کن با مقیاس بزرگ آزمایشگاهی، برای آماده سازی خاک مصنوعی.

۷-۵ الک استیل با منافذ۲ mm .

۸ مواد مرجع

توصیه می‌شود که یک آزمون به طور منظم با ماده شیمیایی مرجع انجام شود تا اینکه یکنواختی شرایط آزمون را اثبات کند. سولفات نیکل[1] و اسید بوریک[2] مواد مرجع مناسبی هستند. داده‌های مرجع در پیوست‌های ب و پ ذکر شده است.

۹ دستورالعمل

۹-۱ طراحی آزمایش بر اساس هدف مطالعه

طراحی آزمایش یک آزمون محدود (مانند مقایسه کیفیت خاک شناخته شده و شناخته نشده، پخش شدن فاضلاب در زمین زراعی) یا یک آزمون کامل است(برآورد رابطه غلظت پاسخ). یک آزمون مقدماتی ممکن است برای تعیین دامنه نسبت‌های مخلوط که بر طول رشد ریشه تاثیر می‌گذارد، اجرا شود. آزمون مقدماتی بدون در نظر گرفتن تکرار انجام می‌شود.

آزمون کامل، حداقل ۵ آزمون مخلوط را مقایسه می‌کند یا غلظت‌های انتخابی درون یک سری هندسی با یک فاکتور مجزا کننده که بیشتر از ۲ نباشد.

گلدان‌های حاوی ماسه، خاک شاهد، خاک مورد آزمون و یا مخوط‌های آزمون شونده شامل (خاک، کمپوست، لجن، پسماند یا مواد شیمیایی) با سه بار تکرار انجام شود.

برای آزمون‌های محدود پیشنهاد می‌شود تعداد تکرارهای واحدهای آزمایشی افزایش یابد تا تجزیه و تحلیل‌های آماری به درستی صورت گیرد.

---

1 - $NiSO_4 .6H_2O$
2 – H_3BO_3

۹-۲ آماده سازی گلدان‌ها

با توجه به ماهیت مواد آزمون، مخلوط‌های آزمون طبق پیوست ت (مواد شیمیایی) و پیوست ث (کمپوست، لجن، پسماند) آماده می‌گردد.

ظروف آزمون با ماسه، خاک آزمون، خاک شاهد یا مخلوط‌های آزمون تا ۱۰mm -۵mm سطح ظرف پر می‌شود. تمام گلدان‌های هر تیمار باید حجم مشابهی از خاک را در خود داشته باشند. خاک نباید بیش از حد فشرده شود.

ماسه، خاک آزمون، خاک شاهد یا مخلوط‌های آزمون با آب دوبار تقطیر تا میزان ۵٪ ± ۷۰٪ از ظرفیت نگه‌داری آب تعیین شده طبق پیوست الف باید خیس شوند.

pH (KCL) برای هر تیمار روش طبق استاندارد بین المللی ISO 10930 (یک ظرف آزمون از هر تیمار) اندازه‌گیری می‌شود.

۹-۳ جوانه زنی مقدماتی بذرها

بذرها را درون ظرف پتری جوانه‌دار نمایید. می‌توانید بذرها را روی یک کاغذ صافی که با آب دوبار تقطیر مرطوب شده، قرار دهید و صبر کنید تا ریشه چه‌ها ظاهر گردند.

- برای گیاه جو، به طور معمول بین ۳۶ تا ۴۸ ساعت در دمای $^{\circ}$C ۲۰ در تاریکی.
- برای جو دوسر، به طور معمول بین ۴۸ تا ۷۲ ساعت در دمای $^{\circ}$C ۲۰ در تاریکی.
- برای گندم، به طور معمول بین ۴۸ تا ۶۰ ساعت در دمای $^{\circ}$C ۲۰ در تاریکی.

یادآوری – فواصل زمانی داده شده در بالا معیارهای مشاهده‌ای هستند. این فاصله‌های زمانی تنها برای تعداد محدودی از واریته‌های هرگونه محاسبه و گزارش شده است. مدت زمان بهینه جوانه زنی می‌تواند متاثر از نوع واریته استفاده شده و تراکم بذر درون ظرف پتری باشد.

زمانی که طول ریشه‌چه به کمتر از ۲mm رسید، در هرگلدان شش بذر گیاه در عمق تقریبا ۱۰mm پایین‌تر از سطح خاک مورد آزمایش بکارید.

۹-۴ شرایط رشد

گلدان‌ها در یک اتاق رشد تحت کنترل قرار می‌گیرند(طبق بند ۷-۱).

جدول۳- شرایط مناسب برای رشد گونه‌های تک لپه‌ای

شرایط	روز	شب
دوره روشنایی (ساعت)	۱۲ تا ۱۶	۸ تا ۱۲
شدت نور (حداقل)	۲۵۰۰ lx	-
درجه حرارت (°C)	۲۰± ۲	۱۶ ± ۲
رطوبت موجود (درصد وزنی) (٪ Cw)	۷۰± ۵	۷۰± ۵

در طول دوره آزمون می‌بایست درصد ثابتی از رطوبت را در واحدهای آزمایشی ایجاد نمود. این موضوع اثبات شده است که با قرارگیری ظروف درکیسه‌های پلی‌اتیلن (۳٪) اجازه می‌دهد این نیازها بدون آبیاری اضافی تحقق یابد.

به دلیل جلوگیری از هرگونه اثرات ناهماهنگ نوردهی و دما روی رشد گیاهان موردآزمون، قرار گرفتن ظروف آزمون در اتاق رشد می بایست به صورت کاملا تصادفی انجام شود.

یادآوری – برای خاک‌های رسی، ممکن است کاهش رطوبت خاک ضروری باشد.

۹-۵ مدت زمان آزمون

گلدان‌ها به مدت ۴ روز در شرایطی طبق بند ۹-۴ نگه‌داری می‌شوند.

یادآوری – برای گونه‌های گیاهی دو لپه‌ای ممکن است نیاز باشد تا اصلاحاتی در زمان لازم برای رشد ایجاد گردد.

۹-۶ اندازه گیری ها

بعد از دوره رشد، گیاه را همراه با خاک از گلدان با احتیاط خارج نموده، گیاهان را از خاک جدا کنید(طبق پیوست ج). هرگیاه را شستشو دهید و بلندترین ریشه با دقت ۰/۵ mm اندازه بگیرید.

طول ریشه باید از نقطه اتصال بین لپه و ریشه تا نوک ریشه اندازه‌گیری شود.

ارتفاع ساقه ممکن است همزمان با طول ریشه اندازه‌گیری شود تا داده‌های اضافی و تاییدی تهیه شود.

یادآوری- گیاهان می‌توانند به آسانی از خاک‌های متراکم جدا شوند که این کار با قراردادن گلدان در یک سینی که آب به آن اضافه می‌شود صورت گیرد (لایه‌ای با ضخامت حدودcm ۵).

در پایان آزمون برای هر تیمار، (KCL) pH را طبق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴ اندازه‌گیری می‌شود.

۱۰ بیان نتایج و داده‌ها

در هر گیاه طول بلندترین ریشه اندازه‌گیری شده و میانگین طول بلندترین ریشه برای هر یک از تیمارهای آزمایشی (ماسه شاهد، خاک شاهد، مخلوط خاک‌ها و یا خاک آزمون رقیق نشده) تعیین گردد. داده‌ها در فرم جدولی تنظیم شود.

میانگین طول‌های ریشه مخلوط‌های مورد آزمون یا خاک آزمون رقیق نشده را با گلدان‌های شاهد مقایسه کنید. در ابتدا باید یک تجزیه آماری جهت اطمینان از یکنواختی واریانس‌ها انجام شود. با استفاده از داده‌های یکنواخت، یک تجزیه آماری مناسب (مانند آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA) و سپس آزمون دانت (α =۰٫۵) باید روی داده‌ها اعمال شود. درصورتی که همگنی مورد نیاز داده‌ها برآورده نشد، باید روش‌های تبدیل داده‌ها جهت حصول یکنواختی داده‌ها و حل مشکل مورد ارزیابی قرار گیرد. در غیر این صورت می‌توان از روش‌های غیر پارامتریک استفاده کرد.

اگر آزمون انجام شده محدود بوده و پیش فرض‌های لازم (نرمال بودن، یکنواختی) داده‌ها جهت انجام روش پارامتریک محقق شود، باید از آزمون‌های Student-t-test یا Mann-whitney-U-test استفاده شود.

هنگام انجام آزمون کامل، در صورت مشاهده ارتباط واضح بین مقادیر پاسخ‌های ایجاد شده می‌توان EC (۱۰، ۲۰، ۵۰) را محاسبه نمود. برای محاسبه EC (۱۰، ۲۰، ۵۰) با ضریب اطمینان (P = ۰٫۹۵) می‌توان از هر روش آماری مناسب و طبق استاندارد بین المللی ISO/TS 20281 استفاده شود.

۱۱ معیارهای اعتبار

نتایج حاصله در صورتی معتبر خواهند بود که شرایط زیر برقرار باشد:

- طول ریشه گونه‌های انتخابی در ماسه شاهد از رشد نرمال برخوردار بوده و به محدوده ارائه شده در بند ۶-۲-۳ نزدیک باشد.
- میانگین طول بلندترین ریشه در محدوده میانگین بدست آمده با سویه انتخابی با انحراف معیار ۲s ± باشد.
- ضریب انحرافات طول ریشه در ماسه شاهدکمتر از ۲۰ ٪ باشد.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید دارای آگاهی‌های زیر باشد:

الف - ارجاع به این استاندارد ملی؛

ب – توصیف کلی از طراحی آزمایش و روش انجام آزمون؛

پ – گونه‌های گیاه آزمون (تنوع، منبع)؛

ت - تاریخ، مکان و شرح نمونه برداری؛

ث – شرایط محیطی آزمون(درجه حرارت، طول دوره روشنایی، شدت نور و غیره)؛

ج – ویژگی‌های خاک آزمون(در صورت مناسب بودن)؛

چ – ویژگی‌های مواد آزمون: کمپوست، لجن، پسماند (اگر مناسب باشد)؛

ح – ویژگی‌های ماسه؛

خ- ویژگی‌های خاک شاهد؛

د- طول درازترین ریشه در گیاه در گلدان‌های حاوی:

۱- ماسه؛

۲- خاک شاهد؛

۳- نمونه آزمون؛

۴- مخلوط های آزمون؛

ذ - ارتفاع ساقه (اگر اندازه‌گیری شود)؛

ر - هرگونه اثرات دیگر مشاهده شده؛

ز - هرگونه انحراف مشاهده شده از روش‌های آزمون این استاندارد؛

ژ- نتایج آزمون(به صورت جدول) شامل تیمار، تعداد تکرار و طول درازترین ریشه هر گیاه نشان دهنده این است که آیا بازدارندگی رشد از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد یا خیر و یا سطح معنی دار بودن هر نوع بازدارندگی رشد مشاهده می‌گردد؛

س - تاریخ آزمون.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

روش‌های پیشنهادی برای اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب در خاک

یک لوله را با حجم مشخص با منفذی که توسط کاغذ صافی پوشانده شده و دارای کلاهک است از خاک پر کنید.

لوله را در یک وان آب در دمای اتاق (با سطح آب زیر قسمت بالایی لوله) به مدت ۲ ساعت غوطه‌ور کنید. و سپس آن را پایین‌تر یعنی زیر سطح آب برای حداقل ۱ ساعت نگه دارید. لوله را در یک سینی مرطوب حاوی ماسه نرم شده قرار دهید تا برای ۲ ساعت آب اضافی از آن خارج شود. نمونه را وزن کنید و آن را تا رسیدن به جرم ثابت در دمای $105\ ^{\circ}C$ خشک کنید.

ظرفیت نگه‌داری آب ، C_w ، به عنوان درصد از جرم خشک محاسبه می‌شود، که با کمک فرمول (۱) انجام می‌شود:

$$C_w = \frac{m_s - m_t - m_d}{m_d} \times 100 \qquad (۱)$$

m_s جرم خاکی که با آب اشباع شده است، به اضافه جرم لوله و جرم کاغذ صافی.

m_t جرم خالص (جرم لوله و جرم کاغذ صافی).

m_d جرم خشک خاک است (جرم لوله با خاک خشک و کاغذ فیلتر).

پیوست ب

(اطلاعاتی)

نتایج آزمون اجرا شده بر روی مواد مرجع

ب – ۱ سولفات نیکل

گونه ها	بستره	مدت زمان آزمون	مقدار EC_{50} mg/kg . به عنوان Ni^{2+}
گیاه جو زمستانی	ماسه	۴ روز	۱٫۰۱ (۰٫۷۰ – ۱٫۴۵) ۲٫۳۲ (۱٫۸۷ – ۲٫۸۸)
		۵ روز	۲٫۳۴ (۱٫۰۱ – ۵٫۴۲) ۰٫۸۱ (۰٫۶۰ – ۱٫۱۰) ۱٫۶۵ (۱٫۱۲ – ۲٫۴۵) ۱٫۲۱ (۱٫۰۵ – ۱٫۴۰) ۲٫۱۷ (۱٫۹۷ – ۲٫۴۴) ۱٫۵۰ (۱٫۰۴ – ۲٫۱۶) ۱٫۳۳ (۱٫۲۱ – ۱٫۴۷)
جو دو سر	ماسه	۴ روز	۱٫۸۶ (۱٫۴۳ – ۱٫۴۳)

ب – ۱ اسید بوریک

گونه ها	بستره	مدت زمان آزمون	مقدار EC_{50} mg/kg
گیاه جو زمستانی	ماسه	۴ روز	۶۲٫۳ (۵۵٫۸ – ۶۹٫۹) ۷۰٫۳ (۶۳٫۲ – ۷۸٫۷) ۶۱٫۹ (۵۴٫۹ – ۷۰٫۲)
جو دوسر	خاک مصنوعی	۴ روز	۴۴۹٫۲ (۴۰۵٫۷ – ۵۰۵٫۳) ۲۵۵٫۰ (۱۴۸٫۱ – ۴۴۰٫۳)
		۵ روز	۳۶۵٫۴ (۳۲۲٫۸ – ۴۱۲٫۲)
گندم	ماسه	۴ روز	۵۷٫۵ (۵۰٫۵ – ۶۵٫۵) ۶۳٫۰ (۴۴٫۰ – ۹۰٫۵) ۵۷٫۸ (۴۸٫۸ – ۶۷٫۱)
	خاک مصنوعی	۴ روز	۲۸۱٫۵ (۱۶۶٫۰ – ۴۷۹) ۲۹۴٫۰ (۲۱۶٫۷ – ۳۹۹٫۶)
		۵ روز	۲۷۸٫۱ (۲۱۱٫۷ – ۳۶۵٫۳) ۴۸۷٫۵ (۴۳۸٫۴ – ۵۵۲٫۴)

پیوست پ

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از نتایج بدست آمده با اسید بوریک که از ماسه به عنوان بستره استفاده شده است

جدول پ – ۱ طول بلندترین ریشه در همه تکرارهای هر شرایط آزمون اندازه‌گیری شده است

غلظت اسید بوریک mg/kg	طول ریشه (جوزمستانی) mm						میانگین طول mm
شاهد	۱۳۴	۱۲۶	۱۳۵	۱۲۵	۱۲۷	۱۳۷	
	۱۲۲	۱۳۷	۱۳۵	۱۳۵	۱۴۰	۱۳۶	
	۱۴۰	۱۳۸	۱۴۱	۱۶۵	۱۳۱	۱۴۵	
							۱۳۶/۱
۱۰/۰	۱۴۶	۱۳۰	۱۳۱	۱۳۰	۱۲۷	۱۲۵	
	۱۳۷	۱۳۷	۱۱۶	۱۱۱	۱۳۱	۱۳۲	
	۱۳۱	۱۲۲	۱۳۷	۱۱۹	۱۳۷	۱۲۲	
							۱۲۸/۹
۱۸/۰	۱۲۲	۱۱۷	۱۱۶	۱۰۹	۱۳۱	۱۴۰	
	۱۰۵	۱۳۵	۱۱۵	۱۱۷	۱۲۲	۱۱۸	
	۱۲۵	۱۰۰	۱۰۱	۱۱۹	۱۲۷	۱۲۰	
							۱۱۸/۹
۳۲/۴	۱۱۰	۱۱۲	۱۰۹	۱۰۹	۱۱۵	۱۰۷	
	۱۱۶	۹۴	۱۱۰	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۷	
	۱۰۲	۹۶	۱۰۴	۱۰۱	۱۱۵	۱۰۹	
							۱۰۶/۹
۵۸/۳	۷۹	۷۴	۶۹	۵۵	۷۲	۷۶	
	۷۶	۷۸	۷۵	۸۰	۷۸	۸۱	
	۷۵	۸۲	۷۶	۸۳	۶۷	۷۹	
							۷۵/۸
۱۰۵/۰	۳۷	۳۷	۴۰	۳۸	۳۹	۴۴	
	۳۵	۳۵	۴۲	۳۶	۳۶	۳۸	
	۳۶	۳۹	۳۴	۳۵	۳۵	۳۷	
							۳۷/۴
۱۸۹/۰	۱۵	۱۶	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	
	۱۶	۱۵	۱۵	۱۵	۱۶	۱۶	
	۱۵	۱۹	۱۶	۱۹	۱۶	۱۷	
							۱۶/۳

بر اساس این نتایج، EC_{50} (۴ روز) ۶۱/۹ mg/kg (۲ و ۷۰ – ۹ و ۵۴) محاسبه شده است.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

روش‌های پیشنهادی برای افزودن مواد شیمیایی به خاک‌ها

ت – ۱ مواد شیمیایی محلول در آب

مقدار مورد نیاز از مواد مورد آزمون را در آب دوبار تقطیر حل کنید تا به غلظت مورد نظر برسد (آب استفاده شده برای مرطوب کردن خاک). آن را با خاکی که کمی مرطوب است به طور کامل مخلوط کنید.

مخلوط مورد آزمون را با آب دوبار تقطیر مرطوب نمایید تا ۵٪ ± ۷۰ ٪ از ظرفیت کل نگه‌داری آب تعیین شده طبق پیوست الف را بدست آورد.

ت – ۲ مواد شیمیایی غیر محلول در آب ولی محلول در حلال های آلی

در یک حلال تصعید شونده (مانند متانول یا استون) مقداری از مواد آزمون را حل کنید تا به غلظت مورد نظر دست یابید و سپس آن را با یک قسمت از ماسه (۱۰ گرم الی ۵۰ گرم) به صورت کامل مخلوط کنید (طبق بند۶-۲). سپس مخلوط آماده شده را در زیر هود آزمایشگاهی قرار دهید تا حلال استفاده شده متصاعد شود.

بعد از متصاعد شدن حلال، ماسه به طور کامل با خاک مخلوط می‌شود و با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر، رطوبت آن به میزان ۵٪ ± ۷۰ ٪ ظرفیت نگه‌داری آب رسانیده شود.

ت-۳ مواد غیر محلول در آب و حلال‌های آلی

برای مواد غیر محلول در حلال‌های فرار، مخلوطی از ماسه کوارتز صنعتی (به نسبت ۱۰ گرم به ۵۰ گرم) و مقدار مورد نظر از ترکیب مورد آزمایش را تا رسیدن به غلطت مورد نظر، مخلوط کنید. مخلوط را به ظرف شیشه‌ای پر شده از خاک انتقال داده و خوب با هم مخلوط کنید. آب دی یونیزه اضافه کنید تا ۵٪ ± ۷۰ ٪ از ظرفیت کل نگه‌داری آب تعیین شده بدست آید.

پیوست ث

(اطلاعاتی)

روش‌های پیشنهادی برای افزودن کمپوست، لجن و پسماند به خاک

ث – ۱ کلیات

آماده‌سازی مخلوط‌های آزمون مطابق مواد تشکیل دهنده برای آزمودن متفاوت است. روش‌های مختلف آماده‌سازی در زیر شرح داده شده‌اند. اندازه ذرات مواد تشکیل دهنده در ابتدا یا بعد از اعمال تیمار اولیه، باید کمتر از ۲ mm باشد.

با توجه به اهداف آزمون، برای تعیین اثرات کمپوست، لجن و پسماند می‌توان از ماسه به جای خاک استفاده کرد. به خصوص هنگام مقایسه خواص سم شناسی محیطی ترکیبات مختلف این اثر آشکارتر خواهد بود.

از طرف دیگر، در مناطق و محیط‌های مشخص استفاده از ماسه جهت بررسی اثرات کمپوست، لجن و پسماند وارد شده به اراضی توصیه نمی‌گردد.

ث – ۲ مواد جامد

روش‌های مختلف می‌توانند برای معرفی مواد آزمون در خاک به کار روند. چندین عامل مانند ویژگی فیزیکی مقادیر مورد آزمون بر روی انتخاب روش معرفی تاثیر می‌گذارند. روش‌های زیر توصیه می‌شود:

- برای مقادیر کوچک معرفی مواد آزمون درون آب (یا درون قسمتی از آب) برای خیس شدن خاک ضروری است، سپس به طور کامل این شناور با خاک مخلوط می‌شود.
- برای مقادیر کوچک، اضافه کردن مواد آزمون به آب (یا به بخشی از آب) که برای خیس شدن خاک استفاده می‌شود، سپس این سوسپانسیون به طور کامل با خاک مخلوط می‌گردد.
- برای مقادیر بزرگ، مواد آزمون را به طور کامل با خاک از پیش مرطوب شده مخلوط کنید.
- برای مواد آب‌گریز، مواد آزمون را به طور کامل با خاک مخلوط کنید، سپس آب لازم برای خیس کردن مخلوط را اضافه کنید.

ث – ۳ پسماند مایع آب گریز با آب

مواد مورد آزمون را به آب (یا به بخشی از آب) اضافه کنید که برای مرطوب کردن خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس این سوسپانسیون را با خاک به طور کامل مخلوط کنید.

حجم پس ماند مایع برای اضافه شدن می‌بایست به میزان ۵٪ ± ۷۰ ٪ از ظرفیت نگه‌داری آب تهیه شده باشد.

ث – ۴ پسماند مایع حل ناپذیر با آب

روش‌های زیر توصیه می‌شود:

- برای مقادیر کوچک

با روش پراکندگی اولتراسونیک، مواد آزمون را به آب (یا قسمتی از آب) مورد نیاز برای خیس کردن خاک اضافه شود، سپس به طور کامل این سوسپانسیون را با محیط رقیق شده مخلوط کنید، مخلوطی تهیه کنید از ماسه و مقداری از مواد مورد آزمون تا مقدار نهایی آن را به حجم مورد نظر برسد (به نسبت g ۱۰ ماسه به ازای هر کیلوگرم از خاک که به طور معمول پیشنهاد شده است)، آن را به طور کامل با خاک مخلوط کنید و سپس آب مورد نیاز را برای مرطوب کردن مخلوط به آن اضافه کنید.

- برای مقادیر بزرگ:

مواد آزمون را یک جا با خاک از پیش مرطوب شده کاملا مخلوط کنید، یا بخشی از ماده مورد آزمون را با خاک کاملا مخوط کرده و سپس آب مورد نیاز برای مرطوب کردن خاک را به آن اضافه کنید.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

مثالی از دانه رست جو زمستانی که در پایان آزمون بعد از برداشت از خاک مصنوعی جمع آوری شده است

۱

راهنما:

۱ ماسه شاهد[1]

شکل ۱- دانه رست جو زمستانی که در پایان آزمون بعد از خاک مصنوعی جمع آوری شده

1 -Sand control