

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت سلامت

مرکز سلامت محیط و کار

راهنمای کنترل بهداشتی آب

استخرهای شنا

۱۳۸۵

فهرست

مقدمه	۲
۱- کلیات.....	۵
۱-۱- استخرهای شنا.....	۵
۱-۲- اهمیت بهداشتی آب استخرهای شنا.....	۸
۲- کیفیت آب استخرهای شنا.....	۱۳
۲-۱- مشخصه‌های شیمیائی.....	۱۳
۲-۲- مشخصه‌های فیزیکی.....	۱۶
۲-۳- مشخصه‌های میکروبی.....	۱۹
۳- کنترل کیفیت و سالم سازی آب استخرهای شنا.....	۲۱
۳-۱- کیفیت آب خام مصرفی.....	۲۲
۳-۲- نوع استخر از نظر جریان و کیفیت آب.....	۲۲
۳-۳- گندزدائی و سالم سازی آب از نظر میکروبی.....	۲۳
۳-۴- فرآورده های جانبی ناشی از کلر زنی آب.....	۲۹
۳-۵- کنترل جلبک.....	۳۲
۳-۶- کنترل pH، خوردگی و رسوب گذاری.....	۳۴
۳-۷- کنترل شفافیت آب استخر.....	۴۰
۳-۸- کنترل آهن و منگنز.....	۴۱
۳-۹- درجه حرارت آب استخر.....	۴۱
۳-۱۰- سیستم بازچرخش آب و تصفیه آب.....	۴۲
۳-۱۱- پر کردن اولیه استخر شنا.....	۵۲
۴- نظارت بهداشتی بر آب استخرهای شنا.....	۵۴
۴-۱- منبع آب خام.....	۵۴
۴-۲- سیستم پالایش، تصفیه و بازچرخش آب.....	۵۵
۴-۳- کنترل آب استخر توسط بهره‌بردار.....	۵۶
۴-۴- آزمایشهای لازم جهت نظارت بر آب استخر.....	۵۶
ضمیمه ۱: چه موقع باید استخر را تعطیل کرد.....	۶۴
ضمیمه ۲: تمیز نمودن و گندزدائی استخرهای آلوده شده به مواد مد فوعی اسهال و	
استفراغی.....	۶۵
ضمیمه ۳: مشکلات و نواقص مربوط به کیفیت آب و راه‌های اصلاح آنها.....	۶۷
ضمیمه ۴-: پیش نویس استاندارد آب استخرهای شنا.....	۷۱
منابع:.....	۷۳

مقدمه

استفاده‌های زیباشناختی و تفریحی آب، بعنوان یکی از مصارف آب در هر اجتماع می باشد. استفاده از محیط‌های آبی طبیعی و یا مصنوعی بعنوان شناگاهها از دیرباز مورد توجه انسان بوده است. بطوریکه امروزه شنا بعنوان یک فعالیت تفریحی و ورزشی مفید از نظر جسمی و روحی در نظر گرفته می‌شود.

در کشور عزیز ما ایران روز به روز به این اماکن مخصوص از طرف بخش خصوصی افزوده می‌شود.

توجه به مسائل و جوانب بهداشتی استخرهای شنا برای تأمین سلامت و رفاه افراد شناگر بسیار مهم است. از موارد بهداشتی مهم در این زمینه توجه به کیفیت آب مصرفی می‌باشد. بطوریکه منبع آب مصرفی باید دارای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مناسب بوده و در طول استفاده از آب این ویژگی‌ها در حد مطلوب حفظ گردد.

در استخرهای شنا بدن انسان مستقیماً با آب در تماس خواهد بود. همچنین غوطه‌ور شدن در آب ممکن است باعث ورود آب به دهان، بینی، گوش و چشم گردد. لذا در صورت آلودگی شیمیایی و میکروبی انتقال بیماریها را به همراه خواهد داشت.

کنترل بهداشتی آب استخرهای شنا جهت حفظ سلامت افراد شناگر و جلوگیری از انتقال بیماریها دارای اهمیت است. همچنین حفظ جنبه‌های

ظاهری و زیبایشناختی و خوشایند بودن آب برای مصرف کننده مهم است.

در کشور عزیز ما امر نظارت بر مسائل بهداشتی استخرهای شنا از جمله نظارت بر بهداشت آب آنها بر عهده متخصصین بهداشت محیط در مراکز بهداشتی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی می باشد. متخصصین بهداشتی با استفاده از دستورالعمل ها و استانداردهای موجود در این زمینه باید نظارت مستمری بر استخرهای شنا داشته باشند.

این راهنما که با همکاری و پشتیبانی معاونت سلامت وزارت بهداشت درمان آموزش پزشکی، مرکز سلامت محیط و کار تهیه شده است، در بردارنده اطلاعاتی در زمینه روش های مناسب کنترل بهداشتی آب استخرهای شنا میباشد. اطلاعات ارائه شده در این راهنما از دو جنبه دارای اهمیت است. اولاً مجموعه ای نسبتاً جامع برای استفاده کارشناسان بهداشت محیط در سطح کشور است و علاوه بر آن می تواند بعنوان راهنمایی برای استفاده صاحبان و بهره برداران از استخرهای شنا تلقی گردد.

رعایت نکات ارائه شده در این مجموعه در رابطه با کیفیت آب، علاوه بر برآورده شدن هدف اصلی یعنی حفظ سلامت افراد اجتماع، می تواند به عملکرد مطلوب این اماکن، جلب افراد بیشتر و همچنین حفظ تأسیسات

و تجهیزات استخر، کمک نماید. بطوریکه کیفیت مناسب آب می‌تواند، باعث دوام و عمر بیشتر تأسیسات و تجهیزات گردد. امید است این مجموعه تا حد امکان بتواند نیازهای موجود و این رابطه را پاسخگو باشد.

در خاتمه نگارنده وظیفه خود می‌داند از معاونت سلامت وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، مرکز سلامت محیط و کار، اداره آب و فاضلاب، آقای مهندس غلامرضا شقاقی و خانم مهندس پروین بینای مطلق که در تهیه این مجموعه نظارت و همکاری داشته‌اند. سپاسگذاری نماید. هم‌چنین از آقای مالک حسن پور کارشناس بهداشت محیط که در تهیه این دستورالعمل با اینجانب همکاری نزدیک داشته‌اند تشکر می‌نماید.

دکتر احمد رضا یزدانبخش

استادیار گروه بهداشت محیط

دانشگاه علوم پزشکی شهید

بهشتی

۱- کلیات

۱-۱- استخرهای شنا

استخر شنا به حجم مشخصی از آب اطلاق می‌شود که معمولاً در یک فضا با ابعاد و اندازه مشخص محصور شده است. آب استخرها معمولاً از منابع آب آشامیدن هستند که با اضافه کردن مواد گندزدا تصفیه شده‌اند. آب استخرهای شنا ممکن است از چشمه‌های آب گرم و یا آبهای شور هم تأمین گردد. استخرهای شنا را معمولاً به استخرهای مصنوعی و استخرهای نیمه مصنوعی طبقه بندی می‌نمایند.

استخرهای مصنوعی اغلب از مصالحی مانند بتون، فولاد، آلومینیوم و فایبر گلاس و دارای پوششی از ونیل می‌باشند. استخرها به صورت استخرهای با آب گردش با فیلتراسیون و گندزدایی یا بندرت (اگر اجازه داده شود) فقط با گندزدایی به صورت استخرهای پر و خالی شونده یا استخرهای با جریان مداوم طراحی و بهره‌برداری می‌گردند. استخرهای شنا با آب شور باید الزامات و استانداردهای مشابه استخرهای آب شیرین را رعایت نمایند.

استخرهای شنا را به صورت زیر طبقه بندی می‌نمایند.

- استخرهای پر و خالی شونده (fill and draw pool)

این استخرهای با آب تازه پر شده، برای دوره زمانی مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد، سپس آب تخلیه شده، استخر تمیز می‌گردد و مجدداً آب گیری می‌شود. استفاده از این استخرهای بخاطر مصرف زیاد آب، مشکلات در حفظ نظافت و آلودگی آب توصیه نمی‌شود و در بعضی از کشورها استفاده از آنها ممنوع شده است.

- استخرهای با گردش آب (Recirculating swimming pool)

در این استخرها آب توسط پمپ، از سیستم تصفیه عبور نموده و بعد از گذردن مجدداً به استخر برگشت داده می‌شود. آب از دست رفته توسط تبخیر، ریخت و پاش و پاشیده شدن آب به اطراف، و آب شستشوی معکوس صافی‌ها با آب تازه جایگزین می‌گردد. این استخرها اگر بطور مناسب بهره‌برداری شوند از نظر بهداشتی بهترین نوع استخرها هستند که حداکثر تعداد افراد می‌توانند در یک دوره زمانی در آن شنا کنند. اتلاف آب در این استخرها حداقل است و مصارف سوخت برای گرم نمودن آب نیز پائین است.

- استخرهای با جریان مداوم آب (flow – through pool)

استخرهایی هستند که بطور مرتب جریانی از آب تازه قابل قبول، بدون تصفیه به آنها وارد می شود که این امر، باعث می گردد به همان میزان آب بصورت سرریز از استخر خارج گردد.

گرچه در این استخرها، آلودگی باکتریایی کاهش می یابد، ولی بطور کامل از استخر خارج نمی شود.

میزان آلودگی باقیمانده در این استخرها به تعداد دفعاتی که در ۲۴ ساعت آب استخر تعویض می شود، بستگی دارد. جدول ۱ اثر ورود آب تمیز در کاهش آلودگی استخر را بدون عمل گندزدایی نشان می دهد.

جدول ۱ - تأثیر جریان آب رقیق سازی در حذف آلودگی از استخرهای

شنا با جریان مداوم

تعداد دفعات در ۲۴ ساعت که آب استخر با آب تمیز جایگزین می شود (۱)	مدت زمان جایگزینی (ساعت) (۲)	هر شناگر (لیتر) (۳)	آب مورد نیاز تازه به ازای (۴)	درصد آلودگی باقیمانده در استخر (۴)	تعداد روزهای که آلودگی به حد مقدار نشان داده شده در ستون ۴ می رسد (۵)
۱	۲۴	۱۴۰۰۰	۵۸	۹	
۲	۱۲	۳۵۰۰	۱۶	۴	
۳	۸	۱۵۰۰	۵	۳	
۴	۶	۸۵۰	۲	۲	

برای مثال استخری به ابعاد ۶ * ۲۰ متر که گنجایش معادل ۲۱۰ مترمکعب آب دارد، اگر با آب حجم ۶۳۰ مترمکعب در روز تغذیه و

بطوریکه در ۸ ساعت آب آن جایگزین گردد، بر طبق قانون رقیق شدن $(Q = 23/5 T^2)$ هر فرد حدود ۱۵۰۰ لیتر آب احتیاج خواهد داشت. بنابراین با این حجم آب در هر روز ۴۲۰ نفر و در هر ساعت ۱۷ نفر می‌توانند از این استخر استفاده نمایند. استخرهای با جریان مداوم نیاز به حجم بالایی از آب کنترل شده تمیز دارند. هم چنین کنترل شدیدی بر تعداد شناکنندگان باید اعمال گردد. که این امر معمولاً امکان پذیر نمی‌باشد. بعنوان یک معیار راهنما به ازای هر شناگر در روز میزان آب رقیق سازی برابر ۱۵۰۰ لیتر می‌باشد.

۲-۱- اهمیت بهداشتی آب استخرهای شنا

- خطرات میکروبی

استخر شنا محل بسیار مناسبی برای انتقال بیماریهای پوستی و عفونی می‌باشد. اهمیت بهداشتی آب استخرهای شنا در رابطه با کیفیت میکروبی و شیمیایی آب می‌باشد. بعلت اینکه در یک مدت زمان محدود تعداد زیادی از افراد همزمان از استخر استفاده می‌کنند، بنابراین استخرهای شنا همیشه با مسائل و خطرات بهداشتی همراه می‌باشند. چنانچه اگر آب تأمینی برای استخر کاملاً سالم هم باشد، ورود حتی مقادیر جزئی باکتریهای پاتوژن توسط شناگران احتمال خطر عفونت را بهمراه دارد. آب شناگاهها اگر چه به مصرف شرب نمی‌رسند اما در صورت تماس با بدن انسان یا بلع اتفاقی موجب انتقال بیماری به انسان

می‌شود. بخصوص در مواردی که آب دارای باقیمانده مواد گندزدای فعال (مانند کلر) به مقدار کافی نباشد. این خطر بیشتر می‌شود. از بین بیماریهای منتقله می‌توان به بیماریهای زیر اشاره نمود.

تب تیفوئید، دیسانتری، تراخم، لیپتوسپیروزیس، انتقال کرم‌های حلقوی و دیگر عفونت‌های پوستی، شیستوزومیاریس، خارش شناگران، بیماریهای دستگاه تنفسی مثل عفونت سینوس‌ها عفونت گوش و گلو.

باکتریهای شاخص آلودگی مدفوعی عمدتاً کلیفرم‌های مقاوم به حرارت یا E . coli می‌باشد ولی سایر میکروارگانیسم‌ها شامل سودموناس آئروژینوزا، کلاستریدیوم، استرپتوکوکهای مدفوعی و مایکوباکتریوم مورنیوم (عامل عفونت‌های پوستی) می‌باشند.

مایکوباکتریوم مورنیوم باعث ایجاد عفونت‌های مختلف چشم، گوش، پوست و عامل گرانولوما در افرادی که از استخرهای شنای عمومی استفاده می‌نمایند می‌گردد. این ارگانیسم در کلر باقیمانده ۱/۵ میلی گرم در لیتر مقاوم است. سایر عفونت‌های باکتریایی و ویروسی از جمله تب، ورم ملتحمه چشم در شناگران مشخص شده است.

بیماریهای ناشی از ویروس‌ها شامل آدنوویروس‌ها، ویروس هپاتیت A، نورواک و اکو ویروس می‌باشد. ولی فراوانی همه‌گیرهای گزارش شده توسط آدنوویروس‌ها بیشتر می‌باشد. علائم ناشی از

آدنووایروس‌ها شامل عفونت گلو، پلک‌ها و ناراحتی ملتحمه و حلق . در صورتیکه علائم عفونت های ناشی از سایر ویروس ها، تهوع، استفراغ، سردرد، اسهال و تب می باشد.

شیگلا و اشرشیاکلی ۱۵۷، دو باکتری مرتبط به هم می باشند که اخیراً همه گیری ناشی از آن در استخرهای شنا گزارش شده است. علائم عفونت با اشرشیاکلی ۱۵۷، شامل اسهال خونی و سندرم اورمیک همولیتیک (HUS)، استفراغ و تب در بیشتر موارد است. ویژگی HUS کم خونی همولیتیک و نقص کلیوی حاد است و فراوانی آن بیشتر در اطفال و نوجوانان و سالخوردگان می باشد. علائم عفونت از شیگلا شامل اسهال، تب و استفراغ می باشد.

لیپتوسپیروا و لژیونلا پنوموفیلا نیز می توانند از طریق آب شناگاهها منتقل شوند.

بیماری گوارشی حاد (Acute Gastrointestinal Illness) یا AGI از طریق آب شناگاهها انتقال می یابد. خارش پای شناگران که شایستوزومی غیر انسانی عامل آن است نیز منتقل می شود. عفونت پای ورزشکاران (Athlet's foot) که عامل آن گونه ای قارچ تریکوفیتون (عفونت در لابلاهی انگشتان پا ایجاد می شود) می باشد از طریق شنا در آب آلوده منتقل می شود.

خطر بیماریهای مرتبط با پروتوزئرها در استخرهای شنا عمدتاً به دو انگل ژیا ردیا و کریپتوسپوری دیوم مربوط می شود. این دو ارگانیسم دارای کیست بوده و مقاومت بالایی نسبت به شرایط نامساعد محیط و گذرندها دارند. هر دو آنها در مقادیر کم هم عفونت زا بوده و به میزان زیاد توسط افراد آلوده دفع می شوند. علائم عفونت با ژیا ردیا شامل اسهال، قولنج، کاهش اشتها، خستگی و تهوع و علائم عفونت با کریپتوسپوری دیوم اسهال، استفراغ، تب و دردهای شکمی است. ژیا ردیا لامبلیا بوسیله بلعیدن و فرو بردن احتمالی آب آلوده استخرهای شنا منتقل می شود.

نگریا فاولری از پروتوزوئرهائی می باشد که از آبهای آلوده و استخرهای شنا جدا شده و می تواند عامل بیماری مننگو آنسفالیت آمیبی گردد که اولین بار در سال ۱۹۶۵ در استرالیا گزارش گردید. اغلب بعد از ۴ تا ۵ روز که این آمیب به بدن وارد می شود می تواند باعث مرگ گردد. این پروتوزوئر از طریق غشاهای موکوسی به بینی وارد میشود و به سیستم اعصاب مرکزی می رسد. این بیماری بیشتر در اثر شنا کردن و شیرجه رفتن در استخرهای آب گرم در آمریکا گزارش شده است آکانتاموبا، آمیب دیگری است که سبب عفونت حاد یا مزمن ولی با شدت کمتر از نگریا می گردد.

- خطرات شیمیایی

کیفیت شیمیایی آب استخرهای شنا، مواد شیمیایی مورد استفاده در تصفیه آب استخر، مواد حاصل از واکنش این مواد، بخصوص گندزداها با مواد آلی و معدنی موجود در آب خام و مواد آزاد شده از شناگرها مانند باقیمانده مواد پاک کننده، مواد آرایشی، ترشحات بدن شناگران (عرق، ادرار و ...) از جمله مواردی است که خطرات ناشی از مواد شیمیایی را بدنبال دارد. در بخش های بعد در رابطه با مواد تولیدی ناشی از گند زدائی بحث میشود.

۲- کیفیت آب استخرهای شنا

کیفیت آب استخرهای شنا توسط بعضی از پارامترهای شیمیائی، فیزیکی و بیولوژیکی تعیین می‌شود. مهمترین این پارامترها در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲-۱- مشخصه‌های شیمیائی

خصوصیات شیمیایی مهم آب استخرهای شنا بشرح زیر می‌باشد:

pH -

pH، درجهٔ اسیدی و بازی آب را نشان می‌دهد. pH بعنوان منهای لگاریتم غلظت یون‌های $[H^+]$ در آب است. PH بین ۰ تا ۱۴ متغیر می‌باشد.

معمولاً آبهای موجود در طبیعت pH در محدودهٔ ۸/۵ - ۶ دارند.

PH مناسب برای آب استخرهای شنا ۸ - ۷/۲ توصیه شده است. مشکلات ناشی از pH پائین: خورندگی، از دست رفتن کلر، ایجاد لک، تحریک و سوزش چشم و پوست شناگران.

مشکلات ناشی از pH بالا: رسوب گذاری، کاهش کارائی کلر، کدر شدن آب استخر (حالت ابری)، تحریک و سوزش چشم و پوست.

اندازه‌گیری pH آب استخر توسط کیت‌های مخصوص به روش رنگ سنجی و با استفاده از معرف فنل رد صورت می‌گیرد. در آزمایشگاه

استفاده از روش الکتروود توسط دستگاه pH سنج توصیه می‌شود که تا صدم واحد pH دقت دارد.

— **قلیائیت کل (T) :** و **قلیائیت فنل فتالئین (P) :** قلیائیت، توانائی آب در خنثی سازی یون‌های $[H^+]$ یا اسید می‌باشد. عوامل ایجاد کننده قلیائیت در آبهای طبیعی معمولاً، کربنات، بیکربنات و هیدروکسید هستند. این عوامل ممکن است به ۵ حالت در آب وجود داشته باشند. قلیائیت OH^- به تنهایی، $CO_3^{2-} + OH^-$ ، CO_3^{2-} به تنهایی، $CO_3^{2-} + HCO_3^-$ و HCO_3^- به تنهایی.

قلیائیت کل: که قلیائیت آب در pH بالاتر از ۴/۵ است. برای اندازه‌گیری قلیائیت کل از روش تیتراسیون با اسید و معرف متیل اورانژ استفاده می‌شود.

قلیائیت را با واحد $mg/L CaCO_3$ گزارش می‌نمایند.

قلیائیت فنل فتالئین: قلیائیت آب در pH بالاتر از ۸/۳ می‌باشد. در pH بالاتر از ۸/۳ عوامل ایجاد کننده قلیائیت آب ممکن است OH^- ، $CO_3^{2-} + OH^-$ یا CO_3^{2-} باشد. برای اندازه‌گیری قلیائیت فنل فتالئین نیز از روش تیتراسیون با اسید و معرف فنل فتالئین استفاده می‌شود.

قلیائیت آب بین pH ۴/۵ تا ۸/۳، معمولاً HCO_3^- می‌باشد. بر اساس نتایج تیتراسیون قلیائیت فنل فتالئین و قلیائیت کل و می‌توان عامل ایجاد کننده قلیائیت در آب را تعیین نمود.

میزان قلیائیت توصیه شده جهت آب استخرهای شنا حداقل ۵۰ و حداکثر ۱۵۰ mg/L CaCO₃ می باشد.

مشکلات ناشی از قلیائیت کم: pH پائین، خوردگی، ایجاد لک و رنگ.

مشکلات ناشی از قلیائیت زیاد: pH بالا، رسوب گذاری و کدر شدن آب استخر (حالت ابری)

- سختی آب: پدیده‌ای که باعث رسوب صابون می‌گردد و آبهای سخت ایجاد رسوب (بخصوص در تأسیسات حرارتی) می‌نمایند. سختی آب ناشی از کاتیون‌های چند ظرفیتی در آب بخصوص کلسیم و منیزیم می‌باشد. سختی بر حسب mg/L CaCO₃ گزارش می‌شود.

سختی کل: اندازه‌گیری تمام کاتیون‌های مولد سختی در آب می‌باشد. برای اندازه‌گیری سختی از روش حجمی یا تیتراسیون با محلول EDTA و معرف اریوکروم بلاک T استفاده می‌شود.

سختی کلسیم: سختی مربوط به کاتیون کلسیم در آب که معمولاً در اکثر آبها یون غالب در تولید سختی می‌باشد. روش اندازه‌گیری روش نیتراسیون با محلول EDTA و معرف موراکیسید است. میزان سختی کلسیم در تعیین شاخص اشباع یا پایداری آب در استخرهای شنا اهمیت دارد.

سختی منیزیم: سختی مربوط به یون منیزیم در آب. سختی کل منهای سختی کلسیم می‌باشد.

سختی کربناته یا سختی موقت: کاتیون‌های کلسیم و منیزیم مولد سختی همراه با آنیون بیکربنات و کربنات را سختی موقت گویند. این نوع سختی در اثر حرارت از بین می‌رود.

سختی غیرکربناته یا دائم: کاتیون‌های کلسیم و منیزیم همراه با آنیون‌های غیر از کربتان و بیکربنات سختی دائم نامیده می‌شود.

محدوده توصیه شده سختی آب استخرهای شنا ۲۰۰-۳۰۰ mg/L CaCO_3 میباشد.

مشکلات ناشی از سختی کم: خوردگی، تحریک پوست، لک دار نمودن.

مشکلات ناشی از سختی زیاد: رسوبگذاری، کدر شدن آب استخر (حالت ابری)

افزودن مواد شیمیایی به آب استخر: افزودن مواد شیمیایی به آب استخر، برای تصفیه، گندزدایی مبارزه با عوامل میکروبی مزاحم مثل جلبک‌ها و عوامل پایدار کننده می‌تواند باعث تغییر خصوصیات شیمیایی آب گردد که در این رابطه در بخش‌های مربوطه به تفصیل بحث خواهد شد.

۲-۲- مشخصه‌های فیزیکی (ظاهری):

مشخصه‌های فیزیکی آب استخرهای شنا که اغلب به عنوان مشخصه‌های ظاهری نیز ذکر می‌شود بسیار مهم می‌باشد. زیرا این

خصوصیات معمولاً بطور مستقیم توسط استفاده کنندگان از استخر قابل تشخیص می‌باشد.

- دمای آب Temperature

در استخرهای سرپوشیده، کنترل دمای آب استخر و محیط استخر (هوای استخر) دارای اهمیت می‌باشد. دمای هوای استخر حدود 3°C گرمتر از دمای آب استخر توصیه شده است. دمای آب پیشنهاد شده برای استفاده عموم 27°C ، 24°C - 23°C مطلوب و 28°C - 26°C ایده‌آل می‌باشد. دمای آب استخر نباید از 29°C بیشتر گردد.

- شفافیت آب: Clarity

شفافیت آب استخر از مهمترین ویژگی‌های ظاهری آب استخرهای شنا می‌باشد. شفافیت آب استخرهای شنا از جنبه زیر اهمیت دارد.

— عدم وجود ذرات معلق و کلوئیدی که مانع تماس مستقیم و مناسب عامل گندزدا با میکروارگانیسم می‌شود.

— افراد قادر باشند عمق آب استخر را تخمین بزنند و از وجود خطرات احتمالی به آسانی مطلع شوند و بتوانند با اطمینان خاطر در آب شنا نموده و شیرجه بزنند.

— ایجاد شرایط دلپذیر، خوشایند و مطلوب در آب استخر و جنبه‌های زیباشناختی برای استفاده کنندگان.

عوامل ایجاد کننده کدورت یعنی مواد معلق، ذرات کلوئیدی موجود در آب یا ورودی به آب از طریق استفاده کنندگان از استخر، باعث ایجاد کدورت و کم شدن شفافیت آب استخر می‌گردد. همچنین عوامل ایجاد کننده رنگ یا حالت ابری در استخر باعث کاهش شفافیت آب استخر می‌شود. فیلتراسیون نامناسب آب، زیاد بودن قلیائیت آب، ایجاد رنگ می‌تواند کاهش شفافیت آب را باعث گردد.

برای تعیین شفافیت و زلال بودن آب استخر از یک صفحه به رنگ سیاه و سفید به قطر ۱۵ سانتی‌متر استفاده می‌شود. (Secchi disc) این صفحه وقتی از اطراف استخر نگاه شود، در عمیق ترین نقطه استخر باید براحتی دیده شود.

برای اندازه گیری کدورت از دستگاه کدورت سنج استفاده می‌شود. اساس اندازه گیری کدورت در این دستگاه تفرق نور توسط عوامل ایجاد کننده کدورت می‌باشد.

-رنگ colour:

رنگ از خصوصیات ظاهری مهم در آب استخرهای شنا تلقی می‌شود. رنگ ممکن است ناشی از آهن (رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای)، منگنز (رنگ قهوه‌ای متمایل به سیاه) و یا رنگ سبز - آبی ناشی از خوردگی مس در آب ایجاد شود. هم چنین رشد جلبک‌ها باعث ایجاد لایه‌های بیولوژیکی و تولید رنگ سبز یا قهوه‌ای در آب می‌گردد. پایش و حذف

رنگ از آب استخر مهم می‌باشد. زیرا رنگ از نظر مقبولیت آب توسط استفاده کنندگان و کاهش شفافیت آب مهم می‌باشد. از نظر استاندارد تغییر غیرعادی رنگ آب استخر نباید ایجاد شود.

- روغن‌های معدنی : روغن‌های معدنی در آب می‌تواند باعث لایه قابل مشاهده در سطح آب و یا ایجاد بو در آب شوند بنابراین از نظر استاندارد روغن‌های معدنی نباید با غلظتی در آب وجود داشته باشند که باعث ایجاد لایه‌های روغنی قابل مشاهده در سطح آب می‌گردند.

۵- دترژنت ها: دترژنت‌ها بعنوان عوامل فعال سطحی می‌توانند در آب ایجاد کف نموده و کیفیت آب را تقلیل دهند.. همچنین دترژنت‌ها نباید دارای غلظتی باشند که ایجاد کف در آب بنمایند.

۳-۲- مشخصه‌های میکروبی آب استخرهای شنا:

کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا مهمترین عامل در استفاده سالم از استخرهای شنا می‌باشند. علاوه بر سالم بودن منبع آب از نظر میکروبی، پایش و نگهداری سلامت آب از نظر میکروبی مهم می‌باشند. جهت سالم سازی آب از نظر میکروبی تصفیه و گندزدایی آب ورودی به استخرهای شنا ضرورت دارد.

اکثر میکروارگانیسم‌هایی که در آب استخرهای شنا یافت می‌شوند، خطرناک نیستند. در فرایند تصفیه و گندزدایی تمام میکروارگانیسم‌ها که شامل باکتریها، ویروس‌ها، آلکها و قارچ‌ها می‌باشند، نابود

می‌شوند. اما هدف رسیدن به نقطه‌ای است که نابودی تمام باکتریهای خطرناک را در برمی‌گیرد.

ترشحات دهان، بینی، پوست و دفع ادرار منابع اصلی ارگانیس‌م‌هایی مانند باکتریها و ویروس‌ها هستند که می‌توانند بیماری ایجاد نمایند.

جهت پایش و کنترل کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا، میکروارگانیس‌م‌های بعنوان شاخص در نظر گرفته می‌شود. و جائیکه تجهیزات آزمایشگاهی مناسب در اختیار باشد، نمونه‌های آب باید جمع آوری شده و حداقل یکبار در هفته برای آزمایشهای میکروبی مورد آزمایش قرار گیرند. این شاخص‌های میکروبی شامل: مجموع کلیفرم‌ها، کلیفرم‌های مقاوم به حرارت یا اش‌ر شیاکلی، شمارش بشقابی، باکتری استفیلو کوکوس آرتوس و سودوموناس آئروژینوس می‌باشد.

نکته مهم دیگر در کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا وجود میکروارگانیس‌م‌های مزاحم بخصوص رشد جلبک‌ها می‌باشد. جلبک‌ها با رشد خود باعث ایجاد کدورت، رنگ و بو در آب استخر می‌گردند.

آلگ‌های میکروسکوپی برای بقا نیاز به رطوبت و مواد غذایی دارند و در استخرهای شنا می‌توانند آزادانه در آب شناور باشند و یا به مناقذ و یا شکافهای سطح استخر بچسبند، وجود نور خورشید یا دی‌اکسیدکربن، مواد معدنی، ترکیبات ازت دار، نیتروژن اتمسفر و سایر مواد غذایی آلی برای رشد آلگ‌ها لازم است. آلگ‌ها به دلیل پنهان کردن

باکتریها سبب رشد آنها و مانع از تاثیر ضدعفونی کننده‌ها و یا تأخیر در اثر آنها بر باکتریها می‌شوند. در ضدعفونی استخرهایی که رشد آگها در آنها وجود دارد استفاده از کلر به علت واکنش‌هایی که انجام می‌شود سبب ایجاد بو و کدورت و تغییر رنگ در آب شده، همچنین باعث تولید ماده لزج لغزنده‌ای می‌کند که می‌تواند حوادثی را ایجاد کند. رشد زیاد آگها میزان کلر مورد نیاز برای ضدعفونی را افزایش می‌دهد تا جایی که سطح معمولی کلر آزاد نمی‌تواند آگها را از بین ببرد و لازم است کلرزنی مازاد (سوپرکلریناسیون) استخر با افزایش کلر آزاد باقیمانده بالاتر از حد معمول انجام شود.

۳- کنترل کیفیت و سالم سازی آب استخرهای شنا

کنترل کیفیت آب استخرهای شنا بنحوی که سلامت شناگران حفظ شده و از نظر خصوصیات فیزیکی، ظاهری و جنبه‌های زیباشناختی، آب مقبولیت لازم برای شناگران داشته باشد، دارای اهمیت است. جهت کنترل کیفیت آب استخرهای شنا توجه به موارد زیر ضروری می‌باشد.

۱- کیفیت آب خام مصرفی

۲- نوع استخر از نظر جریان (پر و خالی شونده، جریان مداوم، جریان

چرخشی)

۳- گندزدائی و سالم سازی آب از نظر میکروبی

۴- کنترل جلبک

- ۵- کنترل pH و خوردگی
- ۶- کنترل شفافیت آب استخر
- ۷- کنترل آهن و منگنز
- ۸- کنترل درجه حرارت آب استخر
- ۹- تصفیه و سیستم باز چرخش آب

۱-۳- کیفیت آب خام مصرفی

بهتر است آبی که به عنوان آب تغذیه کننده استخر استفاده می‌شود دارای کیفیت مطلوب با توجه به معیارها و استانداردهای ذکر شده باشد و نیاز به تصفیه آب در حداقل ممکن باشد. بنابراین بطور کلی منبع آب تازه استخر به صورت زیر توصیه شده است.

– استفاده منابع آب شهری اگر در دسترس باشد یا منبع آب آشامیدنی قابل قبول.

– استفاده از رودخانه‌ها یا دریاچه‌های موجود یا آب شور برای استخرهای آب شود اگر آب تمیز باشد از طریق فیلتراسیون قابل استفاده است.

– استفاده از منابع آب زیرزمینی با توسعه چاه یا چشمه‌ها در صورت ضرورت

۲-۳- نوع استخر از نظر جریان:

همانگونه که قبلاً در فصل ۱ بیان گردید، استخرهای شنا از نظر نوع جریان ورودی و خروجی به استخرهای پر و خالی شونده، استخرهای با گردش آب و استخرهای با جریان مداوم طبقه‌بندی می‌شوند. نوع بهره‌برداری از استخرهای شنا، علاوه بر تأثیر بر کمیت آب مصرفی بر کیفیت آب داخل استخر تأثیر زیادی را می‌گذارد.

در استخرهای پر و خالی شونده کنترل کیفیت آب استخر مشکل و احتمال آلودگی و انتقال بیماری توسط این استخرها زیاد می‌باشد. و گرچه در کشور ما در بعضی نقاط هنوز مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی ساخت و استفاده از این نوع استخرها باید ممنوع گردد.

در استخرهای با گردش آب، برای تأمین کیفیت مناسب آب، تصفیه و سالم سازی آب برگشتی از نظر میکروبی حائز اهمیت زیاد می‌باشد. اگر کنترل کیفیت آب از نظر بهداشتی و بهره‌برداری از این استخرها مناسب باشد. از نظر بهداشتی بهترین نوع استخرها محسوب می‌شوند. هم چنین حداقل اتلاف آب در این استخرها وجود دارد. توجه به تصفیه آب در این گونه استخرها مهم می‌باشد.

در استخرهای با جریان مداوم، که بطور مرتب جریانی از آب خام قابل قبول و اغلب بدون تصفیه به آنها وارد می‌شود و به همان میزان آب بصورت سرریز از استخر خارج می‌گردد بنابراین در این استخرها

کیفیت آب ورودی و پایش کیفیت آب داخل استخر دارای اهمیت می‌باشد.

۳-۳- گندزدایی و سالم سازی آب از نظر میکروبی:

برای گندزدایی آب استخرهای شنا روشهای متعددی مانند استفاده از کلر، برم، ید، سیانورهای کلره و لامپهای اشعه ماوراء بنفش (UV) استفاده می‌شود. گرچه گزینه مناسب‌تر که با وسعت بیشتری کاربرد دارد کلر و تا حدودی برم می‌باشد. سیانورهای کلره توسط بعضی از مراجع اجازه داده نشده است. استفاده از لامپهای اشعه ماورا بنفش (UV) به خاطر عدم بجا گذاشتن باقیمانده گندزدا و تأثیر زیاد کدورت بر کارایی آن، محدود می‌باشد. ید به طور گسترده استفاده نشده است. ولی گزارشات حاکی از کاربرد رضایت بخش این ماده در استخرهای شنای سرباز، بوده است. پایداری ید از کلر بیشتر است. اشعه UV همراه با پراکسید هیدروژن برای گندزدایی استخرهای شنا بطور مؤثر بکار رفته است. برم به شکل کلرید برم با آب و آمونیاک واکنش نموده و تشکیل برم آمین‌ها را می‌دهد که گزارشات ارجحیت این ترکیب برای از بین بردن باکتریها و ویروس‌ها نسبت به کلر آمین‌ها را نشان می‌دهد. بهر حال کلر ترکیب شیمیایی انتخابی برای گندزدایی آب استخر می‌باشد. کلر ممکن است به شکل گاز فشرده شده (مایع)،

محلول هیپوکلریت سدیم $\frac{1}{4}$ یا ۵ یا ۱۲ یا ۱۵ درصد، هیپوکلریت لیتیوم ۳۵

درصد، یا هیپوکلریت کلسیم پودر یا قرص ۶۵ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نگهداری کلر آزاد باقیمانده در دسترس در حد حداقل ۰,۶ میلی گرم در لیتر (بدون سیانورات) و pH ۷/۲ تا ۷/۶ در آب استخر باعث ایجاد نتایج باکتریولوژیکی رضایت بخش خواهد شد. ولی اغلب در عمل کلر باقیمانده آزاد ۱ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر نیاز می‌باشد. کلر آزاد قابل دسترس مجموع کلر به شکل اسید هیپوکلروس (HOCL) و یون هیپوکلریت (OCL⁻) می‌باشد. ترکیب HOCL گندزدای قویتری نسبت به OCL⁻ می‌باشد و نسبت این ترکیب به pH آب و دمای آب بستگی دارد. برای مثال در pH ۷/۲، ۶۲٪ کلر موجود به شکل HOCL، در pH ۷/۴، ۳۲٪ کلر موجود به شکل HOCL و در pH ۸، ۲۲٪ کلر موجود به شکل HOCL در حرارت ۲۰ c می‌باشد. جدول ۲ درصد HOCL و OCL را با توجه به pH در دمای (۰ - ۲۰c) نشان می‌دهد.

جدول ۲: درصد تقریبی HOCL و OCL⁻ با توجه به pH آب

درصد تقریبی			درصد تقریبی		
OCL ⁻	HOCL ⁻	PH	OCL ⁻	HOCL	PH
۴۷ - ۵۸	۵۳ - ۴۲	۷/۶	۰	۱۰۰	۵
۵۳ - ۶۴	۴۶ - ۳۷	۷/۷	۲ - ۳	۹۸ - ۹۷	۶
۶۰ - ۶۸	۴۰ - ۳۲	۷/۸	۱۷ - ۲۵	۸۳ - ۷۵	۷
۶۸ - ۷۷	۳۲ - ۲۳	۸	۲۶ - ۳۸	۷۴ - ۶۲	۷/۲
۹۵ - ۹۷	۵ - ۳	۹	۳۲ - ۴۳	۶۸ - ۵۷	۷/۳
۱۰۰	۰	۱۰	۳۶ - ۴۸	۶۴ - ۵۲	۷/۴
			۴۲ - ۵۳	۵۸ - ۴۷	۷/۵

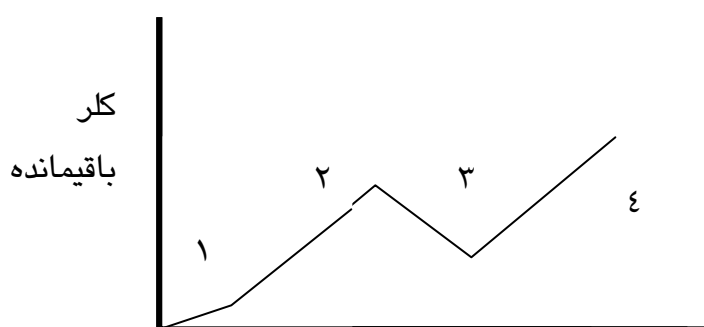
تحریک و سوزش چشم ممکن است در اثر شنای طولانی در آب با pH کمتر از ۷/۴ همراه با کلر ترکیبی باقیمانده (کلر آمین‌ها) یا تری کلرید نیتروژن اتفاق افتد. pH ۶/۵ تا ۸/۳ می‌تواند برای یک دوره زمانی کوتاه تحمل گردد که این بخاطر ظرفیت بالای بافری اشک چشم می‌باشد. احتمالاً pH ۷/۵ تا ۷/۶ برای به حداقل رساندن تحریک و سوزش چشم به همراه کلر آزاد باقیمانده ۰/۶ میلی گرم در لیتر برای گندزدایی مطلوب کافی می‌باشد. در صورتیکه pH بالاتر از ۷/۶ نیازمند کلر آزاد باقیمانده برابر ۱ میلی گرم در لیتر با قدرت گندزدایی مشابه می‌باشد.

pH آب استخر باید کمتر از ۸ نگه داشته شود، چون مقدار فعال کلر موجود با افزایش pH بشدت کاهش می‌یابد. و همانگونه که قبلا ذکر شد در pH برابر ۸/۵ فقط حدود ۸٪ کلر به شکل HOCL خواهد بود.

از اسید سیانوریک همراه با کلر زنی یا به شکل ایزوسیاناتر کلر برای پایداری کلر باقیمانده استفاده می‌شود. گرچه استفاده از آن محدود می‌باشد ولی در صورت استفاده از این ترکیبات حداقل کلر باقیمانده آزاد در دسترس ۱ میلی گرم در لیتر با pH ۷/۲ تا ۷/۵، ۱/۲۵ تا pH ۷/۶، ۱/۵ تا pH ۷/۷، ۱/۷۵ تا pH ۷/۸، ۲ تا pH ۷/۹ و ۲/۵ تا pH ۸ توصیه شده است. غلظت سیانورات باید بین ۳۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نگه داشته شود. رقیق سازی یا جایگزینی آب وقتی غلظت سیانورات از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر گردد. لازم است. گزارش شده است که سیانوراتها با عث تغییرات در اندامهای کبد و کلیه حیوانات آزمایشگاهی و تحریک و سوزش چشم می‌گردد.

آمونیم آلوم یا آمونیاک آزاد نباید مورد استفاده قرار گیرد. چون نگهداری کلر آزاد در دسترس در آب استخر غیر عملی می‌گردد، چون آمونیاک با کلر واکنش نموده و تشکیل کلر آمین‌ها یا کلر ترکیبی را می‌دهد. کلر باقیمانده ترکیبی یک گندزدای با اثر کند می‌باشد و در باکتری‌کشی استخرهای تأثیر بسیار کمی دارد. وقتی کلر ترکیبی باقیمانده (کلر آمین) به ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر برسد باید توسط کلر زنی

قوی‌تر که باعث گذشتن از نقطه شکست کلرزنی شود به کلر آزاد باقیمانده رسید. شکل ۱ نمودار کلر زنی تا نقطه شکست را نشان میدهد.



کلر اضافه شده به آب

- ۱- تجزیه و از بین رفتن کلر توسط ترکیبات احیاء کننده
- ۲- ترکیبات کلره آلی و کلر آمین ها تولید می شود.
- ۳- کلر آمین ها و ترکیبات کلره آلی از بین می روند.
- ۴- کلر آزاد باقیمانده و مابقی ترکیبات کلر آلی

کلر آمین‌ها همچنین باعث ایجاد بوهای کلره شده و همچنین ایجاد تحریک و سوزش چشم می‌نمایند. وقتی عمل کلرزنی مازاد (Superchlorination) انجام می‌شود، تمهیدات لازم برای تهویه کافی

جهت تری کلرید نیتروژن شکل گرفته، که بدبو و خاصیت انفجاری دارد. باید در نظر گرفته شود. کلر زنی آب حاوی آهن (به شکل محلول) باعث بدرنگ شدن آب و ایجاد لک در دیوارهای استخر می‌گردد. بنابراین در صورت وجود آهن و منگنز در آب، باید از آب حذف شوند.

اگر از برم به عنوان ماده گندزدا استفاده شود، غلظت برم باقیمانده در استخر برابر ۳ تا ۵ میلی‌گرم در لیتر توصیه شده است. برم خالص در حرارت اتاق دارای رنگ قرمز تیره با بوئی شدیداً تحریک کننده است. این ماده به سادگی به شکل دمه درآمده، سمی و بسیار خورنده می‌باشد. این ماده یک گندزدای بسیار مؤثر می‌باشد. برم معمولاً به شکل جامد در دسترس می‌باشد. که شکل جامد آن برای حمل و نقل ایمن‌تر است. برم، برم آمین و ید با معرف دی اتیل - p - فنیلین دی آمین (DPD) واکنش می‌نماید.

۳-۴- فرآورده های جانبی ناشی از کلر زنی آب استخر

نتایج تحقیقات انجام شده از اواسط دهه ۱۹۷۰ تاکنون نشان می‌دهد که کلروفرم و دیگر تری هالومتان ها که در خلال کلر زنی شکل می‌گیرند، مهمترین آلاینده های شیمیائی آلی هستند که کیفیت آ را تحت الشعاع قرار می‌دهند. گر چه کلر زنی همچنین می‌تواند مسئول ایجاد ترکیبات متنوع دیگر نظیر اسیدهای هالو استیک، هالونیتریل ها، هالوآلدئیدها و کلروفلن ها گردد.

تری ها لومتان ها شامل تری کلرو متان، دی برومو کلرو متان، دی کلرو برومومتان، و بروموفرم می باشد. تاکنون حدود ۹ هالو استیک اسید شناسائی شده است که می تواند از کلرزی به آبهای دارای ناخالصی های آلی بوجود آیند. از این میان دو ترکیب خطرناک اسید کلرواستیک و اسید تری کلرو استیک دارای اهمیت بیشتری هستند. مخاطرات بهداشتی مهمترین فرآوردهای جانبی گندزدائی با کلر در جدول ۳ مشاهده می شود. اطلاعات موجود در رابطه با خطرات بهداشتی این ترکیبات بیشتر از طریق مطالعات انجام شده در آب آشامیدنی می باشد. ولی چون حدود ۳۰٪ این ترکیبات فرار بوده، و ترکیبات تری هالومتان (عمده ترکیبات تولیدی) اغلب فرار هستند، بنابراین از طریق تماس های پوستی و تنفسی نیز خطرات آنها به اثبات رسیده است. بنابراین استحمام و شنا نیز می تواند باعث جذب پوستی و تنفسی این ترکیبات گردد. لذا روشهای جلوگیری از تولید کمتر این ترکیبات و تهویه مناسب هوای محیط استخر در دفع آلوده کنندهای بیولوژیکی و شیمیائی بویژه این ترکیبات از اهمیت زیادی برخوردار است

جدول ۳- مخاطرات بهداشتی مهمترین فرآورده های جانبی کلر زنی

اثرات مسمومیت*	مثال	گروه شیمیائی
س-ج-ک- ج-ک ج-ک ج-ک	کلروفرم، دی کلروبرومتان دی برمو کلرو متان برومو فرم	تری هالومتانها
اج-ن جه-اج-ن اج-ن جه-اج-ن اج-ن	کلرواستونیتریل دی کلرو استونیتریل تری کلرواستونیتریل برموکلرو استونیتریل دی برمواستونیتریل	هالو استو نیتریل ها
گ-س-چ-ع-	اسید کلرو استیک	مشتقات هالو اسیدها
زه-غ زه-غ س	۲- کلروفنل ۲-۴-کلروفنل ۲-۴-۶-کلروفنل	کلروفنل ها

*-س=سرطان زا ، ج-سم جگر ، ک-سم کلیه، اج-اختلال جنسی ، ن-اختلال درنمو،

جه-جهش زا، گ-اختلات گوارشی ، ع-سم عصبی، چ-چشم آسیبی -زه-زهسان

آسیبی ، غ-غده زائی ،

۵-۳- کنترل جلبک‌ها

جلبک‌ها با رشد و تکثیر در استخر باعث ایجاد لایه‌های لزج و لغزنده جلبکی در دیواره‌ها و کف استخر می‌گردند. رشد جلبک‌ها در استخر، کاهش شفافیت آب، افزایش مصرف کلر، تولید بوهای نامطبوع و افزایش سریع در pH آب را در پی خواهد داشت. رشد جلبک‌ها بر دیواره‌ها و کف با نفوذ به داخل درزها و شکاف‌ها و چسبیدن آنها، تمیز سازی و حذف جلبک‌ها را با مشکل مواجه می‌نماید. بهترین ساده‌ترین روش کنترل، جلوگیری و ممانعت از رشد و توسعه جلبک‌ها می‌باشد که این امر می‌تواند با نگهداری کلر آزاد باقیمانده حداقل برابر ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر در آب استخر در تمام اوقات حاصل گردد. این مسئله را نمی‌توان بوسیله چرخش متناوب و کلریناسیون انجام داد.

اگر مشکل رشد جلبکی بروز نماید روش‌های کنترلی متفاوتی وجود دارد. این روش‌ها شامل کلریناسیون سخت، تصفیه با سولفات مس، تصفیه با کواترناری آمونیوم، تخلیه استخر و سائیدن دیواره‌ها و کف توسط برس‌های استیل یا نایلونی توسط محلول کلر غلیظ، سودسوزآور یا محلول سولفات مس و تلفیقی از این روش‌ها می‌باشد.

سود سوزآور باعث سوزش شدید می‌گردد. بنابراین استفاده از آن توسط اشخاص غیرمتخصص توصیه نمی‌شود.

کلریناسیون مازاد (super chlorination)، روشی است که معمولاً ترجیح داده می شود. نگهداری کلر باقیمانده بین ۶/۰ تا ۲ میلی گرم در لیتر همراه با بازچرخش و فیلتراسیون در جلوگیری و تخریب رشد های جلبکی در استخرهای شنا مؤثر می باشد.

سولفات مس زمان زیادی است که بعنوان عامل دارای توانائی کنترل رشد جلبک ها، شناخته شده است. و اکثر جلبک ها توسط سولفات مس با میزان 10^6 lb / Gal $(0.6 \text{ Kg} / 10^3 \text{ m}^3)$ از بین می روند ولی بطور عملی تمام اشکال جلبکی در میزان غلظت ۲ mg/l یا ۱۶/۶ پوند سولفات مس در میلیون گالن آب $(2 \text{ Kg} / 10^3 \text{ m}^3)$ نابود می شوند.

بلورهای سولفات مس براحتی میتوانند در آب استخرهای شنا حل گردند. بلورهای سولفات مس را در یک کیسه پارچه ای از جنس کرباس می ریزند و در پیرامون استخر حرکت می دهند. خطراتی در رابطه با استفاده از سولفات مس همراه با بعضی از آبها وجود دارد، اگر آب دارای قلیائیت بالا باشد، رسوبی شیری رنگ شکل می گیرد. همچنین در آبهای دارای سولفور یا سولفید هیدروژن واکنش نموده و تولید رنگ سیاه می نماید.

اگر در این رابطه مشکلی وجود دارد می توان با آزمایش مقداری از آب در یک سیستم به رفتار آب در اضافه نمودن سولفات مس پی برد. غلظت های بالای سولفات مس منجر به رنگ بری موی افراد می گردد.

بنابراین آب استخرهایی که غلظت زیاد سولفات مس دارند باید رقیق گردد.

ترکیبات کواترناری آمونیوم نیز برای کنترل آلگها توصیه شده‌اند و بعضی نتایج مطلوب و رضایت بخش نیز تا بحال گزارش شده است. ولی باید از کاربرد میزان اضافه آن در آب بخاطر ایجاد کف اجتناب شود.

۳-۶- کنترل pH ، خورندگی و رسوب گذاری

تنظیم pH : افزایش ناگهانی در pH بخاطر رشدهای جلبکی در نتیجه کلریناسیون غیر مداوم یا غیر کافی اتفاق می‌افتد. نگهداری کلر آزاد باقیمانده در استخر شنا در تمام اوقات از رشد جلبکی جلوگیری می‌نماید. در عمل در جائیکه کلر گازی استفاده می‌شود. PH آب استخر به سرعت پائین می‌افتد. اگر آلوم استفاده شود منجر به افت pH می‌گردد. اگر pH تصحیح نشود منجر به خوردگی و تحریک و سوزش چشم می‌شود. همچنین اگر pH آب کنترل نشود آلوم در استخر به شکل لخته ظاهر می‌شود.

برای بالا بردن pH آب معمولاً کربنات سدیم (سودا اش) به آب استخر اضافه می‌شود. و این عمل بوسیله پمپ تزریق کننده محلول انجام می‌شود. محلول شیمیائی را اغلب به قسمت مکش پمپ چرخش آب

وارد می‌نمایند. هیدروکسید سدیم (سود سوزآور) نیز نتایج مطلوبی در بردارد. اما این ماده می‌تواند باعث سوختگی‌های شدید گردد. بنابراین استفاده از آن توصیه نمی‌شود. مگر آنکه افراد واجد صلاحیت و آموزش دیده وجود داشته باشند. بیکربنات سدیم همچنین باعث افزایش pH می‌گردد ولی معمولاً هدف از کاربرد آن افزایش قلیائیت کل آب است.

اگر pH بسیار بالا رود، ممکن است تشکیل رسوب را باعث گردد. بنابراین باید توسط رقیق سازی با آب تازه (با pH کمتر) pH پائین آورده شود. استفاده از اسیدها، مثل اسید هیدروکلریک (اسید میوراتیک) یا اسید سولفوریک رقیق می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. بی سولفات سدیم نیز توصیه می‌شود و استفاده از آن ایمن‌تر می‌باشد. پودر آن را در آب مخلوط می‌نمایند. در اطراف استخر پاشیده می‌شود یا به مکش پمپ اضافه می‌شود. اسیدها باید با احتیاط حمل شود. هیچ موقع آب به اسید اضافه نشود و بطور آرام اسید به آب اضافه گردد. با اضافه کردن اسید به آب، قلیائیت کاهش می‌یابد. تنظیم قلیائیت ابتدا تا حدود ۸۰ میلی گرم در لیتر بسادگی باعث تنظیم pH می‌گردد. از پایین افتادن pH کمتر از ۷/۲ جلوگیری شود. PH ۷/۵ تا ۷/۶ مطلوب می‌باشد.

تنظیم قلیائیت:

کلر به شکل اسیدهیپوکلروس و اسید هیپوکلریک با قلیائیت موجود در آب واکنش می‌دهد. به نحویکه یک قسمت کلر با $1/2$ قسمت قلیائیت ترکیب می‌شود. این قلیائیت با اضافه نمودن $1/2$ میلی گرم در لیتر قلیائیت بر حسب کربنات کلسیم جبران می‌شود. به عبارت دیگر کلریناسیون با استفاده از هیپوکلریت سدیم یا کلسیم مقداری قلیائیت به آب اضافه می‌نماید. برای افزایش قلیائیت بر حسب کربنات کلسیم، می‌توان از بیکربنات سدیم استفاده نمود. بطوریکه افزودن $1/4$ پوند (۶۸۰ گرم بیکربنات سدیم به ۱۰۰۰۰ گالن یا ۳۸ مترمکعب آب)، ۱۰ میلی‌گرم در لیتر قلیائیت را افزایش می‌دهد. برای کاهش دادن ۱۰ میلی‌گرم در لیتر قلیائیت، افزودن ۳۰ اونس (۸۵۰ گرم) بی سولفات سدیم یا $1/4$ پینت (۰/۸۲۵ لیتر) اسید موریاتیک به ۱۰۰۰۰ گالن (۳۸ مترمکعب آب) توصیه می‌شود. همچنین ۱ پوند (۴۵۳/۶ گرم) کلرور کلسیم در ۱۰۰۰۰ گالن (۳۸ مترمکعب آب) سختی را به میزان ۱۱ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم افزایش خواهد داد. قلیائیت متیل اورانژ بین ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر حفظ گردد.

- کنترل رسوب گذاری و ایجاد خورندگی

تعیین حالت پایداری آب، برای جلوگیری از ایجاد رسوب یا ایجاد خورندگی توسط آب اهمیت زیادی دارد. به منظور تأمین آبی که تمایل به رسوب گذاری و خورندگی آن حداقل باشد، تعادل بین سختی کلسیم

بر حسب کربنات کلسیم، قلیائیت کل بر حسب کربنات کلسیم و pH آب ضرورت دارد. بدین منظور لانگیئر شاخصی را تحت عنوان شاخص اشباع آب (Saturation Index) برای پیش بینی حالت تعادل آب پیشنهاد نموده است که بدین منظور کاربرد دارد.

برای تعیین این شاخص، اندازه‌گیری pH حقیقی آب (PHa) و تعیین pH اشباع آب (PHs) لازم است.

PHs از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$PHs = Pca + Palk + C$$

که در این رابطه:

Pca = منهای لگاریتم غلظت کلسیم بر حسب mg/L CaCO_3

Palk = منهای لگاریتم غلظت قلیائیت بر حسب mg/L CaCO_3

C = ضریبی است که به میزان جامدات آب و درجه حرارت بستگی دارد و از طریق جداول یا نمودارهای مربوطه تعیین می‌شود.

با اندازه‌گیری pHa و محاسبه PHs آب، شاخص اشباع آب Is به شکل زیر تعیین و در رابطه با آب قضاوت می‌شود.

$$Is = PHa - PHs$$

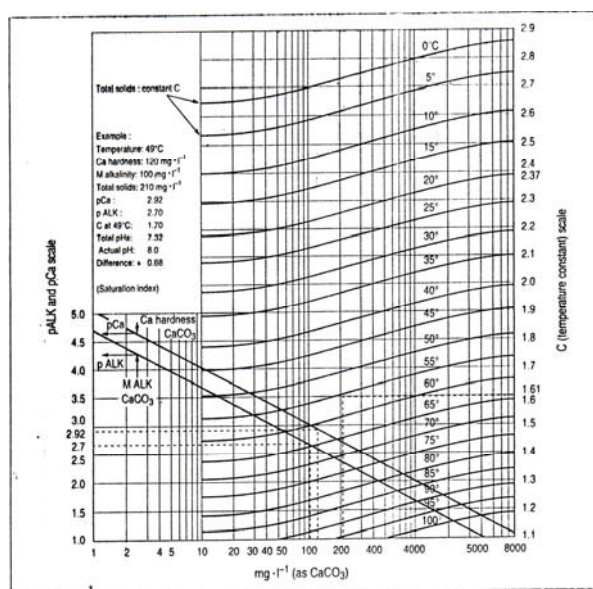
Is = 0 تمایل آب به رسوب گذاری و خوردگی حداقل است. (گرچه با

دامنه تغییرات ۰/۵⁺ قابل قبول است)

Is < 0 آب تمایل به خوردگی دارد.

Is > 0 آب تمایل به رسوب گذاری دارد.

در صورتیکه آب تمایل به رسوب گذاری یا خوردگی داشته باشد، می‌توان با تغییر دادن pH حقیقی آب، آن را اصلاح نمود. از نمودار ۱ می‌توان برای تعیین شاخص اشباع آب استفاده نمود.



نمودار ۱ : نمودار تعیین شاخص اشباع آب

مثال : اگر مشخصات نمونه آبی به شرح زیر باشد. شاخص اشباع آب

Is را محاسبه نمائید.

۴۹ درجه سانتی گراد

درجه حرارت :

۱۲۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم

سختی کلسیم

۱۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم

قلیائیت متیل اورانژ

۲۱۰ میلی گرم در لیتر

کل جامدات

pHa (حقیقی) برابر ۸

از نمودار:

$$P_{ca} = ۲/۹۲$$

$$P_{alk} = ۲/۷$$

$$C = ۱/۷$$

$$pH_s = ۷/۳۳$$

$$I_s = ۸ - ۷/۳۳ = ۰/۶۸$$

و آب کمی رسوب گذار

۳-۷- کنترل شفافیت آب استخر:

کیفیت فیزیکی آب (زالال بودن و شفافیت آن) توسط تست‌هایی که قبلاً توضیح داده شد و از طریق مشاهده نمودن آب تعیین می‌شود. شفافیت آب استخر بوسیله فیلتراسیون مداوم حفظ می‌شود. در جاهائیکه فیلترهای شنی یا آنتراسیتی استفاده می‌شود، آلوم ماده شیمیایی است که معمولاً برای انعقاد و گرفتن مواد معلق، ذرات کلوئیدی و رنگ در آب استفاده می‌شود. برای حصول بهترین نتیجه، علاوه بر این، برای کنترل pH، آلوم باید در مقادیر کم کنترل شده به آب تزریق شده و بخوبی با آب باز چرخشی مخلوط می‌گردد. یکی از راه‌های انجام این عمل افزودن سولفات آلومینیوم به یک تانک واکنش یا به آب جبرانی استخر می‌باشد و بعد آن را به قسمت مکش پمپ، در جایی که اختلاط کاملی با آب عبوری پیدا می‌نماید، وارد می‌نمایند. بطوریکه قبلاً از رسیدن آب به فیلترها فلوکولاسیون اتفاق می‌افتد و بطور معمول میزان ۳ تا ۴ پوند (۱/۳۶ تا ۱/۸ کیلوگرم) آلوم در ۱۰۰۰۰ گالن (۳۸ مترمکعب) آب استخر استفاده می‌شود.

۸-۳- کنترل آهن و منگنز:

اگر آهن یا منگنز در آب مورد استفاده برای تغذیه استخر یا آب جبرانی به استخر موجود باشد، باعث تیرگی و سیاه شدن و امکان ایجاد لک در دیوارهای استخر خواهد شد. بخصوص وقتی کلر به آب اضافه می‌شود. این مورد باید قبل از استفاده از آب مورد بررسی قرار گیرد. ۱ اونس (۲۸/۳۵ گرم) هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به حدود یک لیتر آب افزوده می‌شود، اگر در عرض یک تا ۲ ساعت تیرگی در آب ایجاد شد، آهن و یا منگنز در آب وجود دارد. که باید از آب جدا شود.

۹-۳- درجه حرارت آب استخر:

در استخرهای سرپوشیده شنا، مطلوب است که دمای آب و هوای استخر کنترل گردد. دمای هوا در حدود $F 5$ ($C 3$) گرمتر از دمای آب در استخر توصیه شده است. دمای آب توصیه شده برای استفاده عموم $F 80$ ($C 27$) و $F 74$ تا $F 76$ ($C 24$ - $C 23$) باعث راحتی و 78 تا 82 ($C 28$ - $C 26$) ایده‌آل می‌باشد. استخرهای سرباز در آب و هوای گرم نیاز به چرخش دادن آب یا افزودن مقادیر زیادی یخ برای جلوگیری از گرم شدن زیاد آب دارد. هوادهی به شکل اسپری نمودن آب باز چرخشی به استخر می‌تواند باعث پائین آوردن دمای استخر به میزان 5 تا 10 F (C) 6 - 3) گردد. همچنین از آب سرد به عنوان جایگزین آب جبرانی، تجهیزات تبادل حرارتی و برج‌های سرد کننده می‌تون استفاده نمود.

دمای آب نباید از ۸۵ F (۲۹°C) فراتر رود. و شنا کردن یا حمام گرفتن طولانی مدت در آبی که دمای آن بیش از این مقدار باشد باعث ایجاد ناتوانی و ضعف در فرد می‌گردد. شنا نمودن در آب ۴۰ F (۴°C) باعث ایجاد خستگی و مشکلات تنفسی در زمان کوتاه، ۱۰ دقیقه یا کمتر خواهد شد.

۱۰-۳- سیستم باز چرخش و فیلتراسیون آب

جهت کنترل کیفیت آب استخر بخصوص استخرهای با جریان آب بازچرخشی، تصفیه آب دارای اهمیت است. این تصفیه عمدتاً شامل صاف نمودن (فیلتراسیون) همراه با و بدون تصفیه شیمیائی است. هدف عمده از تصفیه آب استخر نگهداری آب در یک شرایط مطلوب و سالم برای استفاده شناگران می‌باشد. این هدف ویژه را می‌توان با توجه به نیازهای زیر در نظر گرفت:

- نگه داشتن آب، عاری از عوامل بیماریزا و مضر
- نگه داشتن آب عاری از رشدهای جلبکی
- اطمینان از عدم وجود مواد سمی و تحریک کننده برای شناگران در آب استخر

- جلوگیری از تشکیل و ایجاد بو و طعم نامطلوب در آب
- جلوگیری از خوردگی اطراف استخر، اتصالات و تجهیزات
- جلوگیری از ایجاد رسوب

- جلوگیری از ایجاد کدورت و تیرگی و حفظ شفافیت آب استخر

در استخر با سیستم بازچرخش آب میزان آب چرخشی باید بنحوی باشد که معمولاً هر ۶ تا ۸ ساعت آب استخر تعویض گردد. برای استخرهای خصوصی که شناگران کمتری استفاده می‌نمایند. ۱۲ ساعت ممکن است قابل قبول باشد. ورودی های آب بهتر است در چهار جانب استخر، حداقل ۱۲ اینچ (۳۰ سانتی متر) زیر سطح آب باشد. فاصله آنها بیش از ۱۵ تا ۲۰ فوت (۴/۵ تا ۶ متر) نباشد و یک ورودی به فاصله ۵ فوت (۱/۵ متر) از هر گوشه استخر. ورودی‌ها مجهز به شیرهای دروازه‌ای یا کنترل کننده‌های مشابه باشند.

زهکش های استخر باید جهت تخلیه کامل استخر ترجیحاً در مدت ۴ ساعت یا کمتر در نظر گرفته شود. زهکش‌ها نباید مستقیماً به سیستم جمع‌آوری اتصال داده شود.

تجهیزات جانبی سیستم باز چرخش آب شامل گرم کننده آب با کنترل حرارتی اتوماتیک برای استخرهای سربسته و بعضی استخرهای روباز می‌باشد. محل گرم کننده آب در خروجی آب از فیلتر و ورود آن به استخر می‌باشد. برای شستشوی فیلتر از آب سرد استفاده می‌گردد. دمای آب ورودی به استخر نباید بیش از 40°C باشد. نصب یک ترمومتر در نزدیک ورودی آب به استخر لازم است.

نصب توری با سوراخ های کمتر از ۳ میلی متر جهت گرفتن مو و آشغال ضروری می باشد.

جهت حذف آلاینده ها، بخصوص آلاینده های معلق و کلوئیدی قبل از باز گردش آب، آب مورد نظر فیلتر می گردد.

توانایی یک سیستم برای تمیز نگه داشتن یک استخر بستگی به اندازه فیلتر، اندازه ماسه (شبهه شنی) یا به اندازه آبکش ها، ابعاد لوله ها، تعداد کفگیرها، تعداد ورودیها، نسبت گردش و مشخصات پمپ دارد. این عوامل از استخری به استخر دیگر و بسته به شکل و نوع استخر متفاوت است همچنین تراکم، سرپوشیده یا روباز بودن استخر از جمله عوامل مهم می باشد. مدت گردش آب می تواند از ۶ تا ۱۲ ساعت باشد.

وقتی سیستمی طراحی می شود ظرفیت آن باید با توجه به ظرفیت سایر اجزاء سیستم در نظر گرفته شود. همیشه یک پمپ متناسب با نیازهای یک فیلتر انتخاب می شود. مثلاً برای میزان فیلتراسیون معقول در هر فوت مربع از سطح فیلتر با یک فشار معین با ظرفیت پمپاژ طراحی شده برای شستشو باید متناسب باشد اگر این مسائل رعایت نشود اشکالات پیاپی در سیکل فیلتراسیون بروز می کند.

انواع فیلترها

انواع فیلترهای متداول مورد استفاده در تصفیه آب استخرهای شنا شامل:

۱- دیاتومه‌ای (تحت فشار یا خلاء)

۲- شنی الف - ثقلی سریع

 ب - تحت فشار

 ج - با سرعت بالا

هر کدام از فیلترها مزایا و معایبی دارند، هزینه انرژی، هزینه‌های شیمیایی، میزان مصرف آب، گنجایش سیستم تصفیه و هزینه‌های اولیه همگی متغیر هستند.

انواع فیلترهای شنی و ثقلی و فشار بهره‌برداری آسان دارند.

معهدنا آب مصرفی آنها بالاست یعنی حدود ۱۰٪ آب استخر در خلال تصفیه در داخل سیستم هدر می‌رود که با فیلترهای دیاتومه‌ای و شنی با سرعت بالا این میزان تنها ۱٪ از آب استخر است.

هزینه‌های انرژی فیلترهای دیاتومه‌ای خلاء و شنی تحت فشار تقریباً برابر است، لیکن انواع دیاتومه‌ای تحت فشار و شنی با سرعت بالا هزینه‌های دو برابر دارند.

فیلترهای دیاتومه‌ای

فیلترهای دیاتومه‌ای یا دیاتومه‌ای حاکی اولین بار در سال ۱۹۴۵ برای استخرهای شنا استفاده شدند. گرچه در استخرهای شنای خصوصی بسیار متداول است ولی برای استخرهای عمومی فقط در استرالیا جدیداً آغاز شده است.

فیلترهای دیاتومه‌ای طوری طراحی شده‌اند که پودر دیاتومه را در یک فضای تخلخلی وارد می‌کنند. فیلتر به خودی خود آب را تصفیه نمی‌کند بلکه این عملیات توسط کمک فیلتر (دیاتومه‌های خاکی) انجام می‌شود. از آنجا که ضروری است که دیاتومه‌های خاکی در تمام لایه‌ها ضخامت یکسانی داشته باشند طراحی فیلترهای دیاتومه‌ای بسیار مهم است. این فیلتر از فسیل بقایای جانوران ریز آبی که دیاتومه نامیده می‌شوند تشکیل شده است. این فسیل‌ها در زیر میکروسکوپ به نحو باور نکردنی نازک و مانند دریچه‌های شفاف و یا به شکل صدفهایی با اشکال متفاوت و هندسی دیده می‌شوند. این دیاتومه‌ها چنان ریزند که اندازه متوسط بیش از هزار عدد از آنها برابر یک اینچ می‌شود.

تحت شرایط مناسب نور، درجه حرارت و مواد غذایی این گیاهان رشد خوبی می‌کنند و در طول دوره ژئولوژیکی گذشته انواع متعددی از اسکلت‌های این جانوران در مناطق مختلفی از کره زمین تولید شده است. هر اسکلت دارای ساختار، خلل و فرج دارای تقریباً شبیه به سیلیکات خالص می‌باشد.

نوع فیلتری که برای استخرهای بزرگ استفاده می‌شود متشکل از تانکهای عمودی استوانه‌ای که داخل آن عناصر فیلترهای لوله‌ای توخالی معلق هستند، آب استخر که وارد تانک می‌شود از میان دیاتومه‌ها عبور کرده و از طریق لوله‌ها به خروجی جریان یافته و

سپس به استخر برمی‌گردد. این لوله‌ها در انواع گوناگون و اشکال مختلف ساخته می‌شوند. متداولترین آن اکسید آلومینیم متخلخل یا سیلندرهای فلزی فلزی متخلخل است که به شکل لوله‌های پلاستیکی، هسته فلزی و به شکل مارپیچ است.

وقتی آب استخر در داخل فیلتر به گردش درمی‌آید ذرات معلق جدا می‌شوند. معمولاً آنقدر ذرات معلق در آب هست که ورودی کوچک (نازک) سطوح را مسدود کند و افزایش فشار بسیار سریع و کاهش جریان آب را باعث شود. به این خاطر اغلب استخرها از طریق تغذیه مقدار کمی دیاتومه اضافی به سیستم‌هایشان عمل می‌کنند که دارای تصفیه موفق‌تر می‌شوند.

گرچه با این فیلترها می‌توان میزان فیلتراسیون بالایی داشت، میزان فیلتراسیون بالاتر در سیلیکاتهای کوتاهتری بدست می‌آید. میزان فیلتراسیون ۱/۵ تا حداکثر ۳ گالن در فوت مربع در دقیقه با میزان شستشوی معکوس ۱۲ - ۱۰ گالن در دقیقه در فوت مربع امکان پذیر است.

فیلترهای شنی ثقیل سریع:

این نوع فیلترها اساساً تشکیل شده است از بستری تمیز از دانه‌های شن که از بعضی معادن و صخره‌ها تهیه می‌شوند. و به منظور جدا

کردن نهایی ذرات معلق، مانند آلوم به فیلتر اضافه می‌شود. سرعت فیلتراسیون معمول در حدود ۳ گالن در فوت مربع در دقیقه است.

شستشوی فیلترها:

یکی از مهمترین عملیات، شستشوی فیلترهاست و آن وقتی است که ارتفاع آب در صافی افزایش پیدا کند یا وقتی که آب خروجی کیفیت مطلوبی نداشته باشد. شستشو شامل قطع جریان ورودی آب، باز کردن شیر خروجی جریان آب ورودی و سپس ورود آب تمیز در استخر در جهت معکوس می‌باشد. این عمل از طریق سیستم لوله کف استخر صورت می‌گیرد. اغلب سازندگان توصیه می‌کنند. میزان شستشو باید ۱۲ گالن در دقیقه در فوت مربع فیلتر باشد.

میزان جریان شستشو باید به قدری باشد که بستر شنی را منبسط نموده و ذرات کوچک آلودگی را از سیستم خارج نماید. حالت مؤثر بستر شنی وقتی است که بستر شنی حدود ۴۰٪ منبسط گردد. به منظور جلوگیری از هدر رفتن شن در عملیات شستشوی معکوس سطح آزاد حداقل معادل ۵۰٪ از عمق فیلتراسیون لازم است. عملیات عادی فیلتراسیون شنی سریع نسبتاً ساده می‌باشد. ولی بعضی از مشکلات باید از طریق نظارت بر عملکرد فیلتر تعیین اصلاح شوند. مثلاً حضور گلوله‌های گلی در شن نشانگر تصفیه ناکامل است و یا وجود شکاف در

بستر شن نشانگر این است که دانه‌های شن با ماده دیگری که در آب است بهم بچسبند و کارائی فیلتر را کاهش می‌دهند. توزیع غیر یکنواخت آب اغلب در این حالت مشاهده می‌شود. و یا نشانگر این است که لوله‌ها یا مجراها مسدود شده‌اند و این در اثر بروز شکستگی در کفگیرها ایجاد می‌شود. احتمال از دست رفتن شن در خلال شستشوی معکوس را می‌توان با جمع‌آوری و مشاهده نمونه‌هایی که از آب تصفیه شده گرفته می‌شود بررسی کرد، در صورت مشاهده چنین شرایطی باید کاملاً بررسی کرد تا علت برطرف شود فیلترهای فشاری مشابه فیلترهای شنی تند معمولی است با این تفاوت که کاملاً داخل یک تانک استیل محفوظ و نگهداری می‌شوند و کل سیستم تحت فشار عمل می‌کند. واحدهای فیلتر در این نوع به فضای بالایی کمتری نیاز دارند. اما به همان اندازه فیلترهای ثقلی به سطح نیاز دارند. فیلترهای تحت فشار باید مجهز به فشارسنج در ورودی و در خروجی لوله‌ها باشند تا میزان کمبود فشار فوقانی یا تحتانی در آن مشخص شود. اشکال عمده فیلترهای فشاری در این است که اپراتور قادر نیست عملیات فیلتراسیون را مشاهده کند.

ذرات شن متراکم و یا به صورت دانه‌های گل درمی‌آیند و به نحو ناخوشایندی بدون دخالت اپراتور شکل می‌گیرند. سوپاپهای اطمینان هوا در این فیلترها ضروری اند و باید در بالای بدنه فیلتر تعبیه شوند

تا کل هوا را پس از تصفیه (شستشوی معکوس) یا در فاصله زمانی منظم تخلیه کنند.

لخته سازی با آلوم

فیلترهای ثقلی سریع (تند) و شنی تحت فشار باید سطوحی پوشیده از لایه ژلاتین هیدروکسید آلومینیوم داشته باشند تا هر گونه خاک و شن و ذرات کلوئیدی موجود در آب را به جای ماندن در داخل ذرات شن از بستر شنی خارج کنند. علاوه بر خارج کردن مواد معلق این لایه، جلبکها را نیز می‌زداید و مواد رنگی و باکتریهای موجود در آب را نیز جدا می‌کند. آلوم یا سولفات آلومینیوم $(Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O)$ یکی از کوآگولانت‌های بسیار رایج است از آنجا که این ماده اسیدی است نیازمند قلئائیت موجود در آب می‌باشد، تا واکنش منجر به تشکیل لخته‌های هیدروکسید آلومینیم گردد.

برای هر پاوند آلوم اضافه شده، $\frac{1}{4}$ پاوند سود سوزآور یا بیش از $\frac{2}{4}$ پاوند بیکربنات سدیم برای تکمیل واکنش نیاز است.

بنابراین قبل از اضافه کردن آلوم pH آب باید بین ۸ - ۷/۵ و قلئائیت بین ۲۰۰ - ۱۵۰ پی‌پی‌ام باشد.

در pH زیر ۵/۵ یا بالای ۸/۵ آلوم فلاک مناسبی ایجاد نمی‌کند و ممکن است کل آن در محلول باقی بماند.

لازم است که آلوم را بعد از شستشوی معکوس اضافه کنیم. مقدار لازم برای فیلتراسیون مناسب بستگی به تجربه و طراحی فیلتر دارد. به عنوان یک راهنمایی کلی ۴ - ۲ اونس آلوم برای هر فوت مربع در سطح فیلتر نیاز است. این ماده باید به صورت محلول ۱۰٪ یا کمتر در یک دوره ۱ تا ۲ ساعته به ورودی فیلتر اضافه شود.

اگر آلوم خیلی سریع به آب اضافه شود pH آب ممکن است به زیر ۵/۵ کاهش یابد که در این سطح فلاک تشکیل نمی‌شود اما از میان فیلترها عبور می‌کند. در هر حال وقتی این آب با آب استخر مخلوط می‌شود pH بالا می‌رود و باعث تولید فلاک آلوم در آب و کدورت و تیره شدن آب می‌گردد.

در عملکرد معمول استخر، شستشوی فیلتر بطور متوسط باید هفته‌ای یک بار صورت گیرد که این بسته به میزان بار استخر اندازه فیلترها و میزان گردش آب دارد.

رقیق سازی متوالی

مهم است بدانیم که تمام آب استخر تنها از طریق گردش در سیستم فیلتراسیون تصفیه نمی‌شود. و وقتی فیلتراسیون شروع می‌شود ابتدا آب کثیف خواهد بود و آب کثیف داخل استخر با آب برگشتی فیلتر شده و رقیق می‌گردد. و پالایش آب بواسطه رقیق سازی متوالی انجام می‌شود. مثلاً در استخری که حاوی مقدار معینی گل ورودی است،

طول می‌انجامد و شستشوی فیلترها نیز باید روزانه چند مرتبه صورت گیرد.

در چنین حالاتی روش سریعتر شفاف کردن آب استفاده از فلوکولاسیون با آلوم به شرح زیر است:

۱- مقدار قلیائیت آب را با اضافه کردن ۱,۷ کیلو گرم سود سوزآور یا ۳,۵ کیلوگرم بیکربنات سدیم برای هر ۵۰ متر مکعب آب تنظیم کنید.

۲- آلوم را به میزان ۳,۵ پاوند برای هر ۵۰ متر مکعب با حل کردن در آب و توزیع آن در کل سطح آب استخر اضافه نمایند. پمپ‌ها نیز ۱۰ دقیقه روشن باشند تا هنگامی که آلوم کاملاً با آب مخلوط شده و تولید فلاک نمایند.

۳- پمپ‌ها را خاموش نموده و اجازه دهید فلاک رشد کند و در خلال شب توسعه یابد. صبح روز بعد رسوبات ته‌نشین شده را با پمپ‌های مکنده خارج کنید.

۴- از روش فیلتراسیون معمول و کلرزنی به آب استفاده کرده در انتهای روز آب برای استفاده آماده است.

۴- نظارت بهداشتی بر آب استخرهای شنا

نظارت بهداشتی بر استخرهای شنا از جنبه‌های مختلف دارای اهمیت می باشد. نظارت بر ساختمان استخر، تجهیزات و تسهیلات جنبی استخر، نظافت عمومی و رعایت نکات بهداشت عمومی و محیط همه دارای اهمیت می باشد. همچنین یکی از موارد مهم نظارت بر استخر شنا، نظارت بهداشتی بر آب آن می باشد. این نظارت باید از طرف مأمورین بهداشتی انجام گیرد. هدف از نظارت بهداشتی آب اولاً حفظ سلامت شناگران و جلوگیری از انتقال بیماریهای منتقله و در وهله بعد حفظ شرایط بهداشتی آب از نظر فیزیکی و مطلوبیت آب از نظر ظاهری و مسائل زیباشناختی آب می باشد. بطوریکه شناگران از آبی با کیفیت مناسب بهداشتی و ظاهری تمیز، زلال و خوشایند استفاده نمایند.

برنامه نظارت فعالیت‌های زیر را در برمی گیرد:

- منبع آب خام

- سیستم پالایش، تصفیه و بازچرخش آب

- عملیات مربوط به کنترل آب استخر توسط بهره‌برداران استخر

- آب استخر

۴-۱- منبع آب خام:

آب خام استخر باید ماهیت بهداشتی و تمیز داشته باشد و همانگونه که ذکر شد از منابع آب آشامیدنی (در صورت امکان) آبهای سطحی و

زیرزمینی تمیز و غیرآلوده و محافظت شده استفاده گردد. بازدید، نظارت و پایش آب خام می‌تواند در برنامه‌های نظارت مورد ملاحظه قرار گیرد.

آزمایش میکروبی آب براساس شاخص کلینوم‌ها و کلینوم‌های گرم‌پای در این زمینه مهم است. نظارت اولیه در این زمینه کافی می‌باشد و دوره‌های نظارت بعدی می‌تواند طولانی مدت باشد.

۲-۴- سیستم پالایش تصفیه و بازچرخش آب

با توجه به مطالب ارائه شده در بخش ۳ نظارت بر سیستم پالایش، تصفیه و بازچرخش آب. از نظر تناسب سیستم، عدم وجود نقص و مشکلات و اطمینان از عملکرد مطلوب آنها و چرخش منظم آب با دوره زمانی مناسب با توجه به نوع استخر و تعداد شناگران ضرورت دارد. علاوه بر بازدید و مشاهده عملکرد واحدها آزمایش آب ورودی به استخر و آب داخل استخر می‌تواند برای تعیین عملکرد مناسب سیستم تصفیه ملاک قضاوت قرار گیرد. آزمایش‌های مهم آب کدورت، pH، قلیائیت، سختی، درجه حرارت، کلر باقیمانده، برم باقیمانده و آزمایش‌های میکروبی کلیفرم‌ها و HPC می‌باشد. گرچه سوابق این آزمایشها باید ثبت شده و موجود باشد.

۳-۴- نظارت بر کنترل آب استخر توسط بهره‌برداران از استخر:

ناظر بهداشتی باید بطریقی اطمینان حاصل نماید که دست اندرکاران استخر، نسبت به تأمین آب سالم و بهداشتی اقدام و به آن متعهد می‌باشند. این امر در بازدیدهای دوره‌ای و بدون اطلاع قبلی، و با مشاهده عملیات انجام شده بر روی آب، بخصوص در زمینه سالم سازی آب از نظر بهداشتی، نبود نقص در عملکرد سیستم‌های تصفیه و سالم سازی، ورودی‌ها و خروجی‌های آب استخر و همچنین سوابق موجود در زمینه اطلاعات ثبت شده مربوط به نتایج آزمایشهای انجام شده بر روی نمونه‌های آب می‌باشد.

۴-۴- آزمایشهای لازم جهت نظارت بر آب استخرهای شنا

در بازدیدهای دوره‌ای جهت نظارت بر آب استخر، نمونه‌های آب توسط ناظرین بهداشتی برداشت شده و مورد آزمایش قرار می‌گیرد. آزمایشهای معمول شامل، کلر آزاد، کلر کل، pH، قلیائیت، کدورت، درجه حرارت و آزمایشهای میکروبی می‌باشد.

معمولاً برای اندازه‌گیری کلر آزاد و کلر کل و pH در آب استخر از مقایسه کننده‌های رنگی (کمپراتور) استفاده می‌شود. اساس روش آزمایش با این کمپراتورها مقایسه شدت رنگ ایجاد شده با افزایش معرف به نمونه و مقایسه آن با دیسکهای رنگی کالیبر شده می‌باشد.

کمپراتورهای مورد استفاده برای هر تستی متفاوت و دارای دیسکهای رنگی با رنجهای مختلف می باشد. بهتر است محلولهای مصرف در شروع هر فصل دوباره تهیه شود زیرا در طول فصل محلولها ممکن است تحت تأثیر نور خورشید و یا در حین استفاده توسط اپراتور آلوده گشته و از کیفیت آن کاسته شود بنابراین برای نگهداری شرایط خوب در استخرهای شنا باید از معرف های سالم و تازه برای انجام تستها استفاده نموده تا سبب اشتباه در قرائت نتایج نشود.

علاوه بر محلولهای معرف سایر مواردی که سبب توسعه رنگ اشتباه می شوند عبارتند از: روش تست اشتباه، کثیف بودن ظروف شیشه ای و دیسکهای کمپراتور، خطای درجه حرارت و ناخالصیها مانند آهن، منگنز و نیتراتها.

نمونه جمع آوری شده باید فوراً به آزمایشگاه ارسال و تستهای لازم بدون تأخیر انجام شود در طول این دوره باید از تابش خورشید محفوظ بمانند تا در قرائت نتایج اشتباه رخ ندهد. برای انجام تست با استفاده از کمپراتور باید تمام لوله های آزمایش و دیسکها تمیز باشند و با نمونه آب قبل از استفاده شستشو داده شوند همچنین چون امکان دارد اپراتور در طول دوره نمونه برداری مواد شیمیایی را نگهداری کرده باشد قبل از انجام آزمایش باید دستهای خود را بشویند.

از آنجائیکه با ناخالص‌هائی مانند منگنز، آهن و یا نیترات‌ها در آب وجود داشته باشند و ممکن است سبب اشتباه در خواندن نتایج و گزارش اشتباه گردد از این رو لازم است که با انجام تست شاهد چک شوند.

- اندازه‌گیری کلر باقیمانده و کلر کل:

برای اندازه‌گیری کلر باقیمانده و کل رایج‌ترین روش روش DPD می‌باشد که مصرف آن به شکل محلول و یا قرص موجود می‌باشد.

با روش DPD با توجه به بروشورهای شرکت سازنده و دستورالعمل‌های مربوطه می‌توان مقدار کلر باقیمانده، کلر کل، کل ترکیبی و مقدار کلر آمین‌های ترکیبی را اندازه‌گیری و قرائت نمود.

همچنین می‌توان برای دقت زیاد از کمپراتورهایی که دارای سل‌های بزرگتری باشند استفاده کرد زیرا تغییر رنگ برای عمق بیشتر و حجم بیشتر محلول واضح‌تر و آسانتر گزارش می‌شود. بهترین روش و دقیق‌ترین روش همین مقدار کلر در آب روش نیتراسیون آمپرومتریکی می‌باشد که با اندازه‌گیری میزان جریان در یک محلول بافری انجام می‌شود و در این روش فرمهای مختلف کلر در آب (آزاد - کل - مونوکلر آمین، دی کلر آمین و تری کلر آمین) با دقت خیلی زیاد کمتر از ۰/۰۱ پی پی ام در نمونه قابل اندازه‌گیری می‌باشد. این وسیله برای انجام

عملیات نیاز به یک منبع انرژی دارد و زمان لازم برای انجام آزمایش طولانی‌تر از روشهای کمپراتور نمی‌باشد.

همچنین این وسیله باید در شرایط تمیز و عاری از آلودگی نگهداری شود و دقت زیادی در جهت حفظ و نگهداری آن اعمال شود این روش برای انجام کارهای تحقیقاتی در سطح گسترده کاربرد دارد.

- اندازه‌گیری pH

pH می‌تواند روی کارایی ضدعفونی‌کننده‌ها، سطوح استخر، تجهیزات ثابت فلزی استخر، لوله‌ها، پمپ‌ها و شناگران اثر نماید. وقتی آب استخر با کلر ضدعفونی می‌شود تنظیم pH معیاری مؤثر و مطمئن برای آب استخر می‌باشد.

ساده‌ترین روش برای اندازه‌گیری pH استفاده از کاغذ pH می‌باشد که در محلولهای اسیدی قرمز و در محلولهای قلیائی آبی می‌شود همچنین با استفاده از اندیکاتورها و محلولهای معرف که محلولهای اسیدی، قلیائی را با تغییر رنگ در Rangeهای مختلف مشخص نموده، می‌توان pH را اندازه‌گیری نمود اندیکاتورها و دیسکهای مربوطه آن که برای

اندازه‌گیری pH در رنج‌های مختلف در دسترس می‌باشند شامل:

محدوده pH	معرف	دیسک استاندارد
6 – 7.6	برومو تیمول آبی	2/1 H
6.8 – 8.4	فنیل رو	2/1 J
7 – 8.6	دی فنیل پورپل	2/1 O
8 – 9.6	تیمول آبی	2/1 L

معرف‌های فوق یا به صورت محلول یا به شکل قرص تهیه می‌شوند. در مورد فنل رد که رایج‌ترین اندیکاتور مورد استفاده می‌باشد. باید یک صفحه مات سفید با دیسک رنگی استفاده شود. در اندازه‌گیری pH نمونه آبی که دارای کلر باقیمانده زیاد می‌باشد. قبل از افزایش محلول معرف pH لازم است کلر آزاد آنرا خنثی نماییم و چنانکه این عمل انجام نشود بعلت اکسید کنندگی قوی کلر آزاد سبب تغییر رنگ محلول اندیکاتور و قرائت اشتباه pH می‌شود.

در مورد فنل رد، کلر آزاد باقیمانده به تدریج شدت رنگ را تغییر داده میزان pH را زیاد نشان می‌دهد.

برای خنثی کردن کلر موجود تیوسولفات سدیم با درجه خلوص آزمایشگاهی توصیه می‌شود و بعد از انجام تست کلر باقیمانده فقط یک کریستال کوچک تیوسولفات باید به ظرف نمونه برداری آب اضافه شود. تیوسولفات سدیم یک عنصر قلیائی است و از اضافه کردن زیاد آن باید اجتناب کرد. می‌توان به جای کریستال تیوسولفات سدیم از محلول ۱/۳ گرم آن در یک لیتر آب مقطر با خلوص آزمایشگاهی استفاده نمود. یک قطره از این محلول می‌تواند ۵ پی‌پی‌ام کلر آزاد در ۱۵ میلی لیتر آب را بدون تأثیر بر روی pH خنثی نماید.

– اندازه‌گیری کدورت:

هدف از اندازه‌گیری کدورت، برقراری شفافیت در آب می‌باشد و به گونه‌ای که در یک مسیر علامت یا ویژگی خاصی در عمیق‌ترین قسمت آن قابل رویت باشد.

هدف از برقراری شفافیت در آب بر پایه سه اصل استوار است.

– عدم وجود ذراتی که مانع از تماس مستقیم ضد عفونی کننده با میکروارگانیسم می‌شود.

– افراد قادر باشند عمق را تخمین بزنند و از وجود خطرات احتمالی به آسانی مطلع شوند و بتوانند با اطمینان خاطر در آب شنا کنند.

– ایجاد شرایط دلپذیر، خوشایند و مطلوب در آب استخر برای استفاده

کنندگان

برای اندازه گیری آب استخرهای شنا از دستگاه کدورت سنج استفاده میشود.

دمای آب- با توجه به درجه حرارت مناسب آب استخر که قبلاً در مورد آن بحث گردید ، اندازه گیری و کنترل دمای آب استخر دارای اهمیت است. برای اندازه گیری دمای آب از دماسنج استفاده میشود. دماسنج را در زیر سطح آب در عمق حدود ۴۰ تا ۵۰ سانتی متری داخل آب فرو برده و دمای آب را اندازه گیری می نمایند.

- آزمایشهای میکروبی آب استخر: از مهمترین ویژه گیهای که باید نظارت بر آن وجود داشته باشد ویژه گیهای میکروبی آب می باشد. آزمایشهای مهم شامل شمارش کلی باکتری های هتروتروف (شمارش بشقابی) ، مجموع کلیفرم ها ، کلیفرم های مقاوم به حرارت (مدفوعی)، سودوموناس آئروژنوزا میباشد. تعیین استرپتوکوکهای مدفوعی نیز می تواند مد نظر قرار گیرد. دسنورالعمل مربوط به این آزمایشات در دسترس کارشناسان آزمایشگاه های میکروبیولوژی آب و فاضلاب می باشد.

- نمونه برداری:

نمونه برداری برای انجام آزمایشات باکتریولوژی و شیمیایی آب استخر از ارتفاع ۳۰ - ۴۰ سانتیمتری از سطح آب باید انجام شود و

موقعیت نمونه برداری باید از نزدیکی محل خروج آب از استخر و نمونه‌هایی هم از اطراف و مناطق داخلی استخر (کم عمق، نیمه عمیق و عمیق) و نقاطی که بالاترین تراکم و تعداد شناگران را دارد جمع آوری می‌شوند، تا بتوان اطلاعات مفید و باارزشی از کیفیت آب استخر ارائه نمود. نمونه برداری از آب استخر باید به طور دوره‌ای انجام شود تا کارایی اثر تصفیه و ضد عفونی کننده‌ها بر آب استخر را مشخص نماید. آزمایشات روتین باید در شروع فعالیت روزانه استخر انجام شود و هر سه ساعت یکبار که استخر بسته می‌شود نیز انجام گردد.

نمونه برداری باید در ظروف مناسب از نظر جنس و حجم انجام شود. برای آزمایشات شیمیائی ظروف باید کاملاً تمیز، عاری از آلودگی بوده و کاملاً با آب مقطر آبکشی گردد. و علاوه بر این برای آزمایشهای میکروبی ظروف باید استریل باشد و برای خنثی سازی کلر باقیمانده از تیو سولفات سدیم استفاده شود.

ضمیمه ۱

- چه موقع باید استخر را تعطیل کرد.

۱- زمانی که استخر به مواد مدفوعی و یا استفراغ آلوده می‌شود.

۲- زمانی که آب استخر بسیار کدر و حالت ابری دارد و کف استخر از کناره‌ها قابل رویت نباشد.

۳- عدم تعادل شیمیائی آب. اگر ویژگی شیمیائی آب استخر غیرمتعادل گردد به نحوی که نتوان با تغییرات و تنظیمات جزئی آن را اصلاح نمود و لازم می‌باشد مقادیر زیادی مواد شیمیایی اضافه گردد، استخر باید بسته شود.

۴- نتایج آزمایشهای بیولوژیکی رضایت بخش نباشد. (جز آزمایش کل کلیفرم‌ها)

- حضور E . coli با آزمایش مجدد تأیید شود.

- بیش از ۵۰ عدد استافیلوکوک آئروس در ۱۰۰ میلی‌لیتر

- بیش از ۲۵۰، SPC یا HPC در ۱ میلی‌لیتر نمونه.

- ۱ یا بیشتر سودوموناس آئروژنوس در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه

۵- آب استخر باقی مانده ماده گندزدا نداشته باشد (کلر آزاد باقیمانده یا برم کل)

۶- نقص های مکانیکی

۷- عدم عملکرد مناسب پمپ‌ها بنحوی که قادر به ادامه کار بطور مؤثر نباشند.

ضمیمه ۲ :

تمیز نمودن و گندزدایی استخرهای آلوده شده به مواد مدفوعی،

اسهالی و استفراغ

(الف) آلودگی با مواد مدفوعی

۱- وقتی مدفوع در استخر مشاهده گردد، فوراً باید همه افراد را از استخر خارج نمود.

۲- مواد مدفوعی را توسط وسیله ملاقه مانند خارج نموده و در توالت دفع می‌نمایند. وسیله مورد نظر را تمیز نموده و گندزدایی می‌کنند.

۳- با روش سوپرکلریناسیون، محل آلوده استخر را حداقل با کلر آزاد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و حداقل زمان ۱۵ دقیقه گندزدایی می‌کنند.

۴- قبل از اینکه به شناگران اجازه برگشت به استخر داده شود، کلر باقیمانده به ۱ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر کاهش داده می‌شود.

(ب) آلودگی به مواد اسهالی یا استفراغ

۱- وقتی مواد اسهالی یا استفراغ مشاهده گردد. فوراً باید تمام افراد را از استخر خارج نمود.

۲- اگر ممکن است، مسئول حادثه مشخص شده و در صورت نیاز تقاضای دکتر برای او بنمایند.

۳- پمپ چرخش آب و دیگر تزریق کننده‌های شیمیایی خاموش گردد.

- ۴- مواد اسهالی و استفراغ با وسیله‌ای ملاقه مانند خارج و در توالت دفع شود. وسیله تمیز و گندزدایی شود.
- ۵- با روش سوپرکلریناسیون و حداقل با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای دو ساعت و نیم و با غلظت ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر با یک ساعت و نیم زمان تماس گندزدایی استخر انجام شود.
- ۶- روشن نمودن پمپ برگشت آب و تزریق کننده‌های شیمیائی
- ۷- قبل از اینکه به شناگران اجازه ورود داده شود، میزان کلر آزاد باقیمانده به ۱ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر کاهش داده شود.

ضمیمه ۳

مشکلات و نواقص

در جدول زیر به طور خلاصه مشکلات و نواقص معمولاً که ممکن است در رابطه با کیفیت آب ایجاد شود، همچنین عوامل مسبب آن و راههای اصلاح آن ارائه شده است.

مشکل	علت یا علل مشکل	توصیه لازم برای اصلاح
رشد جلبک	آب و هوای گرم آفتابی	نگهداری کلر آزاد موجود در محدوده بالا
جلبک سبز	دمای استخر بالا	نگهداری دمای آب پائین تر از ۲۶/۷ C
دیواره‌های لیز	گردش ضعیف آب استخر (نقاط مرده در استخر)	چک کردن راندمان پمپ، میزان جریان بررسی شود.
		چک کردن راندمان پمپ، میزان جریان بررسی شود.
لکه های جلبکی	پایین بودن کلر آزاد در دسترس	حفظ کلر آزاد در دسترس بالاتر از ۵ ppm در طول شب، ساییدن دیواره‌ها سپس تخلیه آنها. افزودن جلبک کش و حفظ pH بالا
	بیشتر کل کلر در دسترس (TAC) بصورت کلر ترکیبی باشد.	سوپر کلریناسیون حفظ کلر آزاد و ترکیبی در حد غلظت‌های توصیه شد.
خارش پای ورزشکار	قارچ‌های روی کف استخر و سطوح حمام و اتاقک دوش	گندزدایی و خارج کردن افرادی که این مشکل را دارند
رسوب کربنات	PH بالا و قلیائیت کل بالا	حفظ pH در محدوده ۷/۴ - ۷/۲ تا کل قلیائیت به ۸۰ ppm کاهش یابد افزایش سختی کلسیم جهت حصول تعادل آب
مصرف کلر بالا	بار آلودگی و کثافات بالا، یا موقع باد آرام، یا بارش سنگین یا تعداد زیاد شناگران	سوپر کلریناسیون
	مقدار تثبیت کننده پائین باشد	افزودن تثبیت گر (فقط به استخرهای سرباز)

کلر باقیمانده کم	میزان تزریق کم	افزایش تزریق
	نیاز به کلر زیادتر از حد معمول	اگر ظرفیت کلریناتور کافی نیست، هیپوکلریت بطور دستی تقویت شود.
	خوردگی یا گرفتگی سیستم کلرزنی	واحد کلرزنی را خاموش و چک کنید
	میزان کم ماده تثبیت کننده	افزایش میزان تثبیت کننده تا ۵۰ ppm اسید سیانوریک (فقط در استخر سرباز)
کلر باقی مانده خیلی بالا	کلر مورد نیاز بخاطر افزایش تزریق کلر کاهش می یابد.	خاموش کردن کلریناتور، رقیق سازی، هوادهی، نور خورشید، افزودن عوامل حذف کننده کلر
	میزان تثبیت کننده بالا	رقیق سازی
بوی کلر، تحریک چشم و پوست شناگران	کلر ترکیبی موجود خیلی بالا	سوپر کلریناسیون جهت کاهش کلر ترکیبی موجود اگر مزمن باشد نصب سیستم ازن زنی، رقیق سازی
	PH نامناسب	تنظیم pH
آب کدر و حالت ابری دارد	کلر ترکیبی موجود بالا	سوپر کلریناسیون
	PH خیلی بالاست	پایین آوردن pH
	کلر قلیائیت خیلی بالا	کاهش تا اینکه به تعادل برسد
	سختی کلسیم خیلی بالا	پایین آوردن تا به حد تعادل برسد
	ذرات ریز زیاد در آب استخر ناشی از باد و طوفان	فلوک شدن با کمک منفقد کننده ها یا الوم
	چرخش ضعیف آب در بعضی قسمتهای استخر	تنظیم مجدد ورودی های استخر
	جامدات محلول (TDS) خیلی بالا	رقیق سازی، خالی و پر کردن
	در استخرهایی که صافی دیاتومه ای به کار می رود دیاتومه ها در استخر دیده می شوند	چک کردن یا تعمیر فیلترها و اجزای آن
آب حالت ابری با رنگ قرمز - فئوه ای	تخلیه یا فیلتراسیون آب در صورت نیاز افزودن آلوم به جهت تقویت رسوب گذاری، اجازه داده شود که در طول شب رسوب گذاری کامل گردد. PH بالاتر از ۷/۶ قبل از اضافه کردن آلوم.	

افزایش pH تا ۷/۸ و تخلیه رسوبات از استخر	یونهای فلزی در آب رنگ قهوه‌ای ناشی از آهن، رنگ آبی ناشی از مس و سیاه به علت منگنز است.	آب رنگی: قهوه‌ای، آبی و سیاه (معمولاً بعد از پر کردن اولیه استخر)
سوپر کلریناسیون	شکوفایی جلبکی	آب سبز رنگ و حالت ابری
سوپر کلریناسیون، آهن محلول را به رسوب قرمز قهوه‌ای تبدیل می‌کند و سپس می‌توان آن را تخلیه کرد	آهن به شکل محلول درآمده است	
رقیق سازی	بالا تر از حد تثبیت	
رقیق سازی	استفاده نامناسب از پرم	
شستشوی معکوس	شستشوی معکوس ناکافی فیلتر	
افزایش دوره عملکرد فیلتر	دوره ناکافی عملکرد فیلتر	
افزایش زمان شستشوی معکوس، افزایش میزان شستشوی معکوس، افزودن مواد شیمیایی آهک زدا، تعویض شن فیلتر	وجود کانالهایی در فیلتر	رنگ قهوه‌ای تیره (غلیظ) آب
نگهداری pH در محدوده ۷/۴ - ۷/۵	PH کم	آب خورنده ایجاد خوردگی، ایجاد لکه در
افزایش قلیائیت کل تا ۸۰ - ۱۲۰ ppm	قلیائیت کل کم	اتصالات، پمپ، لوله گرم
پاکسازی استخر، توقف گردش پمپ و توقف، تزریق کننده‌های شیمیایی، حذف مواد با چربی گیرها و وسایل مربوطه، تخلیه آب استخر به مجاری فاضلاب، سوپر کلریناسیون، پاکسازی تجهیزات و سطوح با استفاده از محلول کلر	متعفن شده توسط استفراغ و مدفوع	استخر بدبو و متعفن
توقف استفاده از جلبک کش‌های مس دار و حفظ pH مناسب تا از خوردگی جلوگیری کند تخلیه قسمتی از آب استخر و پر کردن با آب تازه	به علت یونهای مس در آب ناشی از تزریق دوز بالای جلبک کش‌های مس دار	سبزینگی

PH را به سختی می توان خواند	حذف دوزاژ کلر آزاد بالا یا تغییر رنگ تولید شده در نمونه	استفاده از تیوسولفات سدیم یا منتظر شوید تا کلر آزاد در دسترس کاهش یابد.
	لوله و درب آن کثیف است	تمیز کردن و آبکش آنها
	PH به کمتر از ۶/۸ یا بیشتر از ۸/۲ برسد	تنظیم pH در محدوده ۷/۸ - ۷/۲
افت pH	گندزدهای اسیدی ، بار استحمام بالا	افزودن سودا اش (Na_2CO_3)
PH بالا	رشد جلبک	قلیائیت کل تست شود
	تنظیم pH در محدوده خیلی بالا	افزودن بیکربنات سدیم NaHCO_3
	گندزدای هیپوکلریت	کم کردن pH
PH کم	دوزاژ ناماسب کلر	افزایش دادن pH
شن در استخر	نقش در سیستم زهکش فیلتر	حذف شن فیلتر، چک کردن و جایگزین زهکش زیرین
	اندازه نامناسب دانه های فیلتر	فیلتر شنی باید متناسب با ویژگی های سازندگان تولید شود
تشکیل رسوب روی دیواره های استخر یا تجهیزات	PH خیلی بالا، کل قلیائیت خیلی بالا، سختی کلسیم خیلی بالا	متعادل کردن آب استخر مطابق با اندیکس اشباع لانگلیز
کف (scum) روی دیواره های استخر	کفروبی نامناسب	سرریز شناور را چک کنید و میزادبی چربی گیر را چک کنید و دیواره های استخر را بسایید
	روغن های بدن و روغن مو و پوست بدن مورد استفاده توسط شناگران	با صابون و آب گرم قبل از وارد شدن به استخر بدن را بشوئید دیواره های استخر را بسایید

ضمیمه ۴- پیش نویس استانداردهای کشوری آب استخرهای شنا

در حال حاضر استاندارد ارد آب استخر به صورت پیش نویس به شرح جدول زیر تهیه شده است که پس از تصویب نهائی جهت اجرا اعلام خواهد شد ، ممکن است تغییراتی در این پیش نویس انجام گیرد.

پیش نویس استاندارد میکروبی آب استخرهای شنا

شمارش کلی باکتری ها ۱	۲۰۰ عدد در ۱ میلی لیتر
شمارش کل کلیفرم ها ۲	صفر عدد در ۱۰۰ میلی لیتر
کلیفرم های مدفوعی	صفر عدد در ۱۰۰ میلی لیتر
سودوموناس آئروژنوزا	منفی در ۱۰۰ میلی لیتر

۱- نباید در بیش از ۱۵٪ نمونه ها در یک دوره ۳۰ روزه شمارش در هر میلی لیتر بیش از ۲۰۰ باشد.

۲- نباید در بیش از ۱۵٪ نمونه ها در یک دوره ۳۰ روزه در روش چند لوله ای از ۵ لوله ۱۰ میلی لیتری یکی مثبت باشد. یا در روش صافی غشائی یک کلنی در ۵۰ میلی لیتر وجود داشته باشد.

با توجه به اهمیت تک یاخته گان انگلی در آب مانند ژیا رد یا و کریپتوسپورید یوم به جهت مقاومت بالای آنها در مقابل گند زدا ئی معمول آب استخرهای شنا ، پیشنهاد می گردد در صورت مهیا بودن امکانات آزما یشگاهی مورد آزمون و ارزیابی قرار گیرد.

بقیه ضمیمه ۴

پیش نویس استاندارد فیزیکی و شیمیائی آب استخر

قلیائیت کل باید ۵۰ میلی گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم باشد. (بیش از ۱۵۰ نباشد).

محدوده pH مناسب برای آب استخرهای شنا بین ۸-۷/۲ میباشد.

کدورت آب استخرهای شنا نباید بیش از ۵ NTU باشد.

کلر آزاد باقیمانده در آب استخر شنا باید بین ۳/۵-۱ میلی گرم در لیتر باشد.

منابع:

1. Salvato J.A, Nemerow N.L, Agardy F.J, "Environmental Engineering". Fifth edition. John Wiley & Son, Inc, USA, 2003.
2. World Health Organization 'Guidlines for safe recreational- water environments, Volume 2 : Swimming pools, spas and similar recreational – water environments. WHO. 2000.
3. Salvato J.A. "Environmenal and Sanitary Engineering", forth edition, John Wiley & Son, Inc, USA 1998.
4. Department of Health and Community Services, Disease Control and Epidemiology Division, Public Pools, Water quality and record keeping standards, USA, 2002.
5. Bryce Lang A.STC "The Fundamentals of private pool operation and chemical treatment". 2004.
6. Lovibond and Tintometer Companies "The Lovibond handbook of swimming pool and SPA water Treatment" 1st edition Germany. 2002.
7. APHA, AWWA, WEF "Standard Methods for the examination of water & wastewater" USA, 1998.
8. Van Dusen K, Fraser G. "Swimming pool program study, Department of social and health Services, Olympia, WA, October 1977.
9. Bitton, G. "Wastewater Microbiology" John wiley & Sons. In, pub. (1999).

۱۰- واعظی ف- صید محمدی ع ، مقررات گنزدائی و بهره برداری از گنذ زداها، ناشر سه

استاد، تهران ، ۱۳۸۲

۱۱- بینای مطلق پ، کیفیت و ویژه گیهای بهداشتی استخرهای شنا، جزوه آموزشی،

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

۱۳۸۳.