**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده اکولوژی دریای خزر**

**عنوان:**

# ارزیابی کمی و شناسایی عوامل قارچی موجود در آب دریاچه سد شهید رجایی – استان مازندران(ساری)

**مجری:**
**مریم قیاسی**

**شماره ثبت**
**۵۲۲۳۰**

**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر**

---

**عنوان طرح/ پروژه : ارزیابی کمی و شناسایی عوامل قارچی موجود در آب دریاچه سد شهید رجایی – استان مازندران(ساری)**
**کد مصوب: ۹۲۰۰٤-۹۲٥٤-۱۲-۷٦-۱٤**
**نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : مریم قیاسی**
**نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) : -**
**نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : مریم قیاسی**
**نام و نام خانوادگی همکار(ان) : محمدرضا مهرابی، رضاپورغلام، حسن نصراله‌زاده‌ساروی، آسیه مخلوق، زهرا یعقوب‌زاده، محمد بینایی، شهریار بهروزی، مهدی مقیم، عبداله سلیمان‌رودی، حمید رمضانی، محمود قانعی‌تهرانی، سیدجلیل ذریه‌زهرا، سیدفاطمه نصیری‌ولیکبن**
**نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -**
**نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -**
**محل اجرا : استان مازندران**
**تاریخ شروع : ۹۲/٤/۱**
**مدت اجرا : ۱ سال و ٦ ماه**
**ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور**
**تاریخ انتشار : سال ۱۳۹٦**
**حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .**

**«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»**

**طرح/ پروژه : ارزیابی کمی و شناسایی عوامل قارچی موجود در آب دریاچه سد شهید رجایی – استان مازندران(ساری)**

**کد مصوب : ۹۲۰۰٤-۹۲٥٤-۱۲-۷٦-۱٤**

**شماره ثبت (فروست) : ۵۲۲۳۰ تاریخ : ۹٦/٦/٦**

**با مسئولیت اجرایی سرکار خانم مریم قیاسی دارای مدرک تحصیلی دکتری تخصصی در رشته قارچ شناسی دامپزشکی می‌باشد.**

**پروژه توسط داوران منتخب بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان در تاریخ ۹۶/۲/۱۷ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.**

**در زمان اجرای پروژه، مجری در :**

**ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه**

**با سمت مسئول بخش بهداشت و بیماریهای آبزیان در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.**

| عنوان | «فهرست مندرجات» | صفحه |
|---|---|---|


چکیده ..... ۱
۱ – مقدمه ..... ۲
۱ – ۱ – دریاچه های پشت سد ..... ۲
۱ – ۲ – سد سازی در استان مازندران ..... ۳
۱ – ۳ – سد شهید رجایی ..... ۳
۱ – ۴ – سدها و تاثیرات آنان بر محیط زیست ..... ۶
۱ – ۵ – قارچها و اکوسیستم دریاچه‌ها و مخازن پشت سد ..... ۷
۱ – ۶ – اهمیت مطالعه عوامل قارچی در منابع آبی ..... ۹
۱ – ۷ – استاندار عوامل قارچی در آب ..... ۱۲
۱ – ۸ – اکولوژی قارچها در سیستمهای آبی ..... ۱۲
۲ – مواد و روش کار ..... ۱۷
۲ – ۱ – موقعیت و زمان نمونه برداری ..... ۱۷
۲ – ۲ – روش نمونه برداری ..... ۱۷
۲ – ۳ – کشت نمونه ..... ۱۷
۲ – ۴ – اندازه گیری دما و pH ..... ۱۸
۲ – ۵ – اندازه گیری میزان اکسیژن خواهی بیولوژیکی (BOD5) واکسیژن خواهی شیمیایی(COD) ..... ۱۸
۲ – ۶ – آنالیز داده ها ..... ۱۸
۳ – نتایج ..... ۱۹
۳ – ۱ – درجه حرارت ..... ۱۹
۳ – ۲ – pH ..... ۱۹
۳ – ۳ – اکسیژن خواهی بیولوژیکی ($BOD_5$) ..... ۱۹
۳ – ۴ – اکسیژن خواهی شیمیایی(COD) ..... ۲۰
۳ – ۵ – کشت، شناسایی و شمارش عوامل قارچی ..... ۲۱
۴ – بحث ..... ۲۹
منابع ..... ۳۳
چکیده انگلیسی ..... ۳۶

## چکیده

دریاچه سد شهید رجایی از نظر تهیه آب شرب، کشاورزی و شیلات یکی از منابع آبی مهم در حوزه آبریز خزر محسوب میشود و لذا ارزیابی کیفیت آب آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق ارزیابی فلور قارچی در کنار برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب بررسی گردید. طی این مطالعه عوامل قارچی ساپروفیت در پنج ایستگاه(ورودی شیرین رود، ورودی سفید رود، محل تلاقی سفید رود و شیرین رود، تاج سد و خروجی) طی شش دوره نمونه برداری(خرداد، تیر، مرداد، شهریور، آبان و بهمن) در سال ۱۳۹۱ مورد ارزیابی کمی و شناسایی قرار گرفتند. جهت آنالیز نمونه‌ها از دو رقت $10^{-1}$ و $10^{0}$ به میزان ۱۰۰ میکرولیتر در محیط سابرودکستروز آگار حاوی آنتی‌بیوتیک در سه تکرار کشت داده و نمونه‌ها در دمای ۳۰ – ۲۷ درجه سانتیگراد به مدت ۵ – ۳ روز گرمخانه گذاری شدند. پرگنه‌های بدست آمده پس ازشمارش، خالص سازی و شمارش گردیدند. همچنین در این بررسی فاکتورهایی چون دما، pH، BOD5 و COD مورد ارزیابی قرار گرفت. طی این بررسی مشخص گردید که تقریبا در همه ایستاگاهها در تیر و مرداد بطور معنی داری میزان پرگنه‌های قارچی افزایش داشته است. در حالیکه میزان جداسازی عوامل قارچی در بهمن در تمام ایستگاه‌ها کاهش معنی داری را نشان داد. در بین ایستگاه‌های مختلف تاج سد در در تمام ماه های نمونه برداری بالاترین میزان جداسازی و شمارش عوامل قارچی را داشت در حالیکه در خروجی بطور معنی داری کمترین میزان مشاهده شد. عوامل قارچی شناسایی شده که در بین آنها قارچهای بیماریزای فرصت طلب و نیز مولد مایکوتوکسین بودند به ترتیب درصد فراوانی شامل گونه‌های آسپرژیلوس(۳۱/۴٪)، انواع مخمر(۲۴/۲٪)، پنیسلیوم (۱۹/۳٪)، کلادوسپوریوم (۱۰/۳٪)، موکور(۵/۴٪)، فوزاریوم(۲/۹٪)، آلترناریا(۲/۳٪)، هایف استریل(۲/۸٪) و پسیلومایسس(۱/۴٪) بودند. براساس نتایج مشخص گردید که بین تغییرات دما، BOD5 و COD و میزان جداسازی عوامل قارچی می‌تواند یک ارتباط مستقیم وجود داشته باشد و تغییرات این فاکتورها نقش مهمی در میزان پرگنه های قارچی دارند. این در حالی بود که به دلیل تقریبا ثابت بودن pH تاثیری در خصوص تغییرات این عامل قابل توجه نبود. براساس نتایج به نظر می‌رسد هرچند یک روش استاندارد برای شمارش قارچها در آب مانند آنچه که برای باکتریها موجود است تعریف نشده ولی با توجه به نوع عوامل قارچی جداسازی شده و اهمیت بهداشتی که آنها در آب مصرفی مراکز درمانی و بیمارستانها و بهداشت عمومی دارند، بهتر است مطالعات کم و کیفی عوامل قارچی در زمینه برآورد بهداشتی منابع آبی گنجانده شود.

## ۱ – مقدمه

### ۱ – ۱ – دریاچه های پشت سد

دریاچه ها و مخازن پشت سد از جمله منابع مهم آبهای سطحی هستند(سعیدی و همکاران، ۱۳۹۲) و به عنوان منابع آبی غنی جهت آبیاری، تامین آب آشامیدنی و نیز پرورش ماهی در نظر گرفته می شوند( Pawale and Lokhande, 2012). دریاچه ها بر حسب معیارهای مختلف از قبیل مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زمین شناختی به انواع مختلفی طبقه بندی می شوند. در علم منابع آب، مخازن سدها به عنوان دریاچه های مصنوعی تلقی می گردند. مخازن سدها، یکی از انواع دریاچه های بشر ساخت هستند که برای برآورده کردن نیازهای آبی مختلفی به وجود می آیند. از چند جهت مخازن سدها با دریاچه های طبیعی تفاوت دارند. عمیق ترین قسمت دریاچه های طبیعی اغلب در مرکز آن قرار دارد و همه قسمت های کف دریاچه به طرف عمیق ترین بخش آن شیب دارند. در حالیکه عمیق ترین قسمت مخازن سدها ، تقریباً همواره نزدیک بدنه سد قرار دارد و کف مخزن معمولاً بطرف بدنه سد شیب دارد . همچنین در دریاچه های طبیعی، ورودی و خروجی نزدیک سطح قرار دارد. در صورتی که یک مخزن سد می تواند آب را از هر قسمتی از سد، از سطح گرفته تا عمیق ترین قسمت مخزن، خارج کنند. همچنین اگر چه فرایندهای لیمنولوژیکی تعیین کننده در شرایط کیفی آب در هر دو حالت، مشابه هستند، ولی هیدرودینامیک مخازن سدها، مشخصات کیفی آب آنها را از دریاچه های طبیعی متفاوت می کند. اندازه مخازن بسته به شرایط اختلاط آن مرتبط است. در جدول زیر تقسیم بندی سد بر اساس اندازه مخزن ارائه شده است. موقعیت قرار گیری سد در حوضه بیانگر شاخه های فرعی ورودی به مخزن است که تاثیر مهمی بر مشخصه های لیمنولوژیکی آن دارد. به عنوان نمونه سدهای ساخته شده بر روی شاخه های فرعی در بالادست حوضه اغلب دارای بستری پرشیب و سخت با ساحلی طولانی و پیچیده می باشند. چنین مخازنی نسبتاً عمیق و بشدت لایه بندی شده هستند. ورودی جریان اغلب دارای کمی رسوب معلق و تغییرات فصلی و کوتاه مدت شدید است و زمان ماند مخزن زیاد است. سدهای جریانی و سدهای مخزنی موجود بر روی شاخه های اصلی معمولاً برای اهداف کشتیرانی و تولید برق ساخته شده اند.( شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۱). کیفیت آب توسط لیمنولوژی فیزیکی و شیمیایی یک سد مخزنی تعیین می شود که خود شامل کلیه فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب است که بر استفاده مفید از آب اثر می گذارد (Moshood 2008).

**جدول ۱ - تقسیم بندی اندازه سدهای مختلف جهان(شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۱)**

| اندازه سد | حجم مخزن( متر مکعب) | سطح مخزن( کیلومتر مربع) |
|---|---|---|
| بزرگ | ۱۰۱۰ -۱۰ ۱۱ | ۱۰۴-۱۰۶ |
| متوسط | ۱۰۸-۱۰۱۰ | ۱۰۲ – ۱۰۴ |
| کوچک | ۱۰۶-۱۰۸ | ۱-۱۰۲ |
| بسیار کوچک | ‹۱۰۶ | ‹۱ |

## ۲ – ۱ – سد سازی در استان مازندران

استان مازندران به یمن رطوبت دریا و ریزش باران یکی از حاصلخیزترین استان های کشور است. شرایط اقلیمی موجود، رودخانه های فراوانی را در این منطقه جاری ساخته و سفره های گسترده ای از آب های زیرزمینی را فراهم آورده است. بخش عظیمی از رودخانه های استان از جمله رودخانه تجن در تمام فصول سال جاری هستند و در ادامه مسبر خود بدون استفاده به دریا می ریزد و از این راه بخش وسیعی از اراضی از کشت آبی محروم و یا اصلا مجال کشت نمی یابند. نقش حیاتی آب و تاثیر چشمگیر آن در برنامه ریزی زیربنایی کشور ایجاب می کند تا منابع آب سطحی و زیرزمینی کنترل کیفی و کمی شده و ذخیره سازی شوند. به همین دلیل مطالعات گسترده ای در زمینه آب سطحی و حفاظت کمی وکیفی منابع آب آغاز شد و طرح های متعددی به مرحله اجرا درآمد تا سدهای گوناگون در سطح استان مانند سد خاکی الیمالات در حدفاصل نور و چمستان، سد آبیدر در حد فاصل جنگل سیسنگان و روستای صلاح الدین کلا در نوشهر، سد خاکی زمزم بعد از روستای برنجستانک قائم شهر وسد دریوک در ولی آباد چالوس و سد انحرافی تجن در شمال شرق ساری به پایان برسد(نودهی و حافظی مقدس، ۱۳۸۶).

## ۳ – ۱ – سد شهید رجایی

سد مخزنی شهید رجایی (سد تجن ساری) بر روی رودخانه دودانگه در محلی به نام سلیمان تنگه واقع در ۴۱ کیلومتری جنوب شهر ساری در ارتفاعات البرز شمالی قرار دارد (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۲) عملیات اجرای سد از شهریور ۷۰ شروع شد و در سال ۷۵ خاتمه یافت، به موازات آن نیز سد انحرافی و شبکه آبیاری و زهکشی آغاز شد (انوری فر و همکاران، ۱۳۸۹) . راه دسترسی به سد تا ۲۵ کیلومتر اول جاده آسفالته، ساری–شهمیرزاد–سمنان می باشد ولی ۱۶ کیلومتر بعد را جاده اختصاصی سد تشکیل می دهد که توسط پیمانکار احداث گردیده و مورد بهره برداری است. این سد از نوع بتنی ۲ قوسی با سرریز آزاد بوده و ارتفاع آن از پی ۱۳۸ متر و از بستر ۱۱۶ متر، عرض در پی ۲۷ متر و عرض تاج سد ۷ متر می باشد. ضخامت پوسته سد در کف ۲۷ متر و در تاج ۷ متر می باشد. طول تاج آن نیز ۴۲۷ متر، حجم بتن ریزی سد ۷۰۰۰۰۰ متر مکعب ، حجم مخزن ۱۶۰ میلیون متر مکعب، مساحت دریاچه ۵۲۰ هکتار و طول دریاچه ۸۵۰۰ متر است می باشد. از نظر زمین شناسی این سد بر روی سنگهای آهکی دولومیتی با میان لایه های مارنی بنا شده است. کاربری اصلی این سد تامین آب کشاورزی زمین‌های اطراف و تامین آب آشامیدنی است. علاوه بر آن نیروگاهی هم برای تولید برق در سد تعبیه شده است.کاربری شاخص دیگر آن نیز هم به عنوان یکی از جاذبه های تفریحی و اقامتی منطقه است.هدف از احداث این سد تامین آب منابع در محدوده شهرستان ساری افزایش پتانسیل آب زیرزمینی، تامین قسمتی از آب شرب شهرستان ساری و تولید ۱۳/۵ مگاوات برق، کنترل طغیان وکاهش سیلاب به منظور جلوگیری از خسارات

سیل، تامین آب کشاورزی اراضی دشت تجن، تامین محل تفرج منطقه ای از دیگر اهداف اجرای سد مذکور می باشد(شکل ۱ تا ۴)(سعیدی و همکاران، ۱۳۹۲; انوری فر و همکاران، ۱۳۸۹).

**جدول ۲ - اطلاعات کلی سدشهید رجایی**(https://fa.wikipedia.org/wiki)

| نوع سد | بتنی دو قوسی با سرریز آزاد |
|---|---|
| ارتفاع از پی | ۱۳۸ متر |
| طول تاج | ۴۲۷ متر |
| عرض در پی | ۲۷ متر |
| عرض تاج | ۷ متر |
| تاریخ آغاز ساخت | ۱۳۷۰ هجری خورشیدی |
| تاریخ ساخت | ۱۳۷۵ هجری خورشیدی |
| حجم مخزن | ۱۶۰ میلیون مترمکعب |
| مساحت دریاچه | ۵۲۰ هکتار |
| طول دریاچه | ۸۵۰۰ متر |

**شکل ۱ – نمای ماهواره‌ای از سد شهید رجایی و دریاچه پشت آن**(https://fa.wikipedia.org/wiki)

**شکل۲ – نمایی از تاج سد شهید رجایی**(https://fa.wikipedia.org/wiki)

**شکل۳- نمایی از خروجی سد شهید رجایی**(https://fa.wikipedia.org/wiki)

**شکل٤- نمایی از دریاچه پشت سد شهید رجایی**(https://fa.wikipedia.org/wiki)

این سد در سال ۱۳۷۹ برای بازدید مسافرین و گردشگران آماده شد، محیط اطراف و رودخانه آن به منظور گردش و اقامت مخصوصا برای افراد تور بسیار مناسب است، از جمله امکانات گردشگری در این محیط می‌توان به اقامت شبانه در کنار رودخانه تجن و در دهکده آرامش، قایقرانی، اسکی روی آب، اتوبوس دریایی، پدالو در اسکله شیرین رود، بازدید از تاج سد با گرفتن بلیط در روزها و نیز ماهیگیری نام برد .وجود ویلاهای دو خوابه، چهار خوابه، اردویی، سالن‌های اجتماعات سر پوشیده و روباز، رستوران‌ها و سالن‌های غذا خوری به سبک‌های مختلف، زمین ورزش و پارک بازی، پیست تپه پیمایی و جنگل نوردی، آلاچیق از دیگر امکانات و پتانسیل‌هایی است که این مجتمع تفریحی، سیاحتی برای استفاده گردشگران تدارک دیده‌است. به طور کلی کاربری‌های اصلی این سد بطور خلاصه به شرح ذیل است:

۱ - تامین آب کشاورزی اراضی دشت تجن

۲ - تامین محل تفرج منطقه‌ای

۳ - کنترل طغیان و جلوگیری از خسارات ناشی از سیل

۴ - تامین آب آشامیدنی ساکنین محدوده طرح(https://fa.wikipedia.org/wiki)

## ٤ -١ – سدها و تاثیرات آنان بر محیط زیست

بطورکلی تاثیرگذاری محیط بر دریاچه سد و همچنین اثر متقابل این سازه و دریاچه آن بر را محیط میتوان در قالب اثرات زیست محیطی سدها مورد بررسی و تحقیق قرار داد . این اثرات ممکن است به دو صورت اثرات متقابل زیست محیطی مفید و اثرات متقابل زیست محیطی زیان بخش ظاهر شوند.

### ١ – ٤ – ١ – اثرات فیزیکی و شیمیایی احداث سد

اثرات فیزیکی و شیمیایی یک سد را می توان به صورت زیر خلاصه کرد :

١ – اثر احداث سد بعنوان مانعی در حرکت و عبور اجسام شناور در مسیل رودخانه نظیر درختان ،قطعه های یخ ، ماهیان ، کشتی ها و مانند این ها . در این مورد همه سدها اهمیت دارند و بیشترین اثر را درقبال ممانعت از عبور اجسام شناور برجای می گذارند.

٢ – وقوع سیلابهای زیاد ناشی از رهاسازی آب سرریزها و تخلیه کننده ها موجب تغییرات عمده فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی در پایین دست سدها می گردد.

٣ – تراو ش آ ب ازسرریزها ی سد می تواند باعث فو ق اشباع شدن آ ب از گازها ی موجود در هوا شود .این حبابها ی گاز در داخل بافتها ی ماهی جذب شد ه و می تواند باعث بیمار ی حباب گازی و در نهایت مر گ آنها شود.

۴ – اثر خروج آب گل آلود حاوی مواد رسوبی به روی مناطق پایین دست سد و محیط زیست منطقه نیز بسیار مهم است(خصوصا بر روی آبزیان).

۵ – اثر یک سد بر تغییرات سطح آب زیرزمینی جز مهم ترین اثرات سد ها می باشد. سدهای مخزنی و برق آبی بدلیل دارابودن حجم زیادی از آب بیشترین تاثیر را در این مورد دارند.

۶ – دریاچه های بزرگ سد با تشکیل مه و بالابردن نم نسبی در محدوده دریاچه موجب تغییرات آب و هوایی در مقیاس خرد اقلیم می شوند. تاثیر سدهای توریستی بر آب و هوا به علت گسترش وسیع باغها و ویلاها و جنگلهای مصنوعی ساخت دست بشر بیشتر از بقیه است(خضرایی ١٣٨٧).

### ٢ – ٤ – ١ – سدها و تاثیرات آنان بر روند خودپالایی رودخانه

یکی دیگر از مسائلی که در رابطه با رودخانه هایی که به سد وارد می شوند قابل بررسی می باشد، تخلیه زباله و فاضلابهای خانگی و صنعتی و هرز آب کشاورزی می باشد .چون در حالت عادی رودخانه خاصیت خود پالایی دارد و می تواند به مرور زمان در طول حرکت بار آلودگی خود را از طریق گرفتن اکسیژن کم کند. سدها باعث می شوند که سرعت رودخانه کاهش یابد تا به حالت سکون در پشت سدها برسد و این موجب می شود که تاثیر خود پالایی رودخانه ها کاهش یابد و به مرور زمان با تجمع مواد آلوده کنند در پشت سدها باعث آلودگی

جانداران ساکن در دریاچه سدها و نیز آلودگی خاکهای اطراف سدها گردد و علاوه بر این چون از آب پشت سدها برای مصارف گوناگون استفاده می گردد می‌تواند باعث انتقال این آلودگی‌ها به انسان و سایر موجوداتی که در اکوسیستم اطراف سدها زندگی می کنند گردد. یکی دیگر از مسائلی که در رابطه با آلودگی دریاچه سدها قابل بررسی می باشد تجمع این آلودگی‌ها بر حسب نوع آنها در بدن جانداران ساکن این دریاچه‌ها و به خصوص ماهیها است که این خود با مصرف انسانها از این منابع غذایی باعث ایجاد بیماریهای خطرناک در آنها می گردد که تاثیرات آن در بدن افراد مختلف با توجه به دامنه بردباری آنها متفاوت می باشد. در سدهای توریستی بعلت حضور بیشتر انسان و ایجاد زباله ها و مواد زائد و فاضلاب، بیشترین اثر شیوع بیماریها و تخم ریزی حشرات را شاهد خواهیم بود اما در سدهای مخزنی بدلیل راکد بودن آب انباشته شده در دریاچه شیوع باکتریها و قارچهای بیماری زا را بیشتر مشاهده خواهیم کرد(نادری و نادری ۱۳۸۳).

## ۵ -۱ – قارچها و اکوسیستم دریاچه‌ها و مخازن پشت سد

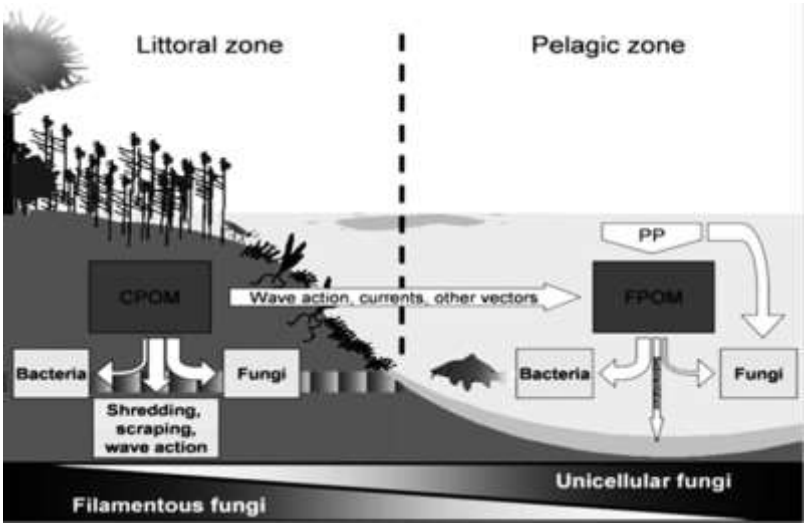
قارچها گروه متنوعی از ارگانیسمهایی هستند که به سلسله اومایکوتا[1]تعلق دارند. این سلسله شامل چهار شاخه با نام‌های آسکومایکوتا[2]، بازیدیومایکوتا[3]، چیتریدیومایکوتا[4]، زایگومایکوتا[5]و گلومرومایکوتا[6]می‌باشد. قارچها موجودات یوکاریوت و هتروتروف هستند که به عنوان یک راهکار عملی برای طبقه بندی به سه گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول کپکها[7]، قارچهای چند سلولی و واجد هایف[8] می‌باشند. گروه دوم قارچهای تک سلولی که تحت عنوان مخمر[9] از آنها یاد میشود و گروه سوم قارچهای خوراکی[10] هستند( Kirk et al., 2001; SchuBler et al., 2001). این موجودات به راحتی با تجزیه ترکیبات آلی قادر به ادامه زندگی بوده و بسیاری از عوامل قارچی بخاطر قابلیت بازیافت ترکیبات مغذی از سوبسترای آلی موجود در محیط قادر به بقا در محیطهای الیگوتروف هستند. برای جذب حداکثری ترکیبات مغذی وجود هایف به دلیل افزایش سطح تماس با محیط، کمک فراوانی به این ارگانیسمها می‌نماید(Paterson and Lima, 2005). مشکل عمده در ارزیابی عوامل قارچی در محیطهای آبی این است که در هنگام بررسی و مطالعه در این خصوص اغلب این شناسایی به یک یا چند گروه خاص قارچی محدود می گردد و بقیه گروه‌ها در این ارزیابیها به حساب نمی‌آیند. طی چند دهه تحقیقات فشرده بر روی عوامل قارچی محیطهای آبی، عمده ترین عوامل قارچی شناخته شده از گروه قارچهای هایف دار بوده‌اند. لیکن اخیرا

---

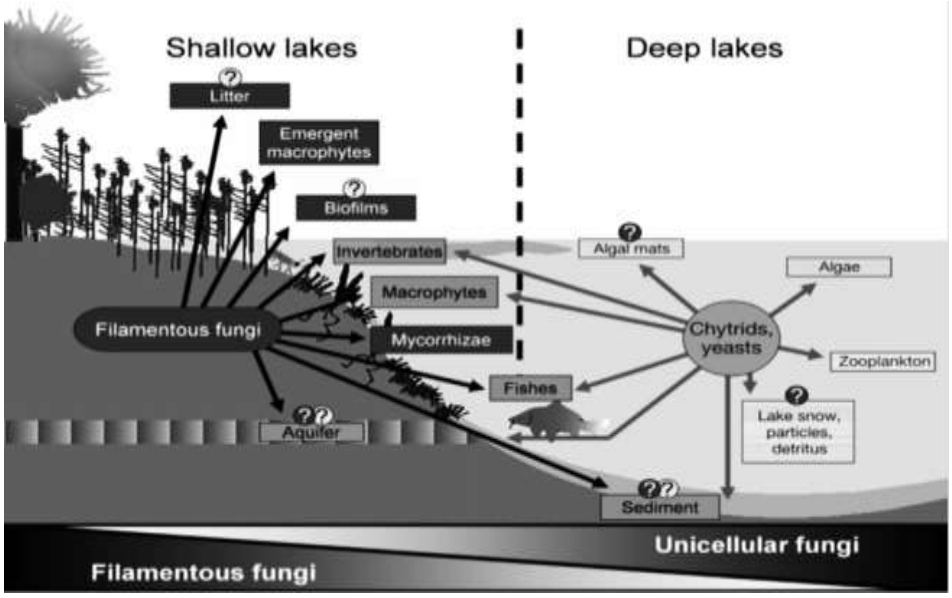
1 - *Eumycota*
2 - *Ascomycota*
3 - *Basidiomycota*
4 - *Chytridiomycota*
5 - *Zygomycota*
6 - *Glomeromycota*
7 - Mold
8 - Filamentus
9 - Yeast
10 -Mushroom

روشهای مولکولی تنوع متحیر کننده‌ای از حضور سایر قارچها را به دست آورده و مطالعات متعدد حضور این ارگانیسمها را در ستون آب و بستر دریاچه‌ها مشخص نموده است. این مسئله نشان میدهد که ابهامات زیادی در شناخت نقش اکولوژیکی این طبقه همچنان وجود دارد. (Nikolcheva and Bärlocher, 2004). بعضی از عوامل قارچی بطور اولیه به محیطهای آبی عادت یافته‌اند و بنابراین تنها در محیطهای آبی یافت می‌شوند . از مهمترین قارچهای آبی می‌توان به اوومیستها[11] از شاخه چیتریدیومایکوتا اشاره نمود. این گروه خاصیت کموتاکسی داشته، از طریق تولید زئواسپور[12] تاژکدارتکثیرشده و قابلیت جایجایی در سطح و ستون آب را دارند. این گروه قدمتی در حدود ۹۰۰ – ۴۸۰ میلیون سال داشته و توانایی عادت پذیری به تمام محیطهای آب شیرین را دارند(Heckman et al., 2001). گروه دیگری از قارچها که در محیطهای آبی یافت میشوند هایفومیستهای[13]آبزی و مخمرها هستندکه بطور ثانویه به محیط‌های آبی عادت پذیر شده‌اند. هایفومیستهای آبزی و دیگر نمونه های قارچی هایف دار برای باقی ماندن در محیطهای آبی نیازمند یک سوبسترای جامد هستند و از ستون آب تنها برای جابجایی عناصر زایای خود استفاده می‌کنند. این در حالی است که مخمرها غالبا در هر مکانی یافت شده و عمدتا در ستون آب قرار دارند(Wurzbacher et al., 2010). اصولا غیر از اوومیستها تمام گروه های دیگر قارچی معمولا عادت به محیطهای خاکی داشته و در خاک زندگی می‌کنند. این ارگانیسمها از راه‌های مختلف قادر هستند که به محیطهای آبی وارد شوند که شامل خاک، ترکیبات آلی، هوا و هر چیزی که در تماس با هوا باشد، هستند(Sminov 1964). لیکن از آنجایی که این عوامل قارچی در محیطهای آبی ریخت شناسی مشخصی ندارند، معمولا تشخیص اینکه قارچ خاکزی و یا یک قارچ آبزی واقعی است کار دشواری است. برای مثال گونه‌های آسپرژیلوس[14] و پنیسلیوم[15] متداولترین نمونه‌های قارچی هستند که در خاک، آب شیرین، محیطهای دریایی و حتی در رسوبات نواحی عمیق دریایی وجود دارند و البته بعضی از گونه‌های این قارچها فعال و تا حدود زیادی به محیط‌های آبی عادت یافته‌اند. قارچهای هایف‌دار خاکزی مهمترین عامل فساد مواد آلی بوده و نقش مهمی در بازیافت معدنی عناصری چون نیتروژن بازی می‌کنند (Wurzbacher et al., 2010).

[11] - *Oomycet*
[12] Zoospore
[13] - *Hyphomycet*
[14] - Aspergillus
[15] - Penicillum




**شکل ۵ – فرآیند توزیع و انتقال ترکیبات آلی(POM) در اکوسیستم دریاچه و آمیختگی گونه‌های مختلف قارچی در ناحیه ساحل و ستون آب**(Wurzbacher *et al*., 2010)




**شکل ٦ – چگونگی توزیع گونه‌های مختلف فلور قارچی در نواحی کم عمق و عمیق دریاچه، نواحی علامت سوال به تحقیق بیشتر نیازمند است**(Wurzbacher *et al*., 2010)

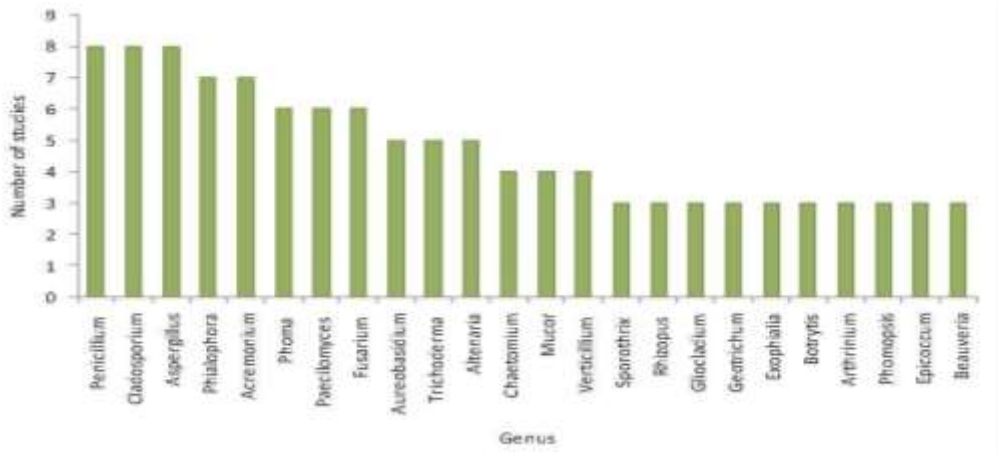
## ٦-١ – اهمیت مطالعه عوامل قارچی در منابع آبی

همانطور که قبلا اشاره شد، دریاچه‌ها و مخازن پشت سد از جمله منابع مهم آبی جهت آبیاری، تامین آب آشامیدنی و نیز پرورش ماهی هستند(سعیدی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به بحران کم آبی حاکم بر جهان و بویژه کشور ایران که قریب به ۸۵ درصد از اقلیم آن خشک بوده و متوسط بارندگی در آن با توزیعی نامتقارن و نامناسب از حیث زمانی و مکانی حدود ۲۵۰ میلیمتر است ، اهمیت مدیریت و ساماندهی منابع آب و بخصوص

منابع سطحی مطمئن نظیر رودخانه و دریاچه ها را بیش از پیش اجتناب ناپذیر می نماید . کاهش نزولات جوی و عدم تناسب توزیع، پایین رفتن سطح آبهای زیرزمینی و بالارفتن بعضی پارامترهای شیمیایی نظیر نیترات در آنها ، بالا بودن هزینه های استحصال و پمپاژ و ارجحیت انتقالی ثقلی ، اولویت بهره برداری از منابع آب سطحی خصوصا آب تجمع یافته در پشت سدها را نسبت به منابع تحت الارضی القاء می کند. لذا امروزه توجه فراوانی در خصوص تامین آب شرب شهری و روستایی از دریاچه پشت سدهای ساخته شده بر روی رودخانه های مختلف وجود دارد(دانیالی ۱۳۸۸). یکی از مهمترین جنبه‌های مورد توجه در تهیه آب شرب میزان آلودگی آن با عوامل بیماریزا و مخاطره‌آمیز برای بهداشت انسانی است. در این رابطه میکروارگانیسمهای مشخصی شامل انواع باکتریها، ویروسها و انگلها به عنوان آلوده کنندهای آب آشامیدنی شناخته شده‌اند که حضور آنها موجب بروز همه‌گیری بیماریهای ناشی از مصرف آب آلوده در انسان می‌گردد. بیشترین تحقیقات در این خصوص در مورد باکتریها انجام شده است و استانداردهای میکروبی وضع گردیده که کیفیت بهداشتی آب بر اساس آن سنجیده می‌شود. ویروسهای بیماریزا در آب نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، بطوریکه ویروسها متداولترین عامل بروز بیماریهای گوارشی در دنیا شناخته شده‌اند (Mara and Horan 2006). در گذشته قارچها در امر مدیریت بهداشتی آب نقش کمرنگی داشتند زیرا حضور باکتریها، ویروسها و انگلها در آب آشامیدنی موجب علایم بالینی حاد در مصرف کنندگان می‌گردید، لیکن مصرف آب آشامیدنی آلوده به قارچ هرگز منجر به بروز بیماریهای حاد نمی‌گردد و این عوامل در دراز مدت موجب بروز بیماری در انسان می‌شوند. همچنین این عوامل موجب بروز مشکل و اختلال در سیستم توزیع آب می‌گردند، حضور قارچها نه تنها می‌تواند موجب تغییر بو و مزه آب گردد بلکه با تولید ترکیبات مختلف سبب اکسیده شدن لوله‌های شبکه توزیع آب میگردند( Hageskal et al., 2009). در ارزیابی‌های صورت گرفته از نمونه های آب تصفیه و غیر تصفیه شده برای شرب در خصوص جداسازی گونه‌های مختلف قارچی نشان داد شده که جنسهای پنیسلیوم، کلادوسپوریوم[۱۶]، آسپرژیلوس، فیلوفورا[۱۷] و آکرومونیوم[۱۸] بیشترین نمونه های قارچی جداسازی شده بوده‌اند (شکل ۷)(Göttlich et al., 2002). جنسهای پنی‌سیلیوم، آسپرژیلوس و کلادوسپوریوم قادر به تولید رنگدانه ملانین هستند. این مسئله باعث میشود اسپور این قارچها در برابر فرآیند تصفیه مقاومت نموده و به راحتی به آب شرب مصرفی وارد شوند. از سوی دیگر تولید ملانین موجب افزایش مقاومت این قارچها در برابر سیستم ایمنی میزبان شده و در افراد مبتلا به ضعف ایمنی (برای مثال افراد مبتلا به ایدز، بیماران تحت شیمی درمانی و افراد دریافت کننده عضو) سبب بیماری می‌شوند(Langfelder et al.,2003 ). بعلاوه خاصیت آب دوستی اسپور جنسهای پنی‌سلیوم، آسپرژیلوس و آکرومونیوم سبب میشود تا این اسپورهای در کنار هم تجمع یافته و مقاومت آنها در فرآیند تصفیه در برابر اشعه ماوراء بنفش و یا ترکیبات کلر افزایش یابند (Mamane-Gravetz et al., 2005). در خصوص عوامل مخمری ،

16 - *Cladosporium*
17 -*Phialophors*
18 - *Acremonium*

Yamaguchi و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند علی رغم اینکه کاندیدا آلبیکنس جز فلور طبیعی دستگاه گوارش انسان و بسیاری از مهره داران است، لیکن اگر در آب شرب بیش از ۱۰۰ پرگنه در هر میلی لیتر آب باشد سبب عفونت گوارشی در کودکان سرطانی تحت شیمی درمانی می‌گردد. از سوی دیگر گونه‌های مختلف پنیسلیوم، آسپرژیلوس، فوزاریوم[۱۹] و کلاویسپس[۲۰] به عنوان تولیدکننده‌گان مایکوتوکسین[۲۱] شناخته شده‌اند. از این جنسها، سه جنس اول از مهمترین عوامل قارچی جدا شده از منابع آبی هستند( Paterson and Lima, 2005; Paterson et al., 2009).




**شکل ۷ – تعداد مطالعات انجام شده بر روی جداسازی و شناسایی متداولترین عوامل قارچی از منابع آب شرب** (Göttlich *et al*., 2002)

در خصوص عوامل مخمری ، Yamaguchi و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند به رغم اینکه کاندیدا آلبیکنس جز فلور طبیعی دستگاه گوارش انسان و بسیاری از مهره داران است، لیکن اگر در آب شرب بیش از ۱۰۰ پرگنه در هر میلی لیتر آب باشد سبب عفونت گوارشی در کودکان سرطانی تحت شیمی درمانی می‌گردد. از سوی دیگر گونه‌های مختلف پنیسلیوم، آسپرژیلوس، فوزاریوم[۲۲] و کلاویسپس[۲۳] به عنوان تولیدکننده‌گان مایکوتوکسین[۲۴] شناخته شده‌اند. از این جنسها، سه جنس اول از مهمترین عوامل قارچی جدا شده از منابع آبی هستند( Paterson and Lima, 2005; Paterson et al., 2009). آسپرژپلوس و پنی‌سلیوم از مهمترین عوامل قارچی مولد توکسین در غذا و نوشابه‌ها شناخته شده‌اند(Pitt and Hocking 1999). با اینکه بالغ بر هزاران متابولیت سمی قارچی وجود دارد ولی آفلاتوکسین و زیرالنون مهمترین توکسینهای قارچی شناخته شده در منابع آب آشامیدنی شناخته شده-اند(Paterson and Lima, 2005; Paterson et al., 2009). در مطالعه‌ای میزان تامل برانگیزی از آفلاتوکسین توسط

[19] - *Fusarium* sp.
[20] - *Claviceps* sp.
[21] - Aflatoxin
[22] - *Fusarium* sp.
[23] - *Claviceps* sp.
[24] - Aflatoxin

آسپرژیلوسس فلاووس[۲۵] در یک تانک منبع آب سرد توسط Paterson و همکاران (۱۹۹۷) شناسایی گردید. عوامل قارچی همچنین نقش بالای در تولید ازدیاد حساسیت دارند. گونه‌های آسپرژیلوس فومیگاتوس[۲۶]، آسپرژیلوس نایجر، آسپرژیلوس فلاووس، گونه‌های پنی‌سلیوم و کلادوسپوریوم از مهمترین عوامل ایجاد آلرژی در انسان هستند گونه‌های آسپرژیلوس خصوصا آسپرژیلوس نایجر[۲۷] و فلاووس از مهمترین عوامل آلرژن قارچی بوده و قابلیت تولید عفونتهای تهاجمی فرصت طلب را در افراد با ضعف ایمنی دارند( De Hoog et al., 2000; Denning 1998).. بروز علایم آلرژی در افراد مستعد میتواند ناشی از اسپورهای مرده و یا بخشهای دیگر مرده قارچ که غیرقابل کشت هستند ایجاد شود. وجود این عناصر در آب دوش حمام و یا استخرهای مصنوعی و طبیعی محل شنا میتواند سبب بروز آلرژی در افراد مستعد گردد. شاید به همین دلیل است که معمولا در مواردی آلرژی با دلایل ناشناخته تشخیص داده می‌شود(Kauffman and van der Heide 2003).

## ۷ -۱ – استاندار عوامل قارچی در آب

در حال حاضر استانداردهای بسیار کمی در خصوص کنترل عوامل قارچی در آب آشامیدنی در دنیا وجود دارد. برای مثال در بریتانیا پایش و کنترل عوامل قارچی درآب آشامیدنی بر اساس نظامنامه کیفی آب ۲۰۰۰ ( WSR 2000)[۲۸]ضروری نیست. البته کشور سوئد یم استثنا است که محدودیت تعداد عوامل قارچی را تحت نظامنامه اداره ملی غذا(NFAR)[۲۹] قایل است. محدودیت این نظامنامه برای تعداد پرگنه‌های قارچی تعداد ۱۰۰CFU در هر۱۰۰ میلی لیتر آب است. این استاندارد برای آب شرب استفاده می‌شود و به این ترتیب شامل عوامل قارچی موجود در آب و نیز آلودگیهای ثانویه قارچی که از طریق سیستم توزیع به آن وارد میشودرا نیز شامل می‌شود (National Food administration, 2001).

## ۸ -۱ – اکولوژی قارچها در سیستمهای آبی

### ۱ – ۸ – ۱ – آبهای سطحی و زیر زمینی

مطالعات در خصوص فلور قارچی منابع تامین آب شرب از منابع سطحی(دریاچه پشت سدها و چشمه‌ها) و منابع زیر زمینی(چاه، قنات) نشان داده است که منابع سطحی در مقایسه با منابع زیرزمینی آلودگی بیشتری به عوامل قارچی دارند(Hageskal et al., 2006; Hageskal et al., 2007). Pereira و همکاران (۲۰۰۹) در یک بررسی نشان دادند که میانگین پرگنه های قارچی در آب سطحی و چشمه(به ترتیب ۱۷۵۰ $CFU100\ mL^{-1}$ و ۱۰۲۵ $CFU100\ mL^{-1}$) بسیار بیشتر از میانگین پرگنه‌های قارچی آب زیرزمینی( ۶۶ $CFU100\ mL^{-1}$) بوده است. این امر می‌تواند

[25] - *A. flavus*
[26] - *A. fumigatus*
[27] - *A. niger*
[28] - Water Supply (Water Quality) Regulation 2000
[29] - National Food Aministration Reglation

مربوط به آن باشد که در منابع سطحی میزان ترکیبات آلی بیشتر است و این ترکیبات منابع غذایی و نیز سوبسترای مناسب برای رشد قارچ را فراهم میکنند. به عبارت دیگر منابع آبی زیرزمینی از کدورت و ترکیبات آلی کربن کمتری نسبت به دریاچه و چشمه‌ها برخوردارند(Pereira et al., 2009). همچنین تفاوت در میزان اسیدیته و کلسیم در این امر موجب تفاوت می‌گردد بطوریکه در مطالعات انجام شده در نروژ و پرتقال نشان داده شده که آبهای سطحی اسیدیته نسبتا کمی داشته و از میزان کلسیم کمتری برخوردارند( Hageskal et al., 2007; Pereira et al., 2009).

## ۲ – ۸ – ۱ – درجه حرارت و pH آب

درجه حرارت آب تاثیر مهمی بر تعداد، میزان بقا، دامنه رشد و قابلیت تولید مثل قارچها دارد. گونه‌های مختلف قارچی نیازمندی حرارتی متفاوت دارند. اگرچه برای رشد عوامل قارچی دامنه حرارتی بین ۳۰ – ۲۵ درجه سانتیگراد لازم است لیکن در فصول سرد و با افت دما نیز قادر به ادامه زندگی هستندو این قابلیت تا ۲۰– سانتیگراد نیز دیده شده است. بعلاوه مشاهده شده است که قارچهای خاکزی نسبت به عوامل باکتریایی آدبتاسیون بهتری نسبت به افت درجه حرارت دارند و کاهش جمعیت آنها در فصول سرد نسبت به عوامل باکتریایی از شدت کمتری برخوردار است(جدول ۳ )(Pietkainen et al., 2005).

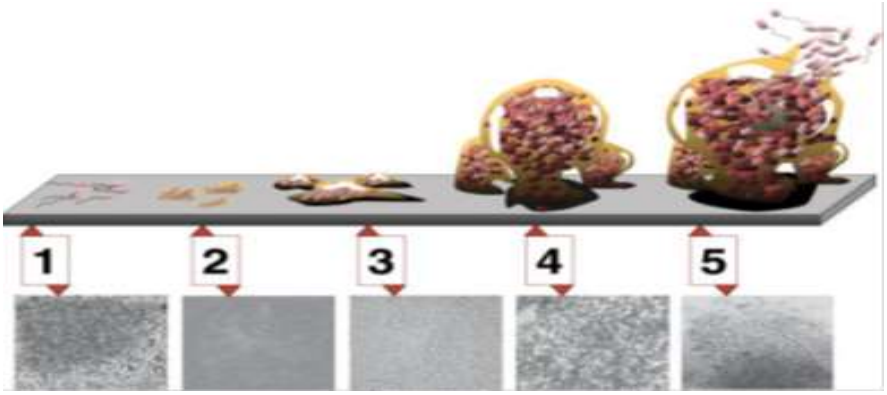
**جدول ۳ – دامنه درجه حرارت مناسب برای متداولترین گونه‌های قارچی جدا شده از آب**(Defra 2011)

| Taxon | Optimum temperature range |
|---|---|
| *Penicillium* | Some species psychrophilic or pyschrotolerant (4-12°C), such as *P. expansum* and *P. cyclopium* (Gesheva, 2009). |
| *Aspergillus* | A. fumigatus optimum = 37-42°C (Chang et al., 2004). Other species optimum=30°C. Others psychrophilic (4-12°C) (Gesheva, 2009). |
| *Cladosporium* | Most species approximately 20-25°C. Some species psychrophilic (Feller and Gerday, 2003) |
| *Phialophora* | Some species thermotolerant e.g. *P. verrucosa* |
| *Acremonium* | Some species thermophilic, e.g. *Acremonium alabamensis* (Johri et al., 1999), some psychrophilic, e.g. *Acremonium pyschrophilum*, some psychrotolerant e.g. *Acremonium cerealis* (Margesin et al., 2008), many others are mesophilic. |

از مهمترین عوامل موثر در تعداد جمعیت قارچی تشکیل بیوفیلم است که مکانی مناسب برای رشد و تجمع را در اختیار عوامل قارچی قرار میدهد. ( Lund and Ormerod 1995). بیوفیلم در واقع تجمعی از عوامل میکروبی، قارچی و تک یاخته‌ای است که در یک سطح جامد در کنار هم گرد می‌آیند و مکانی برای استقرار و تولید مثل

ایجاد میکنند. تشکیل بیوفیلم معمولا در دمای۲۵ – ۱۵ درجه سانتیگراد صورت می‌گیرد و تشکیل آن در منابع آبی سطحی و نیز در سیستم توزیع آب صورت می‌پذیرد (شکل ۸)(Monroe 2007 ).

از دیگر عوامل موثر در رشد عوامل قارچی میزان pH محیط میباشد. عمده تحقیقات انجام شده در این خصوص در شرایط *invitro* بوده است و کمتر به این امر در شرایط طبیعی توجه شده است. براساس مطالعات بدست آمده بهترین pH برای رشد اکثر عوامل قارچی ۷/۵ – ۵/۵ است. بر این اساس معمولا عوامل قارچی pH اسیدی را برای رشد به pH بازی ترجیح می‌دهند ولی این مسئله به این مفهوم نیست که در pH بازی قابلیت رشد ندارند( Wheeler et al., 1991 Marín et al., 1995).




**شکل ۸ – پنج مرحله تشکیل بیوفیلم، مرحله : اتصال اولیه، مرحله ۲: اتصال برگشت ناپذیر، مرحله ۳ : بلوغ مرحله اول، مرحله٤ : بلوغ مرحله دوم، مرحله ۵: انتشار**(Monroe 2007)

## ۳ – ۸ – ۱ – تجمع مواد مغذی

موجودات هتروتروف مانند قارچها نیازمند مواد مغذی جهت رشد و بقا هستند که شامل کربن آلی قابل جذب(AOC)[30] ، فسفر و آمونیوم هستند. چنین ترکیبات مغذی در رسوبات و یا در بیوفیلم تولید شده در محیط رسوب می‌کنند. مقادیر ترکیبات مغذی اغلب دامنه رشد و بقا قارچها و نیز بیوفیلم تولید شده را تنظیم می‌کند. معمولا محدود شدنAOC تاثیر فراوانی در رشد عوامل قارچی دارد. لیکن تاثیرکاهش میزان فسفر و آمونیوم بر رشد قارچها به شدت کاهش AOC بر قارچها نیست و کاهش این مواد عمدتا موجب محدودیت در رشد باکتریها میشود که پایه‌های اولیه تولید بیوفیلم هستند(US EPA 2002). البته باید در نظر داشت که کاهش ترکیبات مغذی موجب کاهش رشد و بقا عوامل قارچی می‌شود لیکن شدت این تاثیر بر آنها به شدت تاثیر بر رشد باکتریها نیست زیرا نشان داده شده که قارچها در آب مقطر که فاقد هرگونه ماده غذایی نیست هم قادر به بقا هستند(Kinsery et al., 2003).

[30] - Assimilable organic carbon

### ٤ – ۸ – ۱ – جریان آب و تجمع مواد

اصولا کاهش جریان آب و سکون آن کمک فراوانی به ترسیب ذرات مواد آلی و معدنی در مخازن پشت سدها می‌کند. سدها نیز مانند مخازن آب ولی در مقیاس بسیار بزرگتر واجد حجم بالایی از رسوب ذرات آلی و معدنی هستند و آب را برای مدت زیادی در خود ذخیره می‌کنند وتنها عاملی که سبب به هم خوردن این سکون می‌شود جریان یافتن آب از طریق خروجی سد است(Banh et al., 2012). این ذرات کانونهای مهمی جهت جذب و فعالیت عوامل قارچی بوده و به سبب دارا بودن ترکیبات مغذی و لایه نقش حفاظتی که دارند می‌توانند محل تجمع عوامل قارچی شده و نیز آنها را در برابر عوامل گندزدا در مرحله تصفیه محافظت نمایند(US EPA 2002).

### ٥ –۸ – ۱ – تاثیر عوامل باکتریایی بر میزان عوامل قارچی در محیطهای آبی

فهم تداخل عمل بین باکتریها و قارچها از این جنبه مهم است که میزان باکتریها که معمولا پرامتر مورد اندازه-گیری برای تعیین سلامت آب است می‌تواند به عنوان شاخص برای میزان عوامل قارچی موجود در آب مورد استفاده قرار گیرد(Gonçalves et al., 2006). به عبارت دیگر پایین بودن میزان محتوای میکروبی آب می‌تواند بطور بلقوه به عنوان ابزاری جهت تعیین حضور عوامل قارچی بیماریزا مورد استفاده قرار گیرد. Ymaguchi و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که یک رابطه مستقیم مثبت بین میزان تعداد مخمر آب و باکتریهای هتروتروف وجود دارد. همچنین Aravanitidou و همکاران(۱۹۹۹) یک ارتباط معنی دار مثبت را بین حضور مخمرها و میزان کلی کلیفرمها و کلیفرمهای مدفوعی در نمونه‌های آب در یونان یافتند. همچنین آنها چنین رابطه‌ای را بین میزان باکتریهای هتروتروف و قارچهای هایف دار یافتند.Pereira و همکاران(۲۰۰۹) در تحقیقات خود متوجه ارتباط معنی دار مثبتی بین میزان عوامل قارچی و اشریشیا کلی[31] و انتروکوک[32] شدند. البته این امر همیشه صادق نیست زیرا Göttlich و همکاران(۲۰۰۳) یک ارتباط کاملا منفی بین محتوای باکتریایی و میزان عوامل قارچی وجود دارد و در مقابل بیوماس بالای عوامل قارچی میزان عوامل باکتریایی بسیار در نمونه‌های آب آزمایش شده پایین بوده است. تفاوت و نیازمندیهای اکولوژیکی بین دو ارگانیسم قارچ و باکتری که از نظر تئوری وجود دارد می-تواند به ارتباط همزیستی[33] بین آنها منجر شود(Jefferson 2004). در این تئوری چگونگی ارتباط منفی بین قارچ و باکتری در بیوفیلم مبهم گذاشته شده است. از سوی دیگر، بعضی مطالعات نشان داده‌اند که در مواقعی قارچها قبل از تشکیل بیوفیلم کلنی تشکیل می‌دهند و این امر ارتباط مثبت بین قارچ و باکتری را نشان می‌دهد( Doggett 2000). آنچه که در ارتباط منفی بین قارچ و باکتری مطرح است ممکن است مربوط به فرآیند کشت در محیطهای کشت باشد، جایی که باکتری و قارچ مستقیما در رقابت بر سر منابع غذایی هستند( Gonçalve et al., 2006s).

---

31 - *Escherichia coli*
32 - *Enterococcus*
33 - Commensal

### ٦ -۸ – ۱ – تاثیر عوامل تک یاخته‌ای بر میزان عوامل قارچی در محیطهای آبی

اصولا ارتباط بین قارچ و عوامل تک یاخته‌ای از نظر اکولوژیکی بسیار با اهمیت است. برای مثال در مطالعه بر روی تداخلات میکروبی در مطالعه‌ای بر روی آبهای راکد، در کنار حضور آمیبها حضور هم زمان گونه‌های متعدد قارچی مانند آکرومونیوم، آسپرژیلوس ورسیکالر[۳۴]، گونه‌هایی از چائتومیوم[۳۵] و گونهای تریکودرما[۳۶] مشاهده شده است(Yli- Pirila et al., 2004).

### ۷ -۸ – ۱ – تاثیر عوامل ویروسی بر میزان عوامل قارچی در محیطهای آبی

بعضی از گونه‌های قارچی مانند پنیسلیوم کریزوژنوم[۳۷]، آلترناریا آلترناریا[۳۸] و آسپرژیلوس فومیگاتوس میتوانند محل استقرار بعضی از ویروسها قرار بگیرند و تشکیل کمپلکس قارچ – ویروس را بدهند(Jamal et al., 2010). تاثیر پذیری قارچ از این عوامل ویروسی بسیار متفاوت و بستگی به گونه قارچی آلوده شده دارد. آلودگی گونه‌های آسپرژیلوس با مایکوویروسها[۳۹] نشان داده است که این امر موجب کاهش رشد میسلیومی، تولید اسپور و توانائیهای رقابتی قارچ می‌گردد(Van Diepeningen et al., 2006).

### ۸-۸ – ۱ – تاثیر آلگها بر میزان عوامل قارچی در محیطهای آبی

بعضی از آلگهای آب شیرین با بعضی از قارچهای چیترید[۴۰] آلوده می‌شوند(Lopez-Llorca and Hernandez 1996). و بعضی از دیگر عوامل قارچی مانند پنی‌سلیوم و آسپرژیلوس به همراه آلگهای سبز و قرمز محیطهای دریایی مشاهده شده‌اند(Dewey et al., 1983). همچنین آلگهای دریایی ترکیباتی تولید می‌کنند که دیده شده خاصیت ضد قارچی دارند(de Félicio et al., 2010).

---

34 - *A. versicolor*
35 - *Chaetomium* sp.
36 - *Trichoderma* sp.
37 - *P.chrysogenum*
38 - *Alternaria alternaria*
39 - *Mycovirus*
40 - Chytrid fungus

## ۲ – مواد و روش کار

### ۲-۱- موقعیت و زمان نمونه برداری

در این مطالعه نمونه برداری طی ۶ ماه (خرداد، تیر، مرداد، شهریور، آبان و بهمن) در سال ۱۳۹۱ از ۵ شامل ایستگاه ورودی سرشاخه شیرین رود ، ورودی سرشاخه سفید رود، تلاقی دو سرشاخه، تاج سد و خروجی سد بصورت ماهانه انجام شد و مجموعاً ۳۰ نمونه تهیه گردید. مشخصات هر ایستگاه در جدول ۳ آمده است.

**جدول٤- موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری**

| شماره ایستگاه | نام ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی |
|---|---|---|---|
| ۱ | ورودی شیرین رود به مخزن | ۳۶،۱۳،۳۱ | ۵۳،۱۷،۱۲ |
| ۲ | ورودی سفید رود به مخزن | ۳۶،۱۴،۵۲ | ۵۳،۱۸،۱۷ |
| ۳ | تلاقی سفیدرود و شیرین رود در مخزن | ۳۶،۱۴،۲۸ | ۵۳،۱۶،۱۱ |
| ۴ | نزدیک به تاج سد | ۳۶،۱۴،۳۹ | ۵۳،۱۴،۱۴ |
| ۵ | خروجی سد | ۳۶،۱۵،۱۱ | ۵۷،۱۳،۴۱ |

### ۲-۲- روش نمونه برداری

نمونه برداری با استفاده از شیشه‌های کدر در سمباده‌ای استریل انجام گردید . بدین ترتیب که شیشه بصورت دربسته در عمق ۲۰ –۱۵ سانتیمتری از سطح آب قرار داده شد، درب آن باز و پس از پرشده درب آن در زیر آب دوباره بسته گردید. پس از آن هر شیشه بر اساس محل نمونه‌برداری کد گذاری و تاریخ نمونه‌برداری در کنار آن درج گردید. برای انتقال نمونه‌ها در کنار یخ درکوتاهترین زمان به آزمایشگاه قارچ شناسی پژوهشکده انتقال داده شد.

## ۳ – ۲ – کشت نمونه

پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه ، از هر نمونه آب با استفاده از سرم فیزیولوژی استریل رقت $۱۰^{-۱}$ تهیه و سپس از رقت $۱۰^{-۱}$ و $۱۰^{۰}$ به میزان ۱۰۰ میکرولیتر در محیط سابرو دکستروز آگار(SD) حاوی آنتی بیوتیک (۴۰ میلی گرم جنتامایسین و ۱۰۰میلی گرم کلرامفنیکل در هر لیتر برای جلوگیری از رشد باکتری) در سه تکرار کشت داده شد و نمونه ها در دمای ۳۰ – ۲۷ درجه سانتیگراد به مدت ۵ – ۳ روز گرمخانه گذاری گردید. در طول این مدت پلیت ها هر روز از نظر رشد قارچی مورد باز بینی قرار گرفتند و تعداد کلنی های رشد یافته ثبت و در پایان براساس واحد شکل‌گیری کلنی(CFU)[41] در هر ۱۰۰ میلی لیترگزارش شدند. جهت شناسایی عوامل قارچی پس از شمارش ازپرگنه‌های خالص مجددا در محیط سابرودکستروزآگار کشت داده شد و پس از

41 - Colony forming unit

گرمخانه گذاری به مدت ۵ روز ابتدا با لاکتوفن کاتن بلو رنگ آمیزی گردید و پس از حصول اطمینان از خلوص پرگنه از آن کشت روی لام (اسلاید کالچر) تهیه گردید. شناسایی قارچ ها در حد جنس و در موارد مورد نیاز در حدگونه به کمک روش ها ی استاندارد قار چ شناسی با استفاده از ساختمان ظاهری و ریزبینی کلنی‌های رشد یافته انجام شد(میاهی و همکاران ۱۳۹۰).

### ٤ – ۲ – اندازه گیری دما و pH

برای اندازه گیری دمای آب از دماسنج جیوه آلمانی استفاده گردید تعیین pH آب نیز به وسیله دستگاه pH متر (مدل WTW 320 آلمانی) صورت گرفت.

### ٥ – ۲ – اندازه گیری میزان اکسیژن خواهی بیولوژیک (BOD5) واکسیژن خواهی شیمیایی(COD)

نمونه آب مورد نیاز جهت تعیین BOD5 وCOD با استفاده از بطری نسکین برداشت و در کنار یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای اندازه گیری BOD5 در آزمایشگاه شیشه های وینکلر حاوی نمونه را به مدت ۵ شبانه روز در انکوباتور (۲۵ °C) قرار داده و سپس نمونه‌ها را از انکوباتور بیررن آورده و طبق روش کار DO عمل کرده و میزان اکسیژن باقی مانده را پس از ۵ روز تعیین می کنیم:

DO = BOD5 پس از ۵ روز – DO در روز اول

اندازه‌گیری این متغیر به روش " 5210. BIOCHEMICAL OXIGEN DEMEND B. 5-day BOD Test" انجام گردید ( Clesceri, et al., 2005). برای اندازه گیری COD دو میلی لیتر از نمونه فوق را در ویالهای حاوی مواد COD ریخته و پس از ۲ ساعت در پلیت داغ قرار می دهیم. سپس محلول تغییر داده و با استفاده از دستگاه اسپکتروسکوپ در طول موج ۵۷۰ نانو متر غلظت COD بر حسب میلی گرم بر لیتر بیان می گردد. سنجش این متغیر به به روش "5220. CHEMICAL OXIGEN DEMEND C. Closed Reflux Method" انجام گردید ( Clesceri, et al., 2005).

### ٦ – ۲ – آنالیز داده‌ها

جهت ثبت اطلاعات و کلاسه بندی داده ها در نرم افزار Excel 2010 و تجزیه و تحلیل داده ها در برنامه های آماری SPSS با ویرایش ۱۶ استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها از تست آنالیز واریانس یک طرفه وجهت تعیین تفاوت بین داده ها از تست دانکن استفاده گردید. در ضمن تمام میانگین ها به همراه خطای استاندارد (Mean±SE) آورده شده است. تعیین ارزش P با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و در سطح معنی دار ۰/۰۵ مورد ارزیابی قرار گرفت(Zar 1994).

## ۳ – نتایج

### ۱ – ۳ – درجه حرارت

میانگین درجه حرارت آب طی مدت نمونه برداری ۲۱/۳۵ (±۱/۳۰) بودکه دامنه تغییرات آن در طول سال بین ۲۷/۰۰–۸/۲۰ درجه سانتیگراد متغیر بوده است. حداکثر میانگین درجه حرارت در ایستگاه تاج با میانگین ۲۱/۶۲ (± ۲/۵۸) و حداقل آن در ایستگاه سفید رود و شیرین رود به ترتیب با میانگین ۲۱/۱۸ (±۲/۹۳) و ۲۱/۱۸ (±۲/۸۵) ثبت شد. آنالیزهای ماهانه نشان داد که حداکثر میانگین درجه حرارت آب در ماه مرداد (۲/۲۰±۲۴/۸۰) مشاهده شد ، بطوریکه در محدوده ۱۶ تا ۲۷ درجه سانتی گراد در نوسان بود و کمترین میانگین درجه حرارت آب در بهمن ماه (۰/۶۴±۸/۲۴) در محدوده دمایی ۶ تا ۱۰ درجه سانتی گراد مشاهده گردید، این در حالیست که که حداکثر و حداقل درجه حرارت هوا نیز در این ماه ها دیده شد(جدول ۵). دمای آب هر ایستگاه در هر مرحله نمونه برداری در جدول ۶ آورده شده است.

### pH – ۳ – ۲

میانگین pH آب طی مدت نمونه برداری ۸/۵۰ (±۰/۰۴) بود و دامنه تغییرات آن در طول سال بین ۸/۹۱ – ۸/۲۳ متغیر بوده است. حداکثر میانگین pH در ایستگاه تلاقی با میانگین ۸/۵۹ (± ۰/۰۹) و حداقل آن در ایستگاه سفیدرود با میانگین ۸/۵۱ ±۰/۱۲ ثبت شد. همچنین آنالیزهای ماهانه نشان داد که حداکثر میانگین pH در ماه آبان (۰/۰۲ ± ۸/۸۵) مشاهده شد ، بطوریکه در محدوده ۸/۹۱ – ۸/۸۰ قرار داشت و حداقل میانگین pH نیز در شهریور ماه ( ۰/۰۴ ±۸/۲۷) و در محدوده ۸/۱۶ – ۸/۳۷ مشاهده گردید(جدول۵).میزان pH هر ایستگاه در هر مرحله نمونه برداری در جدول ۷ آورده شده است.

### ۳ – ۳ – اکسیژن خواهی بیولوژیک ($BOD_5$)

اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری آب پشت سد رجائی نشان داد که میانگین BOD5 در ایستگاه ها طی این مدت ۲/۵۲ (±۰/۳۵) میلی گرم بر لیتر بود و دامنه تغییرات آن در طول سال بین ۷/۰۴– ۰/۹۶- میلی گرم بر لیتر متغیر بوده است. حداکثر میانگین این پارامتر در طول سال در ایستگاه تاج با میانگین ۲/۹۱ (۱/۰۴ ±) میلی گرم بر لیتر و حداقل آن در ایستگاه سفیدرود با میانگین ۲/۱۹ (±۰/۷۹) میلی گرم بر لیتر مشاهده شد. همچنین آنالیزهای ماهانه نشان داد که حداکثر میانگین مقدار BOD5 در تیر ماه (۰/۷۲ ± ۴/۴۲) مشاهده شد که در محدوده ۲/۷۲ تا ۷/۰۴ میلی گرم بر لیتر متغیر بود و حداقل میانگین آن نیز در ماه بهمن ( ۰/۴ ± ۰/۰۶) و در محدوده ۰/۹۶- تا ۱/۲۸ میلی گرم بر لیتر مشاهده گردید(جدول ۵). میزان BOD5 هر ایستگاه در هر مرحله نمونه برداری در جدول ۸ آورده شده است.

## ٤ – ۳ – اکسیژن خواهی شیمیایی(COD)

طبق اطلاعات بدست آمده میانگین COD در ایستگاه ها طی مدت نمونه برداری ۵/۶۳ (±۰/۶۳) میلی گرم بر لیتر بود و دامنه تغییرات آن در طول سال بین ۱۳/۶۰ – ۱/۶۰ میلی گرم بر لیتر نوسان داشت. حداکثر میانگین این فاکتور در طول سال در ایستگاه تاج با میانگین ۷/۰۲ (۲/۱۸ ±) میلی گرم بر لیتر و حداقل آن در ایستگاه شیرین رود با میانگین ۵/۳۰ (۱/۳۴±) میلی گرم بر لیتر ثبت شد. همچنین آنالیزهای ماهانه نشان داد که حداکثر میانگین مقدار COD در مرداد ماه ۹/۳۰ (۰/۹۱±) مشاهده شد، بطوریکه در محدوده ۶/۵۰ تا ۱۱/۹۰ میلی گرم بر لیتر متغیر بود و ۲/۰۶ (۰/۲۵±) و حداقل ان نیز در بهمن بود در محدوده ۱/۶۰ تا ۲/۸۰ میلی گرم بر لیتر مشاهده گردید(جدول ۵) . میزان COD هر ایستگاه در هر مرحله نمونه برداری در جدول ۹ آورده شده است.

**جدول ۵ – مقایسه میانگین دما، pH ، $BOD_5$ و COD آب طی ٦ مرحله نمونه‌برداری از ایستگاه های مختلف**

| ایستگاه / پارامترهای محیطی | | شیرین رود | سفید رود | تلاقی | تاج | خروجی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| درجه حرارت آب (C˚) | Mean±SE | ۲۱/۱۸ ± ۲/۸۵ | ۲۱/۱۸ ± ۲/۹۳ | ۲۱/۴۳ ± ۲/۸۲ | ۲۱/۶۲ ± ۲/۵۸ | ۱۳/۶۳ ±۱/۸۱ |
| | Min - Max | ۸/۲۰ -۲۷/۰۰ | ۸/۵۰ – ۲۷/۰۰ | ۸/۵۰ – ۲۷/۰۰ | ۱۰/۰۰ – ۲۷/۰۰ | ۶/۰۰ – ۱۹/۲۰ |
| | N | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ |
| $BOD_5$(mg/l ) | Mean±SE | ۰/۹۴± ۲/۶۷ | ۰/۷۹ ± ۲/۱۹ | ۰/۷۷ ± ۲/۷۵ | ۱/۰۴ ±۲/۹۱ | ۰/۶۸ ± ۲/۱۳ |
| | Min - Max | ۰/۶۴ – ۷/۰۴ | ۰/۹۶- ۴/۴۸- | ۰/۱۶- – ۴/۶۴ | ۰/۴۸- – ۵/۷۶ | ۰/۸۰ – ۵/۲۸ |
| | N | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ |
| COD(mg/l ) | Mean±SE | ۱/۳۴ ± ۵/۳۰ | ۱/۰۳ ± ۵/۴۸ | ۱/۴۲ ± ۵/۶۸ | ۲/۱۸ ± ۷/۰۲ | ۱/۲۸ ± ۴/۷۰ |
| | Min - Max | ۱/۷۰ – ۱۰/۵۰ | ۲/۵۰- ۸/۶۰- | ۱/۷۰ – ۱۰/۳۰ | ۱/۶۰ – ۱۳/۶۰ | ۲/۰۰ – ۹/۴۰ |
| | N | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ |
| pH | Mean±SE | ۰/۱۱±۸/۵۲ | ۰/۱۲ ± ۸/۵۱ | ۰/۰۹ ± ۸/۵۹ | ۰/۰۹ ± ۸/۵۵ | ۰/۱۲± ۸/۳۴ |
| | Min - Max | ۸/۲۴ – ۸/۸۶ | ۸/۲۳ – ۸/۸۷ | ۸/۳۶ – ۸/۹۱ | ۸/۲۳ - ۸/۸۶ | ۸/۰۵ – ۸/۸۰ |
| | N | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ |

**جدول ٦ – میزان دمای اندازه‌گیری شده در هر مرحله نمونه برداری از ایستگاه‌های مختلف**

| فاکتور / ایستگاه | دمای آب (C˚) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | آبان | بهمن |
| شیرین رود | ۲۳/۰۰ | ۲۶/۰۰ | ۲۷/۰۰ | ۲۴/۱۰ | ۱۸/۸۰ | ۸/۲۰ |
| سفید رود | ۲۴/۰۰ | ۲۶/۵۰ | ۲۷/۰۰ | ۲۴/۱۰ | ۱۷/۰۰ | ۸/۵۰ |
| تلاقی | ۲۴/۰۰ | ۲۶/۰۰ | ۲۷/۰۰ | ۲۴/۱۰ | ۱۹/۰۰ | ۸/۵۰ |
| تاج | ۲۴/۰۰ | ۲۶/۰۰ | ۲۷/۰۰ | ۲۳/۷ | ۱۹/۰۰ | ۱۰/۰۰ |
| خروجی | ۱۲/۰۰ | ۱۳/۹۰ | ۱۶/۰۰ | ۱۹/۲ | ۱۴/۷۰ | ۶/۰۰ |

**جدول ۷ – میزان pH اندازه‌گیری شده در هر مرحله نمونه برداری از ایستگاه‌های مختلف**

| فاکتور / ایستگاه | pH آب | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | آبان | بهمن |
| شیرین رود | ۸/۲۴ | ۸/۸۶ | ۸/۴۸ | ۸/۳۷ | ۸/۸۶ | ۸/۲۹ |
| سفید رود | ۸/۲۳ | ۸/۸۷ | ۸/۴۱ | ۸/۲۴ | ۸/۸۴ | ۸/۴۹ |
| تلاقی | ۸/۴۱ | ۸/۷۲ | ۸/۴۶ | ۸/۳۶ | ۸/۹۱ | ۸/۶۶ |
| تاج | ۸/۳۸ | ۸/۷۴ | ۸/۵۱ | ۸/۲۳ | ۸/۸۶ | ۸/۶۰ |
| خروجی | ۸/۱۹ | ۸/۰۵ | ۸/۲۱ | ۸/۱۶ | ۸/۸۰ | ۸/۶۱ |

**جدول ۸ – میزان $BOD_5$ اندازه‌گیری شده در هر مرحله نمونه برداری از ایستگاه‌های مختلف**

| فاکتور / ایستگاه | $BOD_5$ آب | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | آبان | بهمن |
| شیرین رود | ۳/۰۴ | ۷/۰۴ | ۱/۷۶ | ۲/۲۴ | ۱/۲۸ | ۰/۶۴ |
| سفید رود | ۱/۲۸ | ۳/۶۸ | ۴/۴۸ | ۲/۷۲ | ۱/۹۲ | ۰/۹۶- |
| تلاقی | ۱/۷۶ | ۴/۱۶ | ۴/۶۴ | ۴/۱۶ | ۱/۹۲ | ۰/۱۶- |
| تاج | ۰/۸۰ | ۴/۴۸ | ۵/۷۶ | ۵/۱۲ | ۱/۷۶ | ۰/۴۸- |
| خروجی | ۰/۸۰ | ۲/۷۲ | ۵/۲۸ | ۱/۶۰ | ۱/۱۲ | ۱/۲۸ |

**جدول ۹ – میزان COD اندازه‌گیری شده در هر مرحله نمونه برداری از ایستگاه‌های مختلف**

| فاکتور / ایستگاه | COD آب | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | آبان | بهمن |
| شیرین رود | ۶/۶۰ | ۱۰/۵۰ | ۶/۵۰ | ۴/۳۰ | ۲/۲۰ | ۱/۷۰ |
| سفید رود | ۵/۳۰ | ۸/۶۰ | ۸/۴۰ | ۴/۵۰ | ۳/۶۰ | ۲/۵۰ |
| تلاقی | ۳/۷۰ | ۹/۴۰ | ۱۰/۳۰ | ۵/۶۰ | ۳/۴۰ | ۱/۷۰ |
| تاج | ۲/۴۰ | ۹/۷۰ | ۱۱/۹۰ | ۱۳/۶۰ | ۲/۹۰ | ۱/۶۰ |
| خروجی | ۲/۵۰ | ۷/۹۰ | ۹/۴۰ | ۳/۶۰ | ۲/۰۰ | ۲/۸۰ |

## ۵– ۳ – کشت، شناسایی و شمارش عوامل قارچی

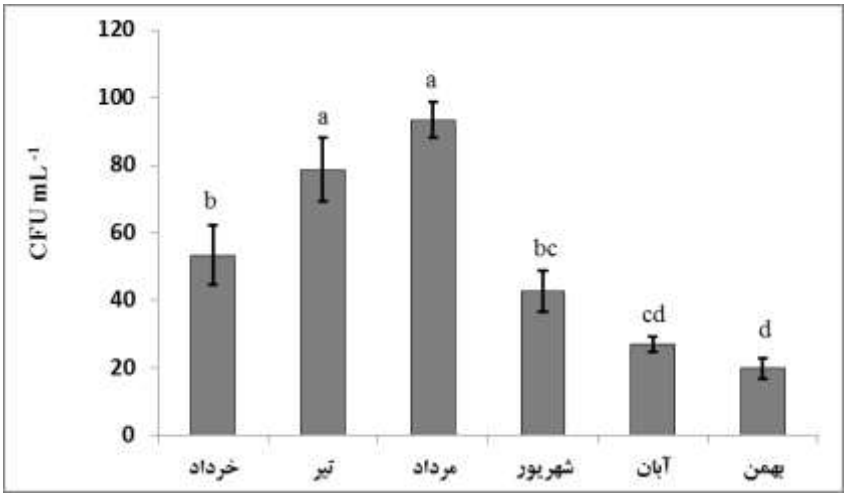
نتایج حاصل از مقایسه میانگین شمارش پرگنه های قارچی(کپک و مخمر) در ایستگاه‌های مختلف طی یک ماه و نیز مقایسه میانگین شمارش پرگنه های قارچی در هر ایستگاه طی هر ماه در جدول۱۰ و نمودار های ۱ تا ۷ و نیز درصد فراوانی قارچهای مختلف در جدول ۱۱ آورده شده است. طی این بررسی مشخص گردید که تقریبا در همه ایستگاهها درتیر و مردادماه بطور معنی‌داری میزان پرگنه‌های قارچی موجود در آب افزایش معنی دار داشته است. این در حالی است که میزان جداسازی عوامل قارچی طی بهمن ماه بطور معنی داری در آب تمام ایستگاهها کاهش چشمگیر و معنی داری را نشان داد(جدول ۱۰). در بین ایستگاه های مختلف تاج سد در تمام

ماه‌های نمونه برداری بطور معنی داری بالاترین میزان جداسازی و شمارش عوامل قارچی را داشت و کمترین میزان جداسازی عوامل قارچی مربوط به خروجی سد بود(جدول ۱۰). عوامل قارچی شناسایی شده به ترتیب درصد فراوانی نیز شامل انواع گونه های آسپرژیلوس، مخمر(عمدتا کاندیدا) ، پنیسلیوم، کلادوسپوریم، موکور، فوزاریوم، آلترناریا، هایف استریل و پسیلومایسس بودند(جدول ۱۲).

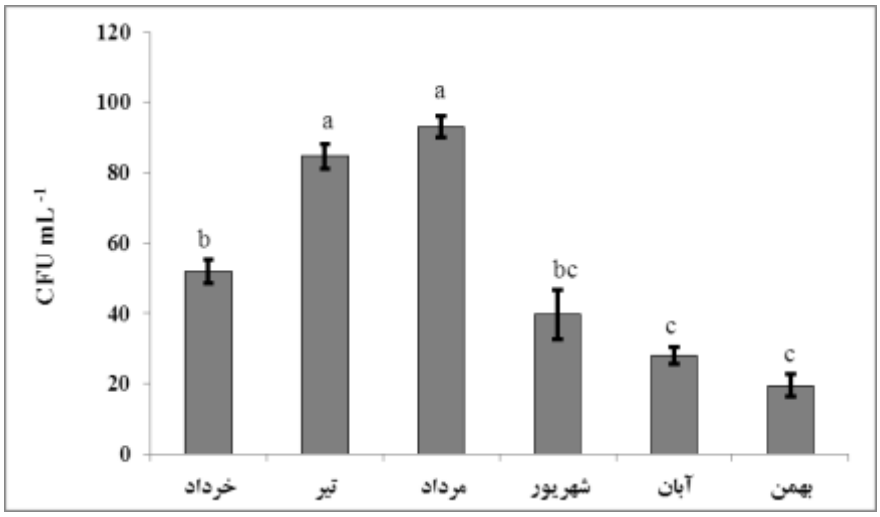
**جدول ۱۰ - مقایسه میانگین پرگنه های قارچی جدا شده ($CFUL^{-1}$) از نمونه ایستگاه های مختلف طی ماه های مختلف**

| ماه / ایستگاه | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | آبان | بهمن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۵۳/۳۳ ± ۸/۸۲ $^{bB}$ | ۷۸/۷۰ ± ۹/۴۶ $^{aB}$ | ۹۳/۴۳ ± ۵/۲۳$^{aB}$ | ۴۲/۶۶ ± ۶/۱۷ $^{bcB}$ | ۲۷/۰۰ ± ۲/۳۱ $^{cdC}$ | ۱۹/۸۷ ± ۳/۱۱$^{dC}$ |
| ایستگاه ۲ | ۵۲/۰۰ ± ۳/۴۱ $^{bB}$ | ۸۴/۷۳ ± ۳/۵۶ $^{aB}$ | ۹۳/۱۷ ± ۳/۰۶$^{aB}$ | ۳۹/۷۰± ۶/۹۹ $^{bcB}$ | ۲۷/۹۰ ± ۲/۴۰$^{cC}$ | ۱۹/۴۷ ± ۳/۱۴ $^{cC}$ |
| ایستگاه ۳ | ۵۰/۰۰ ± ۸/۶۶ $^{lc}$ | ۸۱/۳۷ ± ۹/۴۰ $^{bB}$ | ۹۶/۲۳ ± ۵/۱۹$^{aB}$ | ۴۵/۶۷ ± ۳/۱۵ $^{cB}$ | ۳۹/۷۰ ± ۷/۸۰$^{cdB}$ | ۲۹/۴۰ ± ۴/۲۱ $^{dB}$ |
| ایستگاه ۴ | ۸۱/۰۰ ± ۶/۳۵ $^{cA}$ | ۱۰۳/۰۷ ±۳/۲۱ $^{bA}$ | ۲۲۳/۷۳ ± ۱۱/۵۱$^{aA}$ | ۱۰۶/۱۰ ± ۳/۵۷ $^{cA}$ | ۶۱/۱۰ ± ۵/۲۸$^{dA}$ | ۵۰/۳۰ ± ۳/۵۳ $^{dA}$ |
| ایستگاه ۵ | ۲۳/۳۰ ± ۱/۸۹ $^{cC}$ | ۳۳/۲۰ ±۱/۵ $^{bC}$ | ۴۶/۴۳ ± ۱/۷۲$^{aC}$ | ۲۱/۴۰ ±۱/۰۴$^{cdC}$ | ۱۷/۶۶ ± ۱/۱۲ $^{dfD}$ | ۱۴/۰۰ ±۳/۰۰ $^{fC}$ |

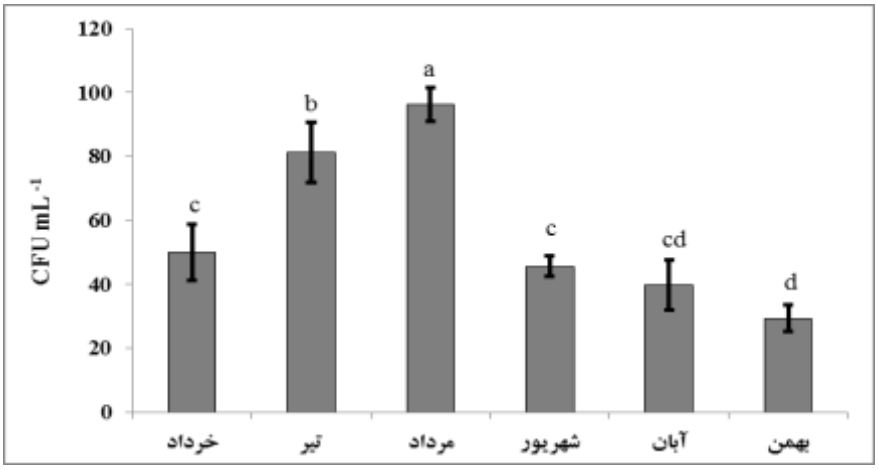
حروف مشابه کوچک در هر ردیف و حروف مشابه بزرگ در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار است. مقادیر مشاهده شده در جدول بیانگر میانگین ± خطای انحراف معیار است. حروف (حروف کوچک تغییرات میانگین پرگنه‌های قارچی هر ایستگاه در ماه‌های مختلف است و حروف بزرگ نشان دهنده تغییرات میانگین پرگنه های قارچی ایستگاه های مختلف در یک ماه است).



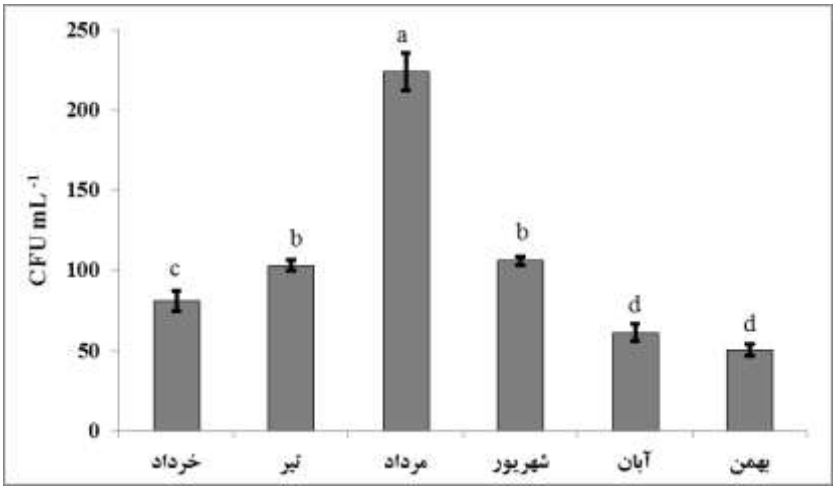

**نمودار ۱ – مقایسه تغیرات میانگین پرگنه قارچی طی ماه‌های مختلف در نمونه آب تهیه شده از ایستگاه ۱(شیرین رود)**



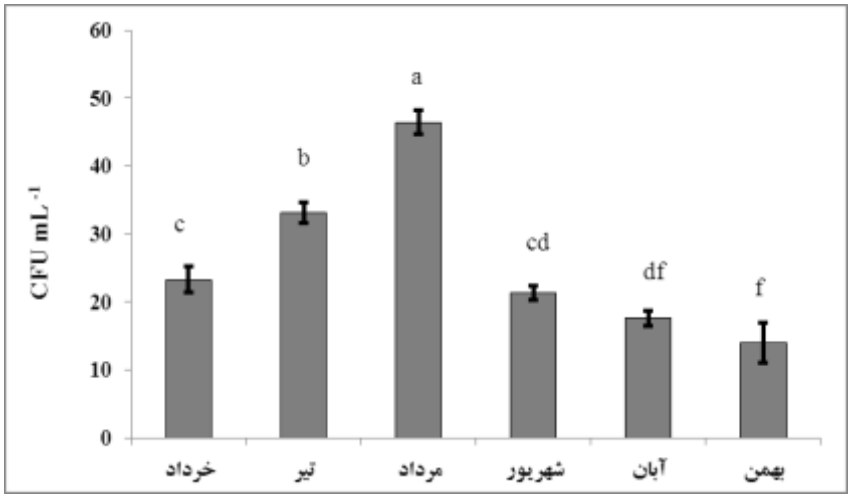

**نمودار ۲ – مقایسه تغیرات میانگین پرگنه قارچی طی ماه‌های مختلف در نمونه آب تهیه شده از ایستگاه ۲ (سفید رود)**




**نمودار ۳ – مقایسه تغیرات میانگین پرگنه قارچی طی ماه‌های مختلف در نمونه آب تهیه شده از ایستگاه ۳ (تلاقی)**



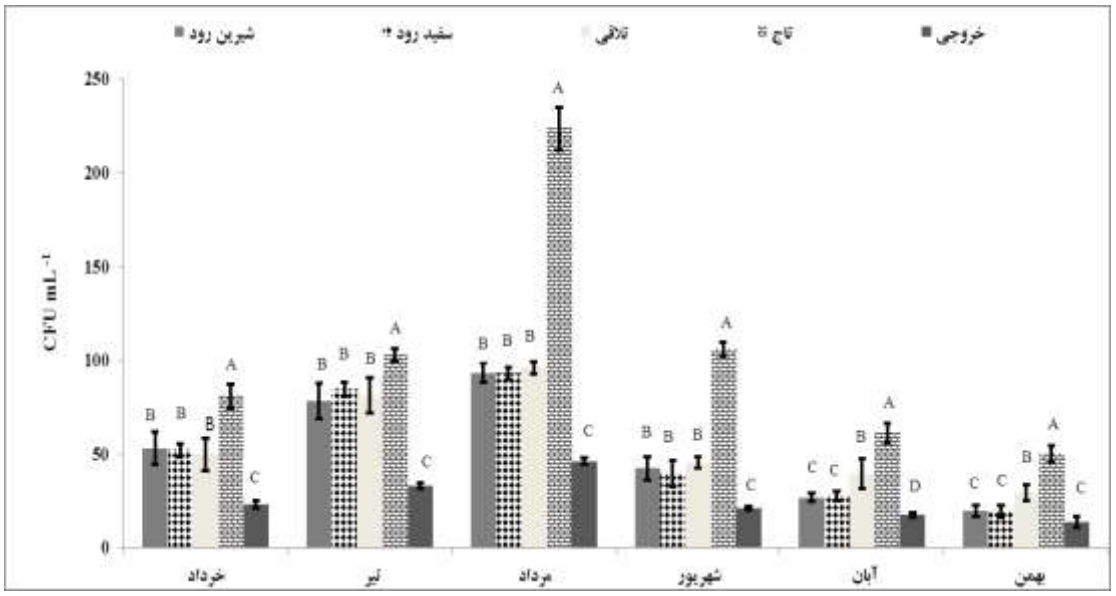

**نمودار ٤ – مقایسه تغیرات میانگین پرگنه قارچی طی ماه‌های مختلف در نمونه آب تهیه شده از ایستگاه ٤ (تاج سد)**



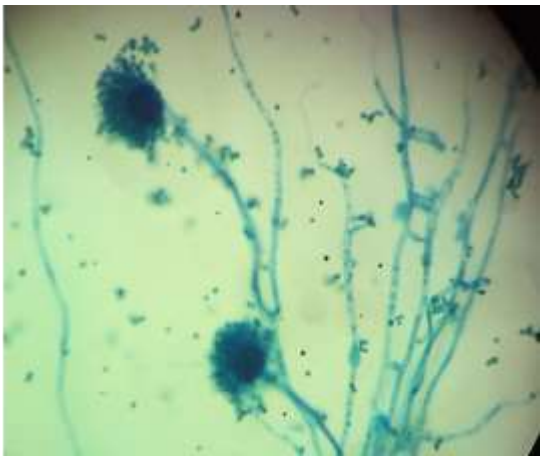

**نمودار ٥ – مقایسه تغیرات میانگین پرگنه قارچی طی ماه‌های مختلف در نمونه آب تهیه شده از ایستگاه ٥ (خروجی)**

**جدول ۱۱- مقایسه درصد فراوانی عوامل قارچی شناسایی شده در نمونه های آب سد شهید رجایی**

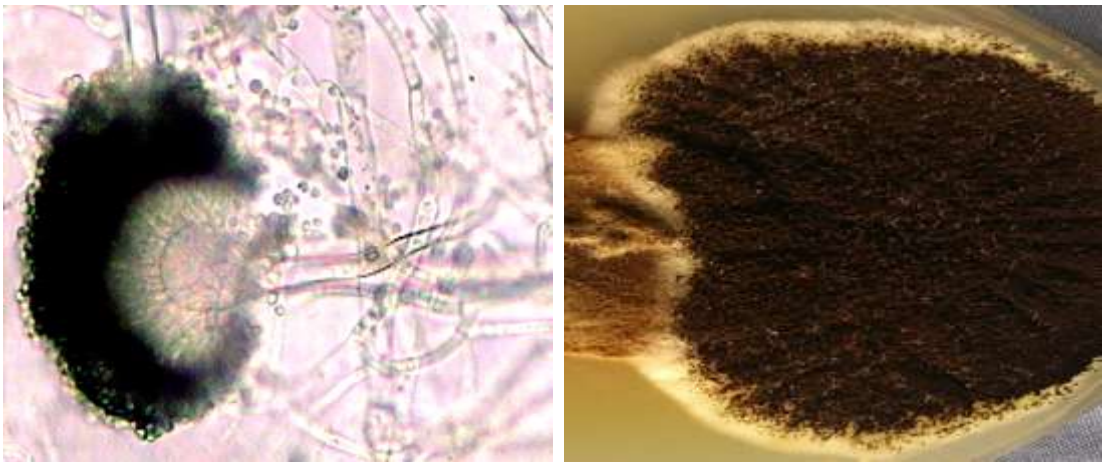
| نوع قارچ | آسپرژیلوس | مخمر | پنی سیلیوم | کلادوسپوریوم | موکور | فوزاریوم | آلترناریا | هایف استریل | پسیلومایسس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درصد فراوانی | ۳۱/۴ | ۲۴/۲ | ۱۹/۳ | ۱۰/۳ | ۵/۴ | ۲/۹ | ۲/۳ | ۲/۸ | ۱/۴ |



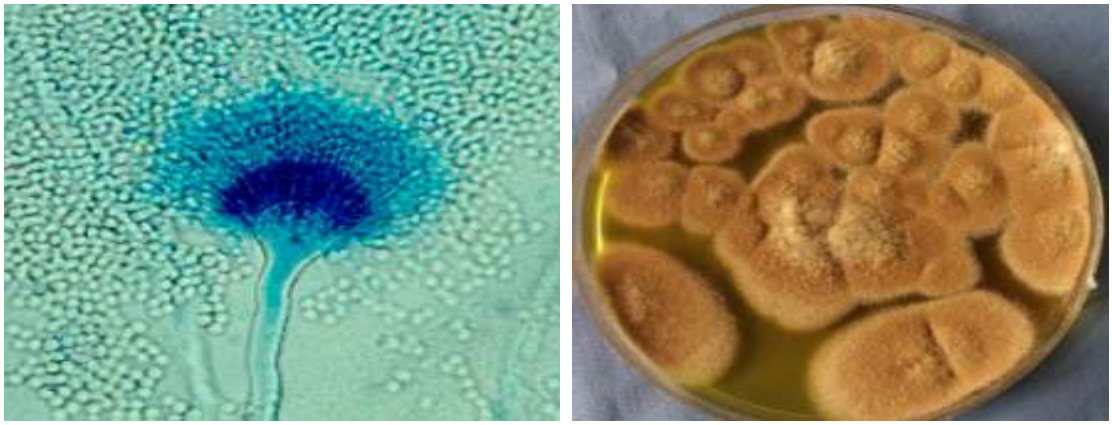

**نمودار ٦ - مقایسه تغییرات میانگین پرگنه های قارچی در آب ایستگاه‌های مختلف طی هر ماه**



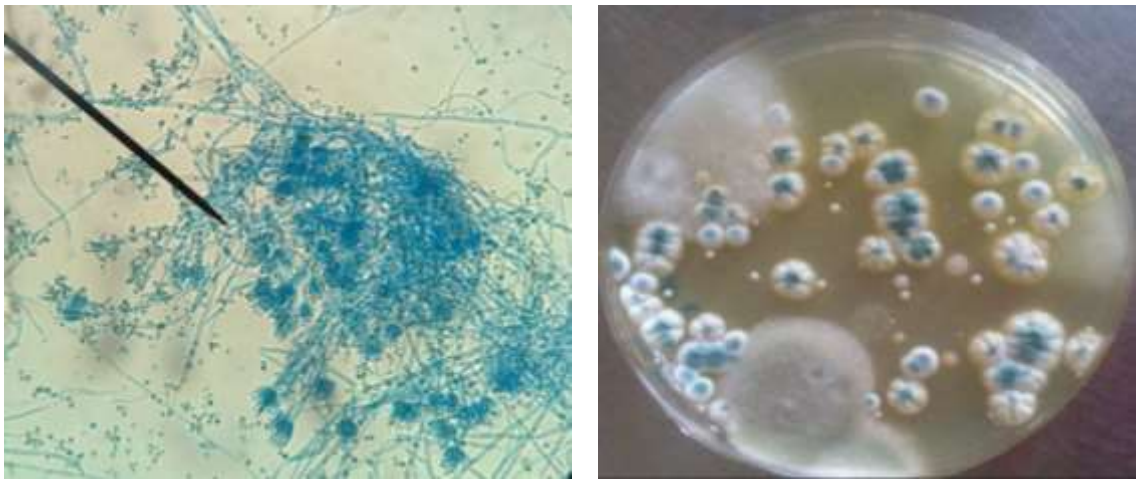
**شکل ۹ – نمای ماکر و میکروسکوپیک از قارچ آسپرژیلوس فلاووس جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**



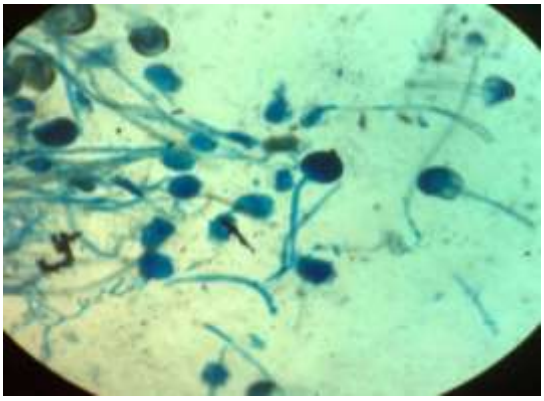
**شکل ۱۰ – نمای ماکر و میکروسکوپیک از قارچ آسپرژیلوس نایجر جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**



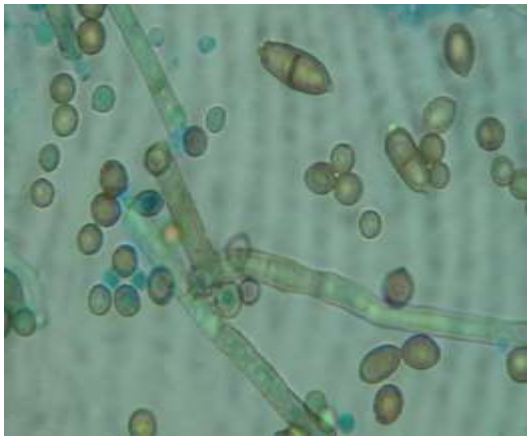
**شکل ۱۱ – نمای ماکرو و میکروسکوپیک از آسپرژیلوس ترئوس جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**



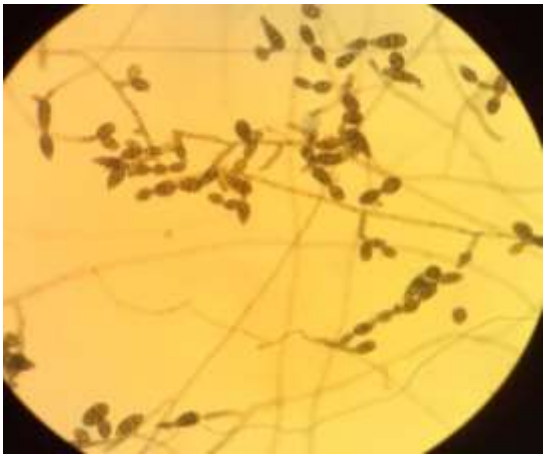
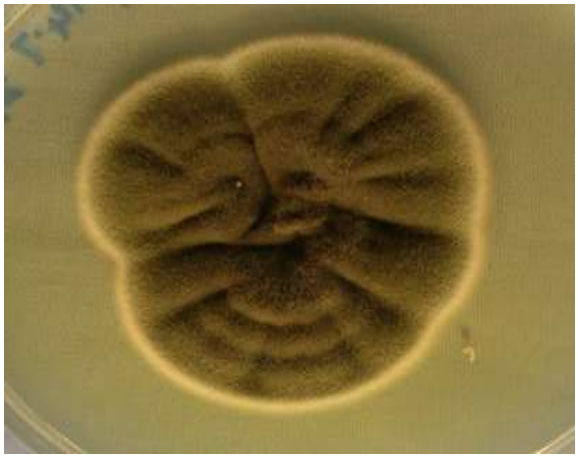
**شکل ۱۲ – نمای ماکر و میکروسکوپیک از قارچ پنیسلیوم جداسازی شده از اب دریاچه سد شهید رجایی**



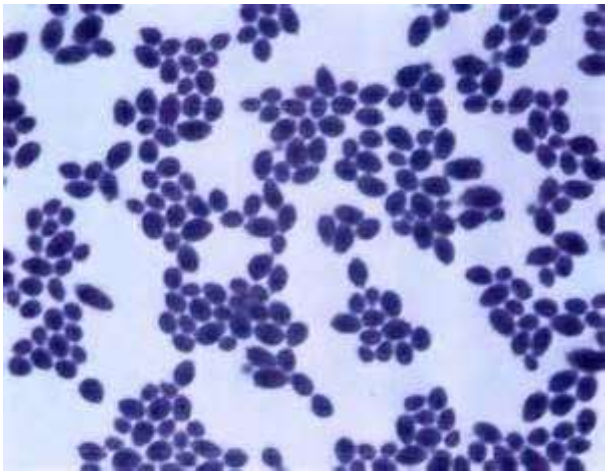
**شکل ۱۳ – نمای ماکرو میکروسکوپیک از قارچ موکور جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**



**شکل ١٤ – نمای ماکرو میکروسکوپیک از قارچ کلادوسپوریوم جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**

**شکل ۱۵ – نمای ماکرو میکروسکوپیک از قارچ آلترناریا جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**



**شکل ١٦ - نمای ماکر و میکروسکوپیک از کاندیدا جداسازی شده از آب دریاچه سد شهید رجایی**

## ٤ – بحث

قارچها گروه متنوعی از میکروارگانیسمهای هتروتروف هستند که جهت تسهیل در شناسایی آنها را به دو گروه قارچهای هایف دار یا کپک و قارچهای بدون هایف یا مخمر تقسیم میکنند. این موجودات به واسطه برخورداری از یک سیستم قوی آنزیمی قادر به مصرف ترکیبات آلی مختلف به عنوان منبع نیتروژن و کربن بوده و این امر موجب تغییر در ترکیبات میکروبی و شیمیایی محیط اطراف آنها میشود. لذا بررسی تغیرات کمی و کیفی آنها میتواند به عنوان ابزاری در جهت ارزیابی اکوسیستمی که در آن حضور دارند مورد استفاده قرار گیرد(Kirk 2001). هرچند هوا شایع ترین مکان حضور قارچها (کپکهای ساپروفیت) در طبیعت و بالطبع اصلی ترین راه تماس با انسان است ولی آب در اکولوژی قارچها نقش با اهمیتی دارد. بازیابی قارچها در مخازن طبیعی آب مانند دریاچه های طبیعی و مصنوعی، رودخانه ها، آبهای زیرزمینی و آب آشامیدنی در تحقیقات متعدد به اثبات رسیده است(Arvanitidou et al., 1999; Göttlich et al., 2002; Gonçalves et al., 2006; Hageskal et al., 2006; Gonçalves et al., 2006; Hageskal et al., 2007; Kanzler et al., 2008). از جنبه‌های بهداشتی حضور قارچ در آب بصورت مستقیم و غیرمستقیم بر انسان تاثیر می‌گذارد. مطالعات نشان داده است که آب می‌تواند به عنوان یک منبع عفونت قارچی در افراد با نقص ایمنی به ویژه در زمان استحمام یا شنا در استخرهای طبیعی و مصنوعی در اثر تنفس اسپورها باشد. همچنین آلودگی آب به قارچها می‌تواند در ایجاد حساسیت تنفسی به خصوص در افراد مستعد به آلرژی نقش مهمی ایفا کند(Metzger et al.,1976). در بررسی دیگری نشان داده شده علی رغم اینکه کاندیدا آلبیکنس جز فلور طبیعی دستگاه گوارش انسان و بسیاری از مهره داران است، لیکن اگر در آب شرب بیش از ۱۰۰ پرگنه در هر میلی لیتر آب باشد سبب عفونت گوارشی در کودکان مبتلا به سرطان تحت شیمی درمانی می‌گردد (Yamaguchi et al., 2007). قارچها بطور مستقیم و به خاطر تولید توکسین و یا متابولیتهای ثانویه در به خطر انداختن سلامتی انسان نیز موثرند. علاوه بر آن قارچهای رشته ای موجود در آب آشامیدنی می توانند باعث اکسید شدن لوله های شبکه های توزیع آب شده(Emde et al., 1992) و همچنین با تولید ترکیبات مختلف در آب طعم و بوی آن را تغییر دهند(Arvanitidou et al., 1999). هدف از انجام این بررسی ارزیابی کمی و شناسایی عوامل قارچی موجود در آب سرشاخه های ورودی، مخزن و خروجی سد شهید رجایی بوده است. براساس نتایج این بررسی افزایش معنی‌دار پرگنه های قارچی در ماه‌های تیر و مرداد که متوسط دمای آب حدود ۲۵ – ۲۴ درجه سانتیگراد بوده، نسبت به سایر ماه‌های نمونه برداری مشاهده شده است. این نتیجه نشان می‌دهدکه دما نقش بسیار تعیین کننده‌ای بر وضعیت رشد و تکثیر عوامل قارچی دارد. بررسیها نشان داده است که عوامل قارچی ساپروفیت بهترین رشد را درحرارت ۳۰ – ۲۵ درجه سانتیگراد دارند. اگرچه این ارگانیسمها قادر به زندگی در حرارتهای بسیار پایین(کمتر از ۴ درجه سانتیگراد و تا ۲۰- درجه سانتیگراد) هستند، لیکن برای تکثیرو تولید اسپور نیاز به حرارتهای بیشتر دارند(Pietkainen et al., 2005). در بررسی Fayaz و همکاران (۲۰۱۵) در خصوص ارزیابی فلور قارچی رودخانه Jhelum در کشمیر مشخص شدکه بیشترین پرگنه‌های قارچی شمارش

شده مربوط به ماه Jun وJuly (از اواسط خرادا تا اوایل مرداد) بوده وقتی که حرارت آب بین ۲۷ – ۲۲ درجه سانتیگراد بوده است. همچنین مطالعه Bandh و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص ارزیابی عوامل قارچی در دریاچه Dal منطقه کشمیر طی چهار فصل نمونه برداری نشان داد که میزان تراکم عوامل قارچی به ترتیب در تابستان> بهار> پاییز> زمستان بوده است. براساس نتایج حاصل از این بررسی مشخص شد که بیشترین میزان عوامل قارچی شمارش شده صرفنظر از ماه نمونه برداری، در تاج سد وجود داشته است. اصولا سدها باعث می شوند که سرعت رودخانه کاهش یافته، بتدریج در پشت سدها به حالت سکون درآیند. این امر موجب می شود که تاثیر خود پالایی رودخانه ها کاهش یافته و به مرور زمان تجمع مواد آلی و معدنی در پشت سدها صورت پذیرد(نادری و نادری ۱۳۸۳). این تجمع فزآینده مواد آلی در پشت سد می‌تواند شرایط را برای ایجاد بیوفیلم و جاسازی عوامل قارچی بر روی این مواد فراهم نماید( US EPA 2002). با نگاهی به میزان BOD5 و COD در مرداد ماه مشخص میگردد که میزان عددی این دو فاکتور در این ماه در منطقه تاج سد نسبت به سایر مناطق بیشتر است. در بسیاری از تحقیقات نشان داده شده است که افزایش این دو فاکتور خصوصاCOD نشان از افزایش بار مواد آلی در آب است(ورسه و همکاران ۱۳۹۳). با توجه به آنچه گفته شد به نظر میرسد افزایش دما، کاهش جریان آب و تجمع بالای مواد آلی در تاج سد بتواند افزایش معنی‌دار میزان پرگنه‌های قارچی جداسازی شده در این بخش را توجیه نماید.با توجه به نمودار ۶ مشخص است که میزان پرگنه قارچی در خروجی در مقایسه با تاج کاهش معنی داری در تمامی ماه های نمونه برداری دارد، ولی میزان پرگنه های قارچی در این ایستگاه در دو ماه تیر و مرداد بیشتر از سایر ماه های سال است. با اینکه در نتایج درجه حرارت و میزان BOD و COD در این ایستگاه نسبت به تاج سد نسبتا کمتر است، لیکن این افزایش میتواند تابعی از افزایش پرگنه‌های قارچی در تاج سد باشد. همچنین با توجه به آنچه گفته شد میتوان نتیجه گرفت که کاهش معنی‌دار میانگین پرگنه‌های قارچی جداسازی شده در ماه‌های آبان و بهمن در مقایسه با ماه‌های تیر، مرداد و شهریور در هر ایستگاه (نمودار ۱ تا ۵) علاوه بر ارتباط مستقیم با کاهش دما، میتواند با میزان BOD5 و COD بدست آمده نیز ارتباط مستقیم داشته باشد. توجه به نتایج میزان pH نشان می‌دهد که این فاکتور در بین ایستگاه‌های مختلف و حتی در ماه‌های مختلف از تغییر عمده‌ای برخوردار نبوده و میزان آن همیشه بیش از ۸ بوده است. براساس مطالعات بدست آمده بهترین pH برای رشد اکثر عوامل قارچی ۷/۵ – ۵/۵ است. بر این اساس معمولا عوامل قارچی pH اسیدی را برای رشد به pH بازی ترجیح می‌دهند ولی این مسئله به این مفهوم نیست که در pH بازی قابلیت رشد ندارند( Wheeler et al., 1991 Marín et al., 1995).

با نگاهی به جدول ۱۱ معلوم می‌گردد که بیشترین میزان پرگنه های قارچی هایف دار جداسازی شده در این بررسی مربوط به جنس آسپرژیلوس و پنیسلیوم می‌باشد. در بسیاری از مطالعات انجام شده بر روی فلور قارچی منابع آبی اعم از رودخانه، دریاچه و حتی آب شرب دو جنس آسپرژیلوس و پنیسلیوم بیشترین فراوانی را در جداسازی داشته اند( Fayaz et al., 2015; Bandh et al., 2012, Parveen et al., 2011; Sharma and Shaista 2011;

Brandi et al., 2007). در مطالعه‌ای که میاهی و همکاران (۱۳۹۰) بر روی ۶۰ نمونه از آب شرب ساری در سال ۱۳۸۸ داشتند مشخص گردید میانگین پرگنه جداسازی شده به ازا هر نمونه آب $CFU100^{-1}$ ۸/۴ بوده است و عوامل قارچی جداسازی شده براساس درصد جداسازی به ترتیب آسپرژیلوس> پنیسلیوم> کلادوسپوریم بودند. به نظر میرسد آنچه که موجب گستردگی پراکنش این دو جنس در محیطهای آبی گردیده قدرت آنزیمی بسیار بالا، قابلیت سازگاری با شرایط محیطی (خصوصا دما) و نیز وجود مکانیسمهای مقاومتی(مانند تولید رنگدانه) است(Al-Gabr et al., 2013). از سوی دیگر این دو جنس علاوه بر قدرت آنزیمی و قابلیت آدبتاسیون بالا نسبت به شرایط محیط از قارچهای خاکزی بوده و در مناطق جنگلی به وفور یافت میشوند(Garnett et al., 2000) باتوجه به پوشش گیاهی فراوانی که در منطقه اطراف دریاچه سد شهید رجایی وجود دارد ممکن است بتوان قابل توجه بودن جداسازی این دو جنس را توجیه نمود. باید توجه داشت که دو جنس آسپرژیلوس و پنیسلیوم قادر به تولید انواع مایکوتوکسینها مانند آفلاتوکسینها، اوخراتوکسین و پاتولین هستند که تولید این ترکیبات معمولا در دمای پایین‌تر از دمای رشد قارچ اتفاق می‌افتد. از آنجایی که تغییرات فیزیکوشمیایی آب تاثیر کمی بر روی این ترکیبات خصوصا آفلاتوکسینها دارد لذا فرآیند تصفیه و ضد عفونی آب موجب از بین رفتن آنها نشده و این ترکیبات ولو با رقت بسیار اندک قابلیت ورد به آب شرب را دارندو میتوانند در طول زمان عوارض بهداشتی داشته باشند(Hageskal et al., 2009; Gonçalves et al., 2006). براساس نتایج مخمرها بعد از آسپرژیلوس بالاترین درصد جداسازی عوامل قارچی را به خود اختصاص داده اند. باید توجه داشت که مخمرها خصوصا کاندیداها جز فلور طبیعی پوست، دستگاه گوارش و ادراری انسان، حیوانات و حتی ماهیها بوده( Shokri et al., 2011; Mandal and Ghosh 2012) و میتوانند از طریق دفع ادرار و مدفوع توسط دام، ماهیان و یا افرادی که در حاشیه دریاچه برای تفریح می‌آیند وارد آب شوند. شاید به همین دلیل باشد که بین میزان عوامل مخمری و توتال کلیفرم در بعضی مطالعات بر روی نمونه های آب ارتباط مستقیم مشاهده شده است(Yamaguchi et al., 2007). همانطور که قبلا اشاره شد منابع آبی پشت سد علاوه بر تامین آب شرب برای مصارف کشاورزی و پرورش آبزیان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Pawale and Lokhande, 2012). لذا فلور قارچی موجود در این منابع میتواند از نظر بهداشتی برای مراکز تکثیر و پرورش آبزیان نیز مورد توجه قرار گیرد. به غیر از آسپرژیلوس و پنیسلیوم، جنسهای فوزاریوم و پسیلومایسس نیز در این بررسی جداسازی و شناسایی گردید. مطالعات نشان داده است که فوزاریومها یکی از عوامل قارچی آلوده کننده هچری قزل آلای رنگین کمان و ماهیان خاویاری و عامل عفونت کیسه شنا و عفونت کلیوی در آزاد ماهیان و ماهی سیم هستند. همچنین پسیلومایسس عامل عفونت کلیوی در ماهیان تیلاپیا شناخته شده است(قیاسی و همکاران ۱۳۹۱). براساس نتایج تحقیق حاضر عوامل قارچی جداسازی شده از عوامل اصلی بیماریهای قارچی فرصت طلب در افراد با سیستم ایمنی ضعیف(افراد مبتلا به HIV، افراد تحت شیمی درمانی و افرادی که پیوند عضو شده اند) و بیماران بستری در بیمارستانها می باشند(میاهی و همکاران ۱۳۹۰). لذا اهمیت مطالعات قارچ شناسی انجام شده در خصوص منابع آبی مانند

دریاچه پشت سد شهید رجایی دیدگاه مناسب بهداشتی را فراهم می‌نماید تا الزامات مناسب بهداشتی در خصوص روند تصفیه آب با درنظر گرفتن اینکه این آب در بیمارستانها مورد استفاده قرار میگیرد را فراهم می-نماید. همچنین در مطالعه حاضر مانند دیگر مطالعات، میزان قارچهای موجود در آب بصورت میانگین CFU در ۱۰۰ میلی لیتر آب گزارش گردید. باید توجه داشت که یک کلنی شکل گرفته در محیط کشت نمی‌تواند الزاما از یک اسپور قارچ شکل گرفته باشد. این کلینی‌ها می‌توانند ناشی از تجمع میسلیومهای قارچ یا تجمعی از چندین سلوا قارچی رویش یافته باشند. از این رو در حال حاضر یک روش استانداردی برای شمارش قارچهای موجود در آب، آن چنان که برای باکتری موجود است، تعریف نگردیده است. لذا اگرچه مقایسه نتایج بدست آمده از مطالعات مختلف در این زمینه کمک کننده نخواهد بودولی در برآورد میزان آلودگی به انواع قارچها میتواند ارزشمند باشد.

## منابع


۱ – انوری فر، ح.، فرحمند، ح.، نعمت اللهی، م. ع.، رحمانی، ح.، کرمی، م.، خلیلی، ب.، ۱۳۸۹، اثر سد شهید رجائی بر تنوع و تمایز ژنتیکی سیاه ماهی(*Capoeta capoeta gracilis*) در رودخانه تجن ساری با استفاده از انگشت نگاری RAPD . نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳ (۳)، ص ۲۲۳-۲۱۱.

۲ – خضرایی ، میلاد. ۱۳۸۷ . سد و اثرات مخرب آن بر محیط زیست. دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک ،دانشگاه صنعتی خوجه نصیرالدین طوسی.kntu.ac.ir/DorsaPax/userfiles/.../sadvamokhareb.pdf

۳ – دانیالی، س.ر.، ۱۳۸۸ ،ارزیابی کیفیت آب دریاچه سد خمیران اصفهان جهت شرب، فصل نامه علوم مهندسی و محیط زست، شماره ۴۷، ص۵۸ – ۵۰

۴ – سعیدی، پ.، مهردادی، ن.، اردستانی، م.، باغوند، ا.، ۱۳۹۲، شبیه سازی لایه بندی حرارتی و غلظت اکسیژن محلول با استفاده از مدل Ce – Qual- W2 (مطالعه موردی: مخزن سد شهید رجائی) . مجله محیط شناسی، ۳۹(۴)، ص ۱۸۰-۱۷۱.

۵ – شرکت مدیریت منابع آب ایران ،۱۳۹۱، تغذیه گرایی مخازن سدها و راهکارهای مقابله. بخش محیط زیست و کیفیت منابع آب ، وزارت نیرو، تهران.

۶ – قیاسی، م.، شکری، ح.، بینایی، م.، فارابی، س.م.و.، سعیدی، ع.ا.، ۱۳۹۱، شناسایی و مقایسه فراوانی عوامل قارچی جدا شده از تخم ماهیان سفید(*Rutilus frisii kutum*) استان مازندران، مجله توسعه آبزی پروری، سال اول، شماره اول، ۸۸ – ۷۷

۷ – میاهی، ص.، موسوی، ب.، هدایتی، م.ت.، موحدی، م.ع.، شکوهی، ی.، ۱۳۹۰، فلور قارچی آب شرب شهر ساری، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره سوم، شماره ۴، ۱۱۴ – ۱۱۹

۸ – نادری، م.، نادری،م.ر.، ۱۳۸۳، بررسی اثرات زیست محیطی سدها، یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسرکشور، هرمزگان ، بندرعباس

۹ – نودهی، س.، حافظی مقدس، ن.، ۱۳۸۶، بررسی اثرات سد شهید رجائی بر آبخوان دشت ساری – نکا. پنجمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.تهران، ایران

۱۰ – ورسه، س.، پناهی، م.، خضری، م.، ۱۳۹۳، بررسی اثر فعالیت های صنعتی بر نوسانBOD، COD و TSS در رودخانه تجن. مجله علمی علوم و مهندسی محیط زیست، سال اول، شماره ۲، ۵۷ – ۴۵

11 - Al-Gabr, H.M., Ye, C., Zhang, Y., Khan, S., Lin, H., Zheng, T., 2013, Effects of Carbon, nitrogen and pH on the growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production in water, Journal of Environmental Biology, 34: 353 - 358

12 - Arvanitidou, M., Kanellou, K., Constantinides, T.C. and Katsouyannopoulos, V., 1999. The occurrence of fungi in hospital and community potable waters. Letters in Applied Microbiology, 29 (2): 81-84.

13 - Bandh, S.A., Kamili, A.N., Ganai, B.A., Samira Saleem, Lone, B.A., Nissa, H., 2012, First qualitative survey of filamentous fungi in Dal Lake, Kashmir, Journal of Yeast and Fungal Research, 3(1):7 - 11

14 - Brandi, G., Sisti, M., Paparini, A., Gianfranceschi, G., Schiavano, G.F., De Santi, M., Santoni, D., Magini, V., Romano-Spica, V., 2007, Swimming pools and fungi: an environmental epidemiology survey in Italian indoor swimming facilities. International Journal of Enviromental Health Research, 17(3):197-206.
15 - Clesceri, L. T., Greenbery, A. E., Eaton,A. D., 2005. Standard Methods for the examination of water and waste water. 21th edition, American Public Health Association, Portcity Press, Baltimor, Maryland, USA, p. 2800.
16 - De Félicio, R., de Albuquerque, S., Marx Young, M.C., Yokoya, N.S. and Debonsi, H.M., 2010. Trypanocidal, leishmanicidal and antifungal potential from marine red alga Bostrychia tenellla J. Agardh (Rhodomelaceae, Ceramiales). Journal of Pharmaceutical and Biomedial Analysis, 52 (5): 763-769.
17 - Dewey, F.M., Donnelly, K.A. and Foster, D., 1983. Penicillium waksmanii isolated from a red seaweed, Eucheuma striatum. Transactions of the British Mycological Society, 81 (2): 433-434.
18 - Defera, 2011, A review of fungi in drinking water and the implication for human health, Bio Intelligence Service
19 - Doggett, M.S., 2000. Characterisation of fungal biofilms within a municipal water distribution system. Applied and Environmental Microbiology, 66 (3): 1249-1251.
20 - Fayaz, F., Kamili, A.V., Hafiz, B.Z., Khan, I., Dar, G.H., 2015, Abundance and diversity of major cultivation fungal flora of River Jhelum in Keshmir Himalaya, Journal of Ecology and Natural Environment, 7(1): 1- 6
21 - Garnett, H., Barloche, F., Giberson, D., 2000, Aquatic hyphomycetes in Catamaran Brook: Colonization dynamics, sasonal patterns, and logging effects. Mycologia, 92: 29-41.
22 - Göttlich, E., van der Lubbe, W., Lange, B., Fiedler, S., Melchert, I., Reifenrath, M., Flemming, H.-C., de Hoog, S., 2002, Fungal flora in groundwater-derived public drinking water. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 205: 269-279.
23 - Gonçalves, A.B., Paterson, R.R.M. and Lima, N., 2006, Survey and significance of filamentous fungi from tap water. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 209: 257-264.
24 - Hageskal, G., Gaustad, P., Heier, B.T. and Skaar, I., 2007. Occurrence of moulds in drinking water. Journal of Applied Microbiology, 102 (3): 774-780.
25 - Hageskal, G., Knutsen, A.K., Gaustad, P., de Hoog, G.S. and Skaar, I., 2006. The diversity and significance of mold species in Norwegian drinking water. Applied Environmental Microbiology, 72（12): 7586-7593.
26 - Hageskal, G., Lima, N., Skaar, I., 2009, The study of fungi in drinking water (review), Mycology Research. 113: 165 - 172
27 - Heckman, D.S., Geiser, D.M., Eidell, B.R., Stauffer, R.L., Kardos, N.L., Hedges, S.B., 2001, Molecular evidence for the early colonization of land by fungi and plants. Science. 293: 1129–1133
28 - Jefferson, K.K., 2004, What drives bacteria to produce a biofilm? FEMS Microbiology Letters, 236 (2): 163-173.
29 - Kauffman, H.F. and van der Heide, S., 2003. Exposure, sensitisation, and mechanisms of fungus-induced asthma. Current Allergy and Asthma Reports, 3 (5): 430-437.
30 - Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C., Stalpers, J.A., 2001, Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi, 9th edn. CAB International, Wallingford.
31 - Lopez-Llorca, L.V. and Hernandez, P., 2010. Infection of the green alga Oocystis lacustris chod with the chytrid fungus Diplochytridium deltanum (masters) karling. An SEM study. Micron, 27 (5): 355-358.
32 - Lund, V. , Ormerod, K., 1995. The influence of disinfection processes on biofilm formation in water distribution systems. Water Research, 29 (4): 1013-1021.
33 - Mamane-Gravetz, H., Linden, K.G., 2005. Relationship between physicochemical properties, aggregation and U.V. inactivation of isolated indigenous spores in water. Journal of Applied Microbiology, 98:351-363.
34 - Mandal, S.,Ghosh, K., 2012, Isolation of tannase-producing microbiota from the gastrointestinal tracts of some freshwater fish, Journal of Applied Ichthyology, 1–9
35 - Mara, D., Horan, N., 2006, The handbook of water and wastewater microbiology, 1st edn. Elsevier Academic Press, London.
36 - Marín,S., Sanchis, V., Magan, N., 1995, Water activity, temperature and pH effects on growth of *Fusarium moniliform* and *Fusarium proliferatum* isolates from maize, Canadian Journal of Microbiology, 41: 1063 - 1070
37 - National Food Administration, 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.
SLVFS 2001:30.
38 - Nikolcheva, L., Bärlocher, F., 2004, Taxon-specific fungal primers reveal unexpectedly high diversity during leafdecomposition in a stream. Mycological progress. 3:41–49
39 - Parveen, S., Lanjewar, S., Sharma, K., Kutti, U., 2011, Isolation of fungi from the surface water of river, Journal of Experimental Sciences, 2(10): 58-59

40 - Paterson, R.R.M., Kelley, J., Gallagher, M., 1997, Natural occurrence of aflatoxins and *Aspergillus flavus* (Link) in water. Letters in Applied Microbiology. 25: 435-436.
41 - Paterson, R.R.M., Lima, N., 2005, Fungal contamination of drinking water. In Water Encyclopedia, Lehr, J., Keeley, J., Lehr, J. and Kingery III, T.B. (eds.), John Whiley and Sons.
42 - Paterson, R.R.M., Hageskal, G., Skaar, I. and Lima, N., 2009. Occurrence, problems, analysis and removal of filamentous fungi in drinking water. In Fungicides: Chemistry, Environmental Impacts and Health Effects, De Costa, P. And Bezerra, P. (eds.), Nova Science Publishers, Inc.
43 - Pawale, R.G., Lokhande,M.V., 2012, Studies on physicochemical parameters of Dhanora Reservoir in Nanded district, Maharastra (India). Water Research and Development, 2(3): 76- 78.
44 - Pereira, V.J., Basîlio, M.C., Fernandes, D., Domingues, M., Paiva, J.M., Benoliel, M.J., Crespo, M.T. and San Romão, M.V., 2009. Occurrence of filamentous fungi and yeasts in three different drinking water sources. Water Research, 43: 3813-3819.
45 - Pietkainen, J., Pettersson, M., Baath, E., 2005. Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates. FEMS Microbial Ecology, 52 (1): 49-58.
46 - Pitt, J.I., Hocking, A.D., 1999, Fungi and Food Spoilage, 2nd edn. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.
47 - Schußler, A., Schwarzott, D., Walker, C., 2001, A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycology Resarch. 105: 1413-1421.
48 - Sharma, K., Parveen, S., Ecological study of fungi isolated from the surface water of Dudhawa Dam Dhamtari, Chhattisgarh, India, 2011, Journal of Phytology,3(4): 06-08
49 - Shokri, H. Khosravi,A.R., Nikaein, D., 2011, Acomparative study of digestive tract mycoflora of broilers with layers, International Journal of Veterinary Research, 5(1) 1-4
50 - Smirnov, N.N ., 1964, On the quantity of allochthonous pollen and spores received by the Rybinsk Reservoir. Hydrobiologia. 24:421–429
51 - US EPA, 2002. Health risks from microbial growth and biofilms in drinking water distribution systems. Office of Ground Water and Drinking Water. Distribution System White Paper.
52 - Van Diepeningen, A.D., Debets, A.J.M. and Hoekstra, R.F., 2006. Dynamics of dsRNA mycoviruses in black Aspergillus populations. Fungal Genetics and Biology, 43 (6): 446-452.
53 - Wurzbacher, C.M., Bärlocher, F., Grossart, H.P., 2010, Fungi in lake ecosystems, Aquatic Microbial Ecology. 59: 125–149
54 - Yamaguchi, M.U., Pontelllo Rampazzo, R.C., Yamada-Ogatta, S.F., Nakamura, C.V., Ueda-Nakamura, T. and Dias Filho, B.P., 2007. Yeasts and filamentous fungi in bottled mineral water and tap water from municipal supplies. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50 (1): 1-9.
55 - Yli-Pirila, T., Kusnetsov, J., Haatainen, S., Hanninen, M., Jalava, P., Reiman, M., Seuri, M., Hirvonen, M.-J. and Nevalainen, A., 2004. Amoebae and other protozoa in material samples from moisture-damaged buildings. Environmental Research, 96 (3): 250-256.
56 - Zar, J.H., 1994, Biostatistical Analysis, 4th edn. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 662 pp.

## Abstract:

The present study is carried out to investigate the fungal species present in water of Shahid Rajaeii damlake in Sari, (Mazandaran province). Samples were taken from five stations including, Station 1: Input of Shirinrud river, station 2: Input of Sefidrud river, Station 3: The confluence of the two branches, Station 4: dam crest and stations 5: Output dam from June to February 2012. Every sample was diluted by sterile saline (10-1 and 10-2) and 0.5 mL from each dilution was cultured on SD and incubated at 27-30°C for 3-5 days. Finally, the number of colonies wasrecorded as (colony forming unit = CFU) per 100 mL. Identification of fungal agents were conducted by slide culture preparation and stained in lacto-phenol blue. The results showed that in August and February were significantly highest and lowest rates of fungal colonies were isolated from water in different stations respectively. Moreover, the number of fungal colonies in the crown and the output was significantly higher than other stations. The frequency of identified fungi were: Aspergillus species (31.4%), various types of yeast (mainly Candida) (24.2%), Penicillium sp. (19.3%), Cladosporium sp.(10.3%), Mucor sp. (5.4%), Fusarium sp. (2.9%), sterile hype (2.8%), Alternaria sp. (2.3%) and Paecilomyces sp. (1.4%).

**Ministry of Jihad – e – Agriculture**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**Iranian Fisheries Science Research Institute – Caspian Sea Ecology Research Center**

---

**Project title: Quantitative Evaluation and Identification of Fungi in Shahid Rajaeii Dam Lake , Mazandara Province (Sari)**
**Approved Number: 14-76-12-9254-92004**
**Author: Maryam Ghiasi**
**Project researcher: Maryam Ghiasi**
**Collaborator(s) : Pourgholam R., Nasrollahzadeh saravi H., Makhloogh A., Yaghoubzadeh Z., Binaii, M., Behrouzi S., Moghim M., Solaymanrodi,A., Ramzani H., Ghanei Tehrani M., Zorreh Zahra J, M.R. Mehrabi, F. Nasiri**
**Advisor(s): -**
**Supervisor: -**
**Location of execution: Mazadaran Province**
**Date of Beginning : 2013**
**Period of execution : 1 Year & 6 Months**
***Publisher: Iranian Fisheries Science Research Institute***
***Date of publishing : 2017***

**All Right Reserved. No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**Iranian Fisheries Science Research Institute -Caspian Sea Ecology Research Center**

**Project Title:**

# Quantitative Evaluation and Identification of Fungi in Shahid Rajaeii Dam Lake , Mazandara Province (Sari)

**Project Researcher:**

***Maryam Ghiasi***

**Register NO.**
***52230***