Archive of SID

مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال هشتم، شماره اول، پیاپی بیست و نهم، تابستان ۱۳۹۸ (۳۸-۲۹)

بررسی وضعیت آلودگی رودخانه کشف‌رود با رویکرد انگل‌های تک‌یاخته

فرحناز مولوی[1*]، حامد دهقان[2]، امیر جعفر علیزاده[3]، سید مصطفی حسینی فاطمی[4]

۱. استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی، مشهد، ایران
۲. کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی، مشهد، ایران
۳. کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی، مشهد، ایران
۴. کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۲)

چکیده

رودخانه کشف‌رود بزرگ‌ترین رودخانه شمال شرق کشور بوده و در طول مسیر آن، هشت کال از سطح شهرستان مشهد گذشته و به این رودخانه وارد می‌شوند فاضلاب‌های مناطق رجایی، گلشهر، مهرآباد، التیمور، سیمان شهر، خواجه ربیع و اسماعیل‌آباد توسط این کال‌ها وارد رودخانه می‌شود. اطمینان از سلامت آب این رودخانه در بهداشت عمومی منطقه و سلامت مواد غذایی بسیار حائز اهمیت است. به همین دلیل تحقیق جامع و گسترده زیر در راستای برآورد آلودگی انگلی این رودخانه انجام شد. به این منظور از بهمن ۱۳۹۲ تا بهار سال ۱۳۹۵ و در طی یازده نوبت از ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری صورت گرفت، این ایستگاه‌ها طوری انتخاب شده‌اند که سرشاخه ورودی رودخانه، ورودی کال‌ها و محدوده‌های قبل و بعد از تصفیه‌خانه‌ها پوشش داده شود. آنالیز انگلی جهت شناسایی کیست و تخم انگل‌ها مطابق روش جدید بیلنجر با لام شمارش مک مستر (با حجم حفره‌ای ۰/۳ میلی‌متر) انجام گرفت. نتایج نشان داد که میانگین کل انگل‌ها در طول تحقیق ۰/۰۹ ± ۰/۷۵ عدد در هر صد لیتر می‌باشد، نمونه‌ها بعد از عکس‌برداری توسط کلیدهای رایج شناسایی شدند. نتایج نشان داد که فراوان‌ترین انگل‌ها: *Giardia lamblia*، *Trichomonas vaginali*، *Criptosporidium* sp.، Entamoeba histolytica بوده و نمونه‌های *Balantidium coli*، *Dieantomeba fragilis*، *Endolimax nana*، *Normarsk* sp.، *Iodamoeba butschlii* و *Chilomastix mesnili* با نرخ فراوانی کمتر مشاهده شده‌اند. به‌طورکلی محدوده تصفیه‌خانه اولنگ دارای بیش‌ترین نرخ آلودگی در منطقه می‌باشد. آلوده‌ترین ماه‌های سال مربوط به ماه‌های فروردین، اردیبهشت و شهریورماه بوده و کمترین آلودگی در ماه‌های مرداد، مهر و آبان گزارش شده است. به‌طور کلی کاربری تصفیه‌خانه‌ها برای حجم آبی این رودخانه کافی نیست و خصوصاً در ماه‌هایی که شهر مشهد پذیرای حضور فراوان زائران است آلودگی این آب بسیار زیاد شده و تهدیدی جدی برای سلامت عمومی شهر به‌شمار می‌رود و لذا لزوم بهبود وضعیت آب و کیفیت عملکرد تصفیه‌خانه‌ها به‌شدت احساس می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ایران، پروتوزوئر، خراسان رضوی، کشف‌رود.

* نویسنده مسئول: Email: Fm_yazdan@yahoo.com

Study of pollution in the Kashafrood river by the approach of protozoan parasites

Farahnaz Molavi[1*], Hamed Dehgan[2], Amir-Jafar Alizadeh[3], Seed-Mostafa Hossieni-Fatemi[4]

1. Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Science, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. M. A., Department of Biology, Faculty of Science, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. M. A., Department of Biology, Faculty of Science, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran
4. M. A., Department of Biology, Faculty of Science, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: Apr. 08, 2017 - Accepted: Oct. 04, 2018)

Abstract

Kashafrood River is the largest river in the North East of the country that originates from the mountains of Hezarmasjed and Binalud. Kashfrood River is 290 km in length, eight Cal from the city of Mashhad past and come to the river. The eight-Cal are: Cal Cyas, Parkandabad Cal, Cal cis-Abad, Cal Altymvr, Cal Knvgrd, Cal Iqbal, Cal Torog and Cal Mohammadabad that wastewater Rajai areas, Golshahr, Mehrabad, Altymvr, Cumanshahr, Khwaja Rabi and Ismail Abad com in Kashafrood. In order to purify the water, four water treatment Olang, Arab Khin, Altymvr and Torog are employed along the way. Around of this river is 1,700 hectares of agricultural land. Therefore, ensure the health of the river in the area of public health and food safety is very important. During eleven times this year and took samples from 12 stations, these stations have been chosen so that the branches of the rivers, Cal input and ranges before and after the treatment is covered. The results showed that the most abundant parasites: Giardia lamblia, Trichomonas vaginali, Criptosporidium sp, Entamoeba histolytica and Balantidium coli, Dieantomeba fragilis, Endolimax nana, Normarsk sp, Iodamoeba butschlii and Chylvmastks mesnili with less frequency rates have been observed.

Keywords: Iran, Kashafrud, Khorasan Razavi, Protozoa.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

طول رودخانه کشف‌رود ۲۹۰ کیلومتر است که از کوه‌های هزارمسجد و بینالود سرچشمه می‌گیرد. حوزه کشف‌رود با وسعت ۱۶۵۰۰ کیلومترمربع (۳۰ درصد و ۷۰ درصد دشت مناطق کوهستانی و یا پای کوهی) درمختصات جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۰۳ دقیقه عرض جغرافیایی گستردگی داشته و از شمال به ارتفاعات هزار مسجد و از جنوب به ارتفاعات بینالود محدود می‌شود. بارندگی کم و تبخیر و پتانسیل بالای تعرق از ویژگی‌های این منطقه محسوب میشود.این رودخانه از کوه‌های هزارمسجد و بخشی از کوه‌های بینالود سرچشمه می‌گیرد و از حاشیه شمالی مشهد می‌گذرد. این رودخانه، در محل پل خاتون سرخس، به رودخانه هریرود می‌پیوندد و از آنجا به بعد، رودخانه تجن نام گرفته و به سمت ترکمنستان ادامه می‌یابد و در ریگزارهای ترکمنستان فرو می‌رود. کشف‌رود در چندین سال اخیر محل ورود فاضلاب‌های شهری (در مقیاس وسیع) و فاضلاب‌های صنعتی (به مقدار ناچیز) بوده است. آلودگی آب که به معنای ورود مواد شیمیایی و میکروبی به دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، اقیانوس‌ها و آب‌های زیرزمینی است، همواره مهم‌ترین مبحث روز دنیا بوده است. در واقع این آلودگی با تأثیر مستقیم بر روی فون و فلور منطقه، یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب اکوسیستم‌ها محسوب می‌گردد. آلودگی آب یک مشکل بزرگ جهانی است که به ارزیابی مداوم و تجدیدنظر در سیاست منابع آبی در همه سطوح احتیاج دارد (از آب‌های بین‌المللی تا آب‌های درون‌مرزی و چاه‌ها). همواره اشاره شده است که آلودگی آب مهم‌ترین علت مرگ‌ومیر در سراسر جهان است (Pink & Daniel, 2006; West & Larry, 2006). منابع آلودگی آب‌های سطحی براساس منشأ آنها به دو گروه دسته‌بندی می‌شوند. منابع محلی (نقطه‌ای) و منابع بی‌هدف. منابع نقطه‌ای آلودگی آب به آلودگی‌هایی گفته می‌شود که از طریق آبراهه‌ای از یک منبع مجزا و متمایز مانند کال وارد آب شوند. مانند تخلیه فاضلاب کارخانه یا فاضلاب شهری (Hogan, 2010). منابع بی‌هدف، یک منبع مشخص ندارند مانند مازاد حاصل از فعالیت‌های کشاورزی و نیز موادی که پس از بارندگی یا به‌وسیله جریان آب رودخانه‌ها حمل می‌شوند. راه‌های متعددی برای پاک‌کردن آلودگی آب‌ها در سطح جهان استفاده می‌شود. مانند تصفیه فاضلاب‌های خانگی توسط گیاهان پاک‌کننده فاضلاب متمرکز که در ایالات متحده، بسیاری از این گیاهان توسط سازمان‌های دولت محلی، غالباً به‌عنوان راهکارهای عمومی تحت عنوان (POTW) در زمینه تصفیه فاضلاب خانگی ارائه می‌شوند. همچنین یک طراحی خوب و سیستم برنامه‌ریزی‌شده (به‌عنوان مثال، تصفیه ثانویه و یا بهتر از آن) می‌تواند ۹۰ درصد و یا بیش‌تر از این، آلاینده‌ها را پاکسازی نماید. در شهرهایی (مانند شهر مشهد) که سرریزهای فاضلاب‌های بهداشتی یا سرریزهای فاضلاب‌های ترکیبی دارند، باید یک یا چند تمهید مهندسی به‌کار برده شود تا ترشحات مضر فاضلاب کاهش یابد، از جمله: به‌کارگیری یک رویکرد زیربنایی سبز جهت بهبود ظرفیت مدیریت آب‌های خروشان در کل سیستم، و کاهش سربارهای روغنی تصفیه‌خانه‌ها، تعمیر و جایگزین‌کردن تجهیزات مستعمل و معیوب (EPA, 1992). موضوع آبیاری مزارع سبزی و صیفی‌جات با آب فاضلاب و آلودگی محصولات کشاورزی که سهم زیادی در سبد غذایی روزانه مردم دارند، معضلی است که از سال‌های گذشته تاکنون، چالش‌های زیادی با خود به‌همراه داشته و در این بین، شاهد برخوردهای مقطعی با این مشکل بوده ایم. این در حالی است که خوردن سبزی و صیفی‌جات آلوده، علاوه بر این‌که بیماری‌های خطرناکی را به‌دنبال دارد، باعث می‌شود تا به‌خاطر نگرانی از مصرف این قبیل محصولات کشاورزی، سهم صیفی‌جات از سبد غذایی مردم کاهش یابد و همین مسئله می‌تواند سلامت مردم را به خطر بیندازد. سبزی و میوه‌ای که با

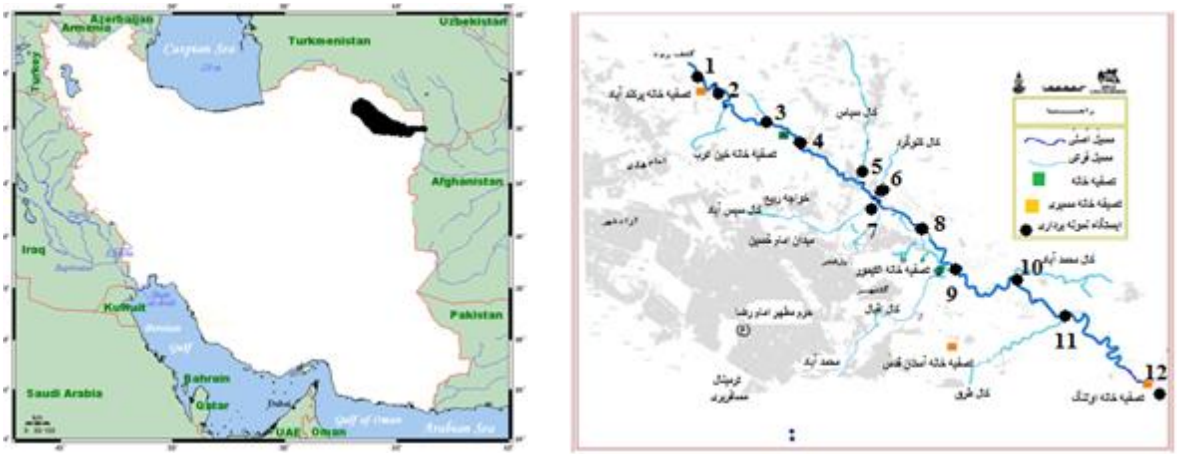
www.SID.ir

Archive of SID

فاضلاب آبیاری می‌شود ممکن است حاوی انگل و میکروب‌های روده‌ای باشد. در شهرستان مشهد رودخانه کشف‌رود یکی از مهم‌ترین منابع آبیاری مزارع گسترده کشاورزی در این منطقه است که متاسفانه توسط ورودی‌های فاضلاب دچار آلودگی می‌شود اگرچه تصفیه‌خانه‌هایی در مسیر قرار گرفته‌اند ولی نگرانی از آب آلوده این رودخانه همواره در شهر مشهد موجود بوده است. در این تحقیق مطالعه گسترده‌ای در محدوده این رودخانه صورت گرفته است و هدف ارائه شفافیت آلودگی در خصوص این رودخانه است تا ارگان‌های دخیل با راهکردی مؤثر در جهت سالم‌سازی آب این رودخانه قدم بردارند.

مواد و روش‌ها

محدوده بررسی میزان آلودگی سراسر کشف‌رود بوده است. تعیین ۱۲ ایستگاه به‌نحوی بوده است که سرشاخه رودخانه، ورودی کال‌ها و محدوده‌های قبل و بعد از تصفیه‌خانه‌ها پوشش داده شود (شکل ۱ و جدول ۱).



شکل ۱. موقعیت حوزه آبخیز کشف‌رود، منطقه مورد مطالعه و موقعیت نقاط نمونه‌برداری

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های منتخب در حوزه آبخیز کشف‌رود

کد ایستگاه	نام ایستگاه	ارتفاع (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	پرکند آباد	۹۴۹	۵۸ ۲۰	۳۶ ۰۳
۲	تصفیه‌خانه پرکند آباد	۹۵۷	۵۸ ۲۲	۳۵ ۵۷
۳	خین عرب	۹۷۰	۵۸ ۲۲	۳۵ ۵۶
۴	تصفیه‌خانه خین عرب	۹۷۳	۵۸ ۳۳	۳۵ ۵۶
۵	کال سیاس	۸۵۹	۵۸ ۳۴	۳۵ ۵۵
۶	کال کنوگرد	۸۷۰	۵۸ ۴۸	۳۵ ۵۲
۷	کال سیس اباد	۷۸۴	۵۸ ۵۷	۳۵ ۵۰
۸	التیمور	۶۲۰	۵۸ ۵۹	۳۵ ۴۸
۹	کال اقبال	۷۱۷	۵۹ ۳۱	۳۵ ۴۶
۱۰	کال محمد آباد	۷۹۷	۵۹ ۵۴	۳۵ ۴۵
۱۱	کال طرق	۷۲۵	۵۹ ۵۹	۳۵ ۴۲
۱۲	تصفیه‌خانه اولنگ اسیدی	۸۴۰	۶۰ ۰۸	۳۵ ۴۰

www.SID.ir

Archive of SID

روش مطالعه، توصیفی– مقطعی است. نمونه‌برداری از بهمن ۱۳۹۲ تا بهار سال ۱۳۹۵ صورت گرفت. نمونه‌برداری در ۱۱ مرحله و در ۱۲ ایستگاه بر اساس روش‌های استاندارد جهانی (U.S. Environmental Protection Agency, 2005) صورت گرفت. روزهای نمونه‌برداری در طول هفته به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. زمان مطالعه و محدوده نمونه‌برداری به‌گونه‌ای طراحی شد که نتایج به‌دست‌آمده قابلیت تعمیم به جامعه آماری مورد مطالعه را داشته باشد. مطابق استانداردها (Molleda *et al.*, 2003) نمونه‌ها در ظروفی از جنس شیشه کهربایی رنگ و به حجم یک لیتر که قبلاً به این منظور شسته شده و آماده شده بودند قرار گرفتند. نمونه‌برداری از جریان اصلی رودخانه، در بیش‌ترین فاصله ممکن از ساحل و در دو عمق ۵ سانتی از سطح آب و از ۲۵ سانتی‌متری از سطح صورت گرفت نمونه‌گیری طوری بوده است که جریان طبیعی آب مختل نشود و تلاطم ایجاد نشود. از هر زهکش در محل تخلیه آن به رودخانه و از قسمت میانی آن که جریان آب سریع‌تر بود نمونه‌گیری انجام شد. درب ظرف‌ها تنها در مدت نمونه‌برداری باز بوده و ظرف‌ها کاملاً با آب پر شده‌اند تا هوایی داخل آن نماند که آسیبی به نمونه‌ها وارد نشود. نمونه‌ها بلافاصله بعد از جمع‌آوری به موزه جانورشناسی دانشگاه آزاد مشهد انتقال داده شدند. نمونه‌ها بعد از ۲ الی ۵ ساعت، ته‌نشین شده و سپس ۹۰ درصد آب رویی را با سیفون خارج گردیده است و رسوب باقی‌مانده در g ۱۰۰۰ و ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. این عمل یک بار دیگر تکرار شد. رسوب انتهایی را در پنج حجم سولفات روی ۳۳ درصد (وزن مخصوص ۱/۱۸) اضافه نموده و این محلول کاملاً با همزن مخلوط شده است. حجم این محلول، حجم محصول نهایی در نظر گرفته شده است. این محلول در سه نوبت به لام دارای حجم ۰/۳ میلی‌لیتر منتقل گردید و سپس ۵ الی ۱۰ دقیقه به آن فرصت سکون داده می‌شود سپس لام‌ها با میکروسکوپ (Nicon, 1948) و بزرگنمایی ۴۰ و ۱۰۰ شناسایی شدند. سپس از هر ظرف حدود ۲۵ لام تهیه گردید. نمونه‌ها با Glutaraldehyde (غلظت ۲۵٪ مارک مرک آلمان) تثبیت و با تولوئیدین بلو (w/v 47 در بافر cacodylate، ۰/۲ مولار) رنگ‌آمیزی شدند. جهت بررسی هسته‌ها از محلول متیلن بلوی اسیدی و درشت‌نمایی ۴۰۰ استفاده شده است. طول و عرض تک‌یاختگان با استفاده از عدسی مدرج صورت گرفته است. جهت عکس‌برداری از دوربین دیجیتال (100x zoom digital CCD camera) استفاده شد. اکثریت شناسایی تک‌یاختگان با توجه به شکل و موقعیت قرار گرفتن هسته صورت گرفت (Dehority, 2003; Gutierrez & Lichtenberg, 1996; Weizhen & Andrew, 2003; Papaiacovou, 2001; Bitton, 1999) در نهایت تمامی داده‌ها در نرم‌افزار SPSSv.16 آنالیز گردید. آنالیز انگلی جهت شناسایی کیست و تخم انگل‌ها مطابق روش جدید بیلنجر با لام شمارش مک مستر (با حجم حفره‌ای ۰/۳ میلی‌متر) و در سه مرحله انجام گرفت (Molleda *et al.*, 2003; Rachel & Ayres, 1996). سپس میانگین به‌دست‌آمده از سه مرحله فوق وارد فرمول N=AX/PV شده و تعداد کیست‌ها محاسبه گردید (N تعداد کیست در یک لیتر نمونه، A میانگین تعداد کیست‌های شمارش‌شده در سه لام، X حجم محصول نهایی برحسب میلی‌لیتر، P حجم ۰/۳ میلی‌لیتر لام مک مستر، V حجم نمونه اولیه بر حسب لیتر).

نتایج

شناسایی نمونه‌ها

نمونه‌های شناسایی شده در این پژوهش عبارتند از:

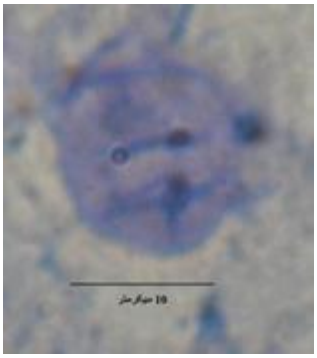
کیست *Giardia lamblia* (*G. intestinalis*)

ژیاردیا لامبلیا (*G. lamblia*) یک تک‌یاخته تاژکدار است که تروفوزوئیت پهن و گلابی شکل آن بین ۹/۵ تا ۲۰ میکرون طول و ۵ تا ۱۵ میکرون عرض دارد. دارای دو هسته و چهار زوج تاژک است. اندازه کیست

www.SID.ir

Archive of SID

آن، بین ۱۴-۸ میکرون طول، ۸-۶ میکرون عرض گزارش شده است کیست‌ها هم به‌صورت دو هسته‌ای و هم به‌صورت چهار هسته‌ای مشاهده گردید. کاریوزوم مرکزی مشخص است. کیست جسم پارابازال دارد و بقایای تاژک و اکسواستیل در آن دیده می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲. تصویر کیست *Giardia lamblia* با بزرگنمایی x ۴۰

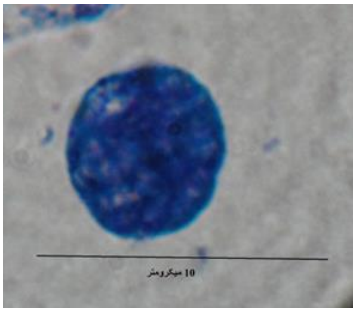
تریکوموناس واژینالیس *Trichomonas vaginali*

انگلی گلابی یا بیضی شکل با اندازه بین ۱۲ تا ۲۴ میکرونی است که یک هسته بزرگ در بخش قدامی دارد و کاریوزوم آن بزرگ و پراکنده بوده و اکسوستیل مشخص است. کیست ندارد و نسبت به ژیاردیا با سیتوپلاسم پر از گرانول شناسایی می‌شود. این انگل فقط در ورودی‌های فاضلاب قابل رؤیت بوده است. (شکل ۳).

شکل ۳. تصویر *Trichomonas vaginali* با بزرگنمایی ۴۰x

اووسیست کریپتوسپوریدیوم *Criptosporidium* sp.

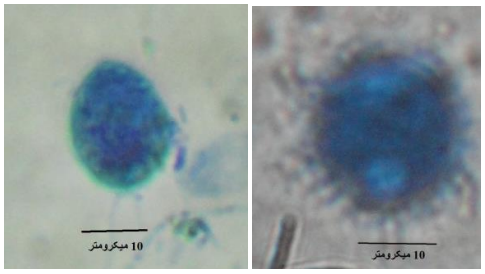
این تک‌یاختگان در سیر تکاملی خود دارای یک فرم فعال یا تروفوزوئیت و یک فرم مقاوم و عفونی‌زا یا اووسیت (که با مدفوع دفع می‌شود) می‌باشند. اووسیت‌ها بیضوی شکل، بسیار کوچک، در حدود ۷-۴ میکرون بوده و هسته در آنها مشخص نیست و اندازه کوچک آنها مهم‌ترین راه تشخیصی آنها است و هیچ حرکتی در آنها مشاهده نگردید (شکل ۴).



شکل ۴. تصویراووسیت *Criptosporidium* sp. با بزرگنمایی ۴۰x

بالانتیدیوم کلی *Balantidium coli*

انگلی بیضوی و بزرگ (۱۰ تا ۱۳۰ میکرون) واکوئل‌های انقباضی معمولاً مشخص هستند حفره دهانی مثلثی شکل است. مژه‌های فراوانی در اطراف دارند. کیست آنها گاهی دارای مژه است شکل کیست کروی یا بیضوی است و اندازه نسبتاً بزرگی دارد (۱۰ تا ۸۰ میکرون) و واکوئل‌های فراوان پر از گلیکوژن دارند (شکل ۵).



شکل ۵. تصویر *Balantidium coli* با بزرگنمایی ۴۰x

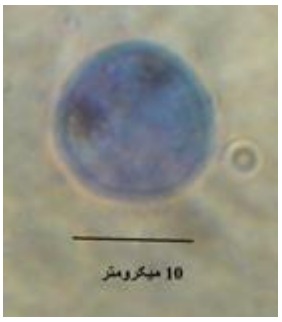
دی آنتامبا فراژیلیس *Dientamoeba fragilis*

انگلی تصادفی حدود ۵ تا ۲۰ میکرونی که شباهت زیادی به تریکوموناس دارد. پاهای کاذب جانور نمایی ستاره‌ای به آن می‌دهد. دو هسته دارند و کیست

www.SID.ir

Archive of SID

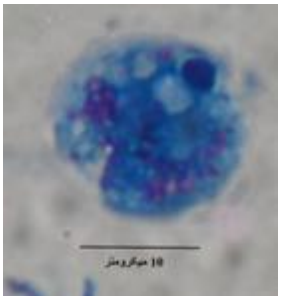
تشکیل نمی‌دهند. کاریوزوم هسته در وسط و شکسته شده است (شکل۶).



شکل ۶. تصویر *Dientamoeba fragilis* با بزرگنمایی ۴۰x

انتا مبا هیستولتیکا *Entamoeba histolytica*

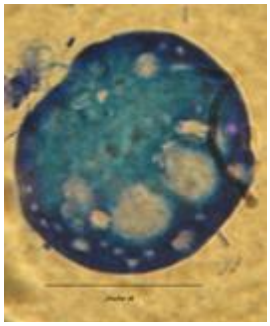
انگل در حالت ترفوزوئیتی ۱۰ تا ۷۰ میکرون اندازه دارد و پاهای کاذب در صورت موجود دراز و شبه انگشتی است هسته حبابی شکل است. هسته خیلی واضح نیست و کیست آنها یک تا چهار هسته دارد. انتقال توسط کیست‌های چهار هسته‌ای انجام می‌شود و فرم بیماری‌زا برای انسان همین کیست چهار هسته‌ای است که به آن کیست رسیده نیز می‌گویند کیست‌ها به حرارت و اسید مقاومند (شکل ۷).



شکل ۷. تصویر *Entamoeba histolytica* با بزرگنمایی ۴۰ x

انتامبا کلی *Entamoeba coli*

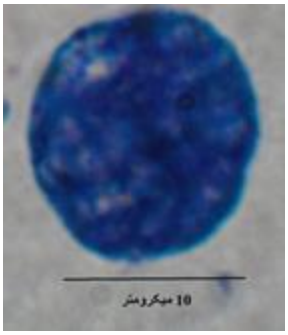
ترفوزوئیت‌ها شکل ثابتی ندارند. واکوئل‌های فراوانی در سیتوپلاسم دیده می‌شود. کاریوزوم مرکزی است. پاهای کاذب برجسته است. کیست این انگل بین دو تا هشت هسته دارد (حالت هشت هسته‌ای پایدارتر است) و معمولاً بخشی شفاف در اطراف آن وجود دارد و کاریوزوم کناری است (شکل ۸).



شکل ۸. تصویر *Entamoeba coli* با بزرگنمایی ۴۰ x

کیلوماستیکس مسنیلی *Chilomastix mesnili*

انگلی در روده بزرگ که اغلب با ژیاردیا اشتباه گرفته می‌شود. با یک هسته در قطب قدامی و کاریوزوم کوچک مرکزی دارند دهان سلولی کشیده است و ۶ تا ۱۸ میکرون اندازه دارند. کیست آنها ۸ تا ۱۲ میکرون است تاژک تحلیل رفته دارند هسته در بخش قدامی کیست قرار دارد و کاریوزوم کوچک و مرکزی است (شکل ۹).



شکل ۹. تصویر *Chilomastix mesnili* با بزرگنمایی ۴۰ x

یدامبا بوچلی *Iodamoeba butschlii*

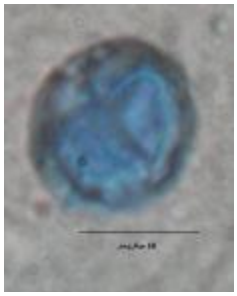
شکل تروفوزوئیت ثابت نیست جسم گلیکوژنی بزرگی دارد و پاهای کاذب پهن و انگشتی هستند. این انگل یک هسته با کاریوزوم مرکزی است و اندازه آن بیت ۵۱ تا ۲۵ میکرون است. کیست آن جسم گلیکوژنی مشخصی دارد و یک یا دو هسته در آن دیده می‌شود. کیست‌ها اغلب بیضوی و دارای واکوئل گلیکوژنی بزرگ که اغلب با ید رنگ می‌گیرد و در قطب مخالف هسته دیده می‌شود. اندازه ۶ تا ۱۵ میکرون گزارش شده است (شکل ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

اندولیماکس نانا *Endolimax nana*

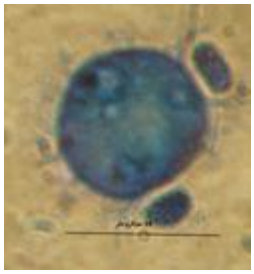
آمیبی پر از واکوئل با یک هسته و کاریوزوم بزرگ است بین ۵ تا ۱۰ میکرون اندازه دارد و کیست آن یک تا چهار هسته دارد واکوئل‌هایش کوچک‌تر و کمتر از تروفوزوئیت هستند و شکل کیست هم نامنظم است (شکل ۱۱).



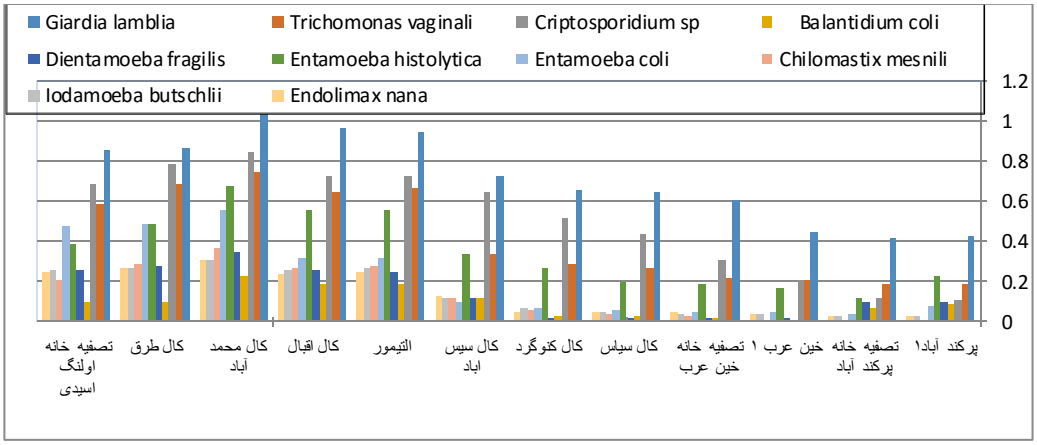
شکل ۱۰. تصویر *Iodamoeba butschlii* با بزرگنمایی x ۴۰

آنالیز های آماری

نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین آلودگی در ورودی‌های کال محمدآباد، التیمور و کال اقبال می‌باشد (شکل ۱۲). بیش‌ترین تعداد انگل متعلق به‌ترتیب به نمونه‌های *Giardia lamblia*، *Trichomonas vaginalis* و *Criptosporidium* sp. گزارش شده است (شکل ۱۳).

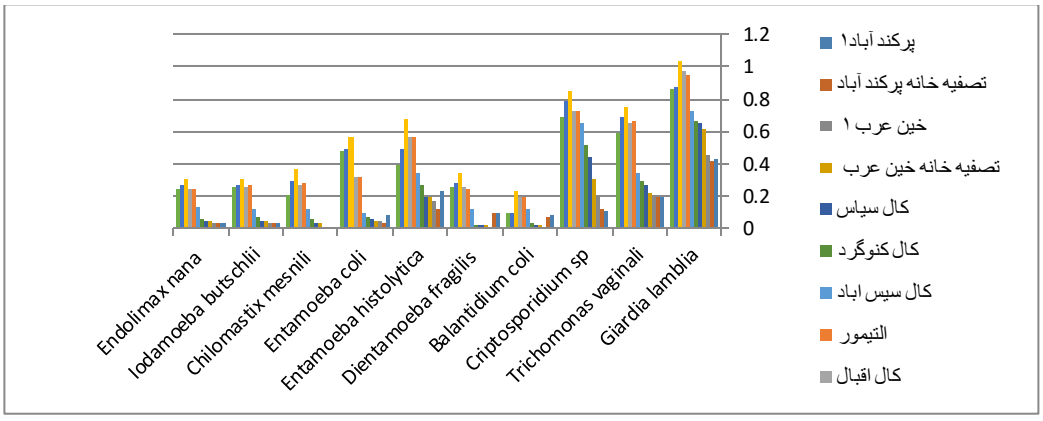


شکل ۱۱. تصویر *Endolimax nana* با بزرگنمایی x ۴۰



شکل ۱۲. نتایج فراوانی انگل‌ها در ایستگاه‌های مورد نمونه‌برداری

(محور افقی مربوط به ایستگاه‌های نمونه‌برداری و محور عمودی فراوانی نسبی تک‌یاختگان را نمایش می‌دهد.)



شکل ۱۳. میانگین فراوانی تعداد انگل‌های مختلف در محل‌های نمونه‌برداری

(محور افقی مربوط به نمونه‌های انگل و محور عمودی مربوط به میانگین نسبی تعداد نمونه‌های انگل است).

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طور کلی نمونه ژیاردیا لامبلیا با داشتن میانگین ۰/۷۲ در تمامی ماه‌ها و تمامی ایستگاه‌ها بیش‌ترین تعداد آلودگی را به‌خود اختصاص داده است. بعد از آن نمونه‌های کریپتوسپوریدیوم و تریکوموناس واژینالیس رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۲).

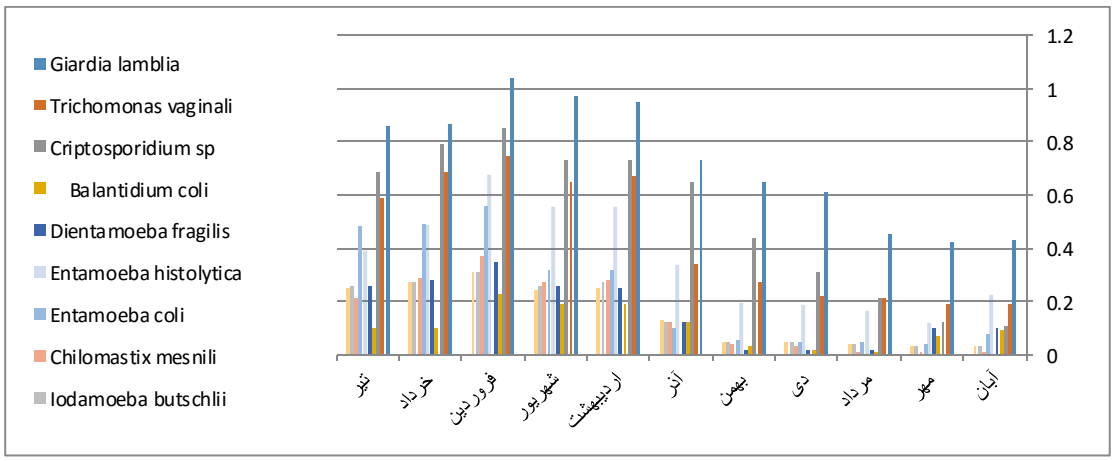
از نظر ماه‌های مختلف سال بیش‌ترین آلودگی به ماه‌های فروردین، شهریور و اردیبهشت تعلق دارد کمترین آلودگی متعلق به ماه‌های آبان، مهر و مرداد است (شکل ۱۴).

بحث و نتیجه‌گیری

منظور از آلودگی زیستی وجود موجودات زنده آلوده‌ساز در آب است. این جانداران بیش‌تر ذره‌بینی هستند. فاضلاب‌های خانگی به‌علت آلودگی به مدفوع انسانی که حاوی انواع باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌هاست، سبب اصلی آلودگی زیستی منابع آب می‌شود. میانگین مجاز کیست اغلب انگل‌ها ۰/۰۱ در ۱۰۰ لیتر است. (Jimenez 2005) و این در حالتی است که در طول سال میانگین آلودگی انگل‌ها در کشف‌رود ۰/۹۰ الی ۰/۷۵ است و در تمام طول سال آلودگی کشف‌رود بیش از حد مجاز است. استفاده مجدد از فاضلاب خانگی به‌عنوان مصارف کشاورزی خصوصاً در مناطق کم‌آب رایج است (Tchobanoglus & Burton, 2003; Donald & Rowe, 1995). ولی آن‌چه اهمیت دارد مناسب‌بودن کیفیت پساب استفاده شده خصوصاً از نظر میکروبی و منطبق‌بودن آن با استانداردهای جهانی است (Jimenez, 2005; Iranian Environmental Protection Organization, 2003) و اگر مباحث آلودگی میکروبی رعایت نگردد خطر فراوانی از این آب آلوده محیط را تحریم می‌کند خصوصاً اگر از این آب در کشت صیفی‌جات و سبزیجات استفاده شود (Palese, 2009; Crites & Tchobanoglus, 1998).

جدول ۲. توصیف وضعیت انگل‌های شناسایی‌شده

نام گونه	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس
Giardia lamblia	12	0.42	1.04	0.7200	0.21901	0.048
Criptosporidium sp.	12	0.11	0.85	0.5125	0.26796	0.072
Trichomonas vaginali	12	0.19	0.75	0.4217	0.22599	0.051
Entamoeba histolytica	12	0.12	0.68	0.3500	0.18405	0.034
Entamoeba coli	12	0.04	0.56	0.2180	0.20217	0.041
Dientamoeba fragilis	12	0.02	0.35	0.1493	0.12312	0.015
Iodamoeba butschlii	12	0.03	0.31	0.1462	0.11574	0.013



شکل ۱۴. فراوانی میانگین آلودگی به تفکیک ماه‌های مختلف یک سال

(محور افقی مربوط به ماه‌های سال و محور عمودی نمایانگر فراوانی گونه‌های انگلی می‌باشد).

www.SID.ir

Archive of SID

معمولاً اگر تعداد ۱۰ کیست توسط انسان بلعیده شود ممکن است تولید عفونت کند. به‌طور متداول ژیاردیا یکی از معمول‌ترین عوامل بیماری‌زای شناخته شده مسئول در بیماری‌های ناشی از آب است (Jimenez, 2005). ژیاردیا لامبلیا که ژیاردیا دئودنالیس یا ژیاردیا اینتستینالیس نیز خوانده می‌شود، جزو شایع‌ترین انگل‌های روده‌ای است (Lubello, 2004)، و در آب کشف‌رود بالاترین فراوانی را به‌خود اختصاص داده است. همچنین کریپتوسپوریدیوم انسانی اولین بار در سال ۱۹۷۶ گزارش شد. بعدها توجه علم پزشکی نسبت به این ارگانیسم افزایش یافت. چون بروز این عفونت در بیماران دچار سندرم نقص ایمنی مانند افراد سرطانی، بیمارانی که جراحی کرده‌اند و مردمی که با ضعف HIV/AIDS که به سیستم ایمنی متولد شده‌اند بسیار خطرناک است. (Rowe & Magid, 1995; Katz et al., 1998) در چنین افرادی ریسک مبتلاشدن به کریپتوسپوریدیوزیس صرف‌نظر از زمان‌هایی که شیوع همگانی اتفاق می‌افتد، بسیار بالاست (EPA, 1992) امروزه در هر پنج قاره جهان گزارش‌هایی در مورد عفونت‌های کریپتوسپوریدیوم در دسترس است. (Jimenez, 2005) انتاموبا هیستولیتیکا نسبت به باکتری‌های رودهای و ویروس‌ها مقاومت بیش‌تری به کلر دارد. اما فیلتراسیون معمولی این تک‌یاخته را حذف می‌کند. در نتیجه پس از تصفیه‌های متداول آب، احتمال انتقال این عامل بیماری‌زا بسیار کم می‌باشد (Carr, 2005) و حضور این انگل در کشف‌رود نشان می‌دهد که ظرفیت و توان تصفیه‌خانه‌ها برای حذف آلودگی این انگل کافی نیست که باید این مسئله از نظر فنی بررسی گردد. همچنین تفاوت معنی‌دار بین ماه‌های فروردین، اردیبهشت و شهریور با سایر ماه‌ها نشان می‌دهد که حضور زائران در این ماه‌ها تأثیر بسیار بالایی در آلودگی این رود خانه داشته و باید تمهیداتی در این خصوص در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری

در این پژوهش مساعدت سرکار خانم دکتر خدیجه‌نژاد شاهرخ‌آبادی مدیریت محترم گروه زیست‌شناسی دانشگاه آزاد مشهد، جناب آقای دکتر پژمان خورشید ریاست محترم دانشکده علوم، آقای مصطفی عطائی دهیار محترم روستای گیزی و آقای علیرضا کریتی ثانی دهیار محترم روستای فریزی قابل تقدیر فراوان است این پژوهش با مساعدت فراوان اداره آب و فاضلاب شهرستان مشهد و تمامی دهیاری‌های منطقه و خصوصاً دهیاری پرکندآباد اجرا گردیده است و لازم است از آنها کمال تشکر را داشته باشیم. همچنین از همکاری و مساعدت آقای محمد شاکر، آقای رامین آریان‌پور، آقای مهرداد آل‌شهیدی و حراست محترم دانشکده علوم دانشگاه آزاد مشهد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Bitton, G.; (1999). Wastewater Microbiology. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Carr, R.; (2005). WHO guideline for safe wastewater use–more than just numbers. Irrigation and Drainage, 54: S103-S111.

Crites, R., Tchobanoglus, G.; (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. New York: McGraw-Hill Inc,456-78.

Dehority, B. A.; (2004). Rumen Microbiology. Nottingham University Press. London, UK. Pickerring LK. Giardiasis and Balantidiasis. In: Behraman RE, Kligman RE, Jenson H: Nelson Text Book of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia, Saunders, 1036-8.

Donald, R., Rowe, I.; (1995). Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse. Boca Raton:CRCPress, 345-76.

EPA.; (1992). Guidelines for Water

www.SID.ir

Archive of SID

Reuse. USA: U.S.Environmental Protection Agency.

Gutierrez, Y., von Lichtenberg, F.; (1996). Protozoal disease. In Damjanov I, Ginder J. Anderson's Pathology. St Louis, Mosby, 985-1012.

Iranian Environmental Protection Organization:Environmental Criteria and Standards. Tehran: Dairesabz Publication; 2003 (in Persian).

Jimenez, B.; (2005). Treatment technology and standards for agricultural wastewater reuse; A case study in Mexico city. Irrigation and Drainage, 54: S23-S33.

Katz, S.L., Gershon, A.A., Hotez, P.J.; (1998). Krugman's Infectious Disease of Children. 10 th ed. St Louis Mosby, Pp317-8.

Lubello, C.; (2004). Municipal-treated wastewater ruse for plant nurseries irrigation. Water Research, 38:2939-47.

Michael-Hogan, C.; (2010). «Water pollution.». Encyclopedia of Earth. Topic ed. Mark McGinley; ed. in chief C. Cleveland. National Council on Science and the Environment, Washington, DC, 234-231.

Molleda, P., Blanco, I., Ansola, G., Luis, D.E.; (2003). Removal of wastewater pathogen indicators in a constructed wetland in Leon, Spain. Ecological Engineering, 33: 252-57.

Palese, A.M.; (2009). Irrigation of olive groves in Southern Italy with treated municipal wastewater: Effect on microbiological quality of soil and fruits. Agriculture, Ecosystems and Environment, 129: 43-51.

Papaiacovou, I.; (2001). Case study-wastewater reuse in Limassol as an alternative water source. Desalination, 138: 55-59.

Pink-Daniel, H.; (2006). «Investing in Tomorrow's Liquid Gold». Yahoo. http://finance.yahoo.com/columnist/article/trenddesk/3748.

Rachel, M., Ayres- Mara, D. D.; (1996). Analysis of Wastewater for Use in Agriculture-A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. Geneva.

Rowe, D., Magid, A.; (1995). HandbookofWastewaterReclamation and Reuse. New York: Lewis Publishers.

Tchobanoglus, G., Burton, F. L.; (2003). Wastewater Engineering.4th ed, New York: McGraw Hill.

U.S. Environmental Protection Agency.; (1996). Water sampling techniques. www.umich.edu/~chems tu/ assignments/ Scholarship/ water%20sampling.pdf.

Weizhen, L. U., Andrew, A. Y.; (2003). A Preliminary study on potential of developing shower/aundry wastewater eclamation and reuse system. Chemosphere,52:1451-59.

West, L.; (2006). «World Water Day: A Billion People Worldwide Lack Safe DrinkingWater».About.http://environment.about.com/od/environmentalevents/a/waterdayqa.htm, 123-136.

www.SID.ir