معرفی قلیائیت و سختی به عنوان شاخص‌های موثر بر کیفیت آب

کیومرث روحانی‌قادیکلایی[1*]، حجت ا... فروغی‌فرد[1]، عیسی عبدالعلیان[1]، مریم معزی[1]، محمدرضا زاهدی[1]

۱-پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

* roohani2001ir@yahoo.com

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

چکیده

واژه‌های قلیائیت (alkalinity) و سختی (hardness) اغلب به صورت معادل هم وقتی صحبت از کیفیت آب به میان می‌آید به کار می‌روند، چراکه منشاء بیشتر سختی و قلیائیت آب از سنگ‌های آهکی یا دولومیت در طبیعت می‌باشد. هنگام عبور آب از خلال سنگ‌های حاوی آهک (کربنات کلسیم) و دولومیت (کربنات کلسیم و منیزیم) بر روی سطح زمین مواد معدنی را با خود حمل می‌نماید. هنگامی که سنگ آهک و دولومیت در آب حل شوند، نیمی از مولکول آن کلسیم یا منیزیم بوده که سختی آب را ایجاد نموده و نیمی دیگر شامل کربنات‌ها بوده که قلیائیت آب را به وجود می‌آورد، از اینرو در بیشتر مواقع میزان آنها برابر می‌باشد. بنابراین اندازه‌گیری‌های مجزایی داشته و اهمیت متفاوتی نیز در آکواریوم‌ها دارا می‌باشند. قلیائیت و سختی آب به همراه شوری و مواد جامد معلق در آن به عنوان ویژگی‌هایی که برای ارزیابی پارامترهای کیفی آب در نظر گرفته می‌شوند. اگرچه پرورش‌دهندگان غالباً غلظت‌های این دو متغیر و مدیریت استخرها را برای حفظ قلیائیت و سختی در دامنه قابل قبول در آب اندازه می‌گیرند ولی درک روشنی از آنچه آنها اندازه‌گیری و مدیریت می‌کنند وجود ندارد. این مسئله بدین خاطر است که قلیائیت و سختی آب مواد حل شده در آب نمی‌باشد بلکه آنها شاخص گروه‌های مختلفی بوده که بر کیفیت آب و بالطبع گونه پرورشی تاثیر می‌گذارند. از این رو هدف از این مقاله شرح منابع، اندازه‌گیری و اهمیت قلیائیت و سختی آب پرورش آبزیان از جمله آبزیان زینتی می‌باشد.

کلمات کلیدی: قلیائیت، سختی، کیفیت آب، پرورش.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]

مقدمه

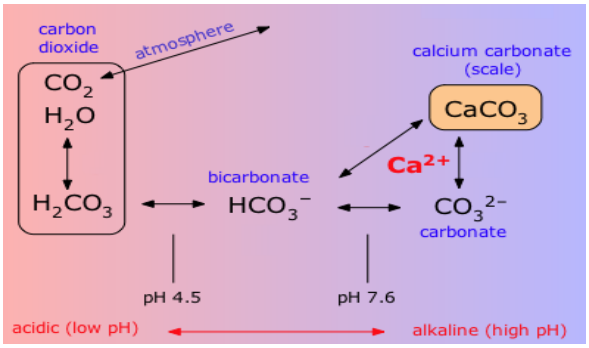
قلیائیت (Alkalnity): وجود یون‌های کربنات در آب قلیائیت نام دارد. یون‌های کربنات باعث افزایش خاصیت تامپونی آب شده و با تغییرات اسیدیته آب که معمولا در طول شبانه روز اتفاق می‌افتد مقابله می‌کند. میزان اسیدیته و قلیائیت آب بر اثر دی‌اکسیدکربن حاصل از فرایند تنفس ماهی و دیگر موجودات آبزی دائماً در حال نوسان است. قلیائیت در حقیقت مقادیر کمّی بازهای قابل تیتر شدن در آب می‌باشد (Boyd, 2000). بازها معمولاً با یون هیدروژن H^+ واکنش می‌دهند. بنابراین هر ماده‌ای که با یون هیدروژن H^+ واکنش دهد مرتبط با قلیائیت می‌باشد. در زیر برخی از آنیون‌هایی که معمولاً در آب به طور طبیعی یافت می‌شوند اشاره شده است (Boyd and Tucker, 2014).

ردیف	واکنش	یون
۱	$OH^- + H^+ = H_2O$	هیدروکسید
۲	$CO_3^{2-} + H^+ = HCO_3^-$	کربنات
۳	$HCO_3^- + H^+ = H_2O + CO_2$	بی‌کربنات
۴	$NH_3 + H^+ = NH_4^+$	آمونیوم
۵	$HPO_4^- + H^+ = HPO_4^-$	فسفات
۶	$H_3SiO_4^- + H^+ = H_4SiO_4$	سیلیکات
۷	$H_2BO_3^- + H^+ = H_3BO_3$	بورات

غلظت بی‌کربنات و کربنات‌ها در آب‌های معمولی بسیار بیشتر از آنیون‌هایی که در جدول بالا به آنها اشاره شده است بوده، از اینرو قلیائیت در آبها به طور ابتدایی به واسطه حضور این دو آنیون نتیجه می‌گردد.

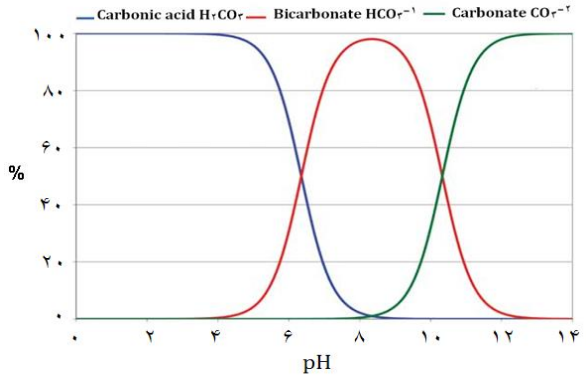
$$CO_{2\,(aq)} + H_2O = H^+ + HCO_3^- \qquad pH = ۶/۳۵$$
$$HCO_3^- = H^+ + CO_3^{2-} \qquad pH = ۱۰/۳۳$$

حضور دی‌اکسیدکربن محلول، بی‌کربنات و کربنات در آب تابعی از pH می‌باشد. شکل ۱ تبدیل دی‌اکسیدکربن، بی‌کربنات و کربنات در شرایط اسیدی و بازی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: چرخه دی‌اکسیدکربن، بی‌کربنات و کربنات در شرایط اسیدی و بازی (با اندکی تغییر برگرفته از لینک http://hardwaterprecipitationfouling.wikispaces.com/Formation+of+Hard+Water+Scale)

شکل ۲ اثرات pH را بر روی میزان نسبی دی‌اکسیدکربن محلول، بی‌کربنات و کربنات در آب نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، هیچ بی‌کربنات قابل اندازه‌گیری در آبی که دارای pH پائین‌تر از ۴/۵ باشد وجود ندارد. به هرحال هنگامی‌که میزان دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد، میزان بی‌کربنات افزایش یافته تا زمانی که بی‌کربنات ۱۰۰٪ کربن غیرآلی محلول را در pH حدود ۸/۳ شامل گردد. در pH های بالاتر از ۸/۳ میزان بی‌کربنات کاهش و کربنات افزایش می‌یابد. بنابراین، آب‌هایی با pH پائین‌تر از ۴/۵ فاقد هرگونه قلیائیت می‌باشند. قلیائیت در آب‌هایی با pH ۴/۵ تا ۸/۳ تقریباً به طور کامل شامل بی‌کربنات می‌باشند. در pHهای بالاتر از ۸/۳ هم بی‌کربنات و هم کربنات‌ها در میزان قلیائیت آب‌ها نقش داشته بدین صورت که با افزایش pH میزان میزان کربنات نیز افزایش می‌یابد. در pH حدود ۱۰/۳۳، میزان بی‌کربنات با کربنات برابر می‌باشد (Boyd and Tucker, 2014).

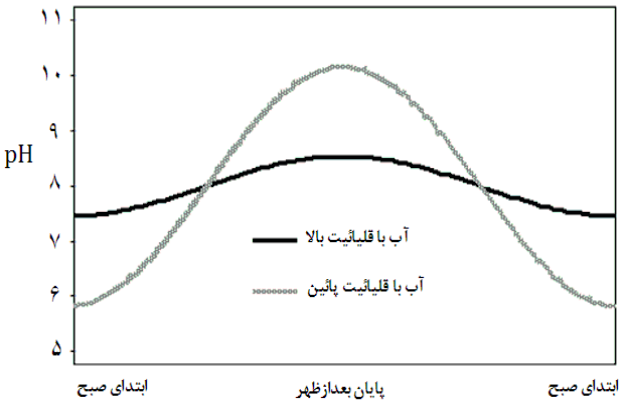


شکل ۲: اثرات pH بر میزان دی‌اکسیدکربن محلول، بی‌کربنات و کربنات در آب (با اندکی تغییر برگرفته از Boyd and Tucker, 2014)

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]

در شیلات و آبزی‌پروری قلیائیت را معمولاً با معیار کربنات کلسیم و میزان آن را بر حسب واحد میلی‌گرم در لیتر (mg/L as $CaCO_3$) نمایش می‌دهند. میزان اسیدی که باید به یک نمونه آب اضافه گردد تا pH آن به ۴/۵ کاهش یابد، به عنوان یک روش کاربردی در تعیین قلیائیت به کار می‌رود. اسید به صورت ابتدائی برای خنثی‌سازی بی‌کربنات و کربنات مصرف شده، اما مقادیر بسیار کمی از دیگر بازها نیز در آب‌ها طبیعی وجود دارند. شکل ۳ تغییرات میزان pH در آب های با قلیائیت بالا و پائین را در طی ۲۴ ساعت نشان می‌دهد.



شکل ۳: تغییرات pH در آب‌های با میزان قلیائیت بالا و پائین در طی ۲۴ ساعت (با اندکی تغییر برگرفته از (Wurts and Durborow, 1992

Boyd and Lichtkoppler (۱۹۷۹)، اظهار نمودند که آب با قلیائیت $mg\ L^{-1}$ ۲۰-۱۵۰ حاوی مقادیر کافی دی‌اکسیدکربن بوده که تولید پلانکتون را برای پرورش ماهی فراهم می‌نماید. به هرحال مقادیر ایده‌آل قلیائیت برای پرورش ماهی $mg\ L^{-1}$ ۵۰-۳۰۰ می‌باشد (Santhosh and Singh, 2007).

سختی (Hardness): سختی آب به طور عمده مربوط به نمک های کلسیم و منیزیم است. سایر فلزات محلول در آب نیز نظیر آهن، مس، روی و سرب نیز در سختی آب تاثیر دارد ولی چون در آب‌های طبیعی نقادیر این فلزات بسیار اندک است لذا در محاسبله سختی منظور نمی‌شود .ولی عموماً درجه سختی بر اساس اندازه‌گیری غلظت کربنات کلسیم $CaCO_3$ است. سختی به عنوان یک شاخص غلظت کاتیون‌های دوظرفیتی در آب می‌باشد. این کاتیون‌ها شامل: کلسیم، منیزیم، استرانسیوم، آهن و منگنز می‌باشند. مقدار استرانسیوم در آب بسیار اندک و میزان دو عنصر آهن و منگنز نیز بسیار ناچیز بوده از این رو در محاسبه سختی آب در نظر گرفته نمی‌شوند. بنابراین سختی آب ناشی از حضور دو عنصر کلسیم و منیزیم در آن می‌باشد. یون‌های دوظرفیتی نیز با استفاده از روش تیتراسیون و با کمک همبندهایی همچون EDTA (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید) صورت می‌گیرد. مقدار EDTA که برای همبند شدن با کاتیون‌های دو ظرفیتی موجود در آب مورد نیاز است برابر با سختی آب در نظر گرفته می‌شود. کاتیون‌های دوظرفیتی در واکنش با صابون رسوب نموده و آب حاوی این کاتیون‌ها از ایجاد کف صابون جلوگیری می‌نمایند. به هرحال واژه آب سخت به ویژگی آن با میزان بالایی از دو عنصر کلسیم و منیزیم مرتبط می‌باشد. واحدهای مختلفی برای اندازه‌گیری سختی آب وجود دارد. در ایالات متحده آمریکا، سختی آب را در بیشتر مواقع همانند قلیائیت با معیار کربنات کلسیم اندازه‌گیری نموده و میزان آن را بر حسب واحد میلی‌گرم در لیتر (mg/L as $CaCO_3$) نمایش می‌دهند (Burton and Pitt, 2002).

بهینه مقدار سختی آب برای پرورش ماهی حداقل ۲۰ppm و در دامنه $mg\ L^{-1}$ ۳۰-۱۸۰ می‌باشد(Santhosh and Singh, 2007). به هرحال مقادیر سختی بالاتر از ۳۰۰ppm و کمتر از ۲۰ppm برای زندگی ماهی کشنده است (Bhatnagar *et al*., 2004).

منابع قلیائیت و سختی آب: سرچشمه قلیائیت و سختی آب معمولاً ناشی از انحلال سنگ آهک می‌باشد. سه شکل از سنگ آهک وجود دارد: کلسیت یا کربنات کلسیم ($CaCO_3$)، دولومیت ($CaCO_3.MgCO_3$) که شامل کربنات کلسیم و منیزیم به اندازه یکسان می باشد و بالاخره آهک معمولی که ترکیبی از کربنات کلسیم و منیزیم که در آن نسبت کلسیم به منیزیم همانند دولومیت ۱:۱ نمی‌باشد.

قلیائیت و سختی آب در سیستم‌های پرورش: در سیستم‌های پرورش آبزیان چه در استخر و چه در اکواریوم، میزان قلیائیت و سختی آب می‌تواند طی روندهای زیر تغییر پیدا نمایند.

۱) هنگامی که عمل فتوسنتز توسط گیاهان آبزی (به عنوان مثال اکوریوم حاوی گیاهان آبزی) انجام می‌گیرد، در اثر مصرف دی‌اکسید کربن، کربنات کلسیم و منیزیم رسوب

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]

نموده و در نتیجه از میزان قلیائیت و سختی آب کاسته می‌شود.

۲) اگر محیط آبی شامل صدف یا نرمتنان باشد، مقادیر زیادی از کلسیم از ستون آب برداشته شده و سختی آب را کاهش می‌دهد. برداشت کلسیم بوسیله دیگر آبزیان بر روی میزان سختی آب تاثیر چندانی ندارد.

۳) قلیائیت و سختی آب ممکن است به صورت خواسته با به کارگیری مواد آهکی، سنگ گچ و دیگر مواد معدنی مکمل و یا ناخواسته بوسیله استفاده از غذا تغیر یابد.

اثرات قلیائیت و سختی بر سیستم‌های آبزی‌پروری:

سیستم بافری آب که خود ناشی از میزان دی‌اکسید کربن، بی‌کربنات وکربنات می‌باشد، تابع تغییرات pH است. قلیائیت بیشتر باعث می‌شود که ظرفیت بافری آب افزایش یابد. با این وجود، هنگامی که قلیائیت افزایش می‌یابد pH محیط نیز بدنبال آن افزایش می‌یابد. به عنوان مثال آبی که میزان قلیائیت آن ۱۰mg/l می‌باشد، دارای pH پیرامونی ۶/۵ تا ۷ به هنگام صبح بوده و به هنگام عصر هنگامی که عمل فتوسنتز توسط فیتوپلانکتون‌ها صورت می‌گیرد میزان pH به ۹/۵ تا ۱۰ می‌رسد. آب با میزان قلیائیت ۱۰۰ mg/l دارای pH پیرامونی ۷/۵ تا ۸ به هنگام صبح ولی به هنگام عصر عمل فتوسنتز توسط فیتوپلانکتون‌ها باعث افزایش pH به بالاتر از ۸/۵ تا ۹ نخواهد گردید. ظرفیت بافری ناشی از قلیائیت، همچنین بستگی به میزان کلسیم موجود در آب دارد. هنگامی که میزان pH به دلیل کاهش میزان دی‌اکسید کربن به ۸/۳ می‌رسد، گیاهان شروع به برداشت دی‌اکسیدکربن از بی‌کربنات نموده که نتیجه آن تولید کربنات می‌باشد. کربنات نیز هیدرولیز شده و در نتیجه باعث افزایش بیشتر pH می‌گردد (Boyd and Tucker, 2014).

$$۲HCO_3^- = CO_2 + CO_3^{2-} + H_2O$$

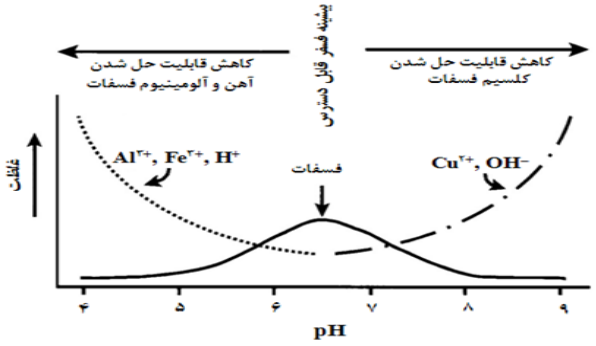
$$CO_3^{2-} + H_2O = HCO_3^- + OH^-$$

افزایش میزان کربنات‌ها (افزایش pH) با رسوب به شکل کربنات کلسیم متعادل می‌گردد.

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$$

کربنات کلسیم به آرامی رسوب نموده و اغلب به هنگام شب که میزان دی اکسیدکربن افزایش می‌یابد دوباره به شکل محلول در می‌آید. در آب‌های طبیعی نرم میزان کلسیم و منیزیم در آن پائین می‌باشد و قلیائیت آنیونی معمولاً با کاتیون‌های سدیم و پتاسیم موازنه (متعادل) می‌گردد. سدیم و پتاسیم نمی‌توانند همانند کاتیون‌های منیزیم و کلسیم کربنات‌ها را رسوب دهند. بنابراین فتوسنتز باعث افزایش خیلی زیاد pH در آب‌های با قلیائیت بالا و سختی پائین می‌گردد. در آب‌هایی که حاوی مقادیر بالایی از کلسیم بوده و میزان pH نیز بالا می‌باشند، فسفات به شکل فسفات کلسیم غیرمحلول رسوب می‌کند.

آب دریا دارای مقادیر بالایی از کلسیم بوده و pH آن نیز بالا می‌باشد، از این رو کودهای فسفردار به مقدار زیاد در آب دریا قابل حل نمی‌باشند. استخرها با بسترهای اسیدی دارای قلیائیت و میزان کلسیم پائین می‌باشند. در چنین استخرهایی فسفر از ستون آب از طریق واکنش با آلومینیوم و آهن موجود در بستر برداشت می‌شود. pH بهینه بستر برای برداشت فسفر حدود ۶/۵ تا ۷ می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴: رابطه تغییرات pH با میزان فسفر قابل دسترس در بستر (با اندکی تغییر برگرفته از Boyd and Tucker, 2014)

یون مس (Cu^{2+}) برای جلبک‌ها به شدت سمّی می‌باشد، از اینرو از آن و ترکیبات مس‌دار در آبزی‌پروری به عنوان جلبک‌کش استفاده می‌گردد (Boyd and Tucker, 1998). قابلیت حل شدن یون مس در آب با افزایش pH کاهش یافته و یا به عبارتی، هنگامیکه میزان pH افزایش یابد مقدار یون در دسترس برای از بین بردن جلبک‌ها در آب کاهش می‌یابد. از این رو هنگامی که میزان قلیائیت در آب افزایش می‌یابد، بایستی بر میزان سولفات مس مورد نیاز برای کنترل شکوفایی جلبکی در آب اضافه گردد.

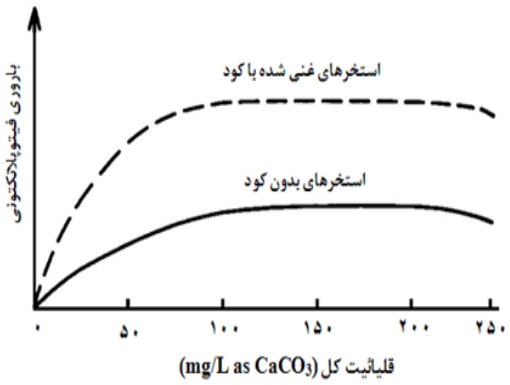
[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]

ذرات خاک رس دارای بار منفی بوده و از این رو همدیگر را پس می‌زنند و منجر به بروز پدیده کدورت و کاهش نفوذ نور برای انجام عمل فتوسنتز می‌گردد. در این بین یون‌های کلسیم و منیزیم با خنثی نمودن بارهای خاک رس و دیگر ذرات باردار از طریق پیوستن ذرات باعث رسوب آنها و کاهش کدورت می‌گردند (Boyd and Tucker, 1998). به همین دلیل آب های سخت زلال‌تر از آب‌های دیگر می‌باشند.

میزان قلیائیت و سختی آب به طور روشنی بر روی میزان تولیدات فیتوپلانکتونی در آب‌های طبیعی و کنترل شده از طریق تغییر پارامترهای کیفی آب اثر دارد. در آب‌های شیرین غیرآلوده، تولیدات فیتوپلانکتونی در قلیائیت ۱۵۰ mg/l به حداکثر میزان خود می‌رسد. البته تولید بالای فیتوپلانکتونی علاوه بر میزان قلیائیت کافی به موادی همچون نیتروژن، فسفر و مواد مغذی دیگر نیاز دارد. این حقیقت که اگر استخرهای پرورش ماهی ورزشی (sport fish) با میزان قلیائیت پائین (۲۵-۵۰mg/l) و حاوی مواد مغذی فراوان، سبب افزایش تولیدات فیتوپلانکتونی می گردند، می‌تواند گواه این مسئله باشد (Arce and Boyd, 1980). باید توجه داشت که باروری آب‌های غیرآلوده طبیعی نسبت به آب‌های سیستم‌های پرورش آبزیان به مراتب کمتر می‌باشد.

تولیدات فیتوپلانکتونی در آب هایی با میزان قلیائیت بالای ۱۵۰-۲۰۰mg/l کاهش می‌یابد. چراکه با افزایش قلیائیت میزان سختی نیز افزایش پیدا می‌کند. افزایش سختی نیز با افزایش میزان کلسیم همراه بوده که خود میزان حلالیت فسفر در آب را کاهش داده و به دنبال آن باروری نیز کاهش خواهد یافت. به هرحال به نظر می‌رسد بهینه تولیدات فیتوپلانکتونی در آب‌هایی با میزان قلیائیت ۵۰ mg/l به دست آید. البته در استخرهای پرورش صدف کمینه میزان قلیائیت مورد قبول ۷۵-۱۰۰mg/l می‌باشد (Boyd and Tucker, 1998). البته میزان سختی آب در متعادل ساختن pH ضروری و همچنین کلسیم و منیزیم نیز موادی هستند که گیاهان و جانوران برای رشد به آنها نیاز دارند. بنابراین در آب‌های پرورش آبزیان میزان سختی آب نباید کمتر از میزان قلیائیت باشد. البته اگر میزان سختی بیشتر از قلیائیت باشد مشکل جدی برای سیستم‌های پرورش آبزیان ایجاد نخواهد نمود (شکل ۵).



شکل ۵: رابطه تغییرات قلیائیت با میزان باروری فیتوپلانکتونی در استخرهای غنی شده با کود و طبیعی (با اندکی تغییر برگرفته از (Boyd and Tucker, 2014

مدیریت قلیائیت و سختی آب: مواد آهکی برای افزایش میزان قلیائیت و سختی آب به کار می‌روند. کلسیم سولفات ممکن است در جایی که میزان قلیائیت کافی بوده و افزایش سختی مدنظر باشد به کار برود. در سیستم‌های پرورش متراکم آبزیان گاهی اوقات بی‌کربنات سدیم برای جبران قلیائیتی که در اثر اسید تولید شده طی فرآیند نیتریفیکاسیون بکار گرفته شود. در این چنین سیستم‌هایی به کارگیری موادی که تنها قلیائیت را افزایش دهند مورد قبول بوده چراکه خنثی‌سازی بی‌کربنات طی فرآیند نیتریفیکاسیون بر روی سختی آب اثری ندارد. به هرحال بندرت کاهش میزان قلیائیت و سختی آب استخرها و مزارع پرورش ماهی در قفس امکان‌پذیر است. آلوم (آلومینیوم سولفات) ممکن است در استخرهایی با pH بالا و غلظت آمونیاک بالا برای کاهش pH و کاهش پتانسیل اثرات سمّی آمونیاک غیریونیزه به کار گرفته شود. یک میلی‌گرم در لیتر از آلوم قادر است تا میزان قلیائیت را به اندازه ۰/۵ mg/l کاهش دهد. به هرحال، کاهش میزان قلیائیت در کارگاه‌های تکثیر و واحدهای پرورش متراکم امکان‌پذیر می‌باشد (Boyd and Tucker, 2014). در این صورت، کاهش میزان قلیائیت می‌تواند با استفاده از افزودن اسیدهای قوی نظیر اسید سولفوریک و یا هیدروکلریک صورت گیرد.

محاسبه میزان حجم اسید سولفوریک مورد نیاز برای کاهش میزان قلیائیت: مثال: در یک تانک کارگاه تکثیر به ظرفیت ۵۰۰۰ لیتر آب با میزان قلیائیت ۲۰۰ mg/l، چه میزان

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]

اسید سولفوریک صنعتی (۳۵ نرمال) مورد نیاز است تا قلیائیت را به ۱۰۰ mg/l کاهش دهد؟
میزان کاهش قلیائیت برابر است با:

$$۱۰۰\ gr\ CaCO_۳/m^۳ \times ۵\ m^۳ = ۵۰۰\ gr\ CaCO_۳$$

$$۵۰۰\ gr\ CaCO_۳ / ۵۰\ gr\ CaCO_{۳eq} = ۱۰_{eq}\ CaCO_۳$$

برای خنثی‌سازی $۱۰eq\ CaCO_3$ به ۱۰eq اسید سولفوریک نیاز است، بنابراین:

$$۱۰eq\ H_۲SO_۴ / ۳۵eq\ H_۲SO_۴ = ۲۸۶\ ml\ H_۲SO_۴$$

اندازه‌گیری میزان قلیائیت و سختی آب: میزان قلیائیت، سختی ناشی از کلسیم و سختی کل بایستی در واحدهای تولیدی پرورش گونه‌های آبزی اندازه‌گیری گردد. اگر مقادیر در دامنه مورد قبول قرار نداشته باشند بایستی رسیدگی صورت گیرد. به هنگام تولید ممکن است میزان قلیائیت و سختی از حد قابل قبول افت نماید. از این رو میزان قلیائیت و سختی آب گاهی باید از طریق نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری میزان قلیائیت و سختی وجود دارد، اما تجهیزات آزمایشگاهی و معرف‌های ویژه‌ای برای این منظور مورد نیاز است. کیت‌های آنالیز آب که براساس روش‌های استاندارد تهیه شده‌اند، دقت کافی برای بیشتر اهداف آبزی‌پروری را دارا می‌باشند (شکل ۶).



شکل ۶: معرف‌های شیمیایی برای اندازه‌گیری قلیائیت (الف) و سختی (ب)

در روش‌های سنتی اندازه‌گیری میزان قلیائیت و سختی از طریق تیتراسیون و با استفاده از معادله‌های زیر صورت می‌گیرد.

$$\text{میزان قلیائیت } (mg/L\ CaCO_۳) = \frac{(V)(N) \times ۵۰۰۰۰}{S}$$

که در آن V برابر با اسید سولفوریک مصرفی (ml)، N برابر با نرمالیته اسید سولفوریک (meq/ml) و S برابر با حجم نمونه (ml) می‌باشد.

مثال: ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب اکواریومی به ۸/۷۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۰۲۲ نرمال برای تیتراسیون نقطه پایانی متیل نارنجی نیاز دارد. قلیائیت آب برابر است با:

$$\text{میزان قلیائیت } (mg/L\ CaCO_۳) = \frac{(۸/۷۵)(۰/۰۲۲) \times ۵۰۰۰۰}{۱۰۰} = ۲۵/۹۶\ mg/L\ CaCO_۳$$

همچنین میزان سختی آب با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{میزان سختی } (mg/L\ CaCO_۳) = \frac{(V)(M) \times ۱۰۰۰۰۰}{S}$$

که در آن V برابر با EDTA مصرفی (ml)، M برابر با مولاریته EDTA (mmol/ml) و S برابر با حجم نمونه (ml) می‌باشد (APHA, 1998).

مثال: ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب اکواریومی به ۱۲/۱۵ میلی‌لیتر EDTA با مولاریته ۰/۰۰۹۷ برای تیتراسیون نقطه پایانی erichochrome black-T نیاز دارد. سختی آب برابر است با:

$$\text{میزان سختی } (mg/L\ CaCO_۳) = \frac{(۱۲/۵)(۰/۰۰۹۷) \times ۱۰۰۰۰۰}{۱۰۰} = ۱۱۷/۸۵\ mg/L\ CaCO_۳$$

البته اگر pH متر در دسترس نباشد می‌توان از معرف فنل‌فتالین برای اندازه‌گیری قلیائیت استفاده نمود. از اینرو از شاخص‌های رنگ می‌توان برای رسیدن به pH دلخواه استفاده نمود. در این مورد، فنیل‌فتالین استفاده شده به عنوان شاخص هنگامیکه pH به ۸/۳ می‌رسد از رنگ صورتی به بنفش رسیده و در pH پائین‌تر از ۸/۳ نیز بی‌رنگ می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷: تغییر رنگ معرف شیمیایی فنیل‌فتالین در اندازه‌گیری قلیائیت آب

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]

چگونه میزان قلیائیت آب را کاهش دهیم؟

از آنجایی که اسید هیومیک و تانیک اسید موجود در چوب و یا خزه مرداب می‌تواند میزان قلیائیت آب را کاهش دهد، از اینرو به عنوان یک راهکار مناسب و مقرون به صرفه در کاستن میزان قلیائیت آب اکواریوم‌ها و یا استخرهای پرورشی پیشنهاد می‌گردد. بدین منظور پس از اندازه‌گیری میزان قلیائیت آب با استفاده کیت و یا کاغذ تورنسل با اضافه نمودن چند تکه از چوب در کف آکواریوم و یا استخر مشکل افزایش قلیائیت برطرف می‌گردد. در این حالت که مادر طبیعت این کار را به خوبی انجام می دهد، دیگر نیازی به استفاده از مواد شیمیایی برای کاستن میزان قلیائیت نمی‌باشد.

منابع

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), and the Water Environmental Federation (WEF). 1998. Standard Methods for Examinations of Water and Wastewater, 20th ed. United Book Press, Inc. Baltimore, Maryland.

Arce, R.G. and Boyd, C.E., 1980. Water chemistry of Alabama Ponds. Bulletin 505. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, AL.

Bhatnagar, A., Jana, S.N., Garg, S.K. Patra, B.C., Singh, G. and Barman, U.K., 2004. Water quality management in aquaculture, In: Course Manual of summerschool on development of sustainable aquaculture technology in fresh and saline waters, CCS Haryana Agricultural, Hisar (India), pp: 203-210.

Boyd, C.E. and Tucker, C.S., 2014. Handbook for aquaculture water quality. pp: 65-78.

Boyd, C.E., 2000. Water quality, an introduction. Kluwar academic publishers, Boston, MA, 357 p.

Boyd, C.E. and Tucker, C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 700 p.

Boyd, C.E. and Lichtkoppler, F., 1979. Water quality management in pond fish culture Agric. Exp. Sta. Auburn University Res. Dev. No. 22, 30 p.

Burton, G.A., Jr., and Pitt, R.E., 2002. Storm effects handbook: A toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Santhosh, B. and Singh, N.P., 2007. Guidelines for water quality management for fish culture in Tripura, ICAR Research Complex for NEH Region, Tripura Center, Publication no.29.

Wurts, W.A. and Durborow, R.M., 1992. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds southern regional aquaculture center, SRAC Publication No. 464.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1396.4.3.3.3]