مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۱(۲۸۴-۲۷۳)

بررسی تأثیر پساب استخرهای پرورش ماهی بر کاهش کیفیت آب رودخانه قزل اوزن

علی افشاری [1*]

a.afshari88@gmail.com

پریسا علمداری [2]

احمد گلچین [3]

محمدصادق عسکری [4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: با عنایت به اهمیت تولید و مصرف ماهی در زنجیره غذایی انسان و امنیت غذایی بشر و از طرف دیگر تأثیرات سوء احتمالی پساب استخرهای پرورش ماهی بر کیفیت آب های رودخانه؛ پژوهش حاضر با در نظر گرفتن تأثیر پساب مزارع پرورش‌ماهی بر کیفیت آب رودخانه، با مطالعه موردی بر مزارع پرورش‌ماهی حاشیه رودخانه قزل‌اوزن بزرگ (از کوه‌های چهل‌چشمه استان کردستان تا سد منجیل یا سفیدرود) انجام گرفت.

روش بررسی: شناسایی مزارع پرورش‌ماهی بر اساس پیمایش میدانی در طول رودخانه انجام گرفت. نمونه‌برداری از عمق ۱۰ - ۰ سانتی‌متری از سطح آب در فصل تابستان (سال ۱۳۹۶) با تعداد ۵ نمونه در حدود فاصله ۵۰۰ متری قبل از استخرها (کنترل) که تحت تأثیر فعالیت‌های پرورش‌ماهی قرار نداشت و تعداد ۵ نمونه در حدود فاصله ۱۵۰-۱۰۰ متر بعد از استخرها (که پساب مزارع پرورش‌ماهی وارد رودخانه شده است)، انجام گرفت. نمونه‌برداری و آنالیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی از قبیل دما، pH، هدایت‌الکتریکی (EC)، نیترات (NO_3)، فسفات (PO_4)، اکسیژن‌محلول (DO) و اکسیژن‌موردنیازشیمیایی (COD) مطابق با دستورالعمل‌های موجود در کتاب استاندارد متد (Standard Methods) صورت پذیرفته است.

۱ - دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- دانشیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳- استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۴- استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

یافته‌ها: نتایج نشان داد میانگین مقادیر پارامترها در ایستگاه‌های ورودی و خروجی به ترتیب برای اسیدیته برابر ۷/۲۴ و ۷/۲۱، هدایت‌الکتریکی برابر ۲۲۵۰/۶ و ۲۲۸۲/۸ دسی‌زیمنس‌برمتر، اکسیژن‌محلول برابر ۷/۴۱ و ۶/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر، اکسیژن‌مورد نیاز شیمیایی برابر ۲۴/۹۴ و ۲۹/۶۳ میلی‌گرم بر لیتر، دما برابر ۱۴/۸ و ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد، نیترات برابر ۴/۱ و ۵/۹ میلی‌گرم بر لیتر و فسفات برابر ۱/۱ و ۱/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: به صورت کلی روند پارامترهای اسیدیته و اکسیژن‌محلول کاهشی و پارامترهای هدایت‌الکتریکی، اکسیژن‌مورد نیاز شیمیایی، دما، نیترات و فسفات افزایشی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آبزی پروری، استخر، امنیت غذایی، مدیریت منابع آبی.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 2, May, 2022

Investigating the effect of fish ponds on water quality of Ghezel Ozan river

Ali Afshari [1*]
a.afshari88@gmail.com
Parisa Alamdari[2]
Ahmad Golchin [3]
Mohamad Sadegh Askari [4]

Admission Date:April 6, 2022 Date Received: August 15, 2021

Abstract

Background and Objective: Considering the importance of fish production and consumption in the human food chain and human food security, and on the other hand, the possible adverse effects of fish pond effluents on river water quality; the present study was carried out by considering the effect of fish farm effluents on river water quality, with a case study on fish farms along the Great Ghezel Ozan river (from Chehelcheshmeh mountains of Kurdistan province to Manjil or Sefidrood dam).

Material and Methods: Fish farms were identified based on field surveys along the river. Sampling from a depth of 0 – 10 cm from the water surface in summer (2017) With 5 samples about 500 meters before the pools (control) that were not affected by fish farming activities and 5 samples in approximately100 – 150 meters after the pools (where the effluents of fish farms entered the river) was done. Sampling and analysis of physicochemical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity (EC), Nitrate (NO_3), Phosphate (PO_4), Dissolved oxygen (DO) and Chemical oxygen demand (COD), according to the instructions in the standard methods book was done.

Findings: The results indicated that the average values of the parameters in the input and output stations, respectively for pH (7.24 – 7.21), EC (2250.6 – 2282.8 dS/m), DO (7.41 – 6.94 mg/L), COD (24.94 – 29.63 mg/L), Temp (14.8 – 15.5 °C), NO_3 (4.1 – 5.9 mg/L), PO_4 (1.1 – 1.84 mg/L) was obtained.

Discussion and Conclusion: In general, the process of acidity and oxygen parameters of the solution decreased, and the parameters of electrical conductivity, oxygen demand, chemical temperature, temperature, nitrate and phosphate, increased.

Keywords: Pool, Aquaculture, Water resource management, Food security.

1- PhD student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. [*](*Corresponding Author*)
2- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
3- Professor Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
4- Assistant Professor Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

مقدمه

اطلاع از وضعیت کیفی آب‌های سطحی این امکان را فراهم می‌سازد تا ضمن استفاده از آن در موارد مختلف، شیوه‌هایی اتخاذ شود تا کمترین آسیب به این منبع وارد شود. بررسی کیفیت آب یک رودخانه می‌تواند اولین و یا شاید مهمترین گام در اعمال یک مدیریت صحیح کیفی به منظور رفع مشکل آلودگی آن باشد، چرا که دیدگاه فرد را نسبت به روند و چگونگی تغییرات آلودگی در هر زمان و مکان و شرایط خاص روشن می‌نماید (۱). باید توجه داشت که عوامل دیگری از جمله نوع کاربری آب رودخانه نیز بر کیفیت آب مؤثر بوده و نمی‌توان تأثیر آنها را در ارزیابی کیفی آب نادیده گرفت (۲). تخریب مراتع و جنگل‌ها در مناطق بالادست رودخانه‌ای، با هر ریزش جوی باعث فرسایش خاک و در نهایت گل‌آلودگی و تغییر رنگ آب رودخانه شده و علاوه بر اختلالات به وجود آمده در جذب مواد غذایی، باعث به خطر افتادن زندگی آبزیان خواهد شد. این ذرات معلق به همراه آلودگی‌های مختلف وارد آب‌ها می‌شوند و نه تنها از نظر زیستی بلکه از نظر فیزیکی نیز می‌توانند سلامت آبزیان را به خطر اندازند (۳).

آبزی‌پروری در کشورهای در حال توسعه، ابزار مهمی برای ارتقای رشد اقتصادی به دلیل ایجاد شغل و کسب و کار درآمد است، بنابراین به منظور جبران اثرات منفی محیط زیستی آبزی‌پروری باید به روش‌های تولید و پیامدهای محیطی آن توجه کرد (۴). فعالیت‌های آبزی‌پروری با برخی تأثیرات محیط زیستی همراه است که برخی از آنها شامل: غنی‌شدن آب از مواد مغذی (به ازای تولید هر تن ماهی حدود نیم تن ماده جامد قابل رسوب تولید خواهد شد)، آلوده شدن محیط به داروها و ضد عفونی‌کننده‌ها و آسیب به جمعیت ماهیان و دیگر جانوران آبزی می‌باشد. از جمله مهمترین ترکیبات آلاینده پساب مزارع پرورش قزل‌آلا که تأثیرات مخرب بر بوم‌سازگان رودخانه دارد، می‌توان به مواد مغذی (به ویژه ازت و فسفر)، مواد جامد معلق، عوامل بیماری‌زا و باقی‌مانده‌های شیمیایی اشاره نمود (۵). میزان تولید ماهی و مدیریت اعمال شده در یک کارگاه، دبی آب و ظرفیت خود پالایی بدنه آبی دریافت کننده پساب از عوامل مهم در تعیین مقدار بار آلودگی پساب و میزان تأثیر آن بر کیفیت آب هستند (۲). افزایش تولید ماهی منجر به مصرف بیشتر غذا و مواد شیمیایی شده (مواد ضدعفونی کننده، دارو و نمک)، در نتیجه مواد دفعی افزایش می‌یابد. البته با توجه به گونه، سن و اندازه ماهی و تراکم ماهی‌ها در استخر، میزان مواد آلاینده تولید شده و تأثیر آن بر اکوسیستم‌های نهرها متفاوت می‌باشد (۴). میزان جذب مواد مغذی در محیط به عمق آب، توپوگرافی منطقه و شدت جریان بستگی دارد (۵). پساب مزارع پرورش‌ماهی قزل‌آلا به طور عمده شامل سه دسته مواد آلاینده می‌باشد: دسته اول، مواد جامد معلق (بقایای غذا و مدفوع ماهی)؛ دسته دوم، مواد محلولی که توسط ماهی به محیط آزاد می‌شود که بیشتر شامل کربن آلی و ترکیبات ازته محلول (آمونیوم و اوره) است و دسته سوم، مواد شیمیایی باقی‌مانده از درمان‌های دارویی، قارچ‌کش و انواع آنتی‌بیوتیک‌هاست. دو دسته اول باعث اختلالات شیمیایی آب، ناشی از فرآیندهای تجزیه مواد می‌گردند که مهمترین آنها، تغییرات pH و نوسانات شدید اکسیژن محلول می‌شوند (۴). مزارع پرورش ماهیان، این مزارع مواد زاید خود را بدون هیچگونه فرآیند بهبود و تصفیه وارد اکوسیستم‌های آبی می‌کنند. با توجه به این‌که به ازای هر تن تولید ماهی، ۳۰۰-۱۵۰ کیلوگرم مواد غذایی مصرف نشده و ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم مدفوع به آب وارد می‌گردد. تخلیه پساب‌ها و مواد مغذی از طریق سیستم‌های آبزی‌پروری و مراکز پرورش‌ماهی به محیط زیست باعث می‌شود تا تأثیر منفی بر روی کیفیت آب گذارده شود (۴). پساب خروجی از سیستم‌های آبزی‌پروری ممکن است باعث تغییراتی در اکوسیستم‌های دریافت کننده پساب شود. البته سهم آثار زیست محیطی آبزی‌پروری در جهان در مقایسه با دیگر فعالیت‌های بشر مانند کشاورزی، صنعت، مسکن‌سازی و غیره اندک است (۲). پساب آبزی‌پروری با افزایش غلظت مواد جامد معلق و مواد آلی محلول، کاهش سطح اکسیژن محلول در آب و ایجاد حالت بی‌هوازی، افزایش غلظت نیترات و فسفات، افزایش غلظت مواد سمی مانند آمونیاک، معمولاً کاهش غنای گونه‌ای و تنوع جوامع زیستی و افزایش فراوانی و غالبیت موجودات مقاوم به آلودگی و تغییر ساختار جامعه زیستی را به دنبال دارد. افزایش مواد آلی در نتیجه کاهش شدید اکسیژن بستر، آثار منفی بر ساختار ماکروبنتوزها دارد (۲). آلاینده‌های

موجود در پساب در دراز مدت باعث کاهش کیفیت آب و محیط زیست بستر در محل‌های خروجی پساب و رودخانه می‌شود (۲). اگر کارگاه‌های تأسیس شده در فواصل بسیار کوتاه پساب خروجی را بدون هرگونه سیستم تصفیه به رودخانه رها سازند، این امر می‌تواند به افت شدید کیفیت آب منجر گردد (۵).

میررسولی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند که مزارع پرورش-ماهی تأثیر معنی‌داری روی غلظت مقادیر نیترات، نیتریت، فسفات و EC داشت که در ایستگاه‌های پایین‌دست این تأثیر بیشتر بود و غلظت فسفات و نیترات از حد استاندارد بالاتر بود، اما تغییرات در غلظت پارامترهای pH و اکسیژن محلول در طول مدت بررسی معنی‌دار نبود (۴). کاهش کیفیت آب ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه را می‌توان به ورود پساب‌های صنعتی و شهری و همچنین تخلیه موردی فاضلاب‌های خانگی در آن بخش از رودخانه مربوط دانست (۲). تخلیه فاضلاب‌های خانگی، صنعتی، فضولات حیوانی، زباله‌های شهری و روستایی، آلودگی-های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی از دلایل عمده کاهش کیفیت آب رودخانه در ایستگاه‌های پایین‌دست نسبت به ایستگاه‌های بالادست به شمار می‌آیند (۱). سرخوش و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که در خروجی پساب مزرعه پرورش‌ماهی میزان فاکتورهای سولفات، فسفات، نیتریت، نیترات، سختی کل، دما و pH افزایش و میزان اکسیژن کاهش یافت. همچنین ایستگاهی که بلافاصله بعد از مزرعه قرار دارد، آلودگی بیشتری نسبت به ایستگاه‌های قبلی داشته و با افزایش فاصله از مزرعه، رودخانه دارای روند خودپالایی شده و درجه آلودگی آب کاهش می‌یابد و در نهایت در طبقه با کیفیت بالاتر قرار می‌گیرند (۱). سبحان اردکانی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند که بین میانگین غلظت پارامترهای نیتریت و COD در ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت نیتریت به ترتیب با ۰/۰۰۱ ±۰/۰۰۴ و ۰/۰۱ ±۰/۰۴۹ میلی‌گرم در لیتر و کمینه و بیشینه میانگین غلظت COD به ترتیب با ۱/۲۰ ±۸/۰۰ و ۵/۳۳ ±۲۷/۶۷ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. نتایج مقایسه غلظت پارامترهای کیفی آب بین ماه‌های مختلف نمونه‌برداری نیز بیانگر وجود اختلافی معنی‌دار بین میانگین غلظت همه پارامترهای مورد ارزیابی بود. ایشان به صورت کلی اشاره کردند که رودخانه مورد مطالعه در حال حاضر توان خودپالایی آلاینده‌ها را دارد، ولی با افزایش تعداد کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی و همچنین عدم نظارت بر منابع آلاینده ورودی، در آینده‌ای نزدیک با معضلات جدی به ویژه بروز پدیده تغذیه‌گرایی مواجه خواهد شد (۵). واردی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی چند رودخانه در مازندران مقدار درجه حرارت آب رودخانه‌ها را بین ۱۸ درجه سانتی‌گراد (ماه فروردین) تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد (ماه مرداد) که افزایش دمای آب در این زمان با کاهش اکسیژن محلول رودخانه-ها همراه بوده است، اکسیژن محلول را بین ۳/۴ (خرداد ماه) و ۱۳/۵ میلی‌گرم بر لیتر (تیر ماه)، میانگین اکسیژن مورد نیاز زیستی[1] را ۳/۲۸ میلی‌گرم بر لیتر، اسیدیته[2] را به رغم کاهش آب و افزایش غلظت آلاینده‌ها بین ۸/۹۳ (ماه خرداد) و ۷/۶۱ (ماه مرداد) گزارش کردند (۳).

رودخانه قزل‌اوزن یکی از حوضه‌های آبریز مهم ایران است که از لحاظ اقتصادی و اجتماعی تأثیرات قابل توجهی بر استان‌های همجوار با آن دارد. بر اساس مطالعات طرح جامع آب کشور، پهنه سرزمین به سی‌وهفت حوزه آبریز اصلی تقسیم شده است. حوزه آبریز قزل‌اوزن بخش بزرگی از یکی از حوزه‌های اصلی کشور، یعنی حوزه سفیدرود – مرداب - طالش می‌باشد. این حوضه آبریز یکی از هفت حوضه اصلی آبی ایران بوده که به دریای خزر می-ریزد. حوضه آبریز قزل‌اوزن در عرض جغرافیایی ″۲۱ ′۵۳ °۳۴ تا ″۲ ′۵۶ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ″۴۳ ′۲۷ °۴۶ تا ″۴۳ ′۱۹ °۴۹ شرقی قرار دارد. از لحاظ تقسیمات کشوری تابع استان‌های کردستان، زنجان، آذربایجان‌شرقی و بخش‌هایی از استان‌های همدان، قزوین و اردبیل و مناطق کوچکی از استان‌های آذربایجان‌غربی و گیلان را نیز شامل می‌شود و زهکشی آب‌های سطحی این منطقه نسبتاً پهناور را انجام می‌دهد. شهرهای زنجان، میانه، طارم، منجیل، خلخال، هشترود، ماهنشان، ایجرود، خدابنده، بیجار و دیواندره از شهرهای مهم واقع در این حوضه به حساب می‌آیند. طول رودخانه قزل‌اوزن از سرچشمه تا

1- BOD_5

2- pH

محل تلاقی با شاهرود حدود ۶۶۰ کیلومتر بوده و از سرشاخه‌های مختلف و متفاوتی از جمله قرانقوچای، آیدوغموش، شهرچای، قمچقای، آجی‌چای، خلخال‌چای، تالوار، شورچای، آرپاچای، زنجان‌چای، انگوران‌چای، خوئین، سجاسرود و غیره تشکیل یافته است. این رودخانه یکی از دو شاخه مهم سفیدرود بوده که به سد منجیل ریخته و با شاهرود به هم می‌پیوندند و رودخانه سفیدرود را تشکیل می‌دهند. مساحت حوضه آبریز سفیدرود حدود ۶۷۰۰۰ کیلومترمربع بوده که شامل حوزه آبریز قزل‌اوزن با مساحت حدود ۶۰۰۰۰ کیلومتر مربع (وسعت حوضه آبریز آن در گیلوان تقریباً ۵۱۴۵۰ کیلومتر مربع برآورد گردیده است) و حوزه شاهرود با مساحت حدود ۷۰۰۰ کیلومتر مربع است که ۸۱ درصد مساحت حوزه اصلی خود و ۳ درصد سطح کشور را می پوشاند (۶). ماهی قزل‌آلا به عنوان گونه اصلی ماهی سردآبی قابل پرورش در کشور ما بوده که محیط‌های مختلفی شامل استخر بتونی، استخر خاکی، قفس و انواع روش‌های متراکم، نیمه‌متراکم و معمول پرورش می‌یابند (۷). رودخانه‌هایی که در حوضه جنوبی دریای خزر واقع شده‌اند به عنوان محل‌های تخم‌ریزی ماهیان نقش مهمی در بقا گونه‌های مختلف آنها دارند (۳). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مزارع پرورش‌ماهی در طول رودخانه قزل-اوزن بر کیفیت آب رودخانه انجام گرفته است.

روش بررسی

شناسایی مناطق و مزارع پرورش‌ماهی بر اساس پیمایش میدانی در طول رودخانه قزل‌اوزن از سرچشمه (کوه‌های چهل چشمه شهرستان دیواندره) تا سد منجیل انجام گرفت. در طول رودخانه قزل‌اوزن از سرچشمه آن اقدام به نمونه‌برداری از استخرهای پرورش‌ماهی شد. تعداد ۵ نمونه در حدود فاصله ۵۰۰ متری قبل از استخرها (کنترل) که تحت تأثیر فعالیت‌های پرورش‌ماهی قرار نداشت و تعداد ۵ نمونه در حدود فاصله ۱۵۰-۱۰۰ متر بعد از استخرها که پساب مزارع پرورش‌ماهی وارد رودخانه شده‌اند، برداشت گردید. نمونه‌برداری در فصل تابستان سال ۱۳۹۶ به صورت مرکب و تصادفی در هر ایستگاه با سه تکرار و در امتداد خطی فرضی عمود بر جریان آب و در شرایط جوی پایدار (هوای آفتابی و عدم وزش باد) صورت پذیرفت. همچنین حجم و میزان پساب خروجی از استخرهای پرورش‌ماهی به رودخانه قزل‌اوزن نیز در انتخاب نمونه‌ها مؤثر بود. برای این منظور از ظروف پلی-اتیلنی تیره رنگ ۵۰۰ میلی‌لیتری که چندین بار با آب رودخانه محل نمونه‌برداری شستشو داده شده بودند و از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری از سطح آب رودخانه انجام گردید. پارامترهای فیزیکوشیمیایی مانند دما، pH، هدایت الکتریکی[1] در محل نمونه‌برداری، با کمک دستگاه قابل حمل دیجیتالی اندازه‌گیری شدند. برداشت و نگهداری و سنجش پارامترهای مورد نظر با استفاده و مطابق با دستورالعمل‌های موجود در کتاب استاندارد متد[2]صورت پذیرفته است (۸). بررسی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 و با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه One-Way-ANOVA مورد بررسی آماری قرار گرفت. از آزمون دانکن[3] برای سطح معنی‌دار بودن (سطح احتمال ۹۵ درصد) پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌ها و تشخیص گروه‌های همگن استفاده شد.

یافته‌ها

جدول ۱ نمایی کلی از غلظت پارامترهای مورد آنالیز در این آزمایش را نشان می‌دهد. شایان ذکر می‌باشد ایستگاه‌هایی که قبل از ورودی آب رودخانه به کانال مزارع پرورش‌ماهی نمونه-برداری شده‌اند (ایستگاه‌های شاهد)، عنوان ورودی (۱ تا ۵) به کار برده شده است و ایستگاه‌هایی که بعد از مزارع پرورش‌ماهی (ایستگاه‌های سنجش آلودگی و کیفیت آب) از عبارت خروجی (۱ تا ۵) استفاده شده است. همچنین خلاصه آماری هر یک از پارامترها در ایستگاه‌های ورودی به صورت حداقل، حداکثر و میانگین یک (۱) و ایستگاه‌های خروجی به صورت حداقل، حداکثر و میانگین دو (۲) به کار برده شده است.

1- EC
2- Standard Methods
3- Duncan

جدول ۱- خلاصه آماری وضعیت پارامترهای مورد آنالیز در ایستگاه‌های ورودی و خروجی مزارع پرورش ماهی

Table 1. Statistical summary of the status of the analyzed parameters in the input and output stations of fish farms

ردیف	pH	EC	DO	COD	Temp	NO_3	PO_4
ورودی ۱	۷/۱۱	۱۹۰۰	۷/۳۵	۲۴/۴۶	۱۴/۲	۴/۲	۰/۸
ورودی ۲	۷/۱۶	۳۲۴۵	۸/۴۱	۲۵/۵۴	۱۶/۶	۱/۵	۱/۵
ورودی ۳	۷/۳۲	۲۲۴۵	۶/۷۵	۲۸/۱۴	۱۵/۵	۵/۳	۰/۹
ورودی ۴	۷/۴۶	۱۸۷۶	۷/۳۹	۲۱/۲۹	۱۴/۳	۳/۷	۱/۱
ورودی ۵	۷/۱۵	۱۹۸۷	۷/۱۵	۲۵/۲۶	۱۳/۲	۵/۷	۱/۰
حداقل ۱	**۷/۱۱**	**۱۸۷۶**	**۶/۷۵**	**۲۱/۲۹**	**۱۳/۲**	**۱/۵**	**۰/۸**
حداکثر ۱	**۷/۴۶**	**۳۲۴۵**	**۸/۴۱**	**۲۸/۱۴**	**۱۶/۶**	**۵/۷**	**۱/۵**
میانگین ۱	**۷/۲۴**	**۲۲۵۰/۶**	**۷/۴۱**	**۲۴/۹۴**	**۱۴/۸**	**۴/۱**	**۱/۱**
خروجی ۱	۷/۰۹	۱۹۵۸	۷/۱۰	۲۸/۴۵	۱۴/۲۶	۵/۸	۰/۱۱
خروجی ۲	۷/۱۴	۳۲۸۷	۷/۵۲	۲۹/۳۵	۱۷/۱	۱/۹	۲/۲
خروجی ۳	۷/۳۰	۲۲۸۹	۶/۱۲	۳۲/۱۵	۱۶/۵	۷/۶	۲/۳
خروجی ۴	۷/۴۰	۱۸۸۷	۷/۱	۲۶/۵۸	۱۵/۶	۶/۷	۲/۵
خروجی ۵	۷/۱۲	۱۹۹۳	۶/۸۷	۳۱/۶۴	۱۳/۹	۷/۴	۲/۱
حداقل ۲	**۷/۰۹**	**۱۸۸۷**	**۶/۱۲**	**۲۸/۴۵**	**۱۳/۹**	**۱/۹**	**۰/۱۱**
حداکثر ۲	**۷/۴۰**	**۳۲۸۷**	**۷/۵۲**	**۳۲/۱۵**	**۱۷/۱**	**۷/۶**	**۲/۵**
میانگین ۲	**۷/۲۱**	**۲۲۸۲/۸**	**۶/۹۴**	**۲۹/۶۳**	**۱۵/۵**	**۵/۹**	**۱/۸۴**

حداقل، حداکثر و میانگین ۱ مربوط به خلاصه آماری غلظت پارامترهای ایستگاه‌های ورودی و حداقل، حداکثر و میانگین ۲ مربوط به خلاصه آماری ایستگاه‌های خروجی مزارع پرورش‌ماهی می‌باشند.

واحدهای EC (دسی‌زیمنس بر متر)، دما بر حسب درجه سانتی‌گراد، DO، COD، NO_3 و PO_4 بر حسب میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

با توجه به جدول ۱ غلظت حداقل و حداکثر اسیدیته در ایستگاه‌های ورودی به ترتیب عبارتند از ۷/۱۱ و ۷/۴۶ و میانگین آنها ۷/۲۴ می‌باشد. این در حالی است که غلظت حداقل و حداکثر آن در ایستگاه‌های خروجی ۷/۰۹ و ۷/۴۰ و میانگین آن ۷/۲۱ می‌باشد. حداقل مقدار هدایت‌الکتریکی در ایستگاه‌های ورودی ۱۸۷۶ دسی‌زیمنس بر متر و حداکثر مقدار آن ۳۲۴۵ دسی‌زیمنس بر متر و میانگین آن برابر ۲۲۵۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در ایستگاه‌های خروجی حداقل، حداکثر و میانگین آن به ترتیب برابر ۱۸۸۷، ۳۲۸۷ و ۲۲۸۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. مقدار حداقل و حداکثر اکسیژن محلول[1] در ایستگاه‌های ورودی به ترتیب ۶/۷۵ و ۸/۴۱ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۶/۱۲ و ۷/۵۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. میانگین آن در ایستگاه‌های ورودی و خروجی به ترتیب برابر ۷/۴۱ و ۶/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی[2] در ایستگاه‌های ورودی به ترتیب برابر ۲۱/۲۹، ۲۸/۱۴ و ۲۴/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه‌های

1- DO

2- COD

خروجی به ترتیب برابر ۲۸/۴۵، ۳۲/۱۵ و ۲۹/۶۳ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. مقادیر حداقل و حداکثر و میانگین دما در ایستگاه‌های ورودی به ترتیب برابر ۱۳/۲، ۱۶/۶ و ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۱۳/۹، ۱۷/۱ و ۱۵/۵ درجه سانتی-گراد می‌باشد. مقادیر حداقل و حداکثر و میانگین نیترات[1] در ایستگاه‌های ورودی به ترتیب برابر ۱/۵، ۵/۷ و ۴/۱ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۱/۹، ۷/۶ و ۵/۹ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. مقادیر حداقل و حداکثر فسفات[2] در ایستگاه-های ورودی به ترتیب برابر ۰/۸، ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین آن ۱/۱ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. در ایستگاه‌های خروجی مقادیر این پارامتر به ترتیب ۰/۱۱، ۲/۵ و ۱/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات انجام شده نرخ آلودگی پساب خروجی به عواملی مانند مقدار مواد تخلیه شده، مقیاس زمانی تخلیه مواد به طبیعت، ظرفیت جذب و توان تخلیه و ستون آب دریافت‌کننده در پایین‌دست بستگی دارد. مواد شیمیایی مورد استفاده جهت درمان عفونت‌های انگلی و باکتریایی و ضدعفونی استخرها (مانند سولفات مس) از جمله موادی هستند که در پساب کارگاه‌های پرورش‌ماهی وجود دارند (۵). پساب مزارع پرورش‌ماهی زمانی که بدون تصفیه وارد آب شود، تأثیر قابل توجهی بر کیفیت آب گذاشته و باعث تغییرات زیادی در پارامترهای کیفیت آب (از قبیل نیترات، فسفات و هدایت‌الکتریکی) می‌شود. با توجه به روند افزایش و توسعه مزارع پرورش‌ماهی در حاشیه نهرها، باید پساب خروجی از این مزارع تصفیه گردد و برای کاهش تأثیرات منفی مزارع می‌توان از طریق بهبود طراحی مزارع، تصفیه آب و استفاده از غذای کنسانتره به جای غذای دستی عمل نمود (۴). با توجه به نتایج پژوهش حاضر ملاحظه شد که میانگین غلظت اسیدیته در ایستگاه‌های خروجی (pH = ۷/۲۱) کمتر از ایستگاه‌های ورودی (pH = ۷/۲۴) می‌باشد. اسیدیته آب به واسطه غلظت یون اسیدی یا بازی تأثیر مستقیم و از طریق انحلال مواد سمی در آب و یا تبدیل کیفی مواد مانند تبدیل آمونیوم به آمونیاک تأثیر غیرمستقیم بر بوم‌سازگان آبی و موجودات آبزی دارد (۵). میررسولی و همکاران (۱۳۹۲) بین ایستگاه‌های قبل و بعد از مزارع پرورش‌ماهی اختلاف معنی‌داری در غلظت pH گزارش نکردند و حداکثر و حداقل میانگین غلظت pH ۰/۳ ± ۸/۷ و ۰/۲ ± ۸/۴ اندازه‌گیری شد (۴).

میانگین پارامتر هدایت‌الکتریکی در ایستگاه‌های ورودی برابر ۲۲۵۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۲۲۸۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد که نشان می‌دهد غلظت آن در ایستگاه‌های خروجی نسبت به ایستگاه‌های ورودی بالاست. باقی‌مانده مواد غذایی و ضایعات ناشی از سوخت‌وساز ماهی و در نتیجه افزایش بی‌رویه کود و غذا باعث می‌شود میزان املاح در خروجی کارگاه‌های پرورش‌ماهی افزایش یابد (۵). میزان افزایش غلظت هدایت‌الکتریکی با توجه به ورود مواد آلی موجود در پساب مزارع پرورش‌ماهی در پایین‌دست مزارع به علت تناژ بالای تولید و افزایش نرخ تغذیه و مواد آلی خروجی می‌تواند تا حدودی افزایش یابد (۴). در پژوهشی با بررسی اثرات پساب مزارع پرورش‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر روی پارامترهای کیفی آب، افزایش معنی‌داری در میانگین غلظت هدایت‌الکتریکی در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش‌ماهی گزارش شده است که تأثیر آن معنی‌داری بوده و مقادیر حداکثر میزان EC ۰/۹ ± ۲/۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر و حداقل آن ۰/۰۲ ± ۰/۳ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود (۴). میانگین پارامتر اکسیژن محلول در ایستگاه-های خروجی (۶/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر) نسبت به ایستگاه‌های ورودی (۷/۴۱ میلی‌گرم بر لیتر) کمتر به‌دست آمد. میررسولی و همکاران (۱۳۹۲) غلظت اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مطالعاتی را دارای نوسان گزارش کردند، به طوری‌که حداقل و حداکثر میانگین آن ۰/۲ ± ۸/۵ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۱۳ ± ۸/۵ میلی‌گرم در لیتر بوده است که در پایین‌دست مزارع پرورش‌ماهی، غلظت اکسیژن محلول کاهش یافته ولی هیچ اختلاف معنی‌داری بین دستگاه‌ها مشاهده نشد (۴). سرخوش و همکاران (۱۳۹۶) در رودخانه هراز غلظت نسبتاً بالای اکسیژن در همه نقاط و حتی

1- NO_3

2- PO_4

در پایین‌دست مزارع پرورش‌ماهی را به علت این‌که رودخانه دارای یک بستر سنگلاخی با شیب بالاست و هوادهی به صورت مکانیکی انجام می‌شود، نسبت داد. البته کاهش اکسیژن به دلیل وجود مزارع پرورش‌ماهی و تفرجگاه در بالادست منطقه مورد مطالعه اتفاق می‌افتد ولی موازنه اکسیژن به دلیل هوادهی به وسیله نیروی گرانشی منطقه، این کاهش را تقریباً جبران می‌نماید (۱). غلظت اکسیژن محلول در خروجی کارگاه‌های پرورش‌ماهی به دلیل فعالیت متابولیسمی ماهی بیشتر از ورودی کارگاه‌ها است (۵). افزایش تولید، با کاهش غلظت اکسیژن محلول در آب، افزایش مقادیر ازت، فسفر، مواد معلق، پساب و رسوب کف استخر ارتباط مستقیم دارد (۵). در صورتی‌که میزان اکسیژن محلول کاهش یابد غلظت نیتریت افزایش می‌یابد زیرا در فرایند دنیتریفیکاسیون باکتری‌های احیاکننده عمل احیا ازت معدنی اکسیژن‌دار در آب‌های بی‌هوازی و رسوبات را انجام داده و غلظت نیتریت را بالا می‌برند (۳).

میانگین پارامتر اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در ایستگاه‌های ورودی برابر ۲۴/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۲۹/۶۳ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش این پارامتر بعد از مزارع پرورش‌ماهی است. سبحانی‌اردکانی و همکاران (۱۳۹۳) در رودخانه کبکیان مقدار بیشینه و کمینه میانگین غلظت COD را به ترتیب ۲۷/۶۷ و ۸/۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش کردند (۵). افزایش در مقدار پارامترهای مورد بررسی در ماه‌های گرم احتمالاً به علت افزایش دما و کاهش دبی رودخانه است، که افزایش غلظت آلاینده‌ها و مواد مغذی به ویژه مواد ازته ناشی از مزارع ماهی را به واسطه افزایش نرخ تغذیه ماهیان باعث می‌شود. در تمام کارگاه‌های مورد بررسی، ماهی‌های پرورشی در شهریور ماه به حداکثر نرخ رشد خود رسیده و آماده فروش می‌باشند. بنابراین علاوه بر عوامل ذکر شده، افزایش فعالیت‌های سوخت‌وساز و تراکم آبزیان در این ماه می‌تواند باعث افزایش در مقدار این پارامترها گردد (۵). درجه حرارت آب به عوامل متعددی وابسته است که از جمله آنها می‌توان به زمان نمونه‌برداری در طول روز و فصل نمونه‌برداری اشاره کرد. تغییرات دمای آب در ایستگاه‌های مطالعاتی علاوه بر موارد یاد شده بالا از دمای هوا و ارتفاع ایستگاه نیز پیروی می‌کند. همچنین در ایستگاه‌هایی که تحت تأثیر پساب استخرهای پرورش‌ماهی قرار دارند، میزان دما به دلیل حضور ماهی در استخرها و واکنش‌های گرمازا در اثر تجزیه مواد آلی افزایش می‌یابد (۵). میانگین این پارامتر در ایستگاه‌های ورودی برابر ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد که نشان از افزایش نسبی این پارامتر در ایستگاه‌های خروجی مزارع پرورش‌ماهی دارد. دمای آب به طور قابل توجهی در فرایند فیزیولوژیک از قبیل میزان تنفس، بازده تغذیه و جذب مواد غذایی، رشد، رفتار و تولیدمثل مؤثر است. افزایش ده درجه سانتی‌گراد عموماً باعث دو یا سه برابر شدن واکنش‌های شیمیایی و فیزیولوژیک می‌گردد. با افزایش دمای آب، نیاز ماهیان به اکسیژن محلول بیشتر می‌شود اما میزان اکسیژن محلول به سبب افزایش دما کاهش یافته ضمن آنکه جمعیت باکتری‌ها در همان زمان افزایش می‌یابد. به واسطه کاهش جریان آب و کم عمق شدن رودخانه، دمای آب تحت تأثیر دمای محیط قرار می‌گیرد (۳).

مقادیر میانگین نیترات در ایستگاه‌های ورودی برابر ۴/۱ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه‌های خروجی برابر ۵/۹ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش این پارامتر در ایستگاه‌های خروجی می‌باشد. منبع عمده آلودگی نیتراتی در آب‌های سطحی، استفاده از کودهای نیتروژنه و حیوانی برای حاصلخیز کردن خاک‌هاست (۳). میررسولی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که پساب مزارع پرورش‌ماهی تأثیر معنی‌داری بر روی غلظت نیترات دارد و مقدار حداکثر و حداقل میانگین غلظت آن را ۱/۲ ± ۲/۰۳ میلی‌گرم در لیتر و ۱/۲ ± ۱/۴ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری کردند (۴). سمیت نیترات‌ها برای ماهی‌ها خیلی کم است و حداکثر غلظت قابل قبول نیترات برای ماهی کپور حدود ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در نظر گرفته شده است (۳). مقادیر حداقل و حداکثر و میانگین فسفات در ایستگاه‌های ورودی مزارع پرورش‌ماهی به ترتیب ۰/۸، ۱/۵ و ۱/۱ میلی‌گرم بر لیتر و در ایستگاه‌های خروجی به ترتیب ۰/۱۱، ۲/۵ و ۱/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. در مطالعه میررسولی و همکاران (۱۳۹۲) پرورش‌ماهی

تأثیر معنی‌داری بر روی مقادیر فسفات داشته است که غلظت آن به طور چشم‌گیری در پایین‌دست مزارع افزایش یافته است که حداکثر میزان فسفات را ۰/۱۶ ± ۰/۳۰ میلی‌گرم در لیتر و حداقل آن را ۰/۱۵ ±۰/۱۹ گزارش کردند (۴).

به نظر می‌رسد که ظرفیت منبع آبی دریافت‌کننده پساب یکی از عوامل مهم در تعیین میزان تأثیر پساب بر کیفیت آب است که در زمان احداث مزارع و تعیین حجم تولید باید به آن توجه داشت (۲). حاتمی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر پساب مزارع پرورش ماهی بر جوامع ماکروبنتوز رودخانه زاینده رود با استفاده از شاخص BMWP، روند بهبود این شاخص را در فاصله یک کیلومتری از محل خروجی این مزارع گزارش نمودند و دلیل آن را متأثر از دبی بالای رودخانه و ظرفیت بالای خود پالایی رودخانه دانستند که منجر به رقیق‌سازی پساب و از بین رفتن اثر نامطلوب آن شده است (۲). سرعت زیاد آب و بستر سنگلاخی رودخانه امکان و فرصت خودپالایی را فراهم می‌نماید (۵). جدول ۲ ارتباط همبستگی بین پارامترهای مورد آنالیز را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد. با توجه به آن اسیدیته خروجی از مزارع پرورش-ماهی (pH2) با اسیدیته ورودی (pH1)؛ EC2 با EC1؛ pH1 با $PO_4$2؛ pH2 با $PO_4$2؛ DO1 با DO2؛ دما ۱ با دما ۲؛ اختلاف معنی‌دار و مثبت در حد یک درصد نسبت به همدیگر از خود نشان دادند. پارامتر EC1 با COD1؛ EC2 با COD1 و COD1 با COD2 ارتباط معنی‌دار و مثبت در حد ۵ درصد نسبت به همدیگر از خود نشان دادند. از طرف دیگر DO1 با $NO_3$1 و $NO_3$2؛ DO2 با $NO_3$2 اختلاف معنی‌دار و منفی به ترتیب در حد ۵ درصد و ۱ درصد از خود نشان دادند.

جدول ۲- ارتباط همبستگی (اسپیرمن) بین پارامترهای مورد آنالیز (با توجه به حجم بالای جدول و محدودیت تعداد صفحات مقاله، لذا فقط پارامترهایی که نسبت به هم اختلاف معنی دار نشان دادند، آورده شده است)

Table 2. Correlation relationship (Spearman) between the analyzed parameters

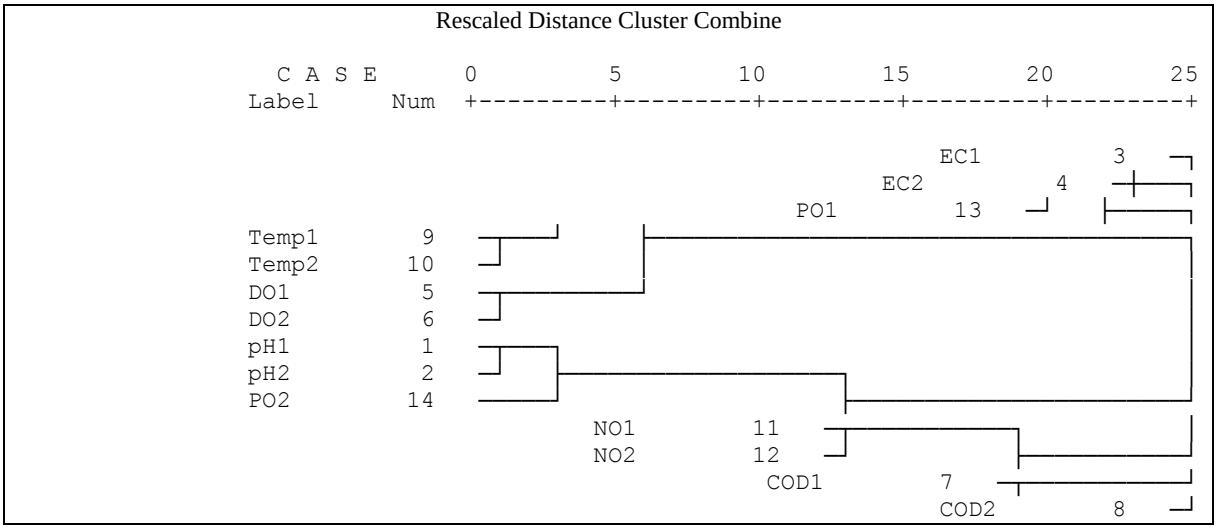
	pH1	pH2	EC1	EC2	DO1	DO2	COD1	دما ۱
pH2	۱**							
EC2			۱**					
DO2					۰/۹۷۵**			
COD1			۰/۹*	۰/۹*				
COD2							۰/۹*	
دما ۲								۱**
NO31					-۰/۹*			
NO32					-۰/۹*	-۰/۹۷۵**		
PO42	۱**	۱**						

در تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، هدف دست یافتن به ملاکی برای طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها بر اساس تشابه هر چه بیشتر درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است. معمولاً نتیجه حاصل از محاسبات تحلیل خوشه‌ای را به صورت یک نمودار سلسله مراتبی به نام دندروگرام[1] نمایش می‌دهند. برای انجام تجزیه و تحلیل خوشه‌ای از نمره استاندارد[2] داده‌ها استفاده شد. زیرا تغییرات بزرگ در یک متغیر ممکن است به اندازه تغییرات کوچک مقیاس متغیر دیگر مهم باشد و همچنین نمی‌توان فاصله داده‌هایی با واحدهای مختلف را

1- Dendrogram

2- Z-score

سنجید. در این مطالعه از روش الگـوریتم وارد[1] و فواصل اقلیدوسی[2] برای محاسبه تشـابهات بـین متغیرهـا، در تحلیـل خوشـه‌ای و رسـم دندروگرام استفاده شد (۹). نتایج حاصل در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به شکل، دو خوشه اصلی و بزرگ قرار دارد که در خوشه اول هدایت‌الکتریکی ورودی (EC1) به همراه هدایت‌الکتریکی خروجی (EC2) و فسفات خروجی (PO_4) در یک سطح و گروه قرار دارند. در مرتبه بعدی دمای ورودی (Temp1) و دمای خروجی (Temp2) قرار گرفته و در مرتبه بعدی اکسیژن محلول ورودی (DO1) و اکسیژن محلول خروجی (DO2) قرار دارد. در خوشه بعدی اسیدیته ورودی (pH1) و اسیدتیه خروجی (pH2) و فسفات خروجی ($PO_4$2) به همراه نیترات ورودی ($NO_3$1) و خروجی ($NO_3$2) و اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی ورودی (COD1) و خروجی (COD2) قرار گرفته‌اند. با توجه به شرایط محیطی و ویژگی‌های هر یک از پارامترهای مورد آزمایش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که خوشه اول شامل پارامترهای با خصوصیات فیزیکی بوده و خوشه دوم پارامترهایی با ویژگی شیمیایی هستند.



شکل ۱- دندوگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای پارامترهای مورد آزمایش

Figure 1. Dendrogram from Cluster analysis of tested parameters

References

1. Sarkhosh, S., Patimar, R., and Jafarian, H. 2016. Effects of Qezel Kaj trout farm on physical and chemical characteristics of Haraz river water. New Technologies in Aquaculture Development. Vol 11, Isue 1, Pages 51-60. (In Persian)
2. Hatami, R., Mahboobi Soofiani, N., Ebrahimi, E., and Hemami, M.R. 2011. Evaluating the aquaculture effluent impact on macroinvertebrate community and water quality using BMWP index. Vol 37, Issue 59, Serial Number 59. Pages 43-54. (In Persian)
3. Varedi, S.E., and Fazli, H. 2005. Analyzing water quality in Mazandaran Province rivers during release of fish fingerlings. Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 14. Pages 167-182. (In Persian)
4. Mirrasooli, E., Nezami, Sh. A., Ghorbani, R., and Khara, H. 2013. The Impact of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) farm effluents on water quality in Zarringol Stream. Journal of Fisheries, Islamic Azad University,

3- Ward-algorithmic method

4- Euclidean distances

Azadshahr Branch. Pages 107-112. (In Persian)

5. Sobhan Ardakani, S., Mehrabi, Z., and Ehteshami, M. 2014. Effect of aquaculture farms wastewater on physicochemical parameters of Kabkian River, 2001-12. Journal of Mazandaran University Medical Science. 24 (113). Pages 140-149. (In Persian)
6. Jihad Engineering Services Company, May 1994. Studies and planning of comprehensive development of Ghezel Ozan watershed, The first step is the first step, Volume II, Deputy of Planning and Planning, Office of Comprehensive Studies and Supervision of the Ministry of Jihad Sazandegi. Pages 150. (In Persian)
7. Export Potentials and Investment. Opportunities available in agriculture sector of Zanjan Province. Zanjan Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture. Agricultural Jihad Organization of Zanjan Province. Pages 73. (In Persian)
8. Rice EW, Baird RB, Eaton AD, Clesceri LS. USA Standard Methods for the Examination of water and wastewater 22ND DC. American Public Health Association (APHA) / American Water Works Association (AWWA) / Water Environmental Federation (WEF). 2012. Washington. APHA.
9. Azimzadeh Ismaili Kandi, B. 2013. Spatial analysis and environmental assessment of selected heavy metals in surface soils of Mazandaran Province, Iran. A Thesis submitted in partial fulfillment of requirements for the degree of master of science. Department of Soil Science. Isfahan University of Technology. Pages 170. (In Persian)