پژوهشگاه نیرو

شرکت تولید نیروی
برق زاهدان

NRI-ER-926-CPCZP01-00-F

قرارداد نظارت بر اجرای صحیح و کسب اطمینان از ایفای کامل تعهدات شرکت آریسا صنعت بر اساس قرارداد منعقده با شرکت تولید نیروی برق زاهدان

مدیر پروژه: نفیسه نامجو

واحد مجری: محور تصفیه آب و کنترل شیمیایی

مهر ۱۴۰۰

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

بسم الله الرحمن الرحیم

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

قرارداد نظارت بر اجرای صحیح و کسب اطمینان از ایفای کامل تعهدات شرکت آریسا صنعت بر اساس قرارداد منعقده با شرکت تولید نیروی برق زاهدان

مدیر پروژه: نفیسه نامجو

گروه پژوهشی پشتیبان: شیمی و فرایند

همکاران پروژه: سید احمد احمدی-جواد قوامی

واحد مجری: محور تصفیه آب و کنترل شیمیایی

انتشارات پژوهشگاه نیرو

اسفند ۱۴۰۰

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

کد ثبت گزارش: NRI-ER-926-CPCZP01-00-F

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

ایران. وزارت نیرو. پژوهشگاه نیرو. محور تصفیه آب و کنترل شیمیایی

قرارداد نظارت بر اجرای صحیح و کسب اطمینان از ایفای کامل تعهدات شرکت آریسا صنعت بر اساس قرارداد منعقده با شرکت تولید نیروی برق زاهدان /مدیر پروژه: نامجو، نفیسه. کارفرما: شرکت تولید نیروی برق زاهدان، ۱۴۰۰ .

۱۱۰ ص.: مصور، نمودار، جدول

۱. احمدی، سید احمد، قوامی، جواد؛ همکاران پروژه. ۲. احمدی، سید احمد، مدیر واحد مجری. ۳. گروه پژوهشی شیمی و فرایند. ۴. تصفیه آب و کنترل شیمیایی

انتشارات پژوهشگاه نیرو
گروه پژوهشی شیمی و فرایند

کلیه حقوق معنوی اثر متعلق به پدیدآورندگان، کلیه حقوق مادی متعلق به شرکت تولید نیروی برق زاهدان و نشر مطالب در حدود متعارف، با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، کدپستی: ۱٤٦٨٦١٣١١٣
تلفن: ۹-۸۸۰۷۹٤۰۱
نمابر: ۸۸۰۷۸۲۹٦
وبگاه: *www.nri.ac.ir*
پست الکترونیک انتشارات: *publications@nri.ac.ir*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فرم تعهدنامه اصالت اثر

متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این گزارش حاصل کار پژوهشی اینجانب نفیسه نامجو ، مدیر پروژه قرارداد نظارت بر اجرای صحیح و کسب اطمینان از ایفای کامل تعهدات شرکت آریسا صنعت بر اساس قرارداد منعقده با شرکت تولید نیروی برق زاهدان و همکاران به شرح زیر است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است مطابق مقررات، مورد ارجاع قرار گرفته و در فهرست منابع ذکر گردیده است.

☑ گزارش حاصل انجام همه مراحل پروژه است.

☐ گزارش حاصل انجام ..... مرحله از ..... مرحله پروژه است.

همکاران :

۱. سید احمد احمدی

۲. جواد قوامی

۳.

۴.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

پیشگفتار

بحران آب با رشد روز افزون جمعیت و کاهش منابع آب شیرین یکی از دغدغه های کشور ها خصوصا کشور های در حال توسعه است که پیش بینی می شود در آینده نزدیک به یک معضل جهانی تبدیل شود. از آنجایی که ایران در رده کشورهای کم آب قراردارد ، کنترل دقیق و ارایه راهکارهای به کارگیری مجدد آب امری ضروری است که می بایست در برنامه های توسعه صنعتی با درایت و درستی مورد توجه قرار گیرد.

بیشتر منابع آبی حاوی موادی می باشند که وجود آنها ممکن است در مراحل مختلف بهره برداری در صنایع ایجاد مراحمت کند و باید قبل از ورود آب به تجهیزات حذف شوند.

معمولا روش های شیمیایی و فیزیکی دو روش کلی بهبود فرآیند در تصفیه آب به شمار می روند. در همین رابطه استفاده از مبادله کننده های یونی یک روش شیمیایی یا به عبارتی فیزیکی- شیمیایی موثر در تولید آب های خالص است که در صنایع نیروگاهی و تولید آب تغذیه دیگ های بخار کاربرد دارد.

پیرو اعلام نیاز نیروگاه بخار ایرانشهر به شرکت تولید نیروی برق زاهدان در خصوص تامین رزین های آنیونی و کاتیونی با مشخصات فنی اعلام شده، این شرکت از طریق برگزاری مناقصه، اقدام به عقد قراردادی با شرکت آریسا صنعت به شماره ۹۸/۳۰ نموده است. با توجه به اعلام برخی تغییرات در نوع یا ورژن محصولات توسط فروشنده ، اختلاف نظرهایی بین کارفرما و پیمانکار به وجود آمده است. بر این اساس شرکت تولید نیروی برق زاهدان به منظور بررسی مشخصات فنی و انجام آزمون های تطبیقی و کسب اطمینان از ایفای صحیح و کامل تعهدات از سوی شرکت آریسا صنعت، گروه پژوهشی شیمی و فرآیند پژوهشگاه نیرو را به عنوان دستگاه نظارت انتخاب و به شرکت مذکور معرفی نموده است.

این گزارش مربوط به فاز اول پروژه " قرارداد نظارت بر اجرای صحیح و کسب اطمینان از ایفای کامل تعهدات شرکت آریسا صنعت بر اساس قرارداد منعقده با شرکت تولید نیروی برق زاهدان " می باشد. هدف این فاز از پروژه تصمیم گیری در خصوص خرید رزین های مورد نیاز نیروگاه ایرانشهر است که شامل مراحل ذیل می باشد:

-دریافت لیست رزین های مورد درخواست نیروگاه ایرانشهر و بررسی مشخصات فنی رزین های مورد درخواست و ملاحظات و محدودیت های فنی احتمالی نیروگاه

-بررسی مشخصات فنی رزین های پیشنهادی شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت

- بررسی تطابق مشخصات رزین های پیشنهادی شرکت آریسا صنعت با رزین های مورد درخواست نیروگاه

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فهرست مطالب

فصل اول..... ١٤

رزین های تعویض یونی..... ١٤

١-١- مقدمه..... ١٥

٢-١-رزین های تعویض یونی..... ١٦

٣-١-انواع رزین های تعویض یونی..... ١٧

٤-١-مشخصات شیمیایی و فیزیکی رزین های تعویض یونی..... ١٨

١-٤-١ برگشت پذیری در رزین های تعویض یونی..... ١٩

٢-٤-١ ژله یا جامد بودن رزین های تعویض یونی..... ٢٠

٣-٤-١ گروه یونی غیر متحرک رزین های تعویض یونی..... ٢٠

٤-٤-١ یون متحرک و ضریب گزینش رزین های تعویض یونی..... ٢١

٥-٤-١ ظرفیت رزین های تعویض یونی..... ٢٢

٦-٤-١ تورم پذیری رزین های تعویض یونی..... ٢٢

٧-٤-١ محدوده PH عملکرد رزین های تعویض یونی..... ٢٣

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۸-٤-۱ پایداری شیمیایی رزین های تعویض یونی..... ۲۳

۹-٤-۱ پایداری گرمایی رزین های تعویض یونی..... ۲٤

۱۰-٤-۱ اندازه و ضریب یکنواختی رزین های تعویض یونی..... ۲٤

۱۱-٤-۱ دانسیته ذرات رزین های تعویض یونی..... ۲۵

۵-۱ فیلتر رزین..... ۲۵

٦-۱ استفاده از چند فیلتر رزین..... ۲٦

۷-۱ دستگاه تعویض یونی مختلط..... ۲۷

۸-۱ نحوه قرار گرفتن بستر ها..... ۲۷

فصل دوم..... ۲۹

بررسی مشخصات فنی رزین های مورد درخواست..... ۲۹

نیروگاه ایرانشهر..... ۲۹

۱-۲ رزین های مورد درخواست نیروگاه بخار ایرانشهر..... ۳۰

۲-۲ دریافت ملاحظات و محدودیت های فنی نیروگاه ایرانشهر..... ۳۰

۱-۲-۲ شرایط آب ورودی و نحوه قرار گرفتن بستر رزین ها..... ۳۱

۳-۲ مشخصات فنی رزین های پیشنهادی شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت..... ۳۱

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

٤-٢ بررسی تطابق رزین های پیشنهادی با رزین های مورد درخواست نیروگاه..... ٣٤

٥-٢ نتیجه گیری..... ٣٨

فصل سوم..... ٣٩

مشخصات رزین های تعویض یونی..... ٣٩

١-٣- مقدمه..... ٤٠

٢-٣ ظرفیت رزین های تعویض یونی..... ٤٠

٣-٣ اندازه و ضریب یکنواختی رزین های تعویض یونی..... ٤٠

٤-٣ دانسیته ذرات رزین های تعویض یونی..... ٤١

فصل چهارم..... ٤٢

آزمون های رزین های تعویض یونی..... ٤٢

١-٤ مقدمه..... ٤٣

٢-٤-عوامل مهم در بررسی رزین ها..... ٤٣

٣-٤-تعیین ظرفیت کل..... ٤٤

١-٣-٤ تعیین ظرفیت رزین کاتیونی قوی(شکافت نمک)..... ٤٤

٢-٣-٤ تعیین ظرفیت رزین کاتیونی ضعیف(ظرفیت کل)..... ٤٥

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۳-۳-٤ظرفیت کل و ظرفیت شکافت نمک در رزین های آنیونی..... ٤٧

٤-٤ ظرفیت نگهداشت آب..... ٤٩

٥-٤ دانسیته..... ٥٠

٦-٤ توزیع اندازه ذرات..... ٥٠

٧-٤ نتیجه گیری..... ٥٢

فصل پنجم..... ٥٣

برنامه تحویل رزینها..... ٥٣

١-٥- مقدمه..... ٥٤

٢-٥ برنامه اجرایی برای کنترل کیفیت رزینها..... ٥٤

٣-٥ برنامه تحویل رزینها..... ٥٤

فصل ششم..... ٥٦

نمونه برداری مرحله اول..... ٥٦

١-٦ مقدمه..... ٥٧

٢-٦-آزمون های مورد نیاز..... ٥٧

٣-٦ رزین کاتیونی قوی AMBERLITE HPR 1200 NA..... ٥٧

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

٤-٦ نتایج آزمون رزین AMBERLITE HPR 1200 NA ٥٨

٥-٦ رزین کاتیونی قوی AMBERLITE IRC 200NA ٦٠

٧-٦ رزین کاتیونی LEWATIT MONOPLUS S108H ٦٢

٨-٦ نتایج آزمون رزین LEWATIT MONOPLUS S108H ٦٣

٩-٦ رزین خنثی LEWATIT IN42 ..... ٦٤

١٠-٦ نتایج آزمون رزین LEWATIT IN42 ..... ٦٥

فصل هفتم ٦٦

نمونه برداری مرحله دوم ٦٦

١-٧ مقدمه ٦٧

٢-٧-آزمون های مورد نیاز ٦٧

٣-٧ رزین کاتیونی قوی LEWATIT MONO PLUS S108 ..... ٦٧

١-٣-٧نتایج آزمون رزین CHY 4040-LEWATIT MONO PLUS S108 ..... ٦٩

٢-٣-٧ نتایج آزمون رزین CHY 4058-LEWATIT MONO PLUS S108 ..... ٦٩

٤-٧ رزین کاتیونی ضعیف LEWATIT CNP 80 WS ٧٠

١-٤-٧ نتایج آزمون رزین CHY 00052-LEWATIT CNP 80 WS ٧١

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۷-٤-۲ نتایج آزمون رزین CHY 00056-LEWATIT CNP 80 WS ۷۲

۷-۵ رزین آنیونی قوی AMBERLITE IRA 900 CL ۷۳

۷-۵-۱ نتایج آزمون رزین E709K3J029-AMBERLITE IRA 900 CL ۷٤

۷-۵-۲ نتایج آزمون رزین E709K45032-AMBERLITE IRA 900 CL ۷۵

۷-۵-۳ نتایج آزمون رزین E709K45031-AMBERLITE IRA 900 CL ۷۵

۷-٦ رزین آنیونی قوی LEWATIT MONO PLUS M500 ..... ۷٦

۷-٦-۱ نتایج آزمون رزین LEWATIT MONO PLUS M500 ..... ۷۷

فصل هشتم ۷۸

نمونه برداری مرحله سوم ۷۸

۸-۱ مقدمه ۷۹

۸-۲-آزمون های مورد نیاز ۷۹

۸-۳ رزین آنیونی ضعیف LEWATIT MONO PLUS MP68 ..... ۷۹

۸-۳-۱ نتایج آزمون رزین CHY 4070-LEWATIT MONO PLUS MP68 ..... ۸۰

۸-۳-۳ نتایج آزمون رزین CHZ 4016-LEWATIT MONO PLUS MP68 ..... ۸۱

۸-٤ رزین آنیونی قوی AMBERLITE HPR 4200 CL ۸۲

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-٤-۸ نتایج آزمون رزین AMBERLITE HPR 4200 CL ۸۳

۵-۸ رزین آنیونی ضعیف AMBERLITE HPR 9600 ..... ۸٤

۱-۵-۸ نتایج آزمون رزین AMBERLITE HPR 9600 ..... ۸۵

فصل نهم ۸٦

اظهار نظر فنی ۸٦

۱-۹ مقدمه ۸۷

۲-۹ اظهار نظر فنی ۸۷

۱-۲-۹ نقش دانه بندی ۸۷

۲-۲-۹ نقش روش آزمون ۸۹

۳-۲-۹ نقش ظرفیت رزین ۸۹

۳-۹ ارسال اظهار نظرهای فنی ۹۰

مراجع ۹۱

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱ ساختمان رزین حاصل از کوپلیمریزاسیون استیرن و دی وینیل بنزن..... ۱٦

شکل ۱-۲ تصویر شماتیک رزین کاتیونی قوی..... ۱٦

شکل۱-۳ انواع رزین های تعویض یونی مورد استفاده در تصفیه آب..... ۱۸

شکل ۱-٤ تصویر یک نمونه رزین..... ۲۰

شکل ۱-۵ محدوده عملکرد PH رزین..... ۲۳

شکل ۱-٦ دستگاه تعویض یونی هیدروژنی در حال سرویس..... ۲۵

شکل ۱-۷ تهیه آب خالص با استفاده از رزین های قوی و ضعیف..... ۲٦

شکل ۱-۸ روش های مختلف برای تهیه آب صنعتی..... ۲۸

شکل ۲-۱ چیدمان بستر رزین در نیروگاه ایرانشهر..... ۳۱

شکل ۴-۱ استاندارد بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین ها..... ٤۳

شکل٤-۲ وسایل برای اندازه گیری ظرفیت رزین..... ٤٤

شکل ٦-۱ رزین AMBERLITE HPR 1200 NA..... ۵۷

شکل ٦-۲ رزین AMBERLITE IRC 200 NA..... ٦۰

شکل ٦-۳ تصویر رزین LEWATIT MONOPLUS S108H..... ٦۲

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

شکل ٦-٤ تصویر رزین LEWATIT IN42 ..... ٦٤

شکل ٧-١ رزین LEWATIT MONO PLUS S108 ..... ٦٨

شکل ٧-٢ رزین LEWATIT CNP 80 WS ٧٠

شکل ٧-٣ رزین AMBERLITE IRA 900 CL ٧٣

شکل ٧-٤ رزین LEWATIT MONO PLUS M500 ..... ٧٦

شکل ٨-١ رزین LEWATIT MONO PLUS MP68 ..... ٧٩

شکل ٨-٢ رزین AMBERLITE HPR 4200 CL ٨٢

شکل ٨-٣ رزین AMBERLITE HPR 9600 ..... ٨٤

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فهرست جدول ها

جدول ۱-۱ ویژگی های شیمیایی و فیزیکی رزین ها ۱۹

جدول ۱-۲ گروه یونی غیر متحرک رزین ها ۲۱

جدول ۱-۳ محدوده دمایی مجاز انواع رزین آنیونی ۲٤

جدول ۲-۱ رزین های مورد درخواست نیروگاه ۳۰

جدول ۲-۲ لیست رزین های پیشنهادی شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت ۳۲

جدول ۲-۳ مشخصات فنی رزین LEWATIT MONOPLUS MP 68 ۳۳

جدول ۲-٤ مشخصات فنی رزین AMBERLITE HPR 4200 CL ۳۳

جدول ۲-۵ مشخصات فنی رزین AMBERLITE HPR 9600 ۳٤

جدول ۲-۷ مشخصات بهره برداری رزین های MP64 و MP68 ۳۵

جدول ۲-۹ مشخصات بهره برداری رزین های IRA420 وHPR4200 ۳٦

جدول ۲-۱۱ مشخصات بهره برداری رزین های SP OH– 93 وHPR9600 ۳۷

جدول۵-۱ برنامه زمانبندی نمونه برداری محموله رزینها ۵۵

جدول ٦-۱ مشخصات فنی رزین AMBERLITE HPR 1200 NA ۵۸

جدول٦-۲ نتایج آزمون رزین AMBERLITE HPR 1200 NA ۵۹

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ٦-٣ مشخصات فنی رزین AMBERLITE IRC 200NA ٦٠

جدول٦-٤ نتایج آزمون رزین AMBERLITE IRC 200NA ٦١

جدول ٦-٥ مشخصات فنی رزین LEWATIT MONOPLUS S108H ٦٢

جدول٦-٦ نتایج آزمون رزین LEWATIT MONOPLUS S108H ٦٣

جدول ٦-٧ مشخصات فنی رزین LEWATIT IN 42 ٦٤

جدول ٧-١ مشخصات فنی رزین LEWATIT MONO PLUS S108 ٦٨

جدول٧-٢ نتایج آزمون رزین CHY 4040-LEWATIT MONO PLUS S108 ٦٩

جدول٧-٣ نتایج آزمون رزین CHY 4058-LEWATIT MONO PLUS S108 ٧٠

جدول ٧-٤ مشخصات فنی رزین LEWATIT CNP 80 WS ٧١

جدول٧-٥ نتایج آزمون رزین CHY 00052-LEWATIT CNP 80 WS ٧٢

جدول٧-٦ نتایج آزمون رزین CHY 00056-LEWATIT CNP 80 WS ٧٣

جدول ٧-3 مشخصات فنی رزین AMBERLITE IRA 900 CL ٧٤

جدول٧-٨ نتایج آزمون رزین E709K3J029-AMBERLITE IRA 900 CL ٧٤

جدول٧-٩نتایج آزمون رزین E709K45032-AMBERLITE IRA 900 CL ٧٥

جدول٧-١٠ نتایج آزمون رزین E709K45031-AMBERLITE IRA 900 CL ٧٦

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۷-۱۱ مشخصات فنی رزین LEWATIT MONO PLUS M500 ۷۷

جدول۷-۱۲ نتایج آزمون رزین LEWATIT MONO PLUS M500 ۷۷

جدول ۸-۱ مشخصات فنی رزین LEWATIT MONO PLUS MP68 ۸۰

جدول۸-۲ نتایج آزمون رزین CHY 4070–LEWATIT MONO PLUS MP68 ۸۰

جدول۸-۳ نتایج آزمون رزین CHZ 4017–LEWATIT MONO PLUS MP68 ۸۱

جدول۸-٤ نتایج آزمون رزین CHZ 4016–LEWATIT MONO PLUS MP68 ۸۲

جدول۸-۵ مشخصات فنی رزین AMBERLITE HPR 4200 CL ۸۳

جدول۸-٦ نتایج آزمون رزین AMBERLITE HPR 4200 CL ۸۳

جدول۸-۷ مشخصات فنی رزین AMBERLITE HPR 9600 ۸٤

جدول۸-٤ نتایج آزمون رزین AMBERLITE HPR 9600 ۸۵

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل اول

رزین های تعویض یونی

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۱- مقدمه

همه کشورهای جهان ، آب را سرمایه ملی می دانند ، در قرن آینده منابع آب شیرین از چاه های نفت هم با ارزش تر خواهند بود. در پاره ای از فرایند های صنعتی از آب به عنوان حلال یا مواد اولیه استفاده می شود. آب به عنوان واسطه انتقال حرارت ، در بسیاری از صنایع به کار می رود. آب طبیعی برای مصارف صنعتی و آشامیدنی نیاز به تصفیه دارند. ناخالصی ها مشکلات فراوانی برای صنایع ایجاد می کنند .تعدادی از اثرات مضر ناخالصی ها در صنایع اشاره می شود:

-تولید رسوب در دستگاه های حرارتی و دیگ بخار

-تولید بخار با کیفیت پایین

-خوردگی در بویلرها و دیگر سیستم های حرارتی و لوله ها

-اتلاف مواد شیمیایی

-باقی گذاشتن لکه روی محصولات غذایی و نساجی

-آلودگی بیولوژیکی

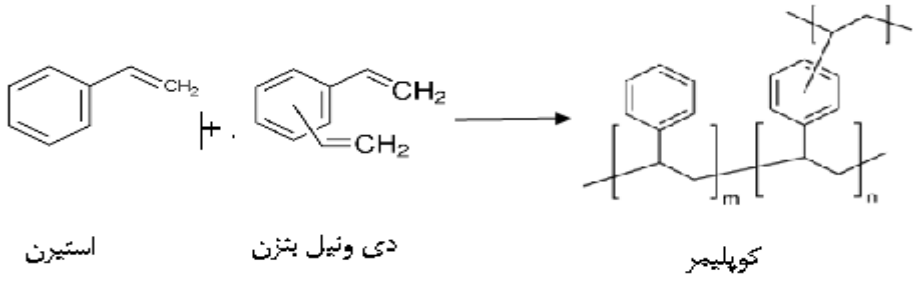
کنترل خوردگی و از بین بردن مواد در اثر اکسید شدن ، کنترل رسوب گذاری و جلوگیری از فوق اشباع شدن نمک ها در آب ، کنترل رشد مواد بیولوژیک و باکتری های هوازی و غیر هوازی از اهداف اولیه تصفیه آب در صنعت می باشد. مناسب نمودن آب برای مصارف صنعتی به دو صورت تصفیه خارجی و تصفیه داخلی امکان پذیر می باشد.روش های مختلفی برای کاهش ناخالصی های آب وجود دارد و انتخاب یک یا چند روش بستگی به کیفیت آب مطلوب خواهد داشت. استفاده از رزین های تعویض یونی یکی از روش های حذف ناخالصی ها می باشد.

در بسیاری از صنایع ، بعضی از روش ها همزمان در کنار یکدیگر و یا مکمل همدیگر مورد استفاده قرار می گیرند. مثلا در اکثر نیروگاه ها ، آب تصفیه شده به روش آهک زنی به صورت آب ورودی به واحد های تعویض یونی مصرف می شود و یا در بعضی از صنایع برای تهیه آب مطلوب ، از اسمز معکوس و رزین های تعویض یونی همزمان استفاده می شود.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

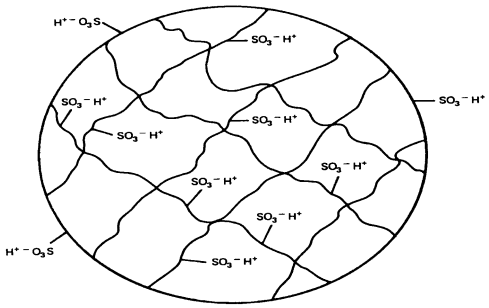
۲-۱-رزین های تعویض یونی

بنیان رزین ها ، یک شبکه پلیمری است ، هر چند که رزین های طبیعی (زیولیت ها) مثل سیلیکات های آلومینیوم ، معدنی می باشند . امروزه اکثر رزین های تعویض یونی که در تصفیه آب به کار می روند از پلیمریزاسیون ترکیبات آلی تهیه می شوند . یکی از قدیمی ترین این رزین ها از کوپلیمریزاسیون استایرن و دی وینیل بنزن بدست می آید.شکل ۱-۱ ساختمان این رزین را نمایش می دهد.



شکل ۱-۱ ساختمان رزین حاصل از کوپلیمریزاسیون استیرن و دی وینیل بنزن

رزین های تعویض یونی شامل بار مثبت کاتیونی و بار منفی آنیونی می باشد، بگونه ای که از نظر الکتریکی خنثی هستند. تعویض کننده ها با محلول های الکترولیت این تفاوت را دارند که فقط یکی از دو یون ، متحرک و قابل تعویض است . یک تعویض کننده کاتیونی سولفونیک دارای نقاط آنیونی غیر متحرکی است که کاتیون های متحرکی مثل H^+ یا Na^+ به آن متصل هستند. این کاتیون های متحرک می توانند در یک واکنش تعویض یونی شرکت کنند. به همین صورت یک تعویض کننده آنیونی دارای نقاط کاتیونی غیر متحرکی است که آنیون ها ی متحرکی مانند Cl^-یا OH^- به آن متصل می باشد.اساس عملکرد رزین شبیه یک واکنش جا به جایی ساده است و تنها در واکنش های رزین ، بخش رزین جا به جا نمی شود.شکل ۱-۲ ساختار شماتیک یک رزین کاتیونی با بستر آنیونی غیر متحرک و یون های مثبت قابل تعویض را نشان می دهد.



شکل ۱-۲ تصویر شماتیک رزین کاتیونی قوی

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

در اثر تعویض یون ، کاتیون ها و آنیون های موجود در محلول با کاتیون ها و آنیون های موجود در رزین تعویض می شوند، به گونه ای که هم محلول و هم رزین از نظر بار الکتریکی خنثی باقی می ماند.

یک رزین تعویض یونی باید دارای یون باشد ، فضای کافی در شبکه پلیمری داشته باشد تا یون ها بتوانند به راحتی در شبکه جامد رزین وارد و یا خارج شوند، همچنین دارای سطح تماس زیاد باشد . از این رو رزین ها را به صورت ذرات کروی شکل متخلخل با قطر حدود میلیمتر می سازند.

۳-۱-انواع رزین های تعویض یونی

همانطور که قبلا اشاره شد بنیان یک دانه رزین ، شامل یک شبکه پلیمری است که به بعضی از نقاط آن، گروه یونی غیر متحرک چسبیده است . اگر گروه غیر یونی آن دارای بار منفی باشد و رزین در شبکه خود یک کاتیون متحرک داشته باشد به چنین رزینی، رزین کاتیونی می گویند. در صورتیکه گروه یونی غیر متحرک یک گروه قوی چون سولفونیک باشد ، رزین کاتیونی قوی[۱] می باشد و بر عکس اگر گروه یونی غیر متحرک یگ گروه ضعیف مانند کربوکسیلیک باشد ، رزین را کاتیونی ضعیف [۲]می گویند.

اگر گروه یونی غیر متحرک ، یک کاتیون باشد ، بنیان رزین دارای بار مثبت بوده و رزین در شبکه خود یک آنیون متحرک خواهد داشت ، به چنین رزینی ، رزین آنیونی می گویند.رزین های آنیونی هم به دو دسته آنیونی قوی[۳] و آنیونی ضعیف[۴] تقسیم می شوند. رزین آنیونی قوی به دو نوع ۱ و ۲ تقسیم می شود . در رزین آنیونی قوی نوع ۱ ، گروه یونی غیر متحرک بنزیل تری متیل آمونیوم[۵] می باشد.در رزین آنیونی قوی نوع ۲، گروه یونی غیر متحرک ، بنزیل دی متیل اتانول آمین[۶] می باشد. در شکل ۱-۳ انواع رزین های معمول در تصفیه آب آمده است.

رزین های کاتیونی قوی قادر به جذب کلیه کاتیون های موجود در آب می باشد. رزین های کاتیونی ضعیف قادر به جذب کاتیون هایی هستند که به قلیاییت آب مرتبط است. رزین های کاتیونی ضعیف قادر به جذب کلیه کاتیون های موجود درآب نمی باشند. مزیت رزین های کاتیونی ضعیف بازدهی بالای آنها در مقایسه با رزین های کاتیونی قوی می باشد، در نتیجه باعث تولید پساب کمتر در احیائ های مکرر می گردد.

---

[1] *Strong Acidic Cation*

[2] *Weak Acidic Cation*

[3] *Strong Base Anion*

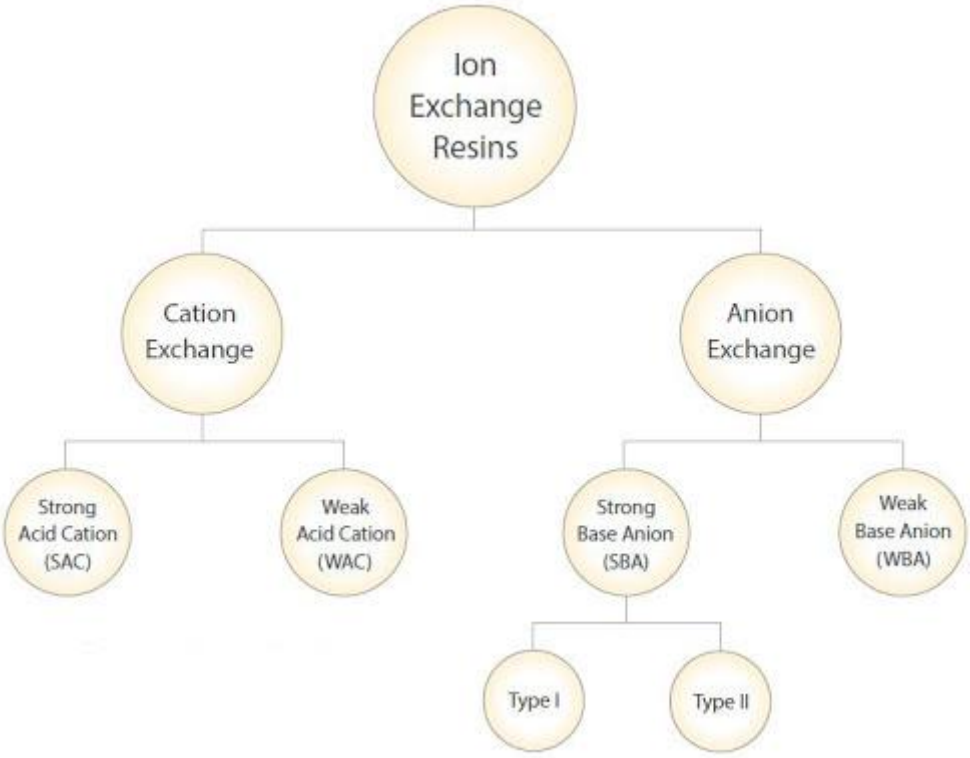
[4] *Weak Base Anion*

[5] $-CH_2N(CH_3)_3^+$

[6] $-CH_2N(CH_3)_2(CH_2CH_2OH)^+$

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

اصولا زمانی که هدف جداسازی کلیه کاتیون های آب است ، بکارگیری توام رزین های کاتیونی قوی و ضعیف اقتصادی تر از بکارگیری رزین های کاتیونی قوی می باشد. رزین های آنیونی قوی قادر به جذب کلیه آنیون های موجود در آب است. رزین های آنیونی ضعیف مقاومتر از نوع قوی بوده و به همین جهت در سیستم های تصفیه آب رزین های آنیونی قوی در پایین دست رزین های آنیونی ضعیف قرار می گیرند.



شکل۱-۳ انواع رزین های تعویض یونی مورد استفاده در تصفیه آب

انواع رزین های مطرح خیلی بیشتر از مواردی است که در شکل ۱-۳ آمده است. مثلا رزین هایی ساخته شده است که در بنیان شبکه پلیمری آن ، گروه یونی غیر متحرک هم از نوع کاتیونی و هم از نوع آنیونی وجود دارد، در نتیجه در ساختمان شبکه پلیمری آنها هم آنیون ها و هم کاتیون ها می توانند وارد یا خارج شوند.

٤-۱-مشخصات شیمیایی و فیزیکی رزین های تعویض یونی

برای مشخص کردن دقیق عملکرد رزین های تعویض یونی ، ویژگی های شیمیایی و فیزیکی مختلفی مطرح هستند که مهمترین آن ها در جدول شماره ۱-۱ آمده است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۱-۱ ویژگی های شیمیایی و فیزیکی رزین ها

ویژگی های شیمیایی رزین های تعویض یونی	
برگشت پذیری	ظرفیت
ژله یا جامد بودن	تورم پذیری
گروه یونی غیر متحرک	محدوده pH عملکرد
یون متحرک و ضریب گزینش	پایداری شیمیایی و گرمایی
ویژگی های فیزیکی رزین های تعویض یونی	
اندازه و ضریب یکنواختی دانه ها	
دانسیته ذرات	
وزن حمل و نقل	

۱-٤-۱ برگشت پذیری در رزین های تعویض یونی

یکی از مهمترین ویژگی های رزین های تعویض یونی، خاصیت برگشت پذیری[1] است. به این مفهوم که اگر رزین در تماس با محلولی قرار بگیرد در شرایط مناسب می تواند یون متحرک موجود در ساختمان خود را با یون همنام در محلول تعویض نماید با رعایت این شرط مهم که هم محلول و هم رزین از نظر الکتریکی خنثی باقی می مانند. برای مثال در یک رزین کاتیونی اسیدی ، اگر هدف حذف یون سدیم از آب باشد شرایط را باید به گونه ای فراهم نمود که فقط واکنش جذب سدیم انجام شود و هنگامی که رزین با جذب یون سدیم از آب ، اشباع شده و قادر به جذب بیشتر یون سدیم نمی باشد باید با انجام تمهیداتی ، شرایط را طوری فراهم کرد که رزین به صورت رزین کاتیونی اسیدی درآید. این کار باعث می شود که از رزین بتوان هزاران بار در تصفیه استفاده نمود. اگر امکان برگشت رزین به حالت اولیه وجود نداشت یعنی رزین فقط یکبار مصرف می شد ، در آن صورت هزینه تصفیه با رزین آنقدر گران بود که استفاده از رزین در تصفیه آب غیر اقتصادی می شد. به واکنش شماره (۱-۱)جدب سدیم ، سرویس رزین و به واکنش آزاد کردن سدیم و جایگزینی یون هیدروژن ،واکنش (۲-۱)، احیای [2]رزین می گویند.

$$RH + NaCl \longrightarrow RNa + HCl \qquad (۱-۱)$$

[1] *Reversibility.*

[2] *Regeneration*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

$$RNa+HCl \longrightarrow RH+NaCl \qquad (۱-۲)$$

۲-٤-۱ ژله یا جامد بودن رزین های تعویض یونی

رزین تعویض یونی باید جامد ولی نرم و انعطاف پذیر باشد تا در اثر انقباض و انبساط نشکند. اگر رزین تعویض یونی ژله مانند باشد در اثر تماس با آب به مرور زمان قسمتی از رزین توسط آب شستشو شده و به صورت ذرات معلق در می آید و در نتیجه باعث افزایش ناخالصی درات معلق آب می گردد که مطلوب نیست.

اگر دانه های رزین خیلی خشک باشند ، ترد و شکننده خواهند شد و به مرور زمان در اثر فشار اعمال شده مانند فشار آب یا فشار ناشی از حمل و نقل شکسته شده و از بین خواهند رفت.از معایب دیگر جامد بودن بیش از حد رزین این است که ورود و خروج یون های مختلف با مشکل همراه خواهد بود ، چون اندازه یون ها یکسان نیستند. در کوپلیمریزاسیون استیرن و دی وینیل بنزن ، هر چه درصد وزنی دی وینیل بنزن بیشتر باشد رزین جامد و غیر انعطاف پذیرتر می شود. مطلوب ترین شرایط زمانی است که درصد دی وینیل بنزن بین ۱۰ تا ۱۵ درصد باشد.شکل شماره ۴-۱ تصویری از یک رزین مطلوب را نمایش می دهد.

شکل ۱-٤ تصویر یک نمونه رزین

۳-٤-۱ گروه یونی غیر متحرک رزین های تعویض یونی

همانطور که اشاره شد، گروه یونی متصل به شبکه پلیمری ، هم نوع رزین(کاتیونی یا آنیونی) و هم ضعیف یا قوی بودن رزین را تعیین می کند. در جدول ۱-۲ گروه یونی رزین ها آورده شده است. در هر دو نوع رزین بازی قوی ۱و۲ ، گروه غیر متحرک مشتقات آمونیوم چهار ظرفیتی است و تفاوت اندکی از نظر درجه بازی بودن با هم دارند. رزین نوع ۲ اندکی کمتر از رزین نوع ۱ بازی است که این باعث می شود که نوع ۱ به یون هیدروکسیل تمایل بیشتری داشته باشد. ظرفیت نوع ۱ کمتر ولی از نظر شیمیایی پایدارتر از نوع ۲ است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۱-۲ گروه یونی غیر متحرک رزین ها

نوع رزین	گروه یونی غیر متحرک
اسیدی قوی	سولفونات $-SO_3^-$
اسیدی ضعیف	کربوکسیلات $-COO^-$
بازی قوی نوع ۱	بنزیل تری متیل آمونیوم $-CH_2N(CH_3)_3^+$
بازی قوی نوع ۲	بنزیل دی متیل اتانول آمین $-CH_2N(CH_3)_2(CH_2CH_2OH)^+$
بازی ضعیف	آمین نوع اول $-NH_3$ آمین نوع دوم $-NH$ آمین نوع سوم $-N$

٤-٤-١ یون متحرک و ضریب گزینش رزین های تعویض یونی

یون متحرک رزین ها ، می تواند هر یون دارای بار الکتریکی مخالف با گروه یونی غیر متحرک رزین ها باشد. تمایل به جذب یون ها توسط رزین با ضریب گزینش معرفی می شود. اگر رزین در محلولی قرار گیرد که یون قابل تعویض با رزین در محلول وجود داشته باشد ، تبادل یون بین رزین و محلول انجام می شود. در شرایط تعادل ، رزین مقداری یون سدیم را جذب و یا (به همان اندازه) یون هیدروژن را به محلول پس می دهد. برای رسیدن به تعادل ، رزین شروع به تعویض یون هیدروژن خود با یون سدیم محلول می کند و این تعویض تا جایی ادامه می یابد که تساوی رابطه تعادلی برقرار شود. بنابراین در ابتدا رزین به تعویض یون متحرک خود (هیدروژن) با یون محیط(سدیم) علاقه دارد. اگر رزین را پس از رسیدن به تعادل در محیط اسیدی قرار دهیم چون در محیط یون سدیم نیست از این رو دور از تعادل هستیم . در این شرایط رزین سدیم خود را از دست می دهد و یون هیدروژن را جذب می کند(به حالت اولیه بر می گردد) که به این حالت تبادل یون ، احیای رزین می گویند. انتظار می رود که هر چه محیط اسیدی ، یون هیدروژن بیشتری داشته باشد ، رزین هم در نهایت یون هیدورژن بیشتری را جدب کند ولی انتظار نمی رود که رزین بتواند همه یون های سدیم خود را با یون هیدروژن تعویض کند چون در یک واکنش تعادلی هیچوقت غلظت یکی از اجزا صفر نخواهد شد.

اگر محلول در تماس با رزین ، آب طبیعی باشد ، یون کلسیم موجود در آب علاقه زیادی دارد که به شبکه رزین برود به طوریکه در شرایط تعادل، غلظت یون کلسیم در رزین بسیار بیشتر از غلظت یون کلسیم در آب است. به همین دلیل است که رزین های کاتیونی براحتی می توانند همه سختی آب را حذف کنند. مطالعات نشان می دهد که هر چه ظرفیت یون بیشتر باشد ، رزین تعویض یونی علاقه بیشتری به آن یون دارد. رزین اسیدی قوی ، علاقه زیادی به از دست دادن یون هیدروژن و جدب یون سه ظرفیتی و دو ظرفیتی دارد. اما رزین اسیدی ضعیف علاقه زیادی به جذب یون هیدروژن و سپس جذب یون سه ظرفیتی یا دوظرفیتی دارد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۵-٤-۱ ظرفیت [1]رزین های تعویض یونی

ظرفیت یک رزین مهمترین ویژگی و در واقع معیاری از طرفیت رزین برای انجام تعویض یون با محیط خود می باشد . معمولا به صورت ظرفیت جرمی یا ظرفیت حجمی بیان می شود.

ظرفیت جرمی تعداد اکی والان یون هایی که هر گرم از رزین می تواند تعویض کند. این تعریف از طرفیت رزین در عمل با مشکلاتی همراه است .اول اینکه جرم رزین بستگی به یون متحرک آن دارد. دوم اینکه رزین های تعویض یونی ذاتا مرطوب هستند و همیشه توصیه می شود که مرطوب نگه داشته شوند. بنابراین جرم دقیق رزین بستگی به رطوبت آن دارد.

با توجه به آنکه در بسیاری از کاربردهای رزین ، حجم آن مهم است و به آسانی هم قابل اندازه گیری می باشد، از این رو بیان ظرفیت حجمی کاربردی تر از ظرفیت جرمی رزین است. به تعداد اکی والان یون هایی که در هر میلی لیتر از رزین می تواند تعویض شود ، ظرفیت حجمی می گویند.

به مرور زمان ظرفیت رزین کاهش می یابد . البته هر چه شرایط عملیاتی و نگهداری رزین مطلوب تر باشد ، روند کاهش طرفیت رزین بسیار کندتر خواهد شد. در واقع پرامتری که عمر رزین را تعیین می کند ظرفیت رزین است. طرفیت ممکن است به حدی کاهش یابد که استفاده از رزین کهنه اقتصادی نباشد.

٦-٤-۱ تورم پذیری[2] رزین های تعویض یونی

در اثر ورود و خروج یون ها با حجم های متفاوت ، شبکه رزین مجبور به انبساط و یا انقباض می شود. با توجه به اینکه کار رزین ها به صورت سیکلی می باشد یعنی در زمان سرویس به تدریج اشباع شده و سپس با احیا کردن رزین به حالت اولیه بر می گردند، بنابراین در هر سیکل ، رزین متحمل انبساط و انقباض می گردد. این موضوع از نظر طراحی ابعاد فیلتر رزین مهم است چون اگر این تغییر حجم در یک سیکل کاری در نظر گرفته نشود، ممکن است رزین در داخل فیلتر سر بسته ، فضای کافی برای انبساط نداشته باشد و در نتیجه تحت فشار قرار گرفته و بخشی از دانه های رزین شکسته شوند. انقباض و انبساط رزین ها به غلطت محیطی که در آن قرار می گیرند هم بستگی دارد. رزین های اسیدی قوی ، معمولا کمتر از ۱۰ ٪ تورم دارند . رزین های اسیدی ضعیف تا ۱۰۰٪ هم تورم دارند. رزین های آنیونی حدود ۵-۲۰٪ تورم دارند.

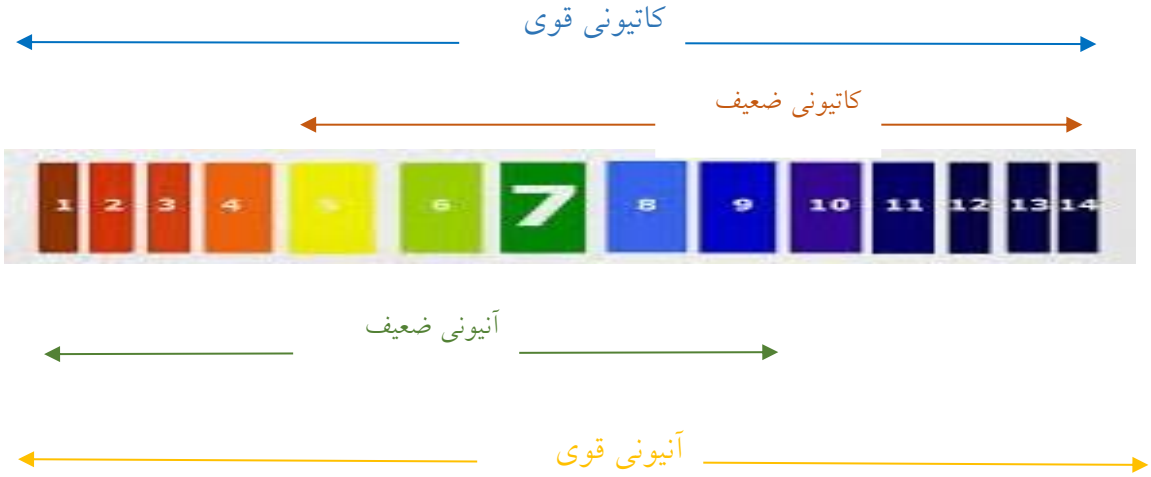
[1] *Capacity*

[2] *Swelling*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۷-٤-۱ محدوده *pH* عملکرد رزین های تعویض یونی

منظور از محدوده *pH* عملکرد ، محدوده ای است که رزین ها قادر به تعویض یون می باشند.این محدوده به گروه فعال چسبیده به شبکه رزین بستگی دارد ولی بطور کلی می توان گفت که محدوده *pH* عملکرد رزین به صورت اشاره شده در شکل۱-۵ می باشد.



شکل ۱-۵ محدوده عملکرد pH رزین

۸-٤-۱ پایداری شیمیایی رزین های تعویض یونی

رزین ها در شرایط دمایی معمولی از پایداری شیمیایی فوق العاده ای برخوردار هستند. تماس مداوم با تشعشعات هسته ای و نیز اکسید های شیمیایی قوی مانند اسید نیتریک و هالوژن ها می توانند باعث تخریب دانه های رزین شوند. عمر مفید و ظرفیت رزین های کاتیونی و آنیونی ضعیف بیشتر تحت تاثیر فشار های مکانیکی و آلودگی رزین می باشد.اما در رزین های آنیونی قوی به دلیل ناپایداری ذاتی گروه آمین درجه چهار چه نوع ۱ یا نوع ۲، سالانه حدود ۵-۱۰٪ ظرفیت خود را از دست می دهند. توصیه می شود اگر قرار است رزین ها برای مدتی ذخیره شوند به صورت مرطوب و فرم استاندارد آن نگهداری شوند یعنی رزین های کاتیونی به صورت هیدروژنی یا سدیمی و رزین های آنیونی به صورت کلراید باشند.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۹-٤-۱ پایداری گرمایی رزین های تعویض یونی

محدوده دمایی مجاز برای رزین ها توسط سازندگان آنها اعلام می شود . افزایش دما بیش از حد ماکزیمم ، باعث تشدید افت ظرفیت تبادل یونی رزین ها می شود و از این نظر رزین های آنیونی آکریلیکی ناپایدارتر از رزین های آنیونی استیرنی می باشند.. به طور کلی رزین های کاتیونی از پایداری گرمایی خوبی برخوردار هستند ، معمولا ماکزیمم دمای مجاز برای رزین های کاتیونی قوی یا ضعیفC ° ۱۲۰می باشد. رزین های آنیونی قوی بویژه نوع ۲ ناپایدارتر بوده و به مرور زمان ظرفیت خود را از دست می دهند به طوریکه پس از حدود ۶ سال ، ظرفیت آنها به کمتر از نصف کاهش می یابد. محدوده دمایی متداول رزین های آنیونی در جدول ۱-۳ نشان داده شده است.

جدول ۱-۳ محدوده دمایی مجاز انواع رزین آنیونی

نوع رزین	شبکه رزین	یون متحرک	ماکزیمم دما($°C$)
آنیونی قوی نوع۱	استایرن و دی وینیل بنزن	کلراید	۸۰
		هیدروکسید	۴۰
	آلریلیک و دی وینیل بنزن	کلراید	۷۵
		هیدروکسید	۳۵
آنیونی ضعیف	استایرن و دی وینیل بنزن	-----	۱۰۰
	آلریلیک و دی وینیل بنزن	-----	۶۰

۱۰-٤-۱ اندازه و ضریب یکنواختی رزین های تعویض یونی

رزین ها را به صورت دانه های کروی با اندازه ۳۰۰ میکرون تا ۱۲۰۰ میکرون می سازند . همانند ذرات بستر فیلتر ، برای مشخص کردن توزیع ذرات ، اصطلاح اندازه موثر[1] و ضریب یکنواختی[2] استفاده می شود.به اندازه ای که ۹۰٪

[1] *Effective Size*

[2] *Uniformity Coefficient*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

دانه ها درشت تر از آن هستند اندازه موثر گفته می شود.در تصفیه آب ، رزین های با اندازه موثر حدود ۷۰۰ میکرون و ضریب یکنواختی کمتر از ۱/۷ مناسب تر است.

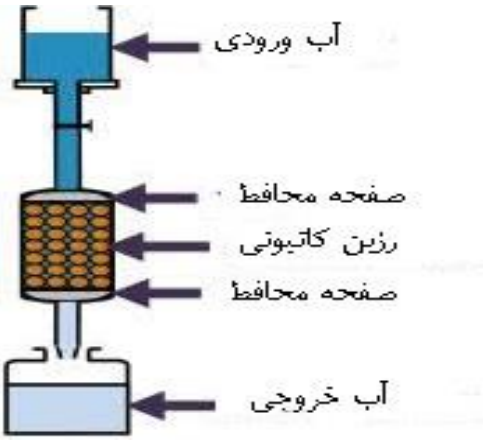
۱۱-٤-۱ دانسیته ذرات رزین های تعویض یونی

دانسیته واقعی دانه های رزین ، به مقدار رطوبت و نوع رزین ، ساختمان شبکه پلیمری و حتی به یون متحرک داخل شبکه بستگی دارد. در هنگام مرتب سازی دانه های رزین بر حسب اندازه ، دانسیته رزین از اهمیت زیادی برخوردار است . معمولا دانسیته دانه های رزین های اسیدی حدود ۱/۲ و دانسیته دانه های رزین های بازی حدود ۱/۱ می باشد.

۵-۱ فیلتر رزین

فیلتر یا بستر رزین می تواند ثابت یا شناور باشد. در نوع ثابت ، رزین های داخل دستگاه انبساطی ندارند و آب ورودی به دستگاه از بالا وارد شده و بیشترین تبادل یونی در قسمت بالای فیلتر رزین انجام می شود و در قسمت های پایین بستر تصفیه نهایی انجایی انجام می گردد که تعیین کننده درجه خلوص آب خروجی از تعویض کننده می باشد. با افزایش زمان سرویس ، رزین های بالای بستر اشباع شده و تبادل یونی در لایه های پایین ستون بستر انجام می شود که در نهایت زمانی فرا می رسد که بقیه ستون بستر برای تعویض یون کافی نبوده و در نتیجه در آب خروجی از تعویض کننده ، یون های ناخالص حذف نشده مشاهده می شود که معرف پایان سرویس دستگاه می باشد. آب باید عاری از مواد قابل رسوب و ذرات معلق باشد . در صورت وجود این ذرات افت فشار سریع و زیاد در فیلتر رزین به وجود خواهد آمد. شکل ۱-۶ یک دستگاه تعویض یونی اسیدی را نشان می دهد.

دستگاه های تعویض یونی با بستر شناور کمتر در تصفیه آب به کار می روند. در این نوع دستگاه ها جریان آب ورودی از پایین به بالا است. در بستر های شناور اتلاف آب در زمان احیا کمتر شده و به علاوه راندمان احیا و نیز ظرفیت عملیاتی رزین ها افزایش می یابد ولی هزینه بهره برداری رزین ها بیشتر از بستر ثابت است.

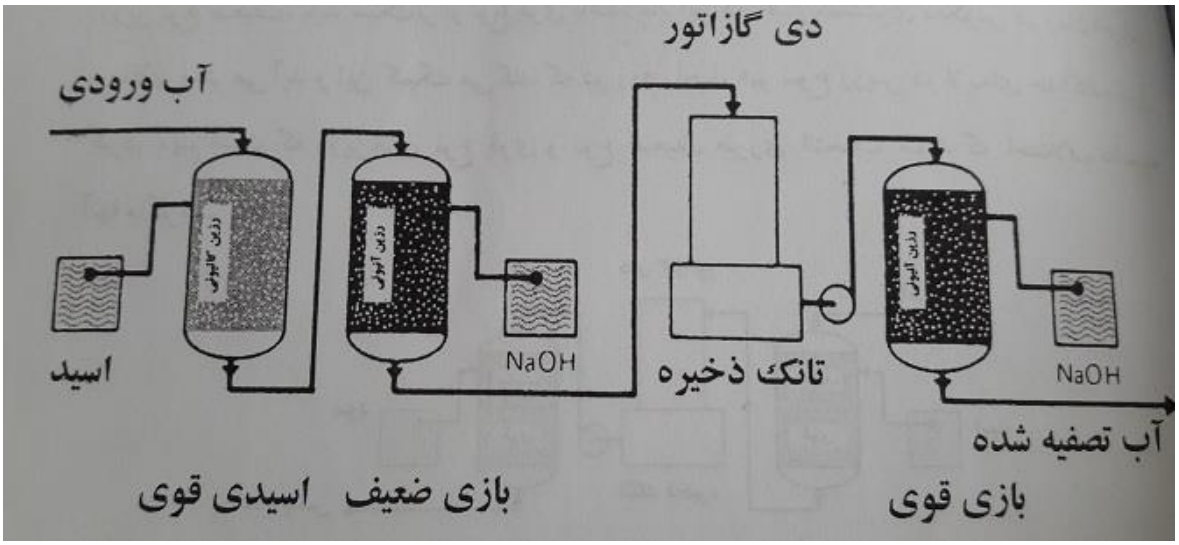


شکل ۱-٦ دستگاه تعویض یونی هیدروژنی در حال سرویس

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۶-۱ استفاده از چند فیلتر رزین

برای صنایع بزرگ که به مقدار زیادی آب تصفیه شده نیاز دارند ، جهت صرفه جویی در هزینه ها از چند فیلتر رزین استفاده می شود. شکل ۱-۷ یک سیستم تعویض یونی را نشان می دهد. کاتیون های آب ورودی در ستون رزین اسیدی قوی با یون هیدروژن تعویض می شوند و در نتیجه نمک های آب ورودی به اسید تبدیل می شوند. فقط اسید های معدنی تولید شده ، در فیلتر دوم که حاوی رزین های بازی ضعیف است جدب شده و از آب حذف می شوند.اما اسید کربنیک به صورت گاز انیدرید کربنیک در می آید که در واحد هوا زدا از آب جدا می شود. مزیت این روش در این است که بیشتر آنیون ها بارزین بازی ضعیف حذف می شوند که راندمان احیای آن بالاتر از رزین بازی قوی است. کار رزین بازی قوی حذف اسید های ضعیف و آخرین باقیمانده آنیون های دیگر است. برای داشتن آب تصفیه شده با کیفیت می توان از ستون چهارمی با بستر رزین اسیدی ضعیف استفاده کرد تا نشتی سدیم که به صورت سود در آب تصفیه شده ظاعر می شود را حذف کرد.



شکل ۱-۷ تهیه آب خالص با استفاده از رزین های قوی و ضعیف

یک روش موثرتر برای صرفه جویی در هزینه سرمایه گذاری اولیه و مواد شیمیایی این است که در یک فیلتر رزین ، هم از نوع ضعیف و هم قوی استفاده شود. رزین نوع ضعیف باید سبک تر از نوع قوی باشد . بنابراین در حین شستشوی معکوس در زمان احیا به بالای بستر می آید و این کمک می کند که در زمان احیا ، هر نوع رزین در لایه ای جداگانه قرار گیرد. مهم است که رزین های نوع قوی و ضعیف طوری انتخاب شوند که اختلاف دانسیته آنها ماکزیمم باشد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۷ دستگاه تعویض یونی مختلط[۱]

هر چند که از نظر تئوری با استفاده از رزین های کاتیونی و آنیونی قوی به صورت سری می توان آب بدون یون تهیه کرد ولی در عمل به علت واکنش های تعویض یونی برگشت پذیر در آب تصفیه شده نهایی TDS صفر نیست. از این رو برای تهیه آب بدون یون باید به جای استفاده از دو دستگاه تعویض یونی کاتیونی و آنیونی ، رزین های آنیونی و کاتیونی را با هم و در کنار هم در یک دستگاه قرار داد. پس از احیای رزین ها ، به کمک هوای تحت فشار ، دو نوع رزین با هم مخلوط می شوند. در اثر اختلاط ، ذرات رزین کاتیونی و آنیونی در کنار هم قرار گرفته و تشکیل مجموعه زیادی از واحد های تعویض یونی را می دهند. کاتیون های آب توسط دانه های رزین کاتیونی و آنیون های آب توسط دانه های رزین آنیونی جذب می شوند که در نتیجه آب خروجی از چنین دستگاهی کاملا خالص و بدون یون خواهد بود. نشی کاتیون و آنیون در چنین دستگاهی کمتر شده و آب خالص تر از سیستم دو دستگاه جداگانه تولید خواهد شد.

از آنجایی که فصل مشترک رزین های کاتیونی وآنیونی کاملا احیا نمی شوند . برای رفع این مشکل علاوه بر رزین کاتیونی و آنیونی ، یک بستر از ماده خنثی هم استفاده می شود که دو بستر رزین را کاملا از هم جدا می کند دانسیته این ماده خنثی بیشتر ازدانسیته رزین آنیونی و کمتر از دانسیته رزین کاتیونی است . بنابراین از سه بستر کاتیونی ،خنثی و آنیونی استفاده می شود که در آن لایه خنثی نقش حائل را بازی می کند و در وسط قرار می گیرد تا در موقع احیا از ورود نا مطلوب مواد شیمیایی به بستر ها جلوگیری کند .

۱-۸ نحوه قرار گرفتن بستر ها

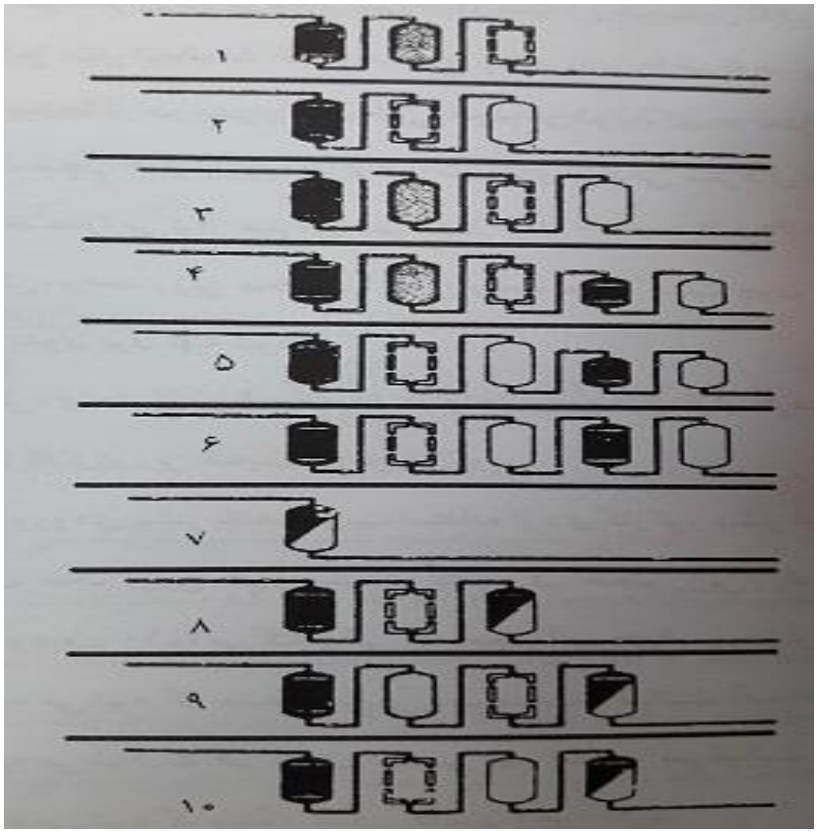
برای تهیه آب خالص به کمک واحد های تعویض یونی ،آب را ابتدا از دستگاه تعویض یونی کاتیونی اسیدی عبور می دهند تا کاتیون ها حذف شوند و آنیون ها به صورت اسید درآیند سپس آب را از دستگاه تعویض آنیونی بازی عبور می دهند تا آنیون های آب حذف شده و یون هیدروکسیل آزاد شود . بنابراین در حالت ایده آل ملکول آب جایگزین تمام ناخالصی های یونی آب می گردد و در نتیجه آب فاقد نمک تولید می شود.

برای رسیدن به این هدف ، می توان سیستم های مختلفی انتخاب کرد که شرایط مورد نطر را ایجاد نماید. عواملی مانند درجه خلوص آب مورد نظر، ترکیب آب ورودی ، مقدار دبی آب می توانند در انتخاب نوع سیستم موثر باشند. در شکل ۱-۸ سیستم های مختلف تهیه آب مطلوب نشان داده شده است. در این شکل رنگ سیاه معرف رزین کاتیونی قوی ، رنگ سفید نشانگر رزین آنیونی قوی است. نیمه سیاه و سفبد ، رزین مختلط و رنگ خاکستری معرف رزین آنیونی ضعیف و مستطیل خط چین ، هوازدا می باشد.

---

[۱] *Mixed Bed Resin*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353



شکل ۱-۸ روش های مختلف برای تهیه آب صنعتی

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل دوم

بررسی مشخصات فنی رزین های مورد درخواست نیروگاه ایرانشهر

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۲-۱ رزین های مورد درخواست نیروگاه بخار ایرانشهر

پیرو قرارداد شماره ۹۸/۳۰ در خصوص اعلام نیاز نیروگاه بخار ایرانشهر به تامین رزین های آنیونی و کاتیونی و اختلاف به وجود آمده در خصوص نوع برخی از رزین ها ، لیست رزین های مورد درخواست نیروگاه به شرح جدول شماره ۲-۱ دریافت شد .

جدول ۲-۱ رزین های مورد درخواست نیروگاه

ردیف	نوع رزین	مشخصات رزین درخواستی
۱	کاتیونی ضعیف	*Lewatit CNP 80 WS*
۲	کاتیونی قوی	*Lewatit Mono Plus S100H*
۳	کاتیونی قوی	*Lewatit Mono Plus S100*
۴	خنثی	*Lewatit IN 42*
۵	آنیونی قوی	*Lewatit Mono Plus M500*
۶	آنیونی قوی	*Amberlite IRA 900 C Cl*
۷	کاتیونی قوی	*Amberlite 200 C Na*
۸	کاتیونی قوی	*Amberjet 1200 Na*
۹	آنیونی ضعیف	*Lewatit Mono Plus MP 64*
۱۰	آنیونی قوی	*Amberlite IRA 420 Cl*
۱۱	آنیونی ضعیف	*Amberlite 93 SP OH*

۲-۲ دریافت ملاحظات و محدودیت های فنی نیروگاه ایرانشهر

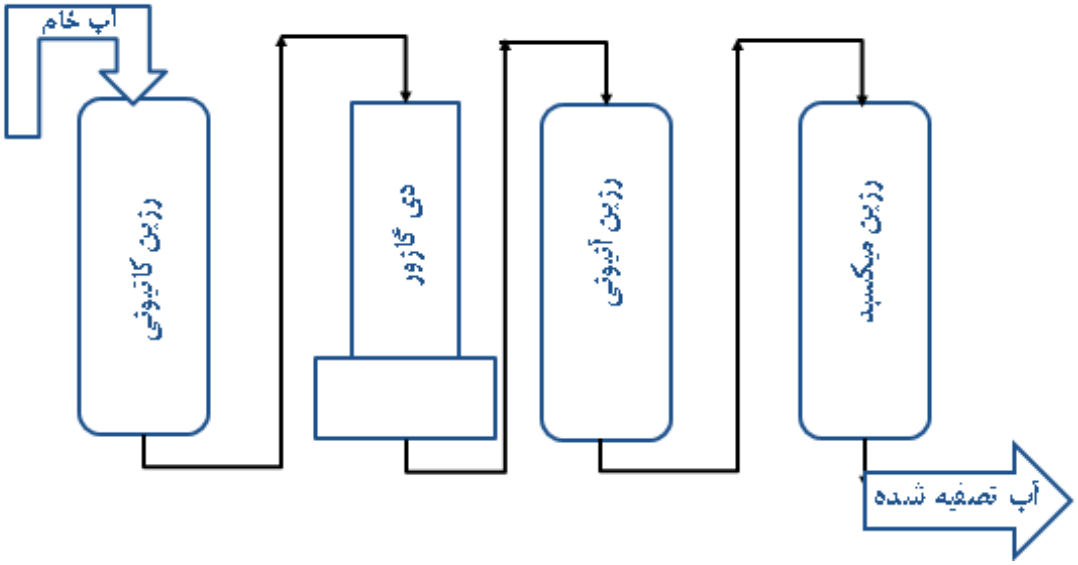
طی نامه شماره ۹۹/۳۰۰/۳۳۵۷ مورخ ۹۹/۵/۱۵ ملاحظات و نکات مهم در خصوص رزین های مورد نیاز از نیروگاه درخواست گردید و مجددا طی نامه شماره ۴۲۰۱ /۹۹/۳۰۰ مورخ ۹۹/۶/۱۲ موارد مهم طی یک پرسشنامه درخواست شد.

موارد خواسته شده طی نامه شماره ۹۹/۱۰۱/۲۱۴۷ مورخ ۹۹/۶/۲۹ به شرح ذیل دریافت گردید.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۲-۲ شرایط آب ورودی و نحوه قرار گرفتن بستر رزین ها

طبق اطلاعات دریافتی ، آب خام بدون هیچ گونه پیش تصفیه وارد بستر رزین کاتیونی می شود . آب اسیدی خروجی از بستر کاتیونی پس از عبور از دگازور و حذف گاز کربنیک به ستون آنیونی وارد می شود. نهایتا خروجی ستون آنیونی وارد بستر میکسبد شده و آب بدون یون تولید می شود. نحوه چیدمان بستر ها در شکل شماره ۲-۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ چیدمان بستر رزین در نیروگاه ایرانشهر

دمای آب ورودی به رزین ها بین ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد اعلام شد. pH آب ورودی به رزین کاتیونی ۸/۳ می باشد.

۲-۳ مشخصات فنی رزین های پیشنهادی شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت

پیرو مذاکره با شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت ، مدارک ، مستندات و مکاتبات با شرکت تولید نیروی برق زاهدان و نیروگاه ایرانشهر دریافت گردید.پیرو نامه های شماره ۰۰۴-۹۹۰۱-۱۱۶۰۱ مورخ ۹۹/۱/۱۱ ، ۰۱۰-۹۹۰۱-۱۱۶۰۱ مورخ ۹۹/۱/۲۶ همچنین نامه شماره ۰۴۳-۹۹۰۳- ۱۱۶۰۱ مورخ ۹۹/۳/۶ شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت ، دیتا شیت رزین های پیشنهادی شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت به شرکت تولید نیروی برق زاهدان ارائه گردیده است . لیست رزین های پیشنهادی پیمانکار در جدول شماره ۲-۲ آمده است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۲-۲ لیست رزین های پیشنهادی شرکت توسعه تجهیزات آریسا صنعت

ردیف	نوع رزین	مشخصات رزین پیشنهادی
۱	کاتیونی ضعیف	*Lewatit CNP 80 WS*
۲	کاتیونی قوی	*Lewatit Mono Plus S108H*
۳	کاتیونی قوی	*Lewatit Mono Plus S108*
۴	خنثی	*Lewatit IN 42*
۵	آنیونی قوی	*Lewatit Mono Plus M500*
۶	آنیونی قوی	*Amberlite IRA 900 C Cl*
۷	کاتیونی قوی	*Amberlite IRC 200 Na*
۸	کاتیونی قوی	*Amberjet HPR 1200 Na*
۹	آنیونی ضعیف	*Lewatit Mono Plus MP 68*
۱۰	آنیونی قوی	*Amberlite HPR 4200 Cl*
۱۱	آنیونی ضعیف	*Amberlite HPR 9600*

شرکت تولید نیروی برق زاهدان، نظرات خود را در خصوص رزین های پیشنهادی شرکت آریسا صنعت به شرح ذیل اعلام کرده است:

- رزین های شماره ۲و ۳ پیشنهادی شرکت آریسا صنعت جایگزین رزین های متناظر مورد درخواست نیروگاه شده است و رزین های شماره ۱ الی ۵ طی نامه شماره ۹۹/۱۰۱/۱۴۳ مورخ ۹۹/۱/۲۵ مورد تایید قرار گرفتند.
- همچنین رزین شماره ۶ مورد تایید قرار گرفته است و پیرو پیشنهاد جایگزینی رزین های شماره ۷و ۸ ، تاییدیه فنی رزین های ۶ الی ۸ طی نامه شماره ۹۹/۱۰۱/۲۹۸ مورخ ۹۹/۲/۳ به شرکت آریسا صنعت اعلام شده است.
- در خصوص رزین شماره ۹ ،شرکت آریسا صنعت اعلام کرده است که رزین *MP 64* از خط تولید شرکت *Lanxess* خارج شده است و شرکت سازنده رزین *Lewatit MP 68* را جایگزین نموده است.
- همچنین در خصوص ردیف های ۱۰ و ۱۱ شرکت آریسا صنعت اعلام کرده است که با توجه به خریداری شرکت *Rohm –Hass* توسط شرکت *Dow* محصولات جایگزین به شرح جدول ۲-۲ ارائه شده است. مشخصات شیمیایی و فیزیکی رزین پیشنهادی *Lewatit MP 68* در جدول ۲-۳ نشان داده شده است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

همچنین مشخصات رزین های پیشنهادی *Amberlite HPR 4200 Cl* و *Amberlite HPR 9600* به ترتیب در جداول ۲-۴ و ۲-۵ آمده است. (به منظور پیشگیری ازهر گونه خطا در ترجمه ، جداول عینا از مراجع استخراج و ارائه شده است)

جدول ۲-۳ مشخصات فنی رزین Lewatit MonoPlus MP 68

PRODUCT INFORMATION
LEWATIT® MonoPlus MP 68

Lewatit®

Typical Physical and Chemical Properties

Bulk density for shipment	(+/- 5%)	g/L	620
Density		approx. g/mL	1.04
Water retention (delivery form)		approx. weight %	54-60
Volume change (free base / Cl⁻ - Cl⁻)		max. approx. %	24
Stability pH range			0-14
Storage time (after delivery)		max. years	2
Storage temperature range		°C	-20 - +40

Operation

Operating temperature		max. °C	70
Operating pH range	during exhaustion		0-8
Bed depth for single column		min. mm	800
Back wash bed expansion per m/h (20°C)		%	21
Specific pressure loss kPa*h/m² (15°C)		kPa*h/m² (15°C)	1
Max. pressure loss during operation		kPa	300
Specific flow rate		max. BV/h	40

جدول ۲-٤ مشخصات فنی رزین Amberlite HPR 4200 Cl

Historical Reference	AMBERLITE™ HPR4200 Cl Ion Exchange Resin has previously been sold as DOWEX MARATHON™ 4200 Cl Ion Exchange Resin.	
Typical Properties	**Physical Properties**	
	Copolymer	Styrene-divinylbenzene
	Matrix	Gel
	Type	Strong base anion, Type I
	Functional Group	Trimethylammonium
	Physical Form	Yellow, translucent, spherical beads
	Chemical Properties	
	Ionic Form as Shipped	Cl^-
	Total Exchange Capacity	≥ 1.30 eq/L (Cl^- form)
	Water Retention Capacity	49.0 – 55.0% (Cl^- form)
	Particle Size §	
	Particle Diameter	650 ± 50 µm
	Uniformity Coefficient	≤ 1.25
	< 300 µm	≤ 0.3%
	> 850 µm	≤ 5.0%
	Stability	
	Whole Uncracked Beads	≥ 90%
	Swelling	$Cl^- \rightarrow OH^-$: 20%
	Density	
	Particle Density	1.07 g/mL
	Shipping Weight	670 g/L

§ For additional particle size information, please refer to the Particle Size Distribution Cross Reference Chart

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۲-۵ مشخصات فنی رزین Amberlite HPR ۹۶۰۰

Typical Properties

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Macroporous
Type	Weak base anion
Functional Group	Tertiary amine
Physical Form	Cream, opaque, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Free base (FB)
Total Exchange Capacity	≥ 1.3 eq/L (FB form)
Water Retention Capacity	59.0 – 65.0% (FB form)
Particle Size §	
Particle Diameter	550 ± 50 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.1
< 300 µm	≤ 0.2%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 95%
Swelling	FB → HCl : 15%
Density	
Particle Density	1.05 g/mL
Shipping Weight	670 g/L

§ For additional particle size information, please refer to the Particle Size Distribution Cross Reference Chart (Form No. 177-01775).

۲-٤ بررسی تطابق رزین های پیشنهادی با رزین های مورد درخواست نیروگاه

به طور کلی از بین ۱۱ رزین پیشنهادی شرکت آریسا صنعت ، ۳ رزین مورد تایید نیروگاه قرار نگرفته است.در خصوص رزین *Lewatit MP 64* از شرکت های ردا کیمیا ، ندای آب ، رسوبگیری استعلام فروش صورت گرفت که همگی این شرکت ها ، اعلام کردند که رزین *MP 68* جایگزین رزین *MP 64* شده است. پس از اطمینان از عدم ارائه رزین *MP64* بررسی جهت جایگزینی از لحاظ فنی صورت گرفت . مشخصات شیمیایی و فیزیکی مهم رزین ها که در فصل گذشته به آن پرداخته شد ، مورد بررسی قرار گرفت. خلاصه مشخصات فیزیکی و شیمیایی در جدول ۲-۶ نشان داده شده است. مقایسه مشخصات بهره برداری در جدول ۲-۷ آمده است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۲-٦ مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های *MP64* و *MP68*

General Description			**Lewatit Mono Plus MP64**	**Lewatit Mono Plus MP68**
Ionic form as shipped			Free base/Cl	Free base/Cl
Functional Group			Tertiary /quaternary amine	Tertiary /quaternary amine
Matrix			Crosslinked polystyrene	Crosslinked polystyrene
Structure			Macro porous	macro porous
Appearance			Beige,opaque	Beige,opaque
Physical and Chemical Properties				
		Metric units		
Uniformity Coefficient		Max.	1.1	1.1
Mean bead size		Mm	0.59(+/-0.05)	0.54(+/-0.05)
Bulk density	(+/- 5%)	g/l	620	620
Density		Approx..g/ml	1.04	1.04
Water retention		Wt. %	61-66	54-60
Total Capacity		Min. eq/l	1.3	1.3
Volume Change	total swelling(delivered→Cl)	Typical vol. %	24	24
Volume Change	Operational swelling	Typical vol. %	8	----
Stability	at pH-rang		0-14	0-14
Storability	of the product	Max. years	2	2
Storability	temperature range	° C	-20 - 40	-20 - 40

جدول ۲-۷ مشخصات بهره برداری رزین های MP64 و MP68

Recommended Operating Conditions			**Lewatit Mono Plus MP64**	**Lewatit Mono Plus MP68**
		Metrics Units		
Operating temperature		Max. ° C	70	70
Operating pH-range			0-7	0-7
Bed depth		Min. mm	800	800
Specific Pressure drop	15° C	Approx.. kPa*h/m^2	0.8	0.8
Pressure drop		Max. kPa	300	300
Linear velocity	Operation	Max. m/h	60	60
Linear velocity	Backwash(20° C)	Approx.. m/h	4	4
Bed expansion	(20° C,per m/h)	Approx..Vol%	21	21
Freeboard	Backwash(extern/intern)	Vol%	100	100
Regenerant			NaOH	NaOH
Counter current regeneration	Level	Approx..g/l	50	50
Ws-system	Concentration	Approx.. wt. %	2-4	2-4
Linear velocity	regeneration	Approx.. m/h	5	5
Linear velocity	Rising	Approx.. m/h	5	5
Co current regeneration	level	Approx.. g/l	50-80	50-80
Co current regeneration	Concentration	Approx.. wt. %	3-5	3-5
Linear velocity	regeneration	Approx.. m/h	5	5
Linear velocity	Rising	Approx.. m/h	5	5
Rinse waterb requirement	Slow/fast	Approx.. BV	8	8

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

خلاصه مقایسه مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های *Amberlite IRA-420 Cl* و جایگزین پیشنهادی *Amberlite HPR 4200 Cl* در جدول شماره ۲-۸ و مشخصات بهره برداری آن ها در جدول ۲-۹ آورده شده است.

جدول ۲-۸ مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های *IRA420* و*HPR4200*

Typical Properties			AMBERLITE IRA 420	AMBERLITE HPR 4200
Matrix			polystyrene	Styrene-divinylbenzene
Functional Group			Teri methyl ammonium	Teri methyl ammonium
Physical form			Pale Yellow,translucent beads	Yellow,translucent,spherical beads
Structure			Gel	Gel
Ionic form as shipped			Cl form	Cl form
Physical and Chemical Properties				
		Metric units		
Specific gravity	Cl form		1.09	1.07 g/ml (particle density)
Moisture holding	Cl form	%	50-56	49-55
Particle size		mm	0.3-1.2	---
Particle diameter		µm	---	650±5
Uniformity coefficient			---	≤1.25
<300 µm		%	---	≤0.3
Reversible swelling	Upon complete conversion from the free base to the salt form	%	+20%	20%
Total exchange Capacity	Cl form	Min. eq/l	1.3	1.3

جدول ۲-۹ مشخصات بهره برداری رزین های IRA420 و HPR4200

Recommended Operating Conditions			AMBERLITE IRA 420	AMBERLITE HPR 4200
		Metrics Units		
Operating temperature	Cl form	Max. ° C	60	100
Operating pH-range			0-14	1-14
Bed depth		Min. mm	600	800
Service flow rate		bedvolume/h	5-50	6-60
Regenerant				NaOH
regeneration	Level	g/l	30-150	40-80
Regenerant	Concentration	% w/v	2-4%	2-4%
	Flow rate	Bed volume/h	2-6	3-8
Contact time	minimum	minute	20	20
Slow rinse	At regenerant flow rate	BV	2	3
Fast rinse	At service flow rate	BV	2-8	3-8

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

خلاصه مقایسه مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های *Amberlite 93-SP OH* و جایگزین پیشنهادی *Amberlite HPR 9600* در جدول شماره ۲-۱۰ و مشخصات بهره برداری آن ها در جدول ۲-۱۱ آورده شده است.

جدول ۲-۱۰ مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های *SP OH – 93* و *HPR9600*

Typical Properties			AMBERLITE 93 SP OH	AMBERLITE HPR 9600
Matrix			Styrene-divinylbenzene	Styrene-divinylbenzene
Functional Group			Tertiary amine	Tertiary amine
Physical form			Opaque,spherical beads	Cream,Opaque,spherical beads
Structure			Macroreticular	macro porous
Ionic form as shipped			Free base	Free base
Physical and Chemical Properties				
		Metric units		
Specific gravity	Free base form		1.03-1.04	1.05 g/ml (particle density)
Moisture holding	Free base form	%	57-61	59-65
Particle size		mm	0.3 to 1.2	---
Particle diameter		µm	---	550±50
Uniformity coefficient			----	≤1.1
<300 µm		%	----	≤0.2
Reversible swelling	Upon complete conversion from the free base to the salt form	%	10 to 15	15%
Total exchange Capacity	Free base form	Min. eq/l	1.2	1.3

جدول ۲-۱۱ مشخصات بهره برداری رزین های SP OH – 93 و HPR9600

Recommended Operating Conditions			AMBERLITE 93 SP OH	AMBERLITE HPR 9600
		Metrics Units		
Operating temperature		Max. °C	100	60
Operating pH-range			0-8	0-6
Bed depth		Min. mm	600	600
Service flow rate	Up to	bedvolume/h	40	60
Regenerant			NaOH NH_4OH Na_2CO_3	NaOH NH_3 Na_2CO_3
regeneration	Level	g/l , %	48 43 64	115 150 200
Regenerant	Concentration	% w/v	2 to 6	2-4% 2-6% 5-8%
Regenerant	Flow rate	Bed volume/h	2 to 8	
Contact time	minimum	minute	20	30
Slow rinse	At regenerant flow rate	BV	2	2
Fast rinse	At service flow rate	BV	2 to 12	2-8

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۵-۲ نتیجه گیری

همانطور که پیش تر اشاره شد، برای مشخص کردن دقیق عملکرد رزین های تعویض یونی ، ویژگی های شیمیایی و فیزیکی رزین مانند ظرفیت رزین، تورم پذیری ،محدوده *pH* عملکرد ، پایداری شیمیایی و گرمایی ، اندازه و ضریب یکنواختی و دانسیته رزین اهمیت بسیار زیادی دارد. در کنار این ویژگی ها ، تطابق با شرایط مورد نیاز واحد صنعتی باید در نظر گرفته شود.

از آنجایی که رزین های *Amberlite IRA-420 Cl* , *Lewatit MP 64* و *Amberlite 93-SP OH* مطابق با شرایط و نیاز نیروگاه مورد استفاده قرار گرفتند، رزین های پیشنهادی با آنها مقایسه شدند.

واضح است که ۳ رزین مورد بحث به دلیل قدیمی بودن و تولید نشدن نیاز به جایگزینی دارند. با توجه به اینکه رزین های *MP 64* و *MP 68* تفاوت خاصی در مشخصات شیمیایی و فیزیکی ندارند و همچنین مشخصات بهره برداری آنها یکسان است ، *MP 68* می تواند جایگزین مناسبی برای رزین *MP 64* باشد.

در خصوص رزین *Amberlite IRA-420 Cl* و *Amberlite HPR 4200 Cl* تفاوت خاصی در مشخصات فیزیکی و شیمیایی مشاهده نمی شود ولی در مشخصات بهره برداری باید به میزان ماده احیا کننده و سرعت احیا و شستشو توجه شود.لذا رزین *HPR 4200* می تواند جایگزین مناسبی برای رزین *IRA-420 Cl* باشد.

در خصوص رزین *Amberlite 93-SP OH* و *Amberlite HPR 9600* تفاوت خاصی در مشخصات فیزیکی و شیمیایی مشاهده نمی شود ولی در زمان بهره برداری باید به میزان ماده احیا کننده و سرعت احیا و شستشو توجه شود.لذا رزین *HPR 9600* می تواند جایگزین مناسبی برای رزین *93-SP OH*باشد.

نکته حائز اهمیت این است که رزین های جدید با رزین های قدیمی در حال استفاده نباید مخلوط شوند و بهتر است که جایگزین رزین های قبلی گردند. در رزین های *HPR 9600* و *HPR 4200 Cl* به دلیل اختلاف بسیار کم دانسیته بین رزین جدید و قدیم ، این رزین ها به خوبی با یکدیگر مخلوط نمی شوند و با توجه به اختلافات میزان مواد احیا کننده و زمان شستشو بهتر است که رزین ها به جای اختلاط ، کاملا جایگزین شوند.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل سوم

مشخصات رزین های تعویض یونی

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۳- مقدمه

همانگونه که در گزارش مرحله اول اشاره شد، ویژگی های مهم شیمیایی و فیزیکی رزین ها ، نشان دهنده کارایی آن ها می باشند.

ویژگی های شیمیایی شامل برگشت پذیری ، ژله ای بودن رزین ها،گروه یونی غیر متحرک ، ضریب گزینش پذیری یون متحرک ، ظرفیت،تورم پذیری ، محدوده pH عملکرد رزین و پایداری شیمیایی و گرمایی می باشد.

ویژگی های فیزیکی شامل اندازه و ضریب یکنواختی دانه ها ، دانسیته ذرات می باشند.

جهت یادآوری ،توضیحات مختصری ازویژگی های رزین ها بیان می گردد.

۲-۳ ظرفیت [1]رزین های تعویض یونی

ظرفیت یک رزین مهمترین ویژگی رزین می باشد و معمولا به صورت ظرفیت جرمی یا ظرفیت حجمی بیان می شود.

با توجه به آنکه در بسیاری از کاربردهای رزین ، حجم آن مهم است و به آسانی هم قابل اندازه گیری می باشد، از این رو بیان ظرفیت حجمی کاربردی تر از ظرفیت جرمی رزین است. به تعداد اکی والان یون هایی که در هر میلی لیتر از رزین می تواند تعویض شود ، ظرفیت حجمی می گویند.

به مرور زمان ظرفیت رزین کاهش می یابد . البته هر چه شرایط عملیاتی و نگهداری رزین مطلوب تر باشد ، روند کاهش طرفیت رزین بسیار کندتر خواهد شد. در واقع پارامتری که عمر رزین را تعیین می کند ظرفیت رزین است. ظرفیت ممکن است به حدی کاهش یابد که استفاده از رزین کهنه اقتصادی نباشد.

۳-۳ اندازه و ضریب یکنواختی رزین های تعویض یونی

رزین ها را به صورت دانه های کروی با اندازه ۳۰۰ میکرون تا ۱۲۰۰ میکرون می سازند . همانند ذرات بستر فیلتر ، برای مشخص کردن توزیع ذرات ، اصطلاح اندازه موثر[2] و ضریب یکنواختی[3] استفاده می شود.به اندازه ای که ۹۰٪ دانه ها درشت تر از آن هستند اندازه موثر گفته می شود.در تصفیه آب ، رزین های با اندازه موثر حدود ۷۰۰ میکرون و ضریب یکنواختی کمتر از ۱/۷ مناسب تر است.

---

[1] *Capacity*

[2] *Effective Size*

[3] *Uniformity Coefficient*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

٤-٣ دانسیته ذرات رزین های تعویض یونی

دانسیته واقعی دانه های رزین ، به مقدار رطوبت و نوع رزین ، ساختمان شبکه پلیمری و حتی به یون متحرک داخل شبکه بستگی دارد. در هنگام مرتب سازی دانه های رزین بر حسب اندازه ، دانسیته رزین از اهمیت زیادی برخوردار است . معمولا دانسیته دانه های رزین های اسیدی حدود ۱/۲ و دانسیته دانه های رزین های بازی حدود ۱/۱ می باشد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل چهارم

آزمون های رزین های تعویض یونی

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-٤ مقدمه

برای اطمینان از اصالت رزین های نو و همچنین بررسی کیفیت رزین های در حال بهره برداری و به جهت افزایش عمر رزین ها،نیاز به بررسی ویژگی های رزین ها در بازه های زمانی منظم می باشد.

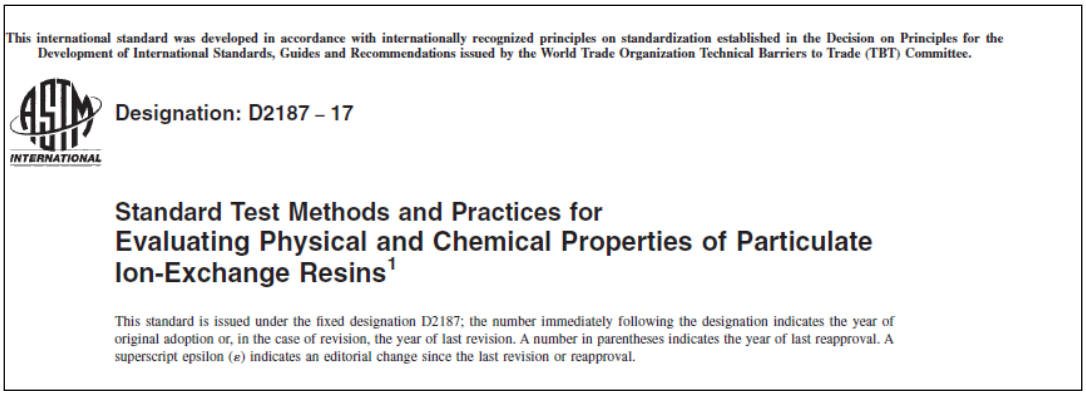
تعیین ظرفیت رزین ، بررسی دانه بندی به جهت اطلاع از شکستگی دانه ها ، دانسیته و رطوبت از ویژگی های مهم و عمومی رزین ها می باشد.

۲-٤-عوامل مهم در بررسی رزین ها

عملکرد شیمیایی رزین تبادل یونی به منزله قلب فرآیند تصفیه آب بوسیله رزین می باشد. خواص شیمیایی شامل ظرفیت کل و ظرفیت نگهداری آب می باشد. مشخصات فیزیکی مانند دانسیه و دانه بندی به عملکرد شیمیایی رزین کمک می کنند.

این اندازه گیری ها برای بررسی وضعیت رزین و مقدار کارائی آن در جذب یون های شیمیایی موجود در محلول بکار می روند. این آزمون ها را می توان بر اساس "استاندارد روش آزمون برای ارزیابی مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های نعویض یونی[۱] " به شماره *ASTM*[2] *D2187* انجام داد.

روش انجام آزمون های فیزیکی و شیمیایی بر اساس استاندارد مذکور، مطابق شکل ۴-۱ به شرح ذیل می باشد.


This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

Designation: D2187 – 17

Standard Test Methods and Practices for Evaluating Physical and Chemical Properties of Particulate Ion-Exchange Resins[1]

This standard is issued under the fixed designation D2187; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

شکل ۴-۱ استاندارد بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین ها

[1] *Standard Test Methods and Practices for Evaluating Physical and Chemical Properties of Particulate Ion-Exchange Resins*

[2] *American Society for Testing and Materials*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

این استاندارد برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های تعویض یونی ، مورد کاربرد تصفیه آب استفاده می شوند. این استاندارد برای رزین های نو و کارکرده کاربرد دارد.

۳-٤-تعیین ظرفیت کل[1]

ظرفیت یک رزین مهمترین ویژگی و در واقع معیاری از ظرفیت رزین برای انجام تعویض یون با محیط خود می باشد . معمولا به صورت ظرفیت جرمی یا ظرفیت حجمی بیان می شود.

۱-۳-٤ تعیین ظرفیت رزین کاتیونی قوی(شکافت نمک[2])

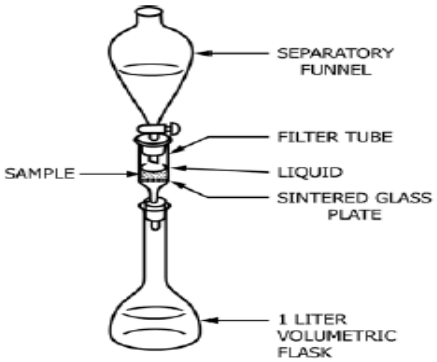
در این روش تعداد میلی اکی والان هیدروژن قابل تغویض در یک رزین کاتیونی که برای شکافت نمک به اندازه کافی اسیدی شده باشد، اندازه گیری می شود. در این روش گروه عاملی سولفونیک اسید اندازه گیری می شود.

وسایل آزمون:

لوازم شیشه ای مطابق شکل ۴-۲ و pH متر

مواد مصرفی:

اسید کلریدریک(۱+۹)، معرف متیل اورانژ، معرف فنل فتالئین،محلول سدیم کلراید(۵۰ گرم در لیتر)،محلول سدیم هیدروکساید ۵۰٪ ، محلول سدیم هیدروکساید (N ۰/۱) (با استفاده از پتاسیم هیدروژن فتالات تعیین نرمالیته کنید) .



شکل٤-۲ وسایل برای اندازه گیری ظرفیت رزین

[1] *Total Capacity*

[2] *Salt Splitting*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

روش آزمون:

سه تا نمونه ۱۰ گرم از نمونه آماده سازی شده را وزن کنید. نمونه ها را کاملا به لوله شیشه ای فیلتر دار منتقل کنید. قیف جدا کننده را با ۱ لیتر از اسید (۱+۹) پر کنید. اسید را با سرعت ۲۰ml/min تا ۲۵ از نمونه عبور دهید. در تمام مدت سطح رزین را با اسید بپوشانید.

قیف جدا کننده را کاملا بشویید و با سرعتml/min ۲۰ تا ۲۵ با آب بشویید. آنقدر به شستشو ادامه دهید تا آب عبوری از رزین در حضور متیل اورانژ زرد شود یا به pH بالاتر از ۳/۹ برسید. سطح رزین را با آب بشویید و تخلیه کنید.

یک ارلن یک لیتری را زیر لوله نمونه قرار دهید. قیف جدا کننده را با یک لیتر محلول سدیم کلراید پر کنید. محلول سدیم کلراید را با سرعت ۲۰ml/min تا ۲۵ از نمونه رزین عبور دهید. کل یک لیتر عبوری را جمع آوری کنید. کل سدیم کلراید عبوری را مخلوط کنید و سه بخش ۱۰۰ میلی لیتری را جدا کنید. ۲ قطره فنل فتالئین اضافه کنید و با سود ۰/۱N تیتر کنید تا رنگ صورتی ظاهر شود یا تا pH برابر ۸/۲ تیتر کنید. میانگین مصرفی سه تیتراسیون را به عنوان E در نظر بگیرید

$$ca(meq/wet\ gram)=E*N*10W\ .$$

$$ca(meq/\text{Dry}\ gram)=\text{H}/(1\text{-}(\text{M}/100))$$

$$Ca(meq/ml)=H*C$$

E: میانگین مصرفی سود در تیتراسیون
W: وزن نمونه مرطوب(خیس)
N: نرمالیته سود مصرفی
H: ظرفیت رزین کاتیونی بر اساس نمونه مرطوب
M: درصد آب باقیمانده یا رطوبت
C:دانسیته بر اساس گرم بر میلی لیتر

۲-۳-۴ تعیین ظرفیت رزین کاتیونی ضعیف(ظرفیت کل[1])

در این روش تعداد کل میلی اکی والان های هیدروژن های قابل تعویض در یک رزین کاتیونی اندازه گیری می شود.این روش برای رزین های تعویض یونی شامل سولفونیک اسید و سایر گروه های عاملی می باشد.

وسایل آزمون:

لوازم شیشه ای مطابق شکل ۱-۱ و pH متر ،پمپ خلا و ظروف شیشه ای آزمایشگاهی

[1] *Total Capacity*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

مواد مصرفی:

معرف برموکرزول سبز ،اسید کلریدریک(۱+۹)، اسید کلریدریک ۰.۱ نرمال ، ایزو پروپیل الکل، معرف متیل اورانژ، معرف فنل فتالئین،محلول سدیم کلراید(۵۰ گرم در لیتر)،محلول سدیم هیدروکساید ۵۰٪

روش آزمون:

از نمونه آماده سازی شده، سه تا نمونه ۲/۰۰ گرمی را وزن کنید. نمونه ها را کاملا به لوله شیشه ای فیلتر دار منتقل کنید. قیف جدا کننده را با ۱ لیتر از اسید (۱+۹) پر کنید. اسید را با سرعت ۲۰*ml/min* تا ۲۵ از نمونه عبور دهید. در تمام مدت سطح رزین را با اسید بپوشانید.

قیف جدا کننده را کاملابا آب و سپس با ایزوپروپیل الکل بشویید و سپس نمونه های رزین را با ایزو پروپیل الکل با سرعت*ml/min* ۲۰ تا ۲۵ بشویید. آنقدر به شستشو ادامه دهید تا ۱۰ میلی لیتر از محلول عبوری در ۱۰ میلی لیتر از آب در حضور متیل اورانژ زرد شود یا به *pH* بالاتر از ۳/۹ برسید.

با اســتفاده از پمپ خلا ، الکل را از نمونه های رزین جدا کنید و نمونه را کاملا به یک بشــر ۵۰۰ میلی لیتری منتقا کنید و دقیقا ۲۰۰ میلی لیتر از محلول سود –نمک ۰/۱ نرمال را اضافه کنید. بلافاصله درب آن را ببندید و به خوبی مخلوط کنید. اجازه دهید تا نمونه برای ۱۶ ساعت به تعادل برسد.

نمونه ها را مخلوط کنید و اجازه دهید تا ته نشـین شـود. سـه تا حجم ۵۰ میلی لیتری از محلول را جدا کنید. با اسـید ۰/۱ نرمال تیتر کنید تا به*pH* مساوی ۸/۲ برسید یا با استفاده از فنل فتالئین تیتر کنید. میانگین این سه تیتراسیون را برای محاسبات استفاده کنید.

$$capacity, Cw\left(\frac{meq}{wet\ gram}\right) = [(200 \times NB) - (F \times NA \times 4)]/W\ .$$

$$capacity, Cd\left(\frac{meq}{Dry\ gram}\right) = Cw/(1 - (M/100))$$

$$capacity, Cb\left(\frac{meq}{ml}\right) = Cw \times C$$

F: میانگین مصرفی اسید در تیتراسیون
W: وزن نمونه مرطوب(خیس)
NA: نرمالیته اسید
NB: نرمالیته سود
M: درصد آب باقیمانده یا رطوبت
C:دانسیته بر اساس گرم بر میلی لیتر

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۳-۳-٤ظرفیت کل و ظرفیت شکافت نمک در رزین های آنیونی

در این روش آزمون ، تعداد کل میلی اکی والان های یون های کلرید قابل تعویض و همینطور تعداد میلی اکی والان کلرید های که توسط گروه های عاملی که توانایی شکافت نمک را دارند ،اندازه گیری می شود.در این روش آزمون نمونه به شکل کلرید تبدیل می شود و نهایتا میزان یون کلرید اندازه گیری می شود.

رزین های آنیونی بر اساس توانایی شان در شکافت نمک یا حذف اسید قوی ،تقسیم بندی می شوند.به صورت کلی ،رزین هایی کهگروه آمونیوم نوع چهارم دارند، توانایی شکافت نمک را دارند .واکنش زیر نمونه عملکرد این نوع رزین می باشد.:

$$R\text{-}CH_2\ N + R_3OH^- + Na^+NO_3 \text{-----} \rightarrow RCH_2N^+R_3NO_3\text{-} + Na^+ + OH^-$$

این نوع رزین قادر است ، آنیون اسید های ضعیف مانند سالیسیلیک اسید را از آب حذف کنند. رزین های آنیونی بدون ظرفیت شکافت نمک، دارای گروه های عاملی نوع اول، دوم و سوم هستند. این نوع رزین، برای حذف آنیون از آب های اسیدی مانند آب عبوری از رزین کاتیونی استفاده می شوند.

وسایل آزمون:

لوازم شیشه ای مطابق شکل ۴-۲

مواد مصرفی:

آمونیوم هیدروکسید (۱+۱۹) ، معرف برموکرزول سبز ،اسید کلریدریک(۱+۹)، اسید کلریدریک ۰.۱ نرمال ، ایزو پروپیل الکل، معرف متیل اورانژ، معرف فنل فتالئین،اسید نیتریک (۱+۹)، محلول پتاسیم کرومات ، استاندارد نیترات نقره ۱/۰ نرمال، محلول سدیم کلراید(۵۰ گرم در لیتر)،محلول سدیم سدیم نیترات

روش آزمون:

داخل ۳ تا از بشرهای ۱۰۰ میلی لیتری ، ۱۰ گرم از نمونه را وزن کنید. رزین ها را با استفاده از آب ،کاملا به ستون منقل کنید. داخل قیف بوخنر ، ۱ لیتر از اسید کلریدریک(۱+۹) را بریزید. اسید را با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر بر دقیقه از رزین عبور دهید.. بعد از اتمام اسید، قیف بوخنر با آب کاملا بشویید. سپس با ۳ تا حجم ۱۰ میلی لیتری از ایزوپروپیل الکل با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر بر دقیقه بشویید. تا جایی مخلوط ۱۰ میلی لیتر از الکل و آب ، در حضور متیل اورانژ زرد شود یا به pH ۳/۹ برسد. سطح رزین را تخلیه کنید. سپس ۵۰۰ میلی لیتر از آمونیوم هیدورکسید (۱+۱۹) را با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر از نمونه عبور دهید، همواره سطح رزین را مرطوب نگهدارید. هنگامی که قیف بوخنر ،تخلیه شد،به خوبی با آب بشویید و از آب پر کنید. نمونه ها را با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر بر دقیقه بشویید.شستشو را تا جایی ادامه دهید که مخلوط آب و هیدروکسید آمونیوم به حجم ۱ لیتر برسد. محلول جمع شده را به خوبی مخلوط

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

کنید .۳ حجم ۱۰۰ میلی لیتری از محلول را بردارید و در حضور معرف متیل اورانژ ، با اسید نیتریک (۱+۹)تا رنگ قرمز تیتر کنید. آمونیوم هیدورکسید (۱+۱۹)را اضافه کنید تا دوباره محلول زرد شود. ۱ میلی لیتر از محلول کرومات پتاسیم را اضافه کنید. تیتراسیون را با محلول نیترات نقره ۰/۱ نرمال ادامه دهید تا رنگ قرمز –نارنجی برای ۳۰ ثانیه ثابت بماند. حجم نیترات نقره مصرفی را به عنوان F در نظر بگیرید.

۲۰۰ میلی لیتر از محلول سدیم کلراید را با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر از نمونه ها عبور دهید. قیف جدا کننده را کاملا با آب بشویید. نمونه را با آب با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر بر دقیقه بشوید تا حجم جمع آوری شده با نمک ها به۱ لیتر برسد. کاملا مخلوز کنید و ۳ قسمت ۱۰۰ تایی از محلول را با اسید کاریدریک ۰.۱ نرمال تا pH ۳/۹ یا در حضور معرف بروکروزول سبز تیتر کنید. حجم اسید مصرفی را به عنوان G در محاسبات در نظر بگیرید.

قیف جداکننده را با ۱ لیتر از نیترات سدیم پر کنید و با سرعت ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر بر دقیقه عبور دهید. ۳ تا قسمت ۱۰۰ میلی لیتری از هر محلول جدا کنید و یک قطره از فنل فتالئین و یک قطره از متیل اورانژ اضافه کنید. اسید نیتریک (۱+۹) یا آمونیوم هیدورکسید (۱+۱۹) اضافه کنید تا فنل فتالئین بی رنگ و متیل اورانژ زرد شود. ۱ میلی لیتر از کرومات پتاسیم اضافه کنید و با استاندارد نیترات نقره تیتر کنید.تا رنگ زرد–قرمز برای ۳۰ ثانیه ثابت بماند.

محاسبات:

Salt-Spilitting Capacity(meq/wet gram)=(H×N×10)/W

H: میانگین مصرفی استاندارد نیترات نقره برای تیتراسیون،*ml*	*W*:وزن نمونه، *gr*	*N*: نرمالیته استاندارد نیترات نقره

Total Capacity(meq/wet gram)=(10[(F+H)×N]-10[G×NA])/W

F: میانگین حجم استاندارد نیترات نقره	*G*: میانگین حجم *HCl 0.1 N*	*H*: میانگین حجم استاندارد نیترات نقره
W: وزن مرطوب نمونه	*N*: نرمالیته استاندارد نیترات نقره	*NA*: نرمالیته *HCl 0.1 N*

Salt-Spilitting Capacity(meq/dry gram)=K/[1-(M/100)]

K: ظرفیت شکافت نمک، *meq/ wet gram*	*M*: آب باقیمانده ، *%*

Total Capacity(meq/dry gram)=L/[1-(M/100)]

L: ظرفیت کل ، *meq/ wet gram*	*M*: آب باقیمانده ، *%*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

Salt-Spilitting Capacity(meq)=K×C

K: ظرفیت شکافت نمک، *meq/ wet gram* *C*: دانسیته، *g/ml*

Total Capacity(meq/dry gram)=L×C

L: ظرفیت کل ، *meq/ wet gram* *C*: دانسیته، *g/ml*

٤-٤ ظرفیت نگهداشت آب[1]

در این روش ،تعیین میزان رطوب نگه داشته شده در رزین اندازه گیری می شود. این روش برای رزین های نو و کارکرده کاربرد دارد.در این روش جرم از دست رفته در دمای^oC ۱۰۴±۴ اندازه گیری می شود.

ظرفیت نگهداشت آب در رزین ها ،متناسب با میزان تخلخل آن ها می باشد. در رزین های نو،مقادیر بالاتر نشان دهنده اتصالات عرضی کم تاثیر می باشد. کاهش در طرفیت نگهداشت رزین های کارکرده نسبت به نو ، نشان دهنده اتصالات عرضی پلیمری می باشد. کاهش در ظرفیت نگهداشت آب ،می تواند نشان دهنده از دست دادن گروه های عاملی یا آلودگی آن ها باشد.

روش آزمون:

۳ قسمت ۵ گرمی از نمونه را با دقت ۱ میلی گرم وزن کنید. نمونه ها را برای ۲±۱۸ ساعت در دمای^oC ۱۰۴±۴ خشک کنید. از آون خارج کنید و برای ۳۰ دقیقه در دسیکاتور خنک و توزین کنید.

محاسبات:

Water retained,%=[(A-B)/A]×100

A: وزن نمونه خیس,*gr* *B*: وزن نمونه خشک,*gr*

[1] *Water Retention Capacity*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

٤-٥ دانسیته[1]

در این روش ، دانسیته رزین های بک واش شده و ته نشین شده اندازه گیری می شود و برای رزین های نو و کارکرده قابل استفاده است.

در این روش رزین ها به شکلی که داخل فیلتر ها قرار می گیرند،مرتب می شوند. نتایج به دست آمده از این روش در ستون ۲۵ میلی متری، متفاوت از نتایج در ستون های بزرگتر میباشد.

روش آزمون:

۲۰۰ گرم از نمونه را داخل ستون بریزید. شستشوی معکوس را با آب برای ۱۰ دقیقه انجام دهید. اجازه بدهید تا رزین ها ته نشین شوندو با سرعت حدود ۱۰۰ میلی لیتر بر دقیقه آب را خارج کنید. بدون هیچ ضربه و تکانی، حجم را بر حسب میلی لیتر یادداشت کنید.

محاسبات:

Density, g/ml=A/B

A: وزن نمونه,*gr* *B*: حجم نمونه ,*ml*

٤-٦ توزیع اندازه ذرات[2]

این روش غربالگری رزین ها ر در شرایط تر پوشش می دهد..در این روش الک کردن دستی رزین ها با استفاده از الک های استاندارد ،که سایز چشمه آن کاهش می یابد، انجام می شود..حجم رزین های باقیمانده روی هر الک ،اندازه گیری می شود.

وسایل آزمون:

الک(۲/۳۶mm، ۱/۷۰mm ، ۱/۱۸mm، ۸۵۰μm ، ۶۰۰μm، ۴۲۵ μm،۳۰۰ μm،۱۵۰ μm)

حمام آب با حداقل قطر ۳۰۵ میلی متر وعمق ۱۵۲ میلی متر

[1] *Backwashed and Settled Density*

[2] *Particle Size Distribution*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

روش آزمون:

حمام آب را پر کنید و از نمونه آماده سازی شده، ۱۰۰ میلی لیتر را روی الک با بالاترین سایز بریزید.الک را کاملا در طرف آب بالا و پایین ببرید تا رزین های کوچکتر از سایز چشمه ها از الک عبور کنند . توجه کنید که هیچ رزینی از لبه الک ها داخل ظرف آب منتقل نشود ، آن قدر ادامه دهید تا دیگر هیچ رزینی از زیر الک خارج نشود. الک را از داخل ظرف آب خارج کنید، رزن های زیر الک را کاملا به داخل بشر،منتقل کنید و الک را شسته و رزین هایی را که داخل الک هستند ،با آب بشویید. رزین هایی که روی الک ماندند را به داخل مزور ریخته و پس از ضربه زدن به مزور و رسیدن به حجم ثابت ، حجم را یادداشت کنید. الک کوچکتر بعدی را در ظرف آب قرار دهید و رزین هایی که از الک قبلی عبور کردند را روی الک بعدی بریزید ، رزین های عبوری از این الک را روی الک بعدی ریخته و حجم رزین های باقی مانده روی سطح الک را یادداشت کنید. تا اتمام همه الک ها ،این مراحل را تکرار کنید.

محاسبات:

$$Volume\ retained,\%=100X / \Sigma$$

X: حجم رزین باقیمانده روی هر الک، میلی لیتر	Σ: حجم تمام رزین های عبوری از الک ها به همراه مقدارعبوری کوچکترین الک

برای محاسبه درصد تجمعی باقیمانده روی هر الک،مقدار باقیمانده روی الک مورد نظر را با مقدار باثیمانده الک های بزرگتر جمع کنید.

محاسبه ضریب یکنواختی[1] و اندازه موثر[2]:

یک منحنی را با استفاده از درصد تجمعی باقیمانده روی هر الک و سایز الک ها رسم کنید و بهترین خط را از این نقاط عبور دهید. روی منحنی ،مقادیر باقیمانده در ٪۴۰ و ٪۹۰ را به دست آوردی. سایز الک در ٪۹۰ نمونه ها ، اندازه موثر نمونه را مشخص می کند و برای محاسبه ضریب یکنواختی از فرمول زیر استفاده کنید:

Uniformity Coefficient=mesh size retaining 40%(mm)/mesh Size retaining 90%(mm)

[1] *Uniformity Coefficient*

[2] *Effective Size*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۷-٤ نتیجه گیری

با توجه به گزارش مرحله اول ، پرسشنامه دریافتی از کارشناسان محترم نیروگاه ایرانشهر و بررسی رزین های مورد درخواست جهت استفاده در نیروگاه، مشخص شد که آزمون های بررسی شده در فصل دوم این گزارش ، جوانب مختلف عملکرد رزین های تعویض یونی را تحت پوشش قرار می دهد. لذا پیشنهاد می گردد تا آزمون های تعیین ظرفیت کل، دانه بندی ،اندازه موثر،ضریب یکنواختی ، دانسیته و رطوبت جهت حصول اطمینان ازصحت عملکرد رزین ها بررسی شود.

همچنین با توجه به کمبود زمان در مراحل تحویل رزین های درخواستی نیروگاه ایرانشهر ، پیشنهاد می گردد تا آزمون های کنترل کیفیت روی رزین های پیشنهادی و جایگزین ، در زمان تحویل انجام گردد.

لازم به یادآوری می باشد که گزارش آزمون رزین های تحویلی ، در گزارش مرحله سوم، ارائه خواهد شد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل پنجم

برنامه تحویل رزین‌ها

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۵- مقدمه

همانگونه که در گزارش های قبلی اشاره شد، ویژگی های مهم شیمیایی و فیزیکی رزین ها ، نشان دهنده کارایی آن ها می باشند.

در قرارداد خرید رزین های نیروگاه ایرانشهر، ویژگی های شیمیایی و فیزیکی مهم و مورد توجه رزینها شامل ظرفیت، دانسیته، دانه بندی، ضریب یکنواختی، اندازه موثر، سایز متوسط ذرات و رطوبت می‌باشند.

۲-۵ برنامه اجرایی برای کنترل کیفیت رزین‌ها

در مراحل اجرایی نظارت و به منظور سرعت بخشیدن در روند تحویل رزین ها ، مقرر شد ، پس از رسیدن هر محموله از رزین ها به گمرک تهران(شهریار) ، مکاتبات لازم از طرف شرکت آریسا صنعت انجام شود تا در اسرع وقت نمونه برداری از رزین ها به منظور کنترل کیفیت آنها در گمرک صورت پذیرد . با توجه به طولانی بودن مراحل ترخیص از گمرک ، مراحل نمونه برداری و آزمون‌ها برای سرعت بخشیدن به روند تحویل رزین به نیروگاه زودتر آغاز گردید.

۳-۵ برنامه تحویل رزین‌ها

مطابق برنامه زمان بندی ارسالی از طرف شرکت آریسا صنعت، محموله های رزین در ۳ نوبت تحویل شدند. برنامه نمونه برداری رزین‌ها در جدول شماره ۵-۱ آورده شده است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۵-۱ برنامه زمان‌بندی نمونه برداری محموله رزین‌ها

ردیف	نام رزین	تاریخ نمونه برداری
۱	*Amberlite HPR 1200 Na*	۱۳۹۹/۱۰/۲۳
۲	*Amberlite IRC 200 Na*	
۳	*Lewatit MonoPlus S108H*	
۴	*Lewatit IN42*	
۵	*Lewatit CNP 80WS*	۱۳۹۹/۱۲/۱۰
۶	*Lewatit Mono Plus M500*	
۷	*Amberlite IRA 900 Cl*	
۸	*Lewatit Mono Plus S108*	
۹	*Lewatit Mono Plus MP68*	۱۴۰۰/۶/۳
۱۰	*Amberlite HPR 4200Cl*	
۱۱	*Amberlite HPR 9600*	

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل ششم

نمونه برداری مرحله اول

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-٦ مقدمه

پیرو نامه شماره ۱۱۶۰۱-۲۹۵-۹۹۱۰ مورخ ۱۳۹۹/۱۰/۲۲ شرکت آریسا صنعت، مبنی بر تخلیه محموله اول رزین ها در گمرک شهریار، هماهنگی های لازم صورت گرفت و همکار گروه پژوهشی شیمی و فرایند پژوهشگاه نیرو در تاریخ ۱۳۹۹/۱۰/۲۳ جهت نمونه برداری به گمرک شهریار اعزام شد.

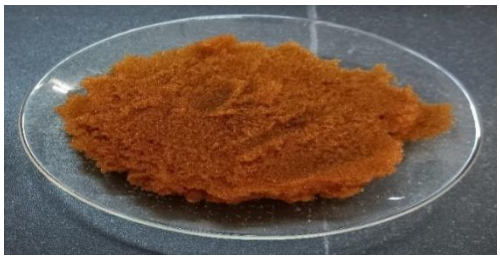
مطابق جدول ۵-۱ نمونه برداری از ۴ نمونه رزین صورت گرفت و نمونه ها جهت آزمون های کنترل کیفیت به آزمایشگاه آب و بخار پژوهشگاه نیرو منتقل شدند.

۲-٦-آزمون های مورد نیاز

بر اساس توضیحات فصل قبلی این گزارش و مشخصات فنی شرکت سازنده آزمون ها بر اساس "استاندارد روش آزمون برای ارزیابی مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های نعویض یونی[1] " به شماره *ASTM[2] D2187* انجام شدند.

۳-٦ رزین کاتیونی قوی *Amberlite HPR 1200 Na*

مشخصات فنی رزین *Amberlite HPR 1200 Na* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۶-۱ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۶-۱ دیده می‌شود. (به منظور پیشگیری از هر گونه خطا در ترجمه ، جداول عینا از مراجع استخراج و ارائه شده است)



شکل ٦-۱ رزین Amberlite HPR 1200 Na

[1] *Standard Test Methods and Practices for Evaluating Physical and Chemical Properties of Particulate Ion-Exchange Resins*

[2] *American Society for Testing and Materials*

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ٦-١ مشخصات فنی رزین Amberlite HPR 1200 Na

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Gel
Type	Strong acid cation
Functional Group	Sulfonic acid
Physical Form	Dark brown, translucent, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Na^+
Total Exchange Capacity	≥ 2.0 eq/L (Na^+ form)
Water Retention Capacity	43.0 – 50.0% (Na^+ form)
Particle Size §	
Particle Diameter	585 ± 50 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.10
< 300 µm	≤ 0.1%
> 850 µm	≤ 3.0%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 95%
Swelling	$Ca^{2+} \rightarrow Na^+$: 5% $Na^+ \rightarrow H^+$: 8%
Density	
Particle Density	1.29 g/mL
Shipping Weight	820 g/L

٦-٤ نتایج آزمون رزین *Amberlite HPR 1200 Na*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۶-۲ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول٦-٢ نتایج آزمون رزین Amberlite HPR 1200 Na

Test Item		Unit	Standard	Result	Specification according to Data sheet
Total Capacity (wet resin Na form)		meq/ml	ASTM D2187	2.09	≥2
Uniformity Coefficient		----	ASTM D2187	1.4	≤1.1
Moisture retention		wt%	ASTM D2187	46	43-50
Particle Diameter		µm	ASTM D2187	697	585±50
Effective Size		µm	ASTM D2187	521	-----
backwashed &settled Density		g/ml	ASTM D2187	1.3	1.29
Particle size distribution	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	≤3.0
	1700+			0	
	1180+			0	
	850+			0.1	---
	600+			81.8	---
	425+			99.9	---
	300+			100	---
	212+			100	≤0.1
	150+			100	

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۵-٦ رزین کاتیونی قوی *Amberlite IRC 200Na*

مشخصات فنی رزین *Amberlite IRC 200Na* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۶-۳ آورده شده است.

جدول ٦-۳ مشخصات فنی رزین Amberlite IRC 200Na

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Macroporous
Type	Strong acid cation
Functional Group	Sulfonic acid
Physical Form	Gray, opaque, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Na^+
Total Exchange Capacity	≥ 1.8 eq/L (Na^+ form)
Water Retention Capacity	46.0 – 52.0% (Na^+ form)
Particle Size §	
Particle Diameter	600 – 800 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.6
< 300 µm	≤ 0.5%
> 1180 µm	≤ 3.0%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 98%
Swelling	$Na^+ \rightarrow H^+ \leq 6\%$
Density	
Particle Density	1.24 g/mL
Shipping Weight	800 g/L

تصویر این رزین در شکل ۶-۲ دیده می‌شود.

شکل ٦-۲ رزین Amberlite IRC 200 Na

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

٦-٦ نتایج آزمون رزین *Amberlite IRC 200Na*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۶-۴ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، تمامی نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی و مطابقت دارد.

جدول٦-٤ نتایج آزمون رزین Amberlite IRC 200Na

Test Item		Unit	Standard	Result	Specification according to Data sheet
Total Capacity (wet resin Na form)		meq/ml	ASTM D2187	1.93	≥1.8
Uniformity Coefficient		----	ASTM D2187	1.41	≤1.6
Moisture retention		wt%	ASTM D2187	49.5	46-52
Particle diameter		µm	ASTM D2187	787	600-800
Effective Size		µm	ASTM D2187	591	----
backwashed &settled Density		g/ml	ASTM D2187	1.25	1.24
Particle size distribution	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	≤3.0
	1700+			0	
	1180+			0	---
	850+			36.6	---
	600+			89.4	---
	425+			99.8	---
	300+			100	---
	212+			100	≤0.5
	150+			100	

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۷-۶ رزین کاتیونی *Lewatit MonoPlus S108H*

مشخصات فنی رزین *Lewatit MonoPlus S108H* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۵-۶آورده شده است.

جدول ٦-٥ مشخصات فنی رزین Lewatit MonoPlus S108H

General Description			
Ionic form as shipped			H^+
Functional group			sulfonic acid
Matrix			crosslinked polystyrene
Structure			gel type beads
Appearance			black-brown

Physical and Chemical Properties		metric units	
Uniformity Coefficient*		max.	1.05
Mean bead size*		mm	0.62 (+/- 0.05)
Bulk density	(+/- 5 %)	g/l	790
Density		approx. g/ml	1.22
Water retention		wt. %	47 - 53
Total capacity*		min. eq/l	2.0
Volume change	H^+ --> Na^+	max. vol. %	-8
Stability	at pH-range		0 - 14
Storability	of the product	max. years	2
Storability	temperature range	°C	-20 - 40

تصویر این رزین در شکل ۶-۳ دیده می‌شود.

شکل ٦-٣ تصویر رزین Lewatit MonoPlus S108H

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۸-٦ نتایج آزمون رزین *Lewatit MonoPlus S108H*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره۶-۶ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

جدول٦-٦ نتایج آزمون رزین Lewatit MonoPlus S108H

Test Item		Unit	Standard	Result	Specification according to Data sheet
Total Capacity (wet resin.Na form)		meq/ml	ASTM D2187	2.24	≥2.0
Uniformity Coefficient		----	ASTM D2187	1.23	≤1.05
Moisture retention		wt%	ASTM D2187	50.3	47-53
Mean Bead Size		mm	ASTM D2187	0.71	0.62±0.05
Effective Size		mm	ASTM D2187	602	----
backwashed &settled Density		g/ml	ASTM D2187	1.23	1.22
Particle size distribution	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	----
	1700+			0	----
	1180+			0	----
	850+			0.3	----
	600+			90.6	----
	425+			99.7	----
	300+			100	----
	212+			100	----
	150+			100	----

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۹-٦ رزین خنثی *Lewatit IN42*

مشخصات فنی رزین *Lewatit IN42* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۶-۷ آورده شده است.

جدول ٦-۷ مشخصات فنی رزین Lewatit IN 42

Common Description

Delivery form	inert granulate
Appearance	white, transculent

Specified Data

Mean bead size	d50	mm	1.5

Typical Physical and Chemical Properties

		US Units	Metric Units	
Bulk density for shipment	(+/- 5%)	lb/ft³	g/L	520
Density			approx. g/mL	0.8
Stability pH range				0-14
Storage time (after delivery)			max. years	2
Storability temperature range			°C	-20 - +40

تصویر این رزین در شکل ۶-۴ دیده می‌شود.

شکل ٦-٤ تصویر رزین Lewatit IN42

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱۰-٦ نتایج آزمون رزین *Lewatit IN42*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره۶-۸ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل هفتم

نمونه برداری مرحله دوم

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۷ مقدمه

پیرو نامه شماره ۱۱۶۰۱-۳۵۳-۹۹۱۲ مورخ ۱۳۹۹/۱۲/۶ شرکت آریسا صنعت، مبنی بر تخلیه محموله دوم رزین ها در گمرک شهریار، هماهنگی های لازم صورت گرفته و همکار گروه پژوهشی شیمی و فرایند پژوهشگاه نیرو در تاریخ ۱۳۹۹/۱۲/۱۰ جهت نمونه برداری به گمرک شهریار اعزام شد.

مطابق جدول ۱-۱ نمونه برداری از ۴ نمونه رزین در ۸ شماره بچ صورت گرفت و نمونه ها جهت آزمون های کنترل کیفیت به آزمایشگاه آب و بخار پژوهشگاه نیرو منتقل شدند.

۲-۷-آزمون های مورد نیاز

بر اساس توضیحات فصل های قبلی این گزارش و مشخصات فنی شرکت سازنده آزمون ها بر اساس "استاندارد روش آزمون برای ارزیابی مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های تعویض یونی " به شماره *ASTM D2187* انجام شدند.

۳-۷ رزین کاتیونی قوی ***Lewatit Mono Plus S108***

مشخصات فنی رزین *Lewatit Mono Plus S108* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۷-۱ آورده شده است. تصویر این رزین در شکل ۷-۱ دیده می‌شود.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

شکل ۷-۱ رزین Lewatit Mono Plus S108

جدول ۷-۱ مشخصات فنی رزین Lewatit Mono Plus S108

Common Description

Delivery form	Na^+
Functional group	sulfonic acid
Matrix	styrenic
Structure	gel
Appearance	black

Specified Data

		US Units			
Uniformity coefficient				max.	1.1
Mean bead size	d50			mm	0.62 (+-0.05)
Total capacity (delivery form)		kgr/ft³	48.0	min. eq/L	2.2

Typical Physical and Chemical Properties

		US Units		Metric Units	
Bulk density for shipment	(+/- 5%)	lb/ft³	51.9	g/L	830
Density				approx. g/mL	1.30
Water retention (delivery form)				approx. weight %	41-46
Volume change (Na^+ - H^+)				max. approx. %	10
Stability pH range					0-14
Storage time (after delivery)				max. years	2
Storability temperature range				°C	-20 - +40

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۳-۷نتایج آزمون رزین *CHY 4040–Lewatit Mono Plus S108*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۲ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

جدول۷-۲ نتایج آزمون رزین CHY 4040-Lewatit Mono Plus S108

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (H form)		meq/ml	ASTM D2187	2.37	≥2.2(Na form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.3	≤1.1
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	44	41-46
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	0.7	0.62±0.05
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.55	-----
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.33	1.3
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	---
	1700+			0	---
	1180+			0	---
	850+			0.3	---
	600+			85.9	---
	425+			99.7	---
	300+			100	---
	212+			100	---
	150+			100	---

۲-۳-۷ نتایج آزمون رزین *CHY 4058–Lewatit Mono Plus S108*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۳ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۷-۳ نتایج آزمون رزین CHY 4058-Lewatit Mono Plus S108

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (H form)		meq/ml	ASTM D2187	2.2	≥2.2(Na form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.23	≤1.1
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	43.5	41-46
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	0.71	0.62±0.05
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.6	-----
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.34	1.3
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	---
	1700+			0	---
	1180+			0	---
	850+			0.3	---
	600+			91.3	---
	425+			99.7	---
	300+			100	---
	212+			100	---
	150+			100	---

٤-۷ رزین کاتیونی ضعیف *Lewatit CNP 80 WS*

مشخصات فنی رزین *Lewatit CNP 80 WS* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۷-۴ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۷-۲ دیده می‌شود.

شکل ۷-۲ رزین Lewatit CNP 80 WS

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۷-٤ مشخصات فنی رزین Lewatit CNP 80 WS

Common Description

Delivery form	H^+
Functional group	carboxylic acid
Matrix	Crosslinked polyacrylate
Structure	macroporous
Appearance	yellow, white

Specified Data

		US Units			
Uniformity coefficient				max.	1.8
Range of size for >90 vol% of all beads				mm	0.4 - 1.6
Effective size	d10			mm	0.48 - 0.58
Total capacity (delivery form)		kgr/ft³	98.2	min. eq/L	4.5

Typical Physical and Chemical Properties

		US Units		Metric Units	
Bulk density for shipment	(+/- 5%)	lb/ft³	46.9	g/L	750
Density				approx. g/mL	1.19
Water retention (delivery form)				approx. weight %	42 - 47
Volume change (H^+ - Ca^{2+})				max. approx. %	7
Volume change (H^+ - Na^+)				max. approx. %	70
Stability pH range					0 - 14
Storage time (after delivery)				max. years	2
Storability temperature range				°C	-20 - +40

۱-٤-۷ نتایج آزمون رزین *CHY 00052–Lewatit CNP 80 WS*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۵ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۷-۵ نتایج آزمون رزین CHY 00052-Lewatit CNP 80 WS

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (H form)		meq/ml	ASTM D2187	4.7	≥4.5(H form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.67	≤1.8
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	47.0	42-47
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	0.87	----
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.57	0.48-0.58
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.19	1.19
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	3.4	----
	1700+			6.5	----
	1180+			11.6	----
	850+			53.0	----
	600+			88.4	----
	425+			98.3	----
	300+			99.8	----
	212+			100	----
	150+			100	----

۲-٤-۷ نتایج آزمون رزین *CHY 00056–Lewatit CNP 80 WS*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۶نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۷-٦ نتایج آزمون رزین CHY 00056-Lewatit CNP 80 WS

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (H form)		meq/ml	ASTM D2187	4.8	≥4.5(H form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.75	≤1.8
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	47.0	42-47
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	0.84	----
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.53	0.48-0.58
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.2	1.19
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360^{+}	volume Retained %	ASTM D2187	2.7	----
	1700^{+}			4.4	----
	1180^{+}			9.8	----
	850^{+}			49.0	----
	600^{+}			85.0	----
	425^{+}			97.1	----
	300^{+}			99.8	----
	212^{+}			100	----
	150^{+}			100	----

۵-۷ رزین آنیونی قوی *Amberlite IRA 900 Cl*

مشخصات فنی رزین *Amberlite IRA 900 Cl* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۷-۷ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۷-۳ دیده می‌شود.

شکل ۷-۳ رزین Amberlite IRA 900 Cl

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۷-۳ مشخصات فنی رزین Amberlite IRA 900 Cl

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Macroporous
Type	Strong base anion, Type I
Functional Group	Trimethylammonium
Physical Form	Tan, opaque, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Cl^-
Total Exchange Capacity	≥ 1.0 eq/L (Cl^- form)
Water Retention Capacity	58.0 – 64.0% (Cl^- form)
Particle Size §	
Particle Diameter	640 – 800 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.6
< 300 µm	≤ 0.5%
> 1180 µm	≤ 2.0%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 95%
Swelling	$Cl^- \rightarrow OH^-$ ≤ 25%
Density	
Particle Density	1.06 g/mL
Shipping Weight	700 g/L

۱-۵-۷ نتایج آزمون رزین *E709K3J029–Amberlite IRA 900 Cl*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۸ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

جدول۷-۸ نتایج آزمون رزین E709K3J029-Amberlite IRA 900 Cl

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.25	≥1.0(Cl form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.51	≤1.6
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	61.3	58-64
Particle Diameter (as received)		µm	ASTM D2187	722	640-800
Effective Size (as received)		µm	ASTM D2187	539	---
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.1	1.06
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360⁺	volume Retained %	ASTM D2187	0	<2.0
	1700⁺			0	
	1180⁺			0	----
	850⁺			36.0	----
	600⁺			84.7	----
	425⁺			99.7	----
	300⁺			100	----
	212⁺			100	<0.5
	150⁺			100	

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۷-۵-۲ نتایج آزمون رزین *E709K45032–Amberlite IRA 900 Cl*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۹ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

جدول۷-۹نتایج آزمون رزین E709K45032-Amberlite IRA 900 Cl

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.24	≥1.0(Cl form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.49	≤1.6
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	61.8	58-64
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	765	640-800
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	546	---
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.1	1.06
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	<2.0
	1700+			0	
	1180+			0	----
	850+			31.5	----
	600+			85.7	----
	425+			99.7	----
	300+			100	----
	212+			100	<0.5
	150+			100	

۷-۵-۳ نتایج آزمون رزین *E709K45031–Amberlite IRA 900 Cl*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۱۰نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

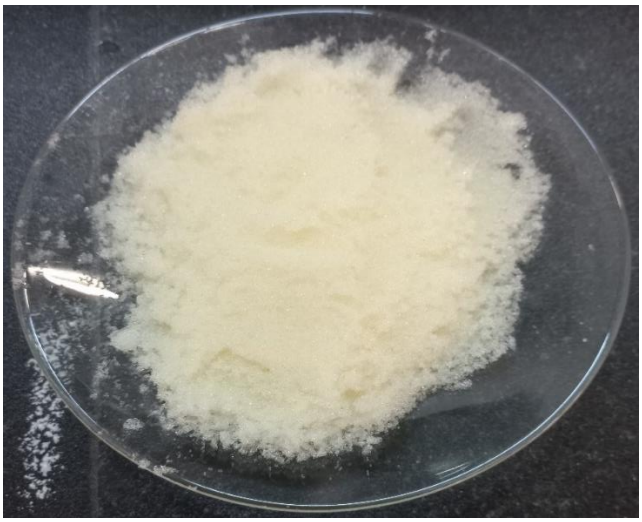
DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۷-۱۰ نتایج آزمون رزین E709K45031-Amberlite IRA 900 Cl

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.24	≥1.0(Cl form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.48	≤1.6
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	61.9	58-64
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	761	640-800
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	544	---
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.1	1.06
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	<2.0
	1700+			0	
	1180+			0	----
	850+			30.5	----
	600+			85.5	----
	425+			99.7	----
	300+			100	----
	212+			100	<0.5
	150+			100	

۷-٦ رزین آنیونی قوی *Lewatit Mono Plus M500*

مشخصات فنی رزین *Lewatit Mono Plus M500* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۷-۱۱ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۴-۳ دیده می‌شود.



شکل ۷-٤ رزین Lewatit Mono Plus M500

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۷-۱۱ مشخصات فنی رزین Lewatit Mono Plus M500

Common Description

Delivery form	Cl^-
Functional group	quaternary ammonium type 1
Matrix	styrenic
Structure	gel
Appearance	yellow, translucent

Specified Data

		US Units		Metric Units	
Uniformity coefficient				max.	1.1
Mean bead size	d50			mm	0.62 (+-0.05)
Total capacity (delivery form)		kgr/ft³	28.4	min. eq/L	1.3

Typical Physical and Chemical Properties

		US Units		Metric Units	
Bulk density for shipment	(+/- 5%)	lb/ft³	43.1	g/L	690
Density				approx. g/mL	1.08
Water retention (delivery form)				approx. weight %	48 - 55
Volume change (Cl^- -OH^-)				max. approx. %	24
Stability pH range					0-14
Storage time (after delivery)				max. years	2
Storability temperature range				°C	-20 - +40

۱-۶-۷ نتایج آزمون رزین *Lewatit Mono Plus M500*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۷-۱۲ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج آزمون با مقادیر اعلامی از طرف شرکت سازنده همخوانی دارد.

جدول۷-۱۲ نتایج آزمون رزین Lewatit Mono Plus M500

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.42	≥1.3(Cl form)
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.4	≤1.1
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	50.4	48-55
Particle Diameter (as received)		mm	ASTM D2187	0.69	0.62±0.05
Effective Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.52	---
backwashed &settled Density(as received)		g/ml	ASTM D2187	1.12	1.08
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360⁺	volume Retained %	ASTM D2187	0	----
	1700⁺			0	----
	1180⁺			0	----
	850⁺			0.3	----
	600⁺			81.5	----
	425⁺			99.7	----
	300⁺			100	----
	212⁺			100	----
	150⁺			100	----

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل هشتم

نمونه برداری مرحله سوم

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۸-۱ مقدمه

پیرو نامه شماره ۰۷-۰۰۰۶-۱۱۶۰۱ مورخ ۱۴۰۰/۶/۱ شرکت آریسا صنعت،مبنی بر تخلیه محموله سوم رزین ها در گمرک شهریار، هماهنگی ها صورت گرفت و همکار گروه پژوهشی شیمی و فرایند پژوهشگاه نیرو در تاریخ ۱۴۰۰/۶/۳ جهت نمونه برداری به گمرک شهریار اعزام شد.

مطابق جدول ۱-۱ نمونه برداری از ۳ نمونه رزین در ۵ شماره بچ صورت گرفت و نمونه ها جهت آزمون های کنترل کیفیت به آزمایشگاه آب و بخار پژوهشگاه نیرو منتقل شدند.

۸-۲-آزمون های مورد نیاز

بر اساس توضیحات فصل های قبلی این گزارش و مشخصات فنی شرکت سازنده آزمون ها بر اساس "استاندارد روش آزمون برای ارزیابی مشخصات فیزیکی و شیمیایی رزین های نعویض یونی " به شماره *ASTM D2187* انجام شدند.

۸-۳ رزین آنیونی ضعیف *Lewatit Mono Plus MP68*

مشخصات فنی رزین *Lewatit Mono Plus MP68* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۸-۱ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۸-۱ دیده می‌شود.

شکل ۸-۱ رزین Lewatit Mono Plus MP68

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول ۸-۱ مشخصات فنی رزین Lewatit Mono Plus MP68

Common Description

Delivery form	Free base/Cl⁻
Functional group	tertiary amine/ quaternary ammonium
Matrix	styrenic
Structure	macroporous
Appearance	beige, opaque

Specified Data

		US Units			
Uniformity coefficient				max.	1.1
Mean bead size	d50			mm	0.55 (+-0.05)
Total capacity (delivery form)		kgr/ft³	28.4	min. eq/L	1.3

Typical Physical and Chemical Properties

		US Units		Metric Units	
Bulk density for shipment	(+/- 5%)	lb/ft³	38.8	g/L	620
Density				approx. g/mL	1.04
Water retention (delivery form)				approx. weight %	54-60
Volume change (free base / Cl⁻ - Cl⁻)				max. approx. %	24
Stability pH range					0-14
Storage time (after delivery)				max. years	2
Storability temperature range				°C	-20 - +40

۸-۳-۱ نتایج آزمون رزین *CHY 4070–Lewatit Mono Plus MP68*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۸-۲ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

جدول۸-۲ نتایج آزمون رزین CHY 4070-Lewatit Mono Plus MP68

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.5	≥1.3
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.21	≤1.1
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	55.0	54-60
Mean Bed Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.52	0.55±0.05
Density (as received)		g/ml	ASTM D2187	1.06	1.04
backwashed &settled Density(as received)		g/l	ASTM D2187	620	620
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360⁺	volume Retained %	ASTM D2187	0	---
	1700⁺			0	---
	1180⁺			0	---
	850⁺			0.6	---
	600⁺			4.7	---
	425⁺			99.4	---
	300⁺			99.7	---
	212⁺			100.0	---
	150⁺			100.0	---

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۲-۳-۸ نتایج آزمون رزین *CHZ 4017-Lewatit Mono Plus MP68*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۸-۳ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

جدول۸-۳ نتایج آزمون رزین CHZ 4017-Lewatit Mono Plus MP68

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.5	≥1.3
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.20	≤1.1
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	55.1	54-60
Mean Bed Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.51	0.55±0.05
Density (as received)		g/ml	ASTM D2187	1.06	1.04
backwashed &settled Density(as received)		g/l	ASTM D2187	620	620
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	---
	1700+			0	---
	1180+			0	---
	850+			0.3	---
	600+			2.0	---
	425+			99.1	---
	300+			99.7	---
	212+			100.0	---
	150+			100.0	---

۳-۳-۸ نتایج آزمون رزین *CHZ 4016–Lewatit Mono Plus MP68*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۸-۴ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ضریب یکنواختی و قطر ذرات با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

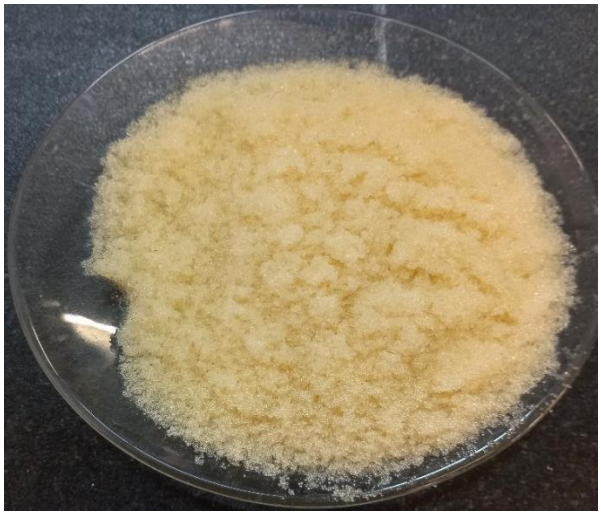
DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۸-٤ نتایج آزمون رزین CHZ 4016-Lewatit Mono Plus MP68

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.5	≥1.3
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.20	≤1.1
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	55.0	54-60
Mean Bed Size (as received)		mm	ASTM D2187	0.51	0.55±0.05
Density (as received)		g/ml	ASTM D2187	1.06	1.04
backwashed &settled Density(as received)		g/l	ASTM D2187	620	620
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	---
	1700+			0	---
	1180+			0	---
	850+			0.3	---
	600+			1.9	---
	425+			98.7	---
	300+			99.7	---
	212+			100.0	---
	150+			100.0	---

٤-۸ رزین آنیونی قوی *Amberlite HPR 4200 Cl*

مشخصات فنی رزین *Amberlite HPR 4200 Cl* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۸-۵ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۸-۲ دیده می‌شود.



شکل ۸-۲ رزین Amberlite HPR 4200 Cl

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

جدول۸-۵ مشخصات فنی رزین Amberlite HPR 4200 Cl

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Gel
Type	Strong base anion, Type I
Functional Group	Trimethylammonium
Physical Form	Yellow, translucent, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Cl^-
Total Exchange Capacity	≥ 1.30 eq/L (Cl^- form)
Water Retention Capacity	49.0 – 55.0% (Cl^- form)
Particle Size §	
Particle Diameter	650 ± 50 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.25
< 300 µm	≤ 0.3%
> 850 µm	≤ 5.0%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 90%
Swelling	$Cl^- \rightarrow OH^-$: 20%
Density	
Particle Density	1.07 g/mL
Shipping Weight	670 g/L

۸-٤-۱ نتایج آزمون رزین *Amberlite HPR 4200 Cl*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۸-۶ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، نتایج با مقدار اعلام شده همخوانی دارد .

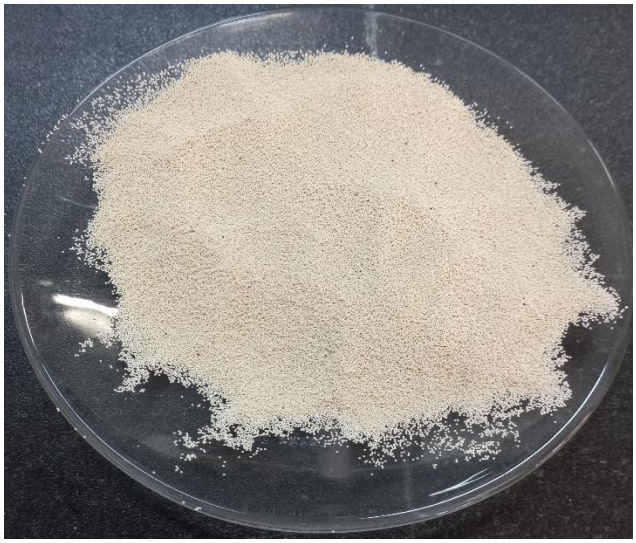
جدول۸-٦ نتایج آزمون رزین Amberlite HPR 4200 Cl

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (Cl form)		meq/ml	ASTM D2187	1.3	≥1.3
Uniformity Coefficient(as received)		----	ASTM D2187	1.22	≤1.25
Moisture retention (as received)		wt%	ASTM D2187	54.0	49-55
Particle Diameter (as received)		µm	ASTM D2187	718	650±50
Density (as received)		g/ml	ASTM D2187	1.08	1.07
backwashed &settled Density(as received)		g/l	ASTM D2187	670	670
Particle size distribution (as received)	micron				
	2360+	volume Retained %	ASTM D2187	0	≤5
	1700+			0	
	1180+			0	
	850+			0.3	
	600+			94.7	---
	425+			99.7	---
	300+			100.0	---
	212+			100.0	0.3≥
	150+			100.0	

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۸-۵ رزین آنیونی ضعیف *Amberlite HPR 9600*

مشخصات فنی رزین *Amberlite HPR 9600* بر اساس داده های شرکت سازنده در جدول شماره ۸-۷ آورده شده است.تصویر این رزین در شکل ۸-۳ دیده می شود.



شکل ۸-۳ رزین Amberlite HPR 9600

جدول۸-۷ مشخصات فنی رزین Amberlite HPR 9600

Physical Properties	
Copolymer	Styrene-divinylbenzene
Matrix	Macroporous
Type	Weak base anion
Functional Group	Tertiary amine
Physical Form	Cream, opaque, spherical beads
Chemical Properties	
Ionic Form as Shipped	Free base (FB)
Total Exchange Capacity	≥ 1.3 eq/L (FB form)
Water Retention Capacity	59.0 – 65.0% (FB form)
Particle Size §	
Particle Diameter	550 ± 50 µm
Uniformity Coefficient	≤ 1.1
< 300 µm	≤ 0.2%
Stability	
Whole Uncracked Beads	≥ 95%
Swelling	FB → HCl : 15%
Density	
Particle Density	1.05 g/mL
Shipping Weight	670 g/L

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۸-۵-۱ نتایج آزمون رزین *Amberlite HPR 9600*

آزمون ها بر اساس استاندارد *ASTM D2187* انجام شدند . در جدول شماره ۸-۴ نتایج آزمون آورده شده است. سپس نتایج با اطلاعات فنی شرکت سازنده، مقایسه شد. همانگونه که از نتایج آزمون مشخص است ، میزان ظرفیت رزین ، ضریب یکنواختی با مقدار اعلام شده همخوانی ندارد و بالاتر می‌باشد.

جدول۸-٤ نتایج آزمون رزین Amberlite HPR 9600

Test Item		Unit	Standard	Result	Spec. according to Data sheet
Total Capacity (FB)		meq/ml	ASTM D2187	1.0	≥1.3
Uniformity Coefficient(FB)		----	ASTM D2187	1.23	≤1.1
Moisture retention (FB)		wt%	ASTM D2187	64.8	59-65
Particle Diameter (FB)		µm	ASTM D2187	529	550±50
Density (FB)		g/ml	ASTM D2187	1.05	1.05
backwashed &settled Density(FB)		g/l	ASTM D2187	668	670
Particle size distribution (FB)	micron				
	2360^+	volume Retained %	ASTM D2187	0.0	----
	1700^+			0.0	----
	1180^+			0.0	----
	850^+			0.0	----
	600^+			15.8	----
	425^+			99.8	----
	300^+			100.0	----
	212^+			100.0	0.2≥
	150^+			100.0	

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

فصل نهم

اظهار نظر فنی

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۱-۹ مقدمه

در هر مرحله از نمونه برداری و پس از انجام آزمون ها ،مشخصات فنی رزین ها با نتایج حاصل از آزمون ها مقایسه شد. از بین ۱۷ نمونه رزین مورد آزمون ، تعداد ۷ رزین با مشخصات فنی تولید کننده تطابق کامل داشتند و تعداد ۱۰رزین در بعضی از پارامترها تطابق نداشتند. در هر مرحله ، شاخصه های نا منطبق بررسی شدند و تاثیر این عدم تطابق در عملکرد رزین ها بررسی شد.

۲-۹ اظهار نظر فنی

خلاصه نتایج آزمون ۱۷ نمونه رزین در جدول ۱-۵ آورده شده است. همانگونه که از جدول شماره ۹-۱ مشخص است ، عمده پارامترهایی که همخوانی ندارند،شامل ضریب یکنواخی و اندازه متوسط ذرات می باشد.

۱-۲-۹ نقش دانه بندی

پارامتر دانه بندی در خصوص بستر های مخلوط، طبقه بندی شده و پک شده و همچنین هنگام شستشوی معکوس در بسترها اهمیت فراوانی دارد.

همچنین خواص هیدرولیکی رزین ، سینتیک تعویض یون و فشار بستر تحت تاثیر توزیع ابعاد ذرات قرار می گیرند.

از آنجایی که میزان سیاله شدن دانه های رزین تابعی از نسبت سطح به حجم رزین می باشد توزیع ابعاد دانه های رزین نقش اساسی در شستشوی معکوس دارند.

اثر دیگر اندازه ذرات رزین در میزان افت فشار ایجاد شده در بستر ظاهر می شود. افت فشار در مورد رزین های ریز بسیار زیاد است و بستگی شدیدی به شدت جریان آب ورودی دارد. ذرات ریز رزین ها همراه ذرات نرم حاصل از خرد شدن آنها در طی کارکرد ، فضای بین دانه های رزین سالم را اشغال می کنند و سبب افزایش افت فشار در طول بستر می شوند. همچنین دانه های ریزتر منجر به گرفتگی نازل ها می شوند.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

رزین های با ضریب یکنواختی کمتر به علت غیاب رزین های درشت تر ، سینتیک تعویض یون بهتری ارائه می دهند به دلیل اینکه در رزین های ریز تر سینتیک بالاتری داریم ولی رزین های درشت تر سینتیک پایینتری دارند.

جدول۱-۵ خلاصه نتایج آزمون ۱۷ نمونه رزین

		TC[13]	*UC*[12]	*MR*[11]	*MBS*[10]	*Density*	*PSD*[9]
نوبت اول	*Amberlite HPR 1200 Na*	✓	*	✓	*	✓	✓
	Amberlite IRC 200 Na	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Lewatit Mono Plus S108 H	✓	*	✓	*	✓	✓
	Lewatit IN 42	--	--	--	✓	✓	--
نوبت دوم	*Lewatit Mono Plus S108 ,CHY4040*	✓	*	✓	*	✓	✓
	Lewatit Mono Plus S108 ,CHY4058	✓	*	✓	*	✓	✓
	Lewatit CNP 80WS,CHY 00052	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Lewatit CNP 80WS,CHY 00056	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Amberlite IRA 900Cl,E709K3J029	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Amberlite IRA 900Cl,E709K45032	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Amberlite IRA 900Cl,E709K45031	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Lewatit Mono Plus M500,CHX4076	✓	*	✓	*	✓	✓
نوبت سوم	*Lewatit Mono Plus MP68,CHY 4070*	✓	*	✓	✓	✓	✓
	Lewatit Mono Plus MP68,CHZ 4017	✓	*	✓	✓	✓	✓
	Lewatit Mono Plus MP68,CHZ 4016	✓	*	✓	✓	✓	✓
	Amberlite HPR 4200 Cl	✓	✓	✓	*	✓	✓
	Amberlite HPR 9600	*	*	✓	✓	✓	✓

[9] *Particle Size Distribution*

[10] *Mean Bed Size*

[11] *Moisture Retention*

[12] *Uniformity Coefficient*

[13] *Total Capacity*

DOI:

۲-۲-۹ نقش روش آزمون

پس از بررسی گواهی های آنالیز صادر شده توسط شرکت سازنده برای هر نمونه رزین، مشخص شد که روش مورد استفاده برای دانه بندی و تعیین پارامترهای وابسته، مانند ضریب یکنواختی و اندازه قطر ذرات ، روش اپتیکال و استفاده از میکروسکوپ می باشد و روش مورد استفاده درآزمایشگاه آب و بخار این گروه پژوهشی (استاندارد *ASTM D2187*) استفاده از الک می باشد. لذا ممکن است اختلاف موجود در پارامتر های مذکور به دلیل اختلاف در روش آزمون باشد .

۳-۲-۹ نقش ظرفیت رزین

با توجه به اینکه مهمترین شاخص عملکردی رزین ، ظرفیت آن می باشد، پایین بودن ظرفیت رزین نو، منجر به کاهش عملکرد رزین، اشباع سریع آن و نیاز به تعداد دفعات عملیات احیا بیشتر و متعاقب آن مواد مصرفی بیشتر می شود. عمر رزین های آنیونی ضعیف، به طور متوسط ۵-۴ سال می باشد. با استفاده از مشخصات آب ورودی به رزین ، میتوان میزان حجم آبی که در هر سرویس تصفیه می شود را محاسبه کرد. اما باید توجه داشت که در عمل ، قسمتی از ظرفیت رزین غیر قابل استفاده می‌ماند ، چون مستلزم احیای کامل رزین می‌باشد که غیر اقتصادی است.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

۳-۹ ارسال اظهار نظرهای فنی

با جمع بندی مطالعات بند ۹-۲ ، اظهار نظر فنی رزین های مرحله اول طی نامه شماره ۹۹/۳۰۰/۹۵۵۶ مورخ ۱۳۹۹/۱۲/۲ ارسال شد و رزین های تحویل شده، مورد تائید قرار گرفتند.

اظهار نظر فنی رزین های مرحله دوم طی نامه شماره ۹۹/۳۰۰/۱۰۶۲۵ مورخ ۹۹/۱۲/۲۶ ارسال شد و رزین های تحویل شده ،تائید شدند.

اظهار نظر فنی رزین های مرحله سوم طی نامه شماره ۹۹/۳۰۰/۵۳۷۶ مورخ ۱۴۰۰/۶/۳۱ ارسال شد و شرایط رزین ها توضیح داده شد.

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

مراجع

DOI: 10.30503/nripress.2020.353

مراجع

[1] Standard Test Methods and Practices for Evaluating Physical and Chemical Properties of Particulate Ion-Exchange Resins ,ASTM2187-17

[2] Liberti ,L & Millar,J.R, Fundamentals and application of Ion Exchange,NATO Scientific Affairs Division, 1985

[3] کرمانی، محمد،۱۳۸۲،روش های پیشرفته در صنعت تصفیه آب،انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی

[4] Applebaum,S.B, Demineralization By Ion Exchange In Water Treatment and Chemical Processing Of Other Liquids,Academic Press, 1968

*[5]*چالکش امیری ، محمد،۱۳۹۲، اصول تصفیه آب،انتشارات ارکان دانش

[6] Rodrigues A.E. Ion Exchange : Science and Technology, NATO Scientific Affairs Division ,1966

[7]Dyer A.,Hudson M.J, Williams P.A. , Ion Exchange Process: Advances and Applications, Royal Society of Chemistry,1993

DOI: 10.30503/nripress.2020.353