**شیلات، مجله منابع طبیعی ایران**
دوره ۷۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱
صفحات ۸۶-۷۵

# بررسی روند تولید و تغییرات کیفی آب در استخرهای دو منظوره کشاورزی و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقه سیستان

**جواد میردار هریجانی[1*]، اسحاق زکی پور[2]، ابراهیم علیزاده دوغی کلایی[1]، علی ارشدی[3]، پرویز زارع[4]**

*۱. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل ، ایران*
*۲. دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران*
*۳. استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل ، ایران*
*۴. استادیار، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران*

**تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۹**

## چکیده

مهمترین عوامل موثر بر کیفیت آب، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن است. با توجه به اینکه چگونگی کیفیت آب، یکی از عوامل اصلی وتاثیرگذار در آبزی‌پروری محسوب می‌شود، در این پژوهش روند رشد ماهی و تغییرات کیفیت آب در استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلا در منطقه سیستان مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور زیست سنجی ماهیان و سنجش شرایط کیفی آب به ترتیب با نمونه برداری ماهیان و آب، از پنج استخر در شهرستان های زابل، زهک، نیمروز، هامون، هیرمند انجام شد. نمونه برداری ها با فواصل یک ماهه و از آذرماه لغایت فروردین ماه (همزمان با دوره پرورش) از کلیه استخرها انجام گردید. بیشترین و کمترین میزان تولید به ترتیب مربوط به استخرهای هامون(۱۰۳۹/۴۴ کیلوگرم) و زهک(۹۱۳ کیلو گرم) می‌باشد. بیشترین طول و وزن نهایی ماهیان نیز در استخر هامون با ۲۶/۳ سانتی متر و ۳۶۶ گرم به ثبت رسید. شاخص های کیفی آب شامل: دمای آب، اکسیژن محلول، pH، شوری، شفافیت، هدایت الکتریکی، سختی، قلیائیت، نیتریت، آمونیاک، سولفات، دی اکسید کربن، فسفات و نیترات در طول دوره آزمایش اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که میزان اکسیژن محلول بین ۷/۷۶ تا ۸/۳۴ میلی گرم در لیتر، فسفات و نیترات به ترتیب بین ۰/۴تا ۱/۶ و ۰/۴ تا ۱/۹ میلی‌گرم در لیتر، EC بین ۱/۹۵ تا ۵/۵ میلی موس بر سانتی متر و pH نیز بین ۷/۵ تا ۷/۹۳ متغیر است. این نتایج نشان داد که تغییرات دمایی آب، به عنوان مهمترین عامل محدودیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این منطقه، در فصول سرد سال در دامنه بهینه برای پرورش این ماهی قرار دارد و در استخرهای مختلف منطقه سیستان عامل محدودیت پرورش محسوب نمی‌شود. تغییرات دمای آب در دوره پرورش در این مناطق بین۱۵/۲۴-۱۴/۷۸ متغییر بود. سایر شاخص‌های کیفی آب نیز در دامنه بهینه برای پرورش این ماهی قرار داشتند و تغییرات زیادی در استخرهای این منطقه مشاهده نشد.

**واژگان کلیدی:** توسعه روستایی، آبزی پروری، کیفیت آب، اکسیژن محلول، قزل‌آلای رنگین‌کمان، منطقه سیستان.

* نویسنده مسئول: جواد میردار هریجانی
Email: javadmirdar@uoz.ac.ir

**Journal of Fisheries**
Vol. 75, No. 1, Spring 2022
pp. 75-86

# Investigation of production process and water quality changes in dual-purpose ponds of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Sistan area

**Javad Mirdar Harijani[1*], Eshagh Zakipour[2], Ebrahim Alizadeh[1], Ali Arshadi[3], Parviz Zare[4]**

*1. Associated Professor, Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran*
*2. Associated Professor, Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran*
*3. Assistant Professor, Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran*
*4. Assistant Professor, Department of fisheries, Faculty of Fisheries and Environment, University of Gorgan, Gorgan, Iran*

**Received: 25-May-2021** **Accepted: 25-Jul-2021**

## Abstract

The most important factors affecting water quality are its physical, chemical and biological properties. Considering how water quality is one of the main and influential factors in aquaculture, in this study, the trend of fish growth and changes in water quality in dual-purpose rainbow trout farming ponds in Sistan region were studied. For this purpose, biometry of fish and water quality conditions were performed by sampling fish and water, respectively from five pools in Zabol, Zahak, Nimroz, Hamoon and Hirmand cities. Sampling was performed monthly from December to April (simultaneously with the breeding period) from all pools. The highest and lowest production rates are related to Hamoon pools (1039.44 kg) and Zahak (913 kg), respectively. The highest final length and weight of fish was recorded in Hamoon pool with 26.3 cm and 366 g. Measured factors included water temperature, dissolved oxygen (DO), pH, salinity, transparency, electrical conductivity (EC), hardness, alkalinity, nitrite, ammonia, sulfate, carbon dioxide ($CO_2$), phosphate and nitrate. The results showed that the amount of dissolved oxygen between 7.76 to 8.34 $mg.l^{-1}$, phosphate and nitrate between 0.4 to 1.6 and 0.4 to 1.9 $mg.l^{-1}$ respectively, EC between 1/95 to 5.5 mmhos.cm-1 and pH ranged from 7.5 to 7.93. These results showed that water temperature changes, as the most important factor limiting the breeding of rainbow trout in this region, in the cold seasons of the year is in the optimal range for breeding this fish and in different ponds of Sistan region is not considered a limiting factor. Changes in water temperature during the breeding period in these areas varied between 14.78-15.24. Other water quality indicators were also in the optimal range for breeding this fish and not much change was observed in the pools of this area.

**Keyword**: Rural development, Aquaculture, Water quality, Dissolved oxygen, *Onchorhynchus mykiss*, Sistan area.

Corresponding author: Javad Mirdar Harijani Email: javadmirdar@uoz.ac.ir

## ۱. مقدمه

امروزه صنعت آبزی‌پروری در بسیاری از کشورها از توسعه قابل توجهی برخوردار است. در این کشورها همزمان با توسعه آبزی پروری مطالعات زیادی در زمینه بهینه سازی مدیریت آبزی پروری، بررسی کیفیت آب‌های مزارع پرورشی، پساب‌های خروجی و روش‌های کنترل اثرات آبزی پروری بر محیط زیست انجام شده است (Roonback, 2001). هدف از توسعه آبزی پروری تولید ماهی بیشتر بدون افزایش قابل ملاحظه استفاده از منابع طبیعی (آب و زمین) است (Avnimelech and Rennert, 2008).کاهش صید جهانی و بهره برداری بیش ازحد از گونه های دریایی، انگیزه زیادی را برای پرورش گونه های ماهی فراهم کرده است. پرورش ماهی در شرایط بهینه، علاوه بر فراهم کردن منبع پایدار در آمدی برای خانوارهای تولید کننده، می تواند موجب افزایش تقاضای بازار برای پروتئین ماهی گردد (Ntengwe and Edema, 2008). کیفیت آب ترکیبی از شاخص های بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی است که بر رشد و افزایش بهره وری و تولید ماهی تاثیر می‌گذارد. موفقیت در فعالیت های آبزی پروری وابسته به شرایط بهینه و دستیابی به رشد با حداقل هزینه و منابع است. بنابراین، پایش شاخص های کیفی آب برای اجرای پروژه‌های با تولید بالا ضروری است. در ایران نیز فعالیت‌های آبزی پروری در چند دهه اخیر از رشد قابل توجهی برخوردار بوده است و به رغم این توسعه متاسفانه پساب این گونه فعالیت ها مستقیما وارد اکوسیستم های مختلف شده و مشکلات و اثرات زیست محیطی نامطلوبی را به همرا داشته است (Akbarzadeh, 2004). از جمله مهمترین ماهیان سردابی که امروزه در داخل کشور تکثیر و پرورش داده می شود قزل آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) است. از آن جایی که به ازای تولید هر تن ماهی حدود نیم تن ماده جامد قابل رسوب تولید خواهد شد (Esmaeeli Sari, 2001; Costa Pierce, 2002)، بیم آن می‌رود مزارع پرورش ماهی در نهایت موجب به هم خوردن تعادل بوم سازگان‌های آبی شود .ایران در سال‌های اخیر رتبه‌های بالایی در تولید ماهی قزل آلای رنگین کمان در آب های شیرین و لب شور را کسب نمود.

دشت سیستان با مساحتی تقریبی ۸۱۱۷ کیلومتر مربع (معادل ۴/۴۷٪ کل مساحت استان سیستان و بلوچستان ) در دشت پست و همواری در منتهی الیه مرز شرقی کشور (با افغانستان) بین مدار ۳۳و ۱۸تا ۳۱ و ۲۰ عرض شمالی ۶۰ و ۱۰ تا ۶۱ و ۵۰ طول شرقی قرار دارد. منطقه سیستان شامل پنج شهرستان زابل، زهک، نیمروز، هامون، هیرمند است. منطقه سیستان، در استان سیستان و بلوچستان، دارای اقلیمی خشک و فاقد رودخانه‌ای دائمی است. با وجود این شرایط نامناسب، آبزی‌پروری و شیلات می‌تواند به عنوان منبع اضافی درآمدی برای کشاورزان محسوب گردد. بر این اساس، پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای دومنظوره کشاورزی، طراحی شده است. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از گونه‌های مهم پرورشی مورد استفاده در منطقه سیستان است. با توجه به نقش مهم مخازن آب‌های زیر زمینی در توسعه آبزی پروری، ضرورت حفظ، نگهداری و گسترش استفاده از این منابع آبی بیش از پیش آشکار می گردد. اولین قدم در این راه شناسایی دقیق خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و زیست شناختی و تعیین کیفیت آب مخازن است تا ضمن مدیریت صحیح، زمینه لازم برای برنامه‌ریزی‌های اصولی و علمی در جهت بهبود وضعیت کیفی و کمی این مخازن و بالا بردن راندمان بهداشت، کشاورزی و آبزی پروری در دشت سیستان به وجود آید. از آنجائیکه مصرف آب برای شرب در الویت بهره برداری است و در بعضی مناطق روستایی از آب چاه برای تامین آب شرب استفاده می‌شود، مدیریت بهینه آب دارای اهمیت بسیار زیادی برای مردم این منطقه است. لذا، در این پژوهش به بررسی امکان تولید ماهی قزل آلای رنگین‌کمان در استخرهای کشاورزی، تغییرات شاخص‌های رشد ماهی و برخی از خصوصیات کیفی آب (اکسیژن محلول، pH، هدایت الکتریکی، فسفات، نیترات و...) در منطقه سیستان پرداخته شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. مخازن پرورشی و شرح آزمایش

استخرهای مستطیلی شکل و به وسعت ۲۰۰ متر مربع به عنوان واحد آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۳۰۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن ۰/۲۳ ± ۱۱/۶در هر استخر وارد شدند. غذادهی به صورت ۳ بار در شبانه روز و به میزان ۵ درصد وزن بدن و اغلب در ساعات ۷ ، ۱۱ و ۱۵ با غذاهای کنسانتره و اکسترد شده انجام شد (جدول ۱). منبع تامین آب هریک از این استخرها چاه‌های کشاورزی با میانگین دبی آب ۲ لیتر در ثانیه بود.

**جدول ۱- فرمولاسیون جیره پایه و مواد مورد استفاده در تغذیه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در منطقه سیستان**

| عناصر | رژیم غذایی خشک ($g\ kg^{-1}$) |
|---|---|
| آرد ماهی | ۶۲۰ |
| پودر گوشت | ۶۰ |
| آرد سویا | ۲۰ |
| آرد گندم | ۸۰ |
| روغن کانولا | ۴۰ |
| روغن ماهی | ۴۰ |
| لسیتین | ۳۰ |
| ویتامین | ۳۰ |
| مواد معدنی | ۲۹/۹۶ |
| گلوکز | ۹۰/۰۴ |

### ۲.۲. تعیین خصوصیات کیفی آب

نمونه برداری از آب استخرها جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکو-شیمیایی آب به صورت ماهیانه (بین روزهای دهم تا پانزدهم هر ماه) و به صورت متناوب و از آذر ماه ۱۳۹۸ همزمان با ماهی دار کردن استخرها آغاز شده و تا پایان دوره‌ی پرورش در فروردین ماه ۱۳۹۸ انجام پذیرفت. نمونه‌ها از عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر از سطح آب و از قسمت وسط هر استخر جمع آوری شد. موقعیت مکانی و برخی خصوصیات استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول شماره ۲ آمده است.

**جدول ۲- موقعیت مکانی و برخی خصوصیات استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلا در منطقه سیستان**

| شماره استخر | منطقه | عمق استخر(m) | ارتفاع آب (m) | مساحت اسخر($m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | زابل | ۲ | ۱/۵ | ۲۰۰ |
| ۲ | زهک | ۲ | ۱/۷ | ۲۰۰ |
| ۳ | هامون | ۲ | ۱/۶ | ۲۰۰ |
| ۴ | هیرمند | ۲ | ۱/۵ | ۲۰۰ |
| ۵ | نیمروز | ۲ | ۱/۵ | ۲۰۰ |

برخی شاخص ها در محل نمونه برداری و برخی دیگر در آزمایشگاه اندازه گیری شدند. جهت جلوگیری از هر گونه تغییر شیمیایی نمونه ها درون جعبه یخ به آزمایشگاه منتقل شدند.در هر بار نمونه برداری برای سنجش سختی، قلیائیت، نیتریت، آمونیاک، سولفات، فسفات و نیترات از روش فتومتری و دستگاه فتومتر مدل Palintest 7000 استفاده شد. دمای آب، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی (EC)، شوری، دی اکسید کربن($CO_2$) و pHتوسط دستگاه پرتابل (Quality Mater Water) مدل (۸۶۰۳) ساخت کشور سنگاپور اندازه‌گیری شد. میزان عمق نفوذ نور (کدورت آب) طبق روش APHA(1999) با استفاده از صفحه سکشی دیسک اندازه گیری شد. همچنین به منظور بررسی میزان رشد و فاکتورهای وضعیت، نمونه های ماهی قزل آلا با استفاده از ساچوک دستی از هر استخر صید شدند. شاخص های رشد شامل فاکتور وضعیت ماهی، درصد افزایش وزن بدن، افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه، نرخ رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی با استفاده از فرمول های رایج محاسبه گردید (Tacon, 1990; Biswas, 1998).

### ۳.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تغییرات داده‌های عوامل فیزیکو-شیمیایی آب در بین ایستگاه‌ها بوسیله نرم افزار آماری SPSS ثبت گردید. به این منظور ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف (Kolmogrov - Smirnov) انجام شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، جهت مقایسه میانگین‌ها، از تجزیه واریانس یک طرفه (One way ANOVA) استفاده شد. هم چنین برای تعیین سطح اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

## ۳. نتایج

برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آبهای استخرهای پرورش ماهی قزل آلا به تفکیک شهرهای منطقه سیستان در جدول شماره ۳ قابل مشاهده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که درفاکتورهایی چون pH، سختی آب، فسفات، نیترات، آمونیاک، دی اکسید کربن، شفافیت، دمای آب و اکسیژن محلول هیچ گونه اختلاف معنی داری در بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری مشاهده نمی‌شود ($p>0/05$). با این وجود بیشترین میزان اکسیژن محلول در استخر شهر هامون (۸ /۳۴±۰/۶۳ ppm میلی‌گرم در لیتر) و کمترین میزان آن نیز در استخر شهر زهک (۷ /۷۶±۰/۵۱ppm میلی گرم در لیتر) دیده می شود. از طرف دیگر، برخی عوامل مانند قلیائیت، شوری، نیتریت، سولفات و هدایت الکتریکی نیز دارای اختلاف معنی‌دار بین استخرهای ماهی قزل‌آلا در شهرهای مختلف منطقه سیستان مشاهده می‌گردد ($p<0/05$). بیشترین میزان شوری در استخر شهرستان نیمروز با ppm ۰/۲۸۹ ±۲/۰۳ میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان آن در استخر شهرستان زابل با ppm ۱/۲۶±۰/۱۷ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. همچنین میانگین دمای آب در استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل آلا در شهرهای منطقه سیستان طی دوره‌های نمونه برداری، بین ۱۴ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است.

نتایج حاصل از برآورد شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلا در طی دوره رشد در استخرها دو منظوره منطقه سیستان در جدول شماره ۴ آمده است. بجز درصد تلفات، در سایر شاخص های اندازه‌گیری شده شامل طول نهایی، وزن نهایی، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، میزان رشد روزانه، فاکتور وضعیت، میزان تولید و میزان افزایش وزن بدن هیچگونه اختلاف معنی داری بین استخرهای مختلف نمونه برداری شده در منطقه سیستان مشاهده نگردید ($p>0/05$). کمترین میزان درصد تلفات در استخر دومنظوره منطقه هامون با ۱/۰۷ ±۵/۳۳ درصد و بیشترین میزان درصد تلفات نیز در استخر دومنظوره پرورش ماهی قزل آلا در منطقه زهک با ۱/۶۲± ۸/۳۳ درصد ثبت شد. با وجود عدم ایجاد اختلاف معنی داری بین وزن نهایی ماهیان صید شده در استخر های مختلف

منطقه سیستان، بیشترین وزن نهایی در استخر منطقه هامون با ۵۰/۱۳ ±۳۶۶ گرم و کمترین وزن نهایی نیز در استخر منطقه هیرمند با ۴۰/۹۴±۳۳۰ گرم مشاهده گردید. به لحاظ ضریب تبدیل غذایی نیز علی رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین استخرهای مختلف، کمترین میزان در استخر منطقه زابل(۰/۰۵۱±۱) و بیشترین میزان در ستخر منطقه زهک(۰/۰۴۹±۱/۰۹) به ثبت رسید.

**جدول ۳- میانگین (mean± sd) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلا به تفکیک شهرستان‌های منطقه سیستان در طول دوره نمونه برداری**

| | هیرمند | زابل | زهک | هامون | نیمروز |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | ۷/۵۱ ±۰/۴۳ | ۷/۶۷±۰/۴۷ | ۷/۷۹±۰/۵۸ | ۷/۸۵±۰/۷۸ | ۷/۹۳±۰/۵۸ |
| سختی آب ((Caco3 (ppm) | ۳۶۳/۲۵±۱۱۶/۵۸ | ۴۰۱/۳۸±۳۱/۳۳ | ۳۹۹/۲۵±۸۶/۷۴ | ۳۶۸/۲۵±۱۰۳/۹۶ | ۳۴۲/۶۳±۹۴/۷۵ |
| قلیائیت ((Caco3 (ppm) | ۳۱۷/۶۳±۵۲/۸۲$^{b}$ | ۲۳۸/۶۳±۳۴/۳۳$^{a}$ | ۴۰۲/۸۸±۵۳/۵۲$^{c}$ | ۲۸۱/۳۸±۲۱/۱۳$^{ab}$ | ۲۴۰/۱۳±۱۶/۰۶$^{a}$ |
| شوری (ppt) | ۱/۶۵۳±۰/۴۹۱$^{ab}$ | ۱/۲۶۰±۰/۱۷۰$^{a}$ | ۱/۲۷۸±۰/۵۰۲$^{a}$ | ۱/۹۷۹±۰/۱۹۹$^{b}$ | ۲/۰۳۰±۰/۲۸۹$^{b}$ |
| فسفات(ppm) | ۰/۸۲۸±۰/۲۵۱ | ۰/۹۲۳±۰/۴۵۱ | ۰/۹۸۰±۰/۴۳۲ | ۱/۱۴۳±۰/۴۶۷ | ۱/۱۱۵±۰/۴۷۲ |
| نیترات (ppm) | ۱/۲۰۸±۰/۲۵۲ | ۱/۳۴۸±۰/۱۱۲ | ۱/۳۵۹±۰/۲۶۰ | ۱/۶۵۸±۰/۳۵۱ | ۱/۴۳۰±۰/۳۰۰ |
| نیتریت (ppm) | ۰/۰۵۳±۰/۰۲۳$^{ab}$ | ۰/۰۲۶±۰/۰۰۹$^{a}$ | ۰/۰۷۱±۰/۰۲۳$^{b}$ | ۰/۰۳۸±۰/۰۲۱$^{ab}$ | ۰/۰۶۸±۰/۰۲۱$^{b}$ |
| آمونیاک(ppm) | ۰/۶۷۴±۰/۲۰۹ | ۰/۶۵۶±۰/۴۷۰ | ۰/۹۱۶±۰/۴۴۲ | ۰/۶۷۳±۰/۳۸۲ | ۰/۹۳۳±۰/۳۹۷ |
| سولفات(ppm) | ۱۹۲/۷۵±۲۸/۰۵$^{c}$ | ۱۵۳/۰۰±۳۲/۷۷$^{ab}$ | ۱۷۳/۳۸±۳۵/۵۶$^{b}$ | ۱۳۳/۷۵±۸/۲۴$^{a}$ | ۱۴۱/۱۳±۲۱/۹۳$^{ab}$ |
| $Co_2$ (ppm) | ۹/۰۲±۰/۸۹ | ۱۰/۱۳±۱/۴۸ | ۹/۹۵±۱/۰۷ | ۹/۳۳±۰/۷۰ | ۱۰/۴۳±۰/۹۳ |
| شفافیت (cm) | ۲۲/۶۳±۳/۹۶ | ۲۳/۲۵±۱/۸۳ | ۲۵/۳۸ ±۱/۱۹ | ۲۳/۵۰±۴/۲۴ | ۲۲/۷۵±۳/۴۱ |
| دمای آب ($C^{o}$) | ۱۴/۹۷±۱/۰۴ | ۱۴/۸۹±۰/۵۲ | ۱۴/۸۷±۰/۷۶ | ۱۵/۳۹±۰/۸۸ | ۱۵/۲۴±۰/۵۵ |
| DO (ppm) | ۷/۸۳±۰/۷۱ | ۸/۰۴±۰/۵۲ | ۷/۷۶±۰/۵۱ | ۸/۳۴±۰/۶۳ | ۸/۲۳±۰/۵۵ |
| EC (mmhos /cm) | ۲/۴۴ ±۰/۲۱$^{a}$ | ۳/۹۳±۰/۵۱$^{b}$ | ۳/۴۵ ±۰/۲۴$^{b}$ | ۱/۹۵±۰/۴۶$^{a}$ | ۵/۵۰±۰/۵۸$^{c}$ |

-حروف متفاوت انگلیسی در بالای اعداد در هرردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهاست (p< ۰/۰۵).

**جدول ۴- میانگین (mean± sd) شاخص‌های رشد ماهیان در استخرهای دومنظوره پرورش ماهی قزل‌آلا به تفکیک شهرهای منطقه سیستان در طی ۵ ماه نمونه برداری**

| | هیرمند | زابل | هامون | زهک | نیمروز |
|---|---|---|---|---|---|
| طول اولیه (سانتی متر) | ۶/۱±۴۰/۱۲ | ۸/۱±۱۰/۹۶ | ۶/۱±۹۰/۱۸ | ۶/۱±۸۵/۵۲ | ۶/۱±۲۰/۴۷ |
| طول نهایی (سانتی متر) | ۲۶/۲±۱۵/۱۴ | ۲۵/۲±۸۵/۲۵ | ۲۶/۲±۳۰/۳۲ | ۲۵/۲±۴۰/۵۱ | ۲۴/۲±۹۰/۲۷ |
| وزن اولیه ماهی (گرم) | ۱۱/۰±۵۵/۵۷ | ۱۱/۰±۱/۳۱ | ۱۱/۰±۶۳/۴۹ | ۱۱/۰±۷۳/۵۴ | ۱۱/۰±۷۴/۶۷ |
| وزن نهایی (گرم) | ۳۳۰/۰۰±۴۰/۹۴ | ۳۴۲/۰۰±۴۴/۳۹ | ۳۶۶/۰۰±۵۰/۱۳ | ۳۳۲/۰۰±۵۴/۵۱ | ۳۵۰/۰۰±۳۳/۰۶ |
| ضریب تبدیل غذایی (FCR) | ۱/۰±۰۷/۰۶۹ | ۱/۰±۰/۰۵۱ | ۱/۰۶±۰/۰۷۰ | ۱/۰±۰۹/۰۴۹ | ۱/۰±۰۸/۰۷۳ |
| نرخ رشد ویژه (SGR) | ۴/۰±۸۰/۱۲۶ | ۴/۰±۸۳/۳۶۵ | ۴/۰±۸۹/۲۷۸ | ۴/۰±۸۱/۲۳۱ | ۴/۰±۸۵/۴۱۸ |
| میزان رشد روزانه (DGR) | ۲/۰±۷۵/۱۶ | ۲/۰±۸۵/۲۸ | ۳/۰±۵۰/۱۲ | ۲/۰±۷۷/۰۹ | ۲/۰±۹۲/۱۵ |
| فاکتور وضعیت (CF) | ۲/۰±۲۲/۴۱ | ۲/۰±۵۸/۱۳ | ۲/۰±۴۵/۱۸ | ۲/۰±۴۹/۳۴ | ۲/۰±۶۶/۲۷ |
| درصد تلفات | ۶/۱±۶۶/۲۷$^{ab}$ | ۸/۰۰±۱/۷۴$^{ab}$ | ۵/۱±۳۳/۰۷$^{a}$ | ۸/۱±۳۳/۶۲$^{b}$ | ۷/۰±۱/۵۷$^{ab}$ |
| میزان تولید (کیلو گرم) | ۹۲۴/۴۵±۹۷/۷۰ | ۹۴۳/۹۲±۱۰۸/۶۰ | ۱۰۳۹/۴۴±۱۱۱/۹۵ | ۹۱۳/۵۰±۱۰۵/۳۶ | ۹۷۶/۵۰±۱۲۴/۱۴ |
| افزایش وزن بدن (گرم) | ۳۱۸/۴۵±۲۷/۳۸ | ۳۳۰/۹±۳۹/۸۴ | ۳۵۴/۳۷±۵۴/۷۳ | ۳۲۰/۲۷±۶۰/۳۵ | ۳۳۸/۲۶±۴۷/۴۳ |

-حروف متفاوت انگلیسی در بالای اعداد در هرردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهاست (p< ۰/۰۵).

## ۴. بحث و نتیجه گیری

در یک استخر با کیفیت آب خوب، ماهی بیشتر و سالمتری تولید می شود که این مهم سلامت مصرف کننده را نیز تضمین می‌کند (Usman *et al*., 2015). کیفیت آب وابسته به میزان ترکیبات موجود درآن است که منجر به رشد بهینه ی موجودات آبزی می‌شوند و با اندازه گیری غلظت شاخص های فیزیکی، شیمیائی و زیستی تعیین می‌شود (Ogunrinde and Ehiagbonare, 2010; Keremah *et al*., 2014). بطورطبیعی کیفیت آب پایدار نیست و با تغییر زمان، شرایط آب و هوا، دما، تراکم ماهیان موجود در آب، نرخ تغذیه و ... تغییر می‌کند (Davies and Ansa, 2010). همه موجودات آبزی، آستانه قابل تحملی از شاخص‌های کیفی آب را دارند که می‌توانند درآن زندگی کنند. هرگونه نوسان دراین شاخص‌ها منجر به وارد شدن شوک به موجودات زنده شده و اثرات سوئی را برآنها خواهد داشت. شناسائی وتشخیص زود هنگام تغییرات درکیفیت آب باعث جلوگیری ازاثرات جبران ناپذیرآن خواهدشد. بدین دلیل،کنترل کیفی استخرهای پرورش ماهی امری ضروری بنظر می‌رسد.

شاخص‌های رشد ماهیان قزل‌آلای پرورشی در استخرهای دومنظوره منطقه سیستان، بجز در درصد تلفات، در سایر شاخص های اختلاف معنی داری را نشان نداد. بیشترین میزان تلفات در استخر منطقه زهک و کمترین میزان در استخر منطقه هامون مشاهده گردید که به تبع آن بیشترین میزان تولید در استخر منطقه هامون و کمترین میزان تولید نیز در استخر منطقه هامون به ثبت رسید. Arshadi و Zare در سال ۲۰۱۱ میزان تولید قزل آلا در استخرهای دو منظوره منطقه سیستان را به طور میانگین ۵۷۰ کیلوگرم گزارش نمودند که این میزان در مطالعه حاضر به طور متوسط (۹۵۹/۳۷±۵۰/۸۵) کیلوگرم ثبت شد. همچنین میانگین میزان نرخ رشد ویژه (SGR) و میانگین نرخ رشد روزانه (DGR) ماهیان قزل آلا به ترتیب ۱/۸۱ درصد در روز و ۱/۸۷ گرم در روز (Arshadi and Zare, 2011) و ۲/۶۲ درصد در روز و ۵/۲۴ گرم در روز (Ahmadifar *et al*., 2016) و نیز ۱/۷۹۷ درصد در روز و ۱/۰۷۳ گرم در روز (Danabas and Altun, 2011) گزارش گردید که این مقادیر در مطالعه حاضر به ترتیب ۲/۸۰۹ درصد در روز و ۲/۸۶۶ گرم در روز ثبت گردید. این میزان رشد حاکی از شرایط مناسب کیفی آب برای پرورش و تولید این ماهی در بازه زمانی فصول سرد سال در این مناطق دارد.

یکی از مهمترین شاخص های کیفی آب، اکسیژن محلول است که در بحرانی ترین شرایط در فصل تابستان در پی افزایش دما و بالا بودن میزان BOD میزان آن کاهش می‌یابد. اساس موفقیت مدیریت کارگاه و مزرعهٔ پرورش ماهی، نگهداری غلظت اکسیژن در شرایط مطلوب است. حداقل غلظت اکسیژن محلول برای سلامت ماهیان حدود ۶ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (Summerfelt, 2000). استاندارد ملی شماره ۸۷۲۶ ایران (کیفیت آب- تعیین آب استخر پرورش ماهی برای گونه‌های رایج گرمابی و سردابی) نیز اکسیژن مورد نیاز استخرهای پرورش ماهی سردابی را بین ۶ تا ۱۲ میلی‌گرم در لیتر بیان نموده است. در این مطالعه کمترین میزان اکسیژن محلول در استخر شهر زهک (۷/۷۶±۰/۵۱ mg/lit) و بیشترین میزان آن در استخر شهر هامون (۸/۳۴±۰/۶۳ mg/lit) مشاهده گردید و هیچ تفاوت معنی‌داری در میزان اکسیژن محلول در شهرهای مختلف دیده نشد. میزان اکسیژن محلول در مطالعه Ntengwe و Edema در سال ۲۰۰۸ در زامبیا ۹/۰۵ تا ۹/۳ ثبت شده است. همچنین FadaviHoseini و همکاران(۲۰۱۰) میزان اکسیژن آب خروجی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا در رودخانه دوهزار تنکابن را بین۸/۱۷ تا ۸/۷۷ اعلام نمودند. Kaeedi و همکاران در سال ۲۰۱۸ نیز میزان اکسیژن محلول در آب یک کارگاه پرورش ماهی قزل آلا در استان گلستان را بین ۶/۰۸ تا ۸/۴ میلی‌گرم در لیتر ثبت نمودند. از طرفی میزان اکسیژن محلول در آب استخرهای ذخیره آب کشاورزی پرورش قزل‌آلا در منطقه سیستان را بالاتر از ۵/۹۳

میلی‌گرم بر لیتر گزارش نمودند. با عنایت به استفاده از آب چاهک‌های کشاورزی جهت پرورش ماهیان در استخرهای دومنظوره کشاورزی، معمولا آب ورودی به این استخرها دارای اکسیژن محلول پایینی است، اما وجود بادهای تقریبا دائمی در منطقه سیستان و هوادهی طبیعی میزان اکسیژن محلول در این استخرها بالاست. بنابراین، معمولا در این استخرها مشکلی از بابت کمبود اکسیژن محلول وجود ندارد. عوامل متعددی بر میزان اکسیژن آب تاثیرگزارند که در این میان می‌توان به دمای آب (Malekzadeh and Shahamat, 2000)، فعالیت باکتری‌های هوازی (Khatibhaghighi et al., 2008) افزایش بیوماس ماهی و بیشتر شدن فعالیت کارگاه و تولید محصولات جانبی (Boaventura *et al.*,1997; Pulatsu *et al.*, 2004; McDaniel *et al.*, 2005) اشاره کرد. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در دمای آب استخرها (بین ۱۴ تا ۱۵ درجه سانتی گراد) و نیز تعداد برابر ماهیان موجود در استخرها، میزان اکسیژن محلول نیز فاقد اختلاف معنی‌دار بود.

استاندارد ملی شماره ۸۷۲۶ ایران میزان سختی مناسب برای ماهیان سردابی را زیر ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم ذکر نموده است. Zweig و همکاران (۱۹۹۹) نیز میزان مناسب سختی برای پرورش ماهیان سردابی را زیر ۵۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم بیان نمودند. میزان سختی آب در استخرهای پرورشی منطقه سیستان نیز در محدوده مجاز و مناسب برای پرورش ماهیان سردابی بود. اعتقاد بر این است که هر چه آب سخت تر باشد تغییرات پی- اچ آب کمتر است و مسمومیت ماهی با فلزاتی از قبیل سرب، آهن و جیوه کاهش می‌یابد (Drira *et al.*, 2014). با توجه به منبع تامین آب این استخرها که از منابع آبهای زیرزمینی (چاهک) تامین شد، میزان سختی آب آنها بالا بود و جزء آبهای سخت محسوب می‌گردد. میزان سختی آب آبهای زیرزمینی زاهدان نیز ۶۰۳/۳۶ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم ثبت شده است (Bazrafshan *et al.*, 2010). این موضوع می‌تواند تاثیر منفی بر رشد ماهیان داشته باشد.

میزان نیتریت اندازه‌گیری شده در همه استخرهای پرورشی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان منطقه سیستان بالای ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر (استاندارد ملی شماره ۸۷۲۶ ایران) بود و از این لحاظ می توان آب این استخرها را نامطلوب توصیف نمود. بخصوص میزان نیتریت در آب استخر منطقه زهک (۰/۰۷۱ میلی‌گرم در لیتر) که بیشترین میزان نیتریت را داشت و تفاوت معنی داری با استخر منطقه زابل (۰/۰۲۶ میلی گرم در لیتر) نیز نشان داد. میزان نیتریت در آب‌های زیرزمینی زاهدان ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر ثبت شده است (Bazrafshan *et al.*, 2010) اصولا نیتریت از نیتریفیکاسیون آمونیاک در استخرهای پرورش ماهی ایجاد می‌گردد (Campbell, 1999)، بنابراین بالاتر بودن میزان نیتریت در آب استخرهای پرورش ماهی منطقه سیستان نسبت به آبهای زیرزمینی طبیعی به نظر می‌رسد. Nekuie Fard و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیشترین میزان نیتریت در آب خروجی استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را ۰/۲۹ میلی‌گرم در لیتر اعلام نمودند. میزان نیتریت در خروجی مزارع پرورش ماهی قزآلای اطراف رودخانه دوهزار تنکابن نیز بین ۰/۰۰۷ تا ۰/۰۱۱ میلی‌گرم در لیتر ثبت شده است (Fadavi Hoseini *et al.*, 2010). وجود نیتریت در آب نشان دهنده فعالیت باکتری‌های نیتریفیکنت در محیط پرورشی است و این تغییرات بیشتر تحت تاثیرنوع منبع آب، نوع و میزان غذا، تراکم ماهی، میزان اکسیژن موجود در استخر ها و در نهایت رشد باکتریها و جذب توسط فتوسنتز کنندگان قابل ارزیابی است. نیتریت از اکسیداسیون آمونیاک حاصل می‌شود و توسط نیترو باکتر ها به نیتریت تبدیل می شود، پس متابولیتی ناپایدار محسوب می شود. بنابراین، نیتریت در صورت وجود اکسیژن در استخر در اثر نیتریفیکاسیون به نیترات و در صورت بی هوازی بودن شرایط به علت دنیتریفیکاسیون به آمونیوم تبدیل می‌گردد.

پی-اچ آب از دیگر عوامل بسیار مهم کیفی آب است و تاثیر مستقیم (بواسطه غلظت یون اسیدی یا بازی) و غیر مستقیم (از طریق انحلال مواد سمی در آب و یا تبدیل

کیفی مواد مانند تبدیل آمونیوم به آمونیاک) بر محیط آبی و موجودات آبزی دارد (Einollahipeer *et al.*, 2017). مایعات بدن موجودات آبزی تمایل به حفظ پی-اچ در محدوده خنثی دارند (Wen, 2009) چرا که سلولها و موجودات بدلیل داشتن سیستم بافری در داخل بدن قادر به تحمل طیف وسیعی از تغییرات خارجی پی-اچ خواهند بود، بنابراین هنگامی که پی-اچ در محیط خارجی تغییر نماید، سیستم بافری بدن قادر به حفظ تعادل پی-اچ خواهد بود. در غیر این صورت، با تغییر تعادل پی-اچ مایعات درون بدن، فعالیت‌های فیزیولوژیکی طبیعی موجود دچار اختلال می‌گردد (Maoxiao, 2018). خوشبختانه تغییرات پی-اچ در همه استخرها در تمامی دوره های نمونه برداری نامحسوس بود (۷/۹۳ - ۷/۵۱) و در محدوه مناسب پی-اچ جهت پرورش ماهی قزل‌آلا (۸ – ۶/۵) قرار داشت (استاندارد ملی شماره ۸۷۲۶ ایران).

غلظت مناسب فسفات جهت پرورش ماهیان گرمابی ۲ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (Esmaeeli Sari, 2001) میزان فسفر برای آب‌های طبیعی سطحی حداکثر ۰/۱میلی گرم در لیتر بیان شده است (EPA, 1996). میزان فسفات در استخرهای دو منظوره پرورش ماهی قزل آلا در کرمانشاه بین ۰/۳۵ تا ۰/۴۲ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Moeini and Beheshti, 2004). همچنین میزان فسفات در آب‌های زیرزمینی زاهدان ۰/۱۲۹ میلی‌گرم در لیتر اعلام شده است (Bazrafshan *et al.*, 2010). میزان فسفات اندازه گیری شده در خروجی کارگاه های پرورش ماهی قزل‌آلا در اطراف رودخانه دوهزار تنکابن بین ۰/۳۷ تا ۰/۵۴ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (FadaviHoseini *et al.*, 2010). مقدار فسفات اندازه گیری شده در این تحقیق بین ۰/۸۲۸(هیرمند) تا ۱/۱۴۳(هامون) میلی گرم در لیترمتغیر بود و بالاتر از استانداردهای موجود بود. میزان فسفات بیشتر از یک میلی‌گرم در لیتر و عدم تاثیر آن بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز گزارش شده است (EEC,1978).

نیترات معمولا به عنوان یک ماده غیر سمی برای ماهیان در نظر گرفته می شود. لذا در اغلب شرایط، سمیت نیترات برای ماهی در پرورش متراکم یا گسترده، نباید به عنوان یک مشکل جدی تلقی گردد. میزان نیترات اندازه‌گیری شده در این مطالعه از ۱/۲۰۸ تا ۱/۶۵۸ میلی گرم در لیتر تغییر نمود که در محدوده مجاز بود و مشکلی برای ماهیان مورد پرورش ایجاد نکرد (کمتر از ۲ میلی گرم در لیتر). میزان تغییرات نیترات در رودخانه لاسم در شهرستان آمل بین ۱/۲۷۶ تا ۱/۹۳۷ میلی گرم در لیتر گزارش شده است (Akbari *et al.*, 2018). همچنین، میزان نیترات در استخرهای دو منظوره پرورش ماهی قزل‌آلا در کرمانشاه بین ۸۲ تا ۸۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است بدون اینکه تاثیری منفی در رشد ماهی داشته باشد (Moeini and Beheshti, 2004). میزان نیترات در آبهای زیرزمینی زاهدان ۲۷/۴۹ میلی‌گرم در لیتر اعلام شده است (Bazrafshan *et al.*, 2010). در مطالعه حاضر، هیچ تفاوت معنی داری بین ایستگاه های مختلف نمونه برداری به لحاظ میزان نیترات مشاهده نشد و همگی در محدوده مجاز نیترات برای پرورش ماهیان سردابی قرار داشتند. Boaventura و همکاران (۱۹۹۷) اختلاف معنی‌داری را در میزان غلظت نیترات در استخرهای سردابی موجود در شمال کشور پرتغال مشاهده نکردند.

سولفات سهم زیادی در ایجاد سختی دایم و نیز ایجاد طعم و بوی نامطلوب در آب دارد (Pasereh *et al.*, 2017). میزان سولفات در ایستگاه های مختلف نمونه برداری در این مطالعه دارای اختلاف معنی دار با یکدیگر بود که کمترین میزان در منطقه هامون و بیشترین میزان آن در منطقه هیرمند اندازه‌گیری شد. با عنایت به این نکته که سولفات از منابع مختلفی مانند حل شدن سنگ گچ (ژیپس)، حل شدن دود حاصل از کارخانجات در باران و نیز پساب برخی کارخانه‌ها در آب افزایش می‌یابد (Pasereh *et al.*, 2017). به نظر می‌رسد که باتوجه به عدم وجود کارخانه های بزرگ در این منطقه مورد مطالعه، یکی از دلایل اختلاف در میزان سولفات، ساختار زمین شناسی این مناطق باشد.

## ۵. نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از بررسی خصوصیات کیفی آب چاه‌های مورد استفاده در استخرهای دو منظوره کشاورزی در منطقه سیستان، این آب برای پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در فصول سرد سال مناسب می‌باشد. همچنین، به نظر می‌رسد که آموزش‌های ترویجی کارشناسان شیلات و افزایش آگاهی و تجربه کشاورزان و پرورش دهندگان منطقه سیستان می تواند در افزایش میزان تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این منطقه تاثیر گذار باشد.

## تشکر و قدردانی

منابع مالی این تحقیق از محل طرح شماره ۱۴۲۰-۲پ و پژوهانه شماره UOZ-GR-9618-67 معاونت پژوهشی دانشگاه زابل تامین گردیده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۶. منابع

## References

Ahmadifar, E., Falahatkar, B., Akrami, R. 2011. Effects of dietary Thymol and Carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology* 27(4), 1057-1060.

Akbari, M., Behbahani nia, A., khorram nejad, SH., 2018. Determination of physical and chemical properties of water in Lasem River in Amol. *Iranian journal of marine science and technology* 21 (84), 77-77.

Akbarzadeh, GH. 2004. Investigation of environmental effects of shrimp farms in Tiab region (Hormozgan province). Iranian Fisheries Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Institute, Bandar Abbas, 145 P.

APHA., 1998. Standard Methods for the Examination of water and wastewater 18th ed. American Public Health Association, Washington D.C.

Arshadi, A., Zare, H., 2011. Technical and productivity assessment study of fish culture in reservoir pond in Sistan province, *Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch* 5 (1), 71-85 (In Persian)

Avnimelech, C., Rennert, E., 2008. Water quality in warm water fish ponds. Auburn University Experimental Station, Auburn, Alabama, 359 P.

Bazrafshan, E., Biglari, H., Soori, M. M., Ownegh, K., Motedaiien, A., 2010. Groundwater resources management with emphasis on determining the chemical quality in Zahedan, 2009. International Congress of the Islamic world geographers. Zahedan, 14 -16 April 2010 (In Persian)

Biswas, S.P., 1993. Manual of method in fish biology, South Asian Publishers Pvt Ltd. New Delhi. 155P.

Boaventura, R., Pedro A.M., Coimbra J., Lencastre, E., 1997. Trout farm effluents: characterization and impact on the receiving streams. *Environmental Pollution* 95 (3), 379–387.

Costa Pierce, B.A., 2002. Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution. Dept. of Fisheries. Animal and Veterinary Science. University of Rhode Island, 501 P

Campbell, W.H., 1999. Nitrate Reductase Structure, Function and Regulation: Bridging the Gap Between Biochemistry and Physiology. *Annual Review of Plant Physiology: Plant Molecular Biology* 50, 277-303.

Danabas D., Altun, T., 2011. Effects of zeolite (clinoptilolite) on some water and growth parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 6 (3), 1111-1116.

Davies, O. A., Ansa, E., 2010. Comparative assessment of water quality parameters of freshwater tidal earthen ponds and stagnant concrete tanks for fish production in Port Harcourt, Nigeria. *International Journal of Science and Nature* 1 (1), 34-37.

Drira, Z., Bel Hassen, M., Ayadi, H., Aleya, L., 2014. What factors drive copepod community dynamics in the Gulf of Gabes, Eastern Mediterranean Sea? *Environmental Science and Pollution Research* 21(4), 2918-2934.

Ehiagbonare, J. E., & Ogunrinde, Y. O., 2010. Physico-chemical analysis of fish pond water in Okada and its environs, Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 9 (36), 5922-5928

Einollahi peer, F. Okati, N., Ghaffari, M., 2017. Survey of Some Water Quality Parameters in Sistan Drinking Water Sources (Chahnimeh Reservoir Number 1) and Compares Them with Existing Standards, *Journal of environmental science and technology* 19 (4), 37-49 (In Persian).

Environmental Protection Agency (EPA), 1996.Quality Criteria for Waters, Washington, D.C. 20460. 501p.

Esmaeeli Sari, A., 2001. Fundamentals of water quality management in aquaculture. Iran Fisheries Research Institute. 260 P. (In Persian).

European Economic Community (EEC), 1978. Council Directive of 18 July on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life, 78, 659. EEC, Brussels.

Fadavi Hoseini, H., Ghomi, M.R., Jamalzadeh, H.R., Faghani, H., Jadid Dokhani D., M. Hasandoost., 2010. Comparison of physicochemical factors for inlet and outlet of trout farms in Tonekabon's Dohezar River, *Journal of Fisheries* 4 (2), 77-83. (In Persian).

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2006. Water quality – Determination of pond water fish culture for common cold and warm water fishes – Specification, 8726. 1st.edition. 10 P.

Kaeedi, T., Jafarian, H., Patimar, R., Harsij, M., Farhangi, M., 2018. Study of changes in water quality of rainbow trout breeding farm (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum, 1792). *Journal of Applied Ichthyological Research* 5 (4), 129-138. (in Persian).

Keremah, R. I., Davies, O. A., Abezi, I. D., 2014. Physico-chemical analysis of fish pond water in freshwater areas of Bayelsa State, Nigeria. *Greener Journal of Biological Sciences* 4 (2), 033-038.

Khatibhaghighi, S., Ghane, A., Nahrovar, M.R., 2008. Evaluation of coliforms in the river Shafaroud West province. *Iranian Journal of Fisheries* 2 (1), 1-11 (In Persian).

Malekzadeh F., Shahamat M., 2000. General Microbiology. Aghigh Publishing Co.483P. (In Persian).

Maoxiao, P., Bo, Y., Xiaojun, L., Donghong, N., Tianyi, L., Zhiguo, D., Jiale, L., 2018. Effects of alkalinity and pH on survival, growth, and enzyme activities in juveniles of the razor clam, Sinonovacula constricta. *Frontiers in physiology* 9(552),1-14.

McDaniel, N.K., Sugiura, S.H., Kehler, T., Fletcher, J.W., Coloso, R.M., Weis, P., Ronaldo, P., Ferraris, R.P., 2005. Dissolved oxygen and dietary phosphorus modulate utilization and effluent partitioning of phosphorus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) aquaculture. *Environmental Pollution* 138(2), 350-357.

Mirdar harijani, J., Zakipour, E., Arshadi. A., Zare, P., 2008. Evaluation of drinking water quality status of Chahnime reservoir in Sistan region, Proceedings of the second conference and specialized exhibition of environmental engineering, Tehran, Iran. pp. 1-10.

Moeini, M.M., Beheshti, A. 2004. Dual-purpose salmon farming ponds and its effect on soil fertility and crop yield in Kermanshah, The first congress on Animals and Aquatic science. Faculty of agriculture and natural resources of Tehran University.1-3 September. (in Persian)

Nekuie, Fard A., Hossainzadeh, Sahhafi H., Motalebi, A.A., Rastiannassab A.H., Azadikhah D., Mostafazadeh B., 2013. Effect of reused water on growth index and survival rate of the Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Scientific Fisheries Journal* 21 (4), 115- 124.

Ntengwe, F. W., Edema, M. O., 2008. Physico-chemical and microbiological characteristics of water for fish production using small ponds. *Physics and chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 33 (8-13), 701-707.

Pasereh, F. Hasani, A. Hoseni, N. Javid A., 2017. Investigating the changes of sulphate in potabale water of Yasuj city and preparing its qualitative plan by means of GIS tools. *Journal of environmental science and technology* 18 (1), 17-22 (In Persian)

Pulatsu S., Rad F., Köksal G., Aydýn F., Karasu Benli A.Ç., Topçu A. 2004. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu stream, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 4(1), 9-15.

Roonback, P., 2001. Shrimp aquaculture state of the art. Swedish EIA Center, Report 1. Swdish University of Agriculture Science (SLU), Uppsala. 50P.

Summerfelt, R. C., 2000. Water Quality Considerations for Aquaculture. Department of Animal Ecology, Iowa State University, Ames, USA. pp. 2-7.

Tacon, A. G., 1990. Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Argent Laboratories Press. pp. 4-24.

Usman, I., Auta, J., Abdullahi, S. A., 2015. Effect of monthly variation in water temperature on artificial breeding of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Zaria, Nigeria. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 3 (2), 353-356.

Wen, H., 2009. Aquatic Animal Physiology. Qingdao: China Ocean University Press. 120-140.

Zweig, R.D., Morton, J.D., Stewart, M.M., 1999. Source water quality for aquaculture, a guide for assessment. World Bank, Washington, D.C.76 P.