شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
معاونت نظارت بر بهره برداری
دفتر نظارت بر بهداشت آب و فاضلاب

دستورعمل الزامات فنی و شاخص‌های ارزیابی سامانه‌های تولید درجای محلول سدیم هیپوکلریت به غلظت ٪۰/۱±٪۰/۷ از طریق الکترولیز محلول آب نمک

دستورعمل الزامات فنی و شاخص‌های ارزیابی سامانه‌های تولید درجای محلول سدیم هیپوکلریت به غلظت ٪۰/۱±٪۰/۷ از طریق الکترولیز محلول آب نمک

پدیدآورندگان به ترتیب حروف الفبا:

دکتر سید علیرضا ابراهیم زاده زنوزیان، عضو کمیته‌ی گندزدایی شورای سیاست‌گذاری کیفیت آب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس غلامرضا احمری، رئیس گروه نویسندگان و مسئول کمیته‌ی گندزدایی شورای سیاست‌گذاری کیفیت آب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس زهرا علیزاده، عضو کمیته‌ی گندزدایی شورای سیاست‌گذاری کیفیت آب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس بابک شاهچراغی، عضو کمیته‌ی گندزدایی شورای سیاست‌گذاری کیفیت آب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

فصل اول: شرایط عملیاتی کلی و مدارک فنی سامانه‌ی تولید درجای سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک

۱-۱مقدمه ۲

۱-۲مشخصات عملکردی سامانه‌ی OSG ۳

۱-۳مدارک فنی ۶

فصل دوم: مشخصات فنی و اصول طراحی سامانه‌ی تولید درجای سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک

۲-۱مقدمه ۱۰

۲-۲شرایط محل نصب ۱۱

۲-۳تعیین الزام یا عدم لزوم تعبیه‌ی سیستم یدک ۱۷

۲-۴اجزای کلی تشکیل دهنده‌ی سامانه‌ی OSG ۱۹

۲-۵برخی الزامات طراحی و ساخت سل‌های الکترولیتی ۱۹

۲-۶جنس مخازن نگهداری محلول آب نمک و اتصالات لازم ۲۲

۲-۷نگهداری محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی ۲۴

۲-۸الزامات طراحی و ساخت مخزن محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی ۲۴

۲-۹الزامات طراحی سیستم تزریق ۲۷

۲-۱۰الزامات طراحی سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن ۲۸

۲-۱۱تجهیزات جانبی ۳۰

۲-۱۲الزامات طراحی سیستم تامین برق و قدرت ۳۲

۲-۱۳ایمنی ۳۴

۲-۱۴الزامات طراحی سیستم ابزار دقیق، پایش و کنترل ۳۴

۲-۱۵تجهیزات کامل تشکیل دهنده‌ی یک سامانه‌ی OSG ۴۰

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

فصل سوم: ضوابط و الزامات ایمنی سامانه‌ی تولید درجای

سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک

۳-۱مقدمه ۴۵

۳-۲ضوابط و الزامات ایمنی برق ۴۵

۳-۳ضوابط و الزامات ایمنی گاز هیدروژن ۵۱

۳-۴تجهیزات حفاظت فردی ۵۹

۳-۵واکنش سریع و اطفاء نشت ۶۰

۳-۶تجهیزات ضد انفجار ۶۱

۳-۷منابع اختصاصی این بخش ۶۶

فصل چهارم: اطلاعاتی که باید توسط پیمانکار ارائه شوند

۴-۱مقدمه ۶۹

۴-۲جداول اطلاعاتی ۶۹

فصل پنجم: آزمون‌های کیفیت در آب آشامیدنی و محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی

۵-۱ مقدمه ۷۴

۵-۲ آزمون‌های کیفیت روی آب ژاول ۷۴

۵-۳ محصولات جانبی گندزدایی ۷۶

۵-۴ مراجع استاندارد برای روش‌های آزمون ۸۰

فصل ششم: ارزیابی سازندگان/فروشندگان سامانه‌های تولید

درجای سدیم هیپوکلریت از طریق الکترولیز محلول آب نمک

۶-۱ شرایط اجرای مناقصه ۸۴

۶-۲ الزامات کلی ۸۵

۶-۳ معیارهای ازریابی صلاحیت سازنده/فروشنده ۸۷

فهرست منابع

عنوان	فهرست جدول‌ها	صفحه

جدول ۲-۱- اجزای نمایش داده شده در شکل ۲-۷ ..... ۴۳

جدول ۳-۱- انواع مختلف تجهیزات ضدانفجار همراه با استاندارد مربوطه ۶۳

جدول ۳-۲- جدول نماد گروه گازها ۶۳

جدول ۳-۳- تعریف ناحیه‌های مختلف ۶۴

جدول ۳-۴- فرم توضیحات درجه‌ی حفاظت دو رقمی (IP) ۶۵

جدول ۳-۵- نماد گروه گازها ۶۶

جدول ۴-۱- الزامات کیفیت آب ورودی به دستگاه الکترولیز محلول آب نمک ۷۰

جدول ۴-۲- الزامات کیفیت نمک کلرید سدیم مصرفی ۷۰

جدول ۴-۳- مصرف یا تولید مواد یا انرژی ۷۱

جدول ۵-۱- پارامترهای شیمیایی-آب آشامیدنی ۷۵

جدول ۵-۲- پارامترهای شیمیایی آب ژاول؛ فلزات سنگین ۷۷

جدول ۵-۳- پارامترهای شیمیایی آب ژاول؛ آنیون‌ها ۷۷

جدول ۵-۴- پارامترهای شیمیایی آب ژاول؛ مواد آلی فرار- مرحله‌ی اول ۷۷

جدول ۵-۵- مرحله دوم مواد آلی فرار- آب ژاول ۷۸

جدول ۶-۱- الزامات اجباری خرید سامانه‌های OSG ۸۶

جدول ۶-۲- معیارهای ازریابی صلاحیت سازنده/فروشنده‌ی سامانه‌ی OSG ۸۷

جدول ۶-۳- توان مالی شرکت ۸۷

جدول ۶-۴- ارزیابی مشتریان قبلی و حسن شهرت در زمینه‌ی گندزدایی آب آشامیدنی ۸۸

جدول ۶-۵- ضوابط تولید ۸۸

جدول ۶-۶- تجربه و دانش در زمینه‌ی گندزدایی ۹۰

جدول ۶-۷- حسن سابقه ۹۱

جدول ۶-۸- تضمین کیفیت و استاندارد محصول و تجهیزات ۹۱

عنوان	فهرست شکل‌ها	صفحه

شکل ۲-۱- نمونه‌ای از شیر اطمینان تخلیه‌ی فشار اضافی هیدروژن و روش نصب آن..... ۲۲

شکل ۲-۲- نمونه‌ای از مخازن FRP ویژه‌ی محلول آب نمک..... ۲۳

شکل ۲-۳- نمونه‌ای از مخازن کوچک محلول آب نمک با پر شدن دستی..... ۲۴

شکل ۲-۴- ایستگاه پمپاژ محلول از طریق طریق پمپ‌های سانتریفیوژی کوپل مغناطیسی ۲۸

شکل ۲-۵ -خروجی مایع (آب) بعد از دمنده ۳۱

شکل ۲-۶- طرح شماتیک استقرار اجزای کلی یک سامانه‌های OSG..... ۴۱

شکل ۲-۷- طرح شماتیک یک نمونه از سامانه‌های OSG..... ۴۲

شکل ۳-۱- نمای شماتیک نحوه جانمایی اجزاء سیستم رقیق سازی و تهویه هیدروژن..... ۵۹

شکل ۳-۲- برچسب نمونه‌ی تجهیزات ضد انفجار ۶۱

شکل ۵-۱- دیاگرام تصمیم‌گیری جهت نمونه‌برداری و آنالیز آزمون‌های محصولات جانبی آب ژاول ۸۱

بی‌شک مهم‌ترین وظیفه‌ی شرکت‌های آب و فاضلاب کشور تامین آب آشامیدنی پاک و بهداشتی برای شهروندان است و آنچه انجام این وظیفه را میسر می‌کند انجام کارا، ایمن و قابل اطمینان فرآیندهای مختلف تامین آب سالم است. یکی از این فرآیندها، فرآیند گندزدایی آب است که با توجه به به‌کارگیری مواد شیمیایی خطرناک، به ویژه گاز کلر، می‌توان آنرا مخاطره‌آمیزترین فرآیند صنعت آب و فاضلاب دانست. به این ترتیب کاهش مخاطرات این فرآیند یکی از دغدغه‌های همیشگی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی بوده است. یکی از روش‌های ایمن گندزدایی به‌کار رفته در سطح جهان تولید درجای محلول سدیم هیپوکلریت است. با کاربرد این روش مخاطرات حمل و نقل، نگهداری و انبارش کلر گازی یا محلول غلیظ سدیم هیپوکلریت از بین می‌رود.

بر همین مبنا و بر اساس وظایف حاکمیتی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تدوین دستورعمل الزامات فنی و شرایط ارزیابی سامانه‌های تولید درجای محلول سدیم هیپوکلریت[۱]، به غلظت ۰/۱±۰/۷٪، از طریق الکترولیز محلول آب نمک در دستور کار معاونت نظارت بر بهره‌برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور قرار گرفت.

نکته‌ی جالب در تدوین این دستورعمل هم‌زمانی تقریبی آغاز اجرای پروژه با انتشار نخستین ویرایش دستورعمل استاندارد سامانه‌های OSG[۲] از سوی انجمن امور آب آمریکا[۳] بود که به نوعی نخستین دستورعمل استاندارد برای این سامانه‌ها با اعتباری جهانی است و انتشار آن نشان از احساس نیاز کل دنیا برای بهره‌مندی استاندارد از روش‌های ایمن‌تر گندزدایی دارد.

در مطالعه و بهره‌مندی از دستورعمل حاضر باید به نکات زیر توجه شود:

۱ تعیین الزام به نیاز و خرید سامانه‌های تولید درجای محلول سدیم هیپوکلریت وظیفه‌ی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری یا روستایی بوده و باید راسا و بر مبنای استانداردها ایمنی و

۱. On-Site Hypochlorite Generation (OSG)

۲. On-Site Generation of Hypochlorite, Manual of Water Supply Practices: M۶۵, ۲۰۱۵.

۳. American Water Works Association (AWWA)

کیفی آب آشامیدنی، ارزیابی‌های مالی، در نظر گرفتن توان‌مندی‌های بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات و الزامات قانونی توسط کارشناسان این شرکت‌ها تعیین شود. به همین ترتیب تعیین ظرفیت سامانه‌ها نیز بر عهده‌ی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی است.

۲ همه‌ی خریدهای انجام شده بر مبنای این دستورعمل، اعم از مناقصه یا استعلام بها، یا حتی در مواردی که به لحاظ قیمت الزام به برگزاری استعلام ندارند، باید با تنظیم قرارداد مطابق با الزامات دستورعمل حاضر انجام شود.

۳ تعهد اصلی فروشنده و هدف نهایی از این دستورعمل اجرای ایمن، کارا و قابل اعتماد فرآیند گندزدایی آب از طریق به‌کارگیری سامانه‌ی OSG است. با همین روی‌کرد الزامات اعلام شده در این مجموعه نافی مسئولیت سازنده/فروشنده نبوده و سامانه‌ی فروخته شده باید همه‌ی استانداردهای ایمنی و کیفی موثر در سلامت مصرف کننده، برای اجزای سامانه و محلول تولیدی و صرفه نظر از اینکه در این مجموعه به آن اشاره شده یا نه، را پوشش دهد. به این ترتیب سازنده/فروشنده تعهد می‌نماید علاوه بر موارد مندرج در این دستورعمل همه‌ی موارد دیگری که برای کارکرد ایمن، کارا و قابل اعتماد سامانه‌ی OSG لازم است را در همه‌ی مراحل ساخت، حمل، نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و خدمات پس از فروش رعایت نماید و به طور کامل مسئول همه‌ی نتایج به‌کارگیری سامانه‌ی OSG است.

۴ در نگارش این دستورعمل از مراجع، استانداردها و دستورعمل‌های به روز و معتبر بین‌المللی بهره گرفته شده است. با این وجود و با توجه به توسعه‌ی همیشگی مرزهای دانش و فن‌آوری مجموعه‌ی حاضر نمی‌تواند به عنوان مرجعی همیشگی در نظر گرفته شود و گروه نویسندگان امیدوارند با بهره‌مندی از نظر کارشناسان و صاحب نظران، ویرایش‌های بعدی را نیز ارائه دهند.

۵ با توجه به اینکه دستورعمل مشابهی برای سامانه‌های OSG در دسترس نیست، متن این مجموعه با جزئیاتی بیش از دستورعمل‌های مرسوم تدوین شده است که می‌تواند بار آموزشی نیز داشته باشد.

۶ برای بهره‌مندی بهتر از مطالب مندرج در این متن و دریافت اطلاعات بیشتر، مراجع به کار رفته در انتهای دستورعمل گنجانده شده‌اند. در این خصوص پیشنهاد می‌شود دستورعمل AWWA M۶۵، که ترجمه‌ی فارسی آن هم در دسترس است، به عنوان متن تکمیلی این دستورعمل مطالعه شود.

۷ در موارد احتمالی‌ای که تناقضی بین مندرجات این دستورعمل با الزامات قانونی کشور یا استانداردهای ملی تدوین شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران مشاهده شود، آن قانون یا استاندارد ملی ملاک عمل خواهد بود. در دیگر موارد دستورعمل حاضر ملاک عمل است.

۸ در موارد احتمالی‌ای که در متن دستورعمل حاضر تناقض یا اعداد متفاوتی بین الزامات اعلام شده برای یک پارامتر مشترک مشاهده شود، مورد سخت‌گیرانه‌تر ملاک عمل خواهد بود.

۹ همه‌ی مواردی که با واژه‌های "باید" یا "الزامی" در متن آمده‌اند جزو الزامات بوده و کاملاً باید رعایت شوند.

۱۰ مواردی که با واژه‌ها یا اصطلاحات "مطلوب" یا "توصیه می‌شود" آمده‌اند الزام آنی ندارند مگر اینکه عدم رعایت آنها منجر به اخلال در عملکرد ایمن، کارا و قابل اعتماد سامانه‌ی OSG شود.

۱۱ واژه‌ها یا اصطلاحات "سازنده"، "فروشنده"، "پیشنهاد دهنده" و "شرکت‌کننده در مناقصه" بار حقوقی یکسان دارند و منظور از همه‌ی آنها شخصیت حقوقی امضاکننده‌ی قرارداد نهایی است.

۱۲ واژه‌ی "کارفرما" در این متن شرکت آب و فاضلاب خریدار و امضا کننده‌ی قرارداد خرید است. نماینده‌ی کارفرما، که ممکن است در برخی موارد آن هم به اختصار "کارفرما" خوانده

شود، می‌تواند اعضای کمیته‌ی ارزیابی معرفی شده از سوی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور یا معرفی شده توسط شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی را در بر گیرد که ممکن است به تنهایی یا به صورت مشترک فرآیند ارزیابی، امتیازدهی و انتخاب برنده‌ی مناقصه یا استعلام خرید را پیش برند.

۱۳ مسئولیت نهایی و کامل تنظیم قرارداد و نظارت بر اجرای قرارداد و انجام بخش‌های اجرایی بر عهده‌ی شرکت آب و فاضلاب درخواست‌کننده‌ی کالای موضوع دستورعمل است. در این مرحله استفاده‌ی کارفرما از نظرات بازرس یا مشاوری که راسا انتخاب کرده یا کارشناسان معرفی شده از سوی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور مجاز است ولی نافی مسئولیت کارفرما نیست.

۱۴ کارفرما مکلف است چک‌لیست‌های اجرایی فرآیند موضوع دستورعمل حاضر را قبلا و بر اساس الزامات همین دستورعمل و مفاد قرارداد تنظیم نموده و بلافاصله پس از ابلاغ قرارداد، اجرای فرآیند خرید تا راه‌اندازی نهایی را بر اساس این چک‌لیست‌ها پیش برد.

۱۵ کارفرما مختار است با توجه به شرایط محلی خود الزام یا الزاماتی را افزون بر موارد ذکر شده در این دستورعمل اعلام نموده و در مرحله‌ی فراخوان و تنظیم اسناد به صورت ضمیمه‌ای که بار حقوقی یکسان با این دستورعمل دارد، به اوراق نهایی بی‌افزاید.

۱۶ همه‌ی خریدها همراه با تعهد سازنده/فروشنده به تحویل همه‌ی اجزای سامانه‌ی OSG و آماده‌سازی محل برای نصب، نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری اولیه، آموزش پرسنل معرفی شده و انجام خدمات پس از فروش است که در متن به تفصیل بیان شده‌اند. آماده‌سازی محل شامل ساخت کلی ابنیه نیست مگر اینکه مطابق با بند ۱۵ (صفحه‌ی ط) در اوراق شرایط و قرارداد به صورت ضمیمه‌ی این دستورعمل الزام آن، ذکر شود.

۱۷ کارفرما موظف است ضمایم لازم برای ارائه‌ی اطلاعات توسط پیشنهاد دهنده را بر اساس موارد خواسته شده در این دستورعمل و فرمت‌های قانونی لازم جهت برگزاری مناقصه یا استعلام یا تنظیم قرارداد را تدوین و در مرحله‌ی اخذ پیشنهاد به فروشنده تحویل نماید.

۱۸ کل مجموعه با در نظر گرفتن نظرات همه‌ی اعضای گروه نویسندگان تنظیم شده است با این وجود و به منظور تسهیل در پاسخ‌گویی به ابهامات احتمالی و همچنین دریافت مستقیم نظرات اصلاحی خوانندگان محترم، نام نویسنده‌ی اصلی هر فصل در ابتدای آن فصل ذکر شده است.

فصل اول
شرایط عملیاتی کلی و مدارک فنی سامانه‌ی تولید درجای سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک

سید علیرضا ابراهیم زاده زنوزیان

۱-۱ مقدمه

در این فصل شرایط عملیاتی مورد انتظار از سامانه‌ی OSG مد نظر کارفرما آمده است. در مواردی، مانند ظرفیت، که باید توسط کارفرما تعیین شوند فضای کافی برای نوشتن مقدار مورد نظر در نظر گرفته شده تا توسط کارفرما تکمیل گردد. در فصل حاضر برای مصرف مواد یا انرژی میزان مطلوب ذکر شده است اما گستره‌ی مجاز نهایی در جداول مندرج در فصل ۶ آمده‌اند. مدارک لازم برای اجرای کامل فرآیند انتخاب، خرید، نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری نیز در فصل حاضر ذکر شده‌اند.

راستی‌آزمایی هر یک از پارامترهای ذکر شده باید توسط آزمایشگاه معتبر و مورد تایید کارفرما و زیر نظر بازرس یا نماینده‌ی کارفرما انجام شده و گواهی‌نامه‌های مربوطه صادر گردند. تامین همه‌ی امکانات و هزینه‌های لازم جهت حضور بازرس، نماینده‌ی کارفرما و نماینده‌ی آزمایشگاه معرفی شده، اعم از ایاب و ذهاب، اسکان و ... و همچنین هزینه‌ی اجرای آزمایش‌ها، در مرحله‌ی ارزیابی همه‌ی شرکت‌های پیشنهاد دهنده و همچنین شرکت انتخاب شده‌ی نهایی، از مرحله‌ی فراخوان تا انعقاد قرارداد به عهده‌ی سازنده/فروشنده‌ی سامانه‌ی OSG خواهد بود و کارفرما یا بازرس می‌توانند در محل کارخانه‌ی سازنده از دستگاه بازدید یا نمونه‌برداری انجام دهند. هزینه‌ی انجام آزمایش‌ها طی مراحل فراخوان تا انعقاد قرارداد به عهده‌ی پیشنهاد دهنده/سازنده/فروشنده است. پس از انعقاد قرارداد و طی مراحل راه‌اندازی و تحویل قطعی و نهاییِ کالا مسولیت تامین امکانات لازم برای هر نوع آزمون و هزینه‌های بازرسی و انجام آزمایش‌های لازم برای اطمینان از کیفیت کالای تحویلی به عهده‌ی کارفرما است. کارفرما موظف است تمهیدات لازم برای انجام آزمون‌های لازم برای اطمینان از پایداری کیفی دستگاه مانند میزان مصرف نمک، انرژی و ... به ازای هر واحد ماده‌ی گندزدای تولیدی یا عدم تولید یا ورود مواد ناخواسته با آب، را مشخص کرده و آن را در اوراق شرایط و قرارداد ذکر کند. از جمله‌ی این موارد می‌تواند انتخاب و معرفی بازرس یا آزمایشگاه مرجع معتبر باشد. مسئولیت تامین امکانات و هزینه‌های انجام آزمایش‌ها در این مرحله نیز بر عهده‌ی کارفرما است.

ممکن است نتایج بازرسی و انجام آزمایش‌ها پس از انعقاد قرارداد و در طول بهره‌برداری از تجهیزات موضوع قرارداد منجر به عدم تایید کیفیت کالای تحویلی شوند یا نشان دهند که کیفیت کالا یا مواد تولیدی در طول بهره‌برداری افت کرده و از حد استانداردهای مندرج در قرارداد خارج شده است. در این موارد علاوه بر هزینه‌های جای‌گزینی یا تعمیر تجهیزات، تامین همه‌ی امکانات و هزینه‌های مربوط به حضور بازرس یا نماینده‌ی آزمایشگاه و کارفرما، نمونه‌برداری، بازرسی و آزمایش دوباره، از مرحله‌ی تولید تجهیز در کارخانه تا تحویل، راه‌اندازی و بهره‌برداری مجدد به عهده‌ی فروشنده است.

هزینه‌ی اخذ گواهی‌نامه‌ها و استانداردهای کیفی الزامی ذکر شده در این دستورعمل یا هر نوع گواهی‌نامه‌ی کیفی یا مدیریتیِ اختیاری به عهده‌ی سازنده/فروشنده است. بررسی گواهی‌نامه‌های اخذ شده از وظایف بازرس یا نماینده‌ی کارفرما است. انتخاب بازرس و تامین هزینه‌ی بازرسی، به جز هزینه‌های حضور بازرس در محل کارخانه یا شرکت سازنده/فروشنده، به عهده‌ی کارفرما است.

فروشنده/سازنده مکلف است در همه‌ی مراحل، از مرحله‌ی انتخاب فروشنده تا موارد مورد نیاز احتمالی پس از خرید و تحویل و زمان بهره‌برداری با نمایندگان کارفرما یا بازرس معرفی شده همکاری کامل داشته و امکان حضور و نمونه‌برداری توسط نماینده یا بازرس معرفی شده از سوی کارفرما در محل ساخت دستگاه را فراهم کند.

۱-۲ مشخصات عملکردی سامانه‌ی OSG

همه‌ی پارامترها کیفی و کمی دستگاه باید در طول زمان بهره‌برداری ثابت باشند و میزان مصرف نمک، برق، آب و ...، به ازای هر کیلوگرم کلر فعال، نباید با گذشت زمان افزایش یابد یا غلظت، pH و دیگر پارامترهای کیفی محلول تولیدی تغییر یابند. همچنین کارایی سامانه‌ی OSG به لحاظ میزان کلر فعال تولیدی در ساعت، در ۲۴ ساعت کار مداوم، نیز نباید در طول زمان بهره‌برداری کاهش یابد. به عبارت دیگر سامانه‌ی OSG باید دائم‌کار بوده و قابلیت ۲۴ ساعت کار مداوم در شبانه‌روز، بدون هرگونه اخلال در عملکرد یا کاهش کیفیت، در طول زمان بهره‌برداری را داشته باشد.

۱-۲-۱ غلظت مطلوب محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی برابر با ٪۰/۱± ٪۰/۷ (۶ تا ۸ گرم بر لیتر) کلر فعال است.

۱-۲-۲ ظرفیت تولید بر حسب کیلوگرم کلر فعال تولیدی در ساعت، ضمن کارکرد ۲۴ ساعته‌ی سامانه‌ی OSG؛ مطابق با نظر کارفرما و معادل ..... کیلوگرم بر ساعت

۱-۲-۳ تعداد ژنراتورهای مستقل[۱] بر اساس ظرفیت کل تولید کلر فعال و مطابق با طراحی سازنده و تایید کارفرما: ..... (لازم به ذکر است با توجه به لزوم هماهنگی کاری و نرم‌افزاری واحدهای مستقل با هم، اندازه‌ی مدول‌ها باید به ظرفیت کل هم‌خوانی داشته و با حداقل تعداد مدول ممکن ظرفیت تولید کلر تامین شود. به ای ترتیب توصیه می‌شود از تعداد دستگاه‌های بالا با ظرفیت کم برای تامین ظرفیت مورد نیاز استفاده نشود و به جای آن یک دستگاه با چند سل الکترولیز بزرگتر خریداری شود).

۱-۲-۴ نوع و تعداد سیستم یدک بر اساس موارد بیان شده در بند ۲-۳ و با طراحی سازنده و تایید کارفرما: .....

.....

۱-۲-۵ نوع و ظرفیت سیستم شستشوی الکترودها شامل:

۱-۲-۵-۱ نوع ماده‌ی مصرفی برای شستشو شامل هیدروکلریک اسید ..... یا سولفامیک اسید .....

۱-۲-۵-۲ دستی یا اتوماتیک بودن سیستم .....

۱-۲-۵-۳ شستشو مبتنی بر زمان‌بندی یا بر اساس سیگنال کاهش شدت جریان الکتروده به عنوان نمادی از افزایش رسوب روی آنها .....

۱. منظور از ژنراتور مستقل هر مدولِ (Modul) مستقل تولید سدیم هیپوکلریت است که خود می‌تواند شامل یک یا چند سل الکترولیز باشد اما مستقل از دیگر ژنراتورها کار کند. ظرفیت کلی مجموع ظرفیت مدول‌ها است.

۱-۲-۵-۴ شستشو با مواد یا تمیزکاری اتوماتیک بر اساس تغییر قطب‌های الکترود .....

۱-۲-۵-۵ دیگر موارد .....

۱-۲-۶ میزان برق مصرفی مطلوب به ازای تولید هر کیلوگرم کلر فعال معادل با kW ۵-۴ برق AC برای کل سامانه است. مصرف برق تجهیزات جانبی لازم برای شرایط خاص و غیر معمول مانند پمپ‌ها یا چیلرهایی با ظرفیت بیش از حد بالا که برای شرایط خاصِ محل نصب تعبیه شده‌اند باید جداگانه به کارفرما اعلام گردد.

۱-۲-۷ میزان مصرف آب سختی‌گیری شده‌ی مطلوب به ازای هر کیلوگرم کلرفعال تولید شده برابر با ۱۷۰ -۱۲۵ لیتر. ممکن است بسته به روش تزریق، مثلاً استفاده از ونتوری و Injector که در بند ۲-۹ به آن اشاره شده است، مقدار اضافی آب مورد نیاز باشد. در این صورت ظرفیت اضافی مورد نیاز باید توسط سازنده/فروشنده به کارفرما اعلام گردد. مقدار اضافی مبتنی بر طراحی و اجرای روش ونتوری و Injector برای تزریق تاثیر منفی بر ارزیابی نخواهد داشت.

۱-۲-۷-۱ دمای کاری توصیه شده برای محلول درون سل الکترولیز °C ۲۶ - °C ۱۵ است و بهتر است دمای آب نمک ورودی به سل‌های الکترولیز در محدوده‌ی °C ۱۸، که بهترین شرایط عملیاتی را به دست می‌دهد، تنظیم شود. در این خصوص ممکن است بسته به شرایط آب و هوایی محل نصب هیتر، چیلر یا هر دو مورد نیاز باشند. در هر حال دما **باید** به گونه‌ای تنظیم شود که بر اساس طراحی سازنده، همه‌ی محصولات جانبی آلی و معدنی احتمالی در محدوده‌ی SPAC مجاز قرار گیرند. سازنده مسئول مطلق عدم تولید محصولات جانبی بیش از غلظت مجاز است.

۱-۲-۷-۲ حداقل و حداکثر دبی و فشار آب ورودی به سل‌های الکترولیز که عملکرد بهینه، قابل اعتماد و ایمن آنها را تضمین نماید جزو الزامات طراحی است که باید توسط سازنده/فروشنده تعیین و به کارفرما اعلام گردد.

۱-۲-۸ میزان مطلوب طول عمر مفید الکترودها بیش از ۵ سال است.

۱-۲-۹ حداکثر میزان نمک مصرفی قابل قبول به ازای هر گرم FAC برابر با ۷ گرم نمک و میزان نمک مصرفی مطلوب برابر با ۴ گرم.

۱-۲-۱۰ سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی گاز هیدروژن کارایی لازم برای رقیق‌کردن هیدروژن تولیدی تا ٪۲۵ حد پایین آتش‌گیری[۱] این گاز در هوا[۲] یعنی تا غلظت ٪۱ هیدروژن در هوا و تخلیه‌ی آن به فضای آزاد و امن را داشته باشد.

۱-۳ مدارک فنی

ارائه‌دهنده‌ی پیشنهاد مکلف است موارد زیر را در زمان‌های مندرج در متن به کارفرما ارائه دهد:

۱-۳-۱ همه‌ی عوامل موثر در کیفیت، کارایی و ایمنی سیستم پیشنهادی و شرایط عملیاتی لازم برای کارکرد ایمن، کارا و بهینه‌ی سیستم در ابتدای فرآیند ارائه‌ی پیشنهاد و قبل از بازدید از محل باید به کارفرما اعلام شوند.

۱-۳-۲ لیست کامل اجزای ضد انفجار[۳] سامانه‌ی OSG در مرحله‌ی ارائه‌ی پیشنهاد فنی و گواهی‌نامه‌های مربوطه در مرحله‌ی تحویل کالاها

۱-۳-۳ لیست کامل دستگاه‌ها، قطعات و لوازم، لوله‌ها و اتصالات، انواع کابل‌ها، پس از بازدید از محل و قبل از ارائه‌ی پیشنهاد قیمت باید به کارفرما اعلام شود.

۱-۳-۴ لیست کامل قطعات یدکی و تعداد لازم برای اجرای به موقع فرآیندهای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه (PM) و اضطراری (EM) برای دو سال باید به کارفرما اعلام شود. این قطعات یدکی جزو خرید دستگاه بوده و باید همراه با تحویل آن به کارفرما تحویل شوند. *تامین قطعات یدکی در طول دوره‌ی ضمانت به عهده‌ی فروشنده است.*

---

۱. Lower Flammable Limit (LFL)

۲. LFL برای گاز هیدروژن برابر با ٪۴ هیدروژن در هوا است که ٪۲۵ آن برابر می‌شود با ٪۱ که حداکثر مجاز غلظت هیدروژن خروجی به فضای آزاد امن است.

۳. Explosion-proof

۱-۳-۵ لیست کامل ابزارآلات مکانیکی یا برقی لازم برای انجام فرآیندهای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه (PM) و اضطراری (EM) باید به کارفرما اعلام شود. آچارها یا ابزارهای ***خاصی*** که برای سرویس یا تعمیر دستگاه‌ها لازم‌اند جزو خرید دستگاه بوده و باید همراه با تحویل آن به کارفرما تحویل شوند.

۱-۳-۶ لیست کامل اندازه‌ی گشتاور[۱] مورد نیاز، بر حسب نیوتن متر، برای محکم کردن ایمن و کارای پیچ‌ها و اتصالات رزوه‌ای به شکلی که در محل بستن پیچ یا اتصال رزوه‌ای استحکام کافی و آب‌بندی یا گازبندی کامل، بدون هرگونه آسیب به تجهیز یا هرز شدن رزوه‌ها، ایجاد شود، باید به کارفرما اعلام شود.

۱-۳-۷ لیست کامل، مشخصات کیفی و مقدار مورد نیاز مواد مصرفی، و نه خوراک ورودی، لازم برای بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات دستگاه نظیر رزین‌های سختی‌گیر، روان‌کننده‌ها، گریس‌های مخصوص خطوط برق، پاک‌کننده‌ها و ... پس از بازدید از محل و قبل از ارائه‌ی پیشنهاد قیمت باید به کارفرما اعلام شود. *تامین مواد مصرفی جهت بهره‌برداری در طول زمان تحویل موقت، و مواد لازم برای اجرای برنامه‌ی نگهداری و تعمیرات در طول دوره‌ی ضمانت، به عهده‌ی فروشنده است.*

۱-۳-۸ نقشه‌های انفجاری همه‌ی اجزای دستگاه، پس از بازدید از محل و قبل از ارائه‌ی پیشنهاد قیمت باید به کارفرما ارائه شوند.

۱-۳-۹ نقشه‌های جانمایی شده‌ی کامل تجهیزات پیشنهادی شامل ابعاد و اندازه‌های اجزاء سیستم و لوله‌کشی‌ها، کابل‌کشی‌ها، سوراخ‌کاری‌ها و حفاری‌ها، فونداسیون و پایه‌ها، محل نصب هر جزء در ساختمان، ارتباط آن با دیگر اجزا و ...، پس از بازدید از محل و قبل از ارائه‌ی پیشنهاد قیمت باید به کارفرما ارائه شوند.

---

۱. Torque

۱-۳-۱۰ مدارک مربوط به پیشنهاد قیمت، پس از تایید نقشه‌ها و مدارک قبلی توسط کارفرما باید به کارفرما ارائه شوند.

۱-۳-۱۱ نقشه‌های as built کل اجزای سامانه، پس از مرحله‌ی نصب نهایی باید به کارفرما ارائه شوند.

۱-۳-۱۲ دستورعمل بهره‌برداری از سیستم باید به زبان فارسی و پس از مرحله‌ی نصب نهایی به کارفرما ارائه شود.

۱-۳-۱۳ فلسفه‌ی کنترل و نقشه‌ی همه‌ی اجزای کنترلی و ابزار دقیق

۱-۳-۱۴ دستورعمل تشخیص ایراد و رفع عیب[۱] اولیه، باید به زبان فارسی و پس از مرحله‌ی نصب نهایی به کارفرما ارائه شوند.

۱-۳-۱۵ دستورعمل و برنامه‌ی زمانی و روش اجرای کامل فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه (PM) برای سامانه‌ی OSG باید به زبان فارسی و پس از مرحله‌ی نصب نهایی به کارفرما ارائه شوند.

۱-۳-۱۶ دستورعمل و برنامه‌ی زمانی و روش اجرای کامل فعالیت‌های تعمیرات اضطراری (EM) برای سامانه‌ی OSG باید به زبان فارسی و پس از مرحله‌ی نصب نهایی به کارفرما ارائه شوند.

۱-۳-۱۷ همه‌ی مدارک فنی ارائه‌شده توسط کارخانه‌ی سازنده‌ی اصلیِ اجزا مانند پمپ‌ها، دوزینگ پمپ‌ها، آنالایزرها و ... باید به زبان انگلیسی یا فارسی و پس از مرحله‌ی نصب نهایی به کارفرما ارائه شوند.

۱. Troubleshooting

فصل دوم
مشخصات فنی و اصول طراحی سامانه‌ی تولید درجای سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک

سید علیرضا ابراهیم زاده زنوزیان

۲-۱ مقدمه

در این بخش اجزای کلی سامانه‌ی و اصول طراحی آنها معرفی می‌شوند. ذکر این نکته لازم است که اجزا و اصول معرفی شده در اینجا حداقل‌های لازم را بیان می‌نمایند. با این ترتیب محدودیتی در بهبود کیفیت اجزاء یا افزایش تعداد (به جز افزایش بیش از حد سل‌ها و مدول‌ها)، ظرفیت‌ها و ... به منظور رسیدن به شرایط استاندارد لازم در مباحث ایمنی، کارایی و قابل اطمینان بودن عملکرد سامانه‌ی OSG وجود نداشته و سازنده/فروشنده باید همه‌ی الزامات فنی لازم را در طراحی و اجرا در نظر بگیرد. همچنین همه‌ی اجزا، شامل تجهیزات، رزوه‌ها و ابعاد لوله‌ها و اتصالات، اتصالات برق و ابزار دقیق و ... باید با استانداردهای مرسوم در ایران، نظیر DIN، ASTM، ASME هم‌خوانی داشته باشند تا در صورت نیاز و نبود قطعه‌ی اصلی در بازار بتوان قطعات مشابه را جای‌گزین کرد. لازم به ذکر است متن حاضر ممکن است شامل جزئیات فنی همه‌ی تجهیزات تشکیل دهنده‌ی OSG نباشد اما سازنده/فروشنده موظف است همه‌ی الزامات طراحی خاص و استانداردهای ملی، و در صورت عدم وجود استاندارد ملی استانداردهای معتبر بین‌المللی مانند EN، CE، NSF و ... را در طراحی یا انتخاب تجهیزات رعایت کند. ممکن است به جای استانداردهای ملی برخی استانداردهای سخت‌گیرانه‌تر بین‌المللی در این متن ذکر شوند یا توسط کارفرما جداگانه و به صورت ضمیمه به سازنده/فروشنده ابلاغ گردند. در صورتی که دستگاه یا هر یک از اجزای آن یا کیفیت مواد تولیدی آن دارای استانداردهای فنی، ایمنی یا کیفی قابل تایید ملی یا بین‌المللی، شامل استانداردهای سازمان ملل، آمریکای شمالی، اتحادیه‌ی اروپا و اروپای غربی باشد الزامات ذکر شده در کل این متن، در بخشی که استاندارد ارائه شده است، به لحاظ حقوقی به توصیه تبدیل شده و استاندارد معتبر ارجح خواهد بود.

در مجموع مسئولیت عملکرد کارا، بهینه، ایمن و قابل اعتماد سامانه در زمان بهره‌برداری به طور کامل به عهده‌ی سازنده/فروشنده بوده و عدم ذکر تجهیز یا شرایط خاص در شرح خدمات حاضر به معنی رفع

مسئولیت سازنده/فروشنده نیست. همچنین تایید کارفرما برای اجرای طرح رافع مسئولیت سازنده/فروشنده در درستی عملکرد، ایمنی، کارایی و قابل اعتماد بودن سامانه نبوده و در صورت بروز مشکل در طول بهره‌برداری فروشنده/سازنده مکلف به رفع مشکل است. لازم به ذکر است اگر بخش یا کل سامانه‌ی فروخته شده ایراد اساسی در طراحی داشته باشد، به نحوی که با تعمیر قابل برطرف شدن نباشد، سازنده/فروشنده مکلف است سامانه‌ی جدید بدون عیب را جای‌گزین جزء معیوب یا کل سامانه‌ی معیوب قبلی نماید.

۲-۲ شرایط محل نصب

سازنده/فروشنده مکلف است قبل از ارائه‌ی پیشنهاد فنی و پیشنهاد قیمت از محل نصب بازدید و اطلاعات زیر[۱] را دریافت نماید[۲]:

۲-۲-۱ دبی آب خام و میزان کلرخواهی آن

دبی آب خامی که باید گندزدایی شود و میزان کلرخواهی آن عامل اصلی در انتخاب و پیشنهاد ظرفیت دستگاه است. در این خصوص اطلاعات مربوط به دبی متوسط و حداکثر دبی فصل‌های مختلف و همچنین کلرخواهی متوسط و حداکثرِ فصل‌های مختلف باید توسط کارفرما به پیشنهاد دهنده اعلام شود تا بر آن اساس ظرفیت دستگاه، ظرفیت مخازن نمک و محلول سدیم هیپوکلریت و ظرفیت سیستم سختی‌گیر و ... تعیین شوند. میزان کلرخواهی در حداکثر میزان عواملی نظیر برمید، که می‌توانند بعدا به برمات تبدیل شوند، هم باید در نظر گرفته شود.

۲-۲-۲ وضعیت آب و هوایی محل به ویژه تغییرات دما در فصول مختلف

۱. ممکن است علاوه بر اطلاعات ذکر شده در اینجا، اطلاعات عوامل اثرگذار اضافی برای هر طراحی یا سازنده لازم باشد که سازنده/فروشنده باید آنها را به کارفرما اعلام و از کارفرما دریافت کند.

۲. در صورتی که اطلاعات مورد نیاز جزو بانک اطلاعاتی ثبت شده و آزمایش‌های روتین کارفرما نباشند، سازنده/فروشنده خود مکلف به تهیه‌ی آنها با روش استاندارد است.

در این خصوص بسته به تغییرات دمای محیط ممکن است الزامات طراحی سیستم تغییر کنند.

۲-۲-۳ ارتفاع و فشار هوا در محل نصب

در این خصوص بسته به ارتفاع محل نصب یا تغییرات فشار هوا ممکن است الزامات طراحی، مثلاً در مورد خروج هیدروژن از سیستم تخلیه و رقیق‌سازی، تغییر کنند.

۲-۲-۴ دمای آب خام ورودی به دستگاه الکترولیز و تغییرات احتمالی آن در طول سال

با توجه به این‌که بهترین دمای محلول آب نمک ورودی به سل‌های الکترولیز ۱۸ °C است ممکن است گرم‌کن[۱] یا خنک‌کن[۲] یا هر دو مورد نیاز باشند.

۲-۲-۵ کیفیت آب خام ورودی جهت تهیه‌ی آب نمک

ارائه‌دهنده‌ی پیشنهاد موظف است قبل از بازدید و ارائه‌ی پیشنهاد الزامات و حدود مجاز ناخالصی‌های موجود در آب مورد استفاده در تولید آب نمک را که می‌توانند در طول عمر الکترودها و سلول الکترولیز، بازده انرژی سیستم، کیفیت محلول تولیدی و دیگر پارامترهای موثر در عملکرد ایمن، قابل اعتماد و بهینه‌ی سیستم به کارفرما اعلام نماید. پس از این مرحله پیشنهاد دهنده مکلف است قبل از ارائه‌ی پیشنهاد فنی و قیمت، از طریق بررسی اسناد احتمالی موجود یا نمونه‌برداری و انجام آزمایش توسط آزمایشگاه دارای گواهی‌نامه‌های مورد تایید کارفرما، از مناسب بودن کیفیت یا الزام به طراحی سیستم پیش‌تصفیه‌ی مناسب (نظیر سختی‌گیر، RO و ...) یا اعلام غیر قابل استفاده بودن منبع آب پیشنهاد شده توسط کارفرما، اطمینان حاصل کرده و مراتب را به کارفرما اعلام کند. کیفیت آب خام ورودی شامل وجود عوامل موثر در تولید محصولات جانبی غیر مجاز نیز هستند. کیفیت آب ورودی در ظرفیت سیستم پیش‌تصفیه‌ی آب لازم برای تهیه‌ی محلول آب نمک هم موثر است و به عنوان مثال سختی بالا به معنی

۱. Heater

۲. Chiller

سیستم سختی‌گیر بزرگ‌تر است. کیفیت آب ورودی ممکن است بسته به فصل تغییر کند که این تغییرات هم باید توسط ارائه‌دهنده‌ی پیشنهاد در نظر گرفته شوند. اطلاعات ارائه شده حداقل باید شامل موارد مندرج در جدول ۴-۱ باشند.

۲-۲-۶ کیفیت نمک ورودی جهت تهیه‌ی آب نمک

ارائه‌دهنده‌ی پیشنهاد موظف است کیفیت نمک مورد نیاز برای عمل‌کرد ایمن، کارا و بهینه‌ی سیستم را به کارفرما اعلام نماید. کیفیت نمک باید به گونه‌ای باشد که منجر به تولید بیش از حد مجاز محصولات جانبی نگردد. کیفیت نامناسب نمک علاوه بر تولید محصولات جانبی خطرناک، منجر به ایجاد رسوب روی الکترودها هم می‌شود. وجود ناخالصی‌های کلسیم کلراید یا منیزیم کلراید می‌تواند منجر به گرفتگی مسیر عبور آب نمک شده و تعداد شستشوی لازم سل‌ها را ۵ تا ۱۰ بار بی‌افزاید. در دسترس بودن و سهولت تامین نمک با کیفیت مناسب یکی از موارد اساسی در تصمیم‌گیری برای نصب سامانه‌ی OSG و انتخاب سازنده‌ی آن است. اطلاعات ارائه شده حداقل باید شامل موارد مندرج در جدول ۴-۲ باشند.

۲-۲-۷ ابعاد و اندازه‌های ساختمان موجود

چینش اجزای دستگاه باید با ابعاد ساختمان محل نصب هم‌خوانی داشته باشد. در صورت کافی نبودن فضا باید موارد به کارفرما اعلام گردد. چینش اجزای دستگاه باید به گونه‌ای باشد که فضای کافی جهت حضور و کار ایمن و کارای بهره‌بردار فراهم بوده و همچنین در مراحل نصب و راه‌اندازی یا انجام عملیات تعمیر و نگهداری بتوان به راحتی به اجزای دستگاه دسترسی داشت یا در صورت لزوم آنها را باز و جابه‌جا کرد.

۲-۲-۸ شرایط ساختمان و نیاز احتمالی به آماده‌سازی و مقاوم‌سازی محل نصب

ساخت فونداسیون یا پایه یا استحکام‌بخشی به دیوارها یا هر جزئی از ساختمان که محل نصب بخشی از سیستم فروخته شده است باید بر اساس استانداردهای مرتبط و توسط فروشنده انجام شود. آماده‌سازی محل نصب شامل ایجاد پوشش ضد خوردگی استاندارد، حفاری یا سوراخ‌کاری‌های لازم احتمالی برای انتقال مواد محلول یا گازی شکل، لوله‌های آب و کابل‌های برق یا سیگنال‌های کنترلی نیز می‌شود.

به منظور سهولت در جابه‌جایی‌های احتمالی، پایه‌های ثابت یا فریم هیچ‌یک از تجهیزات نباید داخل فونداسیون بتنی وارد شوند یا به صفحه‌ستون‌های تعبیه شده در آن جوش داده شوند. همه‌ی تجهیزات اصلی باید از طریق تعبیه‌ی پیچ‌های استاندارد و مجهز به لرزه‌گیر به پایه‌ی وارد شده به فونداسیون متصل شده و تجهیزات باید Skid Mounted و قابل جابه‌جایی از طریق باز کردن پیچ‌ها باشند.

۲-۲-۹ محل قرارگیری مخازن محلول سدیم هیپوکلریت و دیوار محافظ آنها

۲-۲-۹-۱ ابعاد مخازن سدیم هیپوکلریت

ذخیره‌ی محلول سدیم هیپوکلریت باید به اندازه‌ی مصرف ۳ (سه) شبانه‌روز (۷۲ ساعت) سیستم در بالاترین دبی آب خام و بالاترین میزان کلر خواهی آن باشد. این میزان باید در حداقل دو مخزن، هر کدام دارای حجم برابر با ۳۶ ساعت مصرف محلول، نگهداری شود. در این حالت اگر به عنوان مثال[۱] مصرف کلر فعال، معادل با ۰/۱ کیلوگرم (۱۰۰ گرم) بر ساعت باشد، ۱۲/۵ لیتر محلول سدیم هیپوکلریت در ساعت مصرف خواهد شد که به معنی نیاز به حداقل دو مخزن هر یک به ظرفیت حداقل ۴۵۰ لیتر خواهد بود. با در نظر گرفتن ۱۰٪ حجم خالی برای قرارگیری تجهیزات سنجنده و لوله‌های تخلیه‌ی هیدروژن و البته برای جلوگیری از سرریز و تبدیل عدد حاصل به یک قاعده‌ی سرانگشتی، به ازای مصرف هر ۱۰۰ گرم کلر فعال در ساعت، دو مخزن حداقل به ظرفیت ۵۰۰ لیتر محلول سدیم هیپوکلریت مورد نیاز است. ابعاد مخزن، به ویژه ارتفاع آن باید با محل استقرار هم‌خوانی داشته باشد.

۱. این مثال توسط نگارنده‌ی این بخش و مبتنی بر اطلاعات دریافتی از مراجع مورد استفاده طراحی شده است.

۲-۲-۹-۱-۱زمان ۳ روز تنها برای تعیین حجم مخازن بیان شده است ولی در بهره‌برداری اصلی و با توجه به الزامات جلوگیری از تولید محصولات جانبی ذخیره‌سازی محلول تولیدی فقط برای دو روز مجاز است.[۱]

۲-۲-۹-۲ محل استقرار مخزن

محل استقرار مخازن نگهداری محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی باید داخل اتاق با قابلیت کنترل دما و دور از تابش مستقیم آفتاب باشد. همچنین محل استقرار باید به گونه‌ای باشد که محلول تولیدی با حداقل مسیر عبوری به آن رسیده یا از آن خارج و به آب تزریق شود. مخل استقرار مخازن باید در نقشه‌ها معین گردد.

۲-۲-۹-۳ دیواره‌ی محافظ

برای جلوگیری از جریان محلول به سمت محل‌های ناخواسته، در زمان سرریز یا نشت مخزن یا خط لوله یا پارگی کلی جداره‌ی مخازن، اطراف مخازن محلول تولید شده می‌تواند با دیواره‌ی بتنی محافظت شود. ابعاد این دیواره باید به گونه‌ای باشد که حوضچه‌ای به حجم ۱۲۰ درصد مجموع حجم مخازن تشکیل دهد. به این ترتیب و با در نظر گرفتن قاعده‌ی سرانگشتی پیش‌گفته، ابعاد دیواره به ازای سامانه‌ای با مصرف ۱۰۰ گرم کلر در ساعت، باید به گونه‌ای باشد که حجمی حداقل معادل با ۱/۲ متر مکعب به دست دهد. بیان شرایط دیواره‌ی محافظ به معنی الزامی بودن استفاده از آن در همه‌ی شرایط نیست و اگر کارفرما تشخیص دهد که حتی در صورت شکست مخزن و نشت شدید و جاری شدن محلول سدیم هیپوکلریت موضوع اوراق تهدیدی متوجه تاسیسات، محیط زیست یا ایمنی پرسنل و شهروندان نیست

۱. هر دو مورد ذکر شده، یعنی روش تعیین حجم و حداکثر زمان ۲ روزه‌ی ذخیره‌سازی، در مرجع مشترکِ AWWA M۶۵ آمده‌اند.

می‌تواند از احداث/نصب دیواره‌ی محافظ خودداری نماید. توصیه‌ی کلی بهره‌گیری از دیواره‌ی محافظ است[۱].

۲-۲-۱۰ انبار نمک

ارائه‌دهنده‌ی پیشنهاد باید شرایط و ابعاد محل مناسب برای انبار نمک را به کارفرما اعلام نماید. میزان ذخیره‌ی نمک در مکان‌های نزدیک به کارخانه یا تامین‌کننده‌ی نمک استاندارد، باید معادل با مقدار لازم برای مصرف ۱۵ روز، و برای محل‌هایی با دسترسی کم‌تر معادل با مصرف ۳۰ روز سامانه باشد. لازم به ذکر است ثابت بودن مصرف نمک به ازای کلر فعال تولیدی طی مدتِ چند ساله‌ی بهره‌برداری از شرایط اصلی این پیمان است که خود در ارزیابی انبار نمک هم موثر است. ممکن است بسته به ظرفیت مصرف، رویه یا مسیر خاصی برای انتقال نمک از خودروی حمل به مخزن نمک یا از مخزن پودر یا گرانول نمک به مخزن تولید آب نمک اشباع لازم باشد که باید توسط فروشنده به عنوان پارامتر طراحی مد نظر قرار گیرد. این موارد شامل دسترسی به مسیر و خطوط لوله یا فیلترهای احتمالی برای اجرای تمیزکاری لازم و دسترسی خودروی حمل نمک به محل تخلیه نیز می‌شوند. در مصارف بالا ممکن است خودروی حمل نمک را مستقیم داخل مخازن تخلیه کند و در مصارف پایین ممکن است از محموله‌های بسته‌بندی شده‌ی نمک استفاده کرد.

۲-۲-۱۱ لوله‌کشی و کابل‌کشی

همه‌ی مراحل تامین کالا، نصب و اجرای لوله‌کشی‌های لازم، کابل‌کشی‌ها (شامل کابل‌های برق و قدرت یا انتقال سیگنال‌های کنترلی و ابزار دقیق) از محل نصب تا محل تزریق محلول گندزدا و نمونه‌برداری از آب

۱. موارد ذکر شده در این پاراگراف (توصیه‌ی غیر الزامی برای استفاده از دیوار محافظ) بر مبنای موارد مندرج در صفحه‌ی ۹۰ و بخش "Chemical Storage Requirements" دستورالعمل AWWA M۶۵ آمده‌اند. به جز دیواره‌ی بتنی روش‌های دیگر مهار جریان محلول نشت کرده، نظیر استفاده از مخازن دوجداره، قابل قبولند.

برای آنالایزر به عهده‌ی فروشنده است. خطوط انتقال مواد یا برق و سیگنال، باید بسته به محل از داخل داکت محافظ یا لوله‌ی پلی اتیلنی محافظ یا ترانشه‌ی بتنی عبور داده شده و کاملا محافظت گردند. خطوط برق و سیگنال نباید در معرض محلول‌های خوردنده در زمان نشت احتمالی باشند و مسیر عبور آنها باید جدا از مسیر عبور مواد باشد.

۲-۲-۱۲ ولتاژ برق قابل ارائه در محل نصب

شرایط برقی مورد نیاز دستگاه (مانند تک فاز یا سه فاز بودن دستگاه یا ولتاژ برق در دسترس) از جمله مواردی هستند که ارائه دهنده‌ی پیشنهاد باید آنها را در طراحی خود در نظر گرفته و طی بازدید اولیه از آن آگاه شود. بسته به ظرفیت دستگاه و گرمای تولیدی احتمالی در تابلو برق ممکن است تابلو برق و یک‌سوکننده‌ها[۱] دور از سل الکترولیز یا حتی اتاق مجاور نصب شود.

۲-۲-۱۳ الزامات طراحی سازنده/فروشنده

سازندگان مختلف ممکن است بر اساس شرایط محیطی، تجهیزات و لوازم در دسترس، مباحث اقتصادی و ... طراحی‌های متفاوت از یکدیگر یا با برخی موارد اشاره شده در شرح خدمات حاضر داشته باشند. وجود این تفاوت‌ها به شرط پوشش‌دهی استانداردهای الزامی، عدم کاهش کیفیت محلول تولیدی یا افزایش مصرف مواد و انرژی سامانه‌ی OSG و عدم اخلال در عملکرد ایمن، کارا و قابل اعتماد این سامانه بلامانع است.

۲-۳ تعیین الزام یا عدم لزوم تعبیه‌ی سیستم یدک

۱. Rectifires

برای اطمینان از تزریق دائمی ماده‌ی گندزدا باید طرح تامین و تزریق جای‌گزین برای زمان خرابی دستگاه اصلی در نظر گرفته شود. برای این منظور از دو روش می‌توان استفاده کرد که با نظر کارفرما قابل انتخاب‌اند.

۲-۳-۱ تامین سامانه‌ی دومِ تولید در جای محلول سدیم هیپوکلریت با الکترولیز محلول آب نمک، عینا با مشخصات سامانه‌ی اصلی. این روش روشی بسیار پر هزینه است. در صورتی‌که ارزیابی اولیه نشان دهد که نمی‌توان به موقع از روش‌های جای‌گزین استفاده‌کرد به ناچار باید از این روش بهره جست.

۲-۳-۲ تامین سامانه‌ی تزریق محلول سدیم هیپوکلریت ٪۱۵ - ٪۱۲ شامل مخزن ذخیره و دوزینگ پمپ. در این خصوص:

۲-۳-۲-۱ با توجه به این‌که غلظت ماده‌ی گندزدا حداقل ۱۵ برابر بیشتر شده است، دوزینگ پمپ لازم باید با ظرفیت ۱۵ برابر کم‌تر و البته مقاوم در برابر آب ژاول غلیظ، تامین و نصب شود. مخازن لازم باید مقاوم در برابر آب ژاول غلیظ و دارای دیواره‌ی محافظ جانبی باشند.

۲-۳-۲-۲ در صورت اتوماتیک بودن سیستم، سیستم باید به گونه‌ای طراحی گردد که دوزینگ پمپ جای‌گزین هم بتواند از آنالایزر فرمان گیرد.

۲-۳-۲-۳ این روش زمانی پاسخ‌گوی نیاز است که بتوان ظرف حداکثر سه روز، معادل با ذخیره‌ی محلول سدیم هیپوکلریت ٪۱۵ - ٪۱۲، محلول سدیم هیپوکلریت ٪۰/۷±٪۰/۱ را تامین کرد.

۲-۳-۲-۴ استفاده از سامانه‌ی انحلال و تزریق پودر کلسیم هیپو کلریت به شرط امکان تامین به موقع پودر. در اینجا نیز ظرفیت و روش با توجه به الزامات محلی پیش‌گفته انتخاب می‌شود.

۲-۳-۲-۵ هر یک از مواد جای‌گزین مورد استفاده باید الزامات مندرج در استاندارد مربوط به استفاده از آنها در آب آشامیدنی را دارا باشند.

۲-۳-۲-۶ دیگر روش‌های تامین اضطراری مواد گندزدای آب که بر اساس استانداردهایی نظیر AWWA M۶۵ پیشنهاد شوند و مورد تایید کارفرما قرار گیرند هم قابل انتخاب هستند.

۲-۴ اجزای کلی تشکیل دهنده‌ی سامانه‌ی OSG

۲-۴-۱ سل (های الکترولیز تولید محلول سدیم هیپوکلریت

۲-۴-۲ سیستم سختی‌گیر آب

۲-۴-۳ سیستم تولید آب نمک اشباع

۲-۴-۴ هیتر/چیلر تنظیم‌کننده‌ی دمای آب ورودی به سل‌های الکترولیز

۲-۴-۵ سیستم تامین برق AC و DC و کابل‌کشی مربوطه

۲-۴-۶ مخازن نگهداری آب نمک و محصول و خطوط لوله‌ی انتقال مواد

۲-۴-۷ سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

۲-۴-۸ سیستم ابزار دقیق، پایش و کنترل شامل ابزار سنجش، عمل‌گرها، سامانه‌های ارتباطی، سخت‌افزارها و نرم‌افزار

۲-۴-۹ تجهیزات جانبی (بوستر پمپ‌ها، سیستم تزریق به آب تصفیه، شستشو و بازیابی الکترودها یا سختی‌گیرها و ...)

۲-۵ برخی الزامات طراحی و ساخت سل‌های الکترولیتی[۱]

۲-۵-۱ طراحی ابعاد و جانمایی مدول‌ها باید به گونه‌ای باشد که الکترودها به راحتی قابل جابه‌جایی هنگام بازدید یا ارسال به تعمیرگاه باشند.

---

۱. برای توضیحات تکمیلی به کتاب زیر مراجعه شود؛
Conversion to on-site sodium hypochlorite generation: water and wastewater applications. Leonard W. Casson, James W. Bess, Jr., ۲۰۰۳ by CRC Press LLC.

۲-۵-۲ طراحی مدول‌ها باید به گونه‌ای باشد که با باز شدن یک مدول بقیه بتوانند بدون اخلال کار کنند.

۲-۵-۳ اتصالات الکتریکی باید از مس الکترولیتی با درصد خلوص حداقل ٪۹۹/۸ تهیه شوند.

۲-۵-۴ بست‌های داخل و خارج سل به ترتیب باید از جنس تیتانیوم و جنس فولاد زنگ‌نزن باشند.

۲-۵-۵ الکترودها باید در سل‌هایی با دیواره‌های شفاف و مقاوم در برابر فشار، حرارت و خوردگی جای‌گذاری شوند و داخل سل‌ها قابل دیدن باشد.

۲-۵-۶ جنس فریم نگهدارنده‌ی مدول‌های الکترولیتی باید دارای مقاومت مکانیکی کافی، مقاوم در برابر خوردگی مواد شیمیایی و ضد حریق باشد.

۲-۵-۷ در طراحی باید الزامات لازم برای تخلیه‌ی هیدروژن از سل در نظر گرفته شود. از جمله چینش الکترودها به گونه‌ای باشد که حباب هیدروژن در سطح الکترود گیر نکند.

۲-۵-۸ فاصله‌ی بهینه‌ی بین الکترودهای آند و کاتدباید به گونه‌ای رعایت شود که افت فشار پایین محلول عبوری و کارایی مناسب فرآیند الکترولیز را به دست دهد.

۲-۵-۹ سرعت عبور محلول از سل الکترولیز باید در طول بهره‌برداری ثابت باشد و مقدار آن باید به گونه‌ای باشد که برای انتقال محلول تولید به مخزن نگهداری نیاز به پمپ کمکی نداشته باشد.

۲-۵-۱۰ برای حفظ فاصله و هم‌شکل کردن و پایدار کردن وضعیت فضای بین الکترودهای صفحه‌ای، باید از جداکننده‌هایی که جنس آنها می‌تواند Kynar®[۱] یا تفلون[۲] باشد استفاده کرد. چینش و فاصله‌ی این جداکننده‌ها به طراحی و ابعاد الکترود بستگی دارد.

۲-۵-۱۱ جنس الکترودهای آند می‌تواند از تیتانیوم با پوششی از اکسیدهای فلزی باشد تا خواص الکترولیزی مد نظر به بهترین شکل تامین شود. هر دو الکترود آند و کاتد باید دارای مقاومت شیمیایی و مکانیکی کافی در برابر محیط خورنده‌ی الکترولیز، شامل آب نمک ورودی و محلول

۱. Polyvinyl difluoride

۲. Polytetrafluroethylene

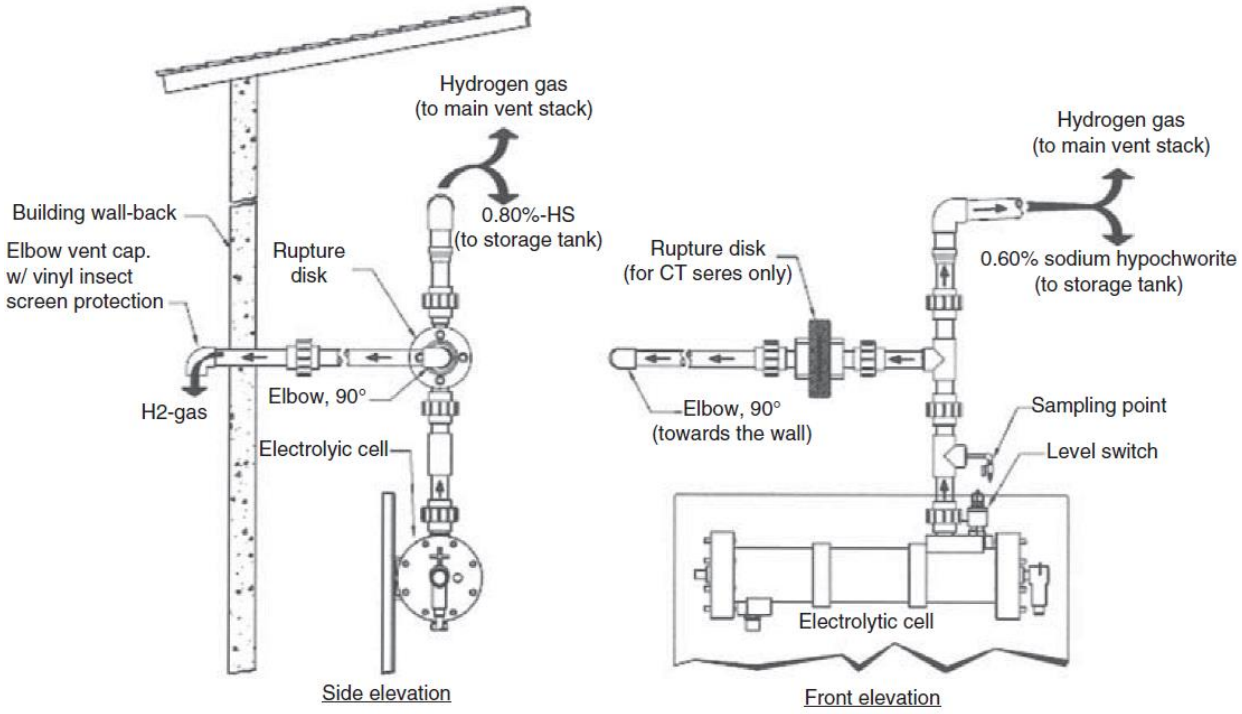
سدیم هیپوکلریت خروجی، باشند. این الکترودها نباید دارای موادری باشند که در صورت ورود به آب ایجاد سمیت کنند. همچنین نباید حین الکترولیز و بهره‌برداری واکنش‌های ناخواسته منجر به خوردگی الکترود یا تولید مواد سمی در آب ژاول تولیدی نمایند.

۲-۵-۱۲ الکترودها باید در برابر شرایط سخت الکترولیز مقاوم بوده و جنس و پوشش[۱]، شکل و خواص الکترولیزی و ولتاژی خود را در طول زمان بهره‌برداری حفظ کنند.

۲-۵-۱۳ اورینگ‌های[۲] شیرهای توپیِ PVC ورودی و خروجی سل‌ها باید از جنس وایتون[۳] و نشیمنگاه[۴] آنها از جنس تفلون باشد.

۲-۵-۱۴ جهت جلوگیری از آسیب به سل‌ها سل الکترولیتی باید متصل به سیستم تقلیل فشار اضافی شامل شیر اطمینان یا دیسک پاره‌شونده باشد. شکل ۲-۱ نمونه‌ای از یک سیستم تقلیل فشار و روش نصب آن را نشان می‌دهد.

۱. Coating
۲. O-Ring
۳. Viton
۴. Seat



شکل ۲-۱- نمونه‌ای از شیر اطمینان تخلیه‌ی فشار اضافی هیدروژن و روش نصب آن

۲-۶ جنس مخازن نگهداری محلول آب نمک و اتصالات لازم[۱]

جنس مخازن نگهداری محلول آب نمک عموماً از جنس FRP است. در این خصوص فروشنده/سازنده باید مطمئن باشد رزین به کار رفته در تولید FRP در برابر خوردگی شیمیایی محلول آب نمک مقاوم است. محل استقرار مخزن باید حداقل فاصله با دیگر قسمت‌ها را داشته باشد تا طول مسیر انتقال و افت فشار ناشی از آن کم شود. مخزن مورد استفاده باید شرایط زیر را داشته باشند؛

۲-۶-۱ همه‌ی اجزای مخزن، لوله‌ها و اتصالات باید در برابر تابش آفتاب و اشعه‌ی UV مقاوم یا محافظت شده باشند.

۲-۶-۲ ابعاد و به ویژه ارتفاع مخزن باید با محل استقرار هم‌خوانی داشته باشد.

---

۱. برای توضیحات تکمیلی به کتاب زیر مراجعه شود؛

Conversion to on-site sodium hypochlorite generation: water and wastewater applications. Leonard W. Casson, James W. Bess, Jr., ۲۰۰۳ by CRC Press LLC.

۲-۶-۳ مخزن باید قابلیت نصب سنجنده‌هایی مانند ارتفاع‌سنج را داشته باشد.

۲-۶-۴ مخزن باید دارای دریچه‌ای با ابعاد مناسب برای شستشوی داخل آن، مطابق با برنامه‌ی نگهداری و تعمیرات سامانه و جهت حذف رسوبات سخت شده‌ی نمک باشد.

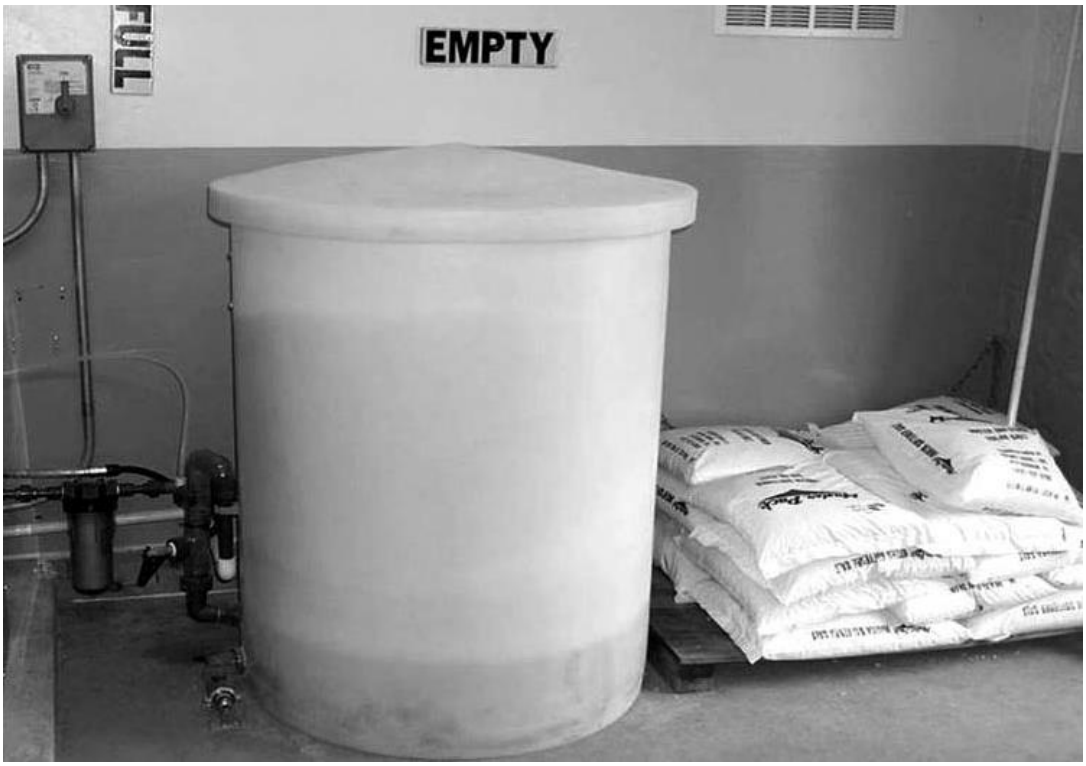
۲-۶-۵ پیچ‌ها یا غلاف‌های به کار رفته برای تعبیه‌ی دریچه‌ی شستشو باید از جنس فولاد زنگ نزن[۱] یا دیگر مواد مقاوم در برابر خوردگی ناشی از آب نمک باشند.

۲-۶-۶ بهترین لوله‌ها و اتصالات، با در نظر گرفتن قیمت و مقاومت، لوله‌های PVC هستند.

شکل ۲-۲ نمونه‌ای از مخازن آب نمک بزرگ و دریچه‌های بازدید و دیواره‌ی محافظ آنها و شکل ۲-۳ نمونه‌ای از یک مخزن آب نمک کوچک با روش پر شدن دستی و انبار کوچک نزدیک آن برای بسته‌های نمک را نشان می‌دهند.

شکل ۲-۲- نمونه‌ای از مخازن FRP ویژه‌ی محلول آب نمک

۱. Stainless steel



شکل ۲-۳- نمونه‌ای از مخازن کوچک محلول آب نمک با پر شدن دستی

۲-۷ نگهداری محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی

مهم‌ترین عامل اثرگذار بر مدت زمان نگهداری محلول سدیم هیپوکلریت تولید شده در سامانه‌های OSG احتمال تشکیل محصولات جانبی ناخواسته است. به این ترتیب و با توجه به افزایش غلظت محصولات جانبی‌ای نظیر کلرات و پرکلرات طی زمان نگهداری، بهتر است محلول تولیدی بلافاصله مصرف شود یا حداکثر برای دو شبانه‌روز نگهداری گردد. لازم به ذکر است pH بهینه‌ی نگهداری محلول‌های سدیم هیپوکلریت pH بین ۱۱ تا ۱۳ است اما pH محلول تولیدی در سامانه‌ی OSG بین ۱۰ تا ۱۱ است که این همان عامل ناپایداری این محلول و افزایش غلظت کلرات با افزایش زمان نگهداری است.

۲-۸ الزامات طراحی و ساخت مخزن محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی

۲-۸-۱ مخزن باید درای ونت متصل به سیستم رقیق‌سازی و خارج‌سازی هیدروژن باشد و گازها و بخارات متصاعد شده از سطح محلول دائما تهویه شوند. این سیستم شامل ورودی هوا از دمنده به داخل مخزن و خروجی ونت است. خروجی ونت باید در بالای مخزن بوده و از طریق لوله‌های مناسب با بیرون از سقف اتاق ارتباط داشته باشد. ارتفاع خروجی و ارتباط آن با دیگر مسیرهای عبور گاز یا محلول باید به‌گونه‌ای باشد که محلول از مسیر ونت به بیرون نپاشد یا مخل عبور جریان رقیق‌ساز هیدروژن نباشد.

۲-۸-۲ سیستم خروجی پساب[۱] مناسب باید برای پاک‌سازی مخزن در نظر گرفته شود. محلول‌های خروجی هنگام شستشو باید مدیریت شده و با رعایت الزامات زیست محیطی دفع شوند تا به محیط زیست یا افراد آسیبی وارد نیاید.

۲-۸-۳ جنس مخازن نگهداری محلول سدیم هیپوکلریت و اتصالات لازم[۲]

جنس مخازن بزرگ نگهداری محلول سدیم هیپوکلریت عموماً از جنس پلاستیک تقویت شده با الیاف فایبرگلاس یا FRP[۳] است. در این خصوص فروشنده/سازنده باید مطمئن باشد رزین به کار رفته در تولید FRP در برابر خوردگی شیمیایی محلول سدیم هیپوکلریت مقاوم است[۴]. در صورت استفاده از مخازن FRP لوله‌های خروجی یا ورودی باید به صورت یکپارچه با مخزن ساخته شوند. در ظرفیت‌های

---

۱. Drain

۲. برای توضیحات تکمیلی به کتاب زیر مراجعه شود؛

Conversion to on-site sodium hypochlorite generation: water and wastewater applications. Leonard W. Casson, James W. Bess, Jr., ۲۰۰۳ by CRC Press LLC.

۳. Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP)

۴. The resin of choice, regardless of the manufacturer, is a vinyl ester based with a BPO-DMA (benzoyl peroxide-dimethylaniline) cure catalyst.

ذخیره‌سازی کم‌تر از ۵۰۰۰۰ (پنجاه هزار) لیتر می‌توان از مخازن پلی‌اتیلنی نیز استفاده کرد[۱]. مخزن پلی‌اتیلنی مورد استفاده و اتصالات خروجی و ورودی در این مخازن باید شرایط زیر را داشته باشند[۲]؛

۲-۸-۳-۱ همه‌ی اجزای مخزن، لوله‌ها و اتصالات باید در برابر تابش آفتاب و اشعه‌ی UV مقاوم یا محافظت شده باشند.

۲-۸-۳-۲ مخزن باید تک‌لایه، بدون لایه‌ی میانی و یکپارچه باشد.

۲-۸-۳-۳ ضخامت یا چگالی مخزن باید به گونه‌ای باشد که نور از آن عبور نکند و استحکام لازم برای نگهداری محلول را داشته باشد.

۲-۸-۳-۴ ابعاد و به ویژه ارتفاع مخزن باید با محل استقرار هم‌خوانی داشته باشد.

۲-۸-۳-۵ اتصالات خروجی می‌توانند در هنگام سفارش ساخت مخزن به کارخانه‌ی سازنده و از طریق جوش پلی اتیلن به آن متصل شوند. قطر خروجی‌ها و محل و ارتفاع آنها باید معین و هنگام ساخت رعایت شوند. همچنین اتصال جوش داده شده به شکل فلنج یا رزوه باید متناسب و هم‌خوان با ابعاد یا رزوه‌های استاندارد موجود در بازار ایران باشد.

۲-۸-۳-۶ واشر یا اورینگ مورد استفاده باید مقاومت خوردگی در برابر تماس طولانی مدت با محلول تولیدی را داشته باشد.

۲-۸-۳-۷ به دلیل الزامات ناشی از خورنده بودن محلول، مخزن نمی‌تواند از جنس استیل یا فولاد زنگ نزن باشد. همچنین اجزای احتمالی نظیر سنجنده‌های تعبیه شده داخل آن، پیچ و مهره‌ها و ... نیز نمی‌توانند از جنس استیل یا فولاد زنگ نزن باشند.

۲-۸-۳-۸ بهترین لوله‌ها و اتصالات، با در نظر گرفتن قیمت و مقاومت، لوله‌های PVC هستند.

---

۱. به این ترتیب به نظر می‌رسد به جز موارد استثنایی خیلی بزرگ، استفاده از مخازن پلی‌اتیلنی برای همه‌ی ظرفیت‌ها در کشور پاسخ‌گو باشد.

۲. برخی از این موارد بر اساس تجربه‌ی شخصی نگارنده‌ی این بخش آمده‌اند.

۲-۹ الزامات طراحی سیستم تزریق

سیستم تزریق می‌تواند به چهار روش (۱) به کارگیری دوزینگ پمپ، که با توجه به رقت محلول ممکن است نیازمند به کارگیری دوزینگ‌پمپ‌هایی با ظرفیت بالا بوده و اقتصادی نباشد، (۲) به کارگیری پمپ‌های peristaltic که عموما گران‌قیمت بوده و نیازمند تعویظ لوله‌ی انعطاف‌پذیر پمپ هستند، (۳) به کارگیری لوپ تامین فشار محلول از طریق پمپ‌های سانتریفیوژی کوپل مغناطیسی که نمونه‌ای از آن در شکل ۲-۴ نشان داده شده است و (۴) استفاده از سیستم ونتوری و Injector مایع، طراحی و اجرا شود. مواردی اصلی که باید در طراحی سامانه در نظر گرفته شوند عبارتند از:

۲-۹-۱ فشار طراحی همه‌ی اجزای پمپ و سیستم تزریق باید بر اساس فشار برگشتی، شامل فشار محل تزریق به علاوه‌ی افت فشار مسیر، تعیین و تعمین گردد.

۲-۹-۲ ظرفیت تزریق محلول باید متناسب با ظرفیت کلی دستگاه باشد.

۲-۹-۳ اجزای سیستم تزریق باید مقاومت کافی در برابر فشار و خوردگی داشته باشند.

۲-۹-۴ به منظور سهولت در اجرای فعالیت‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، همه‌ی اجزای سیستم تزریق باید در دسترس بوده و فضای کافی لازم در نظر گرفته شود.

۲-۹-۵ در صورت متغیر بودن کیفیت یا دبی آب مورد تصفیه، سیستم تزریق باید به صورت اتوماتیک طراحی و اجرا شود.

۲-۹-۶ احتمال تشکیل رسوب در محل تزریق یا ونتوری در نظر گرفته شود.

۲-۹-۷ ظرفیت طراحی پمپ‌ها، اعم از دوزینگ یا بوستر محلول تولیدی یا آب و آب نمک خوراک، باید حداقل ٪۱۰ بیش از حداکثر ظرفیت لازم باشند تا طول عمر مفید آنها به دلیل کار دایم با حداکثر ظرفیت کاهش نیابد.

شکل ۲-۴- ایستگاه پمپاژ محلول از طریق طریق پمپ‌های سانتریفیوژی کوپل مغناطیسی[۱]

۲-۱۰ الزامات طراحی سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

تولید هیدروژن واکنش جانبی اجتناب ناپذیر تولید درجای سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک است و به لحاظ استوکیومتری واکنش به ازای هر کیلوگرم کلر فعال تولیدی کم‌تر از ۲۹ گرم هیدروژن تولید می‌شود که با توجه به خطر اشتعال یا انفجار آن، باید به صورت ایمن و پس از رقیق‌سازی از محیط تخلیه شود به نحوی که در هیچ یک از مراحل بهره‌برداری، سرویس و نگهداری و تعمیرات خطر اشتعال یا انفجار این گاز به دلیل تجمع در بخشی از سامانه وجود نداشته باشد. سیستم رقیق‌سازی و

۱. This type of system was used at the ۳۰۰-mgd River Mountains water treatment plant (WTP) in Henderson, Nev., and at the ۷۰-mgd Point of the Mountain WTP in Sandy, Utah

تخلیه‌ی گاز هیدروژن باید کارایی لازم برای رقیق‌کردن هیدروژن تولیدی تا ٪۲۵ میزان LEL این گاز و تخلیه‌ی آن به فضای آزاد و امن را داشته باشد. الزامات زیر باید در خصوص سیستم تخلیه‌ی هیدروژن توسط همه‌ی سازندگان، اعم از داخلی و خارجی، رعایت شده باشند. لحاظ شدن طراحی برای انجام اقدامات تکمیلی، به شرط عدم اخلال در الزامات بیان شده در اینجا، بلامانع است. در صورتی که دستگاه الکتروکلریناتوری با استاندارد معتبر اروپایی یا آمریکایی، که نشان دهنده‌ی بی‌خطر بودن بهره‌برداری از آن با در نظر گرفتن هیدروژن تولیدی باشد، آن استاندارد ملاک عمل بوده و دیگر الزامات این فصل و دیگر فصل‌ها به لحاظ بار حقوقی به "توصیه" تبدیل خواهند شد.

۲-۱۰-۱ شیب مسیر انتقال محلول تولیدی از سل‌های الکترولیز تا مخزن ذخیره‌ی محلول باید به گونه‌ای باشد که همیشه هیدروژن روی محلول قرار گرفته و بتواند به شکل مناسب تخلیه شود.

۲-۱۰-۲ روی مخزن نگهداری محلول باید آزاد بوده و مزاحمتی برای عبور جریان هوا و هیدروژن نباشد.

۲-۱۰-۳ برای جلوگیری از تجمع هیدروژن، لوله‌کشی‌های مسیر عبور محلول و مسیر عبور گاز تا خروجی باید با حداقل تعداد زانوها و اتصالات طراحی و اجرا شوند.

۲-۱۰-۴ در صورت تخلیه‌ی فشار اضافی ناشی از باز شدن شیر اطمینان فشار و جهت جلوگیری از تجمع هیدروژن در محفظه‌ی دستگاه یا اتاق، سامانه‌ی OSG باید با فرمان کنترلی مناسب قطع شود.

۲-۱۰-۵ برای جلوگیری از اثر نامطلوب وجود مایع در مسیر عبور هوای رقیق‌ساز هیدروژن، ناشی از میعان بخار آب در دمنده‌ها، باید سیستم خروج مایع[۱] (شکل ۲-۵شکل ۲-۱) بعد از دمنده تعبیه شود.

۱. Drip leg

۲-۱۰-۶ دو دمنده‌ی اصلی و یدک هوا باید برای رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن، از طریق فشار مثبت، تعبیه شوند. مسیر دمش و طراحی ونت باید به گونه‌ای باشد که هوا از (۱) روی محلول ذخیره شده در مخزن و (۲) خط ونت تعبیه شده بین ژنراتورها و مخزن ذخیره، عبور نماید.

۲-۱۰-۷ در صورت استفاده از چند مخزن ذخیره یا چند ژنراتور باید هوای رقیق‌ساز با فشار مثبت از همه‌ی آنها عبور نماید.

۲-۱۰-۸ خروجی ونت باید در فضای آزاد بیرون اتاق محل نصب و به گونه‌ای تعبیه شود که از تخلیه‌ی هیدروژن به هوای آزاد اطمینان حاصل شود.

۲-۱۰-۹ باید یک دتکتور شناساگر گاز هیدروژن در بالاترین قسمت اتاق محل نصب سامانه‌ی OSG نصب شود تا در صورت شناسایی نشت، آلارم صوتی و نوری روشن شده و با ارسال فرمان مناسب دستگاه خاموش شود. آلارم ابتدایی در ٪۲۵ و فرمان خاموش در ٪۵۰ میزان LEL هیدروژن صادر شود.

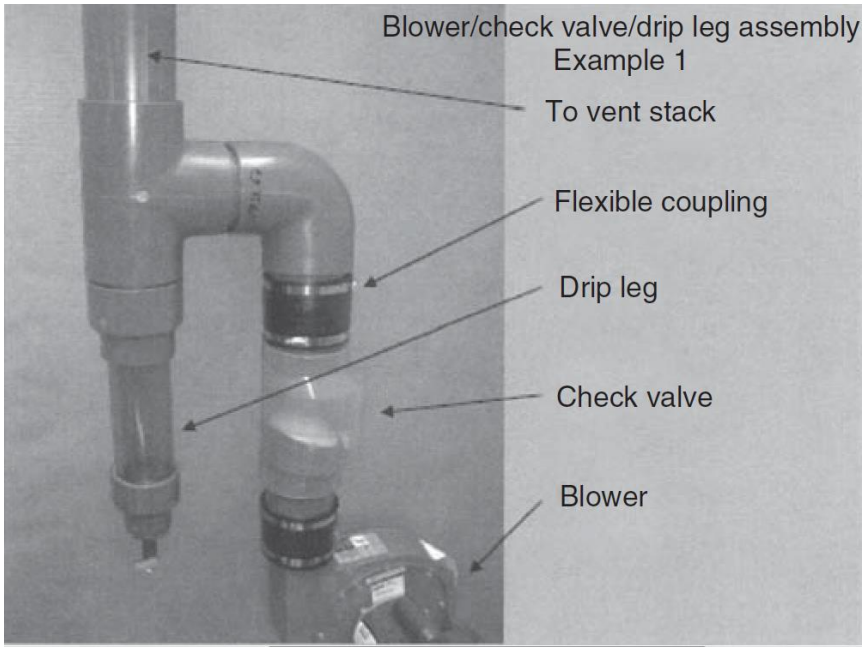
۲-۱۰-۱۰ باید در مسیر سیستم تخلیه‌ی هیدروژن دتکتور عبور جریان هوا نصب شود تا در صورت از کار افتادن دمنده، آلارم صوتی و نوری روشن شده و دستگاه با ارسال فرمان مناسب خاموش شود.

۲-۱۱ تجهیزات جانبی

۲-۱۱-۱ سیستم سختی‌گیر

با توجه به تاثیر سختی آب بر عملکرد دستگاه و احتمال رسوب مواد محلول در آب سخت روی الکترودها، که به معنی کاهش کارایی الکترودها، کاهش عمر آنها و افزایش فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات است، باید سیستم سختی‌گیر مناسب در مسیر آب ورودی به دستگاه، برای تولید آب نمک، تعبیه گردد. تعداد، ظرفیت و مشخصات فنی و کیفی این سختی‌گیر بر اساس دبی آب مورد نیاز و کیفیت آن تعیین می‌شود

که طراحی آن، پس از دریافت پارامترهای اثرگذار از کارفرما، به عهده‌ی پیشنهاد دهنده است. سختی‌گیر با استفاده از رزین‌های تبادل یونی کار می‌کند و طراحی سامانه‌ی OSG بسته به شرایط محل ممکن است نیازمند تعبیه‌ی شناساگرهای پایش سختی آب باشد. سختی‌گیر **باید دارای یک سیستم یدک نیز باشد** (مجموعا ۲ سختی‌گیر داشته باشیم). در صورت بزرگی ظرفیت سامانه‌ی OSG و زمانی که این سیستم از چند ژنراتور جداگانه تشکیل شده باشد ممکن است سیستم‌های موازی سختی‌گیر و سیستم تولید آب نمک مستقل به ازای هر ژنراتور لازم باشند.



شکل ۲-۵ -خروجی مایع (آب) بعد از دمنده

۲-۱۱-۲ سیستم پیش‌تصفیه

با توجه به پارامترهای کیفی آب ممکن است برای اطمینان از عملکرد کارا و ایمن سامانه‌ی OSG، تعبیه‌ی قبل سیستم‌های پیش‌تصفیه نظیر فیلتر شنی و ... نیز مورد نیاز باشد. تعداد، ظرفیت و مشخصات فنی و کیفی سیستم‌های پیش‌تصفیه بر اساس دبی آب مورد نیاز و کیفیت آن تعیین می‌شود که طراحی آن، پس از دریافت پارامترهای اثرگذار از کارفرما، به عهده‌ی پیشنهاد دهنده است. لازم به ذکر است سختی مطلوب ورودی به سل‌ها کم‌تر ۱۷ mg/l است. در صورت بزرگی ظرفیت سامانه‌ی OSG و زمانی

که این سیستم از چند ژنراتور جداگانه تشکیل شده باشد ممکن است لازم باشد سیستم‌های موازی پیش‌تصفیه و مستقل به ازای هر ژنراتور و سیستم تولید آب نمک آن تعبیه شوند تا هر ژنراتور کاملاً مستقل از بقیه باشد.

۲-۱۱-۳ سیستم مدیریت پساب

پساب تولیدی در مراحل مختلف، نظیر شستشوی الکترودها، احیای رزین‌های تبادل یونی و ... و همچنین محلول‌های آب نمک یا سدیم هیپوکلریت نشت کرده باید به گونه‌ای مدیریت و دفع شوند که آسیبی به محیط زیست، پرسنل و شهروندان، تجهیزات مستقر در محل و همچنین سیستم تصفیه‌ی آب یا فاضلاب احتمالی موجود وارد نیاید. در این خصوص در صورت در دسترس نبودن سیستم امن دفع پساب و بسته به امکانات و شرایط محلی ممکن است تعبیه‌ی حوضچه‌های مستقل برای انواع پساب یا انتقال آنها به محل بی‌خطر یا دیگر روش‌های مدیریت پساب لازم باشد که باید در مرحله‌ی طراحی به کارفرما اعلام شود.

۲-۱۱-۴ سیستم تنظیم دمای آب ورودی به سل‌های الکترولیز

بهترین دما برای عملکرد بهینه و ایمن الکترودها دمای ۱۸ °C است که این مورد بسته به شرایط آب و هوایی و در نظر گرفتن تغییرات دمایی طی سال ممکن است تعبیه کردن هیتر، چیلر یا هر دو، با ظرفیت مناسب، را برای تنظیم دمای آب ورودی به سل الکترولیز اجباری نماید.

۲-۱۲ الزامات طراحی سیستم تامین برق و قدرت

مصرف برق سامانه‌های OSG به (۱) مصرف عمده در بخش الکترولیز که معمولا حدود ۴ kW به ازای هر کیلوگرم کلر فعال تولیدی است و (۲) دیگر اجزای دستگاه نظیر دمنده‌ها، بوستر پمپ‌ها، دوزینگ پمپ‌ها،

چیلر و ...، مربوط می‌شود. با توجه به مصرف بالای برق و اهمیت تامین درست آن برای پیش‌برد عملکرد بهینه، ایمن و قابل اعتماد سامانه‌ی OSG طراحی سیستم برق دستگاه‌ها اهمیتی ویژه دارد.

سیستم برق مورد نیاز ورودی به سامانه‌ی OSG عموما از برق سه فاز AC شهری است که توسط یک‌سوکننده‌ها به برق DC قابل استفاده در الکترولیز تبدیل می‌شود. این سیستم باید همه‌ی استانداردهای ایمنی و کیفی ملی را دارا باشد. با توجه به مجاورت سیستم برق با لوله‌ها و مخازن حاوی محلول‌های شیمیایی پنل دستگاه، که ممکن است داخل یا بیرون از اتاق نصب شود، باید در برابر نور آفتاب، ورود گرد و غبار یا آب باران، یخ زدگی، ورود هر نوع محلول شیمیاییِ پاشیده شده‌ی احتمالی روی آن، ورود پودر یا غبار نمک احتمالی موجود در هوا و نهایتا خوردگی شیمیایی مقاوم باشد.

ممکن است برای محافظت در برابر پاشش مایعات تابلو برق حاوی یک‌سوکننده‌ها دور از ژنراتور نصب شود که در این صورت باید محدودیت طول کابل و محافظت از کابل‌ها در مسیر تابلو تا ژنراتور، در انتخاب محل نصب در نظر گرفته شود. در این صورت ممکن است کابل‌ها را از ترانشه یا، با تعبیه‌ی سینی و حفاظ مناسب، از دیوار در ارتفاع مناسب عبور داد. طزاحی باید به گونه‌ای باشد که کابل‌ها و اتصالات آنها با ظرفیت مناسب با آمپر عبوری طراحی شده و بیش از حد گرم نشوند.

شرایط آب و هوایی در عملکرد و طول عمر یک‌سوکننده‌ها موثرند در این خصوص رطوبت بالا از طول عمر مفید یک‌سوکننده‌ها می‌کاهد. همچنین یک‌سوکننده در زمان قرارگیری در مدار و به هنگام تبدیل برق AC به DC گرما تولید می‌کند که این گرما باید دفع شود. به این ترتیب ممکن است سیستم برای تنظیم دما و رطوبت مناسب کار یک‌سوکننده‌ها نیازمند تعبیه‌ی تجهیزات تهویه و سرمایش و ... باشن. شرایط دمایی و رطوبت بهینه‌ی کار یک‌سوکننده‌ها باید توسط پیشنهاد دهنده اعلام شده و طراحی لازم برای تامین این شرایط، با توجه به تغییرات شرایط دما و رطوبت در طول سال انجام گردد.

سامانه‌ی OSG و گندزدایی آب جزو بخش‌های بحرانی سیستم‌های تصفیه یا تامین آب هستند و اخلال در عملکرد آنها می‌تواند منجر به قطع فعالیت تصفیه یا تامین آب شود. به این ترتیب باید پیش‌بینی‌های لازم برای زمان از کار افتادن کل سامانه یا اجزای آن در نظر گرفته شود. در این خصوص سیستم برق سامانه می‌تواند به سامانه‌ی برق اضطراری و سیستم تغذیه و یک‌سوکننده یدک مجهز شود. الزامی بودن این بخش و توجیه اقتصادی آن با توجه به موارد مندرج در بخش "سیستم یدک" بررسی و تصمیم‌گیری شود.

طراحی و جانمایی سیستم برق‌رسانی در سامانه‌ی OSG باید به گونه‌ای باشد که مسیر کابل‌ها متفاوت از مسیر لوله‌های حاوی مواد باشد. همچنین هیچ خط لوله‌ی حاوی موادی نباید از بالا یا روی تابلوهای برق، کنترل، یک‌سوکننده‌ها و کابل‌ها عبور کند. به منظور حصول اطمینان بیشتر باید تابلوهای معرفی برای همه‌ی اجزای سامانه‌ی OSG و تابلوی خطر برای اجزای مخاطره‌آمیز نصب شود.

۲-۱۳ ایمنی

سامانه‌ی OSG همراه با تولید هیدروژن کار می‌کند و اخلال در عملکرد سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن می‌تواند منجر به انفجار یا آتش‌سوزی شود و محل نصب سامانه‌ی OSG اصولاً مکانی خطرناک است. به این ترتیب مرزهای این محل و محدوده‌ی خطرناک اطراف آن باید به وضوح مشخص شده و ضمن حراست و حفاظت در برابر ورود افراد غیر مسئول باید با تابلوهای خطر مشخص شوند. دیگر مخاطره‌ی موجود وجود کابل‌های فشار قوی DC و AC موجود است که باید مطابق موازین استاندارد مراقبت شوند.

۲-۱۴ الزامات طراحی سیستم ابزار دقیق، پایش و کنترل

سیستم ابزار دقیق، پایش و کنترل عملکرد تجهیزات مختلف سازنده‌ی سامانه‌ی OSG اهمیتی اساسی در عملکرد بهینه، قابل اعتماد و ایمن آن دارد چرا که سامانه‌ی OSG در مقایسه با دیگر سامانه‌های گندزدایی، سامانه‌ای پیچیده و متشکل از تعداد زیادی تجهیزات زیرمجموعه است. طراحی و اجرای سیستم ابزار دقیق به منظور پایش مداوم عملکرد درست سامانه الزامی است. **همه‌ی سیستم‌های پایش و کنترل اجزای سامانه‌ی OSG باید متصل و قابل فرمان دهی به سیستم هشدار و قطع اضطراری سامانه باشند**. سیستم باید به صورت عمومی صحت عملکرد سامانه را نشان دهد یا هشداری عمومی در صورت اخلال در عملکرد سامانه ارسال کند. بسته به طراحی سامانه و به صورت اختصاصی توسط هر طراح معین می‌شود، ممکن است برای برخی قسمت‌های مهم هشدار و نشان‌گر اختصاصی نیز در نظر گرفته شود. سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن و اجزای آن باید دارای سیستم هشدار اختصاصی باشند.

طراحی و اجرای یک سیستم جامع کنترل و پایش باید در طراحی کلی سامانه‌ی OSG در نظر گرفته شده و شرح کامل استراتژی طراحی نیز باید به اطلاع کارفرما برسد تا کارفرما کاملاً از روش عملکرد، کنترل، پایش و هشداردهی آن آگاه شود. این شرح باید شامل منطق طراحی و معرفی نرم‌افزار و همه‌ی اجزای سخت‌افزاری، ورودی‌ها و پاسخ‌ها، ارتباطات اجزا، انواع هشدارها و نشان‌گرها و ... باشد. سامانه‌ی کنترلی شامل عمل‌گرهای کنترل دبی و شیرهای سولونوئیدی، انتخاب و نصب شده مطابق استاندارد، نیز هست.

موارد زیر باید در طراحی‌های این بخش از سامانه‌ی OSG در نظر گرفته شوند؛

۲-۱۴-۱ استراتژی کنترل

استراتژی طراحی و معرفی شده به کارفرما برای یک سیستم کنترلی باید حداقل‌های زیر را شامل شود؛

۲-۱۴-۱-۱ شرح کامل طرح کنترلی[۱]

۲-۱۴-۱-۲ نقشه‌های P&ID[۲]

۲-۱۴-۱-۳ توضیح تجهیزات

۲-۱۴-۱-۴ سخت‌افزارهای کنترلی

۲-۱۴-۱-۵ خطوط ارتباطی و کابل‌های برق و سیگنال

۲-۱۴-۱-۶ PLC[۳]

۲-۱۴-۱-۷ ارتباطات نرم‌افزاری

۲-۱۴-۱-۸ کنترل HMI[۴]

۲-۱۴-۱-۹ سیستم SCADA[۵]

۲-۱۴-۱-۱۰ مدهای کنترلی

۲-۱۴-۱-۱۱ نشان‌گرها و هشدار (دهنده) ها

۲-۱۴-۱-۱۲ استراتژی راه‌اندازی

۲-۱۴-۱-۱۳ استراتژی خاموش کردن

۲-۱۴-۱-۱۴ روند تغییرات و ذخیره‌ی داده‌ها

۲-۱۴-۱-۱۵ مدهای خرابی و استراتژی خرابی ایمن[۶]

۲-۱۴-۱-۱۶ اثرات بالقوه‌ی فرآیند

۲-۱۴-۱-۱۷ قطع برق و فرآیند تنظیم مجدد

---

۱. Control Narriative

۲. Process and Instrumentation Diagram [P&ID]

۳. Programmable Logic Controller

۴. Human–Machine Interface Control

۵. Supervisory Control and Date Acquisition System

۶. Failsafe

۲-۱۴-۲ پایش و نمایش[۱]

سیستم پایش و نمایش می‌تواند شامل اجزای زیر باشد که بسته به طراحی سازنده تعیین می‌شود.

۲-۱۴-۲-۱ کارکرد یا خرابی کلی سامانه‌ی OSG

۲-۱۴-۲-۲ وضعیت کاری اجزای اصلی سامانه، مثلاً روشن یا خاموش بودن ژنراتورها

۲-۱۴-۲-۳ هر دو ارتفاع سطح نمک، در مخزن پودر نمک، و محلول موجود در مخزن آب نمک

۲-۱۴-۲-۴ ارتفاع سطح محصول در مخزن ذخیره‌ی محلول سدیم هیپوکلریت

۲-۱۴-۲-۵ سطح دیگر مواد ذخیره شده نظیر محلول شستشوی الکترودها

۲-۱۴-۲-۶ فشار آب ورودی (خوراک)

۲-۱۴-۲-۷ سختی آب

۲-۱۴-۲-۸ دما، آمپر و دبی آب نمک روی الکترودها (سل‌ها)

۲-۱۴-۲-۹ مدت زمان روشن بودن دستگاه

۲-۱۴-۲-۱۰ روشن یا خاموش (خراب) بودن دمنده‌های هوای سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

۲-۱۴-۲-۱۱ شناساگر عبور و دبی جریان هوای دمیده شده در سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

۲-۱۴-۲-۱۲ شناساگر غلظت هیدروژن در هوانشان‌گر عبور هیدروژن از میزان مجاز

۲-۱۴-۲-۱۳ دما و آمپر یک‌سوکننده‌ها

۲-۱۴-۲-۱۴ روشن یا خاموش (خراب) بودن پمپ آب نمک

۲-۱۴-۲-۱۵ کلر باقی‌مانده [در آب تصفیه شده] برای سیستم تزریق اتوماتیک

۲-۱۴-۲-۱۶ نمودار یا داده‌های مربوط به مصرف نمک

۲-۱۴-۳ هشدارها[۱]

۱. Monitoring

سیستم هشدار می‌تواند شامل اجزای زیر باشد که بسته به طراحی سازنده تعیین می‌شود.

۲-۱۴-۳-۱ هشدار سطح بیش از حد بالا یا پایین آب نمک در مخزن

۲-۱۴-۳-۲ هشدار سطح بیش از حد بالا یا پایین پودر نمک در مخزن (برای سامانه‌های با ظرفیت بالا و انبار یا مخزن پودر نمک)

۲-۱۴-۳-۳ هشدار سطح بیش از حد بالا یا پایین محلول سدیم هیپوکلریت در مخزن محصول

۲-۱۴-۳-۴ خرابی و از کارافتادگی شناساگر هیدروژن

۲-۱۴-۳-۵ خرابی و از کارافتادگی دمنده‌ی هوای در سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

۲-۱۴-۳-۶ خرابی و از کارافتادگی شناساگر جریان هوا در سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

۲-۱۴-۳-۷ خرابی و از کارافتادگی ژنراتورها

۲-۱۴-۳-۸ خرابی و از کارافتادگی پمپ آب نمک

۲-۱۴-۳-۹ افزایش بیش از حد مجاز دمای یک‌سوکننده‌ها

۲-۱۴-۴ فرمان‌ها

فرمان‌های کنترلی باید شامل فرآیندهای زیر باشند.

۲-۱۴-۴-۱ فرمان خاموش کردن سامانه‌ی OSG در صورت کاهش بیش از حد سطح آب نمک در مخزن

۲-۱۴-۴-۲ فرمان خاموشی سامانه‌ی OSG هنگام کاهش بیش از حد سطح آب نمک در سل الکترولیز

۲-۱۴-۴-۳ فرمان خاموشی سامانه‌ی OSG هنگام افزایش بیش از حد دما در سل (های) الکترولیز

۲-۱۴-۴-۴ فرمان خاموشی سامانه‌ی OSG هنگام خرابی دمنده در سیستم رقیق‌سازی و تخلیه‌ی هیدروژن

۲-۱۴-۴-۵ فرمان خاموش کردن سامانه‌ی OSG در صورت شناسایی نشت هیدروژن در اتاق محل نصب

---

۱. Alarms

۲-۱۴-۴-۶ فرمان خاموشی سامانه‌ی OSG هنگام افزایش بیش از حد مجاز سطح محلول سدیم هیپوکلریت در مخزن ذخیره‌ی محصول

۲-۱۴-۴-۷ فرمان خاموشی سامانه‌ی OSG هنگام افزایش بیش از حد دما در ترانس[۱] برق و یک‌سوکننده‌ها

۲-۱۴-۵ کنترل پنل

۲-۱۴-۵-۱ ایمنی کنترل پنل و محافظت از آن باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود تا (۱) کنترل پنل در معرض ریزش محلول‌های موجود در خطوط لوله یا مخازن نباشد و (۲) کنترل پنل باید در مقابل پاشش احتمالی انواع محلول‌های خورنده مقاوم باشد

۲-۱۴-۵-۲ فضای کنترل پنل باید برای نصب انواع سخت‌افزارها و همچنین انجام سیم‌کشی‌های لازم کافی بوده و این موارد کاملاً در دسترس باشند.

۲-۱۴-۵-۳ کنترل پنل باید دارای USP مجزا باشد تا در مواقع قطع برق، سیستم کنترل و هشدار سامانه‌ی OSG، به ویژه در بخش شناسایی هیدروژن نشت کرده، به کار خود ادامه دهد.

۲-۱۴-۵-۴ در صورتی که کنترل پنل در محلی خارج از اتاق سیستم کنترل و تنظیم دما و رطوبت نصب شود می‌توان برای آن سیستم تهویه و تنظیم دما و رطوبت مستقل نصب و راه‌اندازی نمود که الزام آن با توجه به مقاومت اجزای سخت‌افزاری و شرایط آب و هوایی محل نصب تعیین می‌شود.

۲-۱۴-۶ ملاحظات عمومی

۲-۱۴-۶-۱ کابل‌های انتقال داده یا سیگنال باید در کل مجموعه‌ی کنترلی سامانه‌ی OSG قابلیت ارتباط با سیستم SCADA کلی تصفیه‌خانه را دارا باشد.

۱. Transformer

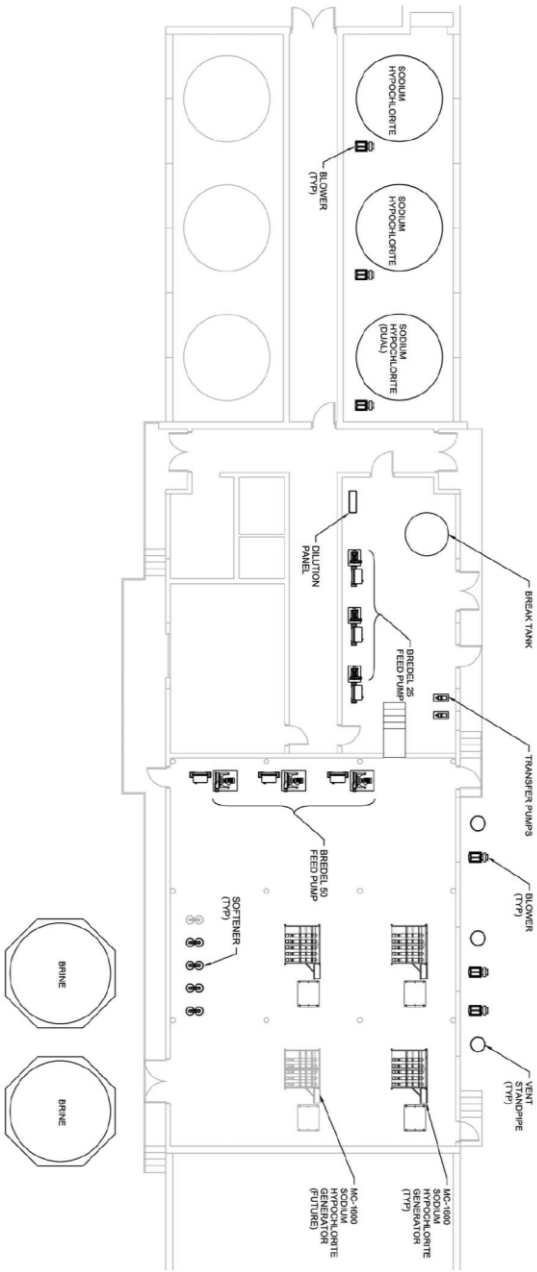
۲-۱۴-۶-۲ سیستم کنترلیِ سامانه‌ی OSG باید به گونه‌ای باشد که طرح با سیستم کنترلی کلی در حال کار برای تصفیه خانه دارای استانداردهای یکسان، هم‌خوان و قابل ارتباط باشد.

۲-۱۴-۶-۳ در جانمایی سنسورها باید کارایی درست آنها و سهولت دسترسی برای انجام فعالیت‌های تست، کالیبراسون، نگهداری و تعمیرات در نظر گرفته شود. مثلاً به دلیل سبک‌تر بودن هیدروژن از هوا، سنسور هیدروژن باید در بالاترین نقطه‌ی زیر سقف اتاق محل نصب سامانه‌ی OSG نصب شود. نصب سنسورها روی یک نوار قابل حرکت، مانند قرقره که بتواند سنسور را در زمان نیاز به ارتفاع قابل دسترس برساند از جمله راه‌کارهای پیشنهادی است.

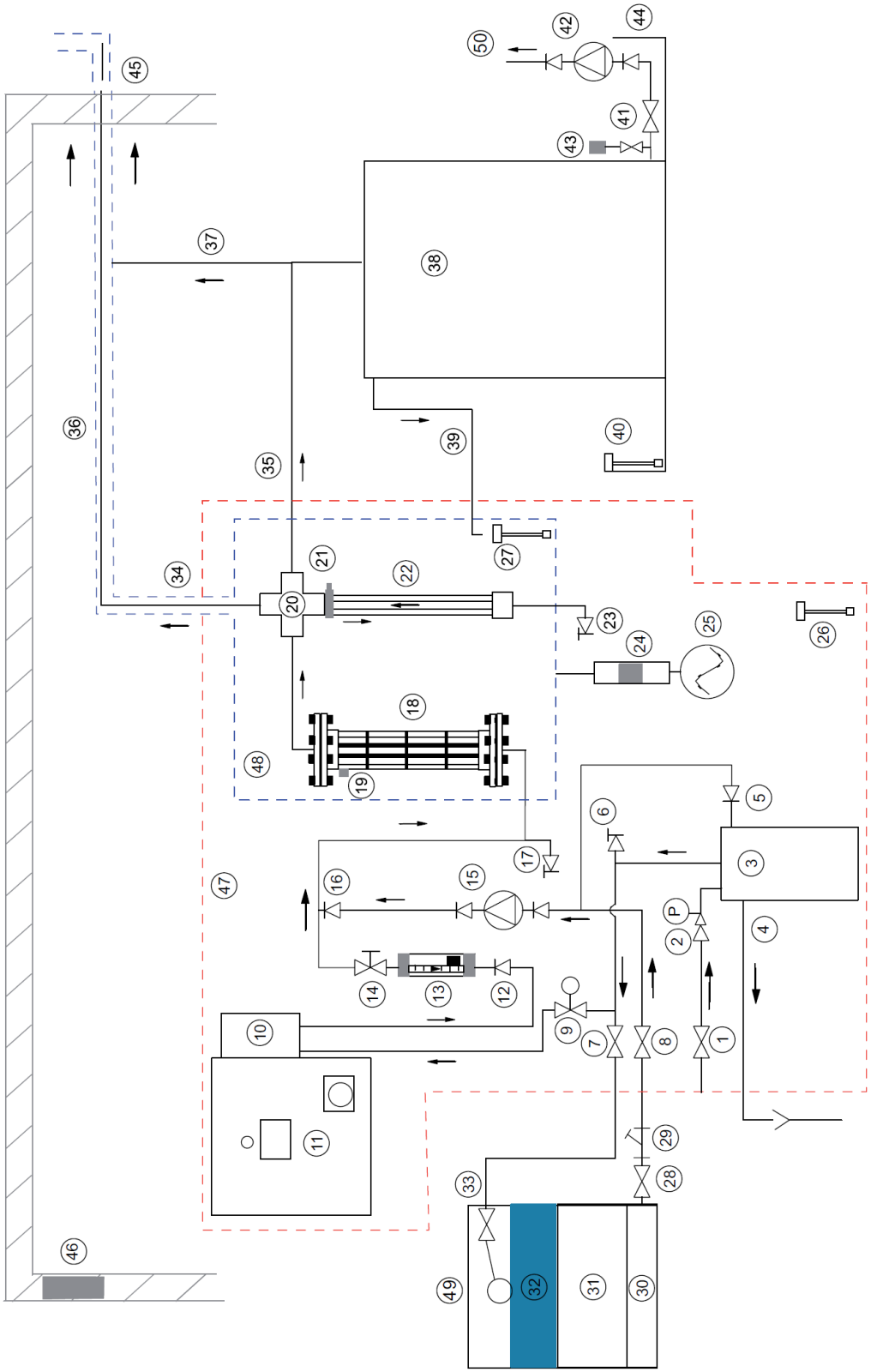
۲-۱۵ تجهیزات کامل تشکیل دهنده‌ی یک سامانه‌ی OSG

شکل ۲-۶ و شکل ۲-۷ به ترتیب نمایی کلی از یک سامانه‌ی OSG و اجزای نمونه‌ای استاندارد از سامانه‌های OSG را به شکل کلی نشان می‌دهند۱. جدول ۲-۱ اجزای نشان داده شده در شکل ۲-۷ را نشان می‌دهد.

۱. ارائه‌ی این شکل‌ها تنها به عنوان مثال و ایجاد دیدگاه کلی بوده و الزام طراحی نیست.



شکل ۲-۶- طرح شماتیک استقرار اجزای کلی یک سامانه‌های OSG



شکل ۲-۷- طرح شماتیک یک نمونه از سامانه‌های OSG

جدول ۲-۱- اجزای نمایش داده شده در شکل ۲-۷

1	Mains water isolating valve
2	Pressure reducing valve with water pressure gauge
3	Dual column water softening system
4	Drain pipe
5	Softener brine inlet non return valve
6	Soft water sample valve
7	Soft water outlet valve
8	Brine solution inlet valve
9	Solenoid valve
10	Control panel heat exchanger
11	Control panel
12	Non return valve
13	Flow meter with float switch
14	Water regulating valve
15	Brine metering pump
16	Brine injection fitting
17	Electrolyser drain valve/salinity test valve
18	Vertical electrolyser with electrode assembly
19	Electrolyser temperature sensor
20	Degassing column to remove gases and prevent them from entering product tank
21	Degassing column external level sensor
22	Transparent tube for operator check of removal of gases from product
23	Product sample valve
24	Air dilution fan air flow sensor
25	Air dilution fan
26	Hydraulic chamber bund sensor
27	Electrolyser chamber bund sensor
28	Brine tank isolating valve
29	Brine tank in-line strainer
30	4x60 mm washed gravel bed
31	Food grade standard salt
32	Brine tank water level
33	Brine tank inlet ball valve
34	Outlet tube within sealed dual containment pipework to safe discharge point
35	Product tank fill line minimum 1"
36	Ventilation discharge pipework should rise with no pockets or traps
37	Tank vent has to be discharged to a safe location
38	Product storage tank
39	Product storage tank overflow pipe
40	Bund flood switch
41	Product storage tank outlet isolating valve
42	Product dosing pump/pumps
43	Product tank level sensor
44	bund
45	Safe discharge point
46	High level natural ventilation, air brick or louvre
47	Extent of selcoperm skid unit
48	Extent of dual containment
49	Salt saturator
50	Point of application

فصل سوم
ضوابط و الزامات ایمنی سامانه‌ی تولید درجای سدیم هیپوکلریت به روش الکترولیز محلول آب نمک

بابک شاهچراغی

۳-۱ مقدمه

هرچند مباحث ایمنی دستگاه در دیگر فصل‌ها و به شکل یکپارچه با مشخصات فنی مورد اشاره قرار گرفته‌اند اما نظر به اهمیت این مبحث فصل حاضر صرفا به این مقوله پرداخته است. در این فصل برخی استانداردهای ملی الزامی در ساخت سامانه‌های OSG نیز مشخص شده‌اند.

۳-۲ ضوابط و الزامات ایمنی برق

همه‌ی تجهیزات و تأسیسات الکتریکی سامانه‌ی OSG باید مطابق با مفاد استاندارد ملی شماره‌ی ۱-۱۹۳۷، آیین‌نامه‌ی حفاظتی تأسیسات و وسایل الکتریکی در کارگاه‌ها، آیین‌نامه‌ی و مقررات ایمنی کار روی خطوط و تجهیزات برق‌دار و آیین‌نامه‌ی ایمنی سیستم اتصال به زمین (ارتینگ) اجرا و بهره‌برداری شوند.

۳-۲-۱ همه‌ی قطعات الکتریکی باید از نظر ایمنی مطابق با استانداردهای ملی یا بین المللی باشند.

۳-۲-۲ تأسیسات و تجهیزات الکتریکی باید به گونه‌ای نصب شوند که هیچ گونه احتمال خطر حریق مواد آتش‌گیر در اثر دماهای زیاد یا قوس الکتریکی وجود نداشته باشد. همچنین در حین کار عادیِ تجهیزات الکتریکی، نباید هیچ نوع احتمال خطر سوختگی برای افراد وجود داشته باشد.

۳-۲-۳ آتش‌سوزی ناشی از برق را فقط باید با گاز CO_2 (یا در صورت نبود آن با پودر) خاموش نمود. استفاده از آب خطرناک و ممنوع است.

۳-۲-۴ همه‌ی دستگاه‌ها، تجهیزات و تأسیسات برقی باید به سیستم اتصال زمین (ارت) متصل باشند

۳-۲-۵ از هر کابل فقط یک انشعاب گرفته شود.

۳-۲-۶ همه‌ی قطعات الکتریکی باید در اندازه‌های مناسب و منطبق با کاری باشند که برای آنها در نظر گرفته شده و به ویژه دارای ویژگی‌های زیر باشند؛

۳-۲-۶-۱ تحمل و استقامت مکانیکی کافی در شرایط کار را داشته باشند.

۳-۲-۶-۲ در برابر عواملی همچون آب، گرد و غبار، گرمای الکتریکی و واکنش‌های شیمیایی مقاوم بوده و آسیب پذیر نباشند.

۳-۲-۷ همه‌ی قسمت‌های تأسیسات الکتریکی باید طوری ساخته و نصب شوند که از هر گونه خطر آتش‌سوزی و انفجار به دور باشند.

۳-۲-۸ همه‌ی قسمت‌های تأسیسات الکتریکی باید طوری ساخته و نصب شوند که از هر گونه خطر شوک الکتریکی مصون باشند.

۳-۲-۹ تجهیزات حفاظتِ فردی مانند کفش‌ها و دستکش‌های عایق نباید به تنهایی به عنوان فاکتورهای مناسب برای تأمین ایمنی در برابر خطر برق گرفتگی محسوب شوند.

۳-۲-۱۰ کلیه تابلوهای برق و سیستم‌های کنترل برقی باید به فرش لاستیکی عایق مجهز باشند تا کاربر یا تکنسین تعمیرات و نگهداری با ایستادن بر روی آن، از خطر برق گرفتگی در امان باشد.

۳-۲-۱۱ کاربرد و ولتاژ همه‌ی تجهیزات و انشعابات الکتریکی باید دقیقاً مشخص و توسط علائم واضحی نشان داده شوند.

۳-۲-۱۲ مدارها و تجهیزات الکتریکی یک واحد که ولتاژهای مختلفی دارند، باید با مشخصه‌ها و علائم واضح مانند رنگ‌های مختلف علامت گذاری شوند.

۳-۲-۱۳ شبکه‌ی خطوط ارتباطی و مخابراتی نباید از مسیر خطوط الکتریکی ولتاژ متوسط یا ولتاژ قوی عبور داده شوند.

۳-۲-۱۴ برای محافظت تأسیسات الکتریکی در مقابل دریافت ولتاژهای بالا از دیگر تأسیسات باید تدابیر ایمنی کافی به عمل آید.

۳-۲-۱۵ در صورت لزوم و برای پیشگیری از خطر رعد و برق باید تدابیر لازم جهت حفاظت از تأسیسات الکتریکی مانند نصب صاعقه گیر به عمل آورده شود.

۳-۲-۱۶ از هیچ گونه سیم یا تجهیزات الکتریکی لخت و بدون روکش نباید استفاده شود.

۳-۲-۱۷ برای قطع جریان در تمام رساناهای الکتریکی فعال در مواقع ضروری، یک وسیله قطع‌کننده‌ی مرکزی باید پیش بینی گردد.

۳-۲-۱۸ به منظور قطع سریع جریان برق در کلیه رساناهای الکتریکی باید یک وسیله‌ی قطع‌کننده، که دسترسی فوری به آن امکان پذیر باشد، در مدار کلیه ادوات الکتریکی تعبیه گردد.

۳-۲-۱۹ تأسیسات الکتریکی حتی‌الامکان باید به یک قطع‌کننده‌ی اتوماتیک جریان مجهز شوند تا در مواقع بروز نقص در تأسیسات، جریان را قطع کند.

۳-۲-۲۰ همه‌ی سیم‌های برق باید دارای روکش عایق بوده و از پیچیده شدن آنها به دور اشیاء تیز و برنده اکیداً جلوگیری شود.

۳-۲-۲۱ سیم‌های نول، حفاظت‌کننده و جبران‌کننده باید به وضوح از سایر سیم‌ها متمایز شوند.

۳-۲-۲۲ سیم‌های هوایی باید دارای نگهدارنده‌های مقاوم بوده و در ارتفاعی قرار داشته باشند که با افراد و اشیائی که در زیر آنها جابجا می‌شوند، برخورد نکنند.

۳-۲-۲۳ تیرهای هدایت‌کننده‌ی سیم‌های برق یا تجهیزات الکتریکی باید به طور مطمئن به زمین یا هر پایه‌ی محکم دیگری متصل شده باشند.

۳-۲-۲۴ سیم کشی‌هایی که در ارتفاع کمتر از ۲/۵ متر از سطح زمین یا کف سامانه گندزدایی واقع شده اند، باید حصارکشی شده یا در داخل لوله‌هایی از جنس فولاد یا هر ماده‌ی دیگری که در برابر ضربه و صدمات ناشی از آن استحکام کافی داشته باشند، قرار داده شوند.

۳-۲-۲۵ سوئیچ‌ها، فیوزها، سرپیچ‌ها و پریزهای سیم کشی‌هایی که در فضای آزاد انجام شده اند، باید کاملاً ایزوله بوده و تماس با آنها غیر ممکن باشد.

۳-۲-۲۶ سیم‌هایی که از درون زمین عبور داده می‌شوند فقط باید از جنس سیم‌های محکم و بادوام بوده و باید در برابر ضربات ناشی از وسایل نقلیه، تجهیزات مکانیکی، خاکبرداری و ... محافظت شوند.

۳-۲-۲۷ اگر برای اتصال به خطوط اصلی نیاز به اتصالات دوشاخه و پریز باشد این اتصالات باید؛

۳-۲-۲۷-۱ به طور صحیح جفت شوند.

۳-۲-۲۷-۲ به طور صحیح طراحی شده باشند.

۳-۲-۲۸ در خصوص کابل‌های نرم وسایل برقی قابل حمل و نقل؛

۳-۲-۲۸-۱ با استفاده از فنر فولادی، لوله‌ی پلاستیکی یا سایر وسایل مناسب باید از گره خوردن یا تاب برداشتن سیم در ناحیه‌ی ورودی سیم به دستگاه جلوگیری شود.

۳-۲-۲۹ تمام کابل‌های نرم باید به خوبی مراقبت شده و اتصال آنها به یکدیگر نباید بدون استفاده از دوشاخه و پریز انجام شود.

۳-۲-۳۰ کابل‌های نرم را نباید بر روی سطوح چرب یا آغشته به مایعات خورنده قرار داد.

۳-۲-۳۱ وسائل کنترل‌کننده نظیر کلیدها، فیوزها و قطع‌کننده‌های مدار نباید در محل‌هایی که مایعات آتشگیر و مواد قابل انفجار یا گازهای آتشگیر وجود دارد نصب گردند، مگر این که برای چنین منظورهایی ساخته شده باشند.

۳-۲-۳۲ موتورها، تجهیزات توزیع برق و کلیدها باید در برابر چکیدن و پاشیدن آب محافظت شوند.

۳-۲-۳۳ شبکه‌ی اتصالات حتی‌المقدور باید به وسیله فلز، پلاستیک یا سایر مواد مناسب محصور شود. در صورت استفاده از فلز باید آن را به سیستم ارت وصل نمود.

۳-۲-۳۴ اگر از شبکه‌های نوع روباز استفاده می‌شود؛

۳-۲-۳۴-۱ همه‌ی قسمت‌های برق دار باید به طور مناسب در برابر تماس تصادفی توسط حفاظ یا نصب در ارتفاع، محافظت شوند.

۳-۲-۳۴-۲ در اطراف قسمت‌های برق دار باید فضای کافی برای کار منظور گردد.

۳-۲-۳۵ قطع‌کننده‌های مدار باید عمل قطع و وصل را به طور کامل و دقیق انجام دهند.

۳-۲-۳۶ مشخصات اصلی این قطع‌کننده‌ها باید به طور واضح بر روی آنها علامت گذاری شود.

۳-۲-۳۷ به جز در مدارهای با ولتاژ بسیار پایین، همه‌ی قطب‌های برق‌دار باید به طور مناسب عایق شوند.

۳-۲-۳۸ قطع‌کننده‌های مدار نباید به طور تصادفی توسط نیروی جاذبه یا ضربه‌ی مکانیکی بسته شوند.

۳-۲-۳۹ اطلاعات مربوط به میزان عبور جریان از فیوز، نوع فیوز از نظر قطع‌کنندگی سریع یا با تأخیر و قدرت قطع‌کنندگی باید بر روی فیوزها مشخص شده باشد.

۳-۲-۴۰ همه‌ی کلیدها باید به طور ایمن محصور شده باشند.

۳-۲-۴۱ کلیدها باید طوری نصب و اتصال زمین شوند که هنگام کار خطری ایجاد نکنند.

۳-۲-۴۲ کلیه موتورها و پمپ‌ها باید به کلید قطع و وصل مجهز شوند.

۳-۲-۴۳ اگر موتور یا پمپ در بیش از یک محل کلید قطع و وصل داشته باشد، در این صورت حتی‌الامکان باید یک کلید قطع‌کننده در نزدیک‌ترین نقطه‌ی مجاور آنها نصب گردد.

۳-۲-۴۴ موتورها/پمپ‌ها باید به گونه‌ای نصب شوندکه در حین کار به اندازه‌ی کافی خنک شوند.

۳-۲-۴۵ موتورها/پمپ‌ها باید به نحوی موثر در برابر جریان‌های اضافی محافظت شوند.

۳-۲-۴۶ نقاط اتصال یا انشعاب رساناها و نیز محل ورود رساناها به داخل دستگاه‌ها باید؛

۳-۲-۴۶-۱ به طور مکانیکی محافظت شوند.

۳-۲-۴۶-۲ به روش صحیح و مقاوم عایق‌کاری شوند.

۳-۲-۴۷ اتصال، انشعاب یا ورودی‌ها به داخل دستگاه‌ها باید با استفاده از جعبه‌های تقسیم، رابط‌ها، بوش‌ها، بست‌ها یا دیگر وسایل اتصال دهنده مشابه انجام شوند.

۳-۲-۴۸ برای اتصال کابل‌ها به یکدیگر باید از جعبه تقسیم یا اتصال دوشاخه و پریز استفاده نمود.

۳-۲-۴۹ در اتصال قسمت‌هایی از یک سیم به یکدیگر یا یک سیم به سیم دیگر و یا به دستگاه باید از روش‌هایی مانند پیچ کردن، گیره زدن، لحیم‌کای، پرچ‌کاری و یا روش‌های مشابه استفاده نمود.

۳-۲-۵۰ جعبه‌های تقسیم و رساناها حتی‌الامکان باید در برابر صدمات ناشی از حمل و نقل و عبور و مرور، افتادن بر روی زمین، آب و دیگر منابع خطرآفرین محافظت شوند.

۳-۲-۵۱ تجهیزات قابل حمل و نقل (با دست یا با چرخ) باید مجهز به کلید قطع و وصل توکار باشند.

۳-۲-۵۲ در اتمسفر آتشگیر و قابل انفجار نباید از ابزاهای برقی قابلِ حمل و نقل استفاده نمود؛ مگر آن که سیستم آنها برای استفاده در چنین مکان‌هایی مناسب باشد.

۳-۲-۵۳ در سامانه‌ی OSG، یک یک‌سوکننده برق AC را به برق DC که مورد استفاده برای الکترولیز است، تبدیل می‌کند. اجزاء اصلی یک‌سوکننده‌ها باید شامل یک ولت‌سنج و یک آمپرسنج توکار، برای نشان دادن ولتاژ و جریان الکتریکی خروجی از یک‌سوکننده، یک کلید خودکار پایش ولتاژِ[۱] سل با هشدار شنیداری، یک فن خنک‌کننده و کابل‌ها و رسانای با ظرفیت بالا یا شینه‌ی[۲] مسی برای اتصال یک‌سوکننده به سل الکترولیتی باشند.

۳-۲-۵۴ واحدهای یک‌سوکننده مقادیر قابل توجهی گرما تولید می‌کنند. گرمای بیش از اندازه معمولاً توسط یک‌سوکننده‌های بزرگ تولید می‌شود. تعبیه‌ی فن‌های خنک‌کننده‌ی یکپارچه[۳] و

۱. Voltage - monitoring contact

۲. Bas Burs

۳. Integral cooling fans

سینک‌های حرارتی مجهز به تایریستور[۱] همراه با حفاظت داخلی در برابر گرمای بیش از حد، برای عملکرد ایمن و قابل اطمینانِ یک‌سوکننده ضروری هستند.

۳-۲-۵۵ از جدا بودن لوله کشی جریان‌های مایع از خطوط تغذیه برق اطمینان حاصل شود؛ به گونه‌ای که مسیر لوله از بالای یکسوکننده‌ها یا دیگر اجزاء برقی عبور نکند.

۳-۳ ضوابط و الزامات ایمنی گاز هیدروژن

۳-۳-۱ گاز هیدروژن یک محصول جانبی در فرآیند تولید در جای سدیم هیپوکلریت است. این گاز به دلیل داشتن حدود آتشگیری و انفجاری از مواد مخاطره‌آمیز است. به ازای هر کیلوگرم کلر فعال تولید شده در سیستم OSG، ۴۰ گرم گاز هیدروژن تولید خواهد شد، و این محصول جانبی فرآیند OSG باید تا کمتر از حد پایین آتشگیری (LFL) رقیق شده و از طریق خروجی (ونت) مناسب به اتمسفر تخلیه شود. هیدروژن گازی آتشگیر، غیر سمی و غیر خورنده است. بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه اما خفه کننده است. تقریباً ۱۴ بار سبک تر از هواست و به طور کلی سبک‌ترین گاز طبیعت است. هیدروژن گازی به آسانی به داخل مواد جامد نفوذ می‌کند، از فضاهای کوچک نشت می‌کند، به سرعت در محیط اطراف نفوذ کرده و شناوری شدیدتری نسبت به سایر گازها دارد. نتیجه این ویژگی‌ها آن است که هیدروژن آزاد شده تمایل شدیدی به بالا رفتن و نفوذ و انتشار دارد. اما اگر محدود شود، می‌تواند در نقاط بالایی تجمع کرده و به منابع احتراق، مانند چراغ‌های سقفی، برسد. لذا باید به گونه‌ای صحیح در داخل سامانه‌ی OSG رقیق شده و سپس دفع شود تا پتانسیل ریسک‌های ایمنی برای کارکنان بهره بردار، پرسنل تعمیرات و نگهداری و تأسیسات کاهش یابد.

---

۱. Thyristor

۳-۳-۲ حد پایین آتشگیری هیدروژن در هوا (LFL[۱]) ۴/۱ درصد حجمی است. پایین‌تر از این حد، غلظت گاز در هوا برای احتراق کافی نیست. حد بالای آتشگیری هیدروژن در هوا (UFL[۲]) ۷۴/۸ درصد حجمی است. بالاتر از این حد، گاز هیدروژن جایگزین بخش زیادی از هوا شده و اکسیژن کافی برای احتراق وجود ندارد (حدود اشتعال پذیری تابعی از فشار و دما هستند که از حدود به دست آمده در شرایط محیطی منحرف می‌شوند). سامانه‌ی OSG باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که غلظت هیدروژن در هوا را کمتر از ۲۵ درصد حد پایین آتشگیری، برابر با ۱ درصد حجمی، نگه دارد.

۳-۳-۳ حد پایین انفجار (LEL[۳]) هیدروژن در هوا ۱۸/۳ درصد حجمی است. این کمیت نباید به عنوان یک راهنمایی محسوب شود؛ چرا که در برخی منابع، مواردی از انفجار در حدود پایین مانند ۱۱٪ و حتی کمتر از آن نیز گزارش شده است. درصدی که در آن انفجار آنی می‌تواند رخ دهد تابعی از ابعاد هندسی، حرکت سیال و نسبت اختلاط هیدروژن با یک اکسید کننده[۴] است. حد بالای انفجار (UEL[۵]) هیدروژن در هوا ۵۹ درصد حجمی است.

۳-۳-۴ سامانه تولید در جای سدیم هیپوکلریت باید تحت آزمایش نشتی قرار بگیرد و قبل از ورود هیدروژن بدون نشتی و گازبند باشد. آزمایشات نشتی بایستی به طور دوره‌ای اجرا شوند و هر نشتی که پیدا می‌شود باید تعمیر شود.

---

۱. Lower Flammability Limit

۲. Upper Flammability Limit

۳. Lower Explosion Limit

۴. هیدروژن به خودی خود، اگر به طور انبوه در معرض یک منبع افروزش قرار بگیرد، دچار واکنش شیمیایی نمی شود. برای ایجاد احتراق باید هیدروژن با مقدار کافی از یک ماده اکسید کننده دیگر مخلوط شود تا یک مخلوط آتشگیر ایجاد شود.

۵. Upper Explosion Limit

۳-۳-۵ دفعِ هیدروژن را می‌توان با انتقالِ مستقیم محلول سدیم هیپوکلریت از سل‌های الکترولیتی به مخزن ذخیره‌سازی انجام داد. برای جلوگیری از احتباس هیدروژن، نازل‌ها نباید در بالای مخزن ذخیره سازی قرار بگیرند، بلکه باید هر مخزن ونتِ مخصوص به خود را داشته، و دو دمنده به هر مخزن اختصاص داده شود. مخزن از کف آن پر شده، و از یک فرستنده‌ی اختلاف فشار [به جای فرستنده‌ی اولتراسونیک] استفاده شود. یک صفحه‌ی روزنه‌دار (اوریفیس) بر روی وِنت مخزن برای اطمینان از جریان هوا [و متعادل نمودن فشار داخل مخزن] مورد نیاز است.

۳-۳-۶ لوله‌ی تخلیه‌ی سل الکترولیتی باید یک شیب حداقل $\frac{۱}{۴}$ اینچ بر فوت به طرف بالا (شیب حداقل ۲ درصد به طرف بالا) داشته باشد. این لوله می‌باید تا حد امکان شامل کمترین زانویی‌ها و تبدیل‌ها باشد تا فضاهایی که در آنها امکان انباشت گاز هیدروژن وجود دارد، حذف شوند.

۳-۳-۷ نباید بین سل‌های الکترولیتی و لوله‌ی ونت هیدروژن از شیرهای جداسازی استفاده شود. هر گونه انسداد در لوله‌ی تخلیه می‌تواند منجر به افزایش بیش از حد فشار در سل‌های الکترولیتی و لوله‌ها شود و احتمال گسیختگی انفجاری لوله، آسیب به تجهیزات و خطر برای اپراتورها را به دنبال داشته باشد. تجهیزات کاهش فشار، شامل یک دیسک پاره‌شونده[۱]و لوله‌ی تخلیه، باید بر روی خط تخلیه نصب شوند تا از لوله‌ها و کل سیستم در برابر افزایش بیش از حد فشار محافظت کنند.

۳-۳-۸ اگر شیرهای جداسازی به توصیه‌ی تولیدکننده سیستم مورد نیاز هستند، باز و بسته شدن آنها (توسط سوئیچ) باید محدود باشد.

۱. Rupture disk

۳-۳-۹ سوئیچ‌های باز و بسته شدنِ محدود می‌باید به پانلِ کنترلِ تولیدِ سدیم هیپوکلریت متصل بوده و اصطلاحاً با پانل کنترل قفلِ داخلی[۱] شوند؛ به گونه‌ای که وقتی شیرها بسته هستند، سیستم آغاز به کار نکند.

۳-۳-۱۰ در داخل سیستم OSG باید استفاده از ابزارهای محدود کننده ی خودکار بر کنترل‌های دستی اولویت داشته باشند.

۳-۳-۱۱ یک سامانه‌ی OSG و تجهیزات آن باید دارای ویژگی‌های ایمنی ذاتی باشند (ایمنی یک ویژگی درون ساختاری آن باشد).

۳-۳-۱۲ در سیستم‌های OSG با ظرفیت پایین (کمتر از ٪۱) که از سل‌های افقی استفاده می‌کنند، ممکن است ضرورت داشته باشد اطراف مولدها حفاظ نصب شود تا نشت ناشی از افزایش فشار، و در مواردی نادر، پتانسیل انفجار را محدود کند؛ و/یا ممکن است استفاده از تجهیزات کاهنده فشار و خاموش کننده سیستم در شرایط نقص برای جلوگیری از انباشت گاز در میان واحدها، [در رویدادی که یک شیر پس از مولد سدیم هیپوکلریت (شیری که در سیستم پس از مولد تعبیه شده است) و در حین فعالیت دستگاه بسته می‌شود]، مورد نیاز باشد.

۳-۳-۱۳ هیدروژن دفع شده از سیستم OSG [چنانچه رقیق نشود] با شعله یا با سایر مکانیزم‌ها افروخته شده و شعله‌ای را ایجاد می‌کند که به سختی با چشم دیده می‌شود. لذا برای رقیق شدن گاز هیدروژن خروجی از کلاهک ونت تا کمتر از ٪۲۵ LFL (۱درصد حجمی) و به منظور جلوگیری از انباشت گاز هیدروژن در داخل سیستم OSG، ضروری است از دمنده رقیق کننده هیدروژن استفاده شود. [دمنده رقیق کننده هیدروژن، هوا را به سطح محلول سدیم هیپوکلریت می‌دمد و هیدروژن را قبل از تخلیه به اتمسفر رقیق می‌کند].

---

۱. Interlocked

۳-۳-۱۴ بر روی هر یک از مخازن ذخیره سازی سدیم هیپوکلریت باید دو دمنده [یک دمنده ی در مدار و یک دمنده یدکی آماده ی کار] نصب شود تا هوا با فشار در میان مخازن ذخیره سازی مرتبط با سیستم OSG جایگزین شود. دمنده ی یدکی آماده‌ی کار برای مواقعی که دستگاه اصلی دچار نقص شد، بر روی مخزن نصب می‌شود.

۳-۳-۱۵ با توجه به ویژگی‌های آتشگیری و انفجاری گاز هیدروژن در غلظت‌های ۴ تا ۷۴ درصد حجمی، و امکان برگشت این گاز به درون دمنده، لازم است دمنده مورد استفاده Ex[۱] و ضد انفجار باشد.

۳-۳-۱۶ ابعاد و توان دمنده رقیق سازی باید برای بیشترین مقدار سدیم هیپوکلریتی که در سیستم OSG تولید می‌شود، در نظر گرفته شود.

۳-۳-۱۷ دمنده‌ها نباید بالاتر از دو سوم ارتفاع مخزن سدیم هیپوکلریت نصب شوند تا از برگشت هیدروژن به قفس دمنده ممانعت به عمل آید.

۳-۳-۱۸ توصیه می‌شود دمنده این امکان را داشته باشد که برای حداقل ۱۰ دقیقه بعد از این که مولد سدیم هیپوکلریت تولید را متوقف کرد، کار کند تا اطمینان حاصل شود که سیستم کاملاً از گاز هیدروژن باقیمانده پاک‌سازی شده است.

۳-۳-۱۹ دمنده باید قبل از این که مولد سدیم هیپوکلریت شروع به کار کند استارت شود تا اطمینان حاصل گردد که سیستم رقیق سازی به درستی کار می‌کند.

۳-۳-۲۰ برای رقیق سازی هیدروژن در داخل سیستمOSG، استفاده از کمپرسور هوا به جای دمنده ی ضد انفجار ممنوع است.

۳-۳-۲۱ با توجه به ویژگی‌های آتشگیری و انفجاری گاز هیدروژن در غلظت‌های ۴ تا ۷۴ درصد حجمی، و ضرورت رقیق سازی گاز هیدروژن نشت کرده از سیستم تولید در محل سدیم هیپوکلریت تا

---

۱. Explosion-Proof

کمتر از ٪LFL۲۵ یا ٪۱ حجمی در فضای اتاق کلرزنی، لازم است یک فن ضد انفجار، دارای برچسب Ex، نزدیک به کف اتاق نصب شده و هوا را به داخل وارد نماید. همچنین یک فن ضد انفجار دیگر نیز باید در طرف دیگر اتاق و در زیر سقف نصب شود تا هوا را به بیرون هدایت کند (مانند الگوی ارائه شده در شکل ۳-۱).

۳-۳-۲۲ فن‌ها باید متعاقب اخطار ناشی از میزان بیش از ٪LFL۲۵ هیدروژن توسط دتکتور، با فرمان سیستم کنترل سامانه‌ی OSG شروع به کار کرده و حداقل تا ۱۰ دقیقه پس از این که آلارم هیدروژن قطع شد در حال کار باقی بمانند.

۳-۳-۲۳ هشدار هر گونه نقص در اجزاء سیستم رقیق سازی و تهویه باید به سیستم کنترل سامانه ارسال شده و از طریق آلارم دیداری و شنیداری به اطلاع اپراتور نیز برسد.

۳-۳-۲۴ ابعاد سیستم تهویه باید بر اساس بیشترین مقدار گازی که ممکن است توسط کل سیستم تولید شود و ابعاد اتاق کلرزنی و فشار و دمای بهره‌برداری نرمال طراحی شود.

۳-۳-۲۵ چنانچه سامانه‌ی OSG به تجهیزات کارآمد پایش، رقیق سازی و تهویه هیدروژن مجهز نباشد، باید کلیه تجهیزات موجود در اتاق کلرزنی اعم از پمپ‌ها و تجهیزات روشنایی، ضد انفجار باشند.

۳-۳-۲۶ برای تشخیص خودکار و سریع نشت گاز هیدروژن در تمام ساعات شبانه روز، استفاده از دتکتور ثابت هیدروژن، به صورت دائمی، ضروری است. گستره پایش دتکتور هیدروژن باید از صفر تا۱۰۰ درصد LFLگاز هیدروژن باشد. لازم است دتکتور هیدروژن Ex بوده و درجه حفاظت (IP) حداقل ۶۵ داشته باشد.

۳-۳-۲۷ دتکتور هیدروژن باید حداقل به دو سنسور مستقل مجهز باشد. ارتفاع نصب سنسورها باید نزدیک به سقف اتاق کلرزنی باشد. همچنین سنسورها باید در اطراف محل‌ها و تجهیزاتی که انتظار می‌رود در اثر نقص در سیستم، غلظت بالایی از گاز هیدروژن در آنجا آزاد خواهد شد، و

همچنین در محل‌هایی که مستعد به سکون هوا هستند، نصب گردند. برخی موارد مهم در انتخاب سنسورهای هیدروژن عبارتند از: دقت، قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری، کالیبراسیون، اشتباهِ صفر، حدود بالا و پایین تشخیص، زمان پاسخگویی، بازیابی یا عدم بازیابی به موقع، روش‌های فعال یا غیر فعال همراه و بدون تأمین انرژی و مطابقت با سامانه.

۳-۳-۲۸ دتکتور هیدروژن باید قابلیت تولید هشدارهای دیداری و شنیداری را داشته باشد.

۳-۳-۲۹ دتکتور باید کالیبره بوده و گواهی معتبر کالیبراسیون داشته باشد. کالیبراسیون دتکتور باید فقط با گاز هیدروژن انجام شود و نه با سایر گازهای آتشگیر مانند گاز متان. انجام کالیبراسیون دتکتور نیاز به دستگاه کالیبراتورِ استاندارد و سیلندرهای حاوی گاز هیدروژن با غلظت مشخص دارد.

۳-۳-۳۰ به غیر از دتکتور ثابت هیدروژن، کاربران سامانه‌ی OSG باید یک دتکتور سیار نیز داشته باشند تا در فضای پیرامون سیستم مورد استفاده قرار بگیرد.

۳-۳-۳۱ در صورت وقوع هر گونه آتش سوزی در اتاق کلرزنی، ابتدا باید برق ساختمان کلرزنی، شامل برق اضطراری، قطع شده و فعالیت سامانه‌ی OSG متوقف شود. سپس اقدام به اطفاء آتش گردد. در آتش سوزی‌های کوچک و کم حجم با خاموش کننده CO_2 و در آتش سوزی‌های گسترده تر با هدایت جریان پرفشار آب، اقدام به اطفاء آتش گردد.

۳-۳-۳۲ از افروزش تعمدی مخلوط گازی هیدروژن و هوا باید به شدت اجتناب شود.

۳-۳-۳۳ رفتارهای خطرناکی مانند سیگار کشیدن در محل استقرار سامانه‌ی OSG ممنوع است.

۳-۳-۳۴ محل خروجی لوله ونت هیدروژن باید در بالاترین نقطه و به دور از خطوط الکتریکی یا سایر منابع بالقوه احتراق باشد.

۳-۳-۳۵ در انتهای لوله ونت هیدروژن باید از کلاهک مناسب استفاده شود. کلاهک باید به نحو محکم و مطمئن مهار شده و دارای صفحاتی باشد که مانع ورود پرندگان یا حشرات شده و باید طوری

طراحی شود که مانع از انجماد و نفوذ و برگشت مواد به مخزن ذخیره سازی سدیم هیپوکلریت گردد. اثر باد بر هیدروژن خروجی از کلاهک ونت نیز باید مدنظر قرار گیرد. کلاهک در بام‌ها باید طوری قرار بگیرد که گاز هیدروژن وارد مجاری هوایی ساختمان نشود.

۳-۳-۳۶ بهترین مواد برای اجرای لوله ی ونت هیدروژن مواد غیرفلزی مانند پلیمرهای تقویت شده با الیاف[۱] یا PVC ۸۰ هستند.

۳-۳-۳۷ سیستم کنترل سامانه تولید در جای سدیم هیپوکلریت باید به گونه‌ای تنظیم شود که غلظت هیدروژن ٪LFL۲۵ (٪۱ حجمی) آلارم‌های دیداری و شنیداری را فعال نموده و غلظت ٪LFL۵۰ (٪۲ حجمی) تولید سدیم هیپوکلریت را به صورت خودکار (بدون دخالت اپراتور) متوقف نماید.

۳-۳-۳۸ در زمان توقف تولید سدیم هیپوکلریت، باید کلیه ی اجزاء سیستم رقیق سازی و تهویه هیدروژن شامل دمنده و فن‌ها فعال بوده و غلظت هیدروژن را به کمتر از ٪LFL۲۵ برسانند تا سامانه تولید در محل مجدداً فعال شود.

۳-۳-۳۹ سامانه‌ی OSG را نباید در داخل ساختمانی که سقف آن از انواع سقف کاذب است مستقر کرد. چنانچه به ناچار سامانه‌ی OSG در چنین ساختمانی مستقر شده است، باید از تهویه کامل این فضاها اطمینان حاصل شود.

۳-۳-۴۰ سامانه‌ی OSG باید دارای شناسنامه فرآیندی تجهیزات رقیق سازی و تهویه هیدروژن باشد.

۳-۳-۴۱ دستورعمل مکتوب بهره برداری و نگهداری از کلیه ی تجهیزات، به ویژه تجهیزات سیستم رقیق سازی و تهویه هیدروژن، باید در محل سامانه موجود باشد.

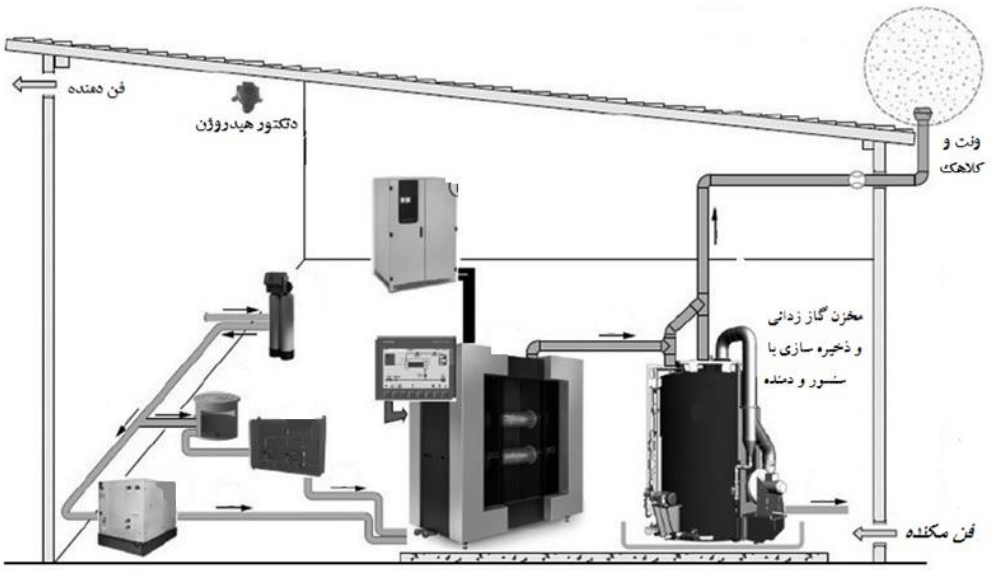
۳-۳-۴۲ تجهیزات برقی شامل تابلوهای برق و مخازن نگهداری محلول‌های شیمیایی باید دارای برچسب‌ها و علائم ایمنی هشدار دهنده استاندارد باشند.

---

[۱] .Fiber-reinforced polymers (FRPs)

۳-۳-۴۳ نگهداری لوازم و تجهیزات نامرتبط و غیر ضرور در اتاق محل استقرار سامانه‌ی OSG ممنوع است.

۳-۳-۴۴ با توجه به این که دلیل اصلی رویدادها و حوادث در سامانه‌های هیدروژنی خطاهای انسانی است[۱]، کلیه ی کارکنانی که با سامانه‌ی OSG سر و کار دارند، اعم از کاربران، کارکنان فنی، بهره برداران، کارشناسان و مدیران باید در ارتباط با جنبه‌های فیزیکی، شیمیایی و مخاطرات هیدروژن آموزش کافی را ببینند. همچنین کاربران باید در مورد استفاده صحیح از تجهیزات، روش‌های پیشگیرانه و اجزاء سیستم رقیق سازی و تهویه هیدروژن آموزش‌های کافی را ببینند.



شکل ۳-۱- نمای شماتیک نحوه جانمایی اجزاء سیستم رقیق سازی و تهویه هیدروژن

۳-۴ تجهیزات حفاظت فردی

۱. برای آگاهی بیشتر به استاندارد ملی شماره ۲۱۵۵۷ مراجعه شود.

۳-۴-۱ هر چند غلظت سدیم هیپوکلریت تولیدی سامانه‌ی OSG کمتر از ۱٪ است. اما پرسنل بهره بردار باید به تجهیزات حفاظت فردی شامل عینک ایمنی فنجانی، دستکش و لباس مقاوم در برابر مواد شیمیایی و چکمه لاستیکی مجهز باشند.

۳-۴-۲ لازم است در مجاورت سامانه‌ی OSG دوش و چشم‌شوی اضطراری نصب شده و در تمام اوقات شبانه‌روز عملیاتی باشد.

۳-۴-۳ در صورت اقدام برای اطفاء نشت‌های کوچکِ محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی از سامانه‌ی OSG، استفاده از ماسک تمام صورت و فیلتر مناسب ضروری است. چنانچه مقادیر نشت زیاد بوده و سیستم تهویه نیز به هر دلیل از کار افتاده باشد، استفاده از سیستم حفاظت تنفسی فشار مثبت خود تأمین (SCBA[1]) برای اطفاء نشت ضروری است.

۳-۵ واکنش سریع و اطفاء نشت

۳-۵-۱ خود و دیگران را در برابر تماس با محلول محافظت کنید.

۳-۵-۲ همه‌ی افراد را از فضای نشت دور کرده و از ورود افراد غیر مجاز جلوگیری کنید.

۳-۵-۳ اگر متوقف کردن نشت از منبع آن، به نحوی ایمن مقدور است، این کار را انجام دهید.

۳-۵-۴ نشت را در کوچک ترین فضای ممکن محدود کنید. از ورود سدیم هیپوکلریت به مجاری فاضلاب، نهرها، جویبارها و زمین‌های غیر مسطح جلوگیری نمایید.

۳-۵-۵ با استفاده از خاک، مواد بی اثر یا جاذب، موانعی شبیه به خاکریز در سر راه مایع نشت کرده ایجاد کنید تا نشت آن محدود شود.

۳-۵-۶ از آلوده شدن مایع نشت کرده با مواد اسیدی جلوگیری کنید چون باعث آزاد شدن گاز کلر می‌شود.

---

۱. Self Contained Breathing Apparatus

۳-۵-۷ از استفاده از خاک اره یا دیگر مواد سوختنی برای اطفاء نشت خودداری کنید.

۳-۶ تجهیزات ضد انفجار

ممکن است لازم باشد برخی یا همه‌ی اجزای سامانه‌ی OSG از الزامات تجهیزات ضد انفجار تبعیت کنند. الزام و تعیین اجزای ضد انفجار اجباری با توجه به شرایط محیطی و نظر کارفرما تعیین می‌شود. لازم به ذکر است طبق قوانین اتحادیه اروپا، تجهیزات ضد انفجار باید دارای برچسبی مانند برچسب‌های نمونه‌ی ارائه شده در شکل ۳-۲ باشند.

شکل ۳-۲- برچسب نمونه‌ی تجهیزات ضد انفجار

۳-۶-۱ نمادها و علائم تجهیزات ضد انفجار

در

جدول ۳-۱ برخی علائم مندرج در برچسب‌های ضد انفجار ذکر شده‌اند. دسته‌بندی‌های تجهیزات ضد انفجار به شکل زیرند؛

۳-۶-۱-۱ گروه بندی تجهیزات[۱]

۳-۶-۱-۱-۱ معدن: I

۳-۶-۱-۱-۲ صنعتی (غیر از معدن) : II

۳-۶-۱-۲ دسته بندی تجهیزات[۲]

۳-۶-۱-۲-۱ عدد۱: حفاظت خیلی بالا برای استفاده در ناحیه‌های[۳] ۰، ۱، ۲، ۲۰، ۲۱، ۲۲

۳-۶-۱-۲-۲ عدد ۲= حفاظت بالا برای استفاده از Zone ۱، ۲ و ۲۱، ۲۲

۳-۶-۱-۲-۳ عدد ۳= حفاظت معمولی برای استفاده در Zone ۲ و ۲۲

۱. Equipment group

۲. Equipment category

۳. Zones

جدول ۳-۱- انواع مختلف تجهیزات ضدانفجار همراه با استاندارد مربوطه

ماهیت	نماد	توصیف	دسته	استاندارد EN
ملزومات کلی				۵۰۰۱۴
مستغرق در روغن Oil immersion	Ex o	گاز قابل انفجار با مستغرق نمودن منبع احتراق در روغن مهار می‌شود.	۲	۵۰۰۱۵
تحت فشار pressurised	Ex p	گاز قابل انفجار با احاطه شدن منبع احتراق توسط گاز نجیبِ تحت فشار مهار می‌شود.	۲	۵۰۰۱۶
انباشته از پودر Powder filled	Ex q	گاز قابل انفجار با فرو بردن منبع احتراق در شن مهار می‌شود.	۲	۵۰۰۱۷
ضدشعله Flameproof	Ex d	احتراق با پوشش بیرونی دستگاه مهار شده و باعث احتراق اتمسفر قابل انفجار پیرامون خود نمی‌شود.	۲	۵۰۰۱۸
ایمنی مضاعف Increased safety	Ex e	طراحی این تجهیزات احتمال تولید جرقه، قوس الکتریکی یا سطوح داغ را از بین می‌برد	۲	۵۰۰۱۹
ایمنی ذاتی Intrinsic safety	Ex ia	انرژی در مدار و دمای اجزاء دستگاه به سطحی ایمن کاهش یافته است.	۱	۵۰۰۲۰
	Ex ib		۲	
غیر آتش افروز Non-incendive	Ex n	در عملکرد عادی و نرمال دستگاه، گاز قابل انفجار محترق نخواهد شد. بروز نقص غیرمحتمل است.	۳	۵۰۰۲۱
پوشینه دارسازی Encapsulation	Ex m	گاز آتشگیر با قرار دادن منبع احتراق در رزین مهار می‌شود.	۲	۵۰۰۲۸

جدول ۳-۲- جدول نماد گروه گازها

گروه بندی گاز	مواد	حداقل انرژی احتراق
I	متان	۲۸۰ میکروژول
AII	پروپان	۲۵۰ میکروژول
BII	اتیلن	۷۰ میکروژول
CII	هیدروژن/استیلن	۱۱/۲۰ میکروژول
II	تمام گازها	

جدول ۳-۳- تعریف ناحیه‌های مختلف

شماره‌ی ناحیه یا Zone	تعریف
Zone ۰	مکانی که در آن یک اتمسفر انفجاری متشکل از مواد آتشگیر به شکل گاز، بخار یا میست به طور مستمر یا برای دوره‌های زمانی طولانی مدت یا به صورت متناوب، در آن وجود دارد.
Zone ۱	مکانی که در آن یک اتمسفر انفجاری متشکل از مواد آتشگیر به شکل گاز، بخار یا میست احتمالاً گاه گاهی در عملکرد نرمال تشکیل می‌شود.
Zone ۲	مکانی که در آن یک اتمسفر انفجاری متشکل از مواد آتشگیر به شکل گاز، بخار یا میست احتمالاً در عملکرد نرمال تشکیل نمی‌شود اما چنانچه تشکیل شود، فقط برای دوره ی زمانی کوتاهی ادامه خواهد داشت.
Zone ۲۰	مکانی که در آن یک اتمسفر انفجاری به شکل ابری از ذرات سوختنی در هوا، به صورت مستمر یا برای دوره‌های زمانی طولانی یا به صورت متناوب وجود دارد.
Zone ۲۱	مکانی که در آن یک اتمسفر انفجاری به شکل ابری از ذرات سوختنی در هوا، احتمالاً گاه گاهی در عملکرد نرمال تشکیل می‌شود.
Zone ۲۲	مکانی که در آن یک اتمسفر انفجاری به شکل ابری از ذرات سوختنی در هوا، احتمالاً در عملکرد نرمال تشکیل نمی‌شود اما چنانچه تشکیل شود، فقط برای دوره ی زمانی کوتاهی ادامه خواهد داشت.
* عملکرد نرمال به معنی شرایطی است که در آن تأسیسات در پارامترهای طراحی خود مورد استفاده قرار می‌گیرند. * تعاریف فوق مطابق با EC directiveاست.	

۳-۶-۱-۳ طبقه بندی درجه حرارت کار دستگاه

تجهیز ضد انفجار باید به نحوی انتخاب شود که درجه حرارت سطح آن هرگز به درجه حرارت اشتعالِ گاز یا غبار یا ماده ی قابل اشتعال دیگری که در مجاورت آن قرار دارد، نزدیک نشود تا باعث ایجاد خطر نگردد. علائم T۱ تا T۶ مندرج بر روی تجهیزات، حداکثر درجه حرارت سطح آنها را مشخص می‌کند که شامل موارد ذیلاست.

جدول ۳-۴- فرم توضیحات درجه‌ی حفاظت دو رقمی (IP)

عدد اول	
عدد	**درجه‌ی حفاظت**
۰	هیچ گونه حفاظتی در برابر قسمت‌های برق دار و یا متحرک داخل دستگاه و همچنین هیچ گونه حفاظتی در برابر ورود اجسام خارجی به داخل محفظه آن وجود ندارد.
۱	در برابر تماس‌های اتفاقی یا غیر عمدی با قسمت‌های برق دار یا متحرک دستگاه حفاظت شده ولی عمداً و با اراده می‌توان به قسمت‌های برق‌دار و یا متحرک دستگاه دست زد (با پشت دست یا مشت) و به طور خلاصه دستگاه در برابر ورود اشیائی با قطر بزرگ‌تر از ۵۰ میلی متر حفاظت شده است.
۲	قسمت‌های برق‌دار و یا متحرک داخل دستگاه در برابر تماس با انگشتان محافظت شده و یا به عبارت دیگر دستگاه در برابر ورود اشیاء خارجی با قطر بزرگ‌تر از ۱۲ میلی متر حفاظت شده است.
۳	قسمت‌های برق دار و یا متحرک داخل دستگاه در برابر ورود ابزار، سیم و هر چیز دیگر با قطر بیش از ۲/۵ میلی متر حفاظت شده و به طور کلی اشیائی با قطر بزرگ‌تر از ۲/۵ میلی متر نمی‌توانند وارد دستگاه شوند.
۴	قسمت‌های برق‌دار و یا متحرک داخل دستگاه در برابر ورود اجسام خارجی با بیش از یک میلی متر ضخامت، محافظت شده است.
۵	حفاظت کامل در برابر تماس با قسمت‌های برق دار یا متحرک دستگاه تأمین شده اما منفذهای ورود گرد و غبار به داخل دستگاه به طور کامل مسدود نشده است. با این حال گرد و غباری که وارد دستگاه می‌شود باعث اختلال در سیستم داخلی و عملکرد دستگاه نمی‌گردد.
۶	قسمت‌های برق‌دار و یا متحرک داخل دستگاه به طور کامل در برابر تماس‌های خارجی حفاظت شده و مطلقاً منفذی جهت ورود گرد و غبار به داخل دستگاه وجود ندارد.
عدد بعدی	
عدد	**درجه‌ی حفاظت**
۰	دستگاه هیچ گونه حفاظتی در برابر آب ندارد.
۱	دستگاه در برابر قطرات متراکم شده یا باران سبک که به طور قائم از بالا بر روی قاب آن می‌چکد، محافظت شده است.
۲	دستگاه در برابر بارانِ سبکِ همراه با باد که با زاویه ۱۵ درجه نسبت به خط قائم به بدنه آن ببارد، حفاظت شده است.
۳	دستگاه در برابر باران سنگین و افشانه (پاشش) آب که با زاویه ۶۰ درجه نسبت به خط قائم به بدنه آن ببارد، حفاظت شده است.
۴	دستگاه در برابر افشانه (پاشش) آب در تمام جهات به بدنه آن، حفاظت شده است.
۵	دستگاه در برابر جریان آبِ کم فشار (و شستشوی مداوم با شیلنگ آب)، در تمام جهات به بدنه آن، و در شرایط معین (یعنی امکان ورود محدود شده به داخل دستگاه) حفاظت شده و خطر جدی برای دستگاه ندارد.
۶	دستگاه در برابر جریان آبِ پر فشار (و با امکان ورود محدود شده به داخل دستگاه)، در تمام جهات به بدنه آن، مانند موقعیت خاص عرشه کشتی‌ها حفاظت شده و در این شرایط آب وارد دستگاه نمی‌شود.
۷	دستگاه در برابر غوطه ور شدن در آب، در عمق ۱۵ سانتی متر تا یک متر، حفاظت شده و وقتی جسم در داخل مایع یک تانکر غوطه ور است، آب وارد دستگاه نمی‌شود.
۸	دستگاه در برابر غوطه ور شدن دائمی در آب و (که تحت فشار هم باشد) حفاظت شده وآب وارد آن نمی‌شود (برای استفاده در ماشین آلات و دستگاه‌های بازیافت غول پیکر) .

جدول ۳-۵- نماد گروه گازها

ردیف	نماد	تعریف
۱	T۱	کم‌تر از ۴۵۰ °C (۸۴۲ °F)
۲	T۲	کم‌تر از ۳۰۰ °C (۵۷۲ °F)
۳	T۳	کم‌تر از ۲۰۰ °C (۳۹۲ °F)
۴	T۴	کم‌تر از ۱۳۵ °C (۲۷۵ °F)
۵	T۵	کم‌تر از ۱۰۰ °C (۲۱۲ °F)
۶	T۶	کم‌تر از ۸۵ °C (۱۸۵ °F)

۳-۷ منابع اختصاصی این بخش[۱]

۳-۷-۱ منابع مربوط به ایمنی برق

۱- سازمان ملی استاندارد ایران، استاندارد ملی شماره ۱-۱۹۳۷ با عنوان "تأسیسات الکتریکی ساختمان ها، قسمت۱: اصول اساسی، ارزیابی مشخصه‌های کلی و اصطلاحات و تعاریف"

۲- آیین نامه حفاظتی تأسیسات و وسایل الکتریکی در کارگاه ها

۳- آیین نامه و مقررات ایمنی کار روی خطوط و تجهیزات برق دار

۴- آیین‌نامه ایمنی سیستم اتصال به زمین (ارتینگ)

۵- کتاب راهنمای کاربردی استقرار، طرح ریزی، پیاده سازی و توسعه سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، مصطفی کرمی، انتشارات امید مهر، ۱۳۸۹

۳-۷-۲ منابع مربوط به ایمنی هیدروژن و تجهیزات ضد انفجار

۱- سری کتاب‌های ایمنی فرآیند، خطرات ناشی از برق و الکتریسیته ساکن، ترجمه دکتر مصطفی میرزائی علی آبادی و مهندس مرتضی نصرتی، نشر فن آوران، نوبت چاپ اول، ۱۳۹۳.

۱. منابع مربوط ولی مشترک با دیگر قسمت‌ها در فصل منابع معرفی شده‌اند.

۲- سازمان ملی استاندارد ایران، "استاندارد ملی شماره ۲۱۵۵۷- ملاحظات اساسی در ایمنی سامانه‌های هیدروژن"، چاپ اول، ۱۳۹۵.

۳- NFPA® ۴۹۷, “Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, ۲۰۱۲ edition.

۴- “On minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres”, DIRECTIVE ۱۹۹۹/۹۲/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of ۱۶ December ۱۹۹۹, (۱۵th individual Directive within the meaning of Article ۱۶ (۱) of Directive ۸۹/۳۹۱/EEC)

۵- WHITE’S HANDBOOK OF CHLORINATION AND ALTERNATIVE DISINFECTANTS On-Site Sodium Hypochlorite Generation System,۲۰۱۰, ۱۵th ed, Black & Veatch Corporation,

۶- www.HydrogenSafety.info

۷- American Water Works Association, "Manual of Water Supply Practices, On-Site Generation of Hypochlorite—M۶۵", First Edition, ۲۰۱۵.

۸- “Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part ۲۰: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus”.IEC/TR۳ ۶۰۰۷۹-۲۰-۱۹۹۶.

فصل چهارم
اطلاعاتی که باید توسط پیمانکار ارائه شوند

زهرا علیزاده

۴-۱ مقدمه

در این بخش اطلاعاتی که باید توسط سازنده/فروشنده ارائه‌شوند معرفی شده‌اند. لازم به ذکر است جمع‌بندی انجام شده در این بخش منافی موارد ذکر شده در متن نبوده و مواردی که در متن دیگر فصل‌ها اعلام شده‌اند نیز باید همراه با اطلاعات خواسته شده در این فصل ارائه شوند. در برخی موارد علاوه بر اطلاعات مورد درخواست شرایطی نیز برای انجام مراحل مختلف نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و خدمات پس از فروش ذکر شده است که همگی جزو شرح خدمات بوده و اجرای آنها برای سازنده/فروشنده الزامی است. لازم به ذکر است علاوه بر نظارت عالیه‌ی کارفرما، بررسی اعتبار و اصالت همه‌ی مدارک خواسته شده باید جزو خدمات بازرسی نیز قرار گرفته و کارفرما مکلف است بازرس مورد تایید را انتخاب و به سازنده/فروشنده اعلام نماید. همه‌ی مدارک ارائه شده باید به صورت کتبی و طی نامه‌ی رسمی به کارفرما ارائه شوند و این مدارک تنها با تایید اولیه‌ی بازرس و تایید نهایی کارفرما معتبر خواهند بود.

۴-۲ جداول اطلاعاتی

در اینجا به جداولی که باید توسط سازنده/فروشنده تکمیل شوند اشاره می‌شود. لازم به ذکر است جداول حاضر حداقل اطلاعات الزامی لازم را در برمی‌گیرند و ممکن است سازنده/فروشنده با توجه به طراحی خاص خود الزامات اضافی را در مدارک خود و به عنوان الزامات امکان‌سنجی کارایی سامانه‌ی OSG در محل و با شرایط مد نظر کارفرما یا الزامات مراحل نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری ارائه دهد. همچنین ممکن است کارفرما با توجه به شرایط، موارد اضافی درخواست نماید که سازنده/فروشنده مکلف به ارائه‌ی آنها است.

مواردی که از شرکتها درخواست می‌شوندعبارتند از؛

۴-۲-۱ جدول ۴-۱ شامل الزامات کیفیت آب ورودی به دستگاه الکترولیز محلول آب نمک

۴-۲-۲ جدول ۴-۲ شامل الزامات کیفیت نمک کلرید سدیم مصرفی

۴-۲-۳ جدول ۴-۳ شامل اطلاعات مربوط به مصرف یا تولید مواد یا انرژی

جدول ۴-۱- الزامات کیفیت آب ورودی به دستگاه الکترولیز محلول آب نمک

ردیف	عامل	محدوده	ردیف	عامل	محدوده
۱	pH		۶	نیکل	
۲	سختی		۷	فلوراید	
۳	TOC		۸	کلرین	
۴	آهن		۹	محدوده دمای آب	
۵	منگنز				
دیگر موارد مطابق با طراحی سازنده:					

جدول ۴-۲- الزامات کیفیت نمک کلرید سدیم مصرفی

ردیف	عامل	محدوده	ردیف	عامل	محدوده
۱	درصد خلوص		۱۳	بروماید	
۲	سولفات کلسیم		۱۴	کلسیم و منیزیم ((as Ca	
۳	کلرید منیزیم		۱۵	سولفاتها (as SO_4))	
۴	کلرید کلسیم		۱۶	کلسیم (در همه فرمها)	
۵	سولفات منیزیم		۱۷	منیزیم (در همه فرمها)	
۶	Insolubles		۱۸	افزودنیها (Additive)	
۷	رطوبت (as H۲O)		۱۹	استرانسیوم	
۸	سرب		۲۰	باریم	
۹	مس		۲۱	سلیکا	
۱۰	آهن (as Fe))		۲۲	ید	
۱۱	فلوراید		۲۳	کروم	
۱۲	منگنز			نیکل	
دیگر موارد مطابق با طراحی سازنده:					

جدول ۴-۳- مصرف یا تولید مواد یا انرژی

ردیف	عامل	محدوده
۱	برق مصرفی برای کل سامانه‌ی OSG؛ به ازای کیلووات مصرفی برق AC برای تولید هر کیلوگرم FAC[۱ و ۲]	
	بازده انرژی* (ECE[۳])	
	بازده فارادی** (FE[۴])	
۲	نمک مصرفی؛ به ازای کیلوگرم مصرفی برای تولید هر کیلوگرم FAC	
	بازده تبدیل نمک*** (SCE[۵])	
۳	آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی؛ به ازای لیتر مصرفی برای تولید هر کیلوگرم FAC	
۴	اسید مصرفی‡ (نوع اسید مشخص شود) ؛ به ازای کیلوگرم مصرفی برای تولید هر کیلوگرم FAC	
۵	گاز هیدروژن تولیدی؛ به ازای حجم تولیدی برای تولید هر کیلوگرم FAC	
دیگر موارد مطابق با طراحی سازنده:		

* بازده تبدیل انرژی نشان دهنده‌ی انرژی لازم، با واحد kWh، برای تولید یک واحد FAC است. تفاوت ECE با برق مصرفی برای تولید یک واحد FAC در این است که E`CE انرژی مصرفی در الکترودها را نشان می‌دهد که کم‌تر از برق مصرفی کل دستگاه است. البته عموماً بیش از ٪۹۰ انرژی مصرفی کل مربوط به انرژی مصرفی در الکترودها است.

$$\boldsymbol{ECE = Energy\ (kWh)\ /Mass\ of\ FAC\ produced}$$

** بازده فارادی نسبت کل الکترون‌های عبوری از محلول آب نمک و تعداد الکترون‌های مصرفی برای تولید کلر فعال را نشان می‌دهد. FE با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود. FE باید در چند ثانیه اول الکترولیز اندازه‌گیری شود.

$$\boldsymbol{FE = [FAC\ mass\ (g)]/\left[\left(\frac{\text{Coulombs passed}}{\text{96493 Coulombs}}\right) \times 35.453\ \frac{g}{eq}\ of\ FAC\right]}$$

*** ممکن است نمک مصرفی بر اساس بازده تبدیل نمک [به کلر فعال] یا SCE بیان شود. محاسبه‌ی SCE باید بر اساس نمک مصرفی و کلر تولیدی در یک زمان و مدت برابر انجام شود. $\boldsymbol{SCE = NaCl\ Mass/FAC\ Mass}$

‡ لازم است نوع اسید، غلظت آن، مقدار و تواتر شستشو (تعداد در ماه) مشخص شود. در صورت تاثیر شرایط آب و هوایی و تغییر فصل ممکن است چند تواتر برای دوره‌های زمانی خاص یا فصول مختلف معرفی شوند.

---

۱. Free Active Chlorine (FAC)

۲. با اندازه‌گیری حجم و غلظت محلول تولیدی و از ضرب این دو در یکدیگر، جرم کلر فعال تولیدی به دست می‌آید.

۳. Energy conversion efficiency (ECE)

۴. Faradaic Efficiency (FE)

۵. Salt Conversion Efficiency (SCE)

فصل پنجم
آزمون‌های کیفیت در آب آشامیدنی و محلول سدیم هیپوکلریت تولیدی

زهرا علیزاده

۵-۱ مقدمه

از آنجایی که کیفیت آب خام در نقاط مختلف با هم متفاوت است لذا در اینجا کیفیت آب ژاول خروجی از دستگاه الکترولیز محلول آب نمک جهت ارزیابی مورد توجه قرار می‌گیرد. در خصوص آب آشامیدنی ماده‌ی گندزدا باید قابلیت ایجاد ویژگی‌های میکروبیولوژی آب در حدی که مطابق استاندارد ملی شماره ۱۰۱۱ با عنوان "آب آشامیدنی– ویژگی‌های میکروبیولوژی" باشد را داشته باشد. به علاوه پارامترهایِ میزان کلر آزاد باقی‌مانده، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و آزمون محصولات جانبی گندزدایی و ... نیز باید الزامات استاندارد ملی ۱۰۵۳ با عنوان "آب آشامیدنی- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی" را رعایت نماید. در جدول ۵-۱ بعضی از پارامترهایی که باید مطابق با استاندارد ۱۰۵۳ یا استانداردهای معتبری نظیر EPA و NSF یا استاندارد کانادا در آب آشامیدنی گندزدایی شده مورد آزمون قرار گیرند آمده‌اند.

۵-۲ آزمون‌های کیفیت روی آب ژاول

به منظور ارزیابی کیفی آب ژاول تولید شده توسط سامانه‌ی OSG و در مواردی که استاندارد ملی برای آنها تعریف نشده است، استاندارد NSF/ANSI ۶۱ ملاک عمل است. طبق استاندارد۶۱ NSF برای سدیم هیپوکلریت تولید در محل باید فلزات، شامل آنتیموان، آرسنیک، باریم، برلیوم، کادمیم، کروم، مس، سرب، جیوه، سلنیوم، تالیوم، آنیون‌های برمات، کلرات، کلریت و پرکلرات و مواد آلی فرار[۱] اندازه‌گیری شوند.

هیپوکلریتی که از طریق سامانه‌ی OSG تولید می‌شود، نمی‌تواند NSF/ANSI۶۰ را اخذ نماید زیرا شریط نگهداری و کیفیت نمکی که در فرآیند تولید استفاده می‌شود، نامعلوم است. با این وجود می‌توان برای نمکی که در فرآیند OSG استفاده می‌شود استاندارد NSF/ANSI۶۰ را اخذ نمود.

۱. Volatile Organic Compounds (VOCs)

برای محاسبه‌ی بیشینه غلظتی که یک ماده‌ی افزودنی اجازه دارد به آب آشامیدنی اضافه نماید (SPAC)[۱] سهم پتانسیل یک پارامتر را که می‌تواند از چندین ماده به سیستم آب آشامیدنی و شبکه‌ی توزیع راه یابد را به حساب می‌آورند زیرا در هر سیستم تصفیه‌ی آب و شبکه‌ی توزیع انواع گوناگونی از مواد ممکن است به آب اضافه شده یا در تماس با آب آشامیدنی باشند. با محاسبه‌ی SPACسهم یک پارامتر از تمام منابع احتمالی به آب آشامیدنی را در نظر می‌گیریم. اطلاعات بیشتر در ۶۱ NSF/ANSIآمده‌اند.

جدول ۵-۱- پارامترهای شیمیایی-آب آشامیدنی

ردیف	محصولات جانبی گندزدایی	استاندارد	حداکثر مجاز (میلی گرم در لیتر)
۱	برمات	۱۰۵۳	۰/۰۱
۲	کلرات	۱۰۵۳	۰/۷
۳	کلریت	۱۰۵۳	۰/۷
۴	پرکلرات	USEPA	۰/۰۱۵
۵	تری هالومتان کل	US	۰/۰۸۰
۶	بروموفرم	۱۰۵۳	۰/۱
۷	کلروفرم	۱۰۵۳	۰/۳
۸	دی برومو کلرومتان	۱۰۵۳	۰/۱
۹	برومودی کلرومتان	۱۰۵۳	۰/۰۶
۱۰	هالو استیک اسیدها (HAAs)	US	۰/۰۶۰
۱۱	مونوکلرو استیک اسید	۱۰۵۳	۰/۰۲
۱۲	تری کلرو استیک اسید	۱۰۵۳	۰/۲
۱۳	مونوبرومو استیک اسید	Canada	۰/۰۸
۱۴	دی کلرو استیک اسید	۱۰۵۳	۰/۰۵
۱۵	دی برومو استیک اسید	Canada	۰/۰۸
-	**فلزات سنگین**	**استاندارد**	**حداکثر مجاز (میلی گرم در لیتر)**
۱۶	آنتیموان (Sb)	۱۰۵۳	۰/۰۲
۱۷	ارسنیک (As)	۱۰۵۳	۰/۰۱
۱۸	باریم (Ba)	۱۰۵۳	۰/۷
۱۹	برلیوم (Be)	NSF/ANSI ۶۰	۰/۰۰۴
۲۰	کادمیم (کل) (Cd)	۱۰۵۳	۰/۰۰۳
۲۱	مس (Cu)	۱۰۵۳	۲

۱. Single Product Allowable Concentration (SPAC)

ردیف	محصولات جانبی گندزدایی	استاندارد	حداکثر مجاز (میلی گرم در لیتر)
۲۲	سرب (Pb)	۱۰۵۳	۰/۰۱
۲۳	جیوه (Hg)	۱۰۵۳	۰/۰۰۶
۲۴	سلنیوم (Se)	۱۰۵۳	۰/۰۱
۲۵	تالیوم (Tl)	NSF/ANSI ۶۰	۰/۰۰۲
–	**مواد گندزدا**	**استاندارد**	**حداکثر مجاز (میلی گرم در لیتر)**
۲۶	کلرین ($as\ Cl_2$)	۱۰۵۳	۵

۳-۵ محصولات جانبی گندزدایی

وقتی ماده‌ای گندزدا به آب اضافه می‌شود احتمال تشکیل محصولات جانبی گندزدایی وجود دارد. به این ترتیب با افزودن سدیم هیپوکلریت (کارخانه‌ای یا تولید در محل) به آب نیز محصولات جانبی آلی مانند تری‌هالومتان‌ها و هالواستیک اسیدها و محصولات جانبی معدنی نظیر کلرات (ClO_3^-)، پرکلرات (ClO_4^-)، کلریت (ClO_2^-) و برمات (BrO_3^-) تولید می‌شوند. در این خصوص باید توجه داشت که (۱) میزان پرکلرات بسته به دما و غلظت و مدت زمان ذخیره محلول می‌تواند افزایش یابد، (۲) کلرات می‌تواند در حین تولید یا در طول انبارش افزایش غلظت یابد که تابعی از زمان، دما و دیگر عوامل است، (۳) SPAC برای برمات در حد میکروگرم یعنی دقیقاً ۰/۵ µg به ازای هر هر میلی گرمِ FAC است[۱].

لازم به ذکر است اکسی‌هالیدها نیز حین فرآیند الکترولیز آب نمک و تولید محلول سدیم هیپوکلریت ایجاد می‌شوند.

۱. میزان محصولات جانبی معدنی به مقدار FAC وابسته است لذا آنها را بر حسب FAC بیان می‌کنند.

جدول ۵-۲- پارامترهای شیمیایی آب ژاول؛ فلزات سنگین

ردیف	فلزات سنگین	استاندارد مبنا	SPAC (mg/l)
۱	آنتیموان (Sb)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۶
۲	ارسنیک (As)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۱
۳	باریم (Ba)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۲
۴	برلیوم (Be)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۴
۵	کادمیم (کل) (Cd)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۶	مس (Cu)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۱۳
۷	کروم (کل) (Cr)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۸	سرب (Pb)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۱۵
۹	جیوه (Hg)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۲
۱۰	سلنیوم (Se)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۵
۱۱	تالیوم (Tl)	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۲

جدول ۵-۳- پارامترهای شیمیایی آب ژاول؛ آنیون‌ها

ردیف	محصولات جانبی گندزدایی	استاندارد	SPAC (mg/l)
۱	برمات	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۳
۲	کلرات	NSF/ANSI ۶۱	۰/۲
۳	کلریت	NSF/ANSI ۶۱	۰/۱
۴	پرکلرات	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۵

جدول ۵-۴- پارامترهای شیمیایی آب ژاول؛ مواد آلی فرار- مرحله‌ی اول[۱]

ردیف	مواد آلی فرار (VOCs)		استاندارد	SPAC (mg/l)
۱	بنزن	Benzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۲	کربن تتراکلراید	Carbon Tetrachloride	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۳	۱ و ۲ دی کلرواتان	۱, ۲-Dichloroethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۴	تری کلرو اتیلن	Trichloroethylene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۵	پارا دی کلرو بنزن	p-Dichlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۷۵
۶	۱ و ۱ دی کلرو اتیلن	۱, ۱-Dichloroethylene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۷

۱. Defined as Regulated Contaminants by USEPA

ردیف	مواد آلی فرار (VOCs)		استاندارد	SPAC (mg/l)
۷	۱و۱و۱ تری کلرو اتان	۱،۱،۱-Trichloroethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۲
۸	وینیل کلرید	Vinyl Chloride	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۲
۹	سیس-۱و۲ دی کلرو اتیلن	cis-۱, ۲-Dichloroethylene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۷
۱۰	۱و۲ دی کلرو پروپان	۱, ۲-Dichloropropane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۱۱	اتیل بنزن	Ethylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۷
۱۲	مونوکلروبنزن	monoChlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۱۳	اورتو دی کلروبنزن	o-Dichlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۶
۱۴	استیرن	Styrene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۱۵	تتراکلرواتیلن	Tetrachloroethylene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۱۶	تولوئن	Toluene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۱
۱۷	ترانس- ۱و۲ دی کلرواتیلن	trans-۱, ۲-Dichloroethylene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۱۸	زایلن‌ها (کل)	Xylenes (Total (	NSF/ANSI ۶۱	۱
۱۹	دی کلرومتان	Dichloromethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵
۲۰	۱و۲و۴ تری کلرو بنزن	۱, ۲, ٤-Trichlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۷
۲۱	۱و۱و۲ تری کلرو اتان	۱, ۱, ۲-Trichloroethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۵

جدول ۵-۵- مرحله دوم[1] مواد آلی فرار- آب ژاول

ردیف	مواد آلی فرار (VOCs)		استاندارد	SPAC (mg/l)
۱	کلروفرم	Chloroform	NSF/ANSI ۶۱	N/A
۲	برمو دی کلرومتان	Bromodichloromethane	NSF/ANSI ۶۱	N/A
۳	کلرو دی برومو متان	Chlorodibromomethane	NSF/ANSI ۶۱	N/A
۴	۱و۱ دی کلرو پروپن	۱, ۱-Dichloropropene	NSF/ANSI ۶۱	-
۵	۱و۱ دی کلرو اتان	۱, ۱-Dichloroethane	NSF/ANSI ۶۱	-
۶	۱و۱و۲و۲ تتراکلرواتان	۱, ۱, ۲, ۲-Tetrachloroethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۲

۱. Defined as Unregulated Contaminants by USEPA

ردیف	مواد آلی فرار (VOCs)		استاندارد	SPAC (mg/l)
۷	۱و۳ دی کلرو پروپان	۱, ۳-Dichloropropane	NSF/ANSI ۶۱	–
۸	کلرومتان	Chloromethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۳
۹	برومومتان	Bromomethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۱
۱۰	n-پروپیل بنزن	n-Propylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۱۱	ترشری بوتیل بنزن	tert-Butylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۱۲	برومو کلرو متان	Bromochloromethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۹
۱۳	نفتالن	Naphthalene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۱۴	۱و۳و۵ تری متیل بنزن	۱, ۳, ۵-Trimethylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۱۵	۲و۲ دی کلرو پروپان	۲, ۲-Dichloropropane	NSF/ANSI ۶۱	–
۱۶	۱و۲و۳ تری کلرو بنزن	۱, ۲, ۳-Trichlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۱۷	فلورو تری کلرومتان	Fluorotrichloromethane	NSF/ANSI ۶۱	–
۱۸	۱و۲و۳ تری کلرو پروپان	۱, ۲, ۳-Trichloropropane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۴
۱۹	۱و۱و۱و۲ تتراکلرواتان	۱, ۱, ۱, ۲-Tetrachloroethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۱
۲۰	کلرواتان	Chloroethane	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۴
۲۱	متا-دی کلرو بنزن	m-Dichlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۶
۲۲	اورتو-کلروتولوئن	o-Chlorotoluene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۲۳	پارا-کلروتولوئن	p-Chlorotoluene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۱
۲۴	برومو بنزن	Bromobenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۲۵	۱و۳-دی کلرو پروپن (تمامی ایزومرها سیس و ترانس)	۱, ۳-Dichloropropene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۰۰۴ (کل)
۲۶	۱و۲و۳ تری کلروبنزن	۱, ۲, ۳-Trichlorobenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۲۷	ایزوپروپیل بنزن	Isopropylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۷
۲۸	Sec-بوتیل بنزن	sec-Butylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	–
۲۹	دی کلرو دی فلوئورو متان	Dichlorodifluoromethane	NSF/ANSI ۶۱	–
۳۰	n-بوتیل بنزن	n-Butylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	–

ردیف	مواد آلی فرار (VOCs)		استاندارد	SPAC (mg/l)
۳۱	هگزا کلرو بوتا دی ان	Hexachlorobutadiene	NSF/ANSI ۶۱	-
۳۲	۱و۲و۴ تری متیل بنزن	۱, ۲, ۴-Trimethylbenzene	NSF/ANSI ۶۱	۰/۰۵
۳۳	پارا-ایزوپروپیل تولوئن	p-Isopropyltoluene	NSF/ANSI ۶۱	-

۵-۴ مراجع استاندارد برای روش‌های آزمون

مراجع و دستورعمل‌های استانداردی که روش آزمون انواع آلاینده‌ها را به دست می‌دهند عبارتند از؛

۵-۴-۱ محصولات جانبی گندزدایی

بسته به اینکه نمونه برداری از آب آشامیدنی یا از آب ژاول تولیدی دستگاه الکترولیز و یا آب ژاول تولیدی کارخانجاتاست می‌توان از فلودیاگرام مندرج در شکل ۵-۱ استفاده نمود. روش آزمون انواع محصولات جانبی از استانداردها یا دستورعمل‌های زیر قابل برداشت‌اند.

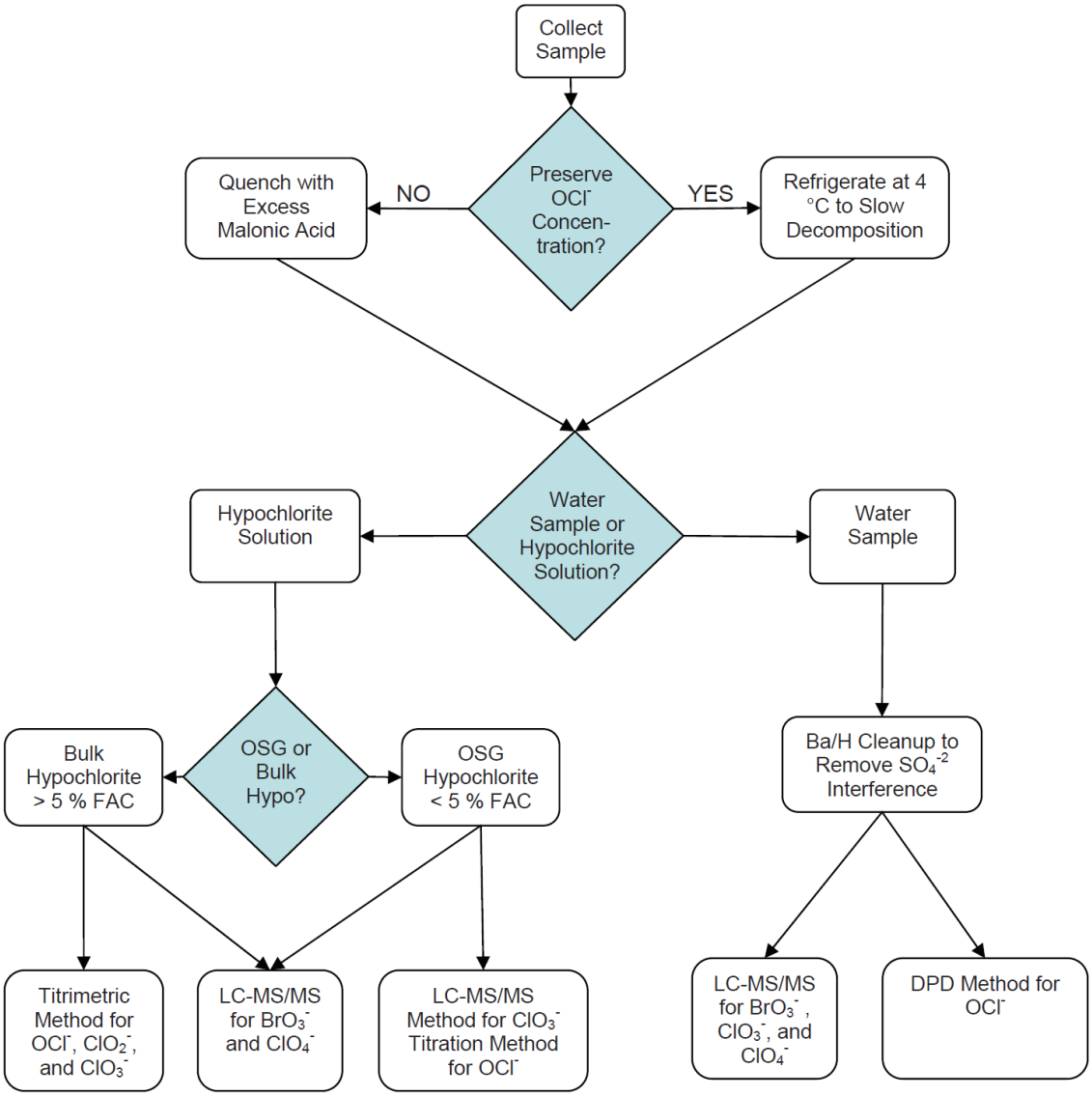
۵-۴-۱-۱ "Method ۳۳۱,۰ - Determination of Perchlorate in Drinking Water by Liquid Chromatography Electrospray Ionization Mass Spectrometry", ۲۰۰۵.

۵-٤-۱-۲ "Method ۳۰۰,۱: Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography," Revision ۱,۰, ۱۹۹۷.

۵-۴-۱-۳ "Method ۳۱۷,۰ Determination of Inorganic Oxyhalide Disinfection Byproducts in Drinking Water Using Ion Chromatography With the Addition of A Postcolumn Reagent for Trace Bromate Analysis", Revision ۲,۰, ۲۰۰۱.

۵-۴-۱-۴ "Method ۳۱۴,۲: Two-Dimensional Ion Chromatography for Trace Perchlorate in Drinking Water", ۲۰۰۸.

۵-۴-۱-۵ "Method ۳۳۱: Perchlorate in water by LC/EMI/MS. Official Name: Determination of perchlorate in water by liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry", ۲۰۰۵.



شکل ۵-۱- دیاگرام تصمیم‌گیری جهت نمونه‌برداری و آنالیز آزمون‌های محصولات جانبی آب ژاول

۵-۴-۲ فلزات سنگین

۵-۴-۲-۱ "Method ۲۰۰,۸: Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrmetry", ۱۹۹۴.

۵-۴-۳ مواد آلی فرار

۹- "Method ۵۲۴.۳: Measurement of Purgeable Organic Compounds in Water by Capillary Column Gas Chromatography/Mass Spectrometry", ۲۰۰۹.

فصل ششم
ارزیابی سازندگان/فروشندگان سامانه‌های تولید درجای سدیم هیپوکلریت از طریق الکترولیز محلول آب نمک

غلامرضا احمری

۶-۱ شرایط اجرای مناقصه[۱]

انتخاب ظرفیت سامانه‌های تولید درجای محلول سدیم هیپوکلریت (OSG) بر اساس دبی آب خام مورد گندزدایی، شامل دبی‌های (۱) زیر ۳۰ لیتر در ثانیه آب خام مورد گندزدایی، (۲) بین ۳۰ تا ۱۰۰ لیتر در ثانیه آب خام مورد گندزدایی، (۳) بالاتر از ۱۰۰ لیتر تا ۱۰۰۰ لیتر در ثانیه آب خام مورد گندزدایی و (۴) بالاتر از ۱۰۰۰ لیتر بر ثانیه ($1\ m^3/s$) آب خام مورد گندزدایی و البته کیفیت آب خام و کلرخواهی آن تعیین می‌شود. در این خصوص فروشنده موظف است سوابق کاری خود را با تاکید بر سوابق انجام شده در رنج مورد مناقصه ارائه دهد و اساس امتیازدهی سوابق در همان رنج ظرفیتی است. در مرحله‌ی ارزیابی سوابق تنها فروش دستگاه ملاک عمل نبوده و سوابقی در نظر گرفته می‌شوند که منجر به نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری موفق، طی زمانی که در اوراق آمده، شده باشند.

ارزیابی و انتخاب برنده‌ی نهایی مناقصه‌ی خرید موضوع اوراق حاضر طی سه مرحله‌ی زیر برگزار می‌گردد؛

۶-۱-۱ بررسی الزامات فنی

پس از آگهی فراخوان شرکت‌کنندگان در مناقصه‌ی خرید سامانه‌ی تولید درجای سدیم هیپوکلریت (OSG) به روش الکترولیز محلول آب نمک مدارک و مستندات کیفی و فنی مورد درخواست را ارسال نموده و با توجه به جدول الزامات مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. ارزیابی کیفی شامل بررسی توان‌مندی شرکت کننده در تامین کالای استاندارد با ظرفیت خواسته شده است. در صورتی که امتیاز مجوزها یا مدارک نشان‌دهنده‌ی عدم توان‌مندی تولید یا فروش کالای استاندارد با ظرفیت خواسته شده باشند یا هر یک از بندهای الزامات اجباری رعایت نشده باشد دیگر مدارک سازنده/فروشنده‌ی ارائه دهنده‌ی پیشنهاد مورد ارزیابی قرار نخواهند گرفت.

---

۱. حتی اگر ارائه‌ی مدرکی خاص یا شرایط ارائه‌ی مدارک در این اوراق اعلام نشده باشد، فروشنده/شرکت کننده در مناقصه موظف است همه‌ی مدارکی را که برابر با قانون برگزاری مناقصات ارائه‌ی آنها الزامی است را در مرحله‌ی ارزیابی ارائه نماید.

۶-۱-۲ تایید صلاحیت شرکت پیمانکار سازنده/فروشنده‌ی سامانه

در ادامه و در صورت تایید شرکت پیشنهاد دهنده در مرحله‌ی اول، روند تصمیم‌گیری و امتیازدهی وارد مرحله‌ی بعدی یعنی ارزیابی صلاحیت سازنده/فروشنده می‌گردد. در این مرحله و در صورتی که پیشنهاد دهنده حداقل ۶۵ امتیاز[1] از مجموع امتیازهای فنی را کسب نمایند مناقصه وارد مرحله‌ی بعدی خواهد شد.

۶-۱-۳ بازگشایی پاکت‌های پیشنهاد قیمت

در مرحله‌ی سوم دریافت و بازگشایی پاکت‌های پیشنهاد قیمت انجام شده و با توجه به قیمت تراز محاسبه شده از قیمت پیشنهادی و امتیاز کسب شده، برنده‌ی مناقصه اعلام خواهد شد.

۶-۲ الزامات کلی

جدول ۶-۱ به بیان چکیده‌ای از الزاماتی که باید توسط سازنده/فروشنده‌ی سامانه‌ی OSG رعایت شوند پرداخته است. جزئیات اجرایی این الزامات که در دیگر فصل‌های این مدرک آمده‌اند نیز جزو الزامات بوده و باید به طور کامل رعایت شوند. مطابق با موارد ذکر شده در فصول قبلی ارزیابی و راستی‌آزمایی توسط کارفرما و با همکاری بازرس انتخابی وی انجام خواهد شد. در همه‌ی موارد ارائه‌ی گواهی استاندارد معتبر ملی یا بین‌المللی در مورد کل دستگاه یا جزئیات فنی، ایمنی و کیفی دستگاه یا کیفیت مواد تولیدی ارجح بر الزامات ذکر شده در کل متن حاضر بوده و الزامات ذکر شده برای بخشی که استاندارد معتبر برای آنها ارائه شود، به لحاظ بار حقوقی به توصیه تبدیل خواهد شد. در خصوص استانداردهای بین‌المللی تنها استانداردهای سازمان ملل (نظیر WHO)، آمریکای شمالی، اروپای غربی و اتحادیه‌ی اروپا قابل قبول هستند.

[1]. کارفرما می‌تواند بر اساس گستره‌ی اعلام شده در قانون برگزاری مناقصات این عدد را تغییر دهد.

جدول ۶-۱- الزامات اجباری خرید سامانه‌های OSG

ردیف	معیار
۱	ارائه‌ی گواهی عدم تولید یا آزادسازی فلزات سنگین (جدول **۵-۲**) در محلول تولیدی توسط سامانه‌ی OSG همچنین عدم نشت مواد در تماس با آب (**جدول ۵-۴**) و محصولات جانبی ناشی از گندزدایی (**جدول ۵-۳**) و عدم تغییر بیش از ۱۰ درصد در ترکیب شیمیایی آب از طریق آزمون‌های کیفی بر روی آب خام و آب گندزدایی شده دریکی از آزمایشگاه‌های سازمان ملی استاندارد ایران، مواد غذایی و دارویی دانشگاه علوم پزشکی ایران، آزمایشگاه فرآوری املاح معدنی ایران یا آزمایشگاه‌های دارای صلاحیت شرکت‌های آب و فاضلاب شهری یا روستایی با تایید نهایی مستندات ارائه شده توسط کارفرما و با همکاری بازرس[۱]
۲	تعهد سازنده/فروشنده به نصب و راه‌اندازی کامل کل سامانه‌ی فروخته شده و ملحقات آن و آماده‌سازی فضای محل نصب
۳	تعهد سازنده/فروشنده به نظارت بر بهره‌برداری از سامانه‌ی گندزدایی از طریق بازدیدهای دوره‌ای ماهیانه و آموزش نیروهای انسانی (معرفی شده توسط کارفرما) به مدت ۱ (یک) سال
۴	تعهد سازنده/فروشنده به گارانتی سامانه‌ی OSG به مدت ۳ سال از تاریخ آغاز بهره‌برداری و تامین قطعات یدکی به مدت ۱۰ سال. تعهد گارانتی الکترودها برای مدت زمان ۵ سال است.
۵	تعهد سازنده/فروشنده به بیمه نمودن دستگاه معادل کل مبلغ قرارداد به مدت ۳ سال از تاریخ آغاز بهره‌برداری
۶	ارائه‌ی ضمانت‌نامه‌ی بانکی معادل ۱۰ درصد از مبلغ کل مناقصه
۷	ارائه‌ی گواهی پروانه‌ی تاسیس و مجوز ساخت و بهره‌برداری برای تولید تجهیزات گندزدایی از وزارت صنایع و معادن برای شرکت سازنده و مطابقت اساس نامه‌ی شرکت سازنده/فروشنده با انجام خدمات موضوع مناقصه
۸	تعهد سازنده/فروشنده به عدم افت کیفیت تجهیزات به کار رفته در سامانه‌ی OSG و به دنبال آن کیفیت محلول گندزدای تولیدی و ثابت ماندن مصرف نمک و انرژی در طول مدت گارانتی*‡
۹	تعهد سازنده/فروشنده به رعایت موارد ایمنی همچون پیش بینی خروج مناسب گاز هیدروژن تولید شده در فرایند، ایمنی تابلو برق و سایر تجهیزات الکترونیکی، مکانیکی یا انتقال مواد در سامانه‌ی OSG
۱۰	ارائه‌ی تضمین و مستندات کافی در خصوص کیفیت تجهیزات الکترونیکی، بوستر پمپ، دوزینگ پمپ تزریق و سایر قطعات به کار رفته در سامانه‌ی OSG
* در صورت وجود نقص در سیستم و یا افزایش مصرف نمک و انرژی به هر دلیل پرداخت خسارت رفع نقص و خسارات جانبی، شامل هزینه‌ی مواد یا انرژی اضافی مصرف شده و ...، به عهده‌ی سازنده/فروشنده خواهد بود. ‡ چنانچه در طول مدت یک سال از آغاز بهره‌برداری مشخص گردد مصارف برق و نمک مصرفی با مقادیر اعلام شده در اسناد مناقصه مغایرت دارد خریدار می‌تواند با ارائه‌ی اسناد مثبته تا ۲ برابر مبلغ زیان ناشی از مصارف اضافی نمک و برق را از مبلغ ضمانت کسر نماید.	

۱. ممکن است کل یا بخشی از تایید صلاحیت‌ها، برای مدت محدودی که از سوی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور معین می‌شود، به عهده‌ی کمیته‌ی ملی ارزیابی تشکیل شده در شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور قرار گیرد.

۶-۳ معیارهای ازریابی صلاحیت سازنده/فروشنده

معیارهای ازریابی صلاحیت سازندگان/فروشندگان سامانه‌ی OSG است که مطابق با قوانین برگزاری مناقصات انتخاب شده‌اند به شرح جداول[۱] زیر هستند؛

جدول ۶-۲- معیارهای ازریابی صلاحیت سازنده/فروشنده‌ی سامانه‌ی OSG

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	توان مالی	۸
۲	ارزیابی مشتریان قبلی و حسن شهرت	۹
۳	ضوابط تولید	۲۲
۴	داشتن تجربه و دانش در زمینه گندزدایی	۱۸
۵	حسن سابقه	۱۰
۶	تضمین کیفیت خدمات و محصولات	۱۸
۷	نظام کیفیت و نحوه تضمین محصولات(گارانتی)	۱۵
جمع کل امتیاز		**۱۰۰**

جدول ۶-۳- توان مالی شرکت

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	یکی از معیارهای زیر: - پنجاه برابر مالیات متوسط سالانه یا هفتاد برابر بیمه تامین اجتماعی قطعی یا علی الحساب پرداخت شده - سه برابر درآمد ناخالص سالانه، مستند به صورت وضعیتهای قطعی یا موقت - پنج برابر داراییهای ثابت، مستند به اظهارنامه مالیاتی یا گواهی بیمه داراییها یا دفاتر قانونی - تایید اعتبار از سوی بانک یا موسسات مالی و اعتباری معتبر تا سقف مبلغ موضوع مناقصه . تبصره ۱: بالاترین عدد کسب شده از جزءهای بالا مبنای محاسبات است و در صورتی که بالاترین عدد محاسبه شده از مبلغ برآوردی مناقصه کمتر باشد، امتیاز مالی به تناسب کاهش می یابد.	۸
حداکثر امتیاز		**۸**

۱. ممکن است امتیازدهی بر مبنای هر یک از جداول نیازمند تکمیل فرم‌های تکمیلی‌ای باشند که در اینجا آمده‌اند یا توسط کارفرما اعلام خواهد شد.

جدول ۶-۴- ارزیابی مشتریان قبلی و حسن شهرت در زمینه‌ی گندزدایی آب آشامیدنی

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	ارائه‌ی رضایت‌نامه از کارفرمایان قبلی در صنعت آب و فاضلاب (رضایت از مراحل نصب وراه‌اندازی دستگاه مطابق با تعهدات قید شده در اسناد مناقصه) تا ۳ رضایت نامه	۴,۵
۲	ارائه رضایت‌نامه از کارفرمایان قبلی در صنعت آب و فاضلاب (رضایت از عملکرد دستگاه پس از دوره بهره‌برداری حداقل یک ساله و خدمات پس از فروش) تا ۳ رضایت نامه	۴,۵
حداکثر امتیاز		**۹**

جدول ۶-۵- ضوابط تولید

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	نمک مصرفی (جدول ۶-۵-۱)	۶
۲	انرژی مصرفی (جدول ۶-۵-۲)	۸
۳	آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی (جدول ۶-۵-۳)	۴
	سیستم کنترل و ابزار دقیق (جدول ۶-۵-۴)	۴
جمع امتیاز		**۲۲**

جدول ۶-۵-۱- مصرف نمک به ازای هر گرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۴ گرم	۱۰
۲	۴ تا ۵ گرم	۷,۵
۳	۵تا ۶ گرم	۵
۴	۶ تا ۷ گرم	۳
۵	بیش از ۷گرم	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۲- مصرف برق با واحد کیلووات به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۵ کیلووات	۱۰
۲	۵تا ۶ کیلووات	۷,۵
۳	۶تا ۸ کیلووات	۴
۴	بیش از ۸ کیلووات	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۳- مصرف آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۱۷۰ لیتر	۲
۲	۲۰۰ تا ۱۷۰ لیتر	۱
۳	بیش از ۲۰۰ لیتر	۰
حداکثر امتیاز		**۲**

جدول ۶-۵-٤- معیارهای ارزیابی سیستم کنترل

ردیف	شرح	امتیاز
۱	دستگاه مجهز به سیستم نمایشگر لمسی است.	۵
۲	P&ID دستگاه در نمایشگر بصورت تصویری قابل مشاهده و فرمان گیری است.	۹
۳	دستگاه قابلیت خودکار تست قبل از راه‌اندازی و راه‌اندازی و توقف اتوماتیک در زمان بروز خطارا دارد.	۱۰
۴	دستگاه سطوح کاربری دسترسی مختلف را دارا است.	۴
۵	خطاهای دستگاه در صفحه نمایش مشاهده و در لیست مخصوص ضبط و نگهداری می‌گردند.	۱۰
۶	پارامترهای تولید شامل دبی آب، وضعیت احیای سختی‌گیر، سطح مخزن آب نمک، سطح مخزن محصول در نمایشگرسیستم کنترل مرکزی یکپارچه دستگاه قابل مشاهده هستند.	۴
۷	ولتاژ و آمپراژ الکترودهای سل دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شوند.	۴
۸	فشار آب ورودی دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شود.	۱
۹	مدت زمان کارکرد روزانه دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۳
۱۰	وضعیت فن بلور و سیستم دفع هیدروژن و سنسورهای هیدروژن روی دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۴
۱۱	کارکرد پمپ آب نمک دستگاه درنمایشگر مشخص است	۲
۱۲	دبی آب نمک و آب سختی‌گیری شده اندازه‌گیری و در مانیتور نمایش داده می‌شود.	۴
۱۳	دستگاه بصورت یکپارچه قابل اتصال به سیستم کنترل اسکادای تاسیسات آب محل نصب شامل مشاهده کلیه پارامترها در نمایشگر اتاق کنترل تاسیسات است.	۱۰
۱۴	دستگاه قابلیت اتصال به اینترنت جهت انجام عملیات عیب یابی و رفع عیب از راه دور را با در نظر داشتن الزامات استاندارد ISA/IEC ۶۲۴۴۳ Cybersecurity Certificate Programs دارد.	۱۰
۱۵	دستگاه مجهز به سیستم‌های اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده در خروجی تصفیه خانه و دستور به پمپ‌های تزریق با امکان تنظیم دوز تزریق بصورت خودکار و ذخیره و گزارش‌دهی میزان کلر باقیمانده را داراد.	۱۰
۱۶	دستگاه قابلیت ثبت کلیه تغییرات و ست‌پوینت‌ها توسط کاربر و همچنین ثبت هشدارها و خطاها را بصورتlog برای مدت یکسال دارا است.	۵
۱۷	جهت نگهداری، بهره برداری روزانه کمتر از ۳ نفر ساعت نیروی انسانی نیاز است.	۵
مجموع امتیازات		**۱۰۰**
مجموع امتیاز موثر: مجموع امتیاز به دست آمده ضرب در ۰،۰۴ (حداکثر امتیاز ۴)		

جدول ۶-۶- تجربه و دانش در زمینه‌ی گندزدایی

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	کادر فنی و عناصر کلیدی با دانش و تجربه (جدول ۶-۵-۱- **مصرف نمک به ازای هر گرم FAC تولید شده**	۵

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۴ گرم	۱۰
۲	۴ تا ۵ گرم	۷,۵
۳	۵تا ۶ گرم	۵
۴	۶ تا ۷ گرم	۳
۵	بیش از ۷گرم	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۲- مصرف برق با واحد کیلووات به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۵ کیلووات	۱۰
۲	۵تا ۶ کیلووات	۷,۵
۳	۶تا ۸ کیلووات	۴
۴	بیش از ۸ کیلووات	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۳- مصرف آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۱۷۰ لیتر	۲
۲	۲۰۰ تا ۱۷۰ لیتر	۱
۳	بیش از ۲۰۰ لیتر	۰
حداکثر امتیاز		**۲**

جدول ۶-۵-٤- معیارهای ارزیابی سیستم کنترل

ردیف	شرح	امتیاز
۱	دستگاه مجهز به سیستم نمایشگر لمسی است.	۵
۲	P&ID دستگاه در نمایشگر بصورت تصویری قابل مشاهده و فرمان گیری است.	۹
۳	دستگاه قابلیت خودکار تست قبل از راه‌اندازی و راه‌اندازی و توقف اتوماتیک در زمان بروز خطارا دارد.	۱۰

	۴	دستگاه سطوح کاربری دسترسی مختلف را دارا است.	۴	
	۵	خطاهای دستگاه در صفحه نمایش مشاهده و در لیست مخصوص ضبط و نگهداری می‌گردند.	۱۰	
	۶	پارامترهای تولید شامل دبی آب، وضعیت احیای سختی‌گیر، سطح مخزن آب نمک، سطح مخزن محصول در نمایشگرسیستم کنترل مرکزی یکپارچه دستگاه قابل مشاهده هستند.	۴	
	۷	ولتاژ و آمپراژ الکترودهای سل دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شوند.	۴	
	۸	فشار آب ورودی دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شود.	۱	
	۹	مدت زمان کارکرد روزانه دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۳	
	۱۰	وضعیت فن بلور و سیستم دفع هیدروژن و سنسورهای هیدروژن روی دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۴	
	۱۱	کارکرد پمپ آب نمک دستگاه درنمایشگر مشخص است	۲	
	۱۲	دبی آب نمک و آب سختی‌گیری شده اندازه‌گیری و در مانیتور نمایش داده می‌شود.	۴	
	۱۳	دستگاه بصورت یکپارچه قابل اتصال به سیستم کنترل اسکادای تاسیسات آب محل نصب شامل مشاهده کلیه پارامترها در نمایشگر اتاق کنترل تاسیسات است.	۱۰	
	۱۴	دستگاه قابلیت اتصال به اینترنت جهت انجام عملیات عیب یابی و رفع عیب از راه دور را با در نظر داشتن الزامات استاندارد ISA/IEC ۶۲۴۴۳ Cybersecurity Certificate Programs دارد.	۱۰	
	۱۵	دستگاه مجهز به سیستم‌های اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده در خروجی تصفیه خانه و دستور به پمپ‌های تزریق با امکان تنظیم دوز تزریق بصورت خودکار و ذخیره و گزارش‌دهی میزان کلر باقیمانده را داراد.	۱۰	
	۱۶	دستگاه قابلیت ثبت کلیه تغییرات و ست‌پوینت‌ها توسط کاربر و همچنین ثبت هشدارها و خطاها را بصورتlog برای مدت یکسال دارا است.	۵	
	۱۷	جهت نگهداری، بهره برداری روزانه کمتر از ۳ نفر ساعت نیروی انسانی نیاز است.	۵	
		مجموع امتیازات	**۱۰۰**	
		مجموع امتیاز موثر: مجموع امتیاز به دست آمده ضرب در ۰،۰۴ (حداکثر امتیاز ۴)		

جدول ۶-۶-۱)

۲	دفتر مرکزی مناسب (با ارائه‌ی مستندات)	۲
۳	وجود واحدهای مالی، اداری، بازرگانی، تدارکات و دارا بودن نظام‌نامه‌ی کیفی با ارائه‌ی مستندات لازم	۲
۴	گواهی آموزش کاربردی به نیروهای بهره‌بردار (جدول ۶-۵-۱- **مصرف نمک به ازای هر گرم FAC تولید شده** **ردیف** | **عنوان** | **امتیاز** ۱ | تا ۴ گرم | ۱۰	۴

۲	۴ تا ۵ گرم	۷,۵
۳	۵تا ۶ گرم	۵
۴	۶ تا ۷ گرم	۳
۵	بیش از ۷گرم	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۲- مصرف برق با واحد کیلووات به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۵ کیلووات	۱۰
۲	۵تا ۶ کیلووات	۷,۵
۳	۶تا ۸ کیلووات	۴
۴	بیش از ۸ کیلووات	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۳- مصرف آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۱۷۰ لیتر	۲
۲	۲۰۰ تا ۱۷۰ لیتر	۱
۳	بیش از ۲۰۰ لیتر	۰
حداکثر امتیاز		**۲**

جدول ۶-۵-٤- معیارهای ارزیابی سیستم کنترل

ردیف	شرح	امتیاز
۱	دستگاه مجهز به سیستم نمایشگر لمسی است.	۵
۲	P&ID دستگاه در نمایشگر بصورت تصویری قابل مشاهده و فرمان گیری است.	۹
۳	دستگاه قابلیت خودکار تست قبل از راه‌اندازی و راه‌اندازی و توقف اتوماتیک در زمان بروز خطارا دارد.	۱۰
۴	دستگاه سطوح کاربری دسترسی مختلف را دارا است.	۴
۵	خطاهای دستگاه در صفحه نمایش مشاهده و در لیست مخصوص ضبط و نگهداری می‌گردند.	۱۰
۶	پارامترهای تولید شامل دبی آب، وضعیت احیای سختی‌گیر، سطح مخزن آب نمک، سطح مخزن محصول در نمایشگرسیستم کنترل مرکزی یکپارچه دستگاه قابل مشاهده هستند.	۴

	۷	ولتاژ و آمپراژ الکترودهای سل دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شوند.	۴	
	۸	فشار آب ورودی دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شود.	۱	
	۹	مدت زمان کارکرد روزانه دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۳	
	۱۰	وضعیت فن بلور و سیستم دفع هیدروژن و سنسورهای هیدروژن روی دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۴	
	۱۱	کارکرد پمپ آب نمک دستگاه درنمایشگر مشخص است	۲	
	۱۲	دبی آب نمک و آب سختی‌گیری شده اندازه‌گیری و در مانیتور نمایش داده می‌شود.	۴	
	۱۳	دستگاه بصورت یکپارچه قابل اتصال به سیستم کنترل اسکادای تاسیسات آب محل نصب شامل مشاهده کلیه پارامترها در نمایشگر اتاق کنترل تاسیسات است.	۱۰	
	۱۴	دستگاه قابلیت اتصال به اینترنت جهت انجام عملیات عیب یابی و رفع عیب از راه دور را با در نظر داشتن الزامات استاندارد ISA/IEC ۶۲۴۴۳ Cybersecurity Certificate Programs دارد.	۱۰	
	۱۵	دستگاه مجهز به سیستم‌های اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده در خروجی تصفیه خانه و دستور به پمپ‌های تزریق با امکان تنظیم دوز تزریق بصورت خودکار و ذخیره و گزارش‌دهی میزان کلر باقیمانده را داراد.	۱۰	
	۱۶	دستگاه قابلیت ثبت کلیه تغییرات و ست‌پوینت‌ها توسط کاربر و همچنین ثبت هشدارها و خطاها را بصورتlog برای مدت یکسال دارا است.	۵	
	۱۷	جهت نگهداری، بهره برداری روزانه کمتر از ۳ نفر ساعت نیروی انسانی نیاز است.	۵	
		مجموع امتیازات	**۱۰۰**	
		مجموع امتیاز موثر: مجموع امتیاز به دست آمده ضرب در ۰،۰۴ (حداکثر امتیاز ۴)		
	جدول ۶-۶-۲)			
۵	داشتن سابقه‌ی فروش، نصب و راه‌اندازی دستگاه OSG با ظرفیت مشابه با ۲ سال سابقه‌ی بهره‌برداری ایمن و کارا (یک دستگاه کل امتیاز)			۵
۱۸	**جمع امتیاز**			

جدول ۶-۵-۱- مصرف نمک به ازای هر گرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۴ گرم	۱۰
۲	۴ تا ۵ گرم	۷,۵
۳	۵تا ۶ گرم	۵
۴	۶ تا ۷ گرم	۳
۵	بیش از ۷گرم	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۲- مصرف برق با واحد کیلووات به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۵ کیلووات	۱۰
۲	۵تا ۶ کیلووات	۷,۵
۳	۶تا ۸ کیلووات	۴
۴	بیش از ۸ کیلووات	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۳- مصرف آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۱۷۰ لیتر	۲
۲	۲۰۰ تا ۱۷۰ لیتر	۱
۳	بیش از ۲۰۰ لیتر	۰
حداکثر امتیاز		**۲**

جدول ۶-۵-٤- معیارهای ارزیابی سیستم کنترل

ردیف	شرح	امتیاز
۱	دستگاه مجهز به سیستم نمایشگر لمسی است.	۵
۲	P&ID دستگاه در نمایشگر بصورت تصویری قابل مشاهده و فرمان گیری است.	۹
۳	دستگاه قابلیت خودکار تست قبل از راه‌اندازی و راه‌اندازی و توقف اتوماتیک در زمان بروز خطارا دارد.	۱۰
۴	دستگاه سطوح کاربری دسترسی مختلف را دارا است.	۴
۵	خطاهای دستگاه در صفحه نمایش مشاهده و در لیست مخصوص ضبط و نگهداری می‌گردند.	۱۰
۶	پارامترهای تولید شامل دبی آب، وضعیت احیای سختی‌گیر، سطح مخزن آب نمک، سطح مخزن محصول در نمایشگرسیستم کنترل مرکزی یکپارچه دستگاه قابل مشاهده هستند.	۴
۷	ولتاژ و آمپراژ الکترودهای سل دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شوند.	۴
۸	فشار آب ورودی دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شود.	۱
۹	مدت زمان کارکرد روزانه دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۳
۱۰	وضعیت فن بلور و سیستم دفع هیدروژن و سنسورهای هیدروژن روی دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۴
۱۱	کارکرد پمپ آب نمک دستگاه درنمایشگر مشخص است	۲
۱۲	دبی آب نمک و آب سختی‌گیری شده اندازه‌گیری و در مانیتور نمایش داده می‌شود.	۴
۱۳	دستگاه بصورت یکپارچه قابل اتصال به سیستم کنترل اسکادای تاسیسات آب محل نصب شامل مشاهده کلیه پارامترها در نمایشگر اتاق کنترل تاسیسات است.	۱۰
۱۴	دستگاه قابلیت اتصال به اینترنت جهت انجام عملیات عیب یابی و رفع عیب از راه دور را با در نظر داشتن	۱۰

ردیف	شرح	امتیاز
	الزامات استاندارد ISA/IEC ۶۲۴۴۳ Cybersecurity Certificate Programs دارد.	
۱۵	دستگاه مجهز به سیستم‌های اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده در خروجی تصفیه خانه و دستور به پمپ‌های تزریق با امکان تنظیم دوز تزریق بصورت خودکار و ذخیره و گزارش‌دهی میزان کلر باقیمانده را داراد.	۱۰
۱۶	دستگاه قابلیت ثبت کلیه تغییرات و ست‌پوینت‌ها توسط کاربر و همچنین ثبت هشدارها و خطاها را بصورتlog برای مدت یکسال دارا است.	۵
۱۷	جهت نگهداری، بهره برداری روزانه کمتر از ۳ نفر ساعت نیروی انسانی نیاز است.	۵
مجموع امتیازات		**۱۰۰**
مجموع امتیاز موثر: مجموع امتیاز به دست آمده ضرب در ۰،۰۴ (حداکثر امتیاز ۴)		

جدول ۶-۶-۱- کادر فنی و عناصر کلیدی

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	نیروی کارشناس ارشد با تخصص شیمی، مهندسی شیمی، آب و فاضلا ب و بهداشت (حرفه‌ای و محیط) (حداکثر تا ۳ نفر و هر نفر ۱ امتیاز) همراه با ارائه‌ی مستندات بیمه‌ی شغلی پرسنل معرفی شده توسط سازنده/فروشنده با سابقه کار حد اقل دو سال در شرکت سازنده/فروشنده	۳
۲	نیروی لیسانس با تخصص شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، آب و فاضلاب، بهداشت (حرفه‌ای و محیط) (حداکثر ۳ نفر و هر نفر ۱ امتیاز) همراه با ارائه‌ی مستندات بیمه‌ی شغلی پرسنل معرفی شده توسط سازنده/فروشنده با سابقه کار حد اقل دو سال در شرکت سازنده/فروشنده	۳
۳	نیروی دکترا با گرایش شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، بهداشت (حرفه‌ای و محیط) و آب و فاضلاب (حداکثر۱ نفر) همراه با ارائه‌ی مستندات بیمه‌ی شغلی پرسنل معرفی شده توسط سازنده/فروشنده با سابقه کار حد اقل دو سال در شرکت سازنده/فروشنده	۱
۴	به ازای هر نیروی لیسانس یا کارشناس ارشد گرایش‌های مختلف مهندسی برق و ابزار دقیق (حداکثر ۲ نفر و هر نفر ۰/۵ امتیاز) همراه با ارائه‌ی مستندات بیمه‌ی شغلی پرسنل معرفی شده توسط سازنده/فروشنده با سابقه کار حد اقل دو سال در شرکت سازنده/فروشنده	۱
جمع امتیاز		**۸**

جدول ۶-۵-۱- مصرف نمک به ازای هر گرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۴ گرم	۱۰
۲	۴ تا ۵ گرم	۷,۵
۳	۵تا ۶ گرم	۵
۴	۶ تا ۷ گرم	۳
۵	بیش از ۷گرم	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۲- مصرف برق با واحد کیلووات به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۵ کیلووات	۱۰
۲	۵تا ۶ کیلووات	۷,۵
۳	۶تا ۸ کیلووات	۴
۴	بیش از ۸ کیلووات	۰
حداکثر امتیاز		**۱۰**

جدول ۶-۵-۳- مصرف آب سختی‌گیری شده‌ی مصرفی به ازای هر کیلوگرم FAC تولید شده

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۱۷۰ لیتر	۲
۲	۲۰۰ تا ۱۷۰ لیتر	۱
۳	بیش از ۲۰۰ لیتر	۰
حداکثر امتیاز		**۲**

جدول ۶-۵-٤- معیارهای ارزیابی سیستم کنترل

ردیف	شرح	امتیاز
۱	دستگاه مجهز به سیستم نمایشگر لمسی است.	۵
۲	P&ID دستگاه در نمایشگر بصورت تصویری قابل مشاهده و فرمان گیری است.	۹
۳	دستگاه قابلیت خودکار تست قبل از راه‌اندازی و راه‌اندازی و توقف اتوماتیک در زمان بروز خطارا دارد.	۱۰
۴	دستگاه سطوح کاربری دسترسی مختلف را دارا است.	۴
۵	خطاهای دستگاه در صفحه نمایش مشاهده و در لیست مخصوص ضبط و نگهداری می‌گردند.	۱۰
۶	پارامترهای تولید شامل دبی آب، وضعیت احیای سختی‌گیر، سطح مخزن آب نمک، سطح مخزن محصول در نمایشگرسیستم کنترل مرکزی یکپارچه دستگاه قابل مشاهده هستند.	۴
۷	ولتاژ و آمپراژ الکترودهای سل دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شوند.	۴
۸	فشار آب ورودی دستگاه اندازه‌گیری، نمایش و ثبت می‌شود.	۱
۹	مدت زمان کارکرد روزانه دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۳
۱۰	وضعیت فن بلور و سیستم دفع هیدروژن و سنسورهای هیدروژن روی دستگاه نمایش و ثبت می‌شود.	۴
۱۱	کارکرد پمپ آب نمک دستگاه درنمایشگر مشخص است	۲
۱۲	دبی آب نمک و آب سختی‌گیری شده اندازه‌گیری و در مانیتور نمایش داده می‌شود.	۴
۱۳	دستگاه بصورت یکپارچه قابل اتصال به سیستم کنترل اسکادای تاسیسات آب محل نصب شامل مشاهده کلیه پارامترها در نمایشگر اتاق کنترل تاسیسات است.	۱۰
۱۴	دستگاه قابلیت اتصال به اینترنت جهت انجام عملیات عیب یابی و رفع عیب از راه دور را با در نظر داشتن	۱۰

ردیف	شرح	امتیاز
	الزامات استاندارد ISA/IEC ۶۲۴۴۳ Cybersecurity Certificate Programs دارد.	
۱۵	دستگاه مجهز به سیستم‌های اندازه‌گیری کلر آزاد باقیمانده در خروجی تصفیه خانه و دستور به پمپ‌های تزریق با امکان تنظیم دوز تزریق بصورت خودکار و ذخیره و گزارش‌دهی میزان کلر باقیمانده را داراد.	۱۰
۱۶	دستگاه قابلیت ثبت کلیه تغییرات و ست‌پوینت‌ها توسط کاربر و همچنین ثبت هشدارها و خطاها را بصورتlog برای مدت یکسال دارا است.	۵
۱۷	جهت نگهداری، بهره برداری روزانه کمتر از ۳ نفر ساعت نیروی انسانی نیاز است.	۵
مجموع امتیازات		**۱۰۰**
مجموع امتیاز موثر: مجموع امتیاز به دست آمده ضرب در ۰,۰۴ (حداکثر امتیاز ۴)		

جدول ۶-۶-۲- آموزش کاربردی

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تاییدیه از شرکت‌های آب و فاضلاب استان در خصوص ارائه‌ی آموزش‌های عملی و کاربردی به بهره‌برداران تا ۵ گواهی از ۵ استان مختلف،	۵
جمع امتیاز		**۵**

جدول ۶-۷- حسن سابقه

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	سابقه‌ی اجرایی در زمینه‌ی گندزدایی مرتبط با صنعت آب و فاضلاب (جدول ۶-۷-۱)	۷
۲	سابقه‌ی اجرایی در زمینه‌ی گندزدایی آب و فاضلاب مرتبط با سایر صنایع (جدول ۶-۷-۲)	۳
جمع امتیاز		

جدول ۶-۷-۱- سابقه‌ی اجرایی گندزدایی آب یا فاضلاب

ردیف	مبلغ قرار داد (ریال)	توضیحات	امتیاز
۱	برابر با مبلغ برآورد قیمت درخواست حاضر یا بالاتر		۲,۵
۲	نصف تا برابر با مبلغ برآورد قیمت درخواست حاضر		۲,۵
۳	کم‌تر از نصف مبلغ برآورد قیمت درخواست حاضر	(یک قرارداد قابل قبول)	۲
جمع امتیاز			**۷**

جدول ۶-۷-۲- سابقه‌ی اجرایی گندزدایی مرتبط با سایر صنایع

ردیف	تعداد قرار داد	امتیاز

۱	تا دو قرارداد معادل با برآورد قیمت مناقصه یا بالاتر	۳
جمع امتیاز		

جدول ۶-۸- تضمین کیفیت و استاندارد محصول و تجهیزات

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	طول عمر سل (جدول ۶-۸-۱)	۱۲
۲	سهم هزینه الکترود نسبت به کل سامانه‌ی OSG (جدول ۶-۸-۲-۱ و جدول ۶-۸-۲-۲)	۶
جمع امتیاز		

جدول ۶-۸-۱- طول عمر سل- ساعت

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	تا ۵۰۰۰۰ ساعت	۱۲
۲	۴۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ ساعت	۹
۳	۴۰۰۰۰تا ۴۵۰۰۰ ساعت	۵
۴	کمتر از ۴۰۰۰۰ ساعت	۰
حداکثر امتیاز		**۱۲**

جدول ۶-۸-۲-۱- سهم هزینه‌ی الکترود از کل هزینه‌ی سامانه‌ی OSG با ظرفیت تولید FAC تا ۶ kg/day

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	هزینه‌ی الکترود تا۱۰ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۶
۲	هزینه‌ی الکترود ۱۰تا ۱۵ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۴
۳	هزینه‌ی الکترود بیش از ۱۵تا۲۰ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۲
۴	هزینه‌ی الکترود بیش از ۲۰ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۰
حداکثر امتیاز		**۶**

جدول ۶-۸-۲-۲- سهم هزینه‌ی الکترود از کل هزینه‌ی سامانه‌ی OSG با ظرفیت تولید FAC بیش از ۶ kg/day

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	هزینه‌ی الکترود تا۲۰ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۶
۲	هزینه‌ی الکترود ۲۰تا ۲۵ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۴
۳	هزینه‌ی الکترود بیش از ۲۵تا۳۰ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۲
۴	هزینه‌ی الکترود بیش از ۳۰ درصد از قیمت کل سامانه‌ی OSG	۰
حداکثر امتیاز		**۶**

جدول ۷- نظام کیفیت و نحوه تضمین محصولات(گارانتی)

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	گارانتی تجهیزات اصلی سامانه‌ی OSG(پاور –تجهیزات کنترل پایش و ابزار دقیق – تجهیزات رقیق سازی و تخلیه هیدروزن) به مدت ۳ سال	۱۵
۲	گارانتی تجهیزات اصلی سامانه‌ی OSG(پاور –تجهیزات کنترل پایش و ابزار دقیق – تجهیزات رقیق سازی و تخلیه هیدروزن) به مدت ۲ سال	۱۰
۳	گارانتی تجهیزات اصلی سامانه‌ی OSG(پاور –تجهیزات کنترل پایش و ابزار دقیق – تجهیزات رقیق سازی و تخلیه هیدروزن) به مدت ۲ سال	۵
حداکثر امتیاز		**۱۵**

فهرست منابع

۱- سازمان ملی استاندارد ایران، "استاندارد ملی شماره‌ی ۱۰۱۱: آب آشامیدنی-ویژگی‌های میکروبیولوژی"، ۱۳۸۶.

۲- سازمان ملی استاندارد ایران، "استاندارد ملی شماره‌ی ۱۰۵۳: آب آشامیدنی –ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی"، ۱۳۸۸.

۳- سازمان ملی استاندارد ایران، "استاندارد ملی شماره‌ی ۸۳۹۴: سدیم هیپوکلریت-مورد مصرف در تصفیه آب آشامیدنی-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"، ۱۳۸۴.

۴- هیات وزیران، "آیین نامه اجرایی بند"الف" ماده (۲۶) قانون برگزاری مناقصات (ضوابط، موازین و معیارهای تهیه فهرست مناقصه‌گران صلاحیت‌دار برای مناقصات محدود)"، ۱۳۸۵.

۵- هیات وزیران، "آئین نامه اجرایی ارزیابی کیفی مناقصه گران"، ۱۳۸۵.

۶- American Water Works Association (AWWA) and Water Research Foundation, “HYPOCHLORITE— An Assessment of Factors That Infl uence the Formation of Perchlorate and Other Contaminants”, ۲۰۰۹.

۷- American Water Works Association (AWWA) Journal, Stanford, Benjamin D.; Pisarenko, Aleksey N.; Dryer, Deborah J.; Ziegler-Holady, Janie C.; Gamage, Sujanie; Quinones, Oscar; Vanderford, Brett J.; Dickenson, Eric R.V. “Chlorate, perchlorate, and bromate in onsite-generated hypochlorite systems”, ۲۰۱۳.

۸- American Water Works Association (AWWA) Journal, Stanford, Benjamin D.; Pisarenko, Aleksey N.; Snyder, Shane A.; Gordon, Gilbert, “Perchlorate, Bromate, and Chlorate in Hypochlorite Solutions: Guidelines for Utilities”, ۲۰۱۱.

۹- American Water Works Association (AWWA), “On-Site Generation of Hypochlorite”, Manual of Water Supply Practices: M۶۵, ۲۰۱۵.

١٠- American Water Works Association (AWWA), “Water Chlorination and Chloramination Practices and Principles”, Manual of Water Supply Practices: M٢٠, Second Edition, ٢٠٠٦.

١١- Black & Veatch Corporation, John Wiley & Sons, Inc. “White’s handbook of chlorination and alternative disinfectants”, ٥th Ed, ٢٠١٠.

١٢- British Standard, “Chemicals Used for Treatment of Water Intended for Human Consumption — Chlorine”, BS EN ٩٣٧: ٢٠٠٩.

١٣- British Standard, “Chemicals used for treatment of water intended for human consumption. Sodium chloride for on site electrochlorination using non-membrane technology”, BS EN ١٤٨٠٥:٢٠٠٨.

١٤- Brown and Caldwell, “Onsite Hypochlorite Generation: Assessing Technical, Operational and Financial Feasibility”, the Ohio Section of AWWA, ٢٠١٣.

١٥- CRC Press LLC., Leonard W. Casson, James W. Bess, Jr., “Conversion to on-site sodium hypochlorite generation: water and wastewater applications”, ٢٠٠٣.

١٦- Evoqua Water Technologies, “On-site Electrolytic Generation Chlorination Skid-Mounted OSEC® B-Pak System”, ٢٠١٤.

١٧- Grundfos Product Guide, “Selcoperm Electrolytic chlorination systems”, ٢٠١٠.

١٨- NSF International Standard/ American National Standard for Drinking Water Additives, “Drinking Water Treatment Chemicals – Health Effects”, NSF/ANSI ٦٠ – ٢٠١٤a.

١٩- NSF International Standard/ American National Standard for Drinking Water Additives, “Drinking Water Treatment Components – Health Effects”, NSF/ANSI ٦١ – ٢٠١٤a.

٢٠- Parkson Corp., “MaximOS™ Brochure-٦٧٤: On-site water disinfection technology”, ٢٠١٠.

٢١- Process Solutions, Inc. “Microclor™ On-Site Hypochlorite Generation”.

٢٢- Severn Trent De Nora, “ClorTec Onsite HypochloriteGeneration Systems”, Ohio Section of AWWA, ٧٢ndAnnual Conference, Matthews M., ٢٠١٠.

٢٣- Severn Trent De Nora, “ClorTec® on-site sodium hypochlorite generation”, ٢٠١٣.

٢٤- Severn Trent Services, Doug Andrews, P.E. & Carter & Verplanck, Inc. “ClorTec Onsite Hypochlorite Generation”, ٢٠٠٨.

٢٥- Siemens Water Technologies, “On-Site Hypochlorite Generation System OSEC® B-Pak”, ٢٠١٣.

٢٦- the Environmental Protection Agency, Ireland, “Water Treatment Manual: Disinfection”, ٢٠١١.

AV Materials

٢٧- Parkson Corp. - MaximOS™ - Training ١٠١ Video. ٢٠١٤.

٢٨- Parkson Corp. - MaximOS™ Process Animation, ٢٠١٥.

٢٩- Process Solutions, Inc. Introduction to the MicrOclor On-Site Hypochlorite Generating System, ٢٠١٠.