1022-AMIWR2019

استفاده مجدد ازآب های نامتعارف در آبزی پروری، ملاحظات و راهکارها

علی قوام پور

پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
alighawam@yahoo.com

چکیده

افزایش جمعیت روی کره زمین، کاهش منابع آب و دغدغه امنیت غذایی، لزوم بهره وری از منابع آبی موجود را در جهت استفاده در فعالیتهای کشاورزی و آبزی پروری مضاعف ساخته است. در این خصوص، آب های نامتعارف به عنوان آن دسته از منابع آبی که محصول فرآیندی خاص بوده و یا به طور کلی، برای بهره برداری، نیازمند پیش تصفیه ، اعمال مدیریت بر پارامترها و یا به کارگیری فنآوری های ویژه به منظور استحصال باشند گزینه مناسبی است که بشر می تواند جهت بهره گیری در فعالیت های خود به آنها توجه بیشتری نماید. اما این منابع آبی بعضاً فاقد استانداردهای لازم جهت بهره گیری در سایرصنایع و فعالیت ها بوده و نیازمند پاره ای از فرآیندهای بهسازی می باشند. در این مقاله، ابتدا به اهمیت کاربرد این دسته از آبها پرداخته شده و سپس روشهای بهسازی آنها به منظور بکارگیری در آبزی پروری به اجمال مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه های کلیدی : آب های نامتعارف، آبزی پروری، بهسازی و تصفیه

مقدمه

آب های نامتعاف، در اصطلاح به آن دسته از منابع آبی اطلاق می شود که محصول فرآیند خاصی بوده یا به طور کلی، برای بهره برداری، نیازمند پیش تصفیه (Pre-treatment)، اعمال مدیریت بر پارامترها و یا به کارگیری فنآوری های ویژه به منظور استحصال باشند (Avellán et al., 2019). این آب ها در ماهیت کلّی خود، از منابع طبیعی و متعارفی نظیر آبهای زیر زمینی، بارش و یا منابع آبهای سطحی نیستند و بعضاً فاقد استانداردهای لازم جهت بهره گیری در سایرصنایع و فعالیت ها بوده و نیازمند پاره ای از فرآیندهای بهسازی می باشند. اهمیت این منابع با افزایش جمعیت، تنش آبی ، تغییرات اقلیمی و ملاحظات زیست محیطی افزایش چشمگیری یافته است. در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه، علاوه بر موارد یاد شده، می توان به بحران شور شدن آبهای زیر سطحی، بیابان زایی و در کنار آن، توسعه آبزی پروری و کشاورزی به عنوان راهکاری جهت اشتغال زائی، فقر زدائی و ارتقاء بهره وری از منابع آب و خاک موجود نیز به عنوان الزامات توجه به این مقوله اشاه نمود. این مقاله به تعریف اب های نامتعارف مورد استفاده در آبزی پروری و کشاورزی پرداخته و به اجمال پاره ای از روش های بهسازی و تصفیه آن ها به بحث گذاشته شده است.

بر اساس گزارش برنامه توسعه ملل متحد (UNDP) درخصوص اهداف توسعه پایدار(۲۰۱۶) درسال ۲۰۳۰، به ازاء هر ۱۰ نفر، سه نفر از جمعیت جهان با تنش آبی مواجه خواهد بود. لذا لازم است، دسترسی به منابع جدید به منظور استفاده در مصارف شرب، آبیاری، آبزی پروری و سایر صنایع وابسته به آب مورد توجه قرار گرفته و نحوه بکارگیری منابع موجود، بازبینی، اصلاح و باز تعریف شود. از جمله در این زمینه می توان به منابع آبهای غیر متعارف (Unconventional water resoures) اشاره نمود.

نمونه هایی ازآب های نامتعارف

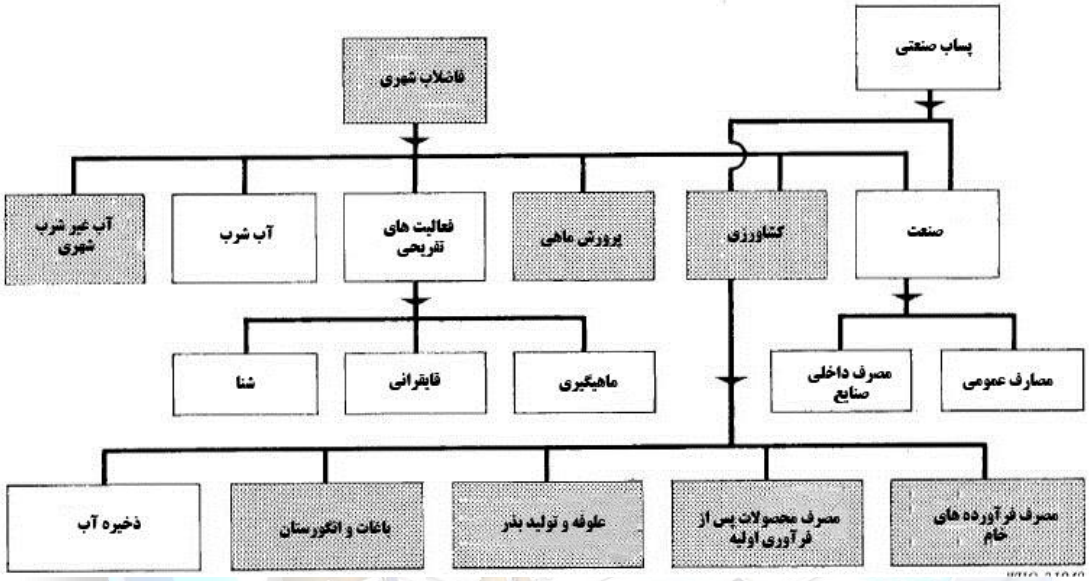
موارد ذیل، نمونه هایی از آب های غیر متعارف (و نه همه آن ها) می باشند(Qadir et al., 2007):

- پساب حاصل از مراکز آب شیرین کن

- آب های زیرسطحی با شوری بالا
- آب های زیر زمینی در اعماق زیاد
- چشمه های دریایی
- آب حاصل از میعان مه
- پساب صنایع و فاضلاب شهری و کشاورزی

برخی از موارد یاد شده، منابع آبی نوین قلمداد می شوند در حالیکه تعدادی از آن ها را می توان به عنوان آبهای مستعمل تعریف نمود.

از آنجا که در صنعت آبزی پروری، دو رویکرد استفاده از پساب های صنعتی، شهری کشاورزی(تصویر۱) در کنار آب های داخلی با شوری پائین(Low salinity inland waters) در زمینه بهره گیری از آب های غیر متعارف، سابقه بیشتری داشته است، در این مقاله به این موضوعات پرداخته خواهد شد.



تصویر۱: انواع مصارف بین المللی پساب در فعالیتهای کشاورزی و صنعتی(WHO, 1989)

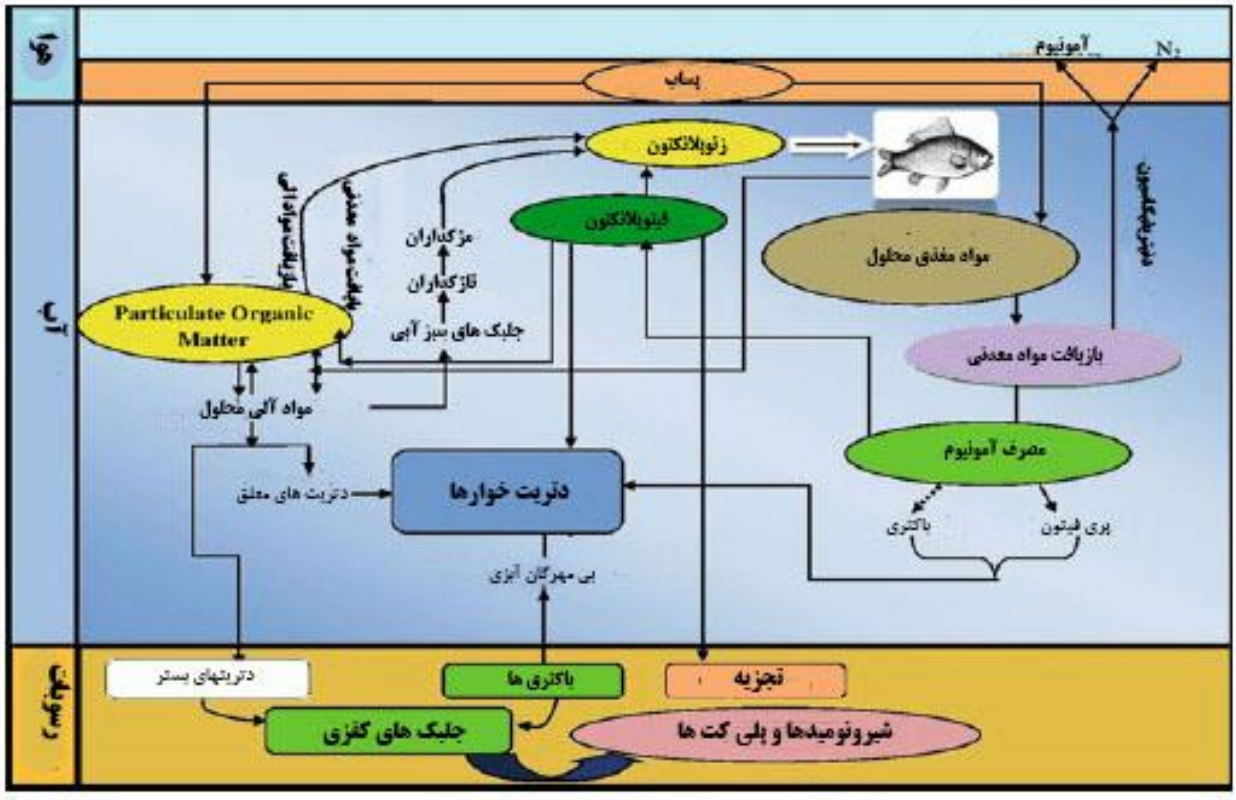
استفاده از پساب در آبزی پروری

پساب در اصطلاح به آب مستعملی(Used water) اطلاق می شود که از منابع شهری، صنعتی و یا کشاورزی حاصل و از ۹۹,۹٪ آب و ۰,۱٪ جامدات معلق، کلوئیدی و محلول تشکیل شده است(Jana et al., 2018). استفاده مجدد از پساب در آبزی پروری مشرق زمین، از سابقه ای طولانی برخوردار بوده است. اگرچه در روش های سنتی، از پساب بدون تصفیه مقدماتی در استخرهای پرورش استفاده می شد با اینحال، با پیشرفت سیستم های مهندسی تصفیه فاضلاب، امروزه این روش نیز دستخوش تحول و بهسازی گردیده است(Jiménez et al., 2008). از جمله، با توجه به ملاحظات بهداشتی موجود در این زمینه، روش های تصفیه و تیمار پساب، در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، بهبود قابل ملاحظه ای یافته است(LeBlanc et al., 2009).

هدف اصلی از کاربرد مجدد پساب در آبزی پروری، بازیافت مواد مغذی همچون نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ... از طریق فرآیندهای زیست شناختی متوالی و تبدیل آن به توده زنده در آبزی پرورشی هدف می باشد(تصویر۲). سازمان بهداشت جهانی (۱۹۸۹)

پیشنهاد کرده است، در صورت امکان، و به منظور کاهش هزینه ها و افزایش سودآوری فعالیت کشاورزی و آبزی پروری از مواد مغذی موجود در پساب، از این منابع آبی در صنایع یاد شده استفاده گردد.

آخرین ارزیابی از وضعیت کاربرد پساب در آبزی پروری به "سمینار بین المللی احیا و کاربرد مجدد پساب در آبزی پروری" در کلکته باز می گردد. در این سمینار، برظرفیت بالای انواع پساب، به ویژه فاضلاب های شهری در توسعه آبزی پروری و امنیت غذایی تأکید گردید(O'Riordan, 1993). همچنین کاهش اثرات مخرب ناشی ازتخلیه پساب به محیط زیست، امکان تولید پروتئین با کیفیت بالا با هزینه اندک، اشتغال زایی و ارتقاء بهره وری در این سمینار مورد تأکید واقع شد.



تصویر ۲: فرآیندهای متابولیک و زیست شناختی در استفاده مجدد از پساب در آبزی پروری(Jana et al., 2018)

ازآن پس، نقاط بسیاری در سراسر جهان به ویژه نقاط خشک و نیمه خشک همچون مصر و پرو، همچنین مناطقی در جنوب، شرق و جنوب شرقی آسیا (نظیر ویتنام، هند و چین) توسعه آبزی پروری را با استفاده از این منابع پیگیری نموده اند.

بررسی رویکرد استفاده از آب های نامتعارف در جوامع مختلف، بسته به میزان توسعه صنعتی ، وضعیت های متفاوتی را در این خصوص نشان می دهد. در مرحله نخست ، غالبیت با جوامعی است که توسعه صنعتی قابل ملاحظه ای را تجربه نکرده و عوامل مساعدی از تراکم جمعیت گرفته تا شرایط بهداشتی و دفع فضولات و نیز محدودیت منابع، زمینه مناسبی را جهت بکارگیری پساب غنی از مواد مغذی در آبزی پروری فراهم نموده است.

در مرحله بعد، جوامعی قرار دارند که در مراحل ابتدایی صنعتی شدن بوده و یا سعت صنعتی شدن در آن ها نسبتاً بالاست. دراین مناطق هرچند وفور پساب، شرایط را برای کاربرد آن در آبزی پروری مهیا نموده، با این حال، تسریع در روند شهرنشینی و صنعتی شدن، توسعه این رویکرد را با کندی مواجه می سازد. اغلب جوامع دنیا در حال حاضر در این فاز قرار گرفته اند. در شرق آسیا، جایی که توسعه شهرنشینی سبب افول مدیریت مزارع به شیوه خانوادگی شده و محل زندگی مالکان مزارع بزرگ،

غالباً به خارج از مزرعه منتقل شده است(Edwards, 1996). این موضوع را می توان به خلأ سیاست گذاری در زمینه های زیست محیطی نیز مرتبط دانست چرا که اغلب مشکلات مرتبط با محیط زیست، متوجه همین جوامع بوده است.

گروه سوم در این بررسی را، کشورهایی تشکیل می دهند که در مرحله پساصنعتی بوده و ملاحظات زیست محیطی در آنها از میزان قابل توجهی برخوردار است. دراین جوامع، استفاده مجدد از پساب صنعتی و شهری با هدف تأمین بهداشت و محدود نمودن چرخه مواد مغذی پیش از ورود فاضلاب به محیط زیست، جایگاه ویژه ای را به خود اختصاص می دهد. کاهش فشار بر منابع آبی موجود، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، افزایش نیاز به پودر ماهی جهت تولید غذای دام و آبزیان و در نهایت دغدغه امنیت غذایی، از جمله عواملی بوده که این جوامع را از سالها قبل بر ابداع و استفاده از روش های بهینه سازی پساب برای مصرف دوباره، مصمّم ساخته است.

بهسازی و تیمار پساب به منظور استفاده مجدد در آبزی پروری

شیوه های متنوعی برای تصفیه پساب، طی سالیان متمادی در سطح جهان مورد استفاده قرار گرفته است. کارائی این روش ها غالباً بر اساس توجیه اقتصادی، سهولت کاربرد و پایداری این سیستم هاا مورد ارزیابی قرار می گیرد(Edwards, 2015, Jena et al., 2010). عموماً در مرحله تصفیه پساب، تلاش می شود بارمواد آلی و تقاضای اکسیژنی(BOD) که از جمله عوامل تعیین کننده در کیفیت پسماند محسوب می گردند کاهش یابد.کاهش این دو فاکتور، افزایش اکسیژن محلول و pH را در پی خواهد داشت و آب حاصله، مطلوبیت بالاتری برای پرورش آبزیان پیدا خواهد نمود.

روش های مختلفی در زمینه بهسازی و تصفیه پساب، پیش از استفاده مجدد در آبزی پروری و یا سایر فعالیت ها به کار گرفته شده است. در این خصوص می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- **تصفیه و تیمار مرحله ای**

این روش تصفیه، شامل ترکیبی از مراحل مختلف تصفیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک در کنار فرآیندهایی است که به منظور حذف مواد جامد، ترکیبات آلی و بعضاً مواد مغذی از پساب مورد استفاده قرار میگیرد.

این مراحل معمولاً شامل :تصفیه مقدماتی، تصفیه اولیه، تصفیه ثانویه و تصفیه پیشرفته می باشد. امروزه در اغلب کشورها، در خصوص پساب هایی با منابع یا اهداف ویژه، مراحل ضدعفونی و حذف عوامل بیماریزا نیز به مرحله های یاد شده افزوده می شود.

بطورخلاصه در مراحل تصفیه پساب اهداف ذیل دنبال می گردد:

هدف از تصفیه مقدماتی، حذف جامدات درشت است تا روند تصفیه و بهسازی پساب در مراحل بعد، تسهیل گردد. در مرحله تصفیه اولیه، رسوبگذاری مواد جامد آلی و معدنی و حذف ترکیبات شناور از طریق اسکیمر انجام می شود. حدود ۲۵ تا ۵۰ درصد از BOD، ۵۰ تا ۷۰ درصد از جامدات محلول تام(TSS) و ۶۵درصد از چربی ها مواد روغنی در این مرحله حذف خواهند شد.

مرحله تصفیه ثانویه، با هدف حذف مواد آلی و جامدات معلق باقیمانده از مرحله تصفیه اولیه انجام می شود. غالباً بهسازی ثانویه، شامل فرآیندهای تصفیه هوازی بیولوژیک و حذف مواد آلی کلوئیدی و محلول است که در نهایت به تولید CO_2، NH_3و H_2Oمنجر خواهد شد. در روش های استفاده مجدد از پساب در آبزی پروری، عموماً بعد از تصفیه ثانویه، آب حاصله به استخر پرورش آبزیان هدایت می گردد. سرانجام در مرحله تصفیه پیشرفته(Advanced)، ترکیبات و موادی همچون مواد آلی غیرقابل تجزیه، فلزات سنگین،نیتروژن، فسفر و ... از آب خارج می شود تا در صنایع و فعالیت های مختلف مورد استفاده واقع شود(Pescod, 1992).

روش های نوین در تصفیه پساب برای استفاده در آبزی پروری

- روش بایوفلاک :

فنآوری بایوفلاک در آبزی پروری در واقع به همزیستی آبزی با جمعیت میکروبی اطلاق گردیده و با دو هدف بهسازی پساب و افزودن پروتئین مغذی به محیط انجام می شود(Westra, 2013). این فن آوری بر اساس عدم و یا حداقل تعویض آب و کاهش تأثیرات محیطی و افزایش ایمنی زیستی بنا نهاده شده است. و یا از آنجا که پساب معمولاً سرشار از مواد آلی محلول و غیر محلول می باشد، بازیافت نیتروژن اضافی موجود در آن به صورت پروتئین در توده زنده باکتریایی و با تغییر نسبت کربن به نیتروژن امکان پذیر خواهد بود(Hargreaves, 2013). اساساً روش بهسازی پساب توسط سیستم بایوفلاک در خصوص فاضلاب های شهری و صنعتی کاربرد بیشتری داشته و در این زمینه موجب کاهش هزینه های تصفیه و افزایش سودآوری در پرورش آبزیان گردیده است.

- روش هیدروپونیک

توأم نمودن کشت هیدروپونیک با بهسازی پساب به عنوان گزینه ای سازگار با اکوسیستم شناخته می شود. در این روش، حذف مواد مغذی از پساب ممکن خواهد گردید(Norström, 2005, Bawiec et al., 2016). تصفیه پساب از طریق هیدروپونیک در بهسازی فاضلاب شهری و کاربرد مجدد در آبزی پروری متراکم مورد استفاده قرار می گیرد(Vaillant et al., 2003, Rababah, 2007, Keeratiurai and Science, 2013). اساس این روش، تأثیر سیستم ریشه گیاهان بر وضعیت حیاتی میکروارگانیسم ها و افزایش کارایی باکتری های نیتریفایر و دنیتریفایر در تصفیه بیولوژیک پساب می باشد(Schrammel, 2015).

استفاده از آب های داخلی با شوری پائین در پرورش آبزیان

هرچند، احتساب آب های داخلی با شوری پائین(Inland low salinity waters) به عنوان منابع آبی غیر متعارف، با تعاریف ارائه شده برای این آب ها چندان موجّه نیست با این حال، از منظر کشاورزی بعضاً از این آب ها نیز به عنوان آب های نامتعارف یاد می شود. با این حال، از سال ها قبل، پرورش آبزیانی همچون میگو و برخی آبزیان یوری هالین دیگر، د این آب ها به ویژه در ایالات متحده آمریکا، چین، تایلند، ویتنام و اکوادور مرسوم بوده و سهم بالایی از محصولات آبزی پروری در این کشورها به پرورش میگو و ماهی در چنین سامانه هایی مربوط بوده است(Boyd and Thunjai, 2003, Boyd et al., 2002, Atwood et al., 2003).

با توجه به نسبت و بالانس یونی در آبهای لب شور داخلی، بروز مشکلات فیزیولوژیک همچون صرف انرژی جهت تنظیم اسمزی، تعادل اسید/باز و حفظ هموستاز سبب کاهش پارامترهای تولید نظیر رشد و بازماندگی گردیده، از این رو، تاکنون تحقیقات زیادی به منظور بهسازی کیفیت این منابع آبی، قبل و یا در حین پرورش انجام شده که نتیجه این مطالعات، به بهبود نسبی عملکرد تولید در چنین سیستم هایی منجر گردیده است. محققین معتقدند، بر اساس ترکیب بستر و مسیر استحصال آب های با شوری کم، لازم است تعادل یونی در چنین آب هایی تا حد امکان به نسبت های موجود در آب دریا نزدیک شود تا کمترین تأثیر سوء را بر متابولیسم آبزی هدف داشته و موفقیت آبزی پروری در سامانه های مربوطه تضمین گردد.

بر اساس مطالعات انجام گرفته در زمینه پرورش میگو، عمده ترین نقص یونی در آب های داخلی با شوری پائین مربوط به یونهای پتاسیم، منیزیم و سولفات بوده است. اما فراتر از غلظت مطلق یون های یاد شده، نسبت آنها با یکدیگر، به ویژه سدیم/پتاسیم و منیزیم/ کلسیم از اهمیت بالایی برخوردار است.حتی در آب هایی با میزان کلسیم بالا نیز می بایست به نسبت Ca/K که در آب دریا در حدود ۱:۱ برآورد شده توجه نمود. به طوریکه در چنین آب هایی، بعضاً نیاز است با افزودن پتاسیم، این نسبت را تعدیل نموده و موجب رشد بالاتر میگو شد(Muralidhar et al., 2016). نسبت نامناسب این یون ها با یکدیگر در آب، با تنش اسمزی و اثرات نامطلوب بر رشد و بازماندگی میگو مرتبط دانسته شده است. از طرفی در خصوص ماهیان استخوانی، تأثیر بالانس یونی آب بر روند تولیدمثل محرز گردیده(Dolomatov et al., 2012) و این موضوع را برخی دیگر از محققین در زمینه رشد این ماهیان نیز نشان داده اند(Gaumet et al., 1995).

لذا در خصوص پرورش آبزیان در چنین منابع آبی، ضروری است ابتدا ترکیب اسمزی و بالانس یونی این آب ها بررسی شود تا در صورت وجود هرگونه انحراف نسبت به شرایط مطلوب، مقرون به صرفه ترین و مؤثرترین راهکار جهت اصلاح و بهبود فاکتورهای فیزیکی و شیمیائی آب مورد استفاده، انتخاب و به کارگرفته شود.

بهسازی آب های داخلی با شوری پائین جهت پرورش میگو

به منظور حفظ غلظت مناسب مواد معدنی و تعادل یونی لازم در آب های داخلی با شوری پائین مورد استفاده در پرورش میگو، می توان از ترکیباتی که قابلیت جبران یون های مورد نیاز در آب را داشته باشند از طریق بهسازی آب و یا استفاده در فرمولاسیون جیره به نحو مناسب بهره برد. هر چند به دلیل امکان نشت ترکیبات غذایی، کاربرد ترکیبات بهبود دهنده در آب، مقرون به صرفه تر شناخته شده است.

در این زمینه، توصیه شده است که بالانس یونی آب مورد استفاده، به نسبت رقّت در مقایسه با آب دریا محاسبه و اعمال گردد. در این خصوص، محققین، ضرایب مربوط به یون های پر اهمیت آب را طی جدول ذیل پیشنهاد نموده اند:

	سدیم	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	کلرید	سولفات
غلظت در شوری آب دریا(mg/lit)	۱۰۵۰۰	۳۸۰	۱۳۵۰	۴۰۰	۱۹۰۰۰	۲۷۰۰
ضریب	۳۰۴,۵	۱۰,۷	۳۹,۱	۱۱,۶	۵۵۱	۷۸,۳

به این ترتیب، برای محاسبه مقدار یون لازم جهت حفظ تعادل یونی و با توجه به میزان شوری آب مورد استفاده، می بایست شوری آب در ضریب مربوط به هر یون ضرب شده و عدد حاصله با غلظت موجود مقایسه گردد.

منابع

ATWOOD, H. L., YOUNG, S. P., TOMASSO, J. R. & BROWDY, C. L. J. J. O. T. W. A. S. 2003. Survival and growth of Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei postlarvae in low- salinity and mixed- salt environments. 34**,** 518-523.

AVELLÁN, T., GREMILLION, P. J. R & .REVIEWS, S. E. 2019. Constructed wetlands for resource recovery in developing countries. 99**,** 42-57.

BAWIEC, A., PAWĘSKA, K. & PULIKOWSKI, K. J. J. O. E. E. 2016. Seasonal changes in the reduction of biogenic compounds in wastewater treatment plants based on hydroponic technology. 17.

BOYD, C., THUNJAI, T. & BOONYARATPALIN, M. J. G. A. A. 2002. Dissolved salts in waters for inland, low-salinity shrimp culture. 5**,** 40-45.

BOYD, C. E. & THUNJAI, T. J. J. O. T. W. A. S. 2003. Concentrations of major ions in waters of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. 34**,** 524-532.

DOLOMATOV, S., ZUKOW, W., NOVIKOV, N. Y., MUSZKIETA, R., BULATOWICZ, I., DZIERZANOWSKI, M., KAZMIERCZAK, U. & STROJEK, K. J. R. J. O. M. B. 2012. The regulation of osmotic and ionic balance in fish reproduction and in the early stages of ontogeny. 38**,** 365-374.

EDWARDS, P. J. A. 2015. Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends. 447**,** 2-14.

EDWARDS, P. J. N., THE ICLARM QUARTERLY 1 .۹۹۶Wastewater reuse in aquaculture: Socially and environmentally appropriate wastewater treatment for Vietnam. 19**,** 33-35.

GAUMET, F., BOEUF, G., SEVERE, A., LE ROUX, A. & MAYER- GOSTAN, N. J. J. O. F. B. 1995. Effects of salinity on the ionic balance and growth of juvenile turbot. 47**,** 865-876.

HÁK, T., JANOUŠKOVÁ, S. & MOLDAN, B. J. E. I. 2016. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. 60**,** 565-573.

HARGREAVES, J. A. 2013. Biofloc production systems for aquaculture.

JANA, B., MANDAL ,R. & JAYASANKAR, P. 2018. *Wastewater Management Through Aquaculture*, Springer.

JENA, J., PATRO, B., PATRI, P., KHUNTIA, C., TRIPATHY, N., SINHA, S., SARANGI, N. & AYYAPPAN, S. J. I. J. O. F. 2010. Biological treatment of domestic sewage through duckweed-cum-fish culture: a pilot-scale study. 57**,** 45-51.

JIMÉNEZ, B., ASANO, T. J. W. R. A. I. S. O. C. P., ISSUES & NEEDS 2008. Water reclamation and reuse around the world. 20**,** 3.

KEERATIURAI, P. J. A. J. O. A. & SCIENCE, B. 2013. Efficiency of wastewater treatment with hydroponics. 8**,** 800-805.

LEBLANC, R. J., MATTHEWS, P. & RICHARD, R. P. 2009. *Global atlas of excreta, wastewater sludge, and biosolids management: moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource*, Un-habitat.

LIBRARY, W. H. O J. G. W. 1989. Health guidelines for use of wastewater in agriculture and aquacultures.

MURALIDHAR, M., SARASWATHY, R., RAJA, P. K., SUVANA, C. & NAGAVEL, A. 2016. Application of minerals in shrimp culture systems.

NORSTRÖM, A. 2005. *Treatment of domestic wastewater using microbiological processes and hydroponics in Sweden*. KTH.

O'RIORDAN, B. 1993. Reuse of Human Wastes in Aquaculture—A Technical Review Water and Sanitation Report No. 2. JSTOR.

PESCOD, M. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture.

QADIR, M., SHARMA, B. R., BRUGGEMAN, A., CHOUKR-ALLAH, R. & KARAJEH, F. J. A. W. M. 2007. Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. 87**,** 2-22.

RABABAH, A. J. J. J. O. C .E. 2007. Hydroponics removal of wastewater's contaminants for the generation of commercially valuable plants and environmentally sound effluent for the dead sea communities. 1**,** 273-286.

SCHRAMMEL, E. 2015. A cost-benefit analysis of hydroponic wastewater treatment in Sweden.

VAILLANT, N., MONNET, F., SALLANON, H., COUDRET, A. & HITMI, A. J. C. 2003. Treatment of domestic wastewater by an hydroponic NFT system. 50**,** 121-129.

WESTRA, C. J. S. I. E. S. I. P. 2013. Effects of carbon source and particle size on nitrogen cycling in aggregated "Bio-Floc" microbial communities. 1-24.

WHO 1989. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group [meeting held in Geneva from 18 to 23 November 1987.[