

## ***Identifying Parasites in the Outlet Sludge of Industrial Wastewater Treatment Plant: A Case Study in Babolsar, Iran 2015***

Zabihollah Yousefi<sup>1</sup>,  
Hajar Ziaei Hezarjaribi<sup>2</sup>,  
Seyed Noroddin Mousavinasab<sup>3</sup>,  
Ameneh Soltani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>4</sup> MSc Student in Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received October 3, 2016 Accepted November 20, 2017)

### ***Abstract***

**Background and purpose:** Sewage sludge can supply nutrients and improve soil condition. However, presence of microorganisms, particularly parasites could cause a variety of diseases in humans and animals. This study aimed at identifying parasites in the waste sludge of industrial sewage in Babolsar, north of Iran and comparing their concentration with the EPA standards.

**Materials and methods:** Sampling was conducted in the sludge sewage treatment plant in one industrial town from four sludge depot during six months. Nine samples were taken from each depot. In order to identify the parasites McMaster slide was used according to Bailenger method.

**Results:** This study showed that the average numbers of helminth eggs in pallets 1, 2, 3, and 4 were 4.42, 17.52, 7.65, and 7.3 per 4 grams dried sludge, respectively. The greatest numbers of helminth eggs, was associated with *Toxocara* and *Hymenolepis diminuta*.

**Conclusion:** In current investigation, the number of helminth eggs in the sludge was higher than that suggested by the EPA standards. The sludge studied was industrial, therefore, the possibility of parasitic infection caused by people is low. On the other hand, the numbers of *Hymenolepis diminuta* and *Toxocara* were high. As a result, the possibility of secondary pollution due to movement of animals is high.

**Keywords:** Parasites, Outlet sludge, Treatment Plant, Industrial wastewater, Babolsar

## بررسی و شناسایی انگل های موجود در لجن خروجی تصفیه خانه فاضلاب صنعتی (مطالعه موردی بابلسر در سال ۱۳۹۴)

ذبیح اله یوسفی<sup>۱</sup>  
هاجر ضیایی هزارجریبی<sup>۲</sup>  
سید نورالدین موسوی نسب<sup>۳</sup>  
آمنه سلطانی<sup>۴</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** لجن فاضلاب به دلیل دارا بودن مواد مغذی می تواند برای اصلاح خاک استفاده شود. اما به دلیل وجود انواع میکروارگانیسم ها به خصوص انگل ها، باعث ایجاد انواع بیماری در انسان و حیوان می شود. هدف از انجام این مطالعه بررسی و شناسایی انواع انگل در لجن خروجی تصفیه خانه فاضلاب صنعتی (مطالعه موردی بابلسر) و مقایسه تخم کرم ها با استاندارد EPA می باشد.

**مواد و روش ها:** به منظور بررسی و شناسایی انگل ها، نمونه برداری از لجن خروجی تصفیه خانه فاضلاب یکی از شهرک های صنعتی بابلسر انجام شد. نمونه برداری از ۴ محل دپوی لجن، ۶ ماه به طول انجامید و ۹ نمونه از هر نقطه دپوی لجن برداشت و جهت شناسایی انگل ها از لام مک مستر مطابق روش بلینجر استفاده شد.

**یافته ها:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین تخم کرم در این لجن در پالت ۱، ۲، ۳، ۴ به ترتیب برابر ۴/۴۲، ۱۷/۵۲، ۷/۶۵ و ۷/۳ عدد در هر چهار گرم لجن خشک می باشد. بیش ترین تعداد تخم کرم مربوط به توکسوکارا و هیمنولیس دیمینوتا می باشد.

**استنتاج:** بررسی ها نشان داد که مقادیر تخم کرم ها در این لجن بیش تر از حد استاندارد EPA می باشد. با توجه به این که لجن صنعتی می باشد و احتمال آلودگی انگلی ناشی از افراد کم بوده و چون تعداد هیمنولیس دیمینوتا و توکسوکارا بالاست، در نتیجه احتمال آلودگی ثانویه ناشی از تردد حیوانات زیاد است.

**واژه های کلیدی:** انگل، لجن خروجی، تصفیه خانه، فاضلاب صنعتی، بابلسر

### مقدمه

فاضلاب از طریق جداسازی مواد جامد از مایع، ترسیب شیمیایی و یا فعالیت های بیولوژیکی در تصفیه خانه های فاضلاب به دست می آید و در حقیقت نوعی محصول فرعی مهم در فرایند تصفیه است (۲). لجن تولیدی بسته به نوع فاضلاب می تواند به صورت لجن شهری، صنعتی و بیمارستانی باشد. لجن ممکن است به عنوان منبع

فاضلاب از جمله عوامل آلوده کننده محیط به حساب می آید که باید به طریق مناسب و بهداشتی جمع آوری و تصفیه شود که این تصفیه همواره با تولید دو بخش مجزای پساب و لجن همراه است (۱). لجن فاضلاب، مواد جامدی است که در روش های مختلف تصفیه به منظور حذف آلاینده های محلول و معلق از

Email: ziaei2000@yahoo.com

**مؤلف مسئول:** هاجر ضیایی هزارجریبی - ساری: کیلومتر ۱۸-جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده پزشکی

۱. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. دانشیار، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۵/۱۰/۰۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۸/۲۹

انرژی، در تولید بعضی از مواد مثل پودر کربن فعال، مصالح ساختمانی، غذای دام و بالاخره در روی زمین برای حاصلخیزی خاک مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از لجن در زمین یکی از مهم ترین روش های استفاده مجدد است که شامل استفاده های کشاورزی، جنگل کاری و درخت کاری، احیای اراضی، چمن زمین های بازی مثل فوتبال و بیس بال و میدان های اسب دوانی، پارک ها و اماکن تفریحی و... می شود که این روش ها هر کدام مزایا و معایبی دارند. مهم ترین مزایای آن عبارت است از: وجود مواد مغذی مورد نیاز گیاهان، داشتن نقش اصلاح کننده با ارزش برای خاک، داشتن هزینه پایین، نداشتن محدودیت فلزات سنگین برای مصارف غیر کشاورزی، تنظیم PH خاک در حد خنثی و... (۳). از طرف دیگر باید توجه نمود لجن حاصل از تصفیه خانه فاضلاب، علاوه بر مواد مغذی مفید برای گیاه، حاوی باکتری ها، ویروس ها و سایر میکروارگانیسم های مولد بیماری و یا فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی نیز می باشد که می تواند استفاده از آن را برای محصولات کشاورزی، انسان و حیوان خطرناک سازد (۲). یکی از خطرات بهداشتی بیولوژیکی عمده، در هنگام کاربرد لجن در خاک های کشاورزی، انگل ها می باشند. استفاده از تخم کرم به عنوان یک شاخص برای پایش حضور پاتوژن ها در لجن به علت دوام بیش تر آن ها (سال ها) در مقایسه با باکتری ها (ماه ها)، تک یاخته ها (ماه ها) و هم چنین مقاومت به فرایندهای متداول تصفیه، کلرزنی و دمای بالا می باشد (۴). رهنمودهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا درباره تخم کرم ها (مقاوم ترین شکل انگل) بیان می کند که باید کم تر از یک تخم کرم زنده در هر ۴ گرم جامدات خشک وجود داشته باشد (۵).

۴۴ گونه تک یاخته موجود در فاضلاب شامل ژیا ردیا لامبلیا، کریپتوسپوریدیوم، بالانتیدیوم کلی و آتامابا هیستولیتیکا باعث انتقال بیماری به انسان می شوند. در بین این تک یاخته ها، انگل کریپتوسپوریدیوم و

کیست های ژیا ردیا نسبت به فشارهای محیطی بسیار مقاومند (۶). عفونت انسانی معمولا به وسیله تماس مستقیم بین افراد و خوردن آب و غذای آلوده رخ می دهد. این تک یاخته ها معمولا باعث اختلالات گوارشی شدید و هم چنین رشد ضعیف و اختلالات تغذیه ای در کودکان می شوند (۷). در نخستین شیوع انسانی کریپتوسپوریدیوزیس منتقله از آب در ایالت متحده آمریکا، لجن به عنوان منبع احتمالی آلودگی کریپتوسپوریدیوم در نظر گرفته شد. مورد مهم دیگر، طغیان میلوکی در سال ۱۹۹۳ بود که در آن زمان تصور می شد که رواناب حاصل از مراتع گاو دلیل آن است اما اکنون فاضلاب انسانی به عنوان منبع آلودگی شناخته شده است (۸).

ژیا ردیای روده ای دارای چندین میزبان از جمله کرم های خون خوار حیوانات است (۹). در نتیجه آلودگی آب و مواد غذایی با رواناب حاصل از زمین اصلاح شده با کود حیوانی باعث نگرانی است (۱۱، ۱۰). علاوه بر این تک یاخته ها، انواع زیادی از کرم ها و تخم آن ها ممکن است در لجن فاضلاب وجود داشته باشد. بسیاری از تخم کرم های فاضلاب به دلیل سرعت ته نشینی بالای آن ها در لجن متمرکز می شوند (۱۲). از میان کرم ها، آسکاریس لومبریکوئیدس و تریکوریس تریکورا، یکی از متداولترین کرم های مرتبط با استفاده مجدد لجن و فاضلاب می باشد (۲). آسکاریس لومبریکوئیدس یک عامل بیماری زای مهم انسانی است که بیش از یک میلیارد نفر در سرتا سر جهان را آلوده کرده است. بیش ترین مقدار عفونت در کشورهای در حال توسعه رخ داده است (۱۳). در برزیل حدود ۴۱/۷ میلیون نفر آلوده به آسکاریس لومبریکوئیدس هستند (۴).

مطالعات انگل شناسی نشان داد که در ایران، حداکثر و حداقل آلودگی انگلی تریکوریس تریکورا در نواحی ساحلی دریای خزر، سیستان و بلوچستان و نواحی غرب کشور است. به علاوه، در شهرهای تهران، کرمانشاه،

بررسی انواع و تعداد انگل های موجود در لجن خروجی تصفیه خانه فاضلاب شرکت صنعتی بابلسر و هم چنین مقایسه تخم کرم ها با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می باشد.

## مواد و روش ها

در این مطالعه نمونه های لجن از یک تصفیه خانه فاضلاب صنعتی در شهر بابلسر استان مازندران جمع آوری شد که حدود ۳۰۰ نفر در آن کار تولید لوازم یدکی خورو را بر عهده دارند. فاضلاب بهداشتی کارکنان همراه با فاضلاب حاصل از فرآیند صنعت، وارد سیستم تصفیه خانه می شود. فاضلاب صنعتی پس از عبور از رآکتور بی هوازی بافل دار وارد فیلتر بی هوازی شده و پس از آن وارد حوضچه یکنواخت سازی شده و پس از ترکیب با فاضلاب بهداشتی وارد سیستم تصفیه لجن فعال با هوادهی گسترده می شود. لجن مازاد سیستم که باید دفع شود در هاضم هوازی مراحل تثبیت و بی خطر سازی را می گذراند و برای آب گیری وارد بستر لجن خشک کن می گردد و پس از خشک شدن در ظروف چوبی بزرگ در محلی رو باز دپو می شود. نمونه برداری از ۴ نقطه دپوی لجن (نقطه ۱ تا ۴) انجام گرفت. طی ۶ ماه نمونه برداری، ۷ نمونه از هر یک از نقاط ۱ و ۲، هم چنین ۹ نمونه از هر یک از نقاط ۳ و ۴ جمع آوری شد. نمونه های یکنواخت با توجه به شرایط ذکر شده در مراجع معتبر (U.S.EPA ۲۰۰۷) در ظروف استریل از محل دپوی لجن جمع آوری شد و جهت انجام آزمایشات انگل شناسی به آزمایشگاه میکروبیولوژی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران منتقل شد و تا زمان آزمایش در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد. نمونه ها از لحاظ تخم کرم، تک یاخته، لارو و همچنین رطوبت بررسی گردید و با استاندارد EPA مقایسه شد. برای اندازه گیری رطوبت از روش استاندارد استفاده شد. ۲۰ گرم نمونه در فور با دمای ۱۰۳ درجه

شهرکرد و اصفهان حداکثر میزان آلودگی انگلی در ارتباط با آسکاریس لومبریکوئیدس ثبت شده است (۱۴). روش هایی که برای تصفیه لجن به کار می روند به اندازه، نوع و موقعیت تصفیه خانه، عملیات واحدهای موجود در آن، خصوصیات و مقدار جامدات و بالاخره به طریقه دفع نهایی لجن بستگی دارد. ولی در هر صورت روش انتخابی بایستی لجن دریافتی را به طور اقتصادی به موادی که از لحاظ دفع در محیط بلامانع باشد تبدیل کند (۳). تصفیه متداول لجن خام معمولاً به دو صورت هضم بی هوازی یا هضم هوازی می باشد. تصفیه لجن، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی، محتوای جامدات و بو را کاهش می دهد ولی همیشه در کاهش پاتوژن ها مؤثر نمی باشد. این یک نگرانی بهداشتی ایجاد می کند زیرا دوز برخی از این عوامل بیماری زا از یک ذره (ویروس) تا ۵۰ ارگانیسم در (ژیا ردیا) می باشد (۱۵). این فرایندها برخی پارازیت ها را حذف می کنند اما برخی مقاوم به این فرایندها هستند. تخم انگل های روده ای مانند آسکاریس، تریکورس که از هاضم عبور می کنند هم زنده باقی می مانند و هم قابلیت عفونی دارند (۱۶). بررسی ها نشان دادند در لجن هضم شده تعداد تخم های آسکاریس، تریکورس، تنیا و توکسوکارا از ۰ تا ۹ تخم در هر گرم متفاوت است (۹). مدما و اسچون گزارش کردند لجنی که به روش بی هوازی تثبیت شده دارای ۱۰۰ کیست ژیا ردیا و ۱۰ عدد کریتوسپوریدیوم در هر گرم می باشد (۱۷). هو و همکاران نیز تعداد کیست ژیا ردیای بیش تری را در هضم بی هوازی گزارش کردند (۱۸). در طی هضم هوازی لجن، کاهش بیش تری در تعداد کریتوسپوریدیوم در مقایسه با ژیا ردیا اتفاق می افتد (۱۹). بنابراین برای نظارت بر ایمنی لجن، آزمایش های انگل شناسی لجن به خصوص قبل از استفاده مجدد ضروری است (۱۳). با توجه به رشد روز افزون تصفیه خانه های فاضلاب و استفاده از لجن تولید شده در مصارف کشاورزی و فضای سبز در ایران، هدف از این مطالعه

نتایج به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شد و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

## یافته ها

میزان رطوبت لجن: مقدار رطوبت لجن در نقاط مختلف بین ۴۳ تا ۶۳ درصد می‌باشد.

بررسی کیفیت لجن از لحاظ تخم کرم: در این تحقیق مطالعه تمام تخم کرم‌های قابل شناسایی شمارش شد و به صورت میانگین تخم کرم در هر ۴ گرم لجن خشک گزارش گردید. نتایج شمارش تعداد تخم کرم‌های شناسایی شده در هر ۴ گرم لجن خشک در جدول ۱ ارائه شده است. این نتایج بیان‌گر آن بود که مقادیر متوسط تخم کرم در پالت ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر  $4/42 (\pm 2/3)$ ،  $17/52 (\pm 13/3)$ ،  $7/65 (\pm 2/7)$ ،  $7/3 (\pm 2/2)$  عدد در هر چهار گرم لجن خشک می‌باشد. نتایج به صورت خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین مقدار تخم کرم مربوط به هیمنولیس دیمینوتا و توکسوکارا و کمترین مربوط به تریکورس می‌باشد.

هم‌چنین کم‌ترین مقدار تخم کرم در نقطه ۱ ( $4/42$  تخم کرم در هر چهار گرم) و بیشترین مقدار آن در نقطه ۲ ( $17/52$  تخم کرم در هر چهار گرم) می‌باشد. تخم آسکاریس به عنوان مقاوم‌ترین تخم کرم‌ها فقط در نقاط شماره ۲ و ۴ مشاهده گردید. هیمنولیس نانا فقط در نقطه شماره ۳ با میانگین  $0/6$  تخم و کرم قلابدار نیز فقط در نقطه شماره ۲ با میانگین  $0/38$  تخم در هر چهار گرم لجن خشک مشاهده گردید. رهنمودهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا درباره تخم کرم‌ها (مقاوم‌ترین شکل انگل) بیان می‌کند که باید کم‌تر از یک تخم کرم زنده در هر ۴ گرم جامدات خشک وجود داشته باشد این یافته‌ها نشان می‌دهد مقادیر تخم کرم در این لجن بالاتر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد (جدول ۱).

سانتیگراد به مدت ۱۸ تا ۲۴ ساعت قرار داده شد و پس از خشک کردن وزن آن یادداشت و درصد رطوبت به عنوان وزن از دست رفته در طول خشک کردن محاسبه شد (۵).

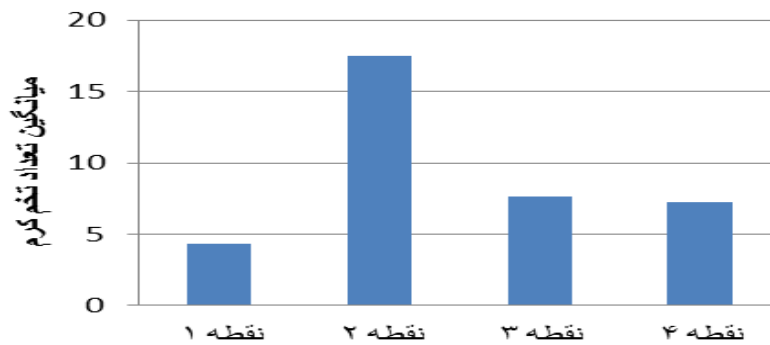
برای اندازه گیری PH نمونه‌ها، از روش پتانسیومتری در نسبت ۱:۲ از نمونه لجن (سوسپانسیون) استفاده شد.

جهت تعیین دمای توده لجن، دماسنج را تا عمق ۵۰ سانتیمتر از سطح داخل توده لجن قرار داده و بعد از ۵ دقیقه درجه حرارت خوانده شد.

بررسی کیفی انگل‌ها با روش فلواتسیون با استفاده از سولفات منیزیم و مشاهده میکروسکوپی انجام پذیرفت و با استفاده از لام مک مستر بررسی کمی و شمارش انجام شد. ۲ گرم لجن را وزن کرده و آن را با آب مقطر به منظور هیدراتاسیون کافی نمونه، به طور کامل حل می‌کنیم و به منظور حذف ذرات بزرگتر که در آزمایش میکروسکوپی خطا ایجاد می‌کنند از الک عبور داده سپس محلول صاف شده را سانتریفیوژ کرده (۲ دقیقه با دور ۱۵۰۰)، سوپرناتانت آن را دور ریخته و یک لام از رسوب لجن، تهیه کرده و به صورت مستقیم زیر میکروسکوپ بررسی می‌کنیم. هم‌چنین محلول اشباع سولفات منیزیم با وزن مخصوص ۱/۲ را به نمونه داخل لوله اضافه کرده تا حدی که لوله پر و سطح آن محدب شود پس از گذاردن لام روی آن، بعد از ۱۵ دقیقه آن را برداشته و روی لام در زیر میکروسکوپ قرار داده و بررسی مستقیم در زیر میکروسکوپ انجام شد. تشخیص و شمارش با روش شناورسازی انجام شد. هم‌چنین بررسی کمی با استفاده از لام مک مستر نیز صورت گرفت. در روش مک مستر نمونه را پس از صاف سازی با محلول سولفات منیزیم مخلوط کرده و به آرامی با استفاده از پیست پاستور به داخل لام مک مستر انتقال داده و در زیر میکروسکوپ بررسی کمی انجام شد (۲۱، ۲۰).

جدول ۱: میانگین تخم کرم و انحراف معیار در هر چهار گرم لجن خشک

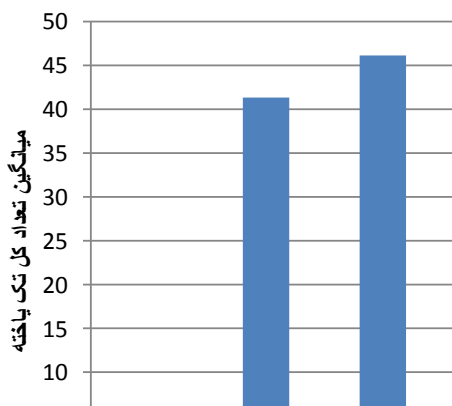
نقاط نمونه برداری	هیمونلیس دینوتا	تریکورس	توکوکارا	آسکاریس	تتیا	کرم قلابدار	هیمونلیس نانا	کل
نقطه ۱	۲/۵۲±۶/۲	۰	۰/۶۴±۱/۷	۰	۱/۲۴±۲/۴	۰	۰	۴/۴۲±۶/۲
نقطه ۲	۴/۸۸±۴/۵	۰	۷/۰۷±۱۴/۳	۵/۱۷±۱۲/۵	۰	۰/۳۸±۱/۰	۰	۱۷/۵۲±۳۵/۵
نقطه ۳	۰/۹۴±۲/۸	۰	۵/۱۲±۷/۵	۰	۱/۰±۲/۰	۰	۰/۶±۱/۸	۷/۶۵±۸/۱
نقطه ۴	۴/۲±۶/۵	۰/۵۷±۱/۷	۱/۶۶±۵/۰	۰/۵۶±۱/۶	۰/۳±۰/۹	۰	۰	۷/۳۰±۶/۸



نمودار ۱: مقایسه میانگین تخم کرم در نقاط مختلف

بود و در نقاط ۲، ۳ و ۴ به ترتیب به تعداد ۱۱/۸، ۸/۶ و ۵/۲ عدد در هر چهار گرم لجن خشک مشاهده شد. هم چنین بیشترین مقدار تکم یاخته‌ها متعلق به اسیست‌ها و کمترین متعلق به ژیا ردیا می باشد.

بررسی کیفیت لجن از نظر تکم یاخته: در این تحقیق مطالعه علاوه بر تخم کرم، تکم یاخته‌های موجود در ۴ نقطه ذخیره لجن بررسی و شمارش گردید. نتایج شمارش تعداد تکم یاخته‌های شناسایی شده در هر ۴ گرم لجن خشک در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج بیان‌گر آن بود که مقدار این تکم یاخته‌ها در نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر با ۵/۸، ۴۱/۳، ۴۶/۱ و ۲۲/۴ عدد در هر چهار گرم لجن خشک می باشد.



نمودار ۲: مقایسه میانگین تعداد کل تکم یاخته در چهار گرم از لجن خشک در نقاط مختلف

جدول ۲: میانگین تکم یاخته و انحراف معیار در هر چهار گرم لجن خشک

ژیا ردیا	آتامباکلای	گریزیوسوریوم	پلاستوسیس هومیس	تعداد کل تکم یاخته
۰	۰	۵/۹±۱/۹	۰	۵/۸±۱/۹
۴/۸±۸/۲	۱۱/۸±۳۳/۴	۱۸/۲±۲۰/۷	۶/۵±۹/۱	۴۱/۳±۳۵/۵
۱/۲±۲/۳	۸/۶±۱۳/۶	۳/۰±۹/۸±۴	۵/۳±۱/۳	۴۶/۱±۳۵/۵
۰	۵/۲±۹/۳	۱۶/۲±۲۶/۴	۱/۰±۲/۱	۲۲/۴±۲۵/۰

کیست ژیا ردیا فقط در نقاط شماره ۲ و ۳ مشاهده گردید. کیست آتامباکلای فقط در نقطه شماره ۱ منفی

در نمودار ۲، مشاهده می‌شود که کم‌ترین میزان تک‌یاخته متعلق به نقطه ۱ (۵/۸ تک‌یاخته در هر چهار گرم لجن)، و بیش‌ترین میزان متعلق به نقطه ۳ (۴۶/۱ تک‌یاخته در هر چهار گرم لجن) می‌باشد.

بررسی لجن از لحاظ لارو: در این مطالعه علاوه بر تخم کرم و تک‌یاخته، لاروهای موجود در لجن خشک، بررسی و تعیین شدند که به صورت خلاصه در جدول ۳ نشان داده شده است. در هیچ کدام از نقاط، لارو نماتود بیماریزا مشاهده نشد. تعداد لاروهای آزادزی در نقاط شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر با ۴۹/۲۸، ۴۰/۳۴، ۰ و ۱۳/۵۴ عدد در هر چهار گرم لجن خشک می‌باشد. بیش‌ترین تعداد لارو متعلق به نقطه ۱ (۴۹/۲۸ عدد در هر چهار گرم لجن خشک) و کم‌ترین متعلق به نقطه ۳ می‌باشد که هیچ لاروی مشاهده نشد.

جدول ۳: میانگین تعداد لارو و انحراف معیار در هر چهار

گرم لجن خشک

نقطه	لارونماتود بیماریزا	لارو آزادزی	تعداد کل
نقطه ۱	۰	۴۹/۲۸±۶۴/۰۸	۴۹/۲۸±۶۴/۰۸
نقطه ۲	۰	۴۰/۳۴±۵۵/۱۳	۴۰/۳۴±۵۵/۱۳
نقطه ۳	۰	۰	۰
نقطه ۴	۰	۱۳/۵۴±۲۶/۷	۱۳/۵۴±۲۶/۷

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود نقطه شماره ۳ فاقد لارو می‌باشد و بیش‌ترین لارو متعلق به نقطه ۱ می‌باشد.

## بحث

با توجه به اینکه تک‌یاخته‌ها و تخم کرم‌ها طی پروسه‌های مختلف تصفیه، مقاومت بالایی دارند و استفاده از شاخص باکتریایی به عنوان تنها اندیکاتور برای دفع لجن، نامناسب است (۸). بنابراین آزمایشات انگل‌شناسی به منظور استفاده مجدد از لجن ضرورت دارد (۱۳). به دلیل اهمیت ذکر شده، ما در این مطالعه به بررسی و شناسایی انگل‌های موجود در لجن تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی یکی از شرکت‌های بزرگ صنعتی شهر

بابلسر پرداختیم. نتایج نشان داد که مقادیر متوسط تخم کرم در نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر ۴/۴۲، ۱۷/۵۲، ۷/۶۵، ۷/۳ عدد در هر چهار گرم لجن خشک می‌باشد که به جز نقطه شماره ۲، در مقایسه با مقادیر گزارش شده تخم کرم تصفیه‌خانه‌های تهران (شوش، شهرک غرب و شهید محلاتی به ترتیب برابر با ۱۶، ۲۴ و ۴۴ عدد در هر ۴ گرم جامدات) خشک) کم‌تر بود. هم‌چنین هر ۴ نقطه مورد بررسی در مقایسه با مقادیر تصفیه‌خانه‌های اصفهان (جنوب اصفهان، شمال اصفهان و شاهین شهر به ترتیب برابر با ۴۸، ۶۴ و ۲۳۲ عدد در ۴ گرم جامدات خشک) مقادیر کم‌تری را به خود اختصاص می‌دهند (۲، ۳). هم‌چنین مقادیر تخم کرم شناسایی شده در این مطالعه در مقایسه با مطالعه‌ای که فرزاد کیا و همکاران بر روی لجن تصفیه‌خانه شهر سرکان انجام دادند (۲۵۱ عدد در هر ۴ گرم جامدات خشک) مقادیر بسیار کمی می‌باشند (۲۲). بیش‌ترین مقدار تخم کرم مربوط به همینولپیس دیمینوتا و توکسوکارا و کم‌ترین مربوط به تریکوریس می‌باشد. میزان تخم کرم در این لجن‌ها نیز بیش‌تر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا می‌باشد. تخم کرم آسکاریس به عنوان مقاوم‌ترین تخم کرم در نمونه‌های لجن مورد مطالعه که چندین ماه از زمان هضم و ذخیره آنها می‌گذشت یافت شدند. جانسون و همکاران نیز تخم آسکاریس زوم عفونی را بعد از ۲۹ هفته در لجنی که تحت هضم هوازی قرار گرفتند و ذخیره شدند پیدا کردند (۲۳). نویسندگان دیگر زمان بقای تخم آسکاریس را از ۲۰ ماه تا ۶ سال در لجن ذخیره شده در برکه، لجن هضم شده و لجن کمپوست شده گزارش کرده‌اند (۹). هم‌چنین در هیچ کدام از نقاط ذخیره لجن، لارو نماتود بیماری‌زا مشاهده نگردید نشد. تعداد لاروهای آزادزی در پالت ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر با ۴۹/۲۸، ۴۰/۳۴، ۰ و ۱۳/۵۴ عدد در هر چهار گرم لجن خشک می‌باشد.

در ۴ محل دپوی لجن، تک یاخته‌های ژیا ردیا، آنتامبا کلی، کریتوسپوریدیوم و بلاستوسیتیس هومینیس در لجن مشاهده شد که تعداد آن در نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر با ۵/۸، ۴۱/۳، ۴۶/۱ و ۲۲/۴ عدد در هر چهار گرم لجن خشک می‌باشد. تعداد ژیا ردیا در نقاط ۱، ۳، ۲ و ۴ به ترتیب برابر با ۰، ۴/۸، ۱/۲ و ۰ عدد کیست در هر چهار گرم لجن خشک می‌باشد که در مقایسه با مقادیر بررسی شده توسط خوجا و همکاران (۲۴۰ کیست در هر ۱۰۰ گرم، برابر با ۹/۶ کیست در هر چهار گرم) مقادیر کم‌تری را به خود اختصاص می‌دهد. تعداد آنتامبا کلی در نقاط ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برابر با ۱۱/۸، ۵/۲، ۸/۶ در هر چهار گرم لجن می‌باشد که به جز نقاط شماره ۱ و ۴، در مقایسه با مقادیر بررسی شده توسط خوجا و همکاران (۱۶۰-۸ کیست در ۱۰۰ گرم، برابر با ۶/۴-۰/۳۲ کیست در هر چهار گرم) مقادیر بیش‌تری را به خود اختصاص می‌دهند (۷). بیش‌ترین تعداد تک یاخته‌ها متعلق به کریتوسپوریدیوم و کم‌ترین متعلق به ژیا ردیا می‌باشد.

غیر فعال کردن تخم انگل‌ها طی تصفیه فاضلاب و لجن، بسیار دشوار است مگر اینکه دما به بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد برسد و یا رطوبت به زیر ۵ درصد کاهش یابد (۱۵). در صورتی که در تمامی پالت‌های مورد بررسی دما کمتر از ۴۰ درجه سلسیوس و رطوبت بین ۴۳ تا ۶۳٪ درصد می‌باشد. PH نمونه‌ها نیز در حد خنثی می‌باشد که این خود عامل دیگری برای رشد و بقای انگل است جانسون و همکاران در سال ۱۹۹۷ کشف کردند که دوام اسیست‌ها در تاریکی نسبت به نور خورشید طولانی‌تر است. در چنین شرایطی زیر و رو کردن لجن هم باعث در تماس قرار گرفتن تمام قسمت‌های لجن با نور خورشید می‌گردد و هم رطوبت به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد که هر ۲ عامل باعث کاهش چشمگیر آلودگی انگلی می‌شود (۲۳). ریمه‌انز و همکاران نیز بر اهمیت زیر و رو کردن مداوم توده‌ها

برای رسیدن به دمای ایده آل جهت غیر فعال‌سازی پاتوژن‌ها تاکید کردند (۲۴). در این مطالعه، لجن‌های ذخیره شده در فضای آزاد، نه تنها زیر و رو نمی‌شدند بلکه ذخیره شدن آن‌ها در فضای باز و قرار داشتن در معرض ریزش‌های جوی باعث افزایش رطوبت لجن ذخیره شده و ایجاد شرایط بهینه برای پاتوژن‌ها می‌شود. هم‌چنین با توجه به اینکه تعداد تخم کرم دیمینوتا و توکسوکارا در لجن دپو شده بالاست تدابیر لازم جهت جلوگیری از تردد حیوانات به خصوص گربه و موش به عمل آید. با توجه به این که کشورمان از نظر مواد مغذی، خاک‌های فقیر زیادی دارد، واردات کودهای شیمیایی هزینه زیادی داشته و از طرفی باعث آلودگی محیط زیست می‌شود و این لجن‌ها از نظر ارزش کودی بسیار ارزشمند هستند، برنامه‌ریزی دراز مدت برای امکان گسترش تولید کود از لجن، که در آن رعایت ضوابط و استانداردها از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، ارزش کودی، میکروبیولوژی و عناصر سمی شده باشد به عنوان یک منبع درآمد و کمک به اقتصاد صنعت آب و فاضلاب کشور توصیه می‌شود. بنابراین در تصفیه‌خانه مورد مطالعه، افزایش زمان ماند لجن در بستر لجن خشک کن و زیر و رو کردن لجن ذخیره شده در پالت‌ها به منظور کاهش رطوبت و مواجهه با نور خورشید جهت نابودی پاتوژن‌ها پیشنهاد می‌گردد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران که حمایت مالی تحقیق طی طرح شماره ۱۵۸۹ رابرعهدده داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از کارشناسان همکار در این تحقیق، خانم مهندس اسلامی فر و مهندس اسفندیاری قدردانی می‌شود.



## References

1. Farzadkia M, Jafarzadeh N, Loueimi L, Ghalambor A. Wastewater Sludge Stabilization using lime a case study of West Ahwaz Wastewater treatment plant. *Journal of Water and Wastewater*. 2008;4(68):67-71.(persian)
2. Mirhosseini G, Alavi Moghaddam SMR, Maknoun R. Investigation of application of Tehran municipal WWTPs' dried Sludge in agriculture. *Environmental Sciences*. 2007;4(4):47-56.(persian)
3. Bina B, Movahedian Atar H, Amin AA. Evaluation of potentially harmful substances in dried sludge of Isfahan WWTPs. *Journal of Water and Wastewater*. 2004;49:34-43.(persian)
4. Bonatti TR, Franco RM. Real scale environmental monitoring of zoonotic protozoa and helminth eggs in biosolid samples in Brazil. *J Parasit Dis*. 2016;40(3):633-642.
5. United States Environmental Protection Agency [USEPA]. *Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge*. USA: USEPA, Washington DC. 2003.
6. Cacciò SM, De Giacomo M, Aulicino FA, Pozio E. *Giardia* cysts in wastewater treatment plants in Italy. *Appl Environ Microbiol*. 2003;69(6):3393-3398.
7. Khouja LB, Cama V, Xiao L. Parasitic contamination in wastewater and sludge samples in Tunisia using three different detection techniques. *Parasitol Res*. 2010;107(1):109-116.
8. Santos LU, Bonatti TR, Cantusio Neto R, Franco RM. Occurrence of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in activated sludge samples in Campinas, SP, Brazil. *Rev Inst Med Trop São Paulo*. 2004;46(6):309-313.
9. Sidhu JP, Toze SG. Human pathogens and their indicators in biosolids: a literature review. *Environ Int*. 2009;35(1):187-201.
10. Fayer R, Morgan U, Upton SJ. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection and identification. *Int J Parasitol*. 2000;30(12):1305-1322.
11. Slifko TR, Smith HV, Rose JB. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *Int J Parasitol*. 2000;30(12):1379-1393.
12. Nelson KL. Concentrations and inactivation of *Ascaris* eggs and pathogen indicator organisms in wastewater stabilization pond sludge. *Water Sci Technol*. 2003;48(2):89-95.
13. Karkashan A, Khallaf B, Morris J, Thurbon N, Rouch D, Smith SR, et al. Comparison of methodologies for enumerating and detecting the viability of *Ascaris* eggs in sewage sludge by standard incubation-microscopy, the BacLight Live/Dead viability assay and other vital dyes. *Water Res*. 2015;68:533-544.
14. Sharafi K, Pirsaeheb M, Fazlzadeh M, Derayat J. Comparison of Parasitic Contamination in a Society Based on Measurement of the Domestic Raw Wastewater Pollution and Clinical Referrals. *Res J Environ Sci*. 2015;9(4):200-205.
15. Straub TM, Pepper IL, Gerba CP. Hazards from pathogenic microorganisms in land-disposed sewage sludge. *Rev Environ Contam Toxicol*. 1993; 132: 55-91.

16. O'Donnell CJ, Meyer KB, Jones JV, Benton T, Kaneshiro ES, Nichols JS, et al. Survival of parasite eggs upon storage in sludge. *Appl Environ Microb.* 1984;48(3):618-625.
17. Medema GJ, Schijven JF. Modelling the sewage discharge and dispersion of *Cryptosporidium* and *Giardia* in surface water. *Water Res.* 2001;35(18):4307-4316.
18. Hu C, Gibbs R, Mort N, Hofstede H, Ho G, Unkovich I. *Giardia* and its implications for sludge disposal. *Water Sci Technol.* 1996;34(7-8):179-186.
19. Chauret C, Springthorpe S, Sattar S. Fate of *Cryptosporidium* oocysts, *Giardia* cysts, and microbial indicators during wastewater treatment and anaerobic sludge digestion. *Can J Microb.* 1999;45(3):257-262.
20. Eslami A, Ranjbar-Bahadori Sh. Diagnostic methods of helminth infection. Islamic Azad University, Garmsar Branch Publications. 2004, 296 (Persian).
21. Bowman DD, Little MD, Reimers RS. Precision and accuracy of an assay for detecting *Ascaris* eggs in various biosolid matrices. *Water Res.* 2003;37(9):2063-2072.
22. Farzadkia M, Taherkhani H. Assess the quality of sludge wastewater treatment plant in Serkan and compare it with environmental standards for reuse in 2002. *J Mazandaran Univ of Med Sci.* 2006;15(47):19-25.(persian)
23. Johnson P, Dixon R, Ross A. An in-vitro test for assessing the viability of *Ascaris suum* eggs exposed to various sewage treatment processes. *Int J Parasitol.* 1998;28(4):627-633.
24. Rimhanen-Finne R, Vuorinen A, Marmo S, Malmberg S, Hänninen ML. Comparative analysis of *Cryptosporidium*, *Giardia* and indicator bacteria during sewage sludge hygienization in various composting processes. *Lett Appl Microbiol.* 2004;38(4):301-305.