

راهنمای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب خروجی از سامانه های نمک زدایی (دستگاههای تصفیه آب)- پیوست آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی ۶۰۶-۰۴-HSE

مقدمه:

کاهش منابع آب بر اثر تغییرات اقلیمی و وقوع خشکسالی در سال های اخیر همگام با گسترش جمعیت، استفاده از سامانه های نمک زدایی آب آشامیدنی را رواج داده است. با گسترش این سامانه ها، لزوم نظارت و پایش عملکرد آنها کاملاً ضروری به نظر می رسد، زیرا که عدم راهبری صحیح دستگاههای نمک زدایی می تواند بر کیفیت آب خروجی از این دستگاهها اثر نامطلوب داشته و سلامت مصرف کنندگان را به خطر اندازد.

لازم به ذکر است در آب خروجی از سامانه های نمک زدایی، کیفیت فیزیکی-شیمیایی آب بر پایه حفاظت از بهداشت عمومی، سنجش ارزش تغذیه ای آب و حداقل میزانی از مواد معدنی ضروری که آب آشامیدنی باید حاوی آنها باشد، تعیین می گردد و ویژگی های میکروبی آب نیز از جنبه محافظت از سلامت عمومی اهمیت دارد. در سامانه های نمک زدایی آب آشامیدنی علاوه بر تعیین حداکثر مجاز آلاینده ها، حداقل های مجاز نیز مطرح شده است. این راهنما برای آب آشامیدنی خروجی از سامانه های نمک زدایی فارغ از نوع فرایندهای تصفیه اعم از صنعتی و خانگی کاربرد دارد؛ ضمناً برای سنجش کیفیت آب در شبکه توزیع و برای سامانه های نمک زدایی آب که برای تولید آب آشامیدن بسته بندی استفاده می شود، کاربرد ندارد.

۱- اصطلاحات و تعاریف

۱-۱- آب خروجی سامانه نمک زدایی آب

محصول نهایی سامانه نمک زدایی آب، قبل از تحویل به مصرف کننده، شبکه توزیع یا تانکر می باشد.

۱-۲- سامانه نمک زدایی آب^۱

سامانه ای است که در آن از طریق گذراندن آب از غشا و یا تقطیر و یا میعان آب، املاح محلول را از آب جدا میکند و شامل فرایندهای اسمز معکوس^۲ (RO) تقطیر ناگهانی چند مرحله ای^۳ (MSF) تقطیر چند مرحله ای^۴ (MED) و تراکم بخار^۵ (VC) می باشد.

۱-۳- سامانه صنعتی نمک زدایی آب

این سامانه در مقیاس بزرگ املاح محلول آب را به یکی از روش های حرارتی یا غشایی از آن جدا میکند.

^۱-Desalination

^۲-Revers Osmosis

^۳-Multi Stage Flash

^۴-Multi Effect Distillation

^۵-Vapor Compression

۴-۱- سامانه خاکی نمک زدایی آب

دستگاه هایی هستند که با نصب در مسیر آب شرب در داخل منازل فرایند تصفیه را به صورت مکمل و اضافی بر روی آب شرب مصرفی انجام می دهند.

۵-۱- حد مطلوب

حدی از ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب است که دستگاه آب شیرین کن، قابلیت تامین آن حد را دارا است و کیفیت آب را از جنبه های گوناگون سلامتی، مقبولیت و همچنین نگهداری تاسیسات، تامین می کند.

۶-۱- حداکثر مجاز

حدمجازی از ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب آشامیدنی که مصرف آن در کوتاه مدت یا دراز مدت، علاوه بر تامین سلامت مصرف کننده، نگهداری تاسیسات، مقبولیت و رضایت مصرف کننده را نیز تامین کند.

۷-۱- حداقل مجاز

حدی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی است که مصرف با ویژگی هایی پایین تر از آن حد، در کوتاه مدت یا دراز مدت، سبب ایجاد عارضه برای سلامت انسان، عدم پذیرش و رضایت مصرف کننده می شود.

۸-۱- کلیفرم ها

گروهی از باکتری های هوازی و بی هوازی اختیاری هستند، که گرم منفی، بدون اسپور (هاگک) و تخمیر کننده لاکتوز می باشند. این باکتری ها ساکن روده بزرگ انسان و حیوانات می باشند.

۹-۱- کلیفرمهای گرمابای

منظور گروهی از کلیفرم های تعریف شده در بند ۸-۱ است که قادر به تخمیر لاکتوز، تولید اسید و گاز در دمای ۴۴ تا ۴۵ درجه سلسیوس نیز می باشند.

۱۰-۱- اشریشیاکلی

منظور گروهی از کلیفرم های گرمابای تعریف شده در بند ۹-۱ است که در دمای ۴۴ تا ۴۵ درجه سلسیوس تربیتوفان را به ایندول تبدیل می کند.

۱۱-۱- باکتری هتروتروف

باکتری هایی هستند که برخلاف باکتری های اتوتروف منبع انرژی آنها مواد آلی است.

۱۲-۱- شمارش باکتری های هتروتروف

منظور شمارش پرگه های تشکیل شده در محیط کشت آگار مغذی پس از گرمخانه گذاری در دمای ۳۶ یا ۲۲ درجه سلسیوس می باشد.

۲- ویژگی های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی آب خروجی از سامانه های نمک زدایی آب

۲-۱- ویژگی های میکروبی آب خروجی از سامانه های نمک زدایی آب آشامیدنی

ویژگی های میکروبی آب آشامیدنی خروجی از سامانه های نمک زدایی باید مطابق با جدول شماره ۱ باشد. لازم به ذکر است تناوب پایش شاخص های میکروبی، بایستی مطابق با بند ۲۱ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی ۶۰۶-۰۴-۶۰۶- HSE صورت پذیرد و جهت کنترل کیفیت میکروبی آب خروجی، پایش هر دو شاخص ذیل ضرورت دارد.

جدول ۱- ویژگی های میکروبی آب آشامیدنی خروجی از سامانه های نمک زدایی

ردیف	شاخص	حد اکثر مجاز	روش آزمون
۱	اشرشیاکلی یا کلiform گرمابای (MPN در ۱۰۰ میلی لیتر)	منفی (نباید در ۱۰۰ میلی لیتر قابل تشخیص باشد)	استاندارد ملی ایران شماره ۳۷۵۹
۲	شمارش باکتری های هتروتروف ^۱ (HPC) (کلنی در یک میلی لیتر)	۱۰۰	استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۷۱

یادآوری ۱- منظور از ویژگی های آب خروجی از سامانه های نمک زدایی، ویژگی های آب آشامیدنی خروجی، بلافاصله پس از خروج آن از دستگاه و پیش از گندزدایی می باشد.

یادآوری ۲- کدورت آب نباید در هیچ زمانی بیش از ۱ واحد نفلومتری^۲ (NTU) باشد. میزان pH باید همواره بین ۷ تا ۸/۵ باشد.

یادآوری ۳- مقدار کلر آزاد باقی مانده باید مطابق با شرایط زیر باشد:

الف) در صورتی که آب خروجی از سامانه نمک زدایی مستقیم به شبکه توزیع وارد می شود حداقل میزان مجاز کلر آزاد باقیمانده باید مطابق جدول ۹ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره ۶۰۶-۰۴-۶۰۶ HSE باشد.

ب) در صورتی که آب خروجی از سامانه نمک زدایی به وسیله تانکر توزیع می شود میزان کلر آزاد باقی مانده باید مطابق جدول ۱۰ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره ۶۰۶-۰۴-۶۰۶ HSE باشد.

^۱-Heterotrophic Plate Count

^۲-Nephelometric Turbidity Unit

۲-۲- ویژگی های فیزیکی آب خروجی از سامانه های نمک زدایی آب

ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی خروجی از سامانه صنعتی و خانگی نمک زدایی آب باید مطابق جدول ۲ باشد.

جدول ۲- ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی خروجی از سامانه ی صنعتی و خانگی نمک زدایی آب

ردیف	ویژگی	واحد اندازه گیری	حداقل مجاز	حد مطلوب	حداکثر مجاز
۱	کدورت	NTU	-	کثر از ۰/۳	۱
۲	pH	-	۷	-	۸/۵

یادآوری ۱- دمای آب باید برای مصرف کنندگان قابل پذیرش باشد. در سامانه های نمک زدایی آب به روش حرارتی دمای آب تحویل شده به شبکه آب رسانی نباید از ۳۰ درجه سانتیگراد فراتر رود.

یادآوری ۲- سایر ویژگی ها باید مطابق جدول شماره ۱ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره ۶۰۶-۰۴-HSE باشد.

۲-۳- ویژگی های شیمیایی آب آشامیدنی خروجی از سامانه های نمک زدایی آب

۲-۳-۱- مواد شیمیایی معدنی

۲-۳-۱-۱- مواد شیمیایی معدنی غیر سمی

حداقل مجاز، حد مطلوب و حداکثر مجاز مواد شیمیایی معدنی خروجی از سامانه صنعتی و خانگی نمک زدایی آب باید طبق جدول ۳ باشد.

جدول ۳- مواد شیمیایی معدنی آب آشامیدنی خروجی از سامانه ی صنعتی و خانگی نمک زدایی آب (ابعاد بر حسب mg/l)

ردیف	نوع ماده	حداقل مجاز	حد مطلوب	حداکثر مجاز
۱	کل جامدات محلول TDS	۱۰۰	۲۵۰	۶۰۰
۲	قلیائیت بر حسب $CaCO_3$	۴۰	۶۰	-
۳	کلرور بر حسب Cl	-	-	۲۵۰
۴	سولفات بر حسب SO_4	-	-	۲۵۰
۵	سختی بر حسب $CaCO_3$	۹۰	۲۰۰	۳۰۰
۶	کلسیم بر حسب Ca	۲۰	۵۰	۸۰
۷	منیزیم بر حسب Mg	۱۰	۲۰	۳۰

یادآوری ۱- سایر ویژگی ها مطابق جدول ۶ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره ۶۰۶-۰۴-HSE باشد.

یادآوری ۲- آب خروجی از سامانه نمک زدایی به منظور حفاظت از تاسیسات، سلامت مصرف کنندگان و اتخاذ برنامه های کنترلی باید از نظر خوردگی یا رسوب گذار بودن مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور به جز رعایت میزان حداقل قلیائیت و سختی، شاخص اشباع لانتزیه در دامنه ۱/۰ + تا ۰/۵ + باید باشد.

یادآوری ۳- روش محاسبه شاخص لانتزیه طبق پیوست الف می باشد.

۲-۱-۳-۲- مواد شیمیایی معدنی سمی

حداکثر مجاز مواد شیمیایی معدنی سمی آب خروجی از سامانه صنعتی و خانگی نمک زدایی آب باید مطابق جدول ۲ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

یادآوری- سنجش عنصر بور^۱ در آن دسته از سامانه های نمک زدایی آب، که آب خام آنها از دریا تامین می شود، باید همراه با مواد شیمیایی معدنی (جدول ۲ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴) در برنامه پایش قرار گیرد.

۲-۳-۲- مواد شیمیایی آلی

حداکثر مطلوب و مجاز مواد شیمیایی آلی خروجی از سامانه ی صنعتی و خانگی نمک زدایی آب باید مطابق جدول ۵ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

۲-۳-۲- آفت کش ها

حداکثر مجاز آفت کش ها در آب خروجی از سامانه صنعتی و خانگی نمک زدایی آب مطابق با جدول ۳ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

۲-۳-۴- گندزداها و محصولات جانبی گندزدایی

حداکثر مجاز و مطلوب گندزداها و محصولات جانبی گندزدایی در آب خروجی از سامانه صنعتی و خانگی باید مطابق با جدول شماره ۷ و ۸ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

۲-۳-۵- مقدار کلر آزاد باقی مانده

الف) در صورتی که آب خروجی از سامانه نمک زدایی آب به شبکه توزیع وارد می شود حداقل مقدار مجاز کلر آزاد باقی مانده باید مطابق جدول ۹ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

ب) در صورتی که آب خروجی از سامانه نمک زدایی آب توسط تانکر توزیع می شود مقدار کلر آزاد باقی مانده باید مطابق ردیف ۲ جدول ۱۰ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

ج) در صورتی که آب خروجی از سامانه نمک زدایی توسط ظروف قابل حمل توزیع می شود مقدار کلر آزاد باقی مانده باید مطابق ردیف ۳ جدول ۱۰ آیین نامه بهداشت آب آشامیدنی به شماره HSE-۶۰۶-۰۴ باشد.

پیوست الف روش محاسبه شاخص اشباع لانژلیه

محاسبه شاخص اشباع لانژلیه

رایج ترین روش تعیین پایداری آب در سامانه هایی که سرعت جریان آب در آنها بسیار کم و یا ساکن است، محاسبه شاخص اشباع لانژلیه (LSI)¹ می باشد. این شاخص pH واقعی آب را با pH آب در شرایطی که از کربنات کلسیم اشباع است مقایسه می کند.

برای محاسبه شاخص اشباع لانژلیه از رابطه زیر استفاده می شود:

$$LSI = pH - pH_s$$

در این رابطه pH_s ، بیانگر pH اشباع آب از کلسیم یا کربنات کلسیم است و با استفاده از رابطه های زیر محاسبه می شود:

$$pH_s = (9.3 + A + B) - (C + D)$$

$$A = (\log_{10}[\text{TDS}] - 1) / 10$$

$$B = -13.12 * \log_{10}(C + 273) + 34.55$$

$$C = \log_{10}[\text{Ca} + 2 \text{ as CaCO}_3] - 0.4$$

$$D = \log_{10}[\text{alkalinity as CaCO}_3]$$

نتیجه محاسبه شاخص لانژلیه به روش زیر تفسیر می شود:

الف- (منفی) $LSI < 0$: تمایل به انحلال CaCO_3 (خورنده)

ب- (صفر) $LSI = 0$: عدم خوردگی و رسوب گذاری (تعادل)

ج- (مثبت) $LSI > 0$: CaCO_3 تمایل به ترسیب (رسوبگذار)

¹-Langelier Saturation Index: LSI