

# اثر بعضی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بر رشد باکتری آئروموناس و باکتری‌های هتروتروف (HPC) در شبکه توزیع آب آشامیدنی اصفهان

سینا دو برادران<sup>۱</sup> بیژن بینا<sup>۲</sup> بهرام نصر اصفهانی<sup>۳</sup>

(دریافت ۸۴/۱۰/۲۶ پذیرش ۸۵/۱/۲۵)

## چکیده

آئروموناس از جمله باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری، گرم منفی، بدون اسپور و میله‌ای شکل و فرصت طلب است که می‌تواند باعث ایجاد عفونت‌های سیستمیک، و زخم و اسهال در انسان شود. جمعیت نسبتاً بالای میکروبی در شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی نه تنها از لحاظ تأثیرگذاری بر سلامت مصرف کننده مورد توجه است، بلکه تشخیص باکتری شاخص کلیفرم را نیز با خطا مواجه می‌کند. در این تحقیق ارتباط رشد باکتری‌های هتروتروف و آئروموناس با پارامترهای pH، دما، کدورت، کلر آزاد باقیمانده و اکسیژن محلول سنجیده شد. به منظور شمارش باکتری‌های آئروموناس، برای اولین بار در کشور طبق دستورالعمل (2001) EPA 1605 از محیط کشت ADA-V در مرحله احتمالی و پس از قرار دادن در انکوباتور به مدت یک شب با محیط کشت نوترینت آگار از تست‌های اکسیداز، تخمیر تری‌هالوز و تست ایندول در مرحله تأییدی استفاده شد. برای شمارش باکتری‌های HPC، از محیط R<sub>2</sub>A استفاده شد و بقیه فاکتورها نیز طبق روش استاندارد اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در دما و کدورت بالاتر و pH پایین‌تر میزان موارد مثبت باکتری‌های آئروموناس و HPC افزایش می‌یابد و با افزایش کلر آزاد باقیمانده و اکسیژن محلول موارد مثبت باکتری‌های آئروموناس و HPC کاهش می‌یابد و در مقادیر بالاتر از ۰/۲mg/L کلر باقیمانده آزاد هیچ گونه مورد مثبتی از آئروموناس مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: آئروموناس، HPC، شبکه توزیع آب، رشد مجدد، آلودگی آب.

## The Effect of Some Physical and Chemical Parameters on Regrowth of *Aeromonas* Bacterium and Heterotrophic Bacteria in Isfahan Drinking Water System

Sina Dobaradaran<sup>1</sup>, Bijan Bina<sup>2</sup>, Bahram Nasr Isfahani<sup>3</sup>

(Received Nov. 2, 2005 Accepted Mar. 16, 2006)

### Abstract

*Aeromonas* is one the gram – negative , non spor – forming rod shaping , facultatively anaerobic and opportunistic bacteria that can cause systematic infections, lesion and diarrhoea in human. Fairly high bacterial population in distribution system is not only of concern because of affecting consumer health but also it makes it difficult to enumerate coliform bacterium indicator. So, the relationships between *aeromonas* and heterotrophic bacteria growth with pH, temperature, turbidity, free residual chlorine and DO were determined in this study. ADA- V media was used in presumptive stage to count *aeromonas* bacteria for the first time in Iran on the basis of 1605 EPA (2001) method and used oxidase tests, trehalose fermentation and indol test in confirmative stage. R<sub>2</sub>A media was used to count HPC bacteria and other factors measured on the basis of standards. The results showed that positive cases of *aeromonas* bacteria and HPC increase in higher temperature and turbidity and lower pH. In contrast, positive cases of *aeromonas* bacteria and HPC decrease while free residual chlorine and DO increase. In addition, no positive case of *aeromonas* was observed in more than 0.2 mg/L concentration of free residual chlorine.

**Keywords:** *Aeromonas*, HPC, Distribution Water System, Regrowth, Water Pollution.

1- Ph.D. Student of Public Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences  
2- Prof., Dept. of Public Health, Isfahan University of Medical Science- bina@hlth.mui.ac.ir  
3- Assist. Prof., Dept. of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences

۱- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران  
۲- استاد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان - bina@hlth.mui.ac.ir  
۳- استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

گونه‌های *آئروموناس*<sup>۱</sup> از جمله باکتری‌های گرم منفی، بدون اسپور، میله‌ای شکل و بی‌هوازی اختیاری می‌باشند که از خانواده ویبریوناسه<sup>۲</sup> محسوب می‌شوند؛ اما به تازگی پیشنهاد شده که در خانواده جداگانه *آئروموناداسه*<sup>۳</sup> قرار گیرند. این باکتری در تمام محیط‌های آبی به صورت بومی دیده می‌شود [۱]. علاوه بر آن، *آئروموناس*‌ها در آب، خاک و مواد غذایی به خصوص شیر و گوشت دیده می‌شوند [۲]. جنس *آئروموناس* حداقل شامل ۱۳ گونه ژنوتیپی است که از گونه‌های مزوفیلیک<sup>۴</sup> آن می‌توان به *آ. هیدروفیلا*<sup>۵</sup>، *آ. کاویا*<sup>۶</sup>، *آ. سویریا*<sup>۷</sup>، *آ. ورورنسی*<sup>۸</sup>، *آ. شورتری*<sup>۹</sup> و از گونه‌های سایکروفیلیک<sup>۱۰</sup> به *آ. سالمونیسیدا*<sup>۱۱</sup> که غیر متحرک است اشاره کرد.

دو دسته‌بندی اصلی در مورد بیماری‌زایی *آئروموناس* وجود دارد که شامل عفونت‌های روده‌ای و عفونت‌های خارج روده‌ای است [۳]. گاستروانتریت<sup>۱۲</sup> ایجاد شده توسط *آئروموناس* در بزرگسالان و کودکان ایجاد می‌شود و در طی ماه‌های تابستان شیوع بیشتری دارد [۳ و ۴]. گونه‌هایی که به طور عمده در التهاب‌های معده و روده دیده می‌شوند عبارت‌اند از: *آ. کاویا*، *آ. هیدروفیلا*، *آ. ورورنسی* و *آ. سویریا*. از این میان، *آ. کاویا* بیشتر در کودکان (زیر ۳ سال) دیده می‌شود [۱]. از عفونت‌های خارج روده‌ای می‌توان به عفونت‌های زخمی، سپتی سمی<sup>۱۳</sup> مرتبط با هیپاتیت و بیماری‌های صفراوی و پانکراس و بدخیمیا به خصوص لوکمی حاد، آنمی/پلاستیک و تومورهای بدخیم، عفونت‌های چشمی، پرتیونیت، آماس کیسه صفرا و قانقاریای اریتمایی اشاره کرد که از این میان در عفونت‌های زخمی پوست، بافت صاف دومین و رایج‌ترین محل پس از دستگاه گوارش است که *آئروموناس* از آن جدا می‌شود [۳ و ۵].

اسهال مرتبط با *آئروموناس* ایجاد علائمی مشابه *ای‌کلای*<sup>۱۴</sup> می‌کند که شامل یک اسهال خفیف تا یک بیماری تب‌زا شبیه دیسانتری<sup>۱۵</sup> می‌باشد [۶].

مکانیسم‌هایی که در بیماری‌زایی *آئروموناس* دخالت دارند شامل

آنزیم‌های خارج سلولی (پروتئاز<sup>۱۶</sup>، لیپاز<sup>۱۷</sup> و الاستاز<sup>۱۸</sup>)، توکسین‌های شامل انتروتوکسین سیستولیتیک<sup>۱۹</sup>، توکسین مقاوم به حرارت و حساس به حرارت، مشابه توکسین کلرا، توکسین مشابه *شیگلاشیگا*<sup>۲۰</sup> و اندوتوکسین<sup>۲۱</sup> می‌باشد [۷]. گزارش‌هایی نیز از استرالیا وجود دارد که احتمال وجود ارتباط بین اسهال‌های ناشی از *آئروموناس* و *آئروموناس*‌های موجود در آب آشامیدنی را بیان می‌کند [۸ و ۹].

علاوه بر موارد فوق، آزمایش‌ها نیز نشان داده‌اند که شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی نیز به دلایل گوناگون عامل نزول کیفیت آب هستند. براساس مستندهای علمی، شمارش و تعیین مقدار جمعیت باکتریایی در تأسیسات توزیع آب، شاخصی کارآمد در تعیین چگونگی کارکرد آنهاست و به طور غیر مستقیم، عامل‌های اثرگذار بر تقلیل کیفیت آب را مشخص می‌کند.

جمعیت بالای میکروبی در شبکه توزیع نه تنها از لحاظ تأثیرگذاری بر سلامت مصرف‌کننده به ویژه در گروه‌های آسیب‌پذیر مورد توجه است، بلکه تشخیص باکتری شاخص کلیفرم را نیز با خطا مواجه می‌کند. از این جهت اندازه‌گیری و تعیین مقدار جمعیت میکروبی به عنوان شاخصی کارآمد در تأسیسات توزیع آب مورد توجه است و در روش‌های علمی جدید نیز بر آن تأکید شده است [۱۰ و ۱۱]. اهمیت این شاخص به حدی است که سازمان جهانی بهداشت در آوریل سال ۲۰۰۲ سمینار ویژه‌ای در این خصوص برگزار کرد [۱۲]. باکتری‌های *هتروتروف* (HPC) مجموعه‌ای از باکتری‌های هوازی-بی‌هوازی اختیاری است که به جز دو جنس آن (*باسیلوس* و *میکروکوکوس*)<sup>۲۲</sup> بقیه گرم منفی بوده و جنس‌های *پروتئوس*<sup>۲۳</sup>، *انتروباکتر*، *آئروموناس*، *سیتروباکتر*، *سودوموناس*، *کلبسیلا*<sup>۲۴</sup>، *فلاووباکتریوم*<sup>۲۵</sup>، *سراتیا*<sup>۲۶</sup>، *موراکسلا*<sup>۲۷</sup>، *آلکالی ژنر*<sup>۲۸</sup>، و *آسینتوباکتر*<sup>۲۹</sup> را شامل می‌شوند [۱۳ و ۱۴]. باکتری‌های *هتروتروف* ساکن طبیعی بدن انسان بوده و از طریق مدفوع دفع می‌شوند. برگ درختان، خاک، آب، قطره باران و حتی بزاق دهان نیز تعداد متنابهی از این باکتری‌ها را در خود جای داده‌اند [۱۴]. باکتری‌های *هتروتروف* از نظر بیماری‌زایی شاخص میکروبی

- 1 *Aeromonas*
- 2 *Vibrionaceae*
- 3 *Aeromonadaceae*
- 4 Mesophilic
- 5 *A. hydrophila*
- 6 *A. caviae*
- 7 *A. sobria*
- 8 *A. veronii*
- 9 *A. schuberti*
- 10 Psychrophilic
- 11 *A. salmonicida*
- 12 Gastro-enterit
- 13 Septicaemia
- 14 *E. coli*
- 15 Dysentery

- 16 Protease
- 17 Lipase
- 18 Elastase
- 19 Systolitic
- 20 *Shigella Shiga*
- 21 Endotoxin
- 22 Micrococcaceae
- 23 *Proteus*
- 24 *Klebsiella*
- 25 *Flavobacterium*
- 26 *Serratia*
- 27 *Moraxella*
- 28 *Alekaliegenes*
- 29 *Acinetobacter*

زمان ۴۸ ساعت و طبق استاندارد انجام شد [۱۸]. دما با دماسنج پرتابل، pH با pH متر دیجیتالی، کلر باقیمانده آزاد توسط کیت کلسنج DPD و کدورت با استفاده از کدورت سنسج HACH مدل 2100 A و DO به روش وینکلر<sup>۲</sup> اندازه‌گیری شدند. نتایج حاصل از مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل<sup>۳</sup> و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و از آزمون همبستگی پیرسون و آنالیز واریانس یکطرفه<sup>۴</sup> نیز در این مطالعه استفاده شد.

### ۳- بحث و نتیجه‌گیری

میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده غلظت پارامترها در جدول ۱ نشان داده شده است. جدول ۲ مقادیر ضریب همبستگی پیرسون را نشان می‌دهد.

#### ۳-۱- pH

pH یکی از مهم‌ترین خواص فیزیکی-شیمیایی آب و یکی از پارامترهای مهم تأثیرگذار بر کیفیت بهره‌برداری از آب می‌باشد. میانگین pH در ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۷/۸، ۷/۵ و ۷/۹ بود (جدول ۱).

با توجه به مقادیر pH به دست آمده و مقایسه با استانداردهای مختلف می‌توان گفت که pH آب شبکه توزیع آب اصفهان چه از نظر آشامیدن و چه از نظر آبیاری در محدوده مناسبی قرار دارد. در این ایستگاهها، آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که pH با میزان شمارش *آئروموناس*ها و باکتری‌های HPC دارای رابطه معنی‌دار معکوس می‌باشد ( $P\text{-value} < 0.01$ ) که علت pH پایین‌تر می‌تواند فعالیت باکتریایی بیشتر باشد.

<sup>2</sup> Winkler

<sup>3</sup> Excel

<sup>4</sup> One-way-ANOVA

به حساب نمی‌آیند، ولی برخی از آنها نظیر (*E.Coli* 0157 H7) بیماریزا و گروهی دیگر از آنها نظیر *سودوموناس* (عامل عفونتهای پوستی و ریوی) و *آئروموناس* (عامل گاستروانتریت) فرصت طلب هستند [۱۰، ۱۳ و ۱۵]. در نتیجه، فراوانی این باکتری‌ها در آب آشامیدنی می‌تواند سلامت گروههای آسیب‌پذیر را به خطر اندازد. در آبهای آشامیدنی تعداد باکتری‌های HPC ممکن است کمتر از ۱ CFU تا بیش از ۱۰<sup>۴</sup> CFU در هر میلی‌لیتر متغیر باشد و عمدتاً متأثر از درجه حرارت، وجود کلر باقیمانده و میزان مواد آلی قابل جذب می‌باشند. میزان مجاز باکتری‌های HPC حداکثر ۵۰۰ عدد ارگانیزم در هر میلی‌لیتر می‌باشد [۱۶].

### ۲- مواد و روشها

این تحقیق که از نوع توصیفی-تحلیلی است در نیمه اول سال ۱۳۸۴ انجام شد. تعداد نمونه‌ها در شبکه توزیع ۳۹ مورد به دست آمد که ۳ ایستگاه (ایستگاه یک خیابان هزار جریب، ایستگاه دو خیابان زینبیه و ایستگاه سه محله کردآباد) در شبکه توزیع در نظر گرفته شد. در این تحقیق به منظور شمارش باکتری‌های *آئروموناس*، طبق دستورالعمل پیشنهادی (2001) EPA 1605، از محیط کشت ADA-V<sup>۱</sup> (آگار دکسترین آمپی‌سیلین-وانکوما‌سیلین) برای مرحله احتمالی استفاده شد و در مراحل تأییدی نیز مطابق دستورالعمل مذکور پس از قرار دادن در انکوباتور در پلیت‌های نوتریت آگار به مدت یک شب از تست‌های اکسیداز، تخمیر تری‌هالوز و تست ایندول، جهت تأیید مرحله احتمالی استفاده شد. نمونه‌برداری و انتقال نمونه‌ها و در نهایت شمارش تعداد کلنی‌های *آئروموناس* نیز طبق استاندارد انجام شد [۱۷]. آزمایش تعیین باکتری‌های HPC با استفاده از محیط کشت R<sub>2</sub>A در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و مدت

<sup>1</sup> Ampicilin- Dextrin Agar-Vancomycin

جدول ۱- میانگین غلظت پارامترهای مورد مطالعه در ایستگاههای نمونه‌برداری

ردیف	ایستگاه	پارامتر	کلر آزاد باقی‌مانده (mg/L)	دما (°C)	pH	DO (mg/L)	کدورت (NTU)	آئروموناس (CFU/100ml)	HPC (CFU/ml)
۱	ایستگاه ۱ (خیابان هزارجریب)		۰/۲۰	۲۲/۳	۷/۸۵	۷/۱۷	۰/۶۰	۰/۱۲	۸/۴۶
۲	ایستگاه ۲ (خیابان زینبیه)		۰/۱۳	۲۲/۶	۷/۵۸	۷/۰۰	۰/۶۲	۰/۵۲	۷/۳۰
۳	ایستگاه ۳ (محله کردآباد)		۰/۲۵	۲۲/۴	۷/۹۰	۷/۵۱	۰/۵۴	۰/۰۳	۲/۷۰

جدول ۲- ضرائب همبستگی پیرسون در مورد روابط آتروموناس و HPC با پارامترهای اندازه گیری شده

پارامتر	کلر آزاد باقی مانده	دما	pH	DO	کدورت
آتروموناس	۰/۷۰ **	۰/۳۲ *	-۰/۸۵ **	-۰/۴۳ **	۰/۷۲ **
HPC	۰/۷۰ **	۰/۱۸	-۰/۶۴ **	-۰/۴۶ **	۰/۶۶ **

اعداد نشان داده شده ضریب همبستگی پیرسون (r) می باشند.  
\*\* ارتباط در سطح 0.01 (p-value) معنی دار است.  
\* ارتباط در سطح 0.05 (P-value) معنی دار است.

### ۲-۳- دما

دمای آب را در گستره موجود در شبکه های توزیع آب معمولاً نمی توان با معیارهای بهداشت عمومی تطبیق نمود، زیرا دارای اثرات بهداشتی مهمی نمی باشد. اداره بهداشت عمومی آمریکا و همچنین سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا اعداد راهنما و یا محدود کننده ای را برای درجه حرارت ارائه نموده اند. سازمان بهداشت جهانی نیز در این زمینه عددی را ارائه نکرده است، ولی اتحادیه اروپا (EC) عدد راهنمای حداقل ۱۲ و حداکثر ۲۵ درجه سانتی گراد را برای آب در نظر گرفته است. به طور کلی می توان به این نکته اشاره کرد که درجه حرارت آب می تواند بر روی تصفیه آب، زندگی جانوران آبی، سرعت واکنشهای بیوشیمیایی، مزه آب آشامیدنی، اکسیژن محلول، فعالیت ارگانیسم های مولد بو و رنگ، قابلیت حلالیت جامدات در آب و سرعت خوردگی در سیستم توزیع مؤثر باشد [۱۹]. در هر حال، مقادیر دمای به دست آمده در محدوده اعداد این اتحادیه قرار دارد (جدول ۱). با توجه به آزمون پیرسون مشاهده شد که در شبکه توزیع، ارتباط دما با میزان شمارش آتروموناس ( $P\text{-value} < 0.05$ ) به صورت معنی دار و مستقیم بود ولی در مورد ارتباط دما با HPC باید گفت هر چند رابطه ای مستقیم وجود داشت ولی چندان معنی دار نبود (جدول ۲). مطالعاتی نیز که در این زمینه انجام شده از جمله مطالعه لچه والیر و همکارانش<sup>۱</sup> در مورد آتروموناس سوبریا در منابع آب آشامیدنی کلر زنی شده، دلالت بر وجود این ارتباط مستقیم داشت [۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۳].

### ۳-۳- کدورت

کدورت، میزان جامدات معلق را نشان می دهد و به عنوان یک مولفه منحصر به فرد به حساب آمده و به طور عمومی بیشترین کاربرد را دارد و به عنوان یک پارامتر غیر میکروبی به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. کدورت، بیشترین اطلاعات با ارزش را در سرتاسر عملیات و فرآیندهای تصفیه به ما می دهد.

<sup>1</sup> Lechevallier et al.

به طور کلی آب با کدورت بالا از دو نظر مهم می باشد. اول به عنوان یک پارامتر فیزیکی، زیرا از نظر زیبایی ظاهر می تواند مورد اعتراض مصرف کنندگان قرار گیرد و هم اینکه می تواند به عنوان یک پارامتر بیولوژیکی مد نظر باشد، زیرا ممکن است باعث رشد و تکثیر پاتوژن ها شده و هم باعث کاهش اثربخشی گندزدایی آب شود. حداکثر مقدار مجاز کدورت در آب آشامیدنی ۵ NTU و مقدار مطلوب آن نیز ۱ NTU می باشد [۲۴]. مقدار میانگین کدورت در ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۰/۶ NTU، ۰/۶۲ NTU و ۰/۵۴ NTU بود. با توجه به آنالیز همبستگی پیرسون مشاهده شد که کدورت با مقدار شمارش باکتری های HPC و آتروموناس دارای رابطه معنی دار مستقیم می باشد ( $P\text{-value} < 0.01$ )، مطالعات گذشته از جمله مطالعه هاس و همکارانش<sup>۲</sup> در مورد ارتباط پارامترهای میکروبی سیستم شبکه توزیع با مشخصات فیزیکی و شیمیایی نیز وجود چنین ارتباطی را تأیید می کند [۲۱ و ۲۵].

### ۳-۴- کلر آزاد باقیمانده

میانگین کلر باقیمانده آزاد در ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۰/۲، ۰/۱۳ و ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر بود. (جدول ۱) که با در نظر گرفتن استاندارد ملی حداقل کلر آزاد باقیمانده (۰/۲ میلی گرم در لیتر) در این زمینه می بایست احتیاطات لازم را جهت عدم آلودگی ثانویه شبکه توزیع در نظر گرفت.

با توجه به آنالیز همبستگی پیرسون نیز مشاهده شد که مقادیر کلر باقیمانده آزاد با مقادیر مربوط به شمارش باکتری های آتروموناس و HPC دارای رابطه معنی دار معکوس می باشد ( $P\text{-value} < 0.01$ ). مطالعات گذشته از جمله مطالعه برک و همکارانش<sup>۳</sup> در زمینه جداسازی گونه های آتروموناس از منابع آب خانگی کلر زنی شده در استرالیا و مطالعه اج و همکارانش<sup>۴</sup> در مورد رشد مجدد باکتریایی در سیستم های توزیع آب آشامیدنی و رابطه

<sup>2</sup> Hass et al.

<sup>3</sup> Burke et al.

<sup>4</sup> Edge et al.

آن با استراتژی‌های گندزدایی وجود چنین ارتباطی را تأیید می‌کند [۹، ۲۱، ۲۶ و ۲۷].

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در شبکه توزیع آب آشامیدنی سیدنی استرالیا نیز این موضوع را تأیید می‌کند [۲۱، ۲۲ و ۲۶].

### ۳-۵- اکسیژن محلول

میانگین اکسیژن محلول در ایستگاههای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۷/۷/۲ و ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۱) که بالاترین میزان اکسیژن محلول مربوط به ایستگاه ۳ بود که این ایستگاه بهترین کیفیت میکروبی را نیز دارا بود. به طور کلی می‌توان گفت که با بهبود کیفیت میکروبی آب، تنفس و رشد باکتری‌ها کمتر شده و میزان مصرف اکسیژن محلول کاهش می‌یابد. آنالیز همبستگی پیرسون نیز نشان داد که مقدار اکسیژن محلول در ایستگاههای شبکه توزیع با مقادیر *آئروموناس* و HPC دارای رابطه معنی‌دار معکوس می‌باشد ( $P\text{-value} < 0.01$ ). مطالعات گذشته از جمله مطالعه کایه و همکارانش<sup>۱</sup> در زمینه ارتباط رشد مجدد باکتریایی با

<sup>۱</sup> Kaye et al.

### ۴- نتیجه گیری

- ۱- از ۳۹ نمونه برداشت شده از شبکه توزیع آب شهر اصفهان به طور کلی ۲۰ درصد از نمونه‌ها با حداکثر شمارش ۲ CFU/100ml از نظر وجود باکتری *آئروموناس* و ۱۰۰ درصد نمونه‌ها با حداکثر شمارش ۲۱ CFU/ml از نظر وجود باکتری‌های HPC مثبت بودند.
- ۲- افزایش دما و کدورت باعث افزایش میزان موارد مثبت باکتری‌های *آئروموناس* و HPC شد.
- ۳- افزایش کلر باقیمانده آزاد و اکسیژن محلول باعث کاهش میزان موارد مثبت باکتری‌های *آئروموناس* و HPC شد.
- ۴- در مورد نمونه‌های آزمایش شده از نظر باکتری *آئروموناس* در غلظتهای کلر باقیمانده آزاد بالاتر از ۰/۲ mg/L هیچ‌گونه مورد مثبتی مشاهده نشد.

### ۵- مراجع

- 1- WHO. (2002). *Guidelines for drinking water quality*, 2<sup>ed</sup> Ed, Geneva.
- ۲- غلامی، م. (۱۳۷۷). *میکروبیولوژی آب و فاضلاب*، انتشارات حیان، چاپ اول، ۹۸-۹۶.
- 3- Altwegg, M. (1999). *Aeromonas and plesiomonas* In : *Manual of clinical microbiology*, Murry, P.R., Baron, E. J., and Faller, M.A., eds., 6<sup>th</sup> Ed., American Societies of Microbiology Press, USA, 509-513.
- 4- Holmbreg, S.D., Wendy, M.D., and Schell, L. (1986). "Aeromonas intestinal infections in United States." *J. Intern. med.*, 105, 683-689.
- 5- Janda, J.M. (1991). "Recent advances in the study of taxonomy pathogenicity and infections syndromes associated with the genus *Aeromonas*." *J. clin. Microbial. Rev.*, 4, 397-410.
- 6- Smith, H.R., and Cheasty, T. (1998). *Diarrhoeal disease due to Escherichia coli and Aeromonas*, In : *Topley and Wilson's Microbiology and Microbial infections*, Balous, A., Daerden, B., 9<sup>th</sup> Ed., Vol. 3 (Bacterial infections), from Arnold Co., London, U.K., 527-529 .
- 7- Fang, J.S., Chen., J-B, and Chen, W.J. (1999). "Hemolytic uremia syndrome in an adult male with *Aeromonas hydrophila enterocolitis*." *J. Nephrol Dial Transplant*, 14, 439-440.
- 8- Burke, V. (1984). "Isolation of *Aeromonas hydrophila* from a metropolitan water supply : Seasonal correlation with clinical isolates." *J. Applied and Environmental Microbiology*, 48, 361 -366.
- 9- Burke, V (1984). "Isolation of *Aeromonas* SPP. from an unchlorinated domestic water supply." *J. Applied and Environmental Microbiology*, 48, 367-370.
- 10- World Health Organization. (2002). *Drinking water quality guidelines training package*, WHO, Geneva.
- 11- World Health Organization. (2002). *Guidelines for recreational - water environment swimming pools space and similar recreational - water environment*, Final draft for consultation WHO, Geneva.
- 12- WHO. (2003). *Heterotrophic plate counts and drinking water safety*, IWA Publishing, London, UK.

- 13- American Water Works Association. (1999). *Waterborne pathogens*, AWWA manual M 48, USA.
- ۱۴- قنادی، م. (۱۳۸۳). "معیارها و رهنمودهای تحلیل کیفیت میکروبی آب آشامیدنی." م. آب و محیط‌زیست، شماره ۴۹-۴۸.
- 15- World Health Organization. (1997). *Guidelines for drinking water quality surveillance and control of community supplies*, 2<sup>nd</sup> Ed., Vol 3, WHO, Geneva.
- ۱۶- میرهندی، س.س.، و نیک‌آئین، م. (۱۳۸۳). میکروبیولوژی فاضلاب، چاپ اول، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- 17- EPA. (2001). Method 1605 : *Aeromonas* in finished water by membrane filtration using Ampicillin - Dextrin Agar with vancomycin, USA.
- 18- APHA, AWWA, WEF. (1992). *Standard methods for examination of water and wastewater*, American Public Health Association, Washington.
- ۱۹- ندافی، ک. یزدانبخش، ا. (۱۳۶۹). کنترل کیفی آب آشامیدنی در اجتماعات کوچک، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی.
- 20- Lechevallier, M. (1982). "Aeromona Sobria in chlorinated drinking water supplies." *J. Microbial Ecology*, 8, 325 – 794.
- 21- Kaye, N. Power, Laslo, A., and Nagy. (1999). "Relationship between bacterial regrowth and some physical and chemical parameters Sydney's drinking water distribution system." *J. Water Research* , 33 , 741-750 .
- 22- Lechevallier, M., Babcock, T. M., and lee, R.G. (1987). "Examination and characterization of distribution system biofilm." *J. Appl. Environ. Microbioal.*, 2714-2724.
- 23- Rhodes, M.W, and Kator, H. (1994). "Seasonal occurrence of mesophilic Aeromonas Spp. as a function of biotype and water quality in temperate freshwater lakes." *J. Water Research*, 28, 2241-2251.
- 24- Dezuane, J. (1997). *Drinking water quality*, 2<sup>nd</sup> Ed., International Thomson publishing Company, USA.
- 25- Hass, C.N., Meyer, M.A., and Paller, M.S. (1983). "Microbial alternations in water distribution systems and their relationship to physical – chemical characteristics." *J. AWWA*, 75, 475-481 .
- 26- Holmes, P., Niccolls, L.M., and Sartory, D.P. (1996). *The Ecology of Mesophilic Aeromonas in the Acautic Environment*. In : Austin, B., et al, editor, *The genus microbiology*, Wiley, London, 127-150 .
- 27- Edge, J.C., and Finch, P.E. (1987). "Observation on bacterial after growth in water supply distribution systems : Implications for distributions for disinfection strategies." *Journal of the Institute for Water and Environmental Management*, 1, 104 – 110.