

# راهنمای مدیریت سیانو باکتری یا جلبک های سبز-آبی

»

## سامانه های آب آشامیدنی

مرکز سلامت محیط و کار

آبان ماه ۱۳۹۸

## فهرست

۳	مقدمه :
۴	جلبکها
۴	سیانو باکتریها
۴	تأثیر سیانوباکتری ها بر تأمین آب آشامیدنی و سلامتی انسان بگذارند؟
۵	اثرات بالقوه سلامتی
۵	تولید انواع طعم دهنده ها و بوها
۶	محل و عوامل رشد سیانوباکتری ها
۷	اثرات مستقیم و غیرمستقیم افزایش دمای آب و تغییرات آب وهوا
۷	وجود سیانوباکتری ها در آب منبع
۷	روش کنترل و حذف سیانوباکتری ها
۸	پایش سیانو باکتر در آب آشامیدنی

## ● مقدمه

اصلی ترین موضوع در کیفیت آب، سالم بودن آن می باشد. آب شرب باید عاری از هرگونه عوامل بیماری زا و خطرناک برای سلامتی باشد. نکته ی مهم این است که آب عاری از عوامل بیماری زا همواره مناسب برای شرب نیست بلکه شرایط دیگر برای آن لازم است. طعم و بو به عنوان مهم ترین فاکتور گوارایی و قابل شرب بودن آب مطرح است چرا که مصرف کننده آبی را که دارای طعم و بو باشد مصرف نمی کند. طعم و بو جزو مهم ترین و بیشترین شکایت در خصوص آب می باشد. بنابراین آشنایی با عوامل به وجود آورنده طعم و بو، اندازه گیری آن و راه کارهای حذف جزو مهم ترین موضوعات تصفیه آب است. طعم و بو در آب در اثر ورود برخی از مواد آلی، معدنی و یا سایر موارد از قبیل جلبک به وجود می آید. عمدتاً بو در اثر انحلال گازهای مختلف در آب و طعم در اثر انحلال یون ها در آب به وجود می آید.

منابع به وجود آورنده طعم و بو در آب به طور کلی به دو دسته منابع طبیعی و انسانی تقسیم می شوند. منابع طبیعی به وجود آورنده طعم و بو در آب شامل جلبک ها و پوشش گیاهی می باشد. جلبک ها با ورود به منابع آب آشامیدنی به صورت مستقیم و غیرمستقیم باعث ایجاد طعم و بو در آب می شوند. در اثر انفعالات انجام شده در جلبک ها موادی تولید می شود که منجر به تولید بو در آب می شود. جلبک ها باعث ایجاد ترکیبات بودار گوگردی می شوند. متیل مرکاپتان، سولفید دی متیل و ... مواد تولید شده به صورت مستقیم توسط جلبک ها می باشد. دومین منبع رایج تولید بو از منابع طبیعی پوشش گیاهی است. برگ ها، علف های هرز آبی باعث تولید بو می شود. بویی که از طریق پوشش گیاهی وارد آب می شود بوی کپک می باشد.

دومین دسته از منابع تولید بو و طعم در آب مربوط عواملی است که انسان ها در به وجود آمدن آن دخیل هستند مانند ورود فاضلاب بهداشتی، فاضلاب صنایع، فاضلاب کشاورزی به آب). بوی تولید شده توسط ترکیبات آلی از مشکلات رایج در انتقال و توزیع آب محسوب می شود. مواد آلی که باعث تولید بو می شود در اثر ورود فاضلاب صنایع، شهرها و فعالیت های کشاورزی می باشد. ورود مواد آلی از طریق فاضلاب مذکور محدود به منابع آب سطحی نمی باشد بلکه در اثر ورود فاضلاب در اعماق زمین باعث رسیدن مواد آلی به سفره های زیرزمینی می شود. بوهایی که معمولاً در

آب آشامیدنی قابل استنشام می باشد و منجر به گزارش شکایات مردمی می شود عبارتند از : بوی فاضلاب، بوی کلر، بوی نفت، بوی فلز، بوی ماهی و خاک

## جلبکها

جلبک های موجودات ساده ای هستند که دارای کلروفیل می باشند و از خصوصیات مهم آنها نداشتن ریشه ، ساقه و برگ است. جلبکها گروه بزرگی از گیاهان هستند که از لحاظ شکل و اندازه ، تنوع وسیعی دارند. در تقسیمات جهانی گیاهی ، جلبکها ۱۸۰۰ جنس و ۲۱۰۰۰ گونه دارند. بیشتر جلبکها ، آبی هستند. سیانوباکترها یا جلبک های سبز - آبی از مهمترین گونه جلبک ها هستند.

## سیانو باکتریها

سیانوباکتری ها که به جلبک های سبز آبی نیز معروف هستند، باکتری های فتوسنتزی هستند که بطور طبیعی به تعداد کم یا متوسط در آب های سطحی وجود دارند، معمولاً در اثر غنی سازی آب با فسفر و نیتروژن در اثر فعالیت های انسانی تعداد آنها بسیار زیاد می شود. سیانوباکتری ها سم سیانوتوکسین تولید می کنند، سیانوباکتری ها به صورت تک سلولی در گروه ها و یا کلنی در رشته ها وجود دارند. آنها را می توان در آب های تازه، دریایی و مخازن یافت. در آب های سطحی اغلب جنس هایی وجود دارد که عبارتند از آنابنا ، آفیانیزومنون ، سیلیندروسپرموپسیس ، لیونگیا ، میکروسیستیس ، اسکلیاتریا ، فورمیدیم و پلانکتوتریکس. برخی سیانوباکتری ها می توانند به تراکم سلول بسیار بالایی در آب برسند و باعث ایجاد کدورت بالا شوند.

## تأثیر سیانوباکتری ها بر سامانه های آب آشامیدنی و سلامتی انسان

سیانوباکتری ها طیف گسترده ای از مواد فعال زیستی را تولید می کنند که برخی از آنها هنوز ناشناخته هستند. تعدادی از آنها برای انسان سمی هستند و حالت های مختلفی از سمیت دارند. سم سیناتوکسین تولید می کنند. برخی از سیناتوکسین ها عمدتاً درون سلول سیانو باکتریها (سیانوتوکسین های داخل سلولی) موجود هستند، در حالی که برخی دیگر از سیناتوکسین ها به داخل آب (سیانوتوکسین های خارج سلولی) آزاد می شوند. وقتی سیانوباکتری ها

از بین می روند، سیانوتوکسین های داخل سلولی نیز می توانند آزاد شوند. این ممکن است در طی مراحل خاص تصفیه آب رخ دهد.

بیشتر گونه های سیانوباکتریایی شکوفایی شونده سطحی می توانند سموم تولید کنند. با این حال، همه سیانوباکتری های شکوفه ساز نیستند. به عنوان احتیاط، شکوفایی سیانوباکتری ها باید سمی تلقی شوند، زیرا شواهد نشان می دهد که تا حدود ۷۵٪ شکوفایی ها سمی هستند

هر نوع سیانوتوکسین توسط جنس های مختلف سیانوباکتریها تولید می شود. به عنوان مثال، میکروسیستین ها توسط میکروسیستیس و پلانکتوتریکس تولید می شوند، در حالی که سیلندروسپرموپسین از سیلندروسپرموپسیس و آنابنا حاصل می شود. علاوه بر این، هر جنس سیانوباکتری ها می توانند بیش از یک سیانوتوکسین تولید کنند. به عنوان مثال گونه های آنابینا سم سیلندروسپرموپسین و آناتوکسین تولید می کنند.

### اثرات بالقوه سلامتی

سیانوتوکسین ها می توانند تأثیرات مختلفی بر سلامتی انسان داشته باشند. علائم حاد از گاستروانتریت، تب و تحریک پوست، چشم، گلو و دستگاه تنفسی گرفته تا آسیب کبدی و سمیت عصبی تا اثرات طولانی مدت مزمن شامل گسترش تومور می باشد. سیانوباکتری ها در بدن انسان تکثیر نمی شوند و به همین دلیل عفونی نیستند. از آب آشامیدنی نباید برای دیالیز استفاده شود بدون اینکه تصفیه خاصی برای این منظور انجام شود.

### تولید انواع طعم و بو

اطلاعات کلی: برخی از انواع سیانوباکتری ها، مانند آنابنا، فورمیدیم و پلانکتوتریکس، ترکیباتی با بو و مزه ناخوشایند تولید می کنند. ژئوسمین (geosmin) و ۲ متیل سوبورنول (2-methylisoborneol) دو ترکیب رایج هستند آنها بوی خاکی پوسیده و کهنه در آب آشامیدنی ایجاد می کنند که البته ناخوشایند است اما بی ضرر است.

اگرچه سایر میکروارگانیسم ها مانند اکتینومایسته ها نیز ژئوسمین و ۲-متیل سوبورنول تولید می کنند، سیانوباکتری ها منبع اصلی این ترکیبات در آب های سطحی به حساب می آیند. وقوع آنها می تواند نشانه وجود سیانوباکتری های سمی باشد. اما معمولاً بروز سیانوتوکسین ها به طعم و بو مربوط نمی شود. بنابراین مزه ها و بوها نشانه ای قابل اطمینان از تولید سم در اثر شکوفایی جلبک نیست.

ترکیبات ایجاد کننده بو و طعم در آب در غلظت های بسیار کم (مثلاً چند نانوگرم در لیتر) قابل تشخیص است. این مقدار بسیار کمتر از غلظت سیانوتوکسین هایی است که عوارض جانبی سلامتی به همراه دارد. طعم و بو شکایات مشتری و تضعیف اعتماد مصرف کننده را به همراه دارد.

### محل و عوامل رشد سیانوباکتری ها

تقریباً در تمام نقاط جهان شکوفایی سیانوباکتریایی در آب شیرین رخ می دهد. شرایط محیطی که باعث رشد سیانوباکتری ها می شود در مناطق معتدل در اواخر تابستان و پاییز و در مناطق گرمسیری به طور بالقوه در طول سال موجود است. این شرایط شامل موارد زیر است:

- غلظت بالای مواد مغذی، به ویژه فسفر (فسفر کل بیشتر از ۲۵-۵۰ میکروگرم در هر لیتر)
- دمای بالای آب (بیشتر از ۲۵ درجه سانتیگراد)
- مدت زمان طولانی نگهداری آب (بیشتر از ۱ ماه) و
- پایداری لایه بندی بندی آب (برای برخی از سیانوباکتریها)

به دلیل خصوصیات فوق، سیانوباکتری های پلانکتونی (آنهایی که در آب زندگی می کنند) بیشتر در مخازن، سدها، دریاچه ها، حوضچه ها و رودخانه های کند رشد می کنند. اگر سیانوباکتری های پلانکتونی یا بنتونی متلاشی و یا از

هم جدا شوند ممکن است سموم آنها آزاد و در آب پراکنده شود. سایر عوامل مانند شدت نور و باد بر رشد و تجمع شکوفه های سیانوباکتری ها تأثیر می گذارد.

## اثرات مستقیم و غیرمستقیم افزایش دمای آب و تغییرات آب وهوا

گرم شدن آبهای سطحی یک مزیت رقابتی برای سیانوباکتری ها می باشد. در مناطق دمای بالاتر در زمستان و بهار ممکن است رشد سیانوباکتری ها را نسبت به دیاتومه ها تقویت کند،

تغییرات آب و هوایی می تواند از طریق اثراتی که هم در دمای آب و هم در بارش باران ایجاد می کند، روی رشد سیانوباکتریایی تأثیر بگذارد. بارندگی شدید می تواند باعث افزایش مواد مغذی در آب شود، بنابراین شکوفایی جلبکی را تقویت می کند.

وقتی که زمان نگهداری آب به دلیل خشکسالی افزایش می یابد، ممکن است بار مواد مغذی افزایش یابد، شکوفایی جلبکی بالقوه زیاد می شود. در مقابل، خشکسالی ممکن است به دلیل کاهش ورود کود به آب باعث کاهش سطح مواد مغذی شود. بارش برف شدید و ذوب شدن آن در بهار باعث جاری شدن سیل می شود که بر رشد سیانوباکتری ها تأثیر می گذارد.

## وجود سیانوباکتری ها در آب

در سراسر جهان در دهه های اخیر به دلیل عوامل مختلف از جمله افزایش غلظت مواد مغذی، فراوانی سیانوباکتری ها در بسیاری از آبهای سطحی افزایش یافته است. محیط های آبی که تحت تأثیر تخلیه فاضلاب شهری و یا آبهای زیرزمینی که در معرض نفوذ آبهای سطحی و یا سپتیک هستند، مواد مغذی را افزایش داده و باعث رشد باکتریایی می شود. رشد سیانوباکتری ها توسط سیستم های تصفیه فاضلاب با ظرفیت حذف مواد مغذی، ضعیف می شود. در شرایط خشکسالی وقتی تخلیه فاضلاب ثابت باشد احتمال شکوفایی سیانوباکتریایی را افزایش می دهد.

## روش کنترل و حذف سیانوباکتری ها

بهترین راه کنترل سیانوباکتریها اجرای برنامه ایمنی آب آشامیدنی است. کنترل مقدار مواد مغذی بویژه فسفر از طریق محدود کردن تخلیه فاضلاب و زه آبهای کشاورزی بسیار موثر است.

استفاده از جلبک کش ها مانند سولفات مس اگر تعداد آنها کم است، می تواند موثر باشد. (اگر تعداد زیاد باشد ممکن است کشته شدن آنها باعث آزاد شدن سم و مواد ایجاد کننده طعم شود). استفاده از آلوم برای رسوب دادن سلول های جلبکی و فسفر نیز می تواند استفاده شود و بلافاصله رسوبات برای جلوگیری از تولید سم بایستی دفع شوند. سایر کنترل ها مانند کاهش زمان ماند آب در مخزن نیز می تواند کمک به کنترل سیانو باکتری ها کند.

برای کنترل سیانو باکتری ها از روش های تصفیه مانند فیلتراسیون شنی کند، انعقاد و ته نشینی، صافی غشایی به ویژه با استفاده از صافی های نانو، شناور سازی با هوادهی استفاده می شود.

سیانو توکسین ها (سموم جلبک ها) نیز توسط صاف شنی کند، کربن فعال (زمان ماند بیش از ۳۰ دقیقه بعد از ازن زنی یا کلر زنی)، ازن زنی می توانند کنترل شوند. کلر زنی (بیشتر از نیم میلی گرم در لیتر با زمان ماند بیشتر از ۳۰ دقیقه و pH کمتر از ۸) برای کنترل سیانو توکسین موثر است.

برای جلوگیری از آزاد شدن سم لازم است فیلترها بطور مداوم شستشو شوند و آب حاصل از شستشو از تصفیه خانه خارج شود.

### **پایش سیانو باکتر در آب آشامیدنی و رهنمود سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی**

برای اعلام خطر برای رشد سیانو باکتری ها در منابع آب، پایش عوامل رشد آنها مانند پایش فسفر کل بسیار موثر است. همچنین بررسی کدورت آب و مشاهده شکوفه های جلبکی در مخازن آب نیز روش های کم هزینه برای پایش هستند. همچنین سیانو باکتری ها می توانند رنگ های مختلفی در آب ایجاد نمایند. (سبز، زیتونی، خاکستری، آبی-سبز و قرمز) بررسی میکروسکوپی نیز می تواند برای شناسایی آنها بکار رود.

رهنمود سازمان جهانی بهداشت و همچنین استاندارد ملی برای پایش سموم سیانو باکتری پایش میکروسیستین ال آر (microcystin-LR) می باشد که با روش HPLC اندازه گیری می شود. حداکثر مجاز آن ۰,۰۰۱ میلی گرم در لیتر



است. وجود سایر سموم علیرغم اینکه ممکن است تهدید علیه سلامت عمومی نباشد ولی بدلیل ایجاد طعم و بو در آب غیر قابل قبول است.