

# تعیین حداقل میزان پرتو فرابنفش برای نابودی تخم آسکاریس در گندزدائی فاضلاب

دکتر کرامت‌اله ایماندل - گروه بهداشت محیط - دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر ایرج موبدی - گروه انگل‌شناسی - دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر علیرضا مصداق‌نیا - گروه بهداشت محیط - دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی تهران

دکتر فروغ واعظی - گروه بهداشت محیط - دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی تهران

## Determination of Minimum Inhibitory Dose of UVR on Ascaris - ova Inactivation

### ABSTRACT

Wastewaters are one of the most important sources for transmission of pathogenic agents in environment, so they should be disinfected in a manner that their overall qualities become accordant with WHO - guidelines , if it is needed to reuse water correctly. Unfortunately , the protozoa and parasitic worm's eggs can not be destroyed by chlorination alone. This experiment was carried out in order to determine the efficiency of the UV - Lamps in inactivation of the Ascaris Lumbricoides - ova which is the most resultant organism among the other nematode eggs.

The minimum inhibitory dose of UVR ( UVC plus UVB irradiances ) for Ascaris - ova complete destruction ascertained to be 420 miliwatts - seconds per square centimeter.

**Key Words:** UV Irradiation; Irradiation Dose; Wastewater; Disinfection; Ascaris - ova

### مقدمه

پیشگیری از انتشار ارگانیسم‌های پاتوژن در محیط زیست بعنوان یکی از برجسته‌ترین فعالیت‌های صورت گرفته جهت بهبود رفاه انسان معرفی شده‌است. فاضلابها از مهمترین منابع پخش عوامل عفونت‌زا در محیط هستند و ارگانیسم‌های موجود در آنها با تعداد ناچیز و حداقل تماس می‌توانند بلافاصله پس از دفع و یا پس از طی یک زمان معین در خاک، آلوده‌کننده و بیماری‌زا باشند. به این لحاظ تصفیه فاضلابها، در راس فعالیت‌های بهداشت محیطی قرار گرفته است. ضرورت استفاده از پساب بدلیل کمبود آب در بسیاری از نقاط کشور و غنی بودن پساب از مواد مغذی احساس می‌شود. البته این امر زمانی امکان‌پذیر است که ضوابط بین‌المللی سازمان بهداشت جهانی، مواد غذایی و کشاورزی دقیقاً مراعات گردند. از این گذشته، مشخص شده که در غلظت‌های مجاز و معمول، کلر تاثیر چندانی بر تخم انگل‌های کرمی و کیست تک‌یاخته‌ها ندارد (۹ و ۵). پیشنهاد انجام گندزدائی فاضلاب با پرتوتابی فرابنفش جهت تحقق اهداف استفاده از پسابها در کشاورزی و نتیجتاً صرفه‌جویی در مصرف آب صورت گرفته است، ضمن اینکه با این

### چکیده

فاضلاب‌ها از مهمترین منابع پخش عوامل عفونت‌زا در محیط زیست محسوب می‌شوند. استفاده از پساب حاصل از تصفیه فاضلاب با تطابق کیفیت بیولوژیکی با معیارهای سازمان بهداشت جهانی با تاکید بر شاخص‌های مدفوعی و تخم انگلهای گروه نماتود امکان‌پذیر است.

کلریناسیون پسابها قادر به از بین بردن کیست تک‌یاخته‌ها و تخم انگل‌های کرمی نمی‌باشد. در این تحقیق کارایی یک نمونه لامپ فرابنفش در غیر فعال سازی مقاوم‌ترین تخم انگل‌های کرمی گروه نماتود یعنی تخم آسکاریس لومبریکوئید مورد بررسی قرار گرفته است.

حداقل دوز لازم پرتو جهت نابودسازی تخم آسکاریس ۴۲۰ میلی وات ثانیه بر سانتیمتر مربع ذکر شده است. زمان پرتوتابی، ۳۰۰ ثانیه در فاصله ۶ سانتیمتری از لامپ بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** پرتو فرابنفش، دوز پرتو، گندزدائی، فاضلاب، تخم آسکاریس

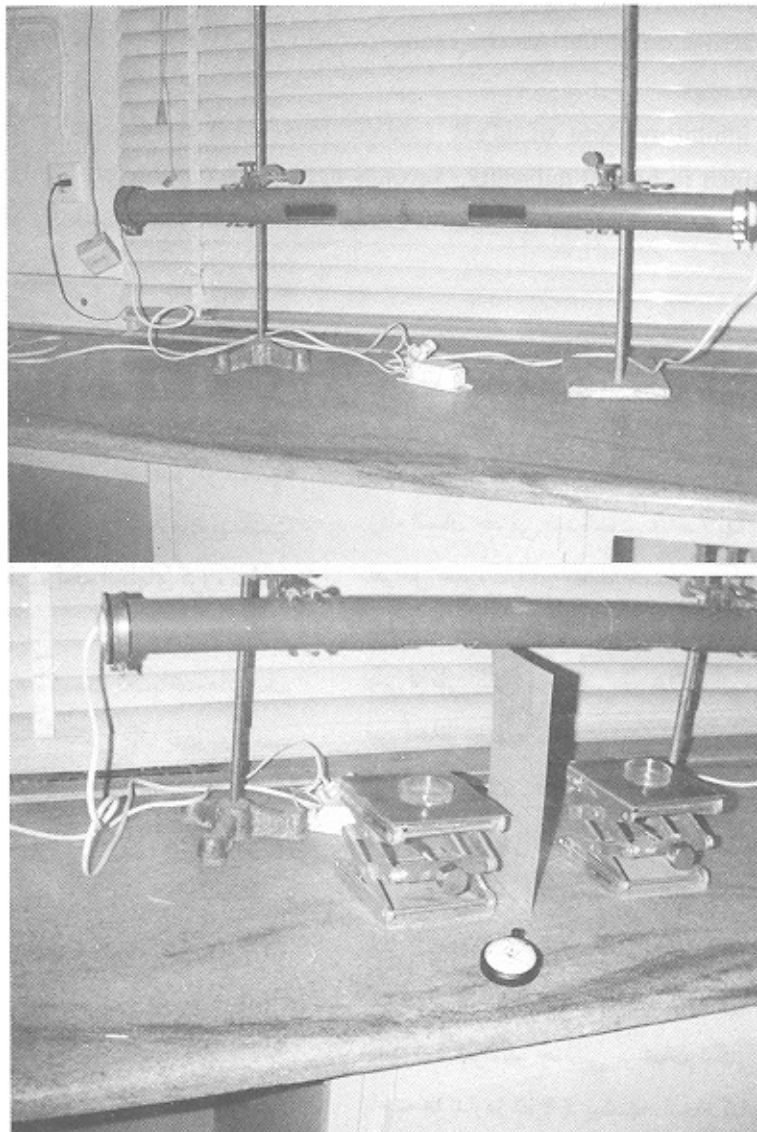
شایع‌ترین آلودگی انگلی کرمی را تشکیل می‌دهد (۲).

## روش و مواد

مشخصات لامپ: در این بررسی از لامپ بخار جیوه با فشار کم قدرت ۳۰ وات مدل SANKIO - DENKI GL- 30N15 ساخت ژاپن بطول ۸۶/۵ و قطر ۲/۷ سانتیمتر استفاده گردید. جهت انجام آزمایش، لامپ درون پوششی از جنس پولیکا بقطر ۵ سانتیمتر و با طول مساوی با طول لامپ داخلی قرار داده شد. روی این لوله پولیکا دو پنجره مستطیلی شکل هر کدام با مساحت ۳×۷ سانتیمتر مربع و بافاصله مساوی از مرکز لامپ (۹/۵ سانتیمتر)

صرفه جویی در مصرف آب صورت گرفته است، ضمن اینکه با این روش فیزیکی، هیچ‌گونه فرآورده شیمیایی خطرناک در فاضلاب بوجود نمی‌آید (۶ و ۷). البته استفاده از این پرتو جهت گندزدایی پساب نسبتاً جدید بوده، سابقه‌ای بیشتر از ۲۰ سال ندارد باید گفت در این زمینه غالب مطالعات انجام شده پیرامون عوامل مؤثر بر کارایی گندزدایی بوده است (۱۰). در این تحقیق کارایی پرتو فرابنفش در غیر فعال سازی تخم آسکاریس مورد بررسی قرار گرفته، زیرا وجود جداره ضخیم، مقاوم و تقریباً کم نفوذ نسبت به مواد شیمیائی گندزدا و حفظ چندین سال قدرت حیاتی در محیط آنرا به عنوان مقاوم‌ترین تخم انگلی کرمی معرفی نموده است (۱). در حال حاضر آلودگی به این انگل در کشور پس از تک یاخته زیاردا

شکل ۱: تصویر ابزار مورد استفاده برای کاربرد لامپ فرابنفش جهت نابودی کشت خالص از تخم آسکاریس



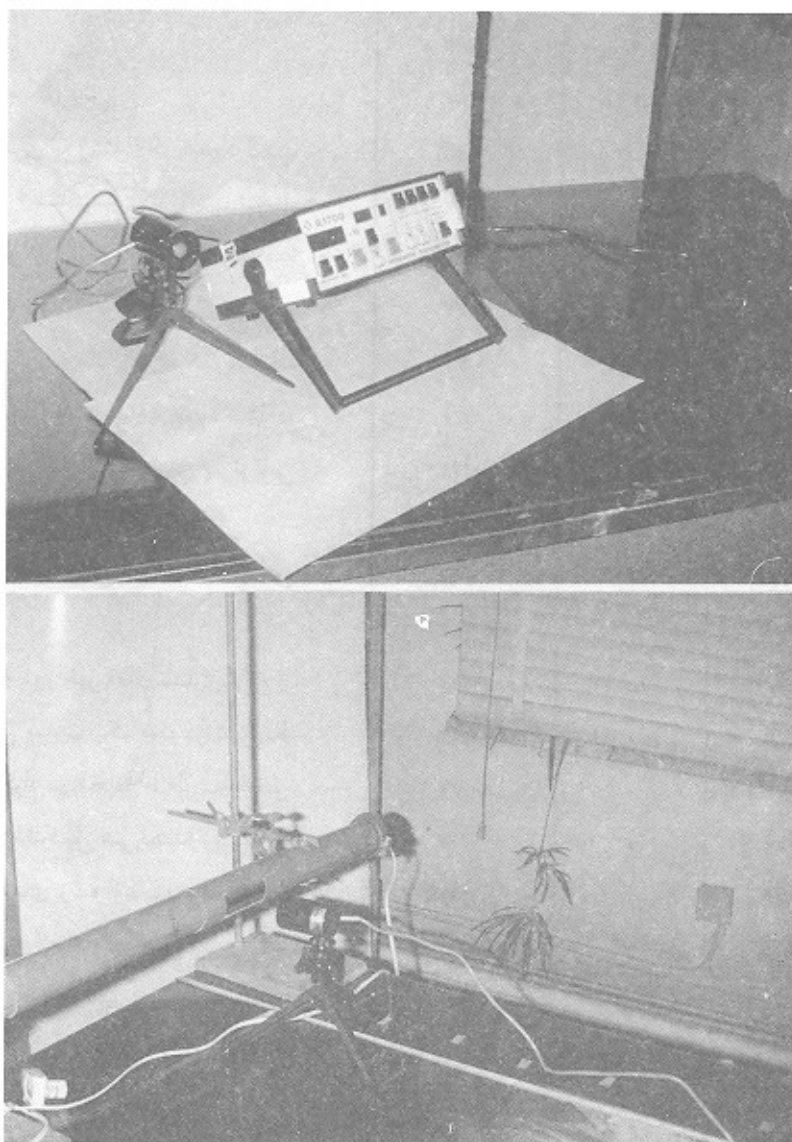
گرم مدفوع تازه را با حجمی معادل ۱۰۰ میلی لیتر آب معمولی بخوبی مخلوط کرده از صافی نظیف عبور می‌دهیم. مایع صاف شده را وارد یک ظرف مخروطی شکل می‌نمائیم. بعد از ته‌نشین شدن تخم‌ها در ته ظرف با خالی کردن مایع روی آن و اضافه کردن آب تمیز، شستشوی رسوب را تکرار می‌کنیم تا زمانی که مایع روی آن شفاف شود و رسوب نسبتاً خالص تخم انگل بدست آید. در نهایت برای جلوگیری از شکست سایر میکروبها محلول ۲ درصد بیرومات پستاسیم اضافه می‌نمائیم.

تعبیه شد تا سنجش هم زمان دز لازم پرتو جهت نابودسازی تعداد کافی نمونه های انگل امکان پذیر گردد. نمودار ابزار ساخته شده در شکل ۱ قابل ملاحظه است.

### تهیه تخم‌های آلوده کننده آسکاریس

بعد از جمع آوری نمونه های مدفوع از افراد مبتلابه آسکاریس روش رسوب ساده جهت جداسازی تخم ها از مدفوع و بدست آوردن نمونه های خوب بکار گرفته شد (۱). در این روش حدود ۱۲

شکل ۲: تصویر رادیومتر - فوتومتر و دکتورهای مربوط مورد استفاده جهت سنجش شدت تشعشع لامپ فرابنفش



**شمارش و تهیه پلیت‌های حاوی تعداد معین تخم**

**اسکاریس**

حدود نیم میلی لیتر از سوسپانسیون انگلی تهیه شده را به کمک پوار در جایگاه سل سدویک - رافت که دارای طول و عرض ۵۰ و ۲۰ و عمق یک میلی متر است ریخته، با بزرگنمایی ۱۰۰ میکروسکوپ تمامی خانه های لام را شمارش می نمایم. همچنین برای جلوگیری از چسبیدن تخم‌ها به یکدیگر، سوسپانسیون انگلی چندین بار رقیق‌سازی شد به گونه ای که روی سل، کمتر از ۱۰ عدد تخم بارور قرار گیرد. محتویات سل شمارش شده سپس درون ظروف پتری بظرف ۵ سانتیمتر وارد شده است (۳).

**شیوه پرتوتابی بر تخم کرم اسکاریس**

بعد از تهیه تعداد کافی ظروف پتری به روش ذکر شده، لامپ UV را روشن و پتریها را در فاصله ۶ سانتیمتری از لامپ تحت تابش اشعه قرار می دهیم، زمان پرتوتابی از ۱۰ تا ۷۲۰ ثانیه بوده است. در مجموع ۲۰ پلیت هر کدام حاوی ۱۰ یا کمتر از ۱۰ عدد تخم اسکاریس بارور مورد پرتوتابی قرار گرفت. در هر مورد طرف پتری حاوی تخم تازه پرتوتابی نشده، بعنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت تا پس از گذشت یک ماه در کنار نمونه های پرتوتابی شده مورد ارزیابی قرار گیرند.

**روش کار جهت تشخیص و شمارش مجدد تخم‌های**

**انگلی**

نمونه هایی از تخم اسکاریس که دوز غیر فعال سازی لازم از اشعه را دریافت نکرده باشند طی مدت یک ماه در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در محیط مرطوب) اولین دگردیسی را پشت سر گذاشته، لارو تشکیل می دهند (۱). بدین ترتیب روش کار جهت تشخیص تخمهای زنده از نابود شده بر این مبنای قرار گرفت که کلیه تخم‌های باروری که حاوی جنین (لارو زنده یا مرده) شده باشند بعنوان تأثیر ندیده و در غیر این صورت در ردیف تأثیر دیده شده (نابود شده) از دز پرتو تابیده شده شمارش شوند.

سپس کسر بقا که حاصل تقسیم تعداد ارگانیزم زنده بر تعداد اولیه ارگانیزم هاست محاسبه شد و بر مبنای مقایسه با موارد شاهد درصد ارگانیزم باقی مانده بدست آمد. نتایج کار در جدول ۱ ملاحظه است.

جدول ۱- نتایج تعیین کسر بقا برای نمونه های خالص کشت تخم اسکاریس بر حسب دز اعمال شده از پرتو فرابنفش در فاصله ۶ سانتیمتری از لامپ

$$I = \frac{1}{4}mw/cm^2$$

کسر بقا با احتساب اثر شاهد (N/N <sub>0</sub> )	کسر بقا N/N <sub>0</sub>	دز پرتو mW.s/cm <sup>2</sup>	زمان تابش (sec)
—	۰/۸۷	۰	۰
—	۰/۸۷	۰	۰
—	۰/۷۵	۰	۰
۱/۰۲	۰/۸۵	۱۴	۱۰
۰/۹۷	۰/۸	۱۴	۱۰
۰/۸۸	۰/۷۱	۱۴	۱۰
۰/۸۷	۰/۷۰	۲۸	۲۰
۰/۷۷	۰/۶	۲۸	۲۰
۰/۶۷	۰/۵	۵۶	۴۰
۰/۶۷	۰/۵	۸۴	۶۰
۰/۳۳	۰/۱۶	۸۴	۶۰
۰/۳۳	۰/۱۶	۸۴	۶۰
۰/۳۱	۰/۱۴	۱۶۸	۱۲۰
۰/۲۸	۰/۱۴	۱۶۸	۱۲۰
۰/۲۸	۰/۱۱	۳۳۶	۲۴۰
۰/۱۷	۰	۳۳۶	۲۴۰
۰/۱۷	۰	۴۲۰	۳۰۰
۰/۱۷	—	۴۲۰	۳۰۰
۰/۱۷	۰	۵۰۴	۳۶۰
۰/۱۷	۰	۶۷۲	۴۸۰
۰/۱۷	۰	۶۷۲	۴۸۰
۰/۱۷	۰	۶۷۲	۴۸۰
۰/۱۷	۰	۱۰۰۸	۷۲۰

اندازه گیری شده به روش رایومتری در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد

**یافته‌ها و گفتگو**

پرتو فرابنفش (UVR) در محدوده طول موج ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر طیف الکترو مغناطیس قرار دارد. امواج با طول موج کوتاه، از ۱۰۰ تا ۲۸۰ نانومتر معروف به تابش میکروپ کش (UVC) می باشند. از این محدوده طول موج‌های ردیف ۲۵۰ تا ۲۶۰ نانومتر که دارای بالاترین قدرت ... در ب کشی هستند به ناحیه ضد حیات

است. حاصلضرب  $It$  عبارت است از مقدار انرژی یا دزی که برحسب میکرووات ثانیه برسانتیمتر مربع بیان می‌شود. نسبت میکروهای باقی مانده تابعی از دز پرتو تابیده شده با توجه به قانون چیک بوده با رابطه نمائی زیر قابل نمایش است:

$$N/N_0 = e^{-kIt}$$

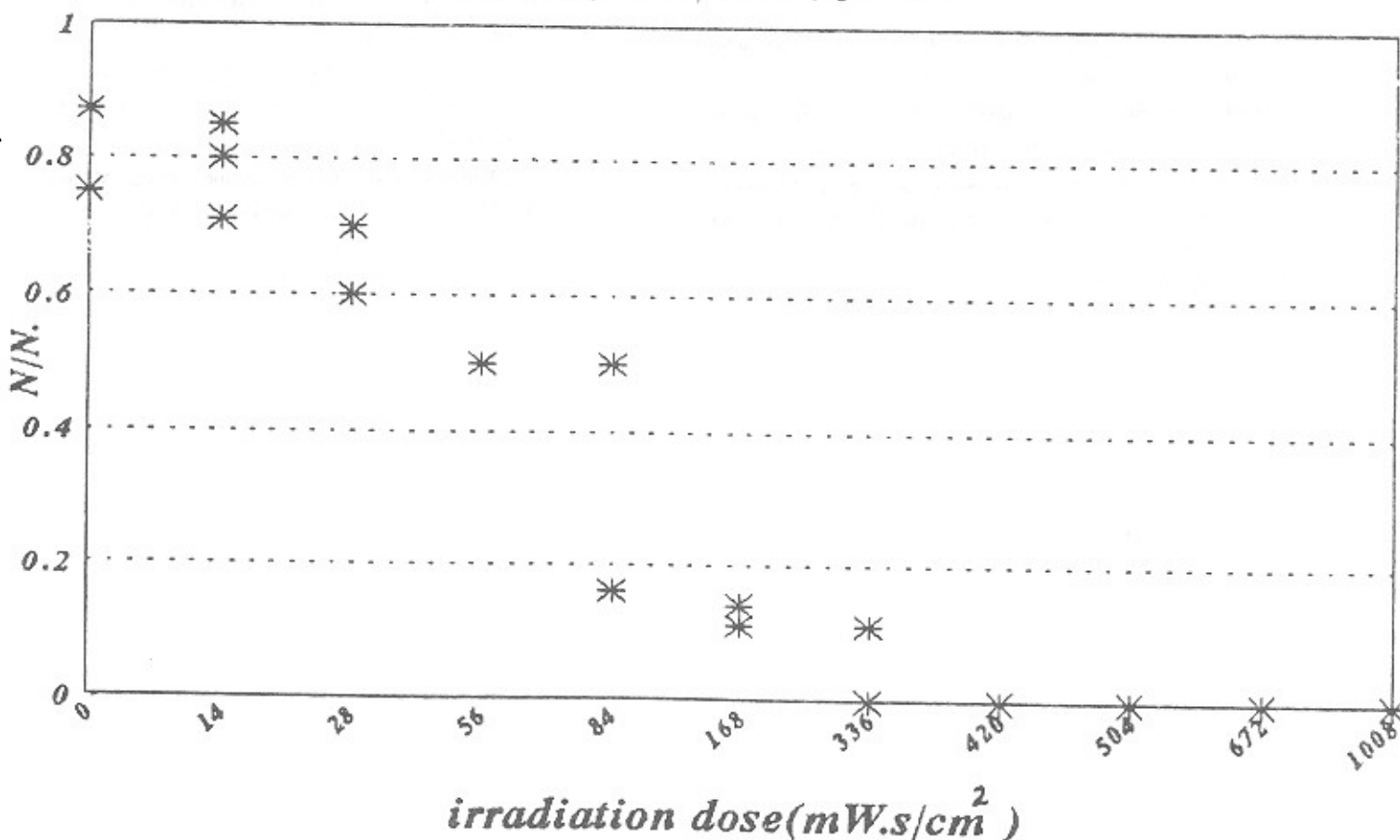
$N_0$  دانسیته اولیه میکروها و  $N$  دانسیته میکروها بعد از پرتو تابی بر حسب ارگانیزم بر میلی لیتر بوده و کسر  $N/N_0$  را نسبت بقا برای ارگانیزم مورد نظر معرفی می‌کنند.  $k$  در رابطه فوق ثابت سرعت غیر فعال سازی است. باین ترتیب باید انتظار داشت که برای ارگانیزم معین مانند تخم انگل‌ها، در صورت تبعیت سرعت غیر فعال سازی از قانون چیک، هر چه دز پرتو اعمال شده بیشتر شود کسر بقا کوچکتر گردد (۹).

معروف شده‌اند. می‌توان گفت جذب چنین پرتوی است که در نهایت مرگ میکروارگانیزم‌ها را به دنبال دارد. در حال حاضر بهترین روش تولید پرتو با طول موج ضد حیات، انجام تخلیه الکتریکی در بخار جیوه با فشار کم، درون تیوب‌های معروف به لامپ‌های میکروکشی است. بطور معمول حدود ۹۵ درصد از UV تابش شده از این لامپ‌ها دارای طول موج ۲۵۳۷ آنگستروم می‌باشد (۴). کارائی این پرتودر میکروکشی تابع مستقیمی از مقدار انرژی یا دز جذب شده توسط ارگانیزم است. این دز را می‌توان بصورت حاصلضرب سرعت (یا شدت) تحویل انرژی به ارگانیزم و زمان در معرض بودن ارگانیزم بیان نمود. رابطه زیر نمایانگر این مطلب است.

$$UVR \text{ dose} = I \times t$$

$I$  شدت انرژی میکروکشی است و برحسب میکرووات بر سانتیمتر مربع اندازه‌گیری می‌شود و  $t$  زمان پرتو تابی برحسب ثانیه

شکل ۳- منحنی غیرفعال‌سازی تخم‌های آسکاریس توسط اشعه UV



ظروف پتری حاوی نمونه‌های تازه از تخم انگل بود اندازه‌گیری شده است. رقم مزبور برابر ۱۴۰۰ میکرووات بر سانتیمتر مربع بدست آمد. لازم به توضیح است که با دکتور مزبور و ابزار ساخته

در این تحقیق میزان تابش UVB و UVC لامپ با استفاده از دستگاه رادیومتر - فوتومتر مدل IL-1700 مجهز به دکتور واکيوم - فوتودیود در فاصله ۶ سانتیمتری از لامپ که محل قرار دادن

حدوداً ۶۳ برابر بیشتر است. البته باید دانست که دز مورد نظر جهت نابودی کامل اشريشياکلی برای پرتو ۲۵۳/۷ نانومتر در حد ۶/۶ میلی وات ثانیه بر سانتیمتر مربع اعلام شده است (۸). این در حالی است که در روش بکار گرفته شده در این تحقیق چون امکان سنجش به تفکیک پرتو ۲۵۳/۷ نانومتر لامپ مورد استفاده وجود نداشت ناچاراً دز برآورد شده برای نابود سازی تخم آسکاریس، مربوط به کل تابش های UVB و UVC است. مسلماً میزان دز لازم از پرتو خالص ۲۵۳/۷ نانومتر برحسب نوع لامپ بکار رفته درصدی کمتر از میزان ۴۲۰ میلی وات ثانیه بر سانتیمتر مربع خواهد بود.

## منابع

- ۱- ارفع، فریدون "کرم شناسی پزشکی" جلد دوم - انتشارات دانش پژوه ۱۳۶۸ صفحه ۱۲ تا ۱۸
- ۲- آزموده، محمود. "نتایج آزمایشگاهی بیماریهای انگلی در روستاهای کشور ایران در سال ۱۳۷۰"، اداره کل بیماریهای واگیر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ۱۳۷۰.
- 3- APHA, AWWA, WEF "Standard Methods for the Examination of water and wastewater" 18th Edition, 1992.
- 4- Block, Seymours, "Disinfection, Sterilization and Preservation" Lea & Febiger Publish, 4th Edition, 1991, chapter 331.
- 5- Metcalf and Eddy, Inc. "Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse" McGraw - Hill, Inc - Third Edition, 1991 chapter 7.
- 6- Szal, G.M., et al. "The Toxicity of Chlorinated Wastewater In - stream and Labortorg Case Studies" Research Journal - WPCF Vol - 63, No. 6, P 910 - 920.
- 7- Tchobanoglous, G., et "UV Ddisinfection for Wastewater Reclamation and Reuse Subject to Restrictive Standards" Water Environment Research, 65 ( 2 ), 1993. P. 169 - 80.
- 8- Tobin, R.s., et al, "Methods for Testing the Efficiency of UV Light Disinfection Devices for Drinking Water" J. AWWA. Sep 1983 P. 481, 484.
- 9- US .EPA "Municipal Wastewater Disinfection" Design Manual. EPA / 625 / 1 - 86 / 921 / , 1986 chapters 1 to 3 & 7.
- 10- Venosa, A. D., "Current State - of - the - Art of Wastewater Disinfection" 1983. J. WPCF 55, P. 457.

شده جهت پوشش لامپ، سنجش تابش در فواصل نزدیکتر نسبت به لامپ امکان پذیر نبوده است. تصویر دستگاه رادیومتر بکار رفته در شکل ۲ منعکس است. نتایج تعیین کسر بقا در برابر زمان پرتو تابشی و دز پرتو بکار رفته جهت غیرفعال سازی تخم های آسکاریس در جدول ۱ ارائه شده است. شکل ۳ نیز منحنی غیرفعال سازی تخم آسکاریس را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود حداقل دز لازم پرتو جهت نیل به نابودی کامل تخم آسکاریس ۴۲۰ میلی وات ثانیه بر سانتیمتر مربع بدست آمده است. این دز در مقایسه با دز لازمه جهت غیر فعال سازی کامل کلیفرم های مدفوعی ( اشريشياکلی ) که در ردیف فراوان ترین ارگانیسیم های موجود در فاضلابها محسوب می شوند