



سیستم مدیریت ایزو  
www.isomanagement.ir

تماس تلفنی جهت دریافت مشاوره:

۱. مشاور دفتر تهران (آقای محسن ممیز)

☎ ۰۹۱۲ ۹۶۳ ۹۳۳۶

۲. مشاور دفتر اصفهان (سرکار خانم لیلا ممیز)

☎ ۰۹۱۳ ۳۲۲ ۸۲۵۹

مجموعه سیستم مدیریت ایزو با هدف بهبود مستمر عملکرد خود و افزایش رضایت مشتریان سعی بر آن داشته، کلیه استانداردهای ملی و بین المللی را در فضای مجازی نشر داده و اطلاع رسانی کند، که تمام مردم ایران از حقوق اولیه شهروندی خود آگاهی لازم را کسب نمایند و از طرف دیگر کلیه مراکز و کارخانه جات بتوانند به راحتی به استانداردهای مورد نیاز دسترسی داشته باشند.

این موسسه اعلام می دارد در کلیه گرایشهای سیستم های بین المللی ISO پیشگام بوده و کلیه مشاوره های ایزو به صورت رایگان و صدور گواهینامه ها تحت اعتبارات بین المللی سازمان جهانی IAF و تامین صلاحیت ایران می باشد.

هم اکنون سیستم خود را با معیارهای جهانی سازگار کنید...





جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۹۳۸۱  
تجدید نظر اول  
۱۳۹۷

INSO  
9381  
1st. Revision  
2019

Identical with  
ASTM D3375:  
2018

مواد مبادله کننده یونی - تعیین ظرفیت ستون  
با بستر مخلوط ریزدانه - روش آزمون

**Ion exchange materials - Determination  
of column capacity of particulate mixed  
bed - Test method**

ICS: 71.100.40

استاندارد ملی ایران شماره ۹۳۸۱ (تجدیدنظر اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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 تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مواد مبادله‌کننده یونی - تعیین ظرفیت ستون با بستر مخلوط ریزدانه - روش آزمون»

### رئیس:

آریانسب، فزه  
(دکتری شیمی آلی)

### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی - پژوهشکده شیمی و پتروشیمی پژوهشگاه  
استاندارد

### دبیر:

افتخاری دافچاهی، سمیه  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

کارشناس استاندارد - شرکت رویان پژوهان سینا

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسمعیلی طارمسری، معصومه  
(دکتری شیمی فیزیک)

کارشناس - شرکت رویان پژوهان سینا

حکمتیان، علی اصغر  
(کارشناسی شیمی)

کارشناس - شرکت نگین طیف پارس

ردائی، احسان  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

سرپرست اداره امور آزمایشگاه‌ها - اداره کل استاندارد همدان

شیخی صارم، رویا  
(دکتری شیمی معدنی)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت رنگ پیام غرب

صنعتگر دلشاد، الهام  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

کارشناس - شرکت رویان پژوهان سینا

صیافی، سید محمد  
(کارشناسی شیمی)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت پالایش الموت آبادان

فراهانچی، مجتبی  
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

کارشناس - پارک علم و فناوری همدان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

فرهادی، ذکریا

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

موسوی داویجانی، پروین

(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

نجفی، امیر

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

هاشمی، مهدی

(دکتری شیمی تجزیه)

سمت و/یا محل اشتغال:

مدیر کنترل کیفیت - شرکت فراپل جم

کارشناس - آزمایشگاه شیمی تجزیه راک

مدیر کیفی - آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک همدان

عضو هیئت علمی - دانشگاه بوعلی سینا همدان

ویراستار:

ردائی، احسان

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

سرپرست اداره امور آزمایشگاه‌ها - اداره کل استاندارد همدان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ اهمیت و کاربرد
۳	۶ وسایل
۵	۷ مواد و/یا واکنشگرها
۷	۸ نمونه‌برداری
۷	۹ روش اجرای آزمون
۸	۱۰ روش محاسبه
۹	۱۱ گزارش آزمون
۹	۱۲ دقت و اریبی
۱۰	۱۳ کنترل کیفیت

## پیش‌گفتار

استاندارد «مواد مبادله‌کننده یونی - تعیین ظرفیت ستون با بستر مخلوط ریزدانه - روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۸۶ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک‌هزار و ششصد و شصت و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۹۳۸۱: سال ۱۳۸۶ می‌شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D3375: 2018, Standard Test Method for Column Capacity of Particulate Mixed Bed Ion Exchange Materials



## مواد مبادله‌کننده یونی - تعیین ظرفیت ستون با بستر مخلوط ریزدانه - روش آزمون

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین عملکرد مواد مبادله‌کننده یونی با بستر مخلوط ریزدانه به شکل بازیابی شده می‌باشد که برای تولید آب یون‌زدایی استفاده می‌شود. این استاندارد برای آزمون مواد بستر مخلوط استفاده نشده و نمونه‌هایی از مواد بازیابی شده در بستر مخلوط از واحدهای عملکردی کاربرد دارد.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مرجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

#### 2-1 ASTM D1125, Test Methods for Electrical Conductivity and Resistivity of Water

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۷۶: سال ۱۳۸۳، کیفیت آب - تعیین هدایت الکتریکی، با استفاده از استاندارد چندین منبع تدوین شده است.

#### 2-2 ASTM D1129, Terminology Relating to Water

#### 2-3 ASTM D1193, Specification for Reagent Water

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: سال ۱۳۸۱، آب - مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 3696: 1987 تدوین شده است.

#### 2-4 ASTM D1293, Test Methods for pH of Water

#### 2-5 ASTM D1782, Test Methods for Operating Performance of Particulate Cation-Exchange Materials

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۲۷۳: سال ۱۳۹۱، کیفیت آب - تعیین کارایی عملکرد مواد مبادله‌کننده کاتیونی ریزدانه، با استفاده از استاندارد ASTM D1782: 2009 تدوین شده است.

## 2-6 ASTM D2687, Practices for Sampling Particulate Ion-Exchange Materials

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۶۰: سال ۱۳۹۱، کیفیت آب - نمونه برداری از مواد مبادله کننده یونی ریزدانه، با استفاده از استاندارد ASTM D2687: 2007 تدوین شده است.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱ در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM D1129، به کار می رود.

### ۴ اصول آزمون

۴-۱ این روش آزمون شامل تخلیه<sup>۱</sup> ستون مواد مبادله کننده یونی با بستر مخلوط به شکل بازیابی شده با محلول شویشی با حجم و ترکیب معین، تا رسیدن به نقطه پایانی مشخص، می باشد.

### ۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ این روش آزمون را می توان جهت ارزیابی مواد مبادله کننده یونی استفاده نشده در بستر مخلوط، برای انطباق با ویژگی ها، مورد استفاده قرار داد. هنگامی که می توان نمونه معرف بستر مخلوط را از واحد عملکردی تهیه کرد، با مقایسه داده های یکسان به دست آمده با مواد جدید، از همان بهره های تولید یا نمونه های نگه داری شده از فرآورده های در محل، می توان از این روش آزمون جهت ارزیابی بازده بازیابی<sup>۲</sup> استفاده کرد.

۵-۲ در این روش آزمون امکان محاسبه ظرفیت برحسب حجم آب تصفیه شده به میزان هدایت الکتریکی در نقطه پایانی، وجود دارد.

۵-۳ همچنین در این روش آزمون، فرض می شود که مواد مبادله کننده کاتیونی با یک اسید به شکل هیدروژنی و مواد مبادله کننده آنیونی با یک قلیا، به شکل هیدروکسید یا به شکل باز آزاد، بازیابی می شوند. در کاربردهای معین ممکن است با مواد مبادله کننده کاتیونی به شکل پتاسیمی، آمونیمی یا سایر شکل های تک ظرفیتی مواجه شد. چنین موادی را می توان با استفاده از روش های آزمون ارائه شده در استاندارد ASTM D1782 آزمون کرد.

۵-۴ در اغلب موارد، فرآورده مورد آزمون به درستی مخلوط خواهد شد و حاوی نسبت صحیحی از مواد مبادله کننده آنیونی یا کاتیونی است. به هر حال، در صورتی که pH و همچنین هدایت الکتریکی پساب خروجی اندازه گیری شود، این استاندارد مشخص می کند که کدام نوع از اجزاء به مقدار اضافی وجود دارد.

---

1- Exhaust  
2- Regeneration

وجود اسید در پساب خروجی، نشانگر افزایش گروه‌های مبادله‌کننده کاتیونی بازیابی شده و وجود مقادیر بالای قلیا در پساب خروجی، نشانگر افزایش گروه‌های مبادله‌کننده آنیونی بازیابی شده است. در چنین مواردی، حجم‌هایی که از شستشوی معکوس نهایی دو جزء به دست می‌آیند، نشان می‌دهد که این عدم تعادل ناشی از بازیابی نامناسب است یا از نسبت نادرست دو جزء می‌باشد. باید توجه داشت که همه واحدها با نسبت‌های متعادلی از مواد مبادله‌کننده آنیونی و کاتیونی بارگذاری نمی‌شوند. بنابراین در صورت امکان، توصیه می‌شود یک نمونه مستعمل در مقایسه با نمونه استفاده نشده مورد ارزیابی قرار گیرد.

۵-۵ این روش آزمون برای محاسبه ظرفیت بر اساس وزن مرطوب یا مقدار حجم می‌باشد. اگرچه این مواد به طور معمول به صورت واحد حجمی خرید و فروش می‌شوند، اما در واقع بر اساس وزن مرطوب بسته‌بندی می‌شوند. بنابراین تعیین ظرفیت بر اساس وزن مرطوب مستقیماً با مقدار ماده داده شده در محموله ارتباط دارد.

۵-۶ محاسبه ظرفیت حجمی بر اساس ظرفیت حجم جداگانه از اجزای ستون پس از شستشوی معکوس و ته‌نشینی مجدد بستر می‌باشد. این حجم به این دلیل انتخاب می‌شود که تجدیدپذیری نتایج در نمونه‌برداری از رزین‌های بازیابی شده در ستون‌هایی با قطر کم، اگر غیرممکن نباشد، قضاوتی بسیار مشکل است.

۵-۷ این روش برای آزمون کارتریج‌های رزینی بستر مخلوط استفاده می‌شود. در چنین مواردی، به منظور جبران حجم تقریبی رزین در آزمایش<sup>۱</sup>، سرعت جریان آب آزمون و تکرار نمونه‌برداری برای حجم رزین برداشتی باید متغیر باشد. برای انجام آزمون، حجم تقریبی ۳۳۰ ml از رزین موردنیاز می‌باشد.

## ۶ وسایل

۱-۶ وسیله آزمون<sup>۲</sup>، (به شکل ۱ مراجعه شود). وسیله آزمون شامل قسمت‌های زیر است:

۱-۱-۶ ستون، شفاف، با قطر داخلی  $(2.5 \pm 0.25)$  cm و طول تقریبی ۱۵۰ cm. انتهای ستون باید بسته و دارای یک خروجی با قطر داخلی تقریبی ۶ mm باشد. در بالا و پایین ستون، اتصالات باید به نحوی باشند که محلول‌های شرح داده شده در زیربند ۴-۷ به راحتی خارج یا وارد شوند. وسایل مناسبی برای اندازه‌گیری و تنظیم جریان باید وجود داشته باشد. نگه‌دارنده برای نمونه باید به نحوی طراحی شود که فاصله نمونه تا خروجی ستون حداقل ۵ cm باشد. ستون را به نحوی کالیبره کنید تا حجم موردنیاز برای روش آزمون به راحتی خوانده شود. تمامی اندازه‌گیری‌های کالیبراسیون را در دمای  $(25 \pm 5)^\circ C$  انجام دهید.

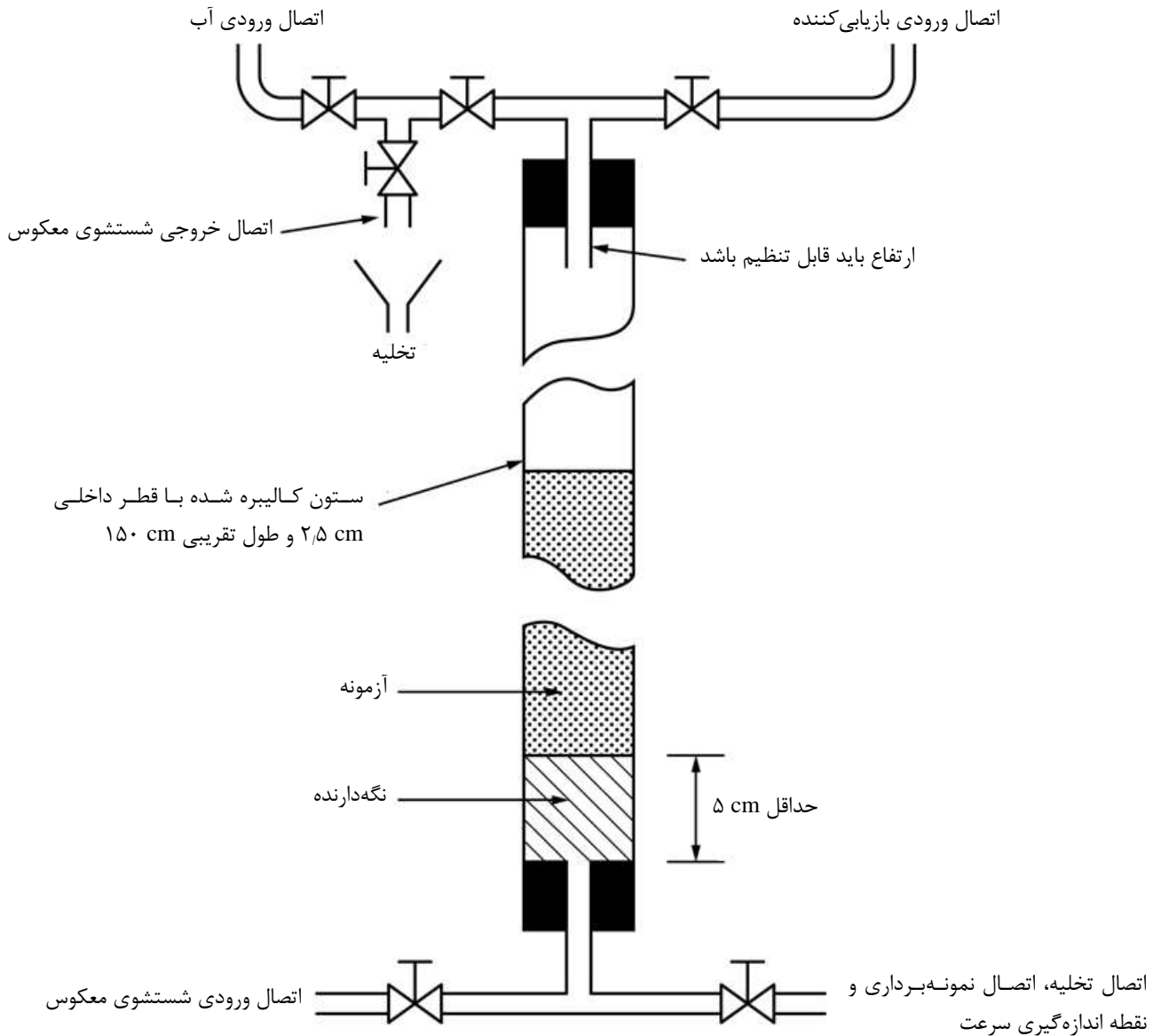
۲-۱-۶ نگه‌دارنده نمونه، باید به نحوی طراحی شود که فاصله نمونه تا خروجی ستون حداقل ۵ cm باشد. از بسترهای نگه‌دارنده پیشنهادی شامل بسترهای کوارتزی، شنی، دانه‌های شیشه‌ای یا مواد دیگر با

1- Test sample  
2- Test Assembly

قطر ۱٫۵ mm تا ۳٫۵ mm، که غیرقابل حل در واکنشگرهای مورد استفاده باشند و بر روی یک غربال مقاوم به خوردگی قرار گرفته‌اند، استفاده می‌شود.

۲-۶ سلول‌های اندازه‌گیری جریان و هدایت بر خط، مطابق با استاندارد ASTM D1125. یک ثبات پیوسته توصیه می‌شود.

۳-۶ pH متر، همراه با الکترودها مطابق با استاندارد ASTM D1293. یک ثبات پیوسته توصیه می‌شود.



شکل ۱- آرایش نوعی وسایل برای آزمون کارایی مواد تبادل یونی

## ۷ مواد و/یا واکنشگرها

۷-۱ خلوص واکنشگرها، در طول تجزیه، فقط از واکنشگرهایی با خلوص تجزیه‌ای استفاده کنید، مگر اینکه نوع دیگری مشخص شده باشد. موادی با خلوص دیگر نیز ممکن است استفاده شوند، مشروط بر آنکه ابتدا معلوم شود که این مواد دارای خلوص کافی هستند تا کاربرد آن‌ها، بدون کاهش صحت اندازه‌گیری‌ها مجاز گردد.

۷-۲ خلوص آب، در طول تجزیه، به غیر از موارد مشخص شده، از آب درجه I یا II مطابق با ویژگی‌های استاندارد ASTM D1193، همراه با الزامات بیشتر که در آن غلظت سیلیس کمتر از ۰/۱ mg/l باشد، استفاده می‌شود.

۷-۳ محلول آمونیم هیدروکسید (۱۹±۱)، به دقت ۵۰ ml آمونیم هیدروکسید غلیظ (NH<sub>4</sub>OH با وزن مخصوص ۰/۹۰) را تا حجم ۵۰۰ ml با آب رقیق کنید و به طور مداوم هم بزنید. سپس تا دمای (۲۵±۵) °C خنک کرده و تا حجم یک لیتر با آب رقیق و به خوبی مخلوط کنید.

۷-۴ آب آزمون مبادله‌کننده یونی، D (۱۰ meq/l)، آب آزمون شامل ۰/۵۸۵ g سدیم کلرید (NaCl) خشک شده در دمای ۱۰۵ °C در هر لیتر را آماده کنید. برای هر آزمون جداگانه حدود ۲۵ l از این محلول موردنیاز است.

۷-۴-۱ جهت استانداردسازی مقدار کلرید، سه حجم ۱۰۰ ml را با استفاده از پیپت بردارید. یک قطره محلول شناساگر متیل اورانژ و یک قطره محلول شناساگر فنل فتالین را به هر یک اضافه کنید. در صورت لزوم با افزودن قطره قطره HNO<sub>3</sub> (۱+۱۹) تا زمانی که رنگ محلول از زرد به نارنجی تغییر کند، خنثی کنید و سپس با اضافه کردن قطره قطره NH<sub>4</sub>OH (۱+۱۹) رنگ محلول را به زرد برگردانید. به وسیله پیپت، ۱ ml محلول K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (۵۰ g/l) را برداشته و با محلول استاندارد AgNO<sub>3</sub> (۰/۱ N) تا زمانی که رنگ محلول از زرد به نارنجی-قرمز تغییر کند و به مدت ۳۰ s با چرخش شدید پایدار باقی بماند، تیترا کنید. میانگین اعداد حاصل از محلول AgNO<sub>3</sub> استفاده شده برحسب میلی‌لیتر که نباید بیش از ۰/۰۲ ml ± اختلاف داشته باشند، را یادداشت کنید.

۷-۴-۲ قدرت یونی محلول کلرید را برحسب meq با استفاده از معادله (۱) محاسبه کنید:

$$\text{meq/l} = V \times N \times 10 \quad (1)$$

که در آن:

V حجم محلول AgNO<sub>3</sub> موردنیاز برای تیتراسیون، برحسب ml؛

N نرمالیتته محلول AgNO<sub>3</sub>؛

محلول آزمون استفاده شده باید دارای کلرید با غلظت  $(1.0 \pm 0.5)$  meq/l باشد.

**یادآوری-** از آنجایی که مقادیر زیادی از این واکنشگر مورد نیاز است، به طور معمول در بیج‌های بزرگ به صورت نیمه کمی ساخته می‌شوند و سپس با روش فوق استاندارد می‌شوند. در صورت تمایل، آماده‌سازی این واکنشگرها به صورت کمی (به عنوان یک استاندارد اولیه) قابل قبول است و می‌توان استانداردسازی فوق را حذف کرد.

**۷-۵ محلول شناساگر متیل اورانژ (1.0 g/l)**، مقدار  $0.10$  g متیل اورانژ را در آب حل کرده و سپس با آب تا حجم  $100$  ml رقیق کنید.

**۷-۶ نیتریک اسید (1±9)**، یک حجم نیتریک اسید ( $HNO_3$  با وزن مخصوص 1.42) را به ۹ حجم آب اضافه کرده و به طور کامل مخلوط کنید.

**۷-۷ محلول شناساگر فنل فتالئین (1.0 g/l)**، مقدار  $1.0$  g فنل فتالئین را در  $100$  ml اتانول ۹۵٪ حل کنید.

**یادآوری-** در اغلب موارد، برخی از الکل‌های تقلیبی<sup>۱</sup> (مانند 3A، 30 یا 2B) ممکن است جایگزین اتانول شوند.

**۷-۸ محلول پتاسیم کرومات (5.0 g/l)**، مقدار  $5.0$  g پتاسیم کرومات ( $K_2CrO_4$ ) را در  $50$  ml آب حل کرده و سپس با آب تا حجم  $100$  ml رقیق کنید.

**۷-۹ محلول استاندارد نقره نیترات (0.10 N)**، بلور نقره نیترات ( $AgNO_3$ ) را در دمای  $105^\circ C$  به مدت  $1$  h خشک کرده و در خشکانه<sup>۲</sup> خنک کنید. مقدار  $(17 \pm 0.5)$  g را وزن کنید و با آب به یک بالن حجمی  $1$  l منتقل کنید. سپس در  $500$  ml آب حل کرده و به طور کامل مخلوط کنید. محلول را در دمای  $(25 \pm 5)^\circ C$  تا حجم  $1$  l با آب رقیق کرده و به خوبی مخلوط کنید. محلول را در بطری شیشه‌ای کهربایی با درپوش محکم نگهداری کنید.

**۷-۹-۱** به منظور استانداردسازی، به طور تقریبی  $5$  g واکنشگر سدیم کلرید ( $NaCl$ ) را در ظرف شیشه‌ای در دمای  $105^\circ C$  به مدت  $2$  h خشک کرده و در خشکانه خنک کنید. از سدیم کلرید خشک شده، سه قسمت  $(0.2500 \pm 0.0100)$  g را وزن کرده و به سه ارلن مایر  $250$  ml منتقل کنید. سپس  $100$  ml آب را اضافه کرده و تا انحلال کامل  $NaCl$  هم بزنید. با استفاده از پیپت،  $1$  ml محلول  $K_2CrO_4$  ( $5.0$  g/l) را اضافه کرده و با محلول  $AgNO_3$  ( $0.1$  N) به همراه همزدن شدید تا زمانی که رنگ محلول از زرد به قرمز- نارنجی تغییر کند و به مدت  $30$  s پایدار بماند، تیترا کنید.

1- Denatured alcohols  
2- Desiccator

۲-۹-۷ نرمالیتة محلول  $AgNO_3$  را با استفاده از معادله (۲) محاسبه کنید:

$$N = \frac{D}{0.5845} \times E \quad (2)$$

که در آن:

$N$  نرمالیتة محلول  $AgNO_3$ ؛

$D$  وزن واقعی  $NaCl$  مورد استفاده؛

$E$  حجم محلول  $AgNO_3$  استفاده شده، بر حسب ml است.

## ۸ نمونه برداری

۸-۱ نمونه برداری را مطابق با استاندارد ASTM D2687 انجام دهید.

۸-۲ هنگام نمونه برداری از مواد بستر مخلوط استفاده نشده (نو) از بشکه، به ویژه در صورتی که مواد به صورت کارتریج های کوچک مجدد بسته بندی می شوند، یکنواختی پس از اختلاط عامل مهمی است. از این رو، اگر نمونه ها از سه یا چند بشکه یا کیسه های جداگانه از یک بهر نمونه برداری می شوند، نمونه مخلوط به دست نمی آید، اما یک ستون از هر ظرف مورد نمونه برداری باید برداشته شود. در مواردی که ترتیب پر شدن مشخص می باشد، چنین نمونه هایی باید شامل اولین و آخرین ظرف پر شده باشند.

## ۹ روش اجرای آزمون

۹-۱ مقدار  $g (270 \pm 1)$  از ماده مبادله کننده یونی با بستر مخلوط به شکل تحویلی و مرطوب را توزین کرده و وزن آن را با دقت  $g 0.1$  ثبت کنید. از ورودی شستشوی معکوس در حدود  $25 ml$  آب را به ستون اضافه کنید، سپس با استفاده از قیف پلاستیکی بزرگ قرار گرفته در بالای ستون، در حدود  $25 ml$  نمونه را به داخل ستون بریزید. با استفاده از مقدار کمی آب، بخشی از نمونه را به داخل ستون شستشو دهید. تا زمانی که تمام نمونه به داخل ستون انتقال یابد، این عمل را تکرار کنید. باید مراقب باشید که در هنگام پر کردن ستون، لایه ای ایجاد نشود. به منظور کاهش نفوذ هوا، سطح آب را در ستون حدود  $10 mm$  بالاتر از سطح بستر نگه دارید.

۹-۲ هنگامی که همه مواد مبادله کننده یونی با بستر مخلوط به آرامی منتقل شدند، به آرامی آب  $D$  را به بالای ستون منتقل کنید. سرعت جریان را به  $100 ml/min$  افزایش دهید. تنظیم سرعت جریان آب با تنظیم کننده جریان صورت می گیرد.

۳-۹ مطابق با استاندارد ASTM D1125 به ازای عبور ۲ l، هدایت محلول پساب را اندازه‌گیری کرده و ثبت کنید. این عمل را تا زمانی که هدایت پساب به  $1 \mu\text{mhos/cm}$  برسد، ادامه دهید. سپس خوانش‌ها را به ازای هر ۵۰۰ ml پساب خروجی ادامه دهید تا زمانی که دو خوانش متوالی بزرگ‌تر از  $50 \mu\text{S/cm}$  ( $< 20000 \Omega \cdot \text{cm}$ ) به دست آید.

۴-۹ هنگامی که هدایت پساب خروجی بیش از  $170 \mu\text{S/cm}$  ( $1 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ ) شود، pH پساب خروجی را مطابق با استاندارد ASTM D1293 اندازه‌گیری کنید. اندازه‌گیری‌های pH را با همان تعداد تکرار اندازه‌گیری هدایت، ادامه دهید.

۵-۹ هنگامی که هدایت پساب خروجی دو خوانش متوالی بیش از  $50 \mu\text{S/cm}$  ( $< 20000 \Omega \cdot \text{cm}$ ) باشد، جریان آب آزمون را متوقف نموده و حجم نهایی آب آزمون (V) استفاده شده را بر حسب لیتر ثبت کنید.

۶-۹ شیر شستشوی معکوس را باز کرده و شستشوی معکوس بستر را با آب به مدت ۱۰ min در سرعت جریانی که بستر را به اندازه ۵۰٪ متورم سازد، انجام دهید. جریان آب را متوقف نموده و اجازه دهید بستر ته‌نشین شود. آب را با سرعت  $100 \text{ ml/min}$  تخلیه نمایید تا زمانی که سطح آب در حدود ۲۰ mm تا ۳۰ mm بالاتر از سطح بستر باشد. ستون را تکان ندهید. حجم بستر را بر حسب ml ثبت کنید. شستشوی معکوس را تا زمانی که دو نتیجه با اختلاف کمتر از ۵ ml به دست آید، تکرار کنید. حجم را برحسب میلی‌لیتر بیان کرده و با S نشان دهید.

## ۱۰ روش محاسبه

۱-۱۰ ظرفیت عملی بر اساس حجم یا وزن مرطوب را با استفاده از اندازه‌گیری نقطه پایانی هدایت محاسبه کنید.

۲-۱۰ ظرفیت عملی بر اساس حجم را با اندازه‌گیری نقطه پایانی هدایت با استفاده از معادله (۳) محاسبه کنید.

$$\text{meq/ml} = C \times V / S \quad (3)$$

که در آن:

C الکترولیت‌های کل در آب آزمون D مطابق با زیربند ۷-۴-۲، برحسب meq/l؛

V حجم آب آزمون مصرف شده، مطابق با زیربند ۹-۵، برحسب l؛

S حجم نمونه اندازه‌گیری شده مطابق با زیربند ۹-۶، برحسب ml است.

این ظرفیت را می‌توان با ضرب کردن در  $21/8$  به کیلوگرم بر فوت مکعب برحسب  $\text{CaCO}_3$  تبدیل کرد.



۱۰-۳ ظرفیت عملکردی بر اساس وزن مرطوب را با اندازه‌گیری نقطه پایانی هدایت با استفاده از معادله (۴) محاسبه کنید.

$$\text{meq/g} = C \times V / 270 \quad (4)$$

که در آن:

$C$  الکترولیت کل در آب آزمون  $D$  مطابق با زیربند ۷-۴-۲، برحسب  $\text{meq/l}$ ؛

$V$  حجم آب آزمون مصرف شده، بر حسب  $l$ .

یادآوری- سایر نقاط پایانی ممکن است مورد توافق باشند. در صورت توافق، توصیه می‌شود سطح انتخاب شده با نتایج مشخص شود.

## ۱۱ گزارش آزمون

۱۱-۱ نتایج این روش آزمون را به صورت ظرفیت محاسبه شده مطابق با بند ۱۰ و نقطه پایانی حاصله گزارش کنید. میانگین سه نتیجه را گزارش نمایید. هنگامی که نمونه‌ها از بشکه‌های مجزا آنالیز می‌شوند، نتایج مجزا و همچنین میانگین نتایج باید گزارش شود.

## ۱۲ دقت و اریبی

۱۲-۱ مطالعات بین آزمایشگاهی برای این روش آزمون با مشارکت شش آزمایشگاه، شش کاربر و سه تکرار بر روی یک ماده (رزین بستر مخلوط IRN-150) انجام شده است. تجزیه و تحلیل یک ماده مجزا در استفاده عمومی برای نشان دادن رزین‌های مخلوط مختلف مورد قضاوت قرار گرفت، زیرا انتظار می‌رود که در یک محدوده نسبتاً باریکی از مقادیر ظرفیت ستون قرار گیرند.

۱۲-۲ دقت تک کاربر در یک آزمایشگاه برای این روش آزمون، برابر با  $\pm 2.3\%$  ظرفیت ستون بیان شده برحسب  $\text{meq/ml}$  می‌باشد.

۱۲-۳ دقت این روش آزمون در گستره پیشنهاد شده با استفاده از معادله (۵) بیان می‌شود:

$$S_T = 0.168 - 0.0208 X \quad (5)$$

که در آن:

$S_T$  دقت کل، برحسب  $\text{meq/ml}$ ؛

$X$  ظرفیت ستون با بستر مخلوط برای نقطه پایانی هدایت، برحسب  $\text{meq/ml}$  است.

۱۲-۴ اریبی، به دلیل نبود مواد مرجع مناسب، اریبی تعیین نشده است.

### ۱۳ کنترل کیفیت

۱-۱۳ در تجزیه و تحلیل رزین‌های مبادله‌کننده یونی، رزین استاندارد شناخته شده‌ای برای مقایسه با نمونه واقعی امکان پذیر نمی‌باشد. بنابراین آزمون درستی نتایج غیرممکن است و روش شامل بیان آریبی نمی‌باشد.

۲-۱۳ در صورتی که نتایج در دقت مورد انتظار مطابق بند ۱۳ بیان شود، انتظار می‌رود که کاربران، نمونه‌های تکراری را تعیین کنند.

۳-۱۳ تجزیه و تحلیل پساب خروجی ستون رزین با الزامات کنترل کیفیت روش‌های تجزیه‌ای، برای اندازه‌گیری هدایت، مطابق با استاندارد ASTM D1125 و برای اندازه‌گیری‌های pH، مطابق با استاندارد ASTM D1193 انجام شده است.