

Isolation and molecular identification of free-living amoeba from hot springs in the city of Mahallat located in the Central Province

Alireza latifi, Maryam Niyyati*, Ali Gajari, Zohreh Lasjerdi

Department of Parasitology and mycology, school of medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences

(Received:2019/03/02

Accept: 2019/07/02)

Abstract

Background: Free-living amoebae (FLA) include many genera such as *Acanthamoeba* spp., *Naegleria* spp., *Balamuthia mandrillaris*, and *sapinia* spp. These opportunistic FLA could be the causal agent of various diseases including Keratitis, Encephalitis and Cutaneous ulcers. These amoebae could be present in water sources. The aim of the present study is to isolate FLA from Hot springs samples collected from various districts in hot springs of Mahallat located in the Central Province by employing morphological and molecular method. This study was conducted for the first time in summer of 2016.

Methods: In this study, 87 samples were collected from 5 hot springs, 24 pools, and small pools. Three samples with 500 ml volume were taken in sterile bottles and transferred to the parasitology laboratory of Shahid Beheshti University of Medical Sciences. Based on culture and morphological and molecular criteria, hot springs contamination to free-living amoebae was examined And presented with descriptive statistics.

Results: Out of 77 collected samples, 33 (43%) samples were contaminated to free-living amoebae. The most prevalent amoebae out of 33 positive samples were *Vermamoeba vermiformis* 18 (54%), *Acanthamoeba* isolates belonging to T4 12 (36%) and *Naegleria australiensis* 3 (10%).

Conclusion: The results indicated the presence of potentially pathogenic Free-living amoeba in Hot springs of Mahallat located in the Central Province. Improved filtration and posting alarm signs are necessary to improve the situation and awareness of endemic people, tourists, and travelers.

Keywords: Free living, Hot springs, *Acanthamoeba* spp., *Vermamoeba vermiformis*, *Naegleria australiensis*, Mahallat, Central province

* Corresponding: Maryam Niyyati
Email:maryamniyyati@yahoo.com

ایزولاسیون و شناسایی ملکولی آمیب های آزادزی در چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی در تابستان سال ۱۳۹۵

علیرضا لطیفی، مریم نیتی*، علی قجری، زهره لاسجردی

گروه انگل شناسی و قارچ شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱

چکیده:

سابقه و هدف: آمیب های آزادزی شامل جنس های گوناگونی می باشند که در میان آن ها جنس های آکانتامبا، نگلریا، بالاموتیا و ساینپا در شمار آمیب های پاتوژن برای انسان ها به شمار می روند. این آمیب های آزادزی به صورت فرصت طلبانه ای می توانند موجب بیماری های مختلف از جمله کراتیت، انسفالیت و زخم های پوستی شوند. آمیب های ذکر شده در مطالعات مختلفی در منابع آبی مشاهده شده است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی فراوانی آمیب های آزادزی در چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی در تابستان سال ۱۳۹۵ با استفاده از روش های مورفولوژی و مولکولی می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه که به صورت مقطعی انجام پذیرفت، ۸۷ نمونه آب از ۵ چشمه آب گرم، ۲۴ استخر و حوضچه کوچک در بطری های استریل با حجم ۵۰۰ میلی لیتر جمع آوری و به آزمایشگاه انگل شناسی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی منتقل گردید. سپس براساس ویژگی های مورفولوژی و مولکولی، آلودگی چشمه ها، حوضچه ها و استخرهای آب گرم به آمیب های آزادزی مورد بررسی قرار گرفت. و با آماره های توصیفی ارائه گردید.

یافته ها: از ۵ چشمه آب گرم، ۲۴ استخر و حوضچه کوچک ۳ نمونه از محل های مختلف جمع آوری گردید و مشاهده شد که هر ۳ نمونه دارای ایزوله های یکسانی از آمیب های آزادزی می باشند. از ۸۷ نمونه جمع آوری شده ۳۳ نمونه (۴۳٪) به آمیب های آزادزی آلوده بودند. بیشترین آمیب های جدا شده از ۳۳ نمونه آلوده به آمیب های آزادزی، آمیب های ورم آمبا ورمی فورمیس با فراوانی (۵۴٪)، آکانتامبا با ژنوتایپ T4 (۳۶٪) و نگلریا استرالیسیس (۱۰٪) بودند.

نتیجه گیری: در این مطالعه مشاهده شد که چشمه های آب گرم محلات واقع در استان مرکزی به آمیب های پاتوژن بالقوه ای از جمله ورم آمبا ورمی فورمیس، آکانتامبا و نگلریا استرالیسیس آلوده می باشند. آلودگی چشمه های آب گرم به آمیب های آزادزی می تواند به عنوان تهدیدی جدی برای مصرف کنندگان این چشمه ها به شمار رود. به همین جهت فیلتر کردن آب ها قبل از استعمال و استفاده و نصب علائم هشدار دهنده در کنار این حوضچه ها و استخر ها امری ضروری به شمار می رود.

واژگان کلیدی: آمیب های آزادزی، چشمه های آب گرم، آکانتامبا، ورم آمبا ورمی فورمیس، نگلریا استرالیسیس، محلات، استان مرکزی

مقدمه:

فرصت طلب به شمار می روند و با بیماری زایی در انسان در ارتباط می باشند (۱). بالاموتیا مندریالاریس نیز می تواند موجب بیماری انسفالیت گرانولوماتوز مغزی مخصوصا در کودکان با سیستم ایمنی سالم گردد. نگلریا فاولری نیز موجب بروز بیماری حاد و کشنده مننگو انسفالیت آمیبی اولیه در افراد با سیستم ایمنی کارآمد به ویژه کودکان و نوجوانان می شود (۳-۱). چشمه های آب گرم به دلیل داشتن درصد بالایی از مواد معدنی حل شده و همچنین دمای بالا به منظور آب درمانی

آمیب های آزادزی دارای انواعی گوناگون، با پراکندگی وسیع بوده و در برگیرنده خانواده های مختلف از جمله، "والکامفیده"، "هارتمنلیده"، "ونلیده"، "آکانتاموپیده" و "تکاموپیده" می باشند. اما چهار جنس آن ها شامل، ژنوتایپ هایی از آمیب آکانتامبا و جنس بالاموتیا مندریالاریس از خانواده آکانتاموپیده، نگلریا فاولری از خانواده والکامفیده و "ساینپا پداتا" از خانواده تکاموپیده به عنوان پاتوژن های

نویسنده مسئول: مریم نیتی

پست الکترونیک: maryamniyati@yahoo.com

۴۵ درصد شرکت واتمن آلمان و با استفاده از دستگاه پمپ خلا فیلتر شد. سپس فیلتر ها در محیط کشت باکتر آگار ۱/۵ درصد که از پودر باکتر آگار شرکت دیفکو تهیه گردیده بود قرار داده شدند. همچنین برای رشد بهتر آمیب ها مقداری از سوسپانسیون باکتری اشرشیا کلای به محیط کشت اضافه گردید. پلیت ها در دمای آزمایشگاه قرار داده شدند. دو روز بعد از کشت نمونه ها با میکروسکپ نوری بر اساس ویژگی های مورفولوژی بررسی و همچنین در ادامه نمونه ها به مدت دو ماه هر روز مورد بررسی قرار گرفتند (۲۰). (تصویر شماره ۱۰۲). پلیت هایی که از نظر حضور آمیب های آزادزی مثبت بودند وارد مراحل کلونینگ و خالص سازی و برای انجام آزمایشات و بررسی های مولکولی آماده سازی شدند.

استخراج DNA، تجزیه و تحلیل PCR و توالی یابی:

روش فل کلروفرم اصلاح شده برای استخراج DNA از کیست ها و تروفوزوئیت ها در نمونه های مثبت مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از جفت پرایمر های JDP1,2 برای شناسایی آمیب آکانتامبا، منطقه DF3 از ژن 18S rRNA تکثیر گردید. توالی پرایمرهای JDP1,2 به شرح زیر بود (۲۱):

JDP1 5'-GGCCCAGATCGTTTACCGTGAA-3'

JDP2 5'-TCTCACAAGCTGCTAGGGAGTCA-3'

جفت پرایمر های دیگری که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت پرایمرهای NA1,2 برای شناسایی آمیب ورم آمبا ورمی فورمیس بود که از پرایمرهای مطالعه چانگ و کنگ اصلاح شده و یک قطعه از ژن 18S rRNA ورم آمبا ورمی فورمیس (هارتملا) را تکثیر می کند و توالی آن ها به شرح زیر بود (۲۲):

NA1: 5'-GCT CCA ATA GCG TAT ATT AA-3'

NA2 5'-AGA AAG AGC TAT CAA TCT GT-3'

و همچنین پرایمر ITS1,2 برای شناسایی آمیب های خانواده والکامفیده که توالی آن ها به شرح زیر می باشد (۲۳).

Forward ITS1 5'- GAACCTGCGTAGGGATCATTT - 3'

Reverse ITS2 5'- TTTCTTTTCTCCCTTATTA- 3'

در این مطالعه، از کیت Ampliqone 2X (Taq DNA Polymerase Master mix از کیت RED, Denmark) و حجم ۳۰ میکرولیتری جهت واکنش PCR استفاده گردید. به طور خلاصه، ۲۵ میکرولیتر از Ampliqone 2X با ۵ نانوگرم از سوسپانسیون DNA، ۰/۱ میکرومول از جفت پرایمرهای مورد نظر و آب مقطر مخلوط گردید. در این مطالعه به دلیل یکسان بودن ایزوله های شناسایی شده از هر نمونه جمع آوری شده یک عدد و در مجموع ۱۱ نمونه برای تعیین توالی نوکلئوتیدها به شرکت تکاپو زیست ارسال گردید. تعیین توالی نوکلئوتیدی نمونه ها توسط شرکت بایونیر BIONEER کره جنوبی صورت گرفت. در مرحله بعد توالی نوکلئوتیدی تمامی نمونه های مثبت با استفاده از برنامه کروماتس ویرایش شدند و در برنامه Blast سایت Pubmed مورد آنالیز قرار داده شدند. جنس و گونه ایزوله ها با استفاده از ژن های ویرایش شده بر اساس بالاترین هومولوژی با ژن های موجود در بانک اطلاعات ژن، تعیین گردیدند.

یافته ها:

از ۵ چشمه آب گرم، ۲۴ استخر و حوضچه کوچک ۳ نمونه از محل های مختلف جمع آوری گردید و مشاهده شد که هر ۳ نمونه دارای ایزوله های یکسانی از آمیب های آزادزی می باشند. از ۸۷ نمونه جمع آوری شده ۳۳ نمونه به آمیب های آزادزی آلوده بودند. بیشترین آمیب های جدا شده به ترتیب شامل ورم آمبا ورمی فورمیس با فراوانی (۵۴٪)، آکانتامبا با ژنوتایپ T4 (۳۶٪) و انگلیا استرالیسیس (۱۰٪) بودند (نمودار شماره ۱) (جدول شماره ۱). هومولوژی ژن های ایزوله های این مطالعه با ژن های موجود در بانک جهانی ژن (۹۵-۱۰۰ درصد) بود. لازم به ذکر است که میانگین دما و pH چشمه های آب گرم، استخر ها و حوضچه های آب گرم به ترتیب ۳۹ درجه سانتیگراد و ۷ ثبت گردید. این آب ها به عنوان آب های هیپوترم طبقه بندی می شوند.

نمودار شماره ۱: فراوانی آمیب های آزادزی جدا شده از چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی

جدول شماره ۱: تعداد و درصد آمیب های جدا شده از چشمه های آب گرم محلات

(هیدروتراپی) مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از چشمه های آب گرم در بهبودی بعضی از بیماری ها، عملکرد بهتر سیستم قلبی و عروقی، آرامش ذهنی و کاهش استرس تاثیر مطلوبی دارد (۴). در بررسی که بر روی بیماران مبتلا به دردهای مزمن در ستون فقرات کمری، مفصل ران و زانو و نیز آرتروز انجام گرفت، پس از سه هفته آب درمانی در چشمه های آب گرم نتایج مطلوبی از بهبودی این بیماران گزارش گردید (۵). چشمه های آب گرم ممکن است آلودگی میکروبی به ویروس ها، باکتری ها، انگل ها و قارچ ها که اکثر آنها تحمل دمای بالا را دارند و به عبارتی ترموتولرانت هستند را داشته باشند (۶). از انگل های موجود در این چشمه ها می توان از "آمیب های آزادزی" همچون "نگلیا فاولری" به عنوان یک آمیب آزادزی بیماری زای ترموتولرانت که باعث بیماری کشنده "منگو انسفالیت اولیه" در افراد با ایمنی کار آمد نیز می شود نام برد. این آمیب آزادزی به عنوان خطرناک ترین میکروارگانیسم درون این چشمه ها به شمار می رود (۷). از دیگر آمیب های ترموتولرانت می توان به آمیب فرصت طلب "آکانتامبا" اشاره نمود که موجب کراتیت های آمیبی در افراد با سیستم ایمنی کار آمد و بیماری های پوستی و "انسفالیت گرانولوماتوز آمیبی" در افراد دارای نقص سیستم ایمنی می گردد (۸،۹). تک یاخته های "ژیاردیا" و "کریپتوسپوریدیوم" نیز به عنوان انگل های تک یاخته ای روده ای در این چشمه ها گزارش شده است (۱۰). لازم به یادآوری است که بعضی از میکروارگانیسم ها توسط افراد آلوده وارد آب شده و به افراد دیگر منتقل می شود (۱۱). به همین منظور فیلتراسیون و ضد عفونی و پاک سازی این چشمه ها امری مهم به شمار می رود. در خصوص آلودگی چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی به آمیب های آزادزی تا کنون اطلاعات دقیقی در دسترس نمی باشد به همین منظور و با توجه به افزایش کراتیت آمیبی در ایران و مطالعاتی که توسط حاجی علی لو و همکاران در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت، ژنوتایپ های T4، T9، T11 آکانتامبا از بیماران مبتلا به کراتیت آکانتامبایی جداسازی و مورد شناسایی قرار گرفت و همچنین در مطالعه لنزهای تماسی بیماران، از ۶۲ لنز مورد بررسی ۱۰ لنز به آکانتامبا و یک لنز به دو آمیب ورم آمبا و آکانتامبا به صورت همزمان آلوده بودند (۱۲،۱۳). در مطالعه مقصود و همکاران از میان ۱۳ ایزوله بالینی مبتلا به کراتیت آکانتامبایی، ۸ نمونه متعلق به ژنوتایپ T4، ۲ نمونه متعلق به ژنوتایپ T3 و ۳ نمونه متعلق به ژنوتایپ T2 بودند (۱۴). گزارشی از ابتلای یک فرد به آمیب نگلیا فاولری توسط موحدی و همکاران نیز به ثبت رسیده است (۱۵) لازم به یادآوری است که در شرح حال بیماران مبتلا به آمیب های آزادزی سابقه تماس با منابع آبی آلوده خصوصا چشمه ها و استخرهای آب گرم موجود می باشد (۱۹-۱۲)، به همین منظور، تعیین فراوانی آمیب های آزادزی چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی با استفاده از روش های مورفولوژی و مولکولی در تابستان ۱۳۹۵ برای اولین بار مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها:

این تحقیق با روش مطالعه مقطعی (cross-sectional) در تابستان ۱۳۹۵ انجام گرفت. متغیر های مورد بررسی در این مطالعه آمیب های آزادزی شامل تروفوزوئیت و کیست های آمیب های آکانتامبا و والکامفیده بودند که با روش های مورفولوژی و مولکولی و توالی یابی مورد شناسایی قرار گرفتند. در ابتدا محل چشمه های آب گرم استان بر اساس اطلاعات به دست آمده از سازمان گردشگری و آب و فاضلاب استان مرکزی تعیین گردید. شهرستان محلات دارای ۵ چشمه آب گرم، ۲۴ استخر و حوضچه کوچک می باشد (نقشه شماره ۱).

جمع آوری نمونه ها:

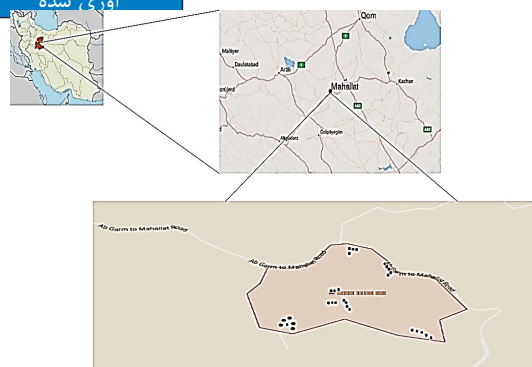
از ۵ چشمه آب گرم، ۲۴ استخر و حوضچه کوچک با نظر مشاوره آماری و با در نظر گرفتن شیوع ۵۰٪ و ضریب خطای ۱۲٪ برآورد گردید که ۳ نمونه از محل های مختلف مورد مطالعه قرار گیرد. سپس نمونه ها در بطری های استریل با حجم ۵۰۰ میلی لیتر جمع آوری و در همان روز به آزمایشگاه انگل شناسی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی منتقل شد. دمای چشمه ها از طریق دماسنج و میزان اسیدیته و قلیایی بودن هر چشمه توسط pH متر تعیین شد.

کشت و بررسی مورفولوژی نمونه ها:

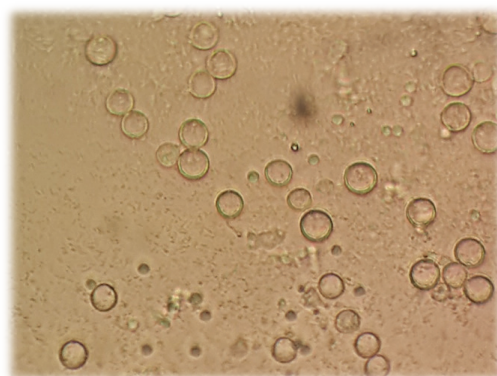
از هر نمونه جمع آوری شده، میزان ۲۵۰ سی سی با استفاده از فیلتر نیترو سلولزی

در این مطالعه پس از بررسی های انجام شده بیشترین آمیب های جدا شده به ترتیب شامل ورم آمبا ورمی فورمیس، آکانتامبا با ژنوتایپ T4 و نگلریا استرالیسیس بودند. این آمیب های آزادی پاتوژن و فرصت طلب، مسبب بیماری های نوپدید در انسان و حیوانات هستند. در مطالعات سال های اخیر در ایران آمیب آزادی پاتوژن آکانتامبا از بیماران مبتلا به کراتیت جداسازی و مورد شناسایی قرار گرفت (۱۹، ۱۴-۱۲). همچنین یک بیمار مبتلا به مننگو انسفالیت ناشی از نگلریا فاولری نیز توسط موحدی و همکاران مورد تایید و گزارش و به ثبت رسید (۱۵). در مطالعات دیگر آمیب پاتوژن ورم آمبا در بویو فیلم های بیمارستانی گزارش گردید (۲۲). این بیماری ها، اگر چه نادر هستند اما می توانند به عفونت های وخیم و کشنده در افراد دارای ایمنی سالم و خصوصا افراد مبتلا به نقص ایمنی منتهی گردند. در خصوص آلودگی چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی به آمیب های آزادی تا کنون اطلاعات دقیقی در دسترس نمی باشد. به همین منظور بررسی چشمه های آب گرم این منطقه از نظر آلودگی به آمیب های آزادی پاتوژن امری ضروری به شمار می رفت. همچنین با توجه به افزایش استفاده از چشمه های آب گرم برای درمان زخم ها و ضایعات و ناراحتی های پوستی و توجه به این موضوع که بیماران مبتلا به آمیب های آزادی دارای سابقه تماس با منابع آبی آلوده خصوصا چشمه ها و استخرهای آب گرم می باشند ضرورت انجام این مطالعه را تاکید نمود (۲۳-۷۴). آمیب آزادی پاتوژن آکانتامبا (ژنوتایپ T4) در قالب پاتوژن های فرصت طلب، عامل بیماری مزمن یا تحت حاد انسفالیت گرانولومایی آمیبی در بیماران ایدی و گیرندگان پیوند بوده، همچنین این آمیب ها می توانند موجب بروز اختلالاتی چون درگیری ریه ها، عفونت سینوس ها و درماتیت پوستی در این افراد گردند (۱۶). در ایران در زمینه آمیب های آزادی در خصوص جنس آکانتامبا مطالعات متعددی صورت گرفته است. از مطالعات انجام شده میتوان به جداسازی ژنوتایپ های آکانتامبا از چشمه های آب گرم سرعین و ایلام و نیز آب های آشامیدنی کیش و آب های تفریحی و محیطی تهران، اصفهان و اهواز و سایر شهرهای ایران اشاره نمود (۲۷، ۲۶، ۲۳، ۸). همچنین لازم به ذکر است که در سال های اخیر استفاده از چشمه های آب گرم به منظور درمان بیماری های مفصلی، آرتريت، سیاتیک و ترمیم صدمات و جراحات ورزشی افزایش یافته است و همچنین در بین مردم باور این موضوع که این آب ها دارای قدرت درمانی می باشند، شکل گرفته است (۶-۴). در خصوص آمیب نگلریا تا کنون ۴۷ گونه مختلف از این آمیب توصیف شده است که در میان آن ها جنس نگلریا فاولری هم برای انسان ها و هم برای حیوانات عامل پاتوژن کشنده ای به شمار می رود. پاتوژنسته نگلریا استرالیسیس که در این بررسی مورد شناسایی قرار گرفت و نگلریا ایتالیکا بر روی حیوانات آزمایشگاهی به تایید رسیده است. در خصوص سایر گونه های غیر پاتوژن اطلاعات کمی در دسترس می باشد (۲۹، ۲۸). در همین راستا در سال های اخیر گزارش ها از مرگ افراد که به بیماری مننگو انسفالیت آمیبی اولیه ناشی از نگلریا فاولری مبتلا شده اند و در شرح حال آن ها شنا و یا فعالیت های آبی در آب های تفریحی، برکه ها، استخرها و چشمه های آب گرم به ثبت رسیده است، افزایش یافته است (۳۱، ۳۰). همچنین شناسایی سایر آمیب های آزادی پاتوژن، همچون بالاموتیا مندریالریس و بیماری های مرتبط با آن ها و نیز حضور این آمیب های آزادی در منابع محیطی در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است (۳۳، ۳۲). در مطالعه Sandi و همکاران در سال ۲۰۱۴، فوت یک پسر ۱۱ ساله اهل فلوریدا که دچار مننگو انسفالیت آمیبی ناشی از نگلریا فاولری گردیده بود را گزارش نمودند. در شرح حال این بیمار، یک هفته قبل از فوت، سابقه شنا در آب های گرم کاستاریکا ثبت شده بود. (۷). همچنین در مطالعه دیگر، این امر مورد تایید قرار گرفت که گونه نگلریا پاگتی، نگلریا استرالیسیس و نگلریا لوانسیس می توانند با باکتری پاتوژن لژیونلا پنوموفیلا زندگی همزیست داشته باشند (۳۴). Fabres و همکاران در سال ۲۰۱۶ در طی مطالعه و بررسی برای جدا سازی آکانتامبا از ۷۲ استخر و وان های آب گرم از شهرستان پورتو الگره در جنوب برزیل پس از آزمایش های میکروسکوپی و مولوکولی توزیع ژنوتیپ در گروه T3 (12%) و T4 (25%) و T15 (50%) را نشان دادند (۳۵). Thammaratana و همکاران در سال ۲۰۱۶ در بررسی ۶۳ نمونه جمع آوری شده از آب های طبیعی از ۱۱ استان در شمال شرق تایلند پس

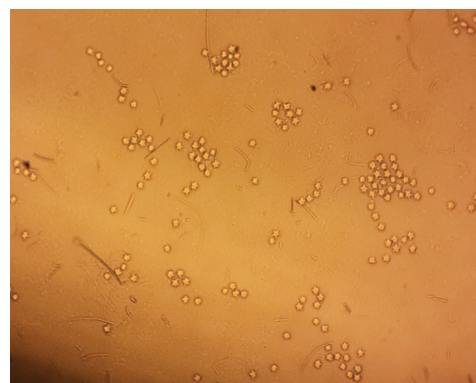
ورم آمبا ورمی فورمیس	آکانتامبا (T4)	نگلریا استرالیسیس	نام آمیب
18 (54%)	12 (36%)	3 (10%)	تعداد
33			تعداد نمونه های مثبت
87			تعداد نمونه های جمع آوری شده



نقشه شماره ۱: محل چشمه ها، حوضچه ها و استخرهای آب گرم محلات در استان مرکزی



شکل ۱: کیست های والکامفیده ایزوله شده از چشمه ها، حوضچه ها و استخرهای آب گرم محلات در استان مرکزی با بزرگنمایی 40X



شکل ۲: کیست های آکانتامبا ایزوله شده از چشمه ها، حوضچه ها و استخرهای آب گرم محلات در استان مرکزی با بزرگنمایی 10X

بحث:

و شناسایی شده است (۳۹). مطالعه حاضر که به منظور شناسایی آمیب های آزادی در چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی انجام گردید بیانگر حضور آمیب های آزادی بالقوه پاتوژن همچون آکانتامبا و نگلریا استرالیسیس و ورم آمبا ورمی فورمیس در چشمه های آب گرم محلات در استان مرکزی می باشد. در مطالعات آینده باید در خصوص آب آشامیدنی این منطقه و همچنین بررسی آلودگی آب این چشمه ها در فصول مختلف مطالعات و بررسی های گسترده تری انجام داد که به دلیل کمبود بودجه در این پژوهش بررسی های ذکر شده انجام نپذیرفت.

نتیجه گیری: با توجه به آلودگی چشمه های آب گرم این استان به آمیب های آزادی پاتوژن، ایجاد و بهبود فیلتراسیون توسط تجهیزات و مواد ضد عفونی کننده امری ضروری به شمار می رود. همچنین آگاه سازی افراد بومی و ساکن در این مناطق و نیز توریست ها و گردشگرانی که از این چشمه ها استفاده می نمایند، با خطرات ناشی از این آمیب های آزادی، امری لازم می باشد. نصب علائم هشدار دهنده و استفاده از تجهیزات مناسب قبل از شنا و استفاده از این چشمه ها، از دیگر مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

منابع:

- Visvesvara GS, Moura H, Schuster FL; Pathogenic and opportunistic free-living amoebae: *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri*, and *Sappinia diploidea*. FEMS Immunol Med Microbiol. 2007; 50(1): 1-26.
- Visvesvara GS; Infections with free-living amebae. Handb Clin Neurol. 2013; 1(14):153-68.
- Qvarnstrom Y, da Silva AJ, Schuster FL, Gelman BB, Visvesvara GS. Molecular confirmation of *Sappinia pedata* as a causative agent of amoebic encephalitis. J Infect Dis. 2009; 199(8): 1139-42.
- Jonathan B. Hot water and healthy living. 1th ed. Colorado: Southwestern state of America. National pool swimming pool fondation press; 2008.
- Nguyen M, Revel M, Dougados M. Prolonged effects of 3 week therapy in a spa resort on lumbar spine, knee and hip osteoarthritis: follow-up after 6 months. A randomized controlled trial Br J Rheumatol. 1997; 36(1):77-81.
- Broadbent C, Guidance on water quality for heated spas. 1th ed. Printed by Open Book Publishers; 1996.
- Abrahams-Sandí E, Retana-Moreira L, Castro-Castillo A, Reyes-Battle M, Lorenzo-Morales J. Fatal meningoencephalitis in child and isolation of *Naegleria fowleri* from hot springs in Costa Rica. Emerg Infect Dis. 2015; 21(2): 382-4.
- Solgi RI, Niyayati M, Haghighi A, Taghipour N, Tabaei SJ, Eftekhari M, Nazemalhosseini Mojarad E. Thermotolerant *Acanthamoeba* spp. isolated from therapeutic hot springs in Northwestern Iran. J Water Health. 2012; 10(4): 650-656.
- Crossland NA, Ali I, Higbie C, Jackson J, Pirie G, Bauer R. Neurologic amebiasis caused by *Balamuthia mandrillaris* in an Indian flying fox (*Pteropus giganteus*). J Vet Diagn Invest. 2016; 28(1): 54-8.
- Levy DA, Bens MS, Craun GF, Calderon RL, Herwaldt BL. Surveillance for waterborne-disease outbreaks--United States, 1995-1996. MMWR CDC Surveill Summ. 1998; 47(5):1-34.
- Hsu BM, Chen CH, Wan MT. Prevalence of enteroviruses in hot spring recreation areas of Taiwan. FEMS Immunol Med Microbiol. 2008; 52(2): 253-9.
- Hajjalilo E, Niyayati M, Solaymani M, Rezaeian M. Pathogenic Free-Living Amoebae Isolated From Contact Lenses of Keratitis Patients. Iran J Parasitol. 2015 Oct-Dec;10(4):541-6.
- Hajjalilo E, Behnia M, Tarighi F, Niyayati M, Rezaeian M. Isolation and genotyping of *Acanthamoeba* strains (T4, T9, and T11) from amoebic keratitis patients in Iran. Parasitol Res. 2016 Aug;115(8):3147-51.
- Maghsood AH, Sissons J, Rezaian M, Nolder D, Warhurst D, Khan NA. *Acanthamoeba* genotype T4 from the UK and Iran and isolation of the T2 genotype from clinical isolates. J Med Microbiol. 2005 Aug;54(Pt 8):755-9.
- Zahra Movahedi, Mohammad Reza Shokrollahi, Mohammad Aghaali, Hosein Heydari. Primary Amoebic Meningoencephalitis in an Iranian Infant. Case Rep Med. 2012;2012:782854.
- khan NA, *Acanthamoeba*: biology and increasing importance in human health. FEMS Microbiol Rev. 2006;30(4):564-95.
- Niyayati M, et al, Genotyping of *Acanthamoeba* isolates from clinical and environmental specimens in Iran. Exp Parasitol. 2009;121(3):242-5
- Cabral FM, Cabral G. *Acanthamoeba* spp. as Agents of Disease in Humans. Clin Microbiol Rev. 2003; 307-273
- Current Status of *Acanthamoeba* in Iran: A Narrative Review Article. Iran J Parasitol. Niyayati M, Rezaeian M. 2015; 10(2):157-63.
- Page FC. A New Key to Freshwater and Soil Gymnoamoebae. Freshwater Biological Association Ambleside; 1988
- Niyayati M, et al. Isolation of *Balamuthia mandrillaris* from urban dust, free of known infectious involvement. Parasitology Research 2009; 106: 279-281.

22. Lasjerdi Z, Niyyati M, Haghighi A, Shahabi S, Biderouni FT, Taghipour N, Eftekhari M, Nazemalhosseini Mojarad E. Potentially pathogenic free-living amoebae isolated from hospital wards with immunodeficient patients in Tehran, Iran. *Parasitol Res.* 2011 Sep;109(3):575-80.
23. Latifi AR, Niyyati M, Lorenzo-Morales J, Haghighi A, Tabaei SJ, Lasjerdi Z, Azargashb E. Occurrence of *Naegleria* species in therapeutic geothermal water sources, Northern Iran. *Acta Parasitol.* 2017 Mar 1;62(1):104-109.
24. Booton G, Kelly D, Chu Y-W, et al., editors. 18S ribosomal DNA typing and tracking of *Acanthamoeba* species isolates from corneal scrape specimens, contact lenses, lens cases, and home water supplies of *Acanthamoeba* keratitis patients in Hong Kong. *J Clin Microbiol.* 2002;40(5):1621-5.
25. Schroeder JM, Booton GC, Hay J, et al. Use of subgenic 18S ribosomal DNA PCR and sequencing for genus and genotype identification of *Acanthamoeba* from humans with keratitis and from sewage sludge. *J Clin Microbiol.* 2001;39(5):1903-11.
26. Shokri A, Sarvi S, Daryani A, Sharif M. Isolation and Genotyping of *Acanthamoeba* spp. as Neglected Parasites in North of Iran. *Korean J Parasitol.* 2016; 54(4): 447-53.
27. Mohammadi Manesh R, Niyyati M, Yousefi HA, Eskandarian AA. Isolation of *Acanthamoeba* spp. from different water sources in Isfahan, central Iran, 2014. *J Parasit Dis.* 2016; 40(4): 1483-1486.
28. De Jonckheere JF. What do we know by now about the genus *Naegleria*? *Exp Parasitol.* 2014 Nov;145 Suppl:S2-9.
29. Latifi A, Niyyati M, Seyed tabaei SJ, Tahvil dari biderouni F, Haghighi A, Lasjerdi Z. An Experimental Model of Primary Amoebic Meningoence phalitis Due to *Naegleria australiensis* in Iran. *IJPA.* 13(3):369-72.
30. Capewell LG, Harris AM, Yoder JS, Cope JR, Eddy BA, Roy SL. Diagnosis, Clinical Course, and Treatment of Primary Amoebic Meningoencephalitis in the United States, 1937-2013. *J Pediatric Infect Dis Soc.* 2015; 4(4): 68-75.
31. Sood A, Chauhan S, Chandel L, Jaryal SC. Prompt diagnosis and extraordinary survival from *Naegleria fowleri* meningitis: a rare case report. *Indian J Med Microbiol.* 2014; 32(2): 193-6.
32. Baquero RA, Reyes-Batlle M, Nicola GG, Martin-Navarro CM, Lopez-Arencibia A, Guillermo Esteban J. Presence of potentially pathogenic free-living amoebae strains from well water samples in Guinea-Bissau. *Pathog Glob Health.* 2014; 108(4): 206-211.
33. Schuster FL, Dunnebacke TH, Booton GC, Yagi S, Kohlmeier CK, Glaser C. Environmental isolation of *Balamuthia mandrillaris* associated with a case of amebic encephalitis. *J Clin Microbiol.* 2003; 41(7): 3175-80.
34. Huang SW, Hsu BM. Survey of *Naegleria* and its resisting bacteria-*Legionella* in hot spring water of Taiwan using molecular method. *Parasitol Res.* 2010; 106(6): 1395-13402.
35. Fabres LF, Rosa Dos Santos SP, Benitez LB, Rott MB. Isolation and identification of *Acanthamoeba* spp. from thermal swimming pools and spas in Southern Brazil. *Acta Parasitol.* 2016 Jun 1;61(2):221-7. doi: 10.1515/ap-2016-0031.
36. Thammaratana T, Laummaunwai P, Boonmars T; Neglected, zoonosis and vector-borne disease research group. Isolation and identification of *Acanthamoeba* species from natural water sources in the northeastern part of Thailand. *Parasitol Res.* 2016 Apr;115(4):1705-9. doi: 10.1007/s00436-016-4911-y.
37. Reyes-Batlle M, Wagner C, Zamora-Herrera J, Vargas-Mesa A, Sifaoui I, González AC, López-Arencibia A, Valladares B, Martínez-Carretero E, Piñero JE, Lorenzo-Morales J. Isolation of thermotolerant *Vermamoeba vermiformis* strains from water sources in Lanzarote Island, Canary Islands, Spain. *Acta Parasitol.* 2016 Sep 1;61(3):650-3. doi: 10.1515/ap-2016-0088.
38. Delafont V, Rodier MH, Maisonneuve E, Cateau E. *Vermamoeba vermiformis*: a Free-Living Amoeba of Interest. *Microb Ecol.* 2018 May 8.
39. Aitken D, Hay J, Kinnear FB, Kirkness CM, Lee WR, Seal DV. Amebic keratitis in a wearer of disposable contact lenses due to a mixed *Vahlkampfia* and *Hartmannella* infection. *Ophthalmology.* 1996 Mar;103(3):485-94.