Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences
Volume (6), Issue (5) : 30 Dec 2022
P: 38 - 45

ISSN: 2522-3364

مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية
المجلد (6)، العدد (5) : 30 ديسمبر 2022م
ص: 38 - 45

Parasitic Helminths eggs as bio-indicators for environment contamination of Al-Hwiez dam water, Jableh – Syria

Bushra M. Hasan

Amal I. Dayoub

Higher Institution of Environmental Researches || Tishreen University || Syria

Abstract: In order to reveal the suitability of Al-Hwiez Dam water in Jableh district for agricultural irrigation, we relied on the World Health Organization (WHO), which considered the eggs of intestinal roundworms as one of the bio-healthy indicators of sewage contamination with helminthes eggs.

Water samples from the selected sites of the lake were collected from March to June 2021 with average 10L/weekly and transferred to the laboratory at the Higher Institution of Environmental Researches in Tishreen University to processed for parasitic analysis to determine the presence and concentration of helminth eggs and to determine their types and spread in the dam water based on specific reference methods. Results revealed that 24 out of 32 samples (75%) processed water samples from Al-Hwiez Dam water were contaminated with helminths eggs with enumeration 6.3 egg/liter which is above the WHO permissible limit, hence this water cannot be reuse in agricultural irrigation and human activities. According to the approved international classification standards, the morphological and taxonomic study of the recovered eggs showed that they belong to six types, namely: *Ascaris* sp. (31%), Hookworms (6%), *Enterobius vermicularis* (23%), *Fasciola hepatica* (6%), *Taenia* sp. (11%), and *Toxocara cati* (23%). The most prevalent eggs were *Ascaris* sp, *Enterobius vermicularis* and *Taxocara* respectively. Resulting, our study proved that the dam water is contaminated with sewage and agricultural waste where the recovered eggs was both human and animal origin; note that this study is the first locally in the field of parasitic contamination of Al-Hwiez Dam water.

Keywords: Parasitic Helminths eggs, Bio-indicators, Al-Hwiez dam, Syria.

بيوض الديدان الطفيلية كمؤشرات حيوية لتلوث البيئة (حالة الدراسة: مياه سد الحويز، جبلة - سورية)

بشرى محمد حسن

أمل ابراهيم ديوب

المعهد العالي لبحوث البيئة || جامعة تشرين || سورية

المستخلص: بهدف الكشف عن مدى صلاحية مياه سد الحويز في منطقة جبلة للري الزراعي فقد اعتمدنا على التقصي عن أهم الدلائل الحيوية الصحية المعتمدة من قبل منظمة الصحة العالمية (World Health Organization WHO) في هذا المجال وهي بيوض الديدان المعوية كمؤشر حيوي على ذلك والتلوث بمياه الصرف الصحي.

جُمعت العيّنات المائيّة من مواقع محدّدة من بحيرة السد خلال الفترة الممتدة من شهر آذار ولغاية شهر حزيران 2021 بمعدل 10لتر/ اسبوعياً. نقلت العينات إلى مختبر البحث العلمي في المعهد العالي لبحوث البيئة في جامعة تشرين وذلك لفحصها مختبرياً للكشف عن وجود تلوث ببيوض ديدان طفيلية وتحديد أنواعها ومعدل انتشارها.

أظهرت النتائج المختبرية تلوث مياه سد الحويز ببيوض الديدان الطفيلية، وسجلت 24 من أصل 32 عينة مائيّة مدروسة ملوّثة ببيوض الديدان الطفيليّة بنسبة تلوث عام (75%). بلغ التعداد الكلي للبيوض 6.3 بيضة/ لتر وهو أعلى من الحدّ المسموح به وفق المعايير المحددة من قبل منظّمة الصّحة العالميّة.

أظهرت الدراسة الشكليّة والتصنيفيّة للبيوض المعزولة مقارنةً مع المعايير التصنيفية العالميّة المُعتمدة أنّ البيوض تعود إلى ستة أنواع وهي: الاسكارس Ascaris sp (31%)، المُلقُّوات العفَجيةHookworms (6%)، الدودة الدبوسية Enterobius vermicularis (23%)، الوريقة الكبدية Fasciola hepatica (6%)، الديدان الشريطية .Taenia sp (11%)، الديدان السهمية Toxocara(23%)، وكانت بيوض الاسكارس، هي الأكثر انتشاراً تليها الحرقص والدّودة السّهمية على التوالي.

بالنتيجة أثبتت الدراسة أن مياه سدّ الحويز ملوثة بمخلّفات الصّرف الصّحي والزراعيّ وذلك لوجود بيوضٍ ذات منشأ بشريّ وحيوانيّ، وبالتالي تُعدّ هذه المياه غير صالحةٍ للاستخدام البشريّ والريّ الزراعيّ، علماً ان هذه الدراسة هي الأولى محلياً حول التلوث الطفيلي لمياه سد الحويز.

الكلمات المفتاحية: بيوض الديدان الطفيلية، مؤشرات حيوية، سد الحويز، سورية.

المقدمة:

يعدّ تلوث المسطّحات المائيّة بالصّرف الصحيّ من أكثر مصادر تلوث المياه شيوعاً في كل أنحاء العالم، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث تغيّراتٍ في الخصائص الفيزيائيّة والكيميائيّة والحيويّة للمياه، يُضاف إلى ذلك انتشار المسبّبات المرضيّة ومنها الطّفيليات التي يمكن أن تصل إلى الإنسان والحيوان بشكل مباشر أو غير مباشر مما يؤدي للإصابة بالعديد من الأمراض ومنها الإصابة بالديدان، وعلى الرغم من أن منظّمة الصّحة العالميّة (WHO) قد اعتبرت أن بيوض الديدان الطفيليّة من أهمّ المؤشرات الصحية لتحديد مدى تعرض المسطحات المائيّة للتلوث بالصرف الصحي (WHO, 2006) بسبب فترة بقائها الطويلة في البيئة و قدرتها على التسبب بالعدوى بجرعات قليلة دون توفر مناعة للعائل (Nelson & Darly, 2001)، إلّا أنّ هناك قلّة في الدراسات والأبحاث المهتمّة بمدى انتشار بيوض الديدان الطفيليّة في البيئات المائيّة المختلفة عالمياً وإقليمياً ومحلياً وتحديد مدى خطورتها على الصحّة العامة.

يُقدّر عدد المُصابين بأمراض الدّيدان الطفيليّة حوالي 24% من سكّان العالم أو ما يُعادل أكثر من 1.5 مليار شخص (WHO, 2020)، وأكثرها شيوعاً وذات الأهمية الطبية عند الإنسان ديدان الاسكارس *Ascaris sp*، شعريّة الرّأس *Trichuris trichiura* والدّيدان الخطافية Hookworms (الملقوات العفجية Ancylostoma duodonale والفتاكة الأميركية necator amerecanis) (Strunz *et al.*, 2014)، وتعد شائعة جداً في البلدان المتطوّرةِ والنّامية وخاصةً في الأقاليم المداريّة وتحت المداريّة من العالم حيث تُفضل البيئات الرّطبة والدّافئة (Stolk *et al.*, 2016).

تحدث العدوى بالديدان الطفيلية إمّا بشكلٍ مباشر عبر شرب المياه الملوّثة أو السباحة فيها أو عن طريق ملامسة سطح التّربة الملوَّثة ببيوض هذه الدّيدان أو ابتلاعها وخاصّة عند الأطفال، أو بشكلٍ غير مباشر عند تناول الخضراوات غير المغسولة جيداً (Ordoñez *et al.*, 2018)، وترتبط المظاهر الإمراضيّة بعدد الدّيدان التي يؤويها جسم المضيف، فالأشخاص المصابون بإصابة خفيفة (عدد قليل من الدّيدان) لا يعانون عادةً من أعراض ظاهريّة، أما الإصابة الأشد وطأةً فقد تسبب طيفاً من الأعراض من بينها الأعراض المعويّة والمعديّة (الإسهال وألم بالمعدة والأمعاء)، سوء التّغذية، الشّعور العام بالتعب، نقص الحديد وضعف النمو وغيرها، كما أن العدوى الشديدة جداً قد تسبب الانسداد المعوي الذي يستلزم علاجاً جراحيّاً وفي بعض الحالات تؤدي إلى الوفاة (WHO. 2020).

مشكلة الدراسة:

1. الطرح المباشر لمياه الصرف الصحي للتجمعات السكانية الريفية في المنطقة دون أية معالجة في المسطحات المائية المجاورة (أنهار، بحيرات، سدود) مما يؤدي لتلوثها وعدم إمكانية استخدامها للأغراض المختلفة سواءً لأغراض الشرب أو الري.
2. عدم وجود أية دراسات محلية سابقة حول مدى تعرض مياه سد الحويز في منطقة جبلة – اللاذقية المستخدمة للأغراض الزراعية للتلوث بمياه الصرف الصحي من خلال الكشف عن وجود بيوض ديدان طفيلية فيها وتحديد أنواعها وانتشارها ومدى خطورتها على حياة السكان في مناطق النشاطات البشرية.

فرضيات الدراسة: تفترض الدراسة تحقيق الأهداف التالية:

1. الكشف عن مدى تلوث مياه سد الحويز ببيوض ديدان طفيلية وتحديد أنواعها ومعدل انتشارها.
2. محاولة تحديد مصادر التلوث المحتملة والإجراءات اللّازمة للحد من انتشارها في البيئة.

أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة من أنها تسلط الضوء على عدة قضايا:

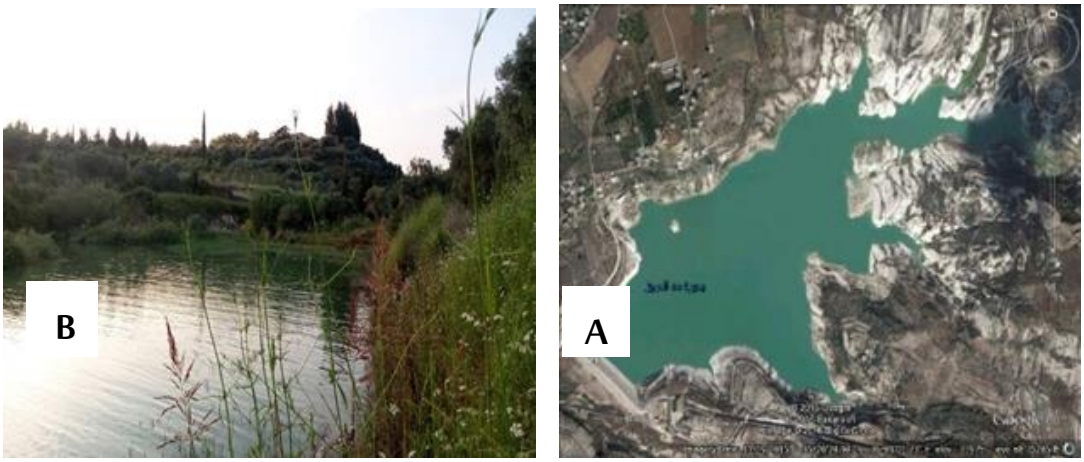
- الأهمية الصحيّة من خلال الكشف عن المسببات المرضية الطفيليّة التي تصيب الإنسان والمنتشرة محلياً.
- الأهمية البيئيّة من خلال تبيان مدى تعرض المسطحات المائيّة (منطقة الدراسة سد الحويز) للتلوث بهذه البيوض، وتحديد مصدر التلوث وإجراءات السيطرة عليه.
- الأهمية الاقتصاديّة من خلال تحديد مدى صلاحية المسطح المائيّ المدروس للاستخدامات البشرية المختلفة.
- الأهمية العلميّة من خلال الإضافة العلميّة لقاعدة البيانات المتعلّقة بالطفيليّات الممرضة للإنسان وانتشارها في منطقة السّاحل السّوري.

منهجية الدراسة:

تتضمن منهجية الدراسة عمل حقلي مخبري يشمل جمع العينات المائية من موقع الدراسة (سد الحويز)، وتحليلها مختبرياً للتعرف على مدى تلوثها ببيوض ديدان طفيلية وتحديد أنواعها وانتشارها في منطقة الدراسة.

أ- موقع الدراسة:

أجريت الدراسة على مياه بحيرة سد الحويز الذي يقع على نهر برغل جنوب شرق اللاذقية بمسافة 40 كم وبشكل مجاور لقرية الزياديّة في ريف جبلة، تم بناؤه في الفترة بين 1980-1986م لاستخدامات الري، يرتفع منسوب القمة 102.5م عن سطح البحر ويصل طوله الى 305 م، ويعد من السدود الهامة في المنطقة السّاحلية حيث تبلغ السعة التخزينية العظمى لجسم السد حوالي 16.5 مليون م3 (Al-Sinn Project, 1997)، تطرح فيه مياه الصّرف الصحي لكلٍّ من مصبّ بلدية غنّيري، وبلدية قصّابين وبلدية القلايع بشكل مباشر دون أية معالجة.



الشكل 1: A) صورة فضائية توضح جسم سد الحويز وبحيرة التخزين؛ B) صورة أرضية توضح تلوث مياه بحيرة سد الحويز بالصرف الصحي

ب- جمع العينات:

جمعت العينات المائية يدوياً في عبوات بلاستيكيّة نظيفة مرقّمة بمصدر العيّنة وتاريخ الجمع، من ثلاثة مواقعٍ مختلفةٍ اسبوعياً خلال الفترة الممتدة من شهر آذار ولغاية شهر حزيران من عام 2021، ثم مُزجت العينات جيداً وشُكّلت عينة مركبة بمجموع حجم 10 لتر، ونُقلت مباشرةً إلى مختبرات قسم الوقاية البيئية في المعهد العالي لبحوث البيئة -جامعة تشرين، وأُجريت التحاليل المختبريّة اللازمة لعزل وتعداد بيوض الديدان الطفيلية في العينات المائية

ج- منهجية التحليل:

المنهجية العلمية المُعتمدة في مثل هذه الأبحاث (المنهج التجريبي المختبري)، حيث اعتمدت طريقة الباحث بالينغر المعدلة (Balainger, 1989) لعزل وتعداد بيوض الديدان الطفيلية في المخلفات السائلة.

د- معالجة البيانات:

تم حساب عدد البيوض في لتر من العينة وفق المعادلة (WHO, 2006):

$$N = \frac{AX}{PV}$$

حيث: N عدد البيوض في لتر من العينة، A عدد البيوض في حجرة شريحة McMaster،

X الحجم الناتج النهائي (مل) ، P حجم حجرة الشريحة (3 مل) ، V حجم العينة الاصلية (ل).

هـ- مصادر البيانات:

جمعت المادة العلمية حول موضوع الدراسة من المراجع العلمية الموثوقة والمعتمدة عالمياً في مثل هذه الدراسات من الأبحاث العلمية المنشورة سابقاً والمتعلقة بموضوع البحث والمتواجدة الكترونياً على قواعد البيانات العلمية مثل Science direct وgoogle scholar وغيرها، ومن الكتب والابحاث المتوفرة في مكتبات الجامعة.

المبحث الأول- الإطار النظري والدراسات السابقة

أولاً- الإطار النظري:

يقال عن الماء ملوث إذا احتوى على أي مادة غريبة سواء كانت صلبة ذائبة أو عالقة أو على مواد عضوية أو غير عضوية ذائبة، أو على كائنات دقيقة مثل البكتريا أو الطحالب أو الطفيليات وفي بعض الحالات كلها معاً، وتعد هذه المواد من الخواص الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء، وتتلخص مشكلة تلوث المياه بشكل أساسي في عدم وجود مشاريع كاملة لمعالجة مخلفات الصرف الصحي والتي يصب معظمها في المسطحات المائية سواء بحيرات او سدود وغيرها. وتكمن الخطورة في الاستخدامات البشرية المتكررة للمياه الملوثة في عصرنا الحالي سواء الاستجمام أو الصيد أو سقاية المزروعات والتي تسبب انتقال المسببات المرضية ومنها بيوض الديدان الطفيلية الى الانسان والكائنات المائية والماشية.

ثانياً- الدراسات السابقة:

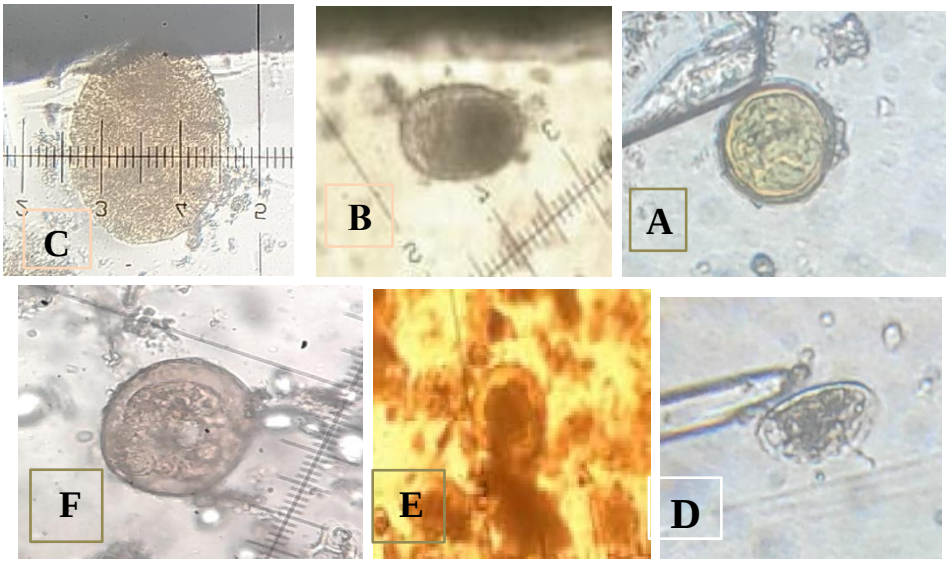
- أجريت دراسة من قبل الباحثين (Maya *et al.*, 2006) في المكسيك بعنوان "*مقارنة بين تقنيات الكشف عن بيوض الديدان الطفيلية في مياه الشرب ومياه الصرف الصحي*" على مياه الآبار الملوثة بالصّرف الصحي ومياه الصّرف الصّحي الخام وكشفت الدراسة عن وجود بيضة اسكاريس واحدة على الأقل لكل لتر.
- أشارت دراسة الباحثين (Saddoud *et al.*, 2007) التي حملت عنوان "*معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية باستخدام المفاعلات الحيوية الغشائية اللاهوائية في تونس*" أن تراكيز البيوض في مياه الري الملوثة بالصّرف الصحي في تونس بلغت 15±4 بيضة/ لتر
- أكد العديد من الباحثين إلى انتشار أنواع مختلفة من الطفيليّات في سورية والوطن العربي، فوفقاً لدراسة (Jimenez & Maya, 2007) التي كانت بعنوان "الديدان المعوية والصرف الصحي" فقد بلغ تعداد بيوض الديدان الطفيلية في مياه الصّرف الصّحي في سورية 800 بيضة/ لتر.
- ركّزت دراسة الباحثين (Sengupta *et al.*, 2011) في غانا بعنوان " *استخدام مستخلصات بذور نبات المورينجا لتقليل عدد بيوض الديدان الطفيلية والعكارة في مياه الري*" على تحليل مياه ملوثة بالصّرف الصحي والمستخدمة للري وأشارت النتائج الى ان معدل انتشار البيوض فيها 12.9-15.1 بيضة/ لتر.
- أجرى الباحثون (de Souza *et al.*, 2011) دراسة في البرازيل بعنوان " *تطهير النفايات السائلة المحلية باستخدام أشعة غاما: تأثيرها على تثبيط بيوض ديدان Ascaris lumbricoides*" وتمكّنوا من استرجاع حوالي 36% من بيوض الاسكارس من ماء الصّرف.
- أجريت دراسة محليّة للباحثين (ديوب وآخرون. 2019) على مياه خزان سد الصّوراني في محافظة طرطوس وكانت بعنوان "*الكشف عن وجود بيوض ديدان طفيلية في مياه خزان سد الصوراني في محافظة طرطوس*" بينت الدراسة أن متوسط انتشار البيوض في الماء 1.57 بيضة/ لتر.

المبحث الثاني- مناقشة النتائج والتوصيات

مناقشة النتائج :تشير الدراسة إلى النتائج التالية:

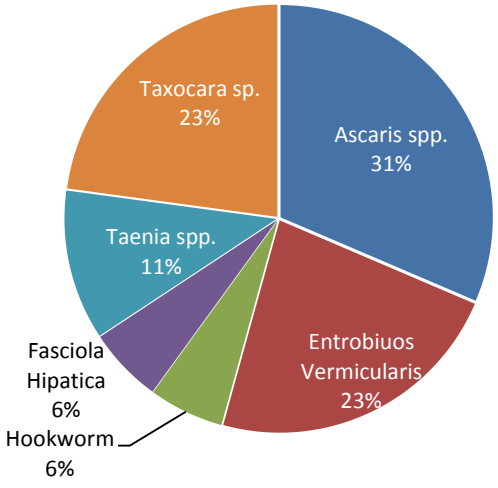
- أظهرت نتائج الفحص المجهري للعينات المائيّة المدروسة وجود أنواع مختلفةٍ من بيوض الديدان الطفيليّة، وبإجراء المطابقة الشكليّة والقياسية للبيوض المسترجعة مع المعايير التصنيفيّة العالميّة المعتمدة، فقد تبين أن

البيوض تعود إلى ستة أنواع (شكل 2) وهي: الاسكارس .Ascaris sp (31%)، ديدان شصية Hookworms (6%)، دودة دبوسية Enterobius vermicularis (23%)، الوريقة الكبدية Fasciola hepatica (6%)، الشريطيات Taenia sp. (11%)، الديدان السهمية Toxocara(23%)،



الشكل 2: بعض بيوض الديدان الطفيلية المسترجعة من مياه بحيرة سد الحويز X20: A) الاسكارس *Ascaris sp.*؛ B) بيضة ديدان شصيه Hookworm؛ C) بيضة الوريقة الكبدية *Fasciola hepatica*؛ D) بيضة الدودة الدبوسية *Entrobious Vermicularis*؛ E) بيضة الدودة الشريطية *Taenia sp*؛ F) بيضة السهمية *Taxocara*

- بلغ تعداد كل نوع من البيوض المسجلة 1.83، 1.33، 0.33، 0.33، 0.66، 1.33 بيضة/ لتر على التوالي، والتعداد العام للبيوض في مياه السد 6.3 بيضة/ لتر وهو أعلى من الحدّ المسموح به وفق منظمة الصحة العالمية (WHO) للمياه الملوثة بالصّرف الصحي التي يمكن اعادة استخدامها لأغراض الري الزراعي وهو1 بيضة/ لتر (WHO. 2006).
- أظهرت نتائج الدراسة وجود تباين في نسبة انتشار الأنواع المختلفة من بيوض الديدان الطفيلية المسترجعة من مياه بحيرة سد الحويز حيث كانت بيوض الاسكاريس أكثرها انتشاراً بنسبة 31%، تلتها الدودة الدبوسية والسهمية بنسب تقريباً 31، 23، 23% على التوالي (شكل 3).



الشكل 3: نسب بيوض الديدان الطفيليّة المُكتشفة في العينات المائيّة المدروسة في بحيرة سد الحويز

- توافقت نتائج الدراسة مع نتائج دراسات وأبحاث الكثير من الباحثين في هذا المجال مثل (Maya *et al.*, 2006 ; Yaya-Beas *et al.*, 2016 ; Ajeagah, 2013 ; de Souza *et al.*, 2011) والّذين أكدوا أن بيوض ديدان الاسكارس هي الأكثر انتشاراً في الأوساط المائيّة الملوثة بالصّرف الصحي، قد يعزى ذلك إلى مقاومتها العالية لظروف البيئة المحيطة المتغيرة كما ان لها القدرة على البقاء في الوسط لفترات طويلة دون وجود عائل مُضيف.
- لوحظ أيضاً ارتفاع تركيز بيوض الديدان الدبوسية *Enterobious vermicularis* بنسبة 23% وتعداد 1.33 بيضة/ لتر علماً أنه من النادر تواجدها في المياه العذبة حيث أن فترة حياة البيوض خارج العائل قصيرةٌ نسبياً لا تتجاوز الأسبوع، كما أن وجود بيوض الديدان السهميّة *Taxocara* يدل على تلوث حيواني وبالتالي احتمالية وصول الصّرف الزراعي إلى مياه السد.
- أثبتت الدراسة أن مياه بحيرة سد الحويز ملوّثة بمخلّفات الصّرف الصحي والزراعيّ وذلك لوجود بيوض ذات منشأ بشري وحيواني وأن بيوض ديدان الاسكارس، الدودة الدبوسية والدودة السهميّة هي الأكثر انتشاراً على التوالي وبالتالي عدم صلاحيّة هذه المياه للاستخدام البشري في المجالات المختلفة. كما أن الريّ بمياه ملوثة بالصرف الصحي لا يؤدي فقط إلى خطر الإصابة بالأمراض عن طريق المياه بل أيضاً عند التعرض لتربةٍ مرويةٍ بهذه المياه والتي من المحتمل أن تكون أشدّ وطأةً حيث تعد التربة الوسط البيئي الأمثل لهذه البيوض وهذا يعود إلى ارتفاع تراكيز البيوض عن الحد المسموح به في المياه المستخدمة للري ، كما لوحظ من خلال نتائج الدراسة ان الري المستمر بهذه المياه قد يؤدي إلى تراكم البيوض في التربة وزيادة تركيزها وبالتالي زيادة خطر الإصابة بالمرض إضافةً إلى ذلك يمكن أن تكون التربة الملوثة مصدر تلوث محتمل للمسطحات المائيّة من خلال الصّرف الزراعيّ. وتعتمد شدة الإصابة على عدد البيوض سواءٌ في التربة أو المياه وطول فترة بقائها في الوسط وعلى حجم الجرعة المعدية فضلاً عن مناعة المضيف للمسببات المرضية، وهناك عوامل أخرى تتعلق بالبيئة المحيطة مثل نوع الوسط (تربة، مياه)، المناخ، الرطوبة، درجة الحموضة والقلوية pH، درجة الملوحة Ec، نسبة المادة العضوية OM وغيرها.

التوصيات: بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بما يلي:

- إنشاء محطات لمعالجة مياه الصّرف الصحي، ومنع تدفّقها دون معالجة إلى مياه بحيرة سد الحويز.
- اجراء التحاليل الدورية للمياه للتأكد من خلوّها من المسبّبات المرضيّة المختلفة.
- اجراء الدراسات والأبحاث على الترب الزراعية والمزروعات المروية بمياه السد الملوثة.
- ضرورة توعية المزارعين بخطر الري بمياه ملوثة بالصرف الصحي وخاصة تناول الخضراوات التي تؤكل طازجة.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع بالعربية

- ديوب، أمل؛ جنيدي، حسين؛ سليمان، وسيم (2013) تقدير حمولات بيوض ديدان طفيلية في الحمأة الناتجة عن بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة اللاذقية، مجلة العلوم الهندسية جامعة تشرين، سورية، العدد التاسع، المجلد الخامس والثلاثون.

ثانياً- المراجع بالإنجليزية

- Al-Sinn Project, Final Detailed Design Report. Second Phase.13/95-05-09. Moscow, 1997.

- Balinger ,J.(1989) Valeur compare des methods d'enrichissement en coprologie parasitaire, Pharm. Biol,(1962),3:249-259.
- de Souza, G.S.M.B., Rodrigues, L.A., de Oliveira, W.J., Chernicharo, C.A.L., Guimaraes, M.P., Massara, C.L., Grossi, P.A., (2011). Disinfection of domestic effluents by gamma radiation: effects on the inactivation of Ascaris lumbricoides eggs. Water Research 45, 5523e5528.
- Jimenez, B. and Maya, C. (2007) "Helminths and Sanitation", Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology A. Méndez-Vilas (Ed.), ©FORMATEX,71P.
- Maya, C., Jimenez, B. and Schwartzbord, J. (2006). Comparison of techniques for the detection of helminth ova in drinking water and wastewater. Water Environment Research, 78(2): 118- 124.
- Nelson, K. L. and Darby, J. L. (2001). Inactivation of viable Ascaris eggs by reagents during enumeration. Applied Environmental Microbiology, 67(12):5453–5459.
- Ordoñez, K.N., Lim, Y.A.L., Goh, X.T., Paller, V.G.V. (2018). Parasite contamination of vegetables from selected organic and conventional farms in the Philippines. Pertanika J Trop Agric Sc. 41 (4), 1–16.
- Saddoud, A., Ellouze, M., Dhouib, A. and Sayadi, S. (2007). Anaerobic membrane bioreactor treatment of domestic wastewater in Tunisia. Desalination, 207(78):205–215.
- Sengupta, M.E., Keraita, B., Olsen, A., Boateng, O.K., Thamsborg, S.M., Pálsdóttir, G.R. and Dalsgaard, A. (2011). Use of Moringa oleifera seed extracts to reduce helminth egg numbers and turbidity in irrigation water. Water Research, 46(11):3646–3656.
- Stolk, W. A., Kulik, M.C., le Rutte, E.A., Jacobson, J., Richardus, J.H., de Vlas, S.J., (2016). Between-Country Inequalities in the Neglected Tropical Disease Burden in 1990 and 2010, with Projections for 2020. PLoS Negl Trop Dis 10(5): e0004560. doi: 10.1371/journal.pntd.0004560.
- Strunz, E. C., Addiss, D.G., Stocks, M. E., Ogden, S., Utzinger, J., Freeman, M. C., (2014). Water, sanitation, hygiene, and soil-transmitted helminth infection: a systematic review and meta-analysis. PLoS Med. 11, e1001620.
- World Health Organization (WHO). (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water: Wastewater use in agriculture (Volume 2). Report of a WHO Scientific Group. WHO Technical Report Series 778. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). (2020). Soil-transmitted helminth infections. Retrieved Jan 15, 2021. from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections.