



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت بهداشت
مرکز سلامت محیط و کار

راهنمای

کلر سنجی و ثبت نتایج آن در
سامانه جامع بازرسی مرکز سلامت محیط و کار

بهمن ۱۳۹۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت بهداشت

مرکز سلامت محیط و کار

راهنمای

کلر سنجی و ثبت نتایج آن در

سامانه جامع بازرسی مرکز سلامت محیط و کار



تهیه‌کنندگان: مهندس غلامرضا شائق، مهندس ایوب بیگی، مهندس بهروز میرین سیکلو

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه:	۳
اهداف:	۴
گروه هدف:	۴
واکنش کلر در آب:	۴
نقطه شکست در فرایند کلرزنی آب:	۵
ورود به سامانه:	۶
اطلاعات تقسیمات کشوری:	۸
اطلاعات تقسیمات دانشگاهی:	۹
اطلاعات نمونه:	۹
۱- آدرس محل نمونه برداری:	۹
۲- نوع آب:	۱۰
۳- محل برداشت نمونه:	۱۰
۴- متولی آب رسانی:	۱۱
۵- وسیله سنجش:	۱۲
۶- شرایط:	۱۲
۷- تاریخ نمونه برداری:	۱۲
۸- ساعت نمونه برداری:	۱۳
۹- دمای آب:	۱۴
ثبت نتایج:	۱۴
۱- آب:	۱۴
۲- کدورت آب:	۱۶
۳- زمان تماس:	۱۶
الف: توسط مخزن تماس کلر	۱۷
ب: توسط مخزن ذخیره آب	۱۸
ج: بدون مخزن تماس کلر و مخزن ذخیره آب	۱۹
۴- کلر ترکیبی باقیمانده:	۲۰
۵- کلر باقیمانده آب:	۲۰

۲۱	ذخیره سازی:
۲۲	کارتابل کلر سنجی:
۲۴	تعداد کلر سنجی مورد نیاز:
۲۴	الف: شرایط عادی و طبیعی
۲۴	ب: شرایط خاص
۲۵	انتخاب محل های نمونه برداری:
۲۶	منابع :

بسمه تعالی

مقدمه:

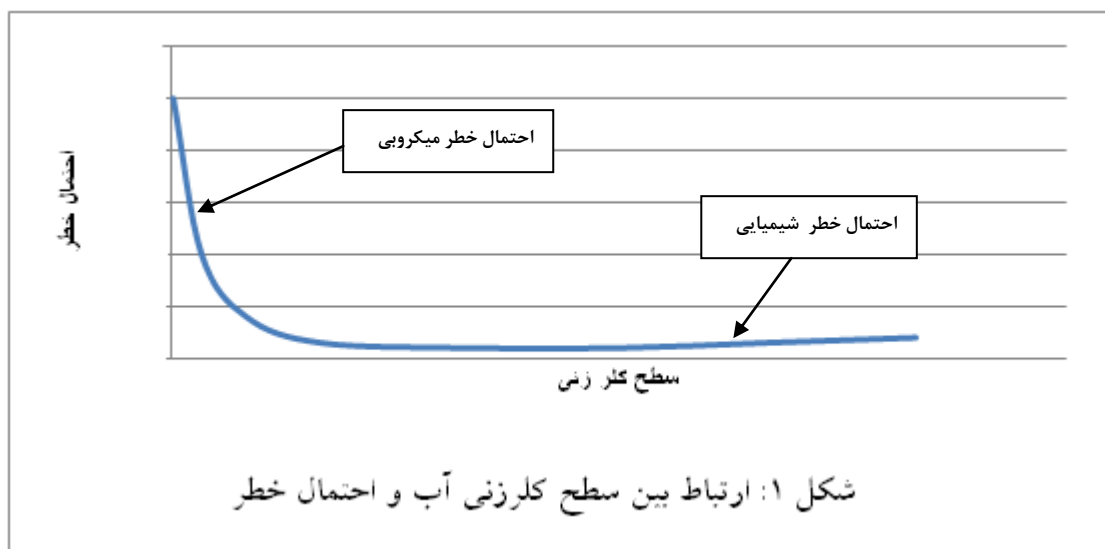
در رویکردهای نوین مدیریت کیفیت آب حفاظت منابع آب، به کارگیری فرآیندهای مناسب برای تصفیه و گندزدایی و حفاظت از آب تولید شده در مراحل ذخیره‌سازی و توزیع، به عنوان راهبردهای نیل به سلامت آب آشامیدنی جایگاه ویژه‌ای دارد. برای کنترل کیفیت آب در منابع تأمین، شاخص‌های کدورت، رشد جلبک‌ها، رنگ، هدایت الکتریکی و رخدادهای هواشناسی، در تصفیه‌خانه‌ها، شاخص‌های غلظت و زمان تماس عامل گندزدا، pH، کدورت و رنگ و در شبکه توزیع، شاخص‌های کلر آزاد باقی‌مانده، کدورت، کلی فرم‌گرماپای، شمارش جمعیت میکروبی (HPC) و فشار آب توصیه شده است.

گندزدایی آب آشامیدنی با هدف از بین بردن عوامل میکروبی بیماری‌زا، کنترل میکروارگانیسم‌های مزاحم، ممانعت از رشد مجدد میکروبی در شبکه‌های آبرسانی و حذف یا تقلیل رنگ، طعم و بوی آب و مقابله با آلودگی‌های ثانویه انجام می‌شود. معمولاً برای گندزدایی از کلر و ترکیبات آن استفاده می‌شود کلر رایج‌ترین گندزدای مورد استفاده در سراسر جهان است.

به دلیل مزایای متعدد کلرزنی در تحقق سلامت میکروبی آب، سازمان جهانی بهداشت اعلام کرده است که پیامدهای بهداشتی ناشی از فرآورده‌های جانبی کلرزنی، در مقایسه با عدم کفایت انجام آن، بسیار جزیی است و کلرزنی آب بدون توجه به کنترل فرآورده‌های جانبی حاصل از آن باید انجام شود. شکل ۱ خطر مرتبط با کلرزنی و خطر مربوط به عدم کلرزنی را نشان می‌دهد.

با توجه به وظیفه نظارتی وزارت بهداشت در قبال آب آشامیدنی، برنامه ریزی و اجرای فرآیند کلر سنجی برای اطمینان از عملکرد مناسب سیستم گندزدایی و در نهایت، اطمینان از سلامت میکروبی آب آشامیدنی امری بسیار ضروری است. یکی از وظایف اصلی و مهم بازرسی

بهداشت محیط در حوزه کنترل کیفی آب آشامیدنی کلر سنجی است که باید روزانه در زمان های مختلف از شبانه روز و در مکانهای مناسب صورت گیرد.



اهداف:

هدف این راهنما، ایجاد هماهنگی و وحدت رویه و راهنمایی همکاران بهداشت محیط (بازرسین، مسئولین و مدیران) در اجرای مناسب و وظیفه کنترل کیفی آب آشامیدنی در ارتباط با میزان کلر آزاد باقیمانده (کلرسنجی)، اندازه گیری پارامترهای ضروری همزمان با کلر سنجی، انتخاب محل های مناسب برای کلر سنجی و ثبت داده های مربوط به کلرسنجی آب آشامیدنی و استخراج های شنا می باشد.

گروه هدف:

بازرسین، مسئولین و مدیران بهداشت محیط، معاونین بهداشتی و مسئولین تامین آب

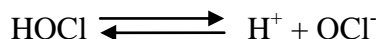
واکنش کلر در آب:

ترکیبات مختلفی از کلر وجود دارد که برای گندزدایی آب استفاده می شود، از جمله این ترکیبات می توان به گاز کلر Cl_2 ، هیپوکلریت سدیم (NaOCl)، هیپوکلریت کلسیم ($CaOCl_2$)

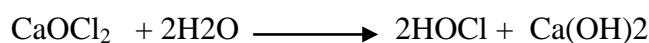
دی اکسید کلر ClO_2 اشاره نمود. وقتی کلر بصورت گاز به آب تزریق می شود هیدرولیز شده و واکنش زیر صورت می گیرد:



اسید هیپو کلرو با توجه به شرایط آب مانند دما و pH به صورت زیر یونیزه می شود:



واکنش های هیپو کلریت کلسیم و سدیم در آب به شرح ذیل است:



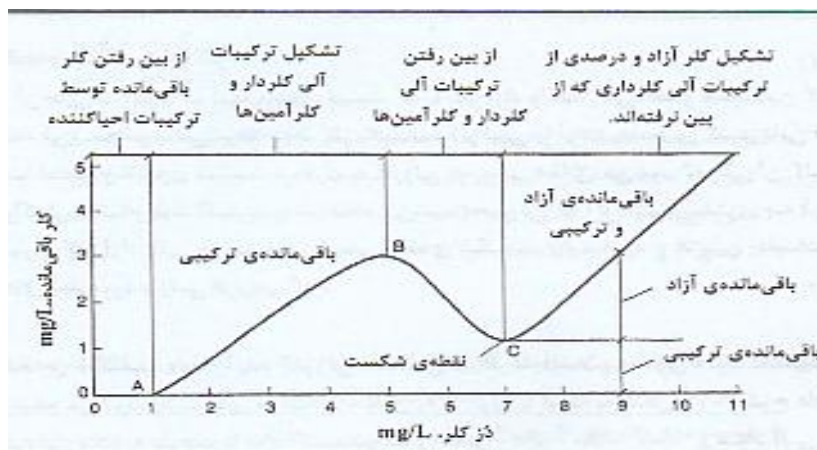
در صورتی که در آب آمونیاک وجود داشته باشد، با کلر وارد واکنش شده و ترکیبات کلرآمین بوجود می آورد. بسته به pH، دما و نسبت اولیه کلر به آمونیاک ترکیبات متفاوتی از کلر آمین ها (منوکلرآمین، دی کلرآمین و تری کلرید نیتروژن) ایجاد می شود. اگر pH در حدود ۸/۵ باشد محصول اصلی واکنش کلر با آمونیاک، مونوکلرآمین است. اگر pH برابر ۴ باشد محصول غالب دی کلرآمین است و در محدوده ی pH ۴/۵ تا ۸/۵ مخلوطی از مونو کلر آمین و دی کلر آمین حاصل می شود. در pH کمتر از ۴/۵ تری کلرید نیتروژن تشکیل می شود.

قدرت گندزدایی کلرآمین ها نسبت به اسید هیپو کلرو کمتر است بنابراین به زمان تماس و مقدار بیشتری نیاز است.

نقطه شکست در فرایند کلر زنی آب:

بلافاصله بعد از تزریق کلر به آب، ابتدا موادی که به سادگی اکسید می شوند مانند ترکیبات Fe^{+2} ، Mn^{+2} ، سولفید هیدروژن و بعضی مواد آلی با کلر واکنش داده و کلر را به یون کلرید تبدیل می کنند (تائقطه A در شکل شماره ۲). بعد از آن کلر با آمونیاک موجود در آب واکنش داده و کلرآمین ها را تشکیل می دهد (ازنقطه A تا نقطه B در شکل شماره ۲). با ادامه کلر زنی به آب مقداری از کلرآمین ها به تری کلرید نیتروژن تبدیل می شود و برخی از کلرآمین های باقیمانده به اکسید نیتروژن و نیتروژن اکسید میشوند و کلر به صورت یون کلرید آزاد می شود.

این ناحیه فاقد ارزش گذردایی است (از نقطه B تا نقطه C در شکل شماره ۲). با افزایش کلر از نقطه شکست به بعد میزان *OCl* در آب افزایش یافته و قدرت گذردایی کلر بالا می رود.



شکل شماره ۲: نحوه ی تغییرات کلر باقیمانده آزاد و ترکیبی بر حسب مقدار کلر تزریق شده

ثبت نتایج کلر سنجی در سامانه جامع بازرسی مرکز سلامت محیط و کار

ورود به سامانه:

آدرس ورود به سامانه <http://samanehjm.behdasht.gov.ir> می باشد. با وارد نمودن آدرس وارد صفحه ذیل می شویم. قبل از هر کاری ابتدا فایل مربوط به نسخه ۵ نرم افزار سیلورلایت که لینک آن در صفحه زیر مشخص است را دریافت و در کامپیوتر نصب میکنیم.



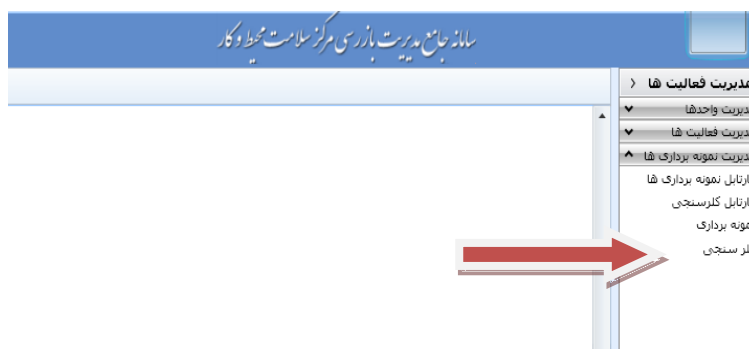
شکل ۳: دریافت فایل سیلورلایت

پس از نصب برنامه سیلورلایت از راه لینک ورود از طریق شبکه اینترنت وارد صفحه زیر می شویم و بعد از وارد نمودن نام کاربری و رمز عبور وارد سامانه جامع مدیریت بازرسی مرکز سلامت محیط و کار می شویم.



شکل ۴: صفحه ورود نام کاربری و رمز عبور

در بخش مدیریت فعالیت ها، روی مدیریت نمونه برداری ها کلیک نمود و کلاس سنجی را انتخاب می نماییم.



شکل ۵: صفحه انتخاب کلاس سنجی

با کلیک نمودن بر روی کلاس سنجی صفحه کلاس سنجی جدید برای ثبت کلاس سنجی مانند شکل ۶ باز می شود.

راهنمای کلر سنجی و ثبت نتایج آن در سامانه جامع بازرسی مرکز سلامت محیط و کار

شکل ۶: نمای کلی صفحه کلر سنجی جدید

اطلاعات تقسیمات کشوری:

این اطلاعات شامل استان، شهرستان، بخش، شهر/ دهستان و روستا می باشد. اطلاعات تقسیمات استانی تا سطح شهرستان برای هر بازرسی یک بار برای همیشه تعریف می شود. اطلاعات مربوط به بخش، شهر و روستایی که کلر سنجی در آن انجام میشود باید توسط بازرسی در زمان ثبت هر مورد کلر سنجی انتخاب شود.


شکل ۷: انتخاب تقسیمات کشوری و ثبت جمعیت تحت پوشش

در قسمت جمعیت تحت پوشش جمعیت شهر و روستایی که کلر سنجی از آب آن انجام می شود براساس آخرین سرشماری ثبت می گردد. ثبت این مورد و تمام مواردیکه با ستاره قرمز رنگ مشخص شده است الزامی می باشد.

اطلاعات تقسیمات دانشگاهی:

این اطلاعات شامل دانشگاه/دانشکده، شبکه/مرکز بهداشت، مرکز بهداشتی درمانی و خانه بهداشت می باشد. برای هر سطح اطلاعات تقسیمات دانشگاهی تا همان سطح توسط سطوح بالاتر تعریف شده است و سطوح پایین تر باید توسط بازرسی تکمیل شود، به عنوان مثال بازرسی که در مرکز بهداشت شهرستان علی آباد کتول کار می کند و می خواهد نتایج کلاس سنجی را ثبت نماید، اطلاعات مربوط به استان، دانشگاه و مرکز بهداشت از قبل ثبت شده و وجود دارد. بازرسی باید مرکز بهداشتی درمانی که در آن کار میکند را انتخاب نماید و همچنین اگر بهورز کلاس سنجی را ثبت می کند علاوه بر انتخاب مرکز بهداشتی درمانی باید خانه بهداشت را نیز انتخاب نماید.

استان:	گلستان	دانشگاه:	علوم پزشکی گلستان	شبکه/مرکز بهداشت:	علی آباد کتول
مرکز بهداشتی درمانی:	انتخاب کنید	خانه بهداشت:	انتخاب کنید		



شکل ۸: انتخاب تقسیمات دانشگاهی محل کلاس سنجی

اطلاعات نمونه:

۱- آدرس محل نمونه برداری:

آدرس دقیق محل کلاس سنجی شامل خیابان اصلی، خیابان فرعی، کوچه و پلاک مانند مثال زیر ثبت می شود. آدرس باید به گونه ای ثبت شود که یک فرد غیر بومی بتواند به راحتی از روی نقشه شهر یا با پرسش از افراد بومی و با توجه به تابلوهای راهنمای شهری آن را بیابد.

مثال آدرس:

تهران - خیابان جمهوری اسلامی - چهار راه استقلال - کوچه شهید کاظمی - پلاک ۴۹

اطلاعات نمونه

* آدرس محل نمونه برداری: منطقه 8، ناحیه 4، خیابان جمهوری نرسیده به خیابان حافظ، کوچه شهید کاظمی، پلاک 49

* نوع آب: انتخاب کنید

محل برداشت: انتخاب کنید

منولئ ابرسانی: انتخاب کنید

وسيله سنجش: انتخاب کنید

* تاريخ نمونه برداری: ۱۳۹۱/۱۱/۰۲ ۱۵

ساعت نمونه برداری: _:_: نمونه: 14:08

* شرابط: انتخاب کنید

دمای آب (°C):

شکل ۹: نمای کلی اطلاعات نمونه و ثبت آدرس محل نمونه برداری

۲- نوع آب:

منظور از نوع آب، کلرسنجی از آب آشامیدنی، آب استخر و پساب می باشد که مانند شکل زیر یک مورد که هدف کلرسنجی ما است را انتخاب می کنیم. آب آشامیدنی آبی است که توسط مسئولین تامین آب شرب مثل شرکت آب و فاضلاب شهری (آبفا)، شرکت آب و فاضلاب روستایی (آبفار)، هیئت امنایی و بخش خصوصی به منظور مصرف آشامیدن در اختیار اهالی شهر یا روستا قرار می گیرد. آب استخر منظور آبی است که شناگران دراستخر های عمومی، تفریحی، آموزشی با آن در تماس هستند. اگر نمونه برداری از پساب انجام شود، این گزینه انتخاب می شود.

* نوع آب:

انتخاب کنید

انتخاب کنید

آشامیدنی

استخر

پساب

شکل ۱۰: نمای انتخاب نوع آب

۳- محل برداشت نمونه:

با توجه به اینکه نمونه برداری از محل های مختلف انجام می شود و براساس استاندارد ملی ۱۰۵۳ دامنه ی مطلوبیت غلظت کلر آزاد باقیمانده در محل های مختلف مثل نقطه مصرف آب، شبکه آبرسانی، مخزن ذخیره، شیر برداشت عمومی، تانکر سیار در محل آبیگیری یا محل توزیع، مخزن ثابت، چاه، چشمه و قنات متفاوت است. لذا با توجه به آن محل برداشت انتخاب می شود. اگر نوع آب استخر یا پساب باشد محل برداشت نمونه انتخاب نمی شود.

منظور از نقطه مصرف آبی است که مصرف کننده استفاده می کند. به عبارتی دیگر، مصرف کننده بلافاصله بعد از باز نمودن شیر آب از آن برای مصرف شرب استفاده می کند. اگر هدف بررسی نقطه مصرف باشد نمونه برداری برای کلرسنجی نیز باید بلافاصله بعد از باز نمودن شیر آب صورت گیرد. میزان مطلوبیت کلر آزاد باقیمانده آب در نقطه مصرف، $0/2$ تا $0/8$ میلی گرم در لیتر در شرایط عادی است.

منظور از شبکه آب رسانی آبی است که داخل شبکه تا قبل از انشعاب خصوصی (کنتور) جریان دارد. اگر هدف بررسی شبکه آب رسانی باشد نمونه برداری برای کلرسنجی باید بعد از باز نمودن شیر آب و خارج شدن تمام آب بعد از کنتور صورت گیرد. یکی از راههای تشخیص آب شبکه دمای تقریباً "ثابت آب است که از طریق حس لامسه قابل بررسی است. میزان مطلوبیت کلر آزاد باقیمانده آب در شبکه، $0/5$ تا $0/8$ میلی گرم در لیتر در شرایط عادی است. (در طرح پایلوت نمونه برداری از شبکه صورت گیرد).



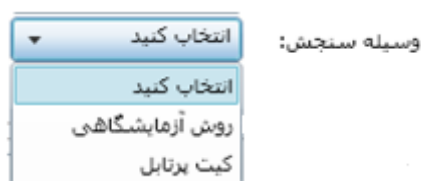
شکل ۱۱: نمای انتخاب محل برداشت

۴- متولی آب رسانی:

منظور از متولی آب رسانی شرکت، موسسه، فرد یا گروهی است که تولید شبکه آبرسانی را بر عهده دارد و کلر سنجی در آن شبکه صورت می گیرد و یکی از موارد شرکت آب و فاضلاب شهری (آبفا)، شرکت آب و فاضلاب روستایی (آبفار)، هیئت امنایی و بخش خصوصی از شکل ۱۲ انتخاب می شود. این گزینه فقط هنگامی که نوع آب آشامیدنی است، انتخاب می شود.

۵- وسیله سنجش:

در صورتیکه کلرسنجی به وسیله کیت پرتابل انجام شود وسیله سنجش کیت پرتابل و در صورتیکه کلرسنجی در آزمایشگاه به روش آزمایشگاهی (مثلا یدومتری) انجام شود روش آزمایشگاهی از شکل ۱۳ انتخاب می شود.



شکل ۱۳: نمای انتخاب وسیله سنجش



شکل ۱۲: نمای انتخاب متولی آبرسانی

۶- شرایط:

با توجه به اینکه دامنه مطلوبیت غلظت کلر آزاد باقیمانده در شرایط عادی $0/5$ تا $0/8$ میلی گرم در لیتر و در شرایط اضطراری (حوادث و بلایا و طغیان بیماری های منتقله از آب و غذا) $0/5$ تا 1 میلی گرم در لیتر است، انتخاب شرایطی که کلرسنجی انجام می شود در تفسیر نتایج اهمیت بسزایی دارد. لذا اگر شرایط در زمان کلرسنجی عادی باشد عبارت عادی و اگر اضطراری بود عبارت اضطراری را در شکل ۱۴ انتخاب می کنیم.

بعنوان مثال اگر در یک شهر یا روستایی زلزله رخ داده باشد، میزان کلر آزاد باقیمانده باید در دامنه $0/5$ تا 1 میلی گرم در لیتر حفظ شود و در زمان کلرسنجی شرایط اضطراری انتخاب گردد.

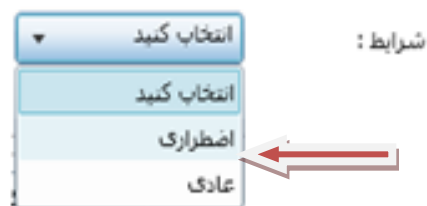
۷- تاریخ نمونه برداری:

تاریخ کلرسنجی زمانی است که کلرسنجی انجام شده است یعنی تاریخی که بازرس بهداشت محیط به محل نمونه برداری مراجعه کرده و کلر آزاد نمونه آب را سنجش می کند. (لازم به ذکر است که سیستم زمان ثبت کلر سنجی را شامل تاریخ و ساعت را خودبخود ثبت می کند و این زمان مربوط به ثبت نتایج در سامانه بوده و در کارتابل قابل مشاهده است) تاریخ باید بصورت

دقیق مانند شکل های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ انتخاب شود. اگر تاریخ بطور صحیح نمایش داده نمی شود، لازم است تاریخ یارانه به تاریخ میلادی تغییر نماید.



شکل ۱۵: نمای انتخاب تاریخ کلر سنجی



شکل ۱۴: نمای انتخاب شرایط کلر سنجی

بعنوان مثال با کلیک نمودن بر روی بهمن ۱۳۹۱ ماههای سال مانند شکل ۱۵ قابل مشاهده می شود که ماه مورد نظر را می توانیم انتخاب نماییم.

با کلیک نمودن بر روی ۱۳۹۱ سال ها مانند شکل ۱۷ قابل مشاهده می شود که سال مورد نظر را می توانیم انتخاب نماییم.



شکل شماره ۱۷: نمای انتخاب سال کلر سنجی

شکل شماره ۱۶: نمای انتخاب ماه کلر سنجی

۸- ساعت نمونه برداری

ساعت کلر سنجی زمانی است که مقدار کلر آزاد باقیمانده اندازه گیری می شود وبصورت عدد ۴ رقمی ثبت می شود. اگر ساعت نمونه برداری نه و نه دقیقه باشد به صورت ۰۹:۰۹ ثبت می شود. برای مثال ثبت ساعت ۰۸:۲۵ در شکل ۱۸ نشان داده شده است. ساعت ۲/۵ بعد از ظهر

بصورت ۱۴:۳۰ ثبت می شود. ثبت ساعت نمونه برداری با دوبار کلیک کردن در داخل محل ثبت ساعت امکان پذیر می گردد.

ساعت نمونه برداری: 08:25 نمونه: 14:08

ساعت نمونه برداری: 14:08 نمونه: 14:08

شکل ۱۸: نمای ثبت ساعت کلر سنجی

۹- دمای آب:

در صورت اندازه گیری دمای آب هنگام کلر سنجی، باید مقدار آن بر حسب درجه سانتیگراد ثبت شود.

دمای آب (°C): 12

دمای آب (°C):

شکل ۱۹: نمای ثبت دمای آب در زمان کلر سنجی

ثبت نتایج:

نتایج اندازه گیری مربوط به pH، کدورت، زمان تماس آب، غلظت کلر آزاد باقیمانده و غلظت کلر باقیمانده در این قسمت ثبت می شود. نمای کلی ثبت نتایج در شکل ۲۰ قابل مشاهده است.

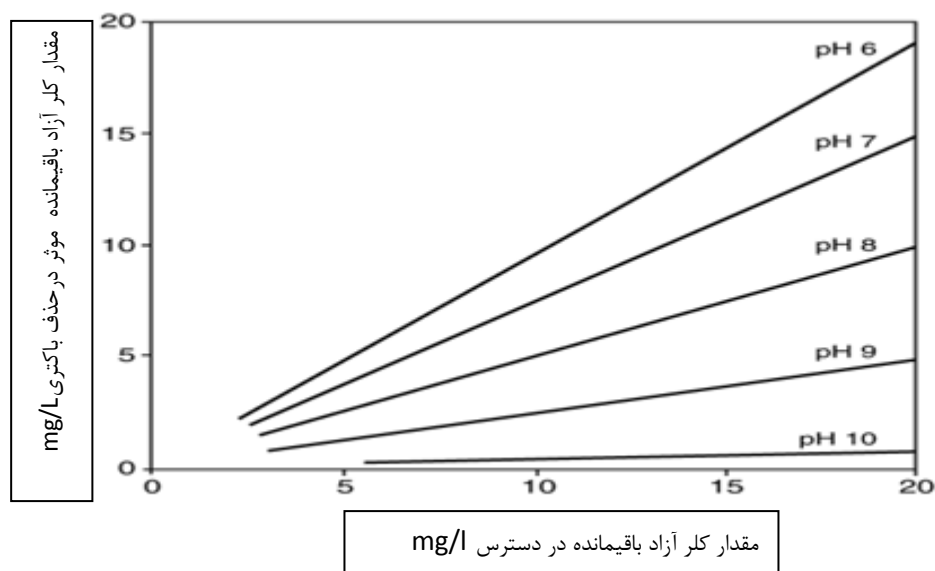
بیشتر یا مساوی 30	زمان تماس (دقیقه):	کدورت آب (NTU):	pH آب:
غلظت کلر باقیمانده آب (mg/L):	غلظت کلر ترکیبی باقیمانده آب (mg/L):	غلظت کلر آزاد باقیمانده آب (mg/L):	

شکل ۲۰: نمای کلی ثبت نتایج کلر سنجی

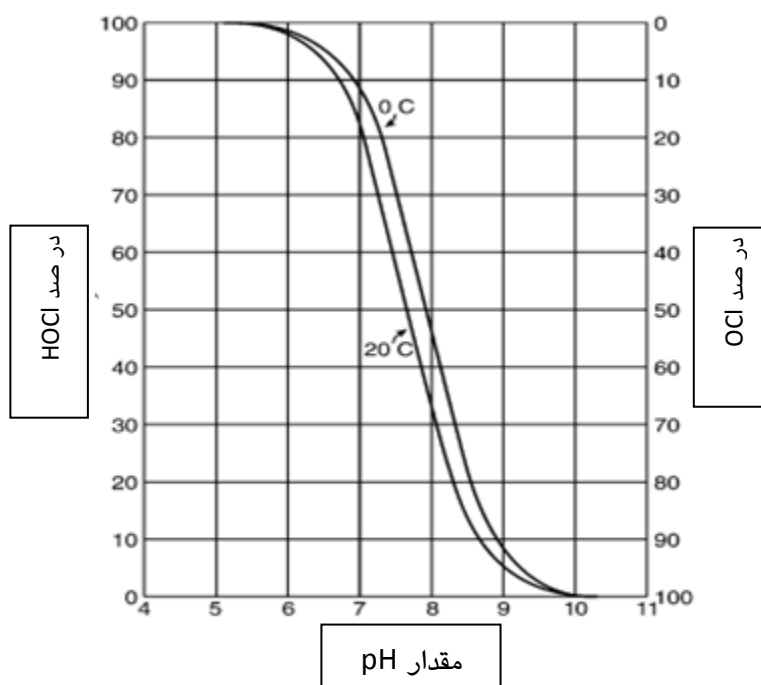
۱- pH آب

اندازه گیری pH آب ضروری است و باید اندازه گیری و مانند شکل ۲۳ ثبت شود، زیرا مقدار pH در میزان حضور نسبی اسید هیپو کلرو (HOCl) و یون هیپو کلریت (OCl) و نهایتاً اثر بخشی گندزدایی و تعیین حداقل مقدار کلر آزاد باقیمانده آب موثر است. اسید هیپو کلرو (HOCl) ۴۰ تا ۸۰ برابر یون هیپو کلریت (OCl) قدرت گندزدایی دارد. مقدار مطلوب pH آب ۶/۵ تا ۸/۵ و حداقل و حداکثر مقدار مجاز pH آب به ترتیب ۶/۵ و ۹ می باشد. برابر استاندارد ملی شماره

۱۰۵۳ حداقل مقدار مجاز کلر آزاد باقیمانده در pH کمتر از ۸ برابر ۰/۵ و در pH ۸ تا ۹ برابر ۰/۶ میلی گرم در لیتر است. نمودارهای ذیل رابطه بین pH آب و کلر آزاد باقیمانده را نشان می دهد.



شکل ۲۱: تاثیر pH آب و میزان کلر آزاد باقیمانده موثر در توانایی حذف باکتری



شکل ۲۲: درصد نسبی حضور اسید هیپو کلرو (HOCl) و یون هیپو کلریت (OCl) در pH های مختلف



شکل ۲۳: نمای ثبت pH آب

۲- کدورت آب:

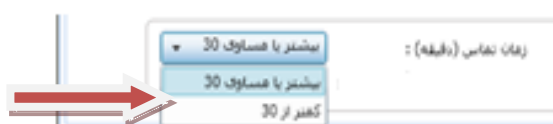
در صورت امکان بایستی کدورت آب اندازه گیری و مقدار آن بر حسب NTU ثبت شود. مقدار مطلوب آن کمتر یا مساوی ۱ و حداکثر مقدار مجاز آن ۵ NTU برای آب آشامیدنی می باشد. حد استاندارد کدورت برای استخر و پساب نیز در استانداردهای مربوطه قید شده است. مقدار ۰/۹ بصورت نمونه در شکل ۲۴ ثبت شده است.



شکل ۲۴: نمای ثبت کدورت آب

۳- زمان تماس:

زمان تماس به مدت زمانی که کلر و آب قبل از توزیع بین مردم در تماس با هم هستند گفته می شود. در این راهنما منظور از زمان تماس؛ مدت زمانی است که از لحظه کلرزنی به آب آشامیدنی تا زمان برداشت آب برای کلر سنجی سپری شده است. برابر استاندارد ملی ۱۰۵۳ زمان تماس باید حداقل نیم ساعت باشد. یعنی از لحظه کلرزنی به آب آشامیدنی تا اولین نقطه مصرف باید حداقل زمان تماس نیم ساعت باشد. با توجه به بررسی هایی که توسط بازرسی انجام میشود، مطابق موارد ذیل یکی از موارد بیشتر یا مساوی ۳۰ و کمتر از ۳۰ را مانند شکل ۲۵ انتخاب می نمایم.



شکل ۲۵: نمای انتخاب زمان تماس

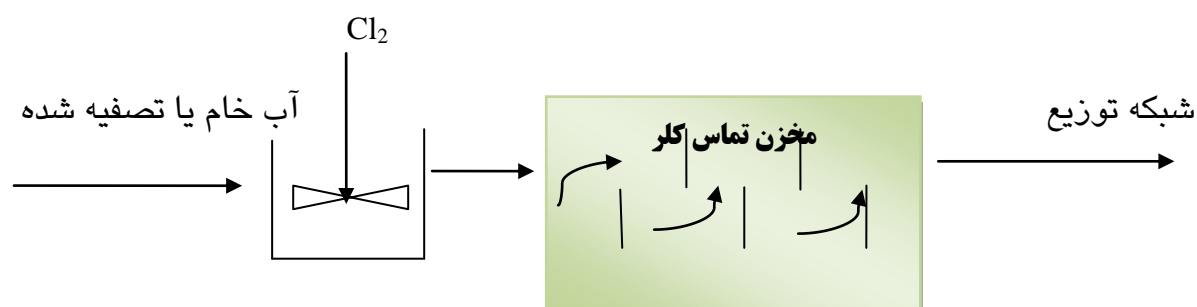
زمان تماس ممکن است به سه طریق تامین شود که روش محاسبه زمان تماس به شرح ذیل می باشد.

الف: توسط مخزن تماس کلر

مخزن تماس کلر معمولاً در تصفیه خانه ها وجود دارد. آب خام یا تصفیه شده بعد از کلر زنی وارد مخزن تماس کلر می شود و بعد از آن وارد شبکه توزیع می شود. در این حالت زمان تماس از رابطه زیر محاسبه میشود.

$$t = \frac{V}{Q}$$

در آن t زمان تماس، V حجم مخزن تماس و Q دبی آب ورودی به مخزن تماس است.



شکل ۲۶: نمای تامین زمان تماس در مخزن تماس کلر

مثال: اگر حداکثر ساعتی جریان آب ۳۰۰۰ متر مکعب در ساعت باشد برای تامین زمان تماس نیم ساعت، حجم مخزن تماس کلر بشرح زیر محاسبه می شود:

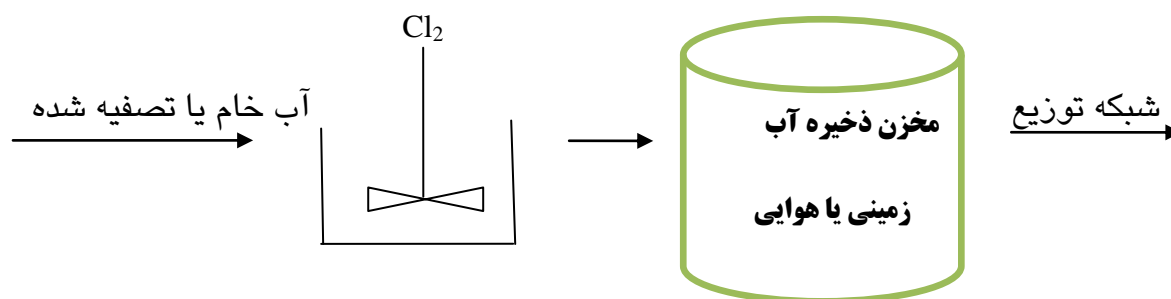
$$t = \frac{V}{Q} \quad v = tQ \quad v = 0.5 \times 3000 \quad v = 1500 \text{ m}^3$$

پس در صورتی که حجم مخزن تماس کلر ۱۵۰۰ متر مکعب باشد و تعداد و فاصله راه بند ها درست طراحی شده باشد، انتظار داریم زمان تماس حداقل نیم ساعت به طور متوسط فراهم شده باشد.

ب: توسط مخزن ذخیره آب

در این حالت آب خام یا تصفیه شده بعد از کلر زنی وارد مخزن ذخیره (هوایی / زمینی) می شود و بعد از آن وارد شبکه توزیع می شود. در این حالت با فرض پر بودن مخزن ذخیره مدت زمان تماس از رابطه قبلی محاسبه میشود.

به عنوان مثال اگر آب مورد نیاز، ۱۵۰ متر مکعب در ساعت باشد حجم مخزن حداقل باید ۷۵ متر مکعب باشد تا زمان تماس نیم ساعت تامین شود.



شکل ۲۷: نمای تامین زمان تماس از طریق مخزن ذخیره

مثال ۱: اگر آب مورد نیاز ۱۰۰ متر مکعب در ساعت باشد برای تامین حداقل زمان تماس نیم ساعت حداقل حجم مخزن ذخیره را محاسبه نمایید.

$$t = \frac{V}{Q} \quad v = t Q \quad v = 0.5 \times 100 \quad v = 50 \text{ m}^3$$

حداقل حجم مخزن باید ۵۰ متر مکعب باشد تا امکان تامین زمان تماس حداقل نیم ساعت فراهم گردد

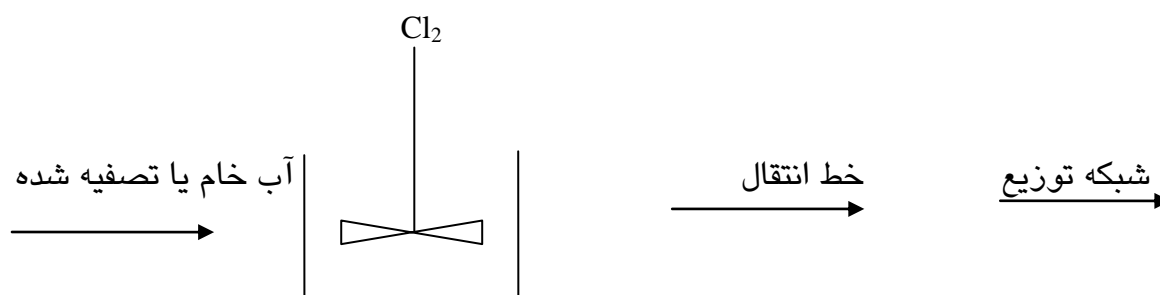
مثال ۲: اگر حجم مخزن تماس ۹۰۰ متر مکعب و متوسط دبی آب ورودی به مخزن تماس ۲۰ متر مکعب بر دقیقه باشد، زمان تماس را محاسبه نمایید؟

$$t = \frac{V}{Q} \quad t = \frac{900}{20 \times 60} \quad t = 45 \text{ دقیقه}$$

ج: بدون مخزن تماس کلر و مخزن ذخیره آب

در این حالت آب خام یا تصفیه شده بعد از کلر زنی بطور مستقیم یا بعد از خط انتقال وارد شبکه توزیع می شود. در این حالت مدت زمان تماس به سرعت آب و طول خط انتقال و توزیع بستگی دارد. در این حالت زمان تماس از رابطه زیر محاسبه میشود.

$t = \frac{X}{V}$ در آن زمان تماس بر حسب دقیقه، X طول خط انتقال بر حسب متر و V سرعت آب عبوری از خط انتقال بر حسب متر بر ثانیه می باشد. بعنوان مثال اگر طول خط انتقال ۱۸۰۰ متر باشد و سرعت جریان آب در آن ۱ متر بر ثانیه باشد زمان تماس ۱۸۰۰ ثانیه یا ۳۰ دقیقه بدست می آید. با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به سرعت جریان آب در خط انتقال و شبکه توزیع در دسترس نیست بر مبنای سرعت جریان ۱/۵ متر بر ثانیه و زمان تماس ۳۰ دقیقه (۱۸۰۰ ثانیه)، فاصله ۲۷۰۰ متر بدست می آید. بنابراین در صورتی که فاصله محل اندازه گیری کلر آزاد باقیمانده از محل تزریق کلر تقریباً ۲۷۰۰ متر و بیشتر باشد زمان تماس ۳۰ دقیقه یا بیشتر تامین شده است.



شکل ۲۸: نمای تامین زمان تماس از طریق طول خط انتقال و یا شبکه توزیع

بنابراین:

- اگر مخزن تماس کلر (حالت الف) و مخزن ذخیره آب (حالت ب) وجود داشته باشد و حجم مخزن با توجه به محاسبات گفته شده، متناسب باشد گزینه بیشتر یا مساوی ۳۰ و اگر کمتر باشد گزینه کمتر از ۳۰ انتخاب می شود.

- اگر فاصله محل کلر زنی و محل برداشت نمونه بیشتر از ۲۷۰۰ متر باشد گزینه بیشتر یا مساوی ۳۰ دقیقه و اگر کمتر از ۲۷۰۰ متر باشد گزینه کمتر از ۳۰ دقیقه انتخاب می شود.
- در غیر موارد فوق گزینه کمتر از ۳۰ انتخاب می شود.

۱- کلر آزاد باقیمانده:

اندازه گیری کلر آزاد باقیمانده ضروری است و باید انجام شود. کلر آزاد باقیمانده به مجموع اسید هیپو کلرو (HOCl) و یون هیپو کلریت (OCl^-) در آب آشامیدنی گفته می شود. که پس از اندازه گیری مانند شکل ۲۹ ثبت می شود.

* غلظت کلر آزاد باقیمانده آب (mg/L): 0.6

شکل ۲۹: نمای ثبت کلر آزاد باقیمانده

۴- کلر ترکیبی باقیمانده:

به مجموع ترکیبات کلر نظیر کلر آمین ها (منو کلر آمین، دی کلر آمین و تری کلرید نیتروژن) در آب گفته می شود. سامانه به گونه ای طراحی شده است که از اختلاف کلر باقیمانده و کلر آزاد باقیمانده کلر ترکیبی باقیمانده را محاسبه و در محل مربوط قرار می دهد.

۵- کلر باقیمانده آب:

به مجموع کلر آزاد و کلر ترکیبی باقیمانده گفته می شود که در صورت امکان بایستی اندازه گیری و ثبت شود. سامانه به گونه ای طراحی شده است غلظت کلر باقیمانده کمتر از غلظت کلر آزاد باقیمانده را قبول نمی کند. پس از اندازه گیری مانند شکل ۳۰ ثبت می شود.

غلظت کلر باقیمانده آب (mg/L): 1.2

شکل ۳۰: نمای ثبت کلر باقیمانده آب

ذخیره سازی:

پس از تکمیل تمام بخش های فرم کلر سنجی عبارت ذخیره را کلیک می نماییم (شکل ۳۱). در صورتی که اطلاعات بخش های که اجباری است ثبت و یا انتخاب نشده باشد و یا اطلاعات به درستی ثبت نشده باشد (مثلا pH آب ۱۵ ثبت شده باشد که ناصحیح می باشد) سامانه پیام خطا می دهد که باید اصلاح گردد. پس از انجام تغییرات اصلاحی و در صورت نبود هیچ مشکلی، تمام اطلاعات ثبت شده نمایش داده می شود (مانند شکل ۳۲) که باید کنترل شود تا موردی اشتباه وارد نشده باشد. در صورت اطمینان از صحت اطلاعات عبارت ذخیره را کلیک می نماییم. سامانه برای بار دوم تایید داده ها را می خواهد (شکل ۳۳) که اگر برای بار دوم هم تایید شد در کار تابل ذخیره می شود.

شکل ۳۱: ذخیره نمودن اطلاعات ثبت شده

شکل ۳۲: نمایش کل اطلاعات ثبت شده

شکل ۳۳: درخواست تایید کل اطلاعات ثبت شده

کارتابل کلر سنجی:

برای مشاهده کلرسنجی های ثبت شده به بخش مدیریت فعالیت، کارتابل کلر سنجی طبق شکل ۳۴ وارد می شویم. در این قسمت می توانیم اطلاعات کلرسنجی مورد نیاز را جستجو و انتخاب نماییم.

راهنمای کلر سنجی و ثبت نتایج آن در سامانه جامع بازرسی مرکز سلامت محیط و کار

شکل ۳۴: محتویات کارنابل کلرسنجی

به عنوان مثال اگر بخواهیم تعداد نمونه هایی که کلر باقیمانده آزاد آن ها بین $0/2$ تا $0/8$ باشد را مشاهده کنیم، در بخش دامنه غلظت کلر آزاد باقیمانده در فیلد مربوط، از مقدار $0/2$ را تا $0/8$ را تایپ نموده بعد جست و جو را کلیک می کنیم. مانند شکل ۳۵.

شکل ۳۵: جست و جوی غلظت کلر آزاد باقیمانده بین $0/2$ تا $0/8$

تعداد کلر سنجی مورد نیاز:

الف: شرایط عادی و طبیعی

در این شرایط حداقل تعداد کلر سنجی در شبکه آبرسانی بر حسب جمعیت مطابق استاندارد ملی و بر اساس جدول شماره ۱ تعیین می شود.

جدول ۱: حداقل تعداد موارد کلر سنجی در شبکه های آبرسانی بر حسب جمعیت

ردیف	جمعیت	حداقل تعداد نمونه برای کلر سنجی (n)
۱	تا ۱۰ هزار نفر	۱ تا ۲
۲	۱۰ تا ۵۰ هزار نفر	۳ تا ۵
۳	۵۰ تا ۱۰۰ هزار نفر	۶ تا ۱۰
۴	۱۰۰ هزار تا ۵۰۰ هزار نفر	۱۱ تا ۱۵
۵	بیشتر از ۵۰۰ هزار نفر	به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر یک نمونه + ۱۵ نمونه اضافی

ب: شرایط خاص

در مواردی که مرکز سلامت محیط و کار [اعلام کلر سنجی در سطح ملی](#) می نماید، یا در برخی شرایط که بیماری های منتقله از آب شیوع پیدا می کند و یا در زمان های حوادث و بلایا حسب بخشنامه های کشوری و منطقه ای، برای افزایش اطمینان از وضعیت میزان کلر آزاد باقیمانده در شبکه تامین آب آشامیدنی باید از [جدول شماره ۲](#) برای تعیین تعداد نمونه های مورد نیاز استفاده شود.

مثال: برای تاریخ ۱۵ بهمن ۱۳۹۱ از طرف مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت برنامه کلر سنجی در سطح ملی اعلام شده است، برای شهری با جمعیت ۲۵۰۰۰۰ نفر چند نمونه لازم است؟

با توجه به اینکه در ردیف ۳ جدول برای جمعیت ۲۰۰ تا ۵۰۰ هزار نفر ۸۰ نمونه ذکر شده است، و جمعیت ۲۵۰۰۰۰ نفر در این محدوده قرار می گیرد بنابراین برای این شهر ۸۰ نمونه لازم است. در صورتیکه تعداد نمونه مورد نیاز در شرایط عادی برای این جمعیت مطابق جدول یک، حداقل ۱۱ تا ۱۵ نمونه می باشد.

جدول ۲: تعداد موارد کلر سنجی در شبکه های آبرسانی شهری بر حسب جمعیت در شرایط خاص

ردیف	جمعیت	حداقل تعداد نمونه برای کلر سنجی (n)
۱	تا ۱۰۰ هزار نفر	۴۰
۲	۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار نفر	۶۰
۳	۲۰۰ تا ۵۰۰ هزار نفر	۸۰
۴	۵۰۰ هزار تا ۱ میلیون نفر	۱۲۰
۵	بیشتر از ۱ میلیون نفر	به ازای هر ۱۰ هزار نفر یک نمونه + ۲۰ نمونه اضافی

انتخاب محل های نمونه برداری:

انتخاب محل نمونه برداری در این طرح ملی کلر سنجی بسیار مهم است. برای این منظور با مراجعه به جدول ۲ تعداد نمونه مورد نیاز (n) کلر سنجی تعیین می گردد، سپس شهر را به تعداد $(n - 0.1n)$ مربع مساوی تقسیم بندی می کنیم و از هر مربع یک نقطه را برای انجام کلر سنجی انتخاب می کنیم. تعداد $0.1n$ باقیمانده از محل های نمونه برداری را به مربعاتی که در آن مناطق تراکم جمعیت یا جمعیت در معرض خطر بیشتر است و یا به نقاط انتهایی و کور شبکه اختصاص می دهیم.

مثال تعداد نمونه و مثال تقسیم شهر:

برای برنامه کلر سنجی ملی مورخ ۹۱/۱۱/۱۵ اگر شهری ۱۸۰۰۰۰ نفر جمعیت داشته باشد، تعداد نمونه لازم و منطقه بندی چگونه انجام می شود؟

چون شرایط خاص است از جدول شماره ۲ استفاده می کنیم. با توجه به اینکه در ردیف ۲ جدول ۲ برای جمعیت ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار نفر ۶۰ نمونه ذکر شده است، و جمعیت ۱۸۰۰۰۰ نفر در این محدوده قرار می گیرد بنابراین برای این شهر ۶۰ نمونه لازم است. ($n = 60$)

$$N = 60 \longrightarrow 0.1n = 0.1 \times 60 \longrightarrow 0.1n = 6$$

تعداد مربعات شهر = تعداد مربعات شهر $\rightarrow 54 = n - 6 = 60 - 6$

پس شهر را به ۵۴ مربع مساوی تقسیم نموده و در هر قسمت یک مورد کلر سنجی انجام می دهیم. و تعداد ۶ نمونه باقیمانده را به مناطق تراکم جمعیت زیاد است و یا به نقاط انتهایی و کور شبکه اختصاص می دهیم.

منابع :

1. Metcalf&Eddy Inc., George Tchobanoglous, Franklin L Burton, H.David Stensel "Wastewater Engineering (treatment and reuse)"ed,c2003.
2. Mark J.Hammer & Mark j.Hammer Jr " Water and Wastewater Technology" 5th.ed,c2004.
3. Guidelines for Drinking Water Quality , World health organization .4th.ed,2011.
4. استاندارد ملی ۱۰۵۳ تجدید نظر پنجم "ویژه گی های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی"، مصوب ۸۸/۱۲/۱۱.
5. استاندارد ملی ۴۲۰۸ تجدید نظر اول " کیفیت آب - نمونه برداری از آب برای آزمون های میکروبیولوژی " مصوب ۸۶/۸/۸.
6. حسینیان ، سید مرتضی ، "اصول طراحی تصفیه خانه های فاضلاب شهری و پساب صنعتی" انتشارات شهرآب- آینده سازان ، تهران، ۱۳۸۱.
7. واعظی، فروغ ، صیدمحمدی، عبدالمطلب، "مقررات گندزدایی آب و بهره برداری از گندزداها" انتشارات سه استاد ، تهران، ۱۳۸۲.



Ministry of Health and Medical Education
Environmental and Occupational Health Center

A Guide to

Measuring Free Residual Chlorine and
Recording the Results in National
Environmental Health Inspection System

January 2013

First Edition