Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

Investigating the effluent quality of Vannamei shrimp farms, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) Entered into Gamishan International Wetland

Fatemeh Ghodrati[*1], Rasoul Ghorbani[2], Naser Agh[3], Seyed Aliakbar Hedayati[4], Rahmatollah Naddafi[5], Mohammad Ali Jalali[6], Fakhrie Shiroudmirzaei[7]

1. Corresponding Author, Ph.D. Student of Aquatic Ecology, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: fatemeh_ghodrati66@yahoo.com
2. Professor, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rasulghorbani@gmail.com
3. Professor, Artemia and Aquaculture Research Institute, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: agh1960@gmail.com
4. Professor, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hedayati@gau.ac.ir
5. Associate Prof., Department of Aquatic Resources, Institute of Coastal Research, Swedish University of Agricultural Sciences, 74242 Öregrund, Uppsala County, Sweden. E-mail: rahmat.naddafi@slu.se
6. Research Fellow, Faculty of Science, Engineering and Built Environment, Deakin University, Geelong, Victoria, Australia. E-mail: jalalifc@gmail.com
7. Ph.D. Graduate of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: f.shmirzaie@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 09.05.2022
Revised: 10.19.2022
Accepted: 10.23.2022

Keywords:
Effluent,
Gamishan wetland,
Vanamei shrimp breeding complex,
WQI index

ABSTRACT

Effluent and pollution is one of the most important problems related to the development of the aquaculture industry, especially in large aquaculture complexes. The purpose of this research was to investigate the quality of wastewater from Vanamei shrimp farming complex (830 ha) entering into Gamishan wetland. sampling carried out from 12 stations alongside the sea entrance route to Vanamei shrimp breeding ponds, artificial lagoon, exit of farm lines, channel leading to the lagoon and inside the Gomishan lagoon at two time points in mid-May (at the time of the outlet of 30% of the wastewater from the shrimp farms) and November 2017 (end of breeding season and complete testing of water in farms). Some of the water quality parameters measured including pH, total phosphate, electrical conductivity, biochemical requirement, temperature, nitrate, solution, turbidity, coliform and nitrate. The results showed that according to the WQI index, the water quality categorizes from bad (48.71) to good (78.96) quality. It seems that the artificial lagoon and the characteristics of the length, width, depth and slope of the channel leading to the wetland are effective in increasing the quality of the water entering into Gamishan Wetland from bad to good quality.

Cite this article: Ghodrati, Fatemeh, Ghorbani, Rasoul, Agh, Naser, Hedayati, Seyed Aliakbar, Naddafi, Rahmatollah, Jalali, Mohammad Ali, Shiroudmirzaei, Fakhrie. 2025. Investigating the effluent quality of Vannamei shrimp farms, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) Entered into Gamishan International Wetland. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (4), 1-12.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2022.20558.1701
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا چاپی: ۲۳٤٥-٤۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳٤٥-٤۲۸۸

بررسی کیفیت پساب مزارع میگوی وانامی، *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) وارد شده به تالاب بین‌المللی گمیشان

فاطمه قدرتی*[۱]، رسول قربانی[۲]، ناصر آق[۳]، سیدعلی‌اکبر هدایتی[٤]، رحمت‌اله ندافی[٥]، محمدعلی جلالی[٦]، فخریه شیرودمیرزایی[۷]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری بوم‌شناسی آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: fatemeh_ghodrati66@yahoo.com

۲. استاد دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rasulghorbani@gmail.com

۳. استاد مرکز تحقیقات آبزی‌پروری و آرتمیا، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: agh1960@gmail.com

٤. استاد دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: hedayati@gau.ac.ir

٥. دانشیار انستیتو تحقیقات آب‌های ساحلی، دانشگاه علوم کشاورزی، اوریگروند، اپسالا، سوئد. رایانامه: rahmat.naddafi@slu.se

٦. محقق دانشکده علوم، مهندسی و محیط، دانشگاه دیکین، جیلونگ، ویکتوریا، استرالیا. رایانامه: jalalifc@gmail.com

۷. دانش‌آموخته دکتری شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: f.shmirzaie@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰٦/۱٤
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۰۷/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۸/۰۱

واژه‌های کلیدی:
پساب،
تالاب گمیشان،
شاخص WQI،
مجتمع پرورش میگوی وانامی

چکیده

یکی از مهم‌ترین مشکلات مرتبط با توسعه صنعت آبزی‌پروری به‌خصوص در مجتمع‌های بزرگ آبزی‌پروری، آلودگی پساب خروجی آن‌ها است. هدف از این پژوهش، بررسی کیفیت پساب مزارع مجتمع پرورش میگوی وانامی (۸۳۰ هکتار) وارد شده به تالاب گمیشان بود. جهت انجام طرح از ۱۲ ایستگاه در طول مسیر ورودی دریا به استخرهای پرورش میگوی وانامی، در استخر پرورش میگو، لاگون مصنوعی، خروجی لاین‌های مزارع و داخل تالاب گمیشان در دو مقطع زمانی اواسط اردیبهشت (در زمان خروجی ۳۰ درصد از پساب مزارع میگو) و اوایل آبان ۱۳۹٦ (انتهای فصل پرورش و تخلیه کامل آب مزارع) نمونه‌برداری صورت گرفت. برخی پارامترهای کیفی آب شامل pH، فسفات کل، هدایت الکتریکی، نیاز بیوشیمیایی اکسیژن، دما، اکسیژن محلول، کدورت، کلیفرم و نیترات اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که بر اساس شاخص WQI، کیفیت آب در طول مسیر از خروجی مزارع به طرف تالاب از کیفیت بد (٤۸/۷۱) تا خوب (۷۸/۹٦) متغیر است. به‌نظر می‌رسد لاگون تعبیه شده از نظر طول، عرض،

عمق و شیب مسیر کانال منتهی به تالاب، در افزایش کیفیت آب ورودی به تالاب گمیشان از حالت کیفی بد به خوب اثرگذار است.

استناد: قدرتی، فاطمه، قربانی، رسول، آق، ناصر، هدایتی، سیدعلی‌اکبر، ندافی، رحمت‌اله، جلالی، محمدعلی، شیرودمیرزایی، فخریه (۱۴۰۳). بررسی کیفیت پساب مزارع میگوی وانامی، *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) وارد شده به تالاب بین‌المللی گمیشان. *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۳ (۴)، ۱۲-۱.
DOI: 10.22069/japu.2022.20558.1701

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

رشد بی‌رویه صنعت تکثیر و پرورش آبزیان علاوه‌بر استفاده بیش‌تر از منابع طبیعی باعث به هم زدن تعادل‌های زیستی و غیرزیستی می‌شود (۱ و ۲). پساب مزارع پرورش میگو می‌تواند به عنوان یک منبع آلودگی در دریا باشد (۳). پساب مزارع شامل آب‌های تعویض شده در طول دوره پرورش، شستشوی لجن استخر پس از برداشت آبزی می‌باشد. با ورود پساب به دریا، احتمال افزایش مواد مغذی و ذرات معلق وجود دارد که به‌دنبال آن خطر افزایش نیتریفیکاسیون، کاهش نفوذ نور، تغییر در فون کف‌زی و افزایش رسوبات و غیره وجود دارد (٤). در ایران مطالعات زیادی روی کیفیت آب ورودی و خروجی مزارع مجتمع پرورش میگوی گمیشان در استان گلستان با بررسی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب (۵)، مطالعه میزان آلودگی و پارامترهای فیزیکوشیمیایی و زیستی تالاب گمیشان (٦)؛ مطالعه بی‌مهرگان کفزی تالاب گمیشان (۷ و ۸)؛ پارامترهای فیزیکوشیمیایی مؤثر بر رشد میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در مجتمع پرورشی گمیشان در استان گلستان (۹) صورت گرفت. هم‌چنین در دنیا مطالعات مشابهی روی این موضوع از جمله: روی اثر پساب مزارع پرورش میگو بر جوامع باکتریایی موجود در آب جنگل‌های مانگرو در کشور بزریل (۱۰)؛ اثر تراکم ذخیره‌سازی و جنس کف استخرهای پرورشی بر کیفیت آب، میزان رشد میگوی مونودون در تانک‌های بتنی (۱۱)؛ اهمیت استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) به‌عنوان ابزاری برای مدیریت مزارع پرورشی و محیط زیست و شناسایی فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر کیفیت آب پساب‌ها، در شمال ایالت سانتا کاتارینا در بزریل (۱۲) صورت گرفت. بنابراین بررسی کیفیت پساب حاصل از مزارع پرورش میگو می‌تواند دورنمای مناسبی را برای مدیریت بهینه و پایدار ایجاد نماید (۱۳). بر این اساس، پایش روند تغییرات تالاب‌ها و اراضی پیرامون آن‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند راهگشا باشد (۱٤).

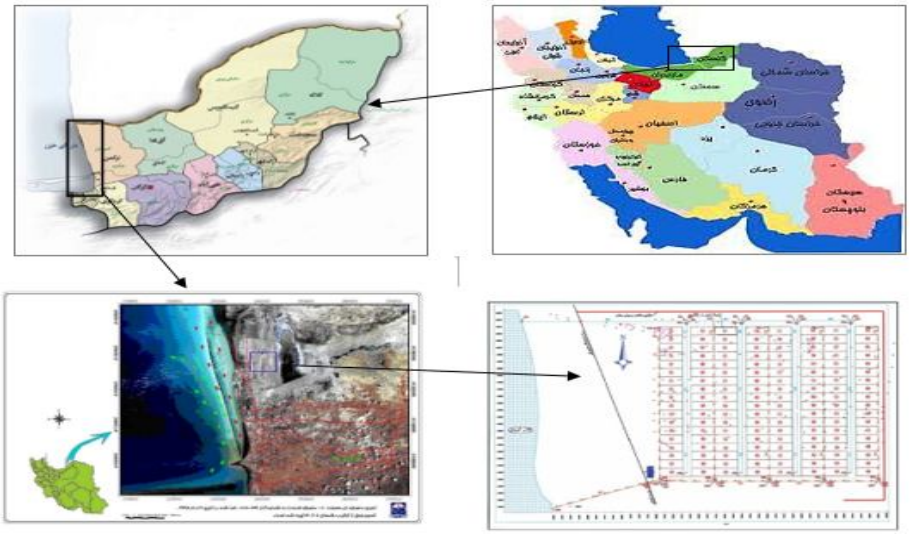
آمریکا، استرالیا و تایلند از جمله کشورهای پیشگام در زمینه مطالعه اثر پساب مزارع پرورش میگو بر محیط‌های آبی اطراف هستند. در این مطالعات، اهمیت اقدامات مدیریتی جهت بهبود کیفیت پساب استخرهای پرورشی بیش از پیش مشخص گردید و پیشنهاداتی در این زمینه ارائه شده است؛ از جمله کاهش مصرف پروتئین و استفاده از منابع غذایی که نیتروژن و فسفر قابل‌هضم و جذب ایجاد نمایند، چرخش پساب پیش از ورود به محیط‌های طبیعی به منظور رسوب مواد آلی و مواد جامد معلق، استفاده از جلبک‌ها و دوکفه‌ای‌ها جهت مصرف مواد غذایی هدررفته در مزارع پرورشی می‌باشد (۱۵). بنابراین بررسی کیفیت پساب حاصل از مزارع پرورش میگو می‌تواند دورنمای مناسبی را برای مدیریت بهینه و پایدار ایجاد نماید (۱٦). هدف از این پژوهش، اثرات خروجی مزارع پرورش میگوی وانامی بر کیفیت آب تالاب گمیشان با استفاده از شاخص WQI می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تالاب گمیشان در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه و ۹ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۲۱ دقیقه و ۲۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ٥٤ دقیقه و ۳٤ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۵۸ دقیقه و ٥٤ ثانیه طول شرقی واقع شده است (۱۷). این تالاب با دریای خزر ارتباط تنگاتنگ دارد و به‌صورت باریکه کوچک و نواری شکل از شن‌زارهای ساحلی از دریا جدا شده و البته در چندین نقطه این دو محیط آبی تا حدودی به هم مرتبط است (۱۸). در واقع با افزایش سطح آب دریای خزر، وسعت تالاب از مرز شرقی افزایش می‌یابد و مساحت

تالاب افزایش می‌یابد، اما این نوع گسترش دائمی نیست و با کاهش آب دریای خزر به حالت پایدار برمی‌گردد (۱۹).

در این مطالعه نمونه‌برداری از ۱۲ ایستگاه شامل ۳ ایستگاه در کانال ورودی، ۳ ایستگاه در استخر پرورش میگو، ۲ ایستگاه در خروجی لاین ۱ و ۲، ۲ ایستگاه در لاگون و ۲ ایستگاه در تالاب، در دو مقطع زمانی اواسط اردیبهشت (در زمان خروج ۳۰ درصد آب مزارع پرورش میگو با هدایت آن به کانال خروجی و لاگون) و انتهای فصل پرورش میگو در اوایل آبان ۱۳۹۶ (خروج کامل آب مزارع میگو) صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

Figure 1. Location of sampling stations.

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب نیز مانند دمای آب (درجه سانتی‌گراد)، قابلیت هدایت الکتریکی (µs/cm)، کدورت (NTU)، DO (mg/L)، اسیدیته، شوری (بر حسب ppt)، TDS (mg/L) و BOD (mg/L) با استفاده از دستگاه آزمایشگاه صحرایی واگتچ (فتومتر مدل ۷۱۰۰) اندازه‌گیری گردید (۲۰). نیترات (میلی‌گرم بر لیتر) و فسفات (میلی‌گرم بر لیتر) هم بعد از نگهداری در دمای ٤ درجه در آزمایشگاه به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری گردید. برای تعیین میزان کلیفرم، از روش MPN ۹ لوله‌ای استفاده شد (۲۱).

شاخص کیفیت، یک عدد بدون واحد است که میزان کیفیت مربوط به اجماع یکسری از پارامترهای اندازه‌گیری شده را بیان می‌کند. برای محاسبه شاخص کیفیت روش‌های مختلفی وجود دارد که هریک پارامترهای مختلفی را مدنظر قرار می‌دهد (۲۲). استفاده از این شاخص کیفیت توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایران نیز پیشنهاد شده است (۲۳). این شاخص با استفاده از ۸ پارامتر کیفی آب شامل: اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی، pH، BOD، نیترات، فسفات، دما و کدورت محاسبه می‌شود (۲۳). با استفاده از منحنی‌های معیار مناسبی که برای هر یک از ۸ پارامتر وجود دارد، زیر شاخص آن پارامتر را استخراج کرده و به همراه وزن هر پارامتر (جدول ۱)؛ شاخص WQI (کیفیت آب) در هر ایستگاه محاسبه می‌شود.

$$WQIa=\sum_{i=1}^{n} WiQi$$

که در آن، Qi زیرشاخص هر پارامتر؛ Wi فاکتور وزنی هر پارامتر.

جدول ۱- فاکتورهای وزنی شاخص WQI.

Table 1. Weighting factors of the WQI index.

پارامتر کیفی آب	واحد اندازه‌گیری	فاکتور وزنی
اکسیژن محلول	درصد اشباع	۰/۱۸
pH	-	۰/۱۲
کلیفرم مدفوعی	تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر	۰/۱۷
دما	درجه سانتی‌گراد	۰/۱۱
کدورت	NTU	۰/۰۹
فسفات	میلی‌گرم در لیتر	۰/۱۱
نیترات	میلی‌گرم در لیتر	۰/۱۰
BOD_5	میلی‌گرم در لیتر	۰/۱۲

هم‌چنین براساس گروه‌بندی امتیازات کلی شاخص (جدول ۲) می‌توان ایستگاه‌های مورد نظر را از نظر وضعیت کیفی طبقه‌بندی نمود و برای نمایش بهتر، می‌توان از رنگ‌های استانداردی که برای آن ارائه شده استفاده کرد (۲٤).

جدول ۲- گروه‌بندی بر اساس امتیاز کلی شاخص WQI.

Table 2. Classification based on the overall score of the WQI index.

رنگ	طبقه کیفی	مقدار شاخص به‌دست آمده
قرمز	بسیار بد	۰-۲۵
نارنجی	بد	۲۵-۵۰
زرد	متوسط	۵۰-۷۰
سبز	خوب	۷۰-۹۰
آبی	عالی	۹۰-۱۰۰

برای انجام تمامی تجزیه و تحلیل‌ها از نرم‌افزار آنالیزی Excel 2016 و SPSS 16 و برای ارائه نقشه ایستگاه‌های موردنظر از نرم‌افزار GIS استفاده گردید.

نتایج و بحث

به‌طورکلی، شرایط فیزیکوشیمیایی و بیولوژی تالاب‌ها و کانال‌ها با گذشت زمان دچار تغییر کمی و کیفی می‌شوند (۲۵). با در نظر گرفتن این‌که کانال خروجی مزارع پرورش میگو منتهی به تالاب گمیشان در طی مسیر خود، مواد مغذی و غیرمغذی و در برخی موارد آلاینده‌ها را با خود حمل می‌کنند، می‌توان انتظار تغییر در کیفیت آب و خواص فیزیکی و شیمیایی آن را داشت. در حال حاضر، به‌دلیل پسروی آب دریا، بخش شمالی تالاب خشک شده و مقادیر آب در بخش جنوبی تالاب در سطح بسیار پایین آب (چند سانتی‌متری) است. قرار داشتن این تالاب در شرایط اقلیمی با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های نسبتاً گرم، سبب شده است که دمای آب در تمام فصول سال در حدی باشد که فعالیت‌های حیاتی همواره در آن تداوم دارد (۷). حداقل و حداکثر دمای هوا به‌ترتیب ۲۰ و ۳۲/۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید (جدول ۳). دما اساساً به‌دلیل تأثیرات آن بر واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی خاصی که در آب و موجودات آبزی اتفاق می‌افتد مهم است (۲٦). در پژوهش ریاضی (۱۳۸۰)، میانگین دما برابر با ۱۹ درجه سانتی‌گراد بود؛

به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین دما به ترتیب در ماه‌های شهریور (۳۱/۸ درجه سانتی‌گراد) و بهمن (۸/٤ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد. در پژوهش خیرآبادی (۱۳۹۳) بیشینه و کمینه دما در فصل بهار و پاییز به‌ترتیب ۳۱/۲ و ۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمایی ۲۳/٤ درجه سانتی‌گراد در طول سال گزارش گردید (۲۷). در پژوهش میرزایی (۱۳۹۷)، میانگین دما در طول سال در تالاب گمیشان برابر با ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود و بیش‌ترین و کم‌ترین دما به ترتیب در ماه‌های تیر و بهمن با مقادیر ۳۰/٤ و ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. در بررسی دمای آب در کانال خروجی مزرعه پرورش میگوی گمیشان، مشاهده گردید که از اول شهریور تا ۱۵ شهریور دمای آب رو به افزایش بود، در حالی‌که بعد از آن با خنک‌تر شدن هوا، دمای آب هم روند نزولی یافت (۲۸).

جدول ۳- تغییرات پارامترها در ایستگاه‌های مختلف.

Table 3. Variations of parameters at different stations.

ایستگاه/ پارامتر	زمان	اکسیژن محلول	pH	کلیفرم مدفوعی	دما	کدورت	فسفات	نیترات	BOD_5	TDS	EC	شوری
۱	اردیبهشت	٤	۸/٦	۰	۲۰/۱	۳۳	۰	۰	۰	۰	۲/۸	۱٤/٦
	آبان											
۲	اردیبهشت	۳/۹۸	۸/٦۸	۱/۳۳	۲۱	۱۸/۷	۰/۰۱	۰	۰	۱۹۹۹/۳	۲/۷٤	۱٤/۲
	آبان											
۳	اردیبهشت	٤/۱	۸/٦	۰	۲۰/۳	۷/۱	۰	۱۰/۲	۱۳/۹	۰	۲/۷	۱۳/۹
	آبان											
٤	اردیبهشت	۲/۹۸	۸/٦۷	٦/۲	۲۱/۲	۸/۵	۰	۵/٦	۰	۰	۲/۸۸	۱۵
	آبان											
۵	اردیبهشت	۱۵/۹	۸/۸٤	۰	۲۸/٦	۲٤/۳	۰	۰	۰	۰	۲/۹۸	۲۲/۹
	آبان	٤	۸/٤	٦/۲	۲۰/۳	۲۳/۹	۰	۱٤/٦	۰	۰	٤/۰۷	۲۱/۸
٦	اردیبهشت	۱۷/۷	۸/٦٦	٦/۷۲	۲۹	۲۰	۰	۰	۰	۱۱/۲۲	۳/۲۷	۲۱/۳
	آبان	٤	۸/۵۹	۲/۲٤۳	۲۰	۲۹	۰/٤۲	۸/۳	۲٦٤	۵۱۲/۸	۳/۸	۲۰/٦
۷	اردیبهشت	۱٦/۳	۸/۷۷	٦/۳٦	۲۹/۷	۲۱/٤	۰/۸۵٦	۱/٦۲۱	۸/٦	۱۱/۸	۳/۰۲	۲۰/۵
	آبان	۳/۹	۸/۳	۸/۹۷	۲۱/۱	۱۵/۱	۰/۰۵	۸/۹	۲٦۰	۰	۳/٦	۱۹/٦
۸	اردیبهشت	۱٦/۳	۹/٦٤	۹/۹۲	۳۲/۸	۱٤/۵	۰	۱/۰۱٤	۲۵/۳	۱۱/۳٤	۵/۵٤	۲۷/۱
	آبان	۳/۹	۸/۲	۸/۹۷	۲۱/۲	۳٦	۰	۸/۳	۳۰۱	۰	۳/۵	۱۸/۷
۹	اردیبهشت	۱۱/۹	۸/۹۳	۱۹/٤۷	۲۸/۹	۲٤/۳	۱/۱۷۵	۰/۸۸۲	۱۰	۱۰/۳٤	۲/۲۹	۲٤/٦
	آبان	۳/۹	۸/٤٦	۸/۱	۲۱/۹	۹/۲	۰/۰۳	۹/۲	۱۱۲/۸	۳۳٦	۳/٦	۱۹/۷
۱۰	اردیبهشت	۳/۹۸	۸/٤٦	٦/۹۲	۲۱/۵	۱۹/۵	۰	۱٦/۸	٤٤	۰	۳/۳۳	۱۷/٦
	آبان											
۱۱	اردیبهشت	۱٦/۷	۹/٤۸	۰	۲۸	۵	۰/۸۵٦	۱/٦۲۱	۱٤/۵	۲۰/۹۹	۳/٦٦	۱۹/۲
	آبان	٤	۸/٤۲	۰	۲۱/۵	۱۷/۷	۰	۸/۲	٤۱	۰	۳/٤۲	۱۸/۱
۱۲	اردیبهشت	۷/٦٦	۸/۷۵	۳/۹۵	۲٦/۷	۱۵/٤	۰	۰	۱۵/٦۰	۱۹/۸۳	۳/٦	۱۹/۵
	آبان	٤	۸/٤٤	۰	۲۱/۲	۸/۳	۰	۹/٦	۲٦/٤	۰	۳/۳	۱۷/٤
۱۳	اردیبهشت	۱۰/۳۹	۹/۳۷	۰	۲٦/۹	٤/۵	۰	۰	۱٤/۵	۲۱/۲۸	۳/۹۲	۲۱/٤
	آبان	٤/۲	۸/۳٤	۰	۲۱/۲	۷/۵	۰/۰۱	۱٤/۵	۱۵/٦	۰	۳/۵۷	۱۹
۱٤	اردیبهشت	۸/۱۵	۹/۰۲	۳/۲۵	۲۸/۹	۱۱٦/۱	۰	۰	۱۱/۳	۲۲/۳	۳/۸۲	۲۰/۹
	آبان	٤/۰۵	۸/٤۷	۰	۲۱/۳	۱	۰	۰	۱۱	۰	۳/۵٤	۱۸/۸

pH آب مزارع گمیشان از ۸/۲ تا ۹/٦٤ در نوسان بود. قلیائیت آب تالاب گمیشان با توجه به آزمایش‌های انجام شده، ناشی از یون‌های کربنات و بی‌کربنات بوده و به وجود هیدروکسید مربوط نمی‌باشد (۲۹). هم‌چنین مقایسه pH در آب تالاب و کانال خروجی مزرعه پرورش میگو نشان داد که مقدار این پارامتر در هر دو منطقه تقریباً یکسان بوده و حوضچه موجود در مسیر کانال خروجی، تأثیری بر مقدار این پارامتر نداشت. رابرت (۲۰۰۱) بیان نمود که در آب‌های طبیعی که تحت‌تأثیر آلودگی نباشند، محدوده pH بین ٦/٥ تا ۸/٥ قرار دارد (۳۰). خیرآبادی (۱۳۹۳) در پژوهش خود، بیان کرد که دامنه تغییرات pH در تالاب از ۷/٥ تا ۸/۹ در نوسان بوده و میانگین کل آن را ۸ بیان کرد. در این پژوهش دامنه کدورت ۱۱٦/۱-۱ NTU گزارش گردید. از دلایل کاهش کدورت آب در کانال خروجی می‌توان وجود حوضچه در مسیر کانال دانست. میزان کدورت تالاب گمیشان به‌صورت ماهیانه در مطالعه میرزایی (۱۳۹۷)، ۳۳/۱ NTU (بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کدورت به‌ترتیب برابر با ٤۲/۹ NTU در ماه فروردین و ۲٤/۲ NTU در ماه شهریور) بود. در مطالعه خیرآبادی (۱۳۹۳) میانگین کدورت برابر با ٤۳/۱ NTU و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب برابر با ۱۹۲ NTU در فصل پاییز و ۱/۲ NTU در فصل تابستان بود. بررسی تغییرات EC نشان داد که قبل و بعد از پرورش میزان آن حداکثر ٥/٥٤ و حداقل ۲/۷ بود. مقادیر هدایت الکتریکی در تالاب گمیشان، در ماه‌های گرم سال افزایش می‌یابد. این موضوع را می‌توان به افزایش دما و تبخیر در فصول گرم سال، فعالیت‌های کشاورزی و انسانی نسبت داد (۲۹). مقدار متوسط هدایت الکتریکی در مطالعات ریاضی (۱۳۸۰) و خیرآبادی (۱۳۹۳) برابر با ۱٦/٦ ms/cm و در مطالعه میرزایی (۱۳۹۷)، ۲۳/۲ ms/cm اندازه‌گیری شد. از آن‌جا که شرایط خشکسالی باعث ایجاد تغییرات در پارامترهای غیر زیستی از جمله کاهش اکسیژن محلول، غلظت فسفات، هدایت الکتریکی، دمای آب و غلظت نیتروژن می‌شود، این کاهش قابل توجیه است (۳۱ و ۳۲). میانگین میزان اکسیژن محلول در کانال خروجی افزایش نشان داد. این افزایش میزان اکسیژن در کانال خروجی، احتمالا به دلیل فعالیت‌های فیتوپلانکتونی در حجم آب کم‌تر نسب به تالاب و نیز، اختلاط بیش‌تر آب با هوا در نتیجه جریان سریع‌تر آب در مسیر کانال خروجی در مقایسه با تالاب گمیشان می‌باشد. وجود حوضچه در مسیر کانال خروجی پساب مزارع پرورش میگو، تأثیر چندانی در تغییر مقدار این پارامتر نداشت. چاین (۱۹۹۲) میزان اکسیژن زیر ٤ میلی‌گرم بر لیتر را برای اکثر آبزیان ایده‌آل نمی‌داند (۳۳). رابرت (۲۰۰۱) در مطالعات خود بیان نمود که تغییرات درجه حرارت هوا و آب در کنار تغییرات میزان pH می‌تواند باعث تغییرات اندک اکسیژن محلول می‌گردد (۳۰). عمده‌ترین عامل تأثیرگذار بر نوسانات ماهانه اکسیژن محلول در تالاب گمیشان را می‌توان تغییرات دمای آب دانست (۷). افزایش مقدار مواد جامد محلول احتمالاً ناشی از مرگ جوامع گیاهی و جانوری می‌باشد. از میان این‌ها، مرگ جوامع پلانکتونی در نتیجه پدیده یوتریفیکاسیون به‌دلیل ورود و اضافه شدن مواد مغذی به‌خصوص فسفر و نیتروژن مؤثرتر است. آب‌های کم‌عمق و نسبتاً راکد در برابر یوتریفیکاسیون آسیب‌پذیرترند. از تبعات شروع این پدیده، از بین رفتن بی‌مهرگان، کدورت بالا و کاهش تنوع زیستی است (۳٤). در کانال خروجی، میزان مواد جامد محلول روند کاهشی آرامی را نشان داد. با توجه به این‌که قبل از شهریور، تخلیه آب از مزارع صورت نمی‌گیرد و در این دوره با برداشت میگو، از تعداد میگوی مزارع کاسته می‌شود (در نتیجه میزان غذای

داده شده به میگو و نیز مقدار مواد دفعی آن‌ها رو به کاهش می‌رود)، این روند کاهشی قابل توجیه است. وجود حوضچه در کاهش میزان مواد جامد محلول نیز تأثیرگذار است. کم‌ترین و بیش‌ترین میزان نیترات در ایستگاه‌های مختلف دقیقاً با پژوهش خیرآبادی (۱۳۹۳) مطابقت دارد و مقادیر آن به ترتیب برابر با ۵/٦ و ۱٦/۸ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. بالا بودن نیترات احتمالاً به‌دلیل پساب خروجی مزارع پرورش میگو می‌باشد. به‌دلیل کاهش عمق آب تالاب گمیشان، امروزه تولید مواد مغذی و آلاینده‌های محیطی نسبت به گذشته بیش‌تر شده است. مقایسه مقدار نیترات در ایستگاه‌های مختلف مسیر کانال خروجی مزارع پرورش میگو، نشان داد که در ایستگاه ۱۰ (داخل حوضچه) که سطح وسیع‌تری دارد و سکون و ثبات آب و نیز حجم آب بیش‌تر می‌شود، شاهد تجمع بیش‌تری از نیترات هستیم. در ایستگاه ۱۱ (بعد از حوضچه)، با کاهش حجم آب کانال نسبت به حوضچه، مجددا کاهش در مقدار نیترات رخ می‌دهد؛ در ایستگاه‌های ۱۲ و ۱۳ مجدداً مقدار این پارامتر افزایش می‌یابد.

حداقل میزان فسفات ۰/۰۱ و حداکثر آن ۱/۱۷۵ بود. بر هم خوردن تعادل مواد مغذی منجر به تغییرات فیزیکی و شیمیایی، به‌خصوص تغییر شرایط pH، اکسیژن محلول، شفافیت و غلظت کلروفیل آ می‌شود، به‌طوری‌که افزایش نیترات و فسفات باعث افزایش رشد فیتوپلانکتون و در نتیجه افزایش pH، تغییر اکسیژن محلول در آب، کاهش شفافیت و افزایش غلظت کلروفیل آ خواهد شد (۳۵). افزایش مواد مغذی به ویژه نیترات و فسفات منجر به بر هم خوردن نسبت P:N می‌شود که افزایش این نسبت در شرایط خاص باعث افزایش سیانوباکترها نیز می‌گردد. حفظ تعادل N:P از طریق کاهش جریان فاضلاب و پسابی از راه‌های مؤثر جلوگیری از پدیده شکوفایی و کاهش اثرات جبران‌ناپذیر این پدیده بر محیط زیست و آبزیان تالاب می‌باشد. آهنگ مصرف اکسیژن در فعالیت‌های زیستی یا اندازه‌گیری میزان BOD اهمیت زیادی دارد. در تالاب گمیشان بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب برابر با ۳٦٤ میلی‌گرم بر لیتر در آبان ماه و ۸/٦ میلی‌گرم بر لیتر در اردیبهشت ماه اندازه‌گیری شد. در طول کانال خروجی، در ایستگاه ٦ (داخل حوضچه) افزایش مقدار BOD دیده شد که احتمالاً علت آن، افزایش حجم آب و تجمع آلاینده‌ها می‌باشد. پس از آن، در ایستگاه‌های ۷ و ۸ افزایش در مقادیر این پارامتر دیده شدکه نشان‌دهنده افزایش میکروارگانیسم‌های متمایل به مصرف اکسیژن در ایستگاه‌ها است. میزان کلیفرم کل و باکتری *E. coli*، نشان‌دهنده آلودگی مدفوعی در آب است. حضور این باکتری در آب بیانگر این است که آب توسط مدفوع انسان یا حیوان آلوده شده است (۳٦). وجود تعداد زیاد باکتری‌های کلی‌فرم در این پژوهش نشان می‌هد که آب دارای آلودگی مدفوعی جانوری به‌خصوص میگوست. در هر صورت این یافته‌ها نشان می‌دهند که آب تالاب گمیشان در طی این دوره دچار آلودگی مدفوعی شده و زمینه برای گسترش آلودگی باکتریایی در تالاب گمیشان فراهم شده است.

جدول ٤- کیفیت آب خروجی مزارع پرورش میگوی وانامی در سایت گمیشان با استفاده از شاخص WQI (الف- اردیبهشت؛ ب- آبان).

Table 4. Water quality of the effluent from vannamei shrimp farms at the Gomishan site using the WQI index (A: Ordibehesht [April-May]; B: Aban [October-November]).

ایستگاه شاخص WQI	ماه	مقدار	کیفیت آب	ایستگاه شاخص WQI	ماه	مقدار	کیفیت آب
۱	اردیبهشت	-		۸	اردیبهشت	۵۵/۵۲	متوسط
	آبان	۷۸/۹٦	خوب		آبان	٦۱/٦۹	متوسط
۲	اردیبهشت	-		۹	اردیبهشت	٦٤/۹۱	متوسط
	آبان	۷۸/۹٤	خوب		آبان	٦۲/۰۱	متوسط
۳	اردیبهشت	-		۱۰	اردیبهشت	-	
	آبان	۵۸/۳۳	متوسط		آبان	٦۰/۷۳	متوسط
٤	اردیبهشت			۱۱	اردیبهشت	٦۷/۱۳	متوسط
	آبان	۷٦/۰۸	خوب		آبان	٤۸/٦٤	بد
۵	اردیبهشت	٦۱/٦۸	متوسط	۱۲	اردیبهشت	٦۷/۷٤	متوسط
	آبان	۷۳/۰۹	خوب		آبان	٤۸/۷۱	بد
٦	اردیبهشت	٦۳/٦٤	متوسط	۱۳	اردیبهشت	٦۸/۲٤	متوسط
	آبان	۵۸/۹۳	متوسط		آبان	۵۱/۷۳	متوسط
۷	اردیبهشت	٦۳/۷٦	متوسط	۱٤	اردیبهشت	٦۲/۸٤	متوسط
	آبان	٦۲/۰۵	متوسط		آبان	۵۹/۳۹	متوسط

در محاسبه شاخص WQI، ایستگاه‌ها در طبقه متوسط تا خوب قرار داشتند (جدول ٤). در مطالعه میرزایی (۱۳۹۷)، بر اساس شاخص WQI، تمام تالاب گمیشان دچار آلودگی است و این شاخص در اکثر ایستگاه‌ها در وضعیت بد تا نسبتاً بد قرار داشتند (۱۸). از آن‌جا که مقدار اکسیژن محلول از مؤثرترین پارامترها در محاسبه این شاخص است و ارتباط مستقیم با آن دارد، یکی از دلایل کاهش مقدار این شاخص را می‌توان در کم بودن مقدار اکسیژن محلول در تالاب گمیشان دانست، که کدورت، pH و فسفات نقش به‌سزایی در کاهش مقدار این شاخص در ایستگاه‌های مذکور ایفا کردند (۲۸). کاهش سطح آب تالاب گمیشان در کنار افزایش میزان آلاینده‌های این تالاب، زنگ خطری است که توجه هرچه بیش‌تر مدیران و تصمیم‌گیران دولتی را برای اتخاذ تدابیر لازم حفاظتی و محیط‌زیستی ضروری می‌نماید.

منابع

1. Boone, L. (1931). A collection of anomuran and macruran Crustacea from the Bay of Panama and the fresh waters of the Canal Zone. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 63, 137-189.
2. Preston, N. R. (2002). The environmental management of shrimp farming in Australia, Report prepared under the word Bank, NACE and FAO, 9.
3. Naylor, R., Goldberg, R., Mooney, H., Beveridge, M., Clay, J., Folke, C., Kautsky, N., Hubchenco, J., Primavera, J., & Williams, M. (1998). Natures subsides to shrimp and salmon farming. *Science*. 283, 883-884.
4. Valiollahi, J., & Shirazi, G. (2017). Management of reproduction and breeding of aquatic animals, enviromental effects of fisheries development, Shahid Rajaei University of Tehran, Salehin Publications, 289p.

5.Khodashenas, A., Hedayati, A. A., Ghorbani, R., Hosseini, A., & Saghali, M. (2017). Efficiency of sewage treatment lagoon on pollution load reduction of Gomishan shrimp farm effluent in Golestan province. *isfj*. 26 (2), 163-167.
6.Omrani, S., Kheyrabadi, V., & Ali Akbarian Ghanati, A. (2019). Study of diversity, density and phytoplankton concentration in summer stress of environmental parameters (case study: Gomishan international wetland). *Isfj*. 28 (4), 209-215.
7.Riazi, B. (2001). Information Sheet on Ramsar Wetland (RIS). Ramsar Convention Secretariat.
8.Saghali, M., Yahyavi, M., & Yelghi, S. (2013). Review the composition and abundance of west white shrimp farms macrobenthoses *(Litopenaeus vannamei)* in Gomishan,Golestan Province. New technologies in aquaculture development. *Journal of Fisheries*. 7, 29-36.
9.Salehan, A. H., Ghorbani, R., Hosseini, S. A., Yelghi, S., Salehi, H., & Amooei Khoozani, E. (2015). A Survey on Growth Performance of *Litopenaeus Vannamei* in Gomishan Ponds, Golestan. *Journal of Aquaculture Development*. 3, 39-50.
10.Thiago Awad Prudente, Maria A. N., de Meirelles, Jose A. S. A dos Anjos, & Roberto G. dos Santos. (2017). Degradation of mangrove ecosystems due to shrimp farming activities and its conflicts of interest in the state of Bahia, Brazil. *Modern Environmental Science and Engineering*. 4, 224-230.
11.Rosa Amalia, Sri Rejeki, Lestari Lakshmi Widowati, & Restiana Wisnu Aryati. (2022). The growth of tiger shrimp (Penaeus monodon) and its dynamics of water quality in integrated culture. *Biodiversitas*. 1, 593-600.
12.Ferreira, N. C., Bonetti, C., & Seiffert, W. Q. (2011). Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*. 318 (3), 425-433.
13.Khodami, S. (2004). The assessment quality effluent from shrimp aquaculture site in Gwatar (In Baluchestan Province). *Iranian Fisheries Research Institute*. 145p. [In Farsi]
14.Ozesmi, S. L., & Bauer, E. M. (2002). Satellite remote sensing of wetlands. *Wetlands Ecology and Management*. 10, 381-402.
15.Smith, P. T. (1996). Characterisation of effluent from prawn ponds on the Clarence River. Pacon Conference, Australia. 11p.
16.Burkholder, J., et al. (2006). Impacts of waste from concentrated animal feeding operations on water quality. *Environmental health perspectives*, 115 (2), 308-312.
17.Kiabi, B., Ghaemi, R. A., & Abdoli, A. (2001). Wetland and riverain ecosystems of Golestan Province. Department of the environment golestan provincial. 182p.
18.Black, D. (2001). Environmental impact of aquaculture, science direct, *Aquaculture*, 3, 3-9.
19.Behrouzi-Rad, B., Hasanzadeh Kiabi, B., & Ghaemi, R. (2012). Investigation of density, Diversity and population trend of wintering waerbirds in Gomishan international wetland in Golestan Province (2007-2012). *Wetland Ecobiology*. 13 (4), 63-73. [In Persian]
20.Lenore, S., Clescerl, Arnold, E. G., & Andrew, D. Eaton. (1999). Standard methods for examination of water and wastewater.
21.Miraslow, R., & Vcadimir, N. (1990). Practical enviromental analysis. Published by Royal Society of Chemistry (www.rec.org). 466p.
22.Krebs, C. J. (1944). *Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*, 4th ed, Harper Collins, New York.
23.Tavakoli, F., Mohammadi-Rouzbahani, M., & Sobhan-Ardekani, S. (2018). Survey of the River Water Quality Using Water Quality Indices (Case Study Aligoodarz River). *Journal of Environmental Science and Technology*, Article in press.
24.Karamouz, M., Mahjouri, N., & Kerachian, R. (2004). *"River Water Quality Zoning: A case study of Karoon and Dez river system*", *Iranian J. Env. Health Sci. Eng*. 1 (2), 16-27.

25. Humphery, C., & Dostine, P. L. (1994). Development of biological monitoring programs to detect mining-waste impacts upon aquatic ecosystems of the Alligator Rivers Region, Northern Territry, Australia, *Mitt. Internat. Verein. Limnol*. 24, 293-314.
26. Saksena, D. N., Garg, R. K., & Rao, R. J. (2008). Water quality and pollution status of Chambal River in National Chambal Sanctuary, Madhya Pradesh. *Journal of Environmental Biology*. 29 (5), 701-10.
27. Kheyrabadi, V. (2014). Seasonal changes in phytoplankton community structure in relation to physico-chemical water factors of Gomishan international wetland in Golestan Province. Master thesis, university of Zabol. 96p.
28. Shiroodmirzaie, F., Ghorbani, R., Hoseyni, S. A., Parafkande Haghighi, F., & Nasrollahzade Saravi, H. (2018). Enviromental impact assessment of aquaculture effluent on benthic fauna;case study: Gomishan wetland, Golestan Province. *Journal of animal environment*. 4.
29. Basatnia, N. (2011). Effect of aquaculture effluent on macroinvertebrates diversity and abundance of Gomishan Lagoon. Master Science and Natural Resources, 7p.
30. Robert, H. (2001). Best management practices for Hawaiian aquaculture Center for tropical and subtropical aquaculture. Waimanalo, Hawaii, USA: Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication.
31. Aazami, J., et al. (2018). *Ecological quality assessment of Kor River in Fars Province using macroinvertebrates indices*. *International Journal of Environmental Science and Technology,* pp. 1-10.
32. Abbaspour, R., et al. (2014). Water quality assessment of cheshmekileh river with using community of macrobenthic invertebrates and physicochemical factors of water. *Iranian Journal of Environment*, 2 (1), 23-29.
33. Chien, Y. H. (1992). Water quality requirement an management for marine shrimp culture. Department of Aquaculture, National Taiwan Oceanic University Keelung, Taiwan, pp. 30-42.
34. Mirzajani, A. R., Khodaparast, H., Babaei, H., Abedini, A., & Dadi Ghandi, A. (2010). Eutriphication Trend of Anzali Wetland Based on 1992-2002 data. *Journal of environmental studies*. 52, 19-21.
35. Alabama department of Environmental management water quality branch water division. 2008. Total maximum daily load for Flint river assessment unit pathogens (Fecal coliform). 33p.
36. Phillips, M. J. (1990). Water quality management for aquaculture and fisheries. Bangladesh aquaculture and fisheries resource unit. Ins, of aqu. University of Stirlling. 21p.