



نقش مواد ضد عفونی کننده در پرورش آبزیان زینتی

*محمد سوداگر^۱، حمیده ذکریائی^۲ و اعظم امیربیک^۳

^۱دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
^۲دانشجوی دکتری گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
^۳دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: ضد عفونی، شامل مجموعه عملیاتی است که با هدف نابودی میکروارگانیسم‌های محیطی و همه عوامل بیماری‌زا صورت می‌گیرد و باید باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و انگل‌های محیطی را به حدی برساند که تأثیر نامطلوب آن‌ها بر سلامت ماهیان به حداقل برسد. ضد عفونی کننده‌ها عموماً در مدت کمی (طی چند دقیقه) اثر کرده و باکتری‌ها و حتی در برخی موارد ویروس‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها را نیز می‌کشند.

مواد و روش‌ها: برخی از انواع ضد عفونی کننده‌ها شامل: پرمنگنات پتاسیم، فنول‌ها، مالاخیت سبز، متیلن آبی، سورفکتانت‌ها، کلرید سدیم، هالوژن‌ها، آلدئیدها، کوزول، اوزون، گوگرد، آب اکسیژنه، قلیاها، ویرکن اس، فلزات سنگین، الکل‌ها، پراستیک اسید، آب الکترولیزشده اسیدی، نانوقره، نانوسید و اشعه فرابنفش می‌باشند. ضد عفونی کننده‌های خاصی که برای ضد عفونی سطوح بدن حیوانات و انسان به کار می‌روند، آنتی‌سپتیک خوانده می‌شوند.

نتایج: ضد عفونی کننده‌ها به یکی از روش‌های دهیدراتاسیون و خشک کردن میکروارگانیسم مثل: حرارت، ایجاد لایه ضخیم کننده در سطح میکروارگانیسم، اثر بر نفوذپذیری غشاء پلاسمایی سلول با خاصیت سورفاکتانت، اثر تخریب بر پروتئین‌های داخلی به خصوص آنزیم‌ها و تغییر شرایط فیزیکی بر میکروارگانیسم‌ها اثر می‌کنند. امروزه علاوه بر بیماری‌های عفونی، باقیمانده‌های سموم کشاورزی، داروهای دام‌پزشکی، مواد آلی و غیرآلی در آبزیان از چالش‌های مطرح بوده و ضروری است که تولیدات شیلاتی از دو نظر اقتصادی و بهداشتی مورد نظر قرار گیرند. ضد عفونی و گندزدایی در ماهیان نه تنها از نقطه نظر پیشگیری از بروز مشکلات بهداشتی ضروری می‌باشد، بلکه باعث افزایش بهره‌وری و ارتقاء کیفیت تولیدات نیز می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ضد عفونی کننده، پرورش، آبزیان زینتی

مقدمه

اکوارיום محیطی مصنوعی برای نگهداری آبزیان است که معمولاً برای ایجاد فضایی زیبا در محیط خانه و یا محل کار ساخته می‌شود. بدیهی است حفظ و مراقبت از این فضای مصنوعی تمهیداتی را می‌طلبد که دارا بودن اطلاعات کامل و جامع در مورد چگونگی سالم نگه‌داشتن این فضای جذاب در دنیای امروز امری ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین، از مواد ضدعفونی‌کننده برای از بین بردن و یا غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از جمله، باکتری‌ها، جلبک‌ها، ویروس‌ها و غیره استفاده می‌شود. عملکرد یک ماده ضدعفونی‌کننده تابع پیچیده‌ای از چندین متغیر، مانند، نوع و مقدار ماده موردنظر و هم‌چنین نوع و غلظت میکروارگانیسم، زمان تماس، کیفیت آب و غیره می‌باشد (۲۱). بنابراین در بسیاری از موارد بهترین کار برای انتخاب ماده ضدعفونی‌کننده مناسب، مطالعه آزمایشگاهی است. بسیاری از میکروارگانیسم‌ها در صورت عدم استفاده از روش‌های مناسب جهت ضدعفونی و پاک‌سازی محیط و یا به‌علت وجود مواد آلی مانند: جلبک‌ها و بقایای غذا و مدفوع ماهی‌ها قادرند با به‌کارگیری روش‌های طبیعی هم‌چون تولید هاگ به بقاء خود ادامه دهند و چندین ماه حدت و قدرت بیماری‌زایی خود را حفظ نمایند (۱۴). ماهی‌ها معمولاً در معرض عوامل بیماری‌زای اجباری و بالقوه قرار دارند. اما، در بیماری‌های آن‌ها یک ارتباط ساده بین عوامل بیماری‌زا و ماهی رخ نمی‌دهد. بلکه گاهی شرایط محیطی باعث استرس‌های قابل‌توجه شده و ماهی را نسبت به طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا احساس می‌سازد. در آبی‌پروری می‌توان با مدیریت مطلوب بهداشتی بسیاری از عوامل بیماری‌زای بالقوه و بیماری‌های عفونی را کنترل و موجبات ارتقاء بهداشتی تولیدات را فراهم نمود. هم‌چنین موفقیت در برنامه مدیریت بهداشتی آبزیان با پیشگیری از

بیماری‌ها آغاز شده و با اجرای اقدامات صحیح بهداشتی کامل می‌گردد (۴۰). از سویی دیگر، نیاز روزافزون و استفاده اجتناب‌ناپذیر از ضدعفونی‌کننده‌ها و تنوع آن‌ها، مصرف‌کننده را در انتخاب یک ضدعفونی‌کننده مناسب دچار سردرگمی می‌کند. مواد ضدعفونی‌کننده به دو دسته مواد ضدعفونی‌کننده مفید و مواد ضدعفونی‌کننده مضر تقسیم می‌شوند. از جمله مواد ضدعفونی‌کننده مفید می‌توان به نمک طعام، آب اکسیژنه، پرمنگنات پتاسیم و مواردی دیگر از این دست که دارای کم‌ترین خطر و سمیت برای ماهی است را اشاره نمود. به‌علاوه مواد ضدعفونی‌کننده مضر هم وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان پراستیک اسید و مالاویت سبز را نام برد. پراستیک اسید از واکنش میان آب اکسیژنه و اسیداستیک ایجاد می‌شود. در حضور مواد آلی و در آب‌های سخت بی‌اثر نمی‌گردد و در دامنه دمایی نسبتاً وسیعی فعال باقی می‌ماند. اثرات خورنده شدید آن روی فلزات، ناپایداری پس از رقیق شدن و احتمال سرطان‌زایی، استفاده از آن را با محدودیت مواجه ساخته است. پراستیک‌اسید در صورت استفاده در آب با تغییر در طعم و بوی آب بر میزان آب دریافتی توسط حیوانات اثر سوء می‌گذارد (۳۶). هم‌چنین، استفاده از مالاویت سبز نیز به‌دلیل عوارض جانبی و مضرات فراوانی که دارد، ممنوع اعلام شده است. میرواتی و همکاران (۲۰۰۵)، اثر دو ماده ضدعفونی‌کننده مالاویت‌سبز و پراکسید‌هیدروژن را با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج حاصل نشان داد که پراکسید‌هیدروژن به‌طور مؤثرتری رشد قارچ‌ها را در محیط کشت کنترل نمود (۳۱). بهترین ضدعفونی‌کننده، ماده‌ای است که علیه عوامل بیماری‌زا بیش‌ترین تأثیر را داشته باشد، هم‌چنین فاقد اثرات سوء جانبی و خورندگی بوده و به راحتی بتوان آن را تهیه کرد. به‌علاوه، در آب‌های سخت، دما و pH مختلف و در حضور مواد آلی مؤثر باشد و

یا قهوه‌ای کدر تغییر می‌یابد. این تغییر رنگ ابزار مهمی در بررسی عملکرد مواد شیمیایی است. چنانچه پرمنگنات پتاسیم همراه با مواد شیمیایی دیگر در آب استفاده شود می‌تواند برای بی‌مهرگان و گیاهان آبی بسیار مضر باشد و بافت آبششی و موکوس‌ها را بسوزاند (۱۰). پرمنگنات پتاسیم برای استفاده در سیستم‌های گردش کاملاً بی‌خطر بوده و زمانی‌که با غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر استفاده شود، حداقل تأثیر را بر بیوفیلترها دارد. رنگ ارغوانی آب باید برای حداقل ۴ ساعت باقی بماند. اطلاعات بسیاری در زمینه استفاده از پرمنگنات پتاسیم در سیستم‌های آب شیرین وجود دارد اما، کمبودهایی در زمینه اثر این ماده بر سیستم‌های دریایی شناخته شده است. پرورش‌دهندگان می‌توانند مقاومت ماهی‌ها را با مشاهده رفتار آنها در طی دوره درمان ارزیابی کنند. این مطلب به‌خصوص زمانی‌که درمان یک گونه برای بار اول در حال انجام باشد مهم است. اگر ماهی واکنشی نشان دهد باید فوراً مواد حذف و یا با مقدار زیادی آب شیرین رقیق شوند (۲۶).

پرمنگنات پتاسیم باکتری‌ها، قارچ‌ها و بسیاری از عوامل انگلی را خواهد کشت اما، ویروس‌کش نمی‌باشد. گاهی پرورش‌دهندگان ماهی و آکواریوم‌داران مواد شیمیایی را مخلوط می‌کنند. این مطلب که فرمالین و پرمنگنات پتاسیم هرگز مخلوط نشوند بسیار مهم است زیرا ترکیب آنها می‌تواند منفجر شود. لازم به ذکر است که پرمنگنات پتاسیم باعث افزایش اکسیژن محلول آب می‌شود اما، تاکنون گزارش‌هایی مبنی بر عدم سمیت میزانی از پرمنگنات پتاسیم که برای افزایش اکسیژن محلول اضافه می‌گردد، وجود ندارد (۵).

نمک طعام: نمک طعام یا همان کلرید سدیم با فرمول شیمیایی (NaCl) یکی از مواد ضدعفونی‌کننده است که به‌طور معمول در آبی‌پروری مورد استفاده قرار

کم‌ترین اثر را بر اکوسیستم‌های دریافت‌کننده پساب داشته باشد. بنابراین، ضدعفونی آکواریوم‌ها از نظر پیشگیری از بروز مشکلات بهداشتی امری ضروری می‌باشد. بنابراین، در این پژوهش چندین ماده ضدعفونی‌کننده جهت مقایسه با یکدیگر برای تعیین مؤثرترین آنها مورد بررسی قرار گرفت.

انواع ضدعفونی‌کننده‌ها

پرمنگنات پتاسیم: این ماده با ترکیب شیمیایی $(KMnO_4)$ دارای خاصیت ضدعفونی‌کنندگی قوی می‌باشد که مدت طولانی است در آبی‌پروری استفاده می‌شود و از سال ۱۹۲۸ به‌عنوان یک دارو و ماده پیشگیری بیماری ماهی‌ها مورد استفاده قرار گرفت و برای اولین بار توسط داوویس برای مقابله با میکسوباکتریوزیس به‌کار گرفته شد (۱۱). البته این ماده شیمیایی در پرورش آبزیان به‌عنوان یک آفت‌کش طبقه‌بندی نمی‌شود و بیش‌تر به‌عنوان عامل اکسیدکننده جهت کاهش تجمع بیش از حد مواد آلی و جلبک‌ها به‌کار می‌رود (۴۱). به‌علاوه ضدعفونی‌کننده‌ای قوی است و برای رفع بوهای نامطبوع کاربرد دارد. هم‌چنین برای درمان عوامل بیماری‌زای خارجی شامل: قارچ‌ها، باکتری‌ها و تعدادی از انگل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸، ۹، ۳۶، ۳۸ و ۳۹). این ماده در آب محلول و ناپایدار و در محیط اسیدی به آرامی تجزیه می‌شود ولی، در محیط‌های خنثی و قلیایی و در تاریکی تقریباً پایدار است. در سال ۲۰۱۰ پژوهشگران استفاده از پرمنگنات پتاسیم را روش مؤثری علیه بیماری‌های قارچی تخم ماهی عنوان کردند (۵). زمانی‌که پرمنگنات پتاسیم فعال می‌شود آب درون ظرف محتوی آن به‌رنگ بنفش تغییر رنگ می‌دهد. یون پرمنگنات پتاسیم در آب به دی‌اکسید منگنز تبدیل شده که نسبتاً غیرسمی و بی‌رنگ است. بنابراین، در صورتی‌که غیرفعال شده باشد رنگ آب به زرد روشن

قرار گرفتن در آب شور توانایی زندگی در آب شیرین را از دست می‌دهد هم‌چنین بالا بردن ناگهانی نمک نیز باعث مرگ گویی می‌شود و باید غلظت به مرور زمان بالا برده شود (۲۷) بحث در مورد این ماهی و نمک به یک مقاله جداگانه نیازمند است.

آب اکسیژنه ۳۰٪: آب اکسیژنه (H_2O_2) یک اکسیدکننده متداول است که به‌عنوان ضدعفونی‌کننده در آکواریوم‌ها استفاده می‌شود و در اصطلاح یک محصول سبز یا موافق محیط زیست است. این ماده به‌صورت خالص مایع ناروانی است که رنگ آن آبی روشن می‌باشد. نحوه عمل این ماده بدین صورت است که پس از تجزیه، باعث ایجاد رادیکال‌های OH شده که بیش از چند ثانیه در دسترس نمی‌باشند ولی در همین مدت کوتاه با دارا بودن خاصیت شدید اکسیدکنندگی، مواد آلی و معدنی را اکسید و به‌عنوان ضدعفونی‌کننده به‌کار می‌رود. این ماده به غشای لیپیدی، DNA و سایر اجزای اساسی سلول میکروارگانیسم‌ها آسیب رسانده و موجبات تخریب آن‌ها را فراهم می‌نماید. محلول ۲ درصد آن کشنده سریع باکتری‌ها بوده و فاقد اثرات سمی برای انسان و محیط زیست می‌باشد (۱۵)، به مرور آب اکسیژنه تجزیه و تبدیل به آب و اکسیژن می‌گردد. این عمل تجزیه در محیط بازی سریع‌تر و در محیط اسیدی کندتر از محیط خنثی صورت می‌گیرد. اگر مدت طولانی آب اکسیژنه در انبار بماند، ممکن است کاملاً تجزیه و تبدیل به آب گردد. به‌همین دلیل هیچ ماده سمی در آکواریوم بر جای نگذاشته و شستشوی آکواریوم و وسایل به آسانی انجام می‌پذیرد. برای انجام ضدعفونی در این روش وسایل و سایر تزئینات در آکواریوم قرار گرفته و آن را پر از آب نمایند، سپس به‌ازای هر لیتر آب ۵۰ میلی‌گرم آب اکسیژنه ۳۰ درصد به آن افزوده می‌شود. پس از سه روز آب آکواریوم تخلیه و با آب شستشو می‌گردد. پس از آن آکواریوم قابل استفاده

می‌گیرد و معمولاً از آن به‌عنوان اسپرین آبی‌پرووری نام می‌برند (۳۷). هم‌چنین، کلرید سدیم به‌عنوان تشدیدکننده تنظیمات اسمزی استفاده می‌شود و در کنترل انگل‌های تک‌یاخته‌ای ایکتیوفیتریوس، قارچ ساپروولگنیا کلومناریس، عفونت‌های ویروسی، عفونت‌های باکتریایی و غیره مؤثر می‌باشد (۳۳). در این روش نمک طعام در آب حل شده و وسایل زیتتی کوچک در آن داخل محلول قرار می‌گیرد برای ضدعفونی شدن آکواریوم باید دیواره‌های آن نمک اندود شده و برای مدت ۲۴ ساعت به‌همین شکل باقی بماند بعد از ۲۴ ساعت آکواریوم با آب شسته و مجدداً نمک اندود می‌شود. یک روز پس از آن آکواریوم و وسایل دیگر می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند لازم به ذکر است نمک استفاده شده نباید نمک دریایی یا سنگ نمک باشد و تنها از نمک طعام استفاده شود. هر چند نمک یک داروی غیرشیمیایی و مؤثر است ولی، برخلاف فوایدی که دارد مصرف بیش از اندازه آن می‌تواند مشکلاتی را ایجاد نماید: در حالی که نمک هیچ‌یک از یون‌هایی که باعث بالا رفتن سختی آب می‌شود را ندارد (منیزیم و کلسیم) ولی، باعث افزایش غلظت مواد محلول در آب می‌گردد که همین امر سبب بالا رفتن سختی کلی آب یا همان GH می‌شود که در خیلی از موارد برای بسیاری از ماهی‌ها قابل تحمل نیست (به‌خصوص ماهی‌های ساکن آب‌های نرم مثل آمازون که مقدار یون‌های محلول کمی دارد). این ماهی‌ها شامل: تتراهای نئون، تتراهای کاردینال، تتراهای رامینوز، hatchetfishها، elephantnosها و Plecoها، کوری‌ها، Otocincluها، Cichlid Ramها، چاقوماهی‌ها، دیسکس‌ها و غیره می‌شود. هم‌چنین در ماهی‌هایی که به pH، KH، GH دقیقی نیاز دارند از نمک استفاده نمی‌شود. زیرا ممکن است باعث مرگ‌شان شود. مسأله‌ای که در مورد این ماهی وجود دارد این است که نمک برای گویی، ماده‌ای اعتیادآور است و پس از

وجود، خاصیت ضدعفونی آهک در مورد شکل مقاوم میکروب‌ها چندان قابل اطمینان نمی‌باشد (۲۵).

هالوژن‌ها

کلر: کلر به‌عنوان یک ماده ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود ولی، برای جلوگیری از تخریب شبکه‌ها و جلوگیری از مرگ ماهیان باید در ابتدا خشتی و یا به حد کافی شستشو شود. کلر از سال‌ها پیش به‌صورت گاز، مایع یا جامد برای ضدعفونی کردن تجهیزات و مخازن نگهداری آب مورد استفاده قرار گرفته است. اشکال جامد کلر شامل: هیپوکلریت سدیم یا کلسیم همراه با تری سدیم فسفات هیدراته و اشکال مایع آن شامل: کلرامین‌های آلی و دی اکسید کلر می‌باشد (۴). استفاده از این ماده برای غیرفعال کردن عوامل بیماری‌زای ماهی به‌خصوص در مراکز تکثیر متداول است. معمولاً از کلر مایع برای ضدعفونی حجم‌های بسیار زیاد آب استفاده شده و برای ضدعفونی در حجم‌های کم از نمک‌های هیپوکلریت نظیر: هیپوکلریت کلسیم استفاده می‌شود. وقتی عنصر کلر یا هیپوکلریت‌ها به آب اضافه می‌شوند، اسید هیپوکلروس (HOCl) ایجاد می‌شود که اثر میکروب‌کشی دارد. کلر بر باکتری‌ها (گرم مثبت و گرم منفی) و قارچ‌ها مؤثر بوده و وقتی از هیپوکلریت‌ها آزاد می‌شود به پوشش پروتئینی اسیدنوکلیک ویروس‌ها حمله می‌کند. محلول‌های کلردار در محیط‌های اسیدی فعال‌تر از محیط‌های قلیایی هستند و در محلول‌های گرم بهتر از محلول‌های سرد عمل می‌کنند. کلر با مواد آلی ترکیب شده و ترکیبات با ثباتی ایجاد می‌کند و در نتیجه میزان کلر آزاد در محلول کاهش یافته و غیرفعال می‌گردد. هیپوکلریت سدیم نسبت به هیپوکلریت کلسیم سریع‌الاثرت‌تر است ولی، زمان فعالیت آن کوتاه‌تر می‌باشد. به‌دلیل اثرات سمی و خوردندگی کلر، مقدار مصرف آن باید به‌دقت و بر اساس دستورالعمل‌های موجود کنترل شود (۴).

می‌باشد (۳۰). از دیگر مزایای استفاده از این ماده این است که با آب به‌خوبی مخلوط شده و غیرفرار است و تا زمان اکسید کردن کامل مواد آلی در آب باقی می‌ماند، خورنده نیست و در نتیجه به تجهیزات و تاسیسات آسیب نمی‌رساند. همچنین غیرسمی بوده و باعث ایجاد کف در آب نمی‌شود. به‌علاوه این ماده خالص است و ایجاد املاح نمی‌کند و به‌همین دلیل آب کاملاً شفاف می‌ماند. استفاده از آب اکسیژنه در صنعت آبی‌پروری به‌عنوان یک ماده تأثیرگذار بر عفونت‌های قارچی، باکتریایی و انگلی از زمان‌های گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. اما اثرات بد زیست‌محیطی ناشی از استفاده مکرر از آلاینده‌های شیمیایی در کارگاه‌های تکثیر و پرورش آبزیان، دلیل خوبی برای پیدا کردن جایگزین‌های طبیعی از جمله انواع عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی می‌باشد (۳۴).

قلیایا: قلیایا شامل موادی هستند که در ساختارشان عامل هیدروکسیل (OH) وجود دارد. یون هیدروکسیل موجب از بین بردن بسیاری از باکتری‌ها و ویروس‌ها در pH بالای ۹ می‌گردد. از جمله قلیایا می‌توان به هیدروکسیدسدیم یا همان سود سوزآور اشاره کرد. که یکی از ضدعفونی‌کننده‌های مؤثر در آکواریوم‌ها می‌باشد و در تماس با پوست به‌شدت موجب سوزش می‌گردد. کاربرد آن‌ها نیاز به لباس محافظتی و دستکش و عینک دارد. از دیگر مواد قلیایی می‌توان هیدروکسیدکلسیم را نام برد. اگر به آهک تازه مقداری آب اضافه گردد، هیدروکسیدکلسیم یا شیر آهک به‌دست می‌آید. این ماده دارای خاصیت ضدعفونی‌کنندگی قوی است ولی باید در مخازن پوشیده قرار گیرد. زیرا در مقابل هوا به جسم بی‌اثری تبدیل می‌گردد. گرد آهک که روی کف مرطوب استخرها پاشیده شود به‌عنوان ماده ضدعفونی خوبی عمل می‌نماید. هنگامی که هیدروکسیدکلسیم با آب مخلوط شود، با تشکیل یون‌های هیدروکسیل حرارت آزاد می‌شود. با این

قدرت ضدعفونی‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند. این ترکیبات نسبتاً بی‌ضرر و بدون بو بوده و سمیت کم و پایداری خوبی دارند. این مواد در محیط اسیدی ضدعفونی‌کننده خوبی می‌باشند ولی، فعالیت‌شان در محیط‌های قلیایی و در حضور مقدار قابل‌توجهی از مواد آلی، کم می‌شود. ید به خوبی به داخل سلول باکتری نفوذ کرده و در واکنش‌های متابولیک حیاتی باکتری اختلال ایجاد می‌کند. دارای قابلیت اثر روی شکل فعال و حتی اسپور باکتری‌ها بوده و به اسید نوکلئیک سلول‌ها حمله می‌کند. همچنین در مقابل قارچ‌ها و برخی از ویروس‌ها از جمله ویروس گامبورو مؤثر است (۵). در آمریکا از یدوفور برای ضدعفونی تخم‌ها و پاشویه‌های سالن هجری استفاده می‌کنند. این ضدعفونی در کاهش انتقال باکتری آئروموناس سالمونیسیدا و یرسینیا راکری از مولدین به لاروها مؤثر است. به دلیل این که تخم‌ها در آب سبک قادر به تحمل ضدعفونی نمی‌باشند، غلظت یدوفور را به ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تقلیل می‌دهند. به هر حال ضدعفونی سطوح تخم‌ها از انتقال ویروس IPN که درون تخم‌هاست، جلوگیری نمی‌کند (۲۵).

ویرکن‌اس: ویرکن‌اس (Virkon S) گسترده‌ترین ضدعفونی‌کننده موجود می‌باشد که علیه ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها مؤثر است. به صورت پودر صورتی رنگی است که به راحتی در آب حل شده و مایعی یکنواخت و شفاف به همین رنگ ایجاد می‌کند. ویرکن‌اس ترکیبی پایدار و یکنواخت از پراکسیژن، سورفاکتانت، اسیدهای آلی و سیستم بافر غیرآلی می‌باشد. این محصول عمده‌تاً از نمک‌های غیرآلی تشکیل شده که پس از مصرف، تجزیه و به مواد جانبی بی‌ضرر تبدیل می‌شود و چنانچه با رقت‌های توصیه شده مصرف گردد، هیچ‌گونه تأثیر زیان‌باری بر محیط زیست، اکوسیستم‌های آبی و سیستم‌های بازیافت فاضلاب نخواهد داشت. این ماده غیرمحرک

از دیگر ترکیبات کلر می‌توان به کلرآمین- تی اشاره کرد که به شکل پودر سفید کریستاله با بوی ملایم کلر می‌باشد و جهت درمان انگل‌های خارجی و به‌عنوان ضدعفونی‌کننده پوست در ماهیان بسیار با ارزش است. اثر باکتری‌کشی این ماده به وسیله آزاد شدن کلر و تشکیل اسید هیپوکلروس است. کلرآمین نسبت به هیپوکلریت کم‌تر محرک بوده و دارای ثبات بیشتری می‌باشد و بهترین اثر ضدعفونی‌کنندگی را روی باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی مقاوم به اغلب نمک‌های چهارتایی آمونیوم و مواد سوزآور و پاک‌کننده‌های کاتیونیک دارد. محلول ۵ درصد آن در عرض ۳۰ دقیقه ضدعفونی‌کننده مؤثری می‌باشد. ویروس نیوکاسل با محلول ۱ درصد از این ماده غیرفعال می‌شود (۵).

ید: ید ماده ضدعفونی‌کننده قوی است که در پزشکی و دامپزشکی دارای مصارف زیادی است. این ماده عضو دیگری از خانواده هالوژن‌هاست که به شکل کریستال‌های متالیک به رنگ قرمز یا قهوه‌ای روشن با بوی مشخص می‌باشد. حلالیت آن در آب کم بوده (۵) ولی به صورت محلول در الکل روی تمام اجرام بیماری‌زا مؤثر است. اما برای اثربخشی به زمان زیادی نیاز دارد. ید مانند کلر روی پوست و مخاطات اثر تحریک‌کنندگی دارد و برای فلزات هم خورنده است (۴). ترکیبات ید با مواد معدنی، محلول‌های آلی، پاک‌کننده‌ها، مواد خیس‌کننده و دیگر حامل‌هایی مانند پلی‌وینیل پیرولیدون به نام یدوفورها در دسترس می‌باشند. مولکول‌های حامل به‌عنوان کمک‌کننده برای آزاد شدن ید عمل می‌کنند. ترکیبات غیریونی آن‌ها بسیار بهتر از ترکیبات آنیونیک و کاتیونیک در آب‌های سنگین و pH مختلف مؤثر هستند (۵). امروزه اکثر ترکیبات ید به صورت یدوفور (پویدون آیدواین) استفاده می‌شود. یدوفورها در آب بهتر حل می‌شوند و در حضور مواد آلی تا زمانی که pH بالاتر از ۴ نباشد،

حالت محلول در آب خارج می‌سازد و این اثر با گذشت حدود ۲۴ ساعت پس از افزودن به اوج خود می‌رسد. در صورتی که اندکی پس از درمان امکان محو کامل فرمالین از آب استخر وجود نداشته باشد، باید میزان اکسیژن محلول را در حدی نگه داشت که ماهیان دچار کمبود اکسیژن نشوند، البته یک راه‌حل مناسب استفاده از هواده می‌باشد. بعضی از مؤسسه‌های تحقیقاتی ثابت کردند که استنشاق گاز فرمالدئید در انسان ممکن است خطر سرطان‌زایی داشته باشد (۴).

دسپاداک: ترکیبات قوی در دسپاداک (Despadac) شامل: آمونیوم چهارتایی، گلوآرالدهید و فرمالدئید سبب شده تا علیه طیف بسیار وسیعی از باکتری‌ها، اسپورها، قارچ‌ها، مخمرها، جلبک‌ها و ویروس‌ها مؤثر باشد. برای ضدعفونی وسایل و تجهیزات یک لیتر دسپاداک را در ۹۹ لیتر آب مخلوط کرده و با غوطه‌وری به مدت ۱۰ دقیقه عمل گردد. با توجه به این‌که دسپاداک قابل اشتعال می‌باشد، باید از مواد قابل احتراق دور نگه داشته شود (۶).

GPC8 (گلوآرالدهید، آمونیوم چهارتایی و اسید فسفریک): ترکیب GPC8 محتوی گلوآرالدهید و آمونیوم چهارتایی و اسید فسفریک بوده که روی طیف وسیعی از باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها مؤثر است. گلوآرالدهید در pH اسیدی ترکیب با ثباتی دارد و تا pH کم‌تر از ۹ فعال است و pH بالای ۹ تجزیه می‌گردد. هر چند که مواد آلی موجود در استخرها تأثیر ناچیزی روی خاصیت ضدعفونی‌کنندگی گلوآرالدهید دارند ولی، لازم است ابتدا همه سطوح را با یک شوینده قوی شسته و سپس با محلولی به نسبت ۱ به ۵۰ تا ۱ به ۲۰۰ تهیه و تمامی سطوح با فشار کم اسپری شود تا ضدعفونی در تمام سطوح صورت گیرد (۵).

بوده و از خود بقایایی در محیط زیست بر جای نمی‌گذارد. هم‌چنین، سمیت کم، مؤثر بودن در آب‌های سخت و با درجه حرارت کم از ویژگی‌های مثبت آن است. به دلیل داشتن سورفاکتانت و خاصیت اسیدی و اکسیدکنندگی قابلیت از بین بردن بیوفیلم باکتری‌ها را دارد. پودر ویرکن‌اس محرک است بنابراین، از تماس آن با پوست و چشم باید خودداری نمود و در صورت تماس با چشم‌ها، بلافاصله چشم‌ها را با آب فراوان شسته و فوراً به پزشک مراجعه شود (۲۵).
آلدئیدها: ترکیبات ضدعفونی‌کننده بسیار قوی بوده که روی اسپورهای باکتریایی مؤثرند. از میان آن‌ها گلوآرالدهید دارای قوی‌ترین اثرات ضد میکروبی است. مکانیسم اثر آن‌ها از طریق تخریب پروتئین‌های سطحی میکروب‌ها بوده و به دو شکل گاز و مایع قابل استفاده هستند. آلدئیدها در حضور مواد آلی تا حدودی خواص خود را از دست می‌دهند. باقی‌مانده آن‌ها دارای خواص ضدعفونی‌کنندگی ناچیز بوده و برای انسان، دام و محیط زیست مضر است بنابراین، باید به از بین بردن آن‌ها بر اساس موازین بهداشتی و زیست‌محیطی توجه کرد.

فرمالین: آلدئیدها در برابر باکتری‌ها و ویروس‌ها و حتی اسپور باکتری‌ها بسیار مؤثرند. فرم‌آلدئید به شکل گاز است که حدود ۳۷ تا ۴۰ درصد آن در آب حل می‌شود. محلول محتوی گاز بدین ترتیب به نام فرمالین یا محلول فرم‌آلدئید نامیده می‌شود. اگر فرم‌آلدئید در شرایط مناسب، حرارت و رطوبت به کار برده شود، یک ماده ضدعفونی‌کننده قوی است که البته به فلزات و رنگ اشیاء آسیبی نمی‌رساند. فرمالین جهت درمان عفونت‌های قارچی و انگلی خارجی پوست و آبشش‌های ماهیان بسیار سودمند است و باید مراقب بود که در اثر ماندن به پارافرمالدئید تبدیل نشود. پارافرمالدئید رسوب سفید رنگی را در ته بطری ایجاد می‌کند که برای ماهی بسیار سمی است. فرمالین اکسیژن را از

داد. بعد از خشک شدن سطوح باید از یک ضدعفونی کننده قوی مانند GPC8 یا ویرکوناس استفاده گردد (۶).

فلزات سنگین: فلزات سنگین کم تر در ضدعفونی مصرف می شوند اما، مصرف بعضی از آن ها گاهی سودمند است. جیوه آلی دارای خاصیت از بین برنده باکتری ها و کپک ها است. نمک های روی با خاصیت ضدعفونی کننده ملایم و نمک های مس برای جلوگیری از عفونت کاربرد دارند ولی، ماهیان حتی به میزان کمی از املاح مس بسیار حساس هستند (۲۸).

رنگ ها: رنگ ها شامل تریپان قرمز، متیلن آبی و مالاشیت سبز بوده که از گذشته جهت مبارزه با میکروارگانسیم ها مورد مصرف قرار می گرفتند. رنگ های آکریدین مانند پروفلاوین و آمیناقرین به عنوان ضدعفونی کننده هستند ولی، دارای فعالیت کند بوده و در برابر اسپور باکتری ها غیرفعالند. از رنگ تری فنیل متان مانند: کریستال ویوله و سبز درخشان (مالاشیت سبز) جهت ضدعفونی موضعی استفاده می گردد (۵). ویلهگی (۱۹۹۱)، به این نتیجه رسید که غلظت ۱ ppm مالاشیت سبز در مدت ۱۵ دقیقه زئوسپورها و سیستم های قارچ را از بین برده و عفونت های قارچی را کنترل می کند (۴۳). به علاوه، الدرمان (۲۰۰۹)، بیان کرد که مالاشیت سبز برای مدت طولانی در بافت ها دوام یافته و در اثر درمان های مکرر تجمع افزایش آن در نسوج فراهم می گردد (۳). مالاشیت سبز در درمان عفونت های قارچی به خصوص ساپروولگنیا و بیماری لکه سفید یا ایک در ماهی قره برون بسیار مؤثر است. نظر به سرطانزا بودن مالاشیت سبز مصرف آن در کشور ممنوع شده است.

فنول ها: فنول (کربولیک اسید) با فرمول ($\text{OH}_5\text{H}_6\text{C}$) از مشتقات زغال سنگ قیراندود می باشد که بیش از صد سال پیش کشف شده و اولین ماده ضدعفونی

سورفاکتانت ها یا عوامل کشش سطحی: فرمول شیمیایی این مواد به طور قابل ملاحظه ای تغییر پذیر است. این مواد کشش سطحی مایعات را کاهش می دهند، بدین ترتیب در صورت اختلاط با مایعات سبب انتشار بیش تر آن ها روی سطوح می گردند. این مواد بر حسب این که کدام قسمت مولکول آن ها آب دوست باشد، به سه گروه آنیونیک، کاتیونیک و غیر یونی تقسیم می شوند. سورفاکتانت های کاتیونیک شامل ترکیبات چهارتایی آمونیوم جزء ضدعفونی کننده های ضعیف بوده و روی بعضی از سویه های سودوموناس، قارچ ها، ویروس های بدون پوشش و اسپورهای باکتریایی بی تأثیرند. این مواد از طریق مهار آنزیم های حیاتی مسیرهای تنفس سلولی (عمدتاً آنزیم های مسیر گلیکولیز) اثرات ضد میکروبی خود را اعمال می کنند. این ترکیبات در حضور مواد صابونی و آب های سخت اثربخشی محدودی داشته و در حضور مواد آلی نمی توانند چندان مؤثر باشند. باقی مانده این مواد دارای اثرات ضد میکروبی ناچیز و تا حد کمی سمی است. این مواد به منظور جلوگیری از رشد بی رویه جلبک ها در محیط های پرورش آبزیان و استخرها استفاده می شوند. در صورت به همراه داشتن مواد شوینده به عنوان شوینده بسیار خوب سطوح و دیوارها قابل استفاده اند. بنزالکونیوم کلراید یکی از مشتقات ترکیبات چهارتایی آمونیوم است که در بهداشت به طور وسیعی استفاده می شود. این ماده را می توان برای ضدعفونی و پاکیزه نمودن استخرهای پرورش ماهی و تجهیزات مزرعه به طور گسترده استفاده نمود. از این ترکیبات، بنزالکونیوم کلراید، بنزالیب و وانوکوات (Vanoquat) در داروخانه های دام پزشکی موجود است. روش مصرف بدین صورت است که ابتدا باید کف و دیوارهای مخارن را تمیز نموده و سپس محیط را با محلول یک در صد حجمی (یک لیتر وانوکوات در ۱۰۰ لیتر آب) و فشار پمپ شستشو

۷۰ درصد (مخلوط با آب) بسیار مؤثرتر از الکل ۹۵ درصد است. زیرا الکل‌ها دارای اثرات خوردگی بر روی فلزات بوده و به شدت قابل اشتعال هستند. همچنین فعالیت ضد میکروبی آن‌ها در حضور مواد آلی مهار می‌شود. بر روی اسپورهای باکتریایی بی‌تأثیرند و اثر ناچیزی روی ویروس‌های بدون پوشش دارند (۲۴). با توجه به وجود مواد مقرون به صرفه‌تر که دارای اثرات ضد عفونی‌کنندگی قوی‌تری می‌باشند، معمولاً از الکل‌ها برای این منظور استفاده نمی‌شود.

آب الکترولیز شده اسیدی: یک محلول اکسیدکننده قوی است که از الکترولیز آب معمولی در حضور نمک کلرید سدیم به دست می‌آید و به صورت مایع، یخ و مه‌پاشی قابل استفاده است. البته به دلیل هزینه بسیار زیاد استفاده از این روش چندان مرسوم نیست (۲۰).

اوزن: اوزن ترکیبی ناپایدار از سه اتم اکسیژن می‌باشد که در صورت تماس با مولکول آلی و غیرآلی سریعاً ترکیب می‌شود و اکسیدکننده بسیار قوی است که برای تصفیه و ضد عفونی کردن آب استفاده می‌شود (۴). اوزن با تخریب دیواره سلولی و سیتوپلاسم باعث نابودی سلول‌ها می‌گردد. تأثیر اوزن به عنوان یک عامل ضد عفونی‌کننده تابعی از مقدار مصرف و زمان تماس آن می‌باشد. گاز اوزن بسیار ناپایدار با نیمه عمر کم‌تر از ۱۵ دقیقه می‌باشد از این رو باید در مزرعه پرورش ماهی تولید و بلافاصله مصرف شود. با تزریق هوا یا اکسیژن خالص در یک میدان الکتریکی با ولتاژ بالا گاز اوزن تولید می‌شود. به طور معمول انرژی لازم برای تولید اوزن در محدوده ۳-۳۰ کیلووات ساعت بر کیلوگرم است. اکثر عوامل بیماری‌زا با دوز ۱-۰/۱ میلی‌گرم در لیتر با مدت زمان تماس ۱ تا ۱۰ دقیقه کشته می‌شوند. غلظت ۰/۰۱ تا ۰/۰۶ از اوزن برای ماهی قزل‌آلا کشنده می‌باشد (۱۰).

است که به عنوان ضد عفونی‌کننده در سال ۱۸۶۷ توسط لیستر مورد استفاده قرار گرفت. فنول‌ها در دسته ضد عفونی‌کننده‌های ضعیف قرار می‌گیرند و به صورت فرآورده‌های یک یا چند فنولی عرضه می‌شوند. ترکیبات فنول در دمای اتاق بدون رنگ با بوی بسیار مشخص می‌باشند. این ترکیبات به میزان کم در آب محلول بوده و در حضور آب شیری رنگ می‌شوند. فنول‌ها در حلال‌های صابونی به صورت امولسینه عرضه می‌شوند. این ترکیبات در غلظت بالا یک سم پروتوپلاسمیک هستند که در سلول نفوذ کرده، دیواره آن را گسسته و پروتئین‌ها را رسوب می‌دهد و با غلظت کم‌تر فقط سیستم آنزیمی سلول را مختل می‌کند. فنول روی باکتری‌ها و قارچ‌ها اثر کشنده داشته ولی، روی اسپورها و ویروس‌ها بسیار ضعیف عمل می‌کند. تغییر رقت محلول‌های فنولی در میزان اثر آن‌ها بسیار مؤثر است و به وسیله مواد آلی به سرعت غیرفعال می‌شوند. اغلب فنول‌ها با مواد ضد عفونی‌کننده غیر یونیزه (کلوئیدی خثی) سازگاری نداشته و نباید با آن‌ها مورد استفاده قرار گیرند ولی، با ترکیبات آمونیک دارای سازگاری بوده و در pH قلیایی به دلیل انحلال بیش‌تر، فعال‌ترند. محلول‌های گرم فنول مؤثرتر بوده و برای ضد عفونی ساختمان و وسایل در صنعت آبی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۵). در سال‌های اخیر ترکیبات سنتتیک فنول مانند: اکلیل فنول‌های ساده، بنزوفنول‌ها و هالوژن‌های فنوله به بازار عرضه شده‌اند که نسبت به فنول طبیعی سمیت کم‌تری داشته و برای پوست کم‌تر محرک می‌باشند، اما نسبت به فنول‌های طبیعی گران‌قیمت بوده و به دلیل این‌که به راحتی غیرفعال می‌شوند، در صنعت کاربرد کم‌تری دارند (۲).

الکل‌ها: الکل‌ها (به طور معمول اتانول و ایزو پروپانول)، اثرات ضد میکروبی نسبتاً وسیعی دارند اما به دلیل تبخیر سریع، مدت اثر آن‌ها بسیار کوتاه است. الکل

جدول ۱- میزان کشندگی اوزن در برخی از میکروارگانیسم‌ها.

Table 1. Occurrence of ozone in some microorganisms.

پاتوژن Pathogen	مدت زمان (دقیقه) Time (min)	دوز (میلی‌گرم در لیتر) Dose (mg / L)	درصد کشندگی Percentage of fecundity
<i>Aeromonas liquetaciens</i>	1.2-5	0.1	99.99
<i>Aeromonas salmonicida</i>	1.2-5	0.1	99.99
<i>fluorescens Pseudomonas</i>	1.2-5	0.1	99.99
<i>Vibrio anguillarum</i>	3	0.15-0.2	99.99
<i>Yersinia ruckeri</i>	3	0.1	100
<i>Infectious hematopoietic necrosis virus</i>	0.5	0.01	100
<i>Infectious hematopoietic necrosis virus</i>	1	0.1-0.2	99.99

یک نانومتر یک میلیارد برابر کوچک‌تر از یک متر است. این اندازه ۸۰۰۰۰۰ برابر کوچک‌تر از قطر یک تار موی انسان است که برای ضدعفونی آکواریوم و تجهیزات آکواریومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان مصرف این ماده برای هر لیتر آب ۴۰ ppm می‌باشد. استفاده از خواص میکروبی نقره در ابعاد نانو، به علت افزایش سطح مقطع و افزایش برخوردهای مؤثر با سلول‌های هدف، امکان یک ضدعفونی مؤثر را فراهم می‌کند. نقره از طریق ممانعت از متابولیسم سلولی جلوی تنفس و رشد و تکثیر عوامل بیماری‌زا را می‌گیرد. استفاده از فیلترهای آکواریومی حاوی مستریج پلیمری، الیاف و کربن اکتیو حاوی نانونقره، ضمن تصفیه میکروبی آب آکواریوم، از تجمع میکروارگانیسم‌ها و بیوفیلم‌ها روی سطح داخلی شیشه آکواریوم جلوگیری می‌نماید. همچنین از نانونقره در فیلترهای شنی جهت ضدعفونی آب ورودی به کارگاه‌های تکثیر از جمله کارگاه تکثیر میگو استفاده می‌شود (۴).

نانوسید: این محلول که از کلوئید نانونقره و با پیشرفته‌ترین فناوری روز تهیه شده است، محلولی ضد میکروبی (ضدباکتری، قارچ و ویروس) با قدرت ضدعفونی‌کنندگی بسیار بالا و در عین حال کاملاً ایمن و بی‌خطر برای انسان، دام، طیور و آبزیان می‌باشد.

عوامل تأثیرگذار بر قدرت ضدعفونی اوزن شامل: غلظت مواد آلی حل شده (برای ضدعفونی آبی که بار آلی زیادی دارد باید مقدار مصرف اوزن آن بالا باشد. زیرا اوزن با مواد آلی ترکیب شده و در نتیجه باعث اکسید آن‌ها می‌شود بنابراین، مواد آلی نیز به نوبه خود مصرف‌کننده اوزن هستند)، ذرات معلق آب (وقتی ذرات معلق آب بالا باشد اوزن ترجیحاً با کربن آلی این دسته از مواد ترکیب می‌شود و میزان مصرف اوزن بالا می‌رود)، نوع و غلظت یون‌های غیرآلی (اوزن با یون‌های کلرید و برمید ترکیب شده و تشکیل مواد سمی هیپوکلریت و هیپوبرمیت می‌دهد)، pH (با افزایش pH تجزیه اوزن به شدت افزایش می‌یابد ولی، ظرفیت اکسیدکنندگی آن زیاد خواهد شد و در نهایت دما (افزایش دما قدرت کشندگی اوزن را افزایش می‌دهد) می‌باشد (۱۹).

نانونقره: نانونقره آنتی‌بیوتیک و پیشگیری‌کننده‌ای طبیعی است که عوارض جانبی ندارد. نقره به صورت کاتالیزور عمل کرده و با از کار انداختن آنزیم (کاتالاز اکسیژناز) خاصی که توسط تمامی انواع باکتری‌ها و قارچ‌ها و ویروس‌ها جهت متابولیسم اکسیژن استفاده می‌شود آن‌ها را از بین می‌برند. این عنصر تأثیری بر آنزیم‌ها و وضعیت شیمیایی بدن انسان ندارد (۲۸).

تحت تابش نور آفتاب قرار می‌گیرد، متوقف می‌گردد. پژوهش‌های بعدی نشان داد که عامل این پدیده طیف غیرقابل رویت اشعه خورشید با طول موج ۲۵۴ نانومتر است. در پی این کشف، امکان طراحی و ساخت دستگاه‌های مولد اشعه باکتری‌کش میسر گردید. امروزه این نوع اشعه که باعث جلوگیری از فعالیت باکتری‌ها می‌گردد، به‌عنوان اشعه فرابنفش شناخته شده است (۴). پرتو فرابنفش (Ultraviolet) یا به اختصار UV دامنه موجی است که در گستره امواج الکترومغناطیسی قرار دارد و استفاده از آن برای ضدعفونی آب‌رو به افزایش است. هم‌چنین به‌عنوان یک ضدعفونی‌کننده قوی برای ضدعفونی سطوح قابل استفاده می‌باشد که بدین ترتیب، ضدعفونی بدون استفاده از مواد شیمیایی و با به‌کارگیری حرارت‌های بالاتر میسر شد و ضدعفونی در مواردی که قبلاً مشکل و یا غیرممکن بود، امکان‌پذیر گردید (۵). نورفرابنفش مواد مولکولی ضروری برای عامل سلولی را تغییر می‌دهد و چون قدرت نفوذ در دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها را دارد، با اجزاء پورین و پیریمیدین DNA واکنش داده و باعث تخریب آن می‌شود. اگر انرژی فرابنفش به مقدار کافی به میکروارگانیسم‌ها تابیده شود، این اشعه قادر است آب را به اندازه‌ای که نیاز است، ضدعفونی کند. اولین بار در سال ۱۹۱۶ در کشور آمریکا از نور فرابنفش (UV) برای ضدعفونی کردن آب آشامیدنی استفاده کردند (۱۳). دوز نرمال در آبی‌پروری بین ۱۰۰۰۰۰ تا $200000 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \times \text{sec}$ می‌باشد. موثرترین طول موج برای ضدعفونی در آبی‌پروری ۲۷۰-۲۵۰ نانومتر می‌باشد. نور فرابنفش ایجاد شده توسط لامپ جیوه‌ای دارای طول موج سبز ۲۵۳/۷ نانومتر برای ضدعفونی آب نگه‌داری و پرورش ماهی بیش‌ترین راندمان را دارد (۱۸). بر خلاف اغلب ضدعفونی‌کننده‌ها، تشعشع اشعه فرابنفش، میکروارگانیسم‌ها را به‌وسیله اثر متقابل شیمیایی

نانوسید با طیف اثر گسترده و تأثیرگذاری روی انواع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا بسیار مطلوب بوده و دارای خاصیت سازگاری بالا با محیط زیست می‌باشد. هم‌چنین نداشتن هیچ‌گونه اثر سرطان‌زایی، تراتوژنی و حساسیت‌زایی روی پوست، چشم، سیستم تنفسی و غیره از دیگر مزایای این ماده به حساب می‌آید. نانوسید به‌عنوان یک ماده ضدعفونی‌کننده غیرشیمیایی، فاقد بخارات سمی بوده و این قابلیت را دارد که به‌نحو بسیار مؤثری در ضدعفونی سالن و استخرهای دام و طیور و آبزیان استفاده گردد. از دیگر مزایای استفاده از نانوسید می‌توان به سهولت مصرف و کارایی در pH های مختلف اشاره نمود. هم‌چنین فاقد اثرات جانبی بوده و در میکروبی‌کشی بسیار مؤثر است. با مواد طبیعی و تکنولوژی جدید تولید می‌شود و در استفاده‌های طولانی‌مدت آن، باعث ایجاد مقاومت در باکتری نمی‌شود، به‌علاوه این ماده در زمینه‌های مرتبط با انسان، دام، طیور و آبزیان کاربرد بسیار زیادی دارد و باعث خوردگی روی سطوح فلزات و تجهیزات نمی‌شود. میزان مصرف نانوسید ۰/۵ تا ۱ لیتر برای هر ۳۰۰-۵۰ مترمکعب آب می‌باشد. این ماده دارای فعالیت کاتالستی جهت از بین بردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا بوده و طیف وسیعی از باکتری، ویروس و قارچ‌های بیماری‌زا و بیوفیلم، میکروب‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک و مواد ضدعفونی‌کننده شیمیایی را از بین می‌برد. این ترکیب تنها ضدعفونی‌کننده غیرشیمیایی بر پایه فن‌آوری نانو می‌باشد که دارای مجوز ساخت از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و مجوز پخش سازمان دامپزشکی کشور است (۵).

نور فرابنفش: انسان از قرن‌ها پیش اعتقاد داشت که نور خورشید می‌تواند از اشعه عفونت‌ها جلوگیری کند. در سال ۱۸۷۷ دو محقق انگلیسی به نام‌های دائز و بلونت دریافتند که تکثیر میکروارگانیسم‌ها زمانی‌که

غیرفعال نمی‌کند بلکه، آن‌ها را به وسیله جذب نور به وسیله خودشان غیرفعال می‌نماید که باعث واکنش فتوشیمیایی می‌شود.

کرزول: کرزول (کرسلیک اسید) مایع بدون رنگ بوده که در معرض نور و هوا به رنگ صورتی، زرد و در نهایت قهوه‌ای تیره تغییر رنگ می‌دهد. کرزول بویی همانند فنول دارد و تا حدود ۲ درصد در آب حل می‌شود. حلالیت این ماده در آب گرم بهتر بوده و اغلب روی باکتری‌ها به خصوص باکتری اسیددوست و اغلب قارچ‌ها مؤثر است. تأثیر کرزول روی ویروس‌ها کم بوده و بر اسپور باکتری‌ها و قارچ‌ها مؤثر نیستند. این ترکیب در حضور مواد آلی نسبت به سایر ضدعفونی‌کننده‌ها بهتر عمل کرده و با ترکیبات آنیونیک سازگاری دارد ولی، در حضور ترکیبات غیریونیزه از میزان اثر آن‌ها کم شده و در pH اسیدی بهتر عمل می‌کند. برای افزایش حلالیت محلول کرزول صابونی شده (لیزول ترکیبی از ۵۰ درصد کرزول با ۳۵ درصد صابون رقیق شده در هیدروکلراید)، تهیه می‌گردد که با غلظت ۲ درصد به کار برده می‌شود. برخی از ترکیبات کرزول به عنوان پاک‌کننده نیز استفاده می‌شود (۵).

گوگرد (دی‌اکسید سولفور): در اثر سوختن گوگرد، دی‌اکسید سولفور به صورت گاز، آزاد می‌شود که به عنوان یک ماده ضدعفونی‌کننده علیه باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها، حشرات و جانوران موذی استفاده می‌شود (۴۲).

بحث و نتیجه‌گیری

بسیاری از میکروارگانیسم‌ها در صورت عدم استفاده از روش‌های مؤثر و مناسب جهت ضدعفونی و پاک‌سازی محیط و یا به علت وجود مواد آلی مانند: جلبک‌ها، بقایای مواد غذایی و مدفوع ماهیان قادرند با به‌کارگیری روش‌های طبیعی مانند تولید هاگ به بقا

خود ادامه دهند. بعضی از این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند تا چندین ماه حدت و قدرت بیماری‌زایی خود را حفظ نمایند. باکتری‌ها جهت حفظ تعادل اکولوژیک خود اقدام به تشکیل لایه‌های میکروبی می‌نمایند و با استقرار در کف و دیواره خود را از شرایط سخت خارجی مانند اشعه فرابنفش، عوامل شیمیایی و غیره حفظ می‌نمایند (۵). از بین تمامی مواد ضدعفونی‌کننده آب اکسیژنه به دلیل این‌که دارای حداقل تأثیرات سوء بر روی ماهی و محیط زیست است، بیش‌تر از سایرین توصیه می‌شود. زیرا در محیط آبی به مولکول آب و اکسیژن تجزیه می‌شود (۷ و ۲۳). همچنین میرواتی و همکاران (۲۰۰۵)، طی پژوهش‌هایی پس از مقایسه اثر دو ماده ضدعفونی‌کننده مالاشیت سبز و آب اکسیژنه با یکدیگر به این نتیجه رسیدند که پراکسید هیدروژن به‌طور مؤثرتری رشد قارچ‌ها را در محیط کشت کنترل نمود. با توجه به ممنوعیت استفاده از مالاشیت سبز در سال‌های اخیر آب اکسیژنه جایگزین مناسبی در این راستا می‌باشد (۲۲). کاسای و همکاران (۲۰۰۲)، با بررسی سه ماده ضدعفونی‌کننده نور فرابنفش، اوزن و نمک طعام به این نتیجه رسیدند که نمک طعام نسبت به دو ماده دیگر اثر ضدعفونی‌کننده و باکتری‌کشی آب آکواریوم اثر بیش‌تری دارد (۳۱). علی‌رغم مفید بودن برخی از مواد ضدعفونی‌کننده، مواد دیگری نیز وجود دارند که مضر می‌باشند که از جمله آن‌ها می‌توان به پراستیک اسید و فرمالین اشاره نمود. در این راستا بعضی از مؤسسه‌های تحقیقاتی ثابت کردند که استنشاق گاز فرمالدئید در انسان ممکن است خطر سرطان‌زایی داشته باشد (۵). همچنین پراستیک اسید دارای اثرات خورنده شدید بر روی فلزات داشته و به دلیل ناپایداری پس از رقیق شدن و احتمال سرطان‌زایی، استفاده از آن را با محدودیت مواجه می‌سازد. همچنین در صورت استفاده با تغییر در طعم و بوی آب بر میزان

نمی‌شود. به‌علاوه، این اشعه به پوست و چشم انسان آسیب می‌رساند عوامل شیمیایی شامل موادی است که برای ضدعفونی از آن‌ها استفاده می‌گردد. از جمله این مواد می‌توان به نمک کلرید سدیم، پرمنگنات پتاسیم، رنگ‌ها (مالاشیت سبز، متیلن آبی و غیره)، هالوژن‌ها، آلدئیدها و غیره اشاره نمود. اصولاً این مواد هنگامی بهترین اثر خود را خواهند داشت که کاملاً در تماس با میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا قرار بگیرند. استفاده از برخی از این مواد به دلیل اثرات سوء جانبی با محدودیت‌هایی مواجه است. مانند استفاده بیش از حد از فرمالین به دلیل اثرات سرطان‌زایی آن، توصیه نمی‌گردد.

رهیافت ترویجی

میکروب‌کش هر گونه زیست‌کشی است که عفونت‌های میکروبی شامل: عفونت‌های ویروسی و باکتریایی را از بین می‌برد. زیست‌کش یک ماده شیمیایی یا میکروارگانسیم است که می‌تواند هر گونه ارگانسیم مضر را با استفاده از روش‌های شیمیایی یا بیولوژیکی از بین برده، خنثی یا کنترل‌کند قبل از وارد کردن ماهی به تانک مواد ضدعفونی مانند: مالاشیت سبز، متیلن آبی و یا سایر مواد ضدعفونی‌کننده را بسته به گونه ماهی، سن آن و حجم آب موجود داخل آکواریوم باید در آب آکواریوم ریخته و یه خوبی هوادهی شود. ولی با توجه به ممنوعیت استفاده از بعضی از این مواد ضدعفونی‌کننده هم‌چون مالاشیت سبز و پراستیک اسید بهتر است از سایر موادی که دارای کم‌ترین خطر زیست‌محیطی می‌باشد؛ استفاده نمود. یکی از این مواد پراکسید هیدروژن یا همان آب اکسیژنه می‌باشد که به‌عنوان ماده شیمیایی جدید کنترل آلودگی‌های قارچی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت.

آب دریافتی توسط حیوانات اثر سوء می‌گذارد (۳۵). عوامل ضدعفونی‌کننده در پرورش ماهیان به سه دسته مکانیکی، طبیعی و شیمیایی تقسیم می‌شود.

اثر عوامل مکانیکی بیشتر تسهیل در کار سایر مواد ضدعفونی‌کننده می‌باشد و عبارت است از جاروب نمودن، برس کشیدن، پاک کردن و زدودن همه جلبک‌ها و مواد باقی‌مانده در کف و دیواره‌ها با استفاده از آب تحت فشار. در این روش میکروب‌ها به‌طور کامل از بین نخواهند رفت. بنابراین، به‌کار بردن مواد ضدعفونی‌کننده بعد از انجام حذف مکانیکی برای پیشگیری از عفونت کاملاً ضروری است. به‌علاوه، در طبیعت عواملی وجود دارند که در از بین بردن میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا دارای نقش به‌سزایی می‌باشند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به نور خورشید اشاره نمود. در صورتی‌که نور خورشید با شدت و میزان کافی بتابد، عمل ضدعفونی به‌طور مؤثری انجام خواهد شد. خاصیت ضدعفونی‌کنندگی نور خورشید به واسطه داشتن اشعه فرابنفش است. نور خورشید به‌دلیل عدم عبور پرتو فرابنفش از شیشه معمولی، برای ضدعفونی آکواریوم‌ها استفاده نمی‌شود و کاربرد این روش بیشتر برای ضدعفونی استخرهای پرورش ماهیان می‌باشد. برای بهره‌وری از اشعه فرابنفش موجود در نور خورشید در صنعت ماهیان زینتی به‌عنوان ضدعفونی‌کننده محیط آکواریوم‌ها از لامپ‌های تبخیر جیوه‌ای استفاده می‌شود. با توجه به این‌که این اشعه قدرت نفوذ در بسیاری از مواد و هم‌چنین اعماق را ندارد، تنها برای ضدعفونی سطوح به‌کار می‌رود ولی، علی‌رغم عمق کم اکثر آکواریوم‌ها که می‌تواند بیانگر این امر باشد که این اشعه به‌عنوان ضدعفونی‌کننده‌ای مناسب در این زمینه به‌کار برده شود، محدودیت‌هایی که در لامپ‌های تولیدکننده این اشعه وجود دارد و هم‌چنین تعویض دائمی آن که در نهایت هزینه‌های سرسام‌آوری را در پی دارد، عملاً زیاد استفاده

منابع

1. Abdul, K., Mydeen, K.P., and Haniffa, M.A. 2011. Evaluation of antibacterial activity of medicinal plants on fish Pathogen. J. Biol. Res. 1: 1-5. (In Persian)
2. Agiboye, O.O., and Yakaba, A.F. 2009. Some aspects of biology and aquaculture potentials of *Tilapia guineensis* (dumerii) in Nigeria. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 9: 152.
3. Alderman, A., Zhen, Y.D., Xia, L., Giu, T., Liang, Y., and Jian, Y. 2009. Effect of dietary energy to protein ratios on growth performance and feed efficiency of juvenile Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). Open Fish Sci. J. 2: 25-31.
4. Amani, M. 2014. Choose an ideal disinfectant (mission impossible). Web site analytic news. strategic research center of veterinary medicine. Hakim mehr, last final: 22 September 2017. (In Persian)
5. Amirbake, A. 2013. Use disinfectant proliferation and aquaculture. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 72p. (In Persian)
6. Axelrod, H.R., and Untegasser, D. 1989. Handbook of Fish Disease. Neptune, NJ:TFH publications, 15p.
7. Barnes, M.E., Wing, D.E., Cordes, T.T., and Yong, G.L. 1998. Observation on hydrogen peroxide control of saprolegnia spp. during rain bow trout egg. Incubation, The Progressive Fish Culture, 59: 67-70.
8. Bishop, Y.E. 2001. The Veterinary Formulary. 5th ed. London Pharmaceutical Press, 692p.
9. Carpenter, J.W., Mashima, T.Y., and Rupiper, D.J. 2001. Exotic Animal Formulary. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 423p.
10. Chegini, H.R. 2014. Water disinfection systems in fish. Trip Advisor Aquaculture website (www.irantrout.com)
11. Davis. H.S. 1922. A new bacterial disease of freshwater fishes. U.S. Bureau Fish. Bulletin, 38: 924-261.
12. Duncan, T.O. 1974. A review of literature on the use of potassium permanganate (KMnO), in fisheries. U.S. Fish and Wildlife Service, Report FWS-LR-74-A, 59p.
13. Entezami, M. 2014. The use of ultraviolet light to disinfect water. <http://vista.ir/article/278840>. 10p.
14. Fathollahi, R., Khara, H., Shenavar Masule, A.R., Halagian, A., and Moshtaghi, B. 2010. Lethal concentration of sodium chloride and its effects on tissue gills of *Acipenser persicus*. J. Environ. 4: 65-72.
15. Ferguson, H.W. 1989. Systemic Pathology of Fish. Iowa State Press. Ames, USA. 53p.
16. Forum website today. Disinfecting Virkon S (wowprogressdamdaro). Damdaro, 2016. 8.17.
17. Ghadimkhani, R., and Seght Foruush, L.A. 2009. Laboratory of Inorganic Chemistry. Press Payamenoor. 119p.
18. Gehr, R., Wagner, M., Veerasubramanian, P., and Payment, P. 2003. Disinfection efficiency of per acetic acid, UV and ozone after enhanced primary treatment of municipal wastewater. Water Research, 37: 4573-4586.
19. Hebert, N., Gagne, F., Cejka, P., Bouchard, B., Hausler, R., Cyr, D.G., Blaise, C., and Fournier, M. 2008. Effects of ozone, ultraviolet and per acetic acid disinfection of a primary-treated municipal effluent on the Immune system of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology, Part C, 148: 122-127.
20. Jorquera, M.A., Valencia, J., Eguchi, M., Katayose, M., and Riquelme, C. 2002. Disinfection of seawater for hatchery aquaculture systems using electrolytic water treatment. Aquaculture, 207: 213-224.
21. Juyande, F., Sadeghpour, A., Khara, H., and Pazhand, Z. 2013. Effects of potassium permanganate on microbial load and histology of the skin and gills of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). 242: 1. 7. 49-66.
22. Kasai, H., Yoshimizu, M., and Ezura, Y. 2002. Disinfection of water for aquaculture. Fisheries Science, 68: 1. 821-824.

23. Kitancharoen, N., Yamato, A., and Hatia, K. 1998. Effect of sodium chloride hydrogen peroxide and malachite green on fungal infection in rain bow trout eggs. *Bio Control Science*, 3: 2. 113-115.
24. Kramer, A., Galabov, A.S., Sattar, S.A., Dohner, L., Pivert, A., Payan, C., Wolff, M.H., Yilmaz, A., and Steinmann, J. 2005. Virucidal activity of a new hand disinfectant with reduced ethanol content: comparison with other alcohol-based formulations. *J. Hospital Inf.* 62: 98-106.
25. Klinger, R.E., and Floyed, R.F. 1996. Fungal disease of fish. Fact sheet VM 97, FAIRS, Florida, 6p.
26. Lay, B.A. 1971. Applications for potassium permanganate in fish culture. *Transactions of the American Fisheries Society*, 100: 813-815.
27. Lymbery, A.J., Doupe, R.G., Bennett, T., and Starcevich, M.R. 2005. Efficacy of a subsurface-flow wetland using the estuarine sedge *Juncus kraussii* to treat effluent from inland saline aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 34: 1-7.
28. Madhura, S., Amandloi, A.K., Pandey, G., and Shrivastav, A.B. 2012. Transgenic fish model in environmental toxicology. *Inter. Res. J. Pharm.* 3: 5. 37-40.
29. Makinen, T., Lindgren, S., and Eskilinen, P. 1988. Sieving as an effluent treatment method for land-based fish-farming *Aquacultural Engineering, J. Water Res.* 7: 367-377.
30. Modami, Sh. 2009. Web site: Health Aquarium. 231p. (www.onlypet.ir).
31. Mirvaseghi, A.R., Azaritakami, Gh., and Jafarpour, S.A. 2005. Effects comparison of hydrogen peroxide and malachite green in the prevention and treatment of fungal infection in rainbow trout. *Iran. J. Natur. Resour.* 58: 4. 853-859. (In Persian)
32. Nanocid technology news website in aquaculture (EOTY), 22.8.2017.
33. Schnick, R.A., Meyer, F.P., and Gray, D.L. 1989. A guide to approved chemicals in fish production and fishery resource management. U.S. Fish and Wildlife Service, National Fishery Research Laboratory, La Crosse, Wisconsin and the University of Arkansas Cooperative Extension Service, Little Rock, Pp: 1057-1876.
34. Schreier, T.M., Rach, J.J., and Howe, G.E. 1995. Efficacy of formalin, hydrogen peroxide and sodium chloride on fungal-infected rainbow trout eggs. *Aquaculture*, 140: 323-333.
35. Smail, D.A., Grant, R., Simpson, D., Bain, N., and Hastings, T.S. 2004. Disinfectants against cultured Infectious Salmon anemia (ISA) virus: the virucidal effect of three iodophors, chloramine T, chlorine dioxide and peracetic acid/hydrogen peroxide/acetic acid mixture. *Aquaculture*, 240: 3-29.
36. Stoskopf, M.K. 1993. *Fish Medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 882p.
37. Swann, L., and Fitzgerald, S. 1993. Use and application of salt in aquaculture. http://mextension.missouri.edu/explore/is_cpubs/mxo393.htm.
38. Straus, D.L., and Griffin, B.R. 2002. Efficacy of potassium permanganate in treating ichthyophthiriasis in channel catfish. *J. Aqua. Anim. Health.* 14: 145-148.
39. Thomas-Jinu, S., and Goodwin, A.E. 2004. Acute columnaris infection in channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque): efficacy of practical treatments for warm water aquaculture ponds. *J. Fish Dis.* 27: 8-23.
40. Tian, L., Liu, Y., Hung, S., Deng, D., Yang, H., Niu, J., and Liang, G. 2010. Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Amer. J. Agric. Biol. Sci.* 5: 135-142.
41. Tucker, C.S. 1987. Acute toxicity of potassium permanganate to channel catfish fingerlings. *Aquaculture*, 60: 93-98.
42. Wang, H., Hu, Ch., Hu, Xu., Yang, M., and Qu, J. 2012. Effects of disinfectant and biofilm on the corrosion of cast iron pipes in a reclaimed water distribution system. *Water research*, 4: 6. 1070-1078.
43. Willoughby, F., Takeuchi, T., Watanabe, K., Yong, W., and Watanabe, T. 1991. Essential fatty acids of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Nippon sulsan gakkaiishi*, 57: 467-473.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 6 (1), 2017
<http://ejang.gau.ac.ir>

The role of disinfectants in ornamental fish culture

***M. Sudagar¹, H. Zakariaee² and A. Amirbaik³**

¹Associate Prof. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Ph.D. Student of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³M.Sc. Graduate of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 07/24/2015; Accepted: 10/05/2015

Abstract

Background and Objectives: Disinfectant includes a set of operations aimed to killing environmental microorganisms and all pathogenic factors. Disinfectants should reduce the bacteria, virus, fungi and environmental parasites to the extent that their unpleasant effect on the fish health be minimized. Disinfectants generally affect in a short time (Within a few minutes) and kill bacteria and even, in some cases, virus, fungi and parasites too.

Materials and Methods: Some disinfectants are Potassium permanganate, Phenols, Malachite green, Methylene blue, Surfactants, Sodium chloride, Aldehyde, Crosol, Ozone, Sulfur, Hydrogen Peroxide, Alkalis, Heavy metals, Alcohol, Peraceticacide, Electrolysis of water, Nano silver, Nanocide and Ultraviolet. The special disinfectants applied to animal and human body surfaces are known as antiseptics. Disinfectants usually take effect in one of the following forms: dehydration and drying of microorganisms such as heat, creation of a thick layer on the surface of microorganisms, killing layer on the surface of microorganisms, having effect on the permeability of cell membranes with surfactant properties.

Results: The results showed the effect of destroying the internal proteins, especially enzymes and changing physical conditions on microorganisms. Nowadays, in addition to the infectious diseases, remainders of agricultural toxics, veterinary drugs, organic and inorganic material in fishery production have been a challenge and it is necessary that fishery production both economically and hygienically should be examined. Sterilization and disinfection in fishery not only is necessary for prevention of health problems, but also raise the level of productivity and product quality.

Keywords: Disinfectants, Culture, Ornamental fish

* Corresponding author: sudagar_m@yahoo.com