روش های حذف آهن و منگنز از آب های زیرزمینی مورد استفاده در پرورش ماهیان خاویاری

رضا قربانی واقعی[۱]، ذبیح اله پژند[۱]، میر حامد سید حسنی[۱]، اسماعیل حسین نیا[۱]، هوشنگ یگانه[۱]*

۱. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

چکیده

کیفیت آب در زمان تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. با توجه به اینکه آب مورد نیاز از طریق آبهای سطحی و یا زیر زمینی تامین می گردد لذا باید اقدامات لازم در زمینه بهبود کیفیت آب مورد استفاده انجام شود. مقدار آهن محلول و منگنز محلول برای پرورش ماهیان خاویاری بترتیب باید در حد کمتر از ۰,۵-۰,۲ میلی گرم در لیتر و ۰,۱ میلی گرم در لیتر باشند. در آبهای سطحی که اکسیژن محلول زیاد است، آهن و منگنز بترتیب بصورت سه ظرفیتی و چهار ظرفیتی نامحلول وجود داشته، ولی در آبهای زیرزمینی که اکسیژن محلول کم است آهن و منگنز یشکل دو ظرفیتی و محلول وجود دارند. به همین دلیل حذف آهن و منگنز از آبهای زیرزمینی ضروری است. هوادهی و ازون زنی از روشهای مهم حذف آهن و منگنز می باشند. در مجموع آب چاه بایستی قبل از استفاده در واحد پرورش، هوادهی شود. هوادهی می تواند به ترسیب و رسیدن مقادیر آهن و منگنز به سطح غیر سمی برای ماهی (بسته به سن و نوع گونه) کمک نماید. اکسیداسیون یون دو بار مثبت منگنز با فقط اکسیژن فرآیند کندی بوده، مگر اینکه pH به بالای خنثی برسد. تامین سطح کافی از ازون باقیمانده در انتهای محفظه اثر دهی ازون به آب (برای اطمینان از ترسیب آهن و منگنز و گندزدایی آب)، مستلزم آن است که ازون باقی مانده، قبل از رسیدن آب به مخازن پرورش ماهی حذف شود.

کلمات کلیدی: آبهای زیر زمینی، آهن، منگنز، روش های حذف، پرورش، ماهی خاویاری

[۱] - نویسنده مسئول:*Ghorbani_V2@ Yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر به دلیل خشکسالی و کمبود نزولات آسمانی، استفاده از آب چاه یک گزینه مناسب برای آبزی پروری ماهیان خاویاری است. اما آب چاه از اکسیژن کمی برخوردار بوده و ممکن است دارای دی اکسید کربن، سولفید هیدروژن، نیتروژن و فلزات سنگین نظیر آهن و منگنز باشد. آهن چهارمین عنصر فراوان در پوسته زمین بوده و عنصری ضروری برای باکتری، گیاهان و حیوانات است. بسیاری از آنزیم های حاوی آهن در فرایندهای تبادل انرژی نقش دارند. آهن موجود در مرکز مولکول هموگلوبین در انتقال اکسیژن در خون حیوانات مهره دار و تعدادی از بی‌مهرگان حائز اهمیت است و نقش مهمی را در فتوسنتز گیاهان ایفا می کند. آهن در مقادیر خیلی کمی در آبهای سطحی و اقیانوس ها وجود دارد. اما در آب‌های زیرزمینی بویژه در مناطق آهکی مقدار زیادی آهن بصورت محلول و به شکل معدنی وجود دارد. منابع مهم آهن اکسیدهایی نظیر هماتیت (Fe_2O_3) و ماگنتیت (Fe_3O_4) است. آهن محلول Fe^{2+} آهن فرو نامیده می‌شود. آهن فرو با ازون به آهن فریک Fe^{3+} اکسیده می‌شود. سپس آهن فریک به شکل هیدروکسید آهن $Fe(OH)_3$ هیدرولیز شده که بصورت ذره‌ای و نامحلول بوده و امکان جدا سازی آن از طریق فیلتراسیون وجود دارد. آهن و منگنز موجود در آبهای زیرزمینی وقتی به سطح زمین می‌رسند و در معرض اکسیژن قرار می‌گیرند، در اثر واکنش‌های انجام شده با اکسیژن به شکل نامحلول در آمده و موجب ایجاد لکه و ذراتی برنگ نارنجی- قهوه ای (آهن) و یا سیاه (منگنز) می گردند. در آب حاوی اکسیژن محلول، حلالیت آهن بیشتر توسط pH تعیین می‌گردد. غلظت آهن فریک (۳ ظرفیتی و بشکل اکسید شده) بندرت از ۲ میلی گرم در لیتر بیشتر می شود. مگر اینکه pH از ۴ کمتر باشد. با این حال، آبهای شیرین ممکن است حاوی تا ۱ میلی گرم در لیتر یا بیشتر آهن محلول باشند. در حالت کلی، با کاهش میزان اکسیژن، میزان آهن محلول افزایش یافته و علاوه بر رشد باکتری، آهن در هنگام تنفس ماهی در آبشش ماهی رسوب کرده و موجب خوردگی آبشش و ضایعات تنفسی در ماهیان می‌شوند. با هوادهی شدید آبهای زیرزمینی از جمله چاه و چشمه های عمیق، آهن دو ظرفیتی به آهن ۳ ظرفیتی اکسیده شده و معمولا بصورت هیدروکسید آهن در بستر رسوب کرده و موجب برطرف شدن مشکلات و یا کاهش مشکلات فوق می گردد.

مشکل بعدی در آب‌های زیرزمینی وجود منگنز است. منگنز محلول (Mn^{2+}) در شرایط هوادهی شدید، pH بالا و اکسایش توسط ازون به دی اکسید منگنز تبدیل گشته که بصورت ذره‌ای بوده و می‌تواند به آسانی از طریق فیلتراسیون حذف شود.

مقدار آهن محلول، برای پرورش ماهیان خاویاری باید در حد کمتر از ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر (بهمنی و همکاران ۱۳۹۶) و ۰/۵ میلی گرم در لیتر (حافظیه و شعاع حسنی ، ۱۳۸۶) و مقدار منگنز محلول، کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر باشد (حافظیه و شعاع حسنی ، ۱۳۸۶). به دلایل فوق حذف آهن و منگنز از آب‌های زیرزمینی ضروری است. هوادهی یکی از روش‌های حذف آهن و منگنز است. دو روش هوادهی وجود دارد، که شامل ریختن قطرات آب درون هوا (هواده های پلکانی، بشقابی و پاششی) و پمپاژ هوا به داخل آب می‌باشد. **در** ذیل، روش های مورد استفاده جهت حذف آهن و منگنز که بطور عمومی مورد استفاده قرار می گیرند شرح داده می شود.

استفاده از سیستم هوادهی

در این روش، جهت اکسید شدن آهن و منگنز، هوا به داخل آب تزریق شده و سپس با استفاده از فیلتراسیون،

آهن و منگنز حذف می شود. هوادهی اغلب با استفاده از برجک های هوادهی، هواده های ایرجت، چرخ پارویی، و یا با استفاده از لوله پلیکاهای سوراخ شده و دیفیوزرها انجام می شود. رایج ترین روش های هواهی همان برجک های هوادهی می باشند که آب چاه از بالای برجک بصورت ثقلی و پلکانی به پایین سرازیر می گردد.

هوادهی آب ورودی (آب چاه) از طریق برج هوادهی و هواده ایرجت

ازون، دستگاه ازن زن و طریقه استفاده از آن

ازون مولکول سه اتمی اکسیژن می باشد که به دلیل ناپایداری دارای خاصیت اکسندگی بسیار قوی بوده و می تواند اکثر باکتری ها و ویروس ها را از درون متلاشی کند. این ویژگی ها باعث می شود در موارد تصفیه و گندزدایی آب و فاضلاب، ضد عفونی میوه ها، سبزیجات و ... استفاده شود. ازون ژنراتور، ازون ساز یا ازون زن دستگاهی است که با تزریق مقادیر متفاوتی گاز ازون به سیالات، دامداری ها، مرغداری ها ، کارخانجات و ... کمک شایانی به ضد عفونی محصول و محیط می نماید.

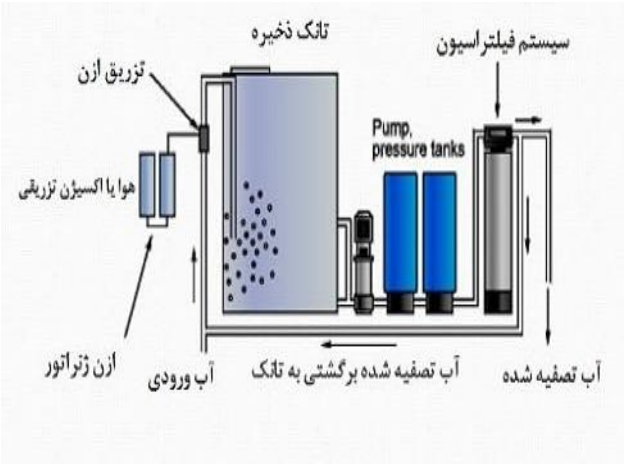
این دستگاه با روش های تخلیه الکتریکی یا اشعه UV با شکست اتم اکسیژن O_2 به دو اتم O و پیوند آن با یک اتم اکسیژن دیگر گاز ازون ناپایدار O_3 را تشکیل می دهد. این دستگاه را با نامهای ژنراتور ازون، دستگاه مولد ازون، پکیج تزریق ازون نیز میشناسند.

– ازون یکی از اشکال اکسیژن بوده که گازی آبی رنگ با بوی تند و ناپایدار می‌باشد. این ترکیب یک اکساینده قوی بوده و بسیار قوی تر از هیپوکلرو اسید (ماده مؤثر گندزدایی کلر در آب) می‌باشد. حلالیت گاز خروجی از ازون ژنراتور در آب ۱۲ مرتبه کمتر از حلالیت کلر بوده و محلول آبی آن نیز ناپایدار است. با توجه به ناپایداری گاز ازون نمی‌توان آن را مانند کلر ذخیره نمود. قابلیت اکسیداسیون ازون بالاتر ازهمه گندزداهای رایج مانند کلر و مشتقات آن، پرکلرین، آب ژاول و ... می‌باشد.

تحقیقات نشان می‌دهد که گندزدایی توسط ازون حاصل اثر مستقیم آن بر باکتری ها و تجزیه دیواره سلولی باکتریها می‌باشد که به فرایند زوال سلولی (cell lysing) شناخته شده و از این نظر با مکانیسم عمل کلر در فرایند گند زدائی متفاوت است. کلر فقط با نفوذ به داخل سلول، آن را غیرفعال نموده و قادر به پاره کردن دیواره سلولی و از بین بردن آن نیست. با توجه به قدرت بالای گند زدائی ازون در مقایسه با کلر و سایر گندزداها، زمان کمتری جهت تکمیل فرایند گند زدایی نیاز می‌باشد. بررسی ها همچنین بیانگر توانایی بیشتر ازون در از بین بردن ویروس‌ها در مقایسه با کلر می‌باشد.

ازون همانند کلر برای اکسید کردن مواد داخل آب به کار برده می شود. ولی به دلیل اینکه ازن بسیار ناپایدار بوده باید در محل مورد استفاده تولید شده و به داخل آب تزریق شود. مواد اکسید شده، توسط فیلتراسیون از آب جدا می شوند. دستگاههای ازون زن، علاوه بر حذف آهن

و منگنز قادر به حذف سایر مواد محلول در آب مانند فلزات و باکتری ها بوده و هزینه بالاتری را نسبت به سایر روش های موجود دارند. ازون، آهن و منگنز را به آسانی بشکل ذرات غیر محلول اکسیده نموده و به سهولت قابل فیلتر نمودن می باشند. بدین منظور، استفاده از فیلترهای بک واش دار برای انتقال آهن و منگنز به میزان زیادی توصیه شده است. در شکل زیر بطور اجمالی طرز کار دستگاه به تصویر کشیده شده است. اکسیداسیون هر میلی گرم آهن دو ظرفیتی نیازمند ۰,۴۳ میلی گرم ازون (در پ- هاش ۹-۶) و اکسیداسیون هر میلی گرم منگنز دو ظرفیتی نیازمند ۰,۸۸ میلی گرم ازون (در پ-هاش حدود ۸) می باشد (https://spartanwatertreatment.com). آبهای طبیعی (آب دریا، آبهای شور و شیرین) عموماً به غلظت باقیمانده بین ۰,۱-۰,۲ قسمت در میلیون ازون و زمان تماس ۵-۱ دقیقه برای ضدعفونی نیاز دارند (https://www.dpi.nsw.gov.au) مشخص گردیده که بیشتر ماهیانی که در معرض غلظت ازون بیش از ۰,۰۰۸-۰,۰۶ میلی گرم در لیتر قرار می گیرند، دچار آسیب شدید آبششی می گردند. این وضعیت می تواند، منجر به عدم تعادل اسمولالیته سرم ، بروز تلفات در ماهیان گشته و یا آنها را مستعد ابتلا به عفونت های میکروبی کند. تامین سطح کافی از ازن باقیمانده در انتهای محفظه تماس برای اطمینان از گندزدایی و ترسیب آهن و منگنز، همچنین مستلزم آن است که همان ازون قبل از رسیدن آب به موجود آبزی حذف شود. در بسیاری از موارد، باقیمانده ها با احتباس آب در مخازن بلافاصله پس از ازن زنی یا با استفاده از دوزهای کمی از یک عامل کاهنده، به عنوان مثال، ۱ میلی گرم در لیتر از تیوسولفات سدیم حذف می شوند. ازون محلول را می‌توان در هنگام عبور از یک ستون هوادهی با تهویه اجباری در هوا جدا کرد. همچنین ازن محلول را می توان با عبور آب از یک بیوفیلتر یا بستر کربن فعال، واکنش با سطوح کم پراکسید هیدروژن، یا تماس با نور UV با شدت بالا (تبدیل O_3 به O_2) از بین برد. دستیابی به تخریب ازن با تابش الکترومغناطیسی UV به طول موج منبع نور UV و مقدار انرژی منتقل شده بستگی دارد(Summerfelt, 2003).



تزریق ازون با فشار از کف ستون آب

تزریق ازون با فشار از کف ستون آب، قدیمی‌ترین روش تزریق و ایجاد حباب ازن است. در این روش، گاز

ازون خروجی از دستگاه ازون ساز از زیر یک ستون بلند آب بوسیله سنگ حباب و یا لوله ای که بر روی آن چندین سوراخ ایجاد شده، وارد آب می شود. برای اثربخشی ازن در آب، ارتفاع ستون آب می بایست بین ۶ تا ۱۰ متر باشد. استفاده از ازن جهت انتقال آهن و منگنز در آب های آشامیدنی موضوعی رایج می باشد. آهن و منگنز به آسانی توسط ازن اکسیده می شوند. اکسیداسیون آهن و منگنز توسط ازن فرآیندی بسیار سریع می باشد.

فیلتر شنی و طرز کار آن

به دلیل طراحی ساده و مدت زمان بالای استفاده از مدیا (بستر)، فیلترهای شنی در سطح وسیعی جهت انتقال آهن و منگنز مورد استفاده قرار می گیرند. فیلترهای شنی به عنوان پرکاربردترین تجهیزات در جدا سازی املاح معلق و کدورت آب به شمار می آیند. در سیستم های با استفاده مداوم، بکارگیری موازی ۲ فیلتر و با دوره بک واش (شستشوی معکوس) متضاد مورد نیاز می باشد. این فیلترها، به عنوان پرکاربردترین تجهیزات در جدا سازی املاح معلق و کدورت آب محسوب می شوند. فیلترهای شنی قادر به حذف کدورت ذرات معلق فیزیکی موجود در آبها تا قطر ۸۰ میکرون می باشند.

دو نوع اصلی از فیلتراسیون شنی استفاده می شود. فیلترهای گرانشی با سرعت بالا و فیلتر فشاری. اساسا آنها شامل قسمت ورودی آب، فیلتر و یک سیستم جمع آوری برای آب فیلتر شده می باشند.

سیستم جمع آوری، همچنین به عنوان یک سیستم توزیع آب برای بک واش فیلترها عمل می کند. ماده مورد استفاده در فیلترها، می تواند شامل ذغال سنگ، ماسه و زئولیت همراه با ماسه و سنگریزه باشد. اگر انتقال منگنز مورد نظر نباشد می توان از ذغال سنگ و ماسه، فقط ماسه و یا فقط ذغال سنگ استفاده نمود. اگر انتقال منگنز مد نظر باشد بطور معمول از گرین سند (دانه هایی شبیه شن یا خاک به رنگ سیاه یا قهوه ای تیره) منگنز استفاده می شود. در استفاده از گرین سند باید به این نکته توجه داشت که برای آب هایی که آهن آنها از ۱ قسمت در میلیون بیشتر باشد، به این دلیل که احیای مجدد شن سبز با پرمنگنات پتاسیم انجام شده و قیمت این ماده بسیار گران می باشد، استفاده از شن سبز توجیه اقتصادی ندارد. به همین دلیل استفاده از گرین سند به عنوان روش موثر و کارآمد توجیه اقتصادی نداشته و مورد توجه قرار نگرفته است. فیلتر کربنی بطور معمول بعد از فیلتر شنی جهت حذف مواد رنگی آب، بو و طعم آب نصب می گردد. این آخرین مرحله انتقال آهن و منگنز از آب می باشد. بنابراین این فرآیند از اهمیت زیادی برخوردار است.

انواعی از فیلتر شنی

دستورالعمل ترویجی

با توجه به این نکته که آهن و منگنز در آبها به همراه هم وجود دارند، عمده ترین روش های مورد استفاده جهت انتقال، اکسایش از طریق هوادهی، کلرزنی، دی اکسید کلر، پرمنگنات پتاسیم و یا ازون زنی همراه با فیلتراسیون و یا همراه با ته نشینی و فیلتراسیون می باشد. در برخی موارد هوادهی برای اکسیده نمودن آهن و منگنز زمانی که به شکل کمپلکس با مواد آلی اند کافی نمی باشد. با توجه به اینکه در حال حاضر، پرورش ماهی خاویاری عمدتا با استفاده از آب جریان دار انجام می شود، لذا حذف آهن و منگنز نیازمند استفاده از روش هایی است که عوارض ناشی از استفاده از آنها بر ماهی حذف و یا به حداقل رسانده شود. از اینرو، بهترین روش مورد استفاده در مرحله اول هوادهی و در صورت عدم امکان حذف آهن و منگنز در حد مناسب، مرحله بعدی استفاده از ازون می باشد. نیاز است آهن و منگنز رسوب داده شده با استفاده از فیلتر شنی، حذف گردد. ذکر این نکته ضروری است که، آب ازون دار نباید وارد سیستم پرورش ماهی گردد. تامین سطح کافی از ازون باقیمانده در انتهای محفظه اثر دهی ازون به آب (برای اطمینان از گندزدایی و ترسیب آهن و منگنز)، مستلزم آن است که ازون باقی مانده، قبل از رسیدن آب به مخازن پرورش ماهی حذف شود.

منابع

بهمنی، م.، پور علی، ح. ر.، یوسفی.، یزدانی، م. ع.، پژند، ذ و شناور، ع.، ۱۳۹۶. راهنمای جامع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. ۳۱۲ ص.

حافظیه، م و شعاع حسنی، ا.، ۱۳۸۶. راهنمای پرورش ماهیان خاویاری. ۱۳۸۶. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.۱۳۷ ص.

Summerfelt, S.T., 2003. Ozonation and UV irradiation—an introduction and examples of current applications. Aquaculture Fingerling. Vol 28, 1–2, . Pages 21-36.

https://www.dpi.nsw.gov.au/fishing/aquaculture/publications/water-quality-management/ozone-in-recirculating-aquaculture-systems

https://spartanwatertreatment.com/iron-and-manganese-removal/

Methods for removing iron and manganese from underground water used in sturgeon farming

Ghorbani Vaghei[1], R; Pajand, Z[1]; Hassani, MH[1]; Hosseinnia, E[1] and Hooshang Yeganeh[1]*

1. International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

*Ghorbani_v2@ Yahoo.com

Abstracts

Water quality is very important during the reproduction and rearing of sturgeons. Considering that the required water is supplied through surface or underground water, therefore, necessary measures should be taken to improve the quality of water used. For sturgeon farming, the amount of dissolved iron and dissolved manganese should be less than 0.2-0.5 m/l and 0.1 m/l, respectively. In underground waters where dissolved oxygen is low, iron and manganese exist in bivalent, together and soluble forms. For this reason, it is necessary to remove iron and manganese from underground water. Aeration can help to settle and reach the amount of iron and manganese to a non-toxic level for fish (depending on age and species). Another common method to remove iron and manganese is ozonation with filtration or with sedimentation and filtration. Providing a sufficient level of residual ozone at the end of the ozone chamber (to ensure precipitation of iron and manganese and water disinfection) also requires that the residual ozone be removed before the water reaches the fish tanks.

Keywords: Underground water, Iron, Manganese, Removal methods, Cultivation, Sturgeon