

## ویروس و منابع آب

نوشته:

مرئضی حسینیان

مهندس سازمان آب منطقه‌ای تهران

چکیده:

آب یکی از مواد لازم برای بقای حیات بوده و از مدت‌ها قبل نیز بعنوان یکی از وسایل انتقال بیماری‌های انسان شناخته شده است. حدود صد سالستکه انسان پی به انتقال امراض بوسیله آب برده است. از مدت‌ها پیش داشتن و تهیه منابع کافی و مطمئن آب مورد توجه انسان بوده و بشر با گذشت زمان نسبت بمصرف آبهای با کیفیت بهتر نیز سختگیرتر شده است. مهندسين و متخصصين مسائل آب در حال حاضر سعی دارند آبهای تصفیه شده با خلوص بیشتر و عاری از رنگ - کدورت - طعم - بو - یونهای فلزی مضر و با کتریها و ویروسهای بیماری‌زا تهیه نمایند. بعلاوه مردم بیشتر بآبی که سختی زیاد نداشته و نسبت بمحیط خود خورنده و یارسوب کننده نباشد تمایل زیادتری نشان میدهند. با گذشت زمان تهیه آبی که از هر جهت رضایت مصرف کننده را جلب نماید از منابع نا کافی آب‌های موجود مشکلتتر شده است و انسان ناچاراً توجه خود را بمنابع جدید مثل استفاده مجدد از فاضلاب در مصارف مختلف مبذول داشته است. اما روشهای تصفیه فاضلاب متأسفانه بعلمت عدم امکان حذف کلیه میکروارگانیسمها مخصوصاً ویروسها که شاید یکی از مهمترین عوامل بیماری‌زا باشند جوابگوی احتیاجات فعلی تهیه آب مناسب از فاضلاب نیست ولی با توجه به تحقیقات وسیعی که در این زمینه در جریانست میتوان بآینده آن امیدوار بود.

در نوشته زیر سعی شده است که مسأله ویروس در منابع آب و کیفیت مبارزه با آن مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور ابتدا به بحث کلی در مورد خود ویروس و سپس روشهای غیر فعال ساختن آن و یا کاهش آن با استفاده از سیستمهای تصفیه آب پیشرفته اقدام گردیده است.

### « پیش گفتار »

ویروس کوچکترین ارگانیسم بیماری‌زا بوده و با توجه به بعضی خصوصیات آن مثل متبلور شدن و نگهداری آن در حالت متبلور برای چندین سال، آن را میتوان در ردیف مواد غیر زنده بحساب آورد. باید توجه داشت که ویروس متبلور را وقتی دوباره در محیط رهانمایند فعالیت خود را شروع خواهد نمود.

اندازه ویروس بین ۱۲ تا ۵۰۰ میلی میکرون ( $\frac{1}{20000}$  اینچ) است و بهجز با میکروسکوپهای الکترونی با سایر وسایل چشمی دیدن آنها مقدور نیست. ویروس در محیط بطور گوناگون دیده شده است و تقریباً تمام انواع آن چه برای انسان و چه برای سایر موجودات بیماری زا هستند. برخلاف باکتریها تولید مثل آنها بستگی به سلولی که ویروس بان وابسته شده و از فعالیتهای متابولیکی آن بعنوان میزبان استفاده مینماید مربوط است و این استفاده تا حدیکه سلول از بین برود ادامه مینماید، اختلاف عمده بین ویروس و باکتری در اینستکه ویروس نمیتواند در خارج از محیط زنده زندگی نماید و در مقابل ضد عفونی کننده هائیز مقاومت بیشتری تا باکتری دارد. ویروس را که بعنوان واحد شیمیائی عفونت زا قبول کرده اند از Ribonucleic اسید (RNA) و یا Deoxyribonucleic اسید (DNA) تشکیل یافته است.

اسید نوکلئیکها مواد ژنتیکی هستند و سلولهای زنده را از طریق بلوکه کردن سیستم ژنتیکی عفونی کرده و از بین میبرند و خود جانشین آنها میشوند. سلول جدید از آن پس فعالیت خود را تحت سیستم جدید ژنتیکی ادامه داده و حاصل تمام این فعالیتهای از بین رفتن سلول میزبان و افزایش تعداد ویروسهاست. ممکنست عمل از بین بردن سلولی میزبان از طریق عفونی کردن مرکز ژنتیکی سلول بصورتی که رشد آن نامنظم شود انجام گیرد و این کیفیت اکثراً توأم با تغییرات برجسته ای در سلول است.

ویروسها را از نظر ساختمان در ۳ گروه تقارن مکعبی (Cubic Symmetry) - تقارن مارپیچی (Helical Symmetry) و تقارن درهم (Combined Symmetry) تقسیم نموده اند. در بیان بهتر میتوان گفت که هر ویروسی از یک بدنه اصلی که همان RNA یا DNA است و اطراف آن را پروتئینی بنام Capsid احاطه کرده است تشکیل یافته است.

عمومیتترین انواع ویروس نوع مولد گریپ آنست که در جداره آلات تنفسی یافت میشود ولی عامل اصلی انتقال آن آب نیست.

گروه بزرگ دیگر ویروسها انواع روده ای آنهاست که پس از ورود بدن راه خود را بداخل روده یافته و ایجاد عفونتهای شدیدی مینمایند. تعداد بسیار زیادی از این ویروسها بشدت بیماری زا مینباشند. تا این اواخر توجه زیادی به امکان آلودگی آب و شیوع بیماریها از طریق آب نمیشد و اکثراً تأسیسات تصفیه فاضلاب بدون توجه مقادیر زیادی ویروس بداخل جریانهای آب تخلیه میکردند و این آبها اغلب بعنوان منابع آب آشامیدنی مورد استفاده قرار میگرفت تمام انواع ویروسهایی که ممکنست در مدفوع انسان موجود باشند از طریق آب انتقال مینمایند و بین کلیه انواع این ویروسها نوع روده ای آن اهمیت بیشتری دارد. تعداد ویروسهای شناخته شده در حال حاضر به صد عدد میرسد که در اثر مطالعات گوناگون از مدفوع بدست آمده است. آلودگی آبها با این ویروسها مخصوصاً در ماههای گرم تابستان در اغلب نقاط عادیست و میزان آلودگی ویروسی در هر اجتماع بمیزان پیشرفت بهداشت عمومی مربوط بوده ولی بچه ها و نوجوانان بیشتر از سایرین از این آلودگیها رنج خواهند برد.

ویروسهای روده ای قادرند عفونتهائی در گلو و حلق بوجود آورده و یا قسمتهای مربوط به تغذیه

را آزار دهند. این ویروسها میتوانند براحتی در مدفوع رشد نمایند. علائم بیماری موقعی که یکی از این ویروسها راه خود را به غشاء مغزی - غدد اعصاب - مغز - نخاع پوست - ماهیچه های خطی پیدا نماید ظاهر میگردد.

انواع مهم ویروسهای مولد بیماری که در آب آلوده دیده شده اند بقرار زیرند:

**Poliviruses** = این ویروسها قادرند در غشاء مغز تولید عفونت کرده (بیماری مننژیت) و یا اعمال معده را مختل سازند. در تولید فلج نیز این ویروسها نقش مهمی بعهده دارند.

**Hepatitis - Viruses** = ویروسهای مولد عفونت در کبد که مدتها مسأله تحقیقاتی ویروس شناسان بوده، بندرت از طریق آب انتقال مییابند. بیماری ناشی از این ویروس یرقان یا زردیست (Jaundice).

**Coxsackieviruse** = این نوع ویروسها در پیدایش مننژیت - ناراحتیهای ریوی (Pleurodynia) مؤثر بوده و قادرند در قلب اطفال ایجاد تورم و آماس نمایند. عامل اصلی تولید اسهال در کودکان و نوجوانان نیز میباشد.

**Echoviruses** = انواع این ویروس در پیدایش بیماریهای آلات تنفسی - مننژیت - جوش روی پوست اثر زیادی دارند.

**Adenoviruses** = بعضی از این ویروسها در انتقال و تولید بیماریهای گریپ - آنفلوانزا - برنشیت - خناق شرکت مینمایند.

**Reoviruses** = این نوع ویروسها مثل گروه پیشین در پیدایش بیماریهای آلات تنفسی دخالت کامل دارند.

**Gastroenteriti & Diarrhes Viruses** = این ویروسها که گروه بزرگی از انواع ویروسها را تشکیل میدهد در تولید عفونتهای معده ای و بروز اسهال دخالت داشته و انتقال آنها ممکنست بدون دخالت آب انجام گیرد ولی در بیشتر موارد این بیماریها و عامل انتقال آنها از طریق آب های آلوده انجام میپذیرد. در کنار بیماریهای یاد شده، ویروسها ممکنست اثرات عمیقی در سایر بیماریها داشته باشند که مهمترین این اثرات بقرار زیرند:

— ویروس **Coxsacki** از مدتها پیش بعنوان عامل از کار افتادن علت قلب (**Idiopath.c - Myocarditi**) شناخته شده و اخیراً ثابت کرده اند که ویروس های نوع **Echo** نیز در پیدایش این بیماری نیز سهمیم هستند. این دو گروه ویروس همچنین در تولید ناراحتیهای قلبی اطفال دخالت داشته که علائم آن از روی مشخصات بیماری تشخیص داده نخواهد شد در حالیکه بیمار مبتلا بشدت از آن رنج میبرد.

— ویروس **Coxsacki** اثر زیادی روی نسوج قلب دارد و اگر این اثر در رحم روی طفل بروز نماید باعث ناسرتب شدن کار قلب طفل خواهد شد. تعداد اینگونه ناراحتی را در آمریکا به ۱۲۰۰۰ مورد تخمین زده اند.

— ویروس **Coxsacki** یکی از عوامل تشدید کننده مرض قند که به انسولین مربوط است بوده

و در بعضی مادران نیز این تشدید با تولید عفونتهای کبدی توأم میباشد. امکان پیدایش Tumor نیز بوسیله ویرسهای روده‌ای رد نشده است.

باید توجه داشت که انواع ویرسهای هر گروه را با نمره مخصوص مشخص مینمایند و در مواقع اشاره بانجا فقط بذکر این نمرات اکتفا میشود.

از بین ویرسهای یاد شده Hepatitis یعنی ویروس مولد عفونت کبدی بهتر و بیشتر از سایرین مورد مطالعه قرار گرفته و اثرات آن بیشتر بررسی شده است. این ویروس در دو نوع مهم زیر وارد بدن میگردد:

اول - ویروس عفونت کبدی که از راه تزریق با سوزنهای آلوده داخل بدن میشود (Serum Hepatitis) که بخصوص در مورد افراد مبتلا به مواد مخدر که خودشان عمل تزریق را انجام میدهند دیده شده است.

دوم - عفونت کبدی که از طریق هم‌گیری بعلت انتقال ویروس بوسیله آب آشامیدنی و یا غذا گرفته است. اینگونه عفونتها در آمریکا تا سن ۱۲ سالگی و دو اسکاندینا و یا تا سن ۵ سالگی دیده میشود در سال ۱۹۷۲ طبق آمار منتشره در آمریکا ۹۴۰۲ مورد عفونت ناشی از تزریق با سوزنی آلوده و ۵۴۵۷۴ مورد عفونت ناشی از آلودگی محیط دیده شده است. در سال ۱۹۵۵ تعداد ۳۰۰۰ مرگ و میر در دهلی هندوستان بعلت عفونت کبدی که ویروس آن از طریق آب آشامیدنی انتقال یافته گزارش گردیده است. در Holy - Cross در ۱۹۶۹ حدود ۹۴ مورد عفونت کبدی در افرادی که از بهداشت خوب محیطی برخوردار بوده‌اند مشاهده گردیده است.

مقاوم‌ترین ویروسها میتوانند تا حدود ۲۰۰ روز در آب رودخانه زندگی نمایند. در آمریکا توانسته‌اند بین ۲۷ تا ۵۲ درصد نمونه‌های آب سطحی ویروس جدا نمایند. Berg توانست از ۵۰ گالن آب ۱۹ عدد ویروس جدا کند.

مهمترین سؤالی که در حال حاضر بین ویروس شناسان مطرح است اینست که چه مقدار و یا چند عدد از ویروسها قادر هستند ایجاد عفونت نمایند. از ۱۹۶۵ که مطالعه بر روی ویروسها مورد توجه دانشمندان قرار گرفت تا بحال در این مورد عقاید مختلفی ابراز گردیده است J. Mcdermott عقیده دارد که تنها یک ویروس قادر است در بدن و یا میزبان خود تولید عفونت کند. این شخص در قسمتی از گزارش خود چنین میگوید. وقتی در لاهراتوار ویروسها را مورد مطالعه قرار میدهم مشاهده میکنیم که تنها یک ویروس میتواند عامل بیماری ز باشد. در اینجا باید بین عفونت و ایجاد بیماری تفاوت گذاشت. اشخاص زیادی بوده‌اند که بعلت ورود ویروس بدن آنها علائم بیماری درشان دیده شده ولی اشخاص دیگری نیز بوده‌اند که بعلت ورود بیماری بید نشان فقط علائم عفونت در آنها مشاهده گردیده بدون اینکه از بیماری رنج ببرند این دانشمند عقیده دارد که تنها ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ نفر از افرادی که به عفونت دچار شده‌اند یک نفر ممکنست دارای علائم بیماری باشد. عقاید J. Mcdermott اساس مطالعات بسیاری از دانشمندان را تشکیل داده و این

اساس مطالعات زیادی در زمینه تعدادی از ویروسها که میتوانند مولد عفونت و یا مولد بیماری باشند انجام داده اند.

در ۱۹۶۷ دکتر L. Coïn در مطالعاتی که بر روی نمونه های آب شهر پاریس از رودخانه سن قبل و بعد از شهر انجام داد، در محل هایی که مخصوصاً فاضلاب بیمارستانها تخلیه میشود در ۹ درصد از نمونه ها آزمایش مربوط به پلی ویروسها مثبت بود و در ۱۷ درصد نمونه ها وجود ویروس Cocksacki و Echo نیز تشخیص داده شده Netter بعدها با مطالعه بر روی ۲۰۰ نمونه آب توزیع شده در شهر پاریس هیچگونه ویروسی بدست نیاورد و علت آن را استفاده از ازن بروی ضد عفونی کردن آن دانست و این درحقیقت براساس مطالعات محلی که در زمینه ضد عفونی کردن بازن توسط C. Gomella انجام گرفت استوار است. Foliguet در ۸ درصد از نمونه های آب شهرهای نانسی - باکارا و پروس مشاهده کرده است. در ملاقاتی که اخیراً در دفتر کار آقای J. Ridley در لندن بین او و چندین محقق فرانسوی صورت گرفت آقای G. Chardon اظهار عقیده نمود که وجود ویروس در آب آشامیدنی بعضی نقاط فرانسه مربوط به قبل از تغییر سیستم ضد عفونی کردن آب از کلریتاسیون به ازونیزاسیون است. در حال حاضر نیز بآب آشامیدنی در فرانسه حدود ۴ ر. میلی گرم در لیتر ازن با تماس ده دقیقه ای تزریق مینماید. در مطالعاتی که بعدها در ماساچوست انجام گردیده گزارشی که در ۱۹۷۲ در این زمینه انتشار یافت اظهار عقیده شد که تشخیص و اندازه گیری ویروس در تأسیساتی که از کلر برای ضد عفونی کردن استفاده مینمایند مربوط به مقدار کلر باقیمانده است.

گزارش دیگر در این مورد مربوط بآب آشامیدنی شهر Windhoek واقع در افریقای جنوبیست که منابع آب آشامیدنی آن مستقیماً از احیای فاضلاب تأمین میگردد. M. Nupen و J. Stander که در این زمینه مطالعه نموده اند در هر ۸ نمونه آبی که باذغال فعال تصفیه شده یک مورد آلودگی ها ویروس مشاهده کرده اند (گزارش ۱۹۷۱).

آلودگی آنها را نباید محدود بآبهای سطحی دانست بلکه ویروس مانند باکتری میتواند تا حدودی در آبهای زیر زمینی نفوذ نماید. مطالعه در این مورد نشان داده که بعضی ویروسها در حین حرکت میمیرند و تنها آن عده از ویروسها که نسبت به تغییر محیط مقاومترند میتوانند مثل باکتری از محل تماس خود با آب همراه آن حرکت کنند. تجربه نشان داده که اکثر ویروسها در مسافتی حدود ۱ فوت از منبع اولیه خود خواهند سرد و تنها ویروسهای مقاوم خواهند توانست حرکت خود را تا حدود ۱۰ فوت ادامه دهند.

تجربه نشان داده که اگر زمین مورد نظر از ماسه های نرم و خاک رس تشکیل شده باشد میتواند باز دارنده قسمت مهمی از ویروسها باشد و هرچه میزان خاک رس زمین بیشتر باشد ویروسهای زیادتری متوقف خواهند گردید.

باید توجه کرد که بیشترین مقدار ویروس در لایه های بالائی نفوذ گرفته میشود. بروی زمینی که اندازه قطر ذرات آن ۱۲ ر. میلیمتر است در حین حرکت ویروس در ۲ فوت اولیه ۹۹٫۹ درصد ویروسها گرفته خواهند شد.

بطور خلاصه آنچه که در مورد حرکت ویروسها از مطالعات دانشمندان بدست آمده اینستکه هیچ نوع از انواع ویروس نخواهد توانست بیش از ۲۰۰ فوت از محل اولیه خود حرکت نماید و G.Robeck در ۱۸۶۷ برای پلی ویروسها ثابت نمود که در زمین ساسه‌ای نرم توقف کامل آن در دو فوت اولیه ساسه انجام پذیر است.

در بهار و تابستان سال ۱۹۰۹ یک‌همه گیری عفونت کبدی در دهکده Posen واقع در میشیگان که ۴۰۰ نفر جمعیت داشت اتفاق افتاد مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های آب این اجتماع در عرض ۳ تا ۴ سال ۳ درصد آلودگی نشان داد. بعد از انتشار اپیدمی عفونت کبدی اولین نقطه مشکوک آب چاه دهکده بود و آزمایشاتی که بر روی نمونه‌های آب چاه بعمل آمده ۷۴ درصدشان مؤید حضور کلی فرم بود. مطالعاتی که بعداً بر روی وضع زمین شناسی محل و احتمال آلوده شدن آبهای زیر زمینی از طریق فاضلاب موضوع نفوذ ویروس در آبهای زیر زمینی را تأیید نمود.

در مطالعه‌ای که دکتر Walter و همکارانش در مورد همه گیری نوعی ناراحتی معده‌ای و روده‌ای که عامل تولید آن میکروارگانیزمهای موجود در مواد غذایی نبود انجام دادند و در حین مطالعه توجه آنها به چاه آبی بعمق صد فوت که منبع آب آشامیدنی اهالی بود و در زمین‌های آهکی قرار داشت جلب گردید این اشخاص از ۵ گالن آب چاه فوق انواع پلی ویروسها را که میتوانند مولد عفونت معده‌ای و روده‌ای باشند استخراج نمایند، ضمناً در مطالعات خود همچنین دریافتند که تزریق ۲ میلی گرم در لیتر کلر میتواند کلیه ویروسها را نابود سازد. رو بهمرفته میتوان قبول نمود که در تأسیسات تصفیه آب که بمیزان کافی کلر تزریق میگردد امکان شناسائی و جدا ساختن ویروس مقدور نیست.

در مطالعاتی که Anlin درباره ویروس و کیفیت انتقال بیماری بعمل آورده است نتایج زیر را گزارش نموده است:

- ۱- ویروسها در محیطی که میزبان آنها حضور نداشته باشد میمرند
  - ۲- اشکالات زیادی در جدا ساختن ویروس از آب موجود است بطوریکه در حال حاضر از مقادیر زیادی آب تعداد کمی ویروس را میتوان جدا نمود
  - ۳- مشکلات زیادی در کشت آزمایشگاهی - تعیین هویت ویروس و شمارش آنها موجود است
  - ۴- چه مقدار و چه تعداد از ویروسها خطرناک هستند بخوبی روشن نیست
  - ۵- آیا واقعاً آب میتواند بعنوانی عامل همه گیری اسراض که ویروس ناقل آنست نقش مهمی داشته باشد
  - ۶- هنوز بخوبی میزان اثر روشهای تصفیه آب در کاهش ویروس بخوبی بررسی نشده است.
- با توجه به کلیه مطالبی که تا بحال بیان گردید و با توجه به ۴۵۰۰۰ مورد بیماری ویروسی که بین سالهای ۱۹۶۱-۱۹۷۰ دیده شده هنوز دانشمندان قانع نشده‌اند که بیش از  $\frac{1}{4}$  از اسراض فوق از طریق ویروسهایی که ناقل آن آب بوده پخش شده باشند.

تجربیات Katz و Plotkin ثابت نمودند که در اکثر موارد حتی وجود یک عدد ویروس برای انتقال و تولید بیماری کافی است.

### ویروس - کلریناسیون - از نیناسیون

در ۶ سال اخیر تأسیسات تصفیه Tahoe جنوبی مرتباً در حال کار بوده اند. این سیستم مشتمل بر روش استفاده از لجن فعال و تصفیه شیمیائی با استفاده از آهک بوده و به فاضلاب تصفیه شده پس از عبور از بسترهای شنی و ذغالی کلر تزریق می نمایند. بین ماه های مه تا اکتبر ۱۹۶۹ از کلیه مراحل تصفیه فاضلاب فوق و سری نمونه برداشت گردید که هر سری شامل فاضلاب خام - تصفیه شده - عبور کرده از صافیهای شنی و ذغال و کلر خورده بوده و هدف از اخذ این نمونه ها نیز مطالعات ویروس شناسی از دریاچه Tahoe و مطالعه در اثر هر یک از مراحل تصفیه در کاهش ویروس بوده است. فقط در یک مورد از فاضلاب تصفیه شده نتوانستند ویروس جدا نمایند و در بقیه نمونه های کلر نخورده بین ۱۴ تا ۳۰ واحد ویروس تشخیص داده شد. در فاضلاب تصفیه شده و ضد عفونی شده با کلر نتیجه آزمایش تعیین ویروس منفی بود و بدین ترتیب از بین رفتن و یا غیر فعال شدن ویروسهای موجود در فاضلاب را در دریاچه Tahoe به کلریناسیون نسبت میدهند.

باید توجه داشت که در بیشتر موارد بدون اعمال تصفیه کلر زنی بتنهائی نمیتواند از بین برنده و یا غیر فعال کننده ویروسها باشد. ضمناً برای بهتر اثر کردن کلر اصلاح PH فاضلاب نیز ضرورت دارد. در حضور آمونیاک برای اثر بیشتر کلر لازم است مقدار مناسبی از آن را با سرعت با فاضلاب در تماس قرار داد. اگر کلر در تماس فاضلاب کم باشد و یا مقدار آمونیاک فاضلاب زیاد باشد نمیتوان از ضد عفونی شدن آن تا مرحله کشته شدن کامل ویروسها و یا غیر فعال شدن کامل آن اطمینان حاصل نمود.

در دریاچه Tahoe معمولاً ۲ تا ۳ میلی گرم در لیتر کلر بکار میبرند. طبق مطالعات انجام شده کلریناسیون تا نقطه شکست بهتر میتواند در کشتن ویروسها اطمینان بخش باشد.

بطور خلاصه میتوان گفت که کلریناسیون بهترین وسیله کنترل ویروسهاست. برای اینکه ویروس از این طریق غیر فعال شود چهار شرط زیر باید موجود میباشد:

۱- کدورت آب حتی المقدور کمتر از ۱۰ Jtu باشد

۲- PH آب در مواردیکه آمونیاک ندارد حدود ۰.۷ و اگر محتوی آمونیاک باشد کمتر از ۰.۷ باشد

۳- کلر با آب سریع و یکنواخت مخلوط گردد

۴- غلظتی از اسید هیپوکلرو (HOCl) بین ۰.۵ تا ۱ میلی گرم در لیتر و زمان تماس ۰.۳

دقیقه ای ضروریست.

ازن اولین بار در ۱۷۸۵ توسط M. Van و در ۱۸۴۰ بوسیله شیمیستهای سوئیس و آلمانی مورد مطالعه و نامگذاری قرار گرفت و بالاخره در ۱۸۷۲ B. Brodie تأیید نمود که ازن از ۳ اتم اکسیژن تشکیل یافته است. در ۱۹۰۰ اولین بار توسط یک شیمیست آلمانی تهیه گردید و در اروپا در ۱۹۰۶ نیز اولین شهر اروپائی شهر نیس فرانسه از آن برای ضد عفونی کردن آب استفاده نمود و بعدها مصرف آن

در سایر کشورهای اروپائی متداول شده بطوریکه در حال حاضر . . . ۳ تأسیسات تصفیه آب در اروپا و بیش از ۱۰۰ تصفیه‌خانه در فرانسه و چندتائی در امریکا از ازن برای ضد عفونی کردن آب استفاده مینمایند. از ازن اولین بار در ۱۹۳۰ برای کاهش BOD استفاده نمودند.

ازن در مقایسه با کلر اثر زیادتری در کشتن ویروسها دارد و اثر آن به PH و آسونیاک موجود در محیط مربوط نیست. مقدار مورد نیاز آن برای غیر فعال کردن ویروسها حدود یک میلی گرم در لیتر با زمان تماس ۵ دقیقه توصیه شده است. این عامل ضد عفونی کننده حتی میتواند در بهبود بو و طعم مؤثر باشد تنها عیب آن اشکال تهیه و کنترل کردن آنست در حالیکه کنترل کردن کلر بسیار ساده میباشد. عواملیکه در طرح سیستم تزریق ازن دخالت دارند عبارتند از:

۱- مقدار BOD و GOD

۲- مقداری از گاز ازن که بصورت محلول درمیآید

۳- کیفیت شیمیائی فاضلاب

۴- نوع مخلوط کننده ازن با آب

Al و Pavoni مطالعاتی در زمینه غیر فعال شدن ویروس بوسیله ازن انجام داده‌اند و دریافته‌اند که تزریق ۱۵ میلی گرم در لیتر ازن در زمان تماس ۵ دقیقه کلیه ویروسها را نابود میسازد، در حالیکه در حالیکه در زمان تماس ۱۷ دقیقه تنها ۹۹ درصد کل فرمهای مدفوع نابود میشوند. وقتی کلر با آب تزریق گردد ابتدا با کتریها از بین میروند و اگر غلظت کلر افزایش یابد ویروسها نیز غیر فعال و کشته خواهند شد. اهندو نفر نحوه کشته شدن با کتریها را با ازن بعلت اکسیده شدن سیتوپلاسم جدا کرده با کتریها میدانند.

مطالعاتی که در دانشگاه ایلی نوز انجام گردیده ثابت نموده است که ازن در حدود ۵۰ درصد GOD فاضلاب را میکاهد، میزان کاهش مجموع مواد آلی فاضلاب در اثر تزریق ازن نیز ۵ تا ۷۵ درصد تعیین شده است.

### ویروس و روشهای تصفیه فاضلاب

در حال حاضر همانطور که گذشت بیش از صد نوع ویروس که منشاء مدفوعی دارند تشخیص داده شده که تقریباً تمام آنها بیماری زا هستند.

حضور ویروس در فاضلاب خام و تصفیه شده نیز تأیید گردیده و بعضی از محققین میزان ویروس فاضلاب خام را تا ۷۰۰۰ عدد در هر لیتر آن تخمین زده‌اند.

طبق مطالعات بعمل آمده روشهای تصفیه آب میتوانند قسمت مهمی از ویروسها را حذف نمایند و حتی مقادیر جزئی ماده منعقد کننده (Coagulant) قادر است تعداد زیادی از ویروسها را غیر فعال سازد. در مقابل محققین چندی هستند که میگویند مواد منعقد کننده در مقادیر زیاد فقط قادر به حذف تعداد کمی ویروس میباشد. این گروه اخیر بطور کلی سیستمهای تصفیه فاضلاب و آب را کافی برای حذف و غیر فعال



شدن ویروسها نمیدانند. دلیل بزرگ این افراد همه گیری بیماریهای ویروسی در دهلی بعلت انتقال آن از طریق آب تصفیه شده میدانند.

در سال ۱۹۴۲ Al و Carlson دریافتند که روشهای استاندارد تصفیه آب تقریباً در غیر فعال کردن کلی ویروسها بی اثرند و تنها کلریناسیون استکه تا حدودی ویروسها را میکشد. ایندو دانشمند همچنین دریافتند که ویروس فلج اطفال میتواند مدت زمان زیادی (صدروز) در آب استریل شده بزندگی خود ادامه دهد.

طبق گزارشی Kelly و Gilcreas حدود ۴ درصد از ویروس Cocksacki و ۸۰ درصد E. Colie و ۹ درصد کل با سیل در اثر کوآگولاسیون آب با سولفات آلومینیم غیر فعال ویا کشته میشوند. Sproul و Tmayer در دانشگاه Maine مطالعاتی در زمینه کاهش ویروس و باکتری در روشهای سبک کردن آب انجام دادند و باین نتیجه رسیدند که ۹۹۹ درصد از ویروسها در روش سبک کردن تا مرحله پیدایش رسوب هیدرات منیزیم غیر فعال میشوند و روش سبک کردن با استفاده از آهک بعنوان ماده منعقد کنند نیز عامل مهمی در غیر فعال کردن ویروسهاست. در این زمینه افرادی چون Al و Berg مطالعه نموده اند استفاده از آهک و کربنات سدیم میتواند ۹۹ درصد باکتر و ویروسها را کاهش دهد.

غیر فعال شدن ویروسها را با معرف پلی الکترولیتها Al و Thorup مطالعه کرده و ثابت نمودند که پلی الکترولیتهای کاتیونی اثر بیشتری تا انواع آنیونی و غیر یونیزه شونده دارند. کاهش و یا غیر فعال شدن باکتریها و ویروسها از طریق معرف کوآگولانهای فلزی مثل زاج - کلورفریک - سولفات فرو توسط Chaudhuri و Engelbrecht مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که این کوآگولانها حتی قادر به حذف ۹۹ درصد ویروسها هستند.

Yourk مطالعه ای در دانشگاه تنسی درباره کاهش ویروسهای آب با استفاده از کوآگولانهای زاج و کلورفریک همراه با کمک انعقاد های پلی الکترولیت کاتیونی بعمل آورد و مشاهده نمود که کاهش ویروس بطور کلی رضایت بخش است. این شخص ضمن کار دریافته که افزایش پلی الکترولیت کاهش بیشتری از ویروسها را سبب نمیکرد. نتایجی که تا بحال در مورد غیر فعال شدن ویروس و یا کاهش آن بواسطه کوآگولاسیون بدست آمده بطور خلاصه بقرار زیر است:

۱- اثر پلی الکترولیت در کاهش ویروس به انواع ویروس مربوط است

۲- کیفیت شیمیائی آب مثل PH - کدورت - درجه حرارت نیز در قدرت کاهش ویروس

پلی الکترولیتها مؤثر است

۳- پلی الکترولیتهای آنیونی و غیر یونیزه شونده که بار الکتریکی منفی دارند بعلت وجود بار

الکتریکی هم نام در ویروسها نمیتوانند در کاهش ویروس مؤثر باشند

۴- کاهش ویروس با پدیده درهم رفتن اتصالات کاتیونی با گروه کربوکسیل موجود در پروتئین

که بدنه ویروس را دربر گرفته همراه است و این کمپلکسی که بدست آمده همراه با فلوکهای حاصل از کواگولاسیون ته نشین خواهد گردید

۵- مهمترین کواگولانهای فلزی مؤثر در کاهش ویروس عبارت از زاج - کلورفریک - سولفات فریک - آلومینات سدیم هستند

۶- زاج در مقایسه با کلور فریک اثر بیشتری در کاهش ویروس دارد

۷- کواگولانها و کمک کواگولانها قادرند بین ۳ تا ۵ درصد GOD را نیز حذف نمایند

۸- کواگولانها علاوه بر کاهش ویروس میتوانند در کاهش کدورت نیز مؤثر باشند. چنانچه با مصرف کلور فریک بعنوان منعقد کننده ۹۸ درصد ویروسها - ۵۰ درصد کدورت و ۷۰ درصد GOD کاهش خواهند یافت.

اشاره مینماید که اکثراً از آلومینات سدیم بعنوان کمک انعقاد همراه با زاج استفاده مینمایند و این جسم بندرت در کواگولاسیون بطور مستقل مصرف میگردد.

بجز کواگولاسیون استفاده از صافیهای شنی د یا تومه که قبلاً با عبور آب کواگوله شده اطراف ذرات آنها را لایه‌ای از هیدرات فلزات موجود در کواگولان پوشانیده باشد براحتی میتواند در کاهش ویروس و یا غیر فعال کردن آنها مؤثر واقع گردد.

در جدول زیر نتایجی که از مصرف کواگولانهای فلزی همراه پلی‌الکترولیتها بدست آمده ذکر شده است. در این جدول A نشاندهنده پلی‌الکترولیت کاتیونی B، E، F، پلی‌الکترولیت آنیونی و C، D، پلی‌الکترولیت غیر یونیست و کلیه این پلی‌الکترولیتها از طرف مراجع بین‌المللی برای تصفیه آب مناسب تشخیص داده شده‌اند. میزان هر یک از مواد منعقد کننده مذکور در جدول از طریق آزمایش Jar-Test تعیین گردیده که از ذکر آن بمنظور جلوگیری زاطاله کلام خودداری میشود.

میزان مناسب ماده mg/l	درصد کاهش ویروس	میزان تزریق mg/l	نوع ماده منعقد کننده
۱۸	۹۶ و ۹۹٫۹	۲۱ و ۲۵	$Al^2(SO_4)^3$
۲۱	۹۲٫۵ و ۹۹٫۴	۲۳ و ۵۰	$Cl^2Fe$
۴۷	۸۹ و ۹۲	۴۹ و ۵۰	$(SO_4)^2Fe^2$ و $XH^2O$
۳۹	۹۳٫۵	۳۶	$SO_4^2Fe + Ca(OH)^2$
۱۱		۱۵ و ۲۰	$Al^2(SO_4)^3$
	۴۰ و ۷۶	و	+
۸		۱۲ و ۲۳	$AlO^2Na^2$
			+
۲٫۳		۱٫۸ و ۲	پلی الکترولیت A
۱۸		۱۲ و ۱۸	$Al^2(SO_4)^3$
	۹۷٫۲ و ۹۹٫۲	و	+
۰٫۵		۰٫۵ و ۱	پلی الکترولیت B
۱۸		۱۲ و ۱۸	$Al^2(SO_4)^3$
	۹۶٫۷ و ۹۹٫۳	و	+
۰٫۵		۰٫۵ و ۰٫۴	پلی الکترولیت C
۰٫۹	۷۲ و ۹۹٫۶	۰٫۵ و ۲	پلی الکترولیت B
۱۸		۱۶ و ۱۸	$Al^2(SO_4)^3$
	۹۸ و ۹۹٫۳	و	+
۰٫۳		۰٫۱ و ۰٫۱	پلی الکترولیت E
۱۸		۱۶ و ۱۸	$Al^2(SO_4)^3$
	۹۸٫۵ و ۹۹٫۶	و	+
۰٫۳		۰٫۱ و ۰٫۱	پلی الکترولیت F
۱۸	۹۸٫۸ و ۹۹٫۴	و	+
۰٫۶		۱۸ و ۱۸	$Al^2(SO_4)^3$
		۱ و ۰٫۷	پلی الکترولیت D

### منابع

- 1 – A. W. W. A Journal May 1974
- 2 – » » Dec. 1974
- 3 – » » Dec. 1973
- 4 – » » Oct. 1973
- 5 – River Pollution Vol. 2 1965
- 6 – Water Quality by W.A. Pettjohn 1972
- 7 – Civil Engi Journal June 1969